

## Практична робота 5

### ВИПИЛЮВАННЯ БАРОВИМИ МАШИНАМИ

#### 5.1. Теоретичні відомості

Ідеальною умовою для використання барових машин є горизонтальне різання порід середньої міцності. Барова машина є ефективним засобом для розкриття нижчележачого горизонту на рівній поверхні.

Умовою використання барових машин є наявність електроенергії. Переважно, але не обов'язково, необхідно мати джерело водопостачання. Вода необхідна для охолодження твердосплавного інструменту, а також сприяє винесенню шламу із зони пиляння. Витрата води – 15–20 л/хв. За відсутності води термін служби твердосплавних різців знижується на 15–20 %.

При видобуванні мармурових блоків технологія, що базується на використанні барових машин, може використовуватися при одностадійних і блокових системах розділення масиву. Максимальна глибина різання барової машини складає 3,5 м.

Горизонтальне різання менш енергоємне, ніж вертикальне. При вертикальному різанні велика частина енергії рухомого барового ланцюга витрачається не на різання, а на винесення шламу. При горизонтальному різанні такої проблеми не виникає, оскільки шлам разом з водою вільно виходить з пропилу. Існують технології, що ґрунтуються на використанні тільки барових машин при видобуванні блочного каменю, як показано на *рис. 5.1*.

Відповідно до схеми відокремлення блоків від масиву спочатку баровою машиною прорізається горизонтальна щілина, потім – тильна вертикальна і згодом – торцева. Після повного відокремлення блок виймається і подається на подальшу обробку. Подібна схема застосовувалася до початку 90-х років ХХ ст. на Коелгинському кар'єрі (Росія) при видобування мармурових блоків.

Якщо в масиві є горизонтальне природне геологічне розшарування на глибині, яке не перевищує довжини бара, горизонтальне

випилювання не потрібне. Проводиться тільки вертикальне  
випилювання тильної і торцевої сторін блока.

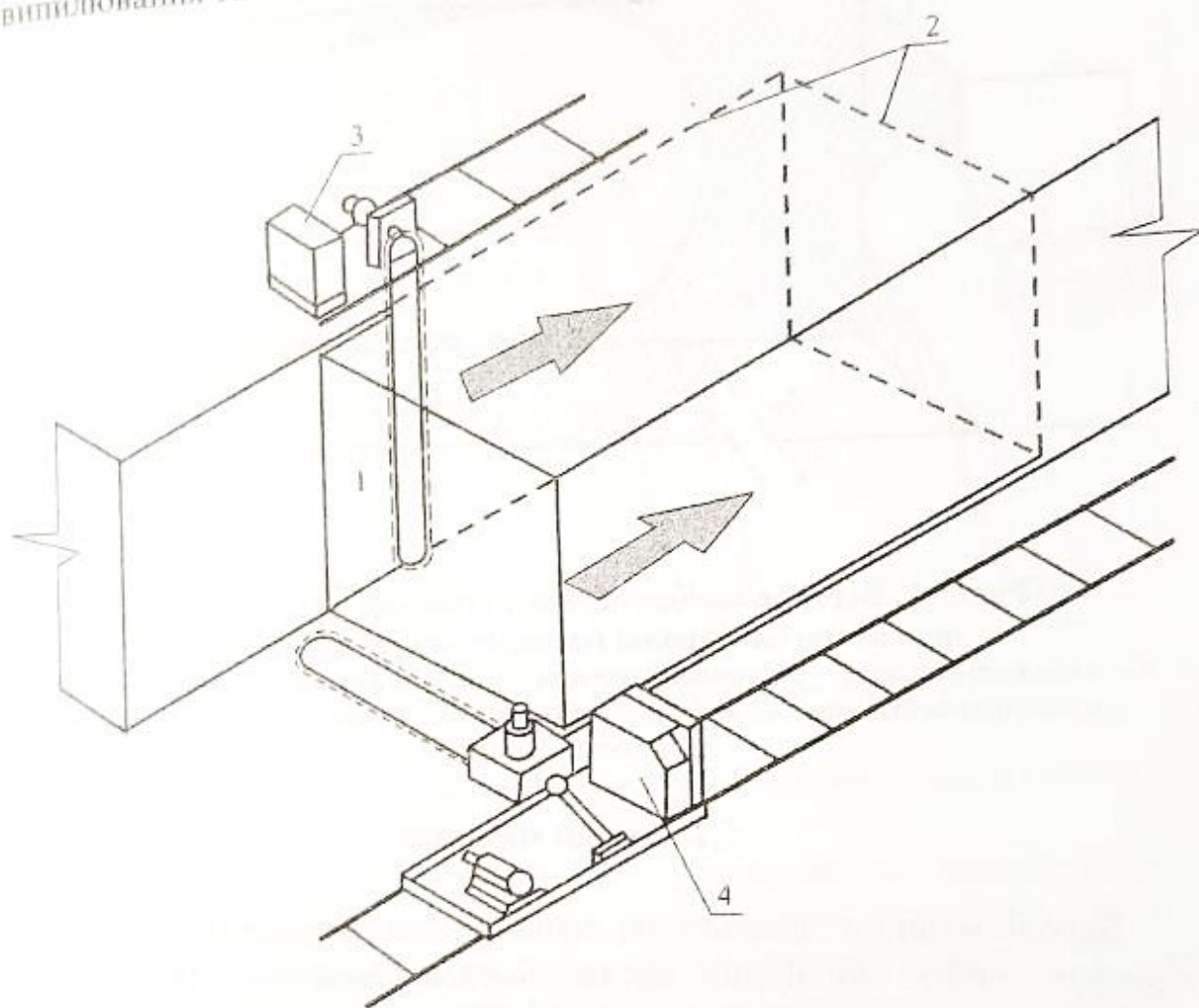
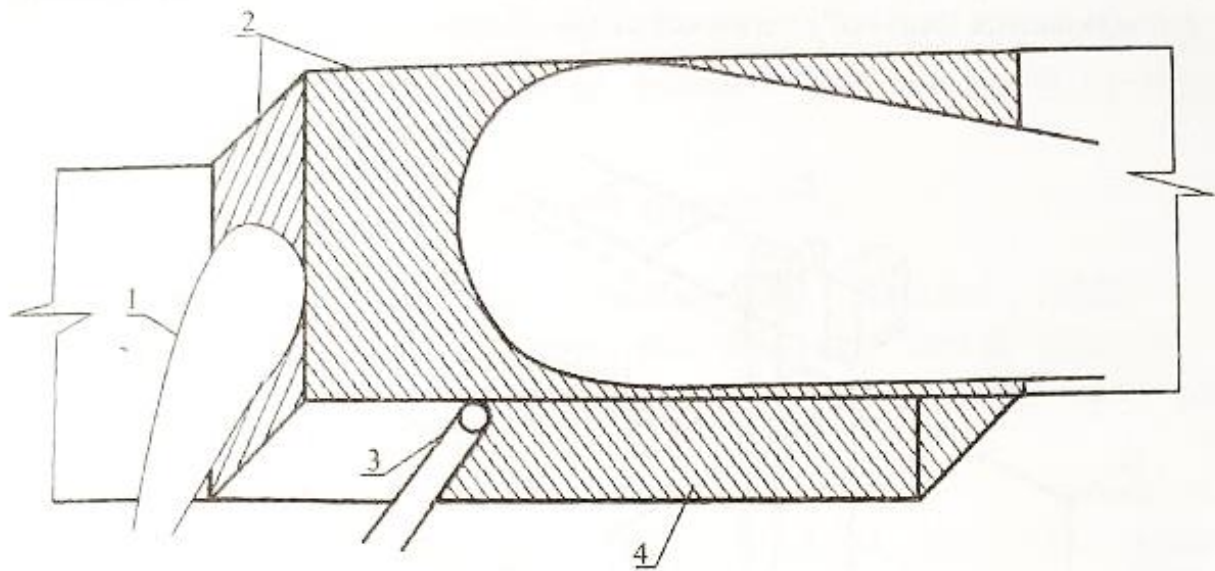


Рис. 5.1. Схема відокремлення блоків від масиву баровими машинами:

- 1 – випиляні горизонтальна і тильна вертикальна площини;
- 2 – проектні лінії випилювання; 3 – барова машина для вертикального пиляння;
- 4 – барова машина для горизонтального пиляння

Найчастіше барова машина працює в єдиному технологічному комплексі з алмазно-канатною машиною. Горизонтальний пропилювання робиться баровою машиною, а вертикальні – алмазно-канатною машиною, як показано на рис. 5.2. Відокремлений первинний моноліт завалюється на м'яку подушку і поділяється на блоки.





**Рис. 5.2. Відокремлення первинного моноліту від масиву за допомогою барової і алмазно-канатної машин:**

*1 – алмазний канат; 2 – розпиляна алмазним канатом площина в тильній і торцевій гранях первинного моноліту; 3 – баровий орган; 4 – випиляна баровою машиною горизонтальна щілина*

## 5.2. Барові машини

Барові машини діляться на машини для відкритих і підземних гірничих робіт. Зовнішній вигляд барової машини для відкритих гірничих робіт показаний на *рис. 5.3*. Барова машина складається із станини 1, на якій встановлюється моторний блок 2, сполучений з баром 4. По периметру бара по жолобу рухається зубчатий ланцюг 3. Станина переміщується по рейці 5.

Моторний блок оснащений трьома гідравлічними системами. Одна служить для приведення в рух зубчастого ланцюга, друга – для переміщення бара, третя – для переміщення станини по напрямних рейках. Кожна гідравлічна система може працювати автономно одна від одної або від одного двигуна. На станині розміщено допоміжне устаткування: рівнемір, пульт керування.

Бар оснащується системою змащування. Він повертається на  $360^\circ$  навкруги осі вала, що йде від двигуна і редуктора. Бар може також відхилитися на  $90^\circ$ , завдяки чому можна робити горизонтальний пропил. Ланцюг складається із сталевих ланок і кареток, на яких розміщені різетримачі, які чергуються один за одним.

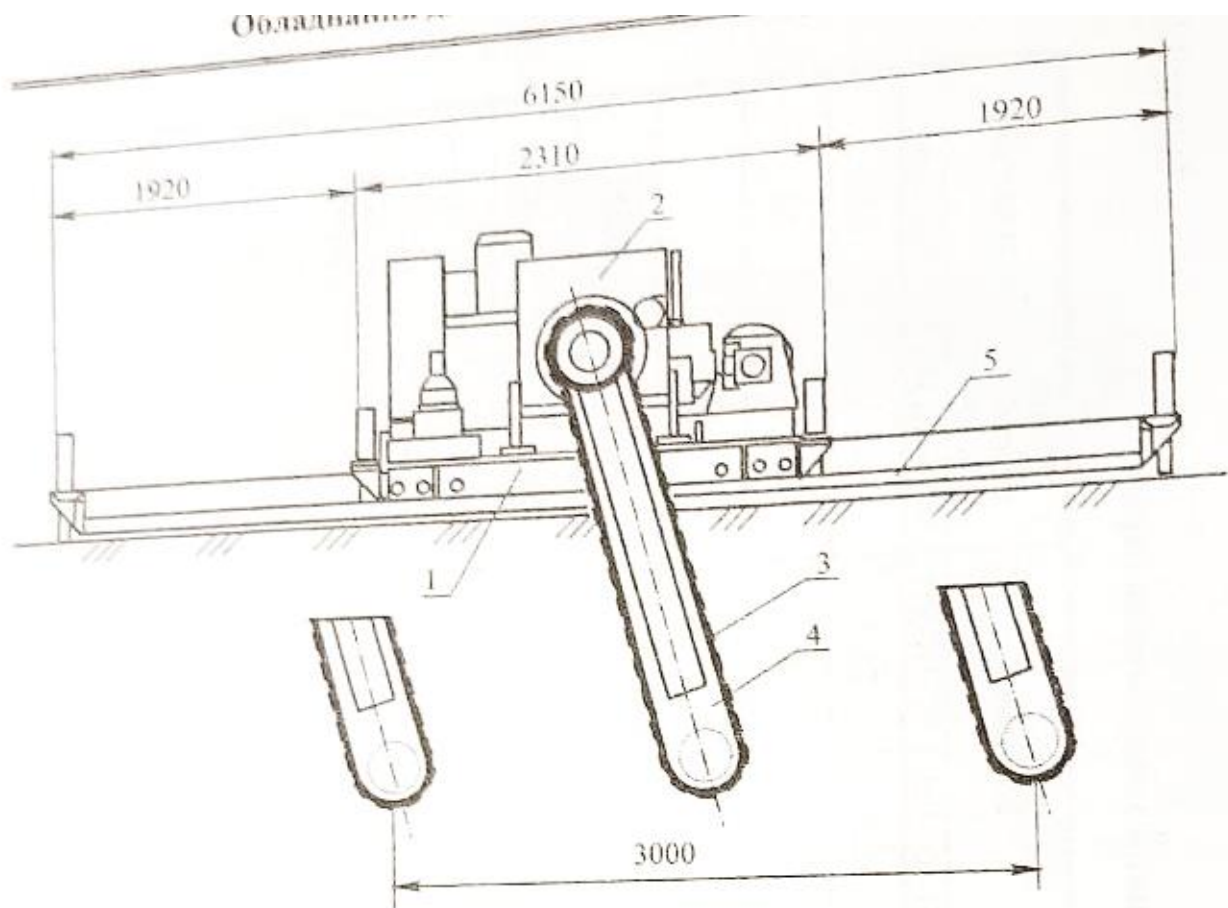


Рис. 5.3. Схема барової машини для відкритих гірничих робіт

При горизонтальному різанні тріщинуватого масиву баровим органом, застосовують спеціальні металеві прокладки або клини, які захищають від можливого защемлення барового органу гірською масою. Довжина бара регулюється комплектувальними ланками, які мають довжину 250 мм. В масиві за допомогою однієї барової машини можна отримати 6–7 тис. м<sup>3</sup> блоків за рік. Вартість різання складає близько 2 євро/м<sup>2</sup> для м'яких порід і 8 євро/м<sup>2</sup> – для окварцованих.

Необхідно відзначити, що барова машина "Вікторія" (рис. 5.4) широко розповсюджена на ринках СНД. За останні декілька років продано більше 100 таких машин.

Барові машини фірми Korfman на відміну від інших оснащуються механізмом самостійного встановлення заново рейкової колії, що уможливило експлуатувати їх без підйомних засобів.

Барові машини з ланцюговим баром випускають італійські фірми Fantini, Pellegrini, Officina meccanica Carrone, Korfmann та ін., а також російська фірма ТОВ "Експериментальний завод". Технічні характеристики барових машин цих фірм наведені в табл. 5.1.



Технічні характеристики барових машин з ланцюговим баром

Таблиця 5.1

Характеристика	Fantini		Pelleg- rini	Korfmann		Officina meccanica Carrone	ТОВ "ЗЗ"
	70.RA	50.81/RA.TC	CH 60	ST 450 VH	ST 300 VH	M.C.R.H. 340	Вікторія
Потужність, кВт	49,2	49,2	44	45,2	25,2	50	21,5
Місткість резервуара для гідравлічного мастила, л	300	300	—	160	70	220	52
Місткість резервуара для змащування, кг	18	18	—	7	7	—	—
Швидкість руху барового ланцюга, м/с	до 0,7	до 0,7	до 1,4	до 1	0,44; 0,63; 0,84; 1,2	до 1,2	0,55
Швидкість переміщення барової машини, см/хв	до 13	до 13	—	до 25	до 12,7	До 20	до 20
Ширина пропилу, мм	38	38	—	42	42	42	42
Максимальна глибина пропилу, м	3,4	2,5	3,2 і 3,6	3,25	2	3,4	2,5
Кут повороту бара, град.	360	180	—	360	360	360	202
Маса, кг	6000	6000	6000	5100	2500	5500	5000
Витрата води, л/хв	20	20	15	—	—	—	—

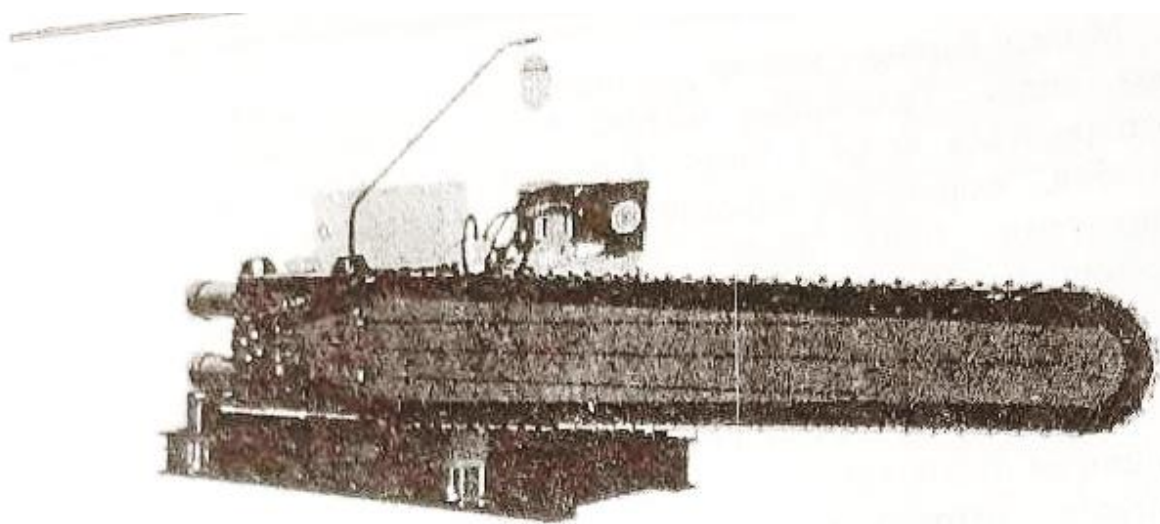


Рис. 5.4. Машина каменерізальна барова "Вікторія" МКБ-6

На ринку з'явився новий тип барової машини, у якої робочим органом служить не ланцюг, а пластикова еластична стрічка, нанесена на сплетені металеві нитки. Через певні відстані на пластиковій стрічці розташовані сталеві пластинки з алмазним покриттям, яке закріплюється на пластинці за допомогою кобальто-бронзової зв'язки, з розрахунку 13 пластинок на 1 м стрічки (рис. 5.5).

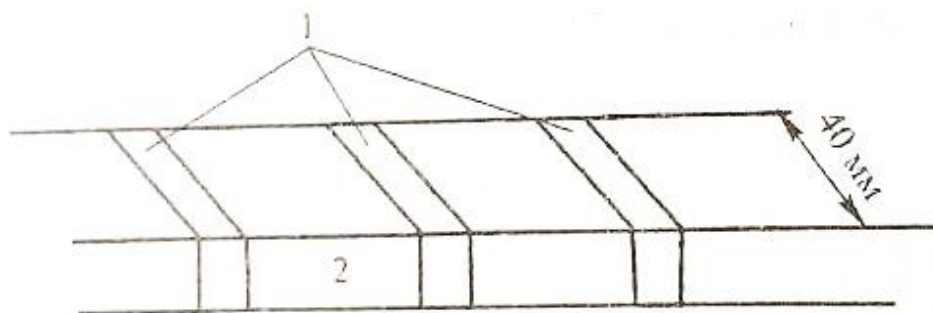


Рис. 5.5. Конструкція пластикової еластичної стрічки:

1 – сталеві пластинки з алмазним покриттям; 2 – пластикова еластична стрічка

Дві такі барові машини італійської фірми Venetti експлуатуються в Росії в Свердловській області на кар'єрах Походилівського і Сарапульського родовищ. Досвід їх експлуатації показав, що через високу витрату води машина не може працювати в умовах низьких температур. Крім того, існує прив'язка до постачальника італійської алмазної стрічки. Потужність машин – 75 к.с. Останнім часом з'явилися барові машини італійської фірми Fantini з довжиною бара 6,2 м. Ними є можливість розробляти високі уступи, які раніше можна було випилювати тільки за допомогою алмазно-канатної машини.

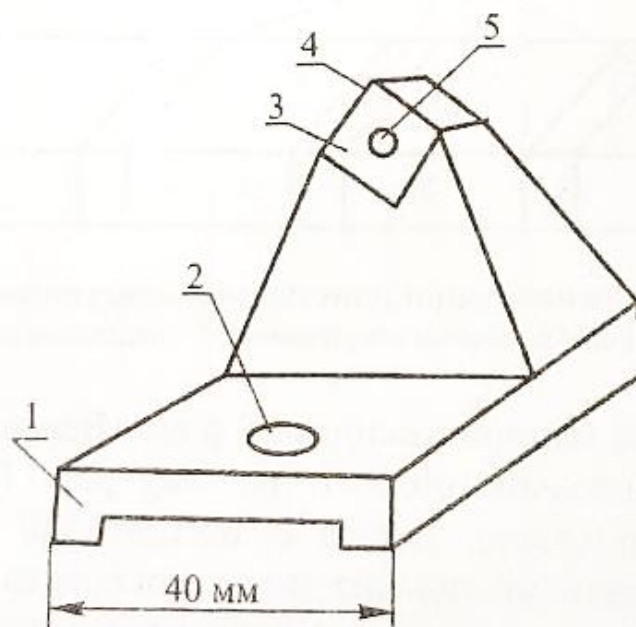


Моделі барових машин для підземного видобування випускаються двох видів. Традиційна модель базується на двох колонах, які розпираються вгорі і внизу в підземній виробці. Коли ще немає виробки, жорсткість положення колон забезпечується металевими ланцюгами. Інша модель створена на базі ходової рами на гусеничному ході і може працювати не тільки в підземних умовах, але і на відкритих гірських роботах.

Велику зацікавленість викликає нова барова машина для відкритих гірничих робіт з пилезбірником, який кріпиться на рамі. Це дозволяє ланцюгам працювати в полегшеному режимі, оскільки основна енергія ланцюга витрачається на винесення шламу. В цьому випадку достатньо тільки невеликого зволоження ланцюга. Робота машини ефективна при довгих вибоях. На операціях заповнення продуктивність барової машини набагато нижча, ніж при нормальному режимі роботи.

### 5.3. Різальний інструмент барової машини

Як Різальний орган барової машини використовують твердосплавні різці (рис. 5.6) або різці з полікристалічних алмазів. Твердосплавні різці кріпляться до різцетримача механічно за допомогою гвинта, а алмазні – припаюються.



**Рис. 5.6. Конструкція кріплення різця:**

1 – кріпильні пази; 2 – отвір для кріплення різцетримача;

3 – твердосплавний різець;

4 – різальні грані різця; 5 – отвір для кріплення різця

Існують різні форми різців: квадратні, зрізано-конічні, круглі і еліптичні. Твердосплавні різці можуть мати вісім робочих ріжучих граней, а алмазні – чотири. Але в міру спрацювання однієї грані твердосплавного різця механічно встановлюється інша.

Система кріплення восьми ріжучих граней запатентована фірмою Fantini в 1981 р. Ріжучі грані різців фірми Fantini прямокутні, а різців фірми Korfmann – гострокутні.

Використання алмазного інструменту виправдано при різанні окварцованого або абразивного мармуру. При використанні алмазного інструменту витрати на інструмент помітно зростають – до 5–6 дол/м<sup>2</sup>. Швидкість різання при цьому не збільшується, але термін служби підвищується до 170 м<sup>2</sup> на одну грань. Частково підвищені витрати компенсуються вищою вартістю окварцованого мармуру. За цих умов ресурс ріжучої грані твердосплавного різця обмежується 3–4 м<sup>2</sup> розпилу.

Про терміни служби різців можна судити з даних, представлених фірмою Fantini (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Технічні особливості використання різців

Вид каменю	Довжина бара, м	Тип різального інструмента	Швидкість руху машини, см/хв	Продуктивність, м <sup>2</sup> /год	Строк служби комплекту різців при одному положенні кромки, м <sup>2</sup>	Кількість різців на одному ланцюгу, шт.	Строк служби одного комплекту різців, м <sup>2</sup>	Строк служби однієї грані різця, м <sup>2</sup>
Peperino	1,7	STX	13	13,26	1250	72	5000	17,36
Nero markina	3	Widia	6	10,8	30	106	240	0,28
Calcarea Pazin	3	Widia	6	10,8	60	106	480	0,57
Travertini	3	Widia	6	10,8	60	106	480	0,57
Crema Marfil	3	Widia	6	10,8	70	106	560	0,66
Marmo Carrara	3,4	Widia	5	10,2	45	121	360	0,74
Arabescato	3	STX	5	9	500	100	2000	5
Marmo macael	3	Widia	5	9	30	106	240	0,28
Matron Emp.	3	Widia	4	7,2	30	106	240	0,28
Marmo Brasile	3	Widia	5	9	45	106	360	0,42
Rosa Piemonte	3	Widia	5	9	30	106	240	0,28



Вид каменю	Довжина бара, м	Тип різального інструмента	Швидкість руху машини, см/хв	Продуктивність, м <sup>2</sup> /год	Строк служби комплекту різців при одному положенні кромки, м <sup>2</sup>	Кількість різців на одному ланцюгу, шт.	Строк служби одного комплекту різців, м <sup>2</sup>	Строк служби одної грані одного різця, м <sup>2</sup>
Biancone	3	Widia	5	9	70	106	560	0,66
Rosso Asiago	3	Widia	5	9	60	106	480	0,57
Rosso Alicante	3	Widia	5	9	45	106	360	0,42
Diano Real	3	Widia	5	9	45	106	360	0,42
Repen	3	Widia	5	9	36	106	288	0,34
Pietra Dorata	2	STX	7	8,4	500	82	2000	6,1
Travertini	1,7	Widia	8	8,16	60	74	480	0,81
Fior di pesco	2,5	Widia	5	7,5	40	94	320	0,43
Marmo pirenei	3	Widia	4	7,2	30	106	240	0,28
Serpeggiante	3	Widia	4	7,2	60	106	480	0,57
Calcarea	3	Widia	4	7,2	45	106	360	0,42
Slate	2	Widia	6	7,2	18	86	144	0,21
Serpeggiante	1,7	Widia	7	7,14	50	74	400	0,68
Rosso Asiago	1,7	Widia	7	7,14	60	74	480	0,81
Marmo Carrara	1,7	Widia	6	6,12	35	74	280	0,47
Arabescato	1,7	STX	6	6,12	500	72	2000	6,94
Marmo pirenei	1,7	Widia	6	6,12	40	74	320	0,54
Calcarea	1,7	Widia	6	6,12	40	74	320	0,54
Grigio Carnico	2,5	Widia	4	6	25	94	200	0,37
Vei Serpente	3	Widia	3	5,4	20	106	160	0,19
Vei Serpente	1,7	Widia	5	5,1	17	74	136	0,23
Bianco Vermont	2	STX	5	6	400	82	1600	4,88
Aurisina (Pizzul)	3	Widia	5	9	45	106	360	0,42
Blue Stone (CIIIA)	1,7	STX	7	7,14	300	72	1200	4,17

#### 5.4. Продуктивність барової машини

Фірма Fantini (Італія) приводить орієнтовний розрахунок продуктивності розпилювання баровою машиною. Початкові дані при видобування мармуру "Carrara": довжина пропилу – 24 м; глибина пропилу – 3 м; термін життя одного ребра – 12 хв; час запилу бара – 45 хв; час виходу бара у вільне положення після пропилу – 45 хв; середня швидкість подачі барової машини – 4,5 см/хв; сумарний час зміни положень граней різця (у одного різця є 8 граней) – 30 хв. Спочатку визначається чистий час різання:

$$t_n = \frac{2400}{4,5} = 533 \text{ хв.}$$

Загальний час різання:

$$T_{\text{он}} = 45 + 533 + 30 + 45 = 653 \text{ хв} = 10,9 \text{ год.}$$

Площа різання  $S_n$  складе:

$$S_n = 24 \cdot 3 = 72 \text{ м}^2.$$

Паспортна продуктивність різання барової машини

$$P_n = \frac{72 \cdot 60}{533} = 8,1 \text{ м}^2/\text{год.}$$

Технічна продуктивність різання  $P_n$ , визначається відношенням площі розпилювання до загального часу різання:

$$P_r = \frac{72}{10,9} = 6,6 \text{ м}^2/\text{год.}$$

Коефіцієнт рівня механізації:

$$K_r = \frac{6,6}{8,1} = 0,81.$$



## Вихідні дані до практичної роботи 5

№ варіанта	Довжина пропилу, м	Глибина пропилу, м	Середня швидкість подачі барової машини, см/хв
1	12	2,4	4
2	15	3	4
3	10	3,5	4
4	17	2,5	4
5	18	3	4
6	25	3,2	5
7	24	3,1	5
8	20	2,8	5
9	18	2,4	5
10	15	1,7	5
11	12	2	6
12	15	3	6
13	10	3,2	6
14	17	3,1	6
15	18	2,8	6
16	25	2,4	7
17	24	1,7	7
18	20	2	7
19	18	2,4	7
20	15	3	7
21	12	2	7
22	15	3	7
23	10	3,2	7

Питання для самоперевірки

1. Вкажіть умови, які необхідні для використання барових машин.
2. Опишіть технологічну схему відокремлення блоків від масиву баровою машиною.
3. Опишіть технологічну схему відокремлення блоків від масиву за допомогою барової і алмазно-канатної машини.
4. З яких основних вузлів складається барова машина?
5. Що представляє собою пластикова еластична стрічка?
6. Опишіть конструкцію ріжучого інструмента барової машини.
7. Від яких факторів залежить продуктивність барової машини?
8. Що показує коефіцієнт рівня механізації?