

А. Н. КОСТЯНСКИЙ, канд. техн. наук, Б.Е. ЯЩЕНКО
НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВСКРЫШИ КАК ПОКАЗАТЕЛЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ КАРЬЕРА С УЧЕТОМ ЗАТРАТ НА ЭНЕРГОНОСИТЕЛИ

Основной задачей при проектировании открытых горных работ является определение конечных контуров карьера. Для карьеров разрабатывающих наклонные и крутопадающие залежи последовательно по глубине открытым и подземным способом границы определяют как границу перехода от открытых к подземным горным работам. Как известно, особенностью эксплуатации глубоких карьеров является то, что при доставке горной массы значительная доля затрат приходится на энергоносители. Производственные затраты, которые включают энергоносители влияют на себестоимость как руды, так и товарной продукции комбината. Пределом возможного удорожания себестоимости руды служит максимальный эксплуатационный коэффициент вскрыши. Для изучения влияния энергозатрат через себестоимость на коэффициент вскрыши получена зависимость изменения стоимости энергоносителей для конкретных условий по фактическим данным за рассмотренный период для условий СевГОКа, что позволило ориентировочно прогнозировать затраты на энергоносители. По величине максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши, при определении которого учтены затраты на энергоносители, устанавливается глубина карьера для определения его параметров. При этом на основании геологических данных о разведанности определяют возможную ошибку- риск, как опасность невыполнения утвержденных решений, уровень которого оценивают и затем корректируют расчетное значение максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши. Приведенные зависимости могут найти применение для обоснования глубины карьера при его реконструкции.

Ключевые слова: карьер, эксплуатационный коэффициент вскрыши, энергоносители

Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями. Основной задачей при проектировании открытых горных работ является определение конечных контуров карьера. Допустимая глубина карьера ограничивается соотношением вскрышных пород и руды, поскольку увеличение его глубины прежде всего отражается на объемах выемки пустых пород.

Конечная глубина современных железорудных карьеров, разрабатывающих мощные месторождения составляет 500-600 м. В процессе добычи руды, производится непрерывная углубка карьера, изменяется качество руды, извлекаются значительные объемы горной массы, нередко составляющие более 50 млн т в год и вследствие этого, изменяется себестоимость товарной продукции. Разработка таких объемов горной массы требует больших капитальных и эксплуатационных затрат. Особенностью эксплуатации глубоких карьеров является то, что при доставке горной массы с нижних горизонтов существенную долю затрат составляют энергоносители.

В этой связи, при обосновании показателя для определения параметров карьера, следует учитывать влияние энергоносителей, что в современных условиях является актуальной задачей.

Анализ исследований и публикаций. Показателем, определяющим область экономической эффективности предприятия с открытым способом разработки, является максимальное значение коэффициента вскрыши [1]. От этой величины зависит целесообразная глубина отработки месторождения открытым способом или перехода на подземный, она учитывается при проектировании реконструкции глубоких карьеров. Методы определения граничных коэффициентов вскрыши развивались в направлении усложнения формул за счет учета все большего числа факторов, влияющих на границы открытых разработок [2]. В большинстве случаев при определении этого показателя устанавливают допустимую себестоимость полезного ископаемого, которая обеспечивает его безубыточную добычу и переработку [3], хотя добываемая руда не является товарной продукцией ГОКа.

Вопрос о целесообразности инвестиций особенно остро встает при выполнении проектов реконструкции карьера или переходе на комбинированную отработку.

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 изменяются 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 текущих коэффициентов вскрыши до граничной величины [4]. Как отмечают в исследованиях, несмотря на то, что граничный коэффициент вскрыши в общем случае разработки месторождения открытым способом не является постоянным [5,6], основным условием при его определении является экономичность открытых разработок [2].

В период работы карьера с наибольшим эксплуатационным коэффициентом вскрыши себестоимость добычи полезного ископаемого возрастает до предельной величины. Поскольку в различные периоды работы карьера эксплуатационный (текущий) коэффициент вскрыши имеет различную величину, конечную глубину карьера определяют по его максимальному значению. В связи с этим вопрос определения величины этого показателя при условии безубыточной работы ГОКа является актуальным.

Постановка задачи. Для решения задачи требуется найти зависимость, определяющую максимальный эксплуатационный коэффициент вскрыши с учетом затрат в себестоимости на энергоносители (топливо и электроэнергию) при выполнении производственных процессов в карьере, для установления и уточнения глубины карьера.

Решение указанной задачи аналитическими методами позволит исследовать целесообразность дальнейшей углубки карьера, учитывая, что увеличение его параметров влияет на объем извлекаемой горной массы и коэффициент вскрыши. На разных ГОКах существуют различные горно-технические условия добычи полезного ископаемого, поэтому для установления глубины открытых горных работ выбирают зависимость, наиболее полно соответствующую поставленным задачам и условиям работы карьера.

Изложение материала и полученные результаты. Проведенные исследования показали, что величину максимального коэффициента вскрыши можно определить как сумму текущего коэффициента вскрыши и его приращения [6], полученного за счет разницы между ценой и себестоимостью товарной продукции. При этом величина приращения эксплуатационного (текущего) коэффициента вскрыши тесно связана с такими показателями работы карьера и обогатительных фабрик как себестоимость, цена, затраты на 1 грн. товарной продукции, ее выход из руды, себестоимость вскрышных пород и др.

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

Себестоимость товарной продукции является обобщающим показателем, на ее величину влияет размер затрат связанных с производством, которые в значительной степени формируют энергоносители (топливо и электроэнергия).

Одним из основных элементов в себестоимости добычи являются «энергозатраты», которыми характеризуется любой производственный процесс: стоимость топлива и электроэнергии, расходуемых на производственно-технические нужды предприятия. Как правило, показатели себестоимости руды и вскрышных пород на 20-30 % определяются затратами на транспортирование вынутых объемов горной массы. При этом в энергозатратах выделяются такие виды энергоносителей как топливо и электроэнергия [7]. Начиная с 1994 г цены на энергоресурсы возросли практически до уровня мировых, в отдельных регионах СНГ существенно их превысили. Экономические показатели работы ГОКов резко ухудшились, отдельные предприятия стали убыточными [8].

По экономическому элементу «топливо» в себестоимости единицы вскрышных пород учитывается расход дизельного топлива на производственно-технические нужды горного предприятия, такие как доставку горной массы автосамосвалами к перегрузочным площадкам и вывозка 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 - доставка горной массы от перегрузочных площадок к конечным пунктам разгрузки электрифицированным железнодорожным транспортом. О значении этих элементов затрат говорит тот факт, что доля только железнодорожного транспорта в себестоимости 1 м³ вскрышных пород превышает 20 %, а технологического автотранспорта - достигает 30 %, из которых 30-40 % составляют затраты на топливо для работы автосамосвалов горно-транспортного цеха.

При переработке руды в концентрат по элементу «электроэнергия» учитывается расход электроэнергии на работу дробильно-обогатительного оборудования и другого оборудования

РОФ при производстве концентрата. Таким образом, исходными данными формирующими в значительной степени себестоимость единицы вынудой горной массы, являются стоимости энергоносителей - дизельного топлива и электроэнергии. Перечисленные элементы затрат в дальнейшем также включаются в себестоимость товарной продукции. При этом прибыль ГОКа зависит от величины упомянутой себестоимости, а последняя- от стоимости энергоносителей. При проектировании карьеров значение исходных показателей для расчетов брали по фактическим данным действующих карьеров предполагая их постоянную величину.

Однако 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» [9].

Запишем себестоимость 1 м³ вскрышных пород через *i* лет в зависимости от цен на энергоносители, грн./ м³

$$C_{\theta(t+i)} = C_{\theta t} \cdot \left(1 - n_m \left(1 - \frac{U_{m(t+i)}}{U_{mt}}\right)\right) \cdot \left(1 - n_{\theta} \left(1 - \frac{U_{\theta(t+i)}}{U_{\theta t}}\right)\right), \quad (1)$$

где $C_{\theta(t+i)}$ - себестоимость 1 м³ вскрышных пород после изменения цен на энергоносители в расчетном (*t+i*) году, грн./м³; $C_{\theta t}$ - себестоимость 1 м³ вскрышных пород в *t*-м году, грн./м³; n_m - доля стоимости дизельного топлива в себестоимости 1 м³ вскрышных пород, доли ед.; $U_{mt}, U_{m(t+i)}$ - стоимость дизельного топлива соответственно в текущем (*t*-м) и через *i* лет в расчетном (*t+i*) годах, грн./т; $U_{\theta t}, U_{\theta(t+i)}$ - стоимость электроэнергии (кВт·ч) соответственно в текущем (*t*-м) и через *i* лет в расчетном (*t+i*) годах, грн./кВт·ч; n_{θ} - доля стоимости электроэнергии в себестоимости 1 м³ вскрышных пород, доли ед.; *t* - календарный год.

Себестоимость концентрата после подорожания энергоносителей и дизельного топлива также изменится, ее величина составит, грн./т

$$C_{\kappa(t+i)} = C_{\kappa t} \cdot \left(1 - n_{\text{эк}} \cdot \left(1 - \frac{U_{\theta(t+i)}}{U_{\theta t}}\right)\right) \cdot \left(1 - n_{\text{мк}} \cdot \left(1 - \frac{U_{m(t+i)}}{U_{mt}}\right)\right), \quad (2)$$

где $C_{\kappa t}$ - себестоимость товарной продукции (концентрата) в *t* году, грн./т; $n_{\text{эк}}$ - 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 $U_m = \varphi(t+i)$ найдем вид уравнения и его коэффициенты по фактическим данным для условий СевГОКа за период с 2006 г. по 2014 г. (рис. 1а).

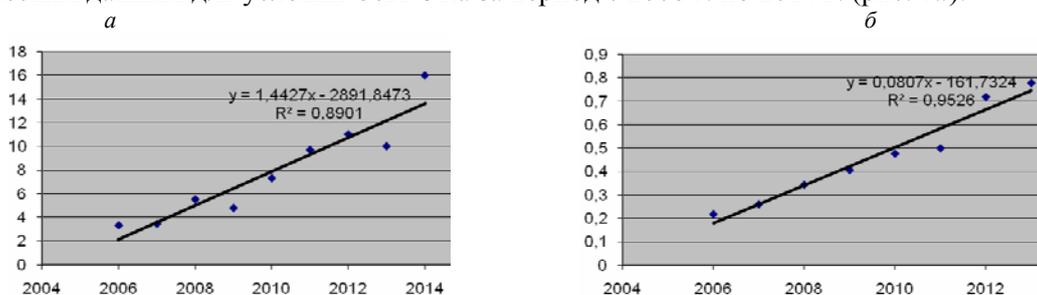


Рис. 1. а - изменение стоимости 1 л дизельного топлива по годам (по оси X- годы, Y- стоимость топлива, грн./л); б - изменение стоимости электроэнергии по годам (ось X-годы, Y-стоимость 1 квт·ч электроэнергии, грн.)

За рассмотренный период [10-13] стоимость дизельного топлива описывается как, грн./л

$$U_{mt} = a_m \cdot t + b_m = 1,4427 \cdot t - 2891,8, \quad (3)$$

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

$$\frac{U_{m(t+i)}}{U_{mt}} = \frac{a_m \cdot (t+i) + b_m}{a_m \cdot t + b_m} = 1 + \frac{a_m \cdot i}{a_m \cdot t + b_m}. \quad (4)$$

Аналогично определим зависимость изменения стоимости 1 кВт·ч электроэнергии за период с 2006 г. по 2013 г. [10-15] (рис.1б), которая описывается линейным уравнением, грн./кВт·ч

$$U_{\theta t} = a_{\theta} \cdot t + b_{\theta} = 0,0807 \cdot t - 161,7 \quad (5)$$

где a_3, b_3 - коэффициенты линейного уравнения.

Представим соотношение стоимости кВт·ч электроэнергии в расчетном ($t+i$) и текущем t годах как

$$\frac{U_{\varepsilon(t+i)}}{U_{\varepsilon t}} = \frac{a_3 \cdot (t+i) + b_3}{a_3 \cdot t + b_3} = 1 + \frac{a_3 \cdot i}{a_3 \cdot t + b_3}. \quad (6)$$

Полученные формулы подставим в установленную ранее зависимость, определяющую величину коэффициента вскрыши [6,16,17] в $t+i$ году, $\text{м}^3/\text{т}$

$$K_{\varepsilon..m} = \frac{\gamma \cdot (C_{\kappa(t+i)} - C_{\kappa(t+i)}) \cdot (1 - k_t) \cdot (1 - n)}{C_{\varepsilon(t+i)} \cdot (2 - d_{y.nep})} + K_{mt} = \frac{\gamma \cdot C_{\kappa(t+i)} \cdot (1 - 3_{m.n.(t+i)}) \cdot (1 - k_t) \cdot (1 - n)}{3_{m.n.(t+i)} \cdot C_{\varepsilon(t+i)} \cdot (2 - d_{y.nep})} + K_{mt}, \quad (7)$$

где $U_{\varepsilon}, C_{\kappa}$ - цена и себестоимость товарной продукции (концентрата), грн./т; K_{mt} -текущий коэффициент вскрыши в t - м году, $\text{м}^3/\text{т}$; γ -выход концентрата, доли ед.; $d_{y.nep}$ - условно-переменные затраты в себестоимости товарной продукции (концентрата), 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.; $3_{m.n.}$ -затраты по комбинату на одну гривну товарной продукции, грн./грн.

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.

Определим как изменится величина максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши после подорожания энергоносителей. Подставив в формулу (7) выражение (1) и (2), получим, $\text{м}^3/\text{т}$

$$K_{\varepsilon..m} = \frac{\gamma \cdot C_{\kappa t} \cdot (1 - 3_{m.n.}) \cdot (1 - n_{\varepsilon}) \cdot \left(-\frac{a_3 \cdot i}{a_3 \cdot t + b_3}\right) \cdot (1 - n_{\text{мк}} \cdot \left(-\frac{a_m \cdot i}{a_m + b_m}\right)) \cdot (1 - k_t) \cdot (1 - n)}{3_{m.n.} \cdot C_{\varepsilon t} \cdot (2 - d_{y.nep}) \cdot (1 - n_m \cdot \left(-\frac{a_m \cdot i}{a_m \cdot t + b_m}\right)) \cdot (1 - n_3 \cdot \left(-\frac{a_3 \cdot i}{a_3 \cdot t + b_3}\right))} + K_{mt}, \quad (8)$$

Если рассматривать исходные технико-экономические показатели в этой формуле как постоянные величины, то соотношение $\varphi(t) = U_{m(t+i)}/U_{mt}$ (где $t+1$ - расчетный год), можно принять переменной, физический смысл которой отражает величину, во сколько раз произошло подорожание топлива. 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 (8) данные по СевГОКу за 2006 г. с текущим коэффициентом вскрыши для Анновского карьера, а также зависимости отражающие изменение стоимости энергоносителей (3,5), и упростив выражение, получим, $\text{м}^3/\text{т}$

$$K_{\varepsilon..m} = \frac{9,56442 \cdot \left(1 + \frac{0,017 \cdot i}{t - 2003,717}\right) \cdot \left(1 + \frac{0,01 \cdot i}{t - 2004,44}\right)}{23,35788 \cdot \left(1 + \frac{0,07 \cdot i}{t - 2004,436}\right) \cdot \left(1 + \frac{0,05 \cdot i}{t - 2003,717}\right)} + 1,18$$

По полученному выражению максимальный расчетный эксплуатационный коэффициент вскрыши в 2020 году (при $t=2006$ и $i=14$) составит, $\text{м}^3/\text{т}$

$$K_{\varepsilon..m} = 0,23 + 1,18 = 1,41.$$

Аналогично определим показатель $K_{\varepsilon..m}$ по формуле (8) приняв за основу исходные данные за 2008 г.

Стоимость электроэнергии за период с 2008 г. по 2013 г. [11-15] описывается линейной зависимостью, грн./кВт·ч

$$U_{\varepsilon t} = 0,0899 \cdot t - 180,12.$$

За аналогичный период с 2008 г. [10-13] стоимость дизельного топлива описывается как, грн./л

$$U_{mt} = 1,6334 \cdot t - 3275,508.$$

Подставив полученные зависимости в уравнение (8) и упростив выражение, получим, $\text{м}^3/\text{т}$

$$K_{\varepsilon..m} = \frac{22,49984 \cdot \left(1 + \frac{0,015 \cdot i}{t - 2005,33}\right) \cdot \left(1 + \frac{0,007 \cdot i}{t - 2004,45}\right)}{19,95 \cdot \left(1 + \frac{0,07 \cdot i}{t - 2005,33}\right) \cdot \left(1 + \frac{0,05 \cdot i}{t - 2004,45}\right)} + 1,49 = 2,29.$$

При значениях $t=2008$ и $i=12$, максимальный расчетный эксплуатационный коэффициент вскрыши составит $K_{2\varepsilon..m}=2,29 \text{ м}^3/\text{т}$. 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 [16,17], в значительной степени зависит от стоимостных показателей товарной продукции [18], которая зависит от конъюнктуры рынка ЖРС в рассматриваемом этапе.

Глубина карьера, например, при его реконструкции может обосновываться величиной эксплуатационного коэффициента вскрыши [19]. При этом принимаемые технические решения нередко содержат элемент неопределенности, связанный с возможными изменениями относительно ожидаемого результата, например запасов руды. При этом появляется риск- опасность невыполнения утвержденных решений в условиях некоторой неопределенности исходных данных. Уровень риска может быть оценен на основе вероятности выполнения решения по какому-либо показателю.

Как известно, степень достоверности геологических данных в настоящее время оценивается так называемой категорией разведанности. В контуры карьера попадают полезные ископаемые разной категории разведанности. Основных категорий четыре А,В,С₁,С₂. Каждая из категорий обладает определенным уровнем погрешности [20]. Тогда возможная средняя ошибка в подсчете количества запасов, доли ед.

$$\varepsilon_o = \varepsilon_a \cdot k_a + \varepsilon_b \cdot k_b + \varepsilon_{c1} \cdot k_{c1} + \varepsilon_{c2} \cdot k_{c2},$$

где $\varepsilon_a, \varepsilon_b, \varepsilon_{c1}, \varepsilon_{c2}$ – возможные погрешности по категориям; k_a, k_b, k_{c1}, k_{c2} – доли запасов по категориям. Инструкцией ГКЗ (1997г.) выделяется четыре группы месторождений. Однако предшествующие исследования, нормативные документы и многолетняя практика геологоразведочных работ так или иначе ориентируются на следующие величины погрешностей для категории «А»- не более 10%, для «В» 25% и для «С»- 50% [21]. В рассмотренном случае запасы по Анновскому карьере были разведаны только по категориям В и С. После подстановки данных (при $k_a = 0$), получим, доли ед.

$$\varepsilon_o = 0,25 \cdot 0,45 + 0,5 \cdot 0,55 = 0,3875$$

В случае необходимости выбора одного варианта реконструкции карьера возникает потребность оценить перспективность его отработки в разных условиях с помощью обобщающего показателя. Им может служить максимальный эксплуатационный коэффициент вскрыши, который в рассмотренном примере в зависимости от исходных данных ($t_1 = 2006$ г., $t_2 = 2008$ г.) имел значения- $K_{1 \text{ э.м}}$ и $K_{2 \text{ э.м}}$. Предположим, что искомый показатель $K_{\text{э.м}}$, по которому нужно принять решение, в силу неопределенности изменяется от $K_{1 \text{ э.м}}$ до $K_{2 \text{ э.м}}$. Если, уменьшая уровень риска, расчетный коэффициент вскрыши снизить до $K_{1 \text{ э.м}}$ (при $K_{2 \text{ э.м}} > K_{1 \text{ э.м}}$), то будет соблюдаться условие [20], м³/т

$$K_{2 \text{ э.м}} = K_{1 \text{ э.м}} \cdot (1 + \delta_i),$$

откуда определяется коэффициент $\delta_i = (K_{2 \text{ э.м}} - K_{1 \text{ э.м}}) / K_{1 \text{ э.м}} = (2,29 - 1,41) / 1,41 = 0,6$ доли ед. Для принятого технического решения при нормальном распределении по известному δ_i может быть определен уровень риска R (табл. 1 [20]).

Если на основании геологических данных о разведанности определена возможная ошибка в запасах руды, то на основе правила трех сигм можно найти среднее квадратичное отклонение- $\sigma = \varepsilon_o / 3 = 0,13$. Как видно из табл.1 при постоянной величине σ с увеличением δ_i риск увеличивается. В рассмотренном случае уровень риска при $K_{2 \text{ э.м}} = 2,29$ м³/т составляет $R = 0,5$. Для уменьшения величины R рассчитаем соответствующее значение максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши, которое с учетом коэффициента δ_i [20], составит, м³/т

$$K_{\text{э.м}} = \frac{K_{\text{э.м}1} + 1}{(1 + \delta_i) \cdot (1 - 3 \cdot \sigma)} - 1 = \frac{1,41 + 1}{(1 + 0,6) \cdot (1 - 3 \cdot 0,13)} - 1 = 1,5$$

Таблица 1

Значения коэффициента δ_i и соответствующего ему уровня риска R							
ε	σ	Уровень риска R , %					
		0	2,3	15,9	25,0	50,0	75,0
15	0,05	0	0,059	0,118	0,137	0,176	0,216
21	0,07	0	0,089	0,177	0,206	0,266	0,326
24	0,08	0	0,105	0,211	0,245	0,316	0,387
30	0,10	0	0,143	0,286	0,332	0,429	0,525
42	0,14	0	0,241	0,483	0,561	0,724	0,887
45	0,15	0	0,273	0,545	0,634	0,818	1,002
51	0,17	0	0,347	0,694	0,807	1,041	1,275

В этом случае $R \rightarrow 0$. Таким образом, снижение уровня риска в сопоставимых условиях достигается при уменьшении значения максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши за счет изменения производительности карьера по вскрышным породам. Можно отметить, что для повышения надежности иногда создают резервы при определении запасов, несколько за-

нижая глубину карьера. В дальнейшем в процессе эксплуатации, обычно уточняются объемы рудных запасов в контуре карьера. При проектировании поэтапной разработки для следующего этапа учитывают уже уточненные запасы руды.

Выводы. Приведенные зависимости могут найти применение для обоснования глубины карьера при его реконструкции путем сравнения эксплуатационного (текущего) коэффициента вскрыши с его максимально возможной величиной, с учетом значимых влияющих факторов, таких как энергоносители для применяемых видов горно-транспортного оборудования, которые влияют на величину себестоимости добычи руды. При этом пределом возможного удорожания себестоимости добычи служит максимальный эксплуатационный коэффициент вскрыши. Предлагаемый подход найдет применение для установления глубины карьера и определения рациональной области применения открытых горных работ при реконструкции или переходе на комбинированную разработку железорудных месторождений.

При расширении или углубке железорудных карьеров предлагаемый подход позволит с учетом возрастающих затрат на энергоносители прогнозировать область эффективного применения открытых горных работ для оперативной оценки основных параметров контура карьера.

Список литературы

1. **Арсентьев А.И.** Определение производительности и границ карьера/ **А.И. Арсентьев** // Государственное научно-техническое издательство литературы по горному делу. М., 1961. - 242 с.
2. **Н.В.Мельников** Теория и практика открытых разработок/**Мельников Н.В., Арсентьев А.И.** и др. // М., Недра, 1973. - 636 с.
3. Норми технологичного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. / Київ. Міністерство промислової політики України. - 2007. - 279 с.
4. **Ржевский В.В.** Проектирование контуров карьеров/ **В.В. Ржевский**.// Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии. М., 1956, 229 с.
5. **Атамась П.А.** Определение целесообразных границ карьера при переменном значении граничного коэффициента вскрыши / **П.А. Атамась, С.В. Лозовой** // Сб. научн. трудов. К. «Наукова думка», НИГРИ, 1970- Вып. X. - С. 187-194.
6. **Костянский А.Н.** Прогнозирование максимально-допустимого коэффициента вскрыши в рыночных условиях работы карьера в составе ГОКа./ **А.Н. Костянский** // Сб. научн. трудов. Кривой Рог. - ГП «НИГРИ», 2009-С.21-25.
7. **Резавов М.А.** Экономика, организация производства и планирование на открытых горных работах/ **М.А. Резавов, Ю.А. Маляров**.// Учебн.-М.: Недра, 1980.-391 с.
8. **Воробьев Н.К.** / Повышение технико-экономических показателей работы горно-обогатительных комбинатов/ **Н.К. Воробьев, А.Н. Воробьев** // Сборник научных трудов. «Новое в технике и технологии переработки минерального сырья». Кривой Рог.-ПАО НИПИ «Механобчермет», 2013- С.3-12.
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 г.г. Кривой Рог. ГП «НИГРИ», 2007. - 156 с.
11. Сборник технико-экономических показателей горнодобывающих предприятий Украины в 2006-2007 г.г. Кривой Рог. ГП «НИГРИ», 2008. - 146 с.
12. Сборник технико-экономических показателей горнодобывающих предприятий Украины в 2008-2009 г.г. Кривой Рог. ГП «НИГРИ», 2010. - 164 с.
13. **Погорелов С.** Ценовые качели: итоги года на рынке бензина. / **С. Погорелов** // [Электронный ресурс] Информационное агенство, Ліга. Бізнес. Економіка. - 28.12.2011.
14. РБК «Україна».06.04.2012р. со ссылкой на «Коммерсант Украины», постановление НКРЭ.
15. 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.
16. **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.
17. **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.- Науково-дослідний гірничорудний інститут ДВНЗ «КНУ», 2013- №54, - С. 201-207.
18. **Азарян В.А.** Анализ влияния технологических факторов на себестоимость производства железорудных ГО-Ков Украины / **В.А. Азарян** // Разраб. рудн. месторожд.. Кривой Рог. - КТУ, 2010 - Вып. 93. - С.33-36.
19. **Ю.П. Астафьев, В.Г. Близнюков, О.Г. Шекун.** Горное дело / **Астафьев Ю.П., Близнюков В.Г., Шекун О.Г.** // Учебн. - М: Недра, 1980. - 368 с.
20. **Арсентьев А.И.** Производительность карьеров / **А.И. Арсентьев** // Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 2002. - 85 с.
21. **Порцевский П.К.** Систематизация признаков сложноструктурных месторождений / **П.К. Порцевский** // Горный журнал, 2006. - №1. - С. 30-33.

Рукопис подано до редакції 17.04.15