

Анализ на динамично променящите се ресурси при прилаганите у нас технологии за добив на скално-облицовъчни материали

Ивайло Копрев¹, Атанас Смилянов², Георги Роялски³

^{1, 2} Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, България

³ "Хемус – М" АД, гр. Мездра 3100, България

РЕЗЮМЕ. На примера на кариера за добив на мраморни блокове е направен анализ на основните ресурси, които търпят динамична промяна при прилагане на различните технологии за добив на мраморни блокове и е обосновано прилагането им като критерии при избора на най-подходяща технология.

ANALYSIS OF DYNAMICALLY CHANGING RESOURCES OF THE TECHNOLOGIES FOR WINNING OF LINING MATERIALS AND DIMENSION STONES

ABSTRACT. An analysis of main resources, which may change dynamically, according to the application of different technologies for marble tiles production is presented based on an example of a quarry for marble tiles and their application as a criterion for selection of the best technology is reasoned.

Въведение

В годините на прехода кариерите за добив на скално – облицовъчни материали и продукцията от тях показват тенденция за относително устойчиво развитие. Причината за това е основно международният пазар, който възприема тази стока като екологично и ценово по-атрактивна в сравнение с множеството промишлено произведени изкуствени заместители. На практика всички кариери за добив скално- облицовъчни материали са приватизирани и частният капитал, който понастоящем ги управлява се нуждае от допълнителни критерии, върху които да строи инвестиционната си политика в бъдеще. "Хемус – М" АД гр. Мездра е една от първите приватизирани фирми за добив и преработка на скално-облицовъчни материали и дейно участва в разработването на разглеждания проблем.

В този смисъл задачата за дълбочинно разкриване на допълнителни критерии за оценка на ефективността на една или друга технология става много актуална. Видими резултати биха могли да се постигнат при един задълбочен анализ на ресурсите, потребни за производството на единица крайна продукция (един метър кубически мраморен блок) при прилагането на най-разпространените у нас технологии.

Предложените по-долу разсъждения са основани на условна кариера за добив на мрамор с годишна производителност 10 000 m³ оформени мраморни блокове при един и същ коефициент на извличане – 30 % и едносменен режим на работа с продължителност 8 часа.

Константните материално-технически и човешки ресурси при всички анализирани технологии са:

- булдозер – 1 бр. (1 човек)
- челен товарач – 1 бр. (1 човек)
- компресор – 1 бр. (1 човек)

- автокран – 1 бр. (1 човек)

Динамично променливи са материално-техническите (специфична минна техника), технологичните (забои, траншеи и др.) и човешките ресурси, необходими за цялостно окомплектоване на кариерата с оглед достигане на зададената годишна производителност.

Основните технологични параметри, присъстващи при всички анализирани технологии са височината на стъпалото (*h*), ъгъла на откоса на борда и размерите на блока (ламелата).

Анализ на технологиите

1. Добив на блокове по пробивно-клинова технологична схема

При нея височината на стъпалото се определя в зависимост от:

- разположението на пукнатините и разстоянието между тях;
- размерите на добиваните блокове;
- техническите възможности на пробивната техника;
- ефективната работа на клиновете.

В практиката височината на стъпалото се приема от 3 до 4 m. Обикновено то се разделя на две подстъпала с височина 1,5 – 2 m. Разделението на подстъпала се предопределя от ограничените възможности на товаро-транспортната техника (в примерите е приета товароподемност на автокрана 15 t. Ъгълът на откоса на стъпалото се определя в зависимост от елементите на залягане, напукаността на скалите и изискването за добив на блокове с правилна геометрична форма. Най-често се приема стойност 90°.

Размерите на изрязваната ламела са: височина 1,5 m, ширина 1 m и дължина 2 m.

1.1. Технологични параметри на схемата

1. Обща дължина на дупките, прокарани по дължина на блока:

$$L_{\text{дд}} = \frac{L_{\text{бл.}} \cdot h}{l_{\text{д}}} = \frac{2.1.1,5}{0,1} = 30\text{м} \quad (1)$$

2. Обща дължина на дупките, прокарани по широчина на блока:

$$L_{\text{дш}} = \frac{2.B.h}{l_{\text{о}}} = \frac{2.1.1,5}{0,1} = 30\text{м} \quad (2)$$

3. Обща дължина на дупките:

$$L_{\text{общ}} = L_{\text{дд}} + L_{\text{дш}} = 60\text{ м} \quad (3)$$

4. Относителен разход на дупки при добив на 1 м³ блок:

$$L_{\text{обл}} = \frac{L_{\text{общ.ц.}}}{V_{\text{обл}}} = \frac{60}{3} = 20\text{м}/\text{м}^3 \quad (4)$$

5. Необходим обем пробивни работи в смяна:

$$l_{\text{пр.см}} = \frac{L_{\text{обл.}} \cdot Q_{\text{обл.}}}{K_{\text{ц}}} = \frac{20.40}{0,3} = 2670\text{м}/\text{см} \quad (5)$$

6. Сменна производителност на лафет:

$$Q_{\text{см}} = n_{\text{пч}} \cdot Q_{\text{см.пч}} = 2 \cdot 60 = 120\text{ м/см} \quad (6)$$

7. Необходим брой лафети:

$$N_{\text{л}} = \frac{Q_{\text{обл.}} \cdot L_{\text{обл.}} \cdot K_{\text{раз}}}{K_{\text{раз}} \cdot Q_{\text{см.л}}} = \frac{40.20.1,25}{0,3.120} = 27,7 \approx 30\text{бр} \quad (7)$$

8. Необходим брой забои:

$$N_{\text{заб}} = \frac{Q_{\text{л}} \cdot l_{\text{о}}}{K_{\text{ц}} \cdot Q_{\text{см}}} = \frac{40.20}{0,3.120} = 23\text{забоя} \quad (8)$$

1.2. Динамично-променливи ресурси

За осигуряване на зададената годишна производителност на кариерата динамично променливите ресурси са:

- 28 броя лафети;
- 23 подготвени забоя за добив;
- необходим брой работници – 27.

1.3. Други качествени характеристики

Технологичната схема е с:

- относително най-ниска производителност и висока поглъщаемост на трудови ресурси;
- много ековредности: шум, вибрации, запрашеност;
- ниска степен на гладкост на страните на блока;

- нисък рандеман.

2. Добив на блокове с фрезно-дисквени каменорезни машини

При тази технология височината на стъпалото е функция на техническите параметри на добивната машина. За сравнителния анализ е приета често срещаната в практиката стойност 1 м. Ъгълът на откоса на стъпалото зависи от основните параметри, разгледани в предишния случай и най-често има същата стойност - 90°. Съответно размерите на ламелата са: височина 1 м, широчина 1 м и дължина 100 м.

Технологията на добива включва видовете работи както следва:

- прокараване на пионерна разрезна траншея (полутраншея);
- прокараване на разрезни траншеи за създаване на работна и предпазна площадки и осигуряване на необходимия работен фронт на кариерата;
- прокараване на флангови траншеи, създаващи възможност за започване изземване с нова заходка;
- монтиране на релсов път за придвижване на добивната машина;
- прокараване по цялата дължина на работния фронт на стъпалото на напречни вертикални разрези;
- прокараване на хоризонтални и вертикални надлъжни разрези;
- отделяне на блоковете от стъпалото;
- натоварване на транспортните средства;
- преместване на добивната машина.

2.1. Технологични параметри на схемата

1. Годишна производителност (на примера на дискова каменорезна машина СМ – 177 А):

$$a) K_{\text{вр.г}}' = 1 - \frac{T_{\text{ам}} + T_{\text{р}}}{T} = 1 - \frac{32 + 108}{250} = 0,44 \quad (9)$$

$$b) K_{\text{вр.г}}'' = \frac{T_{\text{пр}}}{T} = \frac{53}{250} = 0.212 \quad (10)$$

$$в) N_{\text{пр}} = \frac{T_{\text{пр}}}{\frac{A_{\text{к}} \cdot L \cdot h}{t_{\text{см}} \cdot Q_{\text{ц}}} + t'} = \frac{250}{\frac{60.100.1}{8 + 3.5} + 5} = 1,14 \quad (11)$$

$$г) Q_{\text{год}} = Q_{\text{ч}} \cdot T \cdot t_{\text{см}} \cdot (K_{\text{вр.г}}' - K_{\text{вр.г}}'') \quad (12)$$

$$Q_{\text{год}} = 3,5 \cdot 250 \cdot 8(0.44 - 0.212) = 1596\text{ м}^3/\text{год}$$

2. Брой на каменорезните машини, необходими за гарантиране на производителността на кариерата по оформени блокове:

$$N_{\text{м}} = \frac{Q_{\text{обл.}} \cdot K_{\text{раз}}}{K_{\text{раз}} \cdot Q_{\text{доб}}} = \frac{10000.1,25}{0,3.1596} = 26,1 \approx 27\text{бр} \quad (13)$$

3. Необходим брой забои:

$$N_{заб} = \frac{Q_k \cdot I_o}{K_u \cdot Q_{см}} = \frac{40.2.01}{0,3.7} = 38 \text{ забоя} \quad (14)$$

4. Необходим брой добивни машини :

$$N_m = \frac{Q_{обл.} \cdot K_{раз}}{Q_{зод}} = \frac{10000.1,1}{1596} = 6,89 \approx 7 \text{ бр} \quad (15)$$

5. Необходим брой забои в смяна:

$$N_{заб} = \frac{Q_k \cdot I_o}{Q_{см}} = \frac{40.2.01}{7} = 11,5 \approx 12 \text{ забоя} \quad (16)$$

2.2. Динамично променливи ресурси

За гарантиране на годишната производителност са потребни следните динамично променливи ресурси:

- 7 броя добивни машини;
- 12 забоя, подготвени за добив;
- необходим брой работници – 11.

2.3. Други качествени характеристики

На тази технологична схема недостатъците са в:

- относително ниска производителност;
- голям обем подготвителни работи (голям брой разкрити хоризонти с малка височина, което влияе негативно на качеството);
- относително нисък рандеман.

3. Добив на блокове с верижни каменорезни машини

При тази технологична схема височината на стъпалото е също функция на техническите параметри на добивните машини. За нашата практика е 2,5 m. Ъгълът на откоса на стъпалото се определя като при първите две схеми и също най-често е 90°. Размерите на ламелата са: височина 2,5 m, широчина 1,5 m и дължина 50 m.

Технологията на добива включва следните видове работи:

- прокарване на вертикални напречни разрези по дължината на работния фронт на стъпалото ;
- прокарване на вертикални надлъжни разрези по дължината на работния фронт на стъпалото;
- прокарване на хоризонтални разрези по дължината на работния фронт;
- отрязаните от всички страни ламели се отделят от стъпалото с хидротласкачи;
- натоварване на транспортните средства;
- преместване на каменорезната машина.

3.1. Технологични параметри на схемата

1. Обем на работния блок:

$$V_{бл} = l \cdot b \cdot h = 50 \cdot 2,5 \cdot 1,5 = 187,5 \text{ m}^3 \quad (17)$$

2. Относителен разход на надлъжните вертикални разрези:

$$l_{во} = \frac{1}{b} = \frac{1}{1,5} = 0,667 \text{ m}^2 / \text{m}^3 \quad (18)$$

3. Относителен разход на напречните вертикални разрези:

$$l_{вои} = \frac{2 \cdot h \cdot b}{V_{бл}} = \frac{2 \cdot 2,5 \cdot 1,5}{187,5} = 0,04 \text{ m}^2 / \text{m}^3 \quad (19)$$

4. Обща площ на вертикалните разрези, които трябва да се прокарат за една смяна:

$$S_{\epsilon} = \frac{Q_k \cdot (l_{во} + l_{вои})}{K_u} = \frac{40 \cdot (0,04 + 0,667)}{0,3} = 95 \text{ m}^2 / \text{смяна} \quad (20)$$

5. Необходим брой каменорезни машини за направа на вертикални разрези:

$$а) N_{\epsilon} = \frac{S_{\epsilon}}{Q_{см.в}} = \frac{95}{7,5} = 12,67 \approx 13 \text{ броя} \quad (21)$$

$$б) Q_{чв} = h \cdot l_{чв} = 2,2 \cdot 0,5 = 1,25 \text{ m}^2/\text{h} \quad (22)$$

$$в) Q_{см.в} = Q_{чв} \cdot T_{см} \cdot K_{вр.см} \quad (23)$$

$$Q_{см.в} = 1,25 \cdot 8 \cdot 0,754 = 7,5 \text{ m}^2/\text{см}$$

6. Относителен разход на хоризонтални разрези:

$$l_{хо} = \frac{1}{h} = 0,4 \text{ m}^2 / \text{m}^3 \quad (24)$$

7. Обща площ на хоризонталните разрези:

$$S_x = \frac{Q_k \cdot I_{хо}}{K_u} = \frac{40 \cdot 0,4}{0,3} = 54 \text{ m}^2 / \text{см} \quad (25)$$

8. Необходим брой каменорезни машини за хоризонтални разрези:

$$а) N_x = \frac{S_x}{Q_{см.х}} = \frac{54}{5} = 10,8 = 11 \text{ броя} \quad (26)$$

$$б) Q_{см.х} = Q_{чх} \cdot T_{см} \cdot K_{вр.см} = 0,825 \cdot 8 \cdot 0,754 = 4,97 = 5 \text{ m}^2/\text{см} \quad (27)$$

$$в) Q_{чх} = B \cdot l_{чх} = 1,5 \cdot 0,55 = 0,825 \quad (28)$$

9. Годишна производителност:

$$а) Q_{гв} = Q_{см.в} \cdot T \cdot K_{вр.г} = 7,5 \cdot 250 \cdot 0,618 = 1158,75 \text{ m}^2/\text{год} \quad (29)$$

$$б) Q_{гх} = 5 \cdot 250 \cdot 0,618 = 772,5 \text{ m}^2/\text{год} \quad (30)$$

3.2. Динамично променливи ресурси

При тази схема за гарантиране на годишната производителност са необходими:

- 12 броя добивни машини;
- 12 броя подготвени за добив забои;
- необходими човешки ресурси – 16 броя работници.

3.3. Други качествени характеристики

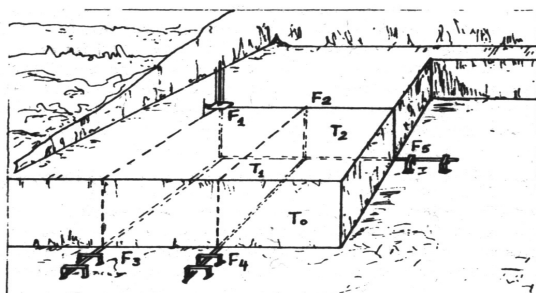
Тази технологична схема се характеризира с относително висока производителност но е свързана с:

- голям обем подготвителни работи (голям брой разкрити хоризонти);
- разкритите хоризонти са с относително малка височина (влияе негативно на качеството);
- относително нисък рандеман.

4. Добив на скални блокове с “диамантени” въжени резачки (ДВР)

При тази схема височината на стъпалото също е функция на техническите параметри на добивната машина и за българската практика е прието 7 m. Ъгълът на откоса на стъпалото се определя като при предишните случаи и най-често е 90°. Размерите на ламелата са: височина 7 m, широчина 1,7 m и дължина 5m. Технологията на добива включва следните операции:

- прокарване на вертикален сондаж F_1 с диаметър 105 mm - (фиг. 1)



Фиг. 1. Илюстрация на операциите при добива на скален блок с “диамантена” въжена резачка

- прокарване на хоризонталните сондажи F_3, F_4, F_5 с диаметър 35 mm (фиг.1);
- извършване на хоризонтален разрез T_0 с “диамантен” каменорезна машина, разположена на долната площадка на стъпалото (фиг. 1) след като въжето се прекара през двата хоризонтални сондажа F_4 и F_5 ;
- извършване на вертикален напречен разрез T_1 от същата позиция на машината (фиг. 1);
- прекарване на въжето през вертикалния и хоризонталния сондажи F_2 и F_4 ;
- извършване на вертикален надлъжен разрез T_2 с машината, но разположена на долната площадка на стъпалото, като въжето преминава през хоризонталния F_5 и вертикалния F_2 сондажи;
- отделяне на блока с челен товарач (например тип КАТЕРПИЛАР – 988В). Предварително във вертикалния разрез към масива се пробива дупка с височина между 30 и 40 cm, в която се поставя метален клин. На мястото, където ще се обърне блокът се насипва предварително земна маса за предпазване от нараняването му;
- блокът се разделя на стандартни блокове пак чрез такива резачки, което води до получаване на 6 гладки повърхности на блока.

4.1. Технологични параметри на схемата

1. Площ на вертикалните надлъжни разрези:

$$S_{\text{вн}} = L \cdot h = 5 \cdot 7 = 35 \text{ m}^2 \quad (31)$$

2. Обем на работния блок:

$$V_{\text{бл}} = h \cdot L \cdot B = 7 \cdot 5 \cdot 1,7 = 59,5 \text{ m}^3 \quad (32)$$

3. Относителен разход на напречни вертикални разрези:

$$l_{\text{во}} = \frac{1}{L} = \frac{1}{5} = 0,2 \quad (33)$$

4. Относителен разход на надлъжни вертикални разрези:

$$l_{\text{вои}} = \frac{1}{B} = \frac{1}{1,7} = 0,59 \quad (34)$$

5. Обща площ на вертикалните разрези:

$$S_e = \frac{Q_k (l_{\text{во}} + l_{\text{вои}})}{K_{\text{ep}}} = \frac{40(0,2 + 0,59)}{0,3} = 105 \text{ m}^2 / \text{cm} \quad (35)$$

6. Необходим брой ДВР за вертикални разрези

$$N = \frac{S_e}{Q_{\text{cmв}}} = \frac{105}{25} = 4,2 = 5 \text{ броя} \quad (36)$$

7. Относителен разход на хоризонтални разрези:

$$l_x = \frac{1}{h} = \frac{1}{7} = 0,142 \quad (37)$$

8. Обща площ на хоризонталните разрези

$$S_x = \frac{Q_k l_x}{K} = \frac{40 \cdot 0,142}{0,3} = 18,9 \text{ m}^2 / \text{cm} \quad (38)$$

9. Необходим брой ДВР

$$N = \frac{S_x}{Q_{\text{cmx}}} = 1,05 = 1 \text{ брой} \quad (39)$$

10. Необходим брой едновременно разработвани забои

$$N_z = \frac{Q_k l_o}{K_u \cdot Q_{\text{CM}}} = \frac{40 \cdot 0,933}{0,3 \cdot 25} = 4,97 = 5 \text{ забоя} \quad (40)$$

4.2. Динамично променливи ресурси

За осигуряване на зададения годишен добив мраморни блокове са необходими:

- количество добивни ДВР – 6 броя;
- количество подготвени добивни забои – 5 броя;
- необходими човешки ресурси – 10 броя работници.

4.3. Други качествени характеристики

Технологичната схема с ДВР се отличава с:

- висока производителност;
- малък обем подготвителни работи;
- високо качество на добиваните блокове по отношение гладкостта на страните на блоковете;
- относително най-висок рандеман;
- позволява увеличаване и на височината, и на дължината на стъпалото, с което още повече се увеличава производителността на едно лице.

Основни резултати

По отношение на динамично променящите се ресурси резултатите могат да се представят в обобщен табличен вид чрез табл. 1.

Таблица 1.

Обобщение на динамично променливите ресурси

Технолог. схема Ресурси	Пробивно-клинова	Фрезно-дискови машини	Верижни каменорезни машини	Диамантен и въжени резачки
Минни машини, бр	28 лафета	7	12	6
Забои, бр	23	12	12	5
Брой работници	27	11	16	10

Таблицата убедително доказва, че динамично променливите ресурси при добива на мраморни блокове е надежден количествен критерий за оценка достойнствата и недостатъците на основните технологии, прилагани в българската практика. Докато на константните технологични показатели следва да се гледа като на част от условно постоянните преки производствени разходи (и четирите технологии са с еднакви условия), то върху крайните резултати влияят именно динамично променливите ресурси, чрез които се осигурява зададената производителност. С най-добри показатели по изведените динамични ресурси е технологията с “диамантени” въжени резачки. За крайна оценка обаче на инвестиционната политика на собствениците на конкретната кариера следва да се препоръча задължително и оценка по други критерии – например по илюстрираните в [3].

Литература

- Атанасов А. *Открит добив на нерудни полезни изкопаеми.* София 1992.
- Атанасов А. *Ръководство за упражнения по открит добив и преработка на строителни материали.* Техника, София, 1981.
- Смилянков А., И. Марков, В. Митев. *Инвестиционен процес и оценка на инвестиционни проекти в добивния отрасъл.* Изд. Къща на МГУ, София, 2001.