

ОПРЕДЕЛЯНЕ СТОЙНОСТТА НА РАЗРЕЗИТЕ ПРИ ДОБИВАНЕ НА СКАЛНИ БЛОКОВЕ С КАМЕНОРЕЗНИ МАШИНИ

Атанас Атанасов, Ивайло Копрев

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София

РЕЗЮМЕ. В статията се предлага формулен апарат за определяне стойността на разрезите при добиване на скални блокове с каменорезни машини. С отчитане стойността на разрезите за добиване на 1 m³ скална маса при проектирането на кариери по-лесно могат да се сравняват и избират рационални технологии с различни типове каменорезни машини и параметри на системите на разработване.

DETERMINATION OF THE VALUE FOR SECTION OF STONE BLOCKS WITH CUTTING MACHINES

Atanas Atanasov, Ivaylo Koprev

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia

ABSTRACT. In this article is propound an analytical device for determination of the value for section of stone blocks with cutting machines for extraction. Reading the value of the section per 1 m³ rocks in quarries projecting, makes easier the comparison and selection of a rational technologies using different types of cutting machines and parameters of the system.

Въведение

При добива на скални блокове с каменорезни машини основен технологичен процес е рязането на скалите. За добиване на един скален блок от масива е необходимо отделянето му чрез разреза в три взаимно перпендикулярни направления. За това с каменорезни машини се извършват напречни вертикални разреза, надлъжни вертикални разреза и хоризонтални разреза на всяко добивно стъпало. Редът на извършването им може да бъде различен в зависимост от типа на каменорезната машина. Най-често се прокарват два или един напречен разрез, след това хоризонталния и накрая вертикалните надлъжни разреза с една или две каменорезни машини. При дисково-фрезните машини се прокарват редица напречни разреза по дължината на работния блок (фронт), а след това едновременно другите два разреза. При верижните каменорезни машини последователно се извършват хоризонталните и вертикални разреза, като машината която извършва хоризонталните разреза трябва да изпреварва най-малко с 5 m тази, която извършва вертикалните надлъжни разреза. Накрая се прокарват вертикалните напречни разреза. При каменорезните машини с "диамантено" въже (въжените каменорезни машини) една машина последователно извършва всички разреза, като първо се извършват напречните вертикални разреза, после хоризонталните и накрая вертикалните надлъжни разреза след прокарване на сондажи за въжето.

При прокарване на нарезни траншеи (флангови или централни) с триъгълно или правоъгълно (трапецовидно) сечение първо се прокарват напречните вертикални

разреза, а след това хоризонталните. Вертикалните надлъжни разреза се извършват по пробивно-клинов начин или по взривен начин. По-малко се прилагат безвзривни начини за извършването им. Когато траншеите имат правоъгълно сечение те се извършват първи, а след тях хоризонталните разреза.

При комбинираните технологии за добив на блокове хоризонталните разреза се извършват с верижни каменорезни машини, а вертикалните с въжени каменорезни машини, като първо се прокарват вертикалните разреза.

Математическа формулировка на задачата. Методика за изследване

Площта на разрезите за добиване на един скален блок от масива е:

- на вертикалните напречни разреза

$$S_{\sigma} = bh, \text{ m}^2 \quad (1)$$

- на вертикалните надлъжни разреза

$$S_{\sigma H} = l_{\sigma H} h, \text{ m}^2 \quad (2)$$

- на хоризонталните разреза

$$S_x = bl_{\sigma H}, \text{ m}^2 \quad (3)$$

където: $l_{\sigma H}$, b , h са параметрите на добивания блок, дължина, ширина и височина, m; h е най-често

височината на добивното стъпало, m ; b е широчината на ламелата по дължината на работния фронт на стъпалото, m .

Обемът на добивания блок скална маса е:

$$V_{\bar{o}l} = l_{\bar{o}l} h b, m^2 \quad (4)$$

където: $l_{\bar{o}l}$ може да бъде и дължината на един работен блок на стъпалото или част от дължината на работния фронт на стъпалото, m .

Необходимата площ на разрезите за добиване на $1 m^3$ скална маса (относителен разход на разрез) е:

- на вертикалните надлъжни разрез

$$l_{ovh} = \frac{S_{vh}}{V_{\bar{o}l}} = \frac{l_{\bar{o}l} h}{l_{\bar{o}l} h b} = \frac{1}{b}, m^2/m^3 \quad (5)$$

- на хоризонталните разрез

$$l_{ox} = \frac{S_x}{V_{\bar{o}l}} = \frac{b l_{\bar{o}l}}{l_{\bar{o}l} h b} = \frac{1}{h}, m^2/m^3 \quad (6)$$

- на вертикалните напречни разрез

$$l_{ov} = \frac{S_v}{V_{\bar{o}l}} = \frac{b h}{b h l_{\bar{o}l}} = \frac{1}{l_{\bar{o}l}}, m^2/m^3 \quad (7)$$

Времето за извършване на разрезите за добиване на $1 m^3$ скална маса от едно стъпало (работен блок) е:

- на вертикалните надлъжни разрез

$$t_v = \frac{l_{ov}}{Q_{vh}}, h/m^3 \quad (8)$$

- на хоризонталните разрез

$$t_x = \frac{l_{ox}}{Q_{hx}}, h/m^3 \quad (9)$$

- на вертикалните надлъжни разрез

$$t_{vh} = \frac{l_{ovh}}{Q_{vh}}, h/m^3 \quad (10)$$

където: Q_{vh} , Q_{hx} и Q_{vh} са часовите производителности на каменорезната машина при извършване на вертикални напречни, хоризонтални и вертикални надлъжни разрез, m^2/h .

Стойност на разрезите за добиване на $1 m^3$ скална маса от едно стъпало (работен блок):

- на вертикалните напречни разрез

$$C_v = t_v \frac{P_{MCM}}{T_{CM}} = \frac{l_{ov} P_{MCM}}{Q_{vh} T_{CM}} = \frac{P_{MCM}}{l_{\bar{o}l} Q_{vh} T_{CM}}, лв/m^3 \quad (11)$$

- на хоризонталните разрез

$$C_x = t_x \frac{P_{MCM}}{T_{CM}} = \frac{l_{ox} P_{MCM}}{Q_{hx} T_{CM}} = \frac{P_{MCM}}{h Q_{hx} T_{CM}}, лв/m^3 \quad (12)$$

- на вертикалните надлъжни разрез

$$C_{vh} = t_{vh} \frac{P_{MCM}}{T_{CM}} = \frac{l_{ovh} P_{MCM}}{Q_{vh} T_{CM}} = \frac{P_{MCM}}{b Q_{vh} T_{CM}}, лв/m^3 \quad (13)$$

където: P_{MCM} са разходите на машината за смяна (стойността на машиносмяната на една каменорезна машина), $лв/см$; T_{CM} е продължителността на работната смяна (работно време на смяната в даден рудник или кариера), h .

Общото време за извършване на разрезите за добиване на $1 m^3$ скална маса от едно стъпало (работен блок) е:

- при добиване на скални блокове с верижни каменорезни машини

$$t_{obv} = t_v + t_x + t_{vh} = \frac{l_{ov}}{Q_{vh}} + \frac{l_{ox}}{Q_{hx}} + \frac{l_{ovh}}{Q_{vh}} = \frac{1}{l_{\bar{o}l} Q_{vh}} + \frac{1}{h Q_{hx}} + \frac{1}{b Q_{vh}}, h/m^3 \quad (14)$$

ако приемем, че $Q_{vh} \approx Q_{vh}$, получаваме:

$$t_{obv} = \frac{1}{h Q_{hx}} + \frac{b + l_{\bar{o}l}}{Q_{vh} b l_{\bar{o}l}}, h/m^3 \quad (15)$$

- при добиване на скални блокове с "диамантено въже"

$$t_{obv} = t_v + t_x + t_{vh} = \frac{1}{l_{\bar{o}l} Q_{vh}} + \frac{1}{h Q_{hx}} + \frac{1}{b Q_{vh}}, h/m^3 \quad (16)$$

Определяне на общата стойност на разрезите за добиване на $1 m^3$ скална маса от едно стъпало (работен блок) с верижни каменорезни машини:

$$C_{obv} = t_{obv} \frac{P_{MCM}}{T_{CM}} = \left(\frac{1}{h Q_{hx}} + \frac{b + l_{\bar{o}l}}{b l_{\bar{o}l} Q_{vh}} \right) \frac{P_{MCM}}{T_{CM}}, лв/m^3 \quad (17)$$

където: Q_{hx} , Q_{vh} – часовата производителност на верижната каменорезна машина при извършване на хоризонтални и вертикални разрез, m^2/h .

Определяне на общата стойност на разрезите за добиване на $1 m^3$ скална маса от едно работно стъпало (работен блок) с въжени каменорезни машини:

$$C_{obv} = t_{obv} \frac{P_{MCM}}{T_{CM}} = \left(\frac{1}{h Q_{hx}} + \frac{1}{l_{\bar{o}l} Q_{vh}} + \frac{1}{b Q_{vh}} \right) \frac{P_{MCM}}{T_{CM}}, лв/m^3 \quad (18)$$

където: Q_{hx} , Q_{vh} , Q_{vh} са часовите производителности на въжената каменорезна машина при извършване на хоризонтални, напречни и надлъжни вертикални разрез, m^2/h .

Таблица 1.

Технически характеристики на каменорезните машини

Тип на машината	Вид на добивания материал	Мощност, Нр	Часова производителност при вертикално рязане, m^2/h	Часова производителност при хоризонтално рязане, m^2/h	Скорост на движение на режещия инструмент, m/s	Тегло, kg	Цена, лв
Въжена резачка Benetti VIP 910	Варовик	50 – 75	8 – 12	6 – 8	0 – 40	1650	28000
Въжена резачка Pellegrini TD 50	Мрамор	53 – 63	8 – 10	6 – 8	0 – 40	1400	25000
Верижна каменорезна машина Benetti CSM 962	Варовик	85	6 – 8	6 – 8	0 – 12	7000	160000
Верижна каменорезна машина Pellegrini Ch 60	Мрамор	72	6 – 8	6 – 8	0 – 12	6000	160000

Параметри на работния блок:

1. При добиването на скални блокове с въжена резачка
 - 1.1 Дължина $L = 5 \div 7,5$ m
 - 1.2 Ширина $B = 1,2 \div 1,7$ m
 - 1.3 Височина $H = 2,5 \div 7$ m

2. При добиването на скални блокове с верижни каменорезни машини

- 2.1 Дължина $L = 10 \div 20$ m

2.2 Ширина $B = 1,2 \div 1,4$ m2.3 Височина $H = 2,5 \div 3,0$ m**Резултати от изследването**

Определяне общата стойност на разрезите ($лв/m^3$) извършвани с въжени каменорезни машини Benetti VIP-910 при добиване на блокове с различни параметри и при продължителност на смяната $T_{cm} = 8$ h от врачански варовик в кариерите на “Хемус-М” АД, гр. Мездра.

Таблица 2.

№ по ред	$P_{мсм},$ лв/мсм	$Q_{чх},$ m^2/h	$Q_{чв},$ m^2/h	$H_{ст},$ m	$l_{бл},$ m	$b_{бл},$ m	$l_{отн},$ m^2/m^3	$C_{в},$ лв/ m^3	$C_{х},$ лв/ m^3	$C_{вн},$ лв/ m^3	$C_{об},$ лв/ m^3	$V_{блок},$ m^3	$C_{бл},$ лв/ m^3	$V_{оф.бл.},$ m^3
1.	210	8	10	5	5	1,2	1,233	0,53	0,66	2,19	3,37	30	8,42	12
2.	210	8	10	5	5	1,4	1,114	0,53	0,66	1,88	3,06	35	7,64	14
3.	210	8	10	5	5	1,7	0,988	0,53	0,66	1,54	2,73	42,5	6,81	17
4.	210	8	10	5	6	1,2	1,200	0,44	0,66	2,19	3,28	36	8,20	14,4
5.	210	8	10	5	6	1,4	1,081	0,44	0,66	1,88	2,97	42	7,42	16,8
6.	210	8	10	5	6	1,7	0,955	0,44	0,66	1,54	2,64	51	6,59	20,4
7.	210	8	10	5	7,5	1,2	1,167	0,35	0,66	2,19	3,19	45	7,98	18,0
8.	210	8	10	5	7,5	1,4	1,048	0,35	0,66	1,88	2,88	52,5	7,20	21,0
9.	210	8	10	5	7,5	1,7	0,922	0,35	0,66	1,54	2,55	63,75	6,38	25,5

Определяне общата стойност на разрезите за добива на $1 m^3$ скална маса с верижни каменорезни машини Benetti при различни параметри на работните блокове.

Таблица 3.

№ по ред	$P_{мсм},$ лв/мсм	$Q_{чх},$ m^2/h	$Q_{чв},$ m^2/h	$H_{ст},$ m	$l_{бл},$ m	$b_{бл},$ m	$l_{отн},$ m^2/m^3	$C_{в},$ лв/ m^3	$C_{х},$ лв/ m^3	$C_{вн},$ лв/ m^3	$C_{об},$ лв/ m^3	$V_{блок},$ m^3	$C_{бл},$ лв/ m^3	$V_{оф.бл.},$ m^3
1.	350	6	8	2,5	10	1,2	1,333	0,55	2,92	4,56	8,02	30	20,05	12
2.	350	6	8	2,5	15	1,2	1,300	0,36	2,92	4,56	7,84	45	19,6	18
3.	350	6	8	2,5	20	1,2	1,283	0,27	2,92	4,56	7,75	60	19,37	24
4.	350	6	8	3,0	10	1,4	1,148	0,55	2,43	3,91	6,88	42	17,21	16,8
5.	350	6	8	3,0	15	1,4	1,114	0,36	2,43	3,91	6,70	63	16,75	25,2
6.	350	6	8	3,0	20	1,4	1,098	0,27	2,43	3,91	6,61	84	16,53	33,6

Резултатите от табл. 2 показват, че при добива на варовикови блокове при среден рандеман 40 % с въжени каменорезни машини общите разходи за извършване на разрезите за добив на 1 m³ скална маса се изменят от 3,37 лв/m³ до 2,55 лв/m³ в зависимост от параметрите на добиваните блокове. Основен параметър, който влияе най-съществено на тези разходи е широчината на блока (b_{bl}) или това означава стойността (относителния разход) на вертикални надлъжни разрезни (табл.2). Разходите за добив на 1 m³ стандартен блок са от 6,38 лв/m³ до 8,42 лв/m³, при рандеман 40 % и дължина на въжето 30 m (табл.2). Най-ниски стойности се получават при добива на блокове с широчина 1,7 m и дължина 5, 6, 7,5 m при височина на стъпалото $H = 5$ m. Хоризонталните разрезни имат еднаква стойност ($H = const.$)

Резултатите от табл. 3 показват, че при добива на скални блокове с верижни каменорезни машини параметрите на работните блокове се запазва същата тенденция на

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

влияние на общите разходи на 1 m³ скална маса ($6,61 \div 8,02$ лв/m³) и на 1 m³ стандартен блок ($16,53 \div 20,05$ лв/m³). Тези разходи са по-големи от 2,59 до 3,14 пъти в сравнение с тези извършвани с въжени каменорезни машини. Най-големи са разходите за вертикалните надлъжни разрезни (табл.3).

Получените резултати са много близки до тези от практиката в кариерите на "Хемус – М" АД, гр. Мездра. Те могат да ориентират специалистите към избор на най-рационални параметри на добиваните блокове.

Литература

- Атанасов А. 2003. Открит и подводен добив на нерудни полезни изкопаеми. С.
Атанасов А. 2003. Ръководство за упражнения по открит добив на нерудни полезни изкопаеми. С.