Міністерство Освіти України
Криворізький Технічний Університет

Ковальчук Віктор Анатолійович

УДК 622.271.3:553.3

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ КОНЦЕНТРАЦІЇ ГІРНИЧИХ РОБІТ В ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР'ЄРАХ

Спеціальність 05.15.03 - «Відкрита розробка родовищ корисних копалин»

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Кривий Ріг -1997

Дисерта

Робота виконана в Науково-дослідному гірничорудному інституті (НДГРІ) Міністерства промислової політики України

Науковий консультант - доктор технічних наук, професор **БЛИЗНЮКОВ ВІКТОР ГРИГОРОВИЧ**, Науково-дослідний гірничорудний інститут, директор

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор **МИХАЙЛОВ ОЛЕКСІЙ МИХАЙЛОВИЧ**, Криворізький технічний університет, професор кафедри

доктор технічних наук, професор **ДРИЖЕНКО АНАТОЛІЙ ЮР'ЄВИЧ**, Національна гірнича академія України, професор кафедри

доктор технічних наук, професор **ЧЕТВЕРИК МИХАЙЛО СЕРГІЙОВИЧ**, інститут геотехнічної механіки НАН України, зав.відділом

Провідна організація - Інститут проблем природокористування та екології НАН України, м.Дніпропетровськ

Захист відбудеться "12" березня 1998 р.
о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 09.052.02 при Криворізькому технічному університеті за адресою: 324002, м.Кривий Ріг, вул. Пушкіна, 37.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Криворізького технічного університету (324002, м. Кривий Ріг, вул. Пушкіна,37)

Автореферат розіслано "10" лютого 1998 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої
ради , професор Г.Т. Фаустов

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Стабілізація та подальший розвиток економіки України визначається рівнем розвитку її базових галузей, центральне місце серед яких посідає гірничорудна промисловість. Потенціал та існуюча інфраструктура гірничозбагачувального виробництва спроможні забезпечити споживачів залізовмісткою товарною продукцією як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Проте, стан сировинної бази більшості гірничовидобувних підприємств залишається надто складним і потребує великих витрат на її підтримку.

В таких умовах виконання виробничих програм гірничозбагачувальних підприємств стає проблематичним навіть при значному скороченні за останні роки обсягу видобування сирої руди та виробництва залізовмісткої товарної продукції. Зважаючи на неблагополучний стан сировинної бази комбінатів, Концепцією розвитку гірничо-металургійного комплексу України до 2010 року визначені основні напрямки його збалансованого розвитку, з урахуванням тенденцій змінення внутрішнього та зовнішнього ринків металопродукції та сформульовані основні перспективні завдання гірничорудної промисловості. Найважливішою з них є підтримання кар'єрів у працездатному стані в умовах зменшення обсягів видобування руди.

Аналіз діючих проектів на розробку родовищ, досвіду експлуатації залізорудних кар'єрів та наукових досліджень в галузі планування режиму гірничих робіт і проектування параметрів системи розробки показав, що ефективність розробки родовищ відкритим способом на сучасному етапі в значній мірі залежить від ступеня концентрації гірничих робіт як в окре-

мому кар'єрі, так і гірничовидобувному регіоні в цілому.

Значне зниження продуктивності діючих кар'єрів зумовило велику розосередженість гірничих робіт у кар'єрному просторі і погіршення техніко-економічних показників розробки. Підвищити ефективність роботи кар'єрів в таких умовах можливо шляхом концентрації гірничих робіт на пріоритетних ділянках з створенням працездатних параметрів системи розробки.

Концентрація, як "інструмент" управління режимом гірничих робіт в кар'єрі, повинна грунтуватися на комплексному урахуванні гірничо-геологічних, технологічних та еколого-економічних факторів розробки родовищ. Установлення взаємозв'язків між цими факторами при розробці оптимальних параметрів концентрації, необхідно розглядати як невід'ємну частину суцільного наукового уявлення про дану проблему.

При експлуатації глибоких кар'єрів виникає цілий ряд непередбачених проектами змін в порядку формування робочої зони через порушення первісних параметрів системи розробки та зміни ступеня забезпеченості кар'єрів готовими до виймання запасами гірничої маси. В цих умовах продуктивність кар'єру по гірничій масі і параметри системи розробки залежать від просторового напрямку концентрації гірничих робіт в кар'єрному полі і набувають значення параметрів концентрації. При цьому вони виступають як мета планування і спрямовані не тільки на підтримання кар'єрів в працездатному стані та покращення техніко-економічних показників розробки родовищ, але і на удосконалення методології проектування та реконструкції кар'єрів.

Таким чином, розробка теорії і методів визначення параметрів концентрації гірничих робіт в кар'єрах в сучасних

умовах розробки родовищ є досить важливою науковою проблемою

Мета роботи - розробка теорії і методів визначення параметрів концентрації гірничих робіт в кар'єрах, які забезпечують підвищення ефективності експлуатації родовищ в умовах змінювання потреби металургії у залізорудній сировині.

Основна ідея роботи полягає у використанні оптимальних параметрів концентрації для ефективного керування розвитком та режимом гірничих робіт в глибоких кар'єрах.

Наукові положення, які захищаються в роботі:

1. Забезпеченість кар'єру запасами гірничої маси, готовими до виймання, є величина змінна, яка залежить від умов залягання рудного тіла, якості руди в запасах, а також ступеня непідтвердження геолого-технологічних показників розробки і має оптимальний рівень на кожному етапі розробки родовища.

2. Оптимальна забезпеченість кар'єру запасами гірничої маси, готовими до виймання, визначає істинний обсяг заборгованості по розкриву і раціональні параметри концентрації гірничих робіт в кожному періоді ліквідації заборгованості кар'єру по розкривним роботам.

3. Урахування взаємозв'язку параметрів концентрації гірничих робіт на основі їх оптимізації як на ділянках кар'єрного поля, так і поміж кар'єрами, забезпечує підвищення ефективності роботи промислового регіону з однотипними видами корисних копалин.

4. Формування та змінення структури гірничо-збагачувального комплексу в регіоні повинно визначатися на основі оптимізації параметрів концентрації гірничого виробництва та антропогенного навантаження його об'єктів на навколишнє середовище.

Наукова новизна результатів роботи полягає в:

- установленні основних закономірностей змінювання параметрів концентрації гірничих робіт в різних гірничо-геологічних умовах розробки і їх вплив на напрямок розвитку та режим гірничих робіт в кар'єрі;

- створенні методологічних основ визначення часу і порядку переходу на концентрацію гірничих робіт з внутрішньокар'єрним відвалоутворенням;

- дослідженні та теоретичному обгрунтуванні параметрів концентрації гірничих робіт в умовах заборгованості кар'єрів по розкриву і зниження продуктивності по руді;

- розробці основ теорії і методів керування параметрами концентрації гірничих робіт в кар'єрі в умовах можливого непідтвердження геолого-технологічних показників розробки родовищ;

- установленні впливу параметрів концентрації гірничих робіт на еколого-економічні показники розробки родовищ і гірничорудного виробництва в цілому.

Методи досліджень. Методологічно робота базується на використанні узагальнення результатів досліджень в галузях оцінки та регулювання режиму гірничих робіт, обгрунтування напрямку поглиблення і параметрів системи розробки кар'єру. В роботі широко використані аналітичний і графоаналітичний методи аналізу кар'єрних полів. Для оцінки ефективності рішень, які приймаються, використані методи економічного аналізу.

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій роботи підтверджується:

- застосуванням широко апробованих в практиці проектування методів гірничо-геометричного аналізу кар'єрних полів;

- збіжністю аналітичних висновків і розрахункових параметрів концентрації з фактичними результатами діяльності ГЗКів;

- наступністю розроблених методів і критеріїв оцінки проектних та технологічних рішень з методами і критеріями, які широко зарекомендували себе у вітчизняній та зарубіжній практиці;

- матеріалами впровадження розроблених методів і практичних рекомендацій на гірничих підприємствах та в проектних установах.

Наукове значення роботи полягає в розробці теорії і методів визначення параметрів концентрації гірничих робіт в глибоких кар'єрах на основі комплексного та системного урахування гірничо-геологічних, технологічних і еколого-економічних чинників, які розвивають сучасні уявлення про планування гірничих робіт та проектування кар'єрів.

Практична цінність роботи полягає в застосуванні теорії і методів для оцінки ефективності проектів та технологічних рішень. Розроблені методи забезпечують:

- установлення ступеня забезпеченості кар'єру готовими до виймання запасами гірничої маси і параметрів системи розробки в умовах можливого непідтвердження геолого-технологічних показників розробки та скорочення обсягів видобування руди;

- визначення напрямку розвитку гірничих робіт в глибоких кар'єрах з внутрішнім відвалоутворенням;

- розробку календарних планів розкривних робіт, які забезпечують працездатність кар'єрів в період ліквідації заборгованості по розкриву;

- установлення продуктивності гірничозбагачувальних

комбінатів з урахуванням потреби металургії в залізорудній сировині і їх шкідливого діяння на навколишнє середовище.

Декларація про особистий внесок в розробку наукових результатів, які виносяться на захист:

- розроблені методи оцінки і визначення взаємозв'зків гірничо-геологічних умов розробки і параметрів концентрації та їх сумісного впливу на режим гірничих робіт в кар'єрі;

- створена методологія визначення етапів і параметрів концентрації гірничих робіт в кар'єрах з внутрішнім відвалоутворенням;

- розроблені теоретичні положення визначення параметрів концентрації і режиму гірничих робіт в умовах заборгованості кар'єрів по розкриву та можливого непідтвердження геолого-технологічних показників розробки родовищ;

- розроблені критерій еколого-економічної оцінки і методика визначення параметрів концентрації гірничорудного виробництва в регіоні.

Реалізація роботи. Основні положення роботи використані при розробці Програми розвитку і реконструкції гірничорудної промисловості України до 2000 р. Середньорічний очікуваний економічний ефект від впровадження параметрів концентрації гірничих робіт і виробництва залізовмістної товарної продукції на ГЗКах України складає 16,2 млн. грн.

Окремі положення роботи знайшли застосування при розробці проектів реконструкції Кайєрканського вугільного розрізу НГМК і Коломоєвського гранітного кар'єру ВО "Дніпронерудпром", при вивченні курсу "Проектування, будівництво та реконструкція кар'єрів" студентами спеціальності 0905 Криворізького технічного університету.

Апробація роботи. Основні положення дисертації доповi-

дались на щорічних науково-технічних конференціях КТУ (1988-1990 рр.); Всесоюзній науково-практичній конференції "Проблеми розробки глибоких кар'єрів та шляхи їх вирішення" (м.Кривий Ріг, 1987 р.); науково-практичній конференції "Комплексне і раціональне освоєння залізорудних родовищ та охорона природи" (м.Губкін, 1990 р.); Міжнародній конференції "Екологія та здоров'я людини. Охорона повітряного та водного басейну" (Крим, 1995 р.); нараді "Удосконалювання роботи комплексів ЦПТ в кар'єрах" (м.Кривий Ріг, 1996 р.); Міжнародній науково-практичній конференції "Проблеми екологічної безпеки та керованого контролю динамічних природоохоронних систем" (м.Львів, 1996 р.); засіданнях науково-технічної і Вченої Ради НДГРІ (1994-1995 рр.); технічних нарадах гірничовидобувних підприємств і проектних інститутів.

Публікації. По темі дисертації опубліковано 32 роботи, в тому числі 2 винаходи.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, шести глав, висновку, списку використаної літератури з 125 найменувань, додатка, викладена на 324 сторінках машинописного тексту, містить 58 таблиць і 58 малюнків.

Автор висловлює глибоку вдячність академіку АГН України, професору Близнюкову Віктору Григоровичу за наукові консультації, постійну підтримку та допомогу при підготовці дисертації, а також співробітникам НДГРІ і кафедри "Відкриті гірничі роботи" КТУ за допомогу в проведенні наукових досліджень.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Одним з найбільш ефективних шляхів вирішення поставлених перед гірничорудною промисловістю завдань є концентрація гірничих робіт як в окремих кар'єрах, так і концентрація гірничорудного виробництва в цілому.

Під концентрацією виробництва розуміють процес укрупнювання виробничих одиниць, який дає можливість зосереджувати виробництво на меншому числі підприємств і підрозділів більшої потужності. Концентрація виробництва супроводжує науково-технічний прогрес, вигідна економічно і являє собою один з найважливіших напрямків підвищення ефективності виробництва. Концентрація виробництва дає значний економічний ефект, є багатоваріантною задачею на відшукання оптимуму. В гірничий справі ця задача спрямована на визначення оптимальної потужності кар'єру (комбінату) та найвигідніших параметрів концентрації.

Концентрація гірничих робіт переслідує, в основному, цілі їх інтенсифікації шляхом зосередження заданих обсягів видобутку корисної копалини на меншому числі горизонтів, вибоїв і є дійовим інструментом регулювання режиму гірничих робіт. Питання, пов'язані з установленням режиму і напрямку розвитку гірничих робіт, вибором оптимальних параметрів системи розробки при проектуванні і експлуатації діючих кар'єрів, займають одне з провідних місць в гірничій науці.

Значний внесок у методологію керування розвитком гірничих робіт внесли праці академіків АН СРСР М.В.Мельникова, В.В.Ржевського, академіків АГН України В.Г.Близнюкова, В.Ф.Бизова.

Розвитку цього наукового напрямку присвячені роботи ба-

гатьох вчених-гірників: докторів технічних наук Ю.І.Аністратова, О.І.Арсентєва, Ю.П.Астаф'єва, Ж.В.Буніна, Ю.Г.Вілкула, А.Ю.Дриженка, О.М.Михайлова, М.Г.Новожилова, О.О.Пешкова, Е.І.Реєнтовича, І.Б.Табакмана, П.І.Томакова, К.М.Трубецького, В.С.Хохрякова, М.М.Чаплигіна, М.С.Четверика, А.Г.Шапаря, Б.П.Юматова; кандидатів технічних наук М.Д.Бевза, К.А.Кумачова, В.П.Линьова, Б.К.Оводенка, Б.Е.Повного, М.М.Пижика, А.П.Чернова, Л.В.Якубенка та інших.

До теперішнього часу найбільш детально, при установленні режиму гірничих робіт, досліджувалися окремі параметри системи розробки, які регулюються: довжина фронту гірничих робіт, ширина робочої площадки, висота уступу. Окремо, при цьому, стояла проблема визначення оптимальної забезпеченості кар'єру готовими до виймання запасами гірничої маси. Ці параметри, як правило, піддавалися регулюванню в момент переходу від одного експлуатаційного періоду роботи кар'єру до другого і пов'язувалися із зміною обсягів гірничої маси, які видобувалися, з глибиною відробки кар'єру. При цьому в проектах завжди прагнули дотримуватися нормативної забезпеченості кар'єру запасами гірничої маси, готовими до виймання.

В міру того як кар'єри експлуатувалися і зростала їх глибина, параметри системи розробки змінювалися, що обумовило погіршення гірничо-технічних та економічних показників роботи кар'єрів. Разом з тим виникла стійка тенденція до вибування виробничих потужностей та накопичення заборгованості по розкриву.

Очевидно, що в таких умовах підтримання працездатності кар'єрів традиційним шляхом дуже складне, а часто економічно не доцільне. Виходячи з цього, підвищити ефективність роботи кар'єрів можливо шляхом концентрації гірничих робіт на окре-

мих ділянках з створенням працездатних параметрів концентрації.

Згідно викладеному і мети досліджень, в дисертаційній роботі поставлено та вирішено такі завдання:

1. Зробити порівняльну оцінку параметрів та ступеня концентрації гірничих робіт в залізорудних кар'єрах.

2. Установити взаємозв'язок ступеня забезпеченості готовими до виймання запасами руди і собівартості різних видів залізовмісткої продукції на ГЗКах.

3. Дослідити вплив гірничо-геологічних умов розробки родовища на параметри концентрації, напрямок розвитку і режим гірничих робіт в кар'єрі.

4. Установити вплив обсягів заборгованості по розкриву і ступеня непідтвердження геолого-технологічних показників розробки на параметри концентрації гірничих робіт в кар'єрі.

5. Розробити методику визначення оптимальної глибини переходу на концентрацію гірничих робіт з внутрішньокар'єрним відвалоутворенням.

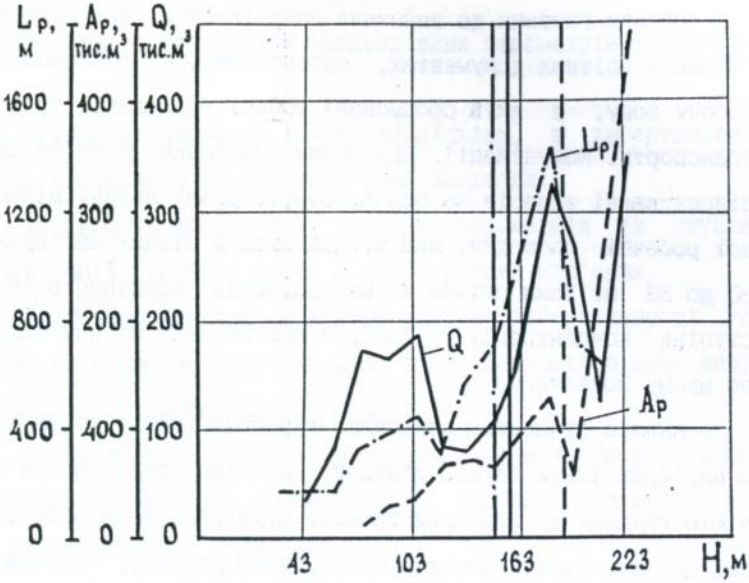
6. Обгрунтувати критерій еколого-економічної оцінки та розробити методику визначення параметрів концентрації гірничорудного виробництва в регіоні.

За роки експлуатації залізорудних кар'єрів Кривбасу значно змінилися параметри системи розробки: зменшилися ширина робочої площадки і забезпеченість кар'єру готовими до виймання запасами руди, а також скоротилася довжина активного рудного фронту робіт. Середньозважена ширина робочої площадки в ка'єрах по руді зменшилася до 20-45 м, по розкриву - до 21-50 м. Забезпеченість кар'єрів готовими до виймання запасами руди зменшилася у 1,5-15 разів і складає 1,3-0,2 міс.

Обсяги готових до виймання запасів руди, які подаються ГЗКами в звітних документах, орієнтовано, в основному, на робочу зону, в якій сформовані робочі площадки, проведені транспортні комунікації. При цьому, на деяких комбінатах при підрахуванні запасів за основу беруть різну ширину мінімальної робочої площадки, яка коливається в різних кар'єрах від 30 до 50 м. Така ситуація не дозволяє однозначно оцінити ступінь концентрації і зробити порівняльну оцінку кар'єрів по цьому показнику.

Аналіз сучасного становища гірничих робіт показує, що в кар'єрах існує багато ділянок, які характеризуються наявністю готових до виймання запасів руди за межами робочої зони, до яких часто немає транспортного доступу, але які потенціально можуть бути залучені у відробку. Для приведення кар'єрів у порівнянний по ступеню концентрації вигляд, розрахунок готових до виймання запасів руди зроблено з умови рівності мінімальної ширини робочої площадки подвійній висоті уступу. Про ступінь концентрації (розосередження) гірничих робіт в кар'єрі можна судити по відповідним змінам з глибиною кар'єра таких параметрів концентрації, як довжина активного рудного фронту L_P, обсяги видобування A_P і готових до виймання запасів руди Q (мал.1).

Аналізуючи одержаний розподіл цих параметрів, необхідно мати на увазі, що глибина кар'єру, на якій зосереджені найбільші запас руди і довжина активного рудного фронту, повинна відповідати глибині з найбільшими обсягами видобування руди. Для кількісної оцінки ступеня такої відповідності проведено розрахунок середньозважених по L_P, Q і A_P значень глибин. На мал.1 розрахункові значення цих глибин подані відповідними вертикальними лініями, а віддаленість їх одна від



Мал.1. Динаміка параметрів концентрації гірничих робіт з глибиною кар'єру

одної характеризує розосередженість гірничих робіт по глибині кар'єру. Кількісно ступінь розосередженості гірничих робіт можна оцінити з виразів

$$K_{O_1} = \frac{\left| H^{A_p} - H^{Q} \right|}{H^{Q}} \quad \text{долі од.,} \quad (1)$$

де H^{A_p}, H^{Q} - середньозважені по обсягам видобування і готовим запасам глибини кар'єру, м.

$$K_{O_2} = \frac{\left| H^{L_p} - H^{Q} \right|}{H^{Q}} \quad \text{долі од.,} \quad (2)$$

де H^{L_p} - середньозважена по довжині активного рудного фронту глибина кар'єру, м.

$$K_{0_3} = \frac{K_{0_1} + K_{0_2}}{2} \quad \text{долі од.} \qquad (3)$$

Очевидно, що значення коефіцієнту K_{0_3}, який відображає взаємозв'язок вищеперерахованих параметрів, буде тим менше, чим більше сконцентровані гірничі роботи і навпаки. Протилежна ступеню концентрації гірничих робіт величина $(1/K_{0_3})$ характеризує ступінь концентрації гірничих робіт в карієрі. Запропонований комплексний показник дозволяє оцінити ступінь концентрації гірничих робіт в будь-яких кар'єрах, а на залізорудних кар'єрах Кривбасу його крайні значення відрізняються більш ніж у три рази.

Параметром, який відображує взаємозв'зок ширини робочої площадки, довжини фронту робіт і продуктивності кар'єру, є ступінь його забезпеченості готовими до виймання запасами руди μ. Крім параметричного взаємозв'язку він відбиває їх економічну сутність. Перевищення або недостача запасів руди в кар'єрі негативно позначається на економічних показниках розробки.

Досвід роботи залізорудних кар'єрів показує, що чинні нормативи по забезпеченості кар'єрів готовими до виймання запасами руди в теперішній час не відображують специфічні гірничо-геологічні та технологічні особливості розробки родовищ. Тому виникла необхідність в дослідженні і оцінці впливу фактичної забезпеченості запасами руди в кар'єрах на собівартість різної залізовмісткої продукції по всьому технологічному ланцюжку комбінатів. Для цього забезпеченість запасами руди в кар'єрі приводять у відповідність з фактичними обсягами видобування на кінець кожного року, що оцінюється. Взаємозв'язок забезпеченості кар'єрів запасами руди та собі-

вартості руди, концентрату і агломерату (обкотишів) за останні 10 років роботи комбінатів апроксимовано квадратичною функцією (мал.2), а розрахункові значення забезпеченості запасами в точках екстремуму наведено у таблиці.

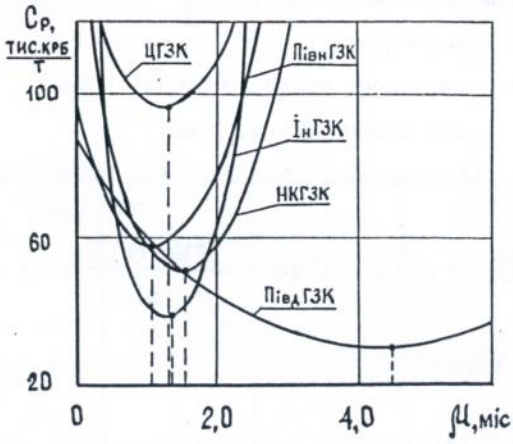
Таблиця

Оптимальні значення забезпеченості кар'єрів ГЗКів Кривбасу запасами руди, готовими до виймання

Вид продукції	Забезпеченість запасами μ, міс.				
	ПівдГЗК	НКГЗК	ЦГЗК	ПівнГЗК	ІнГЗК
руда	4,61	1,6	1,3	1,11	1,38
концентрат	4,69	2,21	0,79	0,86	1,02
агломерат	5,04	2,26	-	-	-
обкотиші	-	-	0,76	0,97	-

Оптимальна ступінь забезпеченості готовими до виймання запасами руди в кар'єрах приймається по більшому із значень, наведених у таблиці, а чинні зараз норми повинні бути переглянуті і адаптовані до конкретних умов розробки кожного родовища.

При визначенні напрямку розвитку гірничих робіт в кар'єрі з установленими параметрами системи розробки та продуктивністю, як правило, не ураховується зміна обсягів, готових до виймання запасів руди. Ця зміна очевидна навіть при простих умовах залягання рудного тіла. Кількість рудних ус-



Мал.2. Залежність собівартості руди від ступеня забезпеченості її запасами в кар'єрах Кривбасу

тупів, в яких зосереджено готовий до виймання запас, як правило, не є цілим числом і залежить від товщини та кута падіння рудного тіла. Обсяг готових до виймання запасів руди в кар'єрі визначається з виразу

$$Q = \Delta B_p \left[n + \frac{(n_p - n) B_н}{\Delta B_p} \right] \cdot L \cdot h \qquad м^3, \qquad (4)$$

де ΔB_p - ширина резервної смуги, м;

$B_н$ - нормальна ширина робочої площадки, м;

L - довжина рудного тіла, м;

h - висота уступу, м;

n_p - кількість рудних уступів;

n - ціла частина числа n_p.

Якщо $(n_p - n)B_н < \Delta B_p$, то вираз (4) після деяких перетворень набуде вигляду

$$Q = n_p L h\left[h(ctg\varphi - ctg\alpha) - \frac{n}{n_p} B_{min}\right] \quad м^3, \quad (5)$$

де φ - кут укосу робочого борту, град.;

α - кут укосу уступу, град.;

B_{min} - мінімальна ширина робочої площадки, м.

Якщо $(n_p - n)B_н \geqslant \Delta B_p$, то $\frac{(n_p - n)B_н}{\Delta B_p} = 1$,

а вираз (4) набуває вигляду

$$Q = (n+1) L h\left[h(ctg\varphi - ctg\alpha) - B_{min}\right] \quad м^3. \quad (6)$$

На основі одержаних аналітичних залежностей установлено вплив товщини m_r та кута падіння рудного тіла γ на обсяг готових до виймання запасів руди при різних напрямках поглиблення кар'єру (мал.3).

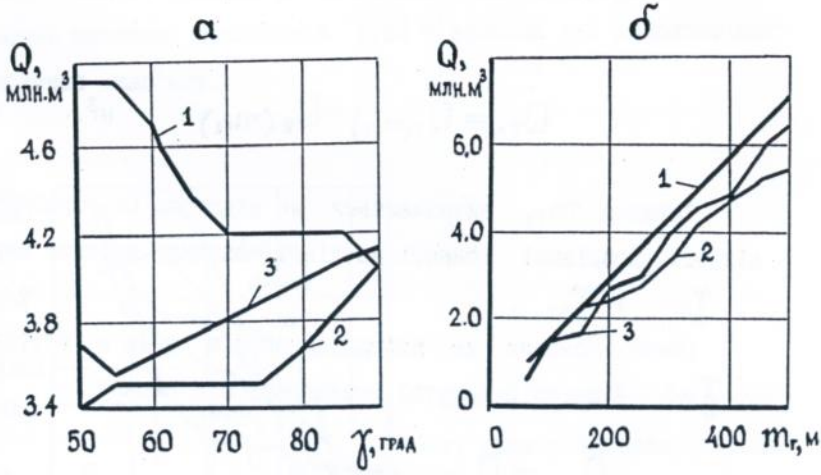
Виходячи з необхідності придержуватися установленої забезпеченості кар'єру запасами руди, будь-яке їх змінювання, пов'язане із змінюванням напрямку поглиблення, повинно бути відображено в параметрах концентрації гірничих робіт. При поглибленні кар'єру у межах рудного тіла, будь-яке змінювання його напрямку можливо урахувати дольовим співвідношенням коефіцієнтів d і c відносно горизонтальної товщини рудного тіла на горизонті закладання розрізної траншеї, тобто $d + c = 1$. Тоді кут укосу робочого борту, який відображає параметри концентрації, можна визначити за формулою

$$\varphi = \operatorname{arcctg}\left[\frac{g(2d-1)+z(m_r-a)\sqrt{\left[g(2d-1)+z(m_r-a)\right]^2-4\left[h(m_r-a)-\frac{Q}{L}\right]\operatorname{ctg}\left[z(2d-1)m_r+\frac{Q}{L}\operatorname{ctg}\delta\right]}}{2\left[h(m_r-a)-\frac{Q}{L}\right]}\right] \text{ град.}, \quad (7)$$

де a - ширина дна розрізної траншеї, м;

g - площа закладення уступу, м^2;

z - ширина мінімальної площадки з урахуванням закладення уступу, м.



Мал.3. Залежність обсягів готових до виймання запасів руди від кута падіння (а) і товщини рудного тіла (б) при поглибленні кар'єру по: 1 - висячому боку; 2 - лежачому боку; 3 - центру рудного тіла

Нормування обсягів готових до виймання запасів руди має сенс при однорідній якості корисної копалини. На випадок, коли корисна копалина представлена різними технологічними показниками збагачування її у концентрат, який є товарною продукцією, обсяг готових до виймання запасів руди необхідно

трансформувати в кількість концентрату, який виробляється з цього запасу. Якщо рудне тіло по падінню представлене різними якісними верствами відносно його товщини, тоді обсяг готових до виймання запасів руди в уступах першої якісної верстви $\gamma_{к_1}$ визначається як різниця запасів $Q_1(m_{г_1})$, розрахованих відносно всієї горизонтальної товщини та запасів $Q_2(m_{г_2})$, розрахованих відносно товщини $m_{г_2}$ рудного тіла.

$$Q_{\gamma_{к_1}} = Q_1(m_{г_1}) - Q_2(m_{г_2}) \qquad м^3. \qquad (8)$$

Товщина $m_{г_2}$ визначається як відстань по горизонталі від осі розрізної траншеї до лінії контакту якісних верств $\gamma_{к_1}$ і $\gamma_{к_2}$.

Обсяг готових до виймання запасів руди в уступах у $\gamma_{кi}$ -й якісній верстві визначається з виразу

$$Q_{\gamma_{кi}} = Q_i(m_{гi}) - Q_{i+1}(m_{гi+1}) \qquad м^3. \qquad (9)$$

Розраховані таким чином обсяги готових до виймання запасів руди співвідносяться з певною якісною верствою рудного тіла, яка характеризується виходом концентрату $\gamma_к$. Обсяг концентрату у готових до виймання запасах руди в кар'єрі $K_г$ визначається з виразу

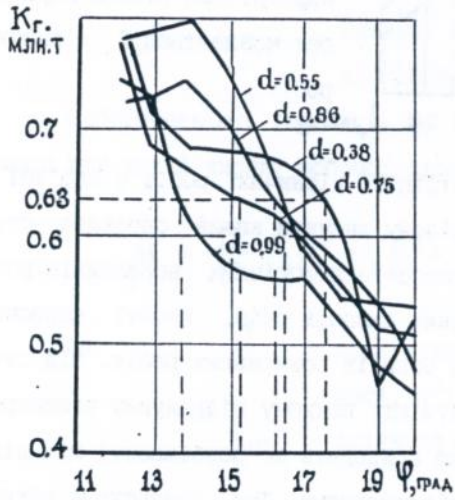
$$K_г = \rho \sum_{i=1}^{n} Q_{\gamma_{кi}} \gamma_{кi} \qquad т, \qquad (10)$$

де ρ - щільність руди, $т/м^3$.

При плануванні розвитку гірничих робіт варіанти кон-

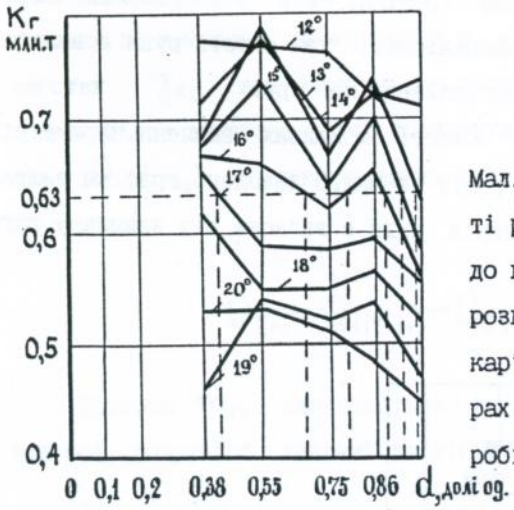
центрації, що розглядаються, приводять до порівнянного вигляду по кількості концентрату у готових до виймання запасах руди. На мал.4 наведено графіки, які відображують взаємозв'зок параметрів концентрації та якості руди в запасах при різних напрямках поглиблення кар'єру.

Для коректування області можливих значень параметрів концентрації гірничих робіт на мал.5 наведено графіки залежностей якісних показників руди в запасах від напрямку поглиблення кар'єру.



Мал.4. Взаємозв'зок якості руди в запасах, готових до виймання, і параметрів концентрації при різних напрямках поглиблення кар'єру

Аналіз графіків показує , що потрібна кількість концентрату в готових до виймання запасах руди досягається при будь-якому варіанті поглиблення кар'єру, але з різними параметрами концентрації. А при куті укосу робочого борту, який дорівнює 16^0 , потрібну кількість концентрату можливо отримати навіть при трьох варіантах поглиблення кар'єру (мал.5).



Мал.5. Взаємозв'язок якості руди в запасах, готових до виймання, і напрямку розвитку гірничих робіт в кар'єрі при різних параметрах концентрації гірничих робіт

На параметри концентрації гірничих робіт у кар'єрі і його стабільну роботу в цілому значний вплив справляє ступінь непідтвердження геолого-технологічних показників розробки родовища: промислових запасів руди, якості корисної копалини та недовиконання обсягів розкривних робіт. Під ступенем непідтвердження розуміють похибку підрахунку вищеперерахованих показників, яка приводить до розбіжності між підрахованими та дійсними їх значеннями. Так, припустима похибка при підрахунку запасів тільки категорії А для Криворізького басейну складає 15-20% . У зв'язку з цим в дисертаційній роботі розроблена методика визначення оптимальних параметрів концентрації гірничих робіт у кар'єрі. Сутність оптимізації полягає у визначенні такого ступеня ризику недовиконання плану по концентрату, при якому критерій оптимальності (сумарні збитки від створення та дефіциту готових до виймання запасів гірничої маси $У$) приймає мінімальне

значення.

Ширина робочої площадки у кар'єрі, яка забезпечує стовідсоткову імовірність нормальної роботи кар'єру, повинна бути не менше

$$B_н = B_{min} + {}_\Delta B^p + {}_\Delta B^\delta + {}_\Delta B^v \quad м, \qquad (11)$$

де ${}_\Delta B^p, {}_\Delta B^\delta, {}_\Delta B^v$ - прирощення ширини робочої площадки, яке пов'язане з імовірністю непідтвердження промислових запасів руди, якості корисної копалини та недовиконання обсягів розкривних робіт відповідно, м.

Забезпеченість готовими до виймання запасами гірничої маси при такій ширині робочої площадки визначиться

$$\mu = \frac{12}{\Gamma}\left({}_\Delta B^p + {}_\Delta B^\delta + {}_\Delta B^v\right) L_г h \quad міс., \qquad (12)$$

де Γ - продуктивність кар'єру по гірничій масі, $м^3$;

$L_г$ - активний фронт гірничих робіт, м.

Збільшення ширини робочої площадки пов'язане із збитком від збільшення обсягів розкривних робіт. Цей збиток можна зменшити, якщо знизити обсяг розкривних робіт, але тоді з'являється імовірність збитку від недовиконання плану по концентрату. Цільова функція економіко-математичної моделі у такому разі набуде вигляду

$$У = \left[B_{min} + \frac{\Gamma}{L_г h}\left(\frac{{}_\Delta Z}{1-{}_\Delta Z} + \frac{{}_\Delta b}{1-{}_\Delta b} + \frac{{}_\Delta b n_э}{(1-{}_\Delta b)(1+n_э)}\right) - B_ф\right]\left(У + \frac{\gamma_к \rho_к}{1+n_э}\right) L_г h \to min \qquad (13)$$

де $\Delta Z, \Delta b$ - ступінь непідтвердження промислових запасів руди і якості корисної копалини відповідно, долі од.;

$n_э$ - експлуатаційний коефіцієнт розкриву, $м^3/м^3$;

$B_ф$ - фактична ширина робочої площадки, м;

y - питомий збиток від недовиробітку товарного концентрату, грн/т;

k - питомий збиток від збільшення обсягу розкривних робіт, грн/$м^3$.

Використання розробленої методики дозволяє покращити режим гірничих робіт навіть у найбільш простих гірничо-геологічних умовах розробки, при цьому економія витрат на розробку родовища досягає 3 % і більше. На більшості ГЗКів, де товарною продукцією є не тільки концентрат, при установленні напрямку розвитку гірничих робіт в кар'єрах початковий запас руди, готовий до виймання, необхідно приводити до кількості металу в товарній продукції, яку можливо одержати з цього запасу.

При розробці параметрів концентрації гірничих робіт необхідно ураховувати заборгованість залізорудних кар'єрів по розкриву, яка склалася. В теперішній час її обсяг тільки на кар'єрах Кривбасу складає понад 300 млн.$м^3$. Проведені дослідження показали, що в разі збереження існуючої тенденції відставання розкривних робіт і в подальшому буде відбуватися вибуття потужностей, а у перспективі може статися повна зупинка деяких кар'єрів. В цих умовах оптимальні параметри концентрації гірничих робіт в кар'єрі повинні визначатися з урахуванням заборгованості по розкриву, яка склалася. Дослідженнями установлено, що параметри концентрації видобувних

та розкривних робіт взаємозв'язані. Ураховуючи необхідність виробництва розкривних робіт з числа заборгованих в i -му році, цей взаємозв'язок можна виразити через параметри розкривного борту, кут укосу якого зі сторони висячого боку рудного тіла визначається

$$\varphi_{Bi}=\operatorname{arctg}\left(\frac{V_{B(i-1)}\sin\varphi_{B(i-1)}-2\Delta V_{Bi}\sin\alpha_1\sin(\alpha_1-\varphi_{B(i-1)})}{V_{B(i-1)}\cos\varphi_{B(i-1)}-2\Delta V_{Bi}\cos\alpha_1\sin(\alpha_1-\varphi_{B(i-1)})}\right) \quad \text{град.}, (14)$$

зі сторони лежачого боку рудного тіла

$$\varphi_{Ai}=\operatorname{arctg}\left(\frac{V_{A(i-1)}\sin\varphi_{A(i-1)}-2\Delta V_{Ai}\sin\alpha_2\sin(\alpha_2-\varphi_{A(i-1)})}{V_{A(i-1)}\cos\varphi_{A(i-1)}-2\Delta V_{Ai}\cos\alpha_2\sin(\alpha_2-\varphi_{A(i-1)})}\right) \quad \text{град.}, (15)$$

де V_{Bi} - обсяг заборгованості по розкриву в i -му році зі сторони висячого боку рудного тіла, який визначається за формулою

$$V_{Bi}=\left\{\left[\frac{(H_K-H_i)\cdot\sin(\gamma+\alpha_1)}{\sin\gamma\sin(\alpha_1-\varphi_i)}+dm_r\left(\frac{\sin\alpha_1}{\sin(\alpha_1\varphi_i)}-\frac{\sin\gamma}{\sin(\gamma-\varphi_i)}\right)\right]^2\sin^2(\alpha_1-\varphi_i)\right\}L_{Bi} \ \text{м}^3, (16)$$

де V_{Ai} - обсяг заборгованості по розкриву в i -му році зі сторони лежачого боку рудного тіла, який визначається за формулою

$$V_{Ai}=\left\{\left[\frac{(H_K-H_i)\sin(\gamma-\alpha_2)}{\sin\gamma\sin(\alpha_2-\varphi_i)}+cm_r\left(\frac{\sin\alpha_2}{\sin(\alpha_2-\varphi_i)}-\frac{\sin\gamma}{\sin(\gamma-\varphi_i)}\right)\right]^2\sin^2(\alpha_2-\varphi_i)\right\}L_{Ai} \ \text{м}^3, (17)$$

де $\Delta V_{Bi}, \Delta V_{Ai}$ - обсяги розкривних робіт з числа заборгованих, які виконуються в i -му році зі сторони висячого та лежачого боків рудного тіла відповідно, $м^3$;

α_1, α_2 - кути погашення робочого борту зі сторони висячого та лежачого боків рудного тіла відповідно, град.;

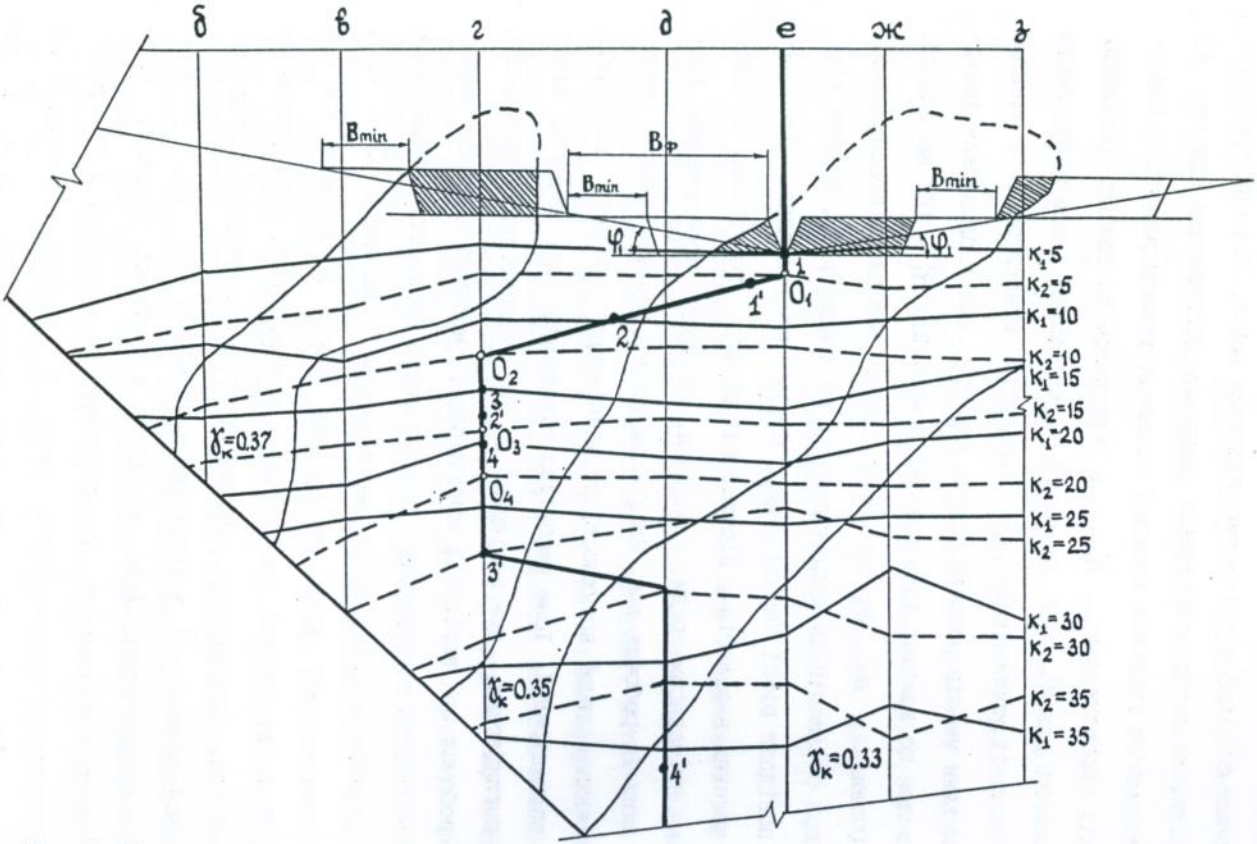
L_{Bi}, L_{Ai} - довжина розкривного борту зі сторони висячого та лежачого боків рудного тіла в i -му році, м;

φ_i - кут укосу рудного борту в i -му році, град.

Одержані залежності (14-17) дозволяють установити істинний обсяг заборгованості на кожний рік роботи кар'єру, а оптимізація виробництва річних обсягів розкриву, з числа заборгованих, дає можливість визначити не тільки параметри концентрації розкривних робіт, але і гірничих робіт в цілому.

Основний обсяг видобувних робіт в залізорудних кар'єрах Кривбасу зосереджено на глибині 130-280 м. Ці роботи, як правило, розосереджені на великій по площі робочій зоні кар'єрів. При значному зниженні потреби в залізорудній сировині, підтримувати таку зону у робочому стані надто складно і не ефективно. В таких умовах виникає настійна необхідність у відробленні кар'єрів ділянками, зі створенням на них працездатних параметрів та необхідних запасів руди, готових до виймання. Виходячи з цього, розроблена методика визначення оптимальної глибини переходу на концентрацію гірничих робіт як на стадії проектування кар'єрів, так і в процесі їх експлуатації. Сутність методики полягає в наступному. На

кар'єрі, який наведений середньозваженим розрізом (мал.6), установлені продуктивність, напрямок розвитку (лінія поглиблення $e0_1 0_2 3'4'$) і режим гірничих робіт. Відомий графоаналітичний метод визначення напрямку поглиблення кар'єру за допомогою ізоліній корисної копалини трансформовано в ізолінії концентрату K з інтервалом по глибині (штрихові ломані для $\varphi_2 = 20^\circ$ на мал.6). Аналогічним чином накреслюють ізолінії концентрату для варіантів концентрації з меншими кутами укосів робочих бортів кар'єру, але з однаковим інтервалом по глибині (безперервні ломані для $\varphi_1 = 10^\circ$ на мал.6). Очевидно, що цим та всім іншим варіантам концентрації, при однаковій їх продуктивності по концентрату, будуть відповідати різні запаси руди, готові до виймання. Для приведення варіантів у зіставлений вигляд по готовим до виймання запасам руди з базовим, проводять коректування довжини їх робочих зон. Наслідком такого коректування є зменшення заданої потужності по концентрату для усіх варіантів концентрації. Тому необхідно установити такі точки на лінії поглиблення, при поміщенні в які відповідних трафаретів робочих зон варіантів концентрації, можливо одержати задану кількість концентрату. З цією метою проводять інтерполяцію обсягів концентрату по вертикальним площинам ∂ і e, тому що між ними знаходиться лінія поглиблення кар'єру. Трафарет робочої зони варіанту концентрації, який розглядається, установлюють вершиною в точку перетинання вертикальної площини ∂ з ізолінією концентрату при $K_1 = 10$ млн.т і підраховують його кількість у контурах. Одержану кількість концентрату інтерполюють по вертикалі з попереднім значенням концентрату в точці 1 і набирають шуканий обсяг $K_1 = 5$ млн.т на лінії поглиблення (точка $1'$ для

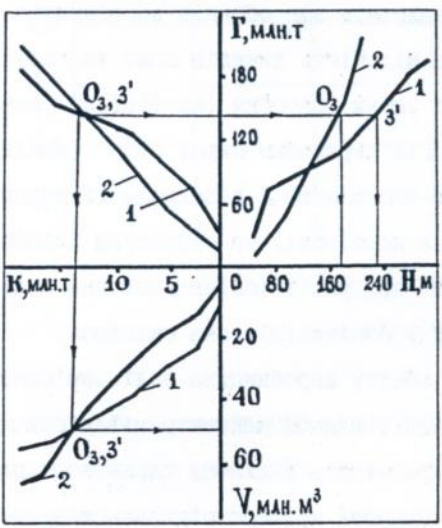


Мал.6. Схема до визначення глибини переходу на концентрацію гірничих робіт в кар'єрі

φ_1 = 10°). Аналогічним чином визначають глибину на другому та подальших етапах планування (точки 2', 3', 4', ...).

Для кожного варіанту концентрації на шуканих глибинах проводять підрахунок обсягів руди P і розкриву V, а також довжини активного рудного фронту робіт. При цьому, на кожному етапі параметри концентрації перевіряють на предмет виконання обсягів видобутку за наявністю рудного фронту.

На основі проведених за варіантами концентрації вимірювань обсягів гірничої маси і розкриву на глибинах, які відповідають плановим обсягам концентрату, будують графіки залежностей наростаючих обсягів $\Gamma=f(K)$, $\Gamma=f(H)$, $V=f(K)$ у вигляді номограми (мал.7).



Мал.7. Номограма для визначення оптимальної глибини переходу на концентрацію гірничих робіт: 1- базовий варіант при φ_2 = 20°; 2- варіант концентрації при φ_1 = 10°.

Аналіз графіків навіть за двома варіантами концентрації показує, що поліпшення режиму гірничих робіт при φ_1 =10° (точка 3' на мал.6 і 7) починається при досягненні глибини 210 м. При досягненні ділянкою концентрації проектної гли-

бини кар'єру виникає можливість складування частини розкривних порід, яка залишилася, у вироблений простір.

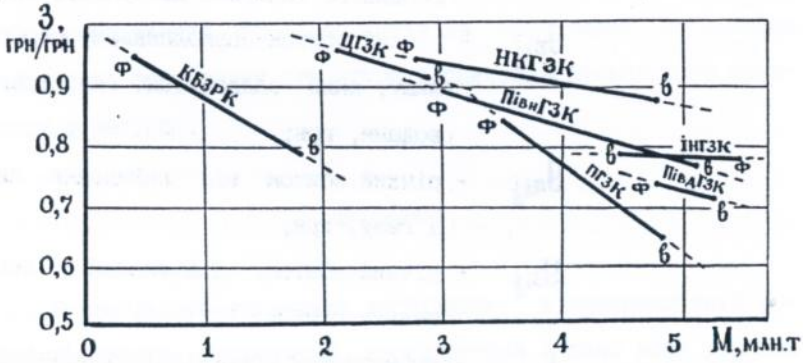
Проведені дослідження показали, що для деяких залізорудних кар'єрів Кривбасу оптимальна глибина переходу на концентрацію гірничих робіт коливається в межах 170-250 м. При цьому економія витрат на розробку родовищ досягає більше ніж 6 %.

На кожному гірничозбагачувальному комбінаті технологія (або окремі її елементи) видобування руди та переробки її в залізовмістку товарну продукцію різна як за економічними показниками, так і за шкідливим діянням на навколишнє середовище. Шкідливе діяння підприємствами чиниться у вигляді пилогазових викидів у атмосферу, поточного порушення кар'єрами та відвалами земель і залежить від обсягів виробництва. Крім обсягів виробництва на кількість викидів пилу та газу впливаютьгірничо-геологічні умови розробки (коефіцієнт розкриву і якість руди), технологія переробки сирої руди (вихід концентрату із руди, вихід агломерату і обкотишів із концентрату, який виробляється на комбінаті) та структура виробництва залізовмісткої товарної продукції (співвідношення кількості концентрату, агломерату і обкотишів), яка склалася.

При установленні обсягу виробництва залізовмісткої товарної продукції в регіоні, задачи концентрації гірничих робіт і гірничорудного виробництва в цілому спрямовані на визначення оптимальної потужності кожного підприємства зокрема з урахуванням їх шкідливого діяння на навколишнє середовище.

У зв'язку з вищевикладеним, розроблена методика визначення параметрів концентрації гірничорудного виробництва в регіоні. Для цього установлено аналітичні залежності кількості організованого та неорганізованого пилогазовиділення

від обсягів виробництва. Аналогічні залежності одержано і для поточного порушення земель. Ураховуючи, що на комбінатах виробляється різна товарна продукція і в різному співвідношенні, то для їх зіставлення обсяг виробництва виражено через кількість металу у товарній продукції. На мал.8 наведено динаміку витрат З на 1 гривню товарної продукції з урахуванням екологічного збитку в залежності від кількості металу М у товарній продукції в діапазоні змінювання параметрів концентрації ГЗКів від фактичних (Ф) до максимально можливих (б).



Мал.8. Залежність витрат від кількості металу у товарній продукції ГЗКів

Задача оптимізації гірничорудного виробництва в регіоні полягає в установленні параметрів концентрації виробництва товарної залізовмісткої продукції кожним комбінатом, при яких в масштабах регіону забезпечується мінімальна сума капітальних, експлуатаційних витрат та екологічного збитку, який завдається. Як критерій прийнято мінімум витрат на 1 грн товарної продукції.

$$З = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} \left(З_{ij} + У_{вij} + У_{аij} + У_{зij} + ЕК_{ij} \right)}{\sum_{i=1}^{n_j} Ц_{ij}} \to min \qquad (18)$$

де i - індекс комбінату;

j - індекс виду товарної продукції;

n_j - кількість комбінатів, на яких виробляється j -й вид товарної продукції;

$З_{ij}$ - річні експлуатаційні витрати на виробництво товарної продукції, грн;

$У_{вij}$ - річний збиток навколишньому середовищу, який завдається кар'єрними водами, грн;

$У_{аij}$ - річний збиток від викидання пилу і газу, грн;

$У_{зij}$ - річний збиток, пов'язаний з порушенням земель, грн;

E - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, долі од.;

$К_{ij}$ - річні капітальні витрати, грн;

$Ц_{ij}$ - сумарна за рік цінність товарної продукції, грн.

Обмеження на обсяг виробництва товарної продукції j - го виду

$$Ж_{пл} - \sum_{i=1}^{n_j} Ж_{ij} = 0 \ .$$

Обмеження на максимально припустимий обсяг виробництва j - го виду товарної продукції на i -му комбінаті

$$Ж_{ij} - Ж_{ij}^{max} \leqslant 0 \ .$$

Обмеження на мінімально припустимий обсяг виробництва j - го виду товарної продукції на i -му комбінаті

$$Ж_{ij}^{min} - Ж_{ij} \leq 0 .$$

Задача, яку поставлено, є задачою нелінійного програмування і вирішена методом можливих напрямків. Одержані оптимальні параметри концентрації гірничорудного виробництва в Україні дозволили отримати середньорічний очікуваний економічний ефект у розмірі 16,2 млн.грн.

Таким чином установлено, що урахування взаємозв'язку параметрів концентрації гірничого виробництва і антропогенного навантаження його об'єктів на навколишнє середовище впливає на формування структури гірничозбагачувального комплексу в регіоні.

ВИСНОВОК

В результаті виконаних досліджень, в дисертаційній роботі проведено теоретичне узагальнення і дано нове рішення значної наукової проблеми, яка полягає в розробці теорії і методів визначення параметрів концентрації гірничих робіт в кар'єрах. На відміну від відомих методів визначення параметрів системи розробки, керування розвитком та режимом гірничих робіт, вони ураховують комплексний вплив гірничо-геологічних, технологічних та еколого-економічних факторів розробки в умовах змінювання потреби металургії в залізорудній сировині, можливого непідтвердження геолого-технологічних показників розробки і заборгованості кар'єрів по розкриву. Вирішення цієї проблеми має велике народногосподарське значення, яке дає можливість підвищити еколого-економічну

ефективність розробки родовищ відкритим способом.

Основні наукові та практичні результати полягають у слідуючому:

1. Установлено, що концентрація гірничих робіт справляє нерівнозначний вплив на техніко-економічні показники розробки, а в різних кар'єрах (ділянках одного й тогож кар'єру) нерівнозначний вплив навіть на одні й тіж показники.

2. Доведено, що для кожного кар'єру існує оптимальна ступінь забезпеченості готовими до виймання запасами руди, яка залежить від конкретних умов розробки родовища, кількості та видів залізовмісткої продукції, яка виробляється на комбінаті. Для більшості залізорудних кар'єрів Кривбасу, при існуючому рівні розвитку техніки і технології, така забезпеченість коливається у межах 1,38-2,26 міс.

3. Установлено аналітичні залежності обсягів готових до виймання запасів руди від гірничо-геологічних умов розробки родовищ. При фіксованих параметрах концентрації обсяг готових до виймання запасів руди прямопропорційний куту падіння рудного тіла - при поглибленні по лежачому боку та центру покладу, і обернено пропорційний - при поглибленні по його висячому боку. Крім цього, товщина рудного тіла справляє прямопропорційний вплив на обсяг готових до виймання запасів руди незалежно від напрямку поглиблення кар'єру.

4. У процесі планування розвитку гірничих робіт в кар'єрі, при постійній його продуктивності, обсяг готових до виймання запасів гірничої маси є величина змінна, яка залежить від умов залягання рудного тіла і якості руди в цих запасах. Навіть в простих умовах залягання рудного тіла та структурних змінеснях його якості урахування параметрів концентрації і якісних показників руди в запасах, готових до

виймання, впливає на напрямок розвитку і режим гірничих робіт в кар'єрі. При цьому обсяг запасів гірничої маси в кар'єрі зменшується на 8-10 % відносно нормативного.

5. Якщо на ГЗКах з руди, яка видобувається, виробляється більше одного виду залізовмісткої товарної продукції і у різному співвідношенні, то в процесі визначення напрямку та параметрів концентрації гірничих робіт в кар'єрі вихідний запас руди, готовий до виймання, необхідно приводити до кількості металу в товарній продукції, яку можна виробити з цього запасу.

6. Розроблена методика визначення напрямку та параметрів концентрації гірничих робіт в кар'єрах. Установлено, що для кожного кар'єру існує така глибина, при якій, зберігаючи потрібну забезпеченність готовими до виймання запасами руди та задану продуктивність, перехід на концентрацію гірничих робіт ділянками дозволяє знизити поточні обсяги розкриву, зменшити відстань транспортування гірничої маси і використати частину виробленого простору для внутрішнього відвалоутворення.

7. Установлено, що на залізорудних кар'єрах оптимальна глибина переходу на концентрацію гірничих робіт ділянками залежить від конкретних гірничо-геологічних та технологічних умов розробки родовищ і коливається у межах 170-250 м. Досягнення більшої ефективності параметрів концентрації обмежено існуючими можливостями забезпечення потрібної продуктивності і темпів поглиблення на ділянці.

8. Розроблена методика визначення параметрів концентрації розкривних робіт в умовах заборгованості кар'єрів по розкривним роботам. Ефективність параметрів концентрації значною мірою визначається істинним обсягом заборгованості,

який в свою чергу залежить від оптимального ступеня забезпеченості кар'єру готовими до виймання запасами руди та можливого ступеня непідтвердження геолого-технологічних показників розробки.

9. Параметри концентрації гірничих робіт в кожному з кар'єрів, які входять до складу різних ГЗКів, залежать від потреби металургії у залізорудній сировині та справляють вплив на структуру гірничозбагачувального комплексу в регіоні і ступінь його шкідливого діяння на навколишнє середовище.

10. Розроблені методи визначення параметрів концентрації гірничих робіт та гірничорудного виробництва з урахуванням його антропогенного навантаження на навколишнє середовище використані при розробці Програми розвитку і реконструкції гірничорудної промисловості України до 2000 р. Середньорічний очікуваний економічний ефект від впровадження результатів досліджень на залізорудних ГЗКах України складає 16,2 млн. грн. Окремі положення роботи використані у проектах реконструкції Кайєрканського вугільного розрізу НГМК і Коломоєвського гранітного кар'єру ВО "Дніпронерудпром".

Основний зміст дисератації опубліковано в слідуючих роботах:

1. Близнюков В.Г., Ковальчук В.А. Влияние концентрации горных работ на технико-экономические показатели разработки // Изв.вузов. Горный журнал. - 1992. - N8. - С.76-79.

2. Ковальчук В.А. Влияние горно-геологических факторов на объем готовых к выемке запасов руды и режим горных работ в карьере //Металлургич.и горноруд. пром-сть. Научно-техн. и произв. журнал. - 1997. - N1. - С.50-53.

3. Близнюков В.Г., Вилкул Ю.Г., Ковальчук В.А. О возможностях снижения вредных выбросов в атмосферу за счет пе-

рераспределения мощности ГОКов Кривбасса //Металлургич. и горноруд. пром-сть. Научно-техн. и произв. журнал. - 1992. - N3. - С.46-48.

4. Близнюков В.Г., Вилкул Ю.Г., Ковальчук В.А. Влияние горно-геологических условий разработки на величину вредного воздействия горных предприятий на окружающую среду //Металлургич. и горноруд.пром-сть. Научно-техн. и произв. журнал.- 1993. - N2. - С.71-73.

5. Близнюков В.Г., Ковальчук В.А., Кущенко Г.Н. Концентрация горных работ в карьере //Металлургич. и горноруд. пром-сть. Научно-техн. и произв. журнал. - 1995. - N3. - С.40-42.

6. Близнюков В.Г., Ковальчук В.А. Сравнительная эколого-экономическая оценка горно-геологических условий открытой разработки железорудных месторождений //Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейна: Тез. Ш-й международной конференции. - Крым, 1995. - С.36-37.

7. Ковальчук В.А. Влияние концентрации горных работ в карьере на себестоимость руды //Разраб.рудн. месторожд.- Кривой Рог, 1996. - Вып.58. - С.24-26.

8. Близнюков В.Г., Вилкул Ю.Г., Ковальчук В.А., Жуков С.А. Критерий эколого-экономической оценки деятельности горных предприятий// Разраб. рудн. месторожд. - Кривой Рог, 1993. - Вып.54.- С.3-8.

9. Близнюков В.Г., Ковальчук В.А. Методика определения направления и параметров концентрации горных работ //Разраб. рудн. месторожд. - Киев: Техніка, 1992. - Вып.53. - С.59-62.

10. Близнюков В.Г., Ковальчук В.А. Концентрация горных работ в карьере //Разраб. рудн. месторожд. - Киев: Техніка, 1990. - Вып.49. - С.31-34.

11. Близнюков В.Г., Ковальчук В.А., Баранов І.В.Зниження шкідливого впливу гірничого виробництва на навколишнє середовище за рахунок перерозподілу потужностей залізорудних підприємств //Проблеми екологічної безпеки та керованого контролю динамічних природо-охоронних систем: Тез. міжнародної науково-практичн. конференції. - Львів, 1996. - С.42-43.

12. Ковальчук В.А. Оценка состояния концентрации горных работ в железорудных карьерах Кривбасса //Проблемы горно-добывающей пром-сти металлургич. компл. Украины: Сб. науч. трудов. - Кривой Рог: НИГРИ, 1997. - С.59-62.

13. Близнюков В.Г., Ковальчук В.А., Баранов И.В. О целесообразности концентрации горных работ в глубоких карьерах //Научно-техн. аспекты стабилизации горно-добывающего производства: Сб. науч. трудов. - Кривой Рог: НИГРИ, 1995.- С.76-84.

14. Близнюков В.Г., Ковальчук В.А. Оптимизация направления и параметров концентрации горных работ //Проблемы горно-добывающей пром-сти металлургич. компл. Украины: Сб. науч. трудов. - Кривой Рог: НИГРИ, 1994. - С.85-89.

15. Ковальчук В.А. Взаимосвязь мощности ГОКов и эколого-экономических показателей их деятельности //Проблемы горно-добывающей пром-сти металлургич. компл. Украины: Сб. науч.трудов. - Кривой Рог: НИГРИ, 1997. - С.225-228.

16. Ковальчук В.А. Критерий и выбор метода решения задачи оптимального распределения объемов производства железосодержащей продукции на ГОКах //Проблемы горно-добывающей пром-сти металлургич. компл. Украины: Сб. науч. трудов. - Кривой Рог: НИГРИ, 1997. - С.193-199.

17. Близнюков В.Г., Вилкул Ю.Г., Ковальчук В.А., Гамалинский И.А. Оценка вредного воздействия горнообогатительно-

го производства Кривбасса на окружающую среду //Проблемы горно-добывающей пром-сти металлургич. компл. Украины: Сб. науч. трудов. - Кривой Рог: НИГРИ, 1994. - С.221-225.

18. Ковальчук В.А. Аналіз проблеми відставання розкривних робіт в кар'єрах Кривбасу та шляхи її вирішення //Відомості Академії гірничих наук України. -Кривий Ріг: Мінерал, 1997. - Вип.2. - С.9-10.

19. А.с. 1647138 СССР, МКИ^3 Е21 С41/00. Способ реконструкции глубоких карьеров / В.Г.Близнюков, В.А.Ковальчук (СССР). - 4с.: ил.

20. Позитивне рішення про видачу патенту по заявці N94128039, МПК^6 Е21 С41/00. Спосіб відвалоутворення скельних порід /В.Г.Близнюков, В.А.Ковальчук, І.А.Гамалінський, Л.М.Могілевський (Україна).

Всього по темі дисертації опубліковано 32 роботи.

Анотація

Ковальчук В.А. "Оптимізація параметрів концентрації гірничих робіт в залізорудних кар'єрах". - Рукопис.

Дисертація на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.03 - "Відкрита розробка родовищ корисних копалин", Криворізький технічний університет, Кривий Ріг, 1988.

Захищаються 32 наукові роботи і два авторських свідоцтва, в яких викладено теоретичні основи та методи визначення ефективних параметрів концентрації гірничих робіт в залізорудних кар'єрах. Розроблені методи еколого-економічної оцінки та оптимізації параметрів концентрації гірничорудного виробництва.

Зроблено впровадження результатів досліджень у вироб-

ництво і визначена їх економічна ефективність.

Ключові слова

Кар'єр, параметри концентрації, напрямок розвитку, режим гірничих робіт.

Аннотация

Ковальчук В.А. "Оптимизация параметров концентрации горных работ в железорудных карьерах". - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.15.03 - "Открытая разработка месторождений полезных ископаемых", Криворожский технический университет, Кривой Рог, 1998.

Защищается 32 научные работы и два авторских свидетельства, в которых изложены теоретические основы и методы определения эффективных параметров концентрации горных работ в железорудных карьерах. Разработаны методы эколого-экономической оценки и оптимизации параметров концентрации горнорудного производства.

Произведено внедрение результатов исследований в производство и определена их экономическая эффективность.

Ключевые слова

Карьер, параметры концентрации, направление развития, режим горных работ.

Abstract

Kovalchuck V.A. "Optimization parameters of mine operations concentration in iron-ore open pits". - Manuscript.

Thesis for a doctor of technical sciences degree according to the speciality 05.15.03 - "Open mining of mineral deposits", Krivorozhski Technical University, Krivoy Rog, 1998.

Thirty two (32) scientific works and two author's certificates are defended where theoretic principles and methods of defining effective parameters of mine operations concentration in iron-ore open pits are stated.

Methods of ecological-economic evaluation and optimization for parameters of mining production concentration are developed.

Introduction of investigations results into production is performed and their economic efficiency is determined.

Key words

Open pit, parameters of concentration, direction of development, regime of mine operations.

Здобувач Ковальчук В.А.Ковальчук

СП "Міра"
Заказ N 1142. Тир. 100 прим.
Підписано до друку 12.12.97 р.
м.Кривий Ріг. пр. Гагаріна, 57