

Г.А. Холодняков, А.А. Обожин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ ЧАСТИЧНО ОТРАБОТАННЫХ КОМПЛЕКСНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО РАСЧЕТНОМУ ЭКСПЛУАТАЦИОННОМУ КОЭФФИЦИЕНТУ ДОБЫЧИ

Предложен принцип определения границ открытой разработки частично отработанных комплексных месторождений. Принцип основан на сравнении граничного и расчетного эксплуатационного коэффициента добычи, в отличие от существующих принципов, при проектировании границ открытой разработки месторождений позволяет учитывать величину покрывающих пород и попутные полезные ископаемые. *Ключевые слова:* границы карьера, частично отработанное комплексное месторождение, расчетный эксплуатационный коэффициент добычи.

На данный момент в горной науке и практике существует несколько общеизвестных подходов к технико-экономическому обоснованию глубины открытых горных работ, называемых принципами. Наибольшее распространение получил принцип, основанный на сравнении контурного и граничного коэффициентов вскрыши.

При проектировании комплексных месторождений, ранее разрабатываемых и восстанавливаемых после долгого перерыва, коэффициент вскрыши теряет смысл, поскольку не учитывает, что из карьера вынута значительная часть горной массы. Поэтому определять границы открытых работ для таких месторождений целесообразно по другим принципам.

При установлении границ карьера нужно стремиться к максимальной экономической эффективности, то есть к получению максимальной прибыли от разработки месторождения, либо к нормальной эффективности, обеспечивающей работу карьера с нормативным сроком окупаемости затрат.

Многие исследователи и проектировщики применяют в качестве критерия оценки вариантов работы горного предприятия максимальную прибыль,

дисконтированную к оцениваемому моменту через коэффициент E_H .

$$\Pi = \sum_{j=-t}^T C_j - \sum_{j=-t}^T Z_j + \sum_{j=-t}^T O_j \rightarrow \max$$

где $\sum_{j=-t}^T C_j$ – приведенная к моменту сдачи карьера в эксплуатацию суммарная прибыль, руб.; $\sum_{j=-t}^T Z_j$ – сумма приведенных затрат на разработку месторождения, руб.; $\sum_{j=-t}^T O_j$ – приведенная остаточная реализуемая стоимость основных фондов, руб.; t, T – соответственно продолжительность строительства и эксплуатации карьера, годы.

При оценке вариантов применяется равноценный критерий

$$\pi = \frac{\sum_{j=-t}^T Z_j - \sum_{j=-t}^T O_j}{\sum_{j=-t}^T C_j} \rightarrow \min$$

Этот критерий увязывает все виды затрат за оцениваемый период, фактор времени, оптовые цены на добываемые из карьера полезные ископаемые, изменение в разных вариантах качества всех полезных ископаемых,

интенсивность строительства карьера и эксплуатации месторождения.

Тщательно проанализировав идею максимума прибыли, можно утверждать, что при определении границ карьера более правильным будет стремление к нормальной эффективности его работы. [1,2]

Критерием эффективности может служить нормативный срок окупаемости капитальных затрат

$$\pi_1 = \frac{\sum_{-t}^{T_H} Z_j - \sum_{-t}^{T_H} O_j}{\sum_{-t}^{T_H} C_j} = 1$$

где T_H – нормативный срок окупаемости капитальных затрат, годы,

$$T_H = \frac{1}{E_H}$$

Учитывая, что срок существования карьера обычно значительно больше нормативного срока окупаемости капитальных затрат, можно упростить эту формулу

$$\pi_1 = \frac{\sum_{-t}^{T_H} Z_j}{\sum_{-t}^{T_H} C_j} \leq 1$$

Допустив, что к моменту сдачи карьера в эксплуатацию капитальные затраты заканчиваются, а полезное ископаемое еще не вынимается, предыдущая формула упрощается и приобретает вид

$$\sum_{-t}^0 K_j \leq \sum_1^{T_H} (C_j - C_j) = \sum_1^{T_H} (c_j - c_j) A_j, \text{руб.}$$

где C_j – общие эксплуатационные затраты в j -й год, руб.; c_j , c_j – соответственно цена и себестоимость полезного ископаемого в j -ом году, руб/т; A_j – производительность карьера по основному полезному ископаемому в j -ом году, т/год.

Из этого выражения следует, что существует верхний предел себестоимости

полезного ископаемого (C_q), при котором соблюдается это равенство:

$$\lim C_j = C_q \quad (1)$$

Себестоимость полезного ископаемого в определяется по формуле

$$c_p = a + \frac{Q_r - A}{A} B + \frac{Q_0}{P} B_0, \quad (2)$$

где a – затраты на добычу основного полезного ископаемого без учета затрат на выемку горных пород – отходов и амортизацию горно-капитальных работ, руб/м³; Q_r , A – годовая производительность карьера по горной массе и основному полезному ископаемому, м³/год; Q_0 – объем горно-капитальных работ, м³; P – общий объем основного полезного ископаемого в контуре карьера, м³; B_0 , B – затраты на выемку горных пород в период строительства и работы карьера, руб/м³.

С учетом выражения (1) формулу (2) можно трансформировать следующим образом

$$C_q \geq C_p = a + B \left(\frac{Q_r}{A} - 1 + \frac{Q_0}{P} \frac{B_0}{B} \right),$$

Откуда

$$\frac{C_q - a + B}{B} \geq \frac{Q_r}{A} + \frac{Q_0}{P} \cdot \frac{B_0}{B}$$

Или

$$\frac{B}{C_q - a + B} \leq \frac{1}{\frac{Q_r}{A} + \frac{Q_0}{P} \cdot \frac{B_0}{B}} \quad (3)$$

Преобразовав выражение (3), получим

$$\frac{B}{C_q - a + B} \leq \frac{A}{Q_r + A \frac{Q_0}{P} \cdot \frac{B_0}{B}} \quad (4)$$

Учтем, что

$$A \frac{Q_0}{P} \cdot \frac{B_0}{B} = Q_{гкр}$$

где $Q_{гкр}$ – объем горно-капитальных работ, подлежащих погашению за год

и приведенных по стоимости к эксплуатационному периоду деятельности карьера, м³.

Тогда выражение (4) примет вид:

$$\frac{B}{C_q - a + B} \leq \frac{A}{Q_r + Q_{грк}} \quad (5)$$

Левая часть формулы представляет граничный коэффициент добычи (в м³/м³):

$$K_r = \frac{B}{C_q - a + B}$$

Обозначим

$$\frac{A}{Q_r + Q_{грк}} = K_{р.э}$$

Таким образом, основное условие целесообразности открытых работ имеет вид

$$K_{гi} \leq K_{р.эi} \quad (6)$$

где $K_{гi}$ – граничный коэффициент добычи для i -го периода работы карьера; $K_{р.эi}$ – расчетный эксплуатационный коэффициент добычи i -го периода работы карьера.

Это условие можно сформулировать следующим образом.

Конечная глубина открытой разработки частично отработанных комплексных месторождений должна быть такой, чтобы в процессе эксплуатации карьера граничный коэффициент добычи основного полезного ископаемого не превышал расчетного эксплуатационного, представляющего собой отношение объема основного полезного ископаемого к сумме объемов горной массы и горно-капитальных работ, подлежащих погашению в i -тый период работы карьера.

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Холодняков Генрих Александрович – доктор технических наук, профессор,

Обожин Андрей Александрович – аспирант, e-mail: drew91@yandex.ru,

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арсентьев А.И., Холодняков Г.А. Проектирование горных работ при открытой разработке месторождений. – М.: Недра, 1994. – 336 с.

2. Холодняков Г.А. Проектирование карьеров при разработке комплексных месторождений. – СПб, 2013. – 192 с. **ГИАБ**

UDC 622.01

DETERMINATION OF PARTIALLY FULFILLED COMPLEX DEPOSITS WITH RATED OPERATIONAL MINING RATIO

Holodnyakov G.A., Doctor of Technical Sciences, Professor,

Obozhin A.A., Graduate Student, e-mail: drew91@yandex.ru,

National Mineral Resource University «University of Mines», 199106, Saint-Petersburg, Russia.

The principle of open-pit boundary determination of partially fulfilled complex deposits is considered. The principle is based on a comparison of the boundary and rated operational mining ratio. Unlike the existing principles, the design of open-pit boundary allows to consider the size of covering rocks and by-product mineral.

Key words: open-pit boundary, partially fulfilled complex deposits, rated operational mining ratio.

REFERENCES

1. Arsent'yev A.I., Holodnyakov G.A. *Proyektirovaniye gornyykh rabot pri otkrytoy razrabotke mestorozhdeniy* (Design of mining operations at open-cast mining of fields), Moscow, Nedra, 1994, 336 p.

2. Holodnyakov G.A. *Proyektirovaniye kar'yerov pri razrabotke kompleksnykh mestorozhdeniy* (Borders of open-cast mining of complex mineral deposits), Saint-Petersburg, 2013, 192 p.