

пород, развития искусственно (специально) созданного оползня в отработанных карьерах.

Список использованных источников

1. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ в Криворожском железорудном бассейне. ВНИМИ, Л., 1975. 68с.

2. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. - М., Недра, 1981. 288с.

3. Ройтман А.Г. Деформации и повреждения зданий. - М., Стройиздат, 1987.-160с.

4. Справочник по инженерной геологии. Под общ. ред. М.В. Чуринова. – М., Недра, 1974. – 408с.

Рукопись поступила 31.10.2013 г.

УДК 622.271

Е.К. Бабец, канд. техн. наук, с.н.с., член-корреспондент АГНУ, директор,
Н.И. Дядечкин, докт. техн. наук, главный научный сотрудник,
А.Н. Костянский, кан. техн. наук, научный сотрудник,
В.И. Чепурной, заведующий лабораторией,
Б.Е. Яценко, заведующий лабораторией
Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»

**ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ
РЕКОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО КАРЬЕРА
НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЕГО РАБОТЫ**

Розглянуті питання щодо встановлення глибини кар'єру при розширенні та реконструкції у зв'язку з залученням у розробку законтурних запасів для підтримки або збільшення його потужності. Наведені залежності для випадку розширення одного з двох кар'єрів у системі комбінату.

Ключові слова: реконструкція кар'єра, углубка, основні параметри.

Рассмотрены вопросы по установлению глубины карьера при расширении и реконструкции в связи с вовлечением законтурных запасов для поддержания или увеличения его мощности. Приведены зависимости для случая реконструкции одного из двух карьеров в системе комбината

Ключевые слова: реконструкция карьера, углубка, основные параметры.

The questions to establish the depth of the quarry expansion and renovation due to the involvement of aquifer reserves to maintain or increase its capacity. The dependences for the case of the reconstruction of one of the two quarries in the plant.

Key words: reconstruction open pit mining, increase the dept, basic settings.

Актуальность проблемы. В процессе разработки железорудного месторождения положение рабочего борта карьера находится в динамике, дно понижается. Увеличение глубины приводит к необходимости изменения его горно-технических параметров путем реконструкции карьера, так как «Главная цель для всех разработчиков недр Криворожского бассейна – это продление жизни разрабатываемого месторождения...» [1].

Поскольку реконструкция на открытых горных разработках ставит целью поддержания или увеличения мощности карьера по сравнению с существующей, она связана со значительными дополнительными капитальными вложениями на разнос бортов карьера, сооружение новых транспортных коммуникаций, капитальных траншей, зданий и сооружений для обслуживания циклично-поточной технологии (ЦПТ), переукладку железнодорожных путей и другие затраты. Процесс реконструкции карьера – это комплекс горнотехнических мероприятий для повышения технического уровня горного производства, повышения производительности карьера, продления его срока службы и предприятия в целом, в данном случае может включать расширение границ карьера, его углубку и т.д. [2].

Практический опыт реконструкции железорудных карьеров показал, что наиболее часто ее основными целями и задачами являются: изменение параметров вскрытия месторождения, расширение границ карьера, а также вовлечением в отработку законтурных запасов для поддержания или увеличения его производственной мощности.

При этом для определения главных параметров системы разработки карьера необходимо использовать оценочные показатели, учитывающие основные, как положительные, так и отрицательные факторы, влияющие на дальнейшее развитие карьера. Как правило, расширение границ карьера сопровождается дополнительным ростом объемов вскрышных работ. В то же время заранее спланированные основные параметры карьера позволяют уменьшить затраты за счет рационального размещения производственной инфраструктуры с тем, чтобы избежать сноса зданий и сооружений, попадающих в зону расширенных границ карьера.

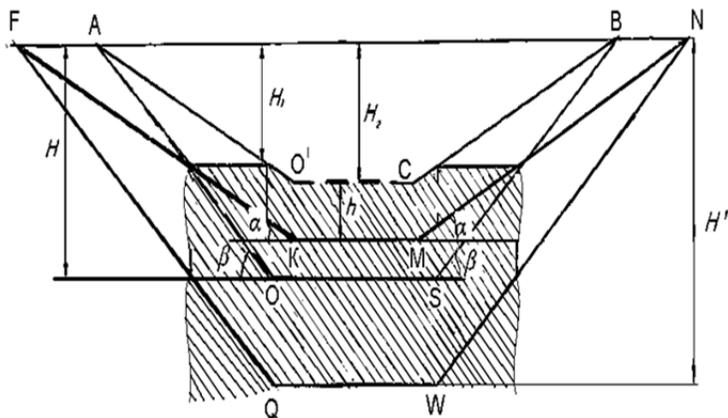
На ряде железорудных комбинатов Кривбасса неоднократно ставился вопрос о расширении контуров карьеров. Проекты реконструкции карьеров очередями разрабатывались для ЮГОКа, НКГОКа, ЦГОКа. Увеличение добычи достигалось за счет увеличения глубины разработки. При этом установление оптимальной глубины приводит к определению коэффициента вскрыши, зависящего от параметров карьера. При проектировании разработки рудного тела с выдержанными элементами залегания, эти параметры определяются аналитическим методом. Учитывая многообразие факторов, влияющих на эффективность работы карьера, выбор

показателя для оценки рационального варианта реконструкции является актуальным.

Критерием эффективности открытых горных работ является граничный коэффициент вскрыши, при котором открытая разработка месторождений экономически целесообразна [3, 4]. При этом в процессе проектирования для определения конечных контуров карьера, выбирают метод наиболее полно соответствующий поставленной задаче и условиям работы карьера. По определению коэффициенты вскрыши предназначены для проектирования, планирования и анализа производства [2], а также при решении вопроса о выборе границ или параметров этапов открытых работ. В ряде случаев в практике горного дела для графического определения глубины карьера применяется текущий коэффициент вскрыши [5].

Рассмотрим определение величины коэффициента вскрыши при расширении карьера на примере простых условий залегания рудного тела.

В природе месторождения отличаются мощностью, формой и условиями залегания. Однако при этом можно установить основные закономерности на упрощенных примерах, которые адекватны реальным условиям отработки. На рисунке представлен поперечный разрез условного карьера глубиной H_2 . Проектный контур карьера до его расширения обозначен $ABSO$. Ширина дна в рабочем контуре карьера $O^1C=d_1$, ширина дна в проектном контуре карьера $OS=d_2$, а угол наклона откоса рабочего борта карьера - α . Угол наклона откоса нерабочего борта карьера - β , мощность вскрышных пород - H_1 , проектная глубина карьера - H . Рассмотрим динамику контуров карьера до и после его расширения.



Схематический поперечный разрез карьера

Обычно расширение сопровождается углубкой карьера: из положения ABCO¹ рабочие борта перемещают к рабочему расширенному контуру – в положение FNМК для дальнейшей постановки на постоянный контур. В период подхода рабочих уступов к верхней бровке нового постоянного контура (точки F и N) дно карьера углубится на величину h. При дальнейшей отработке карьера, его борта перемещаются в положение FQ и NW, а постоянный контур карьера примет положение FNWQ.

При углубке карьера и увеличении его параметров от контура ABSO до контура FNWQ, значение максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши для последнего контура в данных условиях можно определить по формуле [6] полученной из геометрического соотношения площадей вскрышных пород и руды (заштрихованная фигура):

$$K_{m.m.} = \frac{4 \cdot H_1 \cdot \operatorname{tg}\beta - (H^1 - H) \cdot \operatorname{tg}\alpha}{(7 \cdot H - 3 \cdot H^1 + 2 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}\beta) \cdot \operatorname{tg}\alpha - 4 \cdot H_1 \cdot \operatorname{tg}\beta} \cdot \text{м}^3 / \text{м}^3 \quad (1)$$

Учитывая, что рудное тело часто содержит разновидности горных пород не подлежащие переработке в настоящее время (например, сланцы, окисленные руды), их долю в горной массе целесообразно учитывать. Тогда зависимость, определяющая наибольшее значение эксплуатационного коэффициента вскрыши имеет вид:

$$K_{m.m.} = \frac{[4 \cdot H_1 \cdot \operatorname{tg}\beta - (H^1 - H) \cdot \operatorname{tg}\alpha] \cdot (1+n)}{[(7 \cdot H - 3 \cdot H^1 + 2 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}\beta) \cdot \operatorname{tg}\alpha - 4 \cdot H_1 \cdot \operatorname{tg}\beta] \cdot (1-n) \cdot \sigma} \cdot \text{м}^3 / \text{м} \quad (2)$$

где n – доля вскрышных пород, содержащихся в объеме рудного тела. доли ед.; σ – объемный вес руды, т/м³.

Аналогичные зависимости могут быть применены практически к большинству железорудных месторождений.

Определим величину максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши для карьера, отрабатывающего крутопадающее месторождение в условиях криворожских железорудных карьеров по формуле (2):

$$K_{m.m.} = \frac{[4 \cdot 200 \cdot \operatorname{tg}34 - (800 - 650) \cdot \operatorname{tg}20] \cdot (1+0,2)}{[(7 \cdot 650 - 3 \cdot 800 + 2 \cdot 225 \cdot \operatorname{tg}34) \cdot \operatorname{tg}20 - 4 \cdot 200 \cdot \operatorname{tg}34] \cdot (1-0,2) \cdot 3,35} = 0,61 \text{ м}^3/\text{т}.$$

Полученное значение эксплуатационного коэффициента вскрыши сравнивают с его максимальной расчетной величиной (в нашем случае без учета изменения транспортных затрат), определенной [7] по технико-экономическим показателям комбинатов [8]:

$$K_{m.p.} = \frac{(C_k - C_k) \cdot \gamma \cdot (1-i) \cdot (1-n) \cdot (1-p)}{C_g \cdot (2 - d_{y.nep.})} + K_m =$$

$$= \frac{(1 - 3_{m.n}) \cdot C_k \cdot \gamma \cdot (1 - i) \cdot (1 - n) \cdot (1 - p)}{C_e \cdot 3_{m.n} \cdot (2 - d_{y.пер.})} + K_m, \text{ м}^3/\text{т}; \quad (3)$$

где C_k и C_e – цена и себестоимость концентрата, соответственно, грн/т; γ – выход концентрата с 1 т руды, доли ед.; C_e – себестоимость 1 м³ вскрышных пород, грн./м³; $d_{y.пер.}$ – доля условно-переменных расходов в себестоимости 1 м³ вскрышных пород, доли ед.; $3_{m.n}$ – затраты на одну гривну товарной продукции, грн./грн.; K_m – текущий коэффициент вскрыши, м³/т; i – показатель инфляции, доли ед.; n – налог на прибыль, доли ед.; p – доля затрат на реконструкцию карьера в прибыли от реализации товарной продукции, доли ед.

На основании уравнения (2) можно найти зависимость глубины карьера H^1 от его параметров, с ограничением по максимальному эксплуатационному коэффициенту вскрыши $K_{m.p}$ и вычислить для приведенных условий ее величину:

$$H^1 = \frac{K_{m.p} \cdot (1 - n) \cdot [7H \cdot tg\alpha + 2 \cdot d_2 \cdot tg\beta \cdot tg\alpha - 4 \cdot H_1 \cdot tg\beta] \cdot \sigma + (1 + n) \cdot [4H_1 \cdot tg\beta + H \cdot tg\alpha]}{3 \cdot K_{m.p} \cdot tg\alpha \cdot (1 - n) \cdot \sigma - tg\alpha \cdot (1 + n)} =$$

$$= \frac{0,55 \cdot (1 - 0,2) \cdot [7 \cdot 650 \cdot tg20 + 2 \cdot 225 \cdot tg34 \cdot tg20 - 4 \cdot 200 \cdot tg34] \cdot 3,35 - (1 + 0,2) \cdot [4 \cdot 200 \cdot tg34 + 650 \cdot tg20]}{3 \cdot 0,55 \cdot tg20 \cdot (1 - 0,2) \cdot 3,35 - tg20 \cdot (1 + 0,2)}$$

$$= 800 \text{ м.}$$

Особенностью некоторых горно-обогатительных комбинатов является наличие в их структуре двух и более карьеров. Поскольку в период реконструкции карьера на нем может произойти снижение объемов добычи руды вследствие увеличения выемки вскрышных пород при разное бортов для перехода к новому проектному контуру, то при наличии на комбинате двух карьеров, один из них должен восполнить плановый объем руды для производства товарной продукции за счет интенсификации ее добычи и улучшения использования горно-транспортного комплекса ЦПТ. Рассмотрим разработку условного железорудного месторождения двумя карьерами в системе комбината.

Очевидно, если в составе комбината имеется два карьера то при их совместной работе и постоянных объемах разработанной горной массы в целом, объемы разрабатываемых горных пород в них взаимосвязаны:

$$V_2 = K_{m.к} \cdot (P_1 + P_2) - V_1, \text{ м}^3; \quad (4)$$

где V_1 и V_2 – объемы выемки вскрышных пород соответственно с 1 и 2 карьеров, м³; P_1 и P_2 – объемы выемки руды соответственно с 1 и 2 карьеров, т; $K_{m.к}$ – текущий коэффициент вскрыши по комбинату, м³/т.

При совместной работе двух карьеров в системе комбината при постоянных плановых объемах горной массы в целом по комбинату, между

текущими коэффициентами вскрыши и объемами разработанной на карьерах за тот же период горной массы, установлено соотношение:

$$K_{m.к} = \frac{P_1 \cdot K_{m.1} + P_2 \cdot K_{m.2}}{P_1 + P_2}, \text{ м}^3/\text{т}$$

и

$$K_{m.к} \cdot (P_1 + P_2) = P_1 \cdot K_{m.1} + P_2 \cdot K_{m.2}; \quad (5)$$

где $K_{m.1}$ и $K_{m.2}$ – текущие коэффициенты вскрыши для первого и второго карьеров соответственно, м³/т.

Изменение объемов разрабатываемой горной массы при реконструкции карьера скорректирует себестоимость добычи руды. Определим величину себестоимости (C_I) 1 т руды для одного из карьеров при изменении объемов выемки вскрышных пород, при условии постоянной себестоимости руды в целом по комбинату:

$$C_I = \frac{C_k \cdot K_{m.1} \cdot (V_1 + V_2)}{V_1 \cdot K_{m.1} + V_2 \cdot K_{m.2}}, \text{ грн./т}; \quad (6)$$

где C_k – себестоимость 1 т руды в целом по комбинату, грн./т;

При расширении карьера обычно имеет место изменение объемов производства, в связи с чем рекомендуется проводить анализ безубыточности [3] при достижении которой стоимость товарной продукции полученной из руды карьера должна быть равна сумме затрат на ее производство и реализацию. Минимальный объем добычи руды P_{min} , который соответствует точке безубыточности определим по выражению:

$$P_{min} = \frac{P_1 \cdot C_k \cdot d_{y.noc.n} \cdot \gamma}{(C_k - C_k \cdot d_{y.nep.n}) \cdot \gamma} = \frac{P_1 \cdot C_k \cdot (1 - d_{y.nep.n})}{C_k - C_k \cdot d_{y.nep.n}}, \text{ т}; \quad (7)$$

где: P_1 – объем добычи руды на реконструируемом карьере, т; γ – выход товарной продукции с 1 т добытой руды, доли ед.; $d_{y.noc.n}$ и $d_{y.nep.n}$ – доли условно-постоянных и условно-переменных затрат соответственно в себестоимости товарной продукции, доли ед.

В качестве примера определим P_{min} для усредненных по Кривбассу показателей (2006г. [8]): $P_1=15$ млн. т, $C_k = 250$ грн./т, $C_k = 190$ грн./т, $d_{y.nep.n} = 0,75$. Тогда:

$$P_{min} = \frac{15 \cdot 10^6 \cdot 190 \cdot (1 - 0,7)}{250 - 190 \cdot 0,7} \approx 7,3 \text{ млн. т.}$$

Выводы. Таким образом, при условии постоянства объемов разрабатываемой горной массы на комбинате, на каждом отдельно взятом карьере они могут быть ориентировочно спланированы в период

реконструкции. Приведенные зависимости могут быть использованы для анализа параметров карьера в процессе его расширения и прогнозирования глубины на каждом этапе в рациональной области его развития. Дальнейшее усовершенствование методики оценки расширения карьеров с целью поддержания производственной мощности приводит к необходимости установления взаимосвязей между объемами вскрышных пород, руды, ее качеством, глубиной карьера, с учетом ограничений устанавливаемых рынком на товарную продукцию. При благоприятном прогнозе долгосрочной динамики дальнейших изменений конъюнктуры рынка товарной продукции комбината глубина карьера может быть увеличена. Немаловажно отметить, что при неблагоприятном прогнозе рыночной конъюнктуры с учетом указанных обстоятельств можно рассматривать перспективу перевода открытых работ на подземные или может возникнуть вопрос импортной поставки железорудного сырья для обеспечения нормальной работы горно-обогатительного комбината. Наряду с этим следует отметить, что на глубину карьера могут оказывать существенное влияние также экологические последствия горных работ.

Список использованных источников

1. Вилкул Ю.Г., Сторчак С.А. и др.. «Стратегические направления по рациональной разработке и обогащению минерально-сырьевого потенциала недр Кривбасса». – *Металлургическая и горнорудная промышленность*, 2011. – №6. – С. 49-52.

2. Арсентьев А.И. Определение производительности и границ карьера. Государственное научно-техническое издательство литературы по горному делу. М. 1964. 242 ст.

3. Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. – К.: Міністерство промислової політики України, 2007. – 279 с.

4. Горное дело./ Ю.П. Астафьев, В.Г. Близнюков и др.-М.: Недра, 1980, 367 с.

5. Теория и практика открытых горных разработок. М., «Недра»/ Н.В.Мельников, А.И.Арсентьев и др.,1973, 639 с.

6. Костянский А.Н. Определение максимального текущего коэффициента вскрыши по вертикальному разрезу при оценке расширения контуров карьера //Збірник наукових праць. – Кривий Ріг: ДП «НДГРІ», 2011. – №53. – С. 123-128.

7. Романенко А.В., Костянский А.Н. Максимальный текущий коэффициент вскрыши как показатель для оценки периодов отработки глубоких карьеров// Збірник наукових праць за результатами роботи Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні технології розробки рудних родовищ»/ Кривий Ріг: – ДП «НДГРІ», 2011. – С. 41-42.

8. Технично-економическіе показателі горнодобываючих підприємств України в 2005-2006 гг. – Кривой Рог: ГП «НИГРИ». 2007. – 156 с.

Рукопис постуила 14.10.2013 г.

УДК 622.271.333

*А.Н.Костянский, канд. техн. наук, научный сотрудник,
В.И. Чепурной, заведующий лабораторией,
Б.Е. Яценко, заведующий лабораторией,
Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»*

К РАСЧЕТУ БЕЗОПАСНОГО ВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ ПРИ ПОСТАНОВКЕ НА КОНТУР БОРТОВ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ, ПРИМЕНЯЮЩИХ КОМПЛЕКСЫ ЦПТ

При постановці бортів на постійний контур для безпеки бурових робіт у ряді випадків потрібно спорудження запобіжного вала захищаючого від сколювання кусків породи. Наводиться залежність для визначення відстані розміщення вала від нижньої бровки укосу уступу і розрахунок для умовного кар'єру.

Ключові слова: постановка борта на контур, безпека бурових робіт, захисний вал.

При постановке бортов на постоянный контур для безопасности буровых работ в ряде случаев требуется сооружение предохранительного вала защищающего от скатывающихся кусков породы. Приводятся зависимости для определения расстояния размещения вала от нижней бровки откоса уступа и расчет для условного карьера.

Ключевые слова: постановка борта на контур, безопасность буровых работ, защитный вал.

When the boards on a permanent circuit for safety drilling in some cases required the construction of a safety berm protecting from falling chunks of rock. Dependencies to determine the distance from the lower edge of the shaft placement slope ledge and calculation for a career.

Key words: organization Board on the contour, the safety of drilling operations, protective shaft.

Актуальность проблемы. В настоящее время на большинстве крупных железорудных карьеров требуется массовая постановка бортов на промежуточный или постоянный контур и расконсервация временно нерабочих бортов карьера.

При этом для безопасной работы технологического оборудования, особенно вблизи ЦПТ, при конструировании профиля борта карьера наряду с устойчивостью необходимо решать вопросы, в числе которых защита нижележащих берм от возможного камнепада. Однако этот фактор остается