

наблюдалось незначительное скалывание горного массива с боков выработки, при этом в верхней части свода камера и массив остались не деформированными, рис. 2и.

Выводы и направление дальнейших исследований. Формирование компенсационных камер сводчатой формы, позволит успешно отрабатывать месторождения в условиях горных ударов. Однако, учитывая, что компенсационная камера претерпела изменений, необходимо определить более устойчивую форму камеры, при которой затраты на ее формирование не будут превышать затрат при формировании существующих компенсационных камер.

Список литературы

1. **Ступник Н.И., Письменный С.В.** Перспективные технологические варианты дальнейшей отработки железорудных месторождений системами с массовым обрушением руды / **Н.И.Ступник, С.В.Письменный** // Вісник ДВНЗ "Криворізький національний університет". – 2012. – Вип. 30. – С. 3-7.
2. **Булат А.Ф., Курносое А.Т.** Управление геомеханическими процессами при отработке угольных пластов / **А.Ф.Булат, А.Т.Курносое** // – К.: Наукова думка, 1987. – 200 с.
3. **Баклашов И.В., Картозия Б.А.** Механические процессы в породных массивах / **И.В.Баклашов, Б.А.Картозия** // М.: Недра, 1986. – 272 с.
4. **Лавриненко В.Ф., Лысак В.И.** Добыча богатых железных руд на глубоких горизонтах шахт Криворожского бассейна / **Лавриненко В.Ф., Лысак В.И.** // Горный журнал, 1986. – №11. – С. 20-25.
5. **Цариковский В.В., Булат А.Ф., Приходченко В.П.** Контроль процессов разрушения руд Кривбасса геофизическими методами для повышения эффективности их отработки / **В.В.Цариковский, А.Ф.Булат, В.П.Приходченко** // Сб. научн. трудов НИГРИ. – Кривой Рог: НИГРИ, 1998. – С. 21-24.
6. **Хомяков В.И., Петек В.В., Вольдман Д.И.** Пути снижения потерь и разубоживания руды при подэтажном обрушении / **В.И.Хомяков, В.В.Петек, Д.И.Вольдман** // Горный журнал, 1988. – №1. – С. 35-37.
7. **Лавриненко В.Ф., Лысак В.И.** Уровень удароопасности пород на глубоких горизонтах шахт Кривбасса / **В.Ф.Лавриненко, В.И.Лысак** // Разраб. руд. месторожд. - К.: Техніка, 1991. - Вып. 52. – С. 30-36.
8. **Усаченко Б.М.** Свойства горных пород и устойчивость горных выработок / **Б.М.Усаченко** // – К.: Наукова думка, 1997. – 116 с.
9. **Цариковский В.В., Сакович В.В., Недзвецкий А.В.** Определение и контроль допустимых размеров конструктивных элементов систем разработки на рудниках Кривбасса / **В.В.Цариковский, В.В.Сакович, А.В.Недзвецкий и др.** – Кривой Рог: НИГРИ, 1987. – 76 с.

Рукопись поступила в редакцию 21.01.12

УДК 622.271

В.Г. БЛИЗНЮКОВ, д-р техн. наук, проф., И.В. БАРАНОВ, ассистент,
А.В. САВИЦКИЙ, аспирант, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ИСКЛЮЧЕНИЕ СУБЪЕКТИВНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОНЕЧНЫХ КОНТУРОВ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КАРЬЕРОВ В СОСТАВЕ ГОКОВ

Доказано влияние договорных факторов на цену товарной продукции, что делает неточным применение существующих методов определения конечных контуров карьеров, разработана методика, которая позволяет привести цены по стоимости одного процента железа в тонне концентрата и избежать влияния субъективных факторов при определении границ открытых горных работ.

После перехода горнодобывающих предприятий с государственной формы собственности в частную перед новым владельцем возникает постоянная необходимость оценки возможностей сырьевой базы для дальнейшего развития предприятия. Поэтому исследования, направленные на определение перспективных контуров карьера сохраняют свою актуальность. Одним из основных параметров при проектировании открытых горных работ являются границы карьера. Экономическая эффективность и срок работы предприятия, полнота использования запасов полезных ископаемых и объемы инвестиций прямо зависят от границ открытых горных работ. Цена товарной руды (продукции), которая зависит от ее качества всегда определяла границы открытых горных работ. Однако на различных горнодобывающих предприятиях товарная продукция одного и того же качества может иметь различную цену реализации, что в свою очередь может внести ошибку при определении конечных контуров карьеров.

Поэтому необходима разработка эффективного метода определения конечных контуров железорудных карьеров, находящихся в составе ГОКов, который позволит избежать влияния, субъективного фактора на цену концентрата.

Значительные достижения в отечественной теории проектирования границ открытых горных работ принадлежат В.В. Ржевскому, В.С. Хохрякову, А.И. Арсентьеву и В.Г. Ближнему

[2-6]. Однако, несмотря на существенное развитие методов определения конечных контуров карьеров, ранее всегда присутствовал субъективный фактор при оценке границ карьера. Он отражался в граничном коэффициенте вскрыши

$$n_c = \frac{C_d - a_d}{b}, \text{ м}^3/\text{т} \quad (1)$$

где C_d - допустимая себестоимость добычи руды, грн./т; a_d - затраты на добычу руды открытым способом без учета затрат на вскрышные работы грн./т; b - затраты на выемку пустых пород, грн./м³.

Одной из основных задач владельцев ГОКов является получение максимальной прибыли от разработки месторождения. Эта задача не может быть решена без определения конечных границ карьера при открытом способе разработки месторождения или границ открытых и подземных работ при комбинированной разработке месторождения.

С изменением границ железорудных карьеров, входящих в состав горно-обогатительных комбинатов, может измениться как коэффициент вскрыши, так и качество полезного ископаемого, что также окажет влияние на себестоимость железорудного концентрата - товарной продукции ГОКа. Себестоимость концентрата c_k будет представлена выражением, грн./т

$$c_k = \frac{a_d + a_n + v \cdot n}{\gamma}, \quad (2)$$

где a_n - затраты на переработку 1 т руды до концентрата, грн./т; γ - выход концентрата из 1 т руды, доли ед. или, грн./т

$$c_k = a \cdot \frac{1 + \delta n}{\gamma} = a \cdot m, \quad (3)$$

где $a = (a_d + a_n)$ - затраты на добычу и переработку 1 т сырой руды, грн./т; m - коэффициент горной массы, т/т; $\delta = v / (a_d + a_n)$ - коэффициент приведения физических объемов горной массы к руде по затратам на добычу и переработку, доли ед. (постоянная величина при сложившейся технологии горных работ и обогатительного передела на конкретном горно-обогатительном комбинате).

Если руководство горно-обогатительных предприятий поставит своей задачей достичь экономических показателей производства товарной руды – железорудного концентрата не ниже:

чем при добыче товарной руды подземным способом, то за допустимые затраты следует принимать затраты на одну гривну производства товарной руды при подземном способе разработки;

чем при производстве товарной продукции на действующих горно-обогатительных комбинатах, то следует принимать затраты на одну гривну всех видов товарной продукции этих ГОКов.

Технико-экономические показатели работы шахт и ГОКов Украины представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Технико-экономические показатели производства железосодержащей товарной продукции горных предприятий с подземным способом разработки

Предприятие	Содержание железа в концентрате, %	Себестоимость концентрата, грн./т	Цена концентрата, грн./т	Цена одного % железа в концентрате, грн./т.%	Затраты на одну гривну товарной продукции, грн./грн.
ш. "Юбилейная"	67,00	169,92	190,36	2,84	0,9
ш. "Первомайская"	66,00	167,43	187,52	2,84	0,9
ш. им. Ленина	66,00	167,43	187,52	2,84	0,9
ш. "Гигант"	66,50	168,67	188,94	2,84	0,9
ш. им. Орджоникидзе	66,00	167,43	187,52	2,84	0,9
ш. "Гвардейская"	66,00	167,43	187,52	2,84	0,9

При определении конечных контуров карьеров ГОКов базой для сравнения могут служить все характерные для горнодобывающей промышленности Украины способы получения товарной железной руды:

1. Добыча сырой руды открытым способом и ее передел до концентрата на горно-обогатительных комбинатах;
2. Добыча сырой руды подземным способом и ее передел до товарной руды (концентрата)

на горно-обогатительном комбинате;

3. Добыча товарной руды подземным способом.

Первый способ производства товарной руды (железородного концентрата) характерен для всех горно-обогатительных комбинатов. Из-за различия в природных данных (содержание общего и магнитного железа в руде, обогатимость различных сортов руд, объемы пустых пород, характеризуемые коэффициентом вскрыши) и сложившейся технологии обогащения (выход концентрата и содержание железа в нем) комбинаты производят концентрат с различной себестоимостью и качеством (табл. 2).

Таблица 2

Технико-экономические показатели производства железосодержащей товарной продукции горных предприятий с открытым способом разработки

Предприятие	Содержание железа в концентрате, %	Себестоимость концентрата, грн./т	Цена концентрата, грн./т	Цена одного % железа в концентрате, грн./т.%	Затраты на 1 грн. товарной продукции, грн./грн.
ОАО "ЦГОК"	67,35	141,61	265,45	3,94	0,53
ОАО "ЮГОК"	65,36	105,40	154,62	2,37	0,68
ОАО «Арселор Миталл Кр. Рог»	65,52	107,88	195,00	2,98	0,55
ОАО «ИнГОК»	63,89	113,60	145,30	2,27	0,78
ОАО «ПГОК»	62,63	108,88	186,00	2,97	0,59

Если поставить цель запроектировать контуры карьера при которых экономические показатели производства концентрата на проектируемом ГОКе будут не хуже таковых любого комбината, то необходимо за основу при расчетах (в качестве базового предприятия) принимать показатели ГОКа с наименьшей величиной затрат на одну гривну произведенного и реализованного концентрата

$$Z_B \geq Z_P, \quad (4)$$

где Z_B и Z_P – затраты на гривну произведенного и реализованного концентрата на базовом и проектируемом ГОКах, грн./грн.

Тогда

$$\frac{C_B}{C_P} \geq \frac{C_P}{C_P}, \quad (5)$$

где C_B и C_P – себестоимость производства концентрата на базовом и проектируемом ГОКах, грн./т; C_B и C_P – цена реализуемого концентрата на базовом и проектируемом ГОКах соответственно, грн./т.

Можно выразить значение себестоимости производства концентрата через граничный коэффициент вскрыши.

$$C_P = \frac{a_{Пд} + a_{Пн} + b_{П} \cdot n_{Пэ}}{\gamma_k}, \quad (6)$$

где $a_{Пд}$ – себестоимость добычи руды без учета затрат на вскрышу, грн./т; $a_{Пн}$ – затраты на передел руды до концентрата, грн./т; $b_{П}$ – затраты на вскрышные работы, грн./м³; $n_{Пэ}$ – граничный коэффициент вскрыши для карьера проектируемого ГОКа, м³/т; γ_k – выход концентрата с одной тонны руды, доли единицы.

Тогда

$$\frac{C_B}{C_P} = \frac{a_{Пд} + a_{Пн} + b_{П} \cdot n_{Пэ}}{\gamma_k \cdot C_P} \quad (7)$$

из этого следует, что, м³/т

$$n_{Пэ} = \frac{Z_B \cdot C_P \cdot \gamma_k - (a_{Пд} + a_{Пн})}{b_{П}}. \quad (8)$$

Из табл. 2 видно, что цена концентрата (колонка 4) зависит не только от природных и технологических факторов. Об этом свидетельствует и колонка 5 этой же таблицы где видно, что цена одного процента железа в тонне концентрата для различных комбинатов неодинакова. Очевидно, что цена концентрата определяется не только его качеством (потребительскими свойствами), а и договором между покупателем и продавцом. Чтобы избежать влияния природных и нетехнологических (договорных) факторов на цену концентрата необходимо цену

концентрата всех сравниваемых комбинатов привести к одному виду по цене одного процента железа в 1 т концентрата.

В этом случае цена концентрата проектируемого ГОКа, приведенная по цене процента в 1 т концентрата базового ГОКу будет равна, грн./т

$$Ц'_{II} = \frac{Ц_B \cdot Fe_{II}}{Fe_B}, \quad (6)$$

где Fe_B и Fe_{II} – содержание железа в концентрате базового и проектируемого ГОКов, %.

Граничный коэффициент вскрыши для карьера проектируемого ГОКа, определенный на основе сравнения экономической эффективности производства концентрата на базовом ГОКе определяется как

$$n_{II\partial} = \frac{З_B \cdot Ц'_{II} \cdot \gamma_k - (a_{II\partial} + a_{IIн})}{\epsilon_{II}}, \quad \text{м}^3/\text{т} \quad (7)$$

При добыче сырой руды подземным способом и ее переделе до товарной руды (концентрата) на горно-обогатительном комбинате для определения граничного коэффициента вскрыши принимаем показатели того предприятия у которого наименьшая себестоимость добычи руды (сравнение с лучшим предприятием подземного способа разработки).

При добыче товарной руды подземным способом разработки сравнение необходимо выполнять также на основе затрат на 1 грн. товарной продукции сравниваемых предприятий, т.е.

$$\frac{C_p^{Б.под.}}{Ц_p^{Б.под.}} \geq \frac{C_k^{II.откр.}}{Ц_k^{II.откр.}}, \quad (8)$$

где $C_p^{Б.под.}$ - себестоимость добычи руды на базовом подземном предприятии, грн/т; $Ц_p^{Б.под.}$ - цена руды на базовом подземном предприятии, грн/т; $C_k^{II.откр.}$ - себестоимость добычи концентрата на проектируемом предприятии с открытым способом, грн/т; $Ц_k^{II.откр.}$ - цена концентрата на проектируемом предприятии с открытым способом, грн/т.

В этом случае формула по определению граничного коэффициента вскрыши будет иметь вид, $\text{м}^3/\text{т}$

$$n_{II\partial} = \frac{З_p^{Б.под.} \cdot Ц'_{II.откр.} \cdot \gamma_k - (a_{II.откр.} + a_n^{II.откр.})}{\epsilon_{II.откр.}}, \quad (9)$$

При сравнении по тем же способам получения товарной продукции с применением коэффициента горной массы характер изменения этих коэффициентов аналогичен изменению коэффициентов вскрыши.

Проведенные исследования по определению перспективных границ карьера Ингулецкого горно-обогатительного комбината [7] с применением используемых методов и предложенного показали неоднозначность величины граничного коэффициента вскрыши для определения перспективного контура отработки карьера.

Результаты расчета граничных коэффициентов вскрыши и горной массы для условий карьера Ингулецкого ГОКа представлены в табл. 3.

Таблица 3

Граничные коэффициенты вскрыши и горной массы, определяемые для карьера ИнГОК по различным методам

Методы определения	n_{∂} , $\text{м}^3/\text{т}$	m_{∂} , т/т	M_{∂} , т/т
На основе сравнения открытого и подземного способов разработки ($n_{г.п.}$)	1,4	2,95	4,61
По замыкающим затратам на одну гривну товарной руды при подземном способе разработки ($n'_{г.п.}$)	0,92	2,75	4,31
На основе сравнения с показателями действующих ГОКов ($n_{г.о.}$)	1,14	2,84	4,45
По замыкающим затратам на одну гривну товарной продукции на действующих ГОКах Кривбасса ($n'_{г.о.}$)	0,83	2,72	4,25

В представленной табл. 1-3 методы, которые применяются при определении граничного

коэффициента и конечных контуров отработки карьера. Четвертый метод, исключая влияние субъективных факторов на определение граничного коэффициента вскрыши и конечных (перспективных) контуров отработки карьера.

На основе полученных значений текущих коэффициентов вскрыши при различных вариантах отработки месторождения был построен график изменения глубины карьера с нанесением граничных коэффициентов вскрыши определенных по различным методам оценки (табл. 3) и который представлен на рис. 1.

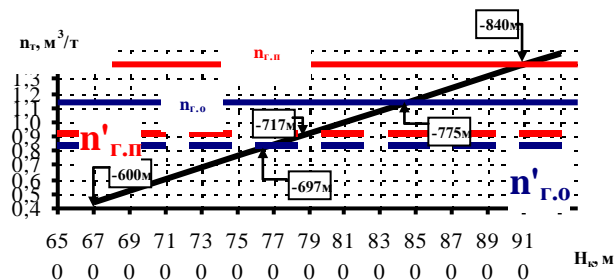


Рис. 1. График зависимости изменения глубины карьера от значений текущих коэффициентов вскрыши

На представленном графике также показаны возможные отметки дна карьера.

Результаты исследований по определению перспективных контуров отработки карьера Ингулецкого ГОКа показали, что минимальные значения текущих коэффициентов вскрыши достигаются при развитии карьера с граничным коэффициентом – $0,83 \text{ м}^3/\text{т}$, который определен по предложенному методу определения конечных контуров карьеров. Конечная глубина карьера будет составлять 766 м с нижней отметкой его дна -700 м.

Из изложенного можно сделать вывод, что при определении перспективных границ карьера необходимо исключать субъективные и учитывать только природные и технологические факторы: содержание железа в руде, выход концентрата, и объемы вскрышных работ и др.

Для этого впервые была разработана методика приведения цен к одному виду товарной продукции по цене одного процента железа в 1 т концентрата.

Данная методика позволяет исключить влияние субъективных факторов при проектировании границ открытых горных работ.

Список литературы

1. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий с открытым способом разработки месторождений полезных ископаемых, К.: - Министерство промышленной политики Украины, 2007.
2. Арсентьев А.И. Определение производительности и границ карьеров, М.: - Недра, 1970.
3. Близиюков В.Г. Определение главных параметров карьера с учетом качества руды, М.: - Недра, 1978.
4. Арсентьев А.И., Полищук А.К. Развитие методов определения границ карьеров. Л.: - Наука, 1967.
5. Ржевский В.В. Проектирование контуров карьеров. М.: - Металлургиздат, 1956.
6. Хохряков В.С. Проектирование карьеров. М.: - Недра, 1980.
7. Определение перспективных границ и производительности карьера Ингулецкого горно-обогатительного комбината //Отчет о НИР (промежут.), ГП «ГНИГРИ», № ГР 0107U00563 – Кривой Рог, 2007. – 65 с.

Рукопись поступила в редакцию 19.12.11

УДК 622.271+622.272: 553.311.2

В.В. ПЕРЕГУДОВ, д-р техн. наук, проф.,

В.Ф. ПЛОТНИКОВ, Е.М. НИКОЛЕНКО, В.Г. ПИЛИНСКИЙ, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

РАЗВИТИЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ИНГУЛЕЦКОГО ГОРНООБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА

Запасы неокисленных кварцитов, открыто-подземный и подземный способы разработки

Предложены и обоснованы варианты расширения сырьевой базы Ингулецкого горно-обогатительного комбината за счет вовлечения в разработку запасов, сосредоточенных за проектным контуром карьера.

Проблема и ее связь с практическими задачами. Длительный период эксплуатации (более 50 лет) месторождений железистых кварцитов открытым способом в Криворожском бассейне показал достаточно высокие показатели освоения данного вида сырья, как в условиях