

## ЕКСПРЕСЕН МЕТОД ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ПРОЕКТНАТА ПРОИЗВОДИТЕЛНОСТ НА КАРИЕРА ЗА ДОБИВ НА ДОЛОМИТ

**Илиян Джобов<sup>1</sup>, Ивайло Копрев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, e-mail: idjobov@hotmail.com

<sup>2</sup> Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, e-mail: ivomad@abv.bg

**РЕЗЮМЕ.** За условията на находище „Шумнатица“ е приложена методика за определяне на оптималната годишна производителност по полезно изкопаемо в процеса на проектиране на кариерата. Получената стойност очита както миннотехническите, така и икономическите условия. Предложен е експресен метод за определяне на производителността и оценка на основните технологични параметри на работа в кариерата. След сравняване на изчислените резултати с проектните (получени по класическия способ) се установи, че стойностите им съвпадат. Следователно методът е приложим и за нашите условия.

### EXPRESS METHOD FOR DETERMINATION OF DOLOMITE QUARRY PRODUCTIVITY WITH MINE PROJECTING

*Ilian Djobov<sup>1</sup>, Ivaylo Koprev<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, e-mail: idjobov@hotmail.com

<sup>2</sup> University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, e-mail: ivomad@abv.bg

**ABSTRACT.** It has been applied a method for determination of optimal annual open pit productivity for the conditions of quarry Shumnatitza in a process of projecting. The found result accounts for both mining and economical conditions. An express method has been suggested for determination of quarry output and evaluation of the basic technological parameters for working in a quarry. It was found after comparison of the calculated results and projected (received by classical method) that their values are equal. Therefore the method is applicable for Bulgarian conditions.

### Въведение

В статията „Анализ на факторите, влияещи на избора на производителност на открити рудници при проектирането им“ е предложена обобщена методика, за определяне на годишната производствена мощност на минното предприятие по полезно изкопаемо (п.и.). Използваният формулен апарат, отчита следните миннотехнически и икономически ограничения:

- транспортни възможности;
- интензивност на развитие на минните работи;
- брой и производителност на багерите;
- пазарно търсене на п.и. – приема се, че съществува търсене за добиваната суровина, но големината му не може да се определи предварително, поради особеностите на регионалния пазар;
- минимално допустимата производителност (икономически ефективна);
- годишна производителност на рудника в зависимост от големината на запасите;

Освен описаният алгоритъм в световната минна практика широко се използва експресен метод за оценка на производителността и технологичните параметри на работа в открития рудник в зависимост от големината на запасите полезно изкопаемо в находището (O'Hara, 1992). В основата му стои правилото на Тейлър.

Двете методики са приложени за условията на находище „Шумнатица“, където ще се добиват доломити.

### Изчисляване на оптималната годишна производителност

Предвижда се кариерата да се разработва с багер тип Komatsu PC340 и 3 броя автосамосвала MAN 41.400. Основните миннотехнически и икономически показатели, използвани при проектирането на кариера „Шумнатица“ са дадени в табл. 1. Икономическите данни за разработваното находище са фирмена тайна и в настоящата статия са заместени с информация за сходен обект – кариера „Бр. Кунчеви“, част от „ИНЕРМАТ“ АД – гр. Ст. Загора („ИНЕРМАТ“ АД, 2007).

Чрез показателите от табл. 1 е изчислена годишната производителност на рудника по полезно изкопаемо за всяко от поставените ограничения. Получените резултати са поместени в табл. 2.

Анализът на данните от табл. 2 показва, че оптималната годишна производителност на кариерата по доломит, която удовлетворява както икономическите така и миннотехническите ограничения се изменя в интервал от 185 хил. t/год. до 985 хил. t/год. Според изискванията на

УВОС обаче, максимално допустимия добив при разработването на находище „Шумнатица“ е 100000 m<sup>3</sup>/год. ≈ 276000 t/год. Следователно оптималната производителност на кариерата ще варира между 185 хил. t/год. и 276 хил. t/год. Приема се, че годишно ще се изземват 275000 t доломити.

Таблица 1. Миннотехнически и икономически показатели при разработване на кариерата

Показател	Мярка	Големина
Коефициент на якост на скалите по М.Протодяконов,		8
Обемно тегло	g/cm <sup>3</sup>	2,76
Средна дебелина на доломитите	m	36,5
Обем на запасите	хил. m <sup>3</sup>	8329,87
Площ на запасите	m <sup>2</sup>	228130
Средна дебелина на откривката	m	0,76
Височина на стъпалото	m	15
Дължина на находището	m	1000
Ширина на находището	m	300
Коефициент на обедняване	-	0,03
Коефициент на извличане на п.и.	-	0,95
Коефициент на разбухване		1,47
Вместимост на багерната кофа	m <sup>3</sup>	2
Товароносимост на автосамосвала	t	27
Средно годишна скорост на придвижване на добивния фронт	m/год.	10
Годишна производителност на багера	m <sup>3</sup> /год.	330000
Брой работни дни в годината	бр.	230
Брой на работните смени в денонощие	бр.	1
Постоянни разходи	хил. лв.	950
Променливи разходи	лв./t	4,47
Цена на крайния продукт	лв./t	9,6

Таблица 2. Годишна производителност на рудника по п.и.

Ограничения		Стойност, хил. t/год.
Миннотехнически	Транспортни възможности (по Хохряков, 1980)	17000
	Интензивност на развитие на минните работи	985
	Брой и производителност на багерите	2100
Икономически	Икономическа ефективност (минимално допустимата производителност)	185
	Годишна производителност на рудника в зависимост от големината на запасите	1350 ÷ 2100

## Експресен метод за определяне на производителността и оценка на основните технологични параметри на работа в кариерата

### Правило на Тейлър

В основата на метода стои правилото на Тейлър (Taylor, 1977), което описва чрез емпиричен израз, изведен от минната практика връзката между производителността и големината на запасите п.и. в находището.

Запасите полезно изкопаемо се определят в зависимост от степента на геоложка изученост и оценката за икономическата целесъобразност и ефективност от разработването им. Интерес за минната индустрия представляват находища, притежаващи доказани запаси (категория 111) и вероятни запаси (121 и 122) (Класификация, 1998).

Избраната производителност на открития рудник по п.и. трябва да осигурява максимална възвръщаемост на инвестициите. Ако стойността и е много голяма, тогава времето за разработване на находището ще е недостатъчно, за да осигури бързо възстановяване на вложените средства. Аналогична е ситуацията, когато избраната мощност на рудника е твърде малка. В този случай находището ще се разработва през по-дълъг период и инвестициите ще се изплатят по-бавно. Разглежданият проблем е решен от Тейлър, който предлага следния израз за изчисляване на оптималната денонощна производителност на рудника по полезно изкопаемо (O'Hara, 1992):

$$T = \frac{4,88 \cdot T_r^{0,75}}{D_{yr}}, \text{ short t}, \quad (1)$$

където:  $T_r$  - запаси полезно изкопаемо в находището, short t;

$D_{yr}$  - брой на работните дни в рудника през годината.

За улеснение на изчисленията авторите на настоящата статия преобразуват формула 1 по следния начин:

$$A_{ден.}^{п.и.} = \frac{4,53 \cdot T_3^{0,75}}{N_{p.д.}}, \text{ t/ден.}, \quad (2)$$

където:  $T_3$  - запаси полезно изкопаемо в находището, t;  $N_{p.д.}$  - брой на работните дни в рудника през годината.

Чрез формула (2) е изчислено изменението на денонощната производителност на рудника в зависимост от големината на запасите по п.и. Получените резултати са представени на фиг. 1 и фиг. 2.

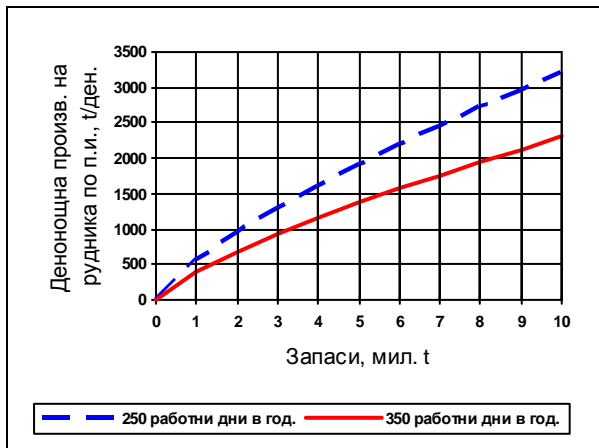
Денонощната производителност на рудника по откривка се определя, чрез текущия коефициент на откривка  $K_r$  (Атанасов, 2001):

$$A_{ден.}^o = A_{ден.}^{н.и.} \cdot K_m, \text{ m}^3/\text{ден.} \quad (3)$$

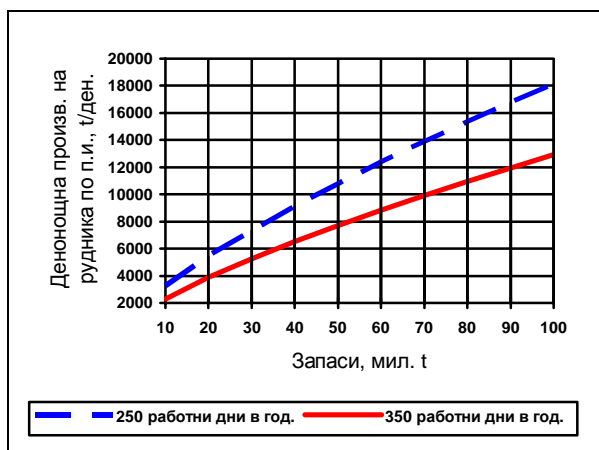
Общото количество иззета минна маса за денонощие, изразено в тонове се изчислява по формулата:

$$A_{ден.}^{м.м.} = A_{ден.}^{н.и.} \cdot (1 + \rho \cdot K_m), \text{ t}/\text{ден.}, \quad (4)$$

където:  $\rho$  – обемна плътност на откритката,  $\text{m}^3/\text{t}$ .



Фиг. 1. Денонощна производителност на рудника в зависимост от запасите



Фиг. 2. Денонощна производителност на рудника в зависимост от запасите

По формула (2) се изчисли, че оптималната денонощна производителност на кариера „Шумнатица“ е 6000 t/ден. или 1,38 мил. t/год. Получената стойност не отговаря на ограничението по УВОС. Следователно избраната по правилото на Тейлър производителност не е съобразена с възможностите на кариерата.

### Експресен метод за оценка на основните технологични параметри на работа в кариерата

Основните технологични параметри на работа в кариерата се оценяват по методика на О'Хара (O'Hara, 1992). Използваният от американския автор формулен апарат е емпиричен и е получен след статистическа обработка на данни от действащи американски рудници. Методиката се прилага много широко в предварителната фаза на проектиране на минните предприятия. Тя е описана по – долу.

Броят на персонала в откритите рудници  $N_{пер.}$  може да се определи в зависимост от типа на разработваните скали:

- при изземване на предварително взривени здрави и средно здрави скали, чрез еднокочови багери и автотранспорт:

$$N_{пер.} = 0,034 \cdot (A_{ден.}^{м.м.})^{0,8}, \text{ бр.}; \quad (5)$$

- при изземване на меки скали:

$$N_{пер.} = 0,024 \cdot (A_{ден.}^{м.м.})^{0,8}, \text{ бр.} \quad (6)$$

Обем на кофата на багера по полезно изкопаемо или откритка:

$$E = 0,111 \cdot (A_{ден.})^{0,4}, \text{ m}^3, \quad (7)$$

където:  $A_{ден.}$  – денонощна производителност на рудника по полезно изкопаемо или откритка, t.

Необходим брой багери по полезно изкопаемо или откритка:

$$N_{баз.} = \frac{0,011 \cdot (A_{ден.})^{0,8}}{n_{см.} \cdot E}, \text{ бр.}, \quad (8)$$

където:  $n_{см.}$  – брой на смените в денонощие.

Товароносимост на автосамосвала, работещ по откритка или п.и.:

$$V_{ав.} = 12,09 \cdot (E)^{1,1}, \text{ t.} \quad (9)$$

Инвентарен брой автосамосвали, работещи по откритка или полезно изкопаемо:

$$N_{ав.} = \frac{0,25 \cdot (A_{ден.})^{0,8}}{V_{ав.}}, \text{ бр.} \quad (10)$$

Описаната методика е приложена за условията на находище „Шумнатица“, като са оценени основните технологични параметри на работа в кариерата. При изчисленията се използва определената по-горе оптимална годишна производителност. Получените резултати са сравнени с проектните (табл.3), които са пресметнати по прилаганите у нас методики (Атанасов, 2001; Стоянов, 2000).

Анализът на данните от табл. 3 показва, че резултатите получени по експресния метод напълно съвпадат с проектните, определени по класическия руски способ.

Таблица 3. Технологични параметри на работа в кариерата

Показател	По проект	Експресен метод
Годишна производителност, t/год.	275000	275000
Денонощна производителност, t/ден.	1200	1200
Персонал, бр.	10	9,88 ≈ 10
Обем на кофата на багера, m <sup>3</sup>	2	1,89 ≈ 2
Необходим брой багери	1	1
Товароносимост на автосамосвала	27	25,9 ≈ 26
Инвентарен брой автосамосвали	3	2,79 ≈ 3

## Заклучение

За условията на находище „Шумнатица“ е приложена методика за определяне на оптималната годишна производителност по полезно изкопаемо в процеса на проектиране на кариерата. След отчитане на миннотехническите и икономическите фактори се установи, че добивът на доломити в находището ще е 275 хил. t/год., а денонощната производителност ще е 1200 t.

В резултат на използването на експресния метод за конкретния обект се установи следното:

1. Избраната, чрез метода на Тейлър производителност на кариерата не удовлетворява поставените по ОВОС условия.

2. Предложеният формулен апарат за оценка на основните технологични параметри на работа дава сходни резултати с тези, получени по прилагания понастоящем у нас способ.
3. Разгледаният метод е много подходящ за използване в процеса на проектирането на открити рудници, при изготвянето на предварителни оценки. Лесен е за употреба и не е трудоемък.

## Литература

- Атанасов, А., и др. 2001. Технология на открито разработване на полезни изкопаеми. София, 7 – 523.
- Инермат АД. 2007. Доклад за дейността през периода 01.01 – 31.12.2007 г. Ст. Загора. www.lex.bg, Internet. 1 – 30.
- Класификация на запасите и ресурсите на находищата на твърди подземни природни богатства. 1998. Приета с РМС №413 от 1998 г. Internet.
- Стоянов, Д., 2000. Ръководство за упражнения по процесите при открития добив на полезни изкопаеми. София, 11 – 408.
- O'Hara, A. & co., 1992. Costs and cost estimation. SME Mining engineering handbook. Volume 1. Society for Mining, Metallurgy and Exploration Inc. Colorado. 405 – 412.
- Taylor, H.K., 1977. Mine valuation and feasibility studies. Mineral Industry Costs. Spokane, WA: Northwest Mining Association.

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