

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ГРАНИЧНИЯ КОЕФИЦИЕНТ НА ОТКРИВКА ЗА МЕДНО - РУДНО НАХОДИЩЕ

Илиян Джобов

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, E-mail: idjobov@hotmail.com

РЕЗЮМЕ. При проектирането на всеки открит рудник първостепенна задача е определянето на граничния коефициент на откривка. За изчисляването му се използват различни методи, като най-често те отчитат приходите и разходите на минното предприятие. За условията на медно-рудно находище е определен граничния коефициент на откривка, при различни съдържания на мед в рудата и три варианта за изменение на стойността на метала на борсата: позитивен, реалистичен и негативен.

DETERMINATION OF THE BREAK-EVEN STRIPPING RATIO IN COPPER ORE DEPOSIT

Ilian Djobov

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, e-mail: idjobov@hotmail.com

ABSTRACT. The determination of the break event stripping ratio is a primary task when projecting the open pit mine. It is calculated by different methods using mining incomes and expenses. The break event stripping ratio is determined in copper ore deposit for different copper ore content and the following three variants for copper price variations are used: positive, normal and negative.

Въведение

В минната практика се срещат няколко типа коефициенти на откривка - линейни, геометрични и икономически. Коефициентът на откривка представлява отношението на количеството откривка, изземвана при разработване на находището към количеството добивано полезно изкопаемо (Атанасов, 2001).

При проектирането на даден рудник първостепенна задача е определянето на граничния коефициент на откривка. Той служи като основен критерий за избора на начин за разработване на находището - открит или подземен. Използва се и за определяне на границите на откритите рудници.

Методи за определяне на граничния коефициент на откривка

Граничният коефициент на откривка ($K_{гр.}$) представлява максимално допустимия коефициент на откривка по икономически съображения (Атанасов, 2001). В литературата се срещат различни методи за определянето му. Най-често в проектантската практика се използва следния израз (Pfleider, 1968; Аначков и др., 1985; Трубецкой и др., 1994; Атанасов и др., 2001):

$$K_{гр.} = \frac{C_n - C_o}{C_e}, \text{ m}^3/\text{m}^3 \quad (1)$$

където: C_n – себестойността на 1 m^3 полезно изкопаемо, при подземно разработване, лв./ m^3 ;

C_o – себестойността на 1 m^3 полезно изкопаемо, при открито разработване, без отчитане на разходите за откривка, лв./ m^3 ;

C_e – себестойността за изземване на единица откривка в дадените условия, лв./ m^3 .

Когато находището се разработва по открит начин е невъзможно изчисляването на стойността на C_n . Затова проф. Арсентиев предлага себестойността на единица полезно изкопаемо да се замени с допустима себестойност на добива на единица п.и. (C_d) (Аначков и др., 1985; Трубецкой и др., 1994):

$$C_d = C - \frac{K_{стр.} \cdot E_n}{A_r \cdot \left(1 - \frac{1}{(1 + E_n)^{T_n}} \right)}, \text{ лв./t}, \quad (2)$$

където: C – цената на едро на единица п.и. (концентрат, метал или др.), лв./t;

$K_{стр.}$ – капиталовложенията при строителството на минното предприятие, лв./t.

E_n – нормативният коефициент на ефективност на капиталните вложения;

A_r – годишната производителност на открития рудник по руда, t/год.;

T_n – нормативният срок за откупуване на капиталните вложения, год.

След заместване на показателя C_d в израз 1 Аначков (1985) предлага за изчисляването на $K_{гр.}$ да се използва следната формула:

$$K_{гр.} = \frac{C_d - C_o}{C_g}, \text{ m}^3/\text{m}^3, \quad (3)$$

където: C_d е изразен в лв./ m^3 .

Освен описаните, в литературата се срещат и други формули за определяне на граничния коефициент на откривка при открито разработване на находища. Например Хохряков (1980) предлага следния израз:

$$K_{гр.} = \frac{C_d' - C_{п.и.}}{C_g}, \text{ m}^3/\text{m}^3, \quad (4)$$

където: C_d' – допустима пълна себестойност на 1 m^3 полезно изкопаемо, лв;

$C_{п.и.}$ – разходи за добив на 1 m^3 полезно изкопаемо, без отчитане на разходите за откривка, лв.

Същият автор е установил, че грешката при изчисляване на граничния коефициент на откривка е около 20 %. Това се дължи на неточността на използваните изходни данни.

Сходен формулен апарат е приложен от Pfeider (1968) в негова публикация. Авторът използва следния израз за изчисляване на граничния коефициент на откривка при проектиране на меден открит рудник:

$$K_{гр.} = \frac{C_k - P_{п.и.}}{P_o}, \text{ t/t}, \quad (5)$$

където: C_k – стойността на полезния компонент в 1 t руда, лв./t;

$P_{п.и.}$ – производствени разходи за 1 t руда (включват всички разходи до получаването на крайната суровина, без разходите за откривни работи), лв./t;

P_o – разходи за изземване на 1 t откривка, лв./t.

След включване във формула 5 на изискването за минимална печалба на 1 t руда (Π_{\min}), израза ще придобие следния вид:

$$K_{гр.} = \frac{C_k - P_{п.и.} + \Pi_{\min}}{P_o}, \text{ t/t}. \quad (6)$$

В публикацията на Pfeider (1968) се уточнява, че описаният метод (формули 5 и 6) е универсален и може да се приложи за всякакъв тип находища, разработвани по открит начин.

Hustrulid (2006) в своя разработка изследва изменението на граничния коефициент на откривка при проектиране на крайната дълбочина на меден открит рудник. В основата на използвания метод стои идеята, че съществува пряка зависимост между приходите и разходите на рудника и добиваните обеми откривка и п.и. Следователно

граничния коефициент на откривка е в пряка зависимост от нетния доход в рудника (NV):

$$NV = \Pi - V_o \cdot P_o, \text{ лв.}, \quad (7)$$

където: Π - приход от продажбата на полезния компонент, съдържащ се в 1 t полезно изкопаемо след приспадането на всички разходи по добива и преработката му, лв./t;

V_o – количество откривка, изземвано при добива на 1 t п.и., t;

P_o – разходи за изземване и насипване на 1 t откривка, лв./t.

От формула 7 се вижда, че докато $NV > 0$ е икономически оправдано изземването на планираните обеми откривка. При $NV = 0$, $K_{гр.}$ се определя чрез израза:

$$K_{гр.} = \frac{\Pi}{P_o}, \text{ t/t}, \quad (8)$$

От изброените методи, най-широко приложение в минната практика е намерил формулния апарат на Pfeider (1968) (изрази 5 и 6).

Анализът на формули 5 и 6 показва, че стойностите на $P_{п.и.}$ и P_o се определят след статистическа обработка на практически данни от минни предприятия, които работят в сходни на проектирания открит рудник условия. Показателят C_k се изчислява въз основа на процента на извличане на полезния компонент и пазарната му цена. Минималната печалба (Π_{\min}) зависи от интересите на инвеститорите, строго специфична е за всеки конкретен случай и представлява фирмена тайна. Затова в настоящата статия се използва само израз 5.

Определяне на граничния коефициент на откривка за меднорудно находище

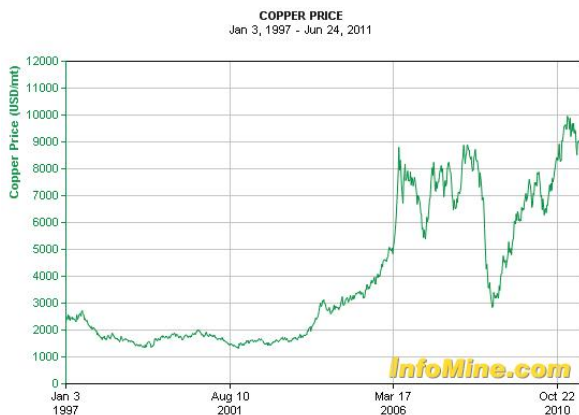
Подбраният метод за определяне на граничния коефициент на откривка (израз 5) е приложен за условията на българско медно-рудно находище.

Изходните данни са поместени в таблица 1. Производствените разходи на минното предприятие са за 2004 г. За запазване на фирмената тайна са използвани приблизителни стойности.

Таблица 1. Показатели на работа на минното предприятие през 2004 г.

Показател	Мярка	Стойност
Производствени разходи за 1 t руда (P_p)	лв./t.	10
Разходи за изземване на 1 t откривка (P_o)	лв./t.	2,2

Стойността на полезния компонент в 1 t руда се определя в зависимост от цената на медта. Изменението ѝ за последните 15 години е представено на фигура 1 (Infomine).



Фиг. 1. Изменение на цената на медта през последните 15 г.

От графиката се вижда, че стойността на метала значително е варирила през годините и е трудно да се прогнозира бъдещото ѝ движение. Затова при проектирането на даден открит рудник, стойността на полезния компонент се изчислява за няколко възможни сценария (Kulla & Co, 2007).

В настоящото изследване граничният коефициент на откривка е определен при различни съдържания на мед в рудата (0,2; 0,3; 0,4; 0,5 и 0,6 %) и три варианта за изменение на стойността на метала на борсата:

- позитивен - цената на медта е много висока;
- реалистичен – цената е на средно ниво;
- негативен – цената е ниска.

Предвидените варианти са съобразени със състоянието на пазара през 2004 г. (средногодишна цена на медта - 4512 лв./t.). Резултатите от извършените изчисления са поместени в таблици 2, 3 и 4.

Таблица 2. Определяне на граничния коефициент на откривка при негативен вариант

Показател	Съдържание на мед в рудата, %				
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Цена на медта, лв./t	3000				
Стойност на полезния компонент в 1 t руда, лв./t	4,32	6,48	8,64	10,8	12,96
Производствени разходи за 1 t руда, лв./t	10	10	10	10	10
Разходи за изземване на 1 t откривка, лв./t	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Граничен коефициент на откривка, t/t	-	-	-	0,36	1,35

Таблица 3. Определяне на граничния коефициент на откривка при реалистичен вариант

Показател	Съдържание на мед в рудата, %				
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Цена на медта, лв./t	4500				
Стойност на полезния компонент в 1 t руда, лв./t	6,48	9,72	12,96	16,2	19,44

Производствени разходи за 1 t руда, лв./t	10	10	10	10	10
Разходи за изземване на 1 t откривка, лв./t	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Граничен коефициент на откривка, t/t	-	-	1,35	2,82	4,29

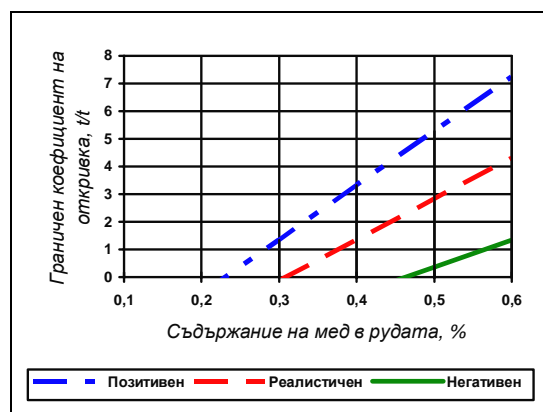
Таблица 4. Определяне на граничния коефициент на откривка при позитивен вариант

Показател	Съдържание на мед в рудата, %				
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Цена на медта, лв./t	6000				
Стойност на полезния компонент в 1 t руда, лв./t	8,64	12,96	17,28	21,6	25,92
Производствени разходи за 1 t руда, лв./t	10	10	10	10	10
Разходи за изземване на 1 t откривка, лв./t	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Граничен коефициент на откривка, t/t	-	1,35	3,31	5,27	7,24

Анализът на получените от изчисленията резултати (таблици 2, 3 и 4) показва следното:

- позитивен вариант - граничният коефициент на откривка се изменя от 1,35 до 7,24 t/t;
- реалистичен вариант - характеризира се с изменение на стойностите на K_{gr} от 1,35 до 4,29 t/t;
- негативен вариант - граничният коефициент на откривка се изменя от 0,36 до 1,35 t/t;
- така зададените разходи за добив на руда и откривка не гарантират нормалната работа на открития рудник при цена на медта по 3000 лв./t.

Въз основа на данните поместени в таблици 2, 3 и 4 е построена графика за изменението на граничния коефициент на откривка за всеки от вариантите, в зависимост от съдържанието на мед в рудата (Фигура 2).



Фиг. 2. Изменение на граничния коефициент на откривка за всеки един от вариантите

От графиката се вижда, че металното съдържание (α), под което не е ефективна работата на открития рудник е както следва:

- за позитивния вариант $\alpha = 0,23\%$;

- в случай на реалистичен вариант $\alpha = 0,31 \%$;
- при негативен вариант $\alpha = 0,46 \%$.

Полученият граничен коефициент на откривка трябва да отговаря и на технологичните условия за работа в открития рудник.

Заклучение

При проектирането на всеки открит рудник първо-степенна задача е определянето на граничния коефициент на откривка. За изчисляването му се използват различни методи, като най-често те отчитат приходите и разходите на минното предприятие.

Избраният формулен апарат е приложен за условията на медно-рудно находище. Граничният коефициент на откривка е определен при различни съдържания на мед в рудата (0,2; 0,3; 0,4; 0,5 и 0,6 %) и три варианта за изменение на стойността на метала на борсата: позитивен, реалистичен и негативен. В резултат на извършените изчисления се установи, че $K_{гр}$ се изменя от 0,36 до 7,24 t/t,

а цена на медта под 3000 лв./t. не гарантира нормалната работа на открития рудник.

Литература

- Атанасов, А., Златанов, П., Стоянов, Д., Христов., С. 2001. Технология на открито разработване на полезни изкопаеми. С., 51 – 56.
- Аначков, А., Константинов, Г., 1985. Проектиране на открити рудници. С. Техника, 169 – 174
- Трубецкой, К. и др., 1994. Справочник открытые горные работы. М. Горное бюро, 50 – 53
- Хохряков, В. 1980. Проектирование карьеров. М. Недра, 166 - 172
- Kulla, G. & Co. 2007. Technical Report on Preliminary assessment. Turnagain Nickel Project. British Columbia. Internet, 7 - 8
- Hustrulid, W & Co., 2006. Open pit mine planning and design. London/Leiden/New York/Philadelphia/Singapore. Taylor & Francis Group, 389 – 392
- Infomine, www.infomine.com.
- Pfleider, E., 1968. Surface mining. New York. The American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, Inc., 17 – 33

Препоръчана за публикуване от Катедра "Открито разработване на полезни изкопаеми и взривни работи", МТФ