

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ГІРНИЧИМ ВИРОБНИЦТВОМ І ОХОРОНИ
ПРАЦІ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для практичних робіт з дисципліни
**«ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ВИДОБУВНИХ ТА
ПІДГОТОВЧИХ РОБІТ»**
для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
(освітня програма «Гірничі машини та комплекси»)

Луцьк 2024

УДК 622.26+622.232 (071)

Методичні вказівки для практичних робіт з дисципліни «Технологічні процеси видобувних та підготовчих робіт» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» (освітня програма «Гірничі машини та комплекси») / Укл.: Л. Л. Бачурін, Я. П. Бачуріна. – Луцьк: ДВНЗ ДонНТУ, 2024. – с. 38.

Приведені вказівки до виконання практичних робіт з основних розділів навчальної дисципліни спеціалізації «Технологічні процеси видобувних та підготовчих робіт». Призначено для використання при проведенні практичних занять, а також в самостійній роботі студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», які здобувають вищу освіту за освітньою програмою «Гірничі машини та комплекси».

Автори: Бачурін Леонід Леонідович, доц. каф. УГВіОП, к.т.н., доц.
Бачуріна Ярослава Павлівна, ст. викл. каф. УГВіОП

Рецензент: Подкопаєв Сергій Вікторович, д.т.н., проф.

Відповідальний за випуск: зав. каф. УГВіОП, к.т.н., доц. Олександр Ісаєнков

Затверджено навчально-методичним відділом ДонНТУ
протокол № 11 від 02.07.2024 р.

Розглянуто на засіданні кафедри управління гірничим виробництвом і охорони праці, протокол № 13 від 07.06.2024 р.

ВСТУП

На практичних заняттях відбувається опрацювання тем, що стосуються особливостей та змісту гірничих робіт, пов'язаних із видобуванням корисних копалин (очисні роботи) та проведенням гірничих виробок (підготовчі роботи) при підземній розробці родовищ корисних копалин.

Студент отримує навички розрахунку основних параметрів проведення та кріплення виробок та очисних робіт із застосуванням засобів комплексної механізації, проектування організації та технології робіт.

Необхідні для виконання практичних робіт вихідні дані обирає викладач; можуть застосовуватись відомості, отримані на виробничих та навчальних практиках. Практичні роботи виконуються послідовно на однакових вихідних даних з використанням у наступних роботах результатів, що отримані у попередніх.

При проведенні практичних робіт рекомендується використовувати для ознайомлення студентів зразки технологічної документації діючих гірничих підприємств (паспорти проведення і кріплення гірничих виробок, паспорти кріплення і управління покрівлею у очисних вибоях).

Методичні вказівки призначені для використання при проведенні практичних робіт з дисципліни «Технологічні процеси видобувних та підготовчих робіт» а також в самостійній роботі студентів спеціальності 133 «Галузеве машино-будування», які здобувають вищу освіту за освітньою програмою «Гірничі машини та комплекси».

Позначкою  позначено рекомендовану літературу, яка може стати у нагоді при виконанні практичної роботи та навчально-методичні матеріали, використані укладачами цих методичних вказівок (в разі використання).

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

Розрахунок параметрів паспорту буровибухових робіт

Мета: вивчення методики розрахунку основних параметрів паспорту буровибухових робіт для проведення гірничої виробки.

Завдання:

1. Ознайомитися із прикладами паспортів буровибухових робіт (надаються викладачем).
2. За варіантами вихідних даних, що видаються викладачем, розрахувати параметри паспорту буровибухових робіт та зробити ескіз розміщення шпурів у забої.

 [1—6], (Куцерубов В. М., Бачуріна Я. П., Бачурін Л. Л., 2019)

Відповідно до призначення виробки, її типу, категорії шахти за газом та пилом, міцності порід обирається тип вибухової речовини (ВР).

Обирається діаметр патрона та шпуру у залежності від конкретних гірничотехнічних умов проведення виробки та прийнятої технології буріння.

Патрони ВР Ø32 та 36 мм та коронки Ø43 мм застосовують незалежно від потужності бурової техніки: у виробках з площею поперечного перетину у проходженні $< 6 \text{ м}^2$ - при перетинанні порід будь-якої міцності та $> 6 \text{ м}^2$ - при перетинанні порід з $f > 9$; при проведенні виробок вугіллям та з підриванням бокових порід усіх категорій міцності та при будь-якій площі поперечного перетину.

При проведенні виробок породою з $f \leq 9$ з площею поперечного перетину у проходженні більше 6 м^2 при застосуванні потужної бурової техніки (бурові установки, перфоратори важкі та середньої вагової категорії, колонкові електросвердла) застосовують патрони Ø40 мм та коронки Ø46 мм.

Тип бурової техніки обирається у залежності від фізико-механічних властивостей порід та необхідної продуктивності при даному обсязі робіт.

Довжина та маса патронів - згідно з таблицею 1.1.

В залежності від міцності порід та перетину виробки у проходженні, структури та текстури порід обирається тип врубу та кількості врубових шпурів. Кількість шпурів вертикального або горизонтального клинового врубу, а також відстань між шпурами по вертикалі для вертикального врубу і по горизонталі для горизонтального врубу приймають згідно з таблицею 1.2.

Глибина шпуру встановлюється в залежності від міцності порід, площі перетину виробки або кроку встановлення кріплення. При цьому слід орієнтуватися на довжини шпурів згідно з таблицею 1.3.

Таблиця 1.1 - Параметри патронів промислових ВР

Тип ВР*	Маса патрона, г	Діаметр патрона, мм	Довжина патрона, мм	Щільність патрунування, г/см ³
Скельний амоніт №1	250, 500	36, 45	170, 220	1,45-1,75
Детоніт М	250, 300	(32), 36	200, 250	1,2-1,25
Амоніт №6ЖВ	250, 300	32, 36	250, 250	1,0-1,15
Амоніт АП5ЖВ	250	36	245	1,15
Амоніт Т19	300	32	340	1,1-1,2
Вугленіт Е6	200, 250	32, 36	250, 250	1,2-1,25
Вугленіт 12ЦБ, П12ЦБ	250, 300	32, 36	240, 250	1,2

*) Класи ВР за умовами застосування: червоний – II клас, синій – III, жовтий – IV—VI

Таблиця 1.2 – Кількість шпурів та відстань між шпурами клинового врубу

Коефіцієнт міцності породи	Кількість врубових шпурів при площі поперечного перетину виробки у проходженні, м ²		Відстань між врубовими шпурами, м
	≤12	≥12	
2-3	4	4-6	0,6
4-6	4-6	6-8	0,45
7-9	6-8	8-10	0,4
10-20	8-12	12-14	0,35

Таблиця 1.3 – Глибина шпурів

Коефіцієнт міцності порід	Глибина шпурів, м, при площі поперечного перетину виробки, м ²	
	≤12	≥12
1,5-3	2,5-2	3-2,5
4-6	2-1,5	2,5-2,2
7-20	1,8-1,2	2,2-1,5

Глибина врубових шпурів на 10-20% більше глибини відбійних шпурів. Відстань між кінцями врубових шпурів повинна бути ≥0,2-0,4 м, а у шахтах, небезпечних за газом та пилом - ≥0,6 м.

Допоміжні шпури розташовуються між врубовими та шпурами, що оконтурюють виробку, рівномірно площею вибою.

Посування вибою за цикл визначається з урахуванням коефіцієнту використання шпуру (КВШ):

$$l_y = l_{um} \cdot \eta, \quad (1.1)$$

де l_y - посування вибою за цикл, м;

$l_{\text{ин}}$ – довжина відбійних шпурів, м;

η – КВШ (у порідних вибоях 0,8, у вугільних 0,9

Питома витрата ВР у більшості випадків обирається за даними практики. Однак її можна визначити за формулою М. М. Покровського:

$$q = q_1 \cdot k_1 \cdot f_1 \cdot k_{\text{зат}}, \text{ кг/м}^3 \quad (1.2)$$

де q_1 – нормальна витрата вибухової речовини з працездатністю 280 см³, кг/м³

$$q_1 = -0,0031 \cdot f^2 + 0,164 \cdot f - 0,0435, \quad (1.3)$$

де f – коефіцієнт міцності порід за шкалою М.М. Протодьяконова;

k_1 – коефіцієнт, що враховує змінювання витрати вибухової речовини в залежності від її працездатності:

$$k_1 = \frac{280}{P}, \quad (1.4)$$

де P – працездатність прийнятої вибухової речовини, см³

f_1 – коефіцієнт, що враховує структуру породи. Приймається за таблицею 1.4.

Таблиця 1.4 – Значення коефіцієнту f_1

Характеристика породи	Коефіцієнт f_1
В'язкі, пружні, пористі	2
Дислоковані з неправильним або паралельним до вісі виробки заляганням та мілкою тріщинуватістю	1,4
Зі складним заляганням та змінною міцністю; з нашаруванням, перпендикулярним до напрямку шпурів	1,3
Масивні, крихкі, щільні	1,1

$k_{\text{зат}}$ – коефіцієнт затискання породи, визначається за формулою (1.5).

$$k_{\text{зат}} = \frac{6,5}{\sqrt{S_{\text{нч}}}}, \quad (1.5)$$

де $S_{\text{нч}}$ – площа виробки начорно, м².

Кількість ВР на цикл визначається за формулою:

$$Q = q \cdot S_{\text{шч}} \cdot l_{\text{шп}} , \text{ кг} \quad (1.6)$$

Розрахункова кількість шпурів на цикл у забої при заряджанні патронами ВР:

$$N = 12,7 \frac{q \cdot S_{\text{шч}} \cdot l_{\text{шп}} \cdot \eta}{\gamma \cdot m_{\text{ш}}} , \quad (1.7)$$

де $l_{\text{ш}}$ – довжина патрону, см;

$m_{\text{ш}}$ – маса патрону, г;

γ – коефіцієнт заповнення шпуру (згідно із табл. 1.5):

Таблиця 1.5 – Коефіцієнт заповнення шпурів

Діаметр патрону ВР, мм	Коефіцієнт заповнення шпурів	
	при $f = 2—9$	при $f = 10—20$
28	0,7-0,8	0,75-0,8
32; 36	0,5-0,6	0,6-0,65
40	0,45-0,5	0,5-0,55

У шахтах, небезпечних за газом та пилом γ повинен бути $\leq 0,65$.

Обирається тип врубу та зображується схема розташування шпурів.

Отриману розрахункову кількість шпурів рекомендується уточнювати графічним методом з дотриманням мінімально припустимих відстаней між суміжними шпурами (див. табл. 1.6).

Таблиця 1.6 – Мінімально припустимі відстані між суміжними шпуровими зарядами

Умови підривання	Мінімально припустимі відстані між шпуровими зарядами при класі вибухової речовини			
	II	III-IV	V	VI
По вугіллю	0,6	0,6	0,5	0,4
По породі, при $f < 7$	0,5	0,45	0,3	0,25
По породі, при $f = 7—10$	0,4	0,3	-	-

При уточненні розрахункової кількості шпурів графічним методом основні параметри розташування шпурів визначаються за формулами:

$$a = m \cdot W , \quad (1.8)$$

- де а – відстань між шпурами в ряду, м;
 m – коефіцієнт наближення шпурів. Приймається в межах 0,9-1,2 (менше значення коефіцієнту приймати при підриванні в більш міцних породах);
 W – лінія найменшого опору, м:

$$W = 0,61 \cdot k_{\text{вм}} \cdot \sqrt[4]{\frac{S_{\text{нч}}}{f}}, \quad (1.9)$$

$k_{\text{вм}}$ – коефіцієнт, що враховує місткість шпурів в перетині виробки, визначається за табл. 1.7.

Таблиця 1.7 – Значення коефіцієнту $k_{\text{вм}}$

$S_{\text{вч}}$	$k_{\text{вм}}$	$S_{\text{вч}}$	$k_{\text{вм}}$	$S_{\text{вч}}$	$k_{\text{вм}}$	$S_{\text{вч}}$	$k_{\text{вм}}$
4	1,13	11	1,09	18	1,07	30	1,05
5	1,12	12	1,08	19	1,07	32	1,05
6	1,12	13	1,08	20	1,06	34	1,05
7	1,11	14	1,08	22	1,06	36	1,05
8	1,10	15	1,07	24	1,06	38	1,04
9	1,10	16	1,07	26	1,06	40	1,04
10	1,09	17	1,07	28	1,05	-	-

При облаштуванні водовідливної канавки буровибуховим способом одночасно із проведенням виробки до розрахункової кількості додається 1—2 шпури для облаштування канавки. Довжина цих шпурів приймається такою, що дорівнює довжині заходки за цикл.

При складанні паспорту вибухових робіт в процесі його уточнення припускається збільшення загальної кількості шпурів у забої (без урахування шпурів для облаштування водовідливної канавки) не більше, ніж на 10%, а у виробках, з перетином до 5,0 м² не більше ніж на 4 шпури.

Таблиця 1.8 – Кількість шпурів та відстань між шпурами клинового врубу

Коефіцієнт міцності породи	Кількість врубових шпурів при площі поперечного перетину виробки у проходженні, м ²		Відстань між врубовими шпурами, м
	≤12	≥12	
2-3	4	4-6	0,6
4-6	4-6	6-8	0,45
7-9	6-8	8-10	0,4
10-20	8-12	12-14	0,35

Глибина врубових шпурів на 10-20% більше глибини відбійних шпурів. Відстань між кінцями врубових шпурів повинна бути $\geq 0,2-0,4$ м, а у шахтах, небезпечних за газом та пилом $\geq 0,6$ м.

Допоміжні шпури розташовуються між врубовими та шпурами, що оконтурюють виробку, рівномірно площею вибою.

Визначається середній заряд одного шпуру:

$$\text{відбійного:} \quad q_{cp} = Q / N, \text{ кг;}$$

$$\text{врубового:} \quad q_{ep} = 1,2 q_{cp}, \text{ кг;}$$

$$\text{оконтурювального:} \quad q_k = 0,8 q_{cp}, \text{ кг;}$$

Значення q_{cp} , q_{ep} , q_k , округлюються до величин, кратних масі цілого числа патронів ВР. За результатами визначається кількість патронів ВР n_n .

Уточняється кількість ВР на цикл:

$$Q' = q_{ep} N_{ep} + q_k N_k + q_{cp} N_{відб} \quad (1.10)$$

де N_{ep} , N_k , $N_{відб}$ – відповідно кількість врубових, оконтурюючих, та відбійних шпурів.

Якщо $Q' \neq Q$ слід скорегувати заряди відбійних шпурів.

Розраховують довжину забійки:

$$l_{заб} = l_{шт} - l_n \cdot n_n, \text{ м} \quad (1.11)$$

Обираються засоби підривання, та їх витрата.

Результати проведених розрахунків зводяться в таблицю (наприклад, табл. 1.9).

Таблиця 1.9 – Характеристика шпурових зарядів для проведення квершлягу

№ шпурів	Довжина шпурів, м	Кути нахилу шпурів до площини вибою на проєкціях, градус		Величина заряду в шпурах, кг	Тип електродетонаторів і уповільнення	Прийоми підривання
		горизонтальній	вертикальній			

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

Вибір прохідницького обладнання і розрахунок швидкості проведення виробки комбайном

Мета: вивчення методики розрахунку технічно можливої та нормативної швидкості проведення виробок комбайновим способом та загальних нормативів швидкості проведення підготовчих виробок.

Завдання:

1. Вибрати прохідницький комбайн для проведення виробки та визначитися із основними параметрами технологічної схеми прохідницьких робіт.
2. Визначити технічно можливу швидкість проведення виробки.
3. Визначити відповідну заданим умовам нормативну швидкість проведення виробки.

 [7], (Бачурін Л. Л. та ін., 2017), (Бачурін Л. Л., Бачуріна Я. П., Браташ О. О., 2016)

На вибір прохідницького комбайна впливають: коефіцієнт міцності порід, співвідношення міцності шарів порід у площині вибою, розміри виробки (площа поперечного перерізу, довжина), кут її нахилу, вид застосовуваної енергії, категорія шахти по газовиділенню.

Характеристики основних прохідницьких комбайнів, що застосовуються на шахтах України, наведено у таблиці 2.1.

Для цілей цієї практичної роботи параметри технологічної схеми приймаються спрощено:

- спосіб кріплення – немеханізований, або – в разі вибору комбайнів, що оснащені монтажними маніпуляторами – з частковою механізацією встановлення;
- спосіб транспортування гірської маси – у підготовчих виробках стрічковими телескопічними прохідницькими конвеєрами, у капітальних горизонтальних виробках – складами вагонеток з навантаженням за допомогою прохідницьких перевантажувачів.

Використання інших способів кріплення, перевантаження та транспортування (за бажанням студента) не обмежується.

Таблиця 2.1 — Характеристики прохідницьких комбайнів

Комбайн	Мінімальна площа перетину (в світлі), кв. м.	Максимальна площа перетину (в проходженні), кв. м.	Діапазон кутів нахилу виробки	Максимальний опір порід одноосісному стискуванню, МПа	Максимальна міцність порід за шкалою Прогольконова	Максимально допустимий коефіцієнт прирічки порід максимальної міцності	Сумарна прирічка порід	Максимальна міцність порід для польової виробки	Абразивність порід, мг	Маса, т	Сумарна потужність двигунів, кВт	Продуктивність при максимальній міцності порід, куб.м/хв.	Максимальна продуктивність по вугіллю, куб.м/хв.
П-110	7	25	±12°	100	7	до 15%	до 50%	-	до 15	43	195	0,3	1,7
П-110-01	9	33	±12°	120	8	до 30%	до 100%	6	до 18	53	305	0,3	3
П-110-01М	9	35	±12°	120	8	до 30%	до 100%	6	до 18	51	325	0,3	3
П-110-04	10	30	±12°	120	8	до 30%	до 100%	6	до 18	51	195	0,3	1,8
КПА	13,5	21	±12°	70	5,5	до 15%	до 75%	-	до 15	75	480	н/д	н/д
КПБ110	11	25	±12°	100	7	до 15%	до 75%	-	до 16	51,6	210	н/д	н/д
КПЛ	7	20	±12°	80	6	до 15%	до 75%	-	до 15	30	202,5	н/д	н/д
КПД	11	30	±12°	100	7	до 15%	до 75%	-	до 15	40	163,5-205,5	н/д	н/д
КПН	9	25	±25°	100	7	до 15%	до 75%	-	до 15	45	210	н/д	н/д
КПР	6	18	±12°	80	6	до 15%	до 75%	-	до 16	27	148,5	н/д	н/д
КПУ	13	40	±12°	120	8	до 30%	до 85%	-	до 18	70	375	н/д	н/д
КСП-22	8	22	±12°	70	5	до 10%	до 50%	-	до 15	30	173,2	0,25	1,42
КСП-32(33)	10	33	±12°	100	7	до 15%	до 75%	-	до 15	45	200	0,3	н/д
КСП-35	10,5	35	±12°	80...100	7	до 15%	до 75%	-	до 15	52...55	250	0,3	1,8
КСП-42(43)	12,5	38	±12°	120	8	до 30%	до 100%	6	до 18	75	350/390	0,2	1,8
EBZ100	7	21	±18°	60	5	до 15%	до 50%	-	до 15	37,5	162,5	н/д	н/д
EBZ132	8	25	±18°	70	5,5	до 15%	до 75%	-	до 15	41,5	214,5	н/д	н/д
EBZ160	9	30	±18°	80	6	до 15%	до 75%	-	до 15	48	261	н/д	н/д
EBZ200	10	37	±18°	90	6,5	до 15%	до 75%	-	до 18	59	321	н/д	н/д

н/д - немає даних

Розрахунок технічно можливої швидкості проведення виробки для комбайнового способу проведення здійснюється за такою методикою.

1. Визначається час виймання гірської маси прохідницьким комбайном виборчої дії:

$$T_{komb} = 1,15 \cdot \frac{S_{pr} \cdot L_z}{R_{teh} \cdot K_M \cdot K_N}, \text{ хв.}, \quad (2.1)$$

де S_{pr} – площа виробки у проходженні, м²;

L_z – величина заходки комбайну, дорівнює шагу встановлення кріплення, м;

R_{teh} – технічна продуктивність комбайну виборчої дії, м³/хв.;

K_M – коефіцієнт, що враховує маневри комбайну (0,85...0,95);

K_N – коефіцієнт, що враховує надійність ланцюгу «комбайн-транспортний засіб» (0,75...0,85 – при застосуванні рейкового транспорту, 0,8...0,9 – при застосуванні скребкового конвеєру, 0,82...0,92 – при застосуванні стрічкового конвеєру).

Технічна продуктивність прохідницьких комбайнів визначається за емпіричною формулою:

$$R_{teh} = \frac{a}{f} + b, \text{ м}^3/\text{хв.}, \quad (2.2)$$

де f – середня міцність порід у забої за шкалою Протодьяконова;

a, b – емпіричні коефіцієнти згідно із таблицею 2.2 (визначено за даними виробників комбайнів щодо продуктивності при різних міцності порід):

Таблиця 2.2 – Параметри до визначення технічної продуктивності комбайнів

Прохідницький комбайн	a	b
КСП-21	3,61	-0,385
КСП-32	4,36	-0,375
КСП-35	5,58	-0,46
КСП-42	7,15	-0,69
П-110	4,19	-0,34
П-160	4,05	-0,43
П-220	12,9	-1,3

2. Визначається час навантаження гірської маси прохідницьким комбайном виборчої дії:

$$T_{r\text{комб}} = 0,8 \cdot S_{pr} \cdot L_z, \text{ хв.} \quad (2.3)$$

3. Визначаються витрати часу на забезпечення транспорту відбитої гірської маси, хв.:

$$T_T = \begin{cases} 0 & \text{— при застосуванні стрічкового конвеєру} \\ \frac{360}{L_p \cdot H_p \cdot N_p} & \text{— при застосуванні скребкового конвеєру} \\ \frac{S_{pr} \cdot K_p \cdot \left(\frac{L_v}{1} + \frac{L_v}{1,5} + \theta \right) \cdot L_z}{60 \cdot V_b \cdot N_b \cdot 0,9} & \text{— при застосуванні вагонеток} \end{cases} \quad (2.4)$$

де L_p — довжина риштака скребкового конвеєра, м;

H_p — норма виробки на нарощування скребкового конвеєра, м/люд.-вих.;

N_p — чисельність робітників, задіяних на нарощуванні скребкового конвеєра (2...4);

K_p — коефіцієнт розпушення гірської маси (1,4...1,6);

L_v — довжина відкатки вагонеток до розминовки або обмінного пристрою, м;

θ — час виконання обмінних операцій у призабійному просторі (150...200 с);

V_b — ємність вагонетки, м³;

N_b — кількість вагонеток, м³.

4. Визначаються витрати часу на встановлення кріплення за емпіричними формулами:

$$T_{nkr} = \begin{cases} 1,83 \cdot S_{pr} + 13,47 & \text{— при ручному встановленні,} \\ 1,05 \cdot S_{pr} + 16,92 & \text{— при частковій механізації кріплення,} \\ 23 & \text{— при повній механізації кріплення.} \end{cases} \quad (2.5)$$

Варіанти із частковою та повною механізацією встановлення кріплення попередньо узгоджуються із викладачем.

5. Розраховується технічно можлива змінна швидкість проведення виробки:

$$V_{sm} = \frac{360 - T_{pz} - T_{vidp} - 30}{T_{komb} + T_{rkomb} + T_T + T_{nkr}} \cdot L_z, \text{ м/зміну,} \quad (2.6)$$

де T_{pz} – приймання-здавання зміни, 10...15 хв.;

T_{vidp} - час на відпочинок, 20...30 хв.

6. Розраховується технічно можлива змінна швидкість проведення виробки:

$$V_{ms} = V_{sm} \cdot n_{sm} \cdot n_{rd}, \text{ м/місяць,} \quad (2.7)$$

де n_{rd} – кількість робочих днів в місяці;

n_{sm} – кількість прохідницьких змін за добу (стандартно – 3).

Загальні положення про застосування галузевих нормативів

Нормативи [7] розроблено для механізованого проведення виробок і є обов'язковими для усіх діючих вугільних шахт.

Базові значення нормативу визначаються згідно з таблицею 2.3.

При використанні нормативів (серед яких перераховані для виробок, що проводяться з виконанням спеціальних заходів для попередження раптових викидів вугілля, породи та газу) допускається застосування до них наступних поправочних коефіцієнтів, що враховують відхилення від номенклатурних гірничотехнічних умов:

при щільності встановлення кріплення 2 та більше рам на 1м – $K_1=0,9$;

при проведенні гірничих виробок прохідницькими комбайнами легкого типу з присічкою порід з коефіцієнтом міцності $f > 4$ – $K_2=0,9$;

при проведенні буровибуховим способом виробок, забої яких віднесені до небезпечних за метаном – $K_3=0,9$, до особливо небезпечних – $K_3=0,8$; при проведенні комбайновим способом виробок, забої яких віднесені до особливо небезпечних за метаном – $K_3=0,9$;

Таблиця 2.3 – Нормативи швидкості проведення підготовчих виробок при комбайновому способі проходки

Номенклатура гірничотехнічних умов	Нормативи швидкості проведення підготовчих виробок (м/міс) при площі поперечного перетину виробки у світлі до осадки				
	до 8 м ²	8,1-10 м ²	10,1-12 м ²	12,1-14 м ²	більше 14 м ²
1. Горизонтальні та похилі (до 10°) виробки, що проходяться вугіллям та породами з коефіцієнтом міцності до 2 (для комбайнів “легкого типу” – напр., КСП-21)	245 210	215 185	190 165		
2. Те ж, але проводяться змішаним забоем з присічкою до 50 % породи з коефіцієнтом міцності 2,1-4 (для комбайнів “легкого типу”)	210 190	185 170	165 145		
3. Те ж, але проводяться змішаним забоем з присічкою більше 50 % породи з коефіцієнтом міцності породи 2,1-4 (для комбайнів “легкого типу”)	190 165	170 150	145 130	120 105	
4. Те ж, але проводяться змішаним забоем з присічкою до 50 % породи з міцністю 4,1-6 (для комбайнів “середнього” та “важкого” типу – напр., П-110, П-220, КСП-32)		155 140	145 130	135 120	120 110
5. Те ж, але проводяться змішаним забоем з присічкою більше 50 % породи з міцністю 4,1-6 (для комбайнів “середнього” та “важкого” типу)		140 125	130 115	120 105	110 96
6. Нарізні виробки, що проводяться комбайнами типу КН	120 100				
Примітки: 1. У чисельнику вказано значення нормативу швидкості для горизонтальних та похилих виробок, що проводяться знизу вверх; у знаменнику – для похилих виробок, що проводяться зверху вниз.					

при проведенні виробок буровибуховим способом з порідним та змішаним забоем:

при $f = 6,1-8$ $K_4=0,9$

при $f = 8,1-10$ $K_4=0,8$

при $f > 10$ $K_4=0,75$

при проведенні виробок вхрест простягання – $K_5=0,85$;

при проведенні похилих виробок з кутом нахилу від $\pm 10^\circ$ до $\pm 16^\circ$ - $K_6=0,9$ та більше $\pm 16^\circ$ - $K_6=0,85$;

при вийманні вугілля відбійними молотками у підготовчих вибоях, де заборонено підривні роботи вугіллям – $K7=0,85$;

при виділенні води з підшви виробки – $K8=0,95$; при значному капіжі на робочого – $K8=0,85$;

при роздільному вийманні та транспортуванні вугілля та породи – $K9=0,85$;

за умов одночасного впливу декількох факторів величина загального поправочного коефіцієнту визначається шляхом перемноження окремих поправочних коефіцієнтів ($K1—K9$), але не нижче 0,65.

Якщо розраховане раніше значення технічно можливої швидкості проведення виробки комбайном виборчої дії перевищує нормативну швидкість більше ніж на 25%, то остаточно приймається швидкість на 25% вища від нормативу.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

Механічний розрахунок параметрів кріплення гірничої виробки

Мета: вивчення методики тривкісного розрахунку рамного металевого податливого кріплення.

Завдання:

1. Розрахувати напруження у екстремальних точках.
2. Скорегувати, якщо необхідно крок встановлення кріплення або типорозмір спецпрофілю.

📖: [8]

Аркове податливе кріплення у цілях спрощення розрахунку можна розглядати як трьохшарнірне.

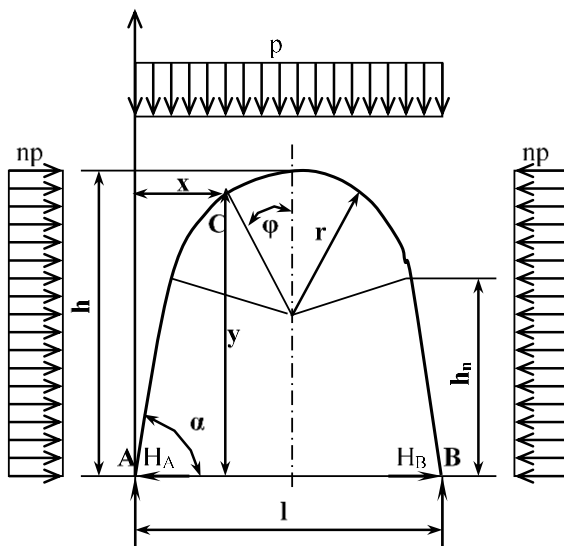


Рис. 2.1 – Схема до розрахунку трьохшарнірної арки

У опорних шарнірах А та В існують реакції:
вертикальна

$$R_A = R_B = \frac{pl}{2}, \quad (3.1)$$

та горизонтальна

$$H_A = H_B = \frac{np h}{2} - \frac{p r^2}{2h}, \quad (3.2)$$

де p - вертикальне розподілене навантаження на раму кріплення, Н/м;
 p_p - горизонтальне розподілене навантаження на кріплення, Н/м;
 h - висота арки у проходженні, м;
 r - радіус верхняка у проходженні, м; ($r=1,05r'$, r' - радіус верхняка у світлі, див. табл. 3.1):

$$p = \frac{Q_n k_n}{l}, \quad (3.3)$$

де Q_n - величина гірничого тиску, Н;
 k_n - коефіцієнт перевантаження, дорівнює 1,1-1,2;
 l - прольот арки у проходженні, м;

$$Q_n = \frac{l^2 \gamma L}{f}, \quad (3.4)$$

де γ - питома вага порід, Н/м³;
 L - крок встановлення кріплення, м;
 f - міцність порід за шкалою Протождяконова;

$$n \approx 0.0627 S_{CB}, \quad (3.5)$$

де S_{CB} - площа поперечного перетину виробки у світлі, м²;
 $L = 0,5-1,25$ м.

Перетини профілю з екстремальними напруженнями будуть при $\varphi_1=0$ та

$$\varphi_2 = \arccos \left(\frac{np h_{II} - H_A}{rp(1-n)} \right), \quad (3.6)$$

Згинальний момент на криволінійній ділянці у точці С з екстремальними напруженнями:

$$M_{\max} = (0,5lx - 0,5x^2 - 0,5ny^2) p + H_A y, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.7)$$

поздовжня сила:

$$N_{\max} = R_A \frac{x}{r} + \frac{H_A}{r} (y - h_{II}) + \frac{np(y - h_{II})}{r} - p \frac{x^2}{r}, \quad (3.8)$$

де

$$h_{II} = h - r, \quad x = 0.5l - r \sin \varphi; \quad y = h_{II} + r \cos \varphi. \quad (3.9)(3.10)(3.11)$$

Для трапецієподібного кріплення без стояків підсилення розрахунок здійснюється за наведеною нижче схемою.

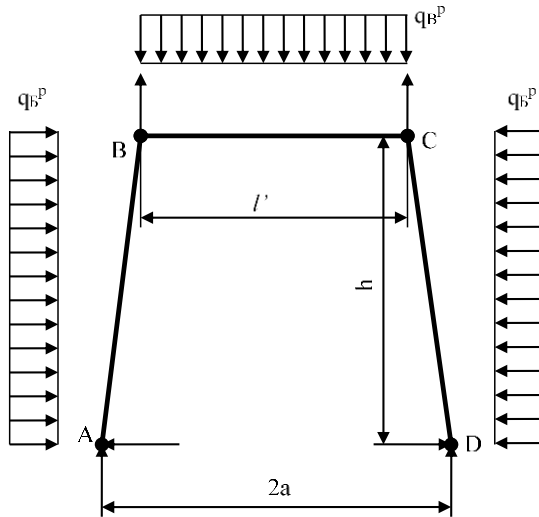


Рис. 2.2 – Розрахункова схема чотирьохшарнірної трапецієподібної рами:

q_B^p – вертикальне розрахункове навантаження на раму кріплення, Н/м;

q_b^p – бокове розрахункове навантаження на раму кріплення, Н/м;

$2a$ – ширина (проліт) виробки, м;

h – висота рами у проходженні, м;

l' – ширина виробки по верхняку, м.

Вертикальна реакція:

$$R_B = q_B^p a, \text{ Н}, \quad (3.12)$$

горизонтальна реакція:

$$R_r = \frac{1}{2} q_b^p h - \frac{q_B^p}{8h} (4a^2 - l'^2), \text{ Н}. \quad (3.13)$$

Зусилля у верхніх шарнірах:
вертикальне

$$R'_C = \frac{1}{2} q_B^p l', \text{ Н}, \quad (3.14)$$

горизонтальне

$$N_{\max} = R_F, \text{ Н}. \quad (3.15)$$

Максимальний момент вигину у верхняку:

$$M_{\max} = \frac{q_B^p l'^2}{8}, \text{ Н}\cdot\text{м}. \quad (3.16)$$

Поздовжні сили у довільному перетині верхняка визначаються за формулою (3.15).

Очевидно, що максимальні навантаження будуть спостерігатися у верхняку виробки, тому розрахунок для стояків не виконуємо.

Кріплення перевіряють на відповідність максимальних напружень у верхняку кріплення граничними значенням для матеріалу спецпрофілю:

$$\sigma_C \leq \sigma_{np, \max}, \quad (3.17)$$

$$\sigma_C = \frac{|M_{\max}|}{mW_x} + \frac{|N_{\max}|}{mF}, \quad (3.18)$$

де m - коефіцієнт умов роботи кріплення (для металевого $m = 0,7 \dots 0,9$);

W_x - момент опору кріплення, м^3 ;

F - площа поперечного перетину профілю, м^2 ;

σ_C - розраховане напруження у точці С, $\text{Н}/\text{м}^2$;

$\sigma_{np, \max}$ - граничне напруження для даного типу профілю, $\text{Н}/\text{м}^2$ (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Параметри спецпрофілів

Найменування та номер профілю	СВП17	СВП19	СВП22	СВП27	СВП33
$W_x, \text{м}^3 \cdot 10^6$	50,3	61,3	74,8	100,2	138,5
$F, \text{м}^2 \cdot 10^4$	21,73	24,44	27,91	34,37	42,5
$\sigma_{np, \max}, \text{Н}/\text{м}^2$	36Г2С: $800 \cdot 10^6$ Ст5: $(500-640) \cdot 10^6$				

Якщо $\sigma_C > \sigma_{\text{ПР. МАХ}}$

$$L' = \frac{\sigma_{\text{ПР.МАХ}} L}{\sigma_C}, \quad (3.19)$$

Якщо крок встановлення кріплення за формулою (3.19) менше 0,5 м, слід обрати більш важкий типорозмір спецпрофілю і повторити розрахунок за формулами (3.18)-(3.19).

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

Вивчення графіків організації робіт із проведення гірничої виробки

Мета: отримання навиків складання графіку організації робіт з проведення виробки.

Завдання: на підставі заданих параметрів технологічної схеми підготовчих робіт (надаються викладачем за варіантами) побудувати графік організації робіт.

Графіки організації робіт потрібно складати на основні нормовані процеси. Графік організації робіт визначає послідовність виконання робіт прохідницького циклу, яка забезпечує посування вибою за встановлений час на заплановану відстань (глибину заходки) та досягнення проектних техніко-економічних показників. Послідовність виконання робіт визначається їх технологією та наявними у певний момент часу трудовими ресурсами.

Виконання найбільш трудомістких робіт рекомендується планувати на початку зміни, якщо інше не визначено технологічною послідовністю виконання виробничих процесів та операцій.

Перерва планується приблизно посередині зміни, резервний час виділяється умовно – наприкінці зміни.

При побудові графіка організації робіт дозволяється використовувати маркування ліній процесів кольорами, а також позначення чисельності задіяних на виконанні процесів робітників як числами, так і відповідною кількістю ліній.

Витрати часу протягом прохідницького циклу (при комбайновій технології тривалість циклу дорівнює зміні) на виконання процесів, що нормуються, при їх послідовному виконанні розраховують за формулою:

$$t_i = \frac{\alpha b_i T_{3M}}{k_{II} n_i}, \quad (4.1)$$

де α - коефіцієнт, який враховує витрати часу на процеси, що нормуються, (заряджання, підривання, провітрювання, перерва для відпочинку, резерв часу);

n_i – кількість прохідників, зайнятих на виконанні даного процесу, люд.;

$$\alpha = (T_{II} - T_1)/T_{II}, \quad (4.2)$$

де $T_{ц}, T_1$ – відповідно тривалість прохідницького циклу та ненормованих витрат часу, хв:

$T_1 = t_{н. c} + t_{з. y} + t'_{н. y} + t_{з. п} + t'_{н. п} + t_p + t_n$ – при буровибуховій технології;

$T_1 = t_{н. c} + t_n + t_p$ – при комбайновій технології,

де $t_{н. c} = 10-15$ хв – час на прийняття-здавання зміни;

$t_{з. y}, t_{з. п}$ – тривалість заряджання шпурів по вугіллю та породі відповідно:

$$t_{з. y (п)} = N_{y (п)} t_{ш} / n_з, \quad (4.3)$$

де $N_{y (п)}$ – кількість шпурів по вугіллю (породі), шт.;

$t_{ш} = 3-5$ хв – тривалість заряджання одного шпуру;

$n_з$ – кількість заряджаючих;

$t'_{н. y}, t'_{н. п}$ – тривалість провітрювання після підривання вугільного та породного забою відповідно, 15...30 хв;

t_p – резервний час, до 30 хв;

t_n – перерва для відпочинку, 15-30 хв.

Витрати часу на виконання процесів, що нормуються, при частковому та повному сполученні процесів визначають у людино-годинах за формулою (4.1), не підставляючи кількість прохідників n_i .

Розстановка прохідників при будівництві графіку організації робіт передбачається така, щоб витрати людино-годин за графіком збігалися з розрахованими, а найбільш кваліфіковані робітники були зайняті виконанням самих складних та механізованих процесів. Крім того, заряджання, підривання та провітрювання забою виконувалось між змінами, якщо це можливо.

Звичайно з частковим або повним сполученням виконуються роботи по зведенню постійного кріплення. Перевірка розрахунку часу на кріплення є втому, щоб додержувалась рівність:

$$t'_{кр} \approx \sum t_{i кр} n_{i кр}, \quad (4.4)$$

де $t'_{кр}$ – кількість людино-годин, що витрачаються на кріплення виробки;

$t_{i кр}$ – час i -ї ділянки графіку, на якій працює $n_{i кр}$ прохідників (кріпильників), годин.

Розрахунок $\sum t_{i кр} n_{i кр}$ можна виконувати до складання або у процесі складання графіку організації робіт. У першому випадку спочатку визначається час несполученого кріплення $t_{н. кр}$, де працюють усі прохідники:

$$t_{н. кр} = T_{ц} - T_1 - t_{б. y} - t_{п. y} - t_{б. п} - t_{п. п} \text{ – при буровибуховій технології; } \quad (4.5)$$

$$t_{н. кр} = T_{ц} - T_1 - t_b - t_{п. п} \text{ – при комбайновій технології, } \quad (4.6)$$

де $t_{\delta, y}$, $t_{\delta, п}$ – тривалість буріння шпурів по вугіллю та породі відповідно, хв;

$t_{п, y}$, $t_{п, п}$ – тривалість навантаження вугілля та породі відповідно, хв;

$t_{в}$ – тривалість виймання гірничої маси комбайном, хв;

$t_{н, п}$ – тривалість настилення рейкового шляху, хв.

Тривалість сполученого кріплення (вважаємо, що при буровибуховій технології кріплення сполучується з бурінням шпурів, а при комбайновій – з настиленням рейкового шляху та вийманням гірничої маси):

$$t_{с, кр} = t_{\delta, y} + t_{\delta, п} + t_{п, п} + t_{к, к} - \text{при буровибуховій технології}; \quad (4.7)$$

$$t_{с, кр} = (t_{в} - t_{к, к}) + t_{н, п} - \text{при комбайновій технології}, \quad (4.8)$$

де $t_{к, к}$ – тривалість кріплення водовідливної канавки, хв.

Час кріплення за графіком (фактичний):

$$t_{кр} = t_{н, кр} + t_{с, кр}. \quad (4.9)$$

Робота комбайна та обмін вагонеток виконуються послідовно, а обслуговування комбайну паралельно з ними, тому:

$$t_{в} = t_{р, к} + t_{з, в}, \quad (4.10)$$

де $t_{р, к}$ – тривалість роботи комбайна, хв;

$t_{з, в}$ – тривалість обміну вагонеток, хв; можна визначити за формулою:

$$t_{з, в} = \frac{v_{см} S_{ПП} K_p \left(l/v_{зр} + l/v_{нор} + \Theta \right)}{3600 V_{CT}} \quad (4.11)$$

Час роботи комбайну:

$$t_{р, к} = t_{в} - t_{з, в}. \quad (4.12)$$

Якщо транспорт гірничої маси відбувається за допомогою конвеєра, то $t_{р, к} = t_{в}$.

Для встановлення рами тільки з затягуванням покрівлі, необхідно, щоб комбайн працював з перервами, кількість яких дорівнює кількості рам, що встановлюються; а тривалість 15-30 хвилин при 3-6 прохідниках.

Таким чином, час роботи комбайну та обміну вагонеток між заходками на раму буде дорівнювати:

$$t'_{р, к} = \frac{t_{р, к}}{n_{пер}} \quad t'_{з, в} = \frac{t_{з, в}}{n_{пер}} \quad (4.13)$$

Приклади побудови графіків організації робіт представлено на рисунках 4.1 та 4.2:



Рисунок 4.1 – Приклад графіку організації робіт при буровибуховій технології проведення виробки

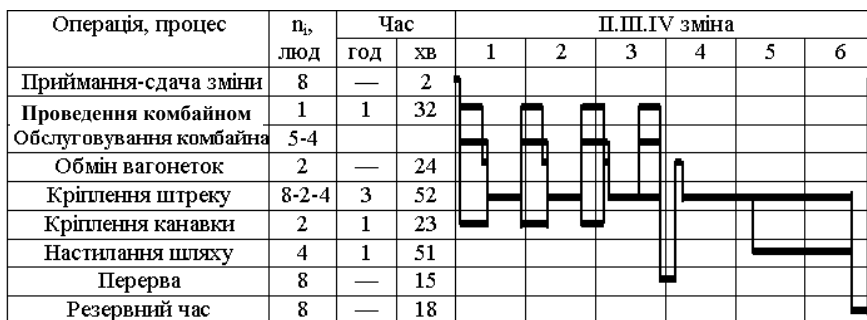


Рисунок 4.2 – Приклад графіку організації робіт при комбайновій технології проведення виробки

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

Вивчення гірничотехнічної класифікації порід покрівлі та підшви пласта

Мета: вивчити гірничотехнічну класифікацію бокових порід вугільних пластів (основної та безпосередньої покрівлі, безпосередньої підшви) ДонВУГІ, її застосування для обґрунтування параметрів технологічних схем очисних робіт, управління покрівлею.

Завдання: Для заданих гірничотехнічних умов визначити категорії бокових порід вугільного пласта за класифікацією ДонВУГІ, сформулювати відповідні рекомендації щодо способу управління покрівлею, типу паспорта кріплення, заходів щодо підвищення стійкості нижнього шару покрівлі та верхнього шару підшви пласта.

: [9—11]

Класифікація бокових порід вугільних пластів ДонВУГІ [9] застосовується при розробці паспортів виїмкових дільниць вугільних шахт (вимога Правил технічної експлуатації шахт [10]). Відповідно до цієї класифікації породи, що вміщують пласт, характеризуються наступними властивостями (див. таблицю 5.1, таблиці 2.1—2.3 у [11]): обвалюваність (керованість) масиву порід над пластом (умовне позначення категорій — А); стійкість нижнього шару покрівлі (умовне позначення категорії — Б); стійкість безпосередньої підшви (умовне позначення категорії — П).

В якості основних критеріїв виділення категорій порід в цій класифікації прийняті технологічні ознаки, що встановлені за досвідом роботи лав у аналогічних умовах, та геомеханічні критерії.

Технологічні схеми і параметри цих схем, які відповідають певним класифікаційним категоріям, наведені у галузевому стандарті [9].

Повну характеристику класу порід, що вміщують пласт, записують як сполучення трьох категорій: $A_i B_j P_k$.

Можливою також є більш глибока деталізація характеристики умов. Наприклад:

A_{2-3} — масив порід середньої обвалюваності з епізодичними проявами деяких властивостей важкообвалюваного масиву;

Таблиця 5.1 — Класифікація бокових порід вугільних пластів

Обвалюваність масиву порід покрівлі		
Категорія	Геомеханічні критерії	Технологічна характеристика
A ₁	$\alpha_1 = 0,04$; $K_1 \leq 15 \%$; $Ш_0 \leq 10 \text{ м}$; $Ш_{II}$ – не виявляється	Легкообвалювані породи – масив порід з шарів аргіліту, сланців, вуглистих прошапків, алевролітів, шаруватих пісковиків, що чергуються ($f_{cp} \leq 4$), які здатні регулярно обвалюватись у виробленому просторі, починаючи від розрізної печі (при управлінні покрівлею способом повного обвалення), поступово утворюючи всі зони зрушення порід. При таких масивах характер зсування порід по ширині призабійного простору, а відповідно і характер навантаження кріплення приблизно рівномірний. Характер прояву періодичних осадок масиву – спокійний, зовні непомітний. Середня відносна величина прирощення опускання покрівлі на 1 м ширини призабійного простору складає $\approx 0,04$ від потужності пласта (коефіцієнт варіації $< 15\%$). В лавах з покрівлями A₁ можливе застосування всіх типів мехкріплення (в тому числі найлегших). При індивідуальних засобах кріплення нового технічного рівня використовуються безорганні технологічні схеми управління покрівлею повним обваленням. При дерев'яному кріпленні необхідне підсилення посадочного ряду органомним кріпленням.
A ₂	$\alpha_2 = 0,025$; $15\% < K_2 \leq 30\%$; $Ш_0 \leq 25 \text{ м}$; $Ш_{II} \leq 15 \text{ м}$	Породи середньої обвалюваності – представлені, як правило, масивом міцних сланців, алевролітів, пісковиків, вапняків, що чергуються ($4 < f_{cp} = 6$), схильних до зависання в будь-якій з зон зрушення порід над виробленим простором при управлінні покрівлею повним обваленням (нерегулярне обвалення з періодичними посадками покрівлі різної інтенсивності, з яких особливо небезпечна – перша). Характер зміщення покрівлі цієї категорії в призабійному просторі лави в міру її просування менш

		рівномірний. В лавах з покрівлями цієї категорії повинні використовуватись мехкріплення нового технічного рівня з високим початковим і робочим опором. При використанні індивідуального кріплення нового технічного рівня рекомендується посилення останнього ряду однотипними стояками, а при відході від розрізної печі додаткові заходи (посилення останнього ряду кріплення другим стояком, викладка бутових смуг або бутоклітей, примусове штучне обвалення покрівлі тощо).
А₃	$\alpha_3 = 0,015$; $30\% < K_3 \leq 50\%$; $25 \text{ м} < Ш_0 \leq 50 \text{ м}$; $15 \text{ м} < Ш_{\Pi} \leq 30 \text{ м}$	Важкообвалювані породи – представлені зазвичай доволі однорідним масивом міцних алевролітів, сланців, пісковиків, вапняків ($6 < f_{cp} < 10$), за яких управління покрівлею способом повного обвалення супроводжується періодичними інтенсивними посадками шарів, що зависають на великих площах і створюють аварійні ситуації в призабійному просторі (руйнування кріплення, завали призабійного простору, повітряні удари тощо). При таких породах у лавах можуть використовуватись лише мехкріплення важкого типу (напр., 2КД90Т, 3КД90Т), або управління покрівлею частковим обваленням чи частковою закладкою. Штучне руйнування таких порід дозволяє застосувати спосіб управління покрівлею повним обваленням, як при категорії А₂. Для запобігання повітряним ударам при посадках покрівлі застосовується викладка клітей-демпферів.
А₄	$\alpha_4 = 0,015$; $K_4 > 50 \%$; $Ш_0 > 50 \text{ м}$; $Ш_{\Pi} > 30 \text{ м}$	Дуже важкообвалювані породи – представлені здебільшого однорідним масивом монолітних пісковиків, вапняків або сланців ($f_{cp} > 10$). При таких породах управління покрівлею повним обваленням виключено. Часткове обвалення і часткова закладка економічно недоцільні через високу трудомісткість робіт з буріння. Рекомендується повна закладка виробленого простору або залишення в межах виробленого простору міжблокових ціликів (подібно до камерно-стовпової системи розробки). Застосування способу управління покрівлею повним обваленням в таких умовах є можливим при здійсненні постійного розміцнення важкообвалюваних порід.

A₄¹	$\alpha = 0,05$; $K_4 < 15\%$; $10\text{ м} < \text{Ш}_{\text{сх}} < 30\text{ м}$;	Породи, схильні до плавного прогину ($6 \leq f_{\text{ср}} < 12$) – представлені, як правило, вапняками або сланцями (рідше пісковиками), що добре прогинаються. Управляються способом плавного опускання покрівлі при потужності пласта вугілля до 0,7 м (іноді до 1 м) і підшві, що здимається. В таких умовах часто характер поведінки порід у привибійному просторі лав проявляється в режимі плавного сходження покрівлі із підшвою на відстані від вибою 15—20 м. Якщо між пластом вугілля і шаром, що плавно прогинається, є шар легкообвалюваних порід невеликої потужності, то характер зближення порід ще більш плавний і рівномірний. Кріплення може прийматись на рівні A₁.
Стійкість нижнього шару покрівлі		
Б₁	$B = 0,01 \dots 0,2\text{ м}$; $\Gamma = 0,05-0,1\text{ м}$; $D = 0$	Дуже нестійкі породи, що представлені найчастіше шаром вуглисто-глинистого аргіліту або сланця ($f < 2$), з характерними площинами послаблення, що обвалюються разом з вугіллям, яке виймається (“хибна” покрівля). Підтримання такого шару в межах призабійного простору можливо лише іноді за умови залишення підкровоельної пачки вугілля, якщо така має достатню стійкість (на рівні Б₃ та вище)
Б₂	$B = 0,05 \dots 0,3\text{ м}$; $\Gamma = 0,1-0,4\text{ м}$; $D \rightarrow 0$	Нестійкі породи, представлені найчастіше тонким шаром тріщинуватого, неміцного ($2 < f \leq 3$) вуглисто-глинистого, глинистого або піщано-глинистого сланцю (аргіліту, алевроліту), рідше – пісковика або вапняку, що не здатні утворювати стійкого оголення, але до них можна використати штучні методи підвищення їх стійкості, принаймні до рівня наступної категорії (Б₂³). Для підвищення стійкості нижнього шару покрівлі рекомендується застосовувати нагнітання хімічних розчинів, хімічне або механічне анкерування, випереджальне штапгове кріплення. Після підвищення стійкості необхідно застосовувати затягування

		покрівлі ґратками або деревом врозбивку, як для порід категорії Б ₃ . Через високу трудомісткість і вартість робіт з підвищення стійкості нижнього шару ці заходи доцільно застосовувати при локальному характері розповсюдження таких порід. В іншому випадку слід застосовувати або роздільне виймання породи і вугілля, або присічку покрівлі. Механізовані кріплення, які взаємодіють з породами цієї категорії, повинні мати коефіцієнт зтягування покрівлі 0,9 та більше.
Б₃	$B = 0,1 \dots 0,5 \text{ м};$ $\Gamma = 0,3-0,6 \text{ м};$ $D \leq 2 \text{ м}$	Малостійкі породи , представлені зазвичай шаром сланців, рідше - пісковика або вапняку ($3 < f \leq 5$), які здатні утворювати відносно стійкі оголення на невеликих площах. Допускається застосування мехкріплень з коефіцієнтом зтягування покрівлі 0,8 та більше.
Б₄	$B = 0,2 \dots 0,7 \text{ м};$ $\Gamma = 0,5-1,0 \text{ м};$ $D \leq 5 \text{ м}$	Породи середньої стійкості , що представлені, як правило, шаром міцного ($5 < f \leq 7$) сланцю або пісковика, рідше – вапняку, які утворюють стійкі оголення у призабійному просторі. При породах покрівлі такої стійкості можуть використовуватися мехкріплення з коефіцієнтом зтягування покрівлі менше 0,8.
Б₅	$B = 0,5 \dots 2,0 \text{ м};$ $\Gamma > 1,0 \text{ м};$ $D > 5 \text{ м}$	Стійкі покрівлі , представлені майже завжди монолітним шаром міцного ($f > 7$) пісковика, вапняку, рідше піщаного сланцю. Допускається застосування будь-яких механізованих кріплень.
Стійкість верхнього шару підшви		
П₁	$\sigma_{вд} \leq 1,0 \text{ МПа}$	Дуже нестійкі породи , представлені, як правило, неміцними сланцями “кучерявої” текстури з дзеркалами сковазання, що руйнуються при взаємодії з технологічними засобами видобування та транспортування вугілля (“хибна” підшва). Такі породи не можуть бути опорою для технологічних засобів і мають вийматися при вийманні вугілля спільно з ним або селективно.

П₂	$1,0 < \sigma_{вд} \leq 2,5$ МПа	Малостійкі породи , представлені зазвичай сланцями, рідше пісковиками “кучерявої” текстури, які не руйнуються при взаємодії з технологічними засобами при вийманні вугілля, але не можуть бути надійною опорою для секцій і стояків кріплення, які вдавлюються в ці породи або відразу при розпорі, або в процесі підтримання покрівлі. Для запобігання вдавлювання кріплення рекомендується застосування розширювачів опор секцій.
П₃	$\sigma_{вд} > 2,5$ МПа	Стійкі породи , представлені однорідним масивом із сланців або пісковиків, при яких нема ускладнень із застосуванням засобів кріплення і управління покрівлею. Засоби кріплення використовуються із звичайними серійними опорами.

Позначення геомеханічних критеріїв в таблиці:

α – середня відносна величина прирощення опускання покрівлі на 1 м ширини призабійного простору;

K – коефіцієнт варіації параметра α ;

Π_0 – крок первинної посадки покрівлі, м;

Π_n – крок наступних посадок покрівлі, м;

$\Pi_{сх}$ – крок сходження бокових порід, м;

B – товщина нижнього шару безпосередньої покрівлі, м;

Γ – відстань між тріщинами у нижньому шарі безпосередньої покрівлі, м;

D – величина стійкого кроку зависання нижнього шару безпосередньої покрівлі у виробленому просторі після вилучення кріплення, м;

$\sigma_{вд}$ – опір верхнього шару підосви вдавлюванню, МПа.

A_{3-2} – масив важкообвалюваних порід, що дозволяє здійснювати управління покрівлею повним обваленням із заходами, що знижують інтенсивність посадок;

A_{3-4} – в межах виймальної ділянки при зменшенні товщини пласта або висоти виробленого простору масив важкообвалюваних порід поводить себе, як масив порід, схильних до плавного прогину;

$(B_1)_4$ – нижній шар вельми нестійких порід не підтримується, кріплення встановлюється під наступний шар порід середньої стійкості (B_4);

B_1^3 , B_2^3 , B_{2-3}^3 – штучне підвищення стійкості нижнього шару до категорії B_3 за рахунок залишення пачки вугілля або шляхом хімічного зміцнення;

B_{3-4} – категорія малостійких порід нижнього шару за властивостями (товщина шару, відстань між тріщинами), близька до середньостійкої, для підтримання їх на окремих ділянках або стадіях необхідне затягування покрівлі виробку;

B_{4-3} – категорія порід середньої стійкості, за властивостями близька до малостійкої, при заляганні таких порід у нижньому шарі можна забезпечити їх підтримання на окремих ділянках за рахунок скорочення відстані між рамками без затягування покрівлі;

Π_{2-3} – підшва середньої стійкості, за якої можна досягти надійної взаємодії кріплення з нею без вдавлювання секцій (стояків) у підшву при виконанні деяких заходів (наприклад, забезпечення достатньо високої швидкості осушення забою, дренаж води тощо).

ПРАКТИЧНІ РОБОТИ № 6—8

Практичні роботи 6-8 виконуються за методикою, наведеною у Практикумі [11] (роботи 3, 4, 6).

6. Визначення швидкості подачі та теоретичної продуктивності очисного комбайну

Мета: практичне освоєння методики визначення швидкості подачі та теоретичної продуктивності очисного комбайна і аналіз отриманих результатів.

Завдання: ознайомитися із методикою визначення швидкості подачі та теоретичної продуктивності очисного комбайна та виконати розрахунки відповідно до варіантів завдань, які надаються викладачем.

Для вихідних даних, наданих викладачем, або за варіантами з роботи 3 [11], встановити:

- швидкість подачі комбайна;
- швидкість кріплення очисного забою;
- теоретичну продуктивність комбайна за швидкістю подачі комбайна та швидкістю кріплення.

7. Визначення раціональних технічних і технологічних параметрів стругових установок

Мета: практичне освоєння методики визначення раціональних технічних і технологічних параметрів стругових установок (висоти і швидкості руху струга, швидкості руху ланцюгу скребкового конвеєра, товщини стружки і теоретичної продуктивності стругової установки) для конкретних гірничо-геологічних характеристик вугільних пластів.

Завдання: ознайомитися із методикою визначення раціональних технічних і технологічних параметрів стругових установок та виконати розрахунки відповідно до варіантів завдань, які надаються викладачем.

Для вихідних даних, наданих викладачем, або за варіантами з роботи 4 [11], встановити:

- теоретичну продуктивність стругової установки;
- швидкість руху струга та скребкового ланцюгу конвеєра;
- висоту струга та відповідну товщину стружки.

8. Вибір типу та типорозміру механізованого комплексу

Мета: практичне освоєння методики вибору типу і типорозміру механізованого комплексу для конкретних гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов виймальної ділянки.

Завдання: ознайомитися із методикою вибору типу і типорозміру механізованого комплексу та виконати розрахунки відповідно до варіантів завдань, які надаються викладачем.

Для вихідних даних, наданих викладачем, або за варіантами з роботи 6 [11], вибрати:

- тип і типорозмір механізованого комплексу, придатного для використання у заданих умовах;
- ознайомитися із зразками технологічних схем очисних робіт із використанням вибраного комплексу (надаються викладачем).

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила безпеки під час поводження з вибуховими матеріалами промислового призначення (НПАОП 0.00-1.66-13). URL: <http://zakon.rada.gov.ua/rada/show/z1127-13#n15>
2. Правила безпеки у вугільних шахтах (НПАОП 10.0-1.01-10). URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0398-10>
3. Правила технічної експлуатації вугільних шахт (СОУ 10.1-00185790-002-2005). — [Чинний від 2007—01—01]. — К.: Мінвуглепром України, 2006. — 353 с.
4. Буровибухові роботи. Практикум : підручник для ВНЗ / В. В. Соболев, І. І. Усик, Р. М. Терещук. Нац. гірн. ун-т. — Д. : НГУ, 2014. — 176 с.
5. Руйнування гірських порід вибухом: підруч. для ВНЗ / М. Р. Шевцов [та ін.]. — 4-е вид., переробл. і допов. — Донецьк : Лебідь, 2003. — 272 с.
6. Кравець В.Г. Руйнування гірських порід вибухом: навч. посібник / В.Г. Кравець, В.В. Коробійчук, О.А. Зубченко. — Житомир : ЖДТУ, 2012. — 328 с.
7. СОУ 05.1.00185790.018:2012 Нормативи навантаження на очисні забої та швидкості проведення підготовчих виробок на шахтах [Нормативы нагрузки на очистные забои и скорости проведения подготовительных выработок на шахтах]. — Донецьк: ДП ДонВУГІ, 2007. — 40 с.
8. Гелескул М. Н., Каретников В. Н. Справочник по креплению капитальных горных выработок. — М.: Недра, 1988. — 479 с.
9. СОУ-П 10.1.00185790-020:2012 «Управління покрівлею і кріплення в очисних вибоях на вугільних пластах з кутом падіння до 35°. Керівництво».
10. СОУ 10.1-00185790-002-2005 "Правила технічної експлуатації вугільних шахт". — Київ : Мінвуглепром України, 2006. — 354 с.
11. Практикум по курсу «Процеси підземних гірничих робіт» для студентів спеціальності 7.090301.02 всіх форм навчання / під ред. д.т.н., проф. Ярембаша І. Ф., вид. 2-е, доповнене. — Донецьк: ДонНТУ, 2004. — 118 с.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні рекомендації до практичних робіт з дисципліни «Бурови-бухові роботи» для студентів спеціальності 184 «Гірництво» / В. М. Куперубов, Я. П. Бачуріна, Л. Л. Бачурін. – Покровськ: Індустріальний інститут ДонНТУ, 2019. – 60 с.
2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія спорудження гірничих виробок» (для студентів напряму підготовки 6.050301 «Гірництво») / Л. Л. Бачурін, Я. П. Бачуріна, О. О. Браташ. – Покровськ: КП ДонНТУ, 2016. – 25 с.
3. Методичні вказівки для практичних робіт з дисципліни «Технологія спорудження гірничих виробок» для студентів напряму підготовки 6.050301 «Гірництво» (спеціальності 184 «Гірництво») / Укл.: Л. Л. Бачурін, Я. П. Бачуріна, О. О. Браташ, О. О. Ісаєнков, Ю. О. Юсипук. – Покровськ: Індустріальний інститут ДонНТУ, 2017. – с. 59.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
Практична робота № 1.....	4
Розрахунок параметрів паспорту буровибухових робіт	4
Практична робота № 2.....	10
Вибір прохідницького обладнання і розрахунок швидкості проведення виробки комбайном.....	10
Практична робота № 3.....	17
Механічний розрахунок параметрів кріплення гірничої виробки	17
Практична робота № 4.....	22
Вивчення графіків організації робіт із проведення гірничої виробки	22
Практична робота № 5.....	26
Вивчення гірничотехнічної класифікації порід покрівлі та підосви пласта	26
Практичні роботи № 6—8	33
6. Визначення швидкості подачі та теоретичної продуктивності очисного комбайну	
7. Визначення раціональних технічних і технологічних параметрів стругових установок	
8. Вибір типу та типорозміру механізованого комплексу	
Список рекомендованої літератури	35
Список використаних джерел	36

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для практичних робіт з дисципліни
«ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ВИДОБУВНИХ ТА ПІДГОТОВЧИХ РОБІТ»
для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» (освітня програма «Гірничі машини та комплекси»)

Укладачі:

Леонід Леонідович Бачурін
Ярослава Павлівна Бачуріна

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
85300, м. Покровськ, пл. Незалежності, 2 / 43012, м. Луцьк, вул. Потебні, 56

Формат 60×84 1/16. Ум. друк. арк. 3,7.
Електронне видання.