

**Ключові слова:** спостережна станція, денна поверхня, горизонтальні зрушення, очисна виробка, деформації

The results of analysis of Earth surface points displacement trajectories above a moving coalface are described in the article. The numeral quantities of horizontal and vertical residual displacement of the profile lines benchmarks installed above the coalface of Western Donbas mines are presented. The presence of horizontal dis-

placements of Earth surface points in the flat bottom of trough is confirmed.

**Keywords:** observation station, surface, horizontal subsidence, undermining, deformation

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук М.С. Четвериком. Дата надходження рукопису 04.02.11

УДК 622.341: 504.55.06

**Є.О. Стражко,  
В.В. Панченко, канд. техн. наук, доц.**

Державний вищий навчальний заклад „Національний гірничий університет“ м. Дніпропетровськ, Україна,  
e-mail: strazhko@rambler.ru

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ВПЛИВУ БОРТОВОГО ВМІСТУ ЗАЛІЗА В РУДІ НА ПОТОЧНИЙ КОЕФІЦІЄНТ РОЗКРИВУ

**Ye.O. Strazhko,  
V.V. Panchenko, Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor**

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine,  
e-mail: strazhko@rambler.ru

### RESEARCH OF THE INFLUENCE MECHANISM OF CUTOFF GRADE OF IRON IN ORE ON THE OVERBURDEN RATIO

Визначено механізм впливу бортового вмісту заліза в руді на поточний коефіцієнт розкриву при розробці крутоспадних залізородних родовищ на стадії експлуатації кар'єру. Урахування цього впливу є обов'язковим при визначенні можливого прибутку комбінату від реалізації концентрату. Виконано аналіз отриманих результатів у ситуаціях керованого підвищення та зниження бортового вмісту заліза при коливанні ринкових цін на концентрат. Аналіз проілюстровано прикладом характерного розташування робочої зони та запасів руди в кар'єрі.

**Ключові слова:** кондиції, бортовий вміст, залізородні родовища, коефіцієнт розкриву, вміст заліза

**Проблема та її зв'язок із науковими та практичними завданнями.** Як відомо, для більшості залізородних кар'єрів України значення параметрів кондицій на руду (зокрема, бортового вмісту заліза) були встановлені під час їхнього проектування в умовах директивної економіки. З того часу з'явився фактор ринку та змінилися гірничо-геологічні та гірничотехнічні умови розробки родовищ. Таким чином правомірним є питання підтвердження або перегляду встановлених значень кондицій на залізну руду. До того ж, майже всі науково-методичні розробки з техніко-економічного обґрунтування кондицій на руду створені для передпроектної та проектної стадій освоєння родовища. Розробки, які присвячені зміні кондицій на стадії експлуатації, у сучасних економічних умовах практично відсутні [1].

У методологічному аспекті зміну кондицій на стадії експлуатації в [2] було запропоновано розглядати як один з методологічних підходів до реалізації стратегії освоєння родовища. Формально перегляд кондицій є способом зміни області припустимих рішень задачі поточного планування гірничих робіт.

Очевидно, що доцільність зміни бортового вмісту заліза в руді визначається можливим прибутком після його перегляду [3]. Для визначення можливого прибу-

тку від реалізації концентрату необхідно розраховувати зміну витрат на розкривні та видобувні роботи з урахуванням поточного коефіцієнту розкриву.

**Метою** даної роботи є визначення механізму впливу бортового вмісту заліза в руді на поточний коефіцієнт розкриву при відпрацюванні крутоспадних залізородних родовищ.

**Викладення матеріалу та результати.**

**Загальні положення.** Ідея визначення впливу бортового вмісту заліза в руді на поточний коефіцієнт розкриву наступна: при зміні бортового вмісту заліза відбувається перехід гірських порід із розряду розкривних до розряду корисних копалин і навпаки, що приводить до зміни співвідношення їх об'ємів, тобто – до зміни поточного коефіцієнту розкриву. Аналітично це можна записати наступним виразом

$$k_p^{nom.} = \frac{V + \Delta V}{Q + \Delta Q}, \quad (1)$$

де  $V$  – плановий об'єм розкриву до зміни бортового вмісту,  $m^3$ ;  $Q$  – планова маса руди до зміни бортового вмісту, т;  $\Delta V$  – прирізка об'єму розкриву після зміни бортового вмісту,  $m^3$ ;  $\Delta Q$  – прирізка маси руди після зміни бортового вмісту, т.

Значення  $\Delta V$  і  $\Delta Q$  пропонується встановлювати в залежності від напрямку та величини зміни бортового вмісту, просторового розміщення руд з різним вміс-

том заліза та наявності потрібної маси руд за кожним відсотком вмісту заліза.

Далі розглядаються ситуації збільшення та зменшення бортового вмісту заліза в руді за умови, що плановий об'єм видобутку руди не змінюється.

**Ситуація зменшення бортового вмісту.** При зменшенні бортового вмісту відбувається перехід частини розкривних порід до розряду руди. Наприклад (рис. 1), до попередньої маси руди, яку планувалося видобувати у вибоях руди 1, додаються маси 3 і 5.

З урахуванням (1), поточний коефіцієнт розкриття пропонується визначати наступним чином (м<sup>3</sup>/т)

$$k_p^{ном.} = \frac{V - \Delta V_{вил.} - \frac{\Delta Q_{внут.}}{\rho} + \Delta V_{зовн.}}{Q_p + \Delta Q_{внут.} + \Delta Q_{зовн.} - \Delta Q_{вил.}}, \quad (2)$$

де  $\Delta Q_{внут.}$  – гірська маса, що перейшла до розряду кондиційної руди після зміни бортового вмісту, і яка перебуває в межах робочої зони, т;  $\Delta Q_{вил.}$  – маса кондиційної руди, що після зміни бортового вмісту з плану видобутку вилучається, т;  $\Delta Q_{зовн.}$  – гірська маса, яка перейшла до розряду кондиційної руди після зміни бортового вмісту, що перебуває поза межами робочої зони і додається до планових об'ємів видобутку, т;  $\Delta V_{вил.}$  – об'єм розкривних порід, що вилучається з плану відповідно масі руди  $\Delta Q_{вил.}$ , м<sup>3</sup>;  $\Delta V_{зовн.}$  –

об'єм розкривних порід, який додається до планового об'єму у зв'язку з додаванням до плану руди  $\Delta Q_{зовн.}$  після зменшення бортового вмісту, м<sup>3</sup>;  $\rho$  – питома вага руди, що видобувається, т/м<sup>3</sup>.

Як видно з (2), після зменшення бортового вмісту заліза до планової маси руди прирізається маса  $\Delta Q_{внут.}$ , яка розташована в межах робочої зони та після зменшення бортового вмісту стала кондиційною. У тому випадку, коли в межах робочої зони відсутня частина потрібної маси такої руди  $\Delta Q_{зовн.}$  (для отримання необхідної середньої якості), вона видобувається за межами робочої зони. Відповідно, враховується додатковий об'єм розкривних робіт  $\Delta V_{зовн.}$ .

Для збереження планових значень видобутку руди, з плану вилучається її частина  $\Delta Q_{вил.}$ , яка до зменшення бортового вмісту входила до плану ( $\Delta Q_{вил.} = \Delta Q_{внут.} + \Delta Q_{зовн.}$ ). Відповідно, з плану вилучається об'єм розкривних робіт  $\Delta V_{вил.}$ . При цьому  $(\Delta V_{зовн.} - \Delta V_{вил.} - \Delta Q_{внут.}/\rho) = \Delta V$ , а  $(\Delta Q_{внут.} + \Delta Q_{зовн.} - \Delta Q_{вил.}) = \Delta Q$ .

Прирізки і відповідні значення їх параметрів  $\Delta Q_{внут.}$ ,  $\Delta Q_{вил.}$ ,  $\Delta Q_{зовн.}$ ,  $\Delta V_{вил.}$ ,  $\Delta V_{зовн.}$  визначаються технологом з урахуванням бортового вмісту, потрібної якості руди, її просторового розподілу та наявності запасів (розкритих, підготовлених, готових до виймання).

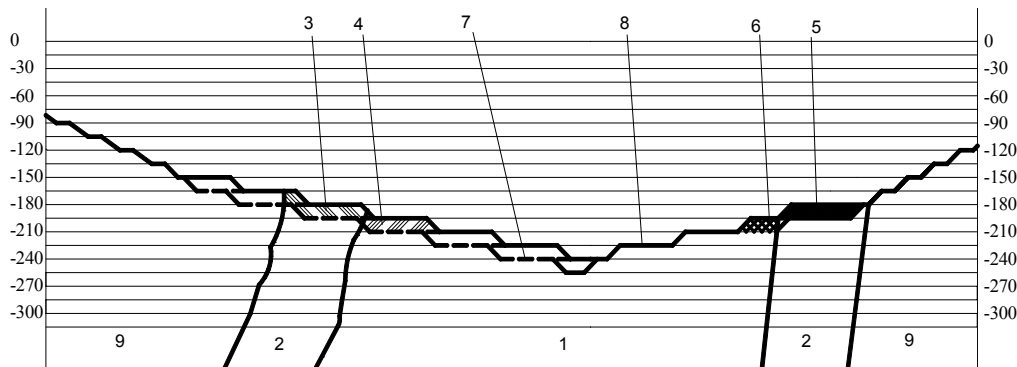


Рис. 1. Приклад геологічного розрізу крутоспадного родовища залізної руди: 1 – кондиційна руда; 2 – некондиційна руда; 3 – об'єм розкривних порід у робочій зоні, який при зменшенні бортового вмісту заліза переходить до статусу кондиційної руди; 4 – маса кондиційної руди, яка при збільшенні бортового вмісту переходить до статусу некондиційної руди; 5 – об'єм розкривних порід поза робочою зоною, який при зменшенні бортового вмісту переходить до статусу кондиційної руди і включається до плану видобутку; 6 – маса кондиційної руди, що перебуває поза робочою зоною, яку треба видобувати після збільшення бортового вмісту; 7 – плановий контур кар'єру; 8 – поточний контур кар'єру; 9 – розкривні породи

**Ситуація збільшення бортового вмісту заліза в руді.** У цій ситуації, навпаки, відбувається перехід частини руди до розряду розкривних порід. Для наведеного вище прикладу (рис. 1), від попередньої планової маси, що видобувалася у вибоях руди 1, віднімається маса 4, яка переходить у розряд розкривних порід, та додається маса 6, що залишається кондиційною після збільшення бортового вмісту.

З урахуванням (1), поточний коефіцієнт розкриття при збільшенні бортового вмісту заліза в руді пропонується визначати так

$$k_p^{ном.} = \frac{V + \Delta V_{зовн.} + \frac{\Delta Q_{нек}}{\rho}}{Q_p + \Delta Q_{зовн.} - \Delta Q_{нек}}, \quad (3)$$

де  $\Delta Q_{зовн.}$  – маса кондиційної руди, яку пропонується видобувати після збільшення бортового вмісту, що перебуває поза робочою зоною, т;  $\Delta V_{зовн.}$  – об'єм розкриття над рудою  $\Delta Q_{зовн.}$ , м<sup>3</sup>;  $\Delta Q_{нек}$  – гірська маса, яка переходить із розряду руди до розряду розкриття через збільшення бортового вмісту і підлягає вийманню, т.

Як видно з (3), після збільшення бортового вмісту від планової маси руди  $Q$  віднімається маса руди  $\Delta Q_{нек}$ , яка розташована в межах робочої зони, після збільшення бортового вмісту стала некондиційною та підлягає вийманню як розкривна порода. У цій ситуації  $(\Delta V_{зовн.} + \Delta Q_{нек}/\rho) = \Delta V$ ;  $(\Delta Q_{зовн.} - \Delta Q_{нек}) = \Delta Q$ .

Для збереження планових значень видобутку руди в даній ситуації до плану додається частина руди  $\Delta Q_{зовн.}$ , яка до збільшення бортового вмісту не входила до плану ( $\Delta Q_{зовн.} = \Delta Q_{нек}$ ). Відповідно, до плану включається об'єм розкривних порід  $\Delta V_{зовн.}$ .

У даній ситуації, як і в попередній, прирізки і відповідні їм значення параметрів  $\Delta Q_{нек}$ ,  $\Delta Q_{зовн.}$ ,  $\Delta V_{зовн.}$  визначаються технологією на основі бортового вмісту, додаткового об'єму розкриву, якості руди в прирізці та відстані від робочої зони.

**Аналіз результатів.** Таким чином, в явному вигляді бортовий вміст у формулах (2) і (3) не фігурує, але він впливає на параметри прирізок руди та розкривних порід  $\Delta Q$  і  $\Delta V$ , які супроводжують зміну бортового вмісту. Крім того, на параметри цих прирізок впливають конкретні гірничо-геологічні умови (розташування відповідних запасів руди та її якість), що склалися в кар'єрі на момент зміни бортового вмісту.

На рис. 2 наведено приклади графіків залежності поточного коефіцієнту розкриву від бортового вмісту заліза в руді, побудовані за формулами (2) і (3) для

заданих конкретних співвідношень об'ємів прирізок  $\Delta V$  і  $\Delta Q$  відповідно значенням бортового вмісту. Побудовані залежності для крайніх випадків, які відповідають наступним умовам: ● – при зменшенні бортового вмісту  $\Delta Q_{нов.} = 0$ , тобто прирізка нової кондиційної руди ведеться повністю за межами робочої зони, при цьому підготовлені запаси там відсутні; ◆ – при зменшенні бортового вмісту  $\Delta Q_{зовн.} = 0$ , тобто вся потрібна маса руди, що прирізається, знаходиться в робочій зоні; ■ – при збільшенні бортового вмісту  $\Delta V_{зовн.} = 0$ , тобто потрібна маса руди за межами робочої зони готова до виймання; ▲ – при збільшенні бортового вмісту готова до виймання руда за межами робочої зони відсутня.

Збільшення та зменшення бортового вмісту на графіках відраховується від базового значення, яке прийнято 14 %.

Коливання графіку обумовлюється змінним характером параметрів прирізок  $\Delta Q_{внут.}$ ,  $\Delta Q_{вил.}$ ,  $\Delta Q_{зовн.}$ ,  $\Delta V_{вил.}$ ,  $\Delta V_{зовн.}$ ,  $\Delta Q_{нек}$  у залежності від значення бортового вмісту, що відповідає реальним технологічним умовам. З цієї причини графік не є монотонним, але характер залежності просліджується: зі збільшенням бортового вмісту збільшується поточний коефіцієнт розкриву. Винятком служить крайній випадок, позначений на графіку, як ●- (рис. 2).

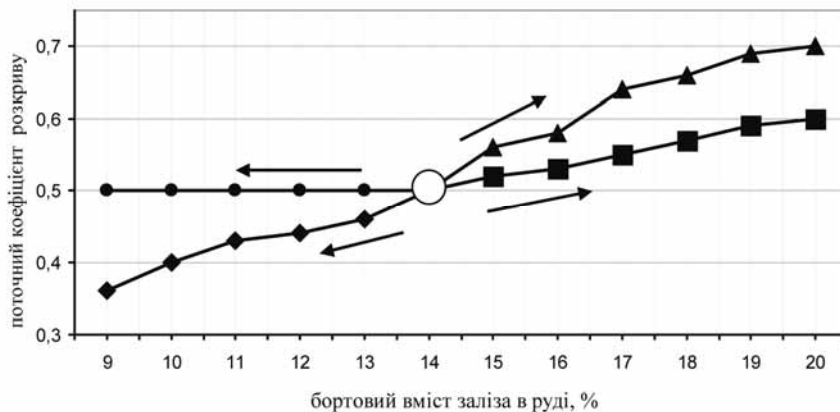


Рис. 2. Приклад графіку залежності поточного коефіцієнту розкриву від бортового вмісту заліза в руді (базовий бортовий вміст – 14%)

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** Досліджено механізм впливу бортового вмісту заліза в руді на поточний коефіцієнт розкриву. Отримані вирази (2) і (3) дозволяють обчислювати його для будь-якого залізородного кар'єру після керованої зміни бортового вмісту, що дає змогу визначити можливий прибуток від реалізації концентрату.

Подальші дослідження направлені на встановлення залежностей параметрів робочої зони кар'єру від бортового вмісту, розробку методики та технологічних схем управління кондиціями на стадії експлуатації кар'єру.

**Список літератури / References**

1. Панченко В.В. Аналіз методологій техніко-економічного обґрунтування кондицій на залізну руду / Панченко В.В., Горпинич О.В., Стражко Є.О. // Ма-

теріали міжнародної конференції „Форум гірників – 2009“. – Дніпропетровськ: НГУ, 2009. – С. 47–53.

Panchenko V.V. Analysis of methodology of technoeconomic substantiation of iron ore quality standard / Panchenko V.V., Horpinich O.V., Strazhko Ye.O. // Materials of the International conference “Forum of Miners – 2009”. – Dnipropetrovsk: NGU, 2009. – P. 47–53

2. Стражко Е.А. Изменение кондиций на минеральное сырье как методологический подход к реализации рациональной стратегии освоения месторождения / Стражко Е.А., Панченко В.В. // Разработка рудных месторождений. Научно-технический сборник, 2010. – №93. – С.279 – 282.

Strazhko Ye.A. Revision of minerals quality standards as a technical approach to implementation of rational deposit development strategy / Strazhko Ye.A., Panchen-

ko V.V. // *Razrabotka rudnykh mestorozhdeniy. Nauchno-tekhnicheskiiy sbornik*, 2010. – No.93. – P. 279–282

3. *Страшко Е.А.* Определение взаимозависимости возможной прибыли горно-обогатительного комбината за реализованный концентрат от бортового содержания железа в руде / Страшко Е.А., Панченко В.В. // *Материали міжнародної конференції „Форум гірників – 2010“ – Дніпропетровськ: НГУ, 2010 – С. 264–270.*

*Strazhko Ye.A.* Determination of interdependency between ore concentrate selling gain contingency of ore-dressing and processing enterprise and iron cutoff grade in ore / Strazhko Ye.A., Panchenko V.V. // *Materials of the International conference “Forum of Miners” – 2010”*. – Dnipropetrovsk: NGU, 2010. – P. 264–270

Определен механизм влияния бортового содержания железа в руде на текущий коэффициент вскрыши при разработке крутопадающих железорудных месторождений на стадии эксплуатации карьера. Его учет обязателен при определении возможной прибыли комбината от реализации концентрата. Выполнен анализ полученных результатов в ситуациях управляемого

повышения и понижения бортового содержания железа при колебании рыночных цен на концентрат. Анализ проиллюстрирован примером характерного расположения рабочей зоны и запасов руды в карьере.

**Ключевые слова:** *кондиции, бортовое содержание, железорудные месторождения, коэффициент вскрыши, содержание железа*

The influence mechanism of the cutoff grade of iron in ore on the current overburden ratio for steeply dipping iron deposits at stage of operation of open cast is defined. Account taken of this influence is obligatory for determination of possible factory's profit from concentrate realization. The analysis of the results in situations of operated increase and fall of the cutoff grade is made in terms of fluctuation of concentrate prices at the market. The analysis is illustrated by an example of the typical layout of a working zone of an opencast.

**Keywords:** *quality requirements, cutoff grade, ore deposits, overburden ratio, iron content*

*Рекомендовано до публікації докт. техн. наук В.І. Прокопенком. Дата надходження рукопису 25.02.11*

УДК 622.278.273.2

**Н.М. Табаченко, канд. техн. наук,  
Р.Е. Дычковский, канд. техн. наук,  
В.С. Фальштынский, канд. техн. наук,  
П.Б. Саик**

Государственное высшее учебное заведение  
„Национальный горный университет“,  
г. Днепропетровск, Украина, e-mail: dichre@yahoo.com

## КОГЕНЕРАЦИОННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ГАЗА СКВАЖИННОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА ТРАДИЦИОННЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВКАХ

**N.M. Tabachenko, Cand. Sci. (Tech.),  
R.Ye. Dychkovskiy, Cand. Sci. (Tech.),  
V.S. Falshtynskiy, Cand. Sci. (Tech.),  
P.B. Saik**

State Higher Educational Institution  
“National Mining University”,  
Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: dichre@yahoo.com

## COGENERATION GAS UTILIZATION OF BOREHOLE COAL SEAMS GASIFICATION ON TRADITIONAL POWER STATION

Обоснованы возможности применения мембранных установок для очистки продуктов скважинной подземной газификации методом фильтрации. Применение современных мембранных газоразделителей позволяет отделить основные балластные газы (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S и N<sub>2</sub>) от горючих газов, которые образуются в процессе подземной газификации угля. Приведены конструктивные особенности выполнения данных установок и технологии процесса очистки генераторных газов. Предложены мероприятия по снижению экологической нагрузки на горнодобывающие регионы.

**Ключевые слова:** *газификация, когенерационная технология, парниковый эффект, угольный пласт*

Мировая энергетика в значительной степени формируется под влиянием двух аспектов. Во – первых, это непрерывный рост потребности в энергоносителях в сочетании с удорожанием их первичных

источников (природного газа, нефти, угля), запасы которых ограничены. В этой ситуации многие страны начали форсировать добычу нефти и газа (при наличии разведанных запасов), а также ускоренными темпами стали развивать ядерную и тепловую энергетику на базе твердого топлива.

© Табаченко Н.М., Дычковский Р.Е., Фальштынский В.С., Саик П.Б., 2011