© А.А. Обожин, 2016

УДК 622.271

А.А. Обожин

РАСЧЕТ ГРАНИЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ДОБЫЧИ ДЛЯ ЕРМАКОВСКОГО КОМПЛЕКСНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В качестве критерия эффективности горных работ при определении границ открытой разработки Ермаковского комплексного месторождения предложен граничный коэффициент добычи. По представленному методу рассчитан граничный коэффициент добычи для данного месторождения.

Ключевые слова: границы карьера, граничный коэффициент добычи, комплексное месторождение, попутное полезное ископаемое.

На современном этапе развития народного хозяйства необходимо стремиться к тому, чтобы все горные породы, добываемые в карьере, являлись товарной продукцией. При таком подходе использование широко распространенного понятия коэффициент вскрыши теряет смысл и надо переходить к другим понятиям, таким как коэффициент выемки и составные его части – коэффициенты добычи и отходов. При определении границ карьеров также нужно переходить к использованию коэффициентов выемки и критерию граничный коэффициент добычи.

В качестве примера рассмотрим Ермаковское комплексное месторождение. Особенностью данного месторождения является то обстоятельство, что оно отрабатывалось открытым способом с 1975 г. по 1989 г. Добыча руды была остановлена и производство законсервировано. Была отработана половина запасов, предназначенных для открытого способа отработки. Основным полезным ископаемым является бериллий. Флюорит рассматривается как попутное полезное ископаемое. На данный момент ведутся работы по восстановлению производства.

При определении границ открытой разработки Ермаковского месторождения не принималась в расчет его комплексность. Учет попутных полезных ископаемых при определении границ карьера позволит увеличить возможности открытого способа. Поэтому при восстановлении производства целесо-

образно будет уточнить границы карьера. Критерием эффективности при определении границ открытой разработки Ермаковского комплексного месторождения будет служить граничный коэффициент добычи.

Открытые горные работы эффективны при условии, когда

$$З_д \geq З_ф, \quad (1)$$

где $З_д$ – общие допустимые годовые затраты на разработку комплексного месторождения и обогащение, руб.; $З_ф$ – фактические годовые затраты на разработку комплексного месторождения, руб.

На основе возможности реализации всех или основной части полезных ископаемых и ценных компонентов определяют допустимые затраты.

Допустимые затраты на разработку и обогащение 1 т приведенного полезного ископаемого рассчитываются по формуле

$$C_д = Cv, \quad (2)$$

где C – допустимые затраты на получение 1 т приведенного к основному концентрата из основного и попутных полезных ископаемых, руб./т; v – выход приведенного концентрата из основного и попутных полезных ископаемых, доли ед.

Допустимые затраты устанавливают на основе нормы рентабельности и оптовых цен:

$$C = \frac{Ц}{1 + R_c}, \quad (3)$$

где $Ц$ – оптовая цена 1 т приведенного концентрата, получаемого из основного и попутных полезных ископаемых, руб./т; $R_с$ – нормативный уровень рентабельности по отношению к себестоимости приведенного концентрата, доли ед.

Общие допустимые годовые затраты на разработку комплексного месторождения и обогащение

$$З_д = A_{пр} \nu \frac{Ц}{1 + R_c}, \quad (4)$$

где $A_{пр}$ – производительность карьера приведенная по стоимости к основному полезному ископаемому, т/год,

$$A_{пр} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Ц_i A_i}{Ц_1}, \quad (5)$$

где A_i – производительность карьера i-го полезного ископаемого; $Ц_1$ – оптовая цена основного полезного ископаемого; $Ц_i$ – оптовая цена i-го полезного ископаемого.

Фактические годовые затраты на освоение комплексного месторождения

$$З_ф = A_{пр}\left(a_д + a_0 + a_т + a_{пр}\right) + a_n V\ , \qquad (6)$$

где $a_д$ – затраты на добычу 1 т приведенного к основному полезному ископаемому, руб./т; $a_т$ – затраты на транспортирование 1 т приведенного полезного ископаемого от карьера до обогатительной фабрики руб./т; a_0 – затраты на обогащение 1 т приведенного к основному полезному ископаемому, руб./т; $a_п$ – затраты на выемку 1 т вскрышных пород, руб./т; $a_{пр}$ – затраты на охрану природы, приходящиеся на 1 т приведенного полезного ископаемого, руб./т; V – производительность карьера по вскрыше, т/год.

Коэффициент добычи полезных ископаемых (тонна на тонну), приведенных к основному полезному ископаемому

$$k = \frac{A_{пр}}{Q}, \qquad (7)$$

где Q – производительность карьера по горной массе, т/год.

В этом случае

$$A_{пр} = kQ, \qquad (8)$$

и

$$V = Q(1-k), \qquad (9)$$

Подставляя (8) и (9) в (4) и (6), получим

$$З_д = \frac{Qk\nu Ц}{1+R_c}, \qquad (10)$$

$$З_ф = kQ\left(a_д + a_0 + a_т + a_{пр} - a_n\right) + a_n Q\ , \qquad (11)$$

Исходя из выражения (1), открытые горные работы эффективны при условии

$$\frac{Qk\nu Ц}{1+R_c} \geq k\left(a_д + a_0 + a_т + a_{пр} - a_n\right) + a_n, \qquad (12)$$

Решая выражение (12) относительно k, получаем

$$k \geq \frac{a_n}{\dfrac{\nu Ц}{1+R_c} - a_д - a_0 - a_т - a_{пр} + a_n}, \qquad (13)$$

Таблица 1

Исходные данные к расчету граничного коэффициента добычи для Ермаковского месторождения

Наименование	Единица измерения	Численное значение
Цена за 1 т основного концентрата	руб/т	51 000
Цена за 1 т попутного концентрата	руб/т	12 500
Цена за 1 т руды основного полезного ископаемого $Ц_1$	руб/т	4180
Цена за 1 т руды попутного полезного ископаемого $Ц_2$	руб/т	1500
Запасы основного полезного ископаемого	тыс. т	335
Запасы попутного полезного ископаемого	тыс. т	509
Общая масса вскрышных пород	тыс. т	16 476
Затраты на выемку 1 т вскрышной породы	руб/т	53
Затраты на добычу 1 т руды	руб/т	514
Затраты на обогащение	руб/т	906
Затраты на транспортирование 1 т породы	руб/т	204
Затраты на охрану природы	руб/т	1,7
Выход приведенного концентрата из основного и попутных полезных ископаемых	доли ед.	0,082
Норма рентабельности R	%	20

Минимальное значение этого коэффициента и является граничным коэффициентом добычи полезных ископаемых, приведенных к основному,

$$k_г \geq \frac{a_n}{\dfrac{\nu Ц}{1+R_c} - a_д - a_0 - a_m - a_{пр} + a_n}, \qquad (14)$$

Затраты на добычу 1 т приведенного к основному полезного ископаемого определяются по формуле:

$$a_д = \frac{Ц_1 \sum_{i=1}^{n} a_{дi} A_i}{\sum_{i=1}^{n} Ц_i A_i}, \qquad (15)$$

где $Ц_i$ – оптовая цена i-го полезного ископаемого, руб./т; $a_{дi}$ – затраты на добычу 1 т i-го полезного ископаемого, руб./т.

Затраты на обогащение 1 т приведенного к основному полезного ископаемого (не учитываются затраты на транспортирование руды от карьера до обогатительной фабрики):

$$a_0 = \frac{Ц_1 \sum_{i=1}^{n} a_{0i} A_i}{\sum_{i=1}^{n} Ц_i A_i}, \qquad (16)$$

где a_{0i} – затраты на обогащение 1 т i-го полезного ископаемого, руб./т.

Затраты на транспортирование приведенного полезного ископаемого от карьера до обогатительной фабрики:

$$a_m = \frac{Ц_1 \sum_{i=1}^{n} a_{mi} A_i}{\sum_{i=1}^{n} Ц_i A_i}, \qquad (17)$$

где $a_{ті}$ – затраты на транспортирование 1 т i-го полезного ископаемого от карьера до обогатительной фабрики, руб./т.

Затраты на охрану природы, приходящиеся на 1 т приведенного полезного ископаемого

$$a_{пр} = \frac{Ц_1 \sum_{i=1}^{n} a_{прi} A_i}{\sum_{i=1}^{n} Ц_i A_i}, \qquad (18)$$

где $a_{прі}$ – затраты на охрану природы, приходящиеся на 1 т i-го полезного ископаемого, руб./т.

Граничный коэффициент добычи:

$$k_г \geq \frac{53}{\frac{0,082 \cdot 51000}{1+0,2} - 838,1 - 1477,3 - 332,6 - 2,8 + 53} = 0,06 \text{ т/т.}$$

Таблица 2

Данные по расчету затрат, приведенных к основному полезному ископаемому

Наименование	Единица измерения	Численное значение
Затраты на добычу	руб/т	838,1
Затраты на обогащение	руб/т	1477,3
Затраты на транспортирование	руб/т	332,6
Затраты на охрану природы	руб/т	2,8

В настоящее время перед рядом горнодобывающих предприятий стоит вопрос истощения запасов, предназначенных для открытой добычи. Переход на комплексную отработку запасов месторождений полезных ископаемых позволит увеличить возможности открытого способа, включением в открытую разработку новых запасов – попутных полезных ископаемых.

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

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Обожин Андрей Александрович – аспирант,
e-mail: drew91@yandex.ru,
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный».

UDC 622.271

A.A. Obozhin

THE BOUNDARY MINING RATIO FOR THE ERMAKOVSKY COMPLEX DEPOSIT

The boundary mining ratio is proposed as criterion of efficiency mining operations at determining open-pit boundary of the Ermakovsky complex deposit. It is recommended to bring in the commensurate value and the number of views for by-product mineral to the main minerals. The boundary mining ratio is calculated by the presented method for this deposit. Transition to complex working off will allow to include in open-cast mining of new reserves - by-product mineral.

Key words: open-pit boundary, boundary mining ratio, complex deposit, by-product mineral.

AUTHOR

Obozhin A.A., Graduate Student, e-mail: drew91@yandex.ru,
National Mineral Resource University «University of Mines»,
199106, Saint-Petersburg, Russia.

REFERENCES

1. Arsent'ev A. I., Kholodnyakov G. A. *Proektirovanie gornykh rabot pri otkrytoy razrabotke mestorozhdeniy* (Design of mining operations at open-cast mining of fields), Moscow, Nedra, 1994, 336 p.

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