

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від 05 вересня 2025 р. № 5

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

**для проведення практичних занять
з навчальної дисципліни**

«ПРОЕКТУВАННЯ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 184 «Гірництво»
(G16 «Гірництво та нафтогазові технології»)
освітньо-професійна програма «Гірництво»
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра маркшейдерії

Розглянуто і рекомендовано
на засіданні кафедри маркшейдерії
протокол від «25» серпня 2025 р. № 7

Розробник: к.т.н., доцент кафедри маркшейдерії Іськов С.С.

Житомир
2025

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100/2

Іськов С.С. Методичні вказівки для проведення практичних занять з навчальної дисципліни “Проектування гірничих підприємств” для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 184 «Гірництво» (G16 «Гірництво та нафтогазові технології») освітньо-професійна програма «Гірництво» / **С.С. Іськов.** – Житомир: «Житомирська політехніка», 2025. – 100 с.

Упорядник:

Іськов Сергій Станіславович, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка».

Відповідальний за випуск:

Іськов Сергій Станіславович, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету.

Рецензент:

Доцент кафедри, кандидат технічних наук, доцент **В.В. Котенко** (кафедра маркшейдерії, Житомирська політехніка);

Зав. кафедри, кандидат технічних наук, доцент **В.О. Шлапак** (кафедра маркшейдерії, Житомирська політехніка)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 3

ПЕРЕДМОВА

Метою вивчення дисципліни є:

- вироблення у студентів навичок самостійного використання знань, отриманих на лекціях і практичних заняттях курсу, для вирішення конкретних задач проектування та планування гірничих робіт на кар'єрах;
- закріплення теоретичних основ пройденого матеріалу;
- отримання методичних знань рішення комплексних завдань при проектуванні кар'єрів для найпростіших гірничо-геологічних умов;
- знайомство з довідковою літературою та вміння використовувати її для вирішення поставленого завдання;
- вироблення вміння проводити розрахунок та аналіз основних техніко-економічних показників роботи кар'єру.

Вивчення курсу студентами направлено на формування наступних компетентностей, визначених стандартом вищої освіти спеціальності 184 «Гірництво»:

ЗК5. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

СК5. Здатність до проектування складових систем і технологій гірничо-геологічних підприємств.

СК8. Здатність аналізувати режими експлуатації об'єктів гірництва та виконувати оптимізацію їх функціонування.

СК9. Здатність оцінювати стан і технічну готовність устаткування ланок гірничих підприємств за критеріями забезпечення заданої продуктивності та безпеки експлуатації.

СК10. Здатність застосовувати спеціалізовані пакети прикладних програм для проектних та експлуатаційних розрахунків.

СК12. Здатність застосовувати математичні моделі під час проектування, оптимізації технологічних процесів гірництва.

Отримані знання стануть складовими наступних програмних результатів навчання за спеціальністю 184 «Гірництво»:

РН4. Приймати рішення з професійних питань у важкопрогнозованих особливо небезпечних умовах з урахуванням цілей, строків, ресурсних та законодавчих обмежень, екологічних та етичних аспектів.

РН8. Розробляти технологічні операції та процеси гірничих підприємств.

РН11. Знати вимоги законодавства щодо безпечного ведення робіт і експлуатації обладнання у сфері професійної діяльності, вміти забезпечувати виконання цих вимог у практичних ситуаціях.

РН13. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для визначення технологічних параметрів і показників гірничих підприємств, оцінювати адекватність моделей, їх надійність і точність одержуваних оцінок.

РН16. Проектувати елементи гірничих систем та технологій.

РН17. Застосовувати спеціалізовані пакети прикладних програм під час проектних та експлуатаційних розрахунків параметрів технологічних процесів гірничих підприємств.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 100 / 4

Практична робота №1

Вивчення порядку отримання спецдозволів та проведення аукціонів

Короткі теоретичні відомості

Право користування надрами, зокрема для розробки родовищ корисних копалин, підприємство отримує після оформлення таких дозвільних документів:

- 1) спеціальний дозвіл на користування надрами
- 2) правовстановлюючий документ на земельну ділянку (державний акт на право постійного користування або договір оренди земельної ділянки);
- 3) проект землеустрою щодо рекультивації, зняття та складування родючого шару ґрунту відведених земельних ділянок;
- 4) технічний проект будівництва та експлуатації гірничого комплексу (кар'єру).

Спеціальний дозвіл на користування надрами видається відповідно до «Порядку надання спеціальних дозволів на користування надрами» [1].

Для вивчення і розробки родовищ твердих корисних копалин можуть бути отримані дозволи на такі види користування надрами:

- геологічне вивчення, у тому числі дослідно-промислова розробка, корисних копалин з подальшим видобуванням корисних копалин (промисловою розробкою родовищ);
- видобування корисних копалин.

Дозвіл на видобування корисних копалин (промислову розробку їх родовищ) надається після проведення Державною комісією України по запасах корисних копалин (ДКЗ) державної експертизи та оцінки розвіданих запасів чи апробації прогнозних (перспективних) ресурсів корисних копалин. Надрокористувач, якому надано дозвіл на видобування корисних копалин, проводить дорозвідку (довивчення) родовища у межах наданої йому ділянки надр.

Дозволи надаються Державною службою геології та надр України (Держгеонадра) переможцям аукціонів з їх продажу, які проводяться відповідно до «Порядку аукціону (електронних торгів) з продажу спеціального дозволу на користування надрами» [2]. Аукціони з продажу спеціальних дозволів відбуваються у вигляді електронних торгів, які виставляються Держгеонадра на основі заяв зацікавлених інвесторів та проводяться через систему «Prozorro.Продажі».

Аукціон з продажу спецдозволу на користування надрами проводиться відповідно до правил трираундового англійського аукціону. Земельні торги -

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100/5

тобто аукціон з продажу земельної ділянки (або права її оренди чи використання) – проводиться відповідно до правил трираундового англійського аукціону або аукціону з переважним правом.

Трираундовий англійський аукціон (English forward) – це один із різновидів аукціонів у системі **Прозоро.Продажі**, в якому учасники поступово підвищують ціну своєї пропозиції. За підсумками аукціону, перемагає той, хто запропонував найвищу ставку. Ще до початку аукціону учасники подають свої закриті цінові пропозиції. Потенційні покупці не знають, чи є ще конкуренти та не бачать ставки один одного. Електронна торгова система ранжує ставки учасників від найменшої до найбільшої і той, хто зробив найвищу (закриту) цінову пропозицію має право останнього ходу в кожному з трьох раундів. Це дає йому найвищі шанси на перемогу. Протягом трьох раундів, які тривають по 3 хвилини учасники змагаються за лот та підвищують свої ставки. Коли аукціон завершується, вся інформація про учасників розкривається.

Аукціон із переважним правом може застосовуватися для земельних аукціонів тоді, коли у земельної ділянки державної або комунальної власності, що здається в оренду чи на право користування, є суб'єкти переважного права – особа, якій вже надано спецдозвіл на користування надрами, розташованими під даною ділянкою (переважне право) або чинний орендар (переважне право другої черги). Він проходить як класичний англійський аукціон, однак має додатковий четвертий раунд (етап переважного права). В останньому раунді суб'єкт переважного права може або погодитись, або відмовитися сплатити найвищу чи другу за величиною ціну, визначену на аукціоні. Залежно від його дій у четвертому раунді, система оголошує переможця аукціону. Якщо під час етапу переважного права серед учасників буде учасник з переважним правом та учасник з переважним правом другої черги, то пріоритет завжди буде за учасником з переважним правом. Інші учасники до початку 4 раунду не знають, хто з конкурентів має переважне право.

Завдання

1. Ознайомитись з наступними онлайн-ресурсами:

- **Єдине вікно надрокористувача»** (<https://www.geo.gov.ua/nadrokorystuvannya/yedine-vikno/>);
- **«Електронний кабінет надрокористувача»** (Е-кабінет надрокористувача) (<https://eco.gov.ua/categories/e-nadra>), зокрема з Державним реєстром спеціальних дозволів на користування надрами; Відомостями про заяви на отримання, продовження строку дії, внесення змін до спеціальних дозволів на користування надрами;
- **«Інвестиційний атлас надрокористувача»** (<https://www.geo.gov.ua>). Розглянути переліки наявних проявів і

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 100/6

родовищ корисних копалин (наприклад, <https://www.geo.gov.ua/nemetalichni-korysni-kopalyny/>).

2. Ознайомитись з статтями 16 – 16⁵ Кодексу України про надра [3]. Визначити випадки, за яких можливе отримання спеціального дозволу на користування надрами без проведення аукціону.

3. Ознайомитись з **Порядком проведення аукціону (електронних торгів) з продажу спеціального дозволу на користування надрами** [2]. Також процедура їх проведення описана на платформі **Прозорро.Продажі** (<https://prozorro.sale/specialni-dozvoli-na-vikoristannya-nadr/>).

4. Ознайомитись з наявними аукціонами з продажу спецдозволу на користування надрами та з результатами проведених аукціонів (<https://www.geo.gov.ua/nadrokorystuvannya/auctions/>). Порівняти по декільком ділянкам надр стартову ціну і ціну продажу спецдозволу.

5. Взяти будь-яке конкретне оголошення про аукціон з веб-сторінки <https://www.geo.gov.ua/nadrokorystuvannya/ogoloshennya/aukcziy/> (краще вибирати аукціон, який вже відбувся, наприклад, <https://www.geo.gov.ua/announcements/oholoshennia-pro-provedennia-aukcziyuz-prodazhu-spetsialnoho-dozvolu-na-korystuvannia-nadramy-dilianky-korchyn-shliakhom-elektronnykh-torhiv/>), для даного аукціону:

- розглянути опис документів, що подаються на платформі **Прозорро.Продажі** (наприклад, <https://prozorro.sale/auction/SUE001-UA-20250731-80680/>), зокрема місце розташування ділянки надр, геологічну інформацію, стартову ціну, перелік учасників, фінальну ціну,
- розрахувати величину гарантійного внеску та винагороди майданчика, розмір мінімального кроку підвищення ціни;
- завантажити і вивчити Протокол електронних торгів.

6. Вивчити роботу аукціонів з продажу спецдозволів на користування надрами та аукціонів з продажу (оренди) земельних ділянок за допомогою **симулятора аукціонів** (<https://demo.prozorro.sale/>). Ознайомитись з правилами проведення аукціонів (<https://prozorro.sale/sho-take-anglijski-aukcioni-prozorroprodazhi/>, <https://prozorro.sale/aukcion-perevazhne-pravo/>). Викладач вибирає 3-5 студентів, які бажають бути учасниками тестового аукціону, організовує і проводить аукціон. Інші студенти виступають у ролі спостерігачів. За бажанням студентів можливе одночасне проведення декількох аукціонів.

Питання для самоконтролю

1. Які основні дозвольні документи необхідні підприємству для отримання права користування надрами?
2. Який орган видає спеціальний дозвіл на користування надрами?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 100 / 7

3. Який документ посвідчує право на земельну ділянку для потреб надрокористування?
4. Які види користування надрами передбачає Кодекс України про надра?
5. Який максимальний термін дії дозволу на видобування корисних копалин?
6. У який спосіб здебільшого надаються спеціальні дозволи на користування надрами?
7. У яких випадках можливе отримання спеціального дозволу на користування надрами без проведення аукціону?
8. На якому онлайн-майданчику проводяться електронні торги з продажу дозволів?
9. Скільки раундів включає процедура електронного аукціону?
10. Яка тривалість одного раунду під час аукціону?
11. Чи бачать учасники ставки один одного до завершення аукціону?
12. Що таке «переважне право» учасника аукціону і на якому етапі воно реалізується?
13. Які бувають види «переважного права»?
14. Де можна ознайомитися з переліком наявних проявів і родовищ корисних копалин?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 8

Практична робота №2

Завдання на проектування:

зміст і порядок складання

Короткі теоретичні відомості

Робота над проектом будівництва кар'єру, його реконструкції чи розширення починається з отримання **завдання на проектування**, в яке включають всі початкові дані, зібрані в передпроектний період. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» вказує, що замовник є відповідальним за формування завдання на проектування. Фактично його розробку здійснює замовник проекту спільно з проектною організацією. У процесі розробки залучаються інженери різних спеціальностей, архітектори, а також консультанти для врахування всіх вимог до безпеки, енергозбереження та екологічності.

Завдання на проектування – документ, у якому містяться обґрунтовані в межах законодавства вимоги замовника будівництва до планувальних, архітектурних, інженерних і технологічних рішень та властивостей об'єкта архітектури, його основних параметрів, вартості та організації його будівництва і який складається відповідно до містобудівних умов і обмежень забудови земельної ділянки, технічних умов. Завдання включає також вимоги щодо безпеки, охорони навколишнього середовища, економічної доцільності та функціональності об'єкта.

Завдання на проектування повинне містити основні початкові дані і задані техніко-економічні показники, зокрема:

- назва та місцезнаходження (район або пункт розташування) об'єкту;
- підстава для проектування;
- дані про інвестора та замовника;
- вид будівництва та джерело фінансування;
- необхідність розрахунків ефективності інвестицій;
- стадійність проектування з визначенням затверджувальної стадії (визначається спільно замовником та проектувальником);
- характеристика основних і супутніх корисних копалин та корисних компонентів за пластами, рудними покладами на розвіданих ділянках;
- споживачі продукції і їх вимоги до якості, графік споживання по роках;
- виробнича потужність підприємства, виробнича програма, якість продукції, термін будівництва і черговість введення потужностей;
- величина капітальних витрат і норма рентабельності, орієнтовні показники собівартості продукції і продуктивності праці;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 9

- основні джерела постачання енергії, водою, паливом, виробничі зв'язки і дані про можливу і необхідну господарську кооперацію;
- дані про генерального проектувальника та генерального підрядника;
- інженерні вишукування та дані про особливі умови будівництва (сейсмічність, просадні ґрунти, підроблювані і підтоплювані території тощо);
- вимоги до благоустрою майданчика, до інженерного захисту територій і об'єктів, з енергозбереження та енергоефективності, до режиму безпеки та охорони праці, до систем протипожежного захисту об'єкта, щодо розроблення розділу "Оцінка впливів на навколишнє середовище", до розроблення спеціальних заходів;
- особливі вимоги замовника: вказівки про необхідність розроблення окремих проектних рішень в декількох варіантах і на конкурсних засадах; попередніх погоджень проектних рішень із зацікавленими відомствами; виконання науково-дослідних та дослідно-експериментальних робіт у процесі проектування і будівництва; технічного захисту інформації тощо.

До завдання на проектування додається геологічний звіт за наслідками розвідки родовищ, протокол затвердження запасів Державною комісією по запасах (ДКЗ), а також матеріали вивчення якісної характеристики корисних копалин.

Завдання на проектування затверджує замовник будівництва. Забороняється включати до завдання на проектування вимоги, що суперечать вимогам законодавства України, затвердженій містобудівній документації, державним нормам, стандартам і правилам.

Після затвердження завдання на проектування вноситься в Єдину державну електронну систему у сфері будівництва (ЄДЕССБ) та підписується електронним цифровим підписом. Підписання в системі є обов'язковим етапом для дотримання законності всіх будівельних робіт.

Завдання

1. Відповідно до Додатку Б ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво» [4] розглянути структуру і порядок складання завдання на проектування.

2. Розглянути вимоги до завдання на проектування згідно пп.4.1-4.3 «Порядку розроблення проектної документації на будівництво об'єктів» [5].

3. Скласти орієнтовне завдання на проектування кар'єру для розробки родовища, розглянутого в попередній роботі. Форма наведена у додатку 1.

При складанні можуть бути корисними «Методичні рекомендації щодо складання завдання на проектування для реконструкції будівель...» (<https://livingplanet.org.ua/images/2024/methodological-guidelines.pdf>) [6].

Приклад завдання на проектування гірничого підприємства наведено у додатку 2 [7].

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 10

Питання для самоконтролю

1. З якого документа починається робота над проектом будівництва кар'єру?
2. Хто відповідальний за формування завдання на проектування?
3. З ким замовник звичайно розробляє завдання на проектування?
4. Які рішення та властивості об'єкта архітектури визначаються у завданні на проектування?
5. Які дані про інвестора та замовника повинні міститися у завданні?
6. Що таке стадійність проектування і де вона фіксується?
7. Які відомості про корисні копалини мають бути зазначені у завданні?
8. Чи потрібно вказувати у завданні основних споживачів продукції та вимоги до її якості?
9. Які економічні показники включаються до завдання?
10. Чи потрібно вказувати джерела постачання енергією та водою у завданні?
11. Які дані про інженерні вишукування повинні бути відображені у документі?
12. Які вимоги щодо охорони праці та цивільного захисту включаються до завдання?
13. Хто затверджує завдання на проектування?
14. Чи є підписання завдання в Єдиній державній електронній системі у сфері будівництва (ЄДЕССБ) обов'язковим?
15. Яким нормативним документом регламентується склад та зміст проектної документації?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 100 / 11

Практична робота №3

Задачі на визначення глибини та коефіцієнтів розкриву

Короткі теоретичні відомості

Коефіцієнт розкриву :

- це відношення об'єму або маси розкриву до об'єму або маси корисних копалин, що видобуваються;
- це така кількість порід, яку потрібно вийняти і перемістити у відвали для того, щоб видобути одиницю маси або об'єму корисних копалин.

Об'ємний коефіцієнт розкриву є відношенням об'єму розкриву до об'єму корисних копалин ($\text{м}^3/\text{м}^3$), а **масовий коефіцієнт розкриву** – відношенням маси розкриву до маси корисних копалин ($\text{т}/\text{т}$). Об'ємний коефіцієнт розкриву використовують при проектуванні кар'єрів і в розрахунках кінцевої глибини кар'єру аналітично (за формулами) і графічним методом.

У практиці експлуатації і проектування кар'єрів найбільше використовуються такі **геометричні коефіцієнти розкриву** – показники, які встановлюються вимірюванням кількості розкриву і корисних копалин:

- **середній промисловий коефіцієнт розкриву** $k_{\text{сп}}$ (рис. 3.1, а), який показує відношення всього об'єму розкриву V (м^3) до об'єму корисних копалин P (м^3) в контурах кар'єру при даній глибині розробки

$$k_{\text{сп}} = \frac{V}{P}; \quad (3.1)$$

- **середній експлуатаційний коефіцієнт розкриву** $k_{\text{се}}$ (рис. 3.1, б), який визначається як відношення об'єму розкриву $V - V_0$, вийнятого в контурах кар'єру за період експлуатації (без врахування гірничо-капітальних робіт V_0), до об'єму корисних копалин $P - P_0$, видобутих в той же період в тих же контурах

$$k_{\text{се}} = \frac{V - V_0}{P - P_0}; \quad (3.2)$$

- **поточний (експлуатаційний) коефіцієнт розкриву** k_n (рис. 3.1, в), який визначається як відношення об'ємів розкриву, вийнятих за певний період часу (рік, місяць тощо), до фактично видобутих корисних копалин за той же період

$$k_n = \frac{V_t}{P_t}; \quad (3.3)$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 12

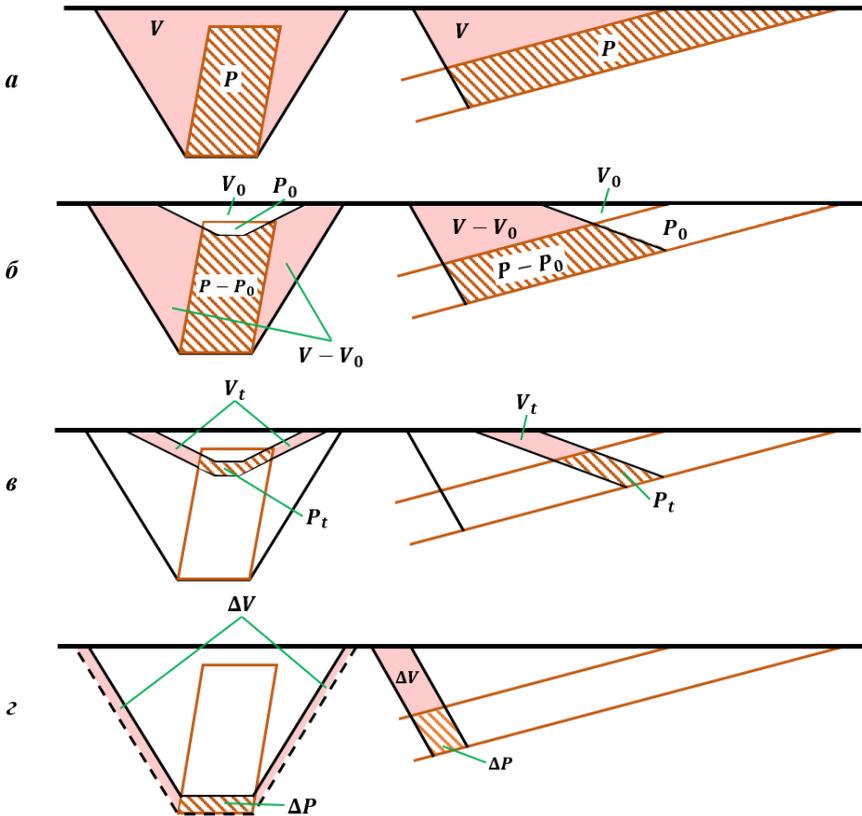


Рис.3. 1. Схеми до визначення коефіцієнтів розкриву

Поточний коефіцієнт розкриву характеризує прийнятий порядок розвитку гірничих робіт на діючому або проектованому підприємстві за місяцями, кварталами і роками, а також є підставою для планування виробничої собівартості корисних копалин. На практиці поточний коефіцієнт розкриву зменшують за рахунок скорочення ширини робочого майданчика, здвоювання горизонтів для збільшення висоти уступу, застосування панельної схеми відпрацювання горизонтів з напрямком розвалу всередині широкої заходки. При проектуванні для зменшення поточного коефіцієнта розкриву передбачається розробка родовищ етапами, з проміжними положеннями контурів борту кар'єру під кутами погашення.

– **контурний коефіцієнт розкриву k_k** (рис. 3.1, г), який визначається як відношення об'єму розкриву ΔV до об'єму копалин ΔP , вийнятих за рахунок розширення контурів кар'єру під кутами погашення бортів кар'єру

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 13

$$k_k = \frac{\Delta V}{\Delta P} \quad (3.4)$$

При розв'язку задач на визначення кінцевих контурів кар'єру (зокрема кінцевої глибини) або коефіцієнтів розкриття можуть зустрічатися два основних варіанти розвитку гірничих робіт:

- з двома робочими бортами і поглибленням по центру покладу (рис. 3.2, а);
- з одним робочим бортом і поглибленням вздовж неробочого борту (рис. 3.2, б).

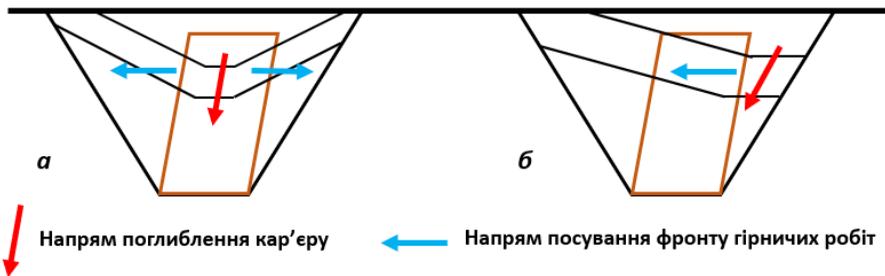


Рис. 3.2. Можливі варіанти розвитку гірничих робіт

Завдання

Розв'язати наступні задачі.

1. В контурах кар'єру знаходиться 280 млн. м³ гірничої маси, зокрема 25 млн. м³ корисних копалин. Знайти середній промисловий коефіцієнт розкриття кар'єру.

2. Під час будівництва кар'єру з попередньої задачі було вийнято 25 млн. м³ розкриття та 1 млн. м³ корисних копалин. Знайти середній промисловий коефіцієнт розкриття за період будівництва. Знайти середній експлуатаційний коефіцієнт розкриття.

3. Планується розширити кар'єр, залучивши додатково до його контурів 104 млн. м³ розкриття та 8 млн. м³ корисних копалин. Знайти контурний коефіцієнт розкриття. Знайти середній промисловий коефіцієнт після розширення кар'єру.

4. За 4-й рік експлуатації заплановано вийняти 12 млн. м³ розкриття та 0,9 млн. м³ корисних копалин. За 5-й рік експлуатації – 12,5 млн. м³ гірничої маси, зокрема 11,55 млн. м³ розкриття. Знайти поточні коефіцієнти розкриття у 4-й та 5-й роки експлуатації.

Розв'язок задач 5-8 звичайно починається з побудови схематичного рисунка – розрізу кар'єру, по якому і можна визначити потрібні елементи –

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк. 100 / 14

площі гірничої маси, розкриття або корисних копалин, лінійні елементи параметрів кар'єру (кінцева або поточна глибини кар'єру, розкриття кар'єру по поверхні тощо).

5. Кінцева глибина кар'єру складає 500 м. Кути укосів неробочих бортів кар'єру зі сторони висячого і лежачого боків покладу складають в середньому 35°. Горизонтальна потужність і кут падіння покладу складають відповідно 240 м і 70°. Визначити середній коефіцієнт розкриття.

6. Кінцева глибина кар'єру складає 500 м. Кути укосів неробочих бортів кар'єру 40°. Горизонтальна потужність пласта 300 м, кут падіння пласта 70°. Висота робочої зони кар'єру 85 м. Кут укосу робочих бортів 15°. Річне пониження гірничих робіт 15 м. Ширина дна робочої зони 50 м. Напрямок поглиблення – *посередині пласта*. Визначити поточний коефіцієнт розкриття.

7. Кінцева глибина кар'єру складає 500 м. Здійснюється поздовжня підготовка кар'єрного поля з поперечним розвитком гірничих робіт від лежачого боку покладу до висячого (один робочий борт). Робочий борт виходить на граничний контур кар'єра зі сторони висячого боку покладу, де є в погашеному стані частина неробочого борту висотою 100 м. Кут укосу робочого борту 15°, неробочого борту – 45°. Горизонтальна потужність пласта 300 м, кут падіння пласта 60°. Визначити поточну глибину кар'єру при ширині його дна 100 м.

8. Пологе родовище з кутом падіння пласта 10° і потужністю 20 м розробляється до проектної глибини кар'єра 80 м. Пласт виходить на поверхню. Кут укосу неробочих бортів кар'єру 45°. Проектом реконструкції кар'єру обґрунтована можливість збільшення його глибини на 40 м. Визначити контурний коефіцієнт розкриття. Визначити середні промислові коефіцієнти розкриття до та після реконструкції.

Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення коефіцієнта розкриття.
2. в яких одиницях вимірюються коефіцієнти розкриття?
3. Як визначається середній промисловий коефіцієнт розкриття?
4. Що показує середній експлуатаційний коефіцієнт розкриття?
5. Які обсяги не враховуються при розрахунку середнього експлуатаційного коефіцієнта розкриття?
6. Дайте визначення поточного (експлуатаційного) коефіцієнта розкриття.
7. Що характеризує поточний коефіцієнт розкриття?
8. Що таке контурний коефіцієнт розкриття?
9. За рахунок чого виймаються об'єми розкриття при розрахунку контурного коефіцієнта?
10. Як позначаються прирости об'ємів розкриття та корисних копалин у формулі контурного коефіцієнта?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 15

11. Який показник необхідно знайти для розрахунку коефіцієнта розкриття, якщо відомі загальні обсяги гірничої маси та корисних копалин у контурах кар'єру?
12. Як впливає розширення контурів кар'єру на коефіцієнт розкриття?
13. Чи може поточний коефіцієнт розкриття змінюватися по роках експлуатації?
14. Чи може коефіцієнт розкриття бути рівним 0? Відповідь обґрунтувати.
15. Чи може коефіцієнт розкриття бути більшим за 0? Відповідь обґрунтувати.
16. Чи може коефіцієнт розкриття бути меншим за 0? Відповідь обґрунтувати.
17. У якому випадку коефіцієнт розкриття рівний 10?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 16

Практична робота №4

Динамічне програмування при вирішенні гірничо-економічних задач

Короткі теоретичні відомості

Динамічне програмування – це обчислювальний метод для вирішення задач певної структури, це математичний апарат, що дозволяє здійснити оптимальне планування багатокрокових керуємих процесів і процесів, що залежать від часу. В спрощеному формулюванні динамічне програмування є направленим послідовним перебором варіантів, який обов'язково приводить до глобального екстремуму (максимуму або мінімуму). Управління – сукупність рішень, що приймаються на кожному кроці (на початку кожного року плануємого періоду) з метою впливу на хід його розвитку.

Основні обов'язкові властивості задач, до яких можливо застосовувати цей принцип, наступні:

1. Задача повинна допускати інтерпретацію як n -кроковий процес ухвалення рішень.

2. Задача повинна бути визначена для будь-якого числа кроків і мати структуру, незалежну від їх числа.

3. При розгляді k -крокової задачі повинна бути задана деяка множина параметрів, що описують стан системи, від яких залежать оптимальні значення змінних. Причому ця множина не повинна змінюватися при збільшенні числа кроків.

4. Вибір рішення (управління) на k -му кроці не повинен впливати на попередні рішення, окрім необхідного перерахунку змінних.

Метод динамічного програмування розглядає багатостадійні процеси прийняття рішень. Для вибору оптимального процесу (наприклад, оптимального плану напряму гірничих робіт) необхідно розглянути ряд варіантів багатостадійних рішень, для кожного варіанта визначити значення прийнятого критерію оптимальності і за результатами знайти послідовність таких рішень, які приводять до екстремального значення прийнятого критерію оптимальності.

Короткі теоретичні відомості та порядок виконання даної роботи наведено у навчальному посібнику «Бакка М.Т., Іськов С.С. Основи проектування гірничих підприємств: Лабораторний практикум», [8, ст. 4-18]. Індивідуальні завдання наведені у додатках 1-2 цього ж посібника [8, ст. 132-134].

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 17

Питання для самоконтролю

1. Що таке метод динамічного програмування?
2. Назвіть основні властивості задач, до яких можливе застосування методу динамічного програмування.
3. Чим відрізняється метод динамічного програмування від інших методів рішення гірничо-економічних задач?
4. Що таке критерій оптимальності, які повинні бути його значення?
5. Сформулювати і пояснити принцип оптимальності (принцип оптимальності Беллмана).
6. Назвати критерії оптимальності для кожного з трьох завдань?
7. Вказати основні етапи розв'язання задач динамічного програмування.
8. Що таке умовна і безумовна оптимізація?
9. Що таке умовне оптимальне рішення?
10. Які гірничі задачі можна вирішувати цим методом?
11. Які обмежуючі умови висуваються до варіантів положення фронту гірничих робіт (завдання 3)?
12. Пояснити методику оптимізації за допомогою мережного графа і додаткової таблиці (завдання 3).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 18

Практична робота №5

Лінійне програмування

при вирішенні гірничо-економічних задач

Короткі теоретичні відомості

У практиці проектування і наукового дослідження відкритих гірничих робіт частіше за інші використовується метод лінійного програмування для вирішення транспортних і розподільних задач – таких, наприклад, як вибір раціонального порядку розробки групи покладів, вибір місця розташування збагачувальної фабрики або відвала для групи кар'єрів, встановлення раціонального розподілу видобутої корисної копалини декількох кар'єрів між декількома фабриками і т.п.

Лінійне програмування – частина математичного програмування, задачами якого є знаходження екстремуму лінійної цільової функції на допустимій безмежності значень аргументів. Лінійне програмування є сукупністю математичних методів розв'язання екстремальних задач, в яких всі невідомі величини входять в рівняння і нерівності в першому степені, тобто виражені лінійно.

Практично всі задачі проектування, планування, організації і управління гірничим виробництвом, описані як лінійні моделі, можна поділити на декілька класів, кожен з яких об'єднує задачі однакової форми. Виділяються такі основні класи задач:

1. **Задачі розподілу**, які полягають у пошуку такого розподілу наявних ресурсів (людей, матеріалів, обладнання, грошових коштів), при якому операція виконується найбільш ефективно. До задач розподілу відносяться задачі планування та постачання.

Основні типи задач розподілу можна сформулювати так:

а) потрібно знайти найкращий розподіл наявних ресурсів при умові, що їх кількість відповідає попиту на всі види робіт, сюди відносять:

- задачі про призначення, у яких один вид ресурсів потрібно розподілити по операціям. Кожній комбінації операцій і ресурсів відповідає певна ефективність. До подібних задач належать задачі розподілу екскаваторів по місцях робіт (вибоях, категоріям порід) для мінімізації витрат на вантажні роботи, машин між маршрутами, службовців за видами робіт, верстатів між робітниками; автосамоскидів за екскаваторами тощо;
- транспортні задачі, у яких ресурси з декількох пунктів постачання (кар'єрів, шахт уступів тощо) потрібно розподілити між декількома пунктами споживання (фабриками, ТЕС, відвалами тощо) за умови

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 19

мінімізації витрати на транспортування або пробіг вантажу. До транспортних задач належать задачі розподілу вугілля з декількох кар'єрів і шахт по декільком ТЕС, поуступних об'ємів розкриття по відвалам, видам транспорту та перевантажувальним пунктам (якщо на кар'єрі є декілька видів транспорту);

б) потрібно вибрати роботи, які слід виконувати і від яких слід відмовитись при недостатній кількості ресурсів, це задачі розподілу фінансів, розташування обладнання, розподілом часу роботи обладнання за операціями тощо;

в) потрібно визначити, які ресурси слід використовувати, а від яких варто відмовитись при можливості вибору ресурсів, це більшість задач проектування та перспективного планування, наприклад, задачі вибору виду кар'єрного транспорту, визначення місця будівництва проммайданчика, порядку введення в експлуатацію родовищ, планування і управління видобувними роботами у режимі усереднення, про оптимальний план випуску продукції тощо.

2. **Задачі про суміші**, в яких з різних компонентів, що відрізняються за технологічними (фізичними, хімічними і ін.) властивостями, потрібно створити найбільш ефективним чином суміш, що відповідає певним вимогам. Це задачі планування і управління видобувними роботами в режимі усереднення.

Для розв'язку задач лінійного програмування використовується універсальний симплексний метод (симплекс-метод), який, однак, потребує великих витрат часу і уважності. Розв'язувати задачі лінійного програмування можна набагато простіше і швидше за допомогою табличного процесора Microsoft Excel, а точніше надбудови Excel «Пошук рішення».

Короткі теоретичні відомості та порядок виконання даної роботи наведено у навчальному посібнику «Бакка М.Т., Іськов С.С. Основи проектування гірничих підприємств: Лабораторний практикум» [8, ст. 68-86]. Індивідуальні завдання наведені у додатках 5-6 цього ж посібника [8, ст. 139-141].

Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення методу лінійного програмування.
2. Основна мета розв'язку задачі методом лінійного програмування.
3. Що називається математичною моделлю і як вона будується?
4. Які види обмежень можуть містити задачі лінійного програмування?
5. Для вирішення яких класів задач найчастіше використовується лінійне програмування в гірництві?
6. Які три основні умови характерні для розподільчих задач?
7. Що таке «транспортна задача» в контексті лінійного програмування?
8. Наведіть приклад транспортної задачі в гірництві.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 20

9. Коли модель транспортної задачі називається закритою?
10. Які задачі виникають, коли потрібно вибрати роботи при недостатній кількості ресурсів?
11. Що таке «задачі про суміші»?26
12. Наведіть приклад задачі про суміші в гірництві.
13. Який універсальний метод використовується для розв'язку задач лінійного програмування?
14. Як називається надбудова в Excel для вирішення таких задач?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 21

Практична робота №6

Визначення терміну окупності капітальних вкладень методом варіантів

Короткі теоретичні відомості

Універсальним методом розв'язку гірничо-економічних задач є *метод варіантів (метод безпосереднього порівняння варіантів рішення задачі за їх техніко-економічними показниками)*. Сутність методу варіантів: з числа технічно можливих і економічно найвірогідніших варіантів рішення задачі приймають той, техніко-економічні показники якого, одержані в результаті розрахунку, виявляються найкращими. Він широко застосовується для вирішення таких задач, як визначення меж кар'єру, визначення оптимальної виробничої потужності кар'єру, вибір виду транспорту, вибір схеми механізації та ін.

При проектуванні виникає необхідність порівнювати між собою різні суми грошей в різні моменти часу. Для цього їх необхідно привести до одного часового знаменника. Прийнято приводити суми коштів, які будуть витрачатися або отримуватися у майбутньому, до сьогоdnішнього дня (початкової точки відліку), тобто визначити величину суми P (теперішня, поточна, приведена вартість), яка в майбутньому буде складати задану величину F (майбутня вартість), або навпаки – скільки б майбутня вартість F коштувала сьогодні.

Для оцінки варіантів, що розрізняються капіталовкладеннями і собівартістю продукції, рекомендується як економічний критерій використовувати *термін окупності капітальних витрат*. Якщо в одному з варіантів капіталовкладення більші, але річні експлуатаційні витрати менші, ніж в другому, то необхідно зіставити необхідні додаткові капіталовкладення з економією на поточних витратах.

Короткі теоретичні відомості та порядок виконання даної роботи наведено у навчальному посібнику «Бакка М.Т., Іськов С.С. Основи проектування гірничих підприємств: Лабораторний практикум» [8, ст.103-111]. Індивідуальні завдання наведені у додатку 8 цього ж посібника [8, ст. 143].

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте сутність методу безпосереднього порівняння варіантів.
2. Загальний порядок рішення задачі методом варіантів.
3. Правила використання методу варіантів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 22

4. За якими показниками (критеріями) виконується оцінка і зіставлення варіантів?
5. Коли варіанти не є зіставними (їх не можна порівнювати)?
6. Коли варіанти можна порівнювати?
7. Які показники можуть використовуватись як економічний критерій для порівняння варіантів?
8. Які переваги у методу варіантів?
9. Перерахуйте недоліки методу варіантів.
10. Для вирішення яких задач застосовується метод варіантів?
11. Чому виникає необхідність приведення грошових сум до одного моменту часу?
12. Як називається процес приведення різночасних витрат до одного моменту?
13. Що таке коефіцієнт дисконтування?
14. Як визначаються приведені витрати і доходи?
15. Як розраховується приведений прибуток?
16. Що таке термін окупності капітальних вкладень?
17. Які показники порівнюються при визначенні терміну окупності?
18. Як впливає фактор часу на вартість грошей?
19. У чому різниця між звичайним та дисконтованим терміном окупності?
20. Який варіант вважається найкращим при використанні методу варіантів?
21. Як графічно визначити точку окупності капітальних вкладень?
22. Які витрати відносяться до капітальних витрат?
23. Які витрати відносяться до експлуатаційних витрат?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 23

Практична робота №7

Вибір раціональної моделі автотранспорту методом варіантів

Короткі теоретичні відомості

Метод варіантів є універсальним. Він може бути застосований для вирішення більшості техніко-економічних задач. В практиці гірничої справи існує велика група задач, вирішуваних тільки методом варіантів. Відмітна особливість цих задач полягає в тому, що дані варіанти не можуть бути оцінені по якій-небудь загальній для них змінній величині, що змінюється безперервно або умовно безперервно.

Основні переваги методу варіантів полягають в універсальності умов використання, високій точності рішення задачі і наочності результатів рішення. В більшості техніко-економічних задач має значення не екстремум функції, а так звана область оптимальних значень, обмежена точністю розрахунків, яка може включати декілька варіантів, економічно умовно рівноцінних. За цих умов наочне порівняння варіантів в табличній формі не обмежується тільки вибором оптимального варіанту, а дозволяє зробити його порівняння з іншими і оцінити ті якісні чинники, які не піддаються безпосередній кількісній економічній оцінці. До недоліків методу відноситься велика трудомісткість рішення, а також те, що важко, а іноді неможливо встановити форму і ступінь впливу визначальних чинників на результати рішення і виконати необхідний для економічної оцінки аналіз.

При техніко-економічній оцінці різних моделей гірничого і транспортного обладнання суттєвими факторами є продуктивність машин і їх вартість. Більш потужні і продуктивні машини мають і більшу вартість, яка однак повинна зростати в меншій мірі, ніж продуктивність машин.

Раціональна модель автосамоскида повинна забезпечити найбільш продуктивну, економічну і безпечну роботу всього комплексу гірничо-транспортного обладнання в кар'єрі і відповідати технології ведення гірничих робіт. Вибір раціональної моделі автосамоскида залежить від групи факторів, головні з яких: ціна автосамоскида, величина витрат на навантаження і транспортування, спосіб навантаження гірничої маси, модель екскаватора і об'єм його ковша, фізико-механічні властивості порід (об'ємна вага, міцність і якість їх попереднього розпушення у вибої), схема руху і розворотів автосамоскиду при навантаженні і розвантаженні, дальність транспортування гірничої маси, якість доріг, форма і параметри поздовжнього профілю і траси доріг і т.д.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 24

Комплексне врахування основних факторів, що визначають вибір раціональної моделі автосамоскиду, дуже складне. Тому при розв'язанні даної задачі виходячи з початкових умов можна спочатку визначити потрібні раціональні чи оптимальні вантажопідйомність і ємність кузова автосамоскиду, потім, аналізуючи організаційно-технічні фактори і оцінюючи економічну ефективність порівнюваних моделей за терміном окупності чи за величиною розрахункових витрат, остаточно вибирають його тип і модель.

Короткі теоретичні відомості та порядок виконання даної роботи наведено у навчальному посібнику «Бакка М.Т., Іськов С.С. Основи проектування гірничих підприємств: Лабораторний практикум», [8, ст. 87-102]. Індивідуальні завдання наведені у додатку 7 цього ж посібника [8, ст. 141-142]. Технічні характеристики сучасного транспортного обладнання – надаються викладачем.

Питання для самоконтролю

1. Від яких факторів залежить вибір раціональної моделі автосамоскида?
2. Які параметри екскаватора впливають на вибір автосамоскида?
3. Від чого залежить і як вибирається число ковшів екскаватора в кузові автосамоскида?
4. Яке співвідношення місткості кузова самоскида та ковша екскаватора вважається раціональним?
5. Чому не рекомендується використовувати автосамоскиди в комплексі з екскаваторами, з співвідношенням кузов/ковш менше 4 і більше 10?
6. Як визначається необхідна кількість ковшів для завантаження самоскида?
7. Що показують коефіцієнти використання ємності і вантажопідйомності кузова?
8. Як фізико-механічні властивості порід впливають на вибір транспорту?
9. Які параметри доріг враховуються при виборі моделі самоскида?
10. Які складові включають капітальні витрати (вкладення) на формування системи транспортування з автосамоскидами?
11. Які складові включають експлуатаційні витрати системи транспортування з автосамоскидами?
12. Які економічні критерії використовуються для остаточного вибору моделі автотранспорту?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк. 100 / 25

Практична робота №8

Закони формування робочої зони кар'єру

Короткі теоретичні відомості

Закон динамічності робочих вибоїв (А.І. Узатіс, 1843 р., І.А. Кузнецов, 1932 р.): *робочі вибої, в яких проводиться виїмання гірських порід, переміщуються в просторі із швидкістю v , прямо пропорційною продуктивності виїмального обладнання Q і обернено пропорційною площі вибою S :*

$$v = \frac{Q}{S}. \quad (8.1)$$

Окремі випадки прояву цього закону (рис. 8.1):

- швидкість посування вибою екскаватора

$$v_B = \frac{Q}{ha}; \quad (8.2)$$

- швидкість посування робочого уступу

$$v = \frac{Q}{hL_0} \quad \text{або} \quad v = \frac{NQ}{hL_y}; \quad (8.3)$$

де Q – продуктивність екскаватора, м³/місяць, м³/рік; N – кількість екскаваторів на робочому уступі; h – висота уступу, м; a – ширина екскаваторної заходки, м; L_0 – довжина екскаваторного блоку, м; L_y – довжина фронту робіт на уступі, м.

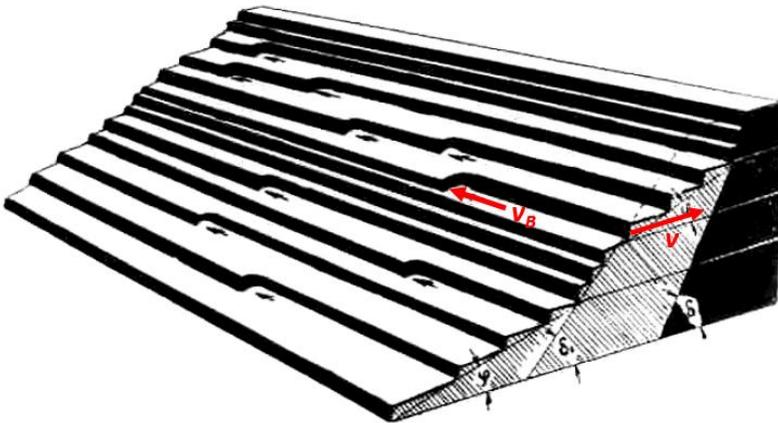


Рис. 8.1. Робочий борт кар'єру

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк. 100 / 26

Закон співвідношення інтенсивності робіт по розкриттю, підготовці та вийманні (Б.І.Бокій, 1922 р., І.А.Кузнецов, 1932 р.):

- 1 варіант: *Гірничі роботи з розкриття родовища повинні проводитися у просторі з більшою чи однаковою швидкістю h_p відносно до підготовчих робіт, а підготовчі роботи – з більшою чи однаковою швидкістю $h_{п}$ відносно видобувних робіт h_v*

$$h_p \geq h_{п} \geq h_v \quad (8.4)$$

- 2 варіант: *Інтервал часу між моментами розкриття суміжних уступів t_p повинен бути меншим чи рівним інтервалу підготовки уступів $t_{п}$, а інтервал часу підготовки уступу повинен бути меншим чи рівним тривалості відробки уступу t_v , поділеного на кількість уступів n , що одночасно розроблюються*

$$t_p \leq t_{п} \leq \frac{t_v}{n} \quad (8.5)$$

Ідея закону – забезпечення взаємопов'язаного і безперервного розвитку гірничих робіт з розкриття, підготовки і розробки родовища та створення і підтримка резерву розкритих, підготовлених і готових до виймання запасів корисних копалин.

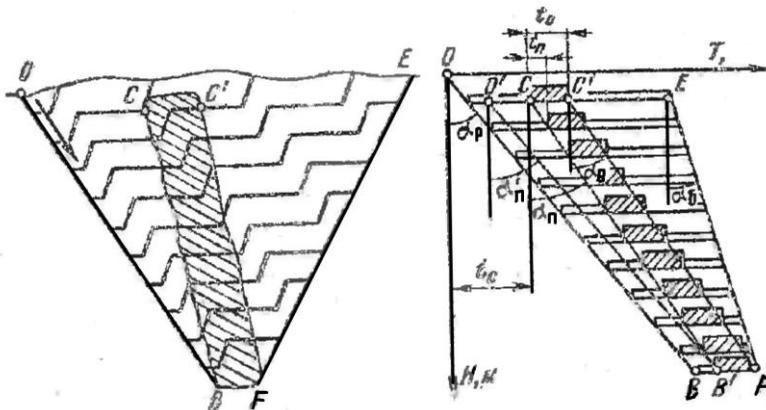


Рис. 8.2. Схема розвитку гірничих робіт (прийнята одночасна робота двох рудних уступів)

OB – швидкість пониження гірничих робіт – швидкість розкриття горизонтів (уступів)

$$h_p = ctg\alpha_p;$$

$O'B'$ – швидкість підготовки робочих уступів – швидкість проведення розрізних траншей

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 27

$$h'_{\Pi} = ctg\alpha'_{\Pi};$$

CB' – швидкість підготовки робочих уступів при поглибленні по розкривним породам – швидкість проведення розрізних траншей

$$h_{\Pi} = ctg\alpha_{\Pi};$$

$C'F$ – швидкість поглиблення видобувних робіт

$$h_B = ctg\alpha_B;$$

EF – швидкість формування неробочого борту

$$h_B = ctg\alpha_B.$$

За рахунок поглиблення кар'єру по порожнім породам (розкриття) забезпечується розкриття горизонтів з випередженням по часу відносно початку видобувних робіт на t_c років.

Роботи по розкриттю родовища повинні розвиватися у просторі з більшою чи однаковою інтенсивністю відносно розкривних робіт, а розкривні роботи повинні випереджувати видобувні роботи!

Закон відповідного розвитку гірничих робіт на суміжних робочих уступах (І.А.Кузнецов, 1932 р. – окремий випадок; А.І.Арсентьев, 1973 р. – загальне рішення) (рис. 8.3): швидкість посування робочого уступу v_i повинна бути більшою або рівною швидкості посування нижчележачого робочого уступу v_{i+1} за виключенням частки від ділення надлишку ширини робочого майданчика $(B_i - B_{oi})$ на заданий період часу t :

$$v_i \geq v_{i+1} - \frac{(B_i - B_{oi})}{t}. \quad (8.6)$$

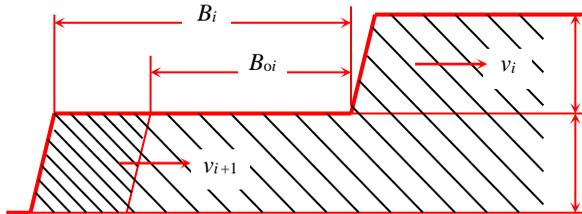


Рис. 8.3. Схема до закону відповідного розвитку гірничих робіт на суміжних робочих уступах

Цей закон визначає правильний відповідно до гірничої технології рух всіх робочих уступів в робочій зоні кар'єру. Ідея закону – обов'язкове збереження допустимої (або розрахункової) ширини робочих майданчиків B_{oi} в процесі виконання гірничих робіт (рис. 8.3).

Ширина робочих майданчиків. В процесі проектування звичайно користуються даними проектних інститутів. У табл.2 представлені розрахункові (не мінімальні!) значення ширини робочих майданчиків при роботі на скельних породах, рекомендовані інститутом «Гипроруда».

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 28

Таблиця 8.1

Ширина робочих майданчиків Ві, м

Екскаватор	Ширина бурової заходки	Висота уступів h , м		
		12	15	20
ЕКГ-4,6	7	$\frac{55}{40}$	–	–
	8	$\frac{59}{44}$	$\frac{67}{54}$	–
ЕКГ-8и	8	–	$\frac{60}{40}$	$\frac{70}{50}$

Примітки. 1. У чисельнику і знаменнику – для залізничного і автотранспорту відповідно.

2. При двох або трьох робочих екскаваторах на уступі до табличних даних слід додавати ширину однієї або двох бурових заходок.

3. При бурінні похилих свердловин вказана ширина майданчиків може бути зменшена на 4-5 м. Про мінімально допустиму ширину робочих майданчиків в нормах нічого не сказано. У практиці кар'єрів ця ширина звичайно на 8-10 м менше розрахункової.

Закон відповідного розвитку гірничих робіт на суміжних робочих уступах для обґрунтування розстановки екскаваторів на уступах і забезпечення заданої інтенсивності посування уступів. Для цього в цей закон (формула 8.6) підставимо значення v з першого закону (формула 8.3) і, позначивши висоти суміжних уступів як h_1 і h_2 , довжини фронтів цих уступів як L_1 і L_2 , а кількість екскаваторів як N_1 і N_2 , отримаємо таку умову

$$\frac{N_1 Q_1}{h_1 L_1} \geq \frac{N_2 Q_2}{h_2 L_2} - \frac{(B_i - B_{oi})}{t}. \quad (8.7)$$

А при $B_i = B_{oi}$ повинна дотримуватися така умова

$$\frac{N_1 Q_1}{h_1 L_1} \geq \frac{N_2 Q_2}{h_2 L_2}. \quad (8.8)$$

Завдання

Розв'язати наступні задачі.

Задача 1. Нехай на верхньому уступі висотою 18 м працює 3 екскаватори, довжина фронту робіт на ньому 0,95 км. Скільки потрібно екскаваторів на нижньому уступі висотою 15 м для забезпечення відповідного розвитку гірничих робіт, якщо довжина фронту робіт на нижньому уступі 0,90 км, відсутній надлишок ширини робочого майданчика, і продуктивності екскаваторів, які працюють на обох уступах, однакова і дорівнює 0,6 млн. м³/рік ?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 29

Задача 2. Для умов задачі 1 скільки потрібно екскаваторів на нижньому уступі, якщо на ньому існує надлишок ширини робочого майданчика (30 м), який потрібно ліквідувати за 1,5 роки?

Задача 3. Для умов задачі 1 на верхньому уступі необхідно на 2 місяці (0,167 року) зупинити роботу одного екскаватора. Який резерв ширини потрібно завчасно створити на верхньому уступі, щоб не зупиняти роботу на нижньому уступі, де працюють 2,4 екскаватора?

Задача 4. Для умов задачі 1 на верхньому уступі необхідно зупинити роботу одного екскаватора на цілий рік. Який резерв ширини потрібно завчасно створити на верхньому уступі, щоб не зупиняти роботу на нижньому уступі, де працюють 2,4 екскаватора?

Задача 5. Для умов задачі 1 на верхньому уступі необхідно зупинити роботу всіх екскаваторів на один місяць (0,083 року). Який резерв ширини потрібно завчасно створити на верхньому уступі, щоб не зупиняти роботу на нижньому уступі?

Рекомендації до розв'язку.

Для розв'язку більшості задач рекомендується спочатку використати формулу 8.3 окремо для верхнього і нижнього уступів, а потім розраховані значення (чи вирази, які містять невідомі величини) підставити у формулу 8.7 (якщо є резерв ширини робочого майданчика або його потрібно створити) або формулу 8.8 (якщо резерв відсутній).

Кількість потрібних екскаваторів може бути не цілим числом, тобто один з потрібних екскаваторів буде працювати не цілий рік, а лише визначену частину року. Кількість потрібних екскаваторів рекомендується округлювати до двох знаків після коми.

Питання для самоконтролю

1. Сформулюйте закон динамічності робочих вибоїв.
2. Від чого залежить швидкість переміщення робочого вибою?
3. Як визначається швидкість посування робочого уступу?
4. Сформулюйте закон співвідношення інтенсивності робіт.
5. Яке співвідношення має бути між швидкостями розкриття, підготовки та видобування?
6. Що є основною ідеєю закону співвідношення інтенсивності робіт?
7. Як визначається швидкість поглиблення гірничих робіт?
8. Сформулюйте закон відповідного розвитку гірничих робіт на суміжних уступах.
9. Яка основна ідея закону відповідного розвитку на суміжних уступах?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 30

Практична робота №9

Визначення швидкості посування робочих уступів та швидкості поглиблення кар'єру

Короткі теоретичні відомості

Закон взаємозв'язку швидкостей пониження гірничих робіт і посування робочих уступів (А.І.Арсентьев, 1958 р.): Вертикальна швидкість пониження гірничих робіт h_i прямо пропорційна горизонтальній швидкості посування робочих уступів v і обернено пропорційна алгебраїчній сумі котангенсів кутів укосу робочого борту ϕ і кута нахилу поглиблення кар'єру β :

$$h_i = \frac{v}{(\operatorname{ctg} \phi \pm \operatorname{ctg} \beta)}. \quad (9.1)$$

Якщо дно кар'єру на початку року знаходиться в точці O_1 (рис.9.1), а на початку наступного року в точці O_2 , то дійсна швидкість поглиблення дна кар'єру відповідає лінії O_1O_2 . Але фактично визначається швидкість пониження (по вертикалі) дна h_2 , як різниця висотних відміток точок O_1 і O_2 , а кут нахилу поглиблення β встановлюється по поперечному розрізу.

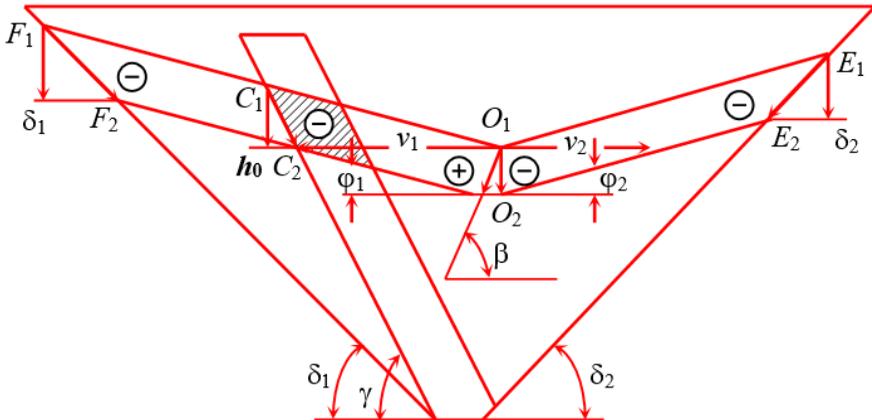


Рис. 9.1. Швидкості посування робочих уступів та швидкість поглиблення кар'єру при крутому заляганні покладу

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 31

Тоді швидкість пониження гірничих робіт

$$h_i = \frac{Q}{hL_o(ctg \phi \pm ctg \beta)}. \quad (9.2)$$

У кар'єрі звичайно визначають три швидкості (рис. 9.2):

- швидкість поглиблення кар'єру h_z ;
- швидкість пониження видобувних робіт h_o ;
- швидкість формування неробочих бортів кар'єру h_b .

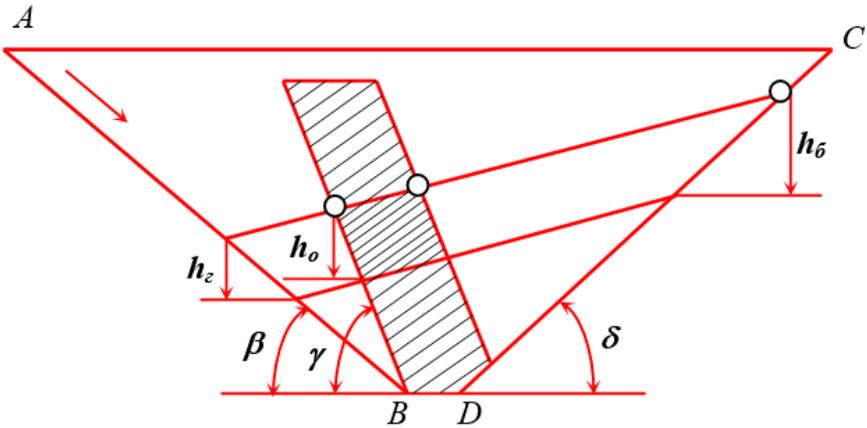


Рис. 9.2. Швидкості формування робочої зони при поглибленні по АВ:

β – кут напрямку поглиблення кар'єру, °; ϕ – кут укосу робочого борту кар'єру, °;
 δ – кут погашення неробочого борту, °; γ – кут падіння рудного покладу, °

Швидкість поглиблення кар'єру. Поглиблення кар'єру здійснюється в процесі розкриття і підготовки нових робочих горизонтів за допомогою спеціальної організації робіт. На основі формули 9.1 фіксується верхня межа швидкості пониження дна кар'єру в поперечному вертикальному перетині кар'єрного поля (див. рис. 9.2):

$$h_z \leq \frac{v}{ctg \phi \pm ctg \beta}; \quad (9.3)$$

де v – середня горизонтальна швидкість посування всього робочого борту, м/рік; ϕ – середній кут укосу робочого борту кар'єру.

Знак “ \leq ” показує, що процес поглиблення кар'єру залежить від рішення керівництва: його можна відкласти, прискорити, сповільнити. Але не можна перевищити значення швидкості, отримане з формули 9.3.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 32

Якщо прийняти Q , h і L_0 постійними, то можливу швидкість поглиблення кар'єру можна визначити за аналітичною формулою (жирним виділені елементи формули 9.3):

$$h_c \leq \frac{Q}{hL_0(ctg\phi_1 + ctg\beta) + c^{-1}(L_0 + L_e + l_o + l_n)(b + h ctg\alpha)}; \quad (9.4)$$

де Q – продуктивність екскаватора, м³/рік; h – висота уступів, м; L_0 – довжина екскаваторних блоків, м; ϕ_1 – кут укосу робочого борту по двох нижніх уступах, градуси; β – кут напряму поглиблення кар'єру, градуси; c – коефіцієнт зниження продуктивності екскаватора при проходці траншей; L_e – довжина в'їзної траншеї, м; l_o – допустима відстань між екскаватором, що проходить розрізну траншею, і екскаватором, що розширює її, м; l_n – ширина майданчика примикання в'їзних траншей, м; b – ширина дна розрізної траншеї, м; α – кут укосу робочого уступу, градуси.

Швидкість пониження видобувних робіт фіксується в робочій зоні інтервалом між моментами виходу (див. рис. 9.1) або підходу (див. рис. 9.2) робочих уступів до контакту рудного тіла:

$$h_o = \frac{v}{ctg\phi \pm ctg\gamma'} \quad (9.5)$$

де γ' – кут падіння рудного покладу.

Ця швидкість визначає інтенсивність робіт – продуктивність по корисних копалинах. Її зв'язок з швидкість поглиблення кар'єру

$$h_o = h_c \frac{ctg\phi \pm ctg\beta}{ctg\phi \pm ctg\gamma'} \quad (9.6)$$

Швидкість формування неробочих бортів кар'єру. В процесі гірських робіт через певний час робочі уступи підходять до меж кар'єру, і тоді починається формування неробочого борту (див. рис.5 і 6) з швидкістю

$$h_0 = \frac{v}{ctg\phi - ctg\delta}, \quad (9.7)$$

де δ – кут погашення неробочого борту.

Цю швидкість необхідно знати для організації спостереження і робіт по забезпеченню стійкості борту.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк. 100 / 33

Завдання

Розв'язати наступні задачі.

Задача 1. При використанні автотранспорту і екскаваторів ЭКГ-8 з продуктивністю $Q = 80000 \text{ м}^3/\text{місяць}$, $h = 15 \text{ м}$, $L_B = 350 \text{ м}$, $L_B = 250 \text{ м}$, $l_n = 40 \text{ м}$, $l_0 = 50 \text{ м}$, $b = 20 \text{ м}$, $c = 0,8$, $\phi = 12^\circ$, $\beta = 35^\circ$, $\alpha = 60^\circ$. Знайти швидкість поглиблення кар'єру.

Задача 2. Для умов задачі 1 знайти швидкість посування всього робочого борту v і середню довжину екскаваторних блоків L_{BH} . Порівняти довжину екскаваторних блоків при розширенні розрізної траншеї на нижньому уступі з їх довжиною на робочих уступах.

Задача 3. При використанні залізничного транспорту і екскаваторів ЭКГ-8 з продуктивністю $Q = 66700 \text{ м}^3/\text{місяць}$, $h = 15 \text{ м}$, $L_B = 500 \text{ м}$, $L_B = 375 \text{ м}$, $l_n = 100 \text{ м}$, $l_0 = 80 \text{ м}$, $b = 20 \text{ м}$, $c = 0,7$, $\phi = 12^\circ$, $\beta = 35^\circ$, $\alpha = 60^\circ$. Знайти швидкість поглиблення кар'єру.

Задача 4. Для умов задачі 3 знайти швидкість посування всього робочого борту v і середню довжину екскаваторних блоків L_{BH} . Порівняти довжину екскаваторних блоків при розширенні розрізної траншеї на нижньому уступі з їх довжиною на робочих уступах.

Задача 5. У рудному кар'єрі, що розроблює крутопадаючий поклад, виконується поглиблення по неробочому борту AB зі швидкістю 10 м/рік (рис. 9.2). Кути погашення неробочих бортів 40° і 43° , кут укосу робочого борту 15° . Визначити:

- 1) швидкість v посування робочих уступів;
- 2) швидкість h_0 пониження видобувних робіт при різних значеннях кута падіння покладу (від 30° до 90° з інтервалом у 10°);
- 3) побудувати графік залежності швидкості пониження видобувних робіт від кута падіння покладу;
- 4) швидкість h_6 формування неробочого борту CD .

Задача 6. У рудному кар'єрі, що розроблює крутопадаючий поклад, одночасно задіяно 6 робочих уступів висотою 15 м та кутом укосу 60° , на яких працюють екскаватори ЭКГ-4,6 з продуктивністю $0,6 \text{ млн.м}^3/\text{рік}$. Напрямок поглиблення гірничих робіт – по лівому неробочому борту під кутом 40° (рис. 9.4). Система розробки – поздовжніми заходками з поглибленням кар'єру. Ширина робочих майданчиків $B = 50 \text{ м}$. Довжина фронту робіт на робочих уступах: $L_1 = 1500 \text{ м}$, $L_2 = 1480 \text{ м}$, $L_3 = 1460 \text{ м}$, $L_4 = 1440 \text{ м}$, $L_5 = 1420 \text{ м}$, $L_6 = 1400 \text{ м}$. Для забезпечення потрібної продуктивності по руді кар'єр повинен поглиблюватись зі швидкістю 12 м/рік .

Визначити:

- 1) кут укосу робочого борту кар'єру;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 34

- 2) потрібну швидкість посунання всіх робочих уступів;
- 3) потрібну кількість екскаваторів для кожного робочого уступу;
- 4) загальну кількість екскаваторів, необхідну для забезпечення потрібної інтенсивності гірничих робіт;
- 5) річну потужність кар'єру по гірничій масі.

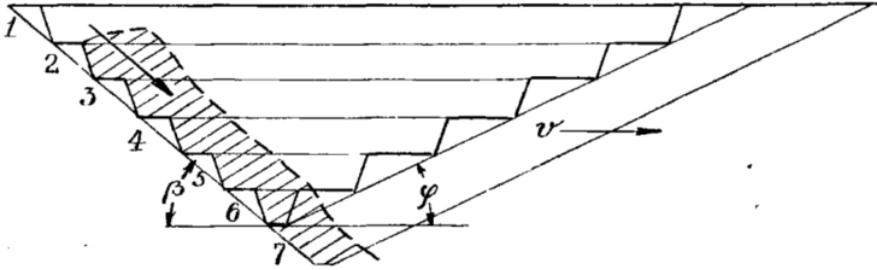


Рис. 9.4. Рисунок до задачі 6

Питання для самоконтролю

1. Сформулюйте закон взаємозв'язку швидкостей пониження гірничих робіт і посунання робочих уступів.
2. Як визначається фактична швидкість пониження дна кар'єру?
3. Які три швидкості характеризують поглиблення кар'єру?
4. Як розраховується верхня межа швидкості поглиблення кар'єру?
5. Що означає знак « \leq » у формулі швидкості поглиблення кар'єру?
6. Які параметри впливають на можливу швидкість поглиблення кар'єру за аналітичною формулою?
7. Як визначається швидкість пониження видобувних робіт?
8. Як пов'язані швидкість пониження видобувних робіт і швидкість поглиблення кар'єру?
9. За якою формулою визначається швидкість формування неробочих бортів?
10. Для чого необхідно знати швидкість формування неробочих бортів?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 35

Практична робота №10

Визначення кутів укосу бортів кар'єру в кінцевому положенні

Короткі теоретичні відомості

Кути укосу бортів кінцевих контурів повинні бути визначені з максимально можливою точністю, кути укосів бортів перспективного і проміжних контурів можуть бути визначені наближеними, оскільки в подальшому вони уточнюються з урахуванням досвіду експлуатації.

Кути нахилу бортів кар'єру та відвалів встановлюють за результатами аналізу геологічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних та гірничотехнічних умов родовища, які впливають на стійкість порід у схилах.

Кути укосу повинні задовольняти трьом основним вимогам: стійкості бортів, стійкості уступів і умовам розміщення на них необхідних майданчиків (робочих, транспортних тощо). Заниження кута укосу борту на 2-3° на момент погашення кар'єру приводить до значного збільшення об'єму розкриву (на 10-30%) та непродуктивних витрат на додаткову екскавацію. Завищене значення кута укосу борту в порівнянні із стійким не забезпечує безпеки робіт, порушує режим роботи на кар'єрах, може викликати простої і аварії гірничо-транспортного обладнання й принести значні матеріальні збитки. Завдання проектувальника полягає в тому, щоб прийняти максимальний, але забезпечуючий стійкість кута укосу борту. Збільшення значення кута укосу відносно величини кута стійкості укосів призводить до збільшення об'ємів розкриву.

Значення кутів укосу неробочого борту кар'єру, що забезпечує розміщення майданчиків, залежно від виду транспорту, ширини бERM і кутів укосу уступу при простій трасі внутрішніх капітальних траншей, коливаються в основному в межах 35–37°, рідше до 41–42°. Кути укосу робочих бортів кар'єрів коливаються від 3–7° до 20–25°, найчастіше складають 11–18°. Орієнтовні значення кутів уступів наведені у табл. 10.1-10.2, а кутів укосів бортів кар'єрів в кінцевому положенні - в табл. 10.3.

Відповідно до СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007 кути нахилу бортів кар'єру визначають [10]:

- при виконанні ТЕО кондицій – відповідно до даних табл. 10.3;
- при розробці проекту, затвердженої частини робочого проекту, ТЕО будівництва та робочої документації – шляхом розрахунків. Обов'язково враховується коефіцієнта запасу стійкості бортів кар'єру (табл. 10.4).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 36

Таблиця 10.1

**Значення кутів укосів уступів
(за СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007) [10]**

Група порід	Характеристика групи	Породи	Висота одиночного уступу, м	Кут укосу уступа, °		
				робочого	неробочого	
					одиночного	зведеного (стросного)
I	Міцні породи, $\sigma_{ст} > 80$ МПа	Дуже міцні осадові, метаморфічні і вивержені породи	12–20	до 80	70–75	65–70
		Міцні, слаботріщинуваті і слабовивітрені осадові, метаморфічні і вивержені породи	12–20	до 80	60–65	55–60
		Міцні, тріщинуваті і слабовивітрені осадові, метаморфічні і вивержені породи	12–20	до 75	55–60	50–55
II	Породи середньої міцності, $\sigma_{ст} = 8-80$ МПа	Осадові, метаморфічні і вивержені породи, зони вивітрювання, відносно стійкі у укосах (вапняки, пісковики, алевроліти й інші осадові породи з крем'янистим цементом, конгломерати, гнейси, порфірити, граніти, туфи)	10–15	70–75	50–55	45–50
		Значно вивітрені осадові, метаморфічні і вивержені породи і всі породи, які інтенсивно вивітрюються у укосах (аргіліти, алевроліти, сланці тощо)	10–15	60–70	35–45	35–40
III	Слабкі і незв'язні породи, $\sigma_{ст} < 8$ МПа	Глинисті породи, повністю дезінтегровані різновиди всіх порід	10–15	45–50	35–45	35–40
		Піщано-глинисті породи	10–15	40–50	35–45	30–35
		Піщано-гравійні породи	10–15	35–40	30–35	25–30
		Піщані породи	10–15	30–35	30	25

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 37

Таблиця 10.2

**Кути укосів уступів при погашенні гірничих робіт
(за даними Гипроруда)**

Характеристика порід за міцністю	Коефіцієнт міцності за М.М. Прото-дьяконовим	Види порід	Кути укосів уступів при погашенні робіт, °
Дуже міцні	15–20	Гранітоїди, кварцити, габроїди	75–85
Міцні	8–14	Кам'яне вугілля, піщаник, мармур, міцні вапняки, скельні руди	65–75
Середньої міцності	3–7	Буре вугілля, вапняки, напівскельні діабазы, слабкі вапняки і піщаники	55–65
Порівняно м'які	1–2	Піски, супіски, піщані глини, гравій, галька	40–55
М'які і землісті	0,6–0,8	Рихлі відклади, каолінові і монтморилонітові глини, жирні глини, суглинки	25–40

Кут укосу борту, що забезпечує розміщення майданчиків, звичайно визначається графічною побудовою поперечного перетину борту, виконуваного в масштабі, рідше може бути визначений аналітично. Факторами, що визначають кут укосу борту, є ширина і кількість майданчиків, що залишаються на борту, висота уступів, а також значення стійких кутів укосів уступів, які можуть бути різними на різних горизонтах.

Кут укосу борту кар'єру повинен бути не тільки стійким, але також повинен забезпечувати розміщення на борту транспортних майданчиків, при цьому він буде мати менше значення за кут стійкого укосу борту кар'єра. Ця обставина викликає додаткове рознесення борту і більший додатковий об'єм розкриття. Для збільшення кута нахилу борта застосовують штучне зміцнення укосів уступів, влаштовують запобіжні берми похилими тощо.

Ширина і кількість майданчиків визначаються залежно від способу розкриття. Найчастіше схема розкриття представлена системою наземних гірничих виробок – з'їздів (поступальних, тупикових, комбінованих). Якщо на борту не буде капітальних з'їздів або з'єднувальних берм, то повинні бути залишені берми безпеки і майданчики очищення. Запобіжні берми повинні бути горизонтальними або мати ухил у бік борту кар'єру і регулярно очищатися механізованим способом від шматків породи. Якщо на борту будуть влаштовані капітальні з'їзди або сполучні транспортні берми, то необхідно передбачити майданчики і для них.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 38

Таблиця 10.3

**Кути укосів бортів кар'єра
(за СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007)**

Група порід	Характеристика порід, що складають борт кар'єру	Геологічні умови	Орієнтовний кут нахилу бортів кар'єру, °
I	Борти, складені міцними породами. Міцність порід на стиск у зразку $\sigma_{ст} > 80$ МПа	Міцні, слаботріщинуваті породи за відсутності несприятливо орієнтованих поверхонь ослаблення	55
		Міцні, слаботріщинуваті породи за наявності крутопадаючих ($> 60^\circ$) або пологопадаючих ($< 15^\circ$) поверхонь ослаблення	40–15
		Міцні, слаботріщинуваті і тріщинуваті породи при падінні поверхонь ослаблення у бік кар'єру під кутом ($35 - 55^\circ$)	30–45*
		Міцні, слабо тріщинуваті і тріщинуваті породи при падінні поверхонь ослаблення у бік кар'єру під кутом ($20 - 30^\circ$)	20–30*
II	Борти, складені породами середньої міцності. Міцність порід на стиск у зразку $\sigma_{ст} = 8-80$ МПа	Породи відносно стійкі в укосах за відсутності несприятливо орієнтованих поверхонь ослаблення	40–45
		Породи відносно стійкі в укосах за наявності поверхонь ослаблення з падінням у бік кар'єру під кутом ($35 - 55^\circ$)	30–10*
		Породи, що інтенсивно вивітрюються в укосах	30–35
		Усі породи групи за наявності поверхонь ослаблення у бік кар'єру під кутом ($20 - 30^\circ$)	20–30*
III	Борти або їх частини, складені слабкими або незв'язаними породами. Міцність порід на стиск у зразку $\sigma_{ст} < 8$ МПа	Поверхні ковзання відсутні або слабкі контакти між пластами та іншими поверхневими ослабленнями (зокрема пластичні глини.). Поверхні ослаблення мають місце у середній чи нижній частинах борту	20–30
		Сильно вивітрілі або повністю дезінтегровані породи, глинисті породи, піски, галечники	15–25

Примітка. * Більшому значенню кута нахилу борту відповідає більше значення кута падіння поверхні ослаблення.

Відповідно до «Правил технической эксплуатации при разработке угольных и сланцевых месторождений открытым способом» (1972) та НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом» при погашенні уступів повинні залишатися

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.0/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 39

запобіжні берми шириною не менше 1/3 відстані по вертикалі між суміжними бермами з дотриманням загального кута нахилу погашення борта кар'єру, встановленого проектом. Відстань між суміжними запобіжними бермами під час погашення уступів і постановки їх в граничне положення повинна бути визначена проектом, але не більше висоти двох уступів.

При ширині транспортної берми не менше встановленої для запобіжних берм влаштування спеціальної запобіжної берми на цьому горизонті не потрібно.

Таблиця 10.4

**Коефіцієнт запасу стійкості
(за СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007)**

Загальна характеристика борту	Коефіцієнт запасу стійкості n_z залежно від терміну служби бортів та уступів		
	до 3 років	3 – 10 років	більше 10 років
Неробочий борт, складений міцними однорідними породами	1,15	1,20	1,25
Неробочий борт, складений глинистими або тріщинуватими породами	1,20	1,25	1,30
Неробочий борт, складений піщано-глинистими породами	1,20	1,30	1,40
Робочий борт кар'єру	1,20	1,25	-
Укоси робочих уступів	1,10	1,15	-
Укоси уступів неробочого борту, складені глинистими і тріщинуватими породами	1,20	1,30	2,00
Укоси уступів неробочого борту, складені піщано-глинистими породами	1,20	1,30	2,00

Завдання

Визначити графічно і аналітично кути укосу борта кар'єру в кінцевому положенні для умов, наведених у табл. 10.5-10.6. Інші початкові дані приймати самостійно за вимогами НПАОП 0.00-1.24-10 та даними табл. 10.1-10.3.

Методика розв'язання

Аналітично кут укосу кінцевого борту, на якому розташовані лише запобіжні берми, визначається за формулою:

$$\beta_y = \arctg \frac{H_k}{\sum_{i=1}^n b_{\delta i} + \sum_{i=1}^n h_i \operatorname{ctg} \alpha_i'} \quad (10.1)$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 100 / 40

Таблиця 10.5

Варіанти до задачі
(варіант відповідає передостанній цифрі студентського квитка)

Варіант	Розкрив	Кількість розкритих уступів n_p	Висота розкритого уступу h_p , м	Корисні копалини	Кількість видобутих уступів n_v	Висота видобутого уступу h_v , м
1	Піски	2	12	Граніт	6	20
2	Глини	1	8	Буре вугілля	8	18
3	Суглинки	2	10	Кварцити	6	22
4	Супіски	1	12	Мармур	5	15
5	Вапняки	2	20	Залізна руда	9	23
6	Вивірені вапняки	3	15	Кам'яне вугілля	8	20
7	Глинисті піски	2	11	Кам'яне вугілля	9	22
8	Каолінові глини	1	6	Міцні вапняки	7	17
9	Піски	2	13	Піщаник	5	15
0	Суглинки	2	11	Мідна руда	8	20

Таблиця 10.6

Варіанти до задачі
(варіант відповідає останній цифрі студентського квитка)

Варіант	Ширина з'їзду, м	Кількість з'їздів	№ уступів зі з'їздами	Глибина до підлоги уступу, м	Ширина транспортної берми, м	Кількість транспортних берм	№ уступів із транспортним и бермами
1	22,5	1	3	8	20,2	2	2, 5
2	21,6	1	4	10	18,4	2	2, 6
3	22,3	1	6	12	19,7	2	2, 4
4	21,7	1	5	6	20,5	2	2, 4
5	20,9	1	3	7	19,0	2	2, 6
6	22,0	1	4	9	20,2	2	3, 6
7	21,5	1	6	11	18,5	2	2, 4
8	20,7	1	2	13	17,5	2	4, 6
9	22,1	1	5	5	20,4	2	2, 5
0	21,8	1	4	4	18,7	2	3, 6

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 41

де H_k – висота борту кар'єру, м;
 $b_{\delta i}$ – ширина запобіжної берми (берми безпеки) на i -му уступі, м;
 h_i – висота i -го уступу в кінцевому борті;
 α_i – кут укосу i -го уступу в кінцевому положенні (табл. 10.1-10.2).

Окремі складові знаменника формули (10.1) за умови однакової висоти всіх видобувних уступів і всіх розкривних уступів можна виразити через їх кількість, висоту і кути укосів:

$$\sum_{i=1}^n b_{\delta i} \geq \frac{1}{3} (n_p h_p + n_e h_e) = n_p b_{\delta p} + n_e b_{\delta e}; \quad (10.2)$$

$$\sum_{i=1}^n h_i \operatorname{ctg} \alpha_i = n_p h_p \operatorname{ctg} \alpha_p + n_e h_e \operatorname{ctg} \alpha_e,$$

де n_p, n_e – кількість розкривних і видобувних уступів;
 h_p, h_e – висота розкривних і видобувних уступів, м;
 $b_{\delta p}, b_{\delta e}$ – ширина запобіжної берми відповідно на розкривному та видобувному уступі, м;
 α_p, α_e – кути укосів розкривних і видобувних уступів, град.

Аналітично кут укосу кінцевого борту, що забезпечує розміщення берм, з'їздів (траншей) і транспортних комунікацій, визначається за формулою:

$$\beta_y^{mp} = \operatorname{arctg} \frac{H_k}{q b_3 + r b_{mp} + \sum_{i=1}^{n-r} b_{\delta i} + \sum_{i=1}^n h_i \operatorname{ctg} \alpha_i}, \quad (10.3)$$

де q і r – число з'їздів і транспортних берм відповідно;
 b_3 – ширина з'єднувальної берми (з'їзду або траншеї), м;
 b_{mp} – ширина транспортної берми, м.

Графічне конструювання кінцевого борту (рис. 10.1) виконується в такому порядку:

1. Розрахунок лінійних контурів оконтурювання. Проводиться лінійний борт I з розрахунковим кутом укосу β (штрихова лінія на рис. 10.1), по якому за прийнятими висотами уступів h_i і кутами їх укосів α_i в кінцевому положенні відбудовується поуступний борт (штрих-пунктирна лінія II). Його нижні бровки примикають до первинного лінійного борту I.

2. Забезпечення берм безпеки. Порівнюються конструктивні берми b_k з розрахунковими (нормативними) бермами безпеки b_{δ} :

$$b_k = h(\operatorname{ctg} \beta - \operatorname{ctg} \alpha) \geq b_{\delta}. \quad (10.5)$$

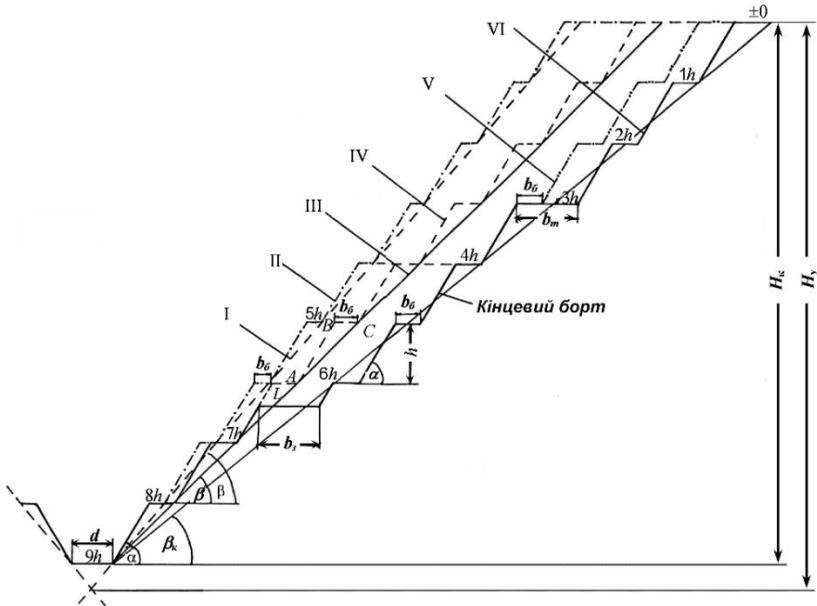


Рис. 10.1. Формування кінцевого борту кар'єру

При недотриманні рівності для забезпечення вимог НПАОП 0.00-1.24-10 потрібно зменшити кут укосу кінцевого борту до β' , що дозволить підвищити стійкість борту:

$$\beta' = \arctg \left(\frac{b_k}{h} + ctg \alpha \right). \quad (10.6)$$

3. Оформлення поуступного борту. Побудова лінійного борту III (суцільна лінія) під кутом β' та поуступного борту IV (штрихова лінія).

4. Побудова схеми капітального розкриття. На рис.10.1 розкриття представлено системою поступальних з'їздів шириною b_z , у наведений розріз потрапив лише один з'їзд з відмітки ∇ -6h на ∇ -7h. Борт з схемою розкриття V, показаний штрих-пунктирною лінією з двома точками, з відмітки ∇ -3h і нижче повністю співпадає з лінією кінцевого борту IV (жирна лінія).

5. Побудова транспортних берм. На розріз, зображений на рис.10.1, потрапила лише одна транспортна берма на відмітці ∇ -3h. Лінія VI, яка враховує проведення транспортних берм, і буде відповідати остаточному борт кар'єру. При цьому кут укосу кінцевого борту повинно мати значення β_k , рівне розрахованому аналітично.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 43

Приклад розв'язку

Визначимо графічно і аналітично кут укосу борта кар'єру в кінцевому положенні для наступних умов:

- розкритв – **піски**, кількість розкривних уступів $n_p = 2$, висота розкривного уступу $h_p = 12$ м;
- корисна копалина – **граніт**, кількість видобувних уступів $n_e = 6$, висота видобувного уступу $h_e = 20$ м;
- ширина з'їзду $b_z = 22,5$ м, кількість з'їздів $n_z = 1$, номер уступу зі з'їздами №3, глибина від з'їзду до підосви уступу $h_z = 8$ м;
- ширина транспортної берми $b_{mp} = 20,2$ м, кількість транспортних берм $n_{mp} = 1$, номери уступів із транспортними бермами №2, 5.

Кути укосів уступів α_p , α_e і орієнтовні значення кутів укосів бортів β вибираємо з *табл. 10.1* і *10.2*, приймаємо для піску $\alpha_p = 45^\circ$, для граніту $\alpha_e = 80^\circ$. Ширина запобіжної берми для розкривного уступу повинна складати не менше $b_{6p} \geq 12 / 3 = 4$ м, а для видобувного уступу $b_{6e} \geq 20 / 3 = 6,67$ м.

Виконаємо графічну побудову неробочого борта кар'єру без схеми розкриття (рис. 10.2) і з схемою розкриття (рис. 10.3).

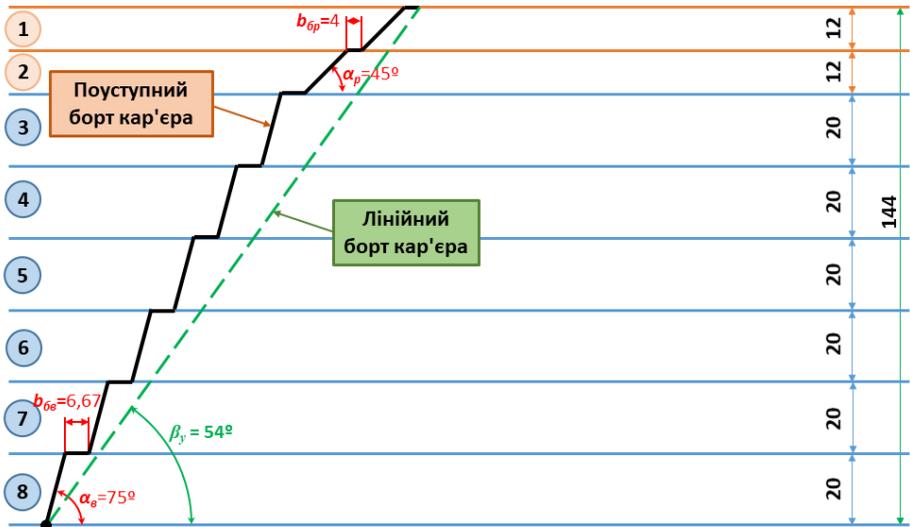


Рис. 10.2. Графічна побудова неробочого борта кар'єру

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 44

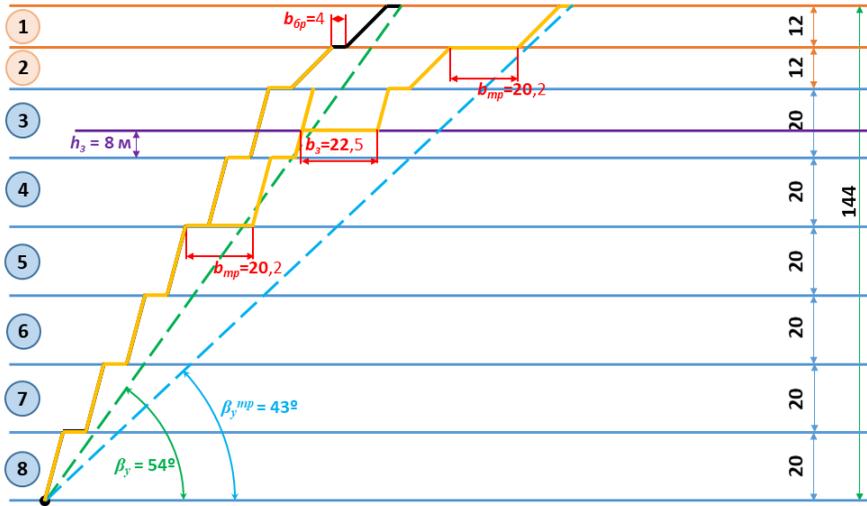


Рис. 10.3. Графічна побудову неробочого борту кар'єру з схемою розкриття

Розрахуємо кут укосу кінцевого борту, на якому розташовані лише запобіжні берми, аналітично за формулою (1.1)

$$\beta_y = \arctg \frac{H_{\kappa}}{\sum_{i=1}^n b_{oi} + \sum_{i=1}^n h_i \operatorname{ctg} \alpha_i} = \arctg \frac{144}{48 + 45} = 57^{\circ}10'16'',$$

де $\sum_{i=1}^n b_{oi} \geq 2 \cdot 4 + 6 \cdot 6,67 = 48$ м; $\sum_{i=1}^n h_i \operatorname{ctg} \alpha_i = 24 \cdot \operatorname{ctg} 45^{\circ} + 120 \cdot \operatorname{ctg} 80^{\circ} = 45$ м.

Розрахуємо кут укосу кінцевого борту, що забезпечує розміщення берм, з'їздів (траншей) і транспортних комунікацій, аналітично за формулою (1.3)

$$\begin{aligned} \beta_y^{mp} &= \arctg \frac{H_{\kappa}}{qb_3 + rb_{mp} + \sum_{i=1}^{n-r} b_{oi} + \sum_{i=1}^n h_i \operatorname{ctg} \alpha_i} = \\ &= \arctg \frac{144}{1 \cdot 22,5 + 2 \cdot 20,2 + 37,35 + 45} = 46^{\circ}45'08'', \end{aligned}$$

де $\sum_{i=1}^{n-r} b_{oi} \geq 1 \cdot 4 + 5 \cdot 6,67 = 37,35$ м.

Питання для самоконтролю

1. Які елементи утворюють борт кар'єру?
2. Що може вплинути на стійкість уступів і бортів кар'єру?
3. Яким вимогам повинні відповідати кути укосу бортів кар'єру?
4. Які фактори впливають на значення кута укосу уступу і борту?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 45

5. Які можливі наслідки у заниження кута укосу борту?
6. Які можливі наслідки у завищення значення кута укосу борту?
7. Як встановлюють кути нахилу бортів при розробці ТЕО кондицій?
8. Як визначають кути нахилу бортів при розробці проекту та робочої документації?
9. Чим розрізняються запобіжна і транспортна берми?
10. Якими нормативними документами встановлюється мінімальна ширини запобіжної берми?
11. Як розраховується запобіжна берма?
12. Як повинна враховуватись система розкриття при визначенні значення кута укосу кінцевого борту?
13. Чи відкладається окремо на розрізі запобіжна берма на уступі, де вже є транспортна берма? Відповідь обґрунтуйте.
14. Чи відкладається запобіжна берма від верхньої бровки верхнього уступу по поверхні при визначенні кута укосу кінцевого борту?
15. Кут укосу якого борту більший – робочого чи неробочого? Чому?
16. Кут укосу якого уступу більший – робочого чи неробочого? Чому?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 46

Практична робота №11

Аналітичні методи визначення кінцевих контурів кар'єру

Короткі теоретичні відомості

Аналітичний метод дозволяє в математичній формі встановити основні взаємозв'язки між параметрами кар'єру. Врахувати всі фактори, необхідні для точного вирішення задачі про глибину кар'єру, в одній аналітичній залежності практично неможливо. Тому аналітичні вирази для визначення кінцевої глибини кар'єру можуть бути складені стосовно найбільш простих випадків розробки або шляхом ідеалізації дійсних природних умов. На практиці він може бути використаний тільки в умовах правильної форми покладу КК і рівнинного рельєфу та для попереднього визначення глибини відкритих робіт на початкових етапах проектування кар'єру.

Попередній (наближений) аналітичний розрахунок основних параметрів кар'єра при оконтурюванні на похилих і крутих родовищах можна виконати в такій послідовності:

1. Визначення кінцевої глибини кар'єру (рис. 11.1):

- для пластоподібних витягнутих по простяганню покладів

$$H_K = \frac{m_z k_{zp} \operatorname{tg} \beta_{max}}{2} = \frac{m_n k_{zp} \operatorname{tg} \beta_{max}}{2 \sin \gamma}, \quad (11.1)$$

де m_z – горизонтальна потужність покладу, м;

m_n – нормальна потужність покладу по геологічним розрізам, м;

γ – кут нахилу покладу;

- для округлих в плані жильних і штокоподібних покладів

$$H_K = \frac{1}{2} m_K k_{zp} \operatorname{tg} \beta_{max}, \quad (11.2)$$

де m_K – розмір рудного тіла по його короткій осі, $m_K = m_z$ (також визначається розмір і по довгій осі m_D).

2. Визначення розмірів кар'єру по поверхні – його ширини $Ш$ і довжини D на кінець відпрацювання:

- для пластоподібних витягнутих по простяганню покладів

$$Ш = m_z + H_K (\operatorname{ctg} \beta_B + \operatorname{ctg} \beta_D), \quad (11.3)$$

$$D = П + 2H_K \operatorname{ctg} \beta_{max}: \quad (11.4)$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк. 100 / 47

- для обмежених та округлих в плані покладів розраховується за формулами 11.3-11.4 за умови заміни Π на m_d , а m_c на m_k , де β_B і β_L – кути укосів неробочих бортів кар'єру – відповідно зі сторони висячого і лежачого боків покладу; Π – простягання рудного тіла, м;

3. Розрахунок об'єму гірничої маси в кар'єрному полі, м³:

- для кар'єра у формі усіченого конуса, дно якого є випуклим багатокутником, а глибина H приблизно однакова по всьому кар'єру

$$V = SH + \frac{1}{2}H^2P \operatorname{ctg} \beta_{cp} + \frac{\pi}{3}H^3 \operatorname{ctg} \beta_{cp}; \quad (11.5)$$

- для пластових витягнутих по простяганню похилих і крутих покладів

$$V = \frac{1}{4}m_c^2 k_c^2 \operatorname{tg} \beta_{max} \left(\frac{\pi}{6} m_c k_c + \Pi \right) = \frac{m_n^2 k_c^2 \operatorname{tg} \beta_{max}}{4 \sin \gamma} \left(\frac{\pi m_n k_c}{6 \sin \gamma} + \Pi \right); \quad (11.6)$$

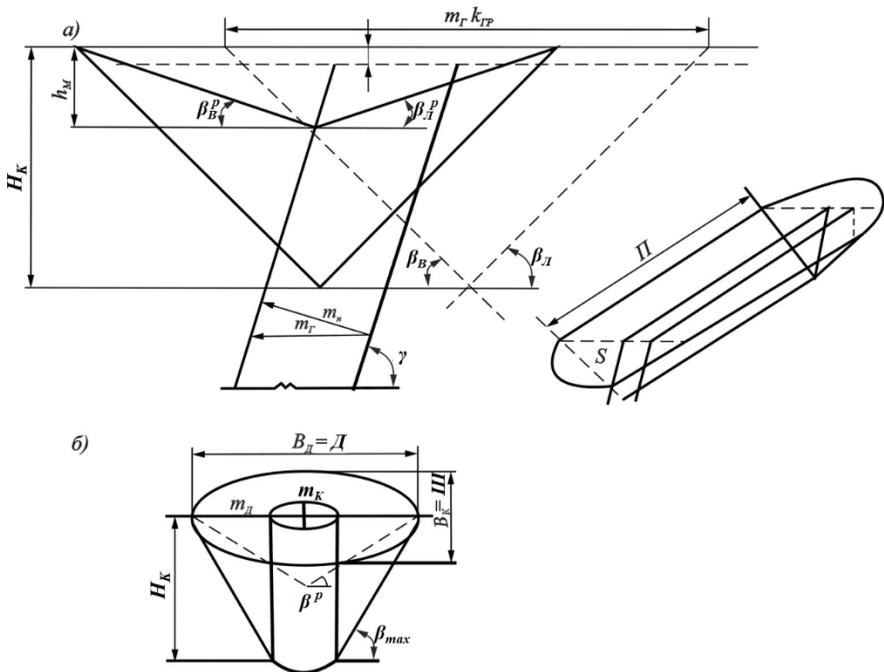


Рис. 11.1. Схема до розрахунку основних параметрів кар'єрного поля при розробці покладів (за Ю.І. Аністратовим):

a – похилих і крутих настоподібних, витягнутих по простяганню;

б – обмежених і округлих в плані

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк. 100 / 48

- для обмежених в плані покладів при $m_D : m_K > 2$

$$V = \frac{1}{24} B_K^3 \operatorname{tg} \beta_{\max} + \frac{1}{4} B_K^2 (B_D - B_K) \operatorname{tg} \beta_{\max} \quad (11.7)$$

- для округлих в плані покладів при $m_D : m_K < 2$

$$V = \frac{\pi}{24} B_D B_K \operatorname{tg} \beta_{\max} \quad (11.8)$$

де S – площа дна кар'єру, м²;

P – периметр дна кар'єру, м;

β_{cp} – середній кут укосу бортів кар'єру, °;

B_D і B_K – максимальне рознесення бортів кар'єру по поверхні під робочими кутами по довгій і короткій осях покладу відповідно

$$B_D = m_D k_{cp}, B_K = m_K k_{cp} = m_c k_c. \quad (11.9)$$

3. Розрахунок об'єму корисних копалин в контурах кар'єра:

- для пластових похилих і крутих витягнутих по простяганню покладів

$$V = m_c \Pi \left(H_K - h_p - \frac{1}{4} m_c \operatorname{tg} \beta_{\max} \right) = \frac{m_n \Pi}{\sin \gamma} \left(H_K - h_p - \frac{\operatorname{tg} \beta_{\max}}{4 \sin \gamma} m_n \right); \quad (11.10)$$

- для обмежених в плані покладів при $m_D : m_K > 2$

$$V = (m_D m_K - m_K^2 + \pi m_K^2) \left(H_K - h_p - \frac{1}{2} m_K \operatorname{tg} \beta_{\max} \right) + \frac{1}{4} m_K^2 \operatorname{tg} \beta_{\max} (m_D - m_K) + \frac{\pi}{24} m_K^3 \operatorname{tg} \beta_{\max}; \quad (11.11)$$

- для округлих в плані покладів при $m_D : m_K < 2$

$$V = \frac{1}{4} m_D m_K \left(H_K - h_p - \frac{1}{2} m_K \operatorname{tg} \beta_{\max} \right) + \frac{\pi}{24} m_D m_K^2 \operatorname{tg} \beta_{\max}, \quad (11.12)$$

де Π – потужність розкриття, м.

Завдання

Кар'єр, що розробляє витягнутий по простяганню пластоподібний поклад, має такі параметри (i та j – відповідно передостання та остання цифри студентського квитка студента):

- нормальна потужність покладу по геологічним розрізам $(400 + 10j)$ м;
- кут нахилу покладу $(65 + i)$ °;
- граничний коефіцієнт розкриття $(8,5 + j/10)$;
- кут укосу неробочих бортів кар'єру 45 °;
- простягання рудного тіла $(1400 + 20j)$ м;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 49

- інші початкові дані приймати самостійно.

Визначити:

- кінцеву глибину кар'єру та його розміри по поверхні;
- об'єми гірничої маси корисних копалин в контурах кар'єра;

Схематично зобразити поперечний та поздовжній розрізи кар'єру.

Питання для самоконтролю

1. У чому полягає суть аналітичного методу визначення кінцевих контурів?
2. Для яких умов доцільно використовувати аналітичний метод?
3. Напишіть формулу кінцевої глибини для плаstopодібних витягнутих покладів.
4. Як визначається кінцева глибина для округлих у плані покладів?
5. Напишіть формулу об'єму гірничої маси (V) для кар'єра у формі зрізаного конуса.
6. Як розраховується об'єм гірничої маси для пластових витягнутих покладів?
7. Як визначається об'єм корисних копалин у контурах кар'єру для пластових покладів?
8. Які параметри покладу необхідні для розрахунків (потужність, кут падіння тощо)?
9. Що таке $k_{гр}$ у формулах?
10. Як впливає форма покладу на вибір формули розрахунку об'єму?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 50

Практична робота №12

Визначення кінцевих контурів кар'єру для похилих і крутих покладів

Короткі теоретичні відомості

Для графічного визначення кінцевої глибини кар'єру за поточним коефіцієнтом розкриття поперечний профіль родовища ділять по висоті горизонтальними прямими, відстань між якими кратна або рівна висоті уступу (рис. 12.1). Відповідно до прийнятого порядку розвитку гірничих робіт на кожному горизонті вибирається місце закладення розрізної траншеї і фіксуються точки дна кар'єру для кожного етапу роботи (a' , b' і т. д.). Від цих точок під кутами укосу робочих бортів кар'єру зі сторони лежачого $\gamma_{Д}^p$ і γ_B^p висячого боків проводяться похилі прямі до перетину з землею поверхнею. Далі заміряється розкриття бортів ($A'B'$ і т. д.) по кожному етапу. Отримана величина ділиться на відповідну сумарну горизонтальну потужність рудного тіла для даного етапу (M_i і т. д.).

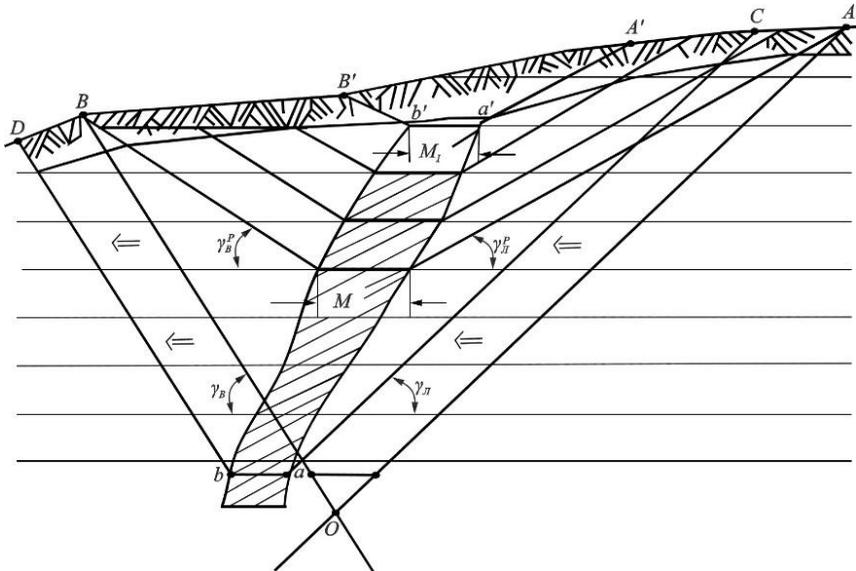


Рис. 12.1. Графічне визначення глибини кар'єру за поточним коефіцієнтом розкриття (метод Ржевського)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 51

Горизонт, на якому $AB/M = K_{cp}$, відповідає “поточній” глибині кар’єру; при цьому фіксуються верхні брівки кінцевих контурів кар’єру A і B . Потім з точок A і B проводяться похилі прямі під кутами погашення гірничих робіт γ_B і γ_A . У загальному випадку перетин прямих Bb і Aa може відбуватися на нижніх горизонтах за межами покладу. У таких випадках уточнюються контури кар’єру на рівні поверхні, для чого з точок, що фіксують дійсне положення дна на встановленій глибині кар’єру, проводяться похилі прямі під кутами γ_B і γ_A до перетину з денною поверхнею.

Для графічного визначення кінцевої глибини кар’єру за контурним коефіцієнтом розкриву (рис. 12.2) на орієнтовній можливій глибині кар’єру виміряється горизонтальна потужність покладу M . Від будь-якої точки A на поверхні відкладається відрізок, рівний добутку $AB = K_{cp} \cdot M$, що фіксує точку B . З точок A і B проводяться похилі прямі під прийнятими кутами укусу бортів на момент погашення кар’єру γ_B і γ_A . Точка перетину прямих O відповідає відмітці кінцевої глибини кар’єру. Для уточнення рішення вимірюють горизонтальну потужність покладу на рівні точки O :

- якщо потужність покладу M_1 мало відрізняється від прийнятої потужності M , то кінцева глибина кар’єру встановлена правильно;
- якщо величина M_1 різко відрізняється від M , то побудову повторюють, для чого від точки A відкладають відрізок $AB_1 = K_{cp} \cdot M_1$.

Відмітка отриманої точки O_1 звичайно відповідає уточненій кінцевій глибині кар’єру, якщо ж ні – побудову повторюють ще раз.

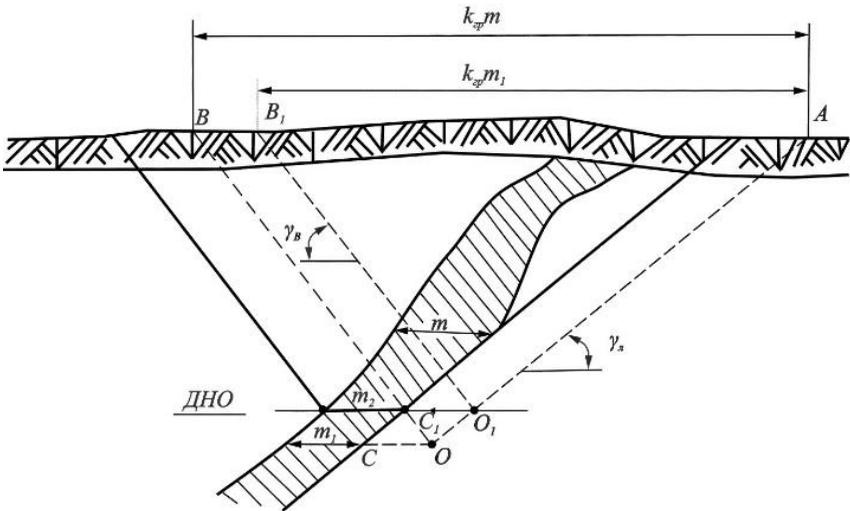


Рис. 12.2. Графічне визначення глибини кар’єру за контурним коефіцієнтом розкриву (метод Ржевського)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 52

Для побудови контуру кар'єру на даному профілі висотне положення точки O_1 по горизонталі переноситься на лежачий бік покладу (точка C_1), викреслюється дно кар'єру і дійсні лінії укосів бортів, паралельні лініям AO_1 і BO_1 . Якщо кути укосу бортів кар'єру значно змінюються з глибиною, під кутами γ_B і γ_L маються на увазі кути укосу бортів на досліджуваній глибині, а похилі лінії BO і AO служать тільки для пошуку кінцевої глибини кар'єру. Дійсні укоси бортів викреслюються після встановлення глибини кар'єру.

Короткі теоретичні відомості та порядок виконання даної роботи наведено у навчальному посібнику «Бакка М.Т., Іськов С.С. Основи проектування гірничих підприємств: Лабораторний практикум» [8, ст. 121-130]. Індивідуальні завдання наведені у додатку 10 цього ж посібника [8, ст. 148-153].

Питання для самоконтролю

1. Які початкові матеріали потрібні для використання графічного методу В.В. Ржевського?
2. Що таке коефіцієнт розкриву?
3. Розкрийте значення наступних термінів: середній, шаровий і контурний коефіцієнти розкриву.
4. Як визначається поточний коефіцієнт розкриву за графіками об'ємів?
5. Що таке граничний коефіцієнт розкриву?
6. Як визначається кінцева глибина кар'єру графічним методом за граничним коефіцієнтом розкриву?
7. Якій умові відповідає «поточна» глибина кар'єру?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 53

Практична робота №13

Дослідження режиму гірничих робіт для похилих і крутих покладів

Короткі теоретичні відомості

Кар'єр як геометричне тіло розвивається в просторі у міру відробки родовища: глибина кар'єру, його лінійні розміри, поверхня бортів і об'єм систематично збільшуються. Об'єми гірничої маси, порід і корисних копалин, що виймаються при веденні відкритих гірничих робіт від їх початкової до кінцевої стадії, можуть бути представлені у вигляді функцій від глибини кар'єру H або розмірів його в плані і від часу T :

$$V = f(H) \text{ і } V = f(T). \quad (13.1)$$

Робоча зона кар'єру, в якій проводиться виймання порід і корисних копалин, переміщується в просторі не довільно, а відповідно до прийнятих способу розкриття, системи розробки і напрямку розвитку гірничих робіт. Кожне проміжне положення гірничих робіт не випадкове, а залежить від прийнятих способів розкриття і системи розробки і характеризується товщиною шару h , напрямом і швидкістю пониження гірничих робіт W , кутами робочих бортів кар'єру γ_p (рис. 13.1). У кожному похилому шарі, розташованому між двома суміжними контурами гірничих робіт, можуть бути підраховані об'єми корисних копалин і розкриву, величина яких залежить від параметрів гірничих робіт і перш за все від товщини шару і кута робочого борту кар'єру.

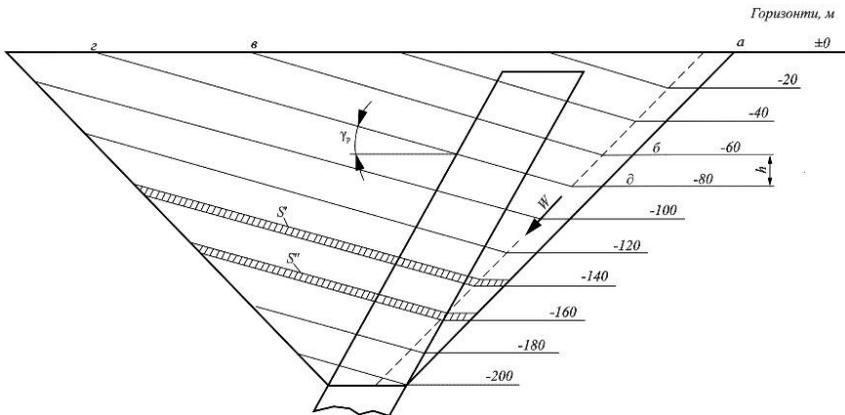


Рис. 13.1. Схема розвитку гірничих робіт на поперечному розрізі кар'єру

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 54

Функціональна залежність об'ємів порід і корисних копалин від глибини при крутому і похилому заляганні покладу або від розмірів кар'єру в плані при горизонтальному і пологому заляганні є **режимом гірничих робіт**. Функціональна залежність об'ємів корисних копалин і порід від часу є **календарним планом (календарним графіком гірничих робіт)**.

Під **режимом гірничих робіт** також розуміється послідовність виконання розкривних і видобувних робіт у межах кар'єрного поля, що забезпечує планомірну, безпечну і економічно ефективну його розробку за період відпрацювання. Критерієм оцінки режиму гірничих робіт є графік поточного коефіцієнта розкриву. Режим вважається встановленим, якщо в межах кар'єрного поля відомі початкове положення фронту, головний напрям його розвитку і календарний чи поетапний розподіл об'ємів розкривних і видобувних робіт за період існування кар'єру. При встановлених межах кар'єру загальні об'єми розкривних порід і корисних копалин відомі, але їх розподіл по рокам роботи кар'єру залежить від прийнятого порядку розвитку гірничих робіт, починаючи від місця розміщення розрізної траншеї і закінчуючи заключним етапом.

Більш розлогі відомості про цей метод та порядок виконання даної роботи наведено у навчальному посібнику «Бака М.Т., Іськов С.С. Основи проектування гірничих підприємств: Лабораторний практикум» [8, ст. 121-130]. Індивідуальні завдання наведені у додатку 10 цього ж посібника [8, ст. 148-153].

Питання для самоконтролю

1. Що таке «режим гірничих робіт»?
2. Що таке «календарний графік гірничих робіт»?
3. Від чого залежить розподіл об'ємів розкривних порід і корисних копалин по роках?
4. Що таке елементарні природи об'ємів?
5. Як визначаються об'єми розкривних порід і корисних копалин для кожного етапу?
6. Розкрийте сутність методу осадження трапедій при геометричному аналізі.
7. Як визначається ордината гірничої маси на профілі?
8. Що таке «ордината гірничої маси», «ордината корисних копалин» і «ордината розкриву»?
9. Як знаходяться ординати гірничої маси, корисних копалин і розкриву?
10. Як будуються графіки гірничої маси, корисних копалин і розкриву?
11. Що показують графіки гірничої маси, корисних копалин і розкриву?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 55

Практична робота №14

Геометричний аналіз кар'єру для горизонтальних і пологих покладів

Короткі теоретичні відомості

Графічний метод В.В. Ржевського базується на врахуванні для кожного етапу зміни глибини або лінійних розмірів кар'єру не всього об'єму, а лише приросту об'єму на одиницю глибини. Функціональна залежність приростів об'ємів від глибини або положення фронту гірничих робіт достатньо повно характеризує режим гірничих робіт, а визначення приростів об'ємів значно простіше, ніж визначення об'ємів.

Початковими матеріалами є топографічні плани з нанесеними ізопотужностями розкривних порід і корисних копалин та межами кар'єру (рис. 14.1). Для кожного з можливих варіантів розвитку гірничих робіт встановлюють початкове положення фронту робіт, ряд проміжних положень і кінцеве. Для кожного положення фронту робіт визначають об'єми розкривних порід і корисних копалин, що виймаються при посунанні фронту на одиницю довжини, тобто знаходять елементарні прирости об'ємів, за допомогою яких будується графік поточних коефіцієнтів розкриття.

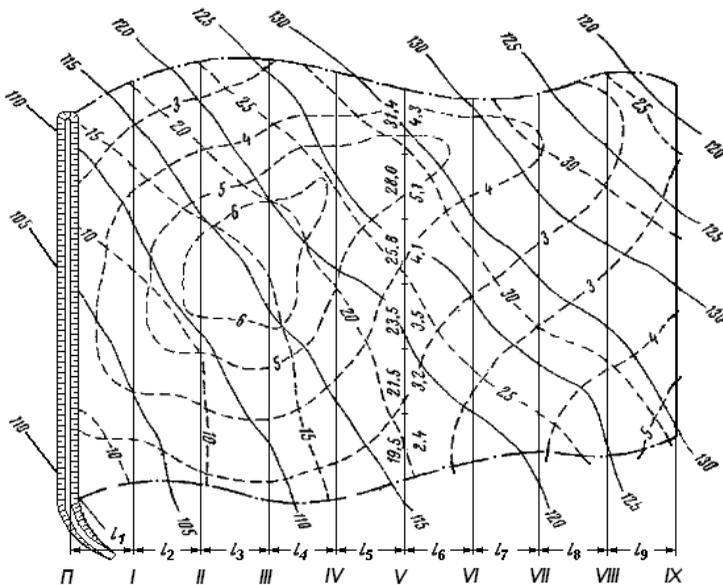


Рис. 14.1. Топографічний план поверхні кар'єру

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 56

Геометричний аналіз виконується в такому порядку:

1. Визначаються можливі напрямки розвитку гірничих робіт у межах кар'єрного поля, при цьому враховуються: раціональна довжина фронту робіт, його конфігурації, спосіб переміщення (паралельне, віялове або комбіноване), розташування пункту прийому корисних копалин, наявність на поверхні різких змін рельєфу.

2. У кожному варіанті відповідно до прийнятого напрямку розвитку гірничих робіт кар'єрне поле розбивається на етапи робіт, за рахунок графічних побудов та аналітичних розрахунків для кожного етапу визначаються об'єми розкриву і корисних копалин.

3. Будуються графіки режиму гірничих робіт, розраховуються поточні коефіцієнти розкриву по кожному етапу.

4. Виконують аналіз графіків поточного коефіцієнта розкриву по всіх варіантах для вибору оптимального за такими критеріями:

- мінімальне значення графіка на самому початку, що означає мінімальний об'єм гірничо-будівельних робіт кар'єра;
- рівномірна зміна графіка протягом експлуатації кар'єру без різких коливань;
- полого зростання від початку до кінця експлуатації кар'єру.

Варіант, що відповідає цим умовам, приймається в проект.

5. Для обраного варіанту визначають можливу максимальну продуктивність кар'єру за гірничо-геологічними умовами.

6. Виконують трансформацію поетапного графіку режиму видобувних робіт в календарний графік розподілу об'ємів видобувних робіт. Останній використовується для визначення року початку видобувних робіт і календарного розподілу об'ємів розкривних і видобувних робіт, а також для розрахунку екскаваційного обладнання для виконання видобувних і розкривних робіт.

Більш розлогі відомості про цей метод та порядок виконання даної роботи наведено у навчальному посібнику «Бакка М.Т., Іськов С.С. Основи проектування гірничих підприємств: Лабораторний практикум» [8, ст. 112-121]. Індивідуальні завдання наведені у додатку 9 цього ж посібника [8, ст. 144-147].

Питання для самоконтролю

1. Опишіть графічний метод В.В. Ржевського геометричного аналізу для горизонтальних покладів.
2. Які початкові матеріали використовуються для цього аналізу?
3. На які елементи розбивається кар'єрне поле для аналізу?
4. Які фактори враховуються при визначенні напрямків розвитку гірничих робіт?
5. Що показує площа, обмежена графіком корисних копалин?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 57

Практична робота №15

Геометричний аналіз кар'єру за погоризонтними планами (метод Арсентьєва)

Короткі теоретичні відомості

Метод Арсентьєва використовується у складних умовах залягання покладу і полягає у визначенні об'ємів корисних копалин і розкриття з використанням погоризонтних планів кар'єрного поля. Початкові матеріали: погоризонтні плани (масштаб 1:5000 і крупніше) і розрізи родовища, виконані на кальці з нанесеними геологічними даними і контурами кар'єру (рис. 15.1-15.3).

На погоризонтних планах відповідно до прийнятого способу розкриття і прийнятим елементам системи розробки наносять лінії фронту робіт, положення яких забезпечує розкриття і підготовку нижчерозташованих уступів при збереженні мінімальних робочих майданчиків. Ці лінії відповідають положенню нижніх бровок робочих уступів. Робота виконується послідовно, починаючи з найнижчого горизонту кар'єра, що розглядається. Для неглибоких кар'єрів з невеликим терміном служби аналіз починають з дна кар'єру. Для глибоких кар'єрів виділяють лише ті горизонти, що відпрацьовуються в межах 10-15-річного терміну, оскільки висока точність розрахунку при цьому методі не виправдовується при тривалих періодах.

На плані кар'єру і на погоризонтних планах уступи показуються однією лінією, яка відповідає положенню нижньої бровки уступу. На кожному погоризонтному плані повинні бути показані поклад корисних копалин, контур дна в'їзної траншеї, контур дна розрізної траншеї і фронт робіт. В'їзні траншеї викреслюється відповідно до прийнятої схеми розкриття, розрізні – виходячи з прийнятого напрямку розвитку гірничих робіт з урахуванням найшвидшого отримання доступу до поклади.

Об'єм робіт з підготовки нових горизонтів видно з поперечного розрізу кар'єру (рис. 15.2), план якого показаний на рис. 15.1.

Для підготовки кожного нового горизонту необхідно на даному горизонті пройти розрізну траншею, а на всіх верхніх горизонтах посунути фронт робіт на величину, що забезпечує збереження робочих майданчиків на нижніх горизонтах та створення потрібного резерву підготовлених і готових до виймання запасів корисних копалин.

Підготовка горизонту –15 м полягає у проведенні розрізної траншеї на цьому горизонті. Для підготовки горизонту –30 м необхідно на цьому горизонті пройти розрізну траншею, а на гор. –15 м відігнати фронт робіт на відстань, що забезпечує проведення траншеї на гор. –30 м тощо. При цьому

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 58

об'єм робіт з підготовки нових горизонтів буде найменшим, а кут укосу робочого борту буде найбільшим.

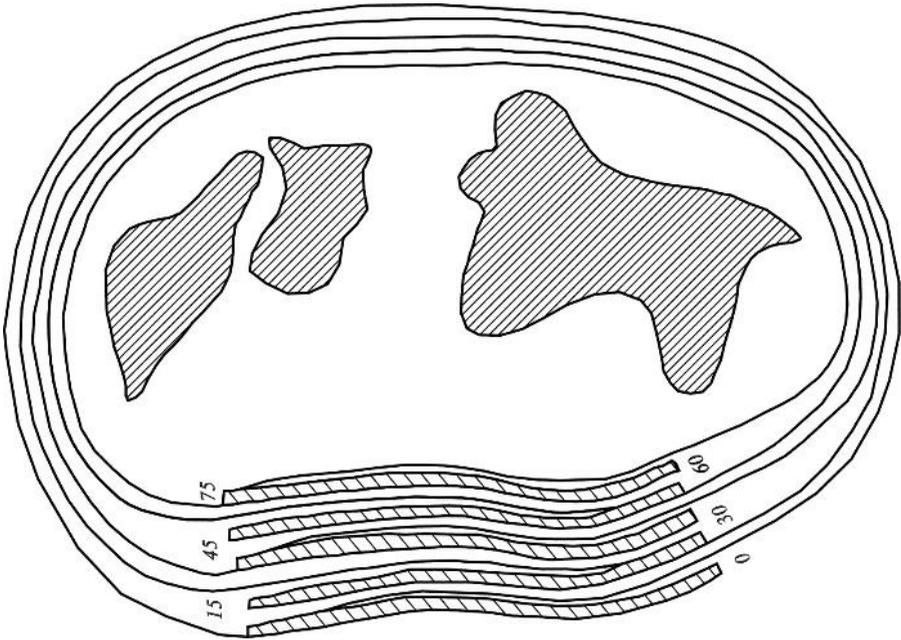


Рис. 15.1. План кар'єру на кінець відпрацювання з трасою капітальних граншей

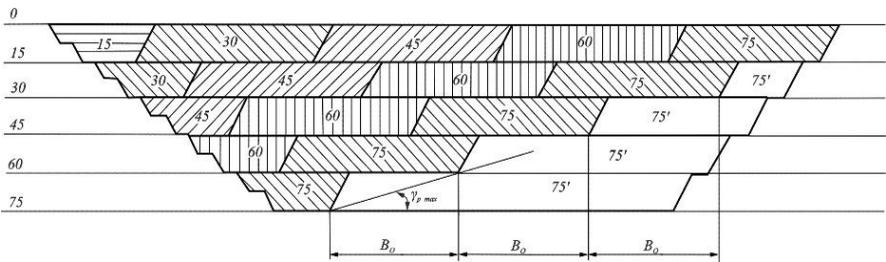


Рис. 15.2. Поперечний переріз кар'єру з поточними контурами гірничих робіт

Лінії фронту робіт зручніше позначати двома цифрами, перша з яких означає горизонт гірничих робіт, друга – горизонт підготовки. Наприклад, на нижньому горизонті, гор. –75 м, лінія фронту позначена цифрою 75 (рис. 15.3, а), на наступному верхньому горизонті, гор. –60 м (рис. 15.3, в), лінія фронту, що забезпечує підготовку цього горизонту, позначена цифрою 60, а лінія

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк. 100 / 59

фронту, що забезпечує підготовку нижнього горизонту, позначена цифрами 60–75.

Геометричний аналіз виконується в такому порядку:

1. На плані нижнього горизонту (наприклад, гор. –75 м) викреслюють в'їзну і розрізну траншеї, положення яких буде показувати лінію фронту робіт (рис. 15.3, а). Об'єм гірничих робіт на цьому горизонті дорівнює об'єму в'їзної та розрізної траншей.

2. На плані наступного верхнього горизонту (гор. –60 м) повинні бути показані контури в'їзної та розрізної траншей (рис. 15.3, б), що забезпечують підготовку цього горизонту, а також положення фронту робіт (лінія $A'B'C'$), яка забезпечує підготовку нижнього горизонту, гор. –75 м. Ця умова буде забезпечена, якщо лінія $A'B'C'$ фронту робіт на верхньому гор. –60 м буде випереджати лінію ABC фронту робіт на гор. –75 м на ширину робочої площадки і ширину горизонтальної проекції укосу уступу. Поєднавши за координатами плани горизонтів –60 м і –75 м, на плані гор. –60 м проводимо лінію 60–75, відступаючи від лінії 75 в бік розвитку гірничих робіт на величину

$$B_0 = B_{p.n} + hctga, \text{ м}, \quad (15.1)$$

де $B_{p.n}$ – мінімальна ширина робочого майданчика, м; h – висота уступу, м; α – кут укосу уступу, град.

Вигини лінії фронту робіт 75, 60, 60–75 тощо повинні відповідати допустимому радіусу трас прийнятого виду транспорту. Цю умову зручно перевіряти, користуючись спеціальною палеткою з прозорого матеріалу. На рис. 15.3, в наведено план гор. –60 м, на якому показані в'їзна і розрізна траншеї, необхідні для підготовки цього горизонту, і лінія фронту робіт $A'B'C'$, що забезпечує підготовку нижнього горизонту. Пунктиром показано положення гірничих робіт на гор. –75 м, яке видно при суміщенні планів.

3. На плані наступного, верхнього горизонту (у даному випадку гор. –45 м (рис. 15.3, з)), наносять лінії фронту, що забезпечують підготовку гор. –45 м і можливість підготовки гор. –60 м і гор. –75 м. Для цього накладають кальку з планом гор. –45 м на план гір. –60 м, і, відступаючи від лінії $A'B'C'$ на відстань B_0 , проводять лінію $A''B''C''$, яка показує, яке положення повинна займати лінія фронту на гор. –45 м, щоб забезпечити можливість підготовки гор. –75 м.

Аналогічно наносять лінії фронту робіт на всі інші погоризонтні плани. Таким чином, кожен погоризонтний план виявляється розбитим на ділянки, позначені відмітками тих горизонтів, для підготовки яких необхідно відпрацювати ці ділянки на даному горизонті. Площі всіх ділянок на кожному погоризонтному плані з розбиванням на породу і корисні копалини заміряють планіметром.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк. 100 / 60

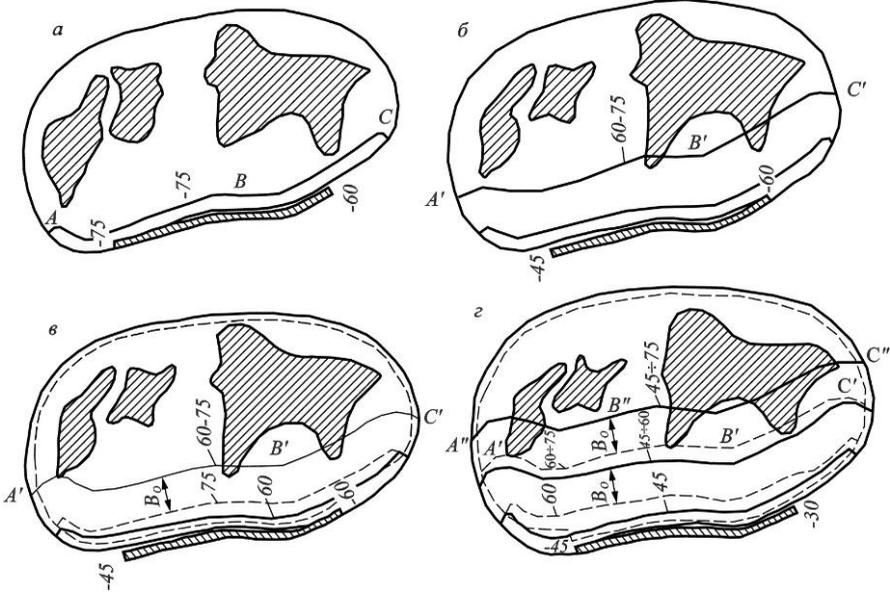


Рис. 15.3. План розвитку гірничо-капітальних робіт:

a – на гор. –75 м; *б* – на гор. –60 м; *в* – на гор. –60 м; *г* – на гор. –45 м

В результаті побудов і підрахунків складається спеціальна таблиця (табл. 15.1), у якій:

- горизонтальні рядки показують мінімальні об'єми руди та порід, які необхідно вийняти з кожного уступу, щоб забезпечити можливість розкриття і підготовки горизонту, зазначеного у першій графі таблиці;
- сума об'ємів по горизонтальному рядку являє собою об'єм похилого шару, нижня позначка якого є відміткою даного горизонту. Тому сумарні об'єми по горизонтальних рядках, наведені в останній графі, представляють собою залежність об'ємів від глибини кар'єра при роботі з максимальним кутом робочого борту;
- сума об'ємів по вертикалі в кожному рядку дає погоризонтний об'єм. Отже, виходить залежність цих обсягів від глибини кар'єра при $\gamma_p = 0$.

На підставі даних табл. 15.1 будується графік режиму гірничих робіт виду $\Sigma V = f(\Sigma P)$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019										Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025			
	Екземпляр № 1										Арк. 100 / 61			

Таблиця 15.1

Графік режиму гірничих робіт $\Sigma V = f(\Sigma P)$

Горизонти підготовки	Зміна об'ємів робіт по горизонтах виймання, млн. м ³										Разом у шарі при $\gamma_{p,max}$		Разом наростаючий об'єм при $\gamma_{p,max}$			
	-15		-30		-45		-60		-75							
	корисні копалини	розкрив	корисні копалини	розкрив	корисні копалини	розкрив	корисні копалини	розкрив	корисні копалини	розкрив	корисні копалини	розкрив	корисні копалини	розкрив		
-15	–	210											210	–	210	
-30	200	450	15	180									215	630	215	840
-45	290	520	205	600	45	140							540	1330	755	2170
-60	325	500	470	390	405	535	20	165					1220	1590	1975	3760
-75	265	480	330	390	370	485	375	435	–	180	1340	1770	3315	5530	3315	5530
-75	–	–	100	320	200	620	555	1112	870	1420	1725	3472	5040	9002		
Всього у гориз. шарі	1080	2030	1120	1880	1020	1780	850	1712	870	1600	–	–	–	–		
Наростаючий об'єм	1080	2030	2200	3910	3220	5690	4170	7402	5040	9002						

Питання для самоконтролю

1. Для яких умов залягання покладу використовується метод Арсентьєва?
2. Які початкові матеріали необхідні для реалізації цього методу?
3. Як на погоризонтних планах зображуються уступи?
4. Які елементи повинні бути показані на кожному погоризонтному плані?
5. Що таке «в'їзна траншея» і як вона викреслюється?
6. Що таке «розрізна траншея» і від чого залежить її положення?
7. Яка умова повинна виконуватися для лінії фронту робіт на верхньому горизонті по відношенню до нижнього?94
8. На яку величину лінія фронту на верхньому горизонті повинна випереджати нижній?
9. Як перевіряється відповідність вигинів лінії фронту робіт допустимому радіусу транспорту?
10. Як визначаються площі ділянок на погоризонтних планах?
11. Що являє собою сума об'ємів по горизонтальному рядку таблиці?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 62

Практична робота №16

Лінійний метод гірничо-геометричного аналізу родовищ (метод Аністратова)

Короткі теоретичні відомості

Лінійний метод гірничо-геометричного аналізу родовищ Ю.І. Аністратова фактично є спрощенням методу акад. В.В. Ржевського, він дозволяє полегшити виконання робіт і забезпечує допустиму для порівняння варіантів похибка розрахунків.

Початковими матеріалами є поперечні геологічні розрізи масштабів 1:500, 1:1000, 1:2000 з нанесеними лініями горизонтів (рис. 16.1).

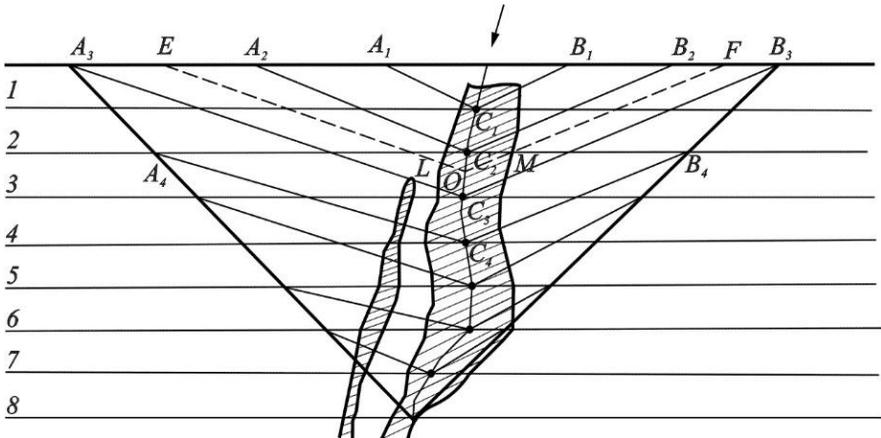


Рис. 16.1. Схема вимірювання ординат гірничої маси і корисних копалин (за Ю.І. Аністратовим)

Від інших методів геометричного аналізу лінійний метод відрізняється тим, що ординати гірничої маси і корисних копалин визначаються не за допомогою косих проєкцій чи середніх ліній кожного горизонту, а за допомогою середніх ліній трапецій, верхніми і нижніми основами яких є послідовні положення робочих бортів кар'єру з обох боків покладу. Лінії робочих бортів кар'єру з сторони лежачого і висячого боків покладу проводяться від центру розрізної траншеї на кожному горизонті під кутами нахилу робочих бортів. Площі гірничої маси, розкрити і корисних копалин для кожного етапу визначаються окремо з боку лівого і правого бортів як площі трапецій – тобто як добуток середньої лінії трапеції (ординати) на її висоту (найкоротшу відстань між лініями двох послідовних робочих бортів).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 63

Наприклад, для розрізу, зображеному на рис.16.1, площу гірничої маси третього етапу можна виразити у вигляді площ двох трапецій $A_2C_2C_3A_3$ і $B_2C_2C_3B_3$ з середніми лініями EO і FO відповідно, сумі яких і буде дорівнювати ордината гірничої маси. Ординати розкриву для цього етапу – відрізки EL і FM , а ординати корисних копалин – LO і MO .

Для зручності обчислення площ всі виміряні величини (номер етапу, найкоротша відстань між лініями контуру з кожного боку покладу, відрізки середніх ліній трапецій) заносяться до таблиць (табл. 16.1-16.2). У таблицях 16.1-16.2 розраховують площі корисних копалин і розкриву для кожного етапу та наростаючі площі корисних копалин і розкриву для кожного боку покладу окремо, потім площі та наростаючі площі об'єднують в цілому по кар'єру у табл. 16.3 та рахують поточний і середній коефіцієнти розкриву.

Всі інші роботи – побудова графіків, дослідження режиму гірничих робіт, визначення об'ємів корисних копалин і розкриву в кожному геологічному блоці і т.д. – виконуються аналогічно до методу В.В. Ржевського, описаного у практичній роботі 13.

Таблиця 16.1

**Таблиця підрахунку площ розкриву та КК
з сторони висячого боку покладу**

Горизонт		Пов.	1	2	3	4	5	6	7	8
Гірнича маса, середня, мм			17	50	83	90	76	61	36	11
Висота трапеції, мм			11	10	10,5	10	10,5	10	12,5	12
Розкрив	Середні, мм		13	46	77	82	61	46	30	8
	Площа трапеції, мм ²		143	460	808,5	820	640,5	460	375	96
	Сума, мм ²		143	603	1411,5	2231,5	2872	3332	3707	3803
Корисні копалини	Середні, мм		4	4	6	8	15	15	6	3
	Площа трапеції, мм ²		44	40	63	80	157,5	150	75	36
	Сума, мм ²		44	84	147	227	384,5	534,5	609,5	645,5

Таблиця 16.2

**Таблиця підрахунку площ розкриву та КК
з сторони лежачого боку покладу**

Горизонт		Пов.	1	2	3	4	5	6	7	8
Гірнича маса, середня, мм			14	40	68	71	47	26	14	7
Висота трапеції, мм			9	9	9	10	10	9	6,5	7
Розкрив	Середні, мм		11	22	56	61	38	15	0	0
	Площа трапеції, мм ²		99	198	504	610	380	135	0	0
	Сума, мм ²		99	297	801	1411	1791	1926	1926	1926
Корисні копалини	Середні, мм		3	18	12	10	9	11	14	7
	Площа трапеції, мм ²		27	162	108	100	90	99	91	49
	Сума, мм ²		27	189	297	397	487	586	677	726

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019								Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025	
	Екземпляр № 1								Арк 100 / 64	

Таблиця 16.3

Таблиця підрахунку площ розкриву, КК і коефіцієнтів розкриву

Горизонт		Пов.	1	2	3	4	5	6	7	8
Гірнича маса, площа, мм ²		313	860	1483,5	1610	1268	844	541	181	
Розкрив	Площа, мм ²	242	658	1312,5	1430	1020,5	595	375	96	
	Сума, мм ²	242	900	2212,5	3642,5	4663	5258	5633	5729	
Корисні копалини	Площа, мм ²	71	202	171	180	247,5	249	166	85	
	Сума, мм ²	71	273	444	624	871,5	1120,5	1286,5	1371,5	
Коефіцієнти розкриву	Поточні	3,41	3,26	7,68	7,94	4,12	2,39	2,26	1,13	
	Середні		3,14	2,3	4,98	5,84	5,35	4,69	4,38	4,18

Завдання

Виконати гірничо-геометричний аналіз лінійним методом для індивідуальних варіантів практичної роботи 13.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть переваги і спрощення методу Аністратова.
2. Як визначаються ординати гірничої маси і корисних копалин у цьому методі?
3. Що є верхніми і нижніми основами трапецій при розрахунку?
4. Звідки проводяться лінії робочих бортів кар'єру?
5. Як визначаються площі гірничої маси, розкриву і корисних копалин?
6. Що таке «висота трапеції» у даному методі?
7. Як обчислюється поточний коефіцієнт розкриву для кожного етапу?
8. Як обчислюється середній коефіцієнт розкриву?
9. Як визначається об'єм у кожному геологічному блоці?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк. 100 / 65

Практична робота №17

Параметри і конструкція капітальних траншей

Короткі теоретичні відомості

Основою більшості способів розкриття кар'єрних полів є проведення капітальних траншей – окремих, групових або загальних внутрішнього або зовнішнього залягання.

Окремих розкриттям вважається розкриття родовища (рис. 17.1):

- окремою (внутрішньою чи зовнішньою) траншеєю, пройденою тільки на даний горизонт;
- груповою траншеєю, якщо її транспортні берми забезпечують незалежний транспортний зв'язок кожного розкритого горизонту, тобто транспортні комунікації берми забезпечують необхідну пропускну здатність транспорту в прийнятному режимі робіт кожного вантажопотоку;
- загальною траншеєю, якщо її транспортні берми забезпечують незалежний транспортний зв'язок кожного розкритого горизонту.

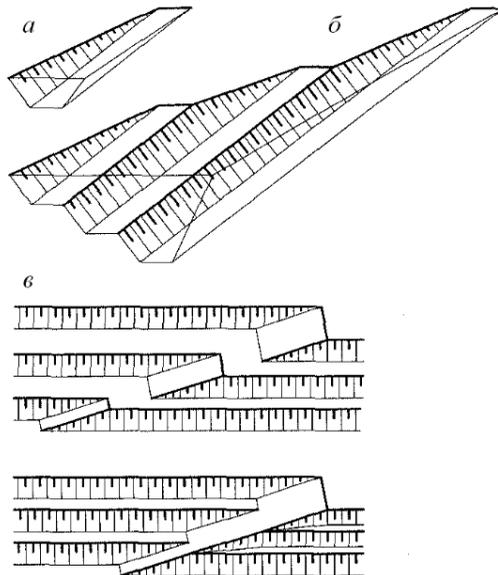


Рис. 17.1. Способи розкриття родовища:

а – одиночною траншеєю; *б* – груповою зовнішньою траншеєю, *в* – загальною зовнішньою і внутрішньою траншеєю відповідно, які забезпечують окреме розкриття для технологічних потоків

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 66

Траншея – відкрита гірнича виробка трапецієвидного перетину і значної довжини.

Капітальна (в'їзна) траншея (рис. 17.2) – похила відкрита гірнича виробка, яка споруджується на рівнинній місцевості та служить для розкриття кар'єрного поля або окремої його зони і створення вантажотransпортних зв'язків робочих горизонтів з поверхнею. У пересіченій місцевості (гори, пагорби тощо) на укосах підвищень рельєфу її аналогом є **капітальна напівтраншея**.

Розрізна (піонерна) траншея (рис. 17.2) – це горизонтальна відкрита гірнича виробка трапецієподібного перерізу, призначена для створення початкового фронту гірничих робіт на уступі та розміщення гірничо-транспортного обладнання. Вона є продовженням капітальної траншеї на горизонті, що розкривається. Після завершення її проходки траншею розширюють, перетворюючи її на повноцінний робочий уступ. Розрізна траншея при цьому зникає.

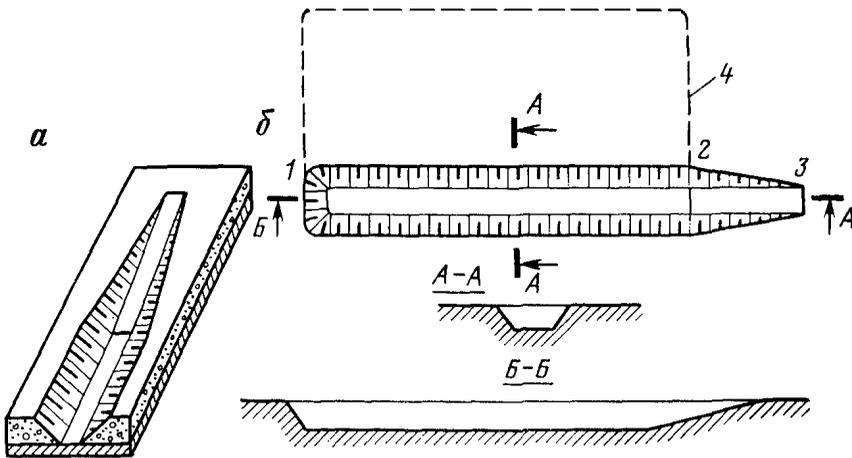


Рис. 17.2. Капітальна і розрізна траншеї:

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

Гірничі роботи з розкриття нового горизонту виконуються у певній послідовності:

1. З вище лежачого горизонту проходять похилу капітальну (в'їзну) траншею, як правило, по неробочому борту кар'єру. Її глибина рівна висоті уступу – різниці висотних відміток поточного та нового горизонтів.

2. Проходять продовження капітальної траншеї – горизонтальну розрізну траншею. Її глибина дорівнює висоті уступу, а довжина залежить від розмірів горизонту (фронту гірничих робіт на уступі).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк. 100 / 67

3. Розширюють один або обидва борти розрізної траншеї у бік робочого борту кар'єру. Капітальна (в'їзна) траншея при цьому перетворюється на з'їзд на даний горизонт, а розрізна траншея зникає. Розширення можна починати одразу після створення фронту робіт на уступі, довжина якого рівна середній довжині екскаваторного блоку.

4. Після розширення, достатнього для розкриття наступного нижче лежачого горизонту, послідовність робіт повторюють.

Вибір місця закладення траншеї повинен враховувати граничні контури кар'єра і об'єм гірничої маси у верхній зоні.

Основними параметрами траншеї (рис. 17.3) є глибина H_T , ширина нижньої основи (по низу) B_T та верхньої основи (по поверхні), кути укосів бортів α_T , поздовжній ухил (α або i) та довжина L_T .

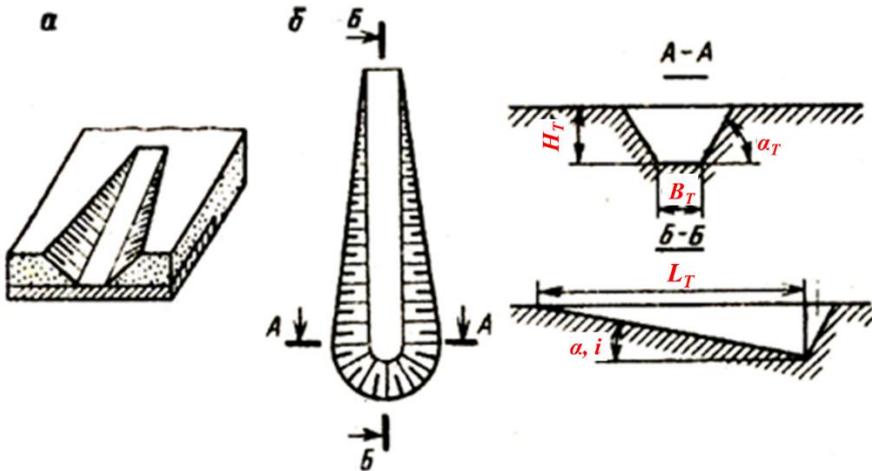


Рис.17.3. Загальний вигляд і параметри капітальної траншеї

Глибина капітальної траншеї дорівнює різниці висотних відміток гирла капітальної траншеї і горизонту, що розкривається. При розкритті одного уступу глибина капітальної траншеї дорівнює висоті уступу.

Поздовжній ухил капітальної траншеї може виражатися у частках одиниці, відсотках, проміле ($0,01 = 1\% = 10\text{‰}$) або у градусах. Величина ухилу траншеї залежно від виду транспорту змінюється від 30-60‰ для залізничного до 100-120‰ для автомобільного транспорту, а для конвеєрного та скіпового транспорту може досягати навіть 18-60° (табл. 17.1)

$$i = \text{tg} \alpha = \frac{H_T}{L_T} \quad (17.1)$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 100 / 68

Таблиця 17.1

Значення нахилу траншеї для різних видів транспорту

Вид транспорту		Ухил траншеї, %	
		на підйом	на спуск
Залізничний	локомотивний	25-40	25-60
	моторвагонний	40-60	80-120
Автомобільний	автосамоскидами	50-100	80-120
	автотягачами	120-250	
Безклітьовий підйом з тягачами		120-250	
Конвеєрний		250-330	
Клітьовий		250-500	
Скіповий підйом		500-1000	

Довжина капітальної траншеї є похідним параметром її глибини і повздожнього похилу. Теоретична довжина L_T траси похилої траншеї рівна

$$L_T = \frac{1000 H_T}{i} = H_T \operatorname{ctg} \alpha. \quad (17.2)$$

Дійсна довжина траси завжди більша за теоретичну за рахунок наявності ділянок примикання, які враховуються введенням коефіцієнтом видовження траси K_B (табл. 17.2)

$$L_T = L_{T_0} \cdot K_B. \quad (17.3)$$

Таблиця 17.2

Орієнтовні значення коефіцієнта видовження траси K_B

Вид траншеї	Значення
Зовнішні і внутрішні з примиканням без пом'якшення ухилу	1,1-1,25
Внутрішні з примиканням на пом'якшеному ухилі	1,2-1,35
Внутрішні з примиканням на майданчиках	1,4-1,6

Кути укосів бортів капітальних траншей визначаються терміном їх служби, інженерно-геологічними та гідрогеологічними властивостями порід (табл. 17.3). Борт траншеї з тривалим терміном служби бути стійким впродовж всього часу використання траншеї. Тому при тривалому терміні служби капітальної траншеї кут відкосу її бортів повинен бути:

- при її проведенні в пухких і напівскельних породах – не більшим за кут природного укосу порід;
- при її проведенні в скельних породах – у межах 500-600 %.

Ширина основи капітальної траншеї визначається або видом кар'єрного транспорту, або способом її проведення. Мінімальна ширина нижньої основи (дна) капітальної траншеї (табл. 17.4) визначається сумою габаритів транспортних засобів, безпечних зазорів між ними, поперечних розмірів

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк. 100 / 69

майданчиків та кюветів, що розташовані по ньому. Ширину дна капітальної траншеї, встановлену за умовами розміщення транспортних комунікацій, перевіряють за умовою можливості проведення траншеї.

Таблиця 17.3

Кути укосів бортів траншеї (за даними Гіпрудри)

Траншея	Кути укосу борта траншеї, °, при коефіцієнті міцності породи за шкалою М.М. Протодьяконова			
	2–4	5–9	10–14	15–20
Капітальна	60	65	70	80
Розрізна	60	70	75	85

Таблиця 17.4

Ширина нижньої основи капітальних траншеї (за даними Гіпрудри)

Вид транспорту	Умови проведення	Ширина нижньої основи, м, при русі			
		одно-смуговому	двох-смуговому	трьох-смуговому	
Залізничний	Ширина колії, мм	1524	7,9–8,3	12,0–12,4	16,1–16,5
		900; 1000	7,3	10,9	14,5
		750	6,5	9,5	12,5
Автомобільний і тролейвозний	Вантажопідйомність автосамоскида, т	40; 25	8,0–13,0	12,0–17,0	–
		12; 6	7,3–12,5	10,8–16,0	–
Конвеєрний	Ширина стрічки, мм	1400	7,4–7,8	10,0–10,4	–
		1200	7,2–7,6	9,6–10,0	–
		1000	7,0–7,4	9,2–9,6	–

Об'єм капітальної траншеї

$$V = H_T \cdot L_T \cdot \left(\frac{B_T}{2} + \frac{H_T}{3 \operatorname{tg} \alpha_T} \right) = \frac{1000 H_T^2}{i} \left(\frac{B_T}{2} + \frac{H_T}{3 \operatorname{tg} \alpha_T} \right), \text{ м}^3. \quad (17.4)$$

Площа поперечного перерізу капітальної траншеї

$$S_T = h \cdot (B_T + h \cdot \operatorname{ctg} \alpha_T), \text{ м}^2, \quad (17.5)$$

де h – поточна глибина траншеї, на якій здійснюють її переріз, м.

Завдання

Визначити загальний об'єм капітальної траншеї, яку потрібно провести у скельних породах, за такими початковими даними (i та j – відповідно передостання та остання цифри студентського квитка студента):

- вид транспорту – автомобільний;
- глибина траншеї $(15 + i)$ м;
- ширина траншеї по підшві вибирається з табл. 17.4 для двосмугового руху;
- кут відкосу бортів траншеї $(60 + j / 2)$ °;
- інші початкові дані приймати самостійно.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 70

Питання для самоконтролю

1. Що таке траншея? Капітальна траншея? Розрізна траншея?
2. У чому різниця між капітальною та розрізною траншеями?
3. Яка з траншей є горизонтальною а яка вертикальною?
4. Яка траншея зникає після завершення розкриття горизонту?
5. Де споруджують капітальні траншеї?
6. Які існують види капітальних траншей?
7. Як проводяться капітальних траншей?
8. Які параметри характеризують капітальні траншеї?
9. Яке призначення розрізної траншеї?
10. Опишіть три етапи розкриття горизонту.
11. Якими величинами може бути заданий позовжній ухил траншеї?
12. Як визначається ухил траншеї? Які його значення характерні для різних видів транспорту?
13. Від чого залежить кут укосу бортів траншеї?
14. Від чого залежить ширина основи капітальної траншеї?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 71

Практична робота №18

Організація гірничих робіт при розкритті кар'єру

Короткі теоретичні відомості

Гірничі роботи у кар'єрі можна поділити на дві групи:

- гірничі роботи, пов'язані з розкриттям родовища роботи, тобто роботи з проведення гірничих виробок та влаштування споруди для забезпечення транспортних зв'язків у кар'єрі;
- гірничі роботи, пов'язані з системами розробки, тобто безпосередньо розкривні та видобувні роботи.

Розкриття родовища – це проведення гірничих виробок (або влаштування підходів), що створюють транспортний доступ від поверхні землі (промислового майданчика кар'єру) до родовища або від частини родовища, що розробляється, до іншої, нерозробленої, і забезпечують можливість підготовки фронту гірничих робіт.

Типові схеми спеціальної організації гірничих робіт при розкритті родовища звичайно зображуються на графіках $L = f(T)$ (на рис. 18.1 показані приклади таких графіків). На них похилими лініями позначена проходка в'їзних і розрізних траншей, а прямокутниками – роботи по розширенню розрізних траншей і створення робочих майданчиків розрахункової ширини B_0 .

Розглянемо побудову графіку організації гірничих робіт на прикладі.

Завдання

Кар'єрне поле розкривається системою поступальних траншей. Використовується таке гірниче обладнання: автомобільний транспорт, екскаватори ЭКГ-4,6 продуктивністю $Q = 0,6$ млн.м³/рік кожен (не більше чотирьох екскаваторів). Висота уступів $h = 12$ м, мінімальна ширина робочих майданчиків у процесі розкриття нового горизонту $B_0 = 40$ м, довжина екскаваторних блоків $L_Q > 200$ м, довжина фронту робіт $L_\phi = 1250$ м, ухил траншей $i = 60$ %.

Визначити раціональну організацію гірничих робіт під час розкриття та підготовки нового горизонту для досягнення максимальної швидкості поглиблення кар'єру.

Розв'язок

1. Визначимо довжину в'їзних (капітальних) траншей (формула 17.2)

$$L_{KT} = \frac{1000 h}{i} = \frac{1000 \cdot 12}{60} = 200 \text{ м.}$$

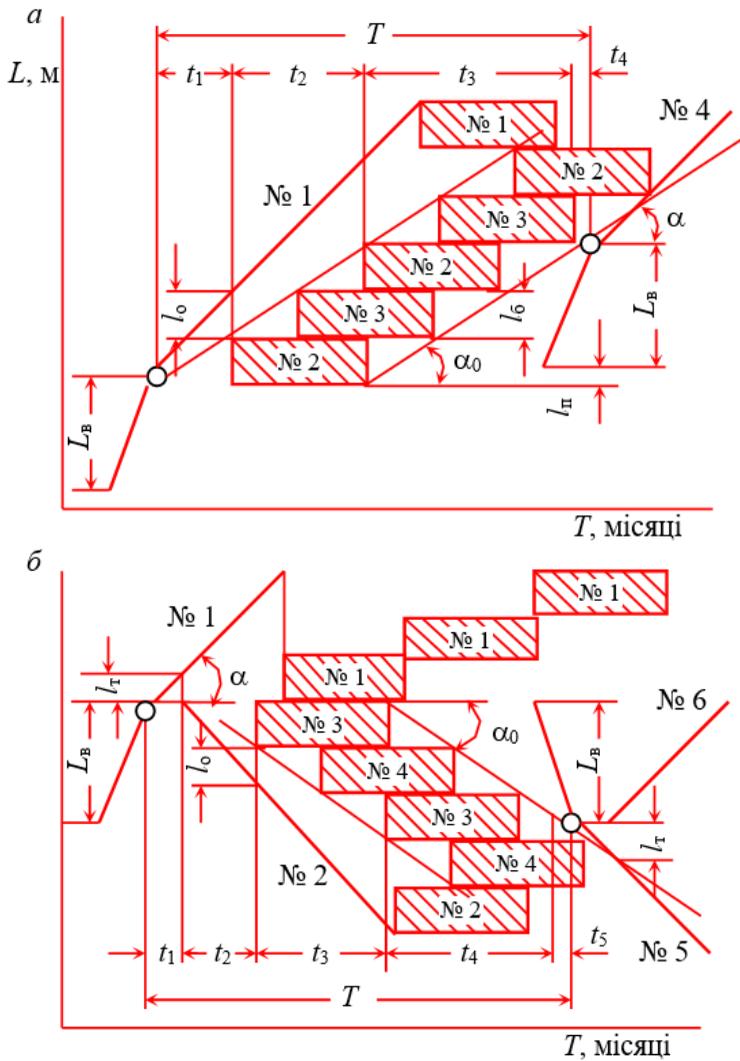


Рис. 18.1. Приклади графіків організації гірничих робіт по поглибленню кар'єру

2. Прийємо такі параметри капітальної траншеї (табл. 17.2-17.3):
- ширина нижньої основи (дно) траншеї $B_T = 16$ м;
 - кути укосів бортів $\alpha_T = 60^\circ$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк. 100 / 73

3. Розрахуємо об'єм капітальної траншеї (за формулою 17.3)

$$V_{KT} = \frac{1000h^2}{i} \left(\frac{B_{KT}}{2} + \frac{h}{3 \operatorname{tg}\alpha_T} \right) = \frac{1000 \cdot 12^2}{60} \left(\frac{16}{2} + \frac{12}{3 \operatorname{tg}60^\circ} \right) \approx 24743 \text{ м}^3.$$

4. Визначимо тривалість проведення в'їзної траншеї

$$T_{KT} = \frac{V_{KT}}{c \cdot Q_E} = \frac{24743}{0,9 \cdot 600\,000} = 0,0458 \text{ року або } 0,55 \text{ міс.},$$

де c – коефіцієнт зниження продуктивності екскаваторів при проведенні траншеї, приймаємо $c = 0,9$.

5. Розрахуємо швидкість проведення розрізної траншеї (при куті укосу бортів $\alpha_T = 60^\circ$) за законом динамічності робочих вибоїв (формула 8.2)

$$\begin{aligned} v_{PT} &= \frac{c \cdot Q_E}{12 S_T} = \frac{c \cdot Q_E}{12 h \cdot (B_{PT} + h \cdot \operatorname{ctg}\alpha_T)} = \\ &= \frac{0,9 \cdot 600\,000}{12 \cdot 12 \cdot (16 + 12 \cdot \operatorname{ctg}60^\circ)} = 163,55 \frac{\text{м}}{\text{міс}}. \end{aligned}$$

6. Для побудови графіку організації робіт $L = f(T)$ приймемо такі дані:

- довжина майданчика примикання в'їзних траншеї $l_{II} = 25$ м;
- допустима відстань між екскаваторами $l_0 = 30$ м;
- напрямок поглиблення $\beta = 28^\circ$;
- довжина екскаваторних блоків однакова та рівна $L_0 = 250$ м.

7. Розрахуємо об'єм екскаваторного блоку

$$\begin{aligned} V_B &= h \cdot L_B \cdot B_B = h \cdot L_B \cdot (B_0 + h \cdot (\operatorname{ctg}\beta + \operatorname{ctg}\alpha)) = \\ &= 12 \cdot 250 \cdot (40 + 12 \cdot (\operatorname{ctg}28^\circ + \operatorname{ctg}60^\circ)) = 208\,491 \text{ м}^3. \end{aligned}$$

8. Час відробки екскаваторного блоку

$$T_B = \frac{V_B}{Q_E} = \frac{208491}{600\,000} = 0,3475 \text{ року або } 4,17 \text{ міс.}$$

9. Побудуємо графік організації гірничих робіт $L = f(T)$ (рис.18.2, суцільні лінії). З графіка видно, що якщо на горизонті 1 буде працювати три екскаватори (Е1, Е2, Е3), а на розкритті і підготовці горизонту 2 – спочатку один екскаватор (Е4), а потім Е2, то можна розкрити гор. 2 за час $T_{II} = 8,9$ міс., тобто забезпечити поглиблення кар'єру зі швидкістю

$$h_r = \frac{12h}{T_{II}} = \frac{12 \cdot 12}{8,9} = 16,2 \frac{\text{м}}{\text{рік}}.$$

Обмеження інтенсивності поглиблення пов'язані з відпрацюванням блоку 3 (точка N на рис. 18.2).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк. 100 / 74

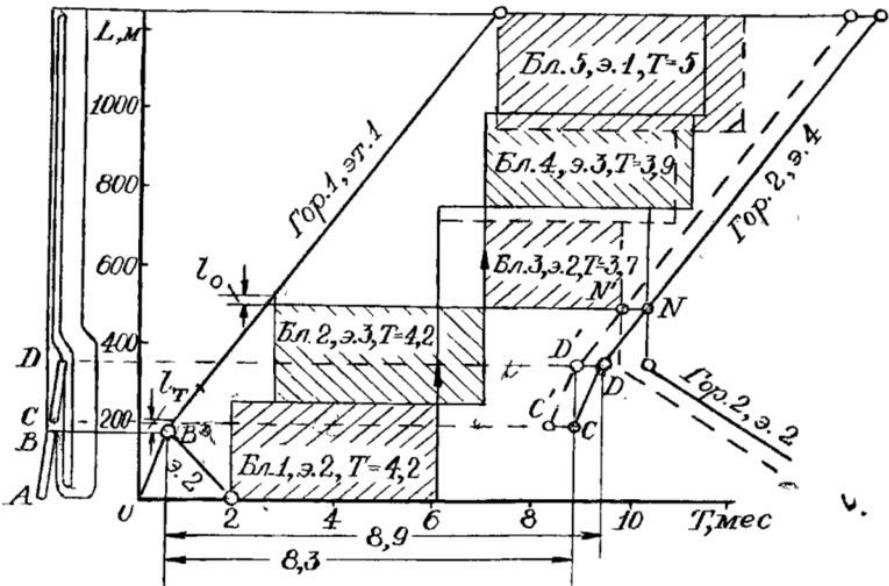


Рис. 18.2. Графік організації гірничих робіт $L = f(T)$ при розкритті горизонтів поступальними з'їздами

10. Можна прискорити розкриття гор. 2, для цього потрібно зменшити довжини екскаваторних блоків 3 і 4 і збільшити довжину блоку 5. Якщо довжина блоку 5 збільшиться до $L_{B5} = 300$ м, то його об'єм збільшиться до

$$V_{B5} = h \cdot L_{B5} \cdot (B_0 + h \cdot (\text{ctg}\beta + \text{ctg}\alpha)) =$$

$$= 12 \cdot 300 \cdot (40 + 12 \cdot (\text{ctg}28^\circ + \text{ctg}60^\circ)) = 250\,189 \text{ м}^3,$$

а час відробки блоку стане рівним

$$T_{B5} = \frac{V_{B5}}{Q_E} = \frac{250\,189}{600\,000} = 0,4170 \text{ року або } 5 \text{ міс.}$$

Якщо прийняти довжини блоків $L_{B3} = 220$ м, $L_{B4} = 230$ м, то час їх відробки складе $T_{B3} = 3,7$ міс., $T_{B4} = 3,9$ міс.

11. Результат перегляду графіка показаний на рис. 18.2 штриховими лініями та штрихуванням. Час розкриття та підготовки гор. 2 скоротився до $T_{\Pi} = 8,3$ міс., а швидкість поглиблення зросла до

$$h_{\Gamma} = \frac{12h}{T_{\Pi}} = \frac{12 \cdot 12}{8,3} = 17,35 \frac{\text{м}}{\text{рік}}$$

тобто збільшилася на 7%.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 75

Питання для самоконтролю

1. На які групи можна поділити гірничі роботи у кар'єрі?
2. Які роботи відносяться до гірничо-капітальних?
3. Яка основна мета календарного планування гірничо-капітальних робіт?
4. Які вихідні дані необхідні для розробки організації робіт?
5. Як визначається довжина капітальної траншеї?
6. Як розраховується об'єм капітальної траншеї?
7. Як визначається тривалість проведення?
8. Чи однакова продуктивність екскаватора при проведенні траншеї і при виконанні гірничих робіт на розкритому уступі? Відповідь обґрунтуйте.
9. Які параметри необхідні для побудови графіка організації робіт $L=f(T)$?
10. Як визначається швидкість поглиблення кар'єру?
11. Що може обмежувати інтенсивність поглиблення?
12. Як можна прискорити розкриття горизонту?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 76

Практична робота №19

Розробка родовищ етапами.

Розрахунок параметрів етапу

Короткі теоретичні відомості

Сутність поетапної розробки родовища полягає в тому, що кар'єр розділяється проміжними контурами на етапи – черги, що послідовно розробляються. Проміжні контури проводяться під кутами, рівними куту погашення або близькими до нього. Один з робочих бортів або його частина консервується – тимчасово не розробляється, гірничі (в першу чергу розкривні) роботи зупиняються і на ньому утворюється *тимчасово законсервована ділянка робочого борта* або *тимчасово неробочий борт (ТНБ)* (рис. 8.1).

При цьому підвищується економічність розробки всього родовища, оскільки виймання значного об'єму порід в контурі кар'єру переноситься на пізніші періоди, поточні коефіцієнти розкриву в перші 10–20 років можуть бути скорочені при розробці крутопадаючих родовищ на 50–70%, похилих – на 10–30%, а загальні приведені витрати на розробку родовища скорочуються приблизно на 30%.

При розробці крутого покладу без поділу на етапи гірничі роботи розвиваються в кінцевих контурах кар'єра від лежачого боку покладу до всячого (рис. 19.1, а). При цьому річні об'єми розкривних порід спочатку зростають до максимуму (доки робочий борт кар'єру не досягне кінцевих контурів по поверхні), а потім почнуть зменшуватися.

При розробці крутого покладу з поділом на етапи розділяти кар'єр на етапи буде проміжний контур *AEDC* (рис. 19.1, б). При відпрацюванні першого етапу гірничі роботи розвиваються так само, як і без поділу на етапи, але після досягнення лінії *AE* розкривні уступи зупиняються, створюючи ТНБ з кутом нахилу 25 – 30°, що дозволяє перенести виймання частини розкриву (контур *A₁AE₁*) на другий етап. Календарний графік розкривних робіт при цьому буде більш економічним, так як частина витрат на розкривні роботи буде віднесена на декілька років пізніше.

Після виходу гірничих робіт на контур *AEDC* починається відпрацювання другого етапу в контурі *A₁E₁FKCDEA* (рис. 19.1, в). Гірничі роботи на ТНБ (ділянка *AE*) відновлюються і проводяться паралельно з видобувними та розкривними роботами нижче ділянки *CDE*. Швидкість пониження гірничих робіт на ТНБ *h_v* повинна бути більшою, ніж швидкість пониження *h₀* на основній ділянці, щоб на момент відпрацювання запасів *Z_v* робочий борт кар'єру досяг лінії *MLP*.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 100 / 77

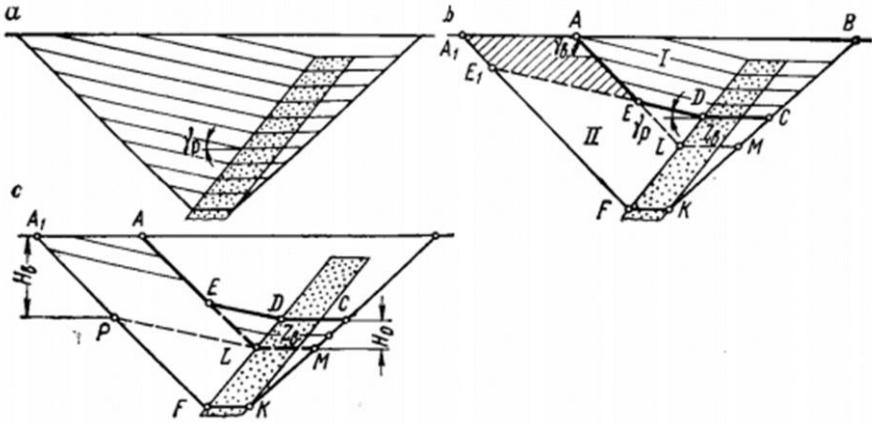


Рис. 7.13. Схема розвитку робочої зони кар'єру:

a – при відпрацюванні без поділу на етапи;

б, в – при відпрацюванні першого та другого етапів відповідно

Висота ТНБ та інтенсивність його відпрацювання, що визначають об'єм і термін консервації розкривних порід, встановлюються не довільно, а залежно від глибини перехідної видобувної зони і потрібної швидкості пониження видобувних робіт.

Потрібна швидкість пониження гірничих робіт на ТНБ

$$h_B = h_0 \frac{H_B}{H_0}, \quad (19.1)$$

де H_0, H_B – відповідно висота основної зони та висота ТНБ, м

Також при відомих значеннях швидкостей пониження можна знайти залежність між розмірами ТНБ і основної зони кар'єра

$$H_B = H_0 \frac{h_B}{h_0}. \quad (19.2)$$

Основні параметри кар'єру кожної черги (рис. 19.2):

- висота етапу H_i (в межах 50–120 м);
- глибина кар'єру на кінець відробки етапу H_{Ki} ;
- висота тимчасового борту H_{oi} (від 20–30 м до 60–90 м);
- кут укосу тимчасового борту γ_m (від 25 до 37–40°);
- ширина етапу B_i ;
- коефіцієнт розкриву K_i .

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 79

4. Підбір параметрів етапу для дотримання умови одночасного виходу гірничих робіт на заданий контур для робочої зони та зони розконсервування ТНБ

$$\frac{H_{6i} + H_{pzi} + H_{пzi}}{h_B} = \frac{H_{пzi}}{h_0}. \quad (19.6)$$

Для розрахунку параметрів етапів для крутопадаючих і похилих плаstopодібних покладів з кутом падіння $\alpha > \gamma_m$ і горизонтальним характером рельєфу використовують формули 19.7-19.15. При складних умовах залягання рудного тіла ці формули можуть бути використані для отримання наближених значень.

Висота етапу вибирається більшою з двох значень

$$H_i \geq h_i t_i, \text{ м}, \quad (19.7)$$

$$H_i \geq \frac{H_{k_{i-1}}}{\frac{h_6}{h_{i+1}} + \frac{\text{ctg}\gamma_m - \text{ctg}\alpha}{\text{ctg}\gamma_p - \text{ctg}\gamma_m}}, \text{ м}. \quad (19.8)$$

Висота бортів з сторони лежачого і висячого боків покладу

$$H_{6i} = H_{k_i} - H_{i+1} \frac{\text{ctg}\gamma_m \pm \text{ctg}\alpha}{\text{ctg}\gamma_p - \text{ctg}\gamma_m}, \text{ м}. \quad (19.9)$$

Ширина етапу з сторони лежачого і висячого боків покладу

$$B_i = H_{i+1} (\text{ctg}\gamma_m \pm \text{ctg}\alpha), \text{ м}. \quad (19.10)$$

Об'єм розкриття I етапу

$$V_i = \text{ctg}\gamma_m \left[H_1^2 + 2H_1H_2 - H_2^2 \frac{\text{ctg}^2\gamma_m + \text{ctg}^2\alpha}{\text{ctg}\gamma_m (\text{ctg}\gamma_p - \text{ctg}\gamma_m)} \right], \text{ м}^3. \quad (19.11)$$

Об'єм розкриття на 1 м довжини кар'єрного поля в контурах II і наступних етапів

$$V_i = \text{ctg}\gamma_m (H_i^2 + 2H_{i+1}H_{k_i}) + \frac{\text{ctg}^2\gamma_m + \text{ctg}^2\alpha}{\text{ctg}\gamma_p - \text{ctg}\gamma_m} (H_i^2 - H_{i+1}^2), \text{ м}^3. \quad (19.12)$$

Об'єм розкриття на 1 м довжини кар'єрного поля в контурах II і наступних етапів з сторони лежачого і висячого боків

$$V_{B(\Gamma)i} = \frac{\text{ctg}\gamma_m \pm \text{ctg}\alpha}{2} (H_i^2 + 2H_{i+1}H_{k_i}) + \frac{\text{ctg}\gamma_m \pm \text{ctg}\alpha}{\text{ctg}\gamma_p - \text{ctg}\gamma_m} \cdot \frac{H_i^2 - H_{i+1}^2}{2}, \text{ м}^3. \quad (19.13)$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 80

Об'єм розкриття етапу, m^3 , при сталій висоті етапу ($H_i = H_{i+1} = \dots = \text{const}$)

$$V_i = \text{ctg} \gamma_p (2i + 1) H_i^2, m^3. \quad (19.14)$$

Коефіцієнт розкриття II і наступних етапів

$$K_i = \frac{L_{P_i} V_i}{L_{B_i} m_i H_i}. \quad (19.15)$$

У формулах 19.7-19.15 L_{B_i} , L_{P_i} – середня довжина відповідно видобувного і розкривного уступів, м; h_i – швидкість пониження гірничих робіт по покладу потужністю m_i . При визначенні параметрів з сторони висячого боку покладу використовується $+ \text{ctg} \alpha$, а з сторони лежачого боку – $\text{ctg} \alpha$.

5. Вибір декількох варіантів поділу кар'єра на етапи, для кожного з них визначають тривалість перехідного періоду, висоту тимчасового борту кар'єру, висоту перехідної зони, об'єм резервних запасів корисних копалин, швидкість пониження робіт на тимчасовому борту і у зоні видобувних робіт.

6. Побудова на поперечних розрізах і планах проміжних, визначення поетапного об'єму розкриття, що консервується, термінів відпрацювання кожного етапу, поетапного коефіцієнта розкриття, виконують гірничо-геометричний аналіз та будують календарні графіки розкривних і видобувних робіт, обчислюють щорічні витрати і доходи, оцінюють кожен варіант і вибирають оптимальний.

Завдання

Виконати розрахунок параметрів етапів (формули 19.7-19.15) для крутопадаючого родовища, що залягає у скельних породах, для таких умов:

- кут падіння покладу $\alpha = 60^\circ$;
- горизонтальна потужність покладу $m = 100$ м;
- при розробці кар'єру виділяються 4 етапи;
- поглиблення – по покладу (рис. 19.2);
- кути укосів бортів кар'єру: робочого $\gamma_p = 11^\circ$, тимчасового $\gamma_m = 34^\circ$;
- кути укосів неробочих бортів кар'єру: висячого $\gamma_v = 40^\circ$, лежачого $\gamma_m = 37^\circ$;
- швидкість пониження гірничих робіт при рознесенні тимчасового неробочого борту $h_B = 30$ м/рік;
- швидкість пониження видобувних робіт $h_i = 10$ м/рік;
- термін служби кожного етапу $t = 10$ років;

Також порахувати коефіцієнти розкриття для відповідних глибин без виділення етапів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 81

Питання для самоконтролю

1. У чому сутність поетапної розробки родовища?
2. Для яких умов доцільніше використовувати поетапну розробку з консервацією бортів кар'єру?
3. Поетапна розробка більш доцільна для положозалягаючих чи для крутопадаючих покладів? Відповідь обґрунтуйте.
4. Як проводяться проміжні контури?
5. Що таке тимчасово неробочий борт (ТНБ)?
6. Назвіть переваги і недоліки розробки з формуванням ТНБ.
7. Яку умову щодо швидкостей пониження робіт потрібно виконати при розконсервації ТНБ?
8. Назвіть основні параметри етапу.
9. В яких межах зазвичай знаходиться висота етапу?
10. Який типовий термін відпрацювання етапу?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 82

Практична робота №20

Порядок розвитку гірничих робіт на тимчасово-неробочому борті при розширенні вузьких робочих майданчиків

Короткі теоретичні відомості

Відробіток (рознесення) ТНБ починається значно пізніше, ніж це було необхідно при звичайному порядку розвитку гірничих робіт, і ведеться паралельно з основними роботами по видобуванні корисних копалин. В цей період створюються дві робочі зони по глибині кар'єру з різною інтенсивністю ведення гірничих робіт – нижня основна зона і верхня зона по рознесенню ТНБ.

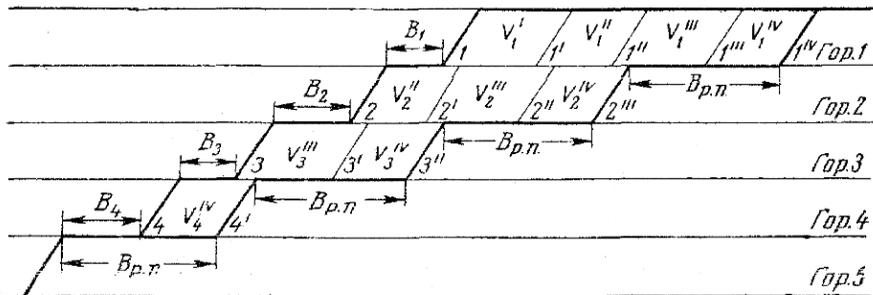


Рис. 20.1. Принципова схема розвитку гірничих робіт на тимчасовому борту

Розвиток гірничих робіт на тимчасово законсервованому борту при розширенні вузьких робочих майданчиків проводиться в такому порядку (рис. 20.1):

1. Перед початком робіт на гор. 2 потрібно розширити робочу площадку на вищележачому гор. 1. Для цього на гор. 1 за час t_1 потрібно вийняти об'єм V_1^I і перемістити нижню бровку уступу з положення 1 в положення $1'$.
2. Потім за час t_2 нижня брівка 2-го уступу на гор. 2 переміщається з положення 2 в положення $2'$, а на вищележачому гор. 1 нижня брівка уступу переміщається в положення $1''$, для чого потрібно вийняти об'єми V_1'' на гор. 1 і V_2'' гор. 2.
3. Після створення робочого майданчика необхідної ширини на гор. 2 аналогічно розширюється майданчик на гор. 3.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 83

Сумарний час розносу тимчасового борта, що має n уступів, при послідовному їх відпрацюванні складе

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n, \text{ років,} \quad (20.1)$$

де $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ – тривалість виймання об'ємів $V_1', V_2'', V_3''', \dots, V_n''$, необхідних для створення нормальних робочих майданчиків відповідно на 1, 2, 3, ..., n -му горизонті, років.

Об'єм робіт V на уступі висотою h_y , який потрібно виконати для початку робіт на нижче лежачому уступі

$$V = (B_{p,m} - B_{m,m}) h_y l_y, \text{ м}^3, \quad (20.2)$$

де $B_{p,m}$ – ширина робочого майданчика, що забезпечує нормальний розвиток гірничих робіт на уступі, м;

$B_{m,m}$ – ширина робочого майданчика на тимчасовому борту, м;

l_y – довжина уступу, м.

Якщо ширина робочого майданчика на тимчасовому борті недостатня для розміщення розвалу породи, отриманого при розпушенні скельних порід за допомогою буровибухових робіт, то його частина може розташовуватись на нижче лежачому горизонті. Об'єми розвалу, що залишаються на майданчику уступа, породи якого розпушуються, після підривання першої V_{P1} і другої V_{P2} заходок рівні

$$V_{P1} = A h_y l_y C_1; \quad V_{P2} = A h_y l_y C_2, \quad (20.3)$$

де A – ширина заходки, м;

C_1, C_2 – коефіцієнти, які беруться з табл. 20.1.

Таблиця 20.1

Значення коефіцієнтів C_1 і C_2

Коефіцієнти	Ширина бурової заходки	Значення коефіцієнтів C_1 і C_2 при ширині скороченого робочого майданчика на уступі, м			
		5	10	15	20
C_1	10	0,65	0,82	0,93	1,00
	15	0,60	0,74	0,84	0,91
	20	0,58	0,69	0,77	0,84
C_2	10	0,93	1,00	1,00	1,00
	15	0,91	0,96	0,99	1,00
	20	0,90	0,94	0,97	0,99

Для збільшення інтенсивності відпрацювання тимчасового борта необхідно прагнути паралельного відпрацювання уступів, яке визначається схемою розкриття, довжиною борта, що відпрацьовується, видом транспорту. Інтенсивність розвитку гірничих визначається швидкістю їх пониження h_c .

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 100 / 84

$$h_z = \frac{Q_e K_c}{(B_{p.m} - B_{t.m}) l_y}, \text{ м/рік}, \quad (20.4)$$

де Q_e – річна продуктивність екскаватора при поновленні та розвитку робіт на тимчасовому борту, м³/рік;

K_c – коефіцієнт суміщення, який характеризує кількість одночасно працюючих екскаваторів (наприклад, відношення довжини уступу до довжини екскаваторного блоку або кількість екскаваторів на горизонті).

Конструкція тимчасового борту, кут його укосу, порядок відновлення та розвитку гірничих робіт, а також інтенсивність відпрацювання залежать від кількості і ширини майданчиків на борту і схеми ведення гірничих робіт. А від способу розвитку гірничих робіт залежать порядок розвитку гірничих робіт, конструкція, кут укосу борту і інтенсивність його відпрацювання. Майданчики для відновлення робіт можуть бути залишені на кожному горизонті, через один або через два горизонти.

Питання для самоконтролю

1. Коли починається відрібок (рознесення) ТНБ?
2. Чим зумовлена необхідність завчасного початку рознесення ТНБ?
3. Яка основна мета розширення робочих майданчиків на ТНБ?
4. Опишіть алгоритм розширення майданчиків на ТНБ.
5. Як визначається сумарний час розносу тимчасового борту?
6. Навіщо потрібно прагнути до збільшення інтенсивності відпрацювання ТНБ?
7. Що характеризує коефіцієнт суміщення K_c ?
8. Від чого залежить конструкція тимчасового борту та інтенсивність його відпрацювання?
9. Які схеми відновлення робіт є найбільш раціональними при сучасному оснащенні?

Практична робота №21

Складання проектної кошторисної документації за допомогою ПЗ «Кошторис 8»

Короткі теоретичні відомості

Для навчання здобувачів вищої освіти практичним аспектам кошторисної справи Університету була надана повноцінна корпоративна версія програмного забезпечення «Будівельні технології: Кошторис 8». Програма «Будівельні Технології: Кошторис 8» призначена для автоматизації розрахунку та перевірки кошторисної документації на об'єкти будівництва відповідно до вимог чинних нормативних документів, зокрема «Настанови з визначення вартості будівництва». Кошторисна нормативна база програми включає ресурсні елементні кошторисні норми, що діють в Україні, на будівельні, ремонтні, пусконаладжувальні та інші спеціальні види робіт, а також поточні ціни на будівельні матеріали, обладнання, машини та механізми, які щоквартально оновлюються розробником.

Кошторис 8 працює на віддаленому сервері. Запуск програми відбувається через наданий розробником ТОВ «Computer Logic Group» файл-ключ. Після запуску відкривається головне вікно програми (рис. 21.1).

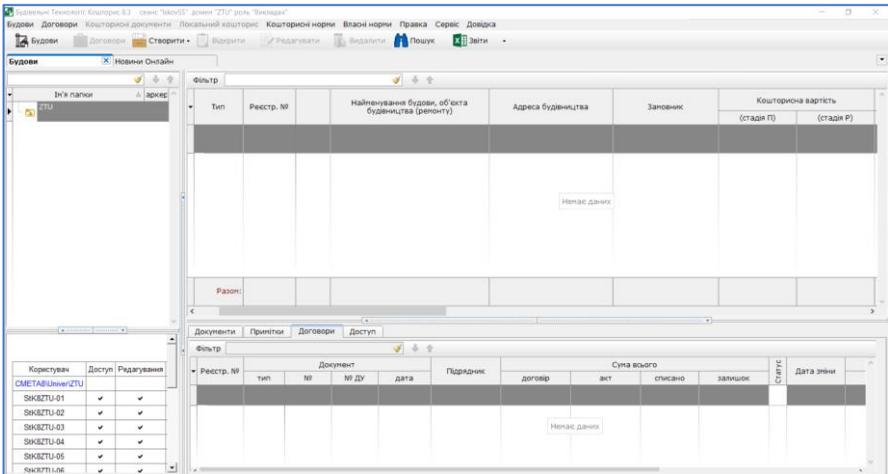


Рис. 21.1. Головне вікно програми «Кошторис 8»

Для роботи потрібно створити робочу папку. На списку папок натискаємо праву кнопку миші і вибираємо «*Створити папку*» (рис. 21.2, а). Вводимо її

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 86

назву і натискаємо кнопку «**Застосувати**» (рис. 21.2, б). За замовчуванням ця папка доступна лише її «власнику» (користувачу, який її створив).

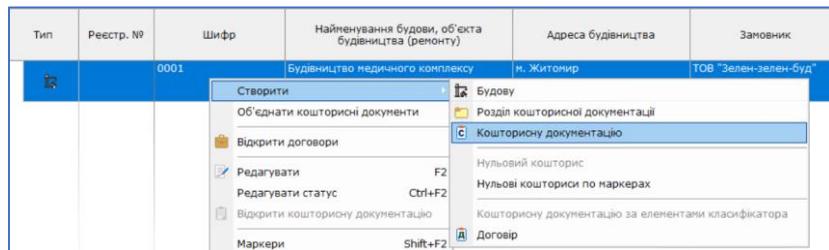
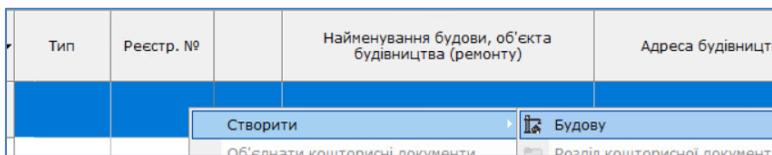
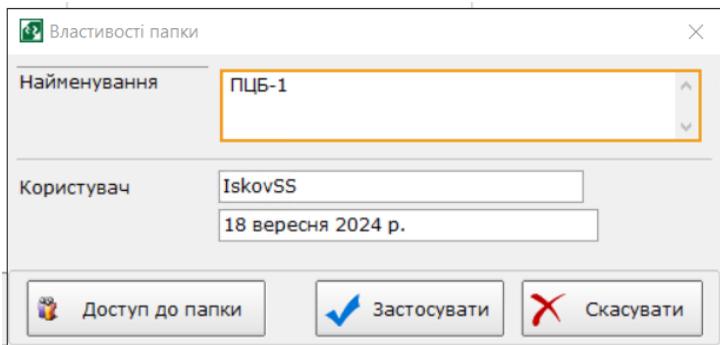
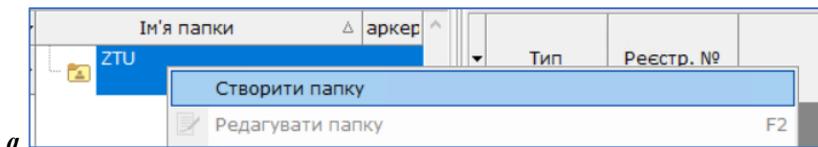


Рис. 21.2. Створення робочих папок, будов і кошторисних документів

Далі потрібно створити «Будову». Це можна зробити різними способами, наприклад, натиснути праву кнопку миші на правій частині вікна програми і вибрати з контекстного меню «**Створити**» - «**Будову**» (рис. 21.2, в). Після цього на екрані з'явиться вікно «**Інформація про будову**», у якому потрібно вказати шифр об'єкта будівництва (визначається організацією), назву об'єкта та адресу. Також можна вибрати замовника та генпідрядника.

Для будови можна як створювати кошторисні документи самостійно (один або декілька, наприклад, натиснути праву кнопку миші на будові і вибрати з контекстного меню «**Створити**» - «**Кошторисну документацію**» (рис. 21.2, з)), так і додавати (імпортувати) кошторисні документи, створені іншими особами. Додана кошторисна документація відображається з піктограмою  (рис.21.3). У нижній частині вікна у вкладці «**Документи**» є можливість прикріплювати будь-які документи по будівниці, потрібні під час розробки кошторисної документації (наприклад, пояснювальні записки, креслення, календарні плани робіт, прайси цін, листування з замовником тощо), це дозволяє їх швидко і зручно відкрити для використання, а не довго шукати на комп'ютері. У вкладці «**Примітки**» зручно додавати примітки до будов і кошторисної документації, їх можуть також додавати і переглядати колеги, яким наданий доступ до будови та кошторисної документації.

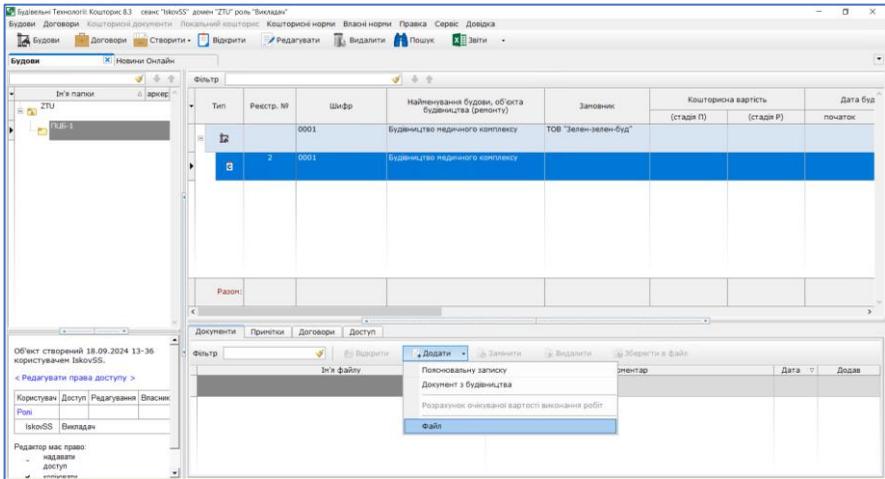


Рис. 21.3. Відображення «Кошторисна документація» на вкладці «Будови»

Перед тим як додавати кошториси, рекомендується виконати налаштування зведеного кошторисного розрахунку, хоча налаштування можна виконати і пізніше.

На вкладці «**Будова**» вікна «**Налаштування кошторисної документації**» (рис. 21.4) верхня частина даних (шифр, найменування, адреса, замовник, генпідрядник, проектувальник) недоступна для редагування у цьому вікні, їх редагування можливе лише при редагування кошторисної документації та будови на основній вкладці «**Будови**». «**Вид об'єкту**» буде впливати на склад інших витрат. При роботі за «**Настановою з визначення вартості будівництва**» вибираються або «**Об'єкти виробничого призначення**» або «**Об'єкти житлово-цивільного призначення**». Справа вибирається «**Вид**

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 88

будівництва», він залежить від виду об'єкту і впливає на застосування коефіцієнтів. «Клас наслідків» також впливає на значення інших витрат, кошторисний прибуток, адміністративні витрати.

Налаштування кошторисної документації

Будова Кошторисна документація ЗВВ Ціни КНБ Зворотні суми Округлення Оподаткування

Шифр 0001

Найменування Будівництво медичного комплексу Адреса м. Житомир

Замовник ТОВ "Зелен-зелен-буд"

Генпідрядник Невизначений

Проектувальник

Вид об'єкту

- Об'єкти виробничого призначення
- Об'єкти житлово-цивільного призначення
- Об'єкти бази будівельної індустрії
- Об'єкти вугледобувної промисловості
- Об'єкти уранодобувної промисловості
- Автомобільні дороги і мости
- Об'єкти залізничного транспорту
- Об'єкти ЖКГ
- Інші об'єкти та інженерні споруди

Вид будівництва

- Нове будівництво
- Ремонт
- Утримання
- Ліквідація
- Реконструкція

Клас наслідків Не визначено

Застосувати Скасувати

Рис. 21.4. Вікно «Налаштування кошторисної документації», вкладка «Будова»

На вкладці «Кошторисна документація» вікна «Налаштування кошторисної документації» (рис. 21.5) в першу чергу вибирається методика розрахунку. З 1.11.2021 р. всі кошторисні розрахунки виконуються виключно за «Настановою», а при виконанні робіт для Укравтодору використовується «Методика Укравтодору».

Також на цій вкладці можна уточнити назву об'єкта будівництва (за замовчуванням відображається назва, введена на основній вкладці «Будови»), номер зведеного кошторисного розрахунку, вказати число та дату затвердженого документа, назва затверджуючої організації (внести вручну або, натиснувши ... в кінці поля, вибрати з вікна контрагентів). Ця інформація використовується програмою під час друку зведеного кошторисного розрахунку. Також можна вибрати склад глав. При встановленій опції «Автоматична нумерація кошторисів» нумерація об'єктних та локальних кошторисів буде здійснюватися автоматично.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 89

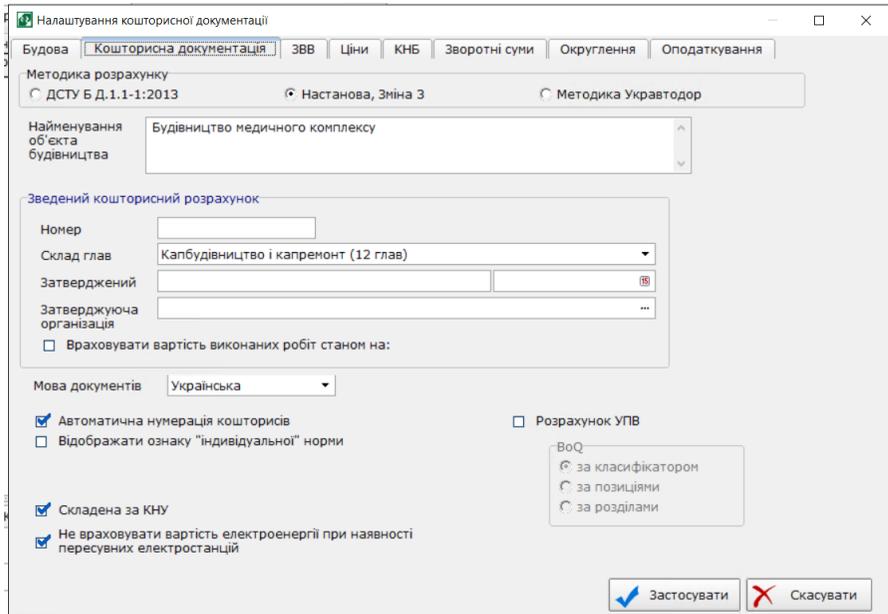


Рис. 21.5. Вікно «Налаштування кошторисної документації», вкладка «Кошторисна документація»

Для того, щоб додати кошториси (об'єктний або локальний), потрібно на виділеній кошторисній документації натиснути праву кнопку миші, вибрати у контекстному меню «Додати» і обрати той кошторис, який потрібно додати (рис. 21.6).

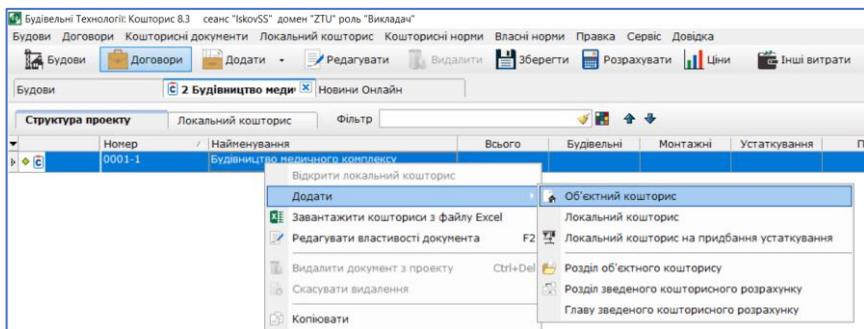


Рис. 21.6. Додавання кошторису

Щоб відкрити локальний кошторис, потрібно вибрати його, викликати праву кнопкою миші контекстне меню і натиснути на «Відкрити локальний

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 90

кошторис». Однак найбільш швидкий спосіб – двічі натиснути мишкою на назві локального кошторису.

На вкладці «**Локальний кошторис**» відображаються позиції локального кошторису – розділи та кошторисні норми, по кожній з яких наведені порядковий номер, шифр, найменування, одиниця виміру, обсяг робіт та вартість кошторисної норми на одиницю виміру та обсяг робіт: прямі витрати, заробітна плата, вартість експлуатації машин та механізмів, вартість матеріалів, трудомісткість тощо. Повноту виведення і порядок відображення інформації по нормам можна редагувати.

Всі кошторисні норми у локальному кошторисі повинні знаходитись у якомусь розділі або підрозділі. Саме тому складання локального кошторису рекомендують починати саме з додавання розділів і підрозділів, хоча це можна виконати і пізніше.

Щоб додати окрему кошторисну норму до кошторису, потрібно вибрати цю норму і натиснути або піктограму «**Додати до кошторису**» у верхній частині програми або викликати контекстне меню правою кнопкою миші та вибрати пункт меню «**Додати до кошторису**» (рис. 21.7). Якщо такої піктограми немає або відповідний пункт меню неактивний, то це означає, що локальний кошторис не відкритий.

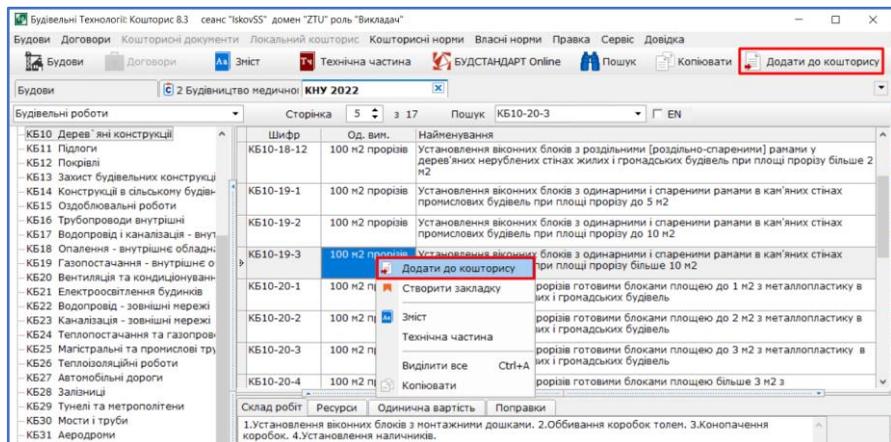


Рис. 21.7. Способи додавання окремої кошторисної норми до кошторису

Кошторисна норма з'явилась у локальному кошторисі. Можна додати декілька норм одночасно. Для кожної норми потрібно встановити «**Обсяг**», який задається замовником у Відомості обсягів робіт. Після введення обсягів робіт навпроти норми відображається загальна вартість робіт для вказаного обсягу (рис. 21.8). Витрати на 1 одиницю вимірювання можна подивитися у нижній частині вікна програми.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 92

Різні коефіцієнти у кошторисній документації використовуються для врахування впливу умов виконання будівельних робіт. Коефіцієнти можна враховувати

- на рівні всього проекту – тоді вони будуть застосовані до всіх кошторисів та норм-розцінок, з яких він складається;
- на рівні окремого об'єктного кошторису – тоді вони будуть застосовані до всіх локальних кошторисів, які в нього входять;
- на рівні окремого локального кошторису – тоді вони будуть застосовані до всіх норм-розцінок, з яких він складається;
- на рівні окремої розцінки.

Встановлювати коефіцієнти можна у спеціальному вікні «**Коефіцієнти**». Щоб встановити коефіцієнти для всього проекту (зведеного кошторисного розрахунку) або для окремого об'єктного чи локального кошторису, потрібно вибрати цей кошторис та, наприклад, натиснути команди верхнього меню «**Кошторисні документи**» – «**Коефіцієнти**».

Коефіцієнти, які застосовуються до окремих розцінок і враховують певні специфічні відмінності у виконанні роботи, називаються поправками. Їх значення наводяться у технічних частинах до збірників КНУ РЕКН. Щоб відкрити вікно «**Список нормативних поправок**» по потрібній розцінці, потрібно вибрати цю розцінку, у нижній частині вікна вибрати вкладку «**Поправки**» і натиснути на «**Редагувати**».

Розлогіше дізнатися про порядок складання кошторисної документації та отримати практичні навички з використання спеціалізованого програмного забезпечення «Кошторис 8» при складанні кошторисів і зведених кошторисних розрахунків можна у вибірковій навчальній дисципліні «Кошторисна справа у будівництві».

Завдання

Відкрити «Кошторис 8», розглянути функціонал програми. Створити папку, будову, кошторисну документацію. Здійснити пошук кошторисних норм. Додати декілька розцінок, задати для них обсяги, коефіцієнти і поправки.

Питання для самоконтролю

1. За яким нормативним документом розраховується кошторисна вартість будівництва в Україні?
2. Як додати «Локальний кошторис»?
3. Як додати нову позицію в кошторис?
4. Для чого використовуються коефіцієнти у кошторисній документації?
5. Як врахувати коефіцієнти в програмі?
6. Що таке «Зведений кошторисний розрахунок»?
7. Як вивести кошторис на друк або експорт?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 93

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Порядок надання спеціальних дозволів на користування надрами, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 30 травня 2011 р. № 615 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 19 лютого 2020 р. № 124) [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/615-2011-%D0%BF#Text>.
2. Порядок аукціону (електронних торгів) з продажу спеціального дозволу на користування надрами, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 23 вересня 2020 р. № 993 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/993-2020-%D0%BF#Text>.
3. Кодекс України про надра: Закон України № 132/94-ВР від 27 липня 1994 року [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94-%D0%B2%D1%80#Text>.
4. ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво», затверджені Наказом Мінрегіону України від 04.06.2014 р. № 163 [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3192355188719486804.
5. Порядок розроблення проектної документації на будівництво об'єктів, затверджений Наказом Мінрегіону України 16.05.2011 р. № 45 (у редакції наказу Мінрегіону України від 23.03.2012 р. № 122) [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0651-11#n17>.
6. Методичні рекомендації щодо складання завдання на проектування для реконструкції будівель закладів загальної середньої освіти, що постраждали внаслідок збройної агресії російської федерації, розроблені на замовлення Державного агентства відновлення та розвитку інфраструктури України експертною групою проекту GIZ у 2024 р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://livingplanet.org.ua/images/2024/methodological-guidelines.pdf>.
7. Пінковський Г.С. Організація і технологія проектування шахт: моногр. / Г.С. Пінковський. – Д. : Національний гірничий університет, 2013. – 600 с.
8. Бакка М.Т. Основи проектування гірничих підприємств : Лабораторний практикум / М.Т. Бакка , С.С. Іськов. – Житомир: РВВ ЖДТУ, 2006. – 173 с.
9. Бизов В.Ф. Проектування гірничих підприємств. Т. XIV. Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком “Гірництво” / В.Ф. Бизов. – Кривий Ріг: Мінерал, 2003. – 341 с.
10. 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. / Голярчук М.Г., Квітка В.І., Воробйов А.І., Куроченко В.М., Нусінов В.Я., Пижик М.М., Римарчук Б.І., Шапар А.Г. - Кривий Ріг: «Мінерал». -2007.- 279 с.
11. ДБН А.2.2-3:2014 "Склад та зміст проектної документації на будівництво". – К. : Мінрегіон України, 2014. – 33 с.
12. Положення про проектування гірничодобувних підприємств України та визначення запасів корисних копалин за ступенем підготовленості до видобування (Затверджено наказом Міністерства промислової політики України від 7 травня 2004 р. N 221). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0846-04#Text>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 94

Додаток 1

Затверджено:

Погоджено:

Директор _____

Директор _____

ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ

По об'єкту : « _____ »

№ з/п	Перелік основних вихідних даних та вимог	Основні вихідні дані та вимоги
1	Назва та місцезнаходження об'єкту	
2	Підстава для проектування	
3	Вид будівництва	
4	Дані про інвестора	
5	Дані про замовника	
6	Джерело фінансування	
7	Необхідність розрахунків ефективності інвестицій на основі варіантного проектування.	
8	Дані про генерального проектувальника	
9	Стадійність проектування з визначенням затверджуваної стадії (визначається спільно замовником та проектувальником).	
10	Дані про інженерні вишукування	
11	Дані про особливі умови будівництва (сейсмічність, просадні ґрунти, підроблювані і підтоплювані території тощо)	
12	Основні архітектурно-планувальні вимоги і характеристики запроєктованого об'єкта.	
13	Черговість будівництва, необхідність виділення пускових комплексів	
14	Клас наслідків (відповідальності) та розрахунковий строк експлуатації об'єкта, основних конструктивних і технологічних рішень	
15	Основні вимоги до конструктивних рішень, матеріалів, несучих і огорожувальних конструкцій та оздоблення будівель і споруд	
16	Вимоги щодо інженерного забезпечення (опалення, вентиляція теплопостачання, електропостачання)	
17	Вказівки про необхідність: 1) розроблення індивідуальних технічних	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 95

	<p>вимог;</p> <p>2) розроблення окремих проектних рішень в декількох варіантах і на конкурсних засадах;</p> <p>3) попередніх погоджень проектних рішень;</p> <p>4) виконання демонстраційних матеріалів, макетів, креслень інтер'єрів, їх склад та форма;</p> <p>5) виконання науково-дослідних та дослідно-експериментальних робіт у процесі проектування і будівництва, науково-технічного супроводу технічного захисту інформації;</p> <p>6) технічного захисту інформації;</p> <p>7) опису процедур обміну інформацією між учасниками проектування та будівництва, технології створення; складу та змісту вимог щодо інформаційних моделей проекту та правил інформаційного моделювання</p>	
18	Потужність або характеристика об'єкта, виробнича програма	
19	Вимоги до благоустрою майданчика	
20	Вимоги до інженерного захисту територій і об'єктів	
21	Вимоги щодо розроблення розділу «Оцінка впливів на навколишнє середовище» з урахуванням оцінки впливу на довкілля	
22	Вимоги з енергозбереження та енергоефективності	
23	Дані про технології і (або) науково-дослідні роботи, які пропонує застосувати замовник	
24	Вимоги до режиму безпеки та охорони праці.	
25	Вимоги щодо розроблення розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту	
26	Вимоги до систем протипожежного захисту об'єкту	
27	Вимоги до розроблення спеціальних заходів.	
28	Призначення нежитлових поверхів	
29	Перелік будинків та споруд, що проектуються у складі комплексу	
30	Вимоги до кошторисів	
31	Передавання проектної документації Замовнику	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 96

Додаток 2

ПРИКЛАД

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Генеральний директор виробничого об'єднання «Добропіллявугілля»

Директор _____

ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ
по об'єкту : «Шахта «Алмазна» виробничого об'єднання
«Добропіллявугілля»

№ з/п	Перелік основних вихідних даних та вимог	Основні вихідні дані та вимоги
1	Назва та місцезнаходження об'єкту	Шахта «Алмазна» виробничого об'єднання «Добропіллявугілля» м. Добропілля Донецької області
2	Підстава для проектування	1. Програма розвитку виробничого об'єднання «Добропіллявугілля»; 2. Техніко-економічне обґрунтування доцільності реконструкції шахти
3	Вид будівництва	Реконструкція шахти зі збільшенням виробничої потужності
4	Виробнича потужність підприємства: а) фактична (на момент затвердження завдання) б) після реконструкції	1100 тис т/рік 1500 тис т/рік
5	Режим роботи шахти	300 робочих днів
6	Вихідні дані про розвідані і затверджені запаси вугілля	Геологічний звіт дорозвідки поля шахти «Алмазна» (протокол № 7355 від 05.03.2002 р. Балансові запаси в шахтному полі на 01.01.2003р - 105,8 млн. тон
7	Споживачі вугільної продукції	Вугілля марки Г і ГЖ після збагачення постачається на електростанції та коксохімзаводи
8	Технічні рішення стосовно реконструкції для забезпечення підвищення виробничої потужності шахти	1. Запроектувати новий ствол до горизонту 550 метрів: а) виконати оснастку ствола і застосувати устаткування, яке забезпечило б середньомісячні темпи його спорудження ствола не менше 75 метрів; б) проробити варіант крім вентиляційного ствола видачу з шахти породи та спуск в шахту матеріалів, устаткування та довгомірних вантажів (труб, рейок). 2. Розробити інженерні рішення щодо модернізації системи підземного транспорту з використанням

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 97

		системи пакетно-контейнерної доставки вантажів (система «ПАКОД»).
		3. Для очисних і підготовчих робіт застосувати сучасні видобувні комплекси та прохідницькі комбайни.
		4. Одночасно з роботою шахти за графіком реконструювати технологічний комплекс головного ствола.
9	Період реконструкції підприємства	Початок реконструкції - 05.2003 р. Кінець реконструкції - 10.2006 р.
10	Техніко-економічні показники	Визначаються проектом, але не повинні бути нижчими від уже досягнутих шахтою
11	Строк освоєння проектної потужності шахти	Визначається бізнес-планом, який розробляється одночасно з проектом реконструкції шахт
12	Охорона довкілля	У проекті розробити розділ, що містить оцінку впливу діяльності шахти на довкілля (ОВНС). В проекті передбачити створення протифільтрових завіс
13	Умови очистки та скидання стічної і шахтної води	1. Реконструювати очистку шахтної води 2. Запроектувати колектор скидання стічної води
14	Рекультивация порушених гірничими роботами орних земель та відбудова сільськогосподарських будівель	У проекті розробити розділи: а) рекультивация порушеної гірничими роботами орної землі; б) ремонт і відновлення деформованих гірничими роботами сільськогосподарських будівель
15	Варіанти розробки проекту	Не передбачаються
16	Черги введення в дію реконструйованого підприємства	Об'єкт вводиться в дію в повному обсязі
17	Обсяг капітальних вкладень на реконструкцію шахти	Визначається проектом
18	Стадійність проектування	перша стадія – проект реконструкції шахти; друга стадія - оформлення робочої документації.
19	Додаткові вимоги	Виконати макет реконструкції технологічного комплексу головного ствола
20	Найменування генеральної проектної організації	ДВАТ «Інститут «Дніпродіпрошахт»
21	Найменування генеральної будівельної організації	Трест «Добропіллявуглебуд»
22	Вихідні дані, які надаються замовником генеральній проектній організації	Згідно з додатком до завдання на розробку проекту та договору
23	Особливі вимоги замовника	Проектна документація випускається на паперових і електронних носіях

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 100 / 98

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
Практична робота №1 Вивчення порядку отримання спецдозволів та проведення аукціонів	4
Практична робота №2 Завдання на проектування: зміст і порядок складання 8	
Практична робота №3 Задачі на визначення глибини та коефіцієнтів розкриву	11
Практична робота №4 Динамічне програмування при вирішенні гірничо-економічних задач	16
Практична робота №5 Лінійне програмування при вирішенні гірничо-економічних задач	18
Практична робота №6 Визначення терміну окупності капітальних вкладень методом варіантів	21
Практична робота №7 Вибір раціональної моделі автотранспорту методом варіантів	23
Практична робота №8 Закони формування робочої зони кар'єру	25
Практична робота №9 Визначення швидкості посування робочих уступів та швидкості поглиблення кар'єру	30
Практична робота №10 Визначення кутів укусу бортів кар'єру в кінцевому положенні	35
Практична робота №11 Аналітичні методи визначення кінцевих контурів кар'єру	46
Практична робота №12 Визначення кінцевих контурів кар'єру для похилих і крутих покладів	50
Практична робота №13 Дослідження режиму гірничих робіт для похилих і крутих покладів	53
Практична робота №14 Геометричний аналіз кар'єру для горизонтальних і пологих покладів	55

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 99

Практична робота №15 Геометричний аналіз кар'єру за погоризонтними планами (метод Арсентьєва)	57
Практична робота №16 Лінійний метод гірничо-геометричного аналізу родовищ (метод Аністратова)	62
Практична робота №17 Параметри і конструкція капітальних траншей	65
Практична робота №18 Організація гірничих робіт при розкритті кар'єру ...	71
Практична робота №19 Розробка родовищ етапами. Розрахунок параметрів етапу	76
Практична робота №20 Порядок розвитку гірничих робіт на тимчасово-неробочому борті при розширенні вузьких робочих майданчиків	82
Практична робота №21 Складання проектної кошторисної документації за допомогою ПЗ «Кошторис 8»	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	93
Додаток 1	94
Додаток 2	96

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 100 / 100

ІСЬКОВ Сергій Станіславович

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання курсового проекту
з навчальної дисципліни

«ПРОЕКТУВАННЯ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 184 «Гірництво»
(G16 «Гірництво та нафтогазові технології»)
освітньо-професійна програма «Гірництво»
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра маркшейдерії

Рецензенти: Котенко В.В.
Шлапак В.О.

Електронне видання. Формат 30×42 / 4. Гарнітура Times New Roman.
Умов. друк. акр. 5,94. Обл. вид. арк. 6,25.

Державний університет «Житомирська політехніка»
10005, Житомир, вул. Чуднівська, 103
<https://ztu.edu.ua>