



---


ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

---

**ТЕХНОЛОГІЯ ВІДКРИТОЇ РОЗРОБКИ  
РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН**

**методичні рекомендації  
до виконання практичних робіт**

Запоріжжя 2025



УДК 622.2(072)  
Т38

Рекомендовано Науково-методичною радою  
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»  
(протокол № 7 від 30.05.2025 р)

**Укладачі:**

Григор'єв І.Є., канд. техн. наук, доцент,  
Григор'єв Ю.І., канд. техн. наук, доцент

**Рецензент:**

Луценко С.О., канд. техн. наук, доцент

Т38 Технологія відкритої розробки родовищ корисних копалин : методичні рекомендації до виконання практичних робіт / уклад.: І. Є. Григор'єв, Ю. І. Григор'єв. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2025. 33 с.

У методичних рекомендаціях наведено пояснення та поради щодо порядку виконання практичних занять, вимоги до оформлення, критерії оцінювання, перелік рекомендованої літератури.

УДК 622.2(072)

© ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2025



## ЗМІСТ

Вступ.....	4
Практична робота 1.....	5
Практична робота 2.....	9
Практична робота 3.....	13
Практична робота 4.....	16
Практична робота 5.....	20
Практична робота 6.....	22
Критерії оцінювання роботи на практичному занятті .....	27
Рекомендовані джерела .....	28
Додаток А.....	29
Додаток Б.....	31
Додаток В.....	32



## ВСТУП

У даних рекомендаціях подано короткі теоретичні відомості, детальний алгоритм виконання і варіанти індивідуальних завдань до кожної з 6 практичних робіт.

Кожна із запропонованих до виконання практичних робіт має 15 варіантів завдання (додаток А). Студент обирає завдання відповідно до його позиції в списку академічної групи. Практичні роботи виконуються кожним студентом самостійно.

Перед виконанням практичного завдання здобувачу необхідно повторити відповідні розділи теоретичного курсу згідно з лекційними записами та навчальною літературою. Основні теоретичні відомості стануть при цьому в нагоді.

Належним чином оформлений та завантажений в Moodle у відповідному місці звіт є документом, що підтверджує виконання студентом практичної роботи.

Зміст звіту з практичної роботи:

- титульний аркуш, оформлений у відповідності до додатку Б;
- завдання на практичну роботу;
- вихідні дані за варіантом;
- результати обчислень з необхідними поясненнями;
- схеми та графіки, побудову яких вимагають умови завдання;
- висновки.

За 20 хвилин до закінчення заняття здобувач(ка) має представити викладачу результати практичної роботи, за необхідності внести виправлення та отримати бали за роботу. Оцінка за роботу на практичному занятті оголошується наприкінці заняття і може бути оскаржена відразу ж. Критерії оцінювання роботи на практичному занятті доводяться до відома здобувачів викладачем на першому практичному занятті.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА 1

### ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ РОЗКРИВНИХ ВИРОБОК

#### Основні теоретичні відомості

*Розкриття родовища* – проведення гірничих виробок, що відкривають доступ з поверхні до покладів корисних копалин у надрах.

*Розкривні виробки* – на відкритих гірничих розробках основними розкривними виробками є *траншеї*, рідше застосовуються канави та напівтраншеї.

*Траншея* – відкрита гірнична виробка трапецієвидного перетину і значної довжини.

*Капітальна (в'їзна) траншея* – відкрита похила гірнична виробка, призначена для забезпечення вантажотранспортного зв'язку поверхні з робочими горизонтами.

*Розрізна траншея* – горизонтальна траншея, призначена для створення початкового фронту робіт на уступі. Є продовженням капітальної.

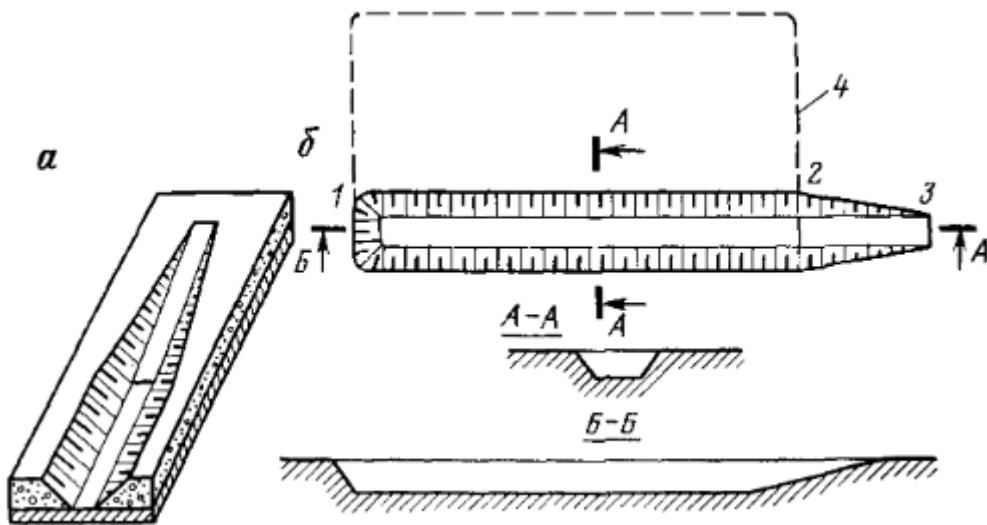


Рис.1 – Відкриті гірничі виробки: а – ізометрія капітальної та розрізної траншей; б – план та поздовжній розріз капітальної та розрізної траншей; 1-2 – розрізна траншея; 2-3 – капітальна траншея; 4 – контур кар'єрного поля

*Основні параметри траншеї* – ширина основи, глибина, поперечний ухил (для капітальних траншей), кут укошу бортів траншеї, довжина та об'єм.

*Глибина траншеї* – для розрізних траншей відповідає висоті уступу горизонту, що розкривається. Для капітальних траншей є величиною непостійною, а зростаючою по мірі збільшення довжини траншеї.

*Ширина дна (основи) траншеї* - залежить від багатьох параметрів, таких як: спосіб проходки траншеї, тип обладнання, яке застосовується, спосіб навантаження породи у транспортні засоби тощо.

*Ухил траншеї* – залежить від виду транспорту, який буде застосовуватись в кар'єрі. Залізничний транспорт вимагає більш м'яких ухилів (25-80‰), автомобільний транспорт дозволяє приймати більш круті ухили (70-120‰ і більше).

*Довжина траншеї* – для капітальних траншей визначається їх глибиною та поперечним ухилом, для розрізних траншей залежить від розмірів кар'єрного поля та умов залягання родовища.

*Куту укосу бортів траншеї* – як правило відповідають кутам укосів робочих уступів.

### Завдання на практичну роботу

За наведеним нижче **алгоритмом**, використовуючи дані варіанту з додатку А:

1. Визначити довжину похилої траншеї глибиною  $H$  та при ухилі  $i$ . Розрахувати об'єм простої похилої траншеї. Виконати схематичне креслення із зазначенням всіх елементів траншеї.
2. Розрахувати об'єм розрізної траншеї. Виконати схематичне креслення із зазначенням всіх елементів траншеї.
3. Встановити залежність довжини траншеї від її глибини, а також від її ухилу. Побудувати графіки.
4. Встановити залежність об'єму розрізної траншеї від кута нахилу її бортів. Побудувати графік.

**Довжина похилої (в'їздної) траншеї** визначається за формулою:

$$L_{TP.B.} = \frac{H_{TP}}{i} \times 1000, \quad (1)$$

де  $H_{TP}$  - глибина траншеї, м;  $i$  - ухил траншеї, ‰

**Об'єм простої похилої траншеї** розраховується так: об'єм простої капітальної траншеї можна представити як суму об'ємів призми ( $V_1$ ) та об'ємів двох пірамід ( $V_2$ ):  $V_{TP.B.} = V_1 + 2V_2$ ,

Об'єм призми:

$$V_1 = L_{TP.B.} \times H_{TP} \times b, \text{ м}^3, \quad (2)$$

де  $L_{TP.B.}$ ;  $H_{TP}$ ;  $b$  - довжина, глибина та ширина дна траншеї відповідно, м.

Об'єм піраміди:

$$V_2 = \frac{1}{3} \times S \times L_{TP.B.}, \text{ м}^3, \quad (3)$$

де  $S$  - площа прямокутного трикутника,  $\text{м}^2$ , яка визначається за формулою:

$$S = \frac{1}{2} \times x \times H_{TP}, \text{ м}^2 \quad (4)$$

де  $x$  - ширина закладання траншеї, м, яка в цьому трикутнику виступає

прилеглим катетом. Тоді  $S = \frac{1}{2} \times H_{TP} \times ctg\alpha \times H_{TP} = \frac{1}{2} \times H_{TP}^2 \times ctg\alpha$ .

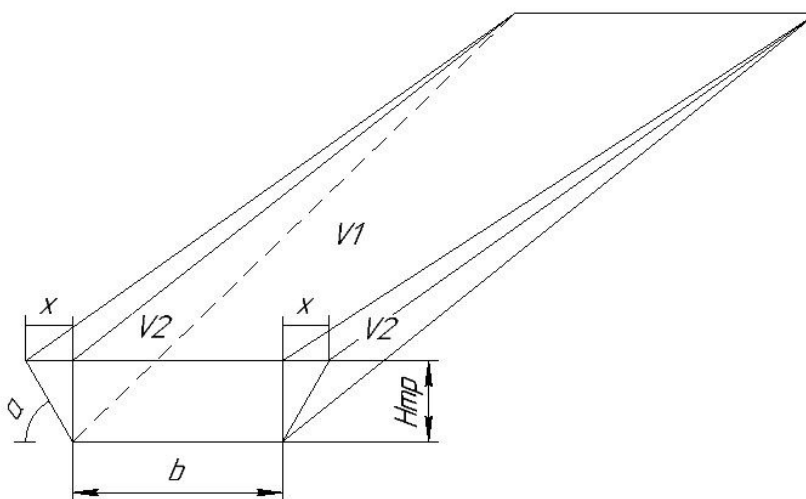


Рис.2 – В'їзна (похила) траншея

**Об'єм розрізної траншеї** розраховується як об'єм призми, в основі якої лежить трапеція:

$$V_{TP.P.} = S_T \times L_{TP.P.}, \text{ м}^3 \quad (5)$$

де  $S_T$  - площа трапеції,  $\text{м}^2$ ;  $L_{TP.P.}$  - довжина розрізної траншеї, м.

Площа трапеції визначається за формулою:

$$S_T = \frac{c+b}{2} \times H_{TP}, \text{ м}^2 \quad (6)$$

де  $c$  - верхня основа трапеції, м  $c = b + 2x$ , де  $b$  - ширина дна траншеї, м;  $x$  - ширина закладання траншеї, м;  $H_{TP}$  - глибина траншеї, м.

**Залежність довжини траншеї** від її глибини, а також від її ухилу встановлюється наступним чином: необхідно заповнити таблицю, змінюючи значення глибини траншеї розрахувати довжину траншеї за наведеною вище формулою (1) при  $i = const$ . Після цього будується графік залежності  $L_{TP} = f(H_{TP})$ .

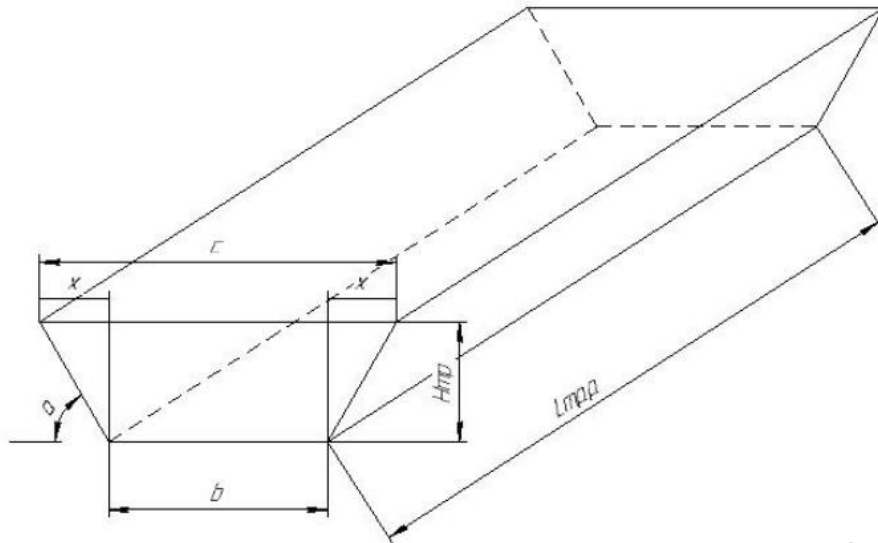


Рис.3 – Розрізна траншея

Теж саме необхідно зробити і для залежності довжини траншеї від її ухилу при  $H_{TP} = const$  та для залежності об'єму розрізної траншеї від кута нахилу її бортів при сталих інших параметрах.

$H_{TP}$	$L_{TP}$
5	
10	
15	
20	

$i$	$L_{TP}$
45	
50	
55	
60	
65	
70	
75	
80	

$\alpha$	$V_{TP.P.}$
45	
50	
55	
60	
65	
70	



## ПРАКТИЧНА РОБОТА 2

### БЕЗТРАНСПОРТНІ СПОСОБИ ПРОХОДКИ ТРАНШЕЙ

#### Основні теоретичні відомості

Всі способи проходки траншей можна класифікувати за такими ознаками:

- залежно від величини шару, що виймається по висоті;
- залежно від конструкції траншейного забою;
- залежно від використання при проходці транспорту;
- залежно від фізико-механічних властивостей порід.

Залежно від *використання транспорту* способи проходки траншей бувають наступні:

- транспортні способи проходження траншей;
- безтранспортні способи проходження траншей;
- комбіновані способи проходження траншей.

При виборі способу розкриття враховується багато **факторів**: рельєф місцевості, кінцеві межі кар'єру, прийнята система розробки, прийнятий вид гірничотранспортного обладнання, форма покладу корисних копалин, властивості гірничих порід, кліматичні умови, економічні та інші фактори.

*Безтранспортний спосіб* проходки траншей застосовують, якщо є можливість розмістити породу на бортах траншеї. Найбільш поширені схеми із застосуванням екскаваторів – *драглайнів* при проходженні траншей у м'яких породах, що не потребують буровибухових робіт. *Механічні лопати* застосовують при безтранспортному способі проходки траншей у напівскельних і скельних породах, попередньо розпушених вибухом.

До *переваг* безтранспортного способу відносять:

- простоту організації прохідницьких робіт;
- нижчу вартість робіт у порівнянні з іншими способами;
- можливість проходки траншей в обводнених породах;
- можливість одночасної роботи кількома забоями, що дозволяє форсувати у разі потреби проходку траншей.

Залежно від розташування осі руху екскаватора по відношенню до осі траншеї можливі *2 безтранспортні схеми* проведення траншей: з укладанням порід на один борт траншеї та з укладанням порід на обидва борти.

#### Завдання на практичну роботу

За наведеним нижче **алгоритмом**, використовуючи дані варіанту з додатку А, визначити **тип екскаватора** при проходці траншеї на повний переріз безтранспортним способом для двох випадків (вісь ходу екскаватора співпадає з поздовжньою віссю траншеї):

1. При укладанні породи на обидва борти траншеї.
2. При укладанні породи на один борт траншеї.

Для кожного випадку може бути свій тип екскаватора, а може бути один тип екскаватора для обох випадків.

1 випадок:

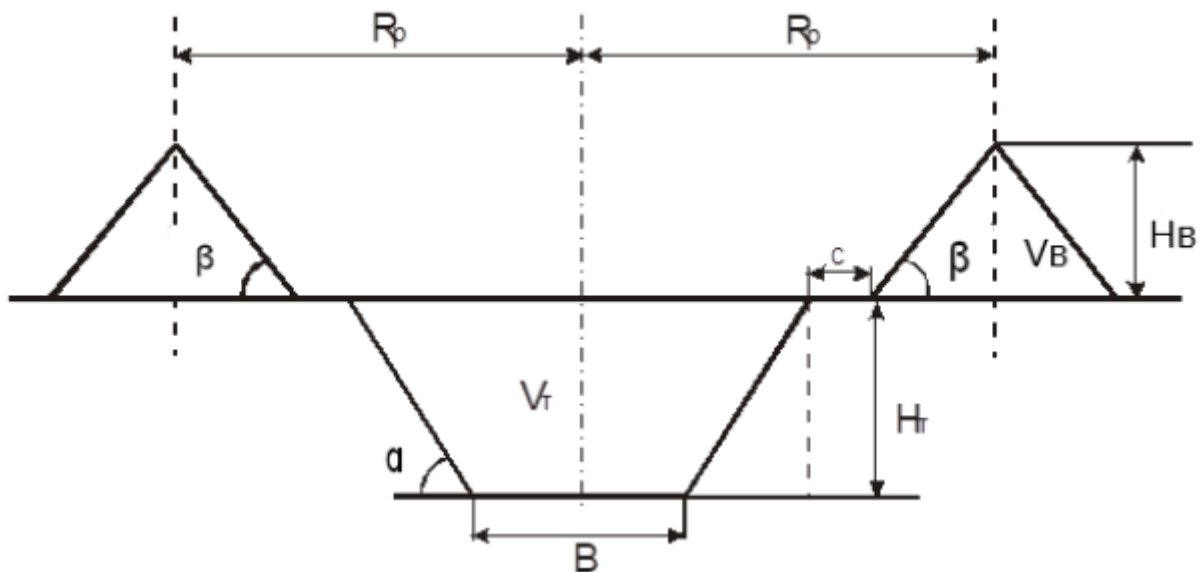


Рис.4 – Проходка траншеї безтранспортним способом з укладанням породи на обидва борти траншеї

При проходці траншей за даною схемою обов'язкове виконання умов:

$$V_{тр} \cdot K_p = 2V_B \quad (7)$$

де  $V_{тр}$  – об'єм траншеї,  $m^3$ ;  $K_p$  – коефіцієнт розпушення породи;  $V_B$  – об'єм відвалу,  $m^3$ .

$$H_p \geq H_{тр} + H_B \quad (8)$$

де  $H_p$  – висота розвантаження екскаватора,  $H_{тр}$  – глибина траншеї,  $H_B$  – висота відвалу.

$$R_p \geq B/2 + H_{тр} \cdot ctg \alpha + c + H_B \cdot ctg \beta, \quad (9)$$

де  $R_p$  – радіус розвантаження екскаватора, м;  $B$  – ширина траншеї понизу, м;  $\alpha$  – стійкий кут укосу траншеї, град;  $\beta$  – стійкий кут укосу відвалу, град;  $c$  – відстань між нижньою бровкою відвалу та верхньою бровкою траншеї, м (прийняти 3 м).

Тип екскаватора визначають за його лінійними параметрами  $H_p$  та  $R_p$ . Для цього необхідно знати висоту відвалу. Її можна визначити, знаючи об'єм відвалу. З рисунку видно, що відвал у перерізі представляє собою трикутник, площа якого складається з двох прямокутних трикутників.

Об'єм відвалу буде дорівнювати площі цього трикутника, оскільки задача є пласкою.

$$V_B = 2 \left( \frac{1}{2} H_B \cdot H_B \cdot \text{ctg}\beta \right) = H_B^2 \cdot \text{ctg}\beta \quad (10)$$

$$\text{Звідси } H_B = \sqrt{\frac{V_B}{\text{ctg}\beta}}$$

Об'єм відвалу визначають з формули (7), в якій  $V_{тр}$  представляють як площу трапеції (поперечного перерізу траншеї). Тоді:

$$\frac{B + B + 2 \cdot H_{тр} \cdot \text{ctg}\alpha}{2} \cdot H_{тр} \cdot K_p = 2 \cdot V_B,$$

$$\text{звідси } V_B = \frac{(B \cdot H_{тр} + H_{тр}^2 \cdot \text{ctg}\alpha) \cdot K_p}{2}$$

Отримані значення підставляють у формули (8) та (9) та обирають екскаватор за  $H_p$  та  $R_p$  з таблиці 1 з технічними характеристиками драглайнів додатку В.

2 випадок:

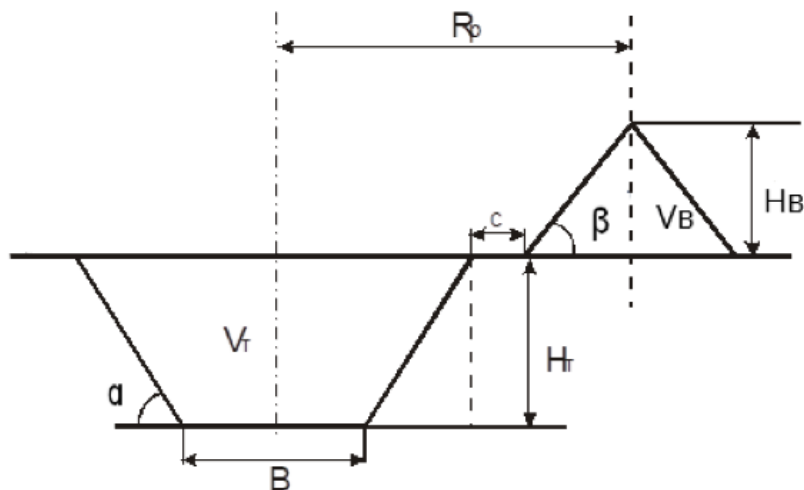


Рис.5 – Проходка траншеї безтранспортним способом з укладанням породи на один борт траншеї

При проходці траншей за даною схемою обов'язкове виконання умов:

$$V_{тр} \cdot K_p = V_{B'} \quad (11)$$

де  $V_{тр}$  – об'єм траншеї,  $m^3$ ;  $K_p$  – коефіцієнт розпушення породи;  $V_{B'}$  – об'єм відвалу,  $m^3$ .

$$H_p \geq H_{tp} + H_{B'} \quad (12)$$

де  $H_p$  – висота розвантаження екскаватора,  $H_{tp}$  – глибина траншеї,  $H_B$  – висота відвалу.

$$R_p \geq B/2 + H_{tp} \cdot ctg \alpha + c + H_B \cdot ctg \beta, \quad (13)$$

В даному випадку об'єм відвалу:  $\frac{B + B + 2 \cdot H_{tp} \cdot ctg \alpha}{2} \cdot H_{tp} \cdot K_p = V_B$ ,  
 $V_B = (B \cdot H_{tp} + H_{tp}^2 \cdot ctg \alpha) \cdot K_p$ .

Зміниться і висота відвалу, він буде вищим:  $H_B = \sqrt{\frac{V_B}{ctg \beta}}$

За отриманими параметрами екскаватора обирають його тип за  $H_p$  та  $R_p$  з таблиці 1 з технічними характеристиками драглайнів додатку В.

### ПРАКТИЧНА РОБОТА 3

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРОСТОЇ ФОРМИ ТРАСИ КАПІТАЛЬНОЇ ТРАНШЕЇ ДЛЯ РОЗКРИТТЯ ВСІХ ГОРИЗОНТІВ КАР'ЄРУ

### Основні теоретичні відомості

*Трасуванням* капітальних траншей називають встановлення поздовжньої осі траншеї, і положення їх у плані та профілі.

*План траси* є проєкцією поздовжньої осі на горизонтальну площину і складається з прямолінійних і криволінійних ділянок.

Проєкція поздовжньої осі траси на вертикальну площину називається *профілем траси*.

Відносно положення щодо кінцевого контуру кар'єру розрізняють *зовнішні, внутрішні та комбіновані траси*.

За формою траси у плані капітальні траншеї ділять на *прості та складні*.

Форма траси капітальних траншей вважається *простою*, якщо вона не змінює свого напрямку по всій довжині, і *складною*, якщо складається з двох або кількох ділянок різного спрямування. В останньому випадку окремі ділянки траси з'єднуються петлями, кривими або глухими кутами. Відповідно до цього траншеї називаються *петльовими, спіральними або тупиковими*.

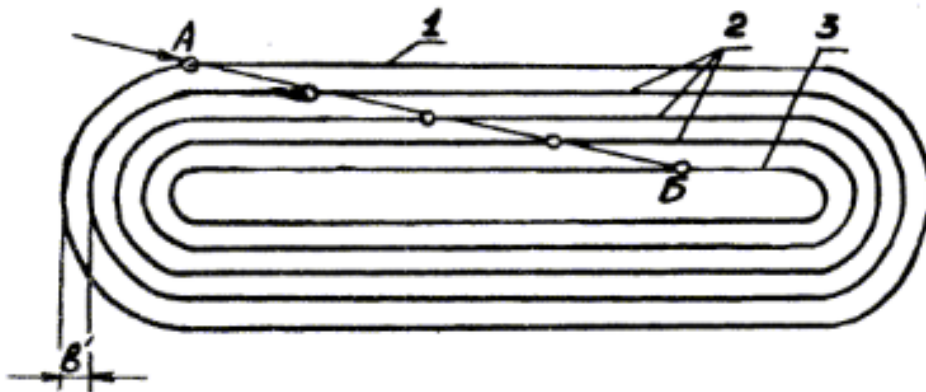


Рис.6 – Траса простої форми АВ; А, В – початок та кінець траси відповідно; 1,3 – верхній та нижній контури кар'єру відповідно; 2 – верхні бровки уступів;  $b'$  – відстань між горизонталями.

Поздовжній профіль траси характеризується величиною керівного підйому та довжиною окремих елементів траси. Він складається з горизонтальних та похилих ділянок траси та пунктів примикання горизонтальних шляхів до похилих.



Можливі *три основні форми профілю капітальних* траншей залежно від виду примикання їх до робочих горизонтів кар'єру: примикання на керівному підйомі; примикання на пом'якшувальному підйомі; примикання на горизонтальних майданчиках (Рис.7-9).

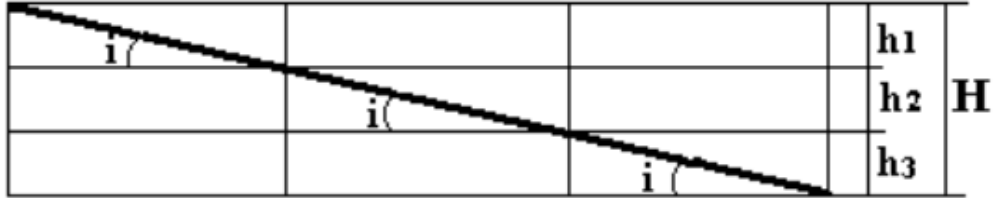


Рис.7 – Примикання на керівному підйомі

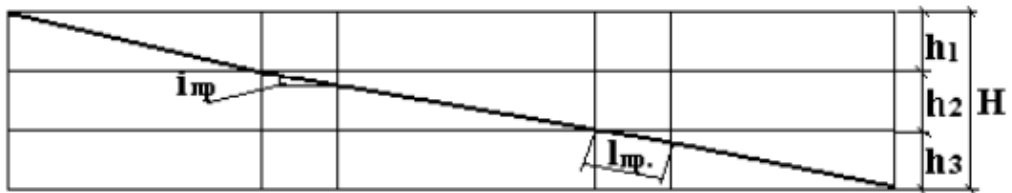


Рис.8 – Примикання на пом'якшеному ухилі

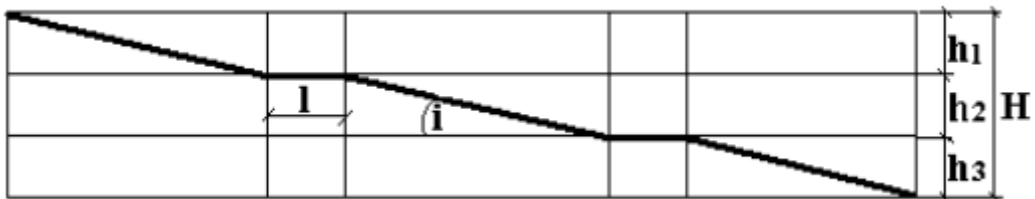


Рис.9 – Примикання на горизонтальних площадках

### Завдання на практичну роботу

За наведеним нижче **алгоритмом**, використовуючи дані варіанту з додатку А встановити можливість використання простої форми траси для розкриття всіх горизонтів кар'єру.

Траншея зовнішнього закладання завжди має **просту форму траси**, тоді можливість використати просту форму траси для всієї капітальної траншеї буде залежати від співвідношення довжини ділянки капітальної траншеї внутрішнього закладання та довжини борту траншеї.

Визначають **глибину закладання зовнішньої ділянки**:

$$H_{\text{зовн}} = n \cdot h, \quad (14)$$

де  $n$  - кількість ділянок зовнішнього закладання;  $h$  - висота уступу, м.

Визначають **глибину закладання внутрішньої ділянки**:

$$H_{\text{внутр}} = H - H_{\text{зовн}}, \quad (15)$$

де  $H$  - глибина кар'єру, м.

Визначають **теоретичну довжину** ділянки капітальної траншеї внутрішнього закладання:

$$L_{TEOP} = \frac{H_{внутр}}{i_{КЕР}}, \text{ м}, \quad (16)$$

де  $i_{КЕР}$  - керівний ухил траншеї.

Визначають **кількість пом'якшених ділянок**:

$$n_n = \frac{H_{внутр}}{h} \text{ з округленням до цілого числа у менший бік.}$$

Визначають **приріст довжини траси** за рахунок ділянок примикання:

$$\Delta L = n_n \cdot l_n \left( 1 - \frac{i_n}{i_{КЕР}} \right) - \text{для примикання на пом'якшеному ухилі}; \quad (17)$$

$$\Delta L = n_n \cdot l_{пр} - \text{для примикання на горизонтальних ділянках, м} \quad (18)$$

Визначають **дійсну довжину траси**:

$$L_{д} = L_{TEOP} + \Delta L, \text{ м} \quad (19)$$

Порівнюють отриману величину з довжиною борту кар'єру  $L$  та роблять висновок. Якщо отримана величина більша за довжину борту кар'єру, то такої можливості немає, якщо ж менше – то є.



## ПРАКТИЧНА РОБОТА 4

### ВСТАНОВЛЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ПАРАМЕТРАМИ ТРАНШЕЇ ТА РОБОЧИМИ ПАРАМЕТРАМИ ЕКСКАВАТОРІВ

#### Основні теоретичні відомості

При проходці траншей прагнуть приймати якомога меншу її ширину, оскільки ширина дна траншеї на пряму впливає на об'єм гірничо-капітальних робіт.

Існує декілька варіантів проходки траншей із застосуванням екскаваторів типу механічна лопата та залізничного транспорту: проходка на повний переріз з *нижнім навантаженням* породи у думпкари, розташовані з одного боку екскаватора, та проходка суцільним вибоєм з *верхнім навантаженням* порід у думпкари. Кожен з цих способів має свої переваги та недоліки, а також обмеження у застосуванні.

*Перевагами* першого способу є:

- можливість проходки траншей одразу на повний переріз;
- можливість використовувати екскаватори із нормальними робочими параметрами;
- взаємозамінність прохідницького та експлуатаційного обладнання;
- можливість досягнення швидкості проходки 100 – 120 м/міс.

*Недоліками* способу є:

- низький коефіцієнт використання виймально-навантажувального та транспортного обладнання;
- складна схема організації транспорту;
- великий обсяг дорожніх робіт;
- складність буро-вибухових робіт;
- висока вартість прохідницьких робіт.

Незважаючи на це аналізований спосіб є основним при проходженні траншей у міцних породах.

Другий спосіб найбільш ефективний при проходженні траншей в м'яких і міцних породах, попередньо розпушених буро-вибуховими роботами, із застосуванням екскаваторів з *подовженими робочими параметрами*, що дозволяють вести навантаження у транспортні засоби, розташовані на верхньому майданчику. При цьому, крім залізничного транспорту, можливе застосування автотранспорту, а при розробці м'яких порід також конвеєрів.

При застосуванні другого способу під навантаження можуть подаватися поїзди без розформування, завдяки чому підвищується коефіцієнт використання екскаваторів у часі, при цьому швидкість проходки траншей зростає на 40 - 50%.

*Недоліки* верхнього навантаження:

- обмежена глибина траншей;
- складність навантаження у засоби транспорту через погану видимість рухомого складу;
- необхідність наявності спеціального подовженого обладнання екскаватора (стріла, рукоять).

### Завдання на практичну роботу

За наведеним нижче **алгоритмом**, використовуючи дані варіанту з додатку А:

1. Визначити мінімальну ширину дна траншеї при проходженні її на повний переріз екскаватором з навантаженням породи у думпкери, розташовані з одного боку екскаватора (рис.10).
2. Визначити граничні розміри траншеї при проходженні її екскаватором суцільним вибоєм з верхнім навантаженням порід у думпкери (рис.11).
3. Зробити висновок про зв'язок між параметрами траншеї та робочими параметрами екскаваторів.

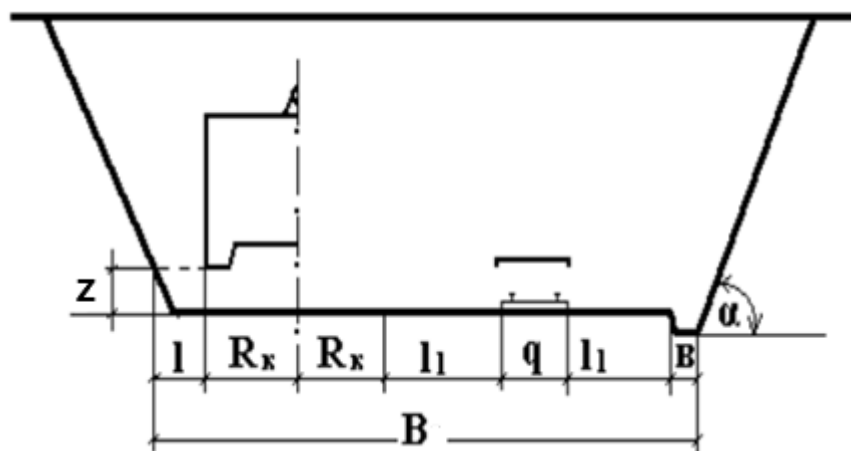


Рис.10 – Нижнє навантаження породи у думпкери, розташовані з одного боку екскаватора

Мінімальна ширина дна траншеї при проходці її на повний переріз екскаватором з **навантаженням породи у думпкери, розташовані з одного боку екскаватора** визначається за виразом:

$$B = 2R_k + 2l_1 + q + b - z \cdot ctg\alpha, \text{ м} \quad (20)$$

де  $R_k$  - радіус обертання кузова екскаватора, м (паспортна величина, обирається з таблиць додатку В);  $l_1$  - мінімальний зазор між кузовом екскаватора та бортом або транспортною судиною, м (прийняти

1 м);  $q$  - база рухомого складу, м (3,75 м);  $b$  - ширина кювету поверху (скеля 1,3 м, пухкі породи - 1,9 м);  $z$  - зазор під поворотною платформою екскаватора (2,75-3 м).

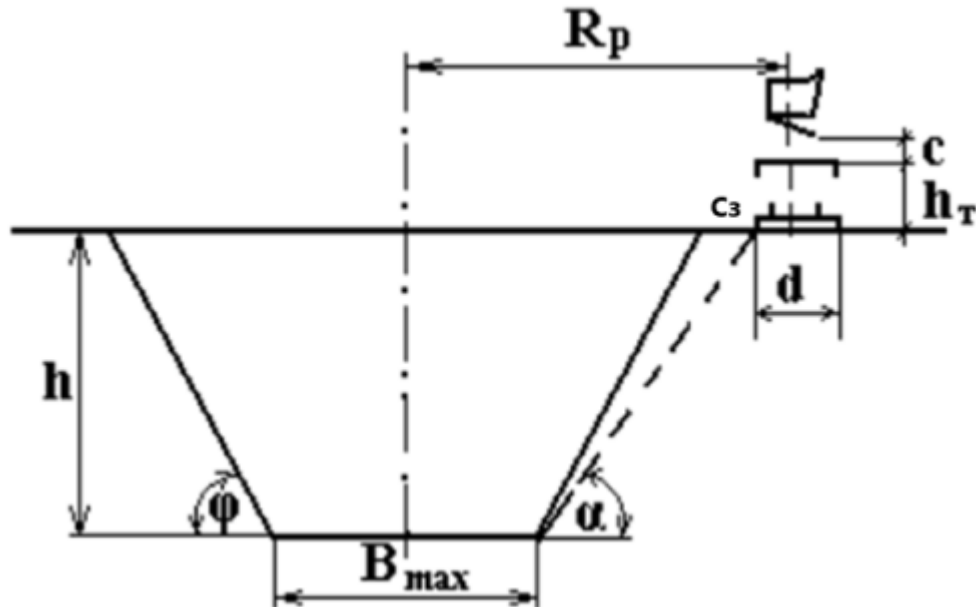


Рис.11 – Верхнє навантаження порід у думпкарі

У випадку, представленому на рис.11 **глибину траншеї** обмежують:

- максимальна висота розвантаження екскаватора:


$$H_r \leq H_{p_{\max}} - (h_r + c), \text{ м} \quad (21)$$

де  $H_{p_{\max}}$  - максимальна висота розвантаження, м (паспортна величина, обирається з таблиць додатку В);  $c$  - мінімальний зазор між ковшем та транспортною судиною, м (прийняти 0,3-0,5 м);  $h_r$  - параметр, який складається з суми значень висоти вагону та висоти верхньої будови шляху (висота рейки, підкладки, шпали, баласту), м. Висота вагону – паспортний параметр (таблиця 3 додатку В), а висота верхньої будови шляху становить 0,3-0,5 м.

- радіус розвантаження екскаватора при його максимальній висоті розвантаження:

$$H_r \leq R_p - R_k - c + z \cdot ctg\alpha - C_3 \cdot tg\alpha, \quad \text{м} \quad (22)$$

де  $R_p$  - радіус розвантаження екскаватора, м (паспортна величина, обирається з таблиць додатку В);  $R_k$  - радіус обертання кузова екскаватора, м;  $c$  - мінімальний зазор між ковшем та транспортною судиною, м;  $z$  - зазор під поворотною платформою екскаватора (2,75-3 м);  $\alpha$  - кут укосу борту траншеї, град;  $C_3$  - мінімальна відстань від вісі шляху до бровки уступу, м (прийняти 2,5 м).



З двох значень обирають менше.

**Мінімальна ширина дна траншеї:**

$$B_{\tau} \geq 2R_{\kappa} + 2c - 2z \cdot ctg\alpha, \text{ м} \quad (23)$$

**Максимальна ширина дна траншеї** визначається з умов:

– черпання породи:

$$B_{\max} \leq 2R_{\text{ч.у.}}, \text{ м} \quad (24)$$

де  $R_{\text{ч.у.}}$  - радіус черпання екскаватора на рівні установки, м (паспортна величина, обирається з таблиць додатку В).

– розвантаження:

$$B_{\max} \leq R_{\text{ч.у.}} + R_{\rho} - C_{\text{з}} - H_{\tau} \cdot ctg\alpha, \text{ м} \quad (25)$$

З двох значень обирають менше.



## ПРАКТИЧНА РОБОТА 5

### ТРАНСПОРТНІ СПОСОБИ ПРОХОДКИ ТРАНШЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

#### Основні теоретичні відомості

Застосування при нижньому навантаженні автотранспорту значно покращує показники гірничих робіт. При використанні автотранспорту застосовують такі схеми заїзду автосамоскидів у забій: *кільцеву; тупикову; двотупикову; тупикову з нішами.*

*Найбільша швидкість* проходки траншей досягається при подачі автосамоскидів до екскаватора за схемою з двома тупиками. Це пояснюється можливістю майже безперервного навантаження, а *найменша швидкість* проходки досягається при тупиковій подачі автосамоскидів до екскаваторів.

*Середня швидкість* проходки траншей при автомобільному транспорті становить 150 – 180 метрів на місяць, що у 1,5 разу більше, ніж при застосуванні залізничного транспорту. Продуктивність екскаваторів зростає на 20 – 90% у порівнянні із залізничним транспортом.

*Розміри траншей*, що проходять суцільним вибоєм з нижнім навантаженням у засоби автомобільного транспорту становлять: ширина 20-40 м; кут укосів бортів 40 - 60°; поздовжні ухили 70 - 80 ‰.

Проходка траншей на повний переріз з нижнім навантаженням у засоби автотранспорту має такі *переваги*:

- відсутність робіт, пов'язаних із укладанням залізничних колій;
- скорочення простоїв екскаваторів при обмінних операціях рухомого складу;
- можливість скорочення часу циклу за рахунок зменшення кута повороту екскаватора на навантаження.

#### Завдання на практичну роботу

1. Зобразити схеми подачі автосамоскидів під завантаження.
2. За наведеним нижче алгоритмом розрахувати ширину дна траншеї при різних варіантах подачі автосамоскидів під завантаження.
3. Зробити висновок про зміни об'єму гірничо-капітальних робіт при використанні різних схем подачі.

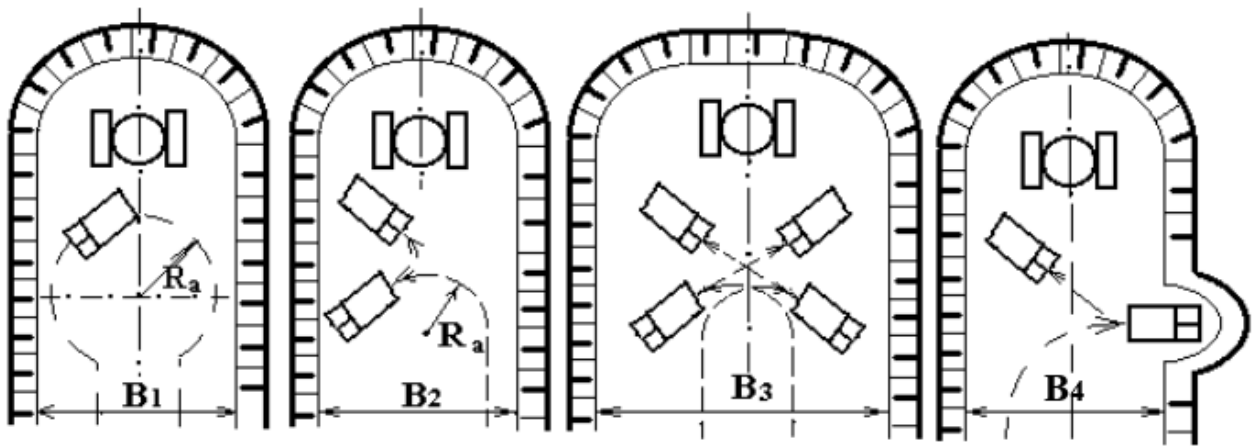


Рис.12 – Схеми подачі автосамоскидів під завантаження

Ширину дна траншеї при **кільцевій** схемі подачі автосамоскидів визначають за виразом:

$$B_1 = 2(R_a + C) + B_a, \text{ м}, \quad (26)$$

де  $R_a$  - радіус розвороту автосамоскиду, м (залежить від типу обраного самоскиду, паспортна величина обирається з таблиці 4 додатку В);  $C$  - зазор між автосамоскидом та бортом траншеї (2-3 м);  $B_a$  - ширина кузову автосамоскиду (паспортна величина, обирається з таблиці 4 додатку В), м.

Ширину дна траншеї при **тупиковій** схемі подачі автосамоскидів визначають:

$$B_2 = R_a + \frac{1}{2}(B_a + L_a) + C, \text{ м}, \quad (27)$$

де  $L_a$  - довжина автосамоскида, м (паспортна величина, обирається з таблиці 4 додатку В).

Ширину дна траншеї при **двотупиковій** схемі подачі автосамоскидів визначають за виразом:

$$B_3 = R_a + \frac{1}{2}(B_a + L_a) + 2C, \text{ м}, \quad (28)$$

Ширину дна траншеї при **тупиковій з нішами** схемі подачі автосамоскидів можна визначити за наступною формулою:

$$B_4 = R_a + \frac{1}{2}B_a + C, \text{ м} \quad (29)$$

У **висновках** зазначити, яка схема подачі автосамоскидів під завантаження забезпечує найменший обсяг робіт по проходці траншей. Для цього необхідно розрахувати об'єми траншей при зміні ширини дна та при сталих величинах висоти, довжини та кута нахилу бортів. Зазначити, яка схема найпростіша в організації та яка забезпечує високу швидкість проходки траншей, пояснити чому.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА 6

### ВИЗНАЧЕННЯ ШИРИНИ РОБОЧИХ ПЛОЩАДОК ТА ВИСОТИ УСТУПІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РІЗНИХ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ

#### Основні теоретичні відомості

Основними елементами системи розробки є: робочі уступи, робочі площадки, фронт робіт уступу та кар'єру, робоча зона кар'єру. *Основні параметри*: висота та кут укосу уступів, ширина робочих площадок, ширина заходки, довжина фронту робіт, кут укосу робочого борту, довжина екскаваторного блоку, кількість робочих уступів.

*Уступ* – один з найважливіших елементів системи розробки. Головний його параметр - *висота*, впливає на інтенсивність відпрацювання родовища, якість корисної копалини, термін будівництва кар'єру, обсяг гірничо-капітальних робіт, розподіл обсягів розкриття в часі, безпечні умови роботи гірничо-транспортного обладнання тощо.

*Куту укосів уступів* встановлюють виходячи із забезпечення короткострокової стійкості порід робочих та довгострокової стійкості неробочих уступів.

*Ширина робочих площадок* залежить від робочих розмірів виймально-навантажувальних машин та параметрів буропідричних робіт у скельних породах, виду кар'єрного транспорту, необхідної інтенсивності руху тощо.

*Фронт робіт уступу* – частина уступів за довжиною, підготовлена до виконання гірничих робіт. Підготовка фронту робіт уступу полягає у створенні на уступі робочої площадки необхідної ширини та у підведенні транспортних та енергетичних комунікацій для забезпечення роботи гірничого та транспортного обладнання.

Сумарна довжина фронтів робіт окремих уступів складає *фронт робіт кар'єру*, який підрозділяється на *розкритий*, що вимірюється довжиною фронтів робіт розкритих уступів, та *видобувний*, що вимірюється довжиною фронтів робіт добувних уступів.

*Робоча зона кар'єру* - це зона, в якій здійснюються розкриті та видобувні роботи. Вона характеризується сукупністю розкритих і добувних уступів, що одночасно перебувають у роботі.

#### Завдання на практичну роботу

За наведеним нижче **алгоритмом**, використовуючи дані варіанту з додатку А:

1. Висоту уступів для м'яких порід та для подрібнених скельних порід.
2. Нормальну ширину заходки для заданого типу екскаватора.

3. Ширину робочої площадки в м'яких та скельних породах при застосуванні залізничного транспорту.

4. Мінімальну ширину робочої площадки при застосуванні автомобільного транспорту для м'яких та для скельних порід.

5. Нормальну ширину робочої площадки при застосуванні автомобільного транспорту.

6. Розрахунки супроводжувати схемами.

**Висота уступу** для м'яких порід, які виймаються безпосередньо із масиву без підготовчих робіт:

$$H_{y.m} \leq H_{ч.мах}, \text{ м}, \quad (30)$$

де  $H_{ч.мах}$  – максимальна висота черпання кар'єрного екскаватора, м (паспортна величина, обирається з таблиць додатку В).

для подрібнених скельних порід, які готуються до виймання буровибуховим способом:

$$H_{y.ск} \leq 1,5 \cdot H_{ч.мах}, \text{ м}, \quad (31)$$

Розраховану висоту уступів для м'яких та скельних порід округляють у менший бік до цілого значення метрів.

**Нормальна ширина заходки** механічних лопат розраховується за умови забезпечення максимальної продуктивності робіт при мінімальному переміщенні екскаватора у забої

$$A_3 = (1,5 \div 1,7) \cdot R_{ч.у.}, \text{ м}, \quad (32)$$

де  $R_{ч.у.}$  – радіус черпання екскаватора на горизонті його установки (паспортна величина, обирається з таблиць додатку В).

**Ширина робочих площадок** значно варіюється залежно від типу й габаритів гірничого устаткування, а також схем організації його роботи. При розробці уступів у м'яких породах (рис.13) виймання здійснюється безпосередньо з масиву уступу.

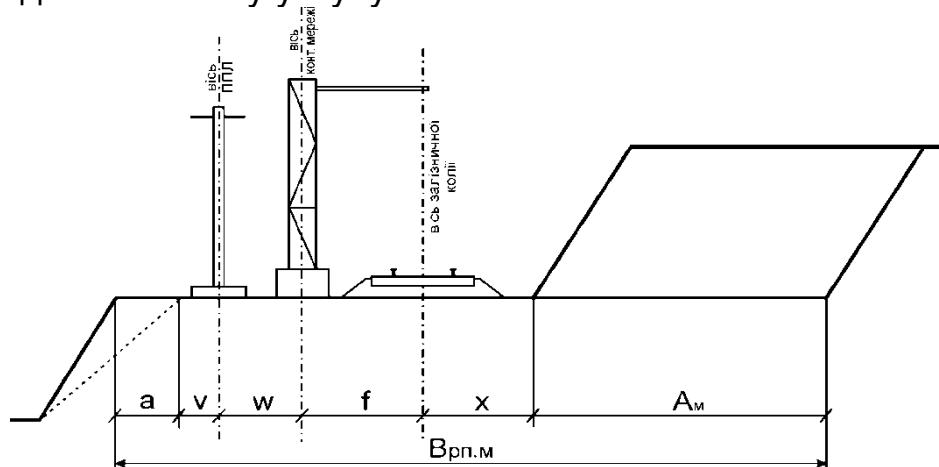


Рис.13 – Схема до розрахунку ширини робочої площадки при розробці м'яких порід та застосуванні залізничного транспорту

Робоча площадка створюється на уступі в місці ведення виймально-навантажувальних робіт та при використанні електрифікованого залізничного транспорту у м'яких породах її ширина складе:

$$B_{рп.м} = a_m + v + w + f + x + A_m, \text{ м}, \quad (33)$$

де  $a_m$  – ширина призми обрушення робочого уступу, м. Приймають для м'яких порід 0,2 від висоти уступу, що залягає нижче. (*Вважаємо, що нижче залягають уступи такої ж висоти*);  $v$  – відстань від призми обрушення до осі опори пересувної повітряної лінії електропередачі (ППЛ), м, (прийняти 1 м);  $w$  – відстань від осі опори ППЛ (6-10 кВ) до осі контактної опори, м, (прийняти 3,1 м);  $f$  – відстань від осі контактної опори до осі залізничної колії, м, (прийняти 3,4 м);  $x$  – відстань від нижньої бровки уступу до осі залізничної колії, м, (прийняти 2,5 м);  $A_m$  – ширина заходки по м'яких породах, м. Для умов даної роботи пропонується використовувати у розрахунках  $A_m = 1,6 \cdot R_{ч.у.}$ . Отриману ширину заходки округляють у менший бік до десятих метра.

Розробка уступів у **скельних породах** (рис.14) характеризується комплексом пов'язаних між собою основних технологічних процесів підготовчих, виймально-навантажувальних та транспортних робіт, у місцях ведення яких будуть створюватися робочі площадки. Виймання здійснюється з розвалу підірваних порід.

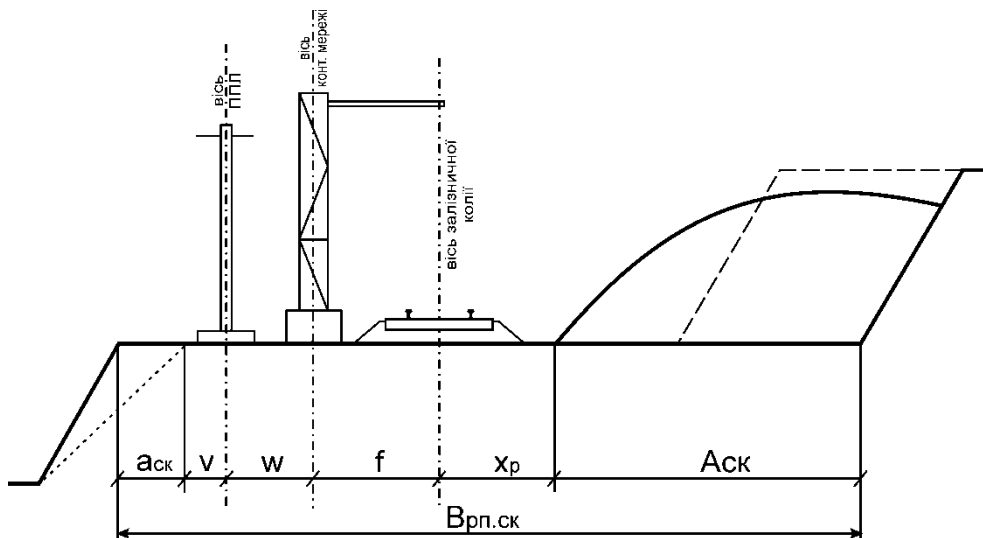


Рис.14 – Схема до розрахунку ширини робочої площадки при розробці скельних порід та застосуванні залізничного транспорту

При використанні на робочому горизонті електрифікованого залізничного транспорту ширина робочої площадки у скельних породах складе:

$$B_{рп.ск} = a_{ск} + v + w + f + x_p + A_{ск}, \text{ м}, \quad (34)$$

де  $a_{ск}$  – ширина призми обрушення робочого уступу, м. Прийняти для скельних порід 0,15 від висоти уступу, що залягає нижче. (Вважаємо, що нижче залягають уступи такої ж висоти);  $x_p$  – відстань від підшви розвалу до вісі залізничної колії, м, (прийняти 3,0 м);  $A_{ск}$  – ширина заходки по скельних гірських породах, до складу якої входить розвал зруйнованих (підготовлених вибухом) гірських порід. Для умов даної роботи пропонується використовувати у розрахунках  $A_{ск} = 1,7 \cdot R_{ч.у.}$ . Отриману ширину заходки округлити у менший бік до десятих метра.

**Мінімальна ширина робочої площадки** при розробці порід, які потребують буровибухової підготовки, із застосуванням автомобільного транспорту (рис.15) розраховується за формулою:

$$\mathbb{W}_{\min} = y + m + g_r + z + s + a, \text{ м}, \quad (35)$$

де  $y = 3\text{ м}$  – відстань від вісі опори ППЛ (переносної повітряної лінії електропередач) до нижньої бровки верхнього уступу;  $m = 2,5\text{ м}$  – відстань від краю проїжджої частини автомобільної дороги до осі опори ППЛ;  $g_r = \mathbb{W}_a$  – ширина проїжджої частини технологічної автомобільної дороги, м ( $\mathbb{W}_a$  для односмугового шляху 7,5 м, а для двохсмугового руху  $\mathbb{W}_a = 17,0\text{ м}$ );  $z = 0,5\text{ м}$  – відстань від підшви ґрунтового валу до краю проїжджої частини автодороги;  $s = 3\text{ м}$  – ширина ґрунтового валу, що орієнтує;  $a$  – ширина призми обвалення уступу, м (прийняти  $a = 0,13 \cdot H_y$ ).

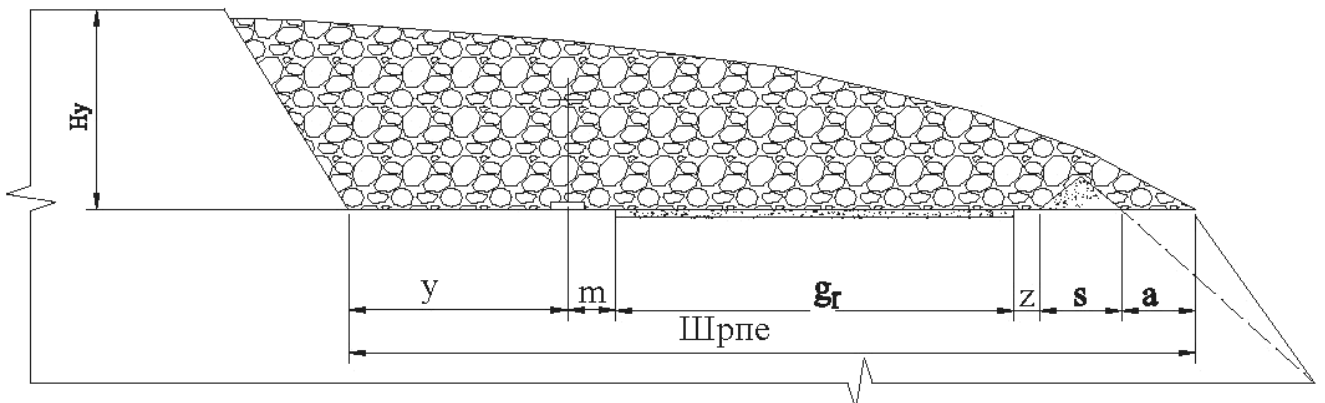



Рис.15 – Схема до розрахунку мінімальної ширини робочої площадки при розробці скельних порід та застосуванні автомобільного транспорту

**Нормальна ширина робочої площадки** має забезпечувати заданий резерв запасів готових до виймання і може бути визначена за формулою:

$$\mathbb{W}_H = \mathbb{W}_{\min} + \frac{\mu \cdot A}{L \cdot H_y}, \text{ м} \quad (36)$$

де  $A$  – продуктивність кар'єру,  $\text{м}^3/\text{рік}$ ;  $L$  – довжина фронту робіт, м;  $H_y$  – висота уступу по скельних породах;  $\mu$  – нормативний коефіцієнт готових до виймання запасів гірської маси. Забезпеченість кар'єру запасами руди й обсягами розкритих порід, готовими до виймання, виражається в



місяцях, виходячи з планованої продуктивності його в черговому році. При цілодобовому режимі роботи і застосуванні колісних видів транспорту забезпеченість кар'єру повинна складати не менше 1,5 місяця ( $\mu = 0,125$ ).

$$L = \frac{A \cdot \mu}{H_y \cdot X}, \text{ м} \quad (37)$$

де  $X$  – ширина смуги готових до виймання запасів ( $X=0,5 \cdot A_3$ , м).

## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РОБОТИ НА ПРАКТИЧНОМУ ЗАНЯТТІ

Максимальна кількість балів за роботу на практичному занятті – **5 балів**. Оцінка за роботу на практичному занятті оголошується наприкінці заняття і може бути оскаржена відразу ж.

<i>Бали</i>	<i>Критерії оцінювання</i>
5	Робота оформлена відповідно до поставлених вимог. Здобувач(ка) дає повну відповідь на поставлені викладачем питання; володіє узагальненими знаннями з предмету; уміє використовувати їх у різних ситуаціях, в тому числі вільно змінює відповідь на зміну вхідних умов; схильний(а) до критичного мислення, аналізу та прогнозування явищ і процесів; здатен(на) робити обґрунтовані висновки та узагальнення. Завантажив(ла) оформлений відповідно до вимог звіт в Moodle згідно з семестровим графіком.
4	Робота оформлена відповідно до поставлених вимог. Здобувач(ка) правильно виконав(ла) завдання, але допустив(ла) несуттєві неточності та помилки. Завантажив(ла) оформлений відповідно до вимог звіт в Moodle згідно з семестровим графіком. Під час захисту роботи продемонстрував(ла) володіння на достатньому рівні фаховою термінологією, відповів(ла) на більшість запитань викладача, пояснив(ла) переважну більшість наведених формул та розрахунків, їх складові та призначення.
3	Робота в цілому оформлена відповідно до поставлених вимог. Здобувач(ка) завдання виконав(ла) у повному обсязі, але допустив(ла) суттєві помилки, які призвели до викривлення результату, не зміг(ла) пояснити окремі етапи роботи. Завантажив(ла) оформлений відповідно до вимог звіт в Moodle згідно з семестровим графіком. Під час захисту роботи продемонстрував(ла) задовільне володіння фаховою термінологією, відповів(ла) на меншу частину запитань викладача, пояснив(ла) частину наведених формул та розрахунків.
2	Робота частково оформлена у відповідності до поставлених вимог. Здобувач(ка) виконав(ла) завдання у повному обсязі з грубими помилками, які спотворили результат, пояснити та обґрунтувати хід своїх думок не зміг(ла). Завантажив(ла) звітні матеріали в Moodle пізніше терміну вказаного у семестровому графіку. Продемонстрував(ла) незадовільне володіння фаховою термінологією, не відповів(ла) на запитання викладача, не в змозі пояснити наведені формули та розрахунки.
1	Не дотримано вимог щодо оформлення практичної роботи. Завдання виконав(ла) фрагментарно, не довів(ла) до логічного завершення, пояснити та обґрунтувати хід своїх думок не зміг(ла). Завантажив(ла) звітні матеріали в Moodle пізніше терміну вказаного у семестровому графіку.
0	Здобувач(ка) не виконав(ла) практичну роботу та не завантажив(ла) її в Moodle.

## РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

### *Базові*

1. Фролов О. О., Косенко Т. В. Відкриті гірничі роботи: Ч. I. Процеси відкритих гірничих робіт : навч. посіб. для студ. спеціальності 184 «Гірництво». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 151 с.
2. Технологія екологічнобезпечної відкритої розробки нерудних родовищ твердих корисних копалин / О. О. Анісімов та ін. Дніпро, 2022. 365 с.
3. Дриженко А. Ю. Відкриті гірничі роботи. Дніпропетровськ : НГУ, 2014. 590 с.
4. Hoek E. Practical rock engineering. Rocscience, 2000. 341 p.

### *Додаткові*

5. .СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007. Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. Частина 1. Гірничі роботи, ліквідація гірничодобувних підприємств. Техніко - економічна оцінка та показники. [Чинний від 2007-02- 06]. Вид офіц. Київ : «Міністерство промислової політики України», 2007. 277 с.
6. Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом. Київ : Основа, 2010. 184 с.
7. Гірничий енциклопедичний словник : в 3 т. Донецьк : Східний видавничий дім, 2001.

### *Web-ресурси*

8. Національна бібліотека України ім. Вернадського. : веб-сайт. URL: [www.nbuv.gov.ua](http://www.nbuv.gov.ua) (дата звернення: 18.04.2025).

## ДОДАТОК А

### Вихідні дані до виконання практичних робіт

Параметр/ варіанти	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Практична робота 1</b>															
Глибина траншеї, Нтр, м	19	18	17	16	15	20	15	16	17	18	19	20	16	15	19
Ширина дна траншеї, В, м	25	23	24	22	26	25	24	23	26	27	22	25	21	20	23
Ухил траншеї, і,‰	40	45	43	46	50	49	48	41	40	51	45	60	65	70	80
Кут укосу борту траншеї, α, град	55	65	70	61	62	63	44	45	46	57	58	49	50	51	52
Довжина розрізної траншеї, Lтр.р., м	150	160	175	170	180	185	190	200	195	210	215	220	175	165	155
<b>Практична робота 2</b>															
Ширина траншеї понизу, В, м	45	40	35	45	40	35	45	40	35	45	40	35	45	40	35
Глибина траншеї, Нт, м	15	20	14	15	14	13	16	14	12	14	15	14	13	16	14
Кут укосу борту траншеї, α, град	65	45	55	65	55	50	65	65	45	55	65	55	50	65	65
Кут укосу відвалу, β, град	35	37	38	40	42	35	38	37	42	41	38	37	36	37	40
Коефіцієнт розпушення, Кр	1,2	1,18	1,1 5	1,2 5	1,15	1,05	1,2	1,0 5	1,2	1,2	1,2 3	1,2	1,2	1,2	1,2 5
<b>Практична робота 3</b>															
Глибина кар'єру, Н, м	150	160	170	180	190	200	210	220	230	235	240	245	250	255	260
Висота уступу, h, м	15	13	17	15	12	18	20	15	13	17	15	17	18	20	15
Варіант примикання*	ГП	ПП	ГП	ПП	ГП	ПП	ГП	ПП	ГП	ПП	ГП	ПП	ГП	ПП	ГП
Пом'якшений ухил, іп, ‰	-	25	-	28	-	27	-	26	-	24	-	24	-	27	-
Керівний ухил траншеї, ікер, ‰	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	35	36	37	38
Кількість траншей зовнішнього закладання	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5

Довжина борту кар'єру, Lб, км	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	6	5,9	5,8
Довжина ділянки примикання або пом'якшення I, м	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	250	220	225	230	235
*ГП – на горизонтальних площадках; ПП – на пом'якшеному підйомі															
<b>Практична робота 4</b>															
Марка екскаватора ЕКГ	12,5	8	6,3	10	12,5	8	6,3	10	12,5	8	6,3	10	12,5	8	6,3
Марка думпкару	2BC-105	2BC-180	BC-85	BC-145	2BC-105	2BC-180	BC-85	BC-145	2BC-105	2BC-180	BC-85	BC-145	2BC-105	2BC-180	BC-85
Кут укосу уступу, α, град	50	45	55	50	54	48	52	54	60	52	45	52	65	47	58
Тип порід*	С	П	С	П	С	П	С	П	С	П	С	П	С	П	С
*С – скеля, П - пухкі															
<b>Практична робота 5</b>															
Модель самоскида БелАЗ	7513	7519	752 <sub>1</sub>	751 <sub>3</sub>	7519	7521	751 <sub>3</sub>	751 <sub>9</sub>	7521	7513	751 <sub>9</sub>	752 <sub>1</sub>	7513	7519	752 <sub>1</sub>
Глибина траншеї, Н,м	14	15	16	17	18	20	19	25	17	18	20	18	17	15	14
Довжина траншеї, L, м	750	525	480	800	760	600	625	610	590	425	475	430	450	460	510
Куту укосу борту траншеї, α, град	49	50	52	54	56	60	48	48	54	57	56	53	52	59	56
<b>Практична робота 6</b>															
Марка екскаватора ЕКГ	12,5	8	10	15	12,5	15	8	10	10	15	10	8	10	8	15
Кількість смуг автодороги	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Продукт-ть кар'єру, а, млн..м <sup>3</sup> /рік	7,5	6,8	9	8,7	8,3	9,2	9,5	7,6	10	8,5	8,7	9,4	8,8	7,5	7,6

Приклад титульного аркуша

**ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»  
Кафедра гірничої справи**

**Практична робота \_\_\_\_**

з навчальної дисципліни

*Технологія відкритої розробки родовищ корисних копалин*

**Назва роботи**\_\_\_\_\_

Варіант №\_

Здобувача групи 184-ХХ-1м  
Прізвище Ім'я По батькові

Викладач:  
к.т.н., доцент  
Ю.І.Григор'єв

Запоріжжя, 20XX

**ДОДАТОК В****Довідкові матеріали**

Таблиця 1

**Технічні характеристики драглайнів**

Модель	Висота розвантаження, Нр, м	Радіус розвантаження, Rp, м	Ємність ковша, м <sup>3</sup>
ЕШ-11/70	27,5	66,5	11
ЕШ-14/50	20,5	46,5	14
ЕШ-20/65	27	61	20
ЕШ-10/100	42	93,5	10
ЕШ-15/90	39	83	15
ЕШ-20/90	38,5	83	20
ЕШ-40/100	40	94,8	40
ЕШ-15/110	52	99	15

Таблиця 2

**Технічні характеристики мехлопат**

Модель	Максимальна висота розвантаження, Нрmax, м	Радіус розвантаження, Rp, м	Радіус черпання на рівні установки, Rч.у, м	Радіус обертання кузова, Rк, м	Висота черпання максимальна, Нчmax, м
ЕКГ-6,3ус	12,5	17,9	13,5	7,78	17.1
ЕКГ-8	8,6	16,3	12	7,78	13.2
ЕКГ-10	8,6	16,3	12,6	7,78	13,5
ЕКГ-12,5	10	18,5	14,3	9,3	15,6
ЕКГ-15	10	19,5	15,6	10	16,4

Таблиця 3

**Висота думпкарів**

Модель	2BC-105	2BC-180	BC-85	BC-145
Висота, м	3,2	3,7	3,2	3,7

Таблиця 4

**Габарити автосамоскидів**

Модель	Радіус розвороту, Ra, м	Довжина, La, м	Ширина кузова, Ba, м
БелАЗ-7513	13	11,5	7
БелАЗ-7519	12	11,25	6,1
БелАЗ-7521	16	14,58	7,78



*Навчально-методичне видання*

**Григор'єв Ігор Євгенійович  
Григор'єв Юліан Ігорович**

**ТЕХНОЛОГІЯ ВІДКРИТОЇ РОЗРОБКИ  
РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН**

**методичні рекомендації  
до виконання практичних робіт**

Самостійне електронне мережеве видання

Публікується в авторській редакції