



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства  
та природокористування  
Навчально-науковий механічний інститут  
Кафедра розробки родовищ та видобування корисних копалин

**02-06-28**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до практичних занять із навчальної дисципліни  
**«Видобування та обробка природного каменю»**  
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня  
за спеціальністю 184 «Гірництво»  
денної та заочної форм навчання



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Рекомендовано  
науково-методичною комісією  
зі спеціальності  
184 «Гірництво»  
Протокол № 5  
від 21.11.2018р.

Рівне – 2018



Методичні вказівки до практичних занять із навчальної дисципліни «Видобування та обробка природного каменю» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 184 «Гірництво» денної та заочної форм навчання./ А. І. Новак, В. В. Заєць, О. Ю. Васильчук, В. В. Семенюк. – Рівне : НУВГП, 2018. – 66 с.

### **Укладачі:**

Новак А. І., к.т.н., доцент кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин;

Заєць В. В., к.т.н., доцент кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин;

Васильчук О. Ю., к.т.н., доцент кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин;

Семенюк В. В., асистент кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин.

**Відповідальний за випуск:** В. Я. Корнієнко, к.т.н., в.о. завідувача кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин.

© А. І. Новак,  
В. В. Заєць,  
О. Ю. Васильчук,  
В. В. Семенюк,  
© НУВГП, 2018



## Зміст

	с.
Вступ.....	4
Практична робота № 1. Огляд обладнання для добування природного каменю .....	4
Практична робота № 2. Розрахунок продуктивності при бурінні щілини. Вибурювання щілини буровим верстатом .....	9
....	
Практична робота № 3. Визначення розрахункової кількості сировини (блоків) та визначення основних технологічних параметрів .....	14
Практична робота № 4. Розрахунок процесу розпилювання блоків на плити - заготовки .....	18
Практична робота № 5. Розрахунок процесу шліфування-полірування .....	29
Практична робота № 6. Розрахунок процесу окантування ..	31
Практична робота № 7. Визначення втрат і відходів при обробці каменю. Визначення коефіцієнту виходу готової продукції .....	35
Практична робота № 8. Шламове господарство і оборотне водозабезпечення процесу розпилювання природного каменю .....	40
Практична робота № 9. Компонування і планування цехів ...	45
Додатки.....	50
Список використаних джерел.....	66



## Вступ

Метою вивчення дисципліни «Видобування та обробка природного каменю» - є формування у студентів необхідних знань і умінь для розробки покладу природного каменю та його обробки.

Завдання вивчення дисципліни – засвоєння студентами основних способів видобування блоків декоративного каменю, обладнання та технології його видобування.

В результаті вивченої дисципліни студенти повинні:

*знати:* способи видобування блоків декоративного каменю; бурові роботи при видобуванні блоків; методи відколювання блоків; методи завалення відокремленого моноліту; обладнання та технологію видобування декоративного блочного каменю;

*вміти:* визначати продуктивності обладнання при бурінні щілини; визначати необхідну кількість сировини (блоків) та основних технологічних параметрів; виконувати розрахунок процесу розпилювання блоків на плити заготовки; виконувати розрахунок процесу шліфування-полірування та розрахунок процесу окантування.

Під час підготовки методичних вказівок було використано навчальні посібники та практичні методичні матеріали М.Т. Бакка, В.В. Коробійчука, О.А. Зубченко, В.В. Котенка, С.В. Кальчука, Р.В. Соболевського, О.О. Кісель, В.Г. Левицького, В.А. Стріхи, Г.М. Ломакова, С.С. Іськова.

## Практична робота № 1

### Огляд обладнання для добування природного каменю

#### 1.1. Розрахунок продуктивності при використанні пневматичного бурового верстата легкого типу

Продуктивність верстата марки Spherical фірми Marini (Італія), визначають на підставі хронометражних вимірів операцій процесу буріння вертикальних шпурів на кар'єрі Сулку (Республіка Карелія, Піткьярантський район) [1]. Буримою породою був гнейсограніт. Буровий верстат Spherical оснащений дизельним компресором марки XAS405MD (продуктивність 23 м/хв),



ресивером з пневмотрубопроводом довжиною 90 м і розподільником повітря. Бурові верстати спочатку оббурювали моноліти висотою 3,5 м, а потім -6 м.

Фізико-механічні характеристики гнейсо-граніту Сулку:

густина-  $2,71 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ ; межа міцності на стиск: в сухому стані - 168

МПа, у водонасиченому стані - 136 МПа, після 50 циклів заморожування - 118 МПа; водопоглинення - 0,23 %; пористість -

1,75 %; опір удару на копрі - 19; стирання -  $0,17 \frac{\text{г}}{\text{см}^2}$ ; клас за

радіаційною безпекою - 1.

Мінеральний склад гнейсо-гранітів (мас, %): польові шпати - 60- 70; кварц 25-30; біотит - від 1-3 до 5-7; акцесорні мінерали - сфен, епідот, магнетит, пірит, гранат, амфібол, кальцит; вторинні мінерали - серицит, сосюрит, хлорит, гематит, гідроокиси заліза, пеліт.

Буріння моноліту висотою 3,5 м верстатом Spherical. На моноліті не велось буріння горизонтальних шпурів, оскільки його відокремлення від масиву по горизонтальній площині проходило по міжпластовій тріщині. Для буріння послідовно використовуються інтегральні штанги долотчастого типу довжиною 2, 3,2 і 4 м. Перша бурова штанга довжиною 2 м має діаметр коронки 34 мм; друга - довжину 3,2 м і діаметр коронки 32 мм; третя - довжину 4 м і діаметр коронки 30 мм. Верстат обслуговують два робітника.

Довжина стрічки шпурів L для оббурювання з одного положення верстата складала 3 м, відстань між шпурами  $a_e$  - 20 см.

**1.1. Час циклу буріння одного шпуру**  $T_{\text{цикл}}^4$  складався з часу виконання наступних операцій: перестановки верстата на один шпур  $T_{\text{пер.вер}}^{\text{шпур}} = 120\text{с}$ ; підйому перфоратора зі штангою довжиною 4 м  $T_{\text{під}}^4 = 10\text{с}$ ; знімання бурової штанги довжиною 4 м  $T_{\text{зн}}^4 = 15\text{с}$ , переміщення каретки від одного шпуру до іншого  $T_{\text{пер.ши}} = 35\text{с}$ ; опускання перфоратора зі штангою довжиною 2 м



$T_{он}^2 = 7с$ ; буріння штангою довжиною 2 м на глибину 1,6 м  
 $T_{бур}^2 = 145с$ ; підйому перфоратора зі штангою довжиною 2 м  
 $T_{нід}^2 = 13с$ ; знімання бурової штанги довжиною 2 м  $T_{зн}^2 = 10с$ ;  
установки бурової штанги довжиною 3,2 м  $T_{уст3.2} = 10с$ ;  
опускання перфоратора зі штангою довжиною 3,2 м,  $T_{он}^{3.2} = 7с$ ,  
буріння штангою 3,2 м на глибину 2,8 м  $T_{бур}^{3.2} = 118с$ ; підйому  
перфоратора зі штангою довжиною 3,2 м  $T_{нід}^{3.2} = 15с$ ; знімання  
бурової штанги довжиною 3,2 м  $T_{зн}^{3.2} = 11с$ ; установки бурової  
штанги довжиною 4 м  $T_{уст}^4 = 14с$ ; опускання перфоратора зі  
штангою довжиною 4 м  $T_{он}^4 = 23с$ ; буріння штангою довжиною 4  
м на глибину 3,6 м  $T_{бур}^{3.6} = 75с$ . Час установлювання бурової  
штанги довжиною 2 м не враховувалося, оскільки ця операція  
поєднувалася з  $T_{пер.шт}$  Отже:

$$T_{цик}^4 = T_{пер.вер}^{штур} + T_{нід}^4 + T_{зн}^4 + T_{пер.шт} + T_{он}^2 + T_{бур}^2 + T_{нід}^2 + T_{зн}^2 + T_{уст}^{3.2} + T_{он}^{3.2} + T_{бур}^{3.2} + T_{нід}^{3.2} + T_{зн}^{3.2} + T_{уст}^4 + T_{он}^4 + T_{бур}^4, с \quad (1.1)$$

По кожній операції були проведені багаторазові хронометражні виміри за визначенням їх тривалості. В розрахунках взяті середні значення часу здійснення операцій.

**1.2. Час переміщення верстата**  $T_{пер.вер}$  складався з тривалості окремих операцій і включав:

$$T_{пер.ст} = T_{кар_1} + T_{анк_1} + T_{кл_1} + T_{шт_1} + T_{руч} + T_{заб} + T_{анк_2} + T_{кл_2} + T_{кар_2} + T_{ріє} + T_{пр} + T_{шт_2}, с \quad (1.2)$$

де  $T_{кар_1}$  - переміщення каретки на середину для рівномірного розподілення центру ваги верстата;  $T_{анк_1}$  - розкріплення чотирьох анкерів;  $T_{кл_1}$  - вибивання чотирьох клинів;  $T_{шт_1}$  - від'єднання шлангів від станка;  $T_{руч}$  - ручне пересування станка ломами;



$T_{заб}$  - забурювання чотирьох шпурів для анкерів глибиною 250 мм;

$T_{анк_2}$  - встановлення чотирьох анкерів;  $T_{кл_2}$  - забивання чотирьох

клинів;  $T_{кар_2}$  - переміщення каретки на край;  $T_{рів}$  - встановлення

щогли за рівнеміром;  $T_{пр}$  - продування площадки від шламу для

захисту шпурів;  $T_{шл_2}$  - приєднання шлангів.

Хронометражними вимірами встановлено, що тривалість  $T_{пер.вер} = 30$  хв.

**1.3. Кількість шпурів, які можна пробурити з одного місця стояння, визначають за формулою:**

$$n_{шп} = \frac{L}{a_в}, \text{ шпурів,} \quad (1.3)$$

де  $L$  - максимальна довжина руху колони по напрямних рейках, ( $L = 3000$  мм);

$a_в$  - відстані між шпурами, ( $a_в = 200$  мм).

Якщо числове значення  $n_{шп}$  дробове, його округляють до цілого в меншу сторону.

**1.4. Час переміщення бурового верстата, який затрачається на один вибурений шпур, буде вираховуватись за формулою:**

$$T_{шпур}^{пер.вер} = \frac{60T_{пер.вер}}{n_{шп}}, \text{ с.} \quad (1.4)$$

**1.5. Технічна продуктивність  $\Pi_m^4$  бурового верстата Spherical при бурінні гранітів родовища Судку на глибину**

$H_{шпур}^{3,6} = 3,6$  м складає:

$$\Pi_m^4 = \frac{H_{шпур}^{3,6} 60}{T_{цик}^4}, \frac{\text{м}}{\text{хв}}. \quad (1.5)$$

**1.6. На буріння 1 м шпуру затрачається час:**

$$I_{бур}^4 = \frac{T_{цик}^4}{H_{шпур}^{3,6} 60}, \frac{\text{м}}{\text{хв}}. \quad (1.6)$$



**1.7. Паспортна продуктивність при бурінні на глибину 1,6 м склала:**

$$P_n^2 = \frac{H_{шпур}^{1,6} \cdot 60}{T_{бур}^2}, \frac{м}{хв}. \quad (1.7)$$

**на глибину 2,8 м:**

$$P_n^{3,2} = \frac{(H_{шпур}^{2,8} - H_{шпур}^{1,6}) \cdot 60}{T_{бур}^{3,2}}, \frac{м}{хв}. \quad (1.8)$$

**на глибину 3,6 м:**

$$P_n^4 = \frac{(H_{шпур}^{3,6} - H_{шпур}^{2,8}) \cdot 60}{T_{бур}^4}, \frac{м}{хв}. \quad (1.9)$$

**1.8. Середня паспортна продуктивність склала:**

$$P_{н.ср} = \frac{P_n^2 + P_n^{3,2} + P_n^4}{3}, \frac{м}{хв}. \quad (1.10)$$

Максимальна змінна продуктивність бурового верстата Spherical досягала  $P_{зм} = 100$  м за восьмигодинну зміну ( $T=8$  год).

**1.9. Експлуатаційна продуктивність бурового верстата:**

$$P_e = \frac{P_{зм} \cdot 60}{T}, \frac{м}{хв}. \quad (1.11)$$

**1.10. Коефіцієнт експлуатаційних простоїв  $k_e$  складає:**

$$k_e = \frac{P_e}{P_m^4}. \quad (1.12)$$

**1.11. Експлуатаційну продуктивність бурового верстата Spherical з урахуванням простоїв можна розрахувати за формулою:**

$$P_e = k_m k_e P_{н.ср}, \frac{м}{хв}, \quad (1.13)$$

де  $k_m$  - коефіцієнт технологічних простоїв, ( $k_m = 0,53$ ).

Буріння моноліту висотою 6 м верстатом Spherical. В процесі буріння шпуру на глибину 6 м застосовуються чотири штанги довжиною 2, 3,2, 4,8 і 6,4 м. Час буріння одного шпуру глибиною 6 м складався з часу наступних операцій:





$$\begin{aligned}
 T_{\text{цикл}}^{6,4} = & T_{\text{пер.вер}}^{\text{шпур}} + T_{\text{під}}^{6,4} + T_{\text{зн}}^{6,4} + T_{\text{пер.шт}} + T_{\text{он}}^2 + T_{\text{бур}}^2 + T_{\text{під}}^2 + T_{\text{зн}}^2 + T_{\text{уст}}^{3,2} \\
 & + T_{\text{он}}^{3,2} + T_{\text{бур}}^{3,2} + T_{\text{під}}^{3,2} + T_{\text{зн}}^{3,2} + T_{\text{уст}}^{4,8} + T_{\text{он}}^{4,8} + T_{\text{бур}}^{4,8} + T_{\text{під}}^{4,8} + T_{\text{зн}}^{4,8} + T_{\text{уст}}^{6,4} \\
 & + T_{\text{он}}^{6,4} + T_{\text{бур}}^{6,4} + T_{\text{під}}^{6,4}, c
 \end{aligned}
 \tag{1.14}$$

де  $T_{\text{під}}^{6,4}$  - час підйому перфторатора зі штангою довжиною 6,4 м,

$$T_{\text{під}}^{6,4} = 14c;$$

$T_{\text{зн}}^{6,4}$  - зняття бурової штанги довжиною 6 м,  $T_{\text{зн}}^{6,4} = 30c$ ;

$T_{\text{уст}}^{6,4}$  - встановлення бурової штанги довжиною 4,8 м,  $T_{\text{уст}}^{6,4} = 12c$

$T_{\text{он}}^{6,4}$  - опускання перфторатора з буровою штангою довжиною 4,8 м,

## Практична робота № 2

### Розрахунок продуктивності при бурінні щілини. Вибурювання щілини буровим верстатом

#### 2.1. Короткі відомості

Для ефективного відокремлення первинного моноліту необхідно мати чотири відокремлені площини з шести. Проте, при оконтурюванні моноліту (рис. 2.1) зазвичай є тільки дві або три відокремлені грані: верхня Л фронтальна 2 і одна торцева 3. Отже, необхідно додатково створити одну або дві штучні вільні грані 4 в торцях первинного моноліту. Одним з методів створення вільної грані є вибурювання щілини.



Рис. 2.1. Схема створення штучних вільних граней в первинному моноліті

При бурінні щілини сусідні свердловини за діаметром перекривають одна одну, як показано на рис. 2.2.

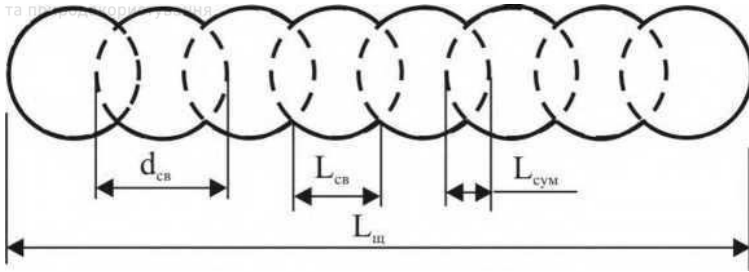


Рис. 2.2. Схема вибурування щілини:

$d_{св}$  — діаметр свердловини.  $L_{сум}$  — довжина перекривання діаметрів двох сусідніх свердловин;  $L_{св}$  — довжина вибуреної щілини однією свердловиною;  $L_{щ}$  — загальна довжина вибуреної щілини.

## 2.2. Розрахунок продуктивності бурового верстата марки СБУ – 10 Г 50 при бурінні щілини

Буріння проводили на сієнітах родовища Райвимики, які мали наступні фізико-механічні властивості: міцність в сухому стані - 153 МПа; міцність у водонасиченому стані - 134 МПа; коефіцієнт зниження міцності при насиченні водою - 12; середня густина -  $2890 \frac{кг}{м^3}$ ; водопоглинення - 0,27 %; істинна густина -  $2950 \frac{кг}{м^3}$ ; пористість початкової гірської маси - 2%; опір гірської породи ударним діям - 55 см; стирання -  $0,27 \frac{с}{см^2}$ .

Буровий верстат працював в комплекті з компресором ПВ 10/8М (тиск - 8 МПа, продуктивність -  $11 \frac{м^3}{хв}$ ); глибина вибурування  $H = 6$  м, діаметр бурової коронки  $d_{св} = 105$  мм. Кожна наروضувана штанга мала довжину 180 см, використовувався



хрестоподібний тип бурової коронки. Експеримент проводився при температурі 10 °С [2].

**2.2.1. Кількість свердловин, яка необхідна для вибурування щілини, обраховується за формулою:**

$$n_{св} = \frac{L_{щ}}{L_{св}}, \text{шт}, \quad (2.1)$$

де  $L_{св}$  - довжина вибуреної щілини однією свердловиною,

$$L_{св} = d_{св} - L_{сум}, \text{м}, \quad (2.2)$$

де  $L_{сум}$  - довжина перекривання діаметрів двох сусідніх свердловин. Загальна площа вибурування обраховується за формулою:

$$S_{виб} = \frac{L_{щ} H}{1000}, \text{м}^2 \quad (2.3)$$

Для вибурування щілини площею  $S_{виб}$  необхідно пробурити  $n_{св}$  свердловин сумарною довжиною  $L_{заг} = n_{св} H$  м.

**2.2.2. Час вибурування щілини площею  $S_{виб}$  визначають за формулою:**

$$t_{виб} = \frac{L_{заг}}{n_{виб}}, \text{хв} \quad (2.4)$$

**2.2.3. Продуктивність вибурування щілини площею  $S_{виб}$  складає:**

$$П_{виб} = \frac{60 S_{виб}}{t_{виб}}, \frac{\text{м}^2}{\text{год}}. \quad (2.5)$$

Значення  $L_{св}$  і  $П_{виб}$  при різних  $L_{сум}$  наведено в табл. 2.1.



Таблиця 2.1

**Значення перекриття діаметрів сусідніх свердловин, сумарної довжини свердловин та продуктивності вибурування щілини буровим верстатом марки СБУ-100 Г-50**

Перекриття діаметрів сусідніх свердловин $L_{\text{сум}}$ , мм	Сумарна довжина свердловин $L_{\text{св}}$ , м	Продуктивність вибурування щілини $P_{\text{виб}}$ , $\frac{\text{м}}{\text{хв}}$
10	378	0,4
15	402	0,38
20	426	0,35
25	450	0,34
30	480	0,32

На підставі опрацюванні хронометражних спостережень були одержані наступні результати (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

**Середня паспортна продуктивність бурового верстата марки СБУ-100**

Глибина буріння свердловини $l_{\text{б}}$ , м	Середній час буріння свердловини $t_{\text{б}}$ , с	Паспортна продуктивність $P_{\text{п}}$ , $\frac{\text{м}}{\text{хв}}$
до 1,4	532	0,158
1,4-3,2	797	0,136
3,2-5	877	0,123
5-6	213	0,11

**2.2.4. Паспортну продуктивність бурового верстата розраховують за формулою:**

$$P_n = \frac{60H}{t_{\text{виб}}}, \frac{\text{м}}{\text{хв}}. \quad (2.6)$$

**2.2.5. Час, який затрачається на буріння однієї свердловини  $T_{\text{св}}$  складає:**

$$T_{\text{св}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{заб}} + 3t_{\text{нар}} + t_{\text{б}}^{1.4} + t_{\text{б}}^{3.2} + t_{\text{б}}^5 + t_{\text{б}}^6 + t_{\text{зн}}, \text{с}, \quad (2.7)$$



де  $t_{уст}$  - середній час переустановлення бурової штанги,  $t_{уст} = 538$

с;

$t_{заб}$  - середній час забурювання бурової штанги,  $t_{заб} = 12$  с;

$t_{нар}$  - середній час нарощування однієї штанги,  $t_{нар} = 67$  с;

$t_{\sigma}^{1.4}$  - середній час буріння свердловини на глибині 1,4 м,

$t_{\sigma}^{1.4} = 532$  с;

$t_{\sigma}^{3.2}$  - середній час буріння свердловини на глибині 1,4-3,2 м,

$t_{\sigma}^{3.2} = 797$  с;

$t_{\sigma}^5$  - середній час буріння свердловини на глибині 3,2-5 м,

$t_{\sigma}^5 = 877$  с;

$t_{\sigma}^6$  - середній час буріння свердловини на глибині 5-6 м,  $t_{\sigma}^6 = 393$  с;

$t_{зн}$  - середній час знімання бурової штанги,  $t_{зн} = 220$  с.

**2.2.6. Середня паспортна продуктивність  $\Pi_n^{cp}$  бурового верстата при бурінні свердловини довжиною 6 м складає:**

$$\Pi_n^{cp} = 60 \cdot \frac{H}{t_{\sigma}^{1.4} + t_{\sigma}^{3.2} + t_{\sigma}^5 + t_{\sigma}^6}, \frac{м}{хв}. \quad (2.8)$$

**2.2.7. Технічна продуктивність**, яка враховує технологічно необхідні простой, а саме нарощування штанги, її знімання, встановлення заново, забурювання, дорівнює:

$$\Pi_{mex} = 60 \frac{H}{T_{св}}, \frac{м}{хв}, \quad (2.9)$$

де  $k_m$  - коефіцієнт рівня механізації має значення  $k_m = 0,677$ .

Фактичний час вибурювання щілини складає 81 год, для чого було пробурено 59 свердловин діаметром 105 мм загальною довжиною 354 м.

**2.2.8. Експлуатаційна продуктивність  $\Pi_e$  бурового верстата** має складатися:

$$\Pi_e = \frac{L_{заг}}{60t_{db}}, \frac{м}{хв}. \quad (2.10)$$



**2.2.9. Експлуатаційна продуктивність  $\Pi_e$  із врахуванням простоїв**, пов'язані з заточуванням коронок, налагодженням обладнання, переїздами, техобслуговуванням, ремонтом тощо. Вона пов'язана з паспортною і технічною продуктивністю коефіцієнтом експлуатаційних простоїв  $k = 0,7$ .

$$\Pi_e^n = k_n k_m \cdot \Pi_e, \frac{M}{xv} \quad (2.11)$$

**2.2.10. Інтенсивність буріння** дорівнює:

$$I_\sigma = \frac{T_{cv}}{60H}, \frac{M}{xv} \quad (2.12)$$

### Практична робота № 3

#### Визначення розрахункової кількості сировини (блоків) та визначення основних технологічних параметрів

**Вихідні дані вибираємо згідно варіанту з додатку А:**

Для розпилювання приймаємо верстат СМР-043.

Тип сировини: граніт.

Розміри заготовок (мм):  $a \times b$ .

Товщина заготовки  $t$ , мм.

Кількість заготовок  $n$ , шт.

Технічна характеристика верстату.

Довжина ходу пильної рами, мм - 400;

Частота коливань пильної рами - 75;

Швидкість робочої подачі, мм/год. - (7 - 400);

Потужність головного приводу, кВт - 64;

У якості ріжучого інструменту приймаємо штрипсові пили з смугової сталі Ст-65:

довжина від 3000 до 4000 мм;

висота від 100 до 180 мм; товщина від 3,3 до 7 мм.

**3.1. Визначасмо необхідну кількість сировини для визначення заданого об'єму робіт:**

$$V_n = \frac{S}{W}, M^3 \quad (3.1)$$

де  $S$ - сумарна площа розпилу для отримання готової продукції;



$$S = abn, \text{ м}^2; \quad (3.2)$$

де  $a \cdot b$  - розміри плити, м;  $n$  - кількість плит, шт.;

$W$ - вихід готових плит з  $1 \text{ м}^3$  блоку.

При відсутності експериментальних даних, вихід плит орієнтовно можна визначити за формулою:

$$W = \frac{1000K_{вих}}{b_{ин} + b_{заз} + b_{пл}}, \frac{\text{м}^2}{\text{м}^3}, \quad (3.3)$$

де  $K_{вих}$  - коефіцієнт виходу, який залежить від фізико-технічних характеристик гірських порід в табл. 3.1(приймаємо згідно варіанту);

$b_{ин}$  - товщина штрипсової пили, приймаємо 4 мм;

$b_{заз}$  — ширина зазору між інструментом, мм;

$$b_{заз} = 2d, \text{ мм}, \quad (3.4)$$

( $d$  - діаметр дробу, приймаємо 1 мм (1/4 товщини штрипси);

$$b_{заз} = 2 \cdot 1 = 2 \text{ мм}$$

$b_{пл}$  - товщина плити, мм;

Таблиця 3.1

### Значення коефіцієнтів виходу

Гірські породи	Значення $K_{вих}$
1. Тверді гірські породи (граніти, габро, лабрадорити)	0,8...0,65
2. Білий мармур і подібні	0,5...0,55
3. Кольорові мармури	0,35...0,4

Таблиця 3.2

### Склад блоків

№ блоку	Розміри блоку $l \times b \times h$ , м	Об'єм, $\text{м}^3$
100	1,6 x 1,2 x 0,9	1,7
101	1,8 x 1,1 x 1,0	2,0
102	1,7 x 1,2 x 1,0	2,0
103	1,9 x 1,3 x 1,1	2,7
104	2,0 x 1,6 x 1,2	3,8



105	2,0 x 1,4 x 1,2	3,4
106	2,2 x 1,2 x 1,0	2,64
107	1,9 x 1,2 x 0,8	1,8
108	1,5 x 1,0 x 0,7	1,05
109	2,2 x 1,6 x 1,2	4,2
110	1,6 x 1,2 x 0,9	1,7

Приймаємо за отриманими результатами \_\_ блоків №\_\_ з загальним об'ємом \_\_ м<sup>3</sup>;

**3.2. Робоча довжина штрипсові пили (довжина пиляння)**

$$l = 2l_x + l_b, \text{ м}, \quad (3.5)$$

де  $l_x$  - довжина ходу пильної рами, 400 мм;  $l_b$  - довжина блоку, мм.

**3.3. Допустима величина зношування штрипсових пиіл:**



$$h_{\text{дон}} = \frac{2}{3}h, \text{ м}, \quad (3.6)$$

$$h_{\text{дон}} = \frac{2}{3} \cdot 140 = 93, \text{ мм};$$

де  $h$  — висота штрипси, приймаємо 140 мм.

**3.4. Визначимо необхідну кількість штрипс для розпилювання даного об'єму:**

$$Q_{\text{др}} = S q_{\text{штр}}, \text{ кг}, \quad (3.7)$$

де  $q_{\text{штр}}$  - норма витрати штрипс,  $5,4 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$ .

**3.5. Витрати дробу для розпилювання заданого об'єму:**

$$Q_{\text{др}} = S q_{\text{др}}, \text{ кг}, \quad (3.8)$$

де  $q_{\text{штр}}$  - норма витрати штрипс,  $14,5 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$ .

**3.6. Швидкість подачі для верстату СМР - 043 складає:**

запилювання -  $12 \frac{\text{мм}}{\text{год}}$ ; основне пиляння -  $30 \frac{\text{мм}}{\text{год}}$ .





### 3.7. Кількість штрипс для розпилювання однієї ставки

$$m = \frac{B_{\text{бл}}}{\epsilon_{\text{пр}} + \epsilon_{\text{пл}}} - 1, \text{шт}, \quad (3.9)$$

де  $B_{\text{бл}}$  - ширина блоку, мм;  $\epsilon_{\text{пр}}$  - товщина плити, мм;  $\epsilon_{\text{пл}}$  - товщина пропилу, мм,

$$\epsilon_{\text{пр}} = \epsilon_{\text{ин}} + \epsilon_{\text{зав}}, \text{мм}; \quad (3.10)$$

$$\epsilon_{\text{пр}} = 4 + 2 = 6 \text{мм};$$

### 3.8. Час, що затрачується на розпилювання одного блоку.

$$T_{\text{мех}} = T_{\text{зан}} + T_{\text{пил}} + T_{\text{дон}}, \text{сод.}; \quad (3.11)$$

$$T_{\text{пил}} = \frac{H_{\text{пил}}}{V_{\text{пил}}}, \text{сод.}; \quad (3.12)$$

$$H_{\text{зан}} = \frac{2}{3} h_{\text{инстр}}, \text{мм}; \quad (3.13)$$

$$T_{\text{зан}} = \frac{H_{\text{зан}}}{V_{\text{зан}}}, \text{сод.}; \quad (3.14)$$

$$H_{\text{пил}} = H_{\text{бл}} - (H_{\text{зан}} + H_{\text{дон}}), \text{мм.}; \quad (3.15)$$

$$T_{\text{дон}} = \frac{H_{\text{дон}}}{V_{\text{дон}}}, \text{сод.}; \quad (3.16)$$

$$H_{\text{дон}} = 80 \div 150, \text{мм};$$

де  $T_{\text{зан}}, T_{\text{пил}}, T_{\text{дон}}$  - час запилювання, пиляння, допилювання;

$H_{\text{зан}}, H_{\text{пил}}, H_{\text{дон}}$  - висота запилювання, пиляння, допилювання;

$V_{\text{зан}}, V_{\text{пил}}, V_{\text{дон}}$  - швидкість запилювання, пиляння, допилювання;

$H_{\text{бл}}$  - висота блоку, м;  $H_{\text{шт}}$  - висота штрипси 0,14 м;

$$H_{\text{зан}} = \frac{2}{3} \cdot 0,14 = 0,093 \text{м};$$

$$H_{\text{дон}} = 0,15 \text{м};$$

### 3.9. Загальний час розпилювання всього об'єму блоків:

$$T_{\text{заг}} = T_{\text{мех}} \cdot n_{\text{бл}}, \text{сод.}; \quad (3.17)$$



При умові, що підприємство працює в три робочі зміни час розпилювання складатиме:

$$T_{\text{заг}} = \frac{T_{\text{заг1}}}{24}, \text{ днів.} \quad (3.18)$$

## Практична робота № 4

### Розрахунок процесу розпилювання блоків на плити - заготовки

#### 4.1. Розрахунок штрипсового розпилювання

Вибір розпилювального верстату виконують виходячи з прийнятої технологічної схеми та за умови можливості розміщення блоку у пильному просторі верстата [3,4].

##### 4.1.1. Ширина пропилу:

$$b_n = b_p + b_z, \text{ мм} \quad (4.1)$$

##### 4.1.2. Кількість штрипс, необхідних для розпилювання блоку на плити товщи

$$m = \frac{B_0}{b_n + b_{\text{пл}} + z_{\text{ном}}} - 1, \text{ шт} \quad (4.2)$$

де  $B_0$  - ширина блока, мм;  $z_{\dots}$  - номінальний припуск товщини плити для фактурної обробки її лицьової поверхні, мм, для наближених розрахунків приймаємо: після штрипсового дробного розпилювання  $z_{\text{ном}} = 3$  мм, після штрипсового алмазного  $z_{\text{ном}} = 1$  мм.

##### 4.1.3. Теоретично можлива кількість пролукні після розпилювання в рік:

$$S_T = \frac{1000 \cdot (m-1) V_{\text{пл}}}{B_0}, \text{ м}^2 \quad (4.3)$$

де  $V_{\text{пл}}$  - необхідний річний об'єм блоків, м<sup>3</sup>;

##### 4.1.4. Реальна кількість продукції після розпилювання:

$$S_1 = S_T \cdot K_p, \frac{\text{м}^2}{\text{рік}}, \quad (4.4)$$



де  $K_p$  - коефіцієнт виходу продукції після операції розпилювання:

- для граніту, габро, лабрадориту, діориту, базальту  $K_p = 0,85$ ;
- для мармуру білого  $K_p = 0,75$ ,
- для мармуру кольорового  $K_p = 0,6$ .

#### 4.1.5. Швидкість різання верстату:

$$V_p = \frac{2n \cdot L_x}{60} \cdot \frac{m}{c}, \quad (4.5)$$

де  $n$  - частота гойдання пильної рами, подвійний хід/хв.;

$$L_x - \text{довжина ходу, м; } L_x = L_0 + 2l_{xx}, \text{ м,} \quad (4.6)$$

де  $L_0$  - довжина блоку, м;  $l_{xx}$  - довжина холостого ходу, м.

**4.1.6. Величина робочої подачі при розпилюванні порід  $S_p$ , м/год,** вибирається з врахуванням технічних характеристик верстата і породи, що розпилюється (додаток Б1, додаток Б2).

**4.1.7. Коефіцієнт, що враховує зменшення продуктивності за рахунок врізання інструмента (запилювання), допилювання та недопилю блока**

$$K_{\text{доп}} = \frac{H_0 - H_{\text{зан}} - H_{\text{дон}} - H_{\text{нед}}}{H_0 - H_{\text{нед}}} + K_{S_3} \cdot \frac{H_{\text{зан}}}{H_0 - H_{\text{нед}}} + K_{S_D} \cdot \frac{H_{\text{дон}}}{H_0 - H_{\text{нед}}} \quad (4.7)$$

$$K_{\text{дон}} = \frac{H_0 - H_{\text{зан}} - H_{\text{дон}} - H_{\text{нед}} + K_{S_3} \cdot H_{\text{зан}} + K_{S_D} \cdot H_{\text{дон}}}{H_0 - H_{\text{нед}}} \quad (4.8)$$

де  $H_0$  - висота блока, що розпилюється, мм;

$H_{\text{зан}}$  - величина врізання інструмента (запилювання), мм;

$$H_{\text{зан}} = 2/3 H_{\text{ш}} = 70-100 \text{ мм;}$$

$H_{\text{дон}}$  - величина допилювання блока, мм;  $H_{\text{дон}} = 80-100$  мм;

$H_{\text{нед}}$  - величина недопилю блока, що запобігає його розвалюванню, мм;

$$H_{\text{нед}} = 0-30 \text{ мм;}$$

$h_{\text{ш}}$  - висота штрипси, мм,  $h_{\text{ш}} = 100-160$  мм;



$K_{S_3}$  та  $K_{S_0}$  - коефіцієнти зменшення робочої подачі відповідно при запилуванні і допилуванні блоку, приймаються в межах 0,40-0,5.

#### 4.1.8. Технологічна продуктивність верстату

$$Q_{mex} = \frac{L_0 \cdot S_p \cdot (m+1) \cdot K_{дон}}{1000}, \frac{M^2}{год}. \quad (4.9)$$

#### 4.1.9. Циклова продуктивність верстату

$$Q_{ц} = Q_{mex} \cdot K_{ц}, \frac{M^2}{год}, \quad (4.10)$$

де  $K_{ц}$  - коефіцієнт циклової продуктивності,  
- для конвеєрних верстатів  $K_{ц} = 0,98-1,0$ ;  
- для верстатів з візками  $K_{ц} = 0,95-0,98$ .

#### 4.1.10. Фактична продуктивність верстату:

$$Q_{ф} = Q_{ц} \cdot K_{ф}, \frac{M^2}{год}, \quad (4.11)$$

де  $K_{ф}$  - коефіцієнт використання номінального річного фонду робочого часу,

- при роботі в 2 зміни  $K_{ф} = 0,9$ ;
- при роботі в 3 зміни  $K_{ф} = 0,85$ .

#### 4.1.11. Час, що витрачається на розпилування однієї ставк...

$$T_{mex} = \frac{H_0}{S_p \cdot K_{дон} \cdot 1000}, \text{ або } T_{mex} = T_{зан} + T_{нул} + T_{дон}, \text{ год}; \quad (4.12)$$

де  $T_{зан} = \frac{T_{зан}}{S_{зан}} = \frac{T_{зан}}{K_{S_3} \cdot S_p}, \text{ год.}, T_{дон} = \frac{H_{дон}}{S_{дон}} = \frac{H_{дон}}{K_{S_3} \cdot S_p}, \text{ год.},$  (4.13)

$$T_{нул} = \frac{H_{нул}}{S_p} = \frac{H_0 - H_{зан} - H_{дон} - H_{нед}}{S_p}, \text{ год.} \quad (4.14)$$

#### 4.1.12. Потрібна кількість верстатів:



$$N_p = \frac{S_T}{Q_\phi \cdot F} \approx \frac{n_{\text{бл}} \cdot T_{\text{мех}}}{F \cdot K_\phi}, \text{шт.}; \quad (4.15)$$

де  $F$ - річний фонд робочого часу при  $n$ -змінній роботі, год., (додаток Б3);

$n_{\text{бл}}$  - кількість стандартних блоків, необхідна для забезпечення річної потужності підприємства;

Отримане значення округлюється до більшого цілого.

#### 4.1.16. Річна витрата алмазів при використанні алмазного штрипсового інструменту:

$$Q_p^a = q_1 \cdot S_T, \frac{\text{карат}}{\text{рік}}, \quad (4.16)$$

де  $q_1$ -питома витрата алмазів,  $\frac{\text{карат}}{\text{м}^2}$  (додаток Б4).

**4.1.17.** При розпилюванні дробом в склад абразивної пульпивходять: дріб - 20%, вода - 50%, шлам - 30%. **Потрібна кількість дробу** залежить від товщини штрипс, кількості встановлених штрипс, міцності каменю, довжини блока, швидкості робочої подачі і обчислюється за формулою:

$$q = m \cdot L_x \cdot S \cdot q_{\text{др}} \quad (4.17)$$

де  $q_{\text{др}}$  - норма витрати дробу, кг/ м<sup>2</sup> (додаток Б5);

$m$  - кількість одночасно працюючих штрипс, шт.;

$S$ - швидкість опускання пильної рами (робоча подача),  $\frac{\text{м}}{\text{год}}$ ;

#### 4.1.18. Річна витрата дробу при розпилюванні:

$$Q = q \cdot F \cdot N_p = q \cdot S_T, \frac{\text{кг}}{\text{рік}}. \quad (4.18)$$

В формулу підставляється кількість верстатів до округлення.

#### 4.1.19. Річна витрата штрипс і гашеного вапна при розпилюванні (норми вибираються з додатку Б5)



$$Q = q \cdot S_T \cdot \frac{\kappa z}{\rho_{\text{рік}}}, \quad (4.19)$$

#### 4.1.20. Об'єм шламу при розпилюванні блоків:

$$V = S_T \cdot (b + b_c) = m \cdot (b + b_c) \cdot L_0 \cdot H_0 \cdot N, \frac{m^3}{\rho_{\text{рік}}}. \quad (4.20)$$

## 4.2. Розрахунок дискового алмазного розпилювання

### 4.2.1. Ширина пропилю:

$$b_n = b_p + b_z, \text{ мм.} \quad (4.21)$$

При використанні ортогональних верстатів товщина

різу горизонтальною дисковою  $b'_n = b'_p + b'_z$ , мм. (4.22)

**4.2.2. Кількість пропилюв,** необхідних для розпилювання блоку на плити, при товщині плити  $b_{\text{пл}}$ :

$$m = \frac{B_0}{b_n + b_{\text{пл}} + z_{\text{ном}}} - 1 \text{ шт.}, \quad (4.23)$$

де  $B_0$  - ширина блоку, мм;

$Z_{\text{ном}}$  - номінальний припуск товщини плити для фактурної обробки її лицьової поверхні, мм, для наближених розрахунків приймаємо

$Z_{\text{ном}} = 1$  мм.

При використанні ортогональних верстатів кількість горизонтальних пропилюв при умові планування верхньої поверхні блоку

$$m = \frac{H_0}{b'_n + b'_{\text{пл}}} \text{ шт.}, \quad (4.24)$$

де  $b_{\text{пл}}$  - ширина або довжина плити, мм.

**4.2.3. Теоретично можлива кількість продукції після розпилювання в рік:**



$$S_T = \frac{1000 \cdot (m+1) \cdot V_{II}}{B_0}, \text{ м}^2 \quad (4.25)$$

де  $V_{II}$  - необхідний об'єм блоків,  $\text{м}^3$ ;

#### 4.2.4. Реальна кількість продукції після розпилювання:

$$S_I = S_T - K_p, \quad (4.26)$$

де  $K_p$  - коефіцієнт виходу продукції після операції розпилювання:

- для граніту, габро, лабрадориту, діориту, базальту  $K_p = 0,80$ ;
- для мармуру білого  $K_p = 0,70$ ,
- для мармуру кольорового  $K_p = 0,55$ ;

#### 4.2.5. Швидкість різання верстату:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}, \frac{\text{м}}{\text{с}}, \quad (4.27)$$

де  $D$  — діаметр дискової пили, м;  $n$  - частота обертання дискової пили,  $\frac{\text{об}}{\text{хв}}$ .

Загальні правила вибору раціональних значень швидкості алмазно- дискового різання зводяться до наступного:

- з мінімальною швидкістю різання (до  $20-25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ) розпилюються низькоабразивні породи підвищеної міцності (граніти, гранодіорити тощо);
- середнє значення швидкості різання ( $35-45 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ) встановлюється для низькоабразивних порід середньої міцності (мармури, мармуризований вапняк, тощо);
- з високою швидкістю різання ( $50-60 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  і вище) розпилюють високоабразивні та низькоабразивні низькоміцні породи (вапняки, пісковики, вулканічні туфи і ін.);



- за умови підвищеної жорсткості розпилювального верстата і наявності на ньому 1,5-2-кратного запасу потужності головного електроприводу швидкість різання порід VПІ-

ІХ груп розпилюваності може бути доведена до  $80-90 \frac{M}{с}$ .

Швидкість робочої подачі  $S_p, \frac{M}{хв}$  і глибина різання  $H, мм$ , -

два взаємозв'язаних між собою параметри, які визначають продуктивність розпилювальних верстатів (додаток Б6).

Камінь середньої міцності і низькоміцний (вапняк, туф, мрамур, травертин, доломіт і ін.) може розпилюватися за один прохід інструменту на максимально можливу глибину, що допускається алмазною дисковою пилою і потужністю електроприводу (у багатодискових верстатів вибір глибини різання зумовлений товщиною заготовки). Базальти, габро, лабрадорити розрізають на глибину до 60-100 мм за один прохід і в окремих випадках (при хорошому розкритті алмазів і наявності відрегульованого механізму робочої подачі) - на максимально можливу для даної пили глибину. Нарешті, міцні важкооброблювані породи (І—ІІІ груп), як правило, розрізають багатопрхідним методом з глибиною різання за один прохід до 20-30 мм. Для високоміцних порід рекомендується приймати:

- глибину різання  $h \leq 5$  мм для пил діаметром  $d \geq 1,8$  м;
- глибину різання  $h = 10-20$  мм для пил діаметром  $1,8 > d \geq 0,8$  м;
- глибину різання  $h \geq 30$  мм для окантування пилами діаметром  $d < 0,8$  м.

**4.2.6. Коефіцієнт що враховує зменшення продуктивності за рахунок врізання інструмента (запилювання), допилювання та недопилу блока:**

$$K = \frac{H_0 - H_{зан} - H_{дон} - H_{нед}}{H_0 - H_{нед}} + K_{S_3} \frac{H_{зан}}{H_0 - H_{нед}} + K_{S_0} \frac{H_{дон}}{H_0 - H_{нед}},$$

$$K = \frac{H_0 - H_{зан} - H_{дон} - H_{нед} + K_{S_3} \cdot H_{зан} + K_{S_0} \cdot H_{дон}}{H_0 - H_{нед}}, \quad (4.28)$$





де  $H_0$  - висота розпилюваного блока, мм;

$H_{зан}$  - величина врізання інструмента (запилювання), мм, в залежності від якості поверхні блоку може змінюватись від глибини різання каменю за один прохід пилки  $h$  при алмазно-канатному відокремленні блоку від масиву до 30-50 мм при використанні невибухових руйнуючих засобів чи буровибухового способу;

$H_{дон}$  - величина допилювання блока, мм;  $H_{дон} = 80-100$  мм;

$H_{нед}$  - величина недопилу блока, що запобігає його розвалюванню, мм;

- для алмазного інструменту  $H_{нз,} = 0-10$  мм;

- для твердосплавного інструменту  $H_{нед} = 10-50$  мм;

$K_{S_3}$  та  $K_{S_0}$  - коефіцієнти зменшення робочої подачі відповідно при запилюванні і допилюванні блоку, приймаються в межах 0,4-0,5.

#### 4.2.7. Технологічна продуктивність верстату при виконанні вертикальн

$$Q = \frac{60 \cdot h \cdot S_p \cdot (m_1 + 1) \cdot K}{1000} \cdot \frac{m^2}{год} \quad (4.29)$$

де  $h$  - глибина різання каменю (додаток Б6), мм;

$S_p$  - величина робочої подачі при розпилюванні порід (додаток Б6);

$m_1$  - кількість одночасно працюючих інструментів;

- для однодискового та ортогонального розпилювання

$$m_1 = 1;$$

- для багатодискового розпилювання  $m_1$  - кількість пил.

#### 4.2.8. Технологічна продуктивність ортогональних верстатів при виконанні горизонтальних прорізів

$$Q_{max.z} = \frac{h_z \cdot S_p}{1000} \cdot \frac{m^2}{год}, \quad (4.30)$$

де  $h_z$  - глибина підрізання каменю за один прохід, мм,

$$h_z = \frac{b + b + z}{n}, \text{ мм}, \quad (4.31)$$

де  $n$  - число проходів, за яке відбувається повне підрізання плити, рекомендується приймати в межах 2-4 (в залежності від товщини плити).

#### 4.2.9. Фактична продуктивність верстату:



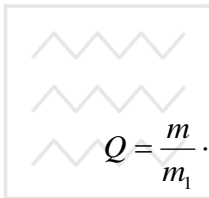
$$Q_{\phi} = Q_{\text{тех}} \cdot K_{\text{ц}} \cdot K_{\phi}, \frac{M^2}{\text{год}}. \quad (4.32)$$

**4.2.10. Час, що витрачається на розпилювання одного блоу**

$$Q = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_0 \cdot (I - H)}{60 \cdot K \cdot S \cdot h}, \text{ год. або } Q = T_{\text{зап}} + T_{\text{пил}} + T_{\text{доп}} \text{ год}; (4.33)$$

де  $h$  - глибина різання інструменту, мм;  $L_0$  - довжина блоку, м;  
 $T_{\text{зап}}$ ,  $T_{\text{пил}}$ ,  $T_{\text{доп}}$  - відповідно час запилювання, розпилювання та допилювання, год;

$$Q = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_0 \cdot H}{60 \cdot S \cdot h} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_0 \cdot H}{60 \cdot K \cdot S \cdot h}, \text{ год.}, \quad (4.34)$$



$$Q = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_0 \cdot H}{60 \cdot S \cdot h} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_0 \cdot H}{60 \cdot K \cdot S \cdot h}, \text{ год.}, \quad (4.35)$$

$$Q = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_0 \cdot H}{60 \cdot S \cdot h} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_0 \cdot (H_0 - H - H - H)}{60 \cdot S \cdot h}, \text{ год.}, \quad (4.36)$$

$S_p$ ,  $S_{\text{зап}}$ ,  $S_{\text{доп}}$  - величина робочої подачі відповідно при розпилюванні порід, запилюванні та недопилюванні,  $\frac{M}{\text{хв}}$ ;

#### 4.2.11. Потрібна кількість верстатів:

$$N = \frac{S_T}{Q \cdot F} \text{ шт.}; \quad (4.37)$$

де  $F$  - річний фонд робочого часу при  $w$ -змінній роботі, год (додаток БЗ); Отримане значення округлюється до більшого цілого.

**4.2.12. Річна витрата алмазів для виконання пропилів дисковою пилою:**



$$Q_p^a = q_1 \cdot S_T \frac{\text{карат}}{\text{рік}} \quad (4.38)$$

де  $q_1$  - питома витрата алмазів (додаток Б4).

#### 4.2.13. Об'єм шламу при розпилюванні блоків:

$$V = S_T \cdot (b + b_c) = m \cdot (b + b_c) \cdot L_0 \cdot H_0 \cdot N, \frac{\text{м}^3}{\text{рік}} \quad (4.39)$$

### 4.3. Розрахунок канатного розпилювання

#### 4.3.1. Ширина пропилю:

$$b_n = b_p + b_z, \text{мм.} \quad (4.40)$$

4.3.2. Кількість пропилюв. необхідних для розпилювання блоку

$$m = \frac{B_0}{b_n + b_{пл} + z_{ном}} - 1, \text{шт} \quad (4.41)$$

де  $B_0$  - ширина блока, мм;

$Z_{ном}$  - номінальний припуск товщини плити для фактурної обробки її лицьової поверхні, мм.

#### 4.3.3. Теоретично можлива кількість продукції після розпилювання в рік:

$$S_T = \frac{1000 \cdot (m - 1) V_{II}}{B_0}, \text{м}^2 \quad (4.42)$$

де  $V_{II}$  - необхідний річний об'єм блоків, м<sup>3</sup>;

#### 4.3.4. Реальна кількість продукції після розпилювання:

$$S_I = S_T \cdot K_p, \frac{\text{м}^2}{\text{рік}} \quad (4.43)$$

де  $K_p$  - коефіцієнт виходу продукції після операції розпилювання:

- для граніту, габро, лабрадориту, діориту, базальту  $K_p = 0,85$ ;
- для мармуру білого  $K_p = 0,75$ ;
- для мармуру кольорового  $K_p = 0,6$ .

#### 4.3.5. Величина робочої подачі при розпилюванні порід $S_p$ вибирається з врахуванням технічних характеристик



верстата і породи, що розпилюється (додаток Б7).

**4.3.6. Коефіцієнт, що враховує зменшення продуктивності зарахунок врізання інструмента (запилюванн):**

$$K_{\text{дон}} = \frac{H_0 - H_{\text{зан}} - H_{\text{дон}}}{H_0 - H_{\text{нед}}} + K_{S_3} \frac{H_{\text{зан}}}{H_0 - H_{\text{нед}}} \quad (4.44)$$

$$K_{\text{дон}} = \frac{H_0 - H_{\text{зан}} - H_{\text{дон}} + K_{S_3} \cdot H_{\text{зан}}}{H_0 - H_{\text{нед}}} \quad (4.45)$$

де  $H_0$  - висота блока, що розпилюється, мм;

$H_{\text{зан}}$  - величина врізання інструмента (запилювання), мм; в залежності від якості поверхні блоку може змінюватись від ширини ріжучого елемента  $b_p$  при алмазно-канатному відокремленні блоку від масиву до 30-50 мм при використанні невибухових руйнуючих засобів чи буровибухового способу;

$H_{\text{нед}}$  - величина недопилу блока, що запобігає його розвалюванню,  $H_{\text{нед}} = 0-30$  мм;  $K_{S_3}$ - коефіцієнт зменшення робочої подачі при запилюванні блоку, приймається в межах 0,25-0,30.

**4.3.7. Технологічна продуктивність верстату**

$$Q_{\text{mex}} = \frac{L_0 \cdot S_p \cdot (m+1) \cdot K_{\text{дон}}}{1000}, \frac{\text{м}^2}{\text{год}}, \quad (4.46)$$

де  $m_1$  - кількість одночасно працюючих канатів.

**4.3.8. Фактична продуктивність верстату:**

$$Q_{\text{ф}} = Q \cdot K_{\text{ц}} \cdot K_{\text{ф}}, \text{м}^2/\text{Год}, \quad (4.47)$$

де  $K_{\text{ц}}$  - коефіцієнт циклової продуктивності (див. розділ 4.1),

де  $K_{\text{ф}}$  - коефіцієнт використання номінального річного фонду робочого часу.

**4.3.9. Час, що витрачається на розпилювання однієї ставки:**

$$T_{\text{mex}} = \frac{m}{m_1 S_p \cdot K_{\text{дон}} \cdot 1000} H_0, \text{ або } T_{\text{mex}} = T_{\text{зан}} + T_{\text{пил}}, \text{год}; \quad (4.48)$$



де  $T_{зан}$ ,  $T_{пил}$ ,  $T_{доп}$  - відповідно час запилювання, розпилювання та допилювання, год;

$$Q = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{H}{S} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{H}{K \cdot S}, \text{ год.}, \quad (4.49)$$

$$Q = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{H}{S_p} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{H_0 - H - H}{S_0}, \text{ год.}, \quad (4.50)$$

$$4.3.10. \text{ Потр } N_p = \frac{S_T}{Q_\phi \cdot F} \approx \frac{n_{бл} \cdot T_{max}}{F \cdot K_\phi}, \text{ шт.}; \quad (4.51)$$

де  $F$  - річний фонд робочого часу при  $n$ -змінній роботі, год., (додаток Б3);  $n_{бл}$  - кількість стандартних блоків, необхідна для забезпечення річної потужності підприємства;

Отримане значення округлюється до більшого цілого.

**4.3.11. Річна витрата алмазного канату при використанні алмазно-канатних верстатів:**

$$Q = Q \cdot S_T, \frac{\text{кг}}{\text{рік}}, \quad (4.52)$$

де  $q_{ак}$  - питома витрата алмазного канату,  $q_{ак} = 0,1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$ .

**4.3.12. Об'єм шламу при розпилюванні блоків:**

$$V = S_T \cdot (b + b_c) = m \cdot (b + b_c) \cdot L_0 \cdot H_0 \cdot N, \frac{\text{м}^3}{\text{рік}}. \quad (4.53)$$

## Практична робота № 5

### Розрахунок процесу шліфування-полірування

В якості критерію для вибору верстату або конвефної лінії використовують розміри плит, що поступають на операцію шліфування-полірування, і їх кількість. За даними додатків В1 - В5 для вибраних верстатів вибираються основні технологічні характеристики інструменту і показники режиму обробки [4].



**5.1. Технологічна продуктивність шліфувально-полірувального верстата**

$$Q_{tex} = \frac{60 \cdot B_{пл} \cdot S \cdot K_{заз}}{1000}, \frac{м^2}{год}, \quad (5.1)$$

де  $B_{пл}$  - ширина плити при обробці порід середньої міцності або ширина слябу (висота блоку) при обробці високоміцних порід, мм;

$S$  - поздовжня робоча подача верстата (моста),  $\frac{м}{хв}$ ;

$K_{заз}$  - коефіцієнт що враховує зменшення продуктивності за рахунок зазору між плитами,  $K_{заз} = 0,8-0,95$ .

**5.2. Технологічна продуктивність конвеєрного верстата:**

$$Q_{tex} = \frac{60 \cdot B_{пл} \cdot S \cdot K_{заз}}{1000}, \frac{м^2}{год}, \quad (5.2)$$

$S$  - робоча подача конвеєрного верстата, м/хв.

**5.3. Фактична продуктивність верстату:**

$$Q_{\phi} = Q_{tex} \cdot E \cdot E, \frac{м^2}{год}, \quad (5.3)$$

**5.4. Потрібна кількість верстатів:**

$$N = n' \frac{S'}{Q_{\phi} \cdot F}, \text{ шт.}; \quad (5.4)$$

де  $F$  - річний фонд робочого часу при и-змінній роботі, год (додаток Б3);  $n'$  - кількість операцій шліфування-полірування, які виконуються послідовно при обробці каменю (додаток В1-В3), для конвеєрних верстатів при одночасному виконанні всіх операцій  $n = 1$ ;  $S'$  - загальна площа поверхні, що потребує шліфування-полірування, при обробці порід середньої міцності  $S' = S_2$ , при обробці високоміцних порід  $S' = S_1$ .

Отримане значення округлюється до більшого цілого.

**5.5. Укрупнена річна витрата алмазів для виконання операції фактурної обробки:**



$$Q = q_3 \cdot S', \frac{\text{карат}}{\text{рік}}, \quad (5.5)$$

де  $q_3$  - питома витрата алмазів,  $\frac{\text{карат}}{\text{рік}}$  (додаток В4)

**5.6. Витрати абразивного інструменту** (додаток В2) номерів №1, №2, №3, №4, №5 та №6

$$Q_{\text{ун}}^{аб.№1} = q^{№1} \cdot S' \quad Q_{\text{ун}}^{аб.№2} = q^{№2} \cdot S' \quad Q_{\text{ун}}^{аб.№3} = q^{№3} \cdot S'$$

$$Q_{\text{ун}}^{аб.№4} = q^{№4} \cdot S' \quad Q_{\text{ун}}^{аб.№5} = q^{№5} \cdot S' \quad Q_{\text{ун}}^{аб.№6} = q^{№6} \cdot S' \quad (5.6)$$

де  $q^{№1}$   $q^{№2}$   $q^{№3}$   $q^{№4}$   $q^{№5}$   $q^{№6}$  -питомі витрати абразивного інструменту окремих номерів (додатки В6, В.7).

При використанні індивідуального гідронатягування штрипсів або використанні якісного алмазного канатного або дискового розпилювання можна отримувати плити високої якості без застосування операції обдирання. Тому застосування брусків №1 для обдирання може бути виключене.

**5.7. Загальні витрати абразивного інструменту**

$$Q_{\text{ун}}^{аб} = (q^{№1} + q^{№2} + q^{№3} + q^{№4} + q^{№5} + q^{№6}) \cdot S', \text{шт.}$$

$$Q_{\text{ун}}^{аб} = Q_{\text{ун}}^{аб.№1} + Q_{\text{ун}}^{аб.№2} + Q_{\text{ун}}^{аб.№3} + Q_{\text{ун}}^{аб.№4} + Q_{\text{ун}}^{аб.№5} + Q_{\text{ун}}^{аб.№6}, \text{шт.} \quad (5.7)$$

**5.8.** Для визначення річного об'єму шламу після виконання операцій шліфування та полірування потрібно розрахувати припуски. Припуск - товщина шару каменю, який знімається з поверхні плити-заготовки при операціях шліфування і полірування виробу. Для наближених розрахунків приймаємо: після штрипсового дробного розпилювання  $Z_{\text{НОМ}} = 3$  мм, після алмазного  $Z_{\text{НОМ}} = 1$  мм:

**5.9. Річний об'єм шламу після виконання операцій шліфування та полірування:**



$$V_{шл}^{шп} = S' \cdot z_{ном}, \frac{M^3}{рік} \quad (5.8)$$

## Практична робота № 6

### Розрахунок процесу окантування

Як критерій для вибору верстатів використовують розміри плит, що поступають на операцію окантування, і їх кількість [4].

#### 6.1. Швидкість різання верстатів

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000}, \frac{м}{с}, \quad (6.1)$$

де  $D$ — діаметр відрізного диска, мм;

$n$  - частота обертання диска,  $\frac{об}{хв}$ .

Розраховані швидкості різання повинні лежати в межах, вказаних в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

#### Оптимальні значення швидкостей різання для найменшої витрати алмазного інструменту

Вид каменю	Швидкість різання, м/с
Гуфи, вапняки, черепашники, травертини, пісковики	45-60
Мармури, мармуризовані вапняки, доломіти	35-50
Габро, лабрадорити, базальти, тешеніти, гранодіорити, граніти пониженої міцності	25-35
Граніти, кварцити	20-25

6.2. Розміри плит, що отримуються при поздовжньому окантуванні

$$L_{пл0} = L_0 \cdot B_{пл} \cdot мм, \quad (6.2)$$

де  $B_{пл}$  - ширина плити, мм.

#### 6.3. Число пропилів при поздовжньому окантуванні





$$m_1 = \frac{H_0}{B_{пл}} + 1, \text{шт.} \quad (6.3)$$

**6.4. Число пропилів при поперечному окантуванні при довжині плит  $L_{пл, мм}$**

$$m_2 = \frac{L_0}{L_{пл}} + 1, \text{шт.} \quad (6.4)$$

**6.5. Довжина робочого проходу інструмента**

$$L_j = L_{ок} + L_{вр} + L_{нер}, \text{ мм,} \quad (6.5)$$

де  $L_{ок}$  - довжина заготовки, що розпилюється, мм, при поздовжньому окантуванні  $L_{ок} = L_0$ , при поперечному окантуванні  $L_{ок} = B_{пл}$ ;

$L_{вр}$  - величина врізання інструменту



$$L_{вр} = \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2} - b\right)^2} = \sqrt{D \cdot b - b^2}, \text{ мм} \quad (6.6)$$

$L_{нер}$  - величина перебігу інструмента,  $L_{нер} = 0-30$  мм.

**6.6. Сумарна поверхня плит-заготовок, отримана після окантування**

$$S_2 = S_1 \cdot K_{ок}, \frac{\text{м}^2}{\text{рік}}, \quad (6.7)$$

де  $K_{ок}$  - коефіцієнт виходу продукції після операції окантування:

- для граніту, габро, лабрадориту, діориту, базальту  $K_{ок} = 0,95$ ;
- для мармуру білого  $K_{ок} = 0,90$ ;
- для мармуру кольорового  $K_{ок} = 0,80$ .

**6.7. Кількість плит-заготовок, що поступають на операцію окантування**

$$z = \frac{S_1}{H_0 \cdot L_0}, \text{шт.} \quad (6.8)$$

**6.8. Сумарна площа пропилів при окантуванні плит-заготовок,  $\frac{\text{м}^2}{\text{рік}}$**



- **всього:**

$$S_{\Sigma} = S_{c1} + S_{c2}. \quad (6.9)$$

- **при поздовжньому окантуванні:**

$$S_{c1} = z \cdot m_1 \cdot b_{пл} \cdot B_{пл} \cdot L_0 \quad (6.10)$$

- **при поперечному окантуванні:**

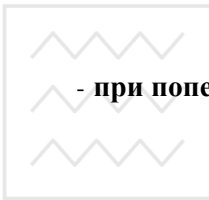
$$S_{c2} = z \cdot m_2 \cdot b_{пл} \cdot B_{пл} \cdot n_3. \quad (6.11)$$

де  $n_3$  - кількість видовжених плит-заготовок, утворених з одного слябу після поздовжнього окантування, шт.

### 6.9. Коефіцієнт, що враховує зменшення продуктивності за рахунок врізання і перебігу інструмента

- **при поздовжньому окантуванні:**

$$K = \frac{L_0}{L_1}, \quad (6.12)$$



- **при поперечному окантуванні:**

$$K = \frac{B_0}{L_2}. \quad (6.13)$$

### 6.10. Технологічна продуктивність верстата, $\frac{м^2}{год}$ :

- **при поздовжньому окантуванні:**

$$Q = \frac{60b \cdot S(m'_1 - 1) \cdot K}{1000}, \frac{м^2}{год}. \quad (6.14)$$

- **при поперечному окантуванні:**



$$Q = \frac{60b \cdot S(m'_2 - 1) \cdot K}{1000}, \frac{м^2}{год}, \quad (6.15)$$

де  $m'_1, m'_2$  — кількість одночасно працюючих відрізних кругів відповідно припоздовжньому та поперечному окантуванні:

- при окантуванні міцних порід (граніти, габро, лабрадорити, базальти)  $m'_1 = m'_2 = 1$ ;
- при окантуванні порід середньої міцності і маломіцних (мармури, вапняки, туфи)  $m'_1 = m_1; m'_2 = m_2$ .

#### 6.11. Фактична продуктивність верстату:

$$Q_\phi = Q_{max} \cdot E \cdot E, \frac{м^2}{год}. \quad (6.16)$$

#### 6.12. Кількість поздовжньо-окантувальних верстатів

$$N = n' \frac{S'_1}{Q_{\phi 1} \cdot F}, \text{шт.} \quad (6.17)$$

Отримане значення округлюється до більшого цілого.

#### 6.13. Кількість поперечно-окантувальних верстатів

$$N = n' \frac{S'_2}{Q_{\phi 2} \cdot F}, \text{шт.} \quad (6.18)$$

Отримане значення округлюється до більшого цілого.

**6.14. Кількість окантувальних верстатів (якщо операції поздовжнього і поперечного окантування виконуються на одному і тому ж мостовому окантувальному верстаті з поворотним столом)**

$$N = \frac{1}{F} \left( \frac{S'_1}{Q_{\phi 1}} + \frac{S'_2}{Q_{\phi 2}} \right), \text{шт.} \quad (6.19)$$

Отримане значення округлюється до більшого цілого.

**6.15. Сумарні річні витрати алмазів на операцію окантовування**

$$Q_p^a = q_{ок}^a \cdot S_T \frac{\text{карат}}{\text{рік}}, \quad (6.20)$$



де  $q_{ок}^a$  - питомі середні витрати алмазів при окантуванні,  $\frac{\text{карат}}{\text{рік}}$

(додаток В4).

**6.16. Річний об'єм сухого шламу, що утворюється після операції окантування плит-заготовок**

$$V = S_T \cdot b_n \cdot \frac{M^3}{\text{рік}}, \quad (6.21)$$

де  $b_n$  - ширина пропилу, м.

## Практична робота № 7

**Визначення втрат і відходів при обробці каменю.**

**Визначення коефіцієнту виходу готової продукції**

**7.1. Технологічні втрати каменю при обробці**  
можна визначити як

$$B_T = B_\phi + B_P + B_O + B_{ш.п.} + B_{в.т.}, M^3, \quad (7.1)$$

де  $B_\phi$  - втрати каменю при формуванні ставок;  $B_P$  - втрати про розпилюванні блока;  $B_O$  - втрати при окантуванні плит;  $B_{ш.п.}$  - втрати при шліфуванні-поліруванні;  $B_{в.т.}$  - втрати при упакуванні і транспортуванні готових виробів [5].

**7.2. Втрати сировини при формуванні ставок:**

$$B_\phi = K \cdot V_{\phi.л.}, M^3 \quad (7.2)$$

де  $V_{\phi.л.}$  - об'єм блока, що розпилюється;  $K$  - коефіцієнт, яким враховує втрати від розколювання каменю при формуванні ставок ( $K= 0,01-0,03$ ).

**7.3. Втрати каменю при розпилюванні блока:**

$$B_P = P_P + P_{Т.Б.} + P_H + P_{Б.Г.} + P_{Т.Р.}, M^3, \quad (7.3)$$

**7.4. Втрати каменю на пропили при абразивно штринсовому розпилюванні:**



$$P_P = \frac{t_{uu} + 4d}{T + t_{uu} + 4d} \cdot V_{\text{бл}}, \text{М}^3. \quad (7.4)$$

**-при алмазно-штрипсовому розпилюванні:**

$$P_P = \frac{t_{a.c} \cdot (1 + \kappa_1)}{t + t_{a.c} \cdot (1 + \kappa_1)} \cdot V_{\text{бл}}, \text{М}^3, \quad (7.5)$$

де  $t_{uu}$  — товщина корпусу штрипса, мм;  $t_{a.c}$  — товщина алмазних елементів, мм;  $T$  - товщина плити, мм;  $d$  - діаметр дробу, мм;  $\kappa_1$  - коефіцієнт, який враховує биття ріжучого інструмента (при товщині брусків 4,2-8 мм  $\kappa_1 = 0,13$ ).

**7.5. Втрати від технологічного браку** приблизно можна підрахувати таким чином:

$$V_{T.B} = \kappa_{T.B} \cdot (V_{\text{бл}} - P_P), \text{М}^3, \quad (7.6)$$

де  $\kappa_{T.B}$  - коефіцієнт, який враховує вихід блока ( $\kappa_{T.B} = 0,13$ ).

**7.6. Втрати від недопилу  $P_H$**  зумовлені недосконалістю технології розпилювання і можуть бути повністю виключені. Величина цих втрат може бути визначена із залежності

$$P_H = \frac{h + \Delta h}{H} \cdot V_{\text{бл}}, \text{М}^3, \quad (7.7)$$

де  $H$  - висота розпилювального блока, мм;  $h$  - недоплн по висоті блока, 0-30 мм;  $\Delta h$  - висота кромки зламу плит при розбиранні розпилених ставок (з досвіду підприємств  $\Delta h = 20$ -30 мм для гранітів, 30-40 мм для лабрадоритів)

**7.7. Величина втрат на бокові грані блока  $P_{\text{б.з.}}$**  залежить від відповідності форми блока, що розпилюється, прямокутному паралелепіеду, вирівнювання верхніх граней блока, правильності встановлення штрипсів по вертикалі, товщини плит, що випилюються, і рівномірного розміщення штрипсів по ширині блока, Цей вид втрат може бути визначений, як  $h$ .



$$P_{\delta.z.} = \frac{b}{B} \cdot V_{\delta.l.} (1 + \kappa_T), \text{ м}^3, \quad (7.8)$$

де  $B$  - ширина блока, що розпилюється, мм;  $b$  - величина відхилення суміжних граней блока від прямого кута ( $b = 1-5$  мм);  $\kappa_T$  - технологічний коефіцієнт (для конкретних умов  $\kappa_T = 0,12-0,16$ , а  $P_{\delta.z.}$  складає 7~ 12 %).

**7.8. Втрати через тріщинуватість блоків  $P_{TP}$**  визначається за формулою:

$$P_{TP} = 32,72 \cdot T_y, \text{ м}^3, \quad (7.9)$$

де  $T_y$  - питома щільність тріщин або сумарна довжина тріщин, що відноситься до площі граней блока,  $\frac{\text{м}}{\text{м}^2}$ .

Практично при питомій тріщинуватості більше  $3 \frac{\text{м}}{\text{м}^2}$  вихід плит дорівнює нулю. Тому з метою зниження втрат каменю через тріщинуватість при його розпилюванні рекомендується: оцінювати якість блока та його питому тріщинуватість, для чого широко запроваджують ультразвукову дефектоскопію; визначають раціональну схему розпилювання блока, що полягає в правильній його орієнтації відносно робочого простору каменерозпилювального верстата.

**7.9. Втрати каменю при окантуванні плит  $B_O$**  іноді досягають 15 % сумарної площі плит, що окантовуються. Вони визначаються як

$$B_O = O_{cn} + O_{TP} + O_{TB}, \text{ м}^3. \quad (7.10)$$

**7.10. Специфічні втрати каменю при окантуванні  $O_{cn}$**  складаються з втрат на пропили при різанні відрізним кругом і на обрізки, які отримуються в результаті розкрою заготовок па плити заданого розміру:

$$O_{cn} = T \cdot t \cdot \sum l + \kappa_{cn} \cdot V_{\delta.l.}, \text{ м}^3, \quad (7.11)$$

де  $t$  - ширина ріжучої частини відрізного круга, м;

$\sum l$  - сумарна довжина різів по специфікації плит, що



вирізаються, м;  $\kappa_{cn}$  - коефіцієнт, який враховує специфічні втрати (з досвіду роботи підприємств,  $\kappa_{cn} = 0,03$ ).

**7.11. Втрати граніту (%) при окантовуванні  $O_{TP}$  в зв'язку з наявністю тріщин в камені можуть бути визначені за формулою:**

$$O_{TP} = 3,27 \cdot T_y, \% \quad (7.12)$$

**а втрати при окантуванні через технологічний брак:**

$$O_{TB} = \kappa_{T.O.} \cdot V_o, \text{ м}^3, \quad (7.13)$$

де  $\kappa_{T.O.}$  - коефіцієнт, який враховує технологічний брак при окантуванні;  $V_o$  - об'єм сировини, що підлягає окантуванню.

Цей коефіцієнт залежить від жорсткості вузлів фрезерувального верстата, що обумовлює розмір допусків при вирізання плит, і від необхідності вторинного окантування відходів. Втрати можливо усунути шляхом систематичної перевірки геометричних елементів фрезерувального верстата виконанням відповідних перевірок точності установки інструмента.

**7.12. Втрати каменю при шліфуванні-поліруванні плит**

$$B_{ш.п} = R_\phi \cdot m \cdot V_{\text{бл}} + (\kappa_{TP} + \kappa_{T.Б.} + \kappa_{p.н.}) \cdot V_{\text{бл}}, \text{ м}^3, \quad (7.14)$$

де  $R_\phi$  - фактичний вихід плит,  $\frac{\text{м}^2}{\text{м}^3}$ ,  $m$  - товщина шару каменю (мм), що знімається робочим інструментом (з досвіду підприємств,  $m = 1$  мм);  $\kappa_{TP}$  - коефіцієнт, що враховує втрати каменю від наявності мікротріщин ( $\kappa_{TP} = 0,01$ );  $\kappa_{T.Б.}$  - коефіцієнт, який враховує втрати від технологічного браку ( $\kappa_{T.Б.} = 0,01$ );  $\kappa_{p.н.}$  — коефіцієнт, який враховує



роздавлювання плит  $\kappa_{p.л.} = 0,01-0,03$ ).

### 7.13. Втрати при упакованні і транспортуванні плит на склади

$$B_{yT} = \kappa_{yT} \cdot V_{\text{пл}}, \text{м}^3, \quad (7.15)$$

де  $\kappa_{yT}$  - коефіцієнт, який враховує розколювання плит в процесі упаковування і транспортування ( $\kappa_{yT} = 0,01$ ).

Застосування пневмоприсосних механізмів при навантажувальних операціях набагато знижує брак виробів.

### 7.14. Відносні втрати каменю при обробці визначаються за формулою:

$$B_{\text{від}} = \frac{B_T}{V_{\text{пл}}} \cdot 100, \%. \quad (7.16)$$

#### Завдання

Визначити технологічні втрати каменю при обробці та коефіцієнт виходу готової продукції при абразивно штринсовому розпилюванні якщо дано: розміри блоку  $L \times B \times H$  м, питома щільність тріщин  $Ty, \frac{\text{м}}{\text{м}^2}$ , товщина корпусу штрипса  $t_{ш}$ , мм, діаметр дробу  $d$ , мм, товщина плити  $T$ , мм. Вихідні дані вибираються з таблиці 7.1 згідно варіанту.

Таблиця 7.1

#### Вихідні дані для виконання завдання

№ варіанту	Розміри блоку $L \times B \times H, \text{м}$	Питома щільність тріщин, $Ty, \frac{\text{м}}{\text{м}^2}$	Діаметр дробу, $d, \text{мм}$	Товщина плити, $T, \text{мм}$	Товщина корпусу штрипса, $t_{ш}, \text{мм}$
1	1,6 x 1,2 x 0,9	0,2	4	30	3,5
2	1,8 x 1,1 x 1,0	0,35	5	40	3,5
3	1,7 x 1,2 x 1,0	0,15	6	50	4,0
4	1,9 x 1,3 x 1,1	0,1	7	50	4,5
5	2,0 x 1,6 x 1,2	0,3	4	40	5,0





6	2,0 x 1,4 x 1,2	0,45	5	30	4,5
7	2,2 x 1,2 x 1,0	0,4	6	30	4,5
8	1,9 x 1,2 x 0,8	0,5	7	50	3,0
9	1,5 x 1,0 x 0,7	0,25	4	40	3,0
10	2,2 x 1,6 x 1,2	0,35	5	50	3,0
11	1,9 x 1,3 x 1,1	0,4	6	50	3,0
12	2,0 x 1,6 x 1,2	0,5	7	40	3,0
13	2,2 x 1,2 x 1,0	0,2	4	30	3,5
14	1,9 x 1,2 x 0,8	0,35	5	40	3,5
15	1,5 x 1,0 x 0,7	0,15	6	50	4,0

## Практична робота № 8

### Шламове господарство і оборотне водозабезпечення процесу розпилювання природного каменю

#### 8.1. Короткі відомості

На каменеобробних підприємствах система водопостачання повинна бути оборотна з поверненням води до каменеобробних верстатів.

Шламомовідстійник - це ємність в якій накопичується вода, яка поступає з каменерозпилювальних верстатів [4]. В шламовідстійниках вода відстоюється в результаті чого осідають на дно тверді частинки шламу, потім освітлену воду подають знову до каменеоброблювальних верстатів.

Шламовідстійники розрізняють відкритого і закритого типу.

Конструкція шламовідстійника зображена на рис. 8.1.

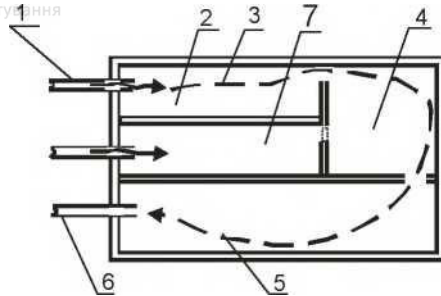


Рис. 8.1. Схема шламівідстійника:

- 1 - зливний трубопровід, 2 - прийомне відділення відстійника, 3 - схема руху води в шламівідстійнику, 4 - проміжне відділення відстійника, 5 - відділення для видачі води, 6 - всмоктуєчий трубопровід, 7 - запасне відділення відстійника

Внутрішньо цехова система гідротранспорту являє собою сукупність лотків, каналів, тунелів. Вода подається в відстійники переважно самопливно. В тунелях передбачається гідравлічний змив, освітлення і вентиляція. Ширина та ухил лотків повинні забезпечувати рівномірну швидкість потоку води. Лотки футеруються половинками сталевих труб.

## 8.2. Практична частина

### Дано:

Підприємство має два розпилувальних станка 41.МС.740.00.000 і 41.МХ.008.00.000 з діаметрами пил 1600 та 3000 мм відповідно, два полірувальних коліно-важільних станка 41.МС.819.00.000, фрезерно-окантовочний станок 41.МС.821.00.000, з загальною протяжністю зливної гідротранспортної мережі 70 метрів, яка являє собою лотки зроблені з сталевих труб діаметром 400 мм, напірна гідротранспортна мережа має протяжність 82 метри діаметром 90 мм, підрахувати необхідний об'єм шламівідстійника.

### Розв'язок:



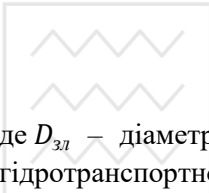
Шламовідстійник повинен мати об'єм в який враховано кількість води необхідної для господарських потреб підприємства, кількість шлама який потрапляє в нього.

### 8.1. Підрахуємо кількість води, яка знаходиться в напірних трубопроводах:

$$V_{\text{нап}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{нап}}^2}{8} \cdot L_{\text{нап}}, \text{ м}^3, \quad (8.1)$$

де  $D_{\text{нап}}$  – діаметр напірної труби, м;  $L_{\text{нап}}$  – протяжність напірної гідротранспортної мережі.

### 8.2. Підрахуємо кількість води, яка знаходиться в зливній мережі:



$$V_{\text{зл}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{зл}}^2}{8} \cdot L_{\text{зл}}, \text{ м}^3, \quad (8.2)$$

де  $D_{\text{зл}}$  – діаметр зливної труби, м;  $L_{\text{зл}}$  – протяжність зливної гідротранспортної мережі.

Підрахуємо необхідну кількість води, яка йде на виготовлення продукції, витрата води за хвилину для розпилувальних станків 41.МС.740.00.000 і 41.МХ.008.00.000

$$V_{\text{роз}} = 0,034 \frac{\text{м}^3}{\text{хв}}, \quad 0,080 \frac{\text{м}^3}{\text{хв}} \quad \text{відповідно, для фрезерно-}$$

окантовочного станка 41.МС.821.00.000 –  $V_{\text{окант.}} = 0,009 \frac{\text{м}^3}{\text{хв}}$ ,

для полірувального станка 41.МС.819.00.000 витрата води складає

$$V_{\text{пол.}} = 0,017 \frac{\text{м}^3}{\text{хв}}.$$

### 8.3. Підрахуємо загальну кількість води:

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{нап}} + V_{\text{зл}} + V_{\text{роз}} + V_{\text{окант.}} + n V_{\text{пол.}}, \text{ м}^3 \quad (8.3)$$

де  $n$  - кількість станків;

### 8.4. Врахуємо коефіцієнт запасу ( $n_{\text{зап}}=1,5...3$ ), знайдемо



**об'єм відділення видачі води:**

$$V_{\text{від}} = n_{\text{зап}} \cdot V_{\text{заг}}, \text{ м}^3 \quad (8.4)$$

Підрахуємо кількість шламу, який попаде в відстійник: Продуктивність розпилювальних станків по граніту в середньому складає 1,5-3 м<sup>2</sup>/год., фрезерно-окантовочні мають мас продуктивність в середньому 1-1,5 м<sup>2</sup>/год. Підприємство працює в дві зміни на добу тривалістю 8 годин, 24 робочих дні в місяць. Так як підприємства чистять відстійники в середньому раз на місяць, тому підрахуємо кількість шламу який потрапляє в відстійник за місяць.

**8.5. Кількість шламу при теоретичній продуктивності розпилювальних станків за місяць:**

$$P_{\text{міс}} = n \cdot T_{\text{зм}} \cdot n_{\text{зм}} \cdot T_{\text{міс}} \cdot P_{\text{розп}} \cdot b_{\text{сегм}}, \frac{\text{м}^3}{\text{міс}}, \quad (8.5)$$

де  $n$  - кількість розпилювальних станків з однаковими параметрами;  $T_{\text{зм}}$  - тривалість зміни, год;  $n_{\text{зм}}$  - кількість змін;  $T_{\text{міс}}$  - кількість робочих днів в місяць (20-24 дні);

$P_{\text{розп}}$  - продуктивність станка  $\frac{\text{м}^2}{\text{год}}$  .;

$b_{\text{сегм}}$  - товщина сегменту пили (0,004 - 0,012) м;

**8.6. Кількість шламу при технічній продуктивності розпилювальних станків:**

$$V_{\text{шл роз}} = P_{\text{міс}} \cdot K_3, \frac{\text{м}^3}{\text{міс}} \quad (8.6)$$

де  $K_3$ - коефіцієнт який враховує час затрачений на допоміжні операції при розпилюванні (0,9-0,75).

**8.7. Підрахуємо кількість шламу при теоретичній продуктивності фрезерно-окантовочних станків:**

$$P_{\text{міс}} = n \cdot T_{\text{зм}} \cdot n_{\text{зм}} \cdot T_{\text{міс}} \cdot P_{\text{розп}} \cdot b_{\text{сегм}}, \frac{\text{м}^3}{\text{міс}}, \quad (8.7)$$

де  $b_{\text{сег.}}$  - товщина сегменту окантовочної пили (0,0025-0,0065) м.



### 8.8. Підрахуємо кількість шламу при технічній продуктивності фрезерно-окантовочних станків:

$$V_{\text{шл ок}} = \Pi_{\text{міс}} \cdot K_{\text{з}}, \frac{\text{м}^3}{\text{міс}} \quad (8.8)$$

де  $K_{\text{з}}$  - коефіцієнт який враховує час затрачений на допоміжні операції при окантовці (0,85-0,75).

### 8.9. Підрахуємо кількість шламу при теоретичній продуктивності полірувальних станків:

$$\Pi_{\text{міс}} = n \cdot T_{\text{зМ}} \cdot n_{\text{зМ}} \cdot T_{\text{міс}} \cdot \Pi_{\text{полір}} \cdot h_{\text{ш}}, \frac{\text{м}^3}{\text{міс}} \quad (8.9)$$

де  $\Pi_{\text{полір}}$  - продуктивність полірувального станка  $\frac{\text{м}^2}{\text{год}}$ ;

$h_{\text{ш}}$  - висота шару, що знімається полірувальним інструментом (0,0008-0,0012) м.

### 8.10. Підрахуємо кількість шламу при технічній продуктивності полірувальних станків:

$$V_{\text{шл пол}} = \Pi_{\text{міс}} \cdot K_{\text{з}}, \frac{\text{м}^3}{\text{міс}} \quad (8.10)$$

де  $K_{\text{з}}$  - коефіцієнт який враховує час затрачений на допоміжні операції при окантовці (0,85-0,75).

### 8.11. Підрахуємо місячну кількість шламу, який потрапить у відстійник:

$$V_{\text{міс заг}} = V_{\text{шл роз}} + V_{\text{шл ок}} + V_{\text{шл пол}}, \text{м}^3. \quad (8.11)$$

### 8.12. Підрахуємо загальний об'єм відстійника:

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{від}} + V_{\text{міс заг}}, \text{м}^3. \quad (8.12)$$

Об'єм відстійника для забезпечення виробничого процесу складає  $V_{\text{заг}} = \text{_____} \text{м}^3$ .

## Практична робота № 9

### . Компонування і планування цехів

#### 9.1. Короткі відомості



## Визначення площ приміщень

Каменеобробний завод може мати у своєму складі такі будівель і споруд: склад сировини, головний корпус, відділення термоструминної обробки, очисні споруди, відділення по утилізації відходів виробництва, склад готової продукції, допоміжні приміщення [4].

Основні лінійні розміри і площа каменеобробних цехів залежать від:

- габаритних розмірів обладнання;
- норм розміщення верстатів;
- норм відстаней між верстатами і від верстатів до стін і колон споруди;
- ширини проїздів між рядами верстатів при використанні механізованого транспорту;
- норм проектування кладів сировини і готової продукції;
- норм площ для додаткових операцій і ремонтно-монтажних робіт.

Важливим при проектуванні є вибір будівельних параметрів споруди – сітки колон і висоти прольоту. Поперечний розріз і план прольоту показані на рис. 9.1.

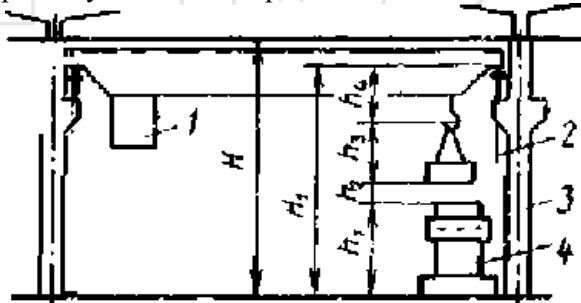


Рис. 9.1. Поперечний розріз і план прольоту: 1 – кабіна крану; 2 – вісь підкранової балки; 3 – поздовжня розбивочна вісь; 4 – верстат; 5 – поперечна розбивочна вісь.

Сітку колон (ширину  $L$  прольоту і крок  $t$  колон) і висоту  $H$  прольоту (відстань від підлоги до нижньої частини несучої конструкції будівлі) вибирають з уніфікованого ряду вказаних величин, приведених в додатку Г1. Ширину прольоту вибирають такою, щоб можна було раціонально розмістити кратне число рядів обладнання (додаток Г2), залежно від



габаритних розмірів, призначення і варіанту розміщення. Розмір ширини прольоту за ГОСТ 23837-79 приймають рівною 18, 24, 30 або 36 м. Довжину цеху визначається сумою розмірів виробничих і допоміжних відділень. Висоту прольоту визначають по схемі, приведеній на рис. 7.1.

**9.1.** Виходячи з максимальної висоти  $h_1$  обладнання, мінімальної відстані  $h_2$  між обладнанням і переміщуваним вантажем, а також висоти  $h_3$  вантажів, що транспортуються, та висоти крана  $h_4$  визначають **висоту  $H_1$  до головки підкранової балки (відмітку верху консолей підкранової балки)**.

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \text{ м.} \quad (9.1)$$

Висоту  $h_1$  визначають з врахуванням крайніх положень рухомих частин верстата, але не меншого 2,3 м. Відстань  $h_2$  приймають не меншого 400 мм. За величиною  $H_1$  з додатку Г1 визначають мінімальну висоту  $H$  прольоту.

Після вибору основних розмірів споруди викреслюється схема розміщення основного обладнання з врахуванням норм площ для допоміжних операцій і ремонтно-монтажних робіт (додаток Г6) і визначається площа цехових виробничих приміщень  $S_{\text{вп}}$ . При розміщенні верстатів повинні враховуватись норми відстаней між верстатами і від верстатів до стін і колон споруди (додаток Г3), та ширину проїздів між рядами верстатів при використанні механізованого транспорту (додатки Г4, Г5).

Продукція на складах зберігається в штабелях, розсортована по замовленнях, видах порід і виробів. Упакована в дерев'яні ящики продукція зберігається в один ярус, в металевих піддонах – не більш, ніж в два яруси. Вироби, упаковані обв'язуванням ребер лицьових граней, укладаються в штабелі на дерев'яних підкладках.

Штабелі готової продукції розташовуються уздовж під'їзних шляхів і наскрізних проїздів. Між штабелями залишаються зазори не менше 200 мм для уникнення пошкоджень виробів і тари при підйомі і опусканні вантажу. Через кожен два штабелі по ширині майданчика влаштовуються проходи шириною 700 мм. Відстань від штабелю до рейкової нитки козлового крана приймається рівною 900 мм, від крайньої рейкової нитки під'їзного залізничного шляху – 2000 мм. Ширина поперечного

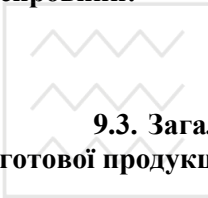


проїзду приймається рівною сумі ширини проїзної частини і ширини проходу, рівного 1000 мм.

Склад сировини (блоків) розміщується на відкритому майданчику з бетонною основою. Склад готової продукції розміщується в закритому неопалюваному приміщенні з бетонною основою з шириною прольоту, рівною ширині прольоту цеху, але не менше 24 м.

Середній термін зберігання сировини і готової продукції на складах вибирається за даними додатка Г7. Об'єм готової продукції, що одночасно зберігається на складі, визначається розрахунком, але приймається не менш місячний продуктивності підприємства.

## 9.2. Загальний об'єм блоків, що зберігається на складі сировини:



$$V_c = \frac{T_c \cdot V_i}{365}, \text{ м}^3 \quad (9.2)$$

## 9.3. Загальний об'єм плитки, що зберігається на складі готової продукції

$$V_{\Pi} = \frac{T_{\Gamma\Pi} \cdot b \cdot S_0}{365}, \text{ м}^3, \quad (9.3)$$

де  $T_c$  і  $T_{\Gamma\Pi}$  – відповідно середній час зберігання блоків на складі сировини та плитки на складі готової продукції, діб.

## 9.4. Площа складу сировини з врахуванням поправочних коефіцієнтів

$$S_C = V_C \cdot \frac{k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_B}{k_1}, \text{ м}^2, \quad (9.4)$$

де  $k_1$  – об'єм виробів, що зберігаються на 1 м<sup>2</sup> площі складу,

$\frac{\text{м}^3}{\text{м}^2}$  (додаток Г7);

$k_2$  – коефіцієнт, що враховує проходи між штабелями (додаток Г7);





$k_3$  – коефіцієнт, що враховує проїзди і площу під шляхами кранів, рейкових візків, проїздами автомобілів, залізничними коліями (додаток Г7);

$k_4$  – коефіцієнт, що враховує різносортність виробів (додаток Г7);

$k_B$  – коефіцієнт використання площі складу (додаток Г7).

#### **9.5. Площа складу готової продукції з врахуванням поправочних коефіцієнтів**

$$S_{ГП} = V_{ГП} \cdot \frac{k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_B}{k_1}, \text{ м}^2. \quad (9.5)$$

**9.6. Площа складу інструментів і оснащення** приймається рівною 5 % площі цехових виробничих приміщень (площі, зайнятої виробничими верстатами)

$$S_I = 0,05 \cdot S_{ГП}, \text{ м}^2. \quad (9.6)$$

Адміністративно-технічні служби і побутові приміщення цехів розміщують в прибудовах до виробничих будівель або в окремих будівлях. У останньому випадку передбачають утеплені переходи у виробничі корпуси. Залежно від конкретних умов прибудова може розташовуватися в торцевій частині будівлі або вздовж крайнього прольоту. Перший варіант застосовують частіше. Це обумовлено тим, що при такому розташуванні забезпечується розподіл потоку працівників по прольотах і виключається

перетин технологічних потоків і потоків працівників. При розміщенні прибудови уздовж крайнього прольоту обмежується можливість розширення цеху, затемнюється проліт, тому цей варіант компонування застосовують рідше. Розміщення побутових приміщень в окремих будівлях забезпечує велику комфортність завдяки кращій освітленості, але збільшується відстань до робочих місць і втрати часу на переходи.

**9.7. Площа адміністративних приміщень** приймається з розрахунку 3,25 м<sup>2</sup> на одного службовця та 5 м<sup>2</sup> на одного інженерно-технічного працівника

$$S_A = 3,25 \cdot n_c + 5 \cdot n_i, \text{ м}^2. \quad (9.7)$$



**9.8. Площа побутових приміщень** приймається з розрахунку  $3 \text{ м}^2$  на одного працівника – основного та допоміжного робочого і молодшого обслуговуючого персоналу

$$S_{\text{ПП}} = 3 \cdot (n_o + n_d + n_m), \text{ м}^2. \quad (9.8)$$

**9.9. Загальна площа цеху з врахуванням площ складів інструменту і готової продукції:**

$$S_{\text{заг1}} = S_C + S_{\text{ГП}} + S_I, \text{ м}^2. \quad (9.9)$$

**9.10. Загальна площа цеху з врахуванням площ побутових і адміністративних приміщень:**

$$S_{\text{ЗАГ}} = S_{\text{заг1}} + S_A + S_{\text{ПП}}, \text{ м}^2. \quad (9.10)$$

**9.11. Довжина цеху:**

$$L_{\text{Ц}} = \frac{S_{\text{ЗАГ}}}{L}, \text{ м}, \quad (9.11)$$

де  $L$  – прийнята ширина прольоту цеху, м.



## ДОДАТКИ

### ДОДАТОК А

#### Вихідні дані для виконання третьої практичної роботи

№ вар-ту	Тип сировини	Розміри $a \times b$ , мм	Товщина $t$ , мм	Кількість $n$ , шт.	$K_{вих}$
1	Лезниківський	300x300	30	1000	0,77
2	Янцівський	300x500	30	1000	0,77
3	Токівський	300x600	30	1000	0,77
4	Дідковицький	400x400	40	950	0,78
5	Янцівський	400x600	40	900	0,78
6	Токівський	400x800	40	950	0,78
7	Дідковицький	500x500	40	1000	0,79
8	Янцівський	500x750	40	800	0,79
9	Токівський	500x1000	40	700	0,79
10	Дідковицький	600x600	50	900	0,80
11	Янцівський	600x800	50	600	0,80
12	Токівський	600x900	50	500	0,80
13	Капустинський	800x800	60	500	0,81
14	Корнинський	800x1200	60	400	0,81
15	Капустинський	1000x1000	80	300	0,83
16	Корнинський	1000x1200	80	200	0,83
17	Капустинський	300x300	30	900	0,73
18	Омельянівський	300x500	30	900	0,73
19	Лезниківський	300x600	30	900	0,74
20	Омельянівський	400x400	40	1000	0,74
21	Капустинський	400x600	40	1000	0,74
22	Покостівський	400x800	40	800	0,75
23	Межиріцький	500x500	40	900	0,75
24	Капустинський	500x750	40	1000	0,76
25	Лабрадорит	500x1000	40	700	0,76
26	Габро	600x600	50	800	0,77
27	Омельянівський	600x800	50	700	0,78
28	Покостівський	600x900	50	600	0,78
29	Корнинський	800x800	60	600	0,80
30	Капустинський	800x1200	60	500	0,81



## ДОДАТОК Б1

### Рациональні швидкості робочої подачі (швидкості опускання пильної рами) при розпилюванні каменю гладкими штриповими пилами

Вид каменю	Опускання пильної рами, $S_p$ , мм/год.	
	Вільне	Примусове
1. Граніт янцівський, токівський, омелянівський	7-8 15-18	5 10-12
2. Граніт корнинський, кудашівський новоданилівський, капустинський	10-12 20-25	5-7 14-16
3. Габро і лабрадорит	15-20 35-40	10-12 25-30

## ДОДАТОК Б2

### Рациональні швидкості робочої подачі при розпилюванні каменю алмазними штриповими пилами

Категорія міцності каменю	Група за розпилюваністю	Вид каменю	Орієнтована швидкість робочої подачі, $S_p$ , мм/год.
Міцні	I	Граніт янцівський, лезниківський, токівський, кварцит шокшинський	30-40
	II	Граніт новоданилівський, танський, омелянівський, кудашівський, капустинський, маславський	40-80
	III (а)	Граніт жежелівський, корнинський, богуславський, старобабанський	80-100
	III (б)	Гранодіорит (покоствівський), габро, лабрадорит	100-130
	IV	Базальт, андезит	130-150
Середньої Міцності	V	Мармур білгородський, рускеальський, чичканський; туф боліський	190-220
	VI	Мармур горовський, буровщинський	270-300
	VII	Мармур коелгінський, уфалійський	350-400
	VIII	Травертин, доломіт	400-500
Слабкі	IX	Вапняк	800-1000

**Примітки.** Верхня межа швидкості робочої подачі вказана для розпилювальних верстатів з швидкістю руху пильної рами  $> 2$  м/с, нижня межа - для верстатів з швидкістю руху пильної рами  $< 2$  м/с.



## ДОДАТОК Б3

### Номінальний річний фонд часу роботи обладнання для 5 – денного 40 – годинного робочого тижня

Показник	Добовий режим роботи		
	1-но	2-х	3-х змінний
Тривалість зміни, год	8	8	8
Число робочих змін в тиждень, Зміна	5	10	15
Число робочих днів в рік,	253	253	253
Число днів відпочинку, - в тиждень	2	2	2
-в рік	102	102	102
Число святкових днів в рік	10	10	10
Річний фонд робочого часу,	2025	4050	6075

## ДОДАТОК Б4

### Укрупнені норми витрати алмазів при обробці каменя

Група за розпилюваністю	Оброблюваний матеріал	Норма витрати алмазів на операціях обробки, карат/м <sup>2</sup>		
		розпилювання, окантування, фрезерування	шліфування алмазними торцевими кругами	Розпилювання алмазними штрипсами
	Гіпсовий камінь, ангідрит	0,05 (0,1)	0,10(0,16)	0,06 (0,08)
IX	Пористі вапняки, вапняки-черепашники	0,07(0,18)	0,14 (0,20)	0,10(0,12)
VIII	Щільні вапняки, туфи, пісковики	0,12 (0,25)	0,15 (0,20)	0,15(0,18)
VII	Мармури пониженої міцності, травертини (коелгинський мрамур, шахтахтинский травертини)	0,07(0,15)	0,15 (0,23)	0,08 (0,12)
VI	Мармури середньої міцності (газганський, уфалійський мармури), доломіт, мармуризовані вапняки	0,15 (0,3)	0,20 (0,3)	0,17(0,20)
V	Мармури підвищеної міцності (горовський, рускеальський, іджеванський)	0,20 (0,35)	0,22 (0,35)	0,20 (0,25)



V	Мармурові і фельзитові туфи з включенням кварцу, гематиту і інших твердих мінералів (мармури кібінкордонський, пуштулимський, агурський, білгородський)	0,30 (0,5)	0,35 (0,5)	0,35 (0,45)
IV	Тешеніти, андезити, базальти	0,50	0,60	0,60
III (б)	Лабрадорити, діабазы, габро, гранодіорити	0,70	0,90	0,80
III (а)	Граніти порівняно легко оброблювані (жежелівський, клесівський, корнинський)	1,00	1,10	1,10
II	Граніти середньо оброблювані (танський, омелянівський, капустинський, маславський)	1,20	1,20	1,60
I	Граніти важко оброблювані (янцівський, токівський, лезниківський), кварцити	1,50	1,40	2,00

**Примітки:** 1. У дужках наведені норми витрат синтетичних алмазів марок АСТ5, АС32, АРК4, АРС-3.

2. Питома витрата алмазів пліфувального інструменту враховує виконання всіх операцій шліфування.



**Норми витрати дробу та штрипс**

Вид каменю	Норма витрати штрипс, кг/м <sup>2</sup>	Норма витрати гашеного вапна, кг/м <sup>2</sup>	Товщина штрипса, мм	Норма витрати дробу, кг/м <sup>2</sup>
Габро, лабрадорит;	5,4	0,9	4	14,5
граніт корнинський,			5	15,0
капустинський,			6	15,5
маславський			7	16,0
Граніт омелянівський,	8,2	1	4	17,8
покостівський, лезни-			5	18,2
ківський, жежелівський,			6	18,6
новоданилівський			7	19,1
Граніт янцівський,	11,8	1Д	4	18,6
токівський, дідковицький,			5	19...19,4
танський			4...7	20,0



### Рациональні режими різання залежно від категорії каменю

Глибина різання h, мм	Група каменю за розпилюваністю					
	I	II	III	IV	V	VI-VII
	Швидкість подачі $S_p$ , м/хв.					
1	10,0-5,0	-	-	-	-	-
2	5,0-7,50	7,5-10,0	-	-	-	-
3	3,5-5,0	5,0-7,0	7,0-10,0	7,0-10,0	7,0-10,0	-
5	2,0-3,0	3,0^1,0	4,0-6,0	4,0-6,0	4,0-6,0	6,0-8,0
10	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-3,0	2,0-3,0	2,0-3,0	3,0^1,0
20	0,5-0,75	0,7-1,0	1,0-1,5	1,0-1,5	1,0-1,5	1,5-2,0
30	0,35-0,5	0,5-0,7	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0	1,0-1,5
40	0,25-0,35	0,3-0,5	0,5-0,75	0,5-0,75	0,5-0,75	0,75-1,0

### Рациональні швидкості робочої подачі при розпилюванні каменю канатними алмазними пилами

Група за розпилюваністю	Вид каменю, що розпилюється	Рациональна швидкість робочої подачі, мм/год.
IX	Вапняк альмінський, жетибайський; туф арктикський, октемберянський	2000-3000
VIII	Травертин шахтахтинський	1400-1600
VII	Мармур коепгінський, уфалійський, мраморський, газганський	1200-1400
VI	Мармур іджеванський, горовський, уленарошенський	900-1200
V	Мармур кибік-кордонський, рускеальський, аримський, буровтшинський	300-500
VI	Базальт паракарський, норський,	100-200
III	Габро головинське, лабрадорит головинський	350-100
II	Граніт капустинський, корнинський,	300-350
I	Граніт токівський, янцівський	250-300



**Рекомендовані інструментальні матеріали при операціях  
шліфування та полірування**

Назва операції	Рекомендований абразивний матеріал і його крупність		Отримана чистота, мкм	Примітки
	абразивний	алмазний		
Обдирання, калібрування	Дріб ДЧЛ, ДСР 1,2-2 мм (тільки для граніту); Карбіди кремнію КЧ, КЗ 80-160 (800-1600 мкм)	A8, A5 800/500, A3 2, A65 (560-800 мкм)	100-500	Операція калібрування і обдирання виконується при застосуванні конвеєрних верстатів, наявності значних нерівностей, для розкриття мозаїчної фактури клеєних плит і при значному
Попереднє шліфування	КЧ, КЗ 25-80 (250-800 мкм)	A8, A5 630/400 (400/630 мкм) AC32, AC50, AC65 630/400 (400-630 мкм)	10-40	Операція може бути виключена при обробці порід середньої міцності і слабких та достатньо рівній поверхні після розпилювання
Середнє шліфування	КЧ, КЗ 12-25 (120-250 мкм)	A, A3 160/125 (125- 160 мкм) AC15, AC32, AC65 125/400,	1,25-3,2	
Тонке шліфування	КЧ, КЗ 5-10 (50-100 мкм)	A, A3, A2, A1, AC32, AC65 10/80, 80/63 (63-	0,8-1,25	Операція може бути виключена при обробці порід середньої міцності
Попереднє лоціння	КЧ, КЗ М10- М20 (10-20 мкм)	—	0,50-0,8	
Лоціння	КЧ, КЗ М4-М8 (4-8 мкм)	A, A3, A2, A1 63/50, 50/40, 40/28 (28-63 мкм) AC2*, AC5*,	0,4-0,63	
Полірування	Повстяні круги з окислами хрому і алюмінію	АСМ, АСМ 50/40, 40/28 (28-50 мкм)	0,05-0,08	Операція може бути виключена на породах, що не поліруються

**Примітка.** Абразивні матеріали, що використовуються тільки для обробки малоабразивних порід середньої міцності



КЧ - Карбід кремнію чорний, КЗ - Карбід кремнію зелений, їх мікропорошок позначають через М.

### ДОДАТОК В2

#### Рациональна послідовність зміни інструменту при шліфуванні-поліруванні граніту

Операція	Рекомендований інструмент		
	абразивний	з природних алмазів	з синтетичних алмазів
Обдирання	Шліфкруги типу ПП чи ЗП (КЧ чи КЗ 125-80)	-	Алмазна головка АГШ (АС32 400/315, 50%)
Попереднє шліфування	Шліфкруги (КЧ чи КЗ 63-32)	Горцевий збірний круг АПС-2 (А5, А800/630, 50%)	Алмазна головка АГШ (АС15, 250/200, 50%)
Середнє шліфування	Шліфкруги (КЧ чи КЗ 25-12)	АПС-2 (А5, А160/125, 50%)	АГШ (АС15, 100/80, 50%)
Тонке шліфування	Шліфкруги (КЧ чи КЗ 10-5)	-	-
Доводочне шліфування (попереднє лощіння)	Шліфкруги (КЧ чи КЗ М20- М10)	-	АГШ (АСМ 40/28, 50%)
Лощіння	Шліфкруги (КЧ чи КЗ М7-М4)	АПС-2 (А5, А63/50, 75%)	-
Полірування	Повстяні круги з оксидом хрому	-	Алмазна головка АГП (АСМ 40/28, 100%)

### ДОДАТОК В3

#### Рациональна послідовність зміни інструменту при шліфуванні-поліруванні мармуру

Операція	Рекомендований інструмент	
	з природних алмазів	з синтетичних алмазів
Калібрування (грубе шліфування)	Горцеві збірні круги АПС-2 (А5, 630/500, 50%)	шліф головки АГШ (АС15, 315/250, 50%)
Середнє шліфування	АПС-2 (А1, А2 або А3, 100/80, 50%)	АГШ (АС15, 100/80, 50%)
Лощіння	АПС-2 (АМ, 40/28, 100%)	АГШ (АС2, 150%)
Полірування	-	Алмазна головка АГП (АСМ 40/28, 100%)



## ДОДАТОК В4

### Нормативи питомих витрат алмазів для дослідного алмазного інструменту

Операція і інструмент	Питомі витрати алмазів, карат/м <sup>2</sup>
Обдирання граніту алмазними головками	0,80-1,70
Калібрування мармуру алмазними шліфувальними головками	0,02
Полірування мармуру алмазними полірувальними головками	0,15

## ДОДАТОК В5

### Рекомендовані режими шліфування і полірування

Операція	Швидкість обертання інструменту, м/с	Робоча подача,		Глибина зішліфовування за 1 прохід,	Витрата води, л/хв
		поперечна (каретки)	поздовжня (моста)		
Мостові і колінно-важільних верстати					
Обдирання	12-24	2-4	0,05-0,2		10-15
	13-17	3-4	0,05-0,1	0,2	12-14
Попереднє шліфування	12-24	2-4	0,05-0,2	0,15	10-15
Середнє шліфування	20-24	2-4	0,05-0,2		8-10
	13-17	4-6	0,05-0,1	0,03	10-12
Тонке шліфування	20-24 (10-12)	2-4	0,05-0,2	0,01	6-8
Доводочне шліфування	20-24 (10-12)	2-4	0,05-0,2	0,005	6-8
Лощіння	20-24 (10-12)	2-4	0,05-0,2	0,003	6-8
	13-17	4-6	0,05-0,1		10-12
Полірування	8-12	2-3	0,05-0,2	-	8-10
	8-12	2-3	0,03-0,06		8-10
Конвеєрні верстати					
Обливання	20-24	1-2	4-8		10-12
	20-24 (8-12)	(1,5-2)	6-10		
Калібрування					
Попереднє шліфування	25-30	1-2	4-8		
Середнє шліфування	25-30	1-2	4-8		8-10
	20-24 (8-12)	1,5-2	6-10		



Тонке шліфування	25-30	1-2	4-8		
Доводочне шліфування	25-30	0,8-1,6	4-8		
Лощіння	15-20	1-2	4-8		8-10
	8-12	1,5-2	6-10		
Полірування	15-20	1,5-2	4-8		8-10
	8-12	1,5-2	6-10		
Портальні верстати					
Обдирання	950 хв <sup>л</sup>	1,0-1,5		1,0-0,4	
Середнє шліфування	950	1,5-2,0		0,1-0,2	разом
Тонке шліфування	950	1,5-2,0		0,02-0,05	50-70
Лощіння	950	2,0		0,005-0,01	
Полірування	950	2,0		-	8-12

**Примітки: 1.** У чисельнику наведено дані для порід групи гранітів, в знаменнику - для порід групи мармурів, в дужках - дані для інструментів з синтетичних алмазів

**2.** Витрати води при використанні повстяних кругів для полірування складають  $0,02-0,03 \frac{\text{л}}{\text{хв}}$ .

### ДОДАТОК В6

#### Усереднена витрата абразивних брусків БП

Операція	Номер брусків БП	Питома витрата брусків, шт./м <sup>2</sup>
Обдирання	№1	
Попереднє шліфування	№2	1,36
Середнє шліфування	№3	0,62
Тонке шліфування	№4	0,34
Лощіння	№5	0,23
Полірування	№6	0,09



**Усереднена питома витрата абразивних матеріалів і інструменту при обробці каменю**

Матеріал і інструмент	Витрата на одиницю поверхні, що оброблюється	
	мармуру	граніту
Абразивні шліфувальні круги типу ПП з карбиду кремнію на бакелітовій зв'язці діаметром 100-160 мм, шт./м <sup>2</sup>	0,14-0,20	2,0-3,0
Абразивні шліфувальні круги типу ЗП з карбиду кремнію на магnezіальній зв'язці	-	1,5-2,5
Круги повстяні для полірування діаметром 320-400 мм, шт./м <sup>2</sup>	0,008-0,011	0,015-0,017
Порошки полірувальні, кг/м <sup>2</sup> :		
- оксид хрому	-	0,040
- оксид алюмінію	0,040-0,080	-
Полірувальники на синтетичних смолах діаметром 320-400 мм, шт./м <sup>2</sup>	0,005-0,03	-

**Висота приміщень в будівлях, обладнаних мостовими кранами, і відмітка верху консолей колон в будівлях із збірним залізобетонним каркасом**

Проліт будівлі, L, м	Висота приміщення (від відмітки чистого полі до низу несучих конструкцій) незалежно від вантажопідйомності крану, Н, м	Відмітка верху консолей підкранової балки, Н1, м		
		при вантажопідйомності крану, т	при кроці колон	
			t = 6 м	t = 12 м
18; 24	8,4	10	5,2	4,6
18; 24	9,6	10; 20	5,8	5,4
18; 24	10,8	10; 20	7,0	6,6
18; 24; 30	12,6	10; 20; 30	8,5	8,1
18; 24; 30	14,4	10; 20; 30	10,3	9,9
24; 30	16,2	30; 50	11,5	11,1



24; 30	18,0	30; 50	13,3	12,9
--------	------	--------	------	------

ДОДАТОК Г2

**Норми розміщення обладнання**

Операція	Норма
Розпилювання рамне	Однорядне з організацією подовжнього проїзду і розміщенням передавального візка вздовж фронту верстатів
Розпилювання дискове	Дворядне з розташуванням проїзду між фронтами верстатів
Окантування, бучардування	Дворядне з розташуванням проїзду між бічними сторонами верстатів
Шліфування-полірування	Дворядне з розташуванням проїзду між тильними сторонами верстатів; чотирирядне, з розташуванням проїзду між фронтами верстатів

ДОДАТОК Г3

**Відстані між верстатами і від верстатів до стін і колон будівлі**

Найменування розмірів	Позначення	Норма, мм				Ескіз
		Розміри верстатів у плані до, мм				
		800х 1800	2000х 4000	4000х 8000	6000	
Між верстатами по фронту	<i>a</i>	700	900	1500	2000	
Між тильними сторонами верстатів	<i>b</i>	700	800	1200	1500	

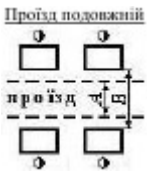



Між верстатами при поперечному розташуванні до проїзду	при розміщенні верстатів в «полиці»	$c$	1300	1500	2000		
	при розміщенні верстатів фронтом один до одного	I верстат, $d$	2000	2500	3000		
	II верстат, $d$	1300	1500	-			
Від стін або колон будівлі	до тильної чи бокової сторони верстата	$e$	700	800	900	1000	
	до фронту верстата	$f$	1300	1500	2000	-	

**Примітка:** 1. Відстані вказані від зовнішніх габаритів верстатів 2. Для верстатів, укомплектованих шафами, пультами і т.д. слід всі виносні вузли включати в габарити верстата



### Розміри магістральних проїздів

Вид транспорту	Вантажопідйомність, т	Норма, мм		Схема проїзду
		Ширина проїзду А мм,	Відстань між верстатами В, мм	
Електровізки (електрокари)	до 1,0	3000	3500	
	до 3,0	3500	4000	
	до 5,0	4000	4500	
Вилкові навантажувачі	до 5,0	3500	4000	
	до 1,0	4000	4500	
	до 1,0	5000	5500	

**Примітка:** магістральні проїзди призначені для міжцехових перевезень з урахуванням можливості двостороннього руху





## ДОДАТОК Г5

### Норми ширини проїздів до відстаней між рядами верстатів при механізованому верхньому і напільному транспорті

Розташування проїзду	Ескіз	Норма В, м, при транспорті						
		мостові крани			вилкові електронавантажувачі			
		розміри виробів, що транспортуються						
		до 800	до 1500	до 3000	характер руху	до 800	до 1500	до 3000
Між тильними сторонами верстатів		2500	3000	4000	Односторонній	3000	3500	4500
Між бічними сторонами верстатів		2500	3000	4000	Двосторонній	4000	4500	5000

## ДОДАТОК Г6

### Норми площ для допоміжних операцій і ремонтно-монтажних робіт

Операції	Норма площі
Розбирання розпиляних ставок, м <sup>2</sup> /станок	12
Пакування плит-заготовок у верстатів (площі проміжного складування), м <sup>2</sup> /станок	10
Набирання плит в касети для операції шліфовки-поліровки, м <sup>2</sup> /станок	12
Розбирання плит з касет, м <sup>2</sup> /станок	12



Комплектація і упаковка готової продукції Продовження ДОДАТКУ Г6  
продукції

Ремонтно-монтажні роботи, м <sup>2</sup>	
<input type="checkbox"/> відділення розпилювання	36
<input type="checkbox"/> відділення розкрою	24
<input type="checkbox"/> відділення шліфовки-поліровки	24
<input type="checkbox"/> відділення бучардування	12

**Примітка:** Площі для ремонтно-монтажних робіт приведені на один верстат. При встановленні декількох верстатів на кожен подальший верстат площа збільшується на 30% відносно наведених.

ДОДАТОК Г7  
**Норми проектування складів сировини і готової продукції**

Найменування показника	Норма на склад	
	сировини	готової продукції
1. Мінімальний термін зберігання, діб	15-30	30
2. Об'єм виробів, що зберігаються на 1 м <sup>2</sup> площі складу, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	2,5	1,0
3. Коефіцієнт, що враховує проходи між штабелями	1,5	1,5
4. Коефіцієнт, що враховує проїзди і площу під шляхами кранів, рейкових візків, проїздами автомобілів, залізничними коліями	1,7	1,3
5. Коефіцієнт використання площі складу	1,2	1,2
6. Коефіцієнт, що враховує різносортність виробів	1,4	1,4
7. Конструктивний тип складу	Відкритий	Закритий, не опалюється
8. Мінімальна ширина	32	24
9. Основа під матеріал, що зберігається	Бетонне	Бетонне



## Список використаних джерел

1. Коробійчук В. В. Обладнання для видобування блочного природного каменю: навч. посібник / В. В. Коробійчук, В. В. Котенко, С. В. Кальчук, Р. В. Соболевський, О. О. Кісель, Г. М. Ломаков. Житомир: ЖДТУ, 2011. 348 с.
2. Бакка М. Т. Обробка природного каменю: навч. посібник / М. Т. Бакка, В. В. Коробійчук, О. А. Зубченко. Житомир: РВВ ЖДТУ, 2006. 438 с.
3. Соболевський Р. В. Сучасні фізико-хімічні методи обробки природного каменю: навч. посібник / Р. В. Соболевський, В. Г. Левицький, В. А. Стріха, В. В. Коробійчук. – 2-ге вид., доп. Житомир: ЖДТУ, 2014. 206 с.
4. Іськов С. С., Левицький В. Г. Проектування каменеобробних підприємств. Методичні вказівки до виконання контрольних робіт для студентів спеціальності 7.05030101 “Розробка родовищ та видобування корисних копалин” (денної та заочної форм навчання). Житомир: ЖДТУ, 2014. 85 с.
5. Бакка М. Т., д.т.н., професор, Кісель О. О., асистент. Основні напрямки зменшення втрат сировини при обробці природного каменю. Вісник ЖДТУ, серія «Технічні науки», випуск № 3 (34). Житомир: ЖДТУ, 2005. 110-114 с. URL: <http://vtn.ztu.edu.ua/article/view/101477> (дата звернення 21.11.2018р.).