

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства  
та природокористування  
Навчально-науковий механічний інститут

Кафедра розробки родовищ та видобування корисних копалин

**02-06-99М**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до практичних робіт із навчальної дисципліни  
«Проектування каменевидобувних та каменеобробних  
підприємств»  
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за  
освітньо-професійними програмами  
спеціальності G16 «Гірництво та нафтогазові технології»  
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано  
науково-методичною радою з якості  
ННМІ  
Протокол № 10 від 19.05.2026 р.

Рівне – 2026

Методичні вказівки до практичних робіт із навчальної дисципліни «Проектування каменевидобувних та каменеобробних підприємств» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійними програмами спеціальності G16 «Гірництво та нафтогазові технології» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Васильчук О. Ю., Бортник П. П., Заєць В. В., Волненко С. О., Семенюк В. В., Трофимчук Ю. В. Рівне : НУВГП, 2026. 52 с.

Укладачі:

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

Бортник П. П., директор ПрАТ «Рафаліваський кар'єр»;

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

Волненко С. О., заступник нач. РКГП ДП «Українська геологічна компанія», головний геолог ТОВ «БУДТРАНС-ЛОГІСТИК», старший викладач кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин;

Семенюк В. В., старший викладач кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин;

Трофимчук Ю. В., асистентка кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин;

Відповідальний за випуск: Корнієнко В. Я., професор, д.т.н., завідувач кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин.

Керівник групи забезпечення спеціальності

Заєць В. В.

© О. Ю. Васильчук, П. П. Бортник,  
В. В. Заєць, С. О. Волненко,  
В. В. Семенюк, Ю. В. Трофимчук, 2026  
© НУВГП, 2026

## Зміст

ст

Вступ.....	4
Практична робота № 1. Вибір технологічної схеми обробки. Визначення потрібної кількості сировини.....	5
Практична робота № 2. Розрахунок процесу розпилювання блоків на плити-заготовки .....	8
Практична робота № 3. Розрахунок процесу шліфування-полірування .....	18
Практична робота № 4. Розрахунок процесу окантування .....	22
Практична робота № 5. Водопостачання і шламове господарство .....	26
Практична робота № 6. Компонування і планування цехів.....	30
Практична робота № 7. Розрахунок чисельності працівників і річного фонду заробітної плати.....	34
Практична робота № 8. Розрахунок вартості основних та оборотних фондів підприємства.....	37
Практична робота № 9. Собівартість продукції. Техніко-економічні показники каменеобробного підприємства.....	40
Додатки.....	44
Список використаних літературних джерел.....	52

## Вступ

Дисципліна «Проектування каменевидобувних та каменеобробних підприємств» присвячена дослідженню фундаментальних принципів організації виробництва. Головною метою є випуск продукції (блоків, слябів чи плит) заданих параметрів якості та обсягу за умов мінімізації собівартості та приведених витрат. Особлива увага приділяється раціональному використанню надр, скороченню втрат сировини та впровадженню технологій безвідходного виробництва.

Курс «Проектування каменевидобувних та каменеобробних підприємств» є профільною дисципліною, що завершує цикл професійної підготовки гірничих інженерів. Вона інтегрує знання, отримані під час вивчення попередніх предметів з розробки родовищ та каменеобробки. Ключове завдання курсу — навчити фахівців практичному впровадженню інноваційних технологій під час будівництва нових або модернізації існуючих промислових об'єктів.

Підсумком освоєння даної дисципліни є формування у майбутнього спеціаліста здатності обирати не лише технічно реалізовані, а й економічно доцільні стратегії розв'язання виробничих завдань. Ці навички системно відпрацьовуються на кожному етапі вивчення курсу.

При підготовці методичних вказівок за основу взято наукові праці Маланчука З. Р., Корнієнка В. Я., Зайця В. В., Васильчука О. Ю., Бондаренка А. О., Гавриша В. С., Бакка М. Т., Бизова В. Ф..

## Практична робота № 1

### Вибір технологічної схеми обробки. Визначення потрібної кількості сировини

**Мета роботи:** навчитися вибирати технологічну схему обробки та визначати необхідну кількість сировини для даного процесу.

#### 1.1. Технологічні цикли виробництва облицювальних плит із високоміцних порід гранітного типу

Вибір технологічної схеми обробки природного каменю базується на обладнанні, яке використовується для обробки, матеріалу та типу готової продукції, яке йде на подальшу реалізацію.

Реалізація **технологічної схеми А** (додаток А, рис. А) передбачає розпилювання за допомогою сталевих штрипсів та вільного абразиву на рамних верстатах із маятниковим ходом рами. Подальша обробка (від калібрування до полірування) виконується на конвеєрних лініях або верстатах мостового чи порталного типу. Завершується цикл окантовкою на алмазно-фрезерному обладнанні. Перевагами методів із застосуванням штрипсів (схеми А, Е, Є) є можливість випуску великогабаритних тонких плит при помірних енерговитратах та широкій номенклатурі виробів.

**Технологічна схема Б** (додаток А, рис. Б) подібна до попередньої, проте базується на використанні алмазних дискових пил. Це забезпечує високу чистоту поверхні зрізу, що суттєво прискорює та здешевлює подальші етапи шліфування й полірування.

**Технологічна схема В** (додаток А, рис. В) відрізняється від вищезгаданих варіантів впровадженням багатоканатного алмазного розпилювання замість штрипсового чи дискового обладнання.

**Технологічна схема Г** (додаток А, рис. Г) базується на використанні ортогональних дискових верстатів. Така технологія дозволяє одночасно здійснювати вертикальні та

горизонтальні підрізи пропили. Ключовими перевагами цього методу (як і схеми Ж) є скорочення виробничого циклу через відсутність потреби в поздовжній окантовці, економія виробничих площ та легкість інтеграції в автоматизовані потокові лінії за рахунок одностадійності процесу.

## **1.2. Технологічні схеми виготовлення облицювальних плит із порід середньої міцності типу мармурів**

**Технологічна схема Д** (додаток Б, рис. Д) застосовується при масовому випуску малогабаритних плит невеликої товщини та включає такі стадії:

-поділ блоків на заготовки завтовшки від 150 до 400 мм за допомогою однодискових розпилювальних верстатів;

-подаляша розбрусовка цих заготовок на бруски на багатодисковому обладнанні;

-розрізання отриманих брусків на облицювальні плити за допомогою багатодискових верстатів;

-фінішна обробка лицьової сторони на шліфувально-полірувальних конвеєрних лініях.

У рамках **технологічних схем Е та Є** (додаток Б, рис. Е, Є) первинне розпилювання блоків на плити-заготовки виконується на рамних верстатах із прямолінійним ходом рами, оснащених штрипсами з алмазним напиленням. Після цього здійснюється розкрій та окантовка плит за заданими габаритами. Абразивна обробка передбачає обробку лише фасадного боку (схема Є) або ж обох поверхонь плити (схема Е).

**Технологічна схема Ж** (додаток Б, рис. Ж) орієнтована на використання мінімального комплекту обладнання та є оптимальною для виробництва продукції з порід середньої міцності, зокрема кольорового мармуру:

-розпилювання блоків проводиться на ортогональних верстатах, що дає змогу отримувати плити потрібної товщини та ширини одразу з цілого блоку (при цьому розмір виробів обмежений діаметром пили в межах 800–1250 мм);

-торцювання та окантовка плит здійснюється на верстатах з автоматизованою подачею робочого інструменту;

-обробка фактури виконується на стрічкових шліфувально-полірувальних конвеєрах або аналогічному

устаткуванні.

### 1.3. Визначення потрібної кількості сировини

Будь-який промисловий об'єкт характеризується певною виробничою потужністю. Під цим терміном розуміють гранично можливий обсяг випуску товарів встановленого асортименту за конкретний проміжок часу (наприклад, рік або місяць). Розрахунок базується на заданому графіку роботи, повному завантаженні парку обладнання та площ, а також впровадженні сучасних технологічних рішень і раціональній організації праці.

Обчислення необхідної кількості сировинних блоків для виконання річного плану з виробництва плит здійснюється за таким алгоритмом:

#### 1. Визначення виходу готових виробів з 1 м<sup>3</sup> сировини

$$W_{\text{п}} = \frac{1000 \cdot k_{\text{вих}}}{b_{\text{пл}} + z_{\text{ном}} + b_{\text{р}} + b_3}, \text{ м}^2/\text{м}^3, \quad (1.1)$$

де  $k_{\text{вих}}$  – показник виходу облицювальних виробів із блоків природного каменю (див. табл. 2.1);;

$z_{\text{ном}}$  – розрахунковий припуск по товщині для фінішної обробки лицьового боку (шар каменю, що видаляється під час шліфування та полірування заготовки). Величина залежить від методу розрізання блоків на сляби: при штрипсовому розпилюванні з використанням дробу приймають  $z_{\text{ном}} = 3$  мм, при використанні алмазного інструменту –  $z_{\text{ном}} = 1$  мм;  $b_{\text{пл}}$  – товщина готової плити, мм (згідно з довідника);  $b_{\text{р}}$  – ширина пропилу (товщина різального органу), мм (згідно з довідника).

Таблиця 1.1

#### Коефіцієнти виходу облицювальних плит з блоків будівельних гірських порід

Гірські породи	$k_{\text{вих}}$
Міцні (граніт, габро, лабрадорит і ін.)	0,8–0,65
Білий мрамур, вапняк, доломіт, травертин, туфи	0,5–0,55
Мрамур кольоровий	0,35–0,40

$b_3$  – загальний розмір зазору в пропилі, мм:

- при використанні алмазних дисків  $b_3 = d/1000$  (де  $d$  – зовнішній діаметр пили, мм);
- для алмазного канатного розпилювання  $b_3$  становить від 0 до 1,0 мм;
- для штрипсових алмазних установок  $b_3 = 0,5$  мм;
- для штрипсового абразивного методу  $b_3 = 2,2d$  (де  $d$  – діаметр дробу).

Для щільних і міцних порід гранітного типу діаметр дробу  $d$  приймають у межах 0,6–1,0 мм, а для порід із меншою міцністю та щільністю – 0,8–1,2 мм.

2. Сумарний об'єм блоків, необхідний для виконання річного плану:

$$V_{\text{П}} = \frac{S_0}{W_n}, \text{ м}^3/\text{рік}, \quad (1.2)$$

де  $S_0$  – річна виробнича потужність підприємства з випуску плит,  $\text{м}^2$ ;

3. Об'єм одиниці стандартного блоку:

$$V_{\text{бл}} = L_0 \cdot B_0 \cdot H_0, \text{ м}^3, \quad (1.3)$$

де  $L_0, B_0, H_0$  – відповідно геометричні параметри блоку (довжина, ширина та висота), м.

4. Загальна кількість блоків, необхідна для забезпечення річної потужності:

$$n_{\text{бл}} = \frac{V_{\text{П}}}{V_{\text{бл}}}, \text{ шт.} \quad (1.4)$$

**Завдання:** Підібрати відповідну технологічну схему обробки каменю та розрахувати необхідну кількість сировини за вихідними даними, які надає викладач.

## Практична робота № 2

### Розрахунок процесу розпилювання блоків на плити-заготовки

**Мета роботи:** навчитися розраховувати основні способи розпилювання блоків на плити-заготовки.

#### 2.1. Розрахунок параметрів штрипсового розпилювання

1. Визначення ширини пропили:

$$b_{\Pi} = b_p + b_z, \text{ мм.} \quad (2.1)$$

2. Розрахунок кількості штрипсів для розкрою блоку на плити товщиною  $b_{\text{пл}}$ :

$$m = \frac{B_0}{b_{\Pi} + b_{\text{пл}} + z_{\text{ном}}} - 1, \text{ шт.}, \quad (2.2)$$

де  $B_0$  – ширина блоку, мм;  $z_{\text{ном}}$  – нормативний припуск по товщині для подальшої обробки лицьової поверхні плити, мм. Для попередніх розрахунків встановлено: при штрипсовому розпилюванні з використанням дроби  $z_{\text{ном}} = 3$  мм, при використанні алмазних штрипсів –  $z_{\text{ном}} = 1$  мм.

3. Максимально можливий річний обсяг виходу продукції після розпилювання (теоретичний):

$$S_T = \frac{1000 \cdot (m + 1) \cdot V_{\Pi}}{B_0}, \text{ м}^2, \quad (2.3)$$

де  $V_{\Pi}$  – розрахований річний об'єм сировинних блоків, м<sup>3</sup>.

4. Фактичний обсяг виходу продукції після завершення операції розпилювання:

$$S_1 = S_T \cdot K_p, \text{ м}^2/\text{рік}, \quad (2.4)$$

де  $K_p$  – коефіцієнт виходу придатної продукції на стадії розпилювання.

Коефіцієнт  $K_p$  приймається залежно від виду сировини:

- для гранітів, габро-діабазів, лабрадоритів та базальтів  $K_p = 0,85$ ;

- для білих сортів мармуру  $K_p = 0,75$ ;

- для кольорових різновидів мармуру  $K_p = 0,6$ .

5. Визначення швидкості різання обладнання:

$$V_p = \frac{2n \cdot L_x}{60}, \text{ м/с}, \quad (2.5)$$

де  $n$  – кількість подвійних ходів пильної рами за одну хвилину;  $L_x$  – повний шлях руху рами (довжина ходу), м;

$$L_x = L_0 + 2l_{\text{хх}}, \text{ м}, \quad (2.6)$$

де  $L_0$  – довжина оброблюваного блоку, м;  $l_{xx}$  – величина холостого переміщення, м.

6. Значення робочої подачі інструменту:

Показник  $S_p$  (м/год) при розрізанні каменю визначається на основі паспортних даних верстата та фізико-механічних властивостей конкретної породи (використовуються дані з довідників).

7. Показник зниження продуктивності, що враховує етапи врізання (запилювання), завершення різу (допилювання) та запобігання розвалу блоку:

$$K_{\text{доп}} = \frac{H_0 - H_{\text{зап}} - H_{\text{доп}} - H_{\text{нед}}}{H_0 - H_{\text{нед}}} + K_{S_3} \frac{H_{\text{зап}}}{H_0 - H_{\text{нед}}} + K_{S_d} \frac{H_{\text{доп}}}{H_0 - H_{\text{нед}}}, \quad (2.7)$$

$$K_{\text{доп}} = \frac{H_0 - H_{\text{зап}} - H_{\text{доп}} - H_{\text{нед}} + K_{S_3} \cdot H_{\text{зап}} + K_{S_d} \cdot H_{\text{доп}}}{H_0 - H_{\text{нед}}}, \quad (2.8)$$

де  $H_0$  – висота блоку, що підлягає розпилюванню, мм;

$H_{\text{зап}}$  – глибина врізання інструменту на початковому етапі (запилювання), мм;  $H_{\text{зап}} = 2/3 \cdot h_{\text{ш}} = 70 - 100$  мм;

$H_{\text{доп}}$  – величина ходу при завершенні розпилу, мм;  $H_{\text{доп}} = 80 - 100$  мм;  $H_{\text{нед}}$  – товщина недопилу в нижній частині блоку для збереження його цілісності, мм;  $H_{\text{нед}} = 0 - 30$  мм;  $h_{\text{ш}}$  – висота штрипсового полотна, мм;  $h_{\text{ш}} = 100 - 160$  мм;  $K_{S_3}$  та  $K_{S_d}$  – коефіцієнти зниження робочої подачі під час початкового та фінального етапів розпилювання відповідно (приймаються в діапазоні 0,40 – 0,5).

8. Технологічна продуктивність обладнання:

$$Q_{\text{тех}} = \frac{L_0 \cdot S_p \cdot (m + 1) \cdot K_{\text{доп}}}{1000}, \text{ м}^2/\text{год}. \quad (2.9)$$

9. Циклова продуктивність верстата:

$$Q_{\text{ц}} = Q_{\text{тех}} \cdot K_{\text{ц}}, \text{ м}^2/\text{год}, \quad (2.10)$$

де  $K_{\text{ц}}$  – коефіцієнт циклової продуктивності, що враховує тип обладнання: для верстатів конвеєрного типу  $K_{\text{ц}} = 0,98 - 1,0$ ; для верстатів, оснащених візками  $K_{\text{ц}} = 0,95 - 0,98$ .

10. Реальна (фактична) продуктивність устаткування:

$$Q_{\phi} = Q_{\text{ц}} \cdot K_{\phi}, \text{ м}^2/\text{год}, \quad (2.11)$$

де  $K_{\phi}$  – показник використання річного фонду робочого часу, що залежить від змінності: - при 2-змінному графіку  $K_{\phi} = 0,9$ ; - при 3-змінному графіку  $K_{\phi} = 0,85$ .

11. Тривалість розпилювання одного завантаження (ставки):

$$T_{\text{тех}} = \frac{H_0}{S_p \cdot K_{\text{доп}} \cdot 1000} \text{ або } T_{\text{тех}} = T_{\text{зап}} + T_{\text{пил}} + T_{\text{доп}}, \text{ год}, \quad (2.12)$$

де  $T_{\text{зап}}$ ,  $T_{\text{пил}}$ ,  $T_{\text{доп}}$  – тривалість етапів врізання, основного розпилювання та завершення різі відповідно, год:

$$T_{\text{зап}} = \frac{H_{\text{зап}}}{S_{\text{зап}}} = \frac{H_{\text{зап}}}{K_{S_{\text{з}}} \cdot S_p}, \text{ год}. \quad (2.13)$$

$$T_{\text{доп}} = \frac{H_{\text{доп}}}{S_{\text{доп}}} = \frac{H_{\text{доп}}}{K_{S_{\text{д}}} \cdot S_p}, \text{ год}. \quad (2.14)$$

$$T_{\text{пил}} = \frac{H_{\text{чист}}}{S_p} = \frac{H_0 - H_{\text{зап}} - H_{\text{доп}} - H_{\text{нед}}}{S_p}, \text{ год}. \quad (2.15)$$

12. Потрібна кількість верстатів:

$$N_p = \frac{S_T}{Q_{\phi} \cdot F} \approx \frac{n_{\text{бл}} \cdot T_{\text{тех}}}{F \cdot K_{\phi}}, \text{ шт}, \quad (2.16)$$

де  $F$  – річний фонд робочого часу при  $n$ -змінній роботі, год., (додаток В, табл. В 1);  $n_{\text{бл}}$  – кількість стандартних блоків, необхідна для забезпечення річної потужності підприємства; Отримане значення округлюється до більшого цілого.

13. Річний обсяг споживання алмазів при використанні штрипсового інструменту:

$$Q_p^a = q_1 \cdot S_T, \text{ карат/рік}, \quad (2.17)$$

де  $q_1$  – питомий показник витрати алмазів на одиницю площі розпилювання, карат/м<sup>2</sup> (згідно з довідника).

14. Склад абразивної суміші та розрахунок витрати дробу:

При використанні методу абразивного розпилювання робоча пульпа зазвичай складається з дробу (20%), води (50%) та шламу (30%). Необхідний обсяг дробу визначається

конструктивними параметрами (товщина та кількість штрипсів), характеристиками каменю, габаритами блоку та швидкістю подачі за формулою:

$$q'_{др} = m \cdot L_x \cdot S \cdot q_{др}, \text{ кг/год}, \quad (2.18)$$

де  $q_{др}$  – норма витрати дробу на одиницю площі, кг/м<sup>2</sup> (додаток В, табл. В 2);  $m$  – загальна кількість задіяних штрипсів, шт.;

$S$  – швидкість опускання пильної рами (робоча подача), м/год.

15. Загальна річна потреба в дробовому абразиві:

$$Q_{др} = q'_{др} \cdot F \cdot N_p = q_{др} \cdot S_T, \text{ кг/рік}. \quad (2.19)$$

Важливо: для отримання точного результату в розрахункову формулу підставляється значення кількості верстатів  $N_p$  до його округлення.

16. Розрахунок річної потреби у штрипсах та гашеному вапні (нормативні показники споживання наведено в додатку В табл. В 2):

$$Q_{шт} = q_{шт} \cdot S_T, \text{ кг/рік}. \quad (2.20)$$

$$Q_{вап} = q_{вап} \cdot S_T, \text{ кг/рік}. \quad (2.21)$$

17. Визначення об'єму відходів (шламу) у процесі розпилювання кам'яних блоків:

$$V_{шт}^p = S_T \cdot (b_p + b_з) = m \cdot (b_p + b_з) \cdot L_0 \cdot H_0 \cdot N_{бл}, \text{ м}^3/\text{рік}. \quad (2.22)$$

## 2.2. Розрахунок параметрів при використанні дискового алмазного обладнання

1. Визначення ширини різку:

$$b_{п} = b_p + b_з, \text{ мм}. \quad (2.22)$$

У разі експлуатації ортогональних верстатів товщина пропилю горизонтальною дисковою пилою розраховується як:

$$b'_{п} = b'_p + b'_з, \text{ мм}. \quad (2.23)$$

2. Обчислення кількості пропилів для поділу блоку на заготовки товщиною  $b_{пл}$ :

$$m = \frac{B_0}{b_{\text{п}} + b_{\text{пл}} + z_{\text{ном}}} - 1, \text{ шт}, \quad (2.24)$$

де  $B_0$  – поперечний розмір (ширина) блоку, мм;  
 $z_{\text{ном}}$  – технологічний припуск товщини для подальшої обробки поверхні плити, мм. Для дискового розпилювання встановлено  $z_{\text{ном}} = 1$  мм.

Для ортогональних верстатів кількість горизонтальних різів (за умови вирівнювання верхньої площини) становить:

$$m = \frac{H_0}{b'_{\text{п}} + h_{\text{пл}}}, \text{ шт}, \quad (2.25)$$

де  $h_{\text{пл}}$  – геометричний параметр плити (ширина або довжина), мм.

3. Теоретично можливий річний обсяг випуску після розпилювання:

$$S_{\text{т}} = \frac{1000 \cdot (m + 1) \cdot V_{\text{п}}}{B_0}, \text{ м}^2, \quad (2.26)$$

де  $V_{\text{п}}$  – розрахунковий річний об'єм сировини, м<sup>3</sup>.

4. Фактичний вихід продукції за результатами операції:

$$S_1 = S_{\text{т}} \cdot K_{\text{р}}, \text{ м}^2/\text{рік}. \quad (2.27)$$

Значення коефіцієнта  $K_{\text{р}}$  залежить від типу каменю: для гранітів, габро, лабрадоритів та аналогічних порід  $K_{\text{р}} = 0,80$ ; для білих сортів мармуру  $K_{\text{р}} = 0,70$ ; для кольорових різновидів мармуру  $K_{\text{р}} = 0,55$ .

5. Показник швидкості різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}, \text{ м/с}, \quad (2.28)$$

де  $D$  – зовнішній діаметр алмазного диска, м;  $n$  – кількість обертів інструмента за хвилину (об/хв). Кількість обертів вибирається за правилами згідно довідника.

6. Коефіцієнт зниження продуктивності, що враховує етапи врізання (запилювання), завершення різу (допилювання) та запобігання розвалу блоку:

$$K_{\text{доп}} = \frac{H_0 - H_{\text{зап}} - H_{\text{доп}} - H_{\text{нед}}}{H_0 - H_{\text{нед}}} + K_{S3} \frac{H_{\text{зап}}}{H_0 - H_{\text{нед}}} + K_{Sд} \frac{H_{\text{доп}}}{H_0 - H_{\text{нед}}},$$

$$K_{\text{доп}} = \frac{H_0 - H_{\text{зап}} - H_{\text{доп}} - H_{\text{нед}} + K_{S_3} \cdot H_{\text{зап}} + K_{S_d} \cdot H_{\text{доп}}}{H_0 - H_{\text{нед}}}, \quad (2.29)$$

де  $H_0$  – висота блоку, що підлягає розпилюванню, мм;  
 $H_{\text{зап}}$  – величина врізання різального органу на початковій стадії (запилювання), мм. Залежно від стану поверхні каменю та способу відокремлення блоку від масиву (алмазно-канатний, буровибуховий тощо), цей показник може варіюватися в межах 30 – 50 мм при глибині проходу  $h$ ;  $H_{\text{доп}}$  – глибина ходу при фінальному розпилюванні, мм; приймають  $H_{\text{доп}} = 80 - 100$  мм;  
 $H_{\text{нед}}$  – товщина недопилу в основі блоку підтримки його цілісності, мм: при використанні алмазних дискових пил  $H_{\text{нед}} = 0 - 10$  мм; при роботі твердосплавним інструментом  $H_{\text{нед}} = 10 - 50$  мм;  $K_{S_3}$  та  $K_{S_d}$  – показники зниження робочої подачі під час початкового та завершального етапів розпилу; зазвичай обираються в інтервалі 0,4 – 0,5.

7. Технологічна продуктивність обладнання при створенні вертикальних прорізів:

$$Q_{\text{тех}} = \frac{60 \cdot h \cdot S_p \cdot (m_1 + 1) \cdot K_{\text{доп}}}{1000}, \text{ м}^2/\text{год}, \quad (2.30)$$

де  $h$  – глибина занурення інструменту за один прохід (додаток В, табл. В 3), мм;  $S_p$  – швидкість робочої подачі при обробці каменю (додаток В, табл. В 3), м/хв;  $m_1$  – кількість різальних інструментів, що працюють одночасно:

- для ортогональних та однодискових верстатів  $m_1 = 1$ ;
- для багатодискових установок  $m_1$  дорівнює фактичній кількості встановлених пил.

### **Розрахунок продуктивності та техніко-економічних показників роботи верстатів**

Технологічна продуктивність ортогональних верстатів при виконанні горизонтальних прорізів ( $Q_{\text{тех.г}}$ ) визначається за формулою:

$$Q_{\text{тех.г}} = \frac{h_z \cdot S_p}{1000}, \text{ м}^2/\text{год}, \quad (2.31)$$

де  $h_r$  – середня глибина підрізання каменю за один прохід (мм), що розраховується як:

$$h_r = \frac{b_n + b_{пл} + z_{ном}}{n}, \text{ мм}, \quad (2.32)$$

де  $n$  – загальна кількість проходів, необхідна для повного підрізання плити (рекомендовано приймати в межах 2–4, залежно від товщини виробу).

#### 8. Фактична продуктивність верстата

Фактичну продуктивність ( $Q_\phi$ ) визначають з урахуванням коефіцієнтів використання обладнання та інших факторів:

$$Q_\phi = Q_{\text{тех}} \cdot K_c \cdot K_\phi, \text{ м}^2/\text{год}. \quad (2.33)$$

#### 9. Розрахунок часу на розпилювання одного блоку

Загальний час розпилювання ( $T_{\text{тех}}$ ) складається з часу на окремі операції (запилювання, розпилювання, допилювання):

$$T_{\text{тех}} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_o \cdot (H_o - H_{\text{нед}})}{60 \cdot K_{\text{дод}} \cdot S \cdot h}, \text{ год.}, \text{ або} \\ T_{\text{тех}} = T_{\text{зап}} + T_{\text{пил}} + T_{\text{доп}}, \text{ год.} \quad (2.34)$$

Деталізація за часом операцій:

Запилювання:

$$T_{\text{зап}} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_o \cdot H_{\text{зап}}}{60 \cdot S_{\text{зап}} \cdot h} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_o \cdot H_{\text{зап}}}{60 \cdot K_{S_3} \cdot S_p \cdot h}, \text{ год.} \quad (2.35)$$

Допилювання:

$$T_{\text{доп}} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_o \cdot H_{\text{доп}}}{60 \cdot S_{\text{доп}} \cdot h} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_o \cdot H_{\text{доп}}}{60 \cdot K_{S_d} \cdot S_p \cdot h}, \text{ год.} \quad (2.36)$$

Розпилювання:

$$T_{\text{пил}} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_o \cdot H_{\text{доп}}}{60 \cdot S_p \cdot h} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_o \cdot (H_o - H_{\text{зап}} - H_{\text{доп}} - H_{\text{нед}})}{60 \cdot S_p \cdot h}, \text{ год.} \quad (2.37)$$

(Примітка:  $S_p$ ,  $S_{\text{зап}}$ ,  $S_{\text{доп}}$  — це величини робочої подачі при розпилюванні, запилюванні та допилюванні відповідно, виражені в м/хв).

#### 10. Необхідна кількість верстатів:

Визначається на основі річного обсягу робіт ( $S_r$ ) та річного фонду часу ( $F$ ):

$$N_p = \frac{S_T}{Q_\phi \cdot F}, \text{ шт.} \quad (2.38)$$

Результат слід округлити до більшого цілого числа.

Додаткові показники

Річна витрата алмазів ( $Q_p^a$ ):

$$Q_p^a = q_1 \cdot S_T, \quad (2.39)$$

де  $q_1$  – питома витрата алмазів (карат/м<sup>2</sup>).

Об'єм шламу ( $V_{\text{ш}}^p$ ):

$$\begin{aligned} V_{\text{ш}}^p &= S_T \cdot (b_p + b_3) \\ &= m \cdot (b_p + b_3) \cdot L_o \cdot H_o \cdot N_{\text{бл}}, \text{ м}^3/\text{рік}. \end{aligned} \quad (2.40)$$

### 2.3. Розрахунок канатного розпилювання

Для визначення показників роботи верстатів канатного пиляння необхідно виконати наступні розрахунки:

1. Визначення ширини пропилу

Ширина пропилу залежить від параметрів інструмента та розраховується за формулою:

$$b_n = b_p + b_3, \text{ мм}, \quad (2.41)$$

де  $b_p$  – ширина пропилу інструментом, мм;  $b_3$  – технологічний зазор (запас), мм.

2. Кількість необхідних пропилів

Щоб розділити блок на плити заданої товщини, визначають кількість пропилів ( $m$ ):

$$m = \frac{B_0}{b_n + b_{\text{пл}} + z_{\text{ном}}} - 1, \text{ шт.}, \quad (2.42)$$

де:  $B_0$  – загальна ширина вихідного блоку, мм;  $z_{\text{ном}}$  – номінальний припуск для подальшої фактурної обробки лицьової поверхні плити, мм.

3. Теоретичний річний обсяг продукції

Теоретично можливий вихід продукції у квадратних метрах за рік розраховується так:

$$S_T = \frac{1000 \cdot (m + 1) \cdot V_{\text{П}}}{B_0}, \text{ м}^2, \quad (2.43)$$

де  $V_{\text{П}}$  – плановий річний обсяг переробки блоків, м<sup>3</sup>.

#### 4. Реальний (фактичний) обсяг продукції

Для отримання реального річного показника виходу готової продукції враховується коефіцієнт втрат або використання обладнання ( $K_p$ ):

$$S_1 = S_T \cdot K_p. \quad (2.44)$$

Коефіцієнт виходу готових виробів ( $K_p$ ) після процесу розпилювання:

Для вивержених порід (таких як граніт, лабрадорит, габро, діорит та базальт) значення становить:  $K_p = 0,85$ . Для білого мрамру показник приймається на рівні:  $K_p = 0,75$ . Для кольорових сортів мрамру коефіцієнт дорівнює:  $K_p = 0,6$ .

#### 5. Показник робочої подачі

Величина швидкості подачі інструменту ( $S_p$ , вимірюється в м/год) визначається виходячи з технічного стану обладнання та фізичних властивостей оброблюваної породи (згідно з даними довідника).

#### 6. Коефіцієнт зниження продуктивності

Цей коефіцієнт враховує втрати часу під час врізання інструменту (запилювання) та залишення недопилу блоку:

$$K_{\text{доп}} = \frac{H_0 - H_{\text{зап}} - H_{\text{нед}}}{H_0 - H_{\text{нед}}} + K_{S3} \frac{H_{\text{зап}}}{H_0 - H_{\text{нед}}}; \quad (2.45)$$

$$K_{\text{доп}} = \frac{H_0 - H_{\text{зап}} - H_{\text{нед}} + K_{S3} * H_{\text{зап}}}{H_0 - H_{\text{нед}}}, \quad (2.46)$$

де  $H_0$  – повна висота блоку (мм);  $H_{\text{зап}}$  – глибина врізання (мм), яка становить від ширини ріжучого елемента ( $b_p$ ) до 30–50 мм (залежно від способу видобутку);  $H_{\text{нед}}$  – величина недопилу (мм), що запобігає розвалюванню блоку, зазвичай 0–30 мм;  $K_{S3}$  – коефіцієнт зменшення подачі під час запилювання (приймається 0,25–0,30).

#### 7. Технологічна продуктивність

$$Q_{\text{тех}} = \frac{L_0 \cdot S_p \cdot (m_1 + 1) \cdot K_{\text{доп}}}{1000}, \text{ м}^2/\text{год}, \quad (2.47)$$

де  $m_1$  – кількість одночасно діючих канатів.

#### 8. Фактична продуктивність

$$Q_{\text{ф}} = Q_{\text{тех}} \cdot K_{\text{ц}} \cdot K_{\text{ф}}, \text{ м}^2/\text{год}, \quad (2.48)$$

де  $K_{\text{ц}}$  – коефіцієнт циклової продуктивності,  $K_{\text{ф}}$  – коефіцієнт використання річного фонду часу.

9. Час на розпилювання одного блоку

$$T_{\text{тех}} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{H_0}{S_p \cdot K_{\text{доп}} \cdot 1000} = T_{\text{зап}} + T_{\text{пил}}, \text{ год}; \quad (2.49)$$

Час запилювання:

$$T_{\text{зап}} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{H_{\text{зап}}}{S_{\text{зап}}} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{H_{\text{зап}}}{K_{\text{СЗ}} \cdot S_p}, \text{ год.}, \quad (2.50)$$

Час власне розпилювання:

$$T_{\text{пил}} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{H_{\text{пил}}}{S_p} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{H_0 - H_{\text{зап}} - H_{\text{нед}}}{S_p}, \text{ год.} \quad (2.51)$$

10. Розрахунок потреби у верстатах

$$N_p = \frac{S_{\text{т}}}{Q_{\text{ф}} \cdot F} \approx \frac{n_{\text{бл}} \cdot T_{\text{мех}}}{F \cdot K_{\text{ф}}}, \text{ шт.} \quad (2.52)$$

*Отриманий результат завжди округлюється до більшого цілого числа.*

11. Річна витрата алмазного канату

$$Q_p^{\text{ак}} = q_{\text{ак}} \cdot S_{\text{т}}, \text{ шт.}; \quad (2.53)$$

де  $q_{\text{ак}} = 0,1 \text{ кг/м}^2$  – показник питомої витрати інструменту.

12. Річний об'єм шламу

$$V_{\text{ш}}^{\text{р}} = S_{\text{т}} \cdot (b_p + b_3) = m \cdot (b_p + b_3) \cdot L_0 \cdot H_0 \cdot N_{\text{бл}}, \text{ м}^3/\text{рік.} \quad (2.54)$$

**Завдання:** Провести розрахунок основних параметрів по одному з методів розпилювання блочного каменю за вихідними даними, які задає викладач.

## Практична робота № 3

### Розрахунок процесу шліфування-полірування

**Мета роботи:** навчитися визначати основні параметри процесу шліфування та полірування поверхні заготовок із блочного каменю.

### Теоретичні відомості

Критеріями для вибору верстата або лінії слугують габарити плит, що надходять на обробку, та їхня загальна кількість. Основні технічні параметри та режими роботи обираються згідно з довідковими даними.

1. Технологічна продуктивність ( $Q_{\text{тех}}$ )

Розраховується однаково як для шліфувально-полірувальних, так і для конвеєрних верстатів:

$$Q_{\text{тех}} = \frac{60 \cdot B_{\text{пл}} \cdot S \cdot K_{\text{заз}}}{1000}, \text{ м}^2/\text{год}, \quad (3.1)$$

де  $B_{\text{пл}}$  – ширина плити (для середньоміцних порід) або ширина слябу/висота блоку (для високоміцних), мм;  $S$  – поздовжня робоча подача верстата або стрічки конвеєра, м/хв;  $K_{\text{заз}}$  – коефіцієнт, що враховує технологічні зазори між плитами (приймається в межах 0,8–0,95).

2. Фактична продуктивність верстата ( $Q_{\text{ф}}$ )

Визначається з урахуванням загальних коефіцієнтів використання обладнання та циклічності:

$$Q_{\text{ф}} = Q_{\text{тех}} \cdot K_{\text{ц}} \cdot K_{\text{ф}}, \text{ м}^2/\text{год}. \quad (3.2)$$

3. Необхідна кількість верстатів

Визначається на основі загальної площі обробки ( $S'$ ) та річного фонду часу ( $F$ ):

$$N_{\text{штп}} = n' \cdot \frac{S'}{Q_{\text{ф}} \cdot F}, \text{ шт}, \quad (3.3)$$

де  $F$  – річний фонд робочого часу при змінній роботі, год;  
 $n'$  – кількість послідовних операцій шліфування-полірування (для конвеєрних ліній при одночасному виконанні всіх операцій  $n' = 1$ );  $S'$  – загальна площа поверхні, що підлягає обробці (залежно від міцності породи  $S_2$  або  $S_1$ ).

*(Результат округлюється до більшого цілого значення).*

4. Річна витрата алмазів ( $Q_{\text{штп}}^{\text{а}}$ )

Для операцій фактурної обробки розраховується за формулою:

$$Q_{\text{штп}}^{\text{а}} = q_3 \cdot S', \text{ карат/рік}, \quad (3.4)$$

де  $q_3$  – питома витрата алмазного інструменту, карат/м<sup>2</sup>.

5. Розрахунок витрат абразивного інструменту за номерами

Витрати абразивів для кожного етапу обробки (від №1 до №6) визначаються окремо:

$$Q_{\text{шп}}^{\text{аб№1}} = q^{\text{№1}} \cdot S', \text{ шт.} \quad (3.5)$$

$$Q_{\text{шп}}^{\text{аб№2}} = q^{\text{№2}} \cdot S', \text{ шт.} \quad (3.6)$$

$$Q_{\text{шп}}^{\text{аб№3}} = q^{\text{№3}} \cdot S', \text{ шт.} \quad (3.7)$$

$$Q_{\text{шп}}^{\text{аб№4}} = q^{\text{№4}} \cdot S', \text{ шт.} \quad (3.8)$$

$$Q_{\text{шп}}^{\text{аб№5}} = q^{\text{№5}} \cdot S', \text{ шт.} \quad (3.9)$$

$$Q_{\text{шп}}^{\text{аб№6}} = q^{\text{№6}} \cdot S', \text{ шт.} \quad (3.10)$$

де  $q^{\text{№1}}, q^{\text{№2}} \dots q^{\text{№6}}$  – питомі витрати абразивного інструменту відповідних номерів, шт./м<sup>2</sup> (згідно з табл. 3.1, 3.2).

Технологічна примітка:

За умови використання сучасних методів розпилювання (індивідуальне гідронатягування штрипсів, якісне канатне або дискове пиляння), якість отриманої поверхні плит дозволяє виключити початкову стадію грубої обробки. У такому разі використання абразивних брусків №1 (обдирання) може не знадобитися.

б. Сумарні витрати абразивного інструменту

Загальна кількість абразивів ( $Q_{\text{шп}}^{\text{аб№1}}$ ) розраховується як сума витрат за всіма номерами інструменту (шт.):

$$Q_{\text{шп}}^{\text{аб}} = (q^{\text{№1}} + q^{\text{№2}} + q^{\text{№3}} + q^{\text{№4}} + q^{\text{№5}} + q^{\text{№6}}) \cdot S', \quad (3.11)$$

або через суму вже обчислених значень:

$$Q_{\text{шп}}^{\text{аб}} = Q_{\text{шп}}^{\text{аб№1}} + Q_{\text{шп}}^{\text{аб№2}} + Q_{\text{шп}}^{\text{аб№3}} + Q_{\text{шп}}^{\text{аб№4}} + Q_{\text{шп}}^{\text{аб№5}} + Q_{\text{шп}}^{\text{аб№6}}. \quad (3.12)$$

Таблиця 3.1

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

Таблиця 3.2

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 карбіду 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 карбіду кремнію на магнезійній зв'язці діаметром 140–190 мм, шт./м <sup>2</sup>	–	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	–

### 7. Розрахунок припусків на обробку

Для обчислення річного об'єму шламу, що утворюється під час шліфування та полірування, необхідно враховувати величину припуску. Припуск – це товщина шару каменю, який знімається з поверхні заготовки для досягнення необхідної якості фактури.

Для наближених розрахунків значення припуску ( $z_{\text{ном}}$ ) приймають залежно від методу попереднього розпилювання:

Після штрипсового дробного розпилювання:  $z_{\text{ном}} = 3$  мм;

Після алмазного розпилювання:  $z_{\text{ном}} = 1$  мм.

### 8. Річний об'єм шламу після фактурної обробки

Загальний об'єм відходів ( $V_{\text{ш}}^{\text{шп}}$ ) у вигляді шламу за рік визначається за формулою:

$$V_{\text{ш}}^{\text{шп}} = S' \cdot z_{\text{пл}}, \text{ м}^3/\text{рік}, \quad (3.13)$$

де  $S'$  – загальна річна площа поверхні, що підлягає обробці,  $\text{м}^2$ ;  
 $z_{\text{пл}}$  – сумарний припуск на операції шліфування та полірування, м.

**Завдання:** Провести розрахунок основних параметрів процесу шліфування та полірування поверхні заготовок із блочного каменю за вихідними даними, які задає викладач

## Практична робота № 4

### Розрахунок процесу окантування

**Мета роботи:** навчитися визначати основні параметри процесу окантування плит-заготовок із блочного каменю.

#### Теоретичні відомості

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

1. Швидкість різання

Швидкість різання ( $V$ ) визначається параметрами інструмента та частотою його обертання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000}, \text{ м/с}, \quad (4.1)$$

де  $D$  – діаметр відрізного диска, мм;  $n$  – частота обертання інструмента, об/хв.

Оптимальні значення швидкості різання:

Для мінімізації зносу алмазного інструменту розрахована швидкість повинна відповідати наступним діапазнам:

Для пористих порід (туфи, вапняки, черепашники, травертини, пісковики): 45–60 м/с.

Для мармурів, мармуризованих вапняків та доломітів: 35–50 м/с.

Для вивержених порід середньої міцності (габро, лабрадорити, базальти, тешеніти, гранодіорити, граніти пониженої міцності): 25–35 м/с.

Для міцних порід (граніти, кварцити): 20–25 м/с.

## 2. Робоча подача та глибина різання

Параметри робочої подачі та глибини різання обираються відповідно до технічних можливостей конкретного обладнання та довідкових даних.

Рекомендується встановлювати максимально можливу глибину різання для даного типу породи, оскільки це дозволяє скоротити час, що витрачається на виконання допоміжних операцій.

*Примітка:* Технологічні режими фрезерування алмазними відрізними кругами зазвичай відповідають режимам окантування. При використанні спеціальних алмазних фрез або профілювальних кругів режими обробки можуть мати специфічні особливості (згідно з довідника).

## 3. Розміри плит після поздовжнього окантування

Після завершення операції поздовжнього окантування заготовки довжина та ширина плит відповідають параметрам:

$$L_{\text{пл0}} = L_0, B_{\text{пл}}, \text{ мм.} \quad (4.2)$$

## 4. Число пропилів при поздовжньому окантуванні

$$m_1 = \frac{H_0}{B_{\text{пл}}} + 1, \text{ шт.} \quad (4.3)$$

## 5. Число пропилів при поперечному окантуванні

Розраховується для заданої довжини плити ( $L_{\text{пл}}$ ):

$$m_2 = \frac{L_0}{L_{\text{пл}}} + 1, \text{ шт.} \quad (4.4)$$

## 6. Довжина робочого ходу інструмента ( $L_i$ )

$$L_i = L_{\text{ок}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}}, \text{ мм.} \quad (4.5)$$

де  $L_{\text{вр}}$  (величина врізання) визначається за формулою:

$$L_{\text{вр}} = \sqrt{D \cdot b_{\text{пл}} - b_{\text{пл}}^2}, \text{ мм,} \quad (4.6)$$

де  $L_{\text{пер}}$  (перебіг інструмента) приймається у межах 0 – 30 мм.

7. Сумарна площа плит-заготовок після окантування ( $S_2$ )

$$S_2 = S_1 \cdot K_{\text{ок}}, \text{ м}^2/\text{рік}, \quad (4.7)$$

де коефіцієнт виходу ( $K_{\text{ок}}$ ): граніти – 0,95; мрамур білий – 0,90; мрамур кольоровий – 0,80.

8. Кількість плит-заготовок ( $z$ )

$$z = \frac{S_1}{H_0 \cdot L_0}, \text{ шт.} \quad (4.8)$$

9. Сумарна площа пропилів при окантуванні ( $S_c$ )

Загальна площа:

$$S_c = S_{c1} + S_{c2}, \text{ м}^2/\text{рік}. \quad (4.9)$$

Поздовжнє окантування:

$$S_{c1} = z \cdot m_1 \cdot b_{\text{пл}} \cdot L_0. \quad (4.10)$$

Поперечне окантування:

$$S_{c2} = z \cdot m_2 \cdot b_{\text{пл}} \cdot B_{\text{пл}} \cdot n_3. \quad (4.11)$$

10. Коефіцієнт зменшення продуктивності через врізання та перебіг ( $K_{\text{дон}}$ )

При поздовжньому окантуванні:

$$K_{\text{дон}21} = \frac{L_0}{L_1}. \quad (4.12)$$

При поперечному окантуванні:

$$K_{\text{дон}22} = \frac{B_{\text{пл}}}{L_2}. \quad (4.13)$$

11. Технологічна продуктивність верстата ( $Q_{\text{тех}}$ )

Розраховується окремо для кожного виду окантування:

При поздовжньому окантуванні:

$$Q_{\text{тех}1} = \frac{60 \cdot b_{\text{пл}} \cdot S \cdot (m'_1 - 1) \cdot K_{\text{дон}21}}{1000}, \text{ м}^2/\text{год}. \quad (4.14)$$

При поперечному окантуванні:

$$Q_{\text{тех2}} = \frac{60 \cdot b_{\text{пл}} \cdot S \cdot (m'_2 - 1) \cdot K_{\text{доп22}}}{1000}, \text{ м}^2/\text{год.} \quad (4.15)$$

де  $m'_1, m'_2$  – кількість дисків, що працюють одночасно:

Для міцних порід (граніт, лабрадорит):  $m'_1 = m'_2 = 1$ .

Для порід середньої та низької міцності (мармур, вапняк):

$$m'_1 = m, m'_2 = m_2$$

12. Фактична продуктивність верстата ( $Q_{\phi}$ )

$$Q_{\phi} = Q_{\text{тех}} \cdot K_{\text{ц}} \cdot K_{\phi}, \text{ м}^2/\text{год.} \quad (4.14)$$

13. Потрібна кількість верстатів ( $N_{\text{ок}}$ )

Визначається залежно від організації техпроцесу. Якщо операції розділені:

Для поздовжнього окантування:

$$N_{\text{ок1}} = \frac{S_{\text{с1}}}{Q_{\phi1 \cdot F}}, \text{ шт.} \quad (4.15)$$

Для поперечного окантування:

$$N_{\text{ок2}} = \frac{S_{\text{с2}}}{Q_{\phi2 \cdot F}}, \text{ шт.} \quad (4.16)$$

Якщо обидві операції виконуються на одному верстаті з поворотним столом:

$$N_{\text{ок}} = \frac{1}{F} \left( \frac{S_{\text{с1}}}{Q_{\phi1}} + \frac{S_{\text{с2}}}{Q_{\phi2}} \right). \quad (4.17)$$

Отримане значення завжди округлюється до більшого цілого числа.

14. Сумарна річна витрата алмазів ( $Q_{\text{ок}}^a$ )

$$Q_{\text{ок}}^a = q_{\text{ок}}^a \cdot S_{\text{с}}, \text{ карат/рік,} \quad (4.18)$$

де  $q_{\text{ок}}^a$  – питома середня витрата алмазів (згідно з довідника).

15. Річний об'єм сухого шламу ( $V_{\text{шл}}^{\text{ок}}$ )

Визначається на основі площі пропилив та їхньої ширини:

$$V_{\text{шл}}^{\text{ок}} = S_{\text{с}} \cdot b_{\text{п}}, \text{ м}^3/\text{рік,} \quad (4.19)$$

де  $b_n$  – ширина пропилу, м.

**Завдання:** Провести розрахунок основних параметрів процесу окантування поверхні заготовок із блочного каменю за вихідними даними, які задає викладач

## Практична робота № 5

### Водопостачання і шламове господарство

**Мета роботи:** навчитися визначати обсяги відходів каменеобробки підприємства та основні параметри обсягів водозабезпечення підприємства з обробки природного каменю.

#### Теоретичні відомості

##### 5.1. Визначення об'єму відходів каменеобробки

1. Обчислення річного показника утворення сколу

Сумарна кількість сколу, який накопичується в результаті обробки кам'яної сировини протягом року, визначається за формулою:

$$S_{ок} = S_T - S_0, \text{ м}^2/\text{рік}. \quad (5.1)$$

2. Розрахунок об'єму сухого шламу

а) Визначення відходів, що виникають під час розпилювання, з урахуванням товщини робочої частини інструменту ( $b_p$ ) та величини технологічних зазорів ( $b_z$ ):

$$V_{ш}^p = S_T \cdot (b_p + b_z) = m \cdot (b_p + b_z) \cdot L_0 \cdot H_0 \cdot N_{бл}, \text{ м}^3/\text{рік}. \quad (5.2)$$

де  $L_0, B_0$  – габаритні розміри блока (довжина та ширина відповідно, м);  $m$  – розрахункова кількість штрипсів або кількість пропилів алмазним диском, необхідна для розділення одного блока на плити визначеної товщини.

б) Розрахунок відходів стадії окантування:

Обсяг шламу, що утворюється під час обрізки країв, розраховується з урахуванням сумарної площі пропилів ( $S_c$ ), товщини ріжучого полотна ( $b_p$ ) та зазорів ( $b_z$ ):

$$V_{\text{шл}}^{\text{ок}} = S_c \cdot (b_p + b_z), \text{ м}^3/\text{рік}. \quad (5.3)$$

в) Визначення обсягів відходів після шліфування та полірування:

Кількість шламу на етапі фінішної обробки визначається за формулою:

$$V_{\text{шл}}^{\text{шп}} = S' \cdot z_{\text{ном}}, \text{ м}^3/\text{рік}, \quad (5.4)$$

де  $S'$  – загальна площа оброблюваної поверхні. Для порід середньої міцності  $S' = S_2$ , для високоміцного каменю  $S' = S_1$ .  $z_{\text{ном}}$  – сумарний номінальний припуск (товщина шару, що видаляється під час полірування), м.

3. Сумарний річний об'єм сухого шламу

Загальна кількість твердих дрібнодисперсних відходів за рік розраховується як сума обсягів на всіх етапах виробництва:

$$V_{\text{шл}} = V_{\text{шл}}^p + V_{\text{шл}}^{\text{ок}} + V_{\text{шл}}^{\text{шп}}, \text{ м}^3/\text{рік}. \quad (5.5)$$

## 5.2. Витрати технічної води

Обсяги споживання води для охолодження інструменту в каменеобробці визначаються згідно з технічними даними обладнання або приймаються орієнтовно за показниками з довідників (за відсутності специфікацій). Процес обробки вимагає дотримання встановлених стандартів якості води. Зокрема, граничний розмір часток в оборотній воді не повинен перевищувати 50 мкм для загальних робіт та 10 мкм для операцій полірування.

1. Сумарні річні потреби технічної води для каменеобробного обладнання

$$\sum U_{\text{рік}} = U_{\text{р,рік}} + U_{\text{шп,рік}} + U_{\text{ок,рік}}, \text{ м}^3/\text{рік}, \quad (5.6)$$

де  $U_{\text{р,рік}}$  – річний обсяг води, необхідний для розпилювання блоків,  $\text{м}^3/\text{рік}$ ;  $U_{\text{ок,рік}}$  – річні витрати води під час операцій окантування,  $\text{м}^3/\text{рік}$ ;  $U_{\text{шп,рік}}$  – річні потреби води для стадій шліфування та полірування,  $\text{м}^3/\text{рік}$ .

2. Укрупнені річні витрати води на розпилювання всіх блоків:

$$U_{p.бл} = m \cdot U_p \cdot F \cdot N_p, \text{ м}^3/\text{рік}, \quad (5.7)$$

де  $U_p$  – погодинна витрата води на одну одиницю робочого інструменту,  $\text{м}^3/\text{рік}$  (згідно з додатку Г, табл. Г 1, табл. Г 2);  $m$  – кількість одночасно працюючих на верстаті пил (штрипсових, дискових або канатних), шт.

3. Укрупнені річні витрати води на операції шліфування-полірування,  $\text{м}^3/\text{год}$ :

$$U_{шп.рік} = m \cdot U_{шп} \cdot F \cdot N_{шп}. \quad (5.8)$$

де  $U_{шп}$  – обсяг споживання води, необхідний для стабільної роботи однієї шліфувальної головки,  $\text{м}^3/\text{рік}$  (визначається за табл. 6.3);  $m$  – кількість шліфувальних головок, які задіяні в роботі одночасно на одному верстаті або конвеєрній лінії.

4. Укрупнені річні витрати води під час окантування,  $\text{м}^3/\text{рік}$ ;

При використанні обладнання для поздовжнього та поперечного окантування:

$$\begin{aligned} U_{ок.рік} &= U'_{ок} \cdot F \cdot \frac{D}{100} \cdot (N_{ок1} \cdot m_1 + N_{ок2} \cdot m_2) = \\ &= U_{ок} \cdot F \cdot (N_{ок1} \cdot m_1 + N_{ок2} \cdot m_2). \end{aligned} \quad (5.9)$$

При використанні багатофункціональних (універсальних) окантувальних верстатів:

$$\begin{aligned} U_{ок.рік} &= U'_{ок} \cdot \frac{D}{100} \cdot \left( \frac{S_{c1}}{Q_{\phi1}} m_1 + \frac{S_{c2}}{Q_{\phi2}} m_2 \right) = \\ &= U'_{ок} \cdot \left( \frac{S_{c1}}{Q_{\phi1}} m_1 + \frac{S_{c2}}{Q_{\phi2}} m_2 \right) \end{aligned} \quad (5.10),$$

де  $U'_{ок}$  – встановлена норма витрати води, необхідна для охолодження кожних 100 мм діаметра відрізного круга (згідно з додатку Г, табл. Г 1),  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

5. Орієнтовне споживання води на місяць

$$U_{міс} = \sum \frac{U_{рік}}{12}, \text{ тм}^3/\text{міс}. \quad (5.11)$$

6. Для первинного відстійника рекомендується встановлювати граничну гідралічну крупність часток, що підлягають осадженню, на рівні  $I_0 = 0,6 \text{ мм/с}$ . Такий показник характерний для каламутних стоків із концентрацією завислих речовин понад 250 мг/л. У такому разі ефективність очищення у

споруді досягатиме 76%.

7. Визначення площі відстійника

$$F = \frac{\alpha \cdot Q_{\pi}}{3,6 \cdot I_0}, \quad (5.12)$$

де  $Q_{\pi}$  – обсяг пульпи, що надходить, м<sup>3</sup>/год;

$$\alpha = \frac{I_0}{I_0 - v_{\text{cp}}/30}, \quad (5.13)$$

при цьому середня швидкість потоку становить

$$v_{\text{cp}} = k \cdot I_0 = 7,5 \cdot I_0. \quad (5.14)$$

8. Визначення ширини відстійника

$$B = \frac{Q_{\pi}}{3,6 \cdot v_{\text{cp}} \cdot H \cdot N}, \text{ м}, \quad (5.15)$$

де  $H$  – середній показник глибини в зоні осадження (приймається рівним 2–3 м);  $N$  – загальна кількість відстійників у системі.

9. Визначення довжини відстійника

$$L = \frac{F}{B \cdot N}, \text{ м}. \quad (5.16)$$

10. Розрахунок періодичності очищення відстійника при глибині  $H_{\text{від}}$

$$t_0 = \frac{V_{\text{від}}}{V_{\text{шл}}} = \frac{F \cdot H_{\text{від}}}{V_{\text{шл}}}, \text{ роки}. \quad (5.17)$$

На виробничих об'єктах процедуру очищення шламовідстійника необхідно проводити щомісяця.

11. Проектування та розрахунок параметрів вторинного відстійника здійснюється за тією ж методикою, що й для первинного, з урахуванням відповідних показників витрати пульпи та гідравлічної крупності часток.

Використання води для технологічних процесів обробки каменю допускається лише у разі, якщо фактичний вміст твердих часток у ній не перевищує нормативні значення, наведені у табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Вміст твердих частинок у воді, мг/л

Розпилювання вільним абразивом	2000
Розпилювання алмазним інструментом	500

Окантування – розкрій	500
Шліфування – полірування	300

**Завдання:** Провести розрахунок обсягів відходів каменеобробки підприємства та основні параметри обсягів водозабезпечення підприємства з обробки природного каменю, за вихідними даними, які задає викладач.

## Практична робота № 6

### Компонування і планування цехів

**Мета роботи:** навчитися підбирати транспорт для перевезення готової продукції та геометричних параметрів приміщення для обробки природного каменю та складування готової продукції.

### Теоретичні відомості

#### 6.1. Вибір внутрішньоцехового транспорту

Ефективним методом подачі масивних блоків на розпилювання вважається їхнє переміщення на верстатних візках безпосередньо з майданчиків зберігання сировини за допомогою передавального візка (електролафета). Електролафет рухається по рейках вздовж лінії розпилювальних верстатів за допомогою лебідок. Така система здатна забезпечити роботу до 30 штрипсових верстатів (при роботі з дробом) або до 10 одиниць алмазно-штрипсового та дискового обладнання для обробки порід низької та середньої міцності.

Вантажопідйомність верстатних візків, залежно від моделі основного обладнання, варіюється в межах 20–60 тонн. Завантаження кам'яних блоків на ці візки здійснюється крановим господарством. Використання такої логістичної моделі дозволяє завчасно формувати чергу (ставки) блоків для розпилювання, що суттєво мінімізує простої верстатів під час операцій із заміни вантажів.

Якщо каменеобробний цех не обладнаний передавальним візком, завантаження блоків на верстатні візки виконується мостовими або стріловими кранами безпосередньо в робочій зоні цеху або назовні, перед заїздом візка до розпилювального

верстата.

Для визначення загальної чисельності візків використовується наступна формула:

$$n_{\text{віз}} = n_{\text{вер}} \cdot (1 + T_{\text{фс}} + T_{\text{рс}} T_{\text{тех}} \cdot k_3), \text{ шт}, \quad (6.1)$$

де  $n_{\text{вер}}$  – кількість блоків у ставці, шт.;  $T_{\text{фс}}$  – час, необхідний для вирівнювання постелі та формування ставки (зазвичай 1,5–2 години для ставки з 2–3 блоків);  $T_{\text{рс}}$  – тривалість транспортування візка до пункту розбирання та безпосередньо розбирання ставки;

$T_{\text{тех}}$  – середній час, що витрачається на розпилювання блоків у ставці;  $k_3$  – коефіцієнт запасу (для граніту становить 1,25; для порід середньої та низької міцності – 2).

Для орієнтовних розрахунків допускається приймати 1 візок на верстат при обробці міцних порід та 2 візки на одиницю обладнання для порід середньої міцності.

Норма забезпечення техніки: приймається розрахунок: 1 електронавантажувач на кожні 2 розпилювальні верстати та додатково 1 одиниця техніки для обслуговування складу готової продукції.

На складах відкритого типу для здійснення вантажних операцій застосовують мостові або козлові крани, тоді як у закритих складських приміщеннях встановлюють виключно мостові крани. Показник мінімальної вантажопідйомності козлового крана, необхідний для роботи з блоками сировини (розвантаження, завантаження та внутрішнє переміщення), обчислюється за формулою:

$$Q_{\text{min}} = \rho \cdot V_{\text{бл}}, \text{ т}, \quad (6.2)$$

де  $\rho$  – питома (об'ємна) вага кам'яної породи, що підлягає обробці, кг/м<sup>3</sup>;  $V_{\text{бл}}$  – фізичний об'єм окремого сировинного блока, м<sup>3</sup>.

## 6.2. Визначення площ приміщень

Висота до головки підкранової балки ( $H_1$ ) розраховується за наступною схемою:

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (6.3)$$

де  $h_1$  – максимальна висота обладнання з урахуванням крайніх положень його рухомих частин (має бути не менше 2,3 м);  
 $h_2$  – мінімальний зазор між обладнанням та вантажем, що транспортується (приймається не менше 400 мм);  $h_3$  – висота вантажів, які переміщуються;  $h_4$  – висота самого крана.

На основі розрахованої величини  $H_1$  та даних додатку Е табл. Е 1 визначається підсумкова мінімальна висота прольоту  $H$ .

Склад блоків (сировини): розміщується на відкритому бетонному майданчику.

Склад готових виробів: облаштовується в закритому неопалюваному корпусі з бетонною підлогою. Ширина прольоту такого приміщення має відповідати ширині виробничого цеху, але бути не меншою за 24 м.

Розрахункові показники: Середня тривалість зберігання матеріалів та товарів на складах визначається згідно з додатку Е табл. Е 2. Розрахунковий обсяг готової продукції, що одночасно перебуває на складі, повинен бути не меншим за місячну норму продуктивності заводу.

2. Сукупний об'єм блоків, що знаходяться на сировинному складі

$$V_c = \frac{T_c \cdot V_I}{365}, \text{ м}^3. \quad (6.4)$$

3. Сукупний об'єм плити, що зберігається на складі готової продукції

$$V_{ГП} = \frac{T_{ГП} \cdot b_{пл} \cdot S_0}{365}, \text{ м}^3, \quad (6.5)$$

де  $T_c$  та  $T_{ГП}$  – середні терміни зберігання блоків (сировина) та плити (готова продукція) відповідно, виражені в добах.

4. Визначення площі сировинного складу з урахуванням коригуючих коефіцієнтів

$$S_c = V_c \cdot \frac{k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_B}{k_1}, \text{ м}^2, \quad (6.6)$$

У цій формулі використовуються такі показники (згідно з додатку Е табл. Е 2):

$k_1$  – об'єм продукції, що припадає на 1 м<sup>2</sup> корисної площі складу,  $\frac{\text{м}^3}{\text{м}^2}$ ;  $k_2$  – коефіцієнт, що враховує проходи між штабелями;

$k_3$  – коефіцієнт, що враховує площі під залізничними та автомобільними проїздами, шляхами кранів та візків;  
 $k_4$  – коефіцієнт, що враховує різноманітність асортименту виробів;  $k_B$  – коефіцієнт ефективності використання загальної площі.

5. Визначення площі складу готової продукції з урахуванням поправок

$$S_{ГП} = V_{ГП} \cdot \frac{k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_B}{k_1}, \text{ м}^2. \quad (6.7)$$

6. Параметри складу інструментів та оснащення

Площа даного підрозділу приймається як 5 % від загальної площі виробничих цехів (зони, зайнятої верстатами):

$$S_{ІП} = 0,05 \cdot S_{ВП}, \text{ м}^2. \quad (6.8)$$

Розміщення допоміжних приміщень:

Побутові та адміністративно-технічні зони розташовують або в прибудовах до головного корпусу, або в окремих будівлях (у такому разі створюються утеплені переходи). Прибудови найчастіше розміщують з торця будівлі, що оптимізує рух персоналу вздовж прольотів і запобігає перетину людських потоків із технологічними. Варіант розміщення вздовж крайнього прольоту використовується рідше через обмеження для майбутнього розширення цеху та погіршення природного освітлення.

7. Площа адміністративних приміщень розраховується на основі нормативів: 3,25 м<sup>2</sup> на одного службовця та 5 м<sup>2</sup> на одного інженерно-технічного працівника:

$$S_{АП} = 3,25 \cdot n_{SL} + 5 \cdot n_{ІП}, \text{ м}^2. \quad (6.9)$$

8. Площа побутових приміщень визначається з розрахунку 3 м<sup>2</sup> на кожного працівника (основного, допоміжного та обслуговуючого персоналу):

$$S_{П} = 3 \cdot (n_{ІР} + n_{АР} + n_{ПП}), \text{ м}^2. \quad (6.10)$$

9. Сумарна площа цеху з урахуванням складів інструменту

та готових виробів:

$$S_{\text{ОББ}} = S_{\text{АП}} + S_{\text{П}} + S_{\text{ГП}}, \text{ м}^2. \quad (6.11)$$

10. Загальна площа цеху, включаючи побутові та адміністративні блоки:

$$S_{\text{ЦЕХ}} = S_{\text{ОББ}} + S_{\text{АП}} + S_{\text{П}}, \text{ м}^2. \quad (6.12)$$

11. Розрахункова довжина цеху:

$$L_0 = \frac{S_{\text{ЦЕХ}}}{L}, \text{ м}, \quad (6.13)$$

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

**Завдання:** Провести розрахунок основних параметрів компонування і планування цеху для обробки природного каменю та складів для зберігання готової продукції.

## Практична робота № 7

### Розрахунок чисельності працівників і річного фонду заробітної плати

**Мета роботи:** навчитися визначати основну кількість працівників каменеобробного підприємства та річний фонд заробітної плати.

### Теоретична частина

#### 7.1. Розрахунок чисельності працівників

Під час техніко-економічного обґрунтування проектів зазвичай використовують укрупнені методи обчислення кількості персоналу. Отримані дані підлягають коригуванню на наступних етапах проектування, коли уточнюється структура цеху, схема управління та план розстановки обладнання.

Обчислення чисельності основних робітників базується на таких чинниках:

- встановлений графік (режим) роботи підприємства;
- раціональна розстановка персоналу по робочих місцях;
- максимально ефективне використання робочої зміни;

○ можливість суміщення декількох професій одним працівником;

○ специфіка компонування верстатів у виробничих приміщеннях.

Результати розрахунку оформлюються у табличному вигляді (табл. 7.1), спираючись на фактичну кількість одиниць обладнання та нормативи з довідника.

1. Загальна чисельність основних робітників  $K_0$

$$K_0 = n_{з\text{м}1} \cdot (K_1 + K_2 + \dots + K_i) + n_{з\text{м}2} \cdot (K_1 + K_2 + \dots + K_j) + n_{з\text{м}3} \cdot (K_1 + K_2 + \dots + K_m), \text{чол.} \quad (7.1)$$

де  $n_{з\text{м}}$  – кількість робочих змін обладнання протягом доби ( $n_{з\text{м}1} = 1, n_{з\text{м}2} = 2, n_{з\text{м}3} = 3$ ).

Додатково проводиться розрахунок кількості працівників за відповідними кваліфікаційними розрядами.

2. При укрупненому проектуванні кількість допоміжних робітників  $K_{\text{доп}}$  встановлюється в межах 18–24% від числа основних робітників. Під час детального проектування їхню чисельність визначають за нормами обслуговування або відповідно до трудомісткості запланованих робіт.

3. Чисельність молодшого обслуговуючого персоналу  $K_{\text{моп}}$  становить 2–3% від загальної кількості основного та допоміжного персоналу. Також розрахунок можна проводити за нормою: один працівник на 500–600 м<sup>2</sup> площі адміністративних та побутових приміщень.

4. Кількість інженерно-технічних працівників  $K_{\text{ітп}}$  приймається в обсязі 9–11% від сумарної чисельності основних та допоміжних робітників. При проведенні точних розрахунків чисельність ІТП уточнюється згідно зі структурою управління цехом; при цьому 70% фахівців цієї категорії мають працювати в першу зміну.

5. Чисельність службовців  $K_{\text{сл}}$  становить 5% від кількості основних і допоміжних робітників.

6. Підсумкова чисельність штату:

$$K_{\text{заг}} = K_0 + K_{\text{доп}} + K_{\text{моп}} + K_{\text{ітп}} + K_{\text{сл}}, \text{чол.} \quad (7.2)$$

## 7.2. Розрахунок річного фонду заробітної плати

1. Річний фонд оплати праці основних (виробничих) робітників:

$$З_о = N \cdot T_c \cdot \Sigma(K_i \cdot t_i), \text{ грн.} \quad (7.3)$$

де  $N$  – число робочих днів у році;  $T_c$  (або  $T_{зм}$ ) – тривалість робочої зміни, год.;  $K_i$  – кількість основних робітників певного ( $i$  – го) розряду;  $t_i$  – годинна тарифна ставка для відповідного розряду, грн/год.

2. Додаткова заробітна плата основних робітників  $З_{до}$  встановлюється в розмірі 18–25% від основної зарплати.

3. Загальний фонд оплати праці основних робітників:

$$З_{о,р} = З_о + З_{до}, \text{ грн.} \quad (7.4)$$

4. Річний фонд зарплати допоміжних робітників (при середній ставці III розряду):

$$З_{доп} = N \cdot T_c \cdot K_{доп} \cdot t_{III}, \text{ грн.} \quad (7.5)$$

5. Річний фонд зарплати молодого обслуговуючого персоналу (МОП) при місячному окладі на рівні мінімальної заробітної плати:

$$З_{моп} = 12 \cdot З_{м.моп} \cdot K_{моп}, \text{ грн.} \quad (7.6)$$

6. Заробітна плата ІТП та службовців визначається як 25% від фонду оплати праці основних робітників:

$$З_{ітп+сл} = 0,25 \cdot З_{о,р}, \text{ грн.} \quad (7.7)$$

7. Доплата для інженерно-технічних працівників (ІТП) та службовців:

$$З_{д,ітп+сл} = (0,18 \div 0,25) \cdot З_{ітп+сл}, \text{ грн.} \quad (7.8)$$

8. Повний фонд заробітної плати для ІТП та службовців:

$$З_{\Sigma ітп+сл} = З_{ітп+сл} + З_{д,ітп+сл}, \text{ грн.} \quad (7.9)$$

9. Загальний річний фонд оплати праці всіх категорій персоналу (основні, допоміжні робітники, МОП, ІТП та службовці):

$$З = З_{о,р} + З_{доп} + З_{моп} + З_{\Sigma_{ІТП+сл}}, \text{ грн.} \quad (7.10)$$

**Завдання:** Визначити основну кількість працівників каменеобробного підприємства та річний фонд заробітної плати за вихідними даними, які задає викладач.

### Практична робота № 8

#### Розрахунок вартості основних та оборотних фондів підприємства

**Мета роботи:** навчитися визначати вартість основних та оборотних фондів каменеобробних підприємств.

#### Теоретичні відомості

##### 8.1. Розрахунок вартості сировини

Загальна вартість блоків: Визначається як добуток необхідної річної кількості сировини ( $V_{\delta}$ ) на вартість  $1 \text{ м}^3$  ( $P_{\delta a}$ ):

$$B_{\delta} = V_{\delta} \cdot P_{\delta a}, \text{ грн.} \quad (8.1)$$

Диференційована вартість: Якщо використовуються блоки різних груп за об'ємом або з різних родовищ, вартість обчислюється як сума витрат по кожній групі:

$$B_{\delta} = \sum (V_{\delta i} \cdot P_{\delta a i}), \text{ грн.} \quad (8.2)$$

Вартість купованих слябів: Розраховується як сума добутоків площі придбаних слябів ( $S_{слі}$ ) на вартість  $1 \text{ м}^2$  ( $P_{слі}$ ) для кожного родовища:

$$B_{сл} = \sum (S_{слі} \cdot P_{слі}), \text{ грн.} \quad (8.3)$$

##### 8.2. Розрахунок вартості електроенергії

Силовa електроенергія ( $B_{се}$ ): Враховує вартість  $1 \text{ кВт}\cdot\text{год}$  ( $S_1 = 0,53 \text{ грн}$ ), коефіцієнт недовантаження двигунів ( $K_n =$

0,8 – 0,85), коефіцієнт завантаження ( $\eta_3 = 0,85$ ), річний фонд часу ( $T_i$ ), потужність ( $P_i$ ) та кількість верстатів ( $n_i$ ):

$$B_{ce} = S_1 \cdot K_n \cdot \eta_3 \cdot \Sigma(T_i \cdot P_i \cdot n_i), \text{ грн.} \quad (8.4)$$

Освітлення ( $B_{осв}$ ): Залежить від питомої потужності на 1 м<sup>2</sup> ( $r = 0,02 - 0,022 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$ ), загальної площі приміщень ( $S_{заг}$ ) та річного фонду робочого часу при двозмінному режимі ( $T_2$ ):

$$B_{осв} = S_1 \cdot r \cdot S_{заг} \cdot T_2, \text{ грн.} \quad (8.5)$$

Загальна вартість:

$$B_{ел} = B_{ce} + B_{осв}. \quad (8.6)$$

### 8.3. Розрахунок вартості інструменту

Вартість інструменту ( $P_{ін}$ ) складається з витрат на різних етапах обробки:

Алмазний інструмент (шліфування, полірування, окантування): Базується на вартості 1 карату алмазів ( $P_{алм}$ ) та їх споживанні ( $Q_{ал}^s + Q_{ал}^o$ ):

$$B_{ал.1} = (Q_{ал}^s + Q_{ал}^o) \cdot P_{алм}, \text{ грн.} \quad (8.7)$$

Абразивний інструмент: Сума витрат на абразивні бруски різних номерів:

$$B_{аб.1} = \sum Q_{абі}^s \cdot P_{абі}^s, \text{ грн.} \quad (8.8)$$

#### Інструмент для розпилювання:

Алмазний (штрипсове/дискове):

$$B_{ал.2} = Q^{кп} * P_{ал}, \text{ грн.} \quad (8.9)$$

Алмазний канат:

$$B_{ал} = Q_p^{кд} * P_{ак}, \text{ грн.} \quad (8.10)$$

Вільний абразив (штрипсове): Враховує вартість дробу ( $P_{др}$ ), штрипсів ( $P_{шт}$ ) та вапна ( $P_{вап}$ ):

$$B_{аб.2} = Q_{др} \cdot P_{др} + Q_{шт} \cdot P_{шт} + Q_{вап} \cdot P_{вап}, \text{ грн.} \quad (8.11)$$

Абразивний канат:

$$B_{аб.2} = Q_K * P_K + Q_p^{аб} * P_{аб}, \quad (8.12)$$

де  $P_{аб}$  – вартість піску або карбїду кремнію.

Підсумкова вартість:

$$P_{ін} = B_{ал.1} + B_{ал.2} + B_{аб.1} + B_{аб.2}. \quad (8.13)$$

#### 8.4. Розрахунок вартості води

Вартість технічної води ( $P_{в.т}$ ): Використовується для виробничих потреб верстатів.

$$P_{в.т} = S_{в.т} \cdot U_{в.р} \cdot k_{об}, \text{ грн,} \quad (8.14)$$

де  $S_{в.т}$  – ціна 1 м<sup>3</sup> технічної води (1,8 грн/м<sup>3</sup>);  $U_{в.р}$  – річний обсяг споживання води верстатами (м<sup>3</sup>/рік);  $k_{об}$  – коефіцієнт оборотності води (приймається рівним 0,2).

Вартість питної води ( $P_{в.п}$ ): Розраховується для забезпечення персоналу.

$$P_{в.п} = N_{дн} \cdot S_{в.п} \cdot K_{заг} \cdot U_{н}, \text{ грн,} \quad (8.15)$$

де  $N_{дн}$  – кількість робочих днів на рік;  $S_{в.п}$  – ціна 1 м<sup>3</sup> питної води (2,35 грн/м<sup>3</sup>);  $U_{н}$  – норма споживання на одного працівника за зміну (0,025 м<sup>3</sup>/зміну).

Повна річна вартість води:

$$P_{в} = P_{в.т} + P_{в.п}, \text{ грн.} \quad (8.16)$$

#### 8.5. Розрахунок вартості допоміжних матеріалів

Вартість тари ( $P_{д.м}$ ): Розраховується на основі витрат на пакувальний папір та виготовлення ящиків.

$$P_{д.м} = S_o \cdot (0,05 \cdot P_{об.г.п} + 0,02 \cdot P_{п.м}), \text{ грн,} \quad (8.17)$$

де  $S_o$  – теоретична річна продуктивність підприємства з випуску плит ( $\text{м}^2/\text{рік}$ );  $P_{\text{обг.п}}$  – вартість обгорткового паперу (1,67 грн/кг);  $P_{\text{п.м}}$  – вартість пиломатеріалів для ящиків ( $150 \text{ грн}/\text{м}^3$ ).

### 8.6. Розрахунок інших витрат

Для повної економічної оцінки враховуються додаткові щорічні експлуатаційні та соціальні витрати:

Утримання приміщень ( $P_{\text{утр.б}}$ ): 3% від вартості виробничих будівель та споруд.

Збереження інструментів ( $P_{\text{зб.ін}}$ ): Фіксована сума — 50 грн на кожного основного робітника на рік.

Поточний ремонт споруд ( $P_{\text{пот.р}}$ ): Від 1% до 4% від вартості об'єктів.

Ремонт приладдя та оснастки ( $P_{\text{рем.осн}}$ ): 5% від їхньої вартості.

Охорона праці ( $P_{\text{оп}}$ ): Витрати в межах 50–100 грн на кожного працівника.

Сумарна величина додаткових витрат:

$$P_{\text{дод}} = P_{\text{утр.б}} + P_{\text{зб.ін}} + P_{\text{пот.р}} + P_{\text{рем.осн}} + P_{\text{оп}}, \text{ грн. (8.18)}$$

**Завдання:** визначити вартість основних та оборотних фондів каменеобробних підприємств за вихідними даними, які задає викладач.

## Практична робота № 9

### Собівартість продукції. Техніко-економічні показники каменеобробного підприємства

**Мета роботи:** навчитися визначати основні фінансові результати та техніко-економічні показники каменеобробного підприємства.

### Теоретичні відомості

Собівартість продукції — це сукупні грошові витрати на підготовку та випуск виробів. Вона включає витрати на відтворення всіх факторів виробництва: засобів праці, сировини, робочої сили та природних ресурсів.

## Алгоритм розрахунку фінансових результатів

Валовий прибуток (збиток) (ВП):

Розраховується як різниця між чистим доходом від реалізації продукції та її собівартістю:

$$\text{ВП} = \text{ЧД} - \text{СВ}, \text{ грн.} \quad (9.1)$$

Прибуток (збиток) від операційної діяльності ( $\text{ФР}_{\text{од}}$ ):

Визначається як алгебраїчна сума валового прибутку, іншого операційного доходу, адміністративних витрат, витрат на збут та інших операційних витрат:

$$\text{ФР}_{\text{од}} = \text{ВП} + \text{ЮД} - \text{АВ} - \text{ВЗ} - \text{ЮВ}, \text{ грн.} \quad (9.2)$$

Прибуток (збиток) від звичайної діяльності до оподаткування ( $\text{ФР}_{\text{зд}}$ ):

Це сума результату від операційної діяльності, а також фінансових та інших доходів за вирахуванням фінансових та інших витрат:

$$\text{ФР}_{\text{зд}} = \text{ФР}_{\text{од}} + \text{ФД} + \text{ІД} - \text{ФВ} - \text{ІВ}, \text{ грн.} \quad (9.3)$$

Податок на прибуток ( $\text{П}_{\text{зд}}$ ):

Розраховується від прибутку звичайної діяльності до оподаткування за відповідною ставкою ( $\text{С}_{\text{пп}}$ ):

$$\text{П}_{\text{зд}} = \text{ФР}_{\text{зд}} \cdot \text{С}_{\text{пп}} 100\%, \text{ грн.} \quad (9.4)$$

Історичні ставки податку згідно з документом:

- з 01.01.2012 по 31.12.2012 — 21%;
- з 01.01.2013 по 31.12.2013 — 19%;
- з 01.01.2014 — 16%.

Прибуток від звичайної діяльності (ПЗД):

Визначається як різниця між прибутком до оподаткування та сумою нарахованого податку:

$$\text{ПЗД} = \text{ФР}_{\text{зд}} - \text{П}_{\text{зд}}, \text{ грн.} \quad (9.5)$$

Чистий прибуток (збиток) (ЧП):

Це кінцевий результат, що враховує прибуток від звичайної діяльності, а також надзвичайні доходи та витрати (за вирахуванням податків на них):

$$\text{ЧП} = \text{ПЗД} + \text{НД} - \text{НВ} - \text{П}_{\text{нд}}, \text{ грн.} \quad (9.6)$$

### Техніко-економічні показники роботи підприємства

1. Продуктивність праці на одного основного робітника (в натуральній формі):

$$\text{П}_{\text{г.н}} = \frac{S_0}{K_i}, \text{ м}^2/\text{чол.} \quad (9.7)$$

2. Продуктивність праці на одного працівника (в натуральній формі):

$$\text{П}_{\text{г.заг}} = \frac{S_0}{K_{\text{заг}}}, \text{ м}^2/\text{чол.} \quad (9.8)$$

3. Енергоємність виробництва продукції:

$$E_{\text{вир}} = \frac{B_{\text{ел}}}{S_0 \cdot S_1}, \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2. \quad (9.9)$$

де  $S_1$  – вартість 1 кВт·год силової електроенергії ( $S_1 = 0,53$  грн/кВт·год).

4. Матеріалоємність 1 м<sup>2</sup> виробу:

$$M = \frac{\sum P_{\text{ін}}}{S_0}, \text{ грн}/\text{м}^2. \quad (9.10)$$

5. Питомі амортизаційні витрати:

$$A_{\text{від}} = \frac{A}{S_0}, \text{ грн}/\text{м}^2. \quad (9.11)$$

6. Собівартість виробництва облицювальних плит:

Технологічна собівартість (СТ).

Цехова (виробнича) собівартість (СВ).

7. Виручка від реалізованої продукції за рік:

$$\text{ВР} = \text{Ц}_{\text{пр}} \cdot S_0, \text{ грн.} \quad (9.12)$$

де  $\text{Ц}_{\text{пр}}$  – ціна 1 м<sup>2</sup> реалізованої продукції (грн/м<sup>2</sup>).

8. Чистий прибуток (збиток):

Позначається як ЧП.

9. Рентабельність підприємства:

$$P = \frac{\text{ЧП}}{\sum B} \cdot 100\%, \quad (9.13)$$

де  $\sum B$  – сума усіх витрат на виробництво продукції.

Техніко-економічні показники каменобробного цеху зводяться в підсумкову таблицю 9.1.

Таблиця 9.1

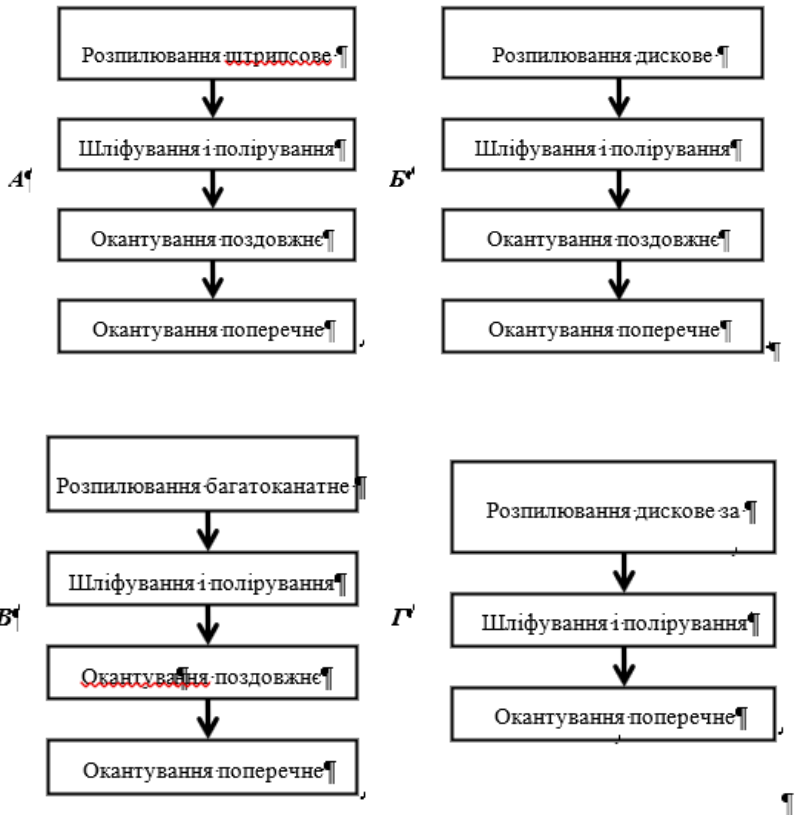
**Техніко-економічні показники каменобробного цеху**

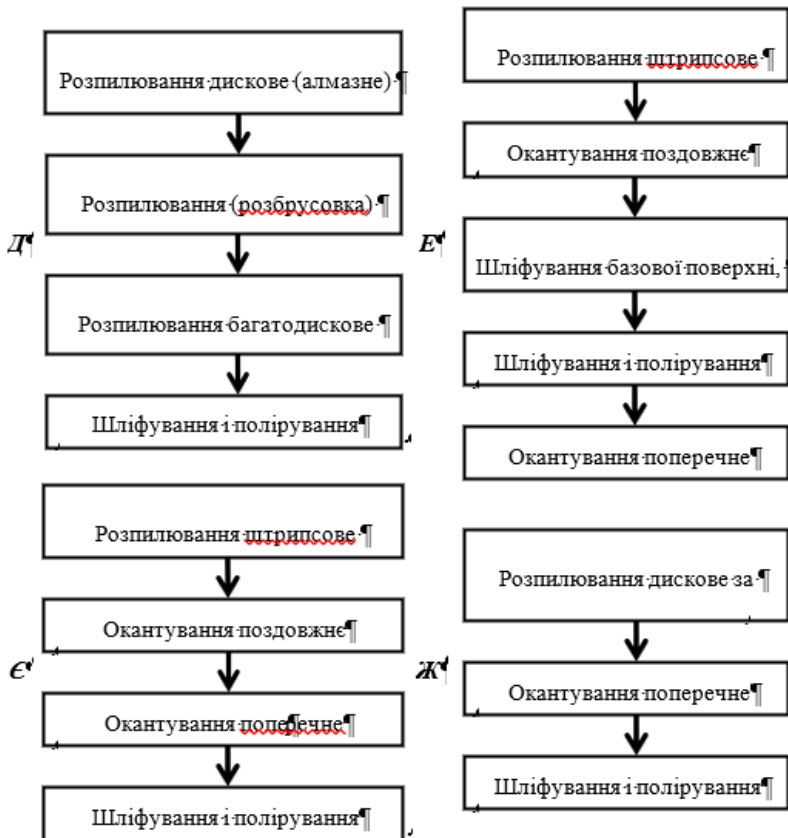
№ п/п	Показники	Одиниця вимірювання	Величина
1	Річна продуктивність підприємства	м <sup>2</sup>	
2	Річний об'єм потрібної сировини	м <sup>3</sup>	
3	Продуктивність праці на одного основного робітника	м <sup>2</sup> /чол	
4	Продуктивність праці на одного працівника	м <sup>2</sup> /чол	
5	Енергоємність 1 м <sup>2</sup> виробу	кВт·год/м <sup>2</sup>	
6	Матеріалоемність 1 м <sup>2</sup> виробу	грн/м <sup>2</sup>	
7	Загальна чисельність працівників, в т.ч.: -основних робітників -допоміжних робітників -інженерно-технічні працівників -службовців -молодшого обслуговуючого персоналу	чол.	
8	Питомі амортизаційні витрати	грн/м <sup>2</sup>	
9	Технологічна собівартість продукції	грн/м <sup>2</sup>	
10	Цехова собівартість продукції	грн/м <sup>2</sup>	
11	Вартість реалізації продукції	грн	
12	Чистий прибуток (збиток)	грн	
13	Рентабельність підприємства	%	

**Завдання:** Визначити основні фінансові результати та техніко-економічні показники каменобробного підприємства за вихідними даними, які задає викладач та результати звести у таблицю 9.1.

# ДОДАТКИ

## Додаток А





**Додаток В**  
**Таблиця В 1**

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

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

Таблиця В 2

**Норми витрати дробу та штрипса**

Вид каменю	Норма витрати штрипса, 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; граніт корнинський, капустинський, маславський	5,4	0,9	4	14,5
			5	15,0
			6	15,5
			7	16,0
Граніт омелянівський, покоствський, лезниківський, жежелівський, новоданилівський	8,2	1	4	17,8
			5	18,2
			6	18,6
			7	19,1
Граніт янцівський, токівський, дідковицький, танський	11,8	1,1	4	18,6
			5	19,0
			6	19,4
			7	20,0

**Додаток В**

Таблиця В 3

Глибина різання <i>h</i> , мм	Група каменю за розпилюваністю					
	I	II	III	IV	V	VI-VII
	Швидкість подачі <i>S<sub>p</sub></i> , 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	3,0–4,0	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	3,0–4,0
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

**Додаток Г**  
**Таблиця Г 1**

**Витрата води на охолодження каменеобробного  
інструменту**

Тип верстата	Показник для підрахунку	Інструмент	Норма, м <sup>3</sup> /год
Розпилувальний рамний	Штрипса	Сталевий з вільним абразивом	0,02–0,15
Розпилувальний рамний	Штрипса	Алмазний	0,5–7,2
Розпилувальний багатодисковий	100 мм діаметру відрізного круга	Алмазний	0,16
Окантування, розкрій	100 мм діаметру відрізного круга	Алмазний	0,18
Шліфувальнополірувальний	Круг збірний плоский АПС-2	Алмазний	2,4
Термоструминні установки	Терморізак	Термоструминний газово-кисневий	0,02

Таблиця Г 2

## Витрата води на одну алмазно-дискову пилу

Діаметр пили D, мм	Витрата води, л/хв.	Діаметр пили D, мм	Витрата води, л/хв.
200	6–10	1200	50–75
250		1250	
300		1300	
350	10–15	1400	60–90
400		1500	
450		1600	
500	15–22	1750	
550		1800	65–110
600		2000	70–120
630	20–30	2250	75–130
700		2500	80–140
800	30–45	2700	85–150
900		3000	90–160
1000		3500	100–180
1100	45–70		

## Додаток Е

### Таблиця Е 1

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

Проліт будівлі, <i>L</i> , м	Висота приміщення (від відмітки чистого полі до низу несучих конструкцій) незалежно від вантажопідйомності крану, <i>H</i> , м	Відмітка верху консолей підкранової балки, <i>H1</i> , м		
		при вантажопідйомності крану, т	при кроці колон	
			<i>t</i> = 6 м	<i>t</i> = 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

Таблиця Е 2

## 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 літературних джерел

1. 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.
2. Маланчук З. Р., Гавриш В. С., Стріха В. А., Киричик І. М. Технології відкритої розробки корисних копалин : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2013. 285 с. ISBN 978-966-327-350-4.
3. Бизов В. Ф. Проектування гірничих підприємств. Т. XIV : підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком «Гірництво». Кривий Ріг : Мінерал, 2003. 341 с.
4. Маланчук З. Р., Маланчук Є. З., Корнієнко В. Я. Спеціальні технології видобутку корисних копалин : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2017. 268 с.
5. Бакка М. Т., Іськов С. С. Основи проектування гірничих підприємств : лабораторний практикум. Житомир : РВВ ЖДТУ, 2006. 173 с.
6. Геотехнології гірництва [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студентів ВНЗ / З. Р. Маланчук, С. Р. Боблях ; Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування. Рівне : НУВГП, 2013. 200 с. ISBN 978-966-327-229-0.