

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Медведєва Ольга Олексіївна

УДК [622.271.3.004.17:622.341] (043.3)

**УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧОЮ ПОТУЖНІСТЮ ГЛИБОКИХ
ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР'ЄРІВ НА ОСНОВІ ФОРМУВАННЯ ЇХ РОБОЧОЇ
ЗОНИ**

Спеціальність 05.15.03. – „Відкрита розробка родовищ корисних копалин”

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Дніпропетровськ – 2010

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Інституті геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України (м. Дніпропетровськ).

Науковий керівник - доктор технічних наук, професор **Четверик Михайло Сергійович**, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, завідувач відділом геомеханічних основ технології відкритої розробки родовищ.

Офіційні опоненти: - доктор технічних наук, професор **Дриженко Анатолій Юрійович**, професор кафедри відкритих гірничих робіт Національного гірничого університету Міністерства освіти і науки України (м. Дніпропетровськ);
- кандидат технічних наук, доцент **Слободянюк Валерій Костянтинович**, доцент кафедри відкритих гірничих робіт Криворізького технічного університету Міністерства освіти і науки України.

Захист відбудеться „_____” _____ 2010 р. о _____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.02 із захисту дисертацій при Національному гірничому університеті Міністерства освіти і науки України за адресою: 49005, м. Дніпропетровськ, просп. К.Маркса, 19.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного гірничого університету Міністерства освіти і науки України за адресою: 49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.

Автореферат розісланий „_____” _____ 2010р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради Д 08.080.02
к.т.н., доцент

В.В. Панченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми.

Гірничодобувна промисловість є провідною галуззю економіки України, значна частина якої представлена підприємствами з відкритим способом розробки родовищ.

В умовах ринкових відносин особливо актуальним стає підвищення економічної ефективності видобутку руди як способу забезпечення конкурентоспроможності. Характерною особливістю експлуатації кар'єрів є змінний попит на залізорудну сировину, тому управління виробничою потужністю кар'єрів є одним з напрямків підвищення ефективності відкритого видобутку залізних руд.

В зв'язку з постійним поглибленням гірничих робіт змінюються параметри робочої зони глибоких кар'єрів: швидкості поглиблення і посування гірничих робіт, довжина активного фронту видобувних та розкривних робіт, кількість розкривних та видобувних уступів, а також висота робочої зони. При цьому зі збільшенням відстаней транспортування гірської маси зменшується продуктивність гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття.

В той же час існуючі традиційні методи визначення виробничої потужності залізорудних кар'єрів розраховані на етапи їх розробки з відносно сталими параметрами робочої зони та продуктивністю гірничотранспортних комплексів з виїмки порід розкриття. Це обумовлює актуальність теми роботи.

Практична реалізація управління виробничою потужністю кар'єра стримується відсутністю методології визначення виробничої потужності з урахуванням наведених змін. У зв'язку з цим в дисертації вирішувалась наукова задача встановлення залежності виробничої потужності від параметрів робочої зони з урахуванням їх зміни при поглибленні кар'єру і продуктивності гірничотранспортного комплексу з видобутку руди та виїмки розкривних порід, що дозволить управляти виробничою потужністю.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота пов'язана з науково-дослідними роботами ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України. Базовими для підготовки дисертаційної роботи були НДР „Теоретичні основи вибору схем розкриття горизонтів глибоких кар'єрів при добутку руд з використанням геотехнологічних систем” (№ держреєстрації 0102U001584) та „Теоретичне обґрунтування формування технологічних комплексів по видобутку руди та розкриття глибоких горизонтів з урахуванням використання просторів відпрацьованих кар'єрів” (№ держреєстрації 0105U002475), по яких дисертант була виконавцем та відповідальним виконавцем відповідно.

Метою роботи є наукове обґрунтування визначення виробничої потужності кар'єра з урахуванням зміни параметрів робочої зони з поглибленням та продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки

порід розкриття, що дозволяє управляти виробничою потужністю глибоких залізрудних кар'єрів.

Для досягнення зазначеної мети вирішувались наступні **задачі досліджень**:

1) виконати аналіз перспектив видобутку залізної руди відкритим способом в Україні, а також відомих методів управління виробничою потужністю глибоких кар'єрів;

2) дослідити і встановити закономірності формування параметрів робочої зони кар'єру при поглибленні гірничих робіт з урахуванням параметрів гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття;

3) розробити математичну модель та методику визначення необхідної продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття при параметрах робочої зони, що змінюються з поглибленням гірничих робіт, та виробничій потужності, яка задається попитом на сировину;

4) розробити математичну модель та методику визначення необхідної виробничої потужності на основі встановлених закономірностей зміни параметрів робочої зони з поглибленням та продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття;

5) розробити схеми розкриття глибоких горизонтів кар'єрів, використовуючи методику визначення необхідної виробничої потужності.

Об'єкт дослідження – процес зміни параметрів розкривної та видобувної робочих зон залізрудного кар'єру при поглибленні гірничих робіт.

Предметом досліджень є взаємозв'язок виробничої потужності глибоких кар'єрів та продуктивності гірничотранспортних комплексів з виїмки порід розкриття при параметрах робочої зони, що змінюються з поглибленням гірничих робіт.

Методи досліджень.

При вирішенні поставлених задач були використані такі методи: наукового узагальнення публікацій – для виявлення сучасного стану вирішення зазначених задач; системного і статистичного аналізу - для узагальнення досвіду роботи гірничодобувних підприємств Кривбасу з відкритим способом розробки; метод математичного моделювання - для розробки математичної моделі та методики визначення виробничої потужності кар'єрів, досяжної за гірничотехнічним можливостям; гірничогеометричного аналізу - при встановленні залежності між можливою і необхідною швидкостями поглиблення гірничих робіт при заданій виробничій потужності кар'єру по руді і продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття.

Наукові положення, що виносяться на захист:

1. Виробнича потужність глибоких кар'єрів в процесі експлуатації визначається співвідношенням необхідної та можливої швидкостей поглиблення гірничих робіт з урахуванням технологічних параметрів їх робочої зони.

2. Продуктивність гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття, яка забезпечує виробничу потужність глибоких кар'єрів, прямо пропорційно залежить від необхідної швидкості поглиблення гірничих робіт, яка збільшується з постійним зростанням глибини кар'єру.

Наукова новизна результатів досліджень:

- вперше встановлені аналітичні залежності виробничої потужності кар'єру від зміни з глибиною параметрів робочої зони та зниження доступної площі рудного покладу внаслідок його консервації під перевантажувальними пунктами та тимчасовими внутрішніми відвалами розкриття порід;

- удосконалено метод управління виробничою потужністю шляхом використання встановленої закономірності зміни швидкостей поглиблення гірничих робіт із збільшенням глибини кар'єру в залежності від визначеної необхідної продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття, для забезпечення попиту на сировину;

- вперше встановлені закономірності зміни швидкості поглиблення фронту гірничих робіт із зростанням глибини кар'єру, що дозволяє визначати необхідну продуктивність гірничотранспортного комплексу та, відповідно, необхідну виробничу потужність кар'єру.

Практичне значення роботи полягає в тому, що:

1) розроблена методика визначення необхідної виробничої потужності кар'єрів по руді на основі встановлених закономірностей зміни параметрів робочої зони з поглибленням гірничих робіт та продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття;

2) розроблені схеми розкриття глибоких горизонтів Першотравневого кар'єру ВАТ "ПівніГЗК" із уведенням залізничного транспорту до горизонту -55 м, застосуванням циклічно-потокової технології до горизонту -265 м (на перспективу), які необхідні для підтримання або збільшення виробничої потужності по руді;

3) розроблені схеми розкриття глибоких горизонтів Петровського кар'єру ВАТ "Центральний гірничо-збагачувальний комбінат" із застосуванням багатоканатної скіпової уклінної кар'єрної підйомної установки до горизонту -45 м і подальшим її введенням на більш глибокі горизонти, необхідні для збільшення потужності по руді;

4) розроблений спосіб відкритої розробки крутопадаючих родовищ, який включає доставку корисної копалини автомобільним транспортом до перевантажувального пункту, її дроблення і доставку конвеєром на поверхню, котрий відрізняється тим, що породи розкриття транспортують автомобільно-конвеєрним транспортом з використанням перевантажувальних пунктів, які застосовували для видобутку корисної копалини.

Обґрунтованість і вірогідність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджені коректністю поставлених задач, застосуванням аналітичних методів їх рішення, високим збігом теоретичних результатів з існуючими даними при роботі кар'єру (розходження становить 7-12%).

Реалізація результатів роботи:

1. Методика визначення виробничої потужності кар'єру по руді, а також ряд розроблених схем розкриття глибоких горизонтів кар'єру використані у проектних розробках ВАТ "Укрдіпроруда" (м. Харків) - при виконанні робочого проекту "Розвиток сировинної бази Північного гірничо-збагачувального комбінату на період до 2015 року. Відпрацьовування Першотравневого кар'єру з виділенням проміжної черги гірничих робіт і оптимізацією кінцевого контуру кар'єру".

2. Методика визначення виробничої потужності кар'єру по руді і ряд розроблених схем розкриття глибоких горизонтів Петровського кар'єру ВАТ "Центральний гірничо-збагачувальний комбінат" із застосуванням багатоканатної скіпової уклінної кар'єрної підйомної установки передані для використання у проектних розробках ДППГРП "Кривбаспроект" - при виконанні робочого проекту "ВАТ "Центральний гірничо-збагачувальний комбінат" Проект II - ої черги поглиблення кар'єру №3".

Особистий внесок автора полягає в формулюванні ідеї, мети, наукових положень, обґрунтуванні задач досліджень, отриманні наукових результатів, що виносяться на захист, практичного значення роботи, висновків та рекомендацій, в розробці методики визначення виробничої потужності кар'єрів в залежності від параметрів робочої зони, які змінюються з поглибленням фронту гірничих робіт; у розробці математичної моделі, комп'ютерної програми з визначення виробничої потужності кар'єру по руді.

Апробація результатів досліджень. Основні положення і результати досліджень доповідалися й одержали схвалення на конференціях молодих учених ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України (м. Дніпропетровськ, 2003-2008 рр.); на Міжнародній науково-технічній конференції "Сталий розвиток гірничо-металургійної промисловості" (м. Кривий Ріг, 2004 р.), на "Форумі гірників - 2005" (м. Дніпропетровськ, 2005 р.), на Міжнародній конференції «Неделя горняка» (м. Москва, 2006 р.).

Публікації. Основні положення і результати роботи викладені в 13 наукових працях, з яких 7 - у фахових виданнях, 5 - у збірниках матеріалів і тез конференцій та 1 - патент на корисну модель.

Обсяг і структура роботи. Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел зі 133 найменувань на 14 сторінках. Загальний обсяг роботи – 175 сторінок, у тому числі 44 рисунка, 7 таблиць і 4 додатки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтована актуальність теми наукових досліджень. Сформульовані мета, об'єкт і предмет досліджень, наукова новизна і практичне значення роботи. Наведені основні наукові положення, які виносяться на захист, дані про публікації, апробацію, впровадження результатів досліджень.

У **першому розділі** вирішена перша задача досліджень – виконаний аналіз перспектив видобутку залізної руди в Україні відкритим способом, а

також відомих методів управління виробничою потужністю глибоких кар'єрів.

В виконаних раніше наукових дослідженнях та проектних роботах розглянуті методи визначення виробничої потужності в процесі проектування кар'єрів шляхом зміни швидкості поглиблення, кількості видобувних уступів, довжини активного фронту добувних робіт. Цим питанням займалися видатні вчені: О.І. Арсент'єв, В.В. Ржевський, М.Г. Новожилов, А.К. Поліщук, В.Г. Близнюков, Ю.Г. Вілкул, Б.М. Тартаковський, І.Л. Гуменик, В.І. Прокопенко, Л.М. Солодовник, А.Ю. Дриженко, М.С. Четверик, Г.Я. Корсунський, А.М. Маєвський, Г.Д. Пчолкін та інші. Розглянуті роботи враховують зміни параметрів робочої зони кар'єру з його глибиною, але не пов'язують їх з продуктивністю гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття.

Основні принципи управління виробничою потужністю кар'єру за рудою, яка досягається за гірничотехнічними умовами, викладені в роботах Арсент'єва О.І., Мельникова М.В., Ржевського В.В., Новожилова М.Г., Тартаковського Б.М., Хохрякова В.С., Близнюкова В.Г. та ін. Однак ці принципи не враховують взаємозв'язок між потужністю кар'єру, продуктивністю гірничотранспортного комплексу та їх робочими зонами.

Найбільш повно досліджена виробнича потужність кар'єрів, яка досягається за гірничотехнічними можливостями, в роботах Арсент'єва О.І. Однак ці дослідження враховують тільки можливість поглиблення гірничих робіт при підготовці нижніх горизонтів в залежності від типу та продуктивності екскаватора.

В результаті аналізу досліджень та проектних робіт зроблений висновок, що існуючі традиційні методи визначення та управління виробничою потужністю залізородних кар'єрів розраховані на етапи їх розробки з відносно сталими параметрами робочої зони та продуктивністю гірничотранспортних комплексів з виїмки порід розкриття. Проведений аналіз досліджень дозволив поставити та вирішити задачі.

У **другому розділі** вирішена друга задача - досліджені і встановлені закономірності формування параметрів робочої зони кар'єру (швидкість поглиблення та посування гірничих робіт, доступна площа рудного покладу та довжина фронту робіт) при поглибленні гірничих робіт з урахуванням параметрів гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття.

Одним з методів управління виробничою потужністю глибоких кар'єрів є зміна швидкості поглиблення гірничих робіт. В цьому розділі досліджено швидкість поглиблення та її залежність від параметрів робочої зони: поточної глибини кар'єру, висоти робочої зони, довжин фронту робіт за породами розкриття і по руді, продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття. У теорії і практиці відкритих гірничих робіт швидкість поглиблення гірничих робіт визначається як дискретна функція. У той же час підготовка нижніх горизонтів здійснюється в більшості випадків беззупинно. Тому швидкість поглиблення гірничих робіт досліджено у двох напрямках: як безперервну і дискретну величини.

Швидкість поглиблення гірничих робіт h визначена, виходячи з загальної потужності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття:

$$h = \frac{V}{H_{B.P.} \cdot L_{CP.B.}} \cdot \operatorname{tg} \beta_{CP}, \quad (1)$$

де $H_{B.P.}$ – початкова висота робочої розкривної зони, м;

β_{CP} – середній кут відкосу робочого борту кар'єру, град;

$L_{CP.B.}$ – середня довжина розкривного фронту робіт, м;

V – загальна продуктивність гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття, млн.м³.

Загальна продуктивність гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття (при застосуванні залізничного, автомобільно-залізничного та автомобільно-конвеєрного транспорту) становить $V = V_1 + V_2 + V_3$, де V_1 – об'єм виїмки порід розкриття на залізничний транспорт, V_2 – на автомобільно-конвеєрний транспорт, а V_3 – на автомобільно-залізничний транспорт. На кожний наступний рік швидкість поглиблення змінюється за рахунок збільшення висоти робочої зони та поглиблення фронту гірничих робіт. У зв'язку з цим швидкість поглиблення на n – ний період становить:

$$h_n = \frac{V}{\left(H_{B.P.} + \sum_{i=1}^{n-1} h_i \right) \cdot L_{CP.B.}} \cdot \operatorname{tg} \beta_{CP}, \quad (2)$$

де h_i – величина збільшення висоти робочої зони по породам розкриття за кожний рік поглиблення гірничих робіт, м.

Швидкість поглиблення гірничих робіт із збільшенням висоти робочої та відповідної глибини кар'єру при постійній продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття зменшується (рис.1).

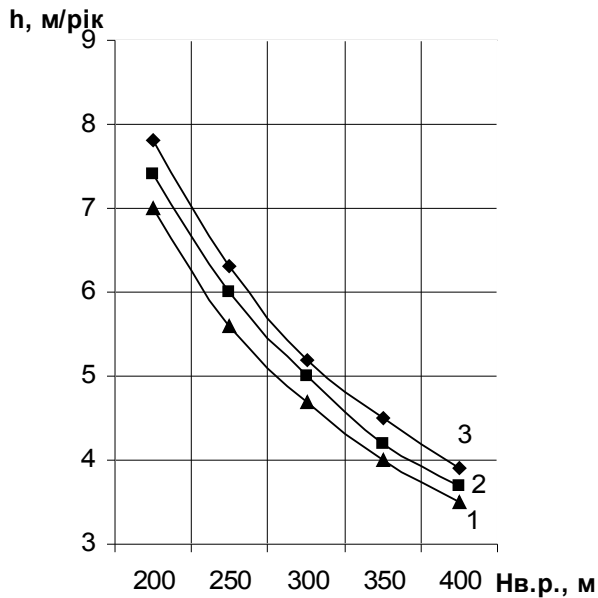


Рис. 1. Залежність швидкості поглиблення гірничих робіт від висоти робочої зони по породам розкриття при постійній продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття: 1, 2, 3 відповідно 8,5; 9,0 та 9,5 млн. м³.

Необхідна швидкість поглиблення гірничих робіт $h_{Г.Н}$ - це та, при якій забезпечується задана виробнича потужність кар'єру по руді. Ці швидкості поглиблення гірничих робіт визначались таким чином.

Досягну (можливу) швидкість поглиблення гірничих робіт $h_{Г.М}$ визначено виходячи з продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття.

При висоті уступів h_y , загальній довжині фронту робіт з порід розкриття $L_{3.Р.}$, що буде переміщатися на даний період, горизонтальне посування фронту робіт l_2 становить:

$$l_2 = \frac{V}{h_y \cdot L_{3.Р.}} \quad (3)$$

Можлива швидкість поглиблення гірничих робіт становить:

$$h_{Г.М.} = \frac{V}{h_y \cdot L_{3.Р.}} \cdot \text{tg} \beta_{CP} \quad (4)$$

При використанні маркшейдерських даних про середню ширину робочих площадок по руді $Ш_{CP}$ і загальну довжину фронту по руді L_{3P}

На значення виробничої потужності кар'єру, яка досягається за гірничотехнічними умовами, впливають два основних параметри: площа рудного покладу і швидкість поглиблення гірничих робіт.

Площа рудного покладу визначена виходячи з маркшейдерських даних про довжину рудного фронту в кар'єрі і середню ширину робочої площадки по руді $Ш_{CP}$.

Швидкості поглиблення гірничих робіт в дисертації розділена на досягну (можливу) і необхідну.

Досяжна (можлива) з гірничотехнічних умов швидкість поглиблення гірничих робіт $h_{Г.М}$ - це та, котру може забезпечити застосований технологічний комплекс з виїмки порід розкриття.

швидкість поглиблення гірничих робіт, що необхідна для забезпечення виробничої потужності кар'єру, визначена наступним чином:

$$h_{ГН} = \frac{Q}{\gamma \cdot Ш_{СР} \cdot L_{3,Р}}, \quad (5)$$

де γ – густина руди, т/м³.

Довжина фронту розкривних робіт визначена як довжина еліптичної кривої:

$$L_{СР,Р} = \frac{L}{2} = \pi \left(\frac{3}{4}(a + b) - \sqrt{ab} \right), \quad (6)$$

де $a = Ш/2$ - половина середньої ширини кар'єру, м;

$b = L/2$ - половина середньої довжини кар'єру, м.

Площа рудного покладу в роботі визначена наступним чином:

$$S = m \cdot (D + 2 \cdot H_K \cdot ctg\beta_P) \cdot \kappa_{Руд}, \quad (7)$$

де m – горизонтальна потужність покладу, м;

D – довжина дна кар'єру, м;

β_P – середній кут відкосу борту у розкривній робочій зоні, м;

$\kappa_{Руд}$ – коефіцієнт рудоносності;

H_K – кінцева глибина кар'єру, м.

Зміна площі рудного покладу зі збільшенням глибини визначалась таким чином (рис. 2):

$$S = m \cdot \left(D + 2 \cdot ctg\beta_B \cdot \left(H_K - \sum_{i=1}^{T-1} h_i \right) \right) \cdot \kappa_{Руд}, \quad (8)$$

де T – термін експлуатації кар'єру при його відпрацюванні запасів з необхідною виробничою потужністю, років.

Виробнича потужність глибоких кар'єрів в процесі експлуатації визначається співвідношенням необхідної та можливої швидкостей поглиблення гірничих робіт з урахуванням технологічних параметрів їх робочої зони.

Необхідна і можлива швидкості поглиблення гірничих робіт з глибиною кар'єру змінюються по-різному: необхідна швидкість поглиблення гірничих робіт збільшується, можлива - знижується (рис. 3).

Для забезпечення постійної виробничої потужності кар'єру зі збільшенням його глибини необхідне підвищення швидкості поглиблення гірничих робіт. Якщо продуктивність гірничотранспортного комплексу з виймки порід розкриття постійна, то зі збільшенням глибини кар'єру швидкість поглиблення гірничих робіт та виробнича потужність знижуються.

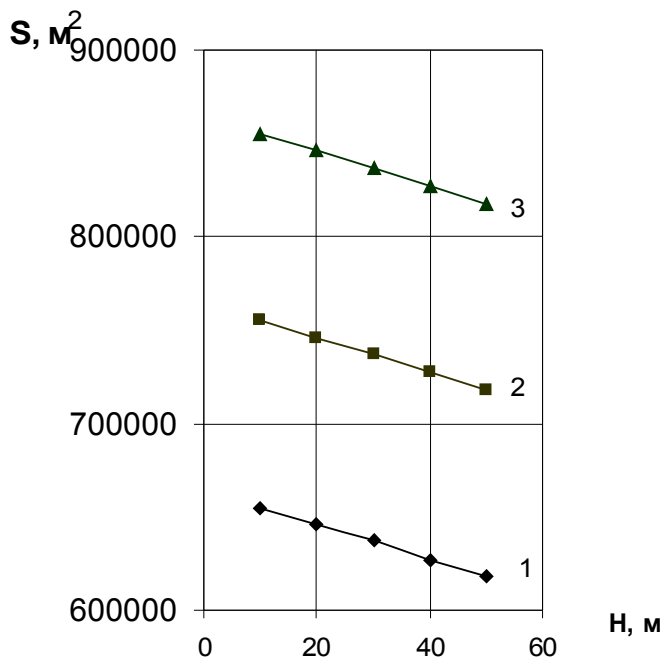


Рис. 2. Залежність площі рудного покладу від збільшення глибини кар'єру H : 1, 2, 3 відповідно при $D = 500, 1000$ и 1500 м.

У другому розділі була вирішена друга задача шляхом встановлення закономірності формування параметрів робочої зони кар'єру при поглибленні гірничих робіт з урахуванням параметрів гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття, були встановлені закономірності зміни швидкості поглиблення гірничих робіт, горизонтально посування гірничих робіт, довжини фронту робіт та площі рудного покладу зі збільшенням глибини кар'єру, які були використані у третьому розділі.

За результатами вирішення другої наукової задачі сформульовано перше наукове положення.

У **третьому розділі** вирішені третя і четверта задачі - розроблені математична модель та методика визначення необхідної продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття при параметрах робочої зони, що змінюються з поглибленням гірничих робіт, та виробничій потужності, яка задається попитом на сировину; розроблені математична модель та методика визначення необхідної виробничої потужності на основі встановлених закономірностей зміни параметрів робочої зони з поглибленням та продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття.

Встановлені аналітичні залежності та закономірності зміни параметрів робочої зони глибоких кар'єрів були основою для розробки математичної моделі та методики визначення необхідної продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття з поглибленням гірничих робіт.

Розроблена математична модель визначення необхідної продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття, яка має вигляд (9-10):

h, м/рік

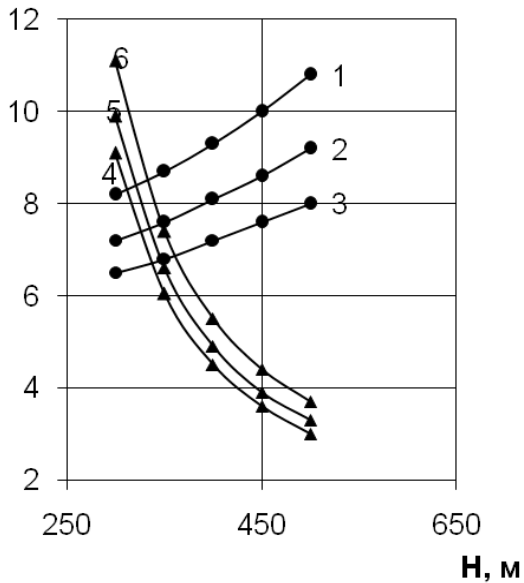


Рис. 3. Зміна швидкостей поглиблення гірничих робіт з глибиною при постійній виробничій потужності кар'єру і при постійній продуктивності комплексу з виїмки порід розкриття: ▲ – досяжна швидкість поглиблення гірничих робіт; ● – необхідна швидкість поглиблення гірничих робіт; 1, 2, 3 – при параметрах відповідно $D = 2500$; 2000; 1500 м; и 4, 5, 6 – при параметрах відповідно $L = 9800$; 9000 и 8000 м.

Продуктивність гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття може бути підвищена шляхом вдосконалення схем з виїмки порід розкриття при існуючих видах транспорту або введенням нових:

а) розроблений спосіб відкритої розробки крутопадаючих родовищ, який включає доставку корисної копалини автомобільним транспортом до перевантажувального пункту, його дроблення і доставку конвеєром на поверхню. Він відрізняється тим, що породи розкриття транспортують автомобільно-конвеєрним транспортом з використанням перевантажувальних пунктів, які застосовували для видобутку корисної копалини (рис. 4);

б) створення нових гірничотранспортних комплексів у вигляді скіпових підйомників, циклічно-поточної технології (ЦПТ) з крутопохилими конвеєрами, потокової технології;

$$V_H = \frac{Q \cdot h_V \cdot L_{O.B.} \cdot \text{ctg} \beta_{CP}}{\gamma \cdot \Pi_{CP} \cdot L_{O.P.}}, \text{ м}^3, \quad (9)$$

де $L_{O.B.}$ - загальна довжина фронту розкривних робіт, м,

або

$$V_H = h_{Г.Н.} \cdot h_V \cdot L_{O.B.} \cdot \text{ctg} \beta_{CP}, \text{ м}^3. \quad (10)$$

На основі результатів отриманих результатів обґрунтовано друге наукове положення.

Продуктивність

гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття, яка забезпечує виробничу потужність глибоких кар'єрів, прямо пропорційно залежить від необхідної швидкості поглиблення гірничих робіт, яка збільшується з постійним зростанням глибини кар'єру.

Гірничотранспортний комплекс глибокого кар'єру являє собою складну систему видів транспорту, кожний з яких використовується відповідно до своїх параметрів та призначення в робочій та неробочій зонах кар'єру.

в) введення додаткових одиниць автомобільного транспорту за рахунок переносу пункту ЦПТ і скорочення при цьому відстаней перевезень з видобутку руди;

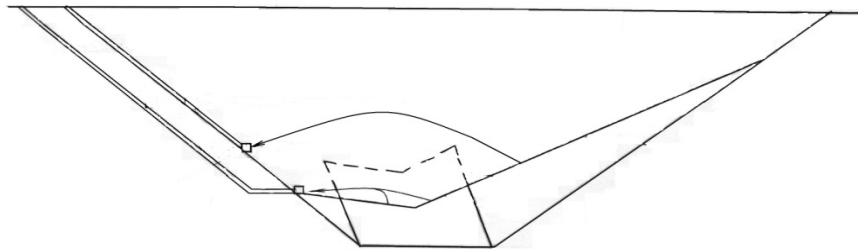


Рис.4. Використання перевантажувального пункту ЦПТ для транспортування порід розкриття.

г) більш глибокого введення залізничного транспорту і переносу на нижчі горизонти перевантажувального пункту для перевантаження порід розкриття з автомобільного в залізничний транспорт і скорочення відстаней перевезень;

д) збільшення вантажопідйомності автосамоскидів.

На основі встановлених закономірностей зміни параметрів робочої зони з поглибленням гірничих робіт та наведеної математичної моделі розроблена методика визначення необхідної продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття, яка полягає в наступному.

1. Визначається необхідна швидкість поглиблення гірничих робіт для забезпечення виробничої потужності кар'єру(5).

2. Визначається швидкість поглиблення гірничих робіт, що може бути досягнута при існуючій продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття(4).

3. Порівняння швидкостей поглиблення: якщо $h_{Г.М.} > h_{Г.Н.}$, то продуктивність комплексу з виїмки порід розкриття забезпечить виробничу потужність кар'єру; якщо $h_{Г.М.} < h_{Г.Н.}$, то необхідно збільшити продуктивність гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття.

4. Визначається необхідна продуктивність гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття (10).

Тоді величина, на яку необхідно підвищити продуктивність гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття, складає:

$$\Delta V = V_H - V .$$

Таким чином, вирішена третя задача, результати якої використані при рішенні четвертої задачі.

Розроблена математична модель визначення необхідної виробничої потужності глибокого кар'єру:

$$Q_B = \frac{V}{\left(H_{B.P.} + \sum_{i=1}^{T-1} h_i \right) \cdot L_{3.P.} \cdot ctg\beta_{CP.}} \cdot m \cdot \left(D + 2 \cdot ctg\beta_B \cdot \left(H_K - \sum_{i=1}^{T-1} h_i \right) \right) \cdot \gamma \cdot \frac{1-\beta}{1-\nu}, \text{ м}^3/\text{рік}, \quad (11)$$

де β - розмір втрат в долях одиниці;

ν - розмір засмічення в долях одиниці.

Виходячи з цього встановлено, що виробнича потужність залежить від таких параметрів робочої зони, як швидкість поглиблення гірничих робіт, глибина кар'єру та продуктивність гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття.

На підставі встановлених залежностей зміни параметрів робочої зони та математичної моделі (11) розроблено методику визначення необхідної виробничої потужності, послідовність якої наведено на рис. 5.

Розроблена методика визначення необхідної виробничої потужності кар'єру дозволила за вихідними параметрами визначити:

- річне горизонтальне посування гірничих робіт;
- можливу швидкість поглиблення гірничих робіт на наступний рік;
- виробничу потужність кар'єру, досягну за гірничотехнічними можливостями;
- необхідну швидкість поглиблення гірничих робіт на кожний наступний рік у відповідності до прийнятого періоду з n ;
- необхідну виробничу потужність кар'єру у відповідності до вище визначеної швидкістю поглиблення гірничих робіт.

Таким чином, у третьому розділі вирішені третя та четверта задачі: розроблені математична модель та методика визначення необхідної продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття, в якій використовується співвідношення між необхідною та можливою швидкостями поглиблення гірничих робіт; а також розроблені математична модель та методика визначення необхідної виробничої потужності глибокого кар'єру.

Розроблена методика визначення необхідної продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття дозволяє вносити зміни до схем розкриття глибоких горизонтів кар'єрів для підтримання або підвищення необхідної виробничої потужності для досягнення попиту на залізорудну сировину, варіанти яких розглянуті в четвертому розділі.

У **четвертому розділі** викладені розроблені схеми розкриття горизонтів з використанням методики визначення необхідної виробничої потужності Першотравневого кар'єру ВАТ ПівнГЗК та Петровського кар'єру ВАТ ЦГЗК.

Для підвищення продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття розроблені схеми розкриття горизонтів із застосуванням багатоканатної уклінної підйомної скіпової установки на Петровському кар'єрі ВАТ „ЦГЗК”.

ВИХІДНІ ДАНІ

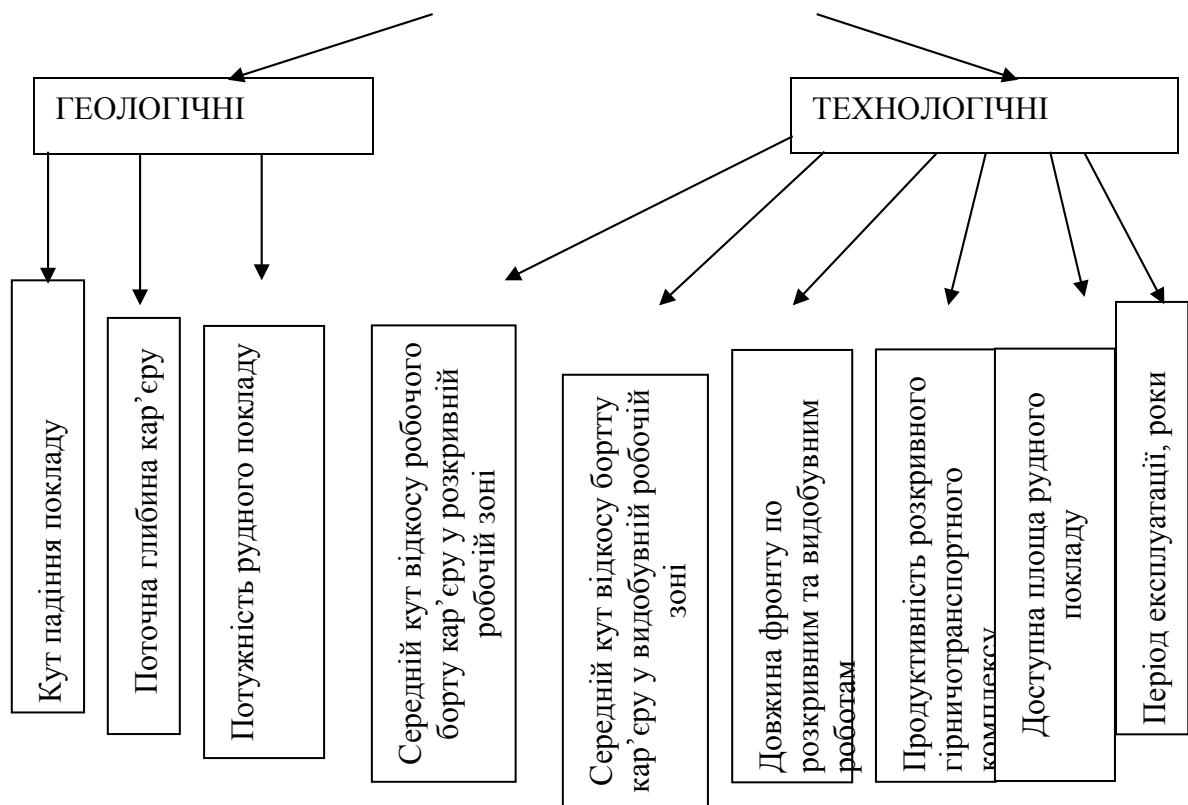


Рис. 5. Послідовність визначення необхідної виробничої потужності кар'єру.

Для підвищення продуктивності комплексів з порід розкриття розглянуті наступні варіанти схем розкриття горизонтів для умов Першотравневого кар'єру.

Перший варіант – розвиток гірничих робіт з видобутку руди відбувається по існуючій транспортній схемі з застосуванням комбінованого автомобільно-залізничного транспорту. У процесі видобутку руди і виїмки порід розкриття перевантажувальні пункти не переносять.

При другому варіанті вносяться зміни в транспортну схему. Вони полягають в тому, що перевантажувальні пункти переносять на два уступи нижче існуючих. Відповідно вводять нижче і залізничний транспорт.

Третій варіант – передбачає більш глибоке введення залізничного транспорту на горизонти –25м, - 40м та -55м.

Четвертий варіант – введення в експлуатацію комплексу циклічно-поточної технології. При цьому забезпечується найбільш глибоке розташування перевантажувального пункту для розвантаження автосамоскидів.

Таблиця 1

Результати визначення виробничої потужності та продуктивності гірничотранспортних комплексів з виїмки порід розкриття за розробленими методиками*

Комплекси з виїмки порід розкриття	Загальна довжина транспортування, км		Продуктивність кар'єру по виїмці порід розкриття, млн.м ³		Виробнича потужність кар'єру по руді, млн.т	
	L _{ф,тр}	L [/] _{тр}	V _ф	V [/]	Q _ф	Q [/]
Петровський кар'єр ВАТ«ЦГЗК» Введення багатоканатної скіпової похилої кар'єрної підйомної установки - Q	2,0	1,0	4,2	6,5	3,85	6,0
Першотравневий кар'єр ВАТ ПівніГЗК Введення залізничного транспорту до «-25 гор.»	2,92	2,54	10,7	12,3	13,3	15,3
Введення залізничного транспорту до «-40 гор.»	2,92	2,38	10,7	13,1	13,3	16,3
Введення залізничного транспорту до «-55 гор.»	2,92	2,10	10,7	14,9	13,3	18,5
Перенос перевантажувального пункту ЦПТ с «-115 гор.» до «-90 гор.» по квершлягу на неробочий борт	2,92	1,64	10,7	19,0	13,3	23,6
Введення ЦПТ до «-265 гор.»	2,92	1,36	10,7	23,0	13,3	28,6

* де індекс ф – це фактична величина, [/] - розрахункова величина, після вводу гірничотранспортного комплексу.

У табл. 2 наведені фактичні та розраховані за розробленими методиками показники залізородних кар'єрів.

На підставі вищенаведеної таблиці можна зробити висновок, що при введенні розроблених і рекомендованих схем розкриття глибоких горизонтів кар'єрів підвищиться продуктивність гірничотранспортних комплексів з виїмки порід розкриття, і відповідно буде збільшуватися виробнича потужність Першотравневого і Петровського кар'єрів.

Встановлені залежності та співвідношення досяжної та необхідної швидкостей поглиблення гірничих робіт в залежності від параметрів робочих зон по руді та породам розкриття, які змінюються з глибиною, дозволять управляти виробничою потужністю кар'єру. Підвищення або підтримання виробничої потужності кар'єру за рахунок збільшення продуктивності гірничотранспортного комплексу можливе шляхом застосування розроблених ефективних схем розкриття горизонтів. Розроблена методика визначення необхідної виробничої потужності кар'єрів по руді використана при виконанні робочих проектів в ВАТ «Укрдїпроруда» та ДПШГРП «Кривбаспроект», очікуваний економічний ефект склав 28,94 млн. грн.

Таблиця 2

Фактичні та розрахункові показники залізородних кар'єрів

Показники	ПГЗК	ІнГЗК	ПівдГЗК	АрселорМітта л Кривий Ріг		ЦГЗК			ПівнГЗК	
				Кар'єр №2	Кар'єр №3	Кар'єр №1	Кар'єр №3	Кар'єр №4	Першотрав- невий кар'єр	Ганнів- ський кар'єр
Фактична виробнича потужність кар'єру по руді за проектом, млн.т.	16,3	28,0	18,7	6,0	9,5	9,4	1,7	0,5	10,0	6,8
Розрахункова виробнича потужність, млн.т	15,5	26,5	19,0	5,2	9,0	9,3	1,2	0,4	9,1	7,0
Фактична продуктивність кар'єру по поодах розкриття за проектом, млн.м ³ .	13,0	12,5	6,15	1,7	4,8	7,4			6,6	3,0
Розрахункова продуктивність кар'єру по породах розкриття, млн.м ³	11,5	12,2	6,0	1,8	4,1	6,1	1,0	0,2	6,5	3,0
Необхідна швидкість поглиблення гірничих робіт, м/рік	16,5	12,3	11,4	7,0	18,7	11,1	5,1	2,1	15,0	10,4
Можлива швидкість поглиблення гірничих робіт, м/рік	15,8	12,0	11,2	7,1	18,2	10,5	4,7	1,9	14,8	10,3

ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, в якій вирішена актуальна наукова задача, що полягає у встановленні залежності виробничої потужності від параметрів робочої зони з урахуванням їх зміни при поглибленні кар'єру і продуктивності гірничотранспортного комплексу з

видобутку руди та виїмки розкривних порід. Встановлені аналітичні залежності зміни параметрів робочої зони послужили основою для розробки методики визначення необхідної виробничої потужності кар'єру, що дозволило управляти виробничою потужністю для забезпечення попиту на залізорудну сировину.

Головні наукові і практичні результати роботи.

1. Аналіз існуючих традиційних методів управління виробничою потужністю залізорудних кар'єрів показав, що вони розраховані на етапи з відносно сталими параметрами робочої зони кар'єрів і не враховують постійного поглиблення гірничих робіт.

2. Встановлені аналітичні залежності необхідної виробничої потужності кар'єру від зміни параметрів робочої зони з глибиною кар'єра дозволяють управляти виробничою потужністю шляхом урахування співвідношення необхідної і можливої швидкостей поглиблення гірничих робіт.

3. Встановлено, що необхідна виробнича потужність глибокого кар'єру по руді досягається при рівності досяжної і необхідної швидкостей поглиблення гірничих робіт.

4. Доведено, що визначена досяжна швидкість поглиблення гірничих робіт при постійній продуктивності гірничотранспортного комплексу зі збільшенням висоти робочої зони по породах розкриття гіперболічно зменшується; необхідна швидкість поглиблення гірничих робіт зі зменшенням параметрів робочої зони по руді гіперболічно підвищується при збільшенні глибини кар'єру.

5. Необхідна продуктивність гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття при заданій виробничій потужності кар'єру визначається за розробленою методикою з урахуванням параметрів робочих зон по руді та породам розкриття.

6. Розроблена методика визначення необхідної виробничої потужності дозволила приймати обґрунтуванні раціональні рішення для забезпечення попиту на залізорудну сировину.

7. Доведено, що управління виробничою потужністю кар'єру при її підтриманні або збільшенні досягається шляхом визначення необхідної продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття, яка може бути підвищена за рахунок застосування додаткових комплексів і відповідних схем розкриття горизонтів або вдосконалення існуючих, очікуваний економічний ефект склав 28,94 млн. грн.

8. Методика визначення виробничої потужності кар'єру по руді використана у проектних розробках ВАТ "Укрдїпроруда" (м. Харків) - при виконанні робочого проекту "Розвиток сировинної бази Північного гірничозбагачувального комбінату на період до 2015 року. Відпрацьовування Першотравневого кар'єру з виділенням проміжної черги гірничих робіт і оптимізацією кінцевого контуру кар'єру", а також у проектних розробках ДППГРП "Кривбаспроект".

Основні положення та результати дисертації опубліковано в роботах:

1. Медведева О.А. О целесообразности ввода комплекса циклично-поточной технологии на карьерах СевГОКа. / М.С. Четверик, О.А. Медведева, Л.И. Ивко - Сб. научн. трудов Национального горного университета. РИК НГУ- Днепропетровск, 2002.- № 14 – Т. 1.- С. 64-68.

2. Медведева О.А. Методика определения производительности карьера, достижимой по горнотехническим возможностям. / М.С. Четверик, О.А. Медведева - Сб. научн. трудов Национального горного университета.- Днепропетровск, 2002.- № 15 – Т. 1.- С. 94-98.

3. Медведева О.А. Производительность по руде и вскрышным породам горнотранспортных комплексов карьера. / Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов.- г. Днепропетровск.-2003.-№47.- С. 272-277.

4. Медведева О.А. Выбор рациональных схем вскрытия горизонтов в условиях Первомайского карьера ОАО «СевГОК». / Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов.- г. Днепропетровск.-2004.-№49.- С. 149-154.

5. Медведева О.А. Определение производительности глубоких карьеров по руде, исходя из мощности горнотранспортного вскрышного комплекса. / М.С. Четверик, О.А. Медведева - Научно-техн. збірник.- м. Кривий Ріг, Вип. 85, 2004, С. 153-156.

6. Медведева О.А. Производственная мощность глубоких карьеров и технологические комплексы./ М.С.Четверик, О.А.Медведева: Матеріали міжнародної конференції 12-14 жовтня 2005р., Форум гірників 2005, том 4 (П-Я), Дніпропетровськ НГУ. 2005,- С. 219-229.

7. Медведева О.А. Определение скорости понижения горных работ на глубоких карьерах.: Материалы конференции Молодых ученых / Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов.- г.Днепропетровск.-2005.-№55.- С. 164-169.

8. Медведева О.А. Целесообразность ввода многоканатной скиповой наклонной карьерной подъемной установки на карьере №3 ОАО „ЦГОК”.: Материалы конференции Молодых ученых / Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов.- г. Днепропетровск.-2006.-№62.- С. 121-127.

9. Медведева О.А. Определение производственной мощности глубоких карьеров, достижимой по горнотехническим возможностям. / М.С.Четверик, О.А. Медведева - Metallургическая и горнорудная промышленность.: Научно-техн. и произв. журнал.-2006.-№6.- С. 64-67.

10. Медведева О.А. Определение производственной мощности карьеров и влияние на нее площади рудной залежи.: Материалы конференции Молодых ученых / Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов.- г. Днепропетровск.-2006.-№65.- С. 121-129.

11. Медведева О.А. Производственная мощность и технологические комплексы при доработке карьеров, использование их выработанных пространств./ М.С. Четверик, О.А. Медведева, Е.А. Ворон: Материалы

международной конференции «Неделя горняка». - Горный информационно-аналитический бюллетень.- г. Москва.-2006.-№11.-С.209-214.

12. Медведева О.А. Производственная мощность глубоких карьеров и пути ее повышения. / Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов.- г. Днепропетровск.-2007.-№72.- С. 138-144.

13. Патент №31776 Україна, МПК⁷ E21C 47/00. Спосіб відкритої розробки крутопадаючих родовищ / М.С. Четверик, О.О. Медведева, К.В. Бабій, Б.І. Римарчук, Ф.Л. Павленок, В.О. Півень, О.А. Бубнова /Україна/. - №200712785; Заявлен. 19.11.07; Опубл. 25.04.08, Бюл. №8. – 3 с. : ил.

Особистий внесок автора в роботах, опублікованих в співавторстві: [1] – обґрунтована раціональність використання ЦПТ; в [2] – розроблена математична модель визначення продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття; [5, 6, 9, 11] – розроблені методика та математична модель визначення необхідної та досяжної виробничої потужності глибоких залізрудних кар'єрів.

АНОТАЦІЯ

Медведева О.О. Управління виробничою потужністю глибоких залізрудних кар'єрів на основі формування їх робочої зони. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.03 – „Відкрита розробка родовищ корисних копалин». - Національний гірничий університет, Дніпропетровськ, 2009.

Аналіз існуючих методів управління виробничою потужністю та сучасний стан гірничих робіт на глибоких залізрудних кар'єрах дозволив встановити, що одним з актуальних завдань роботи гірничодобувних підприємств в умовах ринкової економіки є досягнення необхідної виробничої потужності в умовах змінного попиту на залізрудну сировину.

У цьому зв'язку встановлений взаємозв'язок між швидкостями поглиблення гірничих робіт виходячи з заданої виробничої потужності кар'єру та гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття при змінних параметрах робочої зони глибокого кар'єру з поглибленням гірничих робіт.

Розроблена методика визначення виробничої необхідної потужності глибоких залізрудних кар'єрів виходячи з параметрів робочої зони глибокого кар'єру, що змінюються: глибини кар'єру, висоти розкривної робочої зони, довжин фронту робіт з розкриття і по руді, продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття.

Обґрунтовані шляхи підвищення виробничої потужності глибоких кар'єрів при використанні різних гірничотранспортних комплексів.

Розроблені схеми розкриття глибоких горизонтів кар'єрів для перспективних гірничотранспортних комплексів з виїмки порід розкриття для забезпечення потрібної виробничої потужності глибоких кар'єрів

Ключові слова: відкриті гірничі роботи, глибокі кар'єри, розкриття, розкривна робоча зона, гірничотранспортний комплекс по виїмці порід розкриття.

АННОТАЦІЯ

Медведева О.А. Управление производственной мощностью глубоких железорудных карьеров на основе формирования их рабочей зоны. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.03 – «Открытая разработка месторождений полезных ископаемых». – Национальный горный университет, Днепропетровск, 2009.

Диссертационная работа посвящена вопросам дальнейшей разработки крутопадающих железорудных залежей на более глубоких горизонтах для поддержания и повышения производственных мощностей железорудных комбинатов Украины, состояние которых ухудшилось в период спада экономики.

В условиях рыночных отношений особенно актуальным является повышение экономической эффективности добычи руды путем обеспечения конкурентоспособности. При этом характерной особенностью эксплуатации карьеров становится переменный спрос на железорудное сырье. Поэтому одним из направлений повышения эффективности открытой добычи железных руд является управление производственной мощностью карьеров.

В связи с постоянным углублением горных работ изменяются параметры рабочей зоны глубоких карьеров: скорости углубки и подвигания горных работ, длина активного фронта добычных и вскрышных работ, количество вскрышных и добычных уступов, а также высота рабочей зоны. При этом с увеличением расстояний транспортирования горной массы уменьшается производительность горнотранспортного комплекса по выемке вскрышных пород.

В этой связи актуальным является управление производственной мощностью глубоких карьеров путем установления ее взаимосвязей с параметрами рабочей зоны и производительностью горнотранспортных комплексов по выемке пород вскрыши при параметрах рабочей зоны, которые изменяются с понижением фронта горных работ.

Установлено, что скорости понижения горных работ разделяются на достижимую (возможную), которую может обеспечить применяемый горнотранспортный комплекс по выемке пород вскрыши, и, необходимую, при которой обеспечивается производственная мощность карьера по руде. С понижением горных работ при постоянной производственной мощности карьера по руде необходимая скорость понижения горных работ должна повышаться, а при постоянной производительности горнотранспортного

комплекса по выемке пород вскрыши достижимая скорость понижения горных работ снижается.

Установлена взаимосвязь между возможной и необходимой скоростями понижения горных работ, зависимость производственной мощности карьера от производительности горнотранспортного комплекса по выемке пород вскрыши. На основе этой взаимосвязи осуществляется управление производственной мощностью глубоких железорудных карьеров.

Доказано, что при постоянной производительности горнотранспортного комплекса по выемке пород вскрыши с понижением горных работ производственная мощность карьера снижается.

Установлено, что производственная мощность карьера зависит от изменения скорости понижения горных работ, от его глубины и производительности горнотранспортного комплекса по выемке пород вскрыши.

Разработана методика определения необходимой производительности горнотранспортного комплекса по выемке пород вскрыши для управления производственной мощностью карьера путем применения пяти критериев: соотношение возможной и необходимой скоростей понижения горных работ; доступная площадь обнаженной рудной залежи; производительность горнотранспортного комплекса по выемке пород вскрыши; горизонтальное подвигание горных работ и длина фронта горных работ.

Рекомендуемые пути повышения производительности горнотранспортного комплекса по выемке пород вскрыши позволяют сократить расстояния транспортирования автосамосвалами при одновременном его увеличении локомотивосоставами, что существенно снизит себестоимость добычи железной руды.

Обоснованность научных положений, выводов и результатов работы подтверждаются: использованием основных положений теории и практики открытых горных работ; достаточной сходимостью результатов теоретических исследований со статистическими показателями использования оборудования на горных работах действующих карьеров (погрешность от фактических показателей не превышает 7...12 %); положительными результатами и ожидаемым экономическим эффектом в сумме 28,94 млн. грн от внедрения разработанных технологических схем вскрытия для действующего железорудного Петровского карьера ОАО "ЦГОК".

Ключевые слова: открытые горные работы, глубокие карьеры, вскрыша, рабочая зона по вскрыше, горнотранспортный комплекс по выемке пород вскрыши.

SUMMARY

Olga Medvedeva. «Managements of productive capacity deep iron ores quarry on the basis of formation of their working zone». - Manuscript.

The dissertation on reception of a scientific degree of the candidate of engineering science on a speciality 05.15.03 - „Open development of deposits of minerals". - National mining university, Dnepropetrovsk, 2009.

The analysis of existing methods of definition of capacity and modern condition of mining works on deep iron ores quarry has allowed to establish, that one of urgent tasks of job of the mining enterprises in conditions of market economy is the decrease of the cost price of production useful mineral and management of capacity deep quarry in conditions of variable demand on iron ores raw material.

At the same time substantiation of management of productive capacity quarry depending on formation of a working zone and productivity of complexes on a collection of breeds's вскрыши are absent.

Interrelation between speeds of downturn of mining works in this connection is established, proceeding from required capacity quarry on ore and used горнотранспортного of a complex on a collection of breeds stripping at variable parameters of system of development with downturn of mining works.

The technique of definition of capacity deep quarries, achievable by mine technical opportunities is advanced at parameters of a working zone deep quarry, which change: depths quarry, height stripping of a working zone, lengths of front of works on at stripping and on ore, productivity mine transports of a complex on a collection of breeds stripping.

The ways of increase of capacity deep quarry are proved at use various mine transports of complexes.

Key words: open mining works, deep quarry, stripping, mine transports a complex on a collection of breeds stripping.