

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 67 / 1</i>

ЗАТВЕРДЖЕНО
Науково-методичною радою
Державного університету «
Житомирська політехніка»
протокол від 26 серпня 2025 р. №7

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичного та самостійного вивчення дисципліни

"БУРІННЯ ТА РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД"
для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня
«молодший бакалавр»
спеціальності код спеціальності «184 Гірництво»
освітньо-професійна програма «Гірництво»
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

Рекомендовано на засіданні кафедри гірничих технологій та
будівництва ім. проф. Бакка М.Т.
25 серпня 2025р., протокол №08

Розробник: д.т.н., проф. Коробійчук В.В.

Житомир
2025

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 67 / 2</i>

Методичні рекомендації призначені для практичного та самостійного вивчення дисципліни з навчальної дисципліни «Буріння та руйнування гірських порід» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» денної та заочної форми навчання спеціальності 184 Гірництво освітньо-професійна програма «Гірництво». Житомир, Житомирська політехніка. 2025. 67 с.

Рецензенти:

к.т.н. доц., доцент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. ТОЛКАЧ Олександр.

к.т.н., доц. доцент кафедри маркшейдерії КРИВОРУЧКО Андрій.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 67 / 3</i>

ЗМІСТ

Практична робота № 1. КИСНЕВИЙ БАЛАНС ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН	4
Практична робота № 2. ВИЗНАЧЕННЯ БРИЗАНТНОСТІ ТА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ВР	10
Практичне заняття № 3. ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ШПУРОВИХ ЗАРЯДІВ	17
Практичне заняття № 4 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ШПУРОВИХ ЗАРЯДІВ ПРИ РОЗПУШЕННІ МАСИВІВ З ОДНІСЮ ВІЛЬНОЮ ПОВЕРХНЕЮ	25
Практичне заняття № 5 РОЗРАХУНОК ЗАРЯДІВ СВЕРДЛОВИН РОЗПУШЕННЯ	32
Практичне заняття № 6 РОЗРАХУНОК ЗОВНІШНІХ ЗАРЯДІВ	41
Практичне заняття № 7 ВОГНЯНИЙ ВИБУХ	46
Практичне заняття № 8 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПО РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРОВИБУХОВИХ МЕРЕЖ	52
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	65

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 67 / 4</i>

Практична робота № 1. КИСНЕВИЙ БАЛАНС ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН

Кисневий баланс являє собою співвідношення між кількістю кисню, що міститься в складі даної ВР, і тією його кількістю, яка необхідна для повного окиснювання всіх палих компонентів, що входять до складу цієї ВР.

Найбільш оптимальним складом вибухових речовин є такий, за яким хімічні реакції вибуху протікають з утворенням парів води, вуглекислого газу та азоту, тобто газоподібних продуктів, найменш шкідливих для людського організму. Крім того, при цьому під час вибуху звільняється найбільш можлива кількість енергії у вигляді тепла. Якщо ж у складі вибухової речовини (ВР) є надлишок або нестача кисню, утворюються відповідно отруйні окисли азоту чи оксид вуглецю CO.

Небезпека окислів азоту (NO та NO₂) для людського організму полягає у тому, що потрапляючи в легені, вони утворюють азотну та азотисту кислоти, дія яких призводить до набряку легень і смерті. Крім того, утворення окислів азоту відбувається з поглинанням тепла, що призводить до зниження енергії вибуху.

За умови нестачі у ВР кисню під час вибуху утворюється чадний газ (CO), шкідлива дія якого полягає у здатності при потрапленні в організм людини утворювати міцні сполуки з червоними кров'яними тільцями і тим самим викликати так званий «кисневий голод», а при певному вмісті CO у крові (> 0,1 %) призводити до смерті.

Нестача кисню позначається й на ефективності вибуху, оскільки утворення чадного газу відбувається з меншим виділенням тепла (113,76 кДж/(г·моль)), ніж утворення двооксиду вуглецю (395,65 кДж/(г·моль)).

Склад продуктів вибуху, що виникають у результаті хімічної реакції, залежить від багатьох факторів. Проте найбільш важливим з них є співвідношення у ВР між горючими складовими (водень, вуглець, а також алюміній, який часто входить до складу ВР) і киснем.

Кисневий баланс (КБ) характеризується відношенням надлишку або нестачі кисню в складі ВР до його кількості, яка необхідна для повного окислення горючих складових, що містяться у даній ВР. Відповідно до цього кисневий баланс може бути нульовим, додатнім і від'ємним. При

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 5

нульовому кисневому балансі вміст кисню у вибуховій речовині достатній для повного окислення горючих складових, і процес відбувається з переважним утворенням H_2O , CO_2 , N_2 . При додатному кисневому балансі має місце надлишок кисню. При цьому виділяється крім названих газів також у великій кількості NO та NO_2 . При від'ємному кисневому балансі в умовах нестачі кисню склад продуктів вибуху досить складний, проте головною його відмінністю є утворення чадного газу (CO). При проведенні вибухових робіт у підземних умовах дозволяється використання ВР лише з нульовим або невеликим додатним кисневим балансом (для окислення оболонок патроніваних ВР). На відкритих гірничих роботах дозволяється використання ВР з кисневим балансом, відмінним від нульового, але зі зростанням глибини розробок доцільність використання ВР з нульовим кисневим балансом зростає.

Значення кисневого балансу для ВР типу хімічних сполук визначається за допомогою наступного виразу (у відсотках):

$$KB = \frac{16n}{M} 100\%,$$

де 16 – атомна маса кисню;

n – кількість надлишкових (або недостатніх) атомів кисню в одній молекулі ВР для повного окислення горючих складових;

M – молекулярна маса ВР.

Склад більшості промислових ВР може бути виражений загальною формулою такого вигляду:



де a, b, c, d, e – відповідно кількість атомів вуглецю, водню, азоту, кисню та алюмінію в молекулі ВР.

Тому надлишкова (недостатня) кількість атомів кисню (n) може бути визначена за формулою:

$$n = d - \left(2a + \frac{b}{2} + \frac{3e}{2} \right),$$

Кисневий баланс для сумішевих вибухових речовин, що складаються з декількох компонентів, визначається за формулою:

$$KB = KB_1 P_1 + KB_2 P_2 + \dots + KB_n P_n,$$

де KB_1, KB_2, KB_n – кисневий баланс кожної складової вибухової суміші у %;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 6

P_1, P_2, P_n – вміст відповідної складової у сумішній ВР у частках одиниці.

Вище зазначалось, що найбільш оптимальними як щодо складу продуктів вибуху, так і з позицій досягнення найвищих енергетичних характеристик є вибухові речовини, що мають нульовий або близький до нього кисневий баланс.

Для одержання ВР з нульовим кисневим балансом до основної складової, яка має кисневий баланс, що суттєво відрізняється від нульового, додають другу складову, кисневий баланс якої має знак, протилежний першому, причому вміст цих складових має бути чітко визначеним і відповідати загальній умові (при п кількості складових):

$$P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n = 1$$

Для двоскладової ВР при нульовому кисневому балансі суміші формула набуде вигляду:

$$KB_1P_1 + KB_2P_2 = 0.$$

Студентам слід звернути особливу увагу на те, що у наведені вище розрахункові формули кисневий баланс потрібно підставляти з його знаком (плюс або мінус).

Приклад № 1. Визначити кисневий баланс аміачної селітри, хімічна формула якої NH_4NO_3 .

Розв'язання

1. Оскільки горючою складовою в аміачній селітрі є тільки водень, то для окислення 4-х атомів у пару води (H_2O) потрібно два атоми кисню. Але їх у молекулі 3. Тоді надлишкова кількість атомів кисню:

$$n = d - \frac{b}{2} = 3 - \frac{4}{2} = 3 - 2 = 1.$$

2. Молекулярна маса аміачної селітри $M = 80$ (табл. 1). Підставляючи значення n та M у формулу, отримаємо кисневий баланс аміачної селітри

$$KB = \frac{16n}{M} 100\% = \frac{16 \cdot 1}{80} 100\% = 20\%.$$

Приклад № 2. Визначити кисневий баланс аміачної селітри, хімічна формула якої $C_7H_5(NO_2)_3$.

Розв'язання

1. Горючими складовими, які окислюються киснем, є вуглець і водень. Для повного окислення вуглецю в CO_2 та водню в H_2O потрібно відповідно:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 7

$$n = d - \left(2a + \frac{b}{2}\right) = 6 - (14 + 2,5) = -10,5.$$

2. Молекулярна маса тротилу $M = 227$. Отже, кисневий баланс тротилу дорівнює

$$КБ = \frac{16n}{M} 100 \% = \frac{16 \cdot (-10,5)}{227} 100 \% = -74 \%$$

Приклад № 3. Кисневий баланс може бути підрахований не лише для самих ВР, але й для інших невибухових речовин, які використовуються як складові ВР. Наприклад, визначимо кисневий баланс кисню та вуглецю (молекулярна маса кисню $M = 32$, а вуглецю $M = 12$).

Розв'язання

У першому випадку $КБ = \frac{16n}{M} 100 \% = \frac{16 \cdot (2-0)}{32} 100 \% = 100 \%$;

у другому випадку $КБ = \frac{16n}{M} 100 \% = \frac{16 \cdot (0-2)}{12} 100 \% = -270 \%$.

Приклад № 4. Визначити кисневий баланс ВР, що складається із 40 % тротилу та 60 % аміачної селітри.

Розв'язання

1. Кисневий баланс аміачної селітри $КБ_{АС} = +20 \%$, а її вміст відповідно до умов прикладу $P_1 = 0,6$; для тротилу $КБ_{ТР} = -74 \%$, а його вміст $P_2 = 0,4$.

2. Отже, кисневий баланс тротилу дорівнює

$$\begin{aligned} КБ &= КБ_{АС} P_1 + КБ_{ТР} P_2 = (20 \%) \cdot 0,6 + (-74 \%) \cdot 0,4 = \\ &= 12 \% + (-29 \%) = -17,6 \% \end{aligned}$$

Приклад № 5. ВР складається з аміачної селітри та тротилу. Визначити, за якого вмісту цих складових сумішева ВР матиме нульовий кисневий баланс.

Розв'язання

1. Відповідно до прикладу 1 кисневі баланси аміачної селітри та тротилу дорівнюють відповідно $КБ_{АС} = +20 \%$, $КБ_{ТР} = -74 \%$.

2. Визначимо величину P_1 для тротилу:

$$P_2 = \frac{КБ_{АС}}{КБ_{АС} - КБ_{ТР}} = \frac{20 \%}{20 \% - (-74 \%) } = \frac{20 \%}{94 \%} = 0,21.$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 8

3. Тоді $P_1 = 1 - P_2 = 1 - 0,21 = 0,79$. Тобто нульовий кисневий баланс сумішевої ВР, яка складається з аміачної селітри та тротилу, буде тоді, коли в суміші буде 79 % аміачної селітри та 21 % тротилу.

Завдання для розрахункової роботи № 1

Задача № 1

Визначити кисневий баланс вибухової речовини згідно свого варіанту

№ вар.	Назва речовини	Хімічна формула	Молекулярна маса
1	Натрієва селітра	NaNO_3	85
2	Хлорат(V) амонію	NH_4ClO_3	117,5
3	Хлорат(V) натрію	NaClO_3	122,5
4	Динітротолуол	$\text{C}_7\text{H}_6(\text{NO}_2)_2$	182
5	Тетрил	$\text{C}_7\text{H}_5\text{N}(\text{NO}_2)_4$	287
6	Гексоген	$\text{C}_3\text{H}_6\text{N}(\text{NO}_2)_3$	222
7	Динітрогліколь	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{ONO}_2)_2$	152
8	ТЕН	$\text{C}_5\text{H}_8(\text{ONO}_2)_4$	316
9	Піроксилін	$\text{C}_{24}\text{H}_{29}\text{N}_{11}\text{O}_{42}$	1143
10	Тротил (тринітротолуол)	$\text{C}_7\text{H}_5(\text{NO}_2)_3$	227
11	Гримуча ртуть	$\text{Hg}(\text{CNO})_2$	284
12	Клітковина	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$	162
13	Борошно з деревини	$\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_{10}$	362
14	Парафін	$\text{C}_{24}\text{H}_{50}$	338,5
15	Вода (газ)	H_2O	18
16	Оксид амонію	Al_2O_3	102
17	Оксид азоту (II)	NO	30
18	Калієва селітра	KNO_3	101
19	Перхлорат калію	KClO_4	138,5
20	Тетранітрометан	$\text{C}(\text{NO}_2)_4$	196
21	Пікринова кислота	$\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{OH}$	229
22	Нітрогліцерин	$\text{C}_3\text{H}_5(\text{ONO}_2)_3$	227

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 9

23	Клітковина(n=2)	$(C_6H_{10}O_5)_n$	162
24	Аміачна селітра	NH_4NO_3	80
25	Азид свинцю	P_8N_6	291,2

Задача № 2

Визначити кисневий баланс ВР, що складається із тротилу ____% та ____% натрієвої селітри або калієвої селітри. Частка першого та другого компоненту береться згідно варіанту.

№ вар.	Тротил в %	Натрієва селітра в %	Калієва селітра в %
1	5	95	
2	10	90	
3	15	85	
4	20	80	
5	25	75	
6	30	70	
7	35	65	
8	40	60	
9	45	55	
10	50	50	
11	55	45	
12	60	40	
13	65	35	
14	70	30	
15	75	25	
16	80	20	
17	85	15	
18	90	10	
19	95	5	
20	5		95
21	10		90
22	15		85
23	20		80

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 10

24	25		75
25	30		70

Практична робота № 2. ВИЗНАЧЕННЯ БРИЗАНТНОСТІ ТА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ВР

Для визначення бризантності використовують вибух заряду ВР вагою 50 г, діаметром $d = 40$ мм, встановлюваний на свинцевому циліндрі (рис. 1) діаметром 40 мм і висотою 60 мм. Різниця між початковою висотою свинцевого циліндра і його висотою після підривання заряду характеризує бризантність ВР. Вимірювання проводять в чотирьох точках.

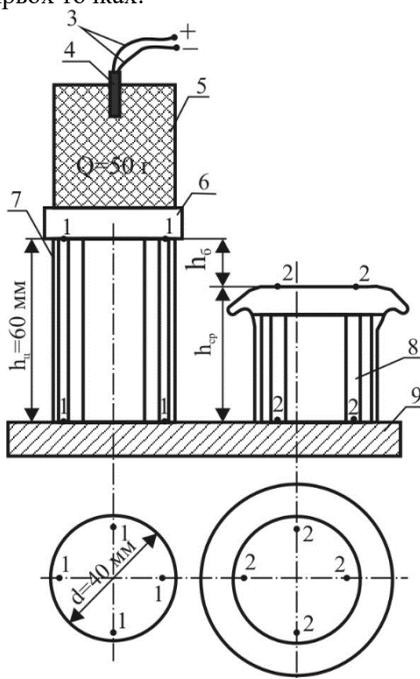


Рис. 1. Визначення бризантної вибухових речовин:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 11

1 – точки виміру свинцевого циліндра до підривання; 2 – точки виміру свинцевого циліндра після підривання; 3 – вогнепровідний шнур; 4 – капсуль-детонатор; 5 – заряд ВР; 6 – сталевий круг; 7 – свинцевий циліндр до підривання; 8 – свинцевий циліндр після підривання; 9 – сталева плита;
 $h_{ц}$ – висота циліндра до підривання; $h_{ср}$ – середня висота циліндра після підривання; h_6 – величина бризантності

Приклад 1. Визначити бризантність амоніту № 6ЖВ, якщо висота свинцевого циліндра після обжимання вибухом має наступні значення: $h_1 = 44$ мм; $h_2 = 44,5$ мм; $h_3 = 44,5$ мм; $h_4 = 46$ мм.

Розв'язок:

Визначаємо середню висоту свинцевого циліндрика після обжимання

$$h_{ср} = \frac{h_1+h_2+h_3+h_4}{4} = \frac{44+44,5+44,5+46}{4} = 45 \text{ мм.}$$

2. За різницею висот свинцевих циліндрів визначаємо для амоніту № 6ЖВ значення бризантності:

$$h_6 = h_{ц} - h_{ср} = 60 - 45 = 15 \text{ мм.}$$

Визначення працездатності проводиться шляхом підривання заряду ВР вагою 10 г (рис. 2) в каналі свинцевого циліндра. Стандартний об'єм каналу в свинцевому циліндрі $V_1 = 61 \text{ см}^3$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 12

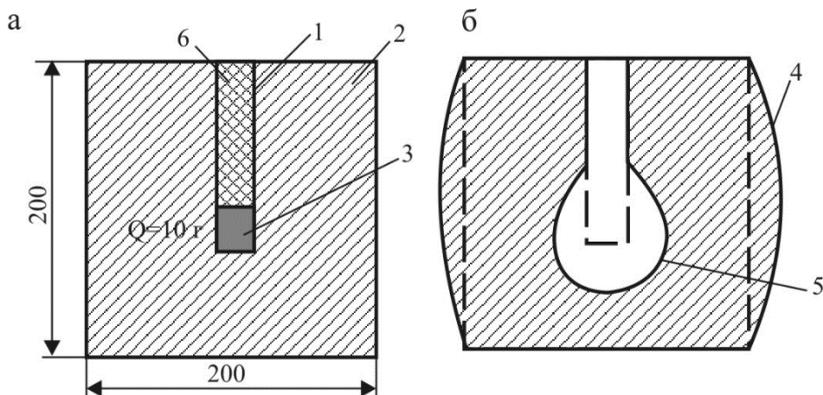


Рис. 2. Визначення працездатності вибухових речовин:

а – система випробування до підривання; б – система випробування після підривання; 1 – канал в циліндрі; 2 – контур циліндра до підривання; 3 – заряд ВР; 4 – контур циліндра після підривання; 5 – порожнина в циліндрі, яка утворена вибухом

Працездатність ВР обчислюють за формулою

$$X_1 = V - V_1, \text{ см}^3,$$

де V – об'єм каналу, який отриманий вибухом, см^3 ;

V_1 – об'єм каналу в циліндрі до підривання, см^3 .

За стандартну температуру зовнішнього повітря при випробуванні ВР на працездатність прийнята температура $+15^\circ\text{C}$. При інших значеннях температури вводяться температурні поправки, значення яких вкотре в табл. 1

Таблиця 1

Температура циліндру при	Поправка, %	Температура циліндру при	Поправка, %
--------------------------	-------------	--------------------------	-------------

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 13

випробуванні, °C		випробуванні, °C	
-30	+18	+5	+3,5
-25	+16	+8	+2,5
-20	+14	+10	+2
-15	+12	+15	0
-10	+10	+20	-2
-5	+7	+25	-4
0	+5	+30	-6

Приклад 2. При підриванні навішування амоніту № 9ЖВ вагою 10 г об'єм каналу в свинцевому циліндрі склав 331 см³.

Температура свинцевого циліндра у момент випробувань -22 °С. Визначити працездатність амоніту № 9ЖВ.

Розв'язок:

1. Знаходимо методом інтерполяції температурну поправку: найближчі значення -20 °С і -25 °С мають відповідні поправки +14 % і +16%. Для різниці температур в 5 °С різниця поправки складає 2 %. На один градус в цьому інтервалі значень температури поправка складе:

$$\frac{16-14}{25-20} = \frac{2}{5} = 0,4\%.$$

Для температури -22 °С поправка складе:

$$+14\% + 2 \cdot 0,4 = +14,8\%.$$

2. Визначаємо різницю об'ємів каналу в циліндрі після підривання і до підривання

$$X_1 = V - V_1 = 331 - 61 = 270 \text{ см}^3.$$

3. Визначаємо працездатність амоніту № 9ЖВ з урахуванням температурної поправки за формулою

$$X_m = X_1 \pm \frac{X_1 t'}{100}, \text{ см}^3,$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 14

де t' – температурна поправка, %;

X_T – працездатність ВР з урахуванням температурної поправки, см³.

Знак плюс або мінус у формулі (1.13) визначається залежно від знаку температурної поправки. В даному випадку:

$$X_m = 270 + \frac{270 \cdot 14,8}{100} = 310 \text{ см}^3.$$

Завдання для розрахункової роботи № 2

Задача № 1

Визначити бризантність ВР, якщо висота свинцевого циліндра після обжимання його вибухом має наступні значення: $h_1 =$ мм; $h_2 =$ мм; $h_3 =$ мм; $h_4 =$ мм.

№ вар.	h_1	h_2	h_3	h_4
1	48	48,5	49,5	50
2	47,5	47	46,5	46
3	56	55	55,5	56
4	34	34,5	36	35,5
5	45	45,5	46	44
6	51	51	53	50
7	49	49,5	50	48,5
8	43	44	43,5	45
9	40	41	45	43
10	34	32	34	37
11	28	29	30	29
12	45	46	45,5	44
13	56	57	57,5	56
14	44	45	46	45,5
15	54	54,5	56	57
16	43	44	43,5	42
17	43	40	41	42,5
18	52	53	52,5	54
19	41	40	40,5	42

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 15

20	38	38,5	39	40
21	35	34	36	34,5
22	32	33	34	33,5
23	30	34	33	34,5
24	29	29,5	32	31
25	34	36	37	33

Задача № 2

При підриванні ВР об'єм розширеного каналу в свинцевому циліндрі склав ____ см³. Температура свинцевого циліндра у момент випробування ____ °С. Визначити працездатність ВР. Знайти значення температурної поправки t' .

№ вар.	Об'єм розширеного каналу в свинцевому циліндрі, см ³	Температура свинцевого циліндра, °С
1	411	-28
2	475	-27
3	560	-21
4	340	-19
5	450	-16
6	510	-14
7	490	-12
8	430	-11
9	400	-8
10	340	-6
11	280	-2
12	455	+2
13	566	+4
14	447	+7
15	544	+13
16	433	+16
17	438	+17
18	522	+18
19	418	+8

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 67 / 16</i>

20	387	+21
21	356	+23
22	329	+26
23	305	+27
24	294	+28
25	346	+19

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 17

РОЗРАХУНОК ЗАРЯДІВ РОЗПУЩЕННЯ ПРИ РІЗНИХ МЕТОДАХ ВИРОБНИЦТВА ВИБУХОВИХ РОБІТ

Розпушення гірських порід здійснюється шпуровими, свердловинними, котловими, камерними, малокамерними, зовнішніми і комбінованими зарядами. Кожний метод підривання характеризується своїми параметрами, розрахунок яких проводиться за емпіричними формулами. Для кожного методу запропоновано по декілька варіантів розрахункових формул. В задачнику використовується тільки один з найпоширеніших варіантів розрахункової формули для визначення окремих параметрів зарядів.

Практичне заняття № 3. ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ШПУРОВИХ ЗАРЯДІВ

Визначення параметрів шпурових зарядів розпушення при уступній відбійці (рис. 3).

Вага шпурового заряду при уступній відбійці

$$Q_{ш} = qaW_n H_y, \text{ кг,}$$

де q – питома витрата ВР для зарядів розпушення, кг/м³;

a – відстань між шпурами в ряду, м;

W_n – лінія опору по підшві уступу (л. н. о. п.), м;

H – висота висаджуваного уступу, м.

Величина л. н. о. п. визначається за формулою:

$$W_n = 0,87 \sqrt{\frac{p}{qm}}, \text{ м,}$$

де p – місткість ВР в 1 м шпура, кг/м (див. додаток 1);

$m = 0,9 \div 1,6$ – відносна відстань між шпурами.

При вогняному підриванні $m = 1,2 \div 1,6$, при миттєвому $m = 0,9 \div 1,5$, при короткоуповільненому $m = 1,0 \div 1,5$. Верхня межа

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 18

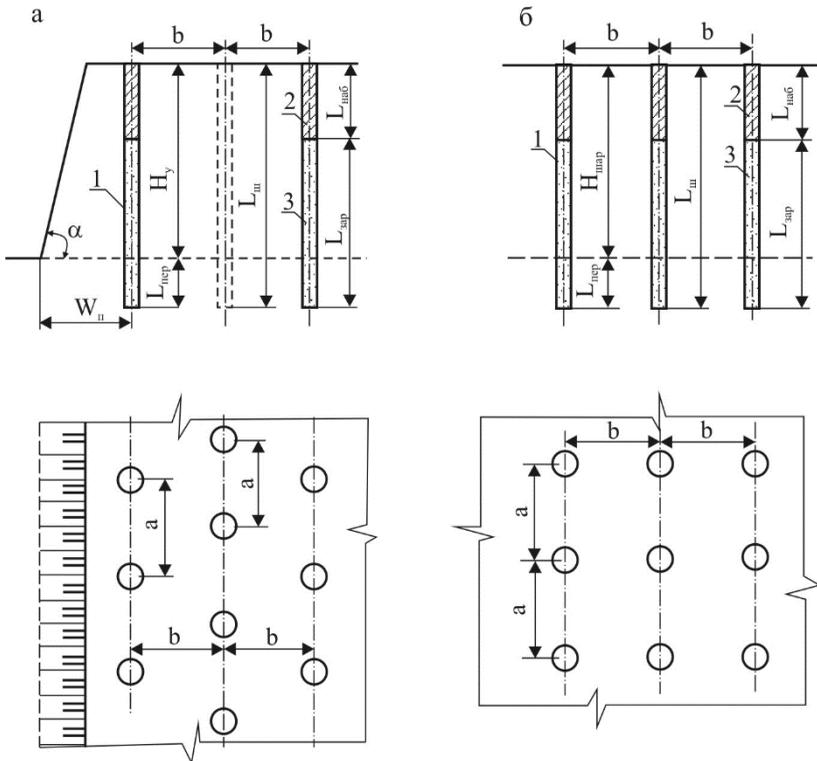
значень для слабких порід, нижня для міцних скельних порід при висоті уступу $3,5 \div 4,5$ м.

Гранична висота уступу для шпурових зарядів: в скельних породах $H = 4,5$ м, в неміцних породах $H = 4,8 \div 5,0$ м. Відстань між шпурами в ряду:

$$a = mW_n, \text{ м.}$$

Відстань між рядами шпурів

$$b = 0,85W_n, \text{ м.}$$



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 19

Рис. 3. Розташування шпурових зарядів:

a – при уступній відбійці; b – при розпушенні масивів з однією вільною площиною: 1 – шпур; 2 – набивка; 3 – заряд ВР; $L_{ш}$ – довжина шпура; $L_{пер}$ – довжина перебуру; $L_{зар}$ – довжина заряду в шпурі; $L_{наб}$ – довжина набивки; b – відстань між рядами шпурів; $H_{шар}$ – висота висаджуваного шару; α – кут укосу уступу

Довжина шпура:

$$l_{ш} = H + l_{пер}, \text{ м.}$$

Довжина перебуру приймається залежно від міцності порід і діаметру шпурів.

У розрахунках значення перебуру приймається: для міцних порід: $L_{пер} = 10d_3$; для порід середньої міцності $L_{пер} = 6d_3$; для неміцних порід $L_{пер} = 3d_3$.

Приклад 1

Уступ заввишки $H = 3$ м розпушують вибухом шпурових зарядів діаметром 40 мм. Визначити вагу шпурового заряду при густині заряджання $\Delta = 0,9 \text{ кг/дм}^3$, $m = 0,9$ питомій витраті амоніту № 6ЖВ на розпушення $q = 0,5 \text{ кг/м}^3$. Вибух шпурів миттєвий, електричним способом.

Розв'язок:

1. Знаходимо місткість 1 шпура діаметром 40 мм при густині $\Delta = 0,9 \text{ кг/дм}^3$ (Додаток 1): $p = 1,13 \text{ кг/м}$.

2. Визначаємо величину лінії опору по підшві, приймаючи $\Delta = 0,9 \text{ кг/дм}^3$.

$$W_n = 0,87 \sqrt{\frac{p}{qm}} = 0,87 \sqrt{\frac{1,13}{0,5 \cdot 0,9}} = 1,38 \text{ м.}$$

Приймаємо $W_n = 1,4$ м.

3. Знаходимо відстань між зарядами в ряду:

$$a = mW_n = 0,9 \cdot 1,4 = 1,26 \text{ м.}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 20

4. Визначаємо вагу шпурового заряду розпушення

$$Q_{ш} = qaW_n H = 0,5 \cdot 1,26 \cdot 1,4 \cdot 3 = 2,65 \text{ кг.}$$

Приклад 2.

Визначити довжину шпура і величину лінії опору по підшві при підірвання міцних скельних порід, якщо відомо, що відносна відстань між зарядами $m = 1,0$, висота уступу $H = 2,5$ м, $Q_{ш} = 3$ кг, $d_3 = 46$ мм, $q = 0,6$ кг/м³.

Розв'язок:

1. Визначаємо довжину шпурів, приймаючи для скельних порід $L_{пер} = 10d_3$:

$$L_{ш} = H + L_{пер} = 2,5 + 10 \cdot 0,046 = 2,96 \text{ м.}$$

Приймаємо $L_{ш} = 3$ м.

2. За умов задачі визначаємо дві невідомі величини a , W_n . Підставляючи значення $a = mW_n$, перетворимо формулу:

$$Q_{ш} = qmW_n^2 H \text{ кг, звідки}$$

$$W_n = \sqrt{\frac{Q_{ш}}{qmH}} = \sqrt{\frac{3}{0,6 \cdot 1 \cdot 2,5}} = 1,41 \text{ м.}$$

Приймаємо $W_n = 1,4$ м; $a = 1 \cdot 1,4 = 1,4$ м.

Приклад 3.

Вага шпурового заряду $Q_{ш} = 2,8$ кг. Визначити довжину шпура, яка може вмістити цю кількість ВР. При місткості 1 м шпура $p = 1,2$ кг/м та довжині набивки $L_{наб} = 0,75$ м.

Розв'язок:

1. Визначаємо довжину заряду в шпурі:

$$L_{ш} = \frac{Q_{ш}}{p} = \frac{2,8}{1,2} = 2,3 \text{ м.}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 21

2. Визначаємо довжину шпура

$$L_{ш} = L_z + L_{заб} = 2,3 + 0,75 = 3,05 \approx 3 \text{ м}$$

де $L_{заб}$ – довжина набивки в шпурі, м.

Приклад 4.

Визначити число шпурів і витрату ВР для підривання $V_{пор} = 420 \text{ м}^3$ скельних порід при висоті уступу $H_y = 2,8 \text{ м}$. Відстань між шпурами у ряді $a = 1,5 \text{ м}$; $W_n = 1,4 \text{ м}$; $q = 0,6 \text{ кг/м}^3$, число рядів 4.

Розв'язок:

1. Визначаємо об'єм породи, який підривається одним шпуром в першому ряду (див. рис. 3):

$$V'_{ш} = aW_nH = 1,5 \cdot 1,4 \cdot 2,8 = 5,9 \text{ м}^3.$$

2. Визначаємо відстань між рядами зарядів

$$b = 0,85W_n = 0,85 \cdot 1,4 = 1,19 \approx 1,2 \text{ м}.$$

3. Знаходимо об'єм породи, який підривається одним шпуром у всіх рядах, окрім першого:

$$V_{ш} = abH = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 2,8 = 5,0 \text{ м}^3.$$

4. Знаходимо об'єм породи, висаджуваної одиночними шпурами в чотирьох рядах:

$$V_{с.ш} = V'_{ш} + V_{ш}m_p = 5,9 + 3 \cdot 5 = 20,9 \text{ м}^3,$$

де m_p – число рядів.

5. Визначаємо число шпурів в одному ряду:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 22

$$n_{шп} = \frac{V_{обц}}{V_{с.ш}} = \frac{420}{20,9} = 20 \text{ шт.}$$

6. Знаходимо загальне число шпурів

$$N_{ш} = m_p n_{шп} = 4 \cdot 20 = 80 \text{ шт.}$$

7. Визначаємо загальну витрату ВР

$$Q_{заг} = q V_{заг} = 0,6 \cdot 420 = 252 \text{ кг.}$$

Завдання для розрахункової роботи № 3

Варіант 1. Визначити об'єм буріння L_b в породах середньої міцності для підривання блоку заввишки 2,7 м, якщо загальна кількість шпурів діаметром 50 мм складає 40 шт.

Варіант 2. Для оббурювання уступу міцних скельних порід заввишки 3,2 м використовуються бурові коронки діаметром 46 мм. Визначити вагу шпурового заряду $Q_{ш}$ при відносній відстані $m = 1,2$, густина заряджання $\Delta = 1,1 \text{ кг/дм}^3$ і питомій витраті амоніту № 6ЖВ $q = 0,6 \text{ кг/м}^3$.

Шпури підриваються вогняним способом.

Варіант 3. Визначити довжину шпура $L_{ш}$ діаметром 45 мм при підривання уступу скельних порід заввишки 3 м.

Варіант 4. Визначити відстань між шпурами при оббурюванні уступу заввишки 2,4 м, якщо відомі: діаметр шпурів 36 мм, густина заряджання $\Delta = 0,95 \text{ кг/дм}^3$, відносна відстань $m = 1,2$ і питома витрата ВР $q = 0,4 \text{ кг/м}^3$.

Варіант 5. При густині заряджання $\Delta = 0,95 \text{ кг/дм}^3$ місткість 1 м шпура 1,32 кг/м; $H = 3 \text{ м}$; $Q_{ш} = 3,6 \text{ кг}$; $W_{п} = 1,34 \text{ м}$; $m = 1,1$. Визначити діаметр шпурів і питому витрату ВР.

Варіант 6. При висоті уступу скельних порід 2,8 м; $W_{п} = 1,4 \text{ м}$; $m = 1,3$. Підривання шпурів чотирирядне. Визначити відстань між

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 23

шпурами в ряду, відстань між рядами шпурів і довжину шпурів при $d = 42$ мм.

Варіант 7. Вага шпурового заряду $Q_{\text{ш}} = 3,4$ кг, довжина набивки в шпурі 0,6 м, місткість шпура 1,02 кг/м при $\Delta = 1,02$ кг/дм³. Визначити довжину і діаметр шпура.

Варіант 8. При $\Delta = 0,9$ кг/дм³ місткість шпура $p = 0,97$ кг/м, висота висаджуваного уступу 3,6 м. Визначити вагу шпурового заряду розпушення, якщо $L_{\text{зар}} = 0,8H_y$.

Варіант 9. Довжина заряду в шпурі діаметром 40 мм складає 0,75 довжини шпура і рівна 2,1 м. Визначити висоту уступу при підриванні неміцних порід.

Варіант 10. Визначити параметри сітки розташування шпурів $W_{\text{п}}, b$, а при чотирирядному бурінні для розпушення порід середньої міцності при висоті уступу 2,7 м, діаметр шпурів 43 мм, $\Delta = 0,95$ кг/дм³, $q = 0,46$ кг/м³, $m = 1,2$.

Варіант 11. Визначити об'єм бурових робіт L_6 для розпушення масиву скельних порід завдовжки 160 м, шириною 12 м, заввишки 2,5 м, якщо відомі наступні параметри: $\Delta = 0,95$ кг/дм³; $p = 1,45$ кг/м; $q = 0,50$ кг/м³, $m = 1,1$.

Варіант 12. При висоті уступу скельних порід 3,6 м і довжині шпура $L_{\text{ш}} = 4,04$ м вага шпурового заряду складає 3,5 кг. Визначити діаметр шпурів і об'єм висаджуваної породи, яка припадає на один шпур, якщо $m = 1,25$ і $q = 0,48$ кг/м³.

Варіант 13. Для підривання уступу заввишки 2,6 м порід середньої міцності використовуються шпурові заряди діаметром 43 мм. Визначити вагу шпурового заряду і вихід породи на 1 м шпура, якщо $q = 0,99$ кг/м³; $m = 1,3$; $\Delta = 1,0$ кг/дм³.

Варіант 14. При трирядному розташуванні шпурів відстань між шпурами у ряді 1,1 м, в кожному ряду 25 шпурів. Визначити загальну витрату ВР на підривання масиву порід при $H_y = 2,5$ м; $q = 0,48$ кг/м³.

Варіант 15. Розрахувати сітку розташування шпурів $W_{\text{п}}, a, b$ і визначити діаметр шпурів для підривання шару скельних порід заввишки 2,2 м; якщо $q = 0,48$ кг/м³; $m = 1,15$; $\Delta = 0,95$ кг/дм³; $p = 2,06$ кг/м.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 24

Варіант 16. Визначити діаметр і довжину шпурів при підриванні уступу порід середньої міцності заввишки 2,2 м, якщо $\Delta = 1,05 \text{ кг/дм}^3$, $p = 1,82 \text{ кг/м}$.

Варіант 17. Вага шпурового заряду $Q_{\text{ш}} = 3,52 \text{ кг}$, висота уступу міцних скельних порід 2,2 м, довжина набивки $L_{\text{наб}} = 0,70 \text{ м}$. Визначити густину заряджання, місткість 1 м шпура і діаметр шпура, якщо $L_{\text{пер}} = 0,5 \text{ м}$.

Варіант 18. Визначити об'єм буріння $L_{\text{б}}$ в породах середньої міцності для підривання блоку заввишки 3,7 м, якщо загальна кількість шпурів діаметром 40 мм складає 50 шт.

Варіант 19. Для оббурювання уступу міцних скельних порід заввишки 3,2 м використовуються бурові коронки діаметром 36 мм. Визначити вагу шпурового заряду $Q_{\text{ш}}$ при відносній відстані $m = 1,2$, густина заряджання $\Delta = 1,3 \text{ кг/дм}^3$ і питомій витраті амоніту № 6ЖВ $q = 0,6 \text{ кг/м}^3$.

Шпури підриваються вогняним способом.

Варіант 20. Визначити довжину шпура $L_{\text{ш}}$ діаметром 36 мм при підривання уступу скельних порід заввишки 2,8 м.

Варіант 21. Визначити відстань між шпурами при оббурюванні уступу заввишки 2,6 м, якщо відомі: діаметр шпурів 36 мм, густина заряджання $\Delta = 1,25 \text{ кг/дм}^3$, відносна відстань $m = 0,8$ і питома витрата ВР $q = 0,6 \text{ кг/м}^3$.

Варіант 22. При густині заряджання $\Delta = 1,25 \text{ кг/дм}^3$ місткість 1 м шпура 1,35 кг/м; $H = 4 \text{ м}$; $Q_{\text{ш}} = 3,6 \text{ кг}$; $W_{\text{п}} = 1,34 \text{ м}$; $m = 1,1$. Визначити діаметр шпурів і питому витрату ВР.

Варіант 23. При висоті уступу скельних порід 3,5 м; $W_{\text{п}} = 1,4 \text{ м}$; $m = 1,1$. Підривання шпурів чотирирядне. Визначити відстань між шпурами в ряду, відстань між рядами шпурів і довжину шпурів при $d = 42 \text{ мм}$.

Варіант 24. Вага шпурового заряду $Q_{\text{ш}} = 3,6 \text{ кг}$, довжина набивки в шпурі 0,8 м, місткість шпура 1,02 кг/м при $\Delta = 1,1 \text{ кг/дм}^3$. Визначити довжину і діаметр шпура.

Варіант 25. При $\Delta = 0,95 \text{ кг/дм}^3$ місткість шпура $p = 1,1 \text{ кг/м}$, висота висаджуваного уступу 4,6 м. Визначити вагу шпурового заряду розпушення, якщо $L_{\text{зар}} = 0,8H_y$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 25

Практичне заняття № 4

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ШПУРОВИХ ЗАРЯДІВ ПРИ РОЗПУШЕННІ МАСИВІВ З ОДНІЄЮ ВІЛЬНОЮ ПОВЕРХНЕЮ

Розпушення масиву з однією вільною поверхнею методом шпурових зарядів (див. рис. 3) здійснюється при проходці траншей, котлованів, канав, на будівельних майданчиках і при розробці мерзлоти. Параметри шпурових зарядів розпушення при одній вільній поверхні визначаються за формулами.

Загальна вага зарядів ВР при підриванні шару порід будь-якої конфігурації:

$$Q_{заг} = q S_{ш} h_{ш}, \text{ кг},$$

де q – питома витрата ВР, кг/м³;

$S_{ш}$ – площа висаджуваного шару порід, м²;

$h_{ш}$ – висота шару висаджуваних порід, м.

Вага заряду ВР, що припадає на один шпур $Q_{ш}$:

$$Q_{ш} = \frac{Q_{заг}}{N_{ш}}, \text{ кг},$$

де $N_{ш}$ – розрахункова кількість шпурів, шт.

Відстань між шпурами в ряду і між рядами шпурів:

$$a = b = \sqrt{\frac{S_{ш}}{h_{ш} \cdot q}}, \text{ м}.$$

Шпури розташовують зазвичай по квадратній сітці.

За відсутності даних по $S_{ш}$ і $N_{ш}$ відстань між зарядами може визначатися за формулою:

$$a = b = \sqrt{\frac{Q_{ш}}{h_{ш} \cdot q}}, \text{ м}.$$

Вага шпурового заряду розпушення за місткістю:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 26

$$Q_{ш} = (L_{ш} - L_{наб})p, \text{ кг},$$

де $L_{ш}$ – довжина шпура, м;
 p – місткість 1 м шпура по ВР, кг/м.

Залежно від міцності висаджуваних порід і необхідного ступеню розпушення довжина набивки складає:

$$L_{наб} = (0,25 \div 0,50)L_{ш}, \text{ м}.$$

Для міцних порід і порід середньої міцності $L_{наб} = (0,25 \div 0,30)L_{ш}$.
Розрахункова довжина шпурового заряду приймається:

$$L_3 = 0,7L_{ш}, \text{ м}.$$

Вагу шпурового заряду за місткістю визначають за формулою:

$$Q_{ш} = 0,7L_{ш}p, \text{ кг}.$$

Місткість 1 м шпура:

$$p = 0,785d^2\Delta, \text{ кг/м}.$$

Кількість висаджуваних шпурів може бути знайдена за формулою:

$$N_{ш} = \frac{S_{ш}h_{ш}q}{Q_{ш}}, \text{ шт}.$$

Параметри шпурових зарядів при розпушенні мерзлоти визначають:
глибина шпурів:

$$L_{ш} = (0,85 \div 0,9)h_m, \text{ м},$$

де h_m – потужність шару мерзлоти, м.

У всіх задачах прийняте $L_{ш} = 0,9h_m$.

Вага шпурових зарядів при розпушенні мерзлоти і будь-яких інших порід при $h_m \leq 2,4\text{м}$:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 27

$$Q_{м.ш} = qL_{ш}^3, \text{ кг.}$$

Відстань між шпурами в мерзлих ґрунтах

$$a = 21d \sqrt{\frac{\Delta}{q}}, \text{ дм,}$$

де d – діаметр шпура, дм.

У задачах і прикладах прийняті середні значення питомої витрати ВР.

Значення питомих витрат амоніту № 6ЖВ при підриванні мерзлих ґрунтів наведенні в табл. 4.

Таблиця 4

Тип ґрунтів	Значення питомих витрат амоніту № 6ЖВ, кг/м ³
Мерзла глина і будівельне сміття	0,8–1,0
Суглинок моренний з галькою	0,4–0,6
Піщани і чорноземні ґрунти	0,6–0,8

Приклад 1

Підриванню підлягає шар міцних скельних порід потужністю $h_{ш} = 2$ м. Довжина висаджуваного блоку $L_{бл} = 60$ м, ширина $B_{бл} = 12$ м. Питома витрата ВР $q = 0,6$ кг/м³; $Q_{ш} = 2,4$ кг. Визначити об'єм бурових робіт і загальну вагу шпурових зарядів.

Розв'язок:

1. Визначаємо площу висаджуваного блоку

$$S_{ш} = 60 \cdot 12 = 720 \text{ м}^2.$$

2. За формулою (2.11) знаходимо загальну вагу шпурових зарядів:

$$Q_{заг} = qS_{ш}h_{ш} = 0,6 \cdot 720 \cdot 2 = 864 \text{ кг.}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 28

3. Визначаємо довжину шпурів при невідомому діаметрі шпурів за формулою:

$$L_{ш} = h_{ш} k_{пер} = 2 \cdot 1,15 = 2,3 \text{ м,}$$

де $k_{пер}$ – коефіцієнт перебуру, для міцних скельних порід рівний 1,15, для порід середньої міцності 1,05.

4. Знаходимо загальну кількість шпурів

$$N_{ш} = \frac{Q_{заг}}{Q_{ш}} = \frac{864}{2,4} = 360 \text{ шт.}$$

5. Визначаємо загальний об'єм буріння:

$$L_{б} = N_{ш} L_{ш} = 360 \cdot 2,3 = 828 \text{ м.}$$

Приклад 2

При дробленні скельних порід середньої міцності питома витрата ВР $q = 0,4 \text{ кг/м}^3$, довжина шпура $L_{ш} = 3,2 \text{ м}$; $L_{наб} = 0,8 \text{ м}$; $p = 1,56 \text{ кг/м}$. Визначити вагу шпурового заряду і відстань між шпурами.

Розв'язок:

1. Визначаємо вагу шпурового заряду:

$$Q_{ш} = (L_{ш} - L_{наб})p = (3,2 - 0,8) \cdot 1,56 = 3,75 \text{ кг.}$$

2. Знаходимо висоту висаджуваного шару:

$$h_{ш} = \frac{L_{ш}}{k_{пер}} = \frac{3,2}{1,05} = 3 \text{ м.}$$

Знаходимо відстань між шпурами:

$$a = \sqrt{\frac{Q_{ш}}{h_{ш}q}} = \sqrt{\frac{3,75}{3 \cdot 0,4}} = 1,77 \text{ м.}$$

Приклад 3

Для розпушення шару мерзлих глин потужністю 1,5 м використовуються шпурові заряди діаметром 50 мм з густиною

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 29

заряджання $0,95 \text{ кг/дм}^3$. Визначити вагу шпурового заряду і відстань між шпурами.

Розв'язок:

1. Визначаємо глибину шпурів

$$L_{ш} = 0,9h_m = 0,9 \cdot 1,5 = 1,35 \text{ м.}$$

2. З табл. 4 приймаємо питому витрату ВР для розпушення мерзлих глин $q = 0,9 \text{ кг/м}^3$.

Знаходимо вагу шпурового заряду:

$$Q_{м.ш} = qL_{ш}^3 = 0,9 \cdot 1,35^3 = 2,2 \text{ кг.}$$

Визначаємо відстань між зарядами:

$$a = 21d \cdot \sqrt{\frac{\Delta}{q}} = 21 \cdot 0,5 \sqrt{\frac{0,95}{0,9}} = 10,8 \text{ дм.}$$

Приймаємо $a = 11 \text{ дм} = 1,1 \text{ м.}$

Завдання для розрахункової роботи № 4

Варіант 1. Визначити об'єм бурових робіт L_b і загальну вагу шпурових зарядів $Q_{заг}$ при розпушенні блоку порід середньої міцності. Розміри блоку: $h_{ш} = 3,2 \text{ м}$; $L_{бл} = 100 \text{ м}$; $B_{бл} = 20 \text{ м}$. Питома витрата ВР $q = 0,46 \text{ кг/м}^3$, діаметр шпурів 38 мм , густина заряджання $\Delta = 0,9 \text{ кг/дм}^3$, довжина набивки $L_{наб} = 1,1 \text{ м}$.

Варіант 2. При розпушенні шару неміцних порід потужністю $2,4 \text{ м}$ використовуються шпурові заряди вагою 2 кг . Довжина набивки в шпурах $0,75 \text{ м}$; $k_{пер} = 1,0$. Визначити місткість 1 м шпура.

Варіант 3. Блок міцних скельних порід потужністю $2,5 \text{ м}$, площею 800 м^2 підривається 400 шпуровими зарядами. Питома витрата ВР $0,7 \text{ кг/м}^3$. Визначити вихід висадженої породи з 1 м шпура і загальну вагу шпурових зарядів.

Варіант 4. Визначити питому витрату ВР, якщо при підривання 80 шпурів завглибшки $2,3 \text{ м}$ був висаджений шар міцних скельних порід площею 180 м^2 . Вага шпурового заряду $Q_{ш} = 2,6 \text{ кг}$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 30

Варіант 5. При дробленні міцних скельних порід питома витрата ВР складає $0,6 \text{ кг/м}^3$, довжина шпура $2,8 \text{ м}$; $L_{\text{наб}} = 0,7 \text{ м}$; $p = 1,76 \text{ кг/дм}^3$; $\Delta = 0,9 \text{ кг/дм}^3$. Визначити вагу шпурового заряду, відстань між шпурами і діаметр шпура.

Варіант 6. При розпушенні шару мерзлих суглинків потужністю $1,8 \text{ м}$ використовуються шпурові заряди діаметром 46 мм . Визначити загальну вагу шпурових зарядів $Q_{\text{заг}}$ і відстань між зарядами при підриванні ділянки мерзлоти площею $S = 600 \text{ м}^2$ при $q = 0,7 \text{ кг/м}^3$ і $p = 1,49 \text{ кг/м}^3$.

Варіант 7. Визначити об'єм бурових робіт L_6 і загальну вагу шпурових зарядів $Q_{\text{заг}}$ при розпушенні блоку порід середньої міцності. Розміри блоку: $h_{\text{ш}} = 4,5 \text{ м}$; $L_{\text{бл}} = 90 \text{ м}$; $B_{\text{бл}} = 25 \text{ м}$. Питома витрата ВР $q = 0,46 \text{ кг/м}^3$, діаметр шпурів 38 мм , густина зарядження $\Delta = 0,9 \text{ кг/дм}^3$, довжина набивки $L_{\text{наб}} = 1,1 \text{ м}$.

Варіант 8. При розпушенні шару неміцних порід потужністю $4,4 \text{ м}$ використовуються шпурові заряди вагою $2,8 \text{ кг}$. Довжина набивки в шпурах $0,9 \text{ м}$; $k_{\text{пер}} = 1,0$. Визначити місткість 1 м шпура.

Варіант 9. Блок міцних скельних порід потужністю $4,5 \text{ м}$, площею 900 м^2 підривається 450 шпуровими зарядами. Питома витрата ВР $0,7 \text{ кг/м}^3$. Визначити вихід висадженої породи з 1 м шпура і загальну вагу шпурових зарядів.

Варіант 10. Визначити питому витрату ВР, якщо при підриванні 80 шпурів завглибшки $2,3 \text{ м}$ був висаджений шар міцних скельних порід площею 180 м^2 . Вага шпурового заряду $Q_{\text{ш}} = 2,6 \text{ кг}$.

Варіант 11. При дробленні міцних скельних порід питома витрата ВР складає $0,6 \text{ кг/м}^3$, довжина шпура $3,8 \text{ м}$; $L_{\text{наб}} = 0,8 \text{ м}$; $p = 1,76 \text{ кг/дм}^3$; $\Delta = 0,96 \text{ кг/дм}^3$. Визначити вагу шпурового заряду, відстань між шпурами і діаметр шпура.

Варіант 12. При розпушенні шару мерзлих суглинків потужністю $1,8 \text{ м}$ використовуються шпурові заряди діаметром 36 мм . Визначити загальну вагу шпурових зарядів $Q_{\text{заг}}$ і відстань між зарядами при підриванні ділянки мерзлоти площею $S = 650 \text{ м}^2$ при $q = 0,75 \text{ кг/м}^3$ і $p = 1,55 \text{ кг/м}^3$.

Варіант 13. Визначити об'єм бурових робіт L_6 і загальну вагу шпурових зарядів $Q_{\text{заг}}$ при розпушенні блоку порід середньої міцності. Розміри блоку: $h_{\text{ш}} = 4,2 \text{ м}$; $L_{\text{бл}} = 170 \text{ м}$; $B_{\text{бл}} = 22 \text{ м}$. Питома витрата ВР

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 31

$q = 0,5 \text{ кг/м}^3$, діаметр шпурів 38 мм, густина заряджання $\Delta = 0,9 \text{ кг/дм}^3$, довжина набивки $L_{\text{наб}} = 1,1 \text{ м}$.

Варіант 14. При розпушенні шару неміцних порід потужністю 3,4 м використовуються шпурові заряди вагою 3 кг. Довжина набивки в шпурах 0,75 м; $k_{\text{пер}} = 1,2$. Визначити місткість 1 м шпура.

Варіант 15. Блок міцних скельних порід потужністю 2,8 м, площею 300 м^2 підривається 200 шпуровими зарядами. Питома витрата ВР $0,65 \text{ кг/м}^3$. Визначити вихід висадженої породи з 1 м шпура і загальну вагу шпурових зарядів.

Варіант 16. Визначити питому витрату ВР, якщо при підривання 96 шпурів завглибшки 3,3 м був висаджений шар міцних скельних порід площею 280 м^2 . Вага шпурового заряду $Q_{\text{ш}} = 2,6 \text{ кг}$.

Варіант 17. При дробленні міцних скельних порід питома витрата ВР складає $0,75 \text{ кг/м}^3$, довжина шпура 4,8 м; $L_{\text{наб}} = 0,85 \text{ м}$; $p = 1,76 \text{ кг/дм}^3$; $\Delta = 0,86 \text{ кг/дм}^3$. Визначити вагу шпурового заряду, відстань між шпурами і діаметр шпура.

Варіант 18. При розпушенні шару мерзлих суглинків потужністю 3,7 м використовуються шпурові заряди діаметром 36 мм. Визначити загальну вагу шпурових зарядів $Q_{\text{заг}}$ і відстань між зарядами при підривання ділянки мерзлоти площею $S = 400 \text{ м}^2$ при $q = 0,85 \text{ кг/м}^3$ і $p = 1,35 \text{ кг/м}^3$.

Варіант 19. Визначити об'єм бурових робіт $L_{\text{б}}$ і загальну вагу шпурових зарядів $Q_{\text{заг}}$ при розпушенні блоку порід середньої міцності. Розміри блоку: $h_{\text{ш}} = 2,7 \text{ м}$; $L_{\text{бл}} = 180 \text{ м}$; $V_{\text{бл}} = 23 \text{ м}$. Питома витрата ВР $q = 0,53 \text{ кг/м}^3$, діаметр шпурів 38 мм, густина заряджання $\Delta = 0,9 \text{ кг/дм}^3$, довжина набивки $L_{\text{наб}} = 1,0 \text{ м}$.

Варіант 20. При розпушенні шару неміцних порід потужністю 2,4 м використовуються шпурові заряди вагою 3,2 кг. Довжина набивки в шпурах 0,75 м; $k_{\text{пер}} = 1,0$. Визначити місткість 1 м шпура.

Варіант 21. Блок міцних скельних порід потужністю 4,3 м, площею 750 м^2 підривається 200 шпуровими зарядами. Питома витрата ВР $0,74 \text{ кг/м}^3$. Визначити вихід висадженої породи з 1 м шпура і загальну вагу шпурових зарядів.

Варіант 22. Визначити питому витрату ВР, якщо при підривання 110 шпурів завглибшки 3,3 м був висаджений шар міцних скельних порід площею 280 м^2 . Вага шпурового заряду $Q_{\text{ш}} = 2,4 \text{ кг}$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 32

Варіант 23. При дробленні міцних скельних порід питома витрата ВР складає $0,69 \text{ кг/м}^3$, довжина шпура $3,55 \text{ м}$; $L_{\text{наб}} = 0,7 \text{ м}$; $p = 1,76 \text{ кг/дм}^3$; $\Delta = 0,95 \text{ кг/дм}^3$. Визначити вагу шпурового заряду, відстань між шпурами і діаметр шпура.

Варіант 24. При розпушенні шару мерзлих суглинків потужністю $2,8 \text{ м}$ використовуються шпурові заряди діаметром 56 мм . Визначити загальну вагу шпурових зарядів $Q_{\text{зар}}$ і відстань між зарядами при підривання ділянки мерзлоти площею $S = 680 \text{ м}^2$ при $q = 0,7 \text{ кг/м}^3$ і $p = 1,49 \text{ кг/м}^3$.

Практичне заняття № 5 РОЗРАХУНОК ЗАРЯДІВ СВЕРДЛОВИН РОЗПУШЕННЯ

У гірничодобувній промисловості і в будівництві широке розповсюдження знаходять свердловинні заряди розпушення (рис. 4). Для розрахунку зарядів свердловин розпушення при уступній відбійці використовується багато розрахункових формул. В даному практикуму приклади і задачі розв'язуються за найпоширенішими розрахунковими формулами, які наведені нижче.

Вага заряду свердловини розпушення:

$$Q = qaW_nH_y, \text{ кг,}$$

де H_y – висота уступу, м;

a – відстань між свердловинами, м;

W_n – лінія опору по підшві, м.

Величина лінії опору по підшві:

$$W_n = 0,87 \sqrt{\frac{p}{mq}}, \text{ м,}$$

де p – місткість 1 м свердловини, кг.

Значення W_n має відповідати умові:

$$W_n \geq H_y ctg \alpha + C, \text{ м,}$$

де C – берма безпеки, $C \geq 3 \text{ м}$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 33

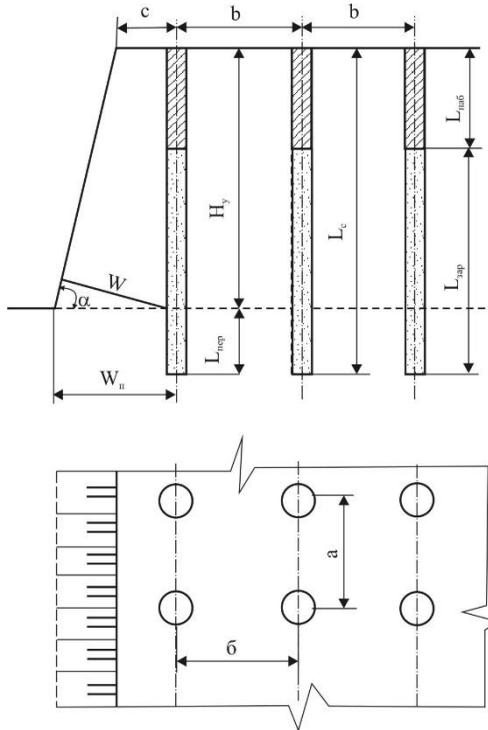


Рис. 4. Схема розташування свердловинних зарядів розпушення:

b – відстань між рядами свердловин; $L_{\text{пер}}$ – глибина перебура; $L_{\text{зар}}$ – довжина заряду в свердловині; $L_{\text{наб}}$ – довжина набивки; W – лінія найменшого опору

Відносна відстань t між зарядами свердловин указується в умові прикладу або задачі.

Об'єм породи, висаджуваної однією свердловиною:

$$V_c = aW_nH_y, \text{ м}^3.$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 34

Вихід породи з 1 м свердловини:

$$V_c = \frac{aW_n H_y}{L_c}, \text{ м}^3/\text{м},$$

де L_c – довжина свердловини, м.

$$L_c = H_y + L_{пер}, \text{ м},$$

де $L_{пер}$ – довжина перебуру, м. Довжина перебуру приймається залежно від міцності гірських порід і діаметру свдловин. В розрахунках приймається: для міцних гірських порід $L_{пер} = 12d$; для порід середньої міцності $L_{пер} = 8d$; для не міцних порід $L_{пер} = 4d$.

Берма безпеки – відстань від верхньої бровки уступу до центра свердловини першого ряду:

$$C = W_p - Hctga, \text{ м},$$

де a – кут укосу уступу.

При використанні ВР з потужністю, відмінною від потужності штатного ВР, їх відносна потужність враховується при визначенні розрахункових величин питомої витрати ВР, які використовуються q_p :

$$q_p = qk_{ер}, \text{ кг/м}^3,$$

де q – питома витрата штатного ВР (амоніту № 6ЖВ), кг/м³;

$k_{ер}$ – перерахунковий коефіцієнт, який враховує відносну потужність ВР, значення $k_{ер}$ наведено в табл. 5.

Таблиця 5

Найменування ВР	Значення $k_{ер}$	Найменування ВР	Значення $k_{ер}$
Амоніти № 6ЖВ, № 6К	1,00	Детоніт 6А	0,90
Амоніти № 7, № 7ЖВ	1,04	Детоніти 10А, М	0,82

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 35

Амоніти № 9, № 9ЖВ	1,15	Дінамон АМ-10	0,87
Амоніти № 10, № 10ЖВ	1,20	Дінамон АМ-8	0,95
Амонал скельний №3	0,80	Грамоніт 79/21	1,00
Амонал водостійкий	0,91	Грамоніт 50/50-В: сухий у воді	1,11 1,06
Амоніт скельний № 1	0,81	Грамоніт 30/70-В: сухий у воді	1,13 1,10
Аміачна селітра	1,45	Ігданіти	1,15
ЗАРС-1	1,0	Акватол М	0,90
Анемікс	1,3	Акватол 65/35	1,10
Алюмотол	0,84	Акватол М-15	0,76
Грануліт АС-8	0,89	Акватол АВ	1,20
Грануліти АС, АІ-4	1,00	Акватол АВМ	0,95
Грануліти М, С-2	1,13	Карбатол ГЛІ-10 В	0,79
Грануліт С	1,20	Карбатол 15 Т	1,42
Гранулотол сухий	1,20	Іфзаніт Т-80	1,08
Гранулотол у воді	1,00	Біпори	0,9
Граммонал 45А	0,80	Порох піроксиліновий	0,9
Дінафталіт	1,10	Гранітол 1	1,16

Вага заряду свердловини за місткістю:

$$Q = (L_c - L_{наб})p = (L_c - (25 \div 30)d)p = (L_c - (0,75W))p, \text{ кг.}$$

Діаметр свердловини

$$d = \frac{W_p}{24 \cdot \sqrt{\frac{\Delta}{q}}}, \text{ м.}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 36

Питома витрата ВР

$$q = \frac{Q}{aW_n H}, \text{ кг/м}^3.$$

Питома витрата ВР приймається з додатку 3.

Приклад 1

Визначити вагу заряду свердловини при підривання уступу вапняків $H = 10$ м, якщо відомо, що питома витрата ВР $q = 0,40$ кг/м³, густина заряджання $\Delta = 0,9$ кг/дм³, діаметр свердловин $d = 150$ мм.

Відносна відстань між зарядами свердловин $m = 1,4$.

Розв'язок:

1. Знаходимо місткість 1 м свердловини по ВР для заданої густини за формулою:

$$p = \frac{\pi d^2}{4} \Delta = 0,785 d^2 \Delta, \text{ кг/м.}$$

У додатку 2 для $d = 150$ мм знаходимо місткість на 1 м свердловини при $\Delta = 0,9$ кг/дм³, $p = 15,9$ кг.

2. Визначаємо величину лінії опору по підшві:

$$W_n = 0,87 \sqrt{\frac{p}{mq}} = 0,87 \sqrt{\frac{15,9}{1,4 \cdot 0,4}} = 4,6 \text{ м.}$$

3. Знаходимо відстань між зарядами:

$$a = mW_n = 1,4 \cdot 4,6 = 6,4 \text{ м.}$$

4. Визначаємо вагу заряду свердловини

$$Q = qaW_n H_y = 0,4 \cdot 6,4 \cdot 4,6 \cdot 10 = 117 \text{ кг.}$$

Приклад 2

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 37

Для підривання гранітних уступів заввишки 14 м використовуються свердловини місткістю $p = 11,3$ кг/м при $\Delta = 1,0$ кг/дм³. Визначити довжину і вагу заряду свердловини.

Розв'язок:

1. Знаходимо діаметр свердловини для $p = 11,3$ кг/м при $\Delta = 1,0$ кг/дм³.

$$d = \sqrt{\frac{p}{0,785\Delta}} = \sqrt{\frac{11,3}{0,785 \cdot 0,1}} = 120 \text{ мм.}$$

2. Визначаємо довжину свердловини:

$$L_c = H + l_{\text{пер}} = 14 + 10 \cdot 0,12 = 15,2 \text{ м.}$$

3. Знаходимо довжину заряду свердловини при $L_{\text{наб}} = 25d$:

$$L_{\text{зар}} = L_c - L_{\text{наб}} = 15,2 - 25 \cdot 0,12 = 12,2 \text{ м.}$$

Визначаємо вагу заряду

$$Q = p \cdot L_z = 11,3 \cdot 12,2 = 137,86 \text{ кг.}$$

Завдання для розрахункової роботи № 5

Варіант 1. Для підривання уступу вапняків заввишки 12 м використовуються заряди свердловин діаметром 180 мм. Визначити вагу заряду свердловини, якщо питома витрата ВР складає 0,44 кг/м³, густина заряджання 0,95 кг/дм³. Відносна відстань між зарядами свердловин $t = 1,2$.

Варіант 2. Визначити об'єм породи, висаджуваної одним зарядом свердловини, якщо висота уступу $H = 10$ м, відстань між свердловинами $a = 6$ м, відносна відстань $t = 1,2$.

Варіант 3. Визначити вагу заряду свердловини Q для підривання гранітного уступу заввишки 16 м при діаметрі заряду 110 мм, густині заряджання 0,9 кг/дм³, питомій витраті ВР 0,6 кг/м³ і відносній відстані між зарядами свердловин $t = 1,1$.

Варіант 4. Для підривання пісковиків використовуються свердловини діаметром 190 мм. Як ВР застосовується амоніт № 9ЖВ,

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 38

питома витрата по амоніту № 6ЖВ складає $0,4 \text{ кг/м}^3$, $m = 1,15$.
Визначити вагу заряду свердловини, якщо висота уступу 14 м , $\Delta = 0,9 \text{ кг/дм}^3$.

Варіант 5. Визначити місткість 1 м свердловини діаметром 162 мм при густині заряджання $0,98 \text{ кг/м}^3$.

Варіант 6. При підриванні дрібнозернистих кварцитів алюмотол розміщується в свердловинах діаметром 220 мм . При висоті уступу 16 м величина $W_n = 7 \text{ м}$. Відносна відстань між зарядами $m = 0,95$, питома витрата амоніту № 6ЖВ складає $0,8 \text{ кг/м}^3$. Визначити довжину заряду алюмотола в свердловині при $\Delta = 1,0 \text{ кг/дм}^3$ і вагу набивки в свердловині. Об'ємна вага набивки в свердловині $\gamma_{\text{наб}} = 1,6 \text{ т/м}^3$.

Варіант 7. В свердловині діаметром 160 мм заряд ВР займає 8 м при густині заряджання $0,93 \text{ кг/дм}^3$. Визначити вагу заряду свердловини і довжину свердловини.

Варіант 8. Для підривання уступу гранодіориту заввишки 12 м використовується дворядне розташування зарядів свердловин діаметром 120 мм . Відстань між рядами свердловин $3,4 \text{ м}$. Питома витрата детоніту $10\text{А} - 0,5 \text{ кг/м}^3$, густина заряджання $1,0 \text{ кг/дм}^3$. Відносна відстань між зарядами $1,25$. Визначити загальну витрату ВР, об'єм бурових робіт і вихід висадженої маси з 1 м свердловини V_c при підриванні блоку гранодіориту довжиною 90 м .

Варіант 9. При підриванні уступу міцного доломіту висотою 17 м довжина заряду в свердловинах діаметром 200 мм складає 12 м , густина заряджання акватолю М – $1,2 \text{ кг/дм}^3$. Площа уступу, висаджувана одним зарядом, $S = 70 \text{ м}^2$. Визначити питому витрату по штатній ВР – амоніту № 6ЖВ.

Варіант 10. При дробленні скельних порід зарядами свердловин питома витрата амоніту № 6ЖВ складає $0,65 \text{ кг/м}^3$, довжина свердловини $13,1 \text{ м}$. Визначити вагу заряду свердловини і її діаметр, якщо $p = 20,8 \text{ кг/м}$ при густині заряджання $1,1 \text{ кг/дм}^3$.

Варіант 11. При підриванні міцних діабазів відстань між зарядами свердловин $5,5 \text{ м}$ при $m = 1,1$. Визначити діаметр заряду свердловини, якщо густина заряджання $0,95 \text{ кг/дм}^3$ і питома витрата граммоналу $45\text{А} - 0,54 \text{ кг/м}^3$.

Варіант 12. Визначити об'єм бурових робіт для розпушення блоку середньозернистих порфіритів довжиною 236 м , шириною $36,4 \text{ м}$,

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 39

висотою 18 м, якщо відомі наступні параметри: $q = 0,55 \text{ кг/м}^3$; $m = 1,1$; $p = 21,4 \text{ кг/м}$ при $\Delta = 1,0 \text{ кг/дм}^3$.

Варіант 13. Довжина заряду в свердловині діаметром 160 мм складає $0,7L_c$ і дорівнює 8,4 м. Визначити висоту уступу і вагу заряду в свердловині при підривання неміцних порід, якщо густина заряджання $0,87 \text{ кг/дм}^3$.

Варіант 14. Розрахувати сітку розташування свердловин W_n , a і діаметр свердловин для підривання уступу базальтів висотою 15 м, при $q = 0,65 \text{ кг/м}^3$; $m = 1,2$; $\Delta = 0,98 \text{ кг/дм}^3$, $p = 17,4 \text{ кг/м}$.

Варіант 15. Для підривання уступу вапняків заввишки 14 м використовуються заряди свердловин діаметром 160 мм. Визначити вагу заряду свердловини, якщо питома витрата ВР складає $0,74 \text{ кг/м}^3$, густина заряджання $0,95 \text{ кг/дм}^3$. Відносна відстань між зарядами свердловин $m = 1,2$.

Варіант 16. Визначити об'єм породи, висаджуваної одним зарядом свердловини, якщо висота уступу $H = 12 \text{ м}$, відстань між свердловинами $a = 8 \text{ м}$, відносна відстань $m = 1,2$.

Варіант 17. Визначити вагу заряду свердловини Q для підривання гранітного уступу заввишки 18 м при діаметрі заряду 140 мм, густині заряджання $0,85 \text{ кг/дм}^3$, питомій витраті ВР $0,7 \text{ кг/м}^3$ і відносній відстані між зарядами свердловин $m = 1,1$.

Варіант 18. Для підривання пісковиків використовуються свердловини діаметром 200 мм. Як ВР застосовується амоніт № 9ЖВ, питома витрата по амоніту № 6ЖВ складає $0,75 \text{ кг/м}^3$, $m = 1,15$. Визначити вагу заряду свердловини, якщо висота уступу 15 м, $\Delta = 0,9 \text{ кг/дм}^3$.

Варіант 19. Визначити місткість 1 м свердловини діаметром 190 мм при густині заряджання $0,95 \text{ кг/м}^3$.

Варіант 20. При підриванні дрібнозернистих кварцитів алюмотол розміщується в свердловинах діаметром 180 мм. При висоті уступу 14 м величина $W_n = 8 \text{ м}$. Відносна відстань між зарядами $m = 0,95$, питома витрата амоніту № 6ЖВ складає $0,9 \text{ кг/м}^3$. Визначити довжину заряду алюмотола в свердловині при $\Delta = 1,0 \text{ кг/дм}^3$ і вагу набивки в свердловині. Об'ємна вага набивки в свердловині $\gamma_{наб} = 1,6 \text{ т/м}^3$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 40

Варіант 21. В свердловині діаметром 180 мм заряд ВР займає 7 м при густині заряджання $0,82 \text{ кг/дм}^3$. Визначити вагу заряду свердловини і довжину свердловини.

Варіант 22. Для підривання уступу гранодіоріту заввишки 14 м використовується дворядне розташування зарядів свердловин діаметром 140 мм. Відстань між рядами свердловин 4,4 м. Питома витрата детоніту 10А – $0,6 \text{ кг/м}^3$, густина заряджання $1,0 \text{ кг/дм}^3$. Відносна відстань між зарядами 1,25. Визначити загальну витрату ВР, об'єм бурових робіт і вихід висадженої маси з 1 м свердловини V_c при підриванні блоку гранодіоріту довжиною 90 м.

Варіант 23. При підриванні уступу міцного доломіту висотою 16 м довжина заряду в свердловинах діаметром 220 мм складає 14 м, густина заряджання акватолю М – $1,3 \text{ кг/дм}^3$. Площа уступу, висаджувана одним зарядом, $S = 90 \text{ м}^2$. Визначити питому витрату по штатній ВР – амоніту № 6ЖВ.

Варіант 24. При дробленні скельних порід зарядами свердловин питома витрата амоніту № 6ЖВ складає $0,85 \text{ кг/м}^3$, довжина свердловини 15,1 м. Визначити вагу заряду свердловини і її діаметр, якщо $p = 21,8 \text{ кг/м}$ при густині заряджання $1,2 \text{ кг/дм}^3$.

Варіант 25. При підриванні міцних діабазів відстань між зарядами свердловин 6,5 м при $m = 1,1$. Визначити діаметр заряду свердловини, якщо густина заряджання $0,90 \text{ кг/дм}^3$ і питома витрата граммоналу 45А – $0,74 \text{ кг/м}^3$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 41

Практичне заняття № 6 РОЗРАХУНОК ЗОВНІШНІХ ЗАРЯДІВ

Визначаємо вагу зовнішнього заряду (рис. 5):

$$Q_n = q_n V_n, \text{ кг}$$

де V_n – об'єм шматка породи, що підлягає подрібненню, м^3 ;
 $q_n = 0,8 \div 3,0 \text{ кг/м}^3$ – питома витрата ВР для методу зовнішніх зарядів.

Приклад 25. Визначити загальну витрату ВР для підривання 28 негабаритних шматків, у тому числі 10 шматків мають об'єм $0,7 \text{ м}^3$, інші $0,5 \text{ м}^3$. Питома витрата ВР $q_n = 1,6 \text{ кг/м}^3$.

Рішення. 1. Визначаємо загальний обсяг вибухових шматків

$$V_{\text{зар}} = V_1 + V_2 = 10 \cdot 0,7 + 0,5 \cdot 18 = 16 \text{ м}^3$$

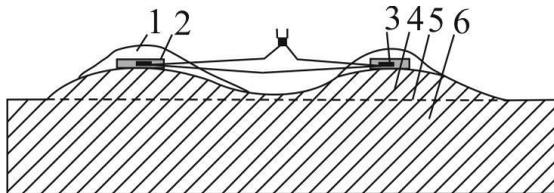


Рис. 5. Дроблення заколів зовнішніми зарядами
 1 – забійний матеріал; 2 – електродетонатор; 3 – зовнішній заряд; 4 – породний поріг; 5 – проектна позначка підшви уступу;
 6 – породний масив

2. Знаходимо загальну витрату ВР

$$Q_{\text{общ}} = q_n V_{\text{общ}} = 1,6 \cdot 16 = 25,6 \text{ кг}$$

Приклад 26. На дроблення одного негабаритного шматка об'ємом $0,8 \text{ м}^3$ витрачається $Q_n = 1,6 \text{ кг}$ ВР. Визначити витрати ВР на дроблення 24 шматків негабариту, якщо середній обсяг одного шматка $V_{\text{ср}} = 0,6 \text{ м}^3$.

Рішення. 1. Визначаємо питому витрату ВР.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 42

$$q_n = \frac{1,6}{0,8} = 2 \text{ кг/м}^3$$

2. Визначаємо загальну витрату ВР на дроблення негабариту

$$Q_{заг} = 24 \cdot 0,6 \cdot 2 = 28,8 \text{ кг}$$

Завдання для розрахункової роботи № 6

Задача 1. Визначити вагу зовнішнього заряду для дроблення шматка негабариту об'ємом $2,4 \text{ м}^3$, якщо питома витрата ВР $1,5 \text{ кг/м}^3$.

Задача 2. Негабаритний блок об'ємом $8,4 \text{ м}^3$ підривають трьома однаковими зовнішніми зарядами. Визначити вагу кожного заряду $Q_{н1}$, $Q_{н2}$, $Q_{н3}$, если $q_n = 1,7 \text{ кг/м}^3$.

Задача 3. На дроблення шести шматків негабариту об'ємом $1,2 \text{ м}^3$ кожен з 12 шматків обсягом по $0,9 \text{ м}^3$ витрачено 36 кг ВР. Визначити питому витрату ВР та вагу зовнішніх зарядів $Q_{н1}$, $Q_{н2}$.

Задача 4. При підриванні порога в підшві уступу питома витрата ВР становить 6 кг/м^3 . Визначити вагу зовнішнього заряду для розпушування порогу площею $S = 4 \text{ м}^2$ і висотою $h = 0,6 \text{ м}$.

Задача 5. Визначити вагу зовнішнього заряду для дроблення шматка негабариту об'ємом $2,8 \text{ м}^3$, якщо питома витрата ВР $1,6 \text{ кг/м}^3$.

Задача 6. Негабаритний блок об'ємом $9,4 \text{ м}^3$ підривають трьома однаковими зовнішніми зарядами. Визначити вагу кожного заряду $Q_{н1}$, $Q_{н2}$, $Q_{н3}$, если $q_n = 1,8 \text{ кг/м}^3$.

Задача 7. На дроблення шести шматків негабариту об'ємом $1,8 \text{ м}^3$ кожен з 14 шматків обсягом по $0,9 \text{ м}^3$ витрачено 36 кг ВР. Визначити питому витрату ВР та вагу зовнішніх зарядів $Q_{н1}$, $Q_{н2}$.

Задача 8. При підриванні порога в підшві уступу питома витрата ВР становить 5 кг/м^3 . Визначити вагу зовнішнього заряду для розпушування порогу площею $S = 6 \text{ м}^2$ і висотою $h = 0,67 \text{ м}$.

Задача 9. Визначити вагу зовнішнього заряду для дроблення шматка негабариту об'ємом $2,8 \text{ м}^3$, якщо питома витрата ВР $2,5 \text{ кг/м}^3$.

Задача 10. Негабаритний блок об'ємом $4,4 \text{ м}^3$ підривають трьома однаковими зовнішніми зарядами. Визначити вагу кожного заряду $Q_{н1}$, $Q_{н2}$, $Q_{н3}$, если $q_n = 1,8 \text{ кг/м}^3$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 43

Задача 11. На дроблення шести шматків негабариту об'ємом $2,2 \text{ м}^3$ кожен з 14 шматків обсягом по $0,9 \text{ м}^3$ витрачено 36 кг ВР. Визначити питому витрату ВР та вагу зовнішніх зарядів $Q_{н1}, Q_{н2}$.

Задача 12. При підриванні порога в підшві уступу питома витрата ВР становить $5,5 \text{ кг/м}^3$. Визначити вагу зовнішнього заряду для розпушування порогу площею $S = 6 \text{ м}^2$ і висотою $h = 0,6 \text{ м}$.

Задача 13. Визначити вагу зовнішнього заряду для дроблення шматка негабариту об'ємом $3,8 \text{ м}^3$, якщо питома витрата ВР $2,4 \text{ кг/м}^3$.

Задача 14. Негабаритний блок об'ємом $6,8 \text{ м}^3$ підривають трьома однаковими зовнішніми зарядами. Визначити вагу кожного заряду $Q_{н1}, Q_{н2}, Q_{н3}$, если $q_n = 1,8 \text{ кг/м}^3$.

Задача 15. На дроблення шести шматків негабариту об'ємом $1,8 \text{ м}^3$ кожен з 12 шматків обсягом по $0,9 \text{ м}^3$ витрачено 46 кг ВР. Визначити питому витрату ВР та вагу зовнішніх зарядів $Q_{н1}, Q_{н2}$.

Задача 16. При підриванні порога в підшві уступу питома витрата ВР становить $5,2 \text{ кг/м}^3$. Визначити вагу зовнішнього заряду для розпушування порогу площею $S = 4 \text{ м}^2$ і висотою $h = 0,8 \text{ м}$.

Задача 17. Визначити вагу зовнішнього заряду для дроблення шматка негабариту об'ємом $3,8 \text{ м}^3$, якщо питома витрата ВР $2,2 \text{ кг/м}^3$.

Задача 18. Негабаритний блок об'ємом $9,4 \text{ м}^3$ підривають трьома однаковими зовнішніми зарядами. Визначити вагу кожного заряду $Q_{н1}, Q_{н2}, Q_{н3}$, если $q_n = 2,7 \text{ кг/м}^3$.

Задача 19. На дроблення шести шматків негабариту об'ємом $2,6 \text{ м}^3$ кожен з 14 шматків обсягом по $0,9 \text{ м}^3$ витрачено 46 кг ВР. Визначити питому витрату ВР та вагу зовнішніх зарядів $Q_{н1}, Q_{н2}$.

Задача 20. При підриванні порога в підшві уступу питома витрата ВР становить $4,5 \text{ кг/м}^3$. Визначити вагу зовнішнього заряду для розпушування порогу площею $S = 7 \text{ м}^2$ і висотою $h = 0,6 \text{ м}$.

Задача 21. Визначити вагу зовнішнього заряду для дроблення шматка негабариту об'ємом $4,6 \text{ м}^3$, якщо питома витрата ВР $1,4 \text{ кг/м}^3$.

Задача 22. Негабаритний блок об'ємом $8,8 \text{ м}^3$ підривають трьома однаковими зовнішніми зарядами. Визначити вагу кожного заряду $Q_{н1}, Q_{н2}, Q_{н3}$, если $q_n = 2,7 \text{ кг/м}^3$.

Задача 23. На дроблення шести шматків негабариту об'ємом $2,2 \text{ м}^3$ кожен з 10 шматків обсягом по $0,9 \text{ м}^3$ витрачено 34 кг ВР. Визначити питому витрату ВР та вагу зовнішніх зарядів $Q_{н1}, Q_{н2}$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 44

Задача 24. При підриванні порога в підошві уступу питома витрата ВР становить $4,6 \text{ кг/м}^3$. Визначити вагу зовнішнього заряду для розпушування порогу площею $S = 8 \text{ м}^2$ і висотою $h = 0,7 \text{ м}$.

Задача 25. Визначити вагу зовнішнього заряду для дроблення шматка негабариту об'ємом $5,4 \text{ м}^3$, якщо питома витрата ВР $1,7 \text{ кг/м}^3$.

Задача 26. На дроблення шести шматків негабариту об'ємом $2,2 \text{ м}^3$ кожен з 16 шматків обсягом по $0,95 \text{ м}^3$ витрачено 36 кг ВР. Визначити питому витрату ВР та вагу зовнішніх зарядів $Q_{н1}$, $Q_{н2}$.

Задача 27. При підриванні порога в підошві уступу питома витрата ВР становить $5,7 \text{ кг/м}^3$. Визначити вагу зовнішнього заряду для розпушування порогу площею $S = 6 \text{ м}^2$ і висотою $h = 0,6 \text{ м}$.

Задача 28. Визначити вагу зовнішнього заряду для дроблення шматка негабариту об'ємом $3,6 \text{ м}^3$, якщо питома витрата ВР $2,5 \text{ кг/м}^3$.

Задача 29. Негабаритний блок об'ємом $5,8 \text{ м}^3$ підривають трьома однаковими зовнішніми зарядами. Визначити вагу кожного заряду $Q_{н1}$, $Q_{н2}$, $Q_{н3}$, если $q_n = 1,8 \text{ кг/м}^3$.

Задача 30. На дроблення шести шматків негабариту об'ємом $1,9 \text{ м}^3$ кожен з 12 шматків обсягом по $0,9 \text{ м}^3$ витрачено 46 кг ВР. Визначити питому витрату ВР та вагу зовнішніх зарядів $Q_{н1}$, $Q_{н2}$.

Задача 31. При підриванні порога в підошві уступу питома витрата ВР становить $5,5 \text{ кг/м}^3$. Визначити вагу зовнішнього заряду для розпушування порогу площею $S = 4 \text{ м}^2$ і висотою $h = 0,8 \text{ м}$.

Задача 32. Визначити вагу зовнішнього заряду для дроблення шматка негабариту об'ємом $3,5 \text{ м}^3$, якщо питома витрата ВР $2,5 \text{ кг/м}^3$.

Задача 33. Негабаритний блок об'ємом $9,5 \text{ м}^3$ підривають трьома однаковими зовнішніми зарядами. Визначити вагу кожного заряду $Q_{н1}$, $Q_{н2}$, $Q_{н3}$, если $q_n = 2,7 \text{ кг/м}^3$.

Задача 34. На дроблення шести шматків негабариту об'ємом $2,8 \text{ м}^3$ кожен з 14 шматків обсягом по $0,94 \text{ м}^3$ витрачено 46 кг ВР. Визначити питому витрату ВР та вагу зовнішніх зарядів $Q_{н1}$, $Q_{н2}$.

Задача 35. При підриванні порога в підошві уступу питома витрата ВР становить $4,6 \text{ кг/м}^3$. Визначити вагу зовнішнього заряду для розпушування порогу площею $S = 7 \text{ м}^2$ і висотою $h = 0,6 \text{ м}$.

Задача 36. Визначити вагу зовнішнього заряду для дроблення шматка негабариту об'ємом $4,7 \text{ м}^3$, якщо питома витрата ВР $1,4 \text{ кг/м}^3$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 67 / 45</i>

Задача 37. Негабаритний блок об'ємом $8,9 \text{ м}^3$ підривають трьома однаковими зовнішніми зарядами. Визначити вагу кожного заряду $Q_{н1}$, $Q_{н2}$, $Q_{н3}$, если $q_n = 2,7 \text{ кг/м}^3$.

Задача 38. На дроблення шести шматків негабариту об'ємом $2,3 \text{ м}^3$ кожен з 10 шматків обсягом по $0,9 \text{ м}^3$ витрачено 34 кг ВР. Визначити питому витрату ВР та вагу зовнішніх зарядів $Q_{н1}$, $Q_{н2}$.

Задача 39. При підриванні порога в підшві уступу питома витрата ВР становить $4,2 \text{ кг/м}^3$. Визначити вагу зовнішнього заряду для розпушування порогу площею $S = 8 \text{ м}^2$ і висотою $h = 0,7 \text{ м}$.

Задача 40. Визначити вагу зовнішнього заряду для дроблення шматка негабариту об'ємом $5,2 \text{ м}^3$, якщо питома витрата ВР $1,3 \text{ кг/м}^3$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 46

Практичне заняття № 7 ВОГНЯНИЙ ВИБУХ

Довжина відрізка вогнепровідного шнура запалювальної трубки визначається за формулою:

$$L_m = (N_{в.ш} \cdot t_3 + T)V_{в.ш}, \text{ см}$$

де $N_{в.ш}$ – число шнурів, підпалюваних підривноком;

t_3 – час запалення одного відрізка шнура, с.

Залежно від розміщення зарядів і умов пересування $t_3 = 5 \div 10$ с.

$T \geq 60$ с – час відходу підривнока в безпечне місце;

$V_{о. ш}$ – швидкість горіння вогнепровідного шнура, см/с, зазвичай

$V_{в.ш} = 1$ см/с;

L_m – довжина запалювальної трубки, см.

Довжина контрольної трубки

$$L_k = L_m - TV_{в.ш}, \text{ см}$$

За умов безпеки

$$L_m \geq L_k + 60, \text{ см}$$

За умов безпеки довжина запалювальної трубки у будь-якому випадку повинна бути не менше 1 м.

Гранична довжина запалювальної трубки 10 м. При довжині запалювальних трубок більше 4 м їх дублюють.

Число висаджуваних зарядів при вогняному підривання визначається за формулою

$$N_{в.ш} = \frac{L_m - T}{t_3}, \text{ шт}$$

Витрата вогнепровідного шнура на вибух серії зарядів

$$L_{в.ш} = N_{в.ш}L_m + L_k + 0,1n_k, \text{ м}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 47

де n_k – число кругів, що витрачаються, на виготовлення запалювальних і контрольних трубок, шт.

$$n_k = \frac{N_{в.ш} L_m + L_k}{10}$$

Приклад 1. Визначити довжину запалювальних трубок для підривання 12 шпурових зарядів при витраті часу на підпал однієї запалювальної трубки $t_3 = 6$ с і часу відходу підривника в укриття $T = 70$ сек. Швидкість горіння вогнепровідного шнура $V_{в.ш} = 1$ см/с.

Розв'язок.

Визначаємо довжину запалювальної трубки

$$L_m = (N_{в.ш} t_3 + T) V_{в.ш} = (12 \cdot 6 + 70) \cdot 1,0 = 142 \text{ см}$$

Приймаємо $L_m = 1,5$ м.

Приклад 2. При підривання 16 зовнішніх зарядів довжина запалювальних трубок складає $L_m = 2,0$ м. Час на запалення однієї запалювальної трубки $t_3 = 8$ с. Визначити час відходу підривника в укриття і довжину контрольної трубки. Швидкість горіння вогнепровідного шнура $V_{в.ш} = 1$ см/с.

Розв'язок.

1. Визначаємо час відходу підривника в укриття

$$T = \frac{L_m - N_{в.ш} \cdot t_3 \cdot V_{в.ш}}{V_{в.ш}} = \frac{200 - 16 \cdot 8 \cdot 1}{1,0} = 72 \text{ с}$$

2. Визначаємо довжину контрольної трубки

$$L_k = N_{в.ш} t_3 = 16 \cdot 8 = 128 \text{ см}$$

Приклад 3. Довжина запалювальних трубок з вогнепровідного шнура складає $L_m = 2,4$ же. Час на запалення однієї трубки $t_3 = 9$ сек. Час відходу підривника в безпечне місце $T = 120$ сек. Визначити кількість запалювальних трубок, підпалюваних одним підривником, якщо

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 48

швидкість горіння вогнепровідного шнура $V_{в.ш}$, що поволі горить $V_{в.ш} = 0,5$ см/с.

Розв'язок.

Знаходимо число запалювальних трубок, підпалюваних одним підривноком

$$N_{в.ш} = \frac{L_m - T}{t_3} = \frac{240 - 120}{0,5 - 9} = 40 \text{ шт}$$

Приклад 4. Визначити витрату вогнепровідного шнура на вибух серії з 60 зарядів, якщо час на запалювання однієї запалювальної трубки $t_3 = 7$ с, час відходу підривників в укриття $T = 70$ с. Швидкість горіння вогнепровідного шнура $V_{в.ш} = 1,0$ см/с.

Розв'язок.

1. Визначаємо довжину запалювальної трубки

$$L_m = (N_{в.ш} t_3 + T) V_{в.ш} = (60 \cdot 7 + 70) \cdot 1,0 = 490 \text{ см}$$

2. Знаходимо довжину контрольної трубки

$$L_k = L_m - T V_{в.ш} = 490 - 70 \cdot 1,0 = 420 \text{ см}$$

3. Запалювальні трубки при довжині $L_m = 4,9$ м дублюються. Знаходимо число кругів вогнепровідного шнура, що витрачаються

$$n_k = \frac{2N_{в.ш} L_m + L_k}{10} = \frac{2 \cdot 60 \cdot 4,9 + 4,2}{10} = 59,2$$

Приймаємо 60 кругів.

4. Визначаємо витрату вогнепровідного шнура на вибух даної серії зарядів

$$L_{в.ш} = 2N_{в.ш} L_m + L_k + 0,1 n_k = 2 \cdot 60 \cdot 4,9 + 4,2 + 0,1 \cdot 60 = 598,2 \text{ м}$$

Приймаємо $L_{о.ш} = 600$ м.

Завдання для розрахункової роботи № 7

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 49

Задача 1. Визначити довжину запалювальних трубок для підривання 18 шпурових зарядів при витраті часу на підпал однієї запалювальної трубки $t_3 = 7$ с і часу відходу підривника в укриття 80 с. Швидкість горіння вогнепровідного шнура $V_{в.ш} = 1$ см/с.

Задача 2. При випробуванні вогнепровідного шнура встановлена швидкість горіння 0,9 см/с. Визначити довжину запалювальних трубок для підривання 22 зовнішніх зарядів, якщо час на підпал однієї запалювальної трубки 8 с, а час відходу підривника в укриття 75 с.

Задача 3. Вогняним способом необхідно висадити 40 зарядів. Швидкість горіння вогнепровідного шнура 1,1 см/с. Час на запалювання двох запалювальних трубок в одному заряді 10 с, час відходу підривника в укриття 70 с. Визначити довжину запалювальних трубок.

Задача 4. На підпал однієї запалювальної трубки контрольним відрізком підривник витрачає 5 с. Число підпалюваних запалювальних трубок $N_{в.ш} = 26$. Швидкість горіння вогнепровідного шнура 1 см/с. Час відходу підривника в укриття 65 сек. Визначити довжину запалювальних трубок і контрольної трубки.

Задача 5. При підривання 20 зовнішніх зарядів довжина запалювальних трубок складає 2,4 м при швидкості горіння вогнепровідного шнура 1 см/с. Час на запалення однієї запалювальної трубки 9 с. Визначити час відходу підривника в укриття і довжину контрольної трубки.

Задача 6. Для підривання 36 зарядів використовуються запалювальні трубки завдовжки 3,3 м. Час на запалення однієї запалювальної трубки 7 с. Швидкість горіння вогнепровідного шнура 0,9 см/с. Визначити довжину контрольної трубки L_k і час відходу підривника в укриття.

Задача 7. Визначити довжину контрольної трубки при швидкості горіння вогнепровідного шнура, що поволі горить, 0,5 см/с, якщо довжина запалювальних трубок $L_m = 2,2$ м, а час відходу підривника в безпечне місце 90 с.

Задача 8. Довжина запалювальних трубок, що використовуються при вогняному підривання зовнішніх зарядів, складає 2 м. Час на запалення однієї запалювальної трубки 8 с. Час відходу підривника в безпечне місце 80 с. Визначити кількість запалювальних трубок,

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 50

підпалюваних одним підривником, якщо швидкість горіння вогнепровідного шнура 1 см/с.

Задача 9. При підривання 25 зарядів вогняним способом довжина контрольної трубки складає 2 м. Визначити мінімальну довжину запалювальних трубок при $V_{в.ш} = 1$ см/с.

Задача 10. Визначити час на підпал однієї запалювальної трубки t_3 при підривання 14 зарядів, якщо час відходу підривника в укриття 80 с, а довжина запалювальних трубок $L_m = 2,2$ м при $V_{в.ш} = 1$ см/с.

Задача 11. При вогняному підривання 28 зарядів час на підпал однієї запалювальної трубки складає 8 с, час відходу підривника в безпечне місце 85 с, швидкість горіння вогнепровідного шнура $V_{в.ш} = 1,1$ см/с. Визначити загальну витрату вогнепровідного шнура на вибух даної серії зарядів.

Задача 12. Визначити загальну витрату вогнепровідного шнура на вибух серії з 50 зарядів, якщо час на запалювання однієї запалювальної трубки 5 с, час відходу підривника в укриття 100 с, швидкість горіння вогнепровідного шнура, 1,0 см/с.

Задача 13. Визначити довжину запалювальних трубок для підривання 18 шпурових зарядів при витраті часу на підпал однієї запалювальної трубки $t_3 = 6$ с і часу відходу підривника в укриття 80 с. Швидкість горіння вогнепровідного шнура $V_{в.ш} = 1$ см/с.

Задача 14. При випробуванні вогнепровідного шнура встановлена швидкість горіння 1 см/с. Визначити довжину запалювальних трубок для підривання 24 зовнішніх зарядів, якщо час на підпал однієї запалювальної трубки 8 с, а час відходу підривника в укриття 75 с.

Задача 15. Вогняним способом необхідно висадити 40 зарядів. Швидкість горіння вогнепровідного шнура 1,2 см/с. Час на запалювання двох запалювальних трубок в одному заряді 12 с, час відходу підривника в укриття 80 с. Визначити довжину запалювальних трубок.

Задача 16. На підпал однієї запалювальної трубки контрольним відрізком підривник витрачає 7 с. Число підпалюваних запалювальних трубок $N_{в.ш} = 28$. Швидкість горіння вогнепровідного шнура 1 см/с. Час відходу підривника в укриття 75 сек. Визначити довжину запалювальних трубок і контрольної трубки.

Задача 17. При підривання 23 зовнішніх зарядів довжина запалювальних трубок складає 2,7 м при швидкості горіння

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 51

вогнепровідного шнура 1 см/с. Час на запалення однієї запалювальної трубки 9 с. Визначити час відходу підривника в укриття і довжину контрольної трубки.

Задача 18. Для підривання 39 зарядів використовуються запалювальні трубки завдовжки 3,7 м. Час на запалення однієї запалювальної трубки 8 с. Швидкість горіння вогнепровідного шнура 0,9 см/с. Визначити довжину контрольної трубки L_k і час відходу підривника в укриття.

Задача 19. Визначити довжину контрольної трубки при швидкості горіння вогнепровідного шнура, що поволі горить, 0,6 см/с, якщо довжина запалювальних трубок $L_m = 2,5$ м, а час відходу підривника в безпечне місце 95 с.

Задача 20. Довжина запалювальних трубок, що використовуються при вогняному підриванні зовнішніх зарядів, складає 2,1 м. Час на запалення однієї запалювальної трубки 8 с. Час відходу підривника в безпечне місце 84 с. Визначити кількість запалювальних трубок, підпалюваних одним підривником, якщо швидкість горіння вогнепровідного шнура 1 см/с.

Задача 22. При підриванні 29 зарядів вогняним способом довжина контрольної трубки складає 2,5 м. Визначити мінімальну довжину запалювальних трубок при $V_{в.ш} = 1$ см/с.

Задача 23. Визначити час на підпал однієї запалювальної трубки t_3 при підриванні 19 зарядів, якщо час відходу підривника в укриття 80 с, а довжина запалювальних трубок $L_m = 2,6$ м при $V_{в.ш} = 1$ см/с.

Задача 24. При вогняному підриванні 30 зарядів час на підпал однієї запалювальної трубки складає 9 с, час відходу підривника в безпечне місце 80 с, швидкість горіння вогнепровідного шнура $V_{в.ш} = 1,1$ см/с. Визначити загальну витрату вогнепровідного шнура на вибух даної серії зарядів.

Задача 25. Визначити загальну витрату вогнепровідного шнура на вибух серії з 58 зарядів, якщо час на запалювання однієї запалювальної трубки 9 с, час відходу підривника в укриття 110 с, швидкість горіння вогнепровідного шнура, 1,0 см/с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 67 / 52</i>

Практичне заняття № 8 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПО РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРОВИБУХОВИХ МЕРЕЖ

При електричному підриванні безвідмовність підривання зарядів в значній мірі залежить від правильності розрахунку і монтажу електровибухової мережі. Електровибухова мережа представляє сукупність ЕД з провідниками, що сполучають їх між собою, і джерелами струму.

Умінню правильно визначити розрахунковий опір електровибухової мережі слід надавати особливу увагу. Будь-яку електровибухову мережу розраховують в наступному порядку: складають принципову схему з'єднання ЕД; визначають марку, довжину, перетин і опір всіх провідників: вивідних, дільничних, сполучних, магістральних; указують марку, опір і кількість ЕД; за відповідними розрахунковими формулами визначають загальний опір електровибухової мережі, визначають силу струму, що поступає в електровибухову мережу і в кожний ЕД.

Загальний опір електровибухової мережі залежить від прийнятої схеми з'єднання ЕД.

При електричному підриванні можуть застосовуватися: послідовне, паралельно-пучкове, паралельно-східчасте, послідовно-паралельне, паралельно-послідовне та інші види з'єднання ЕД в електровибуховій мережі.

За призначенням в електровибуховій мережі провідники розділяються на детонаторні (кінцеві), вивідні, дільничні, сполучні, магістральні.

Детонаторні (кінцеві) – безпосередньо сполучені з ЕД. Опір детонаторних провідників входить у величину опору ЕД і при розрахунку електровибухових мереж не визначається.

Вивідні проводи сполучають детонаторні проводи з дільничними.

Довжина вивідних проводів

$$l_g = 2l_6, \text{ м}$$

де l_6 – глибина розташування бойовика, м.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 67 / 53</i>

При $l_6 \leq 0,7 l_d$, де l_d – довжина детонаторних проводів, вивідні проводи в електровибуховій мережі не застосовуються.

Дільничні проводи сполучають кінцеві проводи між собою. При глибині розташування бойовиків $l_6 \leq 0,7 l_d$ дільничні проводи безпосередньо сполучають ЕД сусідніх бойовиків.

Довжина дільничних проводів

$$l_0 = 1,1aN$$

де a – відстань між зарядами, м; N – кількість свердловин.

Сполучні проводи сполучають два крайні дільничні проводи з магістраллю.

Довжина сполучних проводів визначається графоаналітичним способом залежно від прийнятої схеми вибуху і розташування зарядів. Довжина магістральних проводів визначається відстанню від місця розташування зарядів до вибухової станції.

Опір провідників при постійному струмі:

$$R = \rho_0 \frac{l}{S}, \text{ Ом,}$$

де l – довжина провідника, м;

S – перетин провідника, мм²;

ρ_0 – питомий опір матеріалу провідника, $\frac{\text{ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$.

Значення ρ_0 при $t^\circ 20 \text{ }^\circ\text{C}$ (293 °K) приведено в табл. 1.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 54

Таблиця 1

Матеріал	$\rho_0, \frac{\text{ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$	α
Алюміній	0,03	0,004
Мідь	0,0175	0,0044
Сталь	0,132	0,005

При інших температурах питомий опір провідника може бути визначений за формулою:

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(t^\circ - 20)], \frac{\text{ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}},$$

де ρ_0 – питомий опір провідника при $t^\circ 20$ °С (293 °К),

α – температурний коефіцієнт опору.

Характеристика проводів приведена в табл. 2.

Довжина магістралі (одного магістрального проводу) визначається за формулою:

$$L_m = k l_{в.с}, \text{ м},$$

де $l_{в.с}$ – відстань від вибухової станції до місця підривання, м;

$k = 1,1$ – коефіцієнт запасу магістралі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 55

Таблиця 2

Марка проводу	Матеріал жили	Переріз жили, мм ²	Опір при +20° С,
ЭВ	Мідь	0,2	100
ЭЖВ	Сталь лужена	0,3	566
ЭПЖ	Сталь лужена	0,3	566
ВМВ	Мідь	0,75	25
ВМП	Мідь	0,50	40
ВМВЖ	Сталь оцинкована	1,1	156
ВМПЖ	Сталь оцинкована	1,1	156
ПВ-500	Мідь	0,75-6,0	25-3,7
АПР-500	Алюміній	2,25-15,0	12,3-1,84
ПР-500	Мідь	0,75-6,0	25-3,7
ПР-200	Мідь	1,0-4,0	18,4-4,6
СП-1	Мідь	0,75	25,0

Довжина магістральних проводів складає $2L_m$. Ця величина використовується для визначення опору магістралі.

При невідомому опорі провідника опір магістралі визначається за формулою

$$R_m = \rho \frac{2L_m}{S}, \text{ Ом}$$

Опір магістралі при відомому опорі провідника

$$R_m = 2L_m r_m, \text{ Ом}$$

де r_m – опір 1 м провідника, Ом/м.

Приклад 1. Визначити опір мідних магістральних проводів марки ВМВ, які мають перетин $S = 0,8 \text{ мм}^2$ при температурі $+30^\circ \text{C}$. Відстань від місця розташування зарядів до джерела струму $l_{в.с} = 300 \text{ м}$.

Розв'язок.

1. Визначаємо довжину магістральних проводів за формулою:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 56

$$L_M = 2kl_g = 2 \cdot 1,1 \cdot 300 = 660 \text{ м}$$

2. Знаходимо питомий опір мідних проводів при $t = +30 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$\begin{aligned} \rho &= \rho_0[1 + a(t^\circ - 20)] = 0,0175 + [1 + 0,0044(30 - 20)] \\ &= 0,0182 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \end{aligned}$$

3. Визначаємо опір магістральних проводів

$$R_M = \rho \frac{L_M}{S} = \frac{0,0182 \cdot 792}{0,8} = 15,15 \text{ Ом.}$$

Завдання для розрахункової роботи № 8 (частина 1)

Задача 1. Визначити опір сталевого дроту перетином $1,1 \text{ мм}^2$ довжиною 400 м при $t = 0^\circ \text{C}$.

Задача 2. На уступі розміщено 20 свердловин при $a = 6 \text{ м}$. Температура навколишнього повітря $+5 \text{ }^\circ\text{C}$. Визначити довжину і опір мідних дільничних проводів перетином $0,75 \text{ мм}^2$.

Задача 3. Бойовик розташований в свердловині на глибині 16 м . Визначити довжину і опір алюмінієвих вивідних проводів перетином $1,5 \text{ мм}^2$, при температурі навколишнього середовища $+10 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задача 4. В 18 -ти свердловинах бойовики розташовані на глибині 12 м . Знайти загальну довжину і загальний опір сталевих вивідних проводів перетином $1,1 \text{ мм}^2$ при $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задача 5. Визначити опір сталевого дроту перетином $1,0 \text{ мм}^2$ довжиною 400 м при $t = 2^\circ \text{C}$.

Задача 6. На уступі розміщено 25 свердловин при $a = 5 \text{ м}$. Температура навколишнього повітря $+5 \text{ }^\circ\text{C}$. Визначити довжину і опір мідних дільничних проводів перетином $0,75 \text{ мм}^2$.

Задача 7. Бойовик розташований в свердловині на глибині 18 м . Визначити довжину і опір алюмінієвих вивідних проводів перетином $1,5 \text{ мм}^2$, при температурі навколишнього середовища $+15 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задача 8. В 20 -ти свердловинах бойовики розташовані на глибині 14 м . Знайти загальну довжину і загальний опір сталевих вивідних проводів перетином $1,1 \text{ мм}^2$ при $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 67 / 57</i>

Задача 9. Визначити опір сталевго дроту перетином $1,2 \text{ мм}^2$ довжиною 500 м при $t = 0^\circ \text{ С}$.

Задача 10. На уступі розміщено 10 свердловин при $a = 7 \text{ м}$. Температура навколишнього повітря $+5^\circ \text{ С}$. Визначити довжину і опір мідних дільничних проводів перетином $0,75 \text{ мм}^2$.

Задача 11. Бойовик розташований в свердловині на глибині 15 м . Визначити довжину і опір алюмінієвих вивідних проводів перетином $1,5 \text{ мм}^2$, при температурі навколишнього середовища $+16^\circ \text{ С}$.

Задача 12. В 15 -ти свердловинах бойовики розташовані на глибині 12 м . Знайти загальну довжину і загальний опір сталевих вивідних проводів перетином $1,3 \text{ мм}^2$ при $t = 20^\circ \text{ С}$.

Задача 13. Визначити опір сталевго дроту перетином $1,1 \text{ мм}^2$ довжиною 200 м при $t = 4^\circ \text{ С}$.

Задача 14. На уступі розміщено 35 свердловин при $a = 7 \text{ м}$. Температура навколишнього повітря $+5^\circ \text{ С}$. Визначити довжину і опір мідних дільничних проводів перетином $0,75 \text{ мм}^2$.

Задача 15. Бойовик розташований в свердловині на глибині 12 м . Визначити довжину і опір алюмінієвих вивідних проводів перетином $1,5 \text{ мм}^2$, при температурі навколишнього середовища $+25^\circ \text{ С}$.

Задача 16. В 40 -ка свердловинах бойовики розташовані на глибині 16 м . Знайти загальну довжину і загальний опір сталевих вивідних проводів перетином $1,1 \text{ мм}^2$ при $t = 20^\circ \text{ С}$.

Задача 17. Визначити опір сталевго дроту перетином $1,5 \text{ мм}^2$ довжиною 700 м при $t = 10^\circ \text{ С}$.

Задача 18. На уступі розміщено 26 свердловин при $a = 5 \text{ м}$. Температура навколишнього повітря $+5^\circ \text{ С}$. Визначити довжину і опір мідних дільничних проводів перетином $0,75 \text{ мм}^2$.

Задача 19. Бойовик розташований в свердловині на глибині 16 м . Визначити довжину і опір алюмінієвих вивідних проводів перетином $1,5 \text{ мм}^2$, при температурі навколишнього середовища $+15^\circ \text{ С}$.

Задача 20. В 28 -ти свердловинах бойовики розташовані на глибині 17 м . Знайти загальну довжину і загальний опір сталевих вивідних проводів перетином $1,1 \text{ мм}^2$ при $t = 20^\circ \text{ С}$.

Задача 21. Визначити опір сталевго дроту перетином $1,2 \text{ мм}^2$ довжиною 400 м при $t = 12^\circ \text{ С}$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 58

Задача 22. На уступі розміщено 35 свердловин при $a = 5,5$ м. Температура навколишнього повітря $+15$ °С. Визначити довжину і опір мідних дільничних проводів перетином $0,75$ мм².

Задача 23. Бойовик розташований в свердловині на глибині 20 м. Визначити довжину і опір алюмінієвих вивідних проводів перетином $1,5$ мм², при температурі навколишнього середовища $+25$ °С.

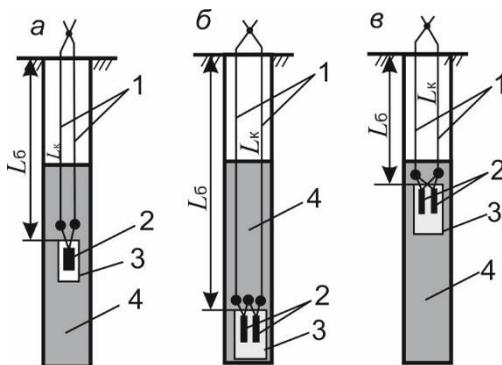
Задача 24. В 30-ти свердловинах бойовики розташовані на глибині 15 м. Знайти загальну довжину і загальний опір сталевих вивідних проводів перетином $1,1$ мм² при $t = 20$ °С.

Задача 25. Визначити опір сталевго дроту перетином $1,5$ мм² довжиною 700 м при $t = 5$ °С.

Приклад 2. Підриванню підлягає 48 обводнених свердловин. В 20 свердловинах при $a = 4$ м бойовики розташовано на глибині 10 м, в інших при $a = 5$ м на глибині 12 м. Визначити загальну довжину $(L_k + L_y)_{\text{заг}}$ і загальний опір $(R_k + R_d)_{\text{заг}}$ сталевих кінцевих і дільничних проводів перетином $1,2$ мм² при температурі навколишнього середовища $+22$ °С.

Вище були розглянуті приклади задач для бойовиків, що мають один електродетонатор.

При підриванні використовується декілька схем з'єднання ЕД в бойовиках (рис. 6).



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 59

Рис. 6. Схеми з'єднання електродетонаторів в бойовиках:

L_6 - глибина розташування бойовика; L_K - довжина кінцевих проводів;
1 - кінцеві проводи; 2 - електродетонатори; 3 - патрон-бойовик; 4 - заряд ВР

Залежно від кількості ЕД в бойовику і схеми їх з'єднання опір бойовиків визначається за наступними формулами. Опір бойовика з одним ЕД (див. рис. 6, а)

$$R_6 = R_K + r_e, \text{ Ом}$$

де R_K - опір кінцевих проводів, Ом;

r_e - опір електродетонатора, Ом.

Опір бойовика з двома послідовно сполученими ЕД (див. рис. 6, б)

$$R_6 = R_K + 2r_e, \text{ Ом}$$

Опір бойовика з двома паралельно сполученими ЕД (див. рис. 6, в)

$$R_6 = R_K + r_e/2, \text{ Ом}$$

При рішенні задач опір ЕД приймається по умові задачі, опір кінцевих проводів визначається розрахунком за формулою

$$R_K = L_K r_K = \rho_0 [1 + a(t^\circ - 20)] \frac{L_K}{S}, \text{ Ом}$$

де r_K - опір 1 м кінцевих проводів, Ом, визначається розрахунком або приймається по табл. 2.

Приклад 3. Бойовик, який розташований на глибині 12 м, має електродетонатор ЕД-8-Ж з опором 5 Ом і сталеві кінцеві проводи перетином 1,1 мм². Визначити опір бойовика при температурі навколишнього середовища +10 °С.

Розв'язок. 1. Визначаємо довжину кінцевих проводів

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 60

$$L_k = 2L_0 = 2 \cdot 12 = 24 \text{ м. м}$$

2. Визначаємо опір кінцевих проводів за формулою

$$R_k = \rho_0 [1 + \alpha(t^\circ - 20)] \frac{L_k}{S} = 0,132(1 + 0,005(10 - 20)) \frac{24}{1,1} = 2,74 \text{ Ом.}$$

3. Знаходимо опір бойовика за формулою

$$R_0 = R_k + r_e = 2,74 + 5,0 = 7,74 \text{ Ом.}$$

Приклад 4. При підірвання 20 камерних зарядів в кожній заряд встановлено по два бойовики з двома послідовно сполученими ЕД, що мають $r_e = 3,0$ Ом. Відстань між зарядами 14 м, глибина розмищення бойовиків 12 м. Для кінцевих і дільничних проводів використовуються сталеві оцинковані проводи перетином 1,1 мм² марки ВМВЖ. Визначити сумарний опір бойовиків і дільничних проводів. Розв'язок. 1. За табл. 5 визначаємо опір 1 м проводу марки ВМВЖ

$$r_d = \frac{156}{1000} = 0,156 \text{ Ом/м}$$

Знаходимо довжину дільничних проводів

$$L_d = 1,1aN = 1,1 \cdot 14 \cdot 20 = 308 \text{ м.}$$

Загальний опір дільничних проводів визначаємо за формулою

$$R_d = L_d r_d = 308 \cdot 0,156 = 48 \text{ Ом.}$$

Визначаємо опір кінцевих проводів в одному бойовику

$$R_k = L_k r_k = 2 \cdot 12 \cdot 0,156 = 3,7, \text{ Ом.}$$

Загальний опір бойовиків визначаємо за формулою

$$R_{6,\text{зар}} = n'N(R_k + 2r_e) = 2 \cdot 20(3,7 + 2 \cdot 3) = 388 \text{ Ом.}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 61

де n' - число бойовиків в одному заряді, шт.

Знаходимо сумарний опір бойовиків і дільничних проводів

$$R_{д+б} = R_{д} + R_{б,заг} = 48,0 + 388 = 436 \text{ Ом.}$$

Приклад 5. В десяти свердловинах $d = 300$ мм розміщені бойовики з двома паралельно сполученими ЕД на глибині 18 м.

Опір кінцевих проводів $0,184$ Ом; $r_e = 4$ Ом. Визначити загальний опір бойовиків.

Розв'язок. 1. Визначаємо опір кінцевих проводів в одному бойовику

$$R_{к} = L_{к}r_{к} = 2L_{б}r_{к} = 2 \cdot 18 \cdot 0,184 = 6,6 \text{ Ом.}$$

2. Визначаємо загальний опір бойовиків

$$R_{б,заг} = N \left(R_{к} + \frac{r_e}{2} \right) = 10 \left(6,6 + \frac{4}{2} \right) = 86 \text{ Ом.}$$

Завдання для розрахункової роботи № 8 (частина 2)

Задача 1. Визначити загальний опір 12 бойовиків, розташованих на глибині 16 м, якщо $r_e = 4,2$ Ом, $r_{к} = 0,0175$ Ом/м.

Задача 2. При підривання 11 малокамерних зарядів бойовики знаходяться на відстані 5 м від поверхні землі. Кінцеві і дільничні мідні проводи мають перетин $0,6 \text{ мм}^2$, $r_e = 2,4$ Ом, відстань між зарядами 4,5 м. Визначити сумарний опір ($R_{д,заг} + R_{б,заг}$) послідовно сполучених бойовиків і дільничних проводів при температурі навколишнього середовища $+32$ °С.

Задача 3. При підривання 38 шпурів завглибшки 2 м використовуються ЕД марки ЕД-8-Е і $r_e = 4,2$ Ом. Визначити загальний опір бойовиків в шпурових зарядах.

Задача 4. В камерних зарядах вимагається встановити по чотири бойовики з двома послідовно сполученими ЕД в кожному.

Кінцеві і дільничні проводи - сталеві, $S = 1,3 \text{ мм}^2$. Температура навколишнього середовища $+6$ °С. Определить сумарний опір

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 62

бойовиків і дільничних проводів за наступними даними: $N = 26$; $a = 16$ м; $L_6 = 13$ м; $r_e = 4,5$ Ом.

Задача 5. Для підривання 34 зарядів в кожній свердловині розташовують двох бойовиків на глибинах $L_{61} = 8$ м, $L_{61} = 24$ м. В кожному бойовику по два послідовно сполучених ЕД. Визначити загальний опір бойовиків при $r_e = 3,6$ Ом, $r_k = 0,0192 \frac{\text{Ом}}{\text{м}}$.

Задача 6. Для підривання зарядів свердловин вимагається встановити бойовиків з двома паралельно сполученими ЕД в кожному. Для кінцевих проводів використовується алюмінієвий дріт перетином $1,5$ мм². Температура навколишнього середовища $t = +12^\circ$ С. Визначити загальний опір бойовиків за наступними даними $N = 28$; $a = 16$ м; $L_6 = 15$ м; $r_e = 3,0$ Ом.

Задача 7. На уступі в 12 свердловинах при $a = 6,2$ м бойовики розташовано на глибині 9 м, в інших 18 свердловинах при $a = 6,0$ м на глибині 11 м. В кожному бойовику встановлено по два паралельно сполучених ЕД, що мають $r_e = 3,2$ Ом. Кінцеві і дільничні мідні проводи мають перетин $0,66$ мм². Визначити сумарний опір бойовиків і дільничних проводів ($R_{\text{д.зар}} + R_{\text{б.зар}}$) при їх послідовному з'єднанні.

Задача 8. Визначити загальний опір 15 бойовиків, розташованих на глибині 16 м, якщо $r_e = 4,4$ Ом, $r_k = 0,0175$ Ом/м.

Задача 9. При підривання 14 малокамерних зарядів бойовики знаходяться на відстані 6 м від поверхні землі. Кінцеві і дільничні мідні проводи мають перетин $0,6$ мм², $r_e = 2,4$ Ом, відстань між зарядами 3,5 м. Визначити сумарний опір ($R_{\text{д.зар}} + R_{\text{б.зар}}$) послідовно сполучених бойовиків і дільничних проводів при температурі навколишнього середовища $+30^\circ$ С.

Задача 10. При підривання 40 шпурів завглибшки 3 м використовуються ЕД марки ЕД-8-Е і $r_e = 4,5$ Ом. Визначити загальний опір бойовиків в шпурових зарядах.

Задача 11. В камерних зарядах вимагається встановити по чотири бойовики з двома послідовно сполученими ЕД в кожному.

Кінцеві і дільничні проводи - сталеві, $S = 1,5$ мм². Температура навколишнього середовища $+7^\circ$ С. Определить сумарний опір бойовиків і дільничних проводів за наступними даними: $N = 28$; $a = 15$ м; $L_6 = 12$ м; $r_e = 4,6$ Ом.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 63

Задача 12. Для підривання 36 зарядів в кожній свердловині розташовують двох бойовиків на глибинах $L_{61} = 9$ м, $L_{61} = 20$ м. В кожному бойовику по два послідовно сполучених ЕД. Визначити загальний опір бойовиків при $r_e = 3,8$ Ом, $r_k = 0,0182 \frac{\text{Ом}}{\text{м}}$.

Задача 13. Для підривання зарядів свердловин вимагається встановити бойовиків з двома паралельно сполученими ЕД в кожному. Для кінцевих проводів використовується алюмінієвий дріт перетином $1,5$ мм². Температура навколишнього середовища $t = +14^\circ$ С. Визначити загальний опір бойовиків за наступними даними $N = 28$; $a = 16$ м; $L_6 = 15$ м; $r_e = 3,0$ Ом.

Задача 14. На уступі в 19 свердловинах при $a = 7,2$ м бойовики розташовано на глибині 8 м, в інших 18 свердловинах при $a = 6,5$ м на глибині 10 м. В кожному бойовику встановлено по два паралельно сполучених ЕД, що мають $r_e = 3,7$ Ом. Кінцеві і дільничні мідні проводи мають перетин $0,66$ мм². Визначити сумарний опір бойовиків і дільничних проводів ($R_{\text{д.заг}} + R_{\text{б.заг}}$) при їх послідовному з'єднанні.

Задача 15. Визначити загальний опір 22 бойовиків, розташованих на глибині 14 м, якщо $r_e = 3,2$ Ом, $r_k = 0,0185$ Ом/м.

Задача 16. При підривання 20 малокамерних зарядів бойовики знаходяться на відстані 4 м від поверхні землі. Кінцеві і дільничні мідні проводи мають перетин $0,6$ мм², $r_e = 2,4$ Ом, відстань між зарядами 6,5 м. Визначити сумарний опір ($R_{\text{д.заг}} + R_{\text{б.заг}}$) послідовно сполучених бойовиків і дільничних проводів при температурі навколишнього середовища $+22^\circ$ С.

Задача 17. При підривання 28 шпурів завглибшки 2,5 м використовуються ЕД марки ЕД-8-Е і $r_e = 3,2$ Ом. Визначити загальний опір бойовиків в шпурових зарядах.

Задача 18. В камерних зарядах вимагається встановити по чотири бойовики з двома послідовно сполученими ЕД в кожному. Кінцеві і дільничні проводи - сталеві, $S = 1,6$ мм². Температура навколишнього середовища $+8^\circ$ С. Определить сумарний опір бойовиків і дільничних проводів за наступними даними: $N = 22$; $a = 18$ м; $L_6 = 12$ м; $r_e = 4,8$ Ом.

Задача 19. Для підривання 26 зарядів в кожній свердловині розташовують двох бойовиків на глибинах $L_{61} = 8,5$ м, $L_{61} = 12$ м. В

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 67 / 64

кожному бойовику по два послідовно сполучених ЕД. Визначити загальний опір бойовиків при $r_e = 3,8 \text{ Ом}$, $r_k = 0,0192 \frac{\text{Ом}}{\text{м}}$.

Задача 20. Для підривання зарядів свердловин вимагається встановити бойовиків з двома паралельно сполученими ЕД в кожному. Для кінцевих проводів використовується алюмінієвий дріт перетином $1,1 \text{ мм}^2$. Температура навколишнього середовища $t = +18^\circ \text{ С}$. Визначити загальний опір бойовиків за наступними даними $N = 18$; $a = 10 \text{ м}$; $L_6 = 12 \text{ м}$; $r_e = 3,2 \text{ Ом}$.

Задача 21. На уступі в 17 свердловинах при $a = 6,9 \text{ м}$ бойовики розташовано на глибині $9,5 \text{ м}$, в інших 14 свердловинах при $a = 6,2 \text{ м}$ на глибині 10 м . В кожному бойовику встановлено по два паралельно сполучених ЕД, що мають $r_e = 3,4 \text{ Ом}$. Кінцеві і дільничні мідні проводи мають перетин $0,68 \text{ мм}^2$. Визначити сумарний опір бойовиків і дільничних проводів ($R_{\text{д.заг}} + R_{\text{б.заг}}$) при їх послідовному з'єднанні.

Задача 22. В камерних зарядах вимагається встановити по чотири бойовики з двома послідовно сполученими ЕД в кожному. Кінцеві і дільничні проводи - сталеві, $S = 1,8 \text{ мм}^2$. Температура навколишнього середовища $+10^\circ \text{ С}$. Определить сумарний опір бойовиків і дільничних проводів за наступними даними: $N = 21$; $a = 17 \text{ м}$; $L_6 = 11 \text{ м}$; $r_e = 4,7 \text{ Ом}$.

Задача 23. Для підривання 25 зарядів в кожній свердловині розташовують двох бойовиків на глибинах $L_{61} = 6,5 \text{ м}$, $L_{61} = 11 \text{ м}$. В кожному бойовику по два послідовно сполучених ЕД. Визначити загальний опір бойовиків при $r_e = 3,3 \text{ Ом}$, $r_k = 0,0192 \frac{\text{Ом}}{\text{м}}$.

Задача 24. Для підривання зарядів свердловин вимагається встановити бойовиків з двома паралельно сполученими ЕД в кожному. Для кінцевих проводів використовується алюмінієвий дріт перетином $1,7 \text{ мм}^2$. Температура навколишнього середовища $t = +19^\circ \text{ С}$. Визначити загальний опір бойовиків за наступними даними $N = 14$; $a = 11,5 \text{ м}$; $L_6 = 11 \text{ м}$; $r_e = 3,2 \text{ Ом}$.

Задача 25. На уступі в 14 свердловинах при $a = 6,7 \text{ м}$ бойовики розташовано на глибині $9,5 \text{ м}$, в інших 14 свердловинах при $a = 6,5 \text{ м}$ на глибині 12 м . В кожному бойовику встановлено по два паралельно сполучених ЕД, що мають $r_e = 3,5 \text{ Ом}$. Кінцеві і дільничні мідні

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 67 / 65</i>

проводи мають перетин $0,68 \text{ мм}^2$. Визначити сумарний опір бойовиків і дільничних проводів ($R_{\text{д.заг}} + R_{\text{б.заг}}$) при їх послідовному з'єднанні.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Кравець В.Г. Руйнування гірських порід вибухом : навч. посібник / В.Г. Кравець, В.В. Коробійчук, О.А. Зубченко. – Житомир : ЖДТУ, 2012. – 328 с.
2. Гуцин В.И. Задачник по взрывным работам / В.И. Гуцин. –М. : Недра. – 1972. – 160.
3. Соболев В.В. Технологія та безпека виконання вибухових робіт. Практикум : підручник для ВНЗ / В.В. Соболев, І.І. Усик, Р.М. Терещук ; М-во освіти і науки України ; Нац. гірн. ун-т. – Д. : НГУ, 2014. – 176 с.
4. Кутузов Б.Н. Взрывные работы / Б.Н. Кутузов Учебник для техникумов. – 3 изд., перераб. и доп. – М.:Недра. 1988. – 383 с.
5. Методичні вказівки по виконанню лабораторних робіт з предмету "Руйнування гірських порід та безпека вибухових робіт" для студентів спеціальності 7.090301 „Розробка родовищ корисних копалин” / В.Й. Сивко, В.В. Коробійчук – Житомир : РВВ ЖДТУ, 2010. – 42 с.
6. Сивко В.Й. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу "Руйнування гірських порід і безпека вибухових робіт". / В.Й. Сивко. – Житомир: РВВ ЖДТУ, 2006. – 39 с.
7. Бакка М.Т. Методичні вказівки до вивчення предмету "Руйнування гірських порід" (для студентів-заочників спеціальності 7.090307). / М.Т. Бакка, В.Й.Сивко. – Житомир: РВВ ЖІТІ, 1999. – 36 с.
8. Ефремов Э.И. Справочник по взрывным работам / Э.И. Ефремов, А.А. Вовк – К : наукова думка, 1983. – 325 с.
9. Гуцин В.И. Взрывные работы на карьерах. М., "Недра", 1975. – 248 с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/184.00.1/Б/ОК24- 2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 67 / 66</i>

10. Бакка М.Т., Кузьменко О.Х., Сачков Л.С. Вибудування природного каменю / М.Т. Бакка, О.Х. Кузьменко, Л.С. Сачков. – Част. 2: Навч. посібник. – К. : ІСДО, 1994. – 448 с.
11. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Ч.І. Производственные процессы / В.В. Ржевский. – М. : Недра, 1985. – 510 с.

Навчальне видання

КОРОБІЙЧУК Валентин Вацлавович

Методичні вказівки до практичного та самостійного вивчення
дисципліни

"Буріння та руйнування гірських порід"

для студентів, які навчаються за напрямом підготовки "Гірництво",

Редактор
Комп'ютерна верстка

В.В. Коробійчук
В.В. Коробійчук

Підп. до друку __.04.2025. Формат 60×90 1/16. Папір офс.
Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 1,16. Наклад 30 пр.
