

УДК 622.271

*Н.И.Дядечкин, д.т.н., главный научный сотрудник
А.Н.Костянский, к. т. н., научный сотрудник,
Б.Е.Яценко, зав. лабораторией,
Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦЫ ПЕРЕХОДА ОТ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ К ПОДЗЕМНЫМ С УЧЕТОМ ЦЕННОСТИ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ

Границу между открытыми и подземными горными работами устанавливают по величине эксплуатационного коэффициента вскрыши, в котором учитываются исходные затраты на производство товарной продукции, в числе которых присутствует стоимость энергоносителей.

Ключевые слова: карьер, переход на подземные работы, граница.

Межу між відкритими і підземними гірничими роботами встановлюють по величині експлуатаційного коефіцієнту розкриття, в якому враховують початкові витрати на виробництво товарної продукції, в числі яких присутня вартість енергоносіїв.

Ключові слова: кар'єр, перехід на підземні роботи, межа.

The border between open and underground mining works set largest operational coefficient Stripping ratio, which takes into account initial costs for the production of commercial products, the least studied, among which is the cost of energy.

Keywords: quarry, passing to underground works, border.

Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями.

При проектировании открытых горных работ возникает задача по установлению глубины перехода от открытых работ к подземным, т.к. увеличение граничной глубины, прежде всего, отражается на объемах выемки пустых пород из карьера, во многом превышающих объемы пустых пород при строительстве шахт.

Конечная глубина многих карьеров, разрабатывающих мощные железорудные месторождения составляет более 500–600 м. Естественно, что их разработка требует больших капитальных и эксплуатационных затрат, поэтому обоснование рациональной глубины перехода от открытых к подземным работам является актуальной задачей.

Анализ исследований и публикаций. Предельная глубина карьера при условии его экономичной работы, может быть определена по ограничивающему показателю – максимально-допустимому соотношению объема вскрышных пород, вынимаемых на единицу объема или массы полезного ископаемого [1]. Как правило, граничную глубину открытых

горных работ лимитирует величина максимального коэффициента вскрыши, с помощью которого устанавливают целесообразную границу отработки месторождения открытым способом с последующим переходом на подземный.

Методы определения граничных коэффициентов вскрыши в теории горного дела развивались в направлении усложнения формул за счет учета все большего числа факторов, влияющих на границы открытых разработок [2]. При определении этого показателя учитывают величину прибыли от реализации товарной продукции – базовое условие роста финансовых доходов горнодобывающего предприятия. Объем выручки от реализации продукции в основном зависит от количества и качества произведенной продукции, а также от уровня допустимой себестоимости полезного ископаемого, которая обеспечивает его безубыточную добычу и переработку, хотя добываемая руда ГОКа, в отличие от подземного рудника, не является товарной продукцией.

Согласно «Норм технологического проектирования» для карьеров разрабатывающих наклонные и крутопадающие залежи, границы устанавливают по контурному коэффициенту, численно равному граничному [3]. Но поуступный анализ объемов горной массы и коэффициентов вскрыши неудобен тем, что если в процессе проектирования изменяют исходные условия, то возникает необходимость в повторении трудоемких работ по пересчету объемов.

Для глубоких и мощных карьеров более удобным представляется метод, когда границы открытых разработок, в том числе и глубину карьера, устанавливают путем доведения текущего коэффициента вскрыши до граничной величины [4]. В то же время, как отмечают в исследованиях, граничный коэффициент вскрыши в общем случае разработки месторождения открытым способом не является постоянным [5]. В этой связи, необходимым условием при определении граничной глубины открытых горных работ служит их экономичность [2], причем пределом удорожания себестоимости добычи служит максимальный эксплуатационный (текущий) коэффициент вскрыши [6], который приравнивается к граничному.

Поэтому вопрос определения величины максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши, как показателя, ограничивающего глубину карьера при условии безубыточной [3] работы ГОКа является актуальным.

Постановка задачи. Для решения данного вопроса требуется установить зависимость, определяющую величину максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши с учетом доли затрат на энергоносители для уточнения глубины разрабатываемого карьера, соответствующей границе между открытыми и подземными горными

работами, при возможности отработки нижележащих запасов месторождения подземным способом.

Изложение материала и результаты. Решение указанной задачи аналитическими методами позволит установить целесообразную глубину карьера, принимая во внимание, что увеличение его параметров влияет на себестоимость добываемой руды и эксплуатационный (текущий) коэффициент вскрыши, который служит в качестве показателя ограничивающего глубину карьера с учетом стоимости энергоносителей в себестоимости товарной продукции горного предприятия.

Экономически максимальный коэффициент вскрыши соответствует безубыточной работе комплекса карьер-фабрика, предполагая, что прибыль от реализации товарной продукции расходуется на вскрышные работы.

На разных ГОКах существуют различные горно-геологические условия добычи полезного ископаемого, поэтому для установления глубины открытых горных работ выбирают зависимость, наиболее полно соответствующую поставленным задачам и условиям работы железорудного карьера. Проведенные исследования показали, что величину максимального коэффициента вскрыши можно определить как сумму эксплуатационного (текущего) коэффициента вскрыши и его приращения [6], полученного за счет разницы между ценой и себестоимостью товарной продукции. При этом величина приращения коэффициента вскрыши тесно связана с такими показателями работы карьера и обогатительных фабрик, как себестоимость, цена и выход товарной продукции, затраты на 1 грн. товарной продукции, себестоимость вскрышных пород.

При определении глубины карьера эксплуатационный коэффициент вскрыши может выступать в роли граничного. В различные периоды работы карьера эксплуатационный коэффициент вскрыши имеет различную величину, поэтому конечную глубину следует определять по его максимальному значению.

Придерживаясь этого принципа, определим значение максимального эксплуатационного (текущего) коэффициента вскрыши ($K_{m.m.}$) [6] с учетом увеличения эксплуатационных затрат при углубке карьера:

$$K_{m.m.} = \frac{(C_k - C_k) \cdot \gamma - \Delta C_p}{C_v} + K_m, \text{ м}^3/\text{т}. \quad (1)$$

где C_k , C_k – цена и себестоимость концентрата, грн./т;

γ – выход концентрата, доли ед.;

K_m – текущий коэффициент вскрыши, м³/т;

C_{σ} – себестоимость вскрышных пород при работе карьера с текущим коэффициентом вскрыши, гр/м³;

ΔC_p – удорожания 1т добываемой руды, которое имеет место вследствие углубки, увеличения размеров карьера и объемов вынимаемых вскрышных пород.

Учитывая затраты на гривну товарной продукции - $Z_{m.n.}$ в зависимости (1), определим максимальный текущий коэффициент вскрыши как:

$$K_{m.m.} = \frac{(1 - Z_{mn}) \cdot C_k \cdot \gamma}{C_{\sigma} \cdot Z_{mn} \cdot (2 - d_{y\text{ пер}})} + K_m \text{ м}^3/\text{т}. \quad (2)$$

где: Z_{mn} – затраты на гривну товарной продукции, грн./грн.;

$d_{y\text{ пер}}$ – доля условно-переменных расходов, доли ед.

Однако приведенная зависимость не учитывает удорожания стоимости энергоносителей, влияющих на себестоимость добычи руды.

Как известно, себестоимость товарной продукции комбината выражает результаты работы предприятия, определяет величину его прибыли. Себестоимость является обобщающим показателем, на ее величину влияет размер затрат связанных с производством, которые формируются, в том числе, затратами на энергоносители (для технологических процессов). При этом в энергозатратах выделяются такие виды энергоносителей как топливо и электроэнергия [7]. Прибыль ГОКа зависит от величины упомянутой себестоимости, а последняя, в свою очередь, от стоимости энергоносителей.

В себестоимости вскрышных пород учитывают расход дизельного топлива на производственно-технические нужды горного предприятия, такие как доставку горной массы автосамосвалами к перегрузочным площадкам и вывозку вскрышных пород на отвалы автомобилями или тепловозной тягой, а по элементу «электроэнергия» ее расход на работу экскаваторов, буровых станков, а также при наличии электрифицированного железнодорожного пути доставку горной массы тяговыми агрегатами от перегрузочных площадок к пунктам разгрузки. О значении этих элементов затрат говорит тот факт, что доля железнодорожного транспорта в себестоимости 1м³ вскрышных пород превышает 20%, а технологического автотранспорта – достигает 30%, из которых 30-40% составляют затраты на топливо для работы автосамосвалов горнотранспортного цеха. При переработке руды в концентрат по элементу «электроэнергия» учитывается расход электроэнергии на работу дробильно-обогащительного оборудования и другого оборудования РОФ.

В настоящее время стоимость энергоносителей не является стабильной величиной. Так в информационных сообщениях по вопросу стоимости энергоносителей отмечается, что «топливо подорожало... сегодня его стоимость на 41,2 % выше, чем год назад, и на 43,6 % выше, чем в начале года» [8,9] и эта тенденция сохраняется.

Запишем изменение себестоимости 1 м³ вскрышных пород в зависимости от цен на энергоносители в виде:

$$C_{\text{в}(t+i)} = C_{\text{вт}} \cdot \left(1 - n_m \left(1 - \frac{C_{m(t+i)}}{C_m}\right)\right) \cdot \left(1 - n_{\text{э}} \left(1 - \frac{C_{\text{э}(t+i)}}{C_{\text{э}}}\right)\right), \text{ грн./м}^3; \quad (3)$$

где $C_{\text{в}(t+i)}$ – себестоимость 1 м³ вскрышных пород после повышения цен на энергоносители в расчетном $(t+i)$ году, грн./м³;

$C_{\text{вт}}$ – себестоимость вскрышных пород на текущий момент в t -м году, грн./м³;

n_m – доля стоимости дизельного топлива в себестоимости 1 м³ вскрышных пород, доли ед.;

$C_{mt}, C_{m(t+i)}$ – стоимость дизельного топлива в текущем (t) -м и через i лет в расчетном $(t+i)$ годах, грн./т;

$C_{\text{эт}}, C_{\text{э}(t+i)}$ – стоимость единицы электроэнергии (кВт-часа) в текущем t -м и через i лет в расчетном $(t+i)$ годах, грн./кВт-час;

$n_{\text{э}}$ – доля электроэнергии в себестоимости 1 м³ вскрышных пород, доли ед.;

t – текущий год.

Себестоимость товарной продукции (концентрата) $C_{\text{кт}}$ после подорожания энергоносителей также изменится и в расчетном $(t+i)$ году, ее величина составит:

$$C_{\text{к}(t+i)} = C_{\text{кт}} \cdot \left(1 - n_{\text{эк}} \cdot \left(1 - \frac{C_{\text{э}(t+i)}}{C_{\text{эт}}}\right)\right) \cdot \left(1 - n_{\text{мк}} \cdot \left(1 - \frac{C_{m(t+i)}}{C_{mt}}\right)\right), \text{ грн./т} \quad (4)$$

где $n_{\text{эк}}$ – доля электроэнергии в себестоимости 1 т концентрата, доли ед.;

$n_{\text{мк}}$ – доля затрат на топливо в себестоимости 1 т концентрата, доли ед.

Для изучения характера функции $C_m = \varphi(t+i)$ найдем вид уравнения и его коэффициенты по фактическим данным для условий СевГОКа за период с 2006 г. по 2013 г.

За рассмотренный период [10-14] стоимость дизельного топлива описывается как:

$$C_{mt} = a_m \cdot t + b_m = 1,4427 \cdot t - 2891,8 \text{ грн./л.} \quad (5)$$

где a_m, b_m – эмпирические коэффициенты линейного уравнения.

Представим соотношение стоимостей единицы топлива в расчетном году $(t+i)$ к его стоимости в текущем t -м году как:

$$\frac{C_{m(t+i)}}{C_{mt}} = \frac{a_m \cdot (t+i) + b_m}{a_m \cdot t + b_m} = 1 + \frac{a_m \cdot i}{a_m \cdot t + b_m} \quad (6)$$

Аналогично определим зависимость изменения величины стоимости 1кВт-часа электроэнергии за период с 2006 г. по 2013 г. [10-14], которая за данный период описывается линейным уравнением:

$$C_{\text{э}t} = a_{\text{э}} \cdot t + b_{\text{э}} = 0,0807 \cdot t - 161,7 \text{ грн./кВт час,} \quad (7)$$

где: $a_{\text{э}}, b_{\text{э}}$ – эмпирические коэффициенты линейного уравнения.

Представим соотношение стоимости кВт часа электроэнергии в расчетном $(t+i)$ и текущем t годах:

$$\frac{C_{\text{э}(t+i)}}{C_{\text{э}t}} = \frac{a_{\text{э}} \cdot (t+i) + b_{\text{э}}}{a_{\text{э}} \cdot t + b_{\text{э}}} = 1 + \frac{a_{\text{э}} \cdot i}{a_{\text{э}} \cdot t + b_{\text{э}}} \quad (8)$$

Стоимость электроэнергии за период с 2008 г. по 2013 г. [12-14] описывается зависимостью:

$$C_{\text{э},t} = 0,0899 \cdot t - 180,12, \text{ грн./кВт час.} \quad (9)$$

За аналогичный период с 2008 г. [12-14] стоимость дизельного топлива описывается как:

$$C_{mt} = a_m \cdot t + b_m = 1,6334 \cdot t - 3275,508, \text{ грн./л.} \quad (10)$$

Следует отметить, что в рассмотренном периоде значительные инвестиции были направлены на развитие горнодобывающего комплекса СевГОКа, в том числе вскрытие нижних горизонтов Первомайского карьера и вовлечение в эксплуатацию южной части Анновского карьера, что дало изменение коэффициентов в вышеприведенных зависимостях.

Используем установленную ранее зависимость [6, 15, 16], определяющую величину эксплуатационного коэффициента вскрыши в расчетном году, (m^3/t):

$$K_{э.м.} = \frac{\gamma \cdot (U_{\kappa(t+i)} - C_{\kappa(t+i)}) \cdot (1 - k_t) \cdot (1 - n)}{C_{\theta(t+i)} \cdot (2 - d_{у.пер})} + K_{mt} = \frac{\gamma \cdot C_{\kappa(t+i)} \cdot (1 - 3_{м.н.(t+i)}) \cdot (1 - k_t) \cdot (1 - n)}{3_{м.н.(t+i)} \cdot C_{\theta(t+i)} \cdot (2 - d_{у.пер})} + K_{mt}, \quad (11)$$

где: $U_{\kappa(t+i)}$, $C_{\kappa(t+i)}$ – цена и себестоимость товарной продукции (концентрата) в $(t+i)$ году, грн./т;

K_{mt} – текущий коэффициент вскрыши в t -м году, m^3/t ;

γ – выход концентрата, доли ед.;

$d_{у.пер.}$ – условно-переменные затраты в себестоимости вскрышных пород, доли ед.;

k_t – показатель инфляции (средняя величина показателя с 2000 г. по 2014 г. составляет 0,12-0,13), доли ед.;

n – налог на прибыль ($n=0,2$), доли ед.;

$3_{м.н.}$ – затраты по комбинату на одну гривну товарной продукции, грн./грн.

Определим, как изменится величина максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши после подорожания энергоносителей. Подставив в формулу (11) выражение (3,4) и (6,8), получим (m^3/t):

$$K_{э.м.} = \frac{\gamma \cdot C_{\kappa t} \cdot (1 - 3_{м.н.}) \cdot (1 - n_{э.к.} \cdot (-\frac{a_3 \cdot i}{a_3 \cdot t + b_3})) \cdot (1 - n_{м.к.} \cdot (-\frac{a_m \cdot i}{a_m + b_m})) \cdot (1 - k_t) \cdot (1 - n)}{3_{м.н.} \cdot C_{\theta} \cdot (2 - d_{у.пер.}) \cdot (1 - n_m \cdot (-\frac{a_m \cdot i}{a_m \cdot t + b_m})) \cdot (1 - n_3 \cdot (-\frac{a_3 \cdot i}{a_3 \cdot t + b_3}))} + K_{mt}, \quad (12)$$

Если рассматривать исходные технико-экономические показатели в этой формуле как постоянные величины, то соотношение $\varphi(t) = U_{m(t+i)} / U_{mt}$ (где $t+i$ – расчетный год), можно принять переменной, которая отражает величину подорожания топлива по сравнению с t годом. Таким образом, определив функцию, отражающую изменение стоимости топлива в течение определенного времени, установим влияние этой переменной через себестоимость товарной продукции на максимальный эксплуатационный коэффициент вскрыши.

Подставив в уравнение (12) данные по СевГОКу за 2006 г. с текущим коэффициентом вскрыши для Анновского карьера, а также зависимости отражающие изменение стоимости энергоносителей (5,7) и упростив выражение, получим:

$$K_{э.м} = \frac{9,56442 \cdot \left(1 + \frac{0,017 \cdot i}{t - 2003,717}\right) \cdot \left(1 + \frac{0,01 \cdot i}{t - 2004,44}\right)}{23,35788 \cdot \left(1 + \frac{0,07 \cdot i}{t - 2004,436}\right) \cdot \left(1 + \frac{0,05 \cdot i}{t - 2003,717}\right)} + 1,18 \text{ ,м}^3/\text{т}$$

По полученному выражению максимальный расчетный эксплуатационный коэффициент вскрыши в 2020 году (при $t = 2006$ и $i = 14$) составит:

$$K_{Iэ.м} = 0,23 + 1,18 = 1,41 \text{ м}^3/\text{т}$$

Подставив полученные зависимости (период с 2008 г.) в уравнение (12) и упростив выражение, получим:

$$K_{э.м} = \frac{22,49984 \cdot \left(1 + \frac{0,015 \cdot i}{t - 2005,33}\right) \cdot \left(1 + \frac{0,007 \cdot i}{t - 2004,45}\right)}{19,95 \cdot \left(1 + \frac{0,07 \cdot i}{t - 2005,33}\right) \cdot \left(1 + \frac{0,05 \cdot i}{t - 2004,45}\right)} + 1,49 = 2,29 \text{ м}^3/\text{т}$$

При значениях $t = 2008$ и $i = 12$ в 2020 г. расчетная величина максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши $K_{э.м} = 2,29 \text{ м}^3/\text{т}$. Увеличение максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши при исходных показателях взятых за 2008 г. по сравнению с 2006 г. объясняется уменьшением затрат на 1 грн. товарной продукции в 2008 г. на 34% за счет благоприятной конъюнктуры рынка железорудного сырья (ЖРС). Таким образом, в рассмотренном случае величина максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши не является постоянной величиной [5, 16], в значительной степени зависит от стоимостных показателей товарной продукции [17], которые в свою очередь зависят от конъюнктуры рынка ЖРС в рассматриваемом этапе.

Таким образом, получим возможные пределы изменения максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши: $1,4 < K_{э.м} < 2,2$. Проверим, не превышает ли эта величина эксплуатационный коэффициент вскрыши (K_3), при подходе рабочих бортов карьера к проектным в конкретных горнотехнических условиях (рис.1), используя следующую зависимость:

$$K_3 = \frac{(2H_g - h) \cdot (ctg\alpha + ctg\theta)}{2 \cdot [H \cdot (ctg\beta + ctg\gamma) + d_2 - H_g(ctg\alpha + ctg\theta)] \cdot \sigma} \text{ ,м}^3/\text{м}$$

где H – проектная глубина карьера, м;
 h – понижение горных работ, м;
 α, θ – углы откоса рабочих бортов карьера, град.;
 β, γ – соответственно углы откосов нерабочих бортов карьера со стороны
 лежачего и висячего боков залежи, град.;
 H_e – вертикальная мощность вскрышных пород, м;
 d_2 – ширина проектного дна карьера, м;
 σ – объемный вес руды, т/м³.

Если $K_3 < K_{3,м.}$, то эксплуатация карьера рентабельна до достижения им проектной глубины. В этой связи следует отметить, что существует методика определения конечных контуров отработки карьеров, которая отличается от известных учетом изменения граничного коэффициента вскрыши во времени [18].

При необходимости выемки полезного ископаемого глубже проектной глубины карьера, добычу можно производить через шахтный ствол, что в сочетании с вскрывающей карьерной емкостью может обеспечить подземную выемку железистых кварцитов [19] ниже предельной глубины карьера (рис.).

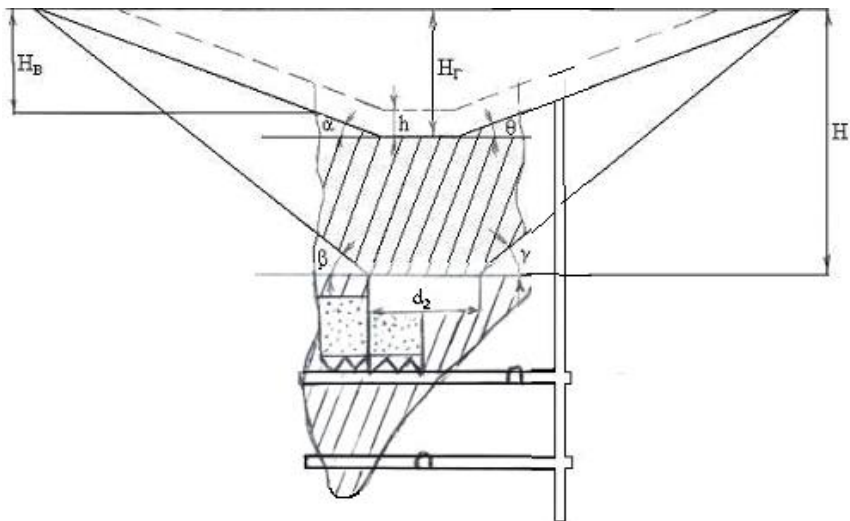


Схема расчета глубины перехода от открытого способа к подземному

Вскрытие и подготовка месторождения к подземной разработке целесообразно осуществить, используя карьерную емкость для устройства в ней строительной площадки для проходки шахтного ствола из рабочего пространства карьера и традиционно предусматривает проведение системы подземных горных выработок в рудоносном массиве включающих, кроме ствола: штольни, квершлагги, полевые, выемочные штреки и др. При этом пустая порода от проходки подготовительных выработок может складываться в карьере.

Прогнозируя дальнейшее развитие горных работ с учетом изложенного выше, следует ожидать, что доработка запасов будет базироваться на применении подземных работ и внутрикарьерного автомобильного транспорта. При этом наличие ЦПТ в отрабатываемом карьере при выемке запасов руды открытым способом может обеспечить доставку минерального сырья при производстве подземных работ и создать благоприятные условия для транспортировки добытой подземным способом руды через внутрикарьерные транспортные коммуникации на дневную поверхность.

Таким образом, до предельной глубины карьера выемка запасов полезного ископаемого осуществляется открытым способом с использованием карьерного горного оборудования, а ниже охранный целик – через шахтный ствол и подземные горные выработки [19], обеспечивающие выдачу руды на поверхность с перегрузкой в магистральный транспорт. Отбитую при подземной добыче руду доставляют до рудоспусков с целью перепуска рудной массы на приемный горизонт.

Границу между открытыми и подземными горными работами определяют в период подхода рабочих контуров карьера к проектным, путем сравнения эксплуатационного коэффициента вскрыши с его максимальной величиной, которая рассчитывается с помощью установленной зависимости с учетом текущих показателей работы карьера и товарной продукции комбината и служит показателем, ограничивающим глубину карьера. В этой связи предложенный показатель может быть использован также в «Нормах технологического проектирования горнодобывающих предприятий с подземным способом разработки».

Предлагаемый показатель найдет применение при проектировании перехода от открытых горных работ к подземной разработке железорудного месторождения для оперативного установления глубины перехода на подземные горные работы.

Список использованных источников

1. Арсентьев А.И. Определение производительности и границ карьера. Государственное научно-техническое издательство литературы по горному делу. – М. – 1961, 242 с.

2. Теория и практика открытых разработок./Н.В.Мельников, А.И.Арсентьев и др. – М.: «Недра», 1973. – 636 с.
3. Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. Міністерство промислової політики України, Київ. 2007. – 279 с.
4. Ржевский В.В. Проектирование контуров карьеров. М. Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии. 1956. – 229 с.
5. Атамась П.А., Лозовой С.В., Определение целесообразных границ карьера при переменных значениях граничного коэффициента вскрыши. Сб. науч. трудов НИГРИ, вып. X, изд. – К.: «Наукова думка», 1970. – С. 187-194.
6. Костянский А.Н. Прогнозирование максимально-допустимого коэффициента вскрыши в рыночных условиях работы карьера в составе ГОКа./ Сборник научных трудов – Кривой Рог: ГП «НИГРИ». 2009. – С.21-258.
7. Ревазов М.А. Экономика, организация производства и планирование на открытых горных работах/ М.А. Ревазов, Ю.А. Маляров.// Учебн. – М.: Недрa, 1980. – 391 с.
8. Погорелов С. Ценовые качели: итоги года на рынке бензина. / С. Погорелов // [Электронный ресурс] Информационное агентство, Ліга. Бізнес. Економіка. – 28.12.2011.
9. Рост цен продолжает набирать скорость / Газета «Пульс». Кривой Рог. – 09.07.2014- №28(313).
10. Сборник технико-экономических показателей горнодобывающих предприятий Украины. в 2005-2006 гг. – Кривой Рог: ГП «НИГРИ», 2007. – 156 с.
11. Сборник технико-экономических показателей горнодобывающих предприятий Украины в 2006-2007 гг. – Кривой Рог: ГП «НИГРИ», 2008. – 146 с.
12. Сборник технико-экономических показателей горнодобывающих предприятий Украины в 2008-2009 гг. – Кривой Рог: ГП «НИГРИ», 2010. – 164 с.
13. РБК «Україна».06.04.2012р. со ссылкой на «Коммерсант Украины», постановление НКРЭ.
14. Постанова Кабінету Міністрів України від 15.08.2005 №745 «Про перехід до єдиних тарифів на електричну енергію, що відпускається споживачам» та постанова НКРЕ від 25.12.2009 р. №1529.
15. Костянский А.Н., Чепурной В.И. Оценка параметров реконструкции карьера при расширении его границ/ А.Н. Костянский, В.И. Чепурной // Вісник Криворізького національного університету. Кривий Ріг, ДВНЗ «КНУ», 2013 – Вып. 35. – С. 23-26.
16. Бабец Е.К., Дядечкин Н.И., Костянский А.Н. и др. Влияние параметров реконструкции железорудного карьера на технико-экономические показатели его работы. / Е.К. Бабец, Н.И. Дядечкин, А.Н. Костянский// Зб. наук. праць. Кривий Ріг, ДВНЗ «КНУ», 2013 – №54, – С. 201-207

17. Азарян В.А. Анализ влияния технологических факторов на себестоимость производства железорудных ГОКов Украины / В.А. Азарян // Разраб. рудн. месторожд.. Кривой Рог, КТУ, 2010 – Вып. 93. – С.33-36.

18. Близиюков В.Г., Баранов И.В., Луценко С.А. Совершенствование методов определения границ карьера./ В.Г. Близиюков, И.В. Баранов, С.А. Луценко // Науково-технічний збірник. Гірничий вісник, ДВНЗ «Криворізький національний університет». Вип. 99, Кривой Рог. – 2015. – С. 8-12.

19. Дядечкин Н.И., Костянский А.Н., Яценко Б. Е. Карьер приобретает функцию вскрытия и подготовки месторождения к подземной отработке. Збірник наукових праць за результатами роботи 111 міжнародної науково-технічної конференції. Кривий Ріг. – 2015 р., НДГРІ ДВНЗ «КНУ». – С. 116-118.

Рукопись поступила 10.09.215

УДК 622.272

О.В.Калініченко, канд. економ. наук, магістр з гірництва, доцент,
К.М.Ковбик, магістр з гірництва, асистент,
ДВНЗ "Криворізький національний університет"

УДОСКОНАЛЕННЯ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ РОЗРОБКИ ПІДПОВЕРХОВОГО ОБВАЛЕННЯ РУДИ В УМОВАХ КРИВОРІЗЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО БАСЕЙНУ

Робота присвячена вирішенню актуальної задачі удосконалення існуючих систем розробки підповерхового обвалення руди в умовах Криворізького залізорудного басейну. Виконані дослідження випуску відбитої руди із очисних блоків, які дозволили отримати залежності показників випуску від фізико-механічних властивостей руди та форми очисного простору.

На основі виконаних досліджень удосконалено варіант системи підповерхового обвалення руди при безціликовій схемі підготовки та нарізки блоку з ромбовидною формою очисного простору.

Запропонована технологія забезпечує збільшення об'ємів випуску чистої руди до 75% та дозволяє зменшити втрати якості добутої рудної сировини з 2-2,3% до 0,8-1,2%. Підвищення інтенсивність відпрацювання панелей в блоці зменшує час на відробку панелей, а це дає можливість різко зменшити витрати на підтримку та перекріплення виробок випуску і доставки руди.

Ключові слова: підземна розробка, системи розробки, руда, випуск, втрати, засмічення.

Робота посвящена решению актуальной задачи совершенствования существующих систем разработки подэтажного обрушения руды в условиях Криворожского железорудного бассейна. Выполнены исследования выпуска отбитой