

УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧОЮ ПОТУЖНІСТЮ ГЛИБОКИХ ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР'ЄРІВ КРИВБАСУ

Рассмотрены и усовершенствованы методы управления производственной мощностью карьеров по руде, достижимой по горнотехническим условиям в зависимости от изменяющихся параметров рабочей зоны глубокого карьера.

MANAGEMENTS OF PRODUCTIVE CAPACITY DEEP IRON ORES QUARRY

The methods of management of productive capacity of ore quarries, which is achieved on mine-technical conditions depending on varied parameters of working zone of deep quarry are considered.

Гірничодобувна промисловість з відкритими гірничими роботами є провідною галуззю економіки України, яка забезпечує понад 60% грошових надходжень до державного бюджету. Одним з актуальних завдань роботи гірничодобувних підприємств в умовах ринкової економіки є зниження собівартості видобутку корисної копалини та управління виробничою потужністю глибоких кар'єрів в умовах змінного попиту на залізородну сировину.

Інтенсивний видобуток руди в Кривбасі при збільшенні глибини кар'єрів до 370-430 м і застосуванні різних гірничотранспортних комплексів призвів до суттєвих змін у формуванні робочої зони кар'єрів.

Виконані науково-дослідні роботи щодо визначення виробничої потужності глибоких кар'єрів, направлені головним чином, виходячи із швидкості поглиблення гірничих робіт в залежності від продуктивності екскаваторів при підготовці нових горизонтів.

У той же час обґрунтування управління виробничою потужністю кар'єрів в залежності від формування робочої зони та продуктивності комплексів з виїмки порід розкриття відсутні.

Проектна виробнича потужність кар'єрів по видобутку руди підтримується, в основному, шляхом придання робочим бортам усе більшого кута відкосу, що досягається шляхом консервації розкритих уступів як по периметру, так і по глибині кар'єру. Ширина робочих площадок скорочується, а деякі робочі і транспортні площадки ліквідуються. При цьому три, п'ять і більш уступів поєднуються і мають єдиний відкіс. Гірничі роботи на залізородних кар'єрах України характеризуються систематичним відставанням виїмки обсягів порід розкриття від проектних.

В наукових дослідженнях та проектних роботах розглядається регулювання виробничої потужності в процесі експлуатації кар'єрів шляхом зміни попиту та собівартості видобутку залізородної сировини. Цим питанням займалися видатні вчені: О.І. Арсентьев, 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, В.В. Панченко та інші.

В роботах Новожилова М.Г., Тартаковського Б.М., Четверика М.С. показано, що необхідність інтенсивного переміщення видобувних робіт для досягнення заданої виробничої потужності кар'єру може не забезпечуватися продуктивністю комплексу з виїмки порід розкриття. Приведено способи регулювання режиму гірничих робіт.

Основні принципи визначення виробничої потужності кар'єру по руді, досяжної за гірничотехнічними умовами, викладені в роботах Арсентьєва О.І., Мельникова М.В., Ржевського В.В., Новожилова М.Г., Тартаковського Б.М., Хохрякова В.С., Близнюкова В.Г. і ін.

Виконані науково-дослідні роботи щодо визначення виробничої потужності глибоких кар'єрів, враховують головним чином, швидкість поглиблення гірничих робіт виходячи з продуктивності екскаваторів при підготовці нижніх горизонтів і керування виробничої потужності кар'єрів у залежності від формування робочої зони і продуктивності гірничотранспортних комплексів по виїмці порід розкриття досліджено недостатньо.

Метою роботи є обґрунтування методу управління виробничою потужністю глибоких залізородних кар'єрів в залежності від зміни параметрів робочої зони при зниженні фронту гірничих робіт.

Предметом досліджень є процес регулювання виробничої потужності при параметрах робочої зони глибоких кар'єрів, що змінюються.

Одним з методів управління виробничою потужністю глибоких кар'єрів є зміна швидкості поглиблення гірничих робіт. У теорії і практиці відкритих гірничих робіт швидкість поглиблення гірничих робіт визначається як переривана функція для підготовки нижніх горизонтів і вимірюється в кількостях метрів на рік. У той же час підготовка нижніх горизонтів здійснюється в більшості випадків безупинно. Тому досліджуємо швидкість зниження гірничих робіт у двох напрямках: як безперервну і переривану величини [1, 3-5].

Швидкість поглиблення гірничих робіт, можлива по гірничотехнічним умовам, виходячи з безперервності, складе:

$$h = \frac{\sum V_i}{\left(\int_0^T \frac{dh}{dt} \right) \cdot L_{CP.B}} \cdot ctg \beta_{CP.B}, \quad (1)$$

У даному виразі час T – представлений як етап розробки кар'єру і розрахунок для цього етапу швидкості поглиблення гірничих робіт.

Тоді глибина кар'єру на i -тий етап розробки складе

$$H_i = H_{i-1} + \left(\frac{\sum V_i}{\left(\int_0^T \frac{dh}{dt} \right) \cdot L_{CP.B}} \cdot ctg \beta_{CP.B} \right), \quad (2)$$

де $\sum V_i$ - об'єм виїмки порід розкриття за даний етап, млн.м³.

Оскільки при плануванні гірничих робіт визначають швидкість поглиблення на кожний наступний рік, то скористаємось для визначення швидкості зниження гірничих робіт як перериваної функції.

Швидкість поглиблення гірничих робіт визначимо виходячи з загальної потужності технологічного комплексу з виїмки порід розкриття $\sum V_i$ (3):

$$h = \frac{\sum V_i}{H \cdot L_{CP.B.}} \cdot tg\beta_B, \quad (3)$$

де H – висота робочої розкривної зони, м; β_{CP} – середній кут відкосу робочого борту кар'єру, град; $\sum V_i = V_1 + V_2 + V_3$.

Загальна продуктивність гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття (залізничний, автомобільно-залізничний та автомобільно-конвеєрний транспорт) складе $\sum V_i = V_1 + V_2 + V_3$, де V_1 - обсяг виїмки порід розкриття на залізничний, V_2 – на автомобільно-конвеєрний, а V_3 - на автомобільно-залізничний транспорт. На кожний наступний рік швидкість поглиблення становитиме :

$$h_1 = \frac{\sum V_i}{H \cdot L_{CPB}} \cdot tg\beta_B$$
$$h_2 = \frac{\sum V_i}{(H + h_1) \cdot L_{CP}} \cdot tg\beta_B$$
$$h_3 = \frac{\sum V_i}{(H + h_1 + h_2) \cdot L_{CP}} \cdot tg\beta_B$$

Тоді швидкість поглиблення на n -ний період становитиме (4):

$$h_n = \frac{\sum V_i}{\left(H + \sum_{i=1}^{n-1} h_i \right) \cdot L_{CP.B.}} \cdot tg\beta_B, \quad (4)$$

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

Площу рудного покладу визначаємо виходячи з маркшейдерських даних про наявність довжини рудного фронту в кар'єрі і середній ширині робочої площадки по руді $Ш_{CP}$. Тоді (5):

$$Q = h \cdot Ш_{C.P.} \cdot L_{O.P.} \cdot \gamma, \quad (5)$$

де $L_{O.P.}$ - загальна довжина рудного фронту робіт, м.

Швидкості поглиблення гірничих робіт будемо розрізняти на досяжну (можливу) і необхідну. Їхня відмінність полягає в наступному.

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

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 визначені в роботі [1, 3, 5].

Особливістю режиму гірничих робіт глибоких кар'єрів є те, що, основні обсяги порід розкриття зосереджені на верхніх і, головним чином, на середніх по глибині кар'єру горизонтах. У процесі розробки рудні уступи розташовуються на глибоких горизонтах. Розкривна робоча зона по висоті в багатьох випадках близька до глибини кар'єру, а рудна представлена меншою кількістю робочих уступів.

В результаті проведених досліджень встановлено, що необхідна швидкість поглиблення гірничих робіт збільшується з глибиною кар'єру дискретно відповідно до скорочення доступної площі рудного покладу за рахунок її консервації під перевантажувальними пунктами комбінованого транспорту і наявності тимчасового внутрішнього відвалоутворення.

Виробнича потужність кар'єру виходячи з продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття визначається наступним чином [1-3, 5]:

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

де D – довжина дна кар'єра при його кінцевій глибині, м; H_K – кінцева глибина кар'єру, м.

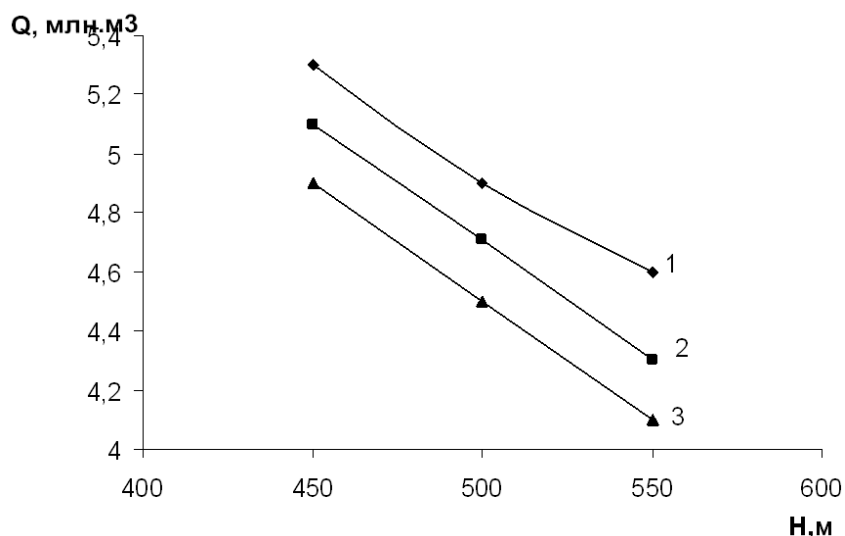
З приведеного слідує, що виробнича потужність кар'єру по корисній копалині залежить від параметрів системи розробки (швидкість поглиблення гірничих робіт, глибина кар'єру, довжина фронту робіт по породам розкриття) та продуктивності існуючого гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття

На рис. 1 наведено графік зміни виробничої потужності від глибини кар'єру та змінній довжині його дна при кінцевій глибині.

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

Керування виробничою потужністю глибоких кар'єрів здійснюється регулюванням співвідношення необхідної і можливої швидкостей поглиблення гірничих робіт при параметрах розкривної робочої зони, що змінюються.

Продуктивність гірничотранспортного комплексу по виїмці порід розкриття збільшується прямопропорційно висоті розкривної робочої зони кар'єру і швидкості поглиблення гірничих робіт.



1, 2, 3 - відповідно $D = 1200, 1000$ та 800 м

Рис. 1 – Графік зміни виробничої потужності від глибини при змінній довжині дна кар'єру при його кінцевій глибині

Для забезпечення постійної виробничої потужності кар'єру по руді зі збільшенням його глибини необхідне підвищення швидкості поглиблення гірничих робіт; при постійній продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття зі збільшенням глибини кар'єру швидкість поглиблення гірничих робіт знижується; продуктивність застосовуваного розкривного гірничотранспортного комплексу (автомобільно-залізничний транспорт) знижується в зв'язку зі збільшенням відстаней автоперевезень до внутрішньо-кар'єрних перевантажувальних пунктів; для підтримки виробничої потужності кар'єру по корисній копалині зі збільшенням його глибини необхідно збільшувати продуктивність гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття шляхом уведення додаткових потужностей.

Якщо буде постійна продуктивність гірничо-транспортного комплексу з виїмки порід розкриття, то при поглибленні гірничих робіт виробнича потужність кар'єру буде знижуватись.

Удосконалено метод управління виробничою потужністю кар'єрів по руді, досяжної по гірничотехнічним умовам в залежності від параметрів робочої зони глибокого кар'єру, що змінюються: його поточної глибини, висоти розкривної робочої зони, довжин фронту робіт по породах розкриття і по руді, продуктивності гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття.

Встановлено взаємозв'язок між швидкостями поглиблення гірничих робіт, виходячи з заданої виробничої потужності кар'єру та використовуваного гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття при змінних параметрах системи розробки з поглибленням фронту гірничих робіт.

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

Обґрунтовані напрямки підвищення виробничої потужності глибоких кар'єрів при використанні різних технологічних комплексів.

З проведених досліджень слідує:

1. Обґрунтовано метод управління виробничою потужністю глибоких залізрудних кар'єрів шляхом формування параметрів його робочої зони, продуктивності гірничотранспортного комплексу, який заключається в тому, що швидкість поглиблення гірничих робіт при постійних обсягах виїмки порід розкриття зменшується гіперболічно відповідно до збільшення потокової висоти робочої зони з порід розкриття і зниження доступної площі рудного покладу за рахунок її консервації під перевантажувальними пунктами.

2. Встановлено, що швидкість поглиблення гірничих робіт зменшується гіперболічно зі зміною глибини кар'єру відповідно зі збільшенням висоти робочої зони як монотонно зростаючої функції.

3. Визначено необхідну продуктивність гірничотранспортного комплексу з виїмки порід розкриття в умовах зміни параметрів робочої зони та параметрів системи розробки, виходячи з потрібної виробничої потужності глибокого кар'єру.

4. Встановлено, що потрібна виробнича потужність глибокого кар'єру досягається при умові рівності досяжної та необхідної швидкостей поглиблення гірничих робіт на даний період.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

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

2. 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.

3. Медведева О.А. Производственная мощность и технологические комплексы при доработке карьеров, использование их выработанных пространств./ Четверик М.С., Медведева О.А., Ворон Е.А.: Материалы международной конференции «Неделя горняка». - Горный информационно-аналитический бюллетень.- г. Москва.-2006.-№11.-С.209-214.

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

5. Медведева О.О. Вплив розташування перевантажувальних пунктів та внутрішнього відвалоутворення на швидкість поглиблення гірничих робіт. / Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов.- г. Днепропетровск.-2008.-№77.- С. 136-141.

Рекомендовано до публікації д.т.н. М.С. Четвериком 18.08.09