

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до практичних занять з дисципліни «ТЕХНОЛОГІЯ ВІДКРИТОЇ  
РОЗРОБКИ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН»  
*(для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня  
спеціальності 184 Гірництво)  
(Електронне видання)*

**ЗАТВЕРДЖЕНО**  
на засіданні кафедри фармації,  
виробництва та технологій  
Протокол № 8 від 28.01.2025 р.

Київ 2025

УДК 622.014(075.8)

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Технологія відкритої розробки родовищ корисних копалин» (для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 184 Гірництво) / Укладач Мохонько В.І. – Київ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2025. – 37 с.

У методичних вказівках наведено зміст практичних занять, теоретичні відомості, послідовність та приклади виконання розрахунків, приклади виконання необхідних креслень, список рекомендованої літератури.

Методичні вказівки призначені для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр» спеціальності 184 Гірництво.

Укладач:



В.І. Мохонько, к.геол.н., доц.

Рецензент:

Тарасов В.Ю., д.т.н., проф.

## ЗМІСТ

ЗМІСТ .....	3
ВСТУП .....	4
Практичне заняття № 1 ЕЛЕМЕНТИ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК .....	5
Практичне заняття № 2 ГІРСЬКІ ПОРОДИ ЯК ОБ'ЄКТ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДКРИТИХ РОЗРОБОК .....	11
Практичне заняття № 3 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ КАР'ЄРНОГО ПОЛЯ ПО ВЕРХНЬОМУ КОНТУРУ .....	15
Практичне заняття № 4 РОЗРАХУНОК ОБ'ЄМУ КАР'ЄРНОГО ПОЛЯ .....	18
Практичне заняття № 5 РОЗРАХУНОК КОНТУРНОГО КОЕФІЦІЄНТУ РОЗКРИВУ .....	21
Практичне заняття № 6 РОЗРАХУНОК ОБСЯГІВ РОЗКРИВНИХ ВИРОБОК ...	25
Практичне заняття № 7 КОМПЛЕКСНИЙ РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ КАР'ЄРУ .....	31
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....	36

## ВСТУП

«Технологія відкритої розробки родовищ корисних копалин» – вибіркова дисципліна, яку освоюють здобувачі вищої освіти, що навчаються за спеціальністю «Гірництво». Це наукова основа проектування гірничих виробок, кар'єрів і відвалів. Розрахунки, що виконуються здобувачами під час практичних занять, є базовими для проектування будь-якого гірничого виробництва.

Майбутні виробничі функції бакалавра з гірництва пов'язані з елементами існування об'єктів діяльності, проектуванням нових і експлуатацією (ремонт, обслуговування) діючих споруд, а саме гірничих виробок, їх елементів, кар'єрів та відвалів, визначенням чинників, які впливають на експлуатаційну надійність зазначених об'єктів та їх елементів.

Методичні вказівки мають на меті закріпити теоретичні знання з дисципліни на практиці, а також надати допомогу студентам при виконанні практичних завдань та контрольних робіт.

За результатами виконання практичних завдань з дисципліни «Технологія відкритої розробки родовищ корисних копалин» студенти повинні отримати наступні уміння та навички:

- мати уяву про технології відкритої розробки родовищ корисних копалин;
- визначати параметри гірничопідготовчих виробок, послідовність проходження їх при використанні автосамоскидів та залізничного транспорту;
- визначати та оцінювати параметри відвальних робіт при використанні залізничного транспорту та екскаваторного відвалоутворення при розробці глибоких кар'єрів;
- встановлювати параметри технології розробки родовищ м'яких порід гідравлічним способом;
- розраховувати кількість обладнання, яке використовується при визначених технологіях за різними методами;
- аналізувати способи видобутку та можливі технологічні схеми спорудження відкритих гірничих виробок;
- креслити та читати графічні матеріали, що використовуються на відкритих гірничих виробництвах: плани, розрізи, паспорти роботи обладнання. і споруд, грамотно використовувати інженерно-геологічну документацію;
- оцінювати результати моделювання технологічних процесів при відкритій розробці родовищ;
- визначати параметри технологічних схем розробки пологих родовищ.

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1 ЕЛЕМЕНТИ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК

**Мета:** Вивчити основні елементи відкритих розробок, їх призначення та графічне зображення.

### Теоретичні відомості

При **відкритому способі розробки** родовищ корисних копалин (далі РКК) всі гірничі роботи проводять у відкритих гірничих виробках безпосередньо під відкритим небом. Сукупність відкритих гірничих виробок, що призначена для розробки РКК, називається **кар'єром** (технічне визначення). **Кар'єр** у господарчому значенні – гірниче підприємство, яке здійснює відкриту розробку РКК. При відкритій розробці вугільних родовищ замість терміну **кар'єр** використовують слово **розріз**; при розробці розсипищ – **приїск** або **копальня**; при розробці природного каменю – **каменяря**.

Родовище або його частина, що розробляється одним кар'єром, називається **кар'єрним полем**. В процесі ведення відкритих гірських робіт поверхня кар'єрного поля повністю порушується і в товщі земної кори утворюється штучний вироблений простір великих обсягів (десятки, сотні мільйонів м<sup>3</sup> та більше), а також порушується природна рівновага гірських порід, що оточують кар'єр з боків. Для запобігання їх руйнування або зсуву, боковим поверхням кар'єру надають деякий нахил, що підвищує їх стійкість. Розробку у межах кар'єрного поля здійснюють горизонтальними або слабкопохилими шарами, при чому кожен верхній шар розробляють з випередженням у часі та просторі відносно нижнього шару. В результаті бокова поверхня кар'єру набуває уступної (східчастої) форми.

Умовна поверхня, що проходить через верхні і нижні контури неробочих бортів кар'єру від верхньої брівки верхнього уступу до нижньої брівки нижнього уступу називається **укосом неробочих бортів кар'єру** (Рис. 1.1, 1-5 і 2-6), а якщо вона проходить через нижні брівки верхнього і нижнього робочих уступів, називається **укосом робочого борту кар'єру** (Рис.1.1, 5'-7).

**Бортами кар'єру** називають бокові поверхні, що обмежують кар'єр, та які є сукупністю відкосів і площадок окремих уступів.

Борт кар'єру, на якому виконують гірничі роботи, називають **робочим бортом**, той на якому гірські роботи вже не проводять – **неробочим**. Відповідно уступи, що становлять робочий борт кар'єру, називають **робочими**, уступи на неробочому борту кар'єру – **неробочими**.

**Берми** – горизонтальні площадки на неробочому борті кар'єру. Розрізняють транспортні і запобіжні берми. **Транспортні берми** служать для розміщення транспортних шляхів, по яких здійснюється вантажотransпортний зв'язок між робочими площадками в кар'єрі і поверхнею. **Запобіжні берми** призначені для підвищення стійкості борту кар'єру і для затримання уламків породи, що обсипаються.

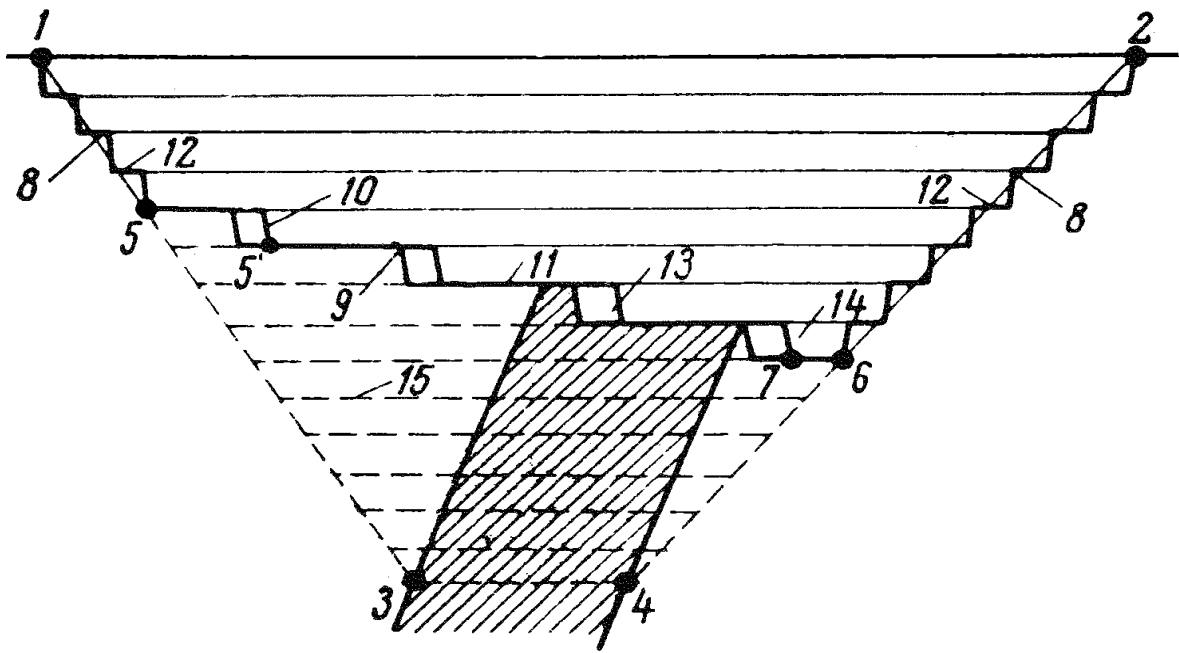


Рис. 1.1. Елементи кар'єру:

- 1-2 і 3-4 – верхній і нижній кінцеві контури кар'єру; 1-3 і 2-4 – кінцеві контури бортів кар'єру;  
 1-5 і 2-6 – неробочі борти кар'єру; 5-7 – робочий борт кар'єру; 6-7 – підшва кар'єру;  
 8 – неробочі уступи; 9 – робочі уступи; 10 – відкоси уступів; 11 – робочі площадки; 12 – берми;  
 13 – заходки; 14 – траншея; 1-2-6-7-5 – сучасний (фактичний) контур кар'єру;  
 1-2-4-3 – проектний (кінцевий) контур кар'єру.

Горизонтальну поверхню, що обмежує кар'єр знизу, називають **підшвою кар'єру**.

Лінію перетину бортів кар'єру з поверхнею називають **верхнім контуром кар'єру**, а з підшвою – **нижнім контуром кар'єру**. Положення верхнього і нижнього контурів кар'єру при веденні гірських робіт міняється. Контури, досягнуті до моменту погашення відкритих гірських робіт, називають **кінцевими контурами кар'єру**.

Основними складовими частинами бортів кар'єру є робочі та неробочі уступи.

**Уступ** – частина товщі гірських порід в кар'єрі у вигляді сходинки, яка обмежена по висоті площадками, а з боку виробленого простору – укосом.

**Робочий уступ** – частина товщі гірських порід у кар'єрі, яка має робочу поверхню у вигляді сходинки та розробляється самостійними засобами виймання та транспортування. Тобто кожен робочий уступ відпрацьовується принаймні одним окремим екскаватором (або іншою виймальною технікою) та принаймні одним транспортним шляхом, призначеними саме для цього уступу.



Іноді виникає необхідність поділу уступу по висоті на окремі частини - **підступи**, кожен з яких відпрацьовуватиметься окремою виймальною технікою, але обслуговуватиметься транспортом загальним для всього уступу.

До елементів уступу відносять (рис. 1.2): площадку уступу (горизонтальну поверхню, що обмежує уступ по висоті), укіс уступу (похилу поверхню, що обмежує уступ з боку виробленого простору) та брівки уступу (лінії перетину укосу уступу з його верхньою і нижньою площадками). На робочому уступі є також **забій** – поверхня уступу, на якій безпосередньо проводять виймальні роботи та яка змінює своє положення у просторі під їх впливом. Забоєм може бути торцева або фронтальна частина укосу уступу (для екскаваторів), а також горизонтальна або похила площадка уступу (для виймально-транспортних машин).

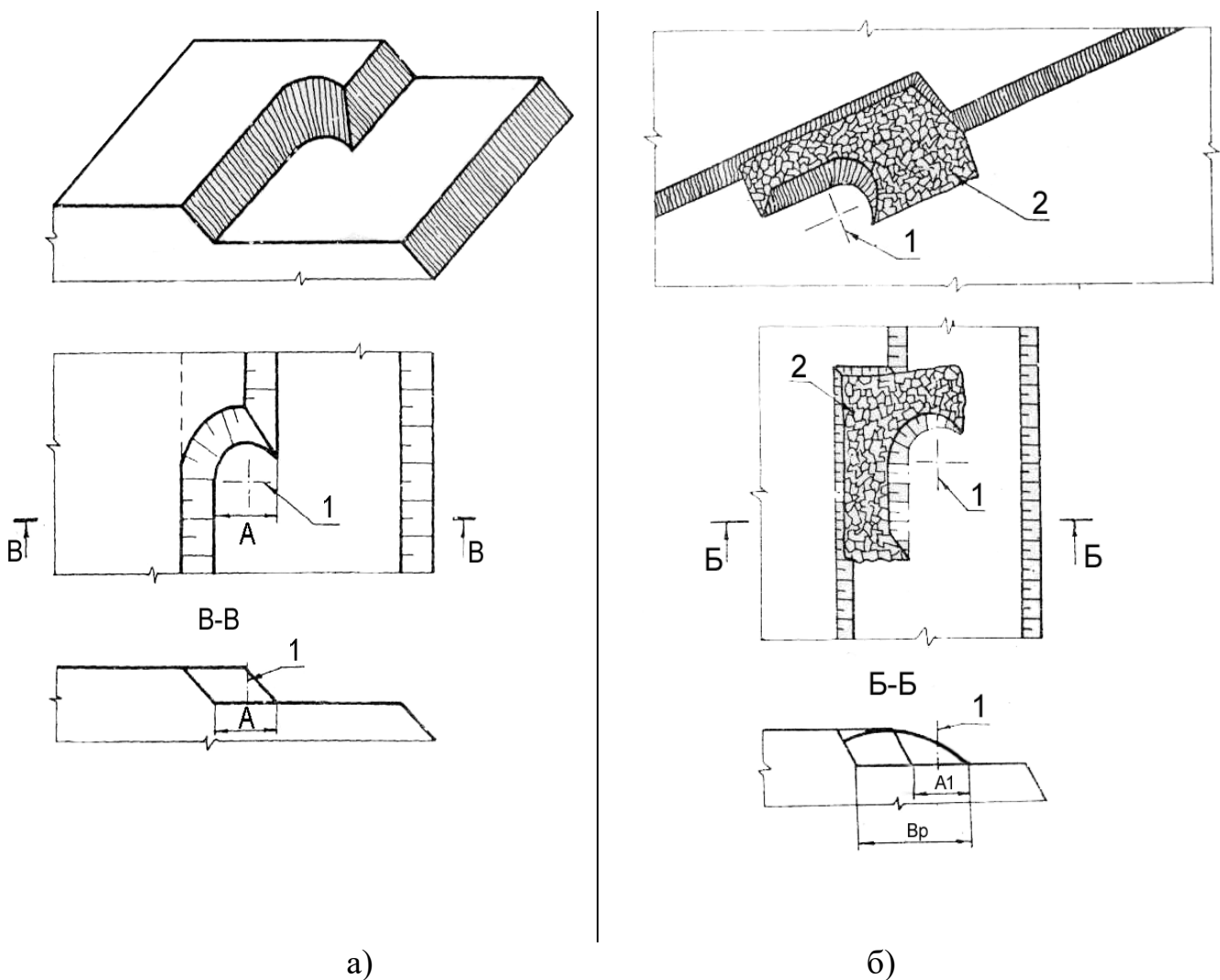


Рис. 1.2. Ізометрія, план та розріз **робочого уступу** відповідно для:  
 а) *м'яких порід* (без підготовчих робіт); б) *міцних порід* (вибухова підготовка)

1 – вісь екскаватора; 2 – розвал порід зруйнованих вибухом;

A – ширина заходки по м'яких породах; A1 – ширина першої заходки по зруйнованій породі

Уступ у плані звичайно розробляють паралельними породними смугами, які відпрацьовують послідовно одна за одною, та називають **заходками** (рис. 1.3). Забоєм, як правило, є торцева частина заходки. Ширина заходок залежить від робочих параметрів виймального обладнання, та становить 10-30 метрів, іноді більше.

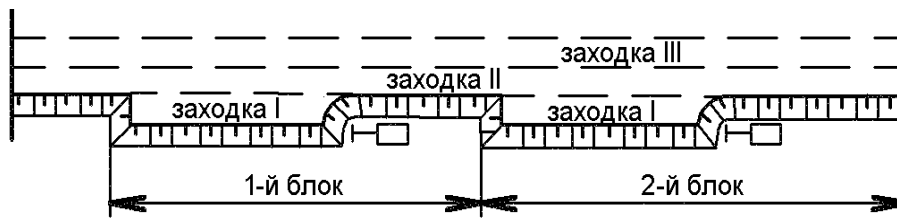


Рис. 1.3. Заходки

Частину заходки за її довжиною, що розробляється самостійними засобами виймання (наприклад, окремими екскаваторами), називають **блоком**. Поділ заходки на блоки дозволяє вести відпрацювання одночасно кількома забоями.

Для забезпечення доступу до КК в кар'єрах проводять розкриття родовища за допомогою розкривних гірничих виробок – капітальних траншей, які, відносно розташування у просторі кар'єрного поля, поділяють на внутрішні та зовнішні (рис. 1.4).

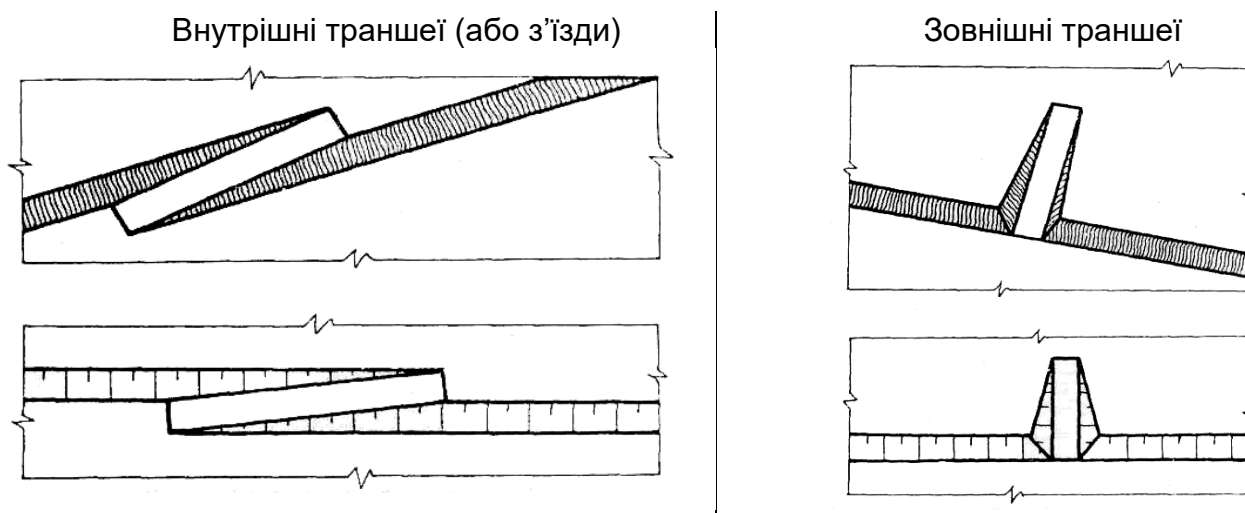


Рис. 1.4. Капітальні траншеї

Площадка уступу, на якій розташовують виймальне обладнання, призначене для розробки цього уступу, називається **робочою площадкою уступу**.

Частина уступу по його довжині, підготовлена для розробки, називається **фронтом робіт уступу**. Підготовка фронту робіт полягає головним чином у підведенні транспортних шляхів і ліній електропередач. Сумарна протяжність фронтів робіт уступів складає **фронт робіт кар'єру**.

Кожному уступу присвоюється **висотна відмітка**, яка звичайно відповідає рівню розташування транспортних шляхів уступу. Відмітки застосовують

**абсолютні** (відносно рівня моря) або **відносні**, (відносно деякого прийнятого пункту на поверхні). Горизонтальна поверхня (площадка уступу), яка характеризується висотною відміткою, називається **горизонтом**.

Ділянка земної поверхні, яку займає гірниче підприємство називається **земельний відвід** (рис. 1.5). До його складу входить не лише кар'єрне поле, але й територія, яку займають відвали розкривних порід, збагачувальні або сортувальні фабрики, складські приміщення, транспортні цехи та інше.

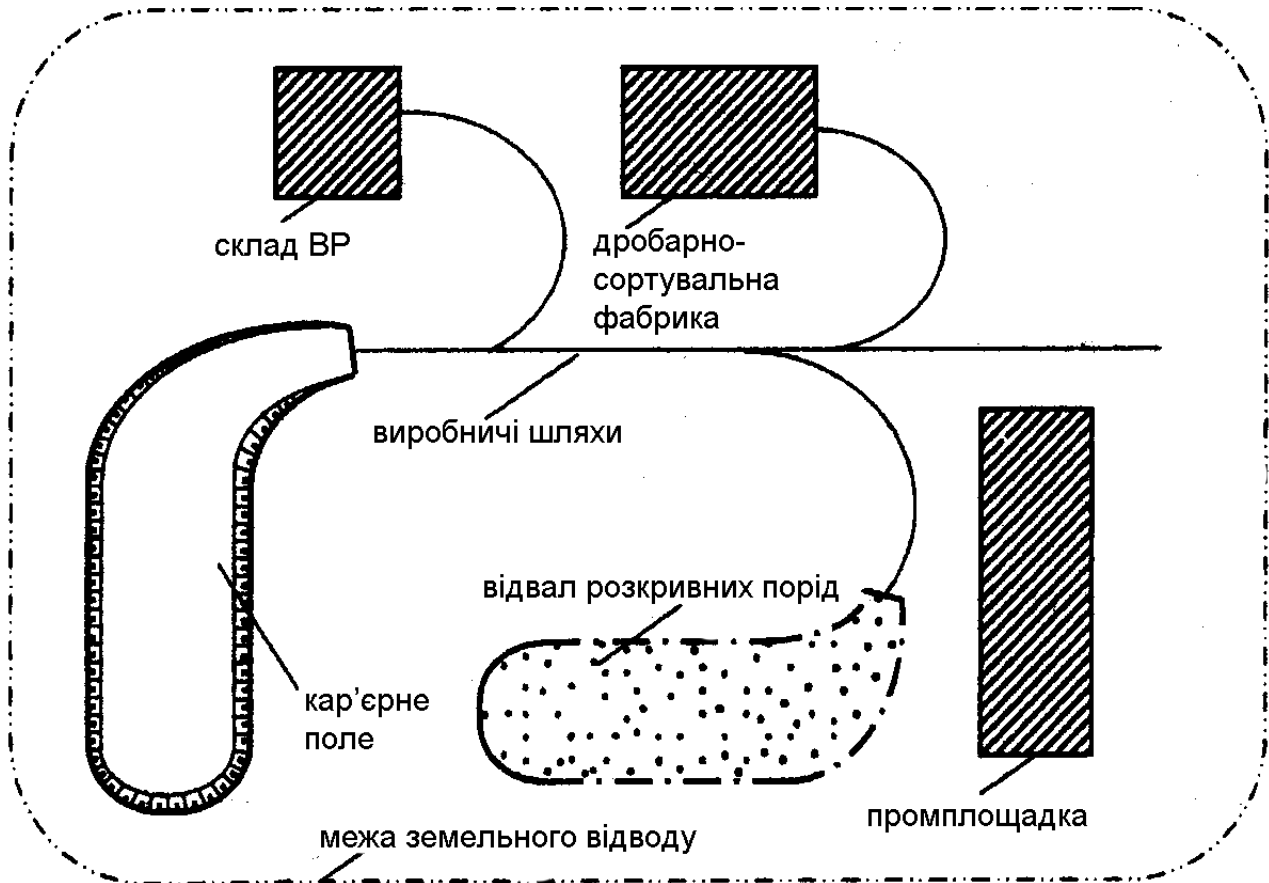


Рис.1.5. Земельний відвід

### Завдання

Дайте письмове визначення наступним поняттям: відкритий спосіб розробки; кар'єр у господарчому значенні; кар'єр у технічному значенні; розріз; приїск; каменярня; кар'єрне поле; земельний відвід; укіс неробочого борту кар'єру; борт кар'єру; транспортна берма, запобіжна берма; підошва кар'єру; верхній контур кар'єру; нижній контур кар'єру; кінцевий контур кар'єру; уступ; підуступ; площадка уступу; укіс уступу; брівки уступу; забій уступу; заходка; блок; робоча площадка уступу; фронт робіт уступу; горизонт кар'єру.

## Питання для самоконтролю

1. Поясніть у чому відмінність відпрацювання робочих уступів у м'яких та міцних гірських породах?
2. Перелічіть елементи кар'єра та елементи уступів.
3. Поясніть, які з елементів уступу можуть бути поверхнею для ведення виймальних робіт та як називають таку поверхню?
4. Чи є поняття «підготувати уступ до розробки» синонімом поняття «підготувати гірську породу до виймання»?
5. Яка різниця між абсолютними та відносними висотними відмітками?
6. В чому різниця між робочою площадкою та транспортною бермою?
7. Як називають лінії перетину: а) бортів кар'єру з подошвою та денною поверхнею; б) укусу уступу з верхньою та нижньою площадками?
8. Чи одне й те ж «заходка» та «забій уступу»? Поясніть різницю.
9. Як розрізняють відкриті гірничі виробки за розташуванням у просторі кар'єрного поля? Для пояснення відповіді виконайте необхідні схеми.
10. Як називають частину уступу по його висоті, яка розробляється самостійним виймальним обладнанням, але обслуговується транспортом, загальним для всього уступу?

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

### ГІРСЬКІ ПОРОДИ ЯК ОБ'ЄКТ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДКРИТИХ РОЗРОБОК

**Мета:** Вивчити основні фізико-механічні властивості гірських порід та з'ясувати як саме вони впливають на складність розробки.

#### Теоретичні відомості

**Гірська порода** – природний агрегат однорідних або різних мінералів, які були утворені за певних геологічних умов у товщі земної кори або на її поверхні.

**Мінерали** – тверді тіла кристалічної будови, що мають природне походження та характеризуються однорідною структурою і певним хімічним складом.

**Корисні копалини** – мінеральні утворення земної кори, які містять в собі корисний компонент (або мають корисні властивості) у кількості, достатній для промислового чи народногосподарського використання у сирому вигляді або після переробки при існуючому рівні розвитку техніки та технології.

**Родовище корисних копалин** – природне скупчення корисної копалини у земній корі. Просторове положення родовищ корисних копалин характеризується елементами залягання: простяганням, падінням та потужністю покладів.

**Пусті породи** – частина гірських порід, яка непридатна до вилучення корисних компонентів або іншого використання з технологічних чи економічних міркувань.

**Розкривні породи** – частина пустих порід, які оточують (покривають або вміщують) корисні копалини та мають бути видалені з кар'єру або шахти в процесі розробки родовища корисних копалин.

**Гірнична маса** – сукупність порід, що отримуються в результаті розробки родовища, тобто окремо корисні копалини, розкривні породи або їх суміш.

До корисних копалин належать всі види гірських порід, що добуваються для господарських, будівельних, промислових і наукових цілей і використовують у сирому вигляді або після переробки. При видобутку корисних копалин відкритим способом неминуче розробляються покриваючі і вміщуючі розкривні породи. Корисна копалина і розкривні породи об'єднуються поняттям **гірнична маса**. Розділення порід на корисні копалини і розкривні породи відносне. З прогресом техніки видобутку і переробки все більше розкривних порід починають використовувати як корисні копалини.

Розрізняють такі корисні копалини: **металічні** (руди чорних, кольорових, благородних, радіоактивних і рідких металів), **неметалічні** (сировина для металургійної, хімічної та інших галузей промисловості), **паливні** (вугілля, горючі сланці, торф та ін.) **будівельні** гірські породи (вапняки, мрамори, граніти, гравій, піски та ін.).

Сукупність властивостей, що визначають міру придатності і економічної ефективності використання корисних копалин, називають їх **якістю**. Для вугілля, наприклад, якісними показниками є теплота згорання, зольність, вміст

вологи, кусковатість, вміст мінеральних мас, вихід летких, вміст сірки та ін., а для руд – процентний склад хімічних елементів, що регламентуються, мінералогічний склад, структурні і текстурні особливості та інші властивості.

Кожне виробництво по-своєму регламентує якість однієї і тієї ж корисної копалини. Наприклад, при хімічній переробці кам'яного вугілля в синтетичні матеріали не регламентується їх теплота згорання; доломіт, застосований в системах очищення води, оцінюється за іншими якісними показниками, чим той же доломіт, що використовується для виробництва вогнетривких виробів. Одні якісні властивості корисної копалини відносять до головних – корисних, а інші, що ускладнюють або збагачують його переробку або експлуатацію, є шкідливими. Наприклад, для руд кольорових металів корисні властивості – це вміст вилучених металів, а шкідливі – вміст миш'яку, вторинних сульфідів, висока вологість і так далі.

Якість корисних копалин у надрах оцінюється **кондиціями**, які встановлюють на різних стадіях розробки, проектування, розробки і експлуатації родовищ.

Кондиції повинні забезпечити ефективне використання надр з урахуванням витрат на видобуток і переробку корисної копалини і подальше використання продукції. Наприклад, при встановленні кондицій на енергетичне вугілля потрібно враховувати витрати на 1 мДж виробленої електроенергії. Із збільшенням відстані перевезень вимоги до якості зростають.

Відхилення від кондицій при гірничих роботах оцінюють кількісними і якісними втратами.

**Кількісні втрати** характеризують зменшення об'єму кондиційної корисної копалини внаслідок залишення в надрах, віднесення до розкривних порід, просипання при вантаженні і транспортуванні та з інших причин.

**Якісні втрати** характеризують міру домішування до кондиційної корисної копалини при веденні гірничих робіт порожньої породи або некондиційних сортів корисної копалини.

Об'єктами відкритих гірничих робіт є різні гірські породи: корінні (магматичні, метаморфічні і осадові), що залягають у товщі земної кори на місці свого утворення, і наноси, що покривають їх, зменшені породи, перевідкладені, або перенесені.

При розробці гірські породи піддаються різного роду діям, головним чином, механічним: ударам, зрушенню, ущільненню, переміщенню та іншим, внаслідок чого змінюється їх стан. Загалом розрізняють природні і штучні зміни стану гірських порід: за допомогою вибуху, механічними способами руйнування, водозниженням, хімічним зміцненням та ін.

Гірничому інженерові необхідно знати фізико-технічні властивості і характеристики гірських порід: щільність, пористість, вологість, опір різним зусиллям, абразивність, в'язкість, крихкість, стійкість, збільшення об'єму при руйнуванні та ін. При дії на породний масив, в першу чергу, необхідно знати властивості порід у їх природному стані; для інших цілей (вантаження, переміщення, складування, дроблення та ін.) слід визначати і враховувати властивості порід у штучно зміненому стані. При цьому властивості порід

залежать як від їх природного стану, так і від способу дії на них і стадії розробки. Зміна властивостей починається на місці залягання порід. Наприклад, при вибуху відбувається не лише руйнування порід, але й ослаблення зв'язків у прилеглому породному масиві; при водозниженні також змінюються властивості порід у масиві і так далі. У багатьох випадках властивості порід змінюються поступово (наприклад, ущільнення порід у насипах, наслідки вивітрювання, фільтраційне обпливання сипких порід і т. д.).

Властивості порід змінюються у великому діапазоні. Важко знайти хоча б дві однакові за мінералогічним складом породи на різних родовищах з однаковими властивостями і характеристиками. Тому породи об'єднують у групи, категорії і класи з певним діапазоном властивостей і характеристик.

Для відкритої розробки всі гірські породи доцільно ділити на групи:

- скельні і напівскельні (у природному їх стані);
- зруйновані (штучно або природно змінені породи першої групи);
- щільні, м'які (зв'язкові) і сипкі.

Групи порід зумовлюють способи їх розробки і технічні засоби, які застосовують для цього.

## **Завдання**

### **Завдання 1.**

Наведіть визначення вказаних нижче властивостей гірських порід, проаналізуйте їх можливий вплив на технологію розробки родовища та наведіть критерії оцінки цього впливу.

До аналізу пропонуються наступні властивості порід: міцність, шаруватість, тріщинуватість, розпушуваність, густина, пористість, водонасиченість, твердість, стійкість, радіоактивність, пластичність, вологість, магнітність, абразивність, пружність, крихкість, в'язкість.

Відповідь рекомендовано наводити у наступному вигляді:

«Міцність – здатність гірських порід чинити опір руйнуванню або зміні форми під дією зовнішньої сили. У гірничій справі міцність порід характеризують коефіцієнтом міцності за шкалою професора М.М. Протод'яконова, який являє собою одну десяту від межі міцності породи при одновісьовому стисненні, вимірюваному у МПа. За даною шкалою всі породи ранжуються від пухких та м'яких з коефіцієнтом міцності менше 1 до дуже міцних скельних порід з коефіцієнтом 20. Існують та розробляються також породи позакатегорійні, міцність яких за Протод'яконовим перевищує 20. Вплив міцності порід на технологію розробки полягає у виборі способу подрібнення чи розпушення породи, породоруйнівного інструменту, ступеню придатності порід до гідророзмиву тощо».

### **Завдання 2.**

Поясніть характеристики розглянутих у роботі фізико-механічних властивостей порід: коефіцієнт міцності; коефіцієнт розпушення; інтенсивність тріщинуватості; ступінь шаруватості; коефіцієнт пористості; коефіцієнт вологонасиченості; шкала Мооса; питома ефективна активність природних

радіонуклідів; число пластичності; вагова, об'ємна та питома вологість; питома магнітна сприйнятливність; коефіцієнт абразивності; коефіцієнт Пуасона; коефіцієнт в'язкості.

### **Питання для самоконтролю**

1. Що розуміють під поняттям якість корисних копалин?
2. Що розуміють під поняттям технологічна характеристика гірських порід?
3. На які групи поділяються всі гірські породи?
4. Що розуміють під поняттям загальна оцінка опору гірських порід руйнуванню?

**ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3**  
**ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ КАР'ЄРНОГО ПОЛЯ**  
**ПО ВЕРХНЬОМУ КОНТУРУ**

**Мета:** Навчитися визначати розміри кар'єрного поля по верхньому контуру.

**Теоретичні відомості**

**Розміри по верхньому контуру кар'єру** (розміри по поверхні) залежать від розмірів по дну, а також кінцевої глибини та кутів відкосів неробочих бортів кар'єру. При розташуванні кар'єру у рівнинній місцевості, довжина та ширина кар'єру по поверхні складатиме:

$$L_{\text{шп}} = L_{\text{д}} + 2 \cdot H_{\text{к}} \cdot \text{ctg} \beta_{\text{н}}; B_{\text{шп}} = B_{\text{д}} + 2 \cdot H_{\text{к}} \cdot \text{ctg} \beta_{\text{н}}, \quad (3.1)$$

якщо  $\beta_{\text{н}}$  – усереднений кут відкосу неробочих бортів кар'єру.

**Завдання**

Кар'єр глибиною  $H_{\text{к}}$  розробляється у рівнинній місцевості за суцільною однобортвою системою розробки та має прямокутну форму у плані з розмірами по дну  $L_{\text{д}}$  та  $B_{\text{д}}$ . На бортах кар'єру розташовано уступи висотою  $H_{\text{у}}$  та берми. Транспортні берми шириною  $B_{\text{т}}$  зосереджені на південному борті кар'єру, де вони чергуються з запобіжними бермами шириною  $B_{\text{min4}} = 0,3 \cdot H_{\text{у}}$ . Західний, північний та східний борти містять, окрім відкосів уступів, лише запобіжні берми, але їх ширина встановлюється окремо і становить  $B_{\text{min1}} = 0,3 \cdot H_{\text{у}}$ ;  $B_{\text{min2}} = 0,4 \cdot H_{\text{у}}$ ;  $B_{\text{min3}} = 0,5 \cdot H_{\text{у}}$ .

Загальний вигляд кар'єру наведено на схемі (рис.3.1).

Необхідно: розрахувати розміри кар'єру по поверхні. Вихідні дані наведені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунків

Варіант	$H_{\text{к}}$ , м	$L_{\text{д}}$ , м	$B_{\text{д}}$ , м	$H_{\text{у}}$ , м	$\alpha_{\text{у}}$ , °	$B_{\text{т}}$ , м
1, 11	150	600	100	10	60	30
2, 12	180	700	100	15	75	35
3, 13	200	800	90	10	70	25
4, 14	160	600	70	16	70	19
5, 15	220	950	120	20	70	24
6, 16	190	1000	90	10	65	25
7, 17	240	900	80	20	72	28
8, 18	180	650	60	20	68	26
9, 19	168	780	90	12	73	18
10, 20	153	820	130	17	67	20

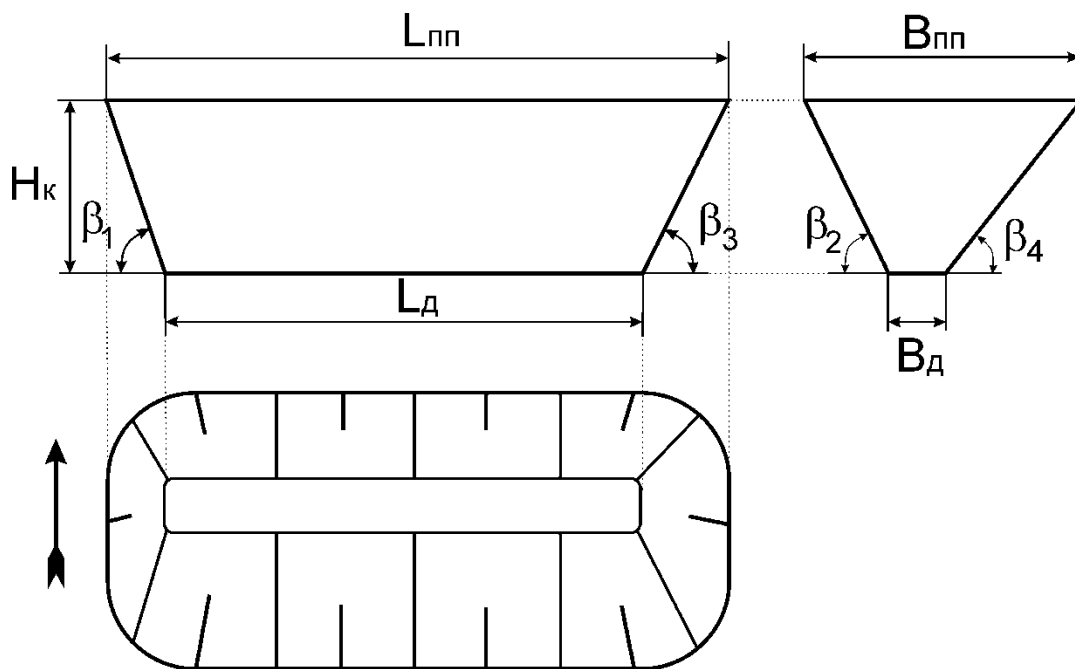


Рис. 3.1. Загальний вигляд кар'єру

### Приклад розв'язання завдання

#### Дано:

Кар'єр глибиною  $H_k=150$  м розробляється у рівнинній місцевості за суцільною односторонньою системою розробки та має прямокутну форму у плані з розмірами по дну  $L_d=800$  м та  $B_d=100$  м. На бортах кар'єру розташовано уступи висотою  $H_y=15$  м та берми. Транспортні берми шириною  $B_T=35$  м зосереджені на південному борті кар'єру, де вони чергуються з запобіжними бермами шириною  $B_{min4} = 0,3 \cdot H_y$ . Західний, північний та східний борти містять, окрім відкосів уступів, лише запобіжні берми, але їх ширина встановлюється окремо і становить  $B_{min1} = 0,3 \cdot H_y$ ;  $B_{min2} = 0,4 \cdot H_y$ ;  $B_{min3} = 0,5 \cdot H_y$ .

#### Розрахунок

1) Розраховуємо ширину запобіжних берм:

$$B_{min1} = 0,3 \cdot H_y = 4,5 \text{ м} \text{ – для західного борту;}$$

$$B_{min2} = 0,4 \cdot H_y = 6 \text{ м} \text{ – для північного борту;}$$

$$B_{min3} = 0,5 \cdot H_y = 7,5 \text{ м} \text{ – для східного борту;}$$

$$B_{min4} = 0,3 \cdot H_y = 4,5 \text{ м} \text{ – для південного борту;}$$

2) Знаходимо кількість уступів, що входять до складу бортів кар'єру:

$$n_y = \frac{H_k}{H_y} = \frac{150}{15} = 10 \text{ уступів.}$$

3) Аналізуємо будову неробочих бортів кар'єру:

– до складу західного, північного та східного бортів входить  $n_y = 10$  уступів та  $(n_y - 1) = 9$  запобіжних берм шириною, відповідно,  $B_{min1} = 4,5$  м;  $B_{min2} = 6$  м;  $B_{min3} = 7,5$  м;

– до складу південного борту входить  $n_y = 10$  уступів та  $(n_y - 1) = 9$  берм, серед

яких 5 запобіжних берм шириною  $V_{\min 4} = 4,5$  м та 4 транспортних берми шириною  $V_r = 35$  м.

4) Перетворюємо відому формулу розрахунку кута відкосу неробочого борту кар'єру:

для західного борту:

$$\beta_1 = \operatorname{arctg} \left( \frac{150}{9 \cdot V_{\min 1} + 10 \cdot H_y \cdot \operatorname{ctg} 75^\circ} \right) = \operatorname{arctg} \left( \frac{150}{9 \cdot 4,5 + 10 \cdot 15 \cdot 0,268} \right) = \operatorname{arctg}(1,859) = 61,7^\circ;$$

для північного борту:

$$\beta_2 = \operatorname{arctg} \left( \frac{150}{9 \cdot V_{\min 2} + 10 \cdot H_y \cdot \operatorname{ctg} 75^\circ} \right) = \operatorname{arctg} \left( \frac{150}{9 \cdot 6 + 10 \cdot 15 \cdot 0,268} \right) = \operatorname{arctg}(1,592) = 57,9^\circ;$$

для східного борту:

$$\beta_3 = \operatorname{arctg} \left( \frac{150}{9 \cdot V_{\min 3} + 10 \cdot H_y \cdot \operatorname{ctg} 75^\circ} \right) = \operatorname{arctg} \left( \frac{150}{9 \cdot 7,5 + 10 \cdot 15 \cdot 0,268} \right) = \operatorname{arctg}(1,393) = 54,3^\circ;$$

для південного борту:

$$\beta_4 = \operatorname{arctg} \left( \frac{150}{5 \cdot V_{\min 4} + 4 \cdot V_r + 10 \cdot H_y \cdot \operatorname{ctg} 75^\circ} \right) = \operatorname{arctg} \left( \frac{150}{5 \cdot 4,5 + 4 \cdot 35 + 10 \cdot 15 \cdot 0,268} \right) = \operatorname{arctg}(0,74) = 36,5^\circ.$$

5) Розміри по поверхні складаються з розмірів кар'єру по дну та горизонтальних проєкцій відкосів неробочих бортів:

$$L_{\text{ин}} = L_{\text{д}} + H_{\text{к}} \cdot (\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_3) = 800 + 150 \cdot (0,538 + 0,719) = 988,6 \text{ м.}$$

$$B_{\text{ин}} = B_{\text{д}} + H_{\text{к}} \cdot (\operatorname{ctg} \beta_2 + \operatorname{ctg} \beta_4) = 100 + 150 \cdot (0,627 + 1,351) = 396,7 \text{ м.}$$

### Питання для самоконтролю

1. Перерахуйте головні параметри кар'єру.
2. Від чого залежать розміри кар'єрного поля?
3. Що розуміють під поняттям розкриття кар'єрного поля?
4. Що розуміють під поняттям робоча зона кар'єру?
5. Що розуміють під поняттями спосіб, схема та система розкриття?

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4 РОЗРАХУНОК ОБ'ЄМУ КАР'ЄРНОГО ПОЛЯ

**Мета:** Ознайомитись з принципом розрахунку об'єму кар'єрного поля за формулою В.В. Ржевського.

### Теоретичні відомості

Об'єм кар'єрного поля (об'єм гірничої маси в контурах кар'єра), який характеризує масштаб гірничих робіт, визначають по формулі акад. В.В. Ржевського:

$$V_{зм} = S_d \cdot H_k + \frac{1}{2} \cdot \sum_1^n \ell_n \cdot H_k^2 \cdot \text{ctg} \beta_n + \frac{\pi}{3} H_k^3 \text{ctg}^2 \beta_{cp}, \text{ м}^3, \quad (4.1)$$

де  $S_d$  – площа підосви кар'єра;

$H_k$  – глибина кар'єра;

$\ell_n$  та  $\beta_n$  – відповідно довжина по підосві та кут відкосу n-ї ділянки борту кар'єра;

$\beta_{cp}$  – середній кут відкосу неробочих бортів кар'єра:

$$\beta_{cp} = \frac{\beta_1 \cdot \ell_1 + \beta_2 \cdot \ell_2 + \dots + \beta_n \cdot \ell_n}{\ell_1 + \ell_2 + \dots + \ell_n}, \text{ }^\circ. \quad (4.2)$$

Якщо кути відкосів всіх бортів однакові, або незначно відрізняються один від одного, формула Ржевського набуває вигляду:

$$V_{зм} = S_d \cdot H_k + \frac{1}{2} \cdot P_d \cdot H_k^2 \cdot \text{ctg} \beta_{cp} + \frac{\pi}{3} H_k^3 \text{ctg}^2 \beta_{cp}, \text{ м}^3, \quad (4.3)$$

де  $P_d$  – периметр дна кар'єру.

### Завдання

Визначити об'єм кар'єрного поля прямокутної форми, розташованого у рівнинній місцевості, яке має наступні параметри: довжина дна кар'єру  $l_d$ , ширина дна кар'єру  $b_d$ , кінцева глибина кар'єру  $H_k$ , усереднений кут відкосу неробочих бортів кар'єру  $\beta_{cp}$ . Об'єм кар'єру наближено розрахувати за формулою В.В. Ржевського, також навести виведення формули з поясненнями. Окремо, на аркуші формату А4 виконати пояснювальну схему, де показати з яких простих об'ємних фігур складається кар'єрне поле для заданих умов.

Варіант	$l_d$ , км	$b_d$ , км	$H_k$ , м	$\beta_{cp}$ , °	варіант	$l_d$ , км	$b_d$ , км	$H_k$ , м	$\beta_{cp}$ , °
1	1,5	0,6	190	45	11	1,55	0,1	355	36
2	0,95	0,3	350	40	12	2,35	0,25	370	37
3	1,0	0,1	220	42	13	2,9	0,35	355	42
4	3,15	0,25	270	37	14	0,9	0,4	420	60
5	2,0	0,35	180	39	15	0,8	0,25	300	35
6	2,65	0,9	265	54	16	2,45	0,35	325	38
7	2,7	0,5	330	38	17	2,9	0,9	440	39
8	1,95	0,35	170	44	18	4,0	0,5	190	43

Варіант	$l_{\partial}$ , км	$b_{\partial}$ , км	$H_{\kappa}$ , м	$\beta_{cp}$ , °	варіант	$l_{\partial}$ , км	$b_{\partial}$ , км	$H_{\kappa}$ , м	$\beta_{cp}$ , °
9	0,8	0,6	600	60	19	2,2	0,35	285	42
10	1,7	0,3	400	48	20	2,75	0,6	235	46

**Приклад розв'язання завдання:**

Дано:

$l_{\partial} = 2,0$  км;  $b_{\partial} = 0,25$  км;  $H_{\kappa} = 315$  м;  $\beta_{cp} = 40^{\circ}$ .

Розв'язання:

1) Виведення формули В.В. Ржевського.

Об'єм кар'єру прямокутної форми за умовами задачі наближено можна розрахувати, як сукупність об'ємів простих геометричних фігур (рис. 4.1):

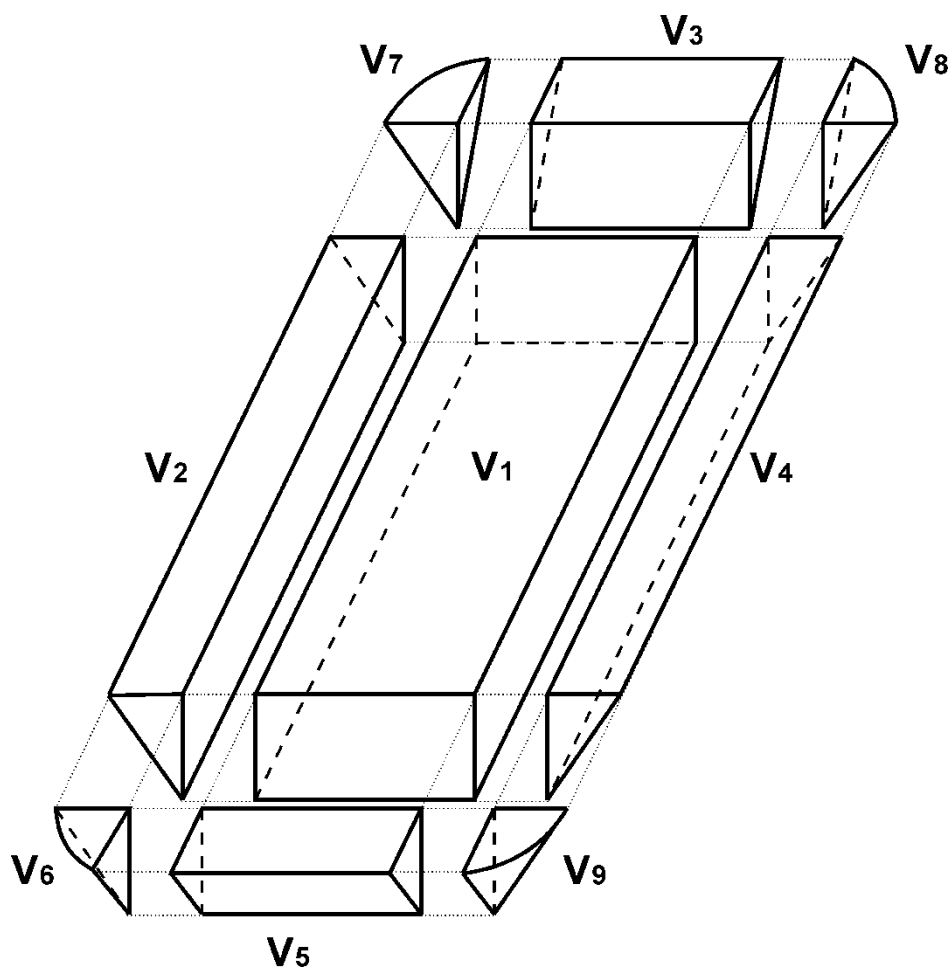


Рис. 4.1. Схема для розрахунку об'єму кар'єру

$$V_{2M} = \sum_1^i V_i = V_1 + V_{2,3,4,5} + V_{6,7,8,9}, \text{ м}^3,$$

де  $V_1 = S_{\partial} \cdot H_{\kappa}, \text{ м}^3$  – об'єм прямокутної призми;

$V_{2,3,4,5} = \frac{H_k^2 \cdot \text{ctg} \beta_{cp}}{2} \cdot l_{2,3,4,5}, \text{ м}^3$  – сумарний об'єм подібних фігур (призм з основою у вигляді прямокутного трикутника однакової площини), а оскільки  $l_{2,3,4,5} = l_2 + l_3 + l_4 + l_5 = P_d$  периметр дна кар'єру, то ця складова формули набуває вигляду:

$$V_{2,3,4,5} = \frac{H_k^2 \cdot \text{ctg} \beta_{cp}}{2} \cdot P_d, \text{ м}^3$$

$V_{6,7,8,9} = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot H_k \cdot R^2, \text{ м}^3$  – чверті конусу, які у сумі утворюють один цілий конус (замкнений верхній контур кар'єру), для якого  $R = H_k \cdot \text{ctg} \beta_{cp}$ , тоді

$$V_{6,7,8,9} = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot H_k^3 \cdot \text{ctg}^2 \beta_{cp}, \text{ м}^3.$$

Таким чином,

$$V_{зм} = \sum_1^i V_i = V_1 + V_{2,3,4,5} + V_{6,7,8,9} = S_d \cdot H_k + \frac{1}{2} \cdot P \cdot H_k^2 \cdot \text{ctg} \beta_{cp} + \frac{\pi}{3} H_k^3 \text{ctg}^2 \beta_{cp}, \text{ м}^3$$

2) Визначаємо загальний об'єм гірничої маси в кар'єрі за формулою В.В. Ржевського:

$$V_{гм} = 2000 \cdot 250 \cdot 315 + \frac{1}{2} \cdot (2000 + 250 + 2000 + 250) \cdot 315^2 \cdot \text{ctg} 40 + \frac{3,14}{3} 315^3 \cdot \text{ctg}^2 40 = 470053620 \text{ м}^3$$

### Питання для самоконтролю

1. Що таке контур кар'єру? Які бувають контури кар'єру?
2. Що розуміють під укосом кар'єру?
3. Які контури кар'єру називають кінцевими?
4. Дайте визначення технічній межі кар'єру?
5. Чим характеризується масштаб гірничих робіт?

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5 РОЗРАХУНОК КОНТУРНОГО КОЕФІЦІЄНТУ РОЗКРИВУ

**Мета:** Навчитися визначати контурний коефіцієнт розкриву.

### Теоретичні відомості

Особливістю відкритого способу розробки є велика кількість розкривних порід, які покривають та вміщують корисну копалину та які мають бути видалені з кар'єру для розробки родовища. Обсяги розкривних порід в контурах кар'єру можуть у кілька разів перевищувати обсяги корисної копалини. Кількість розкривних порід, яку необхідно вийняти з кар'єру для видобутку одиниці корисної копалини (1 т або 1 м<sup>3</sup>), називається *коефіцієнтом розкриву*.

Від величини коефіцієнта розкриву залежить один із основних економічних показників відкритих розробок – собівартість продукції кар'єру: з його збільшенням собівартість видобутку також збільшується. Тому, навіть не виконуючи економічних розрахунків, за величиною відповідних коефіцієнтів розкриву можна порівнювати ефективність різних варіантів відкритої розробки родовища, а також робити висновки про доцільність застосування відкритого або підземного способу розробки та встановлювати кінцеву глибину кар'єру.

Загальна формула коефіцієнту розкриву:

$$K_p = \frac{V}{P}, \quad (5.1)$$

де  $V$  та  $P$  – відповідно обсяги розкривних порід, що вилучаються з кар'єру, та корисних копалин, що видобуваються при цьому.

$V$  та  $P$  можуть вимірюватись в м<sup>3</sup> або т, тому й розмірність  $K_p$  може бути: м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> (об'ємний  $K_p$ ); т/т (ваговий  $K_p$ ); м<sup>3</sup>/т та т/м<sup>3</sup>. У практиці відкритих розробок частіше за все використовують розмірність м<sup>3</sup>/т.

**Контурний коефіцієнт розкриву** – співвідношення прирощення обсягу розкривних порід до прирощення обсягу корисної копалини при збільшенні проектної глибини кар'єру на величину одного уступу:

$$K_{p,k} = \frac{\Delta V}{\Delta P}, \quad (5.2)$$

де  $\Delta V$ ,  $\Delta P$  – прирощення обсягів розкривних порід і корисної копалини при збільшенні проектної глибини кар'єру на величину одного уступу.

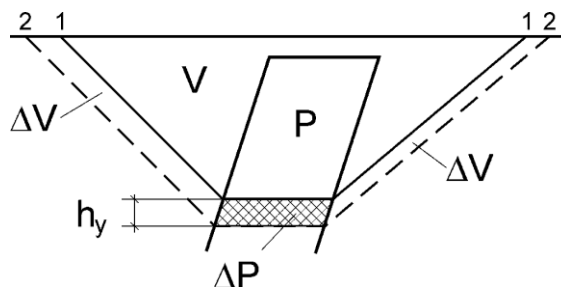


Рис. 5.1. Схема для визначення коефіцієнтом розкриву

Згідно наведеної вище схемі (див. рис. 5.1)  $\Delta V$  та  $\Delta P$  – це різниця в обсягах порід розкриття та корисних копалин між 1-м та 2-м контурами кар'єру (до збільшення проектної глибини та після збільшення на висоту  $h_y$ ), тобто

$$K_{p.k} = \frac{\Delta V}{\Delta P} = \frac{V_2 - V_1}{P_2 - P_1}. \quad (5.3)$$

### Завдання

Визначити контурний коефіцієнт розкриття при збільшенні проектної глибини кар'єру  $H_k$  на один уступ висотою  $H_y$ . Кар'єром розробляється крутоспадаючий поклад КК постійної нормальної потужності  $m_{KK}$  та куту падіння  $\gamma$ . Вертикальна потужність покриваючих порід  $m_n$ . Усереднені кути відкосів неробочих бортів кар'єру –  $\beta$ . Ширина дна кар'єра дорівнює горизонтальній потужності родовища на рівні проектної глибини кар'єра. Густина розкритих порід  $\rho_p=2,9$  т/м<sup>3</sup>. Густина корисних копалин  $\rho_{kk}=2,9$  т/м<sup>3</sup>.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для розрахунків

№ варіанту	$H_k$ , м	$H_y$ , м	$m_{KK}$ , м	$m_n$ , м	$\gamma$ , град.	$\beta$ , град.	№ варіанту	$H_k$ , м	$H_y$ , м	$m_{KK}$ , м	$m_n$ , м	$\gamma$ , град.	$\beta$ , град.
1	140	15	50	20	50	42	11	140	20	59	30	50	35
2	170	20	55	10	80	40	12	170	15	38	20	82	38
3	200	18	60	5	45	37	13	200	15	45	30	38	37
4	225	25	48	17	60	35	14	145	25	60	5	88	40
5	180	20	67	22	48	37	15	200	20	48	17	64	37
6	165	15	54	15	55	38	16	250	15	67	22	65	35
7	145	15	38	28	85	42	17	185	15	54	15	50	37
8	200	20	55	40	90	40	18	140	20	38	28	82	38
9	250	18	67	35	45	45	19	170	18	55	40	38	42
10	185	25	42	22	65	41	20	200	25	67	35	65	40

Необхідно розрахувати  $K_{p.k}$  у всіх можливих для даного коефіцієнту розмірностях за поперечним перерізом (на 1 м довжини).

### Приклад розв'язання завдання

Дано:

Визначити контурний коефіцієнт розкриття при збільшенні проектної глибини кар'єру  $H_k=185$  м на один уступ висотою  $H_y=15$  м. Кар'єром розробляється крутоспадаючий поклад КК постійної нормальної потужності  $m_{KK}=70$  м та куту падіння  $\gamma=55^\circ$ . Вертикальна потужність покриваючих порід  $m_n=30$  м. Усереднені кути відкосів неробочих бортів кар'єру –  $\beta = 40^\circ$ . Ширина дна кар'єра дорівнює горизонтальній потужності родовища на рівні проектної глибини

кар'єра. Густина розкривних порід  $\rho_p=2,9 \text{ т/м}^3$ . Густина корисних копалин  $\rho_{\text{КК}}=3,3 \text{ т/м}^3$ .

Розв'язання:

1) Контурний коефіцієнт розкриття визначається за формулою:

$$K_{\text{р.к}} = \frac{\Delta V}{\Delta P} = \frac{V_2 - V_1}{P_2 - P_1}, \quad \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}, \quad \frac{\text{м}^3}{\text{м}}, \quad \frac{\text{м}}{\text{м}^3}, \quad \frac{\text{м}}{\text{м}}.$$

Отже необхідно знайти обсяги розкривних порід  $V_1$  і  $V_2$  та обсяги корисних копалин  $P_1$  і  $P_2$  у контурах кар'єру 1 і 2.

2) Обсяги гірських порід в 1 і 2 контурах кар'єру спочатку знайдемо за поперечним розрізом (на 1 м довжини). В цьому випадку обсяги порід характеризуватимуться площами простих геометричних фігур:  $P_1$  і  $P_2$  являють собою паралелограми (так як родовище постійної потужності), а  $V_1$  і  $V_2$  знаходимо, як різницю між повним обсягом кар'єру (який на розрізі представлено у вигляді трапеції) та обсягами КК  $P_1$  і  $P_2$ .

3) Обсяги КК в контурах кар'єру на 1 м довжини на перерізі характеризуються площею паралелограму, тобто :

$$P_1 = (H_k - m_n) \times m_2 ; P_2 = (H_k + H_y - m_n) \times m_2, \quad \text{м}^3$$

де  $H$  – глибина кар'єра, м;

$m_n$  - потужність покриваючих порід, м;

$m_2$  - горизонтальна потужність покладу КК, м,

$$m_2 = \frac{m_{\text{КК}}}{\sin 55^\circ} = \frac{70}{0,819} = 86 \text{ м};$$

$$P_1 = (185 - 30) \times 86 = 13330 \text{ м}^3 ; P_2 = (185 + 15 - 30) \times 86 = 14620 \text{ м}^3 ;$$

$$\Delta P = P_2 - P_1 = 14620 - 13330 = 1290, \quad \text{м}^3.$$

4) Обсяг кар'єру по 1-му та 2-му контурах (на 1 м довжини) знаходимо, як площу відповідних трапецій з основами, які дорівнюватимуть ширині кар'єра по дну та по поверхні.

Ширина дна кар'єра  $B_d = m_2 = 86 \text{ м}$ , так як вказано, що вона дорівнює горизонтальній потужності родовища на рівні проектної глибини кар'єра та потужність покладу не змінюється з глибиною.

Ширина кар'єра по поверхні відповідно для 1-го та 2-го контурів:

$$B_{\text{нн1}} = m_2 + 2 \cdot H_k \cdot \text{ctg} \beta = 86 + 2 \cdot 185 \cdot 1,192 = 527 \text{ м};$$

$$B_{\text{нн2}} = m_2 + 2 \cdot (H_k + H_y) \cdot \text{ctg} \beta = 86 + 2 \cdot (185 + 15) \cdot 1,192 = 563 \text{ м}.$$

Отже загальний обсяг кар'єру (на 1 м довжини) по 1-му та 2-му контурах:

$$V_{\text{к1}} = H_k \cdot \frac{(B_d + B_{\text{нн1}})}{2} = 185 \cdot \frac{(86 + 527)}{2} = 56703 \quad \text{м}^3;$$

$$V_{\text{к2}} = (H_k + H_y) \cdot \frac{(B_d + B_{\text{нн2}})}{2} = (185 + 15) \cdot \frac{(86 + 563)}{2} = 64900 \quad \text{м}^3$$

5) Обсяги розкривних порід в контурах кар'єру:

$$V_{\text{р1}} = V_{\text{к1}} - P_1 ; V_{\text{р2}} = V_{\text{к2}} - P_2 ;$$

$$V_{\text{р1}} = 56703 - 13330 = 43373 \text{ м}^3 ; V_{\text{р2}} = 64900 - 14620 = 50280 \text{ м}^3.$$

Відповідно,  $\Delta V = V_{p2} - V_{p1} = 50280 - 43373 = 6907 \text{ м}^3$ .

6) Обчислимо об'ємний контурний коефіцієнт розкриву:

$$K_{p.k} = \frac{6907}{1290} = 5,354 \text{ м}^3 / \text{м}^3.$$

7) Отриманий об'ємний контурний коефіцієнт розкриву переводимо у інші розмірності:

$$K_{p.k} = \frac{\Delta V \cdot \rho_p}{\Delta P \cdot \rho_{KK}} = \frac{6907 \cdot 2,9}{1290 \cdot 3,3} = 4,705 \text{ м} / \text{м};$$

$$K_{p.k} = \frac{\Delta V \cdot \rho_p}{\Delta P} = \frac{6907 \cdot 2,9}{1290} = 15,527 \text{ м} / \text{м}^3;$$

$$K_{p.k} = \frac{\Delta V}{\Delta P \cdot \rho_{KK}} = \frac{6907}{1290 \cdot 3,3} = 1,426 \text{ м}^3 / \text{м}.$$

### Питання для самоконтролю

1. Що показує коефіцієнт розкриву?
2. Які коефіцієнти розкриву розрізняють в залежності від одиниці вимірювання?
3. Чому дорівнює середній коефіцієнт розкриву?
4. Чим відрізняються середній геологічний та середній промисловий коефіцієнт розкриву?
5. Чому дорівнює контурний коефіцієнт розкриву?
6. Що характеризує граничний коефіцієнт розкриву?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6  
РОЗКРИВНІ ВИРОБКИ: КАПІТАЛЬНІ ТА РОЗРІЗНІ ТРАНШЕЇ.  
РОЗРАХУНОК ОБСЯГІВ РОЗКРИВНИХ ВИРОБОК

**Мета:** Вивчити послідовність виконання робіт при розкритті нових горизонтів кар'єрів, а також навчитися розраховувати обсяги розкривних виробок.

### Теоретичні відомості

Доступ з поверхні до робочих уступів кар'єру і підготовку окремих уступів до розробки здійснюють шляхом проведення спеціальних розкривних виробок – **в'їзних і розрізних траншей**.

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

За розташуванням відносно контуру кар'єра розрізняють:

- *зовнішні* траншеї – розташовують за межами проектного контуру. Вони зберігають свою трапецієвидну форму перерізу до закінчення терміну їх експлуатації.

- *внутрішні* траншеї – розташовують всередині контурів кар'єру на бортах. Їх переріз є трапецієвидним лише на початку робіт по розкриттю нового горизонту, а через деякий час набуває форми напівтраншеї або з'їзду.

За кількістю уступів, що обслуговуються траншеєю, розрізняють:

- *окремі* траншеї – обслуговують один уступ;
- *групові* траншеї – обслуговують кілька уступів, наприклад, групу розкривних та групу добувних уступів;
- *загальні* траншеї – обслуговують всі уступи кар'єру.

За терміном служби розрізняють:

- *стаціонарні* траншеї – після створення не змінюють свого положення у просторі. Їх розташовують на бортах кар'єра у їх кінцевому положенні або за поза контурами з постійним розташуванням;

- *тимчасові (ковзні)* – розташовують на бортах, що підлягають розробці, та по мірі ведення гірничих робіт їх положення у просторі змінюється.

Основними параметрами траншеї є глибина, ширина знизу та по поверхні, кути укосів бортів, подовжній похил і довжина.

**Капітальна (в'їзна) траншея** – відкрита похила гірнича виробка, призначена для розкриття робочих горизонтів та розміщення в ній транспортних комунікацій. Величина її подовжнього похилу змінюється від 30-60% для залізничного до 100-120% для автомобільного транспорту. Нахил траншей, призначених для конвеєрного та спеціальних видів транспорту може досягати 18-60° та через це вони називаються **круті** траншеї.

Горизонтальна траншея, призначена для створення початкового фронту робіт на уступі, називається **розрізною**. Розрізні траншеї є продовженням капітальних (рис. 6.1).

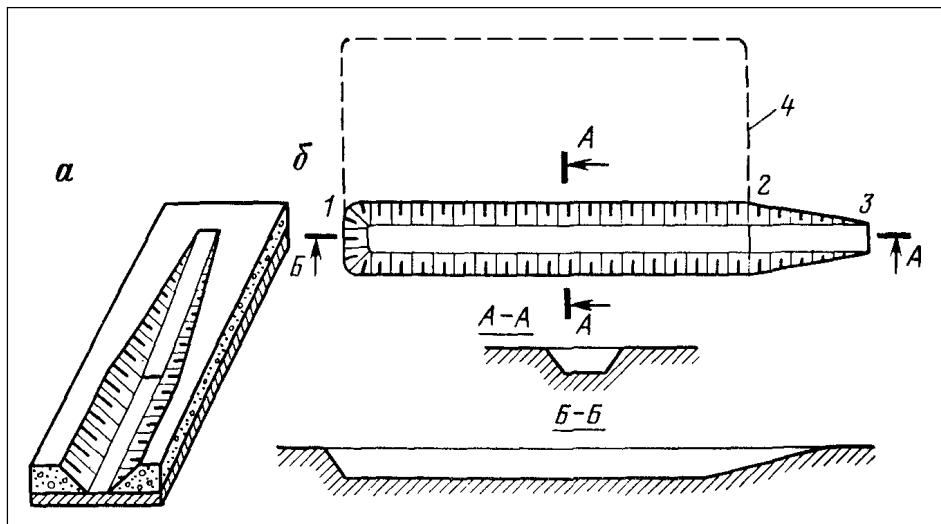


Рис. 6.1. Види розкривних виробок:

1-2 – розрізна траншея; 2-3 – капітальна траншея; 4 – контур кар’єрного поля

Після проведення розрізної траншеї один або обидва її борти розробляють і по мірі розвитку гірничих робіт на уступі розрізна траншея, як гірнича виробка, перестає існувати, набуваючи форми з’їзду (напівтраншеї) (рис. 6.2).

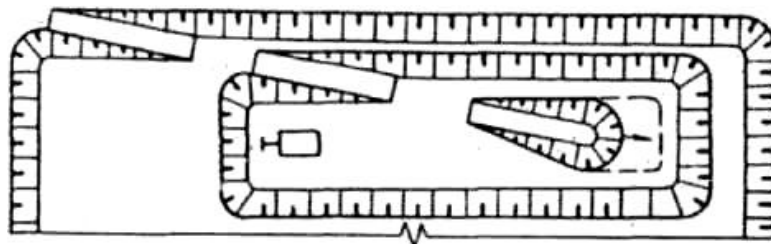


Рис. 6.2. Напівтраншеї

Отже, при розкритті нового горизонту роботи, як правило, виконують у наступній послідовності:

- 1) проходять похилу **в’їзну траншею**, яку розташовують, як правило, на неробочому борті кар’єру, а глибина дорівнює різниці висотних відміток поточного та нового горизонтів;
- 2) проходять продовження в’їзної траншеї – **розрізну траншею**, глибина якої дорівнює висоті уступу, а довжина залежить від розмірів горизонту, що готується до розробки;
- 3) розширюють один з бортів в’їзної та один або обидва борти розрізної траншеї у бік робочого борту кар’єру і в’їзна траншея перетворюється на **з’їзд**. До розширення можна приступати одразу ж після створення фронту робіт на уступі, довжина якого дорівнюватиме середній довжині екскаваторного блоку (250–300 м).
- 4) після виконання певного обсягу виймальних робіт створюються умови для розкриття горизонту, який залягає нижче, та послідовність робіт повторюють.

## Завдання

Визначити загальний об'єм в'їзної та розрізної траншеї проведених з наступними параметрами:  $H_{тр}$  – глибина траншеї;  $B_{тр}$  – ширина траншеї по підшві;  $\alpha_{тр}$  – кут відкосу бортів траншеї;  $i$  – поздовжній похил в'їзної траншеї;  $L_{р.тр.}$  – довжина розрізної траншеї. Навести та пояснити виведення відповідних формул.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для розрахунку

варіант	$H_{тр},$ м	$B_{тр},$ м	$\alpha_{тр},$ °	$i,$ ‰	$L_{р.тр.},$ м	варіант	$H_{тр},$ м	$B_{тр},$ м	$\alpha_{тр},$ °	$i,$ ‰	$L_{р.тр.},$ м
1	10	20	50	35	300	11	15	20	60	90	350
2	15	22	55	28	350	12	12	22	62	95	400
3	12	24	57	45	400	13	18	24	54	45	250
4	18	28	60	40	250	14	20	28	58	60	280
5	20	26	62	42	280	15	22	26	59	43	360
6	22	20	54	36	360	16	10	20	50	58	440
7	10	22	58	44	440	17	15	22	55	69	350
8	15	24	59	48	350	18	12	24	57	80	400
9	12	28	61	50	400	19	18	28	60	100	250
10	18	26	64	55	250	20	20	26	62	39	300

## Методика розрахунку

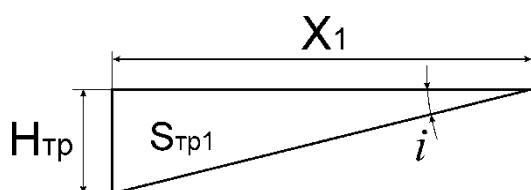
1. Розглянемо капітальну траншею, як сукупність простих геометричних фігур обсягами  $V_{к.тр.} = V_1 + V_2 + V_3$ .

Фігура обсягом  $V_1$  являє собою призму з основою у вигляді прямокутного трикутника площею  $S_{мп1}$  та висотою  $B_{тр}$ . Як відомо, площа прямокутного трикутника дорівнює половині добутку катетів. У даному трикутнику нам відомий поздовжній похил  $i$ , який дорівнює тангенсу куту між прилеглим катетом та гіпотенузою (у тисячних, тобто, наприклад,  $i=35\text{‰}=0,035$ ), та протилежний катет, який дорівнює  $H_{мп}$ .

Тоді прилеглий катет  $X_1$  знайдемо, як  $X_1 = \frac{H_{мп}}{i}$ ,

а площу трикутника  $S_{мп1} = \frac{H_{мп} \cdot \frac{H_{мп}}{i}}{2} = \frac{H_{мп}^2}{2 \cdot i}$ .

Об'єм фігури  $V_1 = S_{мп1} \cdot B_{тр} = \frac{H_{мп}^2}{2 \cdot i} \cdot B_{тр}, \text{ м}^3$



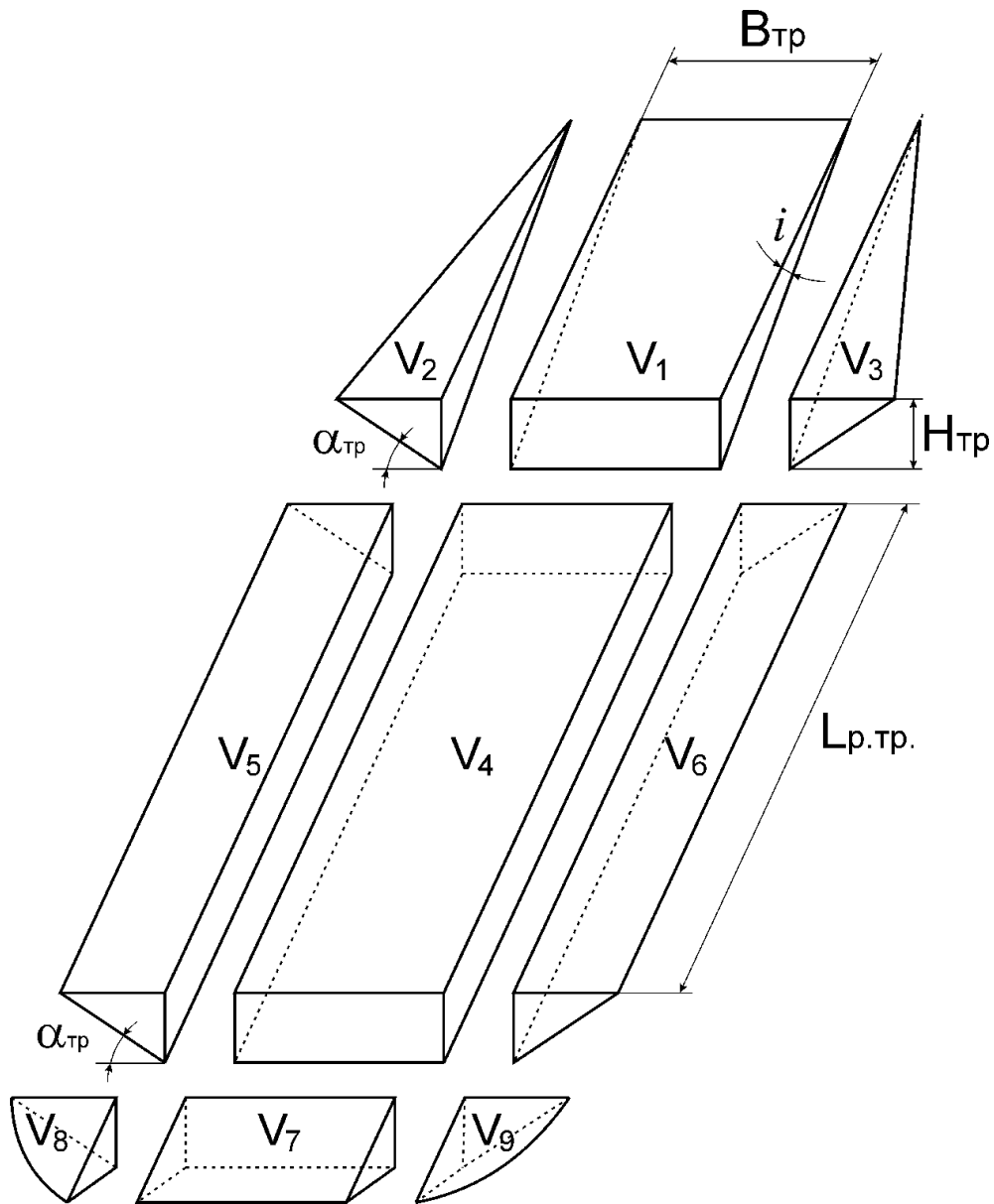
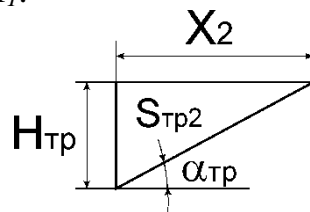


Рис.6.3. Пояснювальна схема до практичного заняття № 6

Фігури об'ємом  $V_2$  та  $V_3$  – однакові та являють собою піраміду з основою у вигляді прямокутного трикутника площею  $S_{mp2}$  та висотою, якою буде вже знайдена нами раніше величина  $X_1$ .



Розраховуємо площу трикутнику  $S_{mp2}$ , для якого відомо, що зовнішній кут  $\alpha_{mp}$  є внутрішнім кутом, до якого протилежним буде катет  $H_{mp}$ .

Тоді прилеглий катет  $X_2$  знайдемо, як  $X_2 = \frac{H_{mp}}{\operatorname{tg} \alpha_{mp}}$ ,

а площу трикутника  $S_{mp2} = \frac{H_{mp} \cdot \frac{H_{mp}}{\operatorname{tg} \alpha_{mp}}}{2} = \frac{H_{mp}^2}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{mp}}$ .

Об'єм фігури  $V_2 = V_3 = \frac{1}{3} \cdot S_{mp2} \cdot X_1 = \frac{1}{3} \cdot \frac{H_{mp}^2}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{mp}} \cdot \frac{H_{mp}}{i} = \frac{H_{mp}^3}{6 \cdot i \cdot \operatorname{tg} \alpha_{mp}}$ , м<sup>3</sup>

Разом об'єм капітальної траншеї:

$$V_{к.мр.} = V_1 + 2 \cdot V_2 = \frac{H_{mp}^2}{2 \cdot i} \cdot B_{mp} + 2 \cdot \frac{H_{mp}^3}{6 \cdot i \cdot \operatorname{tg} \alpha_{mp}} = \frac{H_{mp}^2 \cdot B_{mp}}{2 \cdot i} + \frac{H_{mp}^3}{3 \cdot i \cdot \operatorname{tg} \alpha_{mp}} = \frac{H_{mp}^2}{i} \cdot \left( \frac{B_{mp}}{2} + \frac{H_{mp}}{3 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{mp}} \right), \text{ м}^3.$$

2. Розглянемо розрізну траншею, як сукупність простих геометричних фігур обсягами  $V_{p.мр.} = V_4 + V_5 + V_6$ .

Фігура обсягом  $V_4$  являє собою паралелепіпед зі сторонами  $B_{mp}$ ,  $H_{mp}$ ,  $L_{p.мр.}$ . Її об'єм визначити просто:  $V_4 = B_{mp} \cdot H_{mp} \cdot L_{p.мр.}$ .

Фігури об'ємом  $V_5$  та  $V_6$  також є однаковими та являють собою призми з основою у вигляді прямокутного трикутника площею  $S_{mp2}$  та висотою  $L_{p.мр.}$ , а їх обсяг:

$$V_5 = V_6 = S_{mp2} \cdot L_{p.мр.} = \frac{H_{mp}^2}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{mp}} \cdot L_{p.мр.}, \text{ м}^3.$$

Тоді об'єм розрізної траншеї складе:

$$V_{p.мр.} = V_4 + 2 \cdot V_5 = B_{mp} \cdot H_{mp} \cdot L_{p.мр.} + 2 \cdot \frac{H_{mp}^2}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{mp}} \cdot L_{p.мр.} = H_{mp} \cdot L_{p.мр.} \cdot \left( B_{mp} + \frac{H_{mp}}{\operatorname{tg} \alpha_{mp}} \right), \text{ м}^3.$$

3. Розглянемо торцеву частину розрізної траншеї, як сукупність простих геометричних фігур об'ємами

$$V_{тор.мр.} = V_7 + V_8 + V_9.$$

Фігура об'ємом  $V_7$  являє собою призму з основою у вигляді прямокутного трикутника площею  $S_{mp2}$  та висотою  $B_{mp}$ :

$$V_7 = S_{mp2} \cdot B_{mp} = \frac{H_{mp}^2 \cdot B_{mp}}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{mp}}, \text{ м}^3$$

Фігури об'ємом  $V_8$  та  $V_9$  разом являють половину конуса, основою якого є коло радіусом

$$X_2 = \frac{H_{mp}}{\operatorname{tg} \alpha_{mp}},$$

а висотою є  $H_{mp}$ . Тоді

$$V_{8,9} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot \left( \frac{H_{mp}}{\operatorname{tg} \alpha_{mp}} \right)^2 \cdot H_{mp} = \frac{\pi \cdot H_{mp}^3}{6 \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha_{mp}} \text{ м}^3.$$

Отже,  $V_{тор.мр.} = V_7 + V_{8,9} = \frac{H_{mp}^2 \cdot B_{mp}}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{mp}} + \frac{\pi \cdot H_{mp}^3}{6 \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha_{mp}} = \frac{H_{mp}^2}{\operatorname{tg} \alpha_{mp}} \cdot \left( \frac{B_{mp}}{2} + \frac{\pi \cdot H_{mp}}{6 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{mp}} \right), \text{ м}^3.$

## Приклад розрахунку

Визначити загальний об'єм капітальної та розрізної траншей проведених з наступними параметрами:  $H_{тр}=20$ м – глибина траншеї;  $B_{тр}=24$  м – ширина траншеї по підшві;  $\alpha_{тр}=55^\circ$  – кут відкосу бортів траншеї;  $i = 40\%$  – поздовжній похил в'їзної траншеї;  $L_{р.тр.} = 350$  м – довжина розрізної траншеї.

$$1) V_{к.тр.} = \frac{H_{тр}^2}{i} \cdot \left( \frac{B_{тр}}{2} + \frac{H_{тр}}{3 \cdot \text{tg} \alpha_{тр}} \right) = \frac{20^2}{0,040} \cdot \left( \frac{24}{2} + \frac{20}{3 \cdot 1,428} \right) = 166690 \text{ м}^3.$$

$$2) V_{р.тр.} = H_{тр} \cdot L_{р.тр.} \cdot \left( B_{тр} + \frac{H_{тр}}{\text{tg} \alpha_{тр}} \right) = 20 \cdot 350 \cdot \left( 24 + \frac{20}{1,428} \right) = 266042 \text{ м}^3.$$

$$3) V_{тор.тр.} = \frac{H_{тр}^2}{\text{tg} \alpha_{тр}} \cdot \left( \frac{B_{тр}}{2} + \frac{\pi \cdot H_{тр}}{6 \cdot \text{tg} \alpha_{тр}} \right) = \frac{20^2}{1,428} \cdot \left( \frac{24}{2} + \frac{3,14 \cdot 20}{6 \cdot 1,428} \right) = 5415 \text{ м}^3.$$

Як видно з розрахунків, об'єм торцевої частини траншеї майже на два порядки менше, ніж об'єми капітальної та розрізної траншей, тому для наближених розрахунків його можна не враховувати. Але, оскільки розрахунок вже проведено, підсумуємо загальний об'єм розкривних виробок:

$$4) V_p = V_{к.тр.} + V_{р.тр.} + V_{тор.тр.} = 166690 + 266042 + 5415 = 438147 \text{ м}^3.$$

## Питання для самоконтролю

1. Чим відрізняються капітальні траншеї від розрізних?
2. Назвіть основні параметри траншей.
3. Як визначається довжина капітальної траншеї?
4. Способи спорудження траншей.
5. Форми траси капітальних траншей.
6. План і профіль траси руху транспортних засобів.

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 7 КОМПЛЕКСНИЙ РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ КАР'ЄРУ

**Мета:** Використовуючи навички, отримані при виконанні попередніх лабораторних робіт, визначити головні параметри умовного кар'єру.

### Теоретичні відомості

При розробці похилих та крутоспадаючих покладів значної потужності об'єм корисних копалин у кінцевих контурах кар'єру залежить від положення дна кар'єра відносно боків родовища. При відомій довжині кар'єра по дну ( $L_d$ ) об'єм корисної копалини можна визначити за формулою:

$$V_{\text{КК}} = [m_{\Gamma} \cdot H_{\text{К}} - (S_1 + S_2)] \cdot L_d, \text{ м}, \quad (7.1)$$

де  $m_{\Gamma}$  – горизонтальна потужність покладу, м;

$H_{\text{К}}$  – кінцева глибина кар'єра, м;

$S_1$  та  $S_2$ , відповідно, площа залишеної з висячого та лежачого боків корисної копалини при розташуванні підошви кар'єру всередині покладу,  $\text{м}^2$ .

Оптимальне положення дна кар'єра (шириною  $B_d$ ), яке забезпечить вилучення максимального об'єму корисної копалини, буде забезпечуватись виконанням наступної умови:

$$S_1 + S_2 \rightarrow \min, \text{ при } S_1 = \frac{(m_{\Gamma} - x - B_d)^2 \cdot \text{tg}\alpha \cdot \text{tg}\beta_{\text{Н}}}{2(\text{tg}\alpha + \text{tg}\beta_{\text{Н}})}, \text{ м}^2; S_2 = \frac{x^2 \cdot \text{tg}\alpha \cdot \text{tg}\beta_{\text{Н}}}{2(\text{tg}\alpha - \text{tg}\beta_{\text{Н}})}, \text{ м}^2,$$

де  $\alpha$  – кут падіння покладу,  $^{\circ}$ ;

$\beta_{\text{Н}}$  – кут відкосу неробочих бортів кар'єра,  $^{\circ}$ ;

$x$  – горизонтальна відстань від лежачого боку покладу до дна кар'єра, м:

$$x = \frac{(m_{\Gamma} - B_d) \cdot |(\text{tg}\alpha - \text{tg}\beta_{\text{Н}})|}{2 \cdot \text{tg}\alpha}, \text{ м}.$$

Наведені вище формули для визначення оптимального положення дна кар'єра відносно боків покладу та об'єму корисної копалини, залишеного в надрах, можуть використовуватись для наближених розрахунків при найпростіших гірничо-геологічних умовах (кути відкосів неробочих бортів кар'єра з висячого та лежачого боків однакові, висячий та лежачий боки покладу паралельні, потужність родовища не змінюється по довжині кар'єрного поля та ін.).

### Завдання

Родовище корисних копалин (далі КК) має форму покладу з постійною нормальною потужністю  $m_{\text{Н}}$ , кутом падіння  $\alpha$ , протяжністю  $L$ , та залягає на глибині  $h_3$ . Густина КК  $\rho_{\text{КК}}$ . Поклад КК оточений покриваючими та вміщуючими розкривними породами густиною  $\rho_{\text{рп}}$ . Кар'єр має прямокутну форму у плані, з наступними заданими параметрами: ширина дна кар'єру  $B_d$ , кут відкосу неробочих бортів кар'єра  $\beta_{\text{Н}}$ . Граничний об'ємний коефіцієнт розкриву  $K_{\text{р.гр}}$ . Проектна потужність кар'єру по КК –  $A_{\text{КК}}$  (млн.т/рік), при проектних втратах КК  $K_{\text{п}}$  (%).

Визначити головні параметри кар'єру; середній промисловий коефіцієнт розкриття та необхідну змінну продуктивність кар'єру по різновидах порід для забезпечення проектної потужності кар'єру по КК. Креслення поперечного перерізу умовного кар'єру, на якому вказані задані та розраховані параметри, наведено на рис. 7.1.

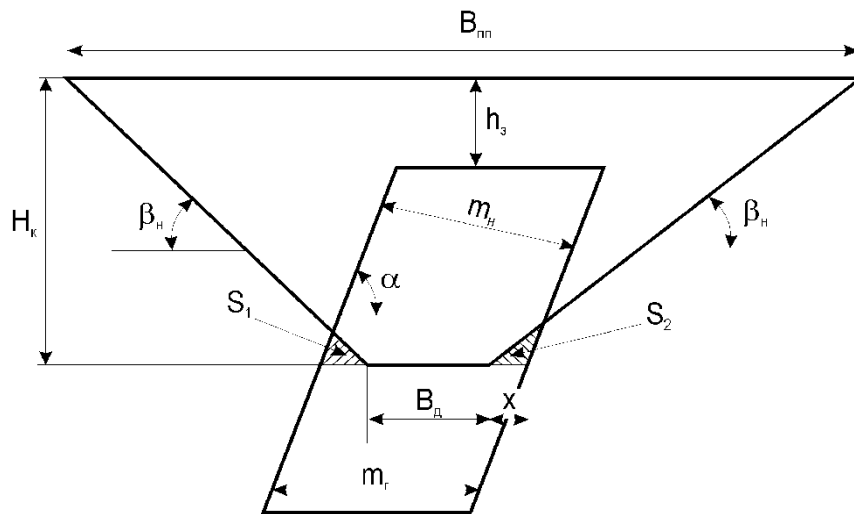


Рис. 7.1 Креслення поперечного перерізу умовного кар'єру

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунку

№	$m_n$ , м	$\alpha$ , °	L, км	$h_з$ , м	$\rho_{КК}$ , т/м <sup>3</sup>	$\rho_{рп}$ , т/м <sup>3</sup>	$B_д$ , м	$\beta_n$ , °	$K_{р.гр}$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	$A_{КК}$ , млн.т/рік	$K_n$ , %
1	80	85	2,2	15	3,5	2,6	60	50	2,67	5	3,7
2	90	80	2,1	16	3,4	2,7	65	52	1,79	6	4,94
3	100	75	3,0	19	3,4	2,8	80	54	3,12	7	5,0
4	110	78	2,8	22	3,6	2,9	90	45	2,74	8	3,2
5	120	79	2,6	28	3,2	2,6	70	47	3,21	9	3,48
6	130	81	4,0	34	3,3	2,6	90	39	4,6	5	2,45
7	140	82	2,6	26	3,0	2,7	100	42	2,11	6	3,25
8	150	83	1,9	35	3,4	2,8	120	44	1,08	7	4,41
9	85	85	2,6	10	3,2	2,9	75	48	1,95	8	2,56
10	95	76	2,4	27	3,1	2,6	60	51	1,89	9	3,85
11	105	77	2,8	22	3,15	2,7	60	46	2,7	6	4,1
12	115	86	3,6	28	3,2	2,8	100	43	2,1	7	2,99
13	125	88	3,7	24	3,5	2,9	100	38	2,28	8	3,85
14	135	74	3,8	38	3,4	2,6	105	37	3,05	9	4,48
15	145	76	2,8	37	3,4	2,6	120	55	2,65	5	4,75
16	155	78	3,4	16	3,6	2,7	125	58	2,71	6	2,89
17	80	80	3,9	19	3,2	2,8	65	59	1,89	7	3,44
18	90	88	1,7	23	3,3	2,9	60	38	1,67	8	3,87

№	$m_n, \text{ м}$	$\alpha, ^\circ$	$L, \text{ км}$	$h_3, \text{ м}$	$\rho_{\text{КК}}, \text{ т/м}^3$	$\rho_{\text{рп}}, \text{ т/м}^3$	$B_d, \text{ м}$	$\beta_n, ^\circ$	$K_{\text{р.гр}}, \text{ м}^3/\text{м}^3$	$A_{\text{КК}}, \text{ млн.т/рік}$	$K_{\text{п}}, \%$
19	100	85	2,6	19	3,0	2,8	70	44	2,95	9	4,98
20	110	86	2,5	29	3,4	2,9	65	48	2,48	6	5,0

### Приклад виконання завдання

#### Дано:

Родовище корисних копалин (далі КК) має форму покладу з постійною нормальною потужністю  $m_n=110$  м, кутом падіння  $\alpha = 75^\circ$ , протяжністю  $L = 2200$  м, та залягає на глибині  $h_3 = 40$  м. Густина КК  $\rho_{\text{КК}} = 3,2$  т/м<sup>3</sup>.

Поклад КК оточений покриваючими та вміщуючими розкривними породами густиною  $\rho_{\text{рп}} = 2,9$  т/м<sup>3</sup>.

Кар'єр має прямокутну форму у плані, з наступними заданими параметрами: ширина дна кар'єру  $B_d = 70$  м, кут відкосу неробочих бортів кар'єра  $\beta_n=55^\circ$ .

Граничний об'ємний коефіцієнт розкриву  $K_{\text{р.гр}} = 1,25$ . Проектна потужність кар'єру по КК –  $A_{\text{КК}} = 6$  млн.т/рік, при проектних втратах КК  $K_{\text{п}} = 3,5$  %.

Визначити головні параметри кар'єру; середній промисловий коефіцієнт розкриву та необхідну змінну продуктивність кар'єру по різновидах порід для забезпечення проектної потужності кар'єру по КК.

#### Розв'язання:

1) Знаходимо кінцеву глибину кар'єру за наближеним розрахунком:

$$H_{\text{к}} = \frac{-P_{\text{д}} + \sqrt{P_{\text{д}}^2 - 4 \cdot \pi \cdot [S_{\text{д}} - m_{\text{г}} \cdot L_{\text{д}} \cdot (1 + K_{\text{р.гр}})]}}{2 \cdot \pi \cdot \text{ctg} \beta_n}, \text{ м},$$

де  $m_{\text{г}}$  – горизонтальна потужність покладу;

$$m_{\text{г}} = \frac{m_n}{\sin \alpha} = \frac{110}{0,966} \approx 114 \text{ м};$$

$P_{\text{д}}$  – периметр дна кар'єру, при  $L_{\text{д}} = L$ ,

$$P_{\text{д}} = 2 \cdot (L_{\text{д}} + B_d) = 2 \cdot (2200 + 70) = 4540 \text{ м};$$

$S_{\text{д}}$  – площа кар'єру по підосві,

$$S_{\text{д}} = L_{\text{д}} \cdot B_d = 2200 \cdot 70 = 154000 \text{ м}^2.$$

$$H_{\text{к}} = \frac{-4540 + \sqrt{4540^2 - 4 \cdot 3,14 \cdot [154000 - 114 \cdot 2200 \cdot (1 + 1,25)]}}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,7} \approx 156 \text{ м}.$$

2) Розміри кар'єру по поверхні:

$$B_{\text{шп}} = B_d + 2 \cdot H_{\text{к}} \cdot \text{ctg} \beta_n = 70 + 2 \cdot 156 \cdot 0,7 \approx 288 \text{ м};$$

$$L_{\text{шп}} = L_{\text{д}} + 2 \cdot H_{\text{к}} \cdot \text{ctg} \beta_n = 2200 + 2 \cdot 156 \cdot 0,7 \approx 2418 \text{ м}.$$

3) Обсяг запасів корисної копалини у проектних контурах кар'єру:

$$V_{\text{КК}} = m_{\text{г}} \cdot L_{\text{д}} \cdot (H_{\text{к}} - h_3) - (S_1 + S_2) \cdot L_{\text{д}}, \text{ м},$$

де  $S_1$  та  $S_2$ , відповідно, площа залишеної з висячого та лежачого боків корисної копалини при розташуванні підосви кар'єру всередині покладу:

$$S_1 = \frac{(m_{\Gamma} - x - B_{\text{д}})^2 \cdot \text{tg}\alpha \cdot \text{tg}\beta_{\text{H}}}{2(\text{tg}\alpha + \text{tg}\beta_{\text{H}})}, \text{ м}^2; S_2 = \frac{x^2 \cdot \text{tg}\alpha \cdot \text{tg}\beta_{\text{H}}}{2(\text{tg}\alpha - \text{tg}\beta_{\text{H}})}, \text{ м}^2,$$

а  $x$  – відстань від нижнього контуру кар'єру до лежачого боку покладу:

$$x = \frac{(m_{\Gamma} - B_{\text{д}}) \cdot |(\text{tg}\alpha - \text{tg}\beta_{\text{H}})|}{2 \cdot \text{tg}\alpha} = \frac{(114 - 70) \cdot |(3,732 - 1,429)|}{2 \cdot 3,732} \approx 14 \text{ м.}$$

$$S_1 = \frac{(m_{\Gamma} - x - B_{\text{д}})^2 \cdot \text{tg}\alpha \cdot \text{tg}\beta_{\text{H}}}{2(\text{tg}\alpha + \text{tg}\beta_{\text{H}})} = \frac{(114 - 14 - 70)^2 \cdot 3,732 \cdot 1,429}{2(3,732 + 1,429)} = 465 \text{ м}^2;$$

$$S_2 = \frac{x^2 \cdot \text{tg}\alpha \cdot \text{tg}\beta_{\text{H}}}{2 \cdot (\text{tg}\alpha - \text{tg}\beta_{\text{H}})} = \frac{14^2 \cdot 3,732 \cdot 1,429}{2 \cdot (3,732 - 1,429)} = 227 \text{ м}^2;$$

$$V_{\text{КК}} = 114 \cdot 2200 \cdot (156 - 40) - (465 + 227) \cdot 2200 = 28940560 \text{ м}^3$$

4) Величина балансових запасів корисної копалини в контурах кар'єра дорівнює:

$$З_{\text{б}} = V_{\text{КК}} \cdot \rho_{\text{КК}} = 28940560 \cdot 3,2 = 92609792 \text{ т.}$$

5) Промислові запаси корисної копалини:

$$З_{\text{п}} = \frac{З_{\text{б}} \cdot (100 - K_{\text{п}})}{100} = \frac{92609792 \cdot (100 - 3,5)}{100} = 89368449 \text{ т.}$$

6) Об'єм гірської маси в контурах кар'єру:

$$V_{\text{ГМ}} = S_{\text{д}} \cdot H_{\text{к}} + \frac{1}{2} \cdot P_{\text{д}} \cdot H_{\text{к}}^2 \cdot \text{ctg}\beta_{\text{H}} + \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot H_{\text{к}}^3 \cdot \text{ctg}^2\beta_{\text{H}} =$$

$$= 154000 \cdot 156 + \frac{1}{2} \cdot 4540 \cdot 156^2 \cdot 0,7 + \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 156^3 \cdot 0,7^2 = 64640959 \text{ м}^3.$$

7) Об'єм розкриву в кінцевих контурах кар'єру:

$$V_{\text{р}} = V_{\text{ГМ}} - V_{\text{КК}} = 64640959 - 28940560 = 35700399 \text{ м}^3.$$

8) Середній промисловий коефіцієнт розкриву – це середній коефіцієнт розкриву, визначений по промисловим запасам КК:

$$K_{\text{р.сп.}} = \frac{V_{\text{р}}}{З_{\text{п}}} = \frac{35700399}{89368449} = 0,4 \text{ м}^3/\text{т}.$$

9) При заданій продуктивності по КК  $A_{\text{КК}}=6$  млн.т/рік, річна продуктивність кар'єру по скельному розкриву відповідно складе:

$$A_{\text{ск}} = K_{\text{р.сп.}} \cdot A_{\text{КК}} = 0,4 \cdot 6000000 = 2400000 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

10) Для зручності подальших розрахунків переведемо продуктивність кар'єру по КК також в  $\text{м}^3$ :

$$Q_{\text{КК}} = \frac{A_{\text{КК}}}{\rho_{\text{КК}}} = \frac{6000000}{3,2} = 1875000 \text{ м}^3.$$

11) Визначаємо місячну, добову та змінну продуктивності роботи кар'єру по корисній копалині та скельному розкриву. Для цього прийнемо режим роботи кар'єру 30 днів на місяць та 3 зміни (по 8 годин) на добу:

$$Q_{\text{КК.міс}} = \frac{Q_{\text{КК}}}{12} = \frac{1875000}{12} = 156250 \text{ м}^3/\text{міс};$$

$$Q_{\text{ск.міс}} = \frac{A_{\text{ск}}}{12} = \frac{2400000}{12} = 200000 \text{ м}^3 / \text{міс};$$

$$Q_{\text{кк.доб}} = \frac{Q_{\text{кк.міс}}}{30} = \frac{156250}{30} = 5208 \text{ м}^3 / \text{добу};$$

$$Q_{\text{ск.доб}} = \frac{Q_{\text{ск.міс}}}{30} = \frac{200000}{30} = 6667 \text{ м}^3 / \text{добу};$$

$$Q_{\text{кк.зм}} = \frac{Q_{\text{кк.доб}}}{N_{\text{зм}}} = \frac{5208}{3} = 1736 \text{ м}^3 / \text{зміну};$$

$$Q_{\text{ск.зм}} = \frac{Q_{\text{ск.доб}}}{N_{\text{зм}}} = \frac{6667}{3} = 2222,3 \text{ м}^3 / \text{зміну}.$$

Визначені змінні продуктивності по різновидам порід можна використовувати для вибору та розрахунку кількості гірничого обладнання, необхідного для виконання заданої виробничої потужності.

### Питання для самоконтролю

1. Назвіть основні параметри кар'єру?
2. Що таке продуктивність кар'єру?
3. Що розуміють під проектною потужністю кар'єру?
4. Від чого залежить об'єм корисних копалин у кінцевих контурах кар'єру при розробці похилих та крутоспадаючих покладів значної потужності?
5. Як визначається величина балансових запасів корисної копалини в контурах кар'єра?
6. Чому дорівнюють промислові запаси корисної копалини?

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бібліотека гірничого інженера / Бизов В.Ф. – Т. IV “Виробничі процеси”: Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямом “Гірництво”.- Кривий Ріг: Мінерал, 2000. – 247 с. з іл.
2. Бібліотека гірничого інженера / Бизов В.Ф. – Т. V “Технологічні засоби”: Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямом “Гірництво”.- Кривий Ріг: Мінерал, 2000. – 270 с. з іл.
3. Бібліотека гірничого інженера / Бизов В.Ф., Дриженко А.Ю. – Т. XIII “Відкриті гірничі роботи”: Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямом “Гірництво”.- Кривий Ріг: Мінерал, 2004. – 341 с. з іл.
4. Бизов В.Ф. Відкриті гірничі роботи: підручник / В.Ф. Бизов, А.Ю. Дриженко; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Кр. Ріг: КТУ, 2004. – Т. XIII. – 341 с.
5. Відкриті гірничі роботи: Ч. I. Процеси відкритих гірничих робіт [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 184 «Гірництво»/ О.О.Фролов, Т.В. Косенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 151 с.
6. Дриженко А.Ю. Відкриті гірничі роботи: терміни та їх визначення: навч. посіб. / А.Ю. Дриженко, О.О. Шустов; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2010. – 164 с.
7. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Геотехнології гірництва: технологія відкритої розробки родовищ корисних копалин» (укладач Федоренко С.О.). – Кривий Ріг: ДВНЗ «КНУ», 2015 р.
8. Маланчук З.Р., Гаврин В.С., Стріха В.А., Киричик І.М. Технології відкритої розробки корисних копалин. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2013. – 285 с
9. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Геотехнології гірництва: технологія відкритої розробки родовищ корисних копалин» для бакалаврів напряму підготовки 6.050301 "Гірництво" всіх форм навчання (Укладачі Пижик А.М., Федоренко С.О.)– Кривий Ріг: ДВНЗ «КНУ», 2015 р.
10. Положення з проектування гірничодобувних підприємств України та визначення запасів корисних копалин за ступенем підготовленості до видобутку / Затв. Наказом Мінпромполітики України. – К. 07.05.2004 №221. – 20 с.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до практичних занять з дисципліни  
«ТЕХНОЛОГІЯ ВІДКРИТОЇ РОЗРОБКИ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН»  
(для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня  
спеціальності 184 Гірництво)  
(Електронне видання)

Укладач:  
В.І. МОХОНЬКО

Оригінал-макет *В.І. Мохонько*

Підписано до друку \_\_\_\_\_

Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Папір друкар. Гарнітура Times.

Друк офсетний. Умов. друк. арк. 2,3. Облік. - вид. арк. \_\_\_\_\_

Тираж \_\_\_\_\_ екз. Вид. № \_\_\_\_\_. Замов. № \_\_\_\_\_. Ціна договірна.

**Видавництво Східноукраїнського національного університету  
імені Володимира Даля**

Адреса видавництва: м. Київ, вул. Іоанна Павла II, 17

Телефон: +38 (050) 218 04 78, факс (064 52) 4 03 42

e-mail: [vidavnictvosnu.ua@gmail.com](mailto:vidavnictvosnu.ua@gmail.com).