

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ РОЗКРИВНИХ РОБІТ НА ОСНОВІ КОЕФІЦІЄНТІВ РОЗКРИВУ МАРГАНЦЕВИХ РОДОВИЩ

А. М. Маєвський, канд. техн. наук, А. Ю. Череп, асистент (Національний гірничий університет)

Проанализировано влияние реконструкции технологической схемы вскрышных работ на технологический и экономический коэффициенты вскрыши месторождения. Установлена зависимость этих коэффициентов, а также коэффициента переэкскавации от высоты верхнего подступа объединенного уступа.

Проаналізовано вплив реконструкції технологічної схеми розкривних робіт на технологічний та економічний коефіцієнти розкриву родовища. Встановлено залежність цих коефіцієнтів, а також коефіцієнта переекскавації від висоти верхнього підступу об'єднаного уступу.

The influence of the reconstruction technologic scheme of overburden operations on technologic and economic deposit overburden ratios is analyzed. The dependence of these ratios as well as re-excavation ratio from upper subbench altitude of joint bench is determined.

Перехід гірничодобувних підприємств України на ринкові відносини привів до певного дисбалансу між пропозицією та попитом на товарну продукцію, що обумовило зниження обсягів її виробництва. На кар'єрах ВАТ "Орджонікідзевський гірничо-збагачувальний комбінат" (ОГЗК), основними видами продукції якого є марганцевий концентрат і агломерат, обсяги виробництва зменшились майже в 2 рази [1]. За таких умов великі виробничі потужності, сформовані в попередні роки, є надлишкові, утримання яких на балансі підприємства пов'язане з додатковими виробничими витратами і необхідністю розроблення заходів щодо забезпечення конкурентоспроможності марганцевої продукції.

Одним із заходів щодо запобігання зниженню економічної ефективності діяльності ОГЗК є рішення з реконструкції технологічних схем розкривних робіт на кар'єрах, метою якого є приведення їх проектної потужності у відповідність до попиту на марганцеворудну продукцію.

Сутність реконструкції технологічних схем систем розробки марганцевих родовищ полягає в приведенні кількості наявного гірничотранспортного устаткування у відповідність до необхідної виробничої потужності кар'єру, зменшенні числа транспортних горизонтів, особливо тих, на яких працюють комплекси машин безперервної дії (роторні екскаватори–стрічкові конвеєри–відвалоутворювачі), оскільки транспортні витрати при такій системі розробки

вищі порівняно з іншими системами (безтранспортною, транспортно-відвальною).

Як свідчить теорія і практика відкритої розробки горизонтальних родовищ, вибір того чи іншого комплексу устаткування (КУ) для розкривних робіт залежить від середньоексплуатаційного коефіцієнта розкриву родовища. Перерозподіл КУ, зменшення числа робочих (у тому числі транспортних) горизонтів та відповідне збільшення висоти окремих уступів може викликати необхідність переєкспавації частини розкривних порід. Це призводить до збільшення середньоексплуатаційного коефіцієнта розкриву (за рахунок збільшення коефіцієнта переєкспавації K_{Π}). Такий коефіцієнт розкриву родовища авторами пропонується називати технологічним $K_{\text{вт}}$, оскільки його величина залежить від технологічної схеми розкривних та відвальних робіт.

Для переважної більшості марганцеворудних кар'єрів типовою системою розробки родовища є комбінована, яка включає безтранспортну, транспортно-відвальну та транспортну системи розробки відповідно трьох розкривних уступів: нижнього (надрудного), середнього (основного) та верхнього (передового). Величина технологічного коефіцієнта розкриву родовища $K_{\text{вт}}$ ($\text{м}^3/\text{т}$) для такої системи розробки визначається за формулою

$$K_{\text{вт}} = \frac{H_{\text{в}}K_{\text{в}}(1 + K_{\text{пв}}) + H_{\text{с}}K_{\text{с}}(1 + K_{\text{пс}}) + H_{\text{н}}K_{\text{н}}(1 + K_{\text{пн}})}{h\gamma_{\text{р}}K_{\text{вр}}}, \quad (1)$$

де $H_{\text{в}}$, $H_{\text{с}}$, $H_{\text{н}}$ – висота відповідно верхнього, середнього та нижнього уступів, м; $K_{\text{в}}$, $K_{\text{с}}$, $K_{\text{н}}$ – коефіцієнти збільшення довжини фронту розкривних робіт відповідно на верхньому, середньому та нижньому уступах відносно довжини фронту робіт на видобувному уступі, частка од.; $K_{\text{пв}}$, $K_{\text{пс}}$, $K_{\text{пн}}$ – коефіцієнти переєкспавації розкривних порід при розробці відповідно передового, основного та надрудного уступів, частка од.; $K_{\text{вр}}$ – коефіцієнт виймання рудної сировини з надр (відповідно технологічної схеми видобувних робіт), частка од.; $\gamma_{\text{р}}$ – щільність руди, $\text{т}/\text{м}^3$; h – потужність рудного пласта, м.

В загальному випадку для кожного з розкривних уступів коефіцієнт переєкспавації K_{Π} , $\text{м}^3/\text{м}$, визначається як відношення

$$K_{\Pi} = \frac{\sum S_{\Pi}}{K_{\text{р}}S_{\text{в}}}, \quad (2)$$

де $\sum S_{\Pi}$ – сумарний обсяг розкривних порід, які перевалюють у відвал на всіх етапах переєкспавації, м^3 ; $S_{\text{в}}$ – обсяг розкривних порід (у цілику) на 1 м довжини розкривної заходки, м^3 ; $K_{\text{р}}$ – коефіцієнт розпушення розкривних порід, частка од.

З урахуванням питомих витрат на розробку розкривних порід ($\text{грн}/\text{м}^3$) на верхньому $B_{\text{в}}$, середньому $B_{\text{с}}$ і нижньому $B_{\text{н}}$ уступах технологічний коефіцієнт

розкриття може бути представлений як економічний коефіцієнт розкриття $K_{\text{вс}}$ (грн/т), величина якого визначається за формулою

$$K_{\text{вс}} = \frac{H_{\text{в}} K_{\text{в}} (1 + K_{\text{пв}}) B_{\text{в}} + H_{\text{с}} K_{\text{с}} (1 + K_{\text{пс}}) B_{\text{с}} + H_{\text{н}} K_{\text{н}} (1 + K_{\text{пн}}) B_{\text{н}}}{h \gamma_{\text{р}} K_{\text{вр}}}, \quad (3)$$

Формули (1–3) дозволяють визначити величини технологічного та економічного коефіцієнтів розкриття для технологічних схем, які не передбачають розвантаження внутрішніх відвалів, тобто переєккавацію розкривних порід на відвалі за допомогою додаткового устаткування (драглайна).

Якщо переєккавація здійснюється на внутрішньому відвалі з метою розвантаження та забезпечення необхідної його стійкості, то в (1) чисельник доповнюють додатком $H K_{\text{по}}$, де $K_{\text{по}}$ – коефіцієнт переєккавації на внутрішньому відвалі.

Для схем розкривних робіт, що реконструюються шляхом часткового або повного об'єднання верхнього $H_{\text{в}}$ та середнього $H_{\text{с}}$ уступів та розвантаження внутрішнього відвалу, технологічний і економічний коефіцієнти розкриття визначаються відповідно за формулами

$$K_{\text{вт}} = \frac{(H_{\text{в}} - H_{\text{св}}) K_{\text{в}} + H_{\text{св}} (1 + K_{\text{по}}) K_{\text{св}} + H_{\text{с}} (1 + K_{\text{пс}}) K_{\text{с}} + H_{\text{н}} (1 + K_{\text{пн}}) K_{\text{н}}}{h \gamma_{\text{р}} K_{\text{вр}}}, \quad (4)$$

$$K_{\text{вс}} = \frac{(H_{\text{в}} - H_{\text{св}}) K_{\text{в}} B_{\text{в}} + H_{\text{св}} (1 + K_{\text{по}}) K_{\text{св}} B_{\text{св}} + H_{\text{с}} (1 + K_{\text{пс}}) K_{\text{с}} B_{\text{с}} + H_{\text{н}} (1 + K_{\text{пн}}) K_{\text{н}} B_{\text{н}}}{h \gamma_{\text{р}} K_{\text{вр}}}, \quad (5)$$

де $H_{\text{св}}$ – висота верхнього підступу об'єданого уступу, м; може змінюватись від 0 до $H_{\text{в}}$; $K_{\text{св}}$ – коефіцієнт подовження фронту гірничих робіт на верхньому підступі середнього уступу; $K_{\text{по}}$ – коефіцієнт переєккавації розкривних порід на внутрішньому відвалі; $B_{\text{св}}$ – питомі витрати на розробку підступу $H_{\text{св}}$, грн/м³.

Слід зазначити, що обсяги розкривних робіт стосовно переєккавації порід на об'єданому уступі ($H_{\text{с}} + H_{\text{св}}$) і на внутрішньому відвалі однакові, тобто $K_{\text{пс}} = K_{\text{по}}$. Це пояснюється тим, що як до реконструкції технологічної схеми (за відсутності об'єданого уступу), так і після реконструкції (об'єднанні уступів $H_{\text{с}}$ і $H_{\text{в}}$) необхідне забезпечення однієї і тієї ж максимальної величини стійкого результуючого укосу внутрішнього відвалу ($\beta_{\text{рез}}$), що досягається його розвантаженням (переєккавацією). Коефіцієнт переєккавації $K_{\text{пс}}$, частка од., визначиться за виразом

$$K_{\text{пс}} = K_{\text{по}} = \frac{H_{\text{св}}}{H_{\text{с}} + H_{\text{св}}}. \quad (6)$$

З метою встановлення впливу реконструкції технологічної схеми розкривних робіт на технологічний та економічний коефіцієнти розкриву родовища виконані розрахунки для умов Чкаловського кар'єру № 2. Вихідні дані для розрахунків: виробнича потужність кар'єру $Q_k = 1,0$ млн т/рік; потужність розкривних порід $H = 74$ м; висота розкривних уступів: $H_b = 28$ м, $H_c = 32$ м, $H_n = 14$ м; потужність рудного пласта $h = 2,0$ м; комплекси устаткування: на верхньому уступі – роторний екскаватор і стрічкові конвеєри, на середньому – роторний екскаватор і відвалоутворювач, на нижньому – драглайни ЭШ-15/90, на верхньому підступі H_{cb} об'єднаного уступу і на переєкспавації порід на внутрішньому відвалі – драглайни ЭШ-10/70.

При розрахунку економічного коефіцієнта розкриву $K_{ве}$ додатково прийнято такі дані: річна продуктивність комплексів устаткування: на верхньому уступі – 7,0 млн m^3 /рік, на середньому уступі – 8,0 млн m^3 /рік, на нижньому уступі – 3,5 млн m^3 /рік, на верхньому підступі об'єднаного уступу і на внутрішньому відвалі (переєкспавація) – 3,5 млн m^3 /рік. Питомий економічний показник (собівартість 1 m^3 розкривних робіт), прийнятий за фактичними даними Чкаловського кар'єру № 2: для комплексів устаткування, що працюють на уступах: верхньому – 1,56 грн/ m^3 , середньому – 0,5 грн/ m^3 , нижньому 0,84 грн/ m^3 . Розрахунки проведені за формулами (4) і (5), а їх результати представлені на рис. 1. Як видно з приведених графіків, технологічний коефіцієнт розкриву $K_{вт}$ значно відрізняється від геологічного $K_{вг}$ і суттєво зростає при збільшенні висоти H_b основного уступу.

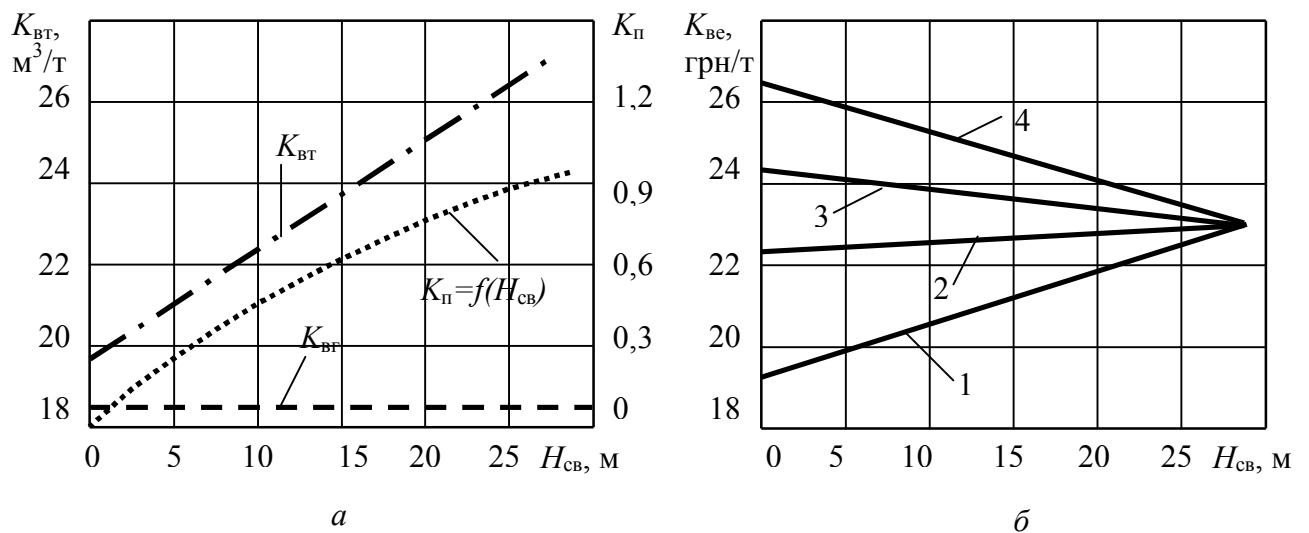


Рис. 1. Залежність технологічного (а, штрих-пунктирна лінія), економічного (б, суцільна лінія) коефіцієнтів розкриву родовища та коефіцієнту переєкспавації від висоти верхнього підступу: 1, 2, 3, 4 – відповідно при $C_b = 1,56; 2,0; 2,2; 2,5$ грн/ m^3

Найбільший вплив на величину коефіцієнта $K_{вт}$ здійснюється за рахунок збільшення коефіцієнта переєкспавації $K_{п}$ розкривних порід як на об'єднаному уступі, так і на внутрішньому відвалі. Залежність загального коефіцієнта переєкспавації ($K_{п} = K_{пс} + K_{по}$) від висоти підступу H_{cb} наведено на рис. 1, а, з якого видно, що величина $K_{п}$ досягає 0,9...1,0 при $H_{cb} = 25$ м.

Оцінка доцільності реконструкції технологічних схем розкривних робіт може здійснюватись за допомогою економічного коефіцієнта розкриття (див. рис. 1, б). З наведених графіків залежності $K_{\text{вс}} = f(H_{\text{св}})$ випливає, що при собівартості 1 м^3 виймання розкривних порід комплексом устаткування безперервної дії (роторний екскаватор–стрічкові конвеєри–відвалоутворювач), яке працює на верхньому уступі $C_{\text{в}} = 1,5 \dots 2,0 \text{ грн/м}^3$, недоцільно реконструювати технологічну схему, тобто об'єднувати верхній та середній уступи. При $C_{\text{в}} > 2,0 \text{ грн/м}^3$ (див. рис. 1, б, криві 3 і 4) економічна ефективність реконструкції очевидна.

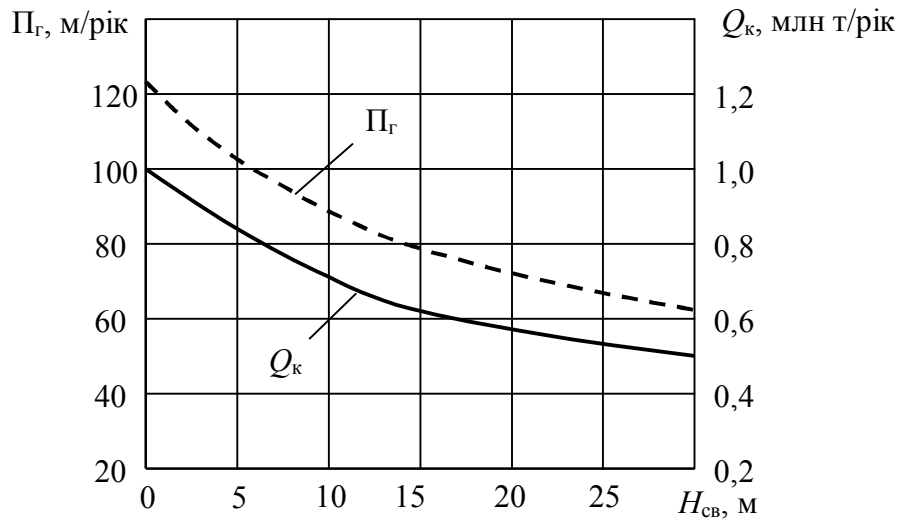


Рис. 2. Залежності річного посування фронту гірничих робіт P_{Γ} та виробничої потужності кар'єру $Q_{\text{к}}$ від висоти верхнього підступу об'єданого розкривного уступу $H_{\text{св}}$

Розглянемо більш детально вплив висоти об'єданого уступу на річне просування фронту гірничих робіт і виробничу потужність кар'єру. Як видно з графіків, наведених на рис. 2, збільшення висоти об'єданого уступу за рахунок відповідного збільшення висоти $H_{\text{св}}$ приводить до зниження величини посування P_{Γ} і, відповідно, виробничої потужності $Q_{\text{к}}$. Так, при об'єднанні верхнього та середнього уступів (при висоті $H_{\text{св}} = 28 \text{ м}$) величина потужності $Q_{\text{к}}$ знижується на 50 %. Наведені графіки $P_{\Gamma} = f(H_{\text{св}})$ показують, що шляхом зміни величини $H_{\text{св}}$ можна збільшувати або зменшувати виробничу потужність кар'єру. Як показують результати розрахунків для гірничо-технологічних умов Чкаловського кар'єру № 2 ($H_{\text{в}} = 28 \text{ м}$, $H_{\text{с}} = 32 \text{ м}$, $H_{\text{н}} = 14 \text{ м}$) та теперішнього стану устаткування безперервної дії, яке працює на верхньому уступі (фізичний знос 80 %), а також зменшення виробничої потужності кар'єру, необхідність об'єднання верхнього та середнього уступів очевидна. Так, при необхідності зменшення потужності $Q_{\text{к}}$ на 40...50 % (від проектної) потреби в передовому уступі $H_{\text{в}}$ немає, оскільки висоти $H_{\text{н}}$ і $H_{\text{с}}$ складають 25...30 і 50...60 м відповідно (рис. 3, криві 1 і 2), тобто загальна максимальна висота $H_{\text{н}} + H_{\text{с}}$ дорівнює 75...90 м (крива 4), а в умовах кар'єру Чкаловський № 2 вона становить 60 м.

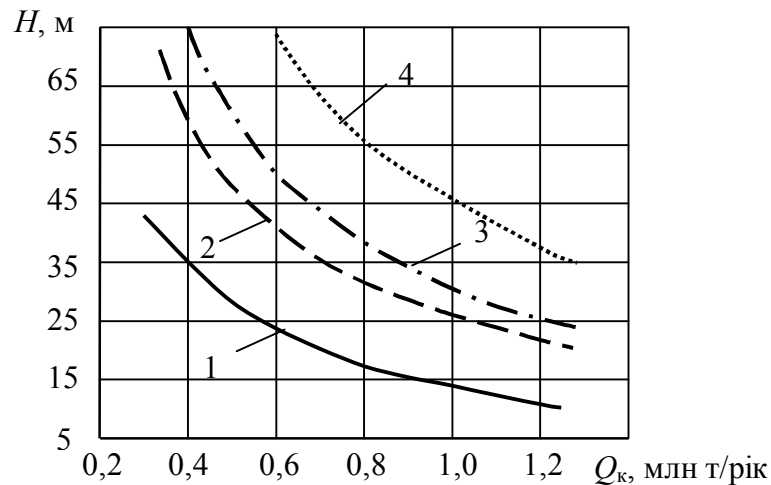


Рис. 3. Залежність необхідних висот уступів від виробничої потужності Чкаловського кар'єру № 2: 1 – H_n ; 2 – H_c ; 3 – H_b ; 4 – ($H_n + H_c$)

Слід зазначити, що при оцінці доцільності реконструкції технологічних схем комбінованої системи розробки родовища за економічним коефіцієнтом його розкриття враховуються лише експлуатаційні витрати, тобто собівартість виймання розкривних порід. Такий методичний підхід до розв'язання питань з реконструкції кар'єру можливий при відсутності додаткового устаткування в розкривній та відвальній зонах кар'єру, тобто за умови використання лише наявного устаткування. В іншому разі встановлення доцільності реконструкції технологічних схем необхідно проводити з урахуванням додаткових капітальних витрат, а також таких економічних показників, як прибутковість та рентабельність. Методичні рекомендації щодо економічної доцільності реконструкції кар'єру на основі зазначених економічних показників наведені в роботах [2, 3, 4].

1. Череп А. Ю. До обґрунтування методів забезпечення конкурентоспроможності продукції гірничо-збагачувальних комбінатів // Науковий вісник НГУ. – 2004. – № 6. – С. 94–98.

2. Череп А. Ю. Розробка методики визначення економічної ефективності проектів реконструкції марганцевих кар'єрів // Науковий вісник НГУ. – 2005. – № 3. – С. 73–75.

3. Череп А. Ю. Методичний підхід до визначення економічної ефективності реконструкції технологічних комплексів на кар'єрах // Матеріали Першої Міжнародної науково-практичної конференції “Науковий потенціал світу 2004”. – Т. 62. Технічні науки. – Дніпропетровськ: Наука і освіта. – 2004. – С. 19–23.

4. Прокопенко В. И., Череп А. Ю. Установление целесообразности реконструкции марганцевых карьеров в условиях сниженного спроса на продукцию // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2004. – № 7. – С. 139–141.