ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»

протокол від 31 серпня 2023 р.
№10

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для проведення практичних занять з навчальної дисципліни «ПРОЕКТУВАННЯ КАМЕНЕВИДОБУВНИХ ТА КАМЕНЕОБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр»
спеціальності 184 «Гірництво»
освітньо-професійна програма «Розробка родовищ та видобування корисних копалин»
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

Схвалено на засіданні кафедри
маркшейдерії
«28» серпня 2023 р.
протокол № 7
в.о. завідувача кафедри
_____ Володимир ШЛАПАК

Розробник: к.т.н., доцент кафедри маркшейдерії, ЛЕВИЦЬКИЙ Володимир
к.т.н., доцент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.
ШАМРАЙ Володимир

Житомир
2023

Методичні рекомендації для проведення практичних занять з навчальної дисципліни «Проектування каменевидобувних та каменеобробних підприємств» для студентів освітнього ступеня «магістр» освітньо-професійна програма «Розробка родовищ та видобування корисних копалин» (автори: Левицький В.Г., Шамрай В.І.), 2023. 52 С.

Рецензенти:

ШЛАПАК Володимир, кандидат технічних наук, в.о. завідувача кафедри маркшейдерії, Державний університет «Житомирська політехніка».

КОРОБІЙЧУК Валентин, доктор технічних наук, професор кафедри кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т., Державний університет «Житомирська політехніка».

Затверджено на засіданні кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка» як методичні рекомендації.

Протокол № 7 від «28» серпня 2023 р.

Затверджено на засіданні вченої ради факультету гірничої справи, природокористування та будівництва Державного університету «Житомирська політехніка».

Протокол № 07 від «30» серпня 2023 р

© ЛЕВИЦЬКИЙ Володимир
© ШАМРАЙ Володимир

ЗМІСТ

Вступ	4
Завдання до лабораторних робіт	5
Лабораторна робота №1. Вибір технологічної схеми обробки. Визначення потрібної кількості сировини	6
Лабораторна робота №2. Розрахунок процесу розпилювання блоків на плити-заготовки	11
Лабораторна робота №3. Розрахунок процесу шліфування-полірування	22
Лабораторна робота №4. Розрахунок процесу окантування	27
Лабораторна робота №5. Водопостачання і шламове господарство	31
Лабораторна робота №6. Компонування і планування цехів	39
Лабораторна робота №7. Розрахунок чисельності працівників і річного фонду заробітної плати	48
Лабораторна робота №8. Розрахунок вартості основних та оборотних фондів підприємства	54
Лабораторна робота №9. Собівартість продукції. техніко-економічні показники каменеобробного підприємства	62
Список рекомендованої літератури	73

ВСТУП

Проектування каменевидобувних та каменеобробних підприємств – це дисципліна, що вивчає закономірності виробничого процесу отримання чи виготовлення певної продукції (блоків, слябів, плит) потрібної якості і кількості з найменшими приведеними витратами і собівартістю, при умові мінімізації втрат каменю і комплексного використання відходів.

Проект – офіційний документ, виконаний відповідно до певних норм і правил, в якому приводиться економічне обґрунтовування доцільності рішення якої-небудь технічної задачі, вказуються шляхи вирішення даної задачі і підраховуються необхідні для цього витрати і очікуваний економічний ефект.

Основою проекта кар'єру, заводу, цеху, ділянки є детально розроблена технологічна частина. Вирішення питань всіх інших частин проекту (будівельної, енергетичної, санітарно-технічної…) підпорядковується вимогам технологічного процесу, який і визначає зміст завдань для розробки цих частин проекту. Коло завдань, що стоїть перед проектувальником, не обмежується лише вмінням проектувати технологічні процеси, він повинен вирішувати весь комплекс питань, пов'язаних з побудовою виробничого процесу: добре розбиратися в економіці, організації і управлінні виробництвом, в питаннях технічного, матеріального, інструментального і ремонтного обслуговування. Потрібність вирішення таких питань виникає на підприємствах, у проектних організаціях, у міністерствах, відомствах та установах, що займаються плануванням.

Задачі проектування кар'єрів і цехів дуже складні і різноманітні, особливо якщо врахувати масштаби сучасного виробництва стінових та облицювальних виробів з каменю та велику кількість і рівень техніки. Це потребує від проектувальника глибоких знань різних дисциплін.

Дисципліна "Проектування каменевидобувних та каменеобробних підприємств" є профілюючою і завершальною в системі підготовки гірничих інженерів і базується на знанні ними всіх попередніх дисциплін циклів розробки родовищ та обробки каменю. Основна її мета – підготовка спеціалістів до реалізації розроблених технологічних процесів у виробництво при будівництві або реконструкції нових підприємств, цехів, кар'єрів.

Результатами вивчення курсу "Проектування каменевидобувних та каменеобробних підприємств" є розвиток у майбутнього фахівця уміння приймати не тільки технічно можливі, але і економічно оптимальні рішення при рішенні гірничо-економічних задач. Ці уміння формуються у даній дисципліні на всіх етапах вивчення.

1. ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Спроектувати каменерозпилювальний та каменеобробний цехи каменеобробного підприємства для виготовлення плитки стандартних розмірів (довжина – довільна, але не більше 1500 мм, ширина – 400 мм, товщина – 30 мм) з блоків заданих розмірів вказаного родовища. Для цього необхідно: визначити потрібну кількість сировини (блоків); вибрати і обґрунтувати технологічну схему обробки заданої породи; розрахувати окремі технологічні процеси обробки і допоміжні процеси (транспорт, водопостачання і т.д.); виконати компонування та планування цехів на міліметровому папері; розрахувати чисельність персоналу; визначити економічні показники роботи проектуємого підприємства.

Вихідна сировина вибирається за останньою цифрою залікової книжки (табл. 1.1). Річна потужність каменеобробних цехів підприємства по плитам та розміри блоків – за передостанньою цифрою залікової книжки (табл. 1.2).

Таблиця 1.1

Остання цифра залікової книжки	**Порода**	**Родовище**	**Регіон**	**Об'ємна вага, кг/м^3**	**Міцність на стиск, МПа**
1	Габро	Бистріївське	Житомир	2900	250
2	Габро	Сліпчицке	Житомир	2970	180
3	Граніт	Капустинське	Кіровоград	2700	165
4	Граніт	Корнинське	Житомир	2730	190
5	Граніт	Маславське	Житомир	2710	255
6	Граніт	Омелянівське	Житомир	2570	140
7	Граніт	Покостівське	Житомир	2740	220
8	Лабрадорити	Головинске	Житомир	2800	140
9	Лабрадорити	Кам'яна Піч	Житомир	2600	70
0	Мармур	Коелгінське	Росія	2650	70

Таблиця 1.2

Передостання цифра залікової книжки	**Розміри блоків, м**			**Річна потужність підприємства по плитам, тис м^2/рік**	**Товщина плити, мм**
	довжина	**ширина**	**висота**		
0	2,83	1,45	1,30	75	30
1	2,52	1,53	1,01	50	29
2	3,08	1,56	1,25	70	28
3	2,06	1,59	1,23	60	27
4	2,51	1,44	1,32	100	26
5	2,80	1,21	1,28	40	25
6	3,08	1,57	1,04	80	24
7	2,51	1,82	1,26	120	23
8	2,33	1,53	1,49	85	22
9	2,59	1,55	1,27	90	21

2. Лабораторна робота №1

ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ОБРОБКИ. ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРІБНОЇ КІЛЬКОСТІ СИРОВИНИ

2.1. Технологічні схеми виготовлення облицювальних плит з високоміцних порід типу гранітів

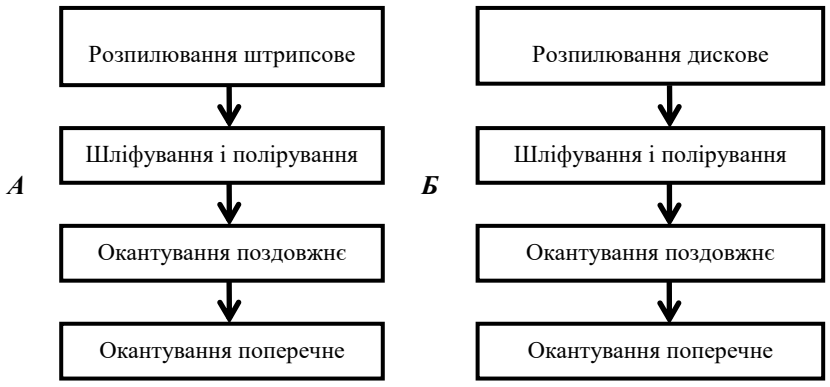
До високоміцних порід відносяться граніти, гранодіорити, сієніти, габро, лабрадорити, базальти, андезити, тешеніти, кварцити, діабази. Технологічний процес виробництва з високоміцних порід (рис. 2.1), в результаті якого каменю надають необхідну форму, розміри і фактуру лицьової поверхні, включає ряд операцій, що виконуються в такій послідовності: розпилювання блоків на плити-заготовки, шліфовку або поліровку для отримання необхідної фактури, окантовку і розкрій плит на задані розміри. Необхідність шліфування міцного каменю до окантування обумовлена тим, що в протилежному випадку на гострих кромках і кутах плити відбувається сколювання і "завалення" площини через великий тиск на неї шліфувального інструменту.

При обробці порід ***за технологічною схемою А*** (рис. 2.1, *А*) розпилювання здійснюється сталевими штрипсами за допомогою вільного абразивного матеріалу на рамних розпилювальні верстати з криволінійним (маятниковим) рухом пильної рами. Фактурна абразивна обробка (калібрування, обдирання, шліфування, лощіння, полірування) здійснюється на шліфувально-полірувальних верстатах мостового і портального типів або шліфувально-полірувальних конвеєрах. Завершальна операція — окантовка і розкрій плит за розмірами – на фрезерних (окантувальних) верстатах, оснащених алмазним інструментом. До переваг технологічних схем з використанням штрипсового розпилювання (схеми ***А***, ***Е*** і ***Є***) відносять можливість отримання виробів (плит) великого розміру при їх незначній товщині, відносно невисока енергоємність процесу, можливість випуску виробів різноманітної номенклатури.

Технологічна схема Б (рис. 2.1, *Б*) відрізняється від попередньої лише використання дискового алмазного розпилювання замість штрипсового. До переваг даної схеми відноситься чистота розпилу, що значно спрощує та зменшує вартість і час виконання операцій шліфування-полірування.

Технологічна схема В (рис. 2.1, *В*) відрізняється від попередніх лише використання багатоканатного алмазного розпилювання замість штрипсового.

Технологічна схема Г (рис. 2.1, *Г*) передбачає першим процесом розпилювання блоків на дискових ортогональних верстатах, що дозволяє виконувати пропили в двох взаємно-перпендикулярних площинах: вертикальних (основних) і горизонтальних (підрізаючих). Перевагами даної схеми (а також схеми ***Ж***) є зменшення кількості технологічних операцій за рахунок виключення поздовжнього окантування і площ, що займаються під дане обладнання; простота організації автоматичного поточного виробництва, одностадійність розпилювання.



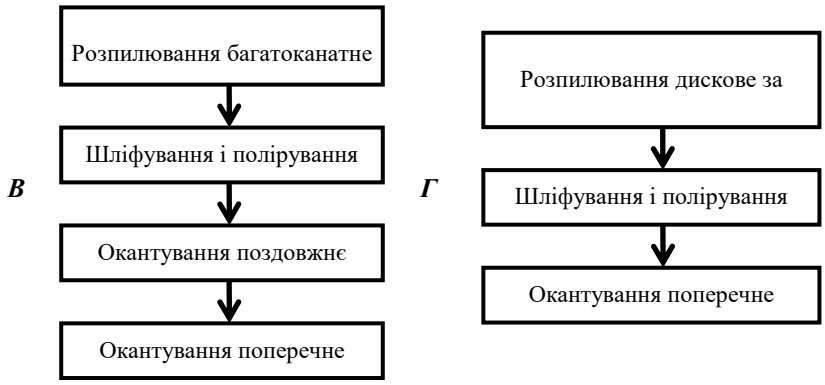


Рис. 2.1. Технологічні схеми виготовлення плит з високоміцних порід

Для розпилювання блоків каменя високоміцних порід з малим вмістом кварцу можуть також використовуватись верстати з прямолінійним вертикальним чи горизонтальним рухом пильної рами з використанням алмазних штрипсів. При цьому кількість пил на верстаті не повинна перевищувати 12–15 шт., а плити–заготовки, що випилюються з блоку, повинні мати підвищену товщину (понад 60–80 мм).

2.2. Технологічні схеми виготовлення облицювальних плит з порід середньої міцності типу мармурів

До порід середньої міцності відносяться мармури, доломіти, мармуризовані вапняки. Технологічні схеми складаються з тих же основних технологічних процесів, що і технологічні схеми виготовлення облицювальних плит з блоків високоміцних гірських порід, але порядок чергування цих процесів змінюється і приймає вигляд: розпилювання — окантовка — фактурна обробка лицьової поверхні. Така зміна в послідовності операцій визначається можливістю зменшення площі шліфування унаслідок попередньої окантовки, оскільки породи середньої міцності вимагають меншого тиску інструменту при обробці. Облицювальні вироби по всіх схемах обробляються з використанням алмазного інструменту на всіх операціях.

Для виробництва облицювальних виробів застосовуються такі технологічні схеми (рис. 2.2).

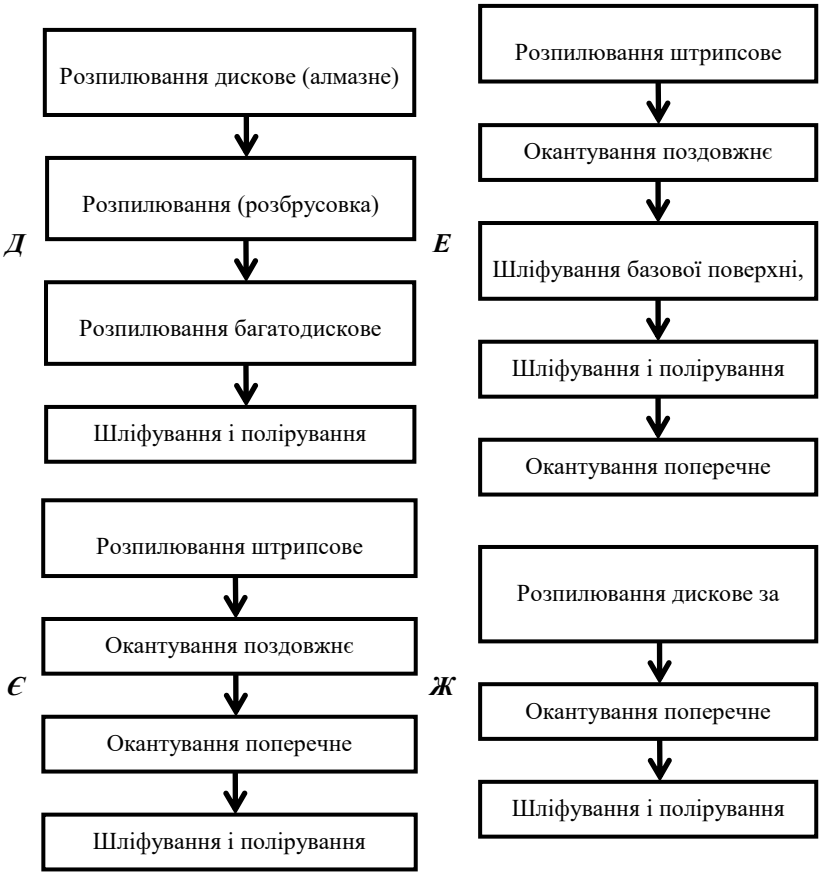


Рис. 2.2. Технологічні схеми виготовлення плит з порід середньої міцності

Технологічна схема Д використовується при масовому виробництві плит незначних розмірів зменшеної товщини і складається з таких операцій:

- розпилювання блоків однодисковими каменерозпилювальними верстатами на блоки-заготовки завтовшки від 150 до 400 мм;
- розбрусовка отриманих заготовок на бруски-заготовки на багатодискових розпилювальних верстатах;
- розпилювання брусків-заготовок на облицювальні плити багатодисковими розпилювальними верстатами;
- фактурна обробка лицьової поверхні на шліфувально-полірувальному конвеєрі.

У ***технологічних схемах Е*** і ***Є*** розпилювання блоків на плити-заготовки здійснюється на рамних верстатах з прямолінійним рухом рами, при цьому використовуються штрипси з алмазними напайками. Окантовка і розкрій плит виконується за розмірами. Абразивна обробка проводиться лише для лицьової поверхні (***схема Є***) або з обох сторін плити (***схема Е***).

Технологічна схема Ж передбачає використання мінімального числа устаткування і рекомендується для виробництва облицювальних виробів з порід середньої міцності і особливо кольорового мармуру:

- розпилювання блоків здійснюється на ортогональних верстатах, що дозволяє отримувати плити необхідної товщини і ширини безпосередньо з блоку (розміри плит обмежуються діаметром інструменту, що використовується, в межах 800–1250 мм);
- окантування плит виконується на верстатах з автоматичною подачею ріжучого інструменту;
- фактурна обробка – на стрічкових шліфувально-полірувальних конвеєрах або інших верстатах.

2.3. Визначення потрібної кількості сировини

Кожне виробництво володіє певною ***виробничою потужністю***, під якою розуміють максимально можливий випуск продукції встановленої номенклатури і кількості, який може бути здійснений підприємством (цехом) за певний період часу (рік, місяць) при встановленому режимі роботи, повному використанні обладнання, площ і інших засобів виробництва, використанні передових технологій і організації праці і виробництва.

Визначення кількості сировинних блоків для забезпечення річної потужність підприємства по плитам виконується в такому порядку.

1. Вихід готових плит з 1 м^3 блоків

$$W_{П} = \frac{1000 \cdot k_{вих}}{b_{пл} + z_{ном} + b_{р} + b_{з}}, \text{ м}^2/\text{м}^3,$$

де $k_{вих}$ – коефіцієнт виходу облицювальних плит з блоків будівельних гірських порід (табл. 2.1);

$z_{ном}$ – номінальний припуск товщини плити для фактурної обробки її лицьової поверхні (товщина шару каменю, який знімається з поверхні плити-заготовки при операціях шліфування і полірування виробу), залежить від способу розпилювання блоків на сляби, мм, для наближених розрахунків приймаємо: після штрипсового дробного розпилювання $z_{ном}$ = 3 мм, після алмазного $z_{ном}$ = 1 мм;

$b_{пл}$ – товщина плити, мм (табл. 1.2);

$b_{р}$ – товщина ріжучого інструмента, мм (табл. 2.2);

Таблиця 2.1

Коефіцієнти виходу облицювальних плит з блоків будівельних гірських порід

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

Таблиця 2.2

Товщина робочого інструменту

Робочий інструмент	**Товщина ріжучого елементу, мм**
Гладкі штрипсові пили суцільні	**4,0-6,0**
Гладкі штрипсові пили перфоровані	**5,0-6,0**
Алмазні штрипсові пили	**4,5; 5,0; 7,0; 8,0**
Твердосплавні штрипсові пили	**5,0**
Алмазні дискові пили діаметром: **– 1000 мм** **– 1200 мм**	 **6,9** **7,4**

– 1250-1400 мм	**8,4**
– 1600 мм	**9,2**
– 1800 мм	**10,0**
– 2000 мм	**11,0**
– 2200 мм	**11,6**
– 2500 мм	**12,0**
– 2700 мм	**12,0**
– 3000 мм	**12,5**
– 3500 мм	**13,0**
Алмазний канат	**6,2; 7,2; 8,3; 11,0**

bз – сумарна величина зазору в пропилі, мм,

- для дискового алмазного розпилювання ***bз*** = ***d*** / 1000;

d – зовнішній діаметр пили, мм;

- для канатного алмазного розпилювання ***bз*** =0...1,0 мм;
- для штрипсового алмазного розпилювання ***bз*** =0,5 мм;
- для штрипсового абразивного розпилювання

$$b_ç = 2{,}2d \text{ , мм,}$$

d – діаметр дробу, для щільних і міцних порід типу гранітів ***d*** = 0,6–1,0 мм, для менш щільних і міцних порід ***d*** = 0,8–1,2 мм.

2. Об'єм блоків, необхідних для забезпечення річної потужності підприємства:

$$V_{П} = \frac{S_0}{W_n} \text{, м}^3\text{/рік;}$$

де ***S0*** – річна потужності підприємства по плитам, м^2;

3. Об'єм одного стандартного блоку:

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

де ***L0, B0, H0*** – розміри блоку, відповідно довжина, ширина і висота блоку, м.

4. Кількість стандартних блоків, необхідна для забезпечення річної потужності підприємства:

$$n_{бл} = \frac{V_{П}}{V_{бл}} \text{, шт.}$$

3. Лабораторна робота №2

РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСУ РОЗПИЛЮВАННЯ БЛОКІВ НА ПЛИТИ-ЗАГОТОВКИ

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

3.1. Розрахунок штрипсового розпилювання

1. Ширина пропилу:

$$b_п = b_р + b_з \text{, мм}$$

2. Кількість штрипс, необхідних для розпилювання блоку на плити товщиною ***bпл***

$$m = \frac{B_0}{b_п + b_{пл} + z_{ном}} - 1, \text{ шт.,}$$

де ***B0*** – ширина блока, мм;

zном – номінальний припуск товщини плити для фактурної обробки її лицьової поверхні, мм, для наближених розрахунків приймаємо: після штрипсового дробного розпилювання ***zном*** = 3 мм, після штрипсового алмазного ***zном*** = 1 мм.

3. Теоретично можлива кількість продукції після розпилювання в рік:

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

де ***VП*** – необхідний річний об'єм блоків, м^3;

4. Реальна кількість продукції після розпилювання:

$$S_1 = S_Т \cdot K_р \text{ , м}^2\text{/рік,}$$

де ***Kр*** – 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.

5. Швидкість різання верстату:

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

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

L_x – довжина ходу, м; $L_x = L_0 + 2l_{xx}$, м,

де L_0 – довжина блоку, м;

l_{xx} – довжина холостого ходу, м.

6. Величина робочої подачі при розпилюванні порід Sp, м/год, вибирається з врахуванням технічних характеристик верстата і породи, що розпилюється (табл. 3.1, табл. 3.2).

Таблиця 3.1

Раціональні швидкості робочої подачі (швидкості опускання пильної рами) при розпилюванні каменю гладкими штрипсовими пилами

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

Примітки. В чисельнику наведені раціональна швидкість при запилюванні або допилюванні, в знаменнику – при самому пилянні

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

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

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

де H_0 – висота блока, що розпилюється, мм;

$H_{зап}$ – величина врізання інструмента (запилювання), мм;

$H_{зап}$ = 2/3 $h_ш$ = 70–100 мм;

$H_{доп}$ – величина допилювання блока, мм; $H_{доп}$ = 80–100 мм;

$H_{нед}$ – величина недопилу блока, що запобігає його розвалюванню, мм; $H_{нед}$ = 0–30 мм;

$h_ш$ – висота штрипси, мм, $h_ш$ = 100–160 мм;

$K_{Sз}$ та $K_{Sд}$ – коефіцієнти зменшення робочої подачі відповідно при запилюванні і допилюванні блоку, приймаються в межах 0,40–0,5.

8. Технологічна продуктивність верстату

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

9. Циклова продуктивність верстату

$$Q_ц = Q_{тех} \cdot K_ц, \text{ м}^2\text{/год,}$$

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.

Таблиця 3.2

Раціональні швидкості робочої подачі при розпилюванні каменю алмазними штрипсовими пилами

Категорія міцності каменю	Група за розпилю-ваністю	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 (покостівський), габро, лабрадорит	100–130
	IV	Базальт, андезит	130–150
Середньої міцності	V	Мармур білгородський, рускеальський, чичканський; туф боліїський	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 менше 2 м/с

10. Фактична продуктивність верстату:

$$Q_ф = Q_ц \cdot K_ф \text{, м}^2\text{/год,}$$

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.

11. Час, що витрачається на розпилювання однієї ставки:

$$T_{тех} = \frac{H_o}{S_p \cdot K_{доп} \cdot 1000} \text{, або } T_{тех} = T_{зап} + T_{пил} + T_{доп} \text{, год.;}$$

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

$$T_{зап} = \frac{H_{зап}}{S_{зап}} = \frac{H_{зап}}{K_{Sз} \cdot S_p} \text{, год.,} \qquad T_{доп} = \frac{H_{доп}}{S_{доп}} = \frac{H_{доп}}{K_{Sд} \cdot S_p} \text{, год.,}$$

$$Ò_{ïèë} = \frac{Í_{ïèë}}{S_p} = \frac{Í_0 - H_{çàï} - H_{äîï} - H_{íåä}}{S_p} \text{, год.}$$

12. Потрібна кількість верстатів:

$$N_p = \frac{S_T}{Q_ф \cdot F} \approx \frac{n_{бл} \cdot T_{тех}}{F \cdot K_ф} \text{, шт.;}$$

де F – річний фонд робочого часу при n-змінній роботі, год., (табл. 3.3);

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

Отримане значення округлюється до більшого цілого.

Таблиця 3.3

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

13. Річна витрата алмазів при використанні алмазного штрипсового інструменту:

$$Q_p^a = q_1 \cdot S_T \text{, карат/рік.}$$

де q_1 – питома витрата алмазів, карат/м^2 (табл. 3.4).

14. При розпилюванні дробом в склад абразивної пульпи входять: 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:

$$q'_{др} = m \cdot L_x \cdot S \cdot q_{др} \text{, кг/год.,}$$

де $q_{др}$ – норма витрати дробу, кг/ м^2 (табл. 3.5);

m – кількість одночасно працюючих штрипс, шт.;

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

15. Річна витрата дробу при розпилюванні:

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

В формулу підставляється кількість верстатів до округлення.

Таблиця 3.4

Укрупнені норми витрати алмазів при обробці каменя

Група за розпи-люва-ністю	Оброблюваний матеріал	Норма витрати алмазів на операціях обробки, карат/м^2		
		розпилювання, окантування, фрезерування	шліфування алмазними торцевими кругами	розпилю-вання 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 мармур, 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, пустулимський, 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, діабази, 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, токівский, 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 шліфувального інструменту враховує виконання всіх операцій шліфування

16. Річна витрата штрипс і гашеного вапна при розпилюванні (норми витрати вибираються з табл. 3.5)

$$Q_{шт} = q_{шт} \cdot S_T \text{, кг/рік,} \qquad Q_{вап} = q_{вап} \cdot S_T \text{, кг/рік.}$$

17. Об’єм шламу при розпилюванні блоків:

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

Таблиця 3.5

Норми витрати дробу та штрипс

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

3.2. Розрахунок дискового алмазного розпилювання

1. Ширина пропилу:

$$b_п = b_р + b_з, \text{ мм},$$

При використанні ортогональних верстатів товщина різу горизонтальною дисковою пилою

$$b'_п = b'_р + b'_з, \text{ мм}.$$

2. Кількість пропилів, необхідних для розпилювання блоку на плити, при товщині плити $b_{пл}$:

$$m = \frac{B_0}{b_і + b_{іё} + z_{ім}} - 1, \text{ шт.},$$

де B_0 – ширина блока, мм;

$z_{ном}$ – номінальний припуск товщини плити для фактурної обробки її лицьової поверхні, мм, для наближених розрахунків приймаємо $z_{ном}$ = 1 мм.

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

$$m = \frac{H_0}{b'_п + h_{пл}}, \text{ шт.},$$

де $h_{пл}$ – ширина або довжина плити, мм.

3. Теоретично можлива кількість продукції після розпилювання в рік:

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

де $V_П$ – необхідний об'єм блоків, м^3;

4. Реальна кількість продукції після розпилювання:

$$S_1 = S_T \cdot K_р,$$

де $K_р$ – коефіцієнт виходу продукції після операції розпилювання:

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

5. Швидкість різання верстату:

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

де D – діаметр дискової пили, м;

n – частота обертання дискової пили, об/хв.

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

- з мінімальною швидкістю різання (до 20–25 м/с) розпилюються низькоабразивні породи підвищеної міцності (граніти, гранодіорити тощо);
- середнє значення швидкості різання (35–45 м/с) встановлюється для низькоабразивних порід середньої міцності (мармури, мармуризований вапняк, тощо);

- з високою швидкістю різання (50–60 м/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 VII–IX груп розпилюваності може бути доведена до 80–90 м/с.

Швидкість робочої подачі S_p, м/хв., і глибина різання H, мм, – два взаємозв'язаних між собою параметри, які визначають продуктивність розпилювальних верстатів (табл. 3.6).

Камінь середньої міцності і низькоміцний (вапняк, туф, мармур, 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 (I–III груп), як правило, розрізають багатопрохідним методом з глибиною різання за один прохід до 20–30 мм. Для високоміцних порід рекомендується приймати:

- глибину різання $h \le 5$ мм для пил діаметром $d \ge 1{,}8$ м;
- глибину різання $h = 10–20$ мм для пил діаметром $1{,}8 > d \ge 0{,}8$ м;
- глибину різання $h \ge 30$ мм для окантування пилами діаметром $d < 0{,}8$ м.

Таблиця 3.6

Раціональні 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	3,0–4,0	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

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

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

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

де H_0 – висота розпилюваємого блока, мм;

$H_{зап}$ – 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;

$H_{доп}$ – величина допилювання блока, мм; $H_{доп} = 80–100$ мм;

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

- для алмазного інструменту $H_{нед} = 0–10$ мм;
- для твердосплавного інструменту $H_{нед} = 10–50$ мм;

$K_{Sз}$ та $K_{Sд}$ – коефіцієнти зменшення робочої подачі відповідно при запилюванні і допилюванні блоку, приймаються в межах 0,4–0,5.

7. Технологічна продуктивність верстату при виконанні вертикальних прорізів

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

де h – глибина різання каменю (табл. 3.6), мм;

S_p – величина робочої подачі при розпилюванні порід (табл. 3.6), м/хв.;

m_1 – кількість одночасно працюючих інструментів;

- для однодискового та ортогонального розпилювання $m_1 = 1$;
- для багатодискового розпилювання m_1 – кількість пил.

Технологічна продуктивність ортогональних верстатів при виконанні горизонтальних прорізів

$$Q_{тех.г} = \frac{h_г \cdot S_p}{1000}, \text{ м}^2/\text{год}$$

де $h_г$ – глибина підрізання каменю за один прохід, мм,

$$h_г = \frac{b_п + b_{пл} + z_{ном}}{n}, \text{ мм}$$

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

8. Фактична продуктивність верстату:

$$Q_ф = Q_{тех} \cdot K_ц \cdot K_ф, \text{ м}^2/\text{год.}$$

9. Час, що витрачається на розпилювання одного блоку верстатом:

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

де h – глибина різання інструменту, мм;

L_0 – довжина блоку, м;

$T_{зап}$, $T_{пил}$, $T_{доп}$ – відповідно час запилювання, розпилювання та допилювання, год;

$$T_{зап} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_o \cdot H_{зап}}{60 \cdot S_{зап} \cdot h} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_o \cdot H_{зап}}{60 \cdot K_{Sз} \cdot S_p \cdot h}, \text{ год.,}$$

$$T_{доп} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_o \cdot H_{доп}}{60 \cdot S_{доп} \cdot h} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_o \cdot H_{доп}}{60 \cdot K_{Sд} \cdot S_p \cdot h}, \text{ год.,}$$

$$T_{пил} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_o \cdot H_{пил}}{60 \cdot S_p \cdot h} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{L_o \cdot (H_0 - H_{зап} - H_{доп} - H_{нед})}{60 \cdot S_p \cdot h}, \text{ год.,}$$

S_p, $S_{зап}$, $S_{доп}$ – величина робочої подачі відповідно при розпилюванні порід, запилюванні та недопилюванні, м/хв;

10. Потрібна кількість верстатів:

$$N_p = \frac{S_T}{Q_ф \cdot F}, \text{ шт.;}$$

де F – річний фонд робочого часу при n-змінній роботі, год (табл. 3.3);

Отримане значення округлюється до більшого цілого.

11. Річна витрата алмазів для виконання пропилів дисковою пилою:

$$Q_p^a = q_1 \cdot S_T, \text{ карат/рік.}$$

де q_1 – питома витрата алмазів, карат/м^2 (табл. 7.2.4).

12. Об'єм шламу при розпилюванні блоків:

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

3.3. Розрахунок канатного розпилювання

1. Ширина пропилу:

$$b_п = b_р + b_з, \text{ мм.}$$

2. Кількість пропилів, необхідних для розпилювання блоку на плити товщиною $b_{пл}$

$$m = \frac{B_0}{b_п + b_{пл} + z_{ном}} - 1, \text{ шт.,}$$

де B_0 – ширина блока, мм;

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

3. Теоретично можлива кількість продукції після розпилювання в рік:

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

де $V_П$ – необхідний річний об'єм блоків, м^3;

4. Реальна кількість продукції після розпилювання:

$$S_1 = S_T \cdot K_р, \text{ м}^2/\text{рік,}$$

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.

5. Величина робочої подачі при розпилюванні порід S_p, м/год, вибирається з врахуванням технічних характеристик верстата і породи, що розпилюється (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Раціональні швидкості робочої подачі при розпилюванні каменю канатними алмазними пилами

Група за розпилюваністю	Вид каменю, що розпилюється	Раціональна швидкість робочої подачі, мм/год.
IX	Вапняк альмінський, жетибайський; туф артикський, октемберянський	2000–3000
VIII	Травертин шахтахтинський	1400–1600
VII	Мармур коєлгінський, уфалійський, мраморський, газганський	1200–1400
VI	Мармур іджеванський, горовський, уле-нарошенський	900–1200
V	Мармур кибік-кордонський, рускеальський, аримський, буровщинський	300–500
VI	Базальт паракарський, норський, берестовецький	100–200
III	Габро головинське, лабрадорит головинський	350–400
II	Граніт капустинський, корнинський, омелянівський	300–350
I	Граніт токівський, янцівський	250–300

6. Коефіцієнт, що враховує зменшення продуктивності за рахунок врізання інструмента (запилювання) та недопилу блока

$$K_{доп} = \frac{H_0 - H_{зап} - H_{нед}}{H_0 - H_{нед}} + K_{Sз}\frac{H_{зап}}{H_0 - H_{нед}},$$

$$K_{доп} = \frac{H_0 - H_{зап} - H_{нед} + K_{Sз} \cdot H_{зап}}{H_0 - H_{нед}},$$

де H_0 – висота блока, що розпилюється, мм;

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

$H_{нед}$ – величина недопилу блока, що запобігає його розвалюванню, мм; $H_{нед}$ = 0–30 мм;

$K_{Sз}$ – коефіцієнт зменшення робочої подачі при запилюванні блоку, приймається в межах 0,25–0,30.

7. Технологічна продуктивність верстату

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

де m_1 – кількість одночасно працюючих канатів.

8. Фактична продуктивність верстату:

$$Q_ф = Q_{тех} \cdot K_ц \cdot K_ф, \text{ м}^2/\text{год},$$

де $K_ц$ – коефіцієнт циклової продуктивності (див. розділ 3.1),

де $K_ф$ – коефіцієнт використання номінального річного фонду робочого часу (див. розділ 3.1).

9. Час, що витрачається на розпилювання однієї ставки:

$$T_{тех} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{H_o}{S_p \cdot K_{доп} \cdot 1000}, \text{ або } T_{тех} = T_{зап} + T_{пил}, \text{ год.;}$$

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

$$T_{зап} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{H_{зап}}{S_{зап}} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{H_{зап}}{K_{Sз} \cdot S_p}, \text{ год.,}$$

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

10. Потрібна кількість верстатів:

$$N_p = \frac{S_T}{Q_ф \cdot F} \approx \frac{n_{бл} \cdot T_{тех}}{F \cdot K_ф}, \text{ шт.;}$$

де ***F*** – річний фонд робочого часу при ***n***-змінній роботі, год., (табл. 3.3);
n**бл – кількість стандартних блоків, необхідна для забезпечення річної потужності підприємства;

Отримане значення округлюється до більшого цілого.

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

$$Q_p^{ак} = q_{ак} \cdot S_T, \text{ кг/рік.}$$

де ***q**ак*** = 0,1 кг/м^2– питома витрата алмазного канату.

12. Об'єм шламу при розпилюванні блоків:

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

4. *Лабораторна робота №3*

РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСУ ШЛІФУВАННЯ-ПОЛІРУВАННЯ

В якості критерію для вибору верстату або конвеєрної лінії використовують розміри плит, що поступають на операцію шліфування-полірування, і їх кількість. За даними табл. 4.1 – 4.5 для вибраних верстатів вибираються основні технологічні характеристики інструменту і показники режиму обробки.

1. Технологічна продуктивність шліфувально-полірувального верстата:

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

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), м/хв;
K**заз – коефіцієнт що враховує зменшення продуктивності за рахунок зазору між плитами, ***K**заз*** =0,8–0,95.

Технологічна продуктивність конвеєрного верстата:

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

S – робоча подача конвеєрного верстата, м/хв.

2. Фактична продуктивність верстату:

$$Q_ф = Q_{тех} \cdot K_ц \cdot K_ф, \text{ м}^2\text{/год,}$$

3. Потрібна кількість верстатів:

$$N_{шп} = n' \cdot \frac{S'}{Q_ф \cdot F}, \text{ шт.;}$$

де ***F*** – річний фонд робочого часу при ***n***-змінній роботі, год (табл. 3.3);
n' – кількість операцій шліфування-поліруання, які виконуються послідовно при обробці каменю (табл.4.1–4.3), 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.

4. Укрупнена річна витрата алмазів для виконання операції фактурної обробки:

$$Q_{шп}^a = q_3 \cdot S', \text{ карат/рік.}$$

де ***q**з*** – питома витрата алмазів, карат/м^2. (табл. 3.4 ,4.4)

Таблиця 4.1

Рекомендовані інструментальні матеріали при операціях шліфування та полірування

Назва операції	Рекомендований абразивний матеріал і його крупність	Отримана чистота, висота мікронерів-	Примітки

	абразивний	алмазний	ностей, мкм	
Обдирання, калібрування	Дріб ДЧЛ, ДСР 1,2-2 мм (тільки для граніту); Карбіди кремнію КЧ, КЗ 80-160 (800-1600 мкм)	А8, А5 800/500, А32, А65 (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 дефектному шарі плит
Попереднє шліфування	КЧ, КЗ 25–80 (250–800 мкм)	А8, А5 630/400 (400/630 мкм) АС32, АС50, АС65 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)	А, А3 160/125 (125-160 мкм) АС15, АС32, АС65 125/400, 100/80 (80–125 мкм)	1,25-3,2	
Тонке шліфування	КЧ, КЗ 5–10 (50-100 мкм)	А, А3, А2, А1, АС32, АС65 10/80, 80/63 (63–100 мкм)	0,8–1,25	Операція може бути виключена при обробці порід середньої міцності
Попереднє лощіння	КЧ, КЗ М10-М20 (10–20 мкм)	—	0,50–0,8	
Лощіння	КЧ, КЗ М4-М8 (4–8 мкм)	А, А3, А2, А1 63/50, 50/40, 40/28 (28–63 мкм) АС2*, АС5*, АСІ5 63/50, 50/40	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.

Таблиця 4.2

Раціональна 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)	Торцевий 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%)

Таблиця 4.3

Раціональна послідовність зміни інструменту при шліфуванні-поліруванні мармуру

Операція	Рекомендований інструмент	
	з природних алмазів	з синтетичних алмазів
Калібрування (грубе шліфування)	Торцеві 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%)

Таблиця 4.4

Нормативи питомих витрат алмазів для дослідного алмазного інструменту

Операція і інструмент	**Питомі витрати алмазів, карат/м^2**
Обдирання граніту алмазними головками	**0,80–1,70**
Калібрування мармуру алмазними шліфувальними головками	**0,02**
Полірування мармуру алмазними полірувальними головками	**0,15**

Таблиця 4.5

Рекомендовані режими шліфування і полірування

Операція	Швидкість обертання інструменту, м/с	Робоча подача, м/хв		Глибина зішліфову-вання за 1 прохід, мм	Витрата води, л/хв
		поперечна (каретки)	поздовжня (моста)		
Мостові і колінно-важільних верстати					
Обдирання	12–24 13–17	2–4 3–4	0,05–0,2 0,05–0,1	0,2	10–15 12–14
Попереднє шліфування	12–24	2–4	0,05–0,2	0,15	10–15
Середнє шліфування	20–24 13–17	2–4 4–6	0,05–0,2 0,05–0,1	0,03	8–10 10–12
Тонке шліфування	20–24 (10–12)	2–4	0,05–0,2	0,01	6–8

Операція	Швидкість обертання інструменту, м/с	Робоча подача, м/хв		Глибина зішліфову-вання за 1 прохід, мм	Витрата води, л/хв
		поперечна (каретки)	поздовжня (моста)		
Доводочне шліфування	20–24 (10–I2)	2–4	0,05–0,2	0,005	6–8
Лощіння	20–24 (10–12) 13–17	2–4 4–6	0,05–0,2 0,05–0,1	0,003	6–8 10–12
Полірування	8–12 8–12	2–3 2–3	0,05–0,2 0,03–0,06	–	8–10 8–10
Конвеєрні верстати					
Обдирання Калібрування	20–24 20–24 (8–12)	1–2 (1,5–2)	4–8 6–10		—— 10–12
Попереднє шліфування	25–30	1–2	4–8		
Середнє шліфування	25–30 20–24 (8–12)	1–2 1,5–2	4–8 6–10		—— 8–10
Тонке шліфування	25–30	1–2	4–8		
Доводочне шліфування	25–30	0,8–1,6	4–8		
Лощіння	15–20 8–12	1–2 1,5–2	4–8 6–10		—— 8–10
Полірування	15–20 8–12	1,5–2 1,5–2	4–8 6–10		—— 8–10
Портальні верстати					
Обдирання	950 хв$^{-1}$	1,0–1,5		1,0–0,4	разом 50–70
Середнє шліфування	950	1,5–2,0		0,1–0,2	
Тонке шліфування	950	1,5–2,0		0,02–0,05	
Лощіння	950	2,0–4,0		0,005–0,01	
Полірування	950	2,0–4,0		–	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 л/хв.

6. Витрати абразивного інструменту (табл. 4.2) номерів №1, №2, №3, №4, №5 та№6

$$Q_{шп}^{аб\,№1} = q^{№1} \cdot S',\ Q_{шп}^{аб\,№2} = q^{№2} \cdot S',\ Q_{шп}^{аб\,№3} = q^{№3} \cdot S',$$

$$Q_{øї}^{аá\,ı\,4} = q^{ı\,4} \cdot S',\ Q_{øї}^{аá\,ı\,5} = q^{ı\,5} \cdot S',\ Q_{øї}^{аá\,ı\,6} = q^{ı\,6} \cdot S'$$

де $q^{№1}$, $q^{№2}$, $q^{№3}$, $q^{№4}$, $q^{№5}$, $q^{№6}$ – питомі витрати абразивного інструменту окремих номерів, шт./м^2 (табл. 4.6, 4.7).

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.

7. Загальні витрати абразивного інструменту

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

$$Q_{шп}^{аб} = Q_{шп}^{аб\,№1} + Q_{шп}^{аб\,№2} + Q_{шп}^{аб\,№3} + Q_{шп}^{аб\,№4} + Q_{шп}^{аб\,№5} + Q_{шп}^{аб\,№6}, \text{ шт.}$$

Таблиця 4.6

Усереднена витрата абразивних брусків БП

Операція	Номер брусків БП	Питома витрата брусків, шт./м^2
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 4.7

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./м²	**0,14–0,20**	**2,0–3,0**
Абразивні шліфувальні круги типу ЗП з карбіду кремнію на магнезіальній зв'язці діаметром 140–190 мм, шт./м²	**–**	**1,5–2,5**
Круги повстяні для полірування діаметром 320–400 мм, шт./м²	**0,008–0,011**	**0,015–0,017**
Порошки полірувальні, кг/м²:		
– оксид хрому	**–**	**0,040**
– оксид алюмінію	**0,040–0,080**	**–**
Полірувальники на синтетичних смолах діаметром 320–400 мм, шт./м²	**0,005–0,03**	**–**

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 $z_{ном}$ = 3 мм, після алмазного $z_{ном}$ = 1 мм:

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

$$V_{øë}^{øï} = S' \cdot z_{îì} \text{ , м}^3\text{/рік.}$$

5. *Лабораторна робота №4*

РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСУ ОКАНТУВАННЯ

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

1. Швидкість різання верстату

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \times 1000}, \text{ м/с,}$$

де ***D*** – діаметр відрізного диска, мм.

n – частота обертання диска, об/хв.

Розраховані швидкості різання повинні лежати в межах, вказаних в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Оптимальні значення швидкостей різання для найменшої витрати алмазного інструменту

Вид каменю	Швидкість різання, м/с
Туфи, 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

При фрезеруванні каменя алмазними відрізними кругами (табл. 5.2) технологічні режими обробки відповідають режимам окантування. Технологічні режими обробки каменя алмазними фрезами (табл. 5.3) і алмазними профілірovочними кругами (табл. 5.4) мають деякі відмінності.

2. За технічними характеристиками верстату і даними табл. 3.6 приймають робочу подачу верстату і глибину різання. Рекомендується приймати максимально можливу глибину різання, оскільки в цьому випадку скорочуються витрати часу на виконання деяких допоміжних операцій.

Таблиця 5.2

Основні параметри алмазних сегментних відрізних кругів при загальній висоті сегментів 7 мм

Зовнішній діаметр, мм	Виконання	Позначення	Діаметр посадочного отвору, мм	Товщина корпусу, мм	Розміри алмазних сегментів, мм		Кількість алмазних сегментів, шт.	Маса алмазів в каратах при концентраціях, %	
					ширина	довжина		25	50
за ГОСТ 16115–78									
250	1	2726–0701	32	1,6	2,5	24	23	6,9	13,8
	1	2726–0702	32	1,8	2,5	24	23	6,9	13,8
	2	2726–0703	32	1,6	2,5	24	28	8,4	16,8
	2	2726–0704	32	1,8	2,5	24	28	8,4	16,8
315	1	2726–0705	63	2,0	3	24	30	12	24
	1	2726–0706	63	2,2	3	24	30	12	24
	1	2726–0707	63	2,5	4	24	30	15	30
	1	2726–0708	63	2,8	4	24	30	15	30
	2	2726–0709	63	2,0	3	24	35	14	28
	2	2726–0711	63	2,2	3	24	35	14	28
400	1	2726–0712	90	2,2	3,5	40	26	19,5	39
	1	2726–0713	90	2,5	3,5	40	26	19,5	39
	1	2726–0714	90	2,8	3,5	40	26	19,5	39
	2	2726–0715	90	2,2	3,5	40	28	21	42
	2	2726–0716	90	2,5	3,5	40	28	21	42
	2	2726–0717	90	2,8	3,5	40	28	21	42
500	1	2726–0718	90	2,8	4	40	30	27	54
	1	2726–0719	90	3,0	4	40	30	27	54
	1	2726–0721	90	3,2	4	40	30	27	54
	2	2726–0722	90	2,8	4	40	35	31,5	63
	2	2726–0723	90	3,0	4	40	35	31,5	63
	2	2726–0724	90	3,2	4	40	35	31,5	63
630	1	2726–0725	90	3,2	4	40	37	33,3	66,6
	1	2726–0726	90	3,2	4,5	40	37	37	74
	1	2726–0727	90	3,6	4,5	40	37	37	74
	2	2726–0728	90	3,2	4,5	40	45	45	90
	2	2726–0729	90	3,6	4,5	40	45	45	90
800	1	2726–0731	90	4,0	5	40	48	52,8	105,6
	1	2720–0732	90	4,5	5,5	40	48	57,6	115,2
	2	2726–0733	90	4,0	5	40	57	62,7	125,4
	2	2726–0734	90	4,5	5,5	40	57	68,4	136,8
1000	1	2726–0737	90	4,5	6	24	70	36	112
	1	2726–0738	90	5,0	6,5	24	70	59,5	119
	1	2726–0739	120	4,5	6	24	70	56	112
	1	2726–0741	120	5,0	6,5	24	70	59,5	119
ТУ-037-179-78									
250		252–10	32	1,6; 1,8	2,5	24	23	6,9	13,8
315	1	252–10	63	2,0; 2,2	3,0	24	30	12,0	24,0
	2	252–10	63	2,5; 2,8	4,0	24	30	15,0	30,0
400		252–10	90	2,2; 2,5	3,5	24	26	15,0	30,0
500		252–20	90	2,8; 3,0	4,0	24	30	27,0	54,0
630		252–20	90	3,2; 3,6	4,5	24	37	54,0	74,0
800		252–20	90	4,5	5,5	24	48	57,6	115,2
1000	1	252–30	120	5,0	6,5	24	70	59,5	119,0
	2	252–30	120	5,0	6,5	24	78	66,3	132,6
ТУ 88 УССР									
500		ИСМ 445–79	90	2,8	3,8	24	30	25,2	54,0
630		ИСМ 445–79	90	3,2	4,2	24	36	33,0	66,0
800		ИСМ 445–79	90	4,5	5,5	24	48	58,0	116,0
1000		ИСМ 445–79	120	5,0	6,5	24	72	62,0	124,0
1100		ИСМ 445–79	120	5,0	6,5	24	73	67,0	134,0
1250		ИСМ 445–79	120	5,5	7,0	24	90	83,0	166,0

Примітки. Виконання: 1 – с широкими міжсегментними пазами (круги загального призначення); 2 – с вузькими міжсегментними пазами (круги для роботи на крихких матеріалах)

Таблиця 5.3

Технологічні режими фрезерування каменя алмазними циліндровими фрезами

Оброблюваний матеріал	Режимні параметри			
	швидкість різання, м/с	глибина різання, мм	швидкість робочої подачі, м/хв	витрата охолоджувальної рідини, л/хв
Граніт	20–30	8–12	0,8–1,2	30–50
Туф, вапняк, доломіт	25–35	15–20	1,2–1,5	40–60
Мармур	40–50	15–20	1,0–1,3	35–50
Декоративний бетон	25–36	5–15	1–1,5	30–50

Таблиця 5.4

Раціональні технологічні режими роботи алмазних профілировочних кругів

Параметр	Граніт	Мармур
Швидкість різання, м/с	**25–30**	**40–50**
Швидкість робочої подачі, м/хв	**0,5–0,6**	**0,75–0,9**
Витрата охолоджувальної рідини, л/хв	**10–12**	

3. Розміри плит, що отримуються при поздовжньому окантуванні $L_{пл0}=L_0$, $B_{пл}$., де $B_{пл}$ – ширина плити, мм.

4. Число пропилів при поздовжньому окантуванні

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

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

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

6. Довжина робочого проходу інструмента

$$L_i = L_{ок} + L_{вр} + L_{пер}, \text{ мм,}$$

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

$$L_{вр} = \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2} - b_{пл}\right)^2} = \sqrt{D \cdot b_{пл} - b_{пл}^2}, \text{ мм;}$$

$L_{пер}$ – величина перебігу інструмента, $L_{пер}$ = 0–30 мм.

7. Сумарна поверхня плит-заготовок, отримана після окантування

$$S_2 = S_1 \cdot K_{ок}, \text{ м}^2\text{/рік;}$$

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.

8. Кількість плит-заготовок, що поступають на операцію окантування

$$z = \frac{S_1}{H_0 \cdot L_0}, \text{ шт.}$$

9. Сумарна площа пропилів при окантуванні плит-заготовок, м^2/рік

- всього $S_c = S_{c1} + S_{c2}$,
- при поздовжньому окантуванні $S_{c1} = z \cdot m_1 \cdot b_{пл} \cdot L_0$,
- при поперечному окантуванні $S_{c2} = z \cdot m_2 \cdot b_{пл} \cdot B_{пл} \cdot n_з$.

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

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

- при поздовжньому окантуванні $K_{доп21} = \frac{L_0}{L_1}$;
- при поперечному окантуванні $K_{доп22} = \frac{B_{пл}}{L_2}$.

11. Технологічна продуктивність верстата, м^2/год

– при поздовжньому окантуванні $Q_{mex1} = \frac{60 b_{пл} \cdot S(m_1' - 1) \cdot K_{доп21}}{1000}$;

– при поперечному окантуванні $Q_{mex2} = \frac{60 b_{пл} \cdot S(m_2' - 1) \cdot K_{доп22}}{1000}$.

де m_1', m_2' – кількість одночасно працюючих відрізних кругів відповідно при поздовжньому 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) $m_1' = m_1$, $m_2' = m_2$.

12. Фактична продуктивність верстату:

$$Q_ф = Q_{mex} \cdot K_ц \cdot K_ф, \text{ м}^2/\text{год}.$$

13. Кількість поздовжньо-окантувальних верстатів

$$N_{ок1} = \frac{S_{c1}}{Q_{ф1} \cdot F}, \text{ шт}.$$

Отримане значення округлюється до більшого цілого.

Кількість поперечно-окантувальних верстатів

$$N_{ок2} = \frac{S_{c2}}{Q_{ф2} \cdot F}, \text{ шт}.$$

Отримане значення округлюється до більшого цілого.

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

$$N_{ок} = \frac{1}{F}\left(\frac{S_{c1}}{Q_{ф1}} + \frac{S_{c2}}{Q_{ф2}}\right), \text{ шт}.$$

Отримане значення округлюється до більшого цілого.

14. Сумарні річні витрати алмазів на операцію окантовування

$$Q_{ок}^{a} = q_{ок}^{a} \cdot S_c, \text{ карат/рік},$$

де $q_{ок}^{a}$ – питомі середні витрати алмазів при окантуванні, карат/м^2 (табл. 3.4).

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

$$V_{шл}^{ок} = S_c \cdot b_n, \text{ м}^3/\text{рік},$$

де b_n – ширина пропилу, м.

6. *Лабораторна робота №5*

ВОДОПОСТАЧАННЯ І ШЛАМОВЕ ГОСПОДАРСТВО

6.1. Визначення об'єму відходів каменеобробки

Для визначення об'єму відходів каменеоборобки потрібно мати або розрахувати:

a. річну продуктивність підприємства по плитам, S_0;
b. теоретичну максимальну кількість плит, яку отримують після операції розпилювання блоків на плити S_T;
c. кількість плит, що поступає на операцію окантування S_1;
d. кількість плит після операції окантування S_2;
e. сумарна площа пропилів при окантуванні плит–заготовок S_c.

1. Річна кількість околу, що утворюється після обробки каменю

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

2. Об'єм сухого шламу

а) після операції розпилювання при товщині ріжучого інструменту b_p і величині зазорів $b_з$

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

де L_0, B_0 – довжина і ширина блоку, м;

m – кількість штрипс, необхідних для розпилювання блоку на плити заданої товщини для штрипсового розпилювання, або кількість пропилів дисковою пилою одного блоку для алмазного дискового розпилювання;

б) після операції окантування при товщині ріжучого інструменту $b_р$ і величині зазорів $b_з$

$$V_{шл}^{ок} = S_c \cdot \left(b_p + b_з\right), \text{ м}^3/\text{рік},$$

в) після операції шліфування-полірування

$$V_{øë}^{øï} = S' \cdot z_{íîì}, \text{ м}^3/\text{рік};$$

де S' – загальна площа поверхні, що потребує шліфування-полірування, при обробці порід середньої міцності $S' = S_2$, при обробці високоміцних порід $S' = S_1$;

$z_{ном}$ – товщина шару матеріалу, що знімається при шліфуванні-поліруванні (сумарний номінальний припуск), м.

3. Загальний річний об'єм сухого шламу

$$V_{шл} = V_{шл}^{р} + V_{шл}^{ок} + V_{шл}^{шп}, \text{ м}^3/\text{рік}.$$

6.2. Система водопостачання

На проммайданчику закладаються такі системи водопостачання: оборотна; господарсько-питна; виробничо-протипожежна.

Господарсько-питна система водопостачання забезпечує водою господарсько-питні і душові потреби та внутрішнє пожежогасіння. Живлення внутрішньомайданчикової мережі питного водопроводу проектується по одному введенню від джерела водопостачання. Приймається система водопроводу низького тиску. На проммайданчику проектується тупикова мережа з чавунних водопровідних труб, що укладаються на глибину 1,8 м до верху труби. Як джерело водопостачання можуть використовуватися артезіанські свердловини або система міського промислового водопостачання.

Норми споживання води на санітарно-господарські потреби і коефіцієнти годинної нерівномірності приймають по табл. 6.1. Лабораторна витрата води на внутрішнє пожежегасіння з пожежних кранів для виробничих будівель заввишки до 50 м приймається 5 л/с (2 струмені по 2,5 л/с), а при висоті більше 50 м – 40 л/с (8 струменів по 5 л/с).

Витрата води на санітарно-господарські потреби

$$Q_{душ} = \frac{q_{сг}}{1000} \cdot \left(n_1 + n_2 + n_3\right) k_{гн}, \text{ м}^3/\text{доба},$$

де n_1, n_2, n_3 – кількість працівників відповідно в 1, 2 та 3 зміну, чол.

Витрата води на душ

$$Q_{äóø} = 0{,}5 \cdot n \cdot \left(1 + a\right), \text{ м}^3/\text{доба},$$

де n – число встановлених душових сіток;

a – відношення числа, працівників в найменш численну зміну до працівників найбільш численної зміни.

Таблиця 6.1

Норми витрати води

Вид споживання	Од. вимір.	Норма споживання води, л	Коефіцієнт годинної нерівномірності, $k_{гн}$
Санітарно-господарські потреби в цехах: – з тепловиділеннями більше 20 ккал на 1 м³/год – в інших цехах	1 люд.	 45 25	 2,5 3,0
Душові	1 сітка*	500	Протягом 45 хв
Столові	1 блюдо	12	1,5

* Число душових сіток встановлюють по архітектурно-будівельній частині проекту залежно від числа тих, що працюють в максимальну зміну і груп виробничих процесів по СПиП 2М.3-68.

Система виробничого водопостачання, що включає гідротранспорт шламів, як правило, повинна бути оборотною з поверненням води на виробництво. Прямоточна система водопостачання може застосовуватися як виняток, при відповідному обґрунтуванні і узгодженні з органами санітарного нагляду, та органами, в яким підпорядковується водне і рибне господарства.

Виробничі стоки, що поступають від технологічного устаткування, забруднені речовинами виключно мінерального походження досить значно. Тому найбільш доцільним і ефективним є ***метод відстоювання***.

Найбільш ефективною є наступна схема оборотного водопостачання і шламового господарства. Шламовміщуючі стоки від технологічного обладнання відводяться в зумпф пульпонасосної станції, розміщеної

у виробничому корпусі. Пульпонасосна станція перекачує стоки в шламовідстійник, де відбувається освітлення і очищення пульпи від суспензій. Освітлена вода поступає в резервуари, з яких забирається насосною станцією оборотного водопостачання, і подається у виробничий корпус до технологічного устаткування.

Шламомовідстійник (рис. 6.1) – це ємність, в якій накопичується вода, що поступає з каменерозпилювальних верстатів, з метою її освітлення. Виходячи з вимог, що пред'являються до якості оборотної води, очищення шламосодержащих стоків виконують в шламовідстійнику в 2 етапи.

І етап – освітлення всього об'єму стоків, що поступають від виробничого корпуса, в первинному відстійнику до вмісту суспензій не більше 2000 мг/л. Освітлена вода в первинному відстійнику поступає в резервуар, звідки одна її частина в кількості, необхідній для розпилювальних верстатів, подається у виробничий корпус, а інша частина в кількості, необхідній для шліфувально-полірувальних і окантувальних верстатів, подається у вторинний відстійник для доочищення.

ІІ етап – доочищення освітленої води у вторинному відстійнику до вмісту суспензій не більше 300 мг/л при крупності частинок не більше 0,01 мм.

Освітлену воду подають знову до каменеобробних верстатів. Шламовідстійники можуть застосовуватися як закритого (влаштовують на вулиці і накривають плитами перекриття, що надає змогу запобігти замерзанню води в зимовий період року), так і відкритого (розміщують в приміщеннях) типів з повторним використанням освітленої води для технологічних потреб.

Вода поступає з зливного трубопроводу в приймальне відділення відстійника, рухається до його проміжного відділення, через проміжне відділення потрапляє у відділення для видачі води і подається до підприємства. Значна частина шламу осідає в приймальному відділенні відстійника, два інші відділення призначені для доосвітлення води, тому мають значну протяжність, завдяки якій важкі частини шламу осідають на дно. Запасне відділення відстійника призначене для забезпечення нормальної роботи шламовідстійника під час очищення від шламу приймального відділення відстійника. В цьому випадку зливну воду подають в запасне відділення відстійника, яка прямує через проміжне відділення і відділення для видачі води до каменеобробного цеху. А в приймальному відділенні шламовідстійника припиняють доступ стічних вод і осушують шлам, який осів. Осушений шлам видаляють екскаватором з подальшим відвантаженням на автосамоскиди. Для прискорення осідання шламу в шламовідстійник добавляють коагулянти.

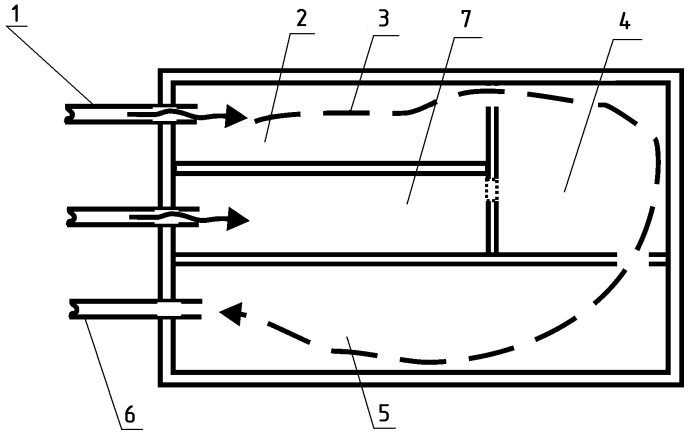


Рис. 6.1. Схема шламовідстійника:
1 – зливний трубопровід, 2 – приймальне відділення відстійника, 3 – схема руху води в шламовідстінику, 4 – проміжне відділення відстійника, 5 – відділення для видачі води, 6 – всмоктувальний трубопровід, 7 – запасне відділення відстійника

Гідротранспорт пульпи з зумпфів або пульпозбірників до шламосховищ або очисних споруд залежить від місцевих умов проектованого об'єкту і може бути як напірним, так і самоточним.

Внутрішньоцехова частина системи гідротранспорту шламів вирішується самоплив по лотках (табл. 6.2), що прокладаються в каналах і тунелях виробничого корпусу. Рекомендовані глибини каналів від відмітки підлоги цеху – до 2 м, тунелів – більше 2 м. При проектуванні тунелів необхідно передбачати гідравлічний змив, освітлення і природну вентиляцію. Необхідна ширина лотків розраховується виходячи з умов забезпечення швидкості потоку, яка не дозволяє утворюватись мулу, і транспортування гідросуміші у зваженому стані. Кути нахилу лотків фундаментів устаткування повинні бути не меншого 0,07±0,1, а в магістральних каналах і тунелях приймаються в межах 0,03±0,05. Лотки футеруються половинами сталевих труб. Лотки завглибшки до 2 м прокладаються в каналах, а більше 2м — в прохідних тунелях. Канали перекриваються знімними секційними гратами з прорізами 6 мм, маса кожної секції не більше 30 кг. Швидкість руху стоків по лотках повинна бути не меншого 1,2 м/с. Повороти лотків виконуються радіусом більш за п’ятикратну ширину лотка, а сполучення лотків – радіусом більше 2 м. Мінімальні розміри лотків, каналів і тунелів приведені в табл. 3. Для змиву лотків

в тунелях повинні передбачатися поливальні крани через кожні 30 м по довжині тунелю. Підведення води до поливальних кранів здійснюється окремим трубопроводом від мережі гідронапору. При цьому напір оборотної води в магістралях повинен бути не меншого 20 м, а витрата на один кран – від 1,5 до 2 л/с.

Таблиця 6.2

Мінімальні розміри лотків, каналів і тунелів

Глибина закладання лотка, мм	Радіус лотка в каналі або тунелі, мм	Ширина каналу або тунелю, мм	Мінімальний ухил, %
<700	50–75	400	0,03–0,05
700–1200	75–100	700	0,03–0,05
1200–2000	100–125	1000	0,03–0,05
>2000	100–125	1200	0,03–0,05

Зовнішня частина напірної системи виконується із сталевих труб розрахункового діаметру. Прокладається дві нитки трубопроводу, одна з яких є резервною. У виробничих цехах пульпопроводи прокладаються по колонах, а зовні — на опорах з відміткою 6 м. При проектуванні напірного гідротранспорту пульпонасосні станції рекомендується розміщувати усередині головного виробничого корпусу. Пульпонасосна станція призначена для перекачування шламовміщуючих стоків із зумпфа в корпус шламового господарства. Розміри зумпфа вибирають за об'ємом його робочої частини, виходячи з 10-хвилинної подачі робочого насоса. При цьому мінімальний рівень пульпи в зумпфі повинен бути на 1 м вище за відмітку верху всмоктуючого патрубка насоса. Пульпонасосна станція обладнується трьома насосами: робочим, резервним і ремонтним. Якщо в станції більше трьох робочих насосів, то передбачають два резервних. На підводах до насосів встановлюються вентилі з електромагнітним приводом. Для підняття осаду в зумпфі підводиться вода від виробничого водопроводу. У пульпонасосній станції встановлюється самовсмоктуючий насос для відкачування води з дренажного приямка.

6.3. Технічні вимоги до якості очищеної води

Вода має відповідати наступним вимогам:

1. Вміст у воді кожного з таких компонентів, як органічні поверхнево-активні речовини, цукор та феноли, має не перевищувати 10 мг/л.
2. Вода має не містити плівки нафтопродуктів, жирів та масел.
3. У воді не повинно бути барвних домішок, якщо до каменю пред'являють вимоги естетики.
4. Вміст у воді наведених нижче речовин має не перевищувати:
   - розчинних солей – 5000 мг/л;
   - іонів SO_4^{-2} – 2700 мг/л;
   - Cl^{-1} – 1200 мг/л;
   - зважених частинок – 500 мг/л.
5. Окиснення води має бути не більше 15 мг/л.
6. Водневий показник води (pH) не має бути менше 4 і більше ніж 13.
7. Вода не має містити домішок в таких кількостях, які призводять до схоплювання і твердіння шламу і дробу.
8. Допускається використання технічних і природних вод, забруднених стоками, що містять домішки в кількостях, які перевищують встановлені в п. 5, окрім домішок іонів Cl^{-1}, за умови обов'язкової відповідності якості каменю показникам, заданим проектом.

Стічні води технологічних процесів каменеоброблення перед скиданням в каналізаційну мережу мають бути очищені від шкідливих речовин та механічних домішок відповідно до вимог "Санитарных правил и норм охраны поверхностных вод от загрязнения". № 4630-88.

Шлами від оброблення міцних порід каменю мають вивозитись у спеціально відведені відвали.

6.4. Витрати технічної води

Витрата води на охолодження каменеобробного інструменту приймається за технічними характеристиками обладнання або орієнтовно (у разі відсутності даних) з табл. 6.1 та табл. 6.2. Для обробки каменя слід витримувати відповідні норми за якістю води. Максимально допустима крупність частинок в оборотній воді – 50 мкм, для полірування — 10 мкм.

1. Сумарні річні потреби технічної води для каменеобробного обладнання

$$\sum U_{рік} = U_{р.рік} + U_{шп.рік} + U_{ок.рік}, \text{ м}^3/\text{рік}.$$

де $U_{р.рік}$ – річні витрати води при розпилюванні блоків, м^3/рік;

Uок.рік – річні витрати технічної води при окантуванні, м^3/рік;
Uшп.рік – річні витрати води при шліфуванні-поліруванні, м^3/рік.

2. Укрупнені річні витрати води на розпилювання всіх блоків:

$$U_{р.\partial^3\hat{e}} = m \cdot U_{\partial} \cdot F \cdot N_p, \text{ м}^3\text{/рік};$$

де ***Up*** – витрати води на один робочий інструмент, м^3/год (табл. 6.3, 6.4);
m – кількість штрипсових, дискових або канатних пил, що одночасно працюють на одному верстаті, шт.

Таблиця 6.3

Витрата води на охолоджування каменеобробного інструменту

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

Таблиця 6.4

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	10–15	1300	
350		1400	60–90
400		1500	
450	15–22	1600	
500		1750	65–100
550		1800	65–110
600	20–30	2000	70–120
630		2250	75–130
700	30–40	2500	80–140
800	30–45	2700	85–150
900		3000	90–160
1000	40–60	3500	100–180
1100	45–70		

3. Укрупнені річні витрати води на операції шліфування-полірування

$$U_{шп.рік} = m \cdot U_{шп} \cdot F \cdot N_{шп}, \text{ м}^3\text{/год},$$

де ***Uшп*** – витрати води на одну шліфувальну головку, м^3/год (табл. 6.3);
m – кількість шліфувальних головок, що одночасно працюють на одному шліфувально-полірувальному верстаті (конвеєрі).

4. Укрупнені річні витрати води при окантовуванні, м^3/рік,:

– при використанні поздовжньо-окантувальних і поперечно-окантувальних верстатів

$$U_{ок.рік} = U'_{ок} \cdot F \cdot \frac{D}{100} \cdot \left(N_{ок1} \cdot m_1 + N_{ок2} \cdot m_2\right) = U_{ок} \cdot F \cdot \left(N_{ок1} \cdot m_1 + N_{ок2} \cdot m_2\right),$$

– при використанні універсальних окантувальних верстатів

$$U_{ок.рік} = U'_{ок} \cdot \frac{D}{100} \cdot \left(\frac{S_{c1}}{Q_{ф1}} m_1 + \frac{S_{c2}}{Q_{ф2}} m_2\right) = U'_{ок} \cdot \left(\frac{S_{c1}}{Q_{ф1}} m_1 + \frac{S_{c2}}{Q_{ф2}} m_2\right),$$

де ***U'ок*** – норма витрати води на охолодження 100 мм відрізного круга (табл. 6.3), м^3/год;

$U_{ок}$ – норма витрати води на охолодження відрізного круга (табл. 6.4), м^3/год.

У формули підставляють розраховану кількість розпилювальних, шліфувально-полірувальних та окантувальних верстатів до округлення).

5. Орієнтовна місячна витрата води

$$U_{міс} = \frac{\sum U_{рік}}{12}, \text{ м}^3/\text{міс}.$$

6. Рекомендується приймати найбільшу гідравлічну крупність частинок, що затримуються у першому відстійнику, в межах $I_0 = 0{,}6$ мм/с, що відповідає каламутним водам, що містять більше 250 мг/л зважених речовин. При цьому ефект очищення у відстійнику складатиме 76 %.

7. Площа відстійника

$$F = \frac{\alpha \cdot q_П}{3{,}6 \cdot I_0}$$

де ***$q_П$*** – витрата пульпи, м^3/год;

$$\alpha = \frac{I_0}{I_0 - v_{ср}/30},\ v_{ср} = k \cdot I_0 = 7{,}5 \cdot I_0.$$

8. Ширина відстійника

$$B = \frac{q_П}{3{,}6 \cdot v_{ср} \cdot H \cdot N}, \text{ м};$$

де ***H*** – середня глибина зони осадження, ***H*** = 2–3 м;
N – число відстійників.

9. Довжина відстійника

$$L = \frac{F}{B \cdot N}, \text{ м}$$

10. Проміжок часу, після якого необхідно здійснювати очищення відстійника при його глибині ***$H_{від}$***

$$t_o = \frac{V_{від}}{V_{шл}} = \frac{F \cdot H_{від}}{V_{шл}}, \text{ роки}.$$

На підприємствах шламовідстійник підлягає очищенню один раз на місяць.

11. Розрахунок вторинного відстійника виконується аналогічно першому з урахуванням гідравлічної крупності і витрати пульпи.

Вода може використовуватись на операціях бробки каменю, якщо нормований вміст твердих частинок у ній не перевищує даних табл. 6.5.

Таблиця 6.5

Вміст твердих частинок у воді, мг/л

Розпилювання вільним абразивом	2000
Розпилювання алмазним інструментом	500
Окантування – розкрій	500
Шліфування – полірування	300

КОМПОНУВАННЯ І ПЛАНУВАННЯ ЦЕХІВ.

7.1. Вибір внутрішньоцехового транспорту

1. Підйомно-транспортні машини і пристрої

На каменеобробних підприємствах проводяться технологічні операції з переміщенням вантажів з великим діапазоном мас і відстаней переміщення. Стосовно маси вантажів, відстаней і напрямів їх переміщення для різних технологічних операцій вибираються відповідні підйомно-транспортні машини і пристрої. Залежно від потужності підприємства, виду порід, що переробляються, розташування виробничих і допоміжних цехів на каменеобробних підприємствах застосовується декілька типів машин і схем транспортування вантажів. Підйомно-транспортні машини і пристрої можуть бути як загального, так і спеціального призначення.

Однією з раціональних схем подачі крупних блоків на розпилювання є транспортування їх верстатними візками безпосередньо з складу сировини, з використанням передавального візка (електролафета). Передавальний візок переміщається вздовж фронту розпилювальних верстатів по рейковому шляху за

допомогою лебідок і дозволяє обслуговувати до 30 штрипсових верстатів, що працюють з дробом, або до 10 алмазно-штрипсових і дискових верстатів, що оброблюють середньо- і маломіцні породи. Залежно від типів розпилювальних верстатів вантажопідйомність верстатних візків складає 20–60 т. Навантаження блоків на верстатні візки виконується кранами. Застосування вказаної схеми транспортування блоків в робочий простір розпилювальних верстатів дозволяє заздалегідь готувати ставки блоків, внаслідок чого знижуються простої розпилювальних верстатів в процесі вантажеобмінних операцій.

При роботі каменеобробних цехів без передавального візка завантаження верстатних візків проводиться або безпосередньо в цеху мостовими або стріловидними кранами, або за межами цеху перед подачею візка в розпилювальний верстат.

Число верстатних візків

$$n_{віз} = n_{вер} \cdot \left(1 + \frac{T_{ФС} + T_{РС}}{T_{тех}} \cdot k_з\right), \text{ шт.;}$$

де $n_{вер}$ – блоків ставки, шт.;

$T_{ФС}$ – тривалість формування ставки блоків, год., при вирівнюванні постелі блоків і формуванні ставки з 2–3 блоків $T_{ФС}$ = 1,5–2 год.;

$T_{РС}$ – час передачі візка на розбиральний пункт і розбирання ставки, год.;

$T_{тех}$ – середній час розпилювання блоків ставки, год.;

$k_з$ – коефіцієнт запасу (для блоків з порід середньої і малої міцності $k_з$ = 2, для граніту $k_з$ =1,25).

Для наближених розрахунків можна вибрати кількість верстатних візків з розрахунку 1 візок на один верстат для міцних порід і 2 візка на один верстат для порід середньої міцності.

Залежно від розташування пункту розбирання ставок плити-заготовки для подальшої обробки транспортуються автонавантажувачами, електронавантажувачами вантажопідйомністю 2 т і з висотою підйому вил не менше 1,8 м, мостовими кранами, кран-балками. При цьому плити укладаються на піддони в горизонтальному положенні з дерев'яними підкладками між ними або в касети в похилому положенні. Переміщення плит з цехів шліфування-полірування і окантування і укладання їх на робочі столи мостових верстатів здійснюється мостовими кранами і кран-балками. Сполучною ланкою між робочим органом вантажопідйомної машини і вантажем є тросові стальні або ланцюгові зварні стропи з плоскими С-подібними та Г-подібними захватними ланками. Найсучаснішими пристроями переміщення, укладання на робочі столи і знімання з них облицювальних плит є вантажозахватні пристрої з вакуумним захопленням.

Для досягнення постійної подачі плит-заготовок при конвеєрній обробці плит застосовуються маніпулятори, столи, що перекидаються, рольганги і інші підйомно-транспортні пристрої. При цьому верстатний візок з розпиляною ставкою передавального візка подається в зону дії маніпулятора. Плити-заготовки з розпилювального візка знімаються маніпулятором і переносяться на стіл, що перекидається, або візок із столом, що перекидається. Стіл, що перекидається, із завантаженими заготовками встановлюється в горизонтальне положення і плити-заготовки із столу передаються на рольганг, яким вони переміщаються до конвеєра.

Транспортування облицювальних плит і виробів з каменеобробних цехів на склад готової продукції звичайно здійснюється автонавантажувачами і електронавантажувачами вантажопідйомністю 2–5 т з висотою підйому вил не менше 2,5 м. Для транспортування особливо крупних виробів іноді застосовуються автонавантажувачі вантажопідйомністю 10 т.

Кількість навантажувачів можна приймати з розрахунку 1 електронавантажувач на 2 розпилювальних верстата і 1 електронавантажувач на склад готової продукції.

Для виконання навантажувальних робіт на складах відкритого типу встановлюються козлові або мостові крани, закритого типу – мостові крани. Мінімальна вантажопідйомність козлового крану для розвантаження, навантаження і переміщення сировинних блоків

$$Q_{\min} = \rho \cdot V_{бл}, \text{ т}$$

де ρ – об'ємна вага породи, що оброблюється, кг/м^3;

$V_{бл}$ – об'єм одного сировинного блоків, м^3.

Для окремих відділів підприємства можна приймати крани з вантажопідйомністю, вказаною у табл. 7.1. для основного виробничого приміщення мостові крани приймаються з розрахунку один кран на 50–60 м прольоту.

Таблиця 7.1

Необхідна вантажопідйомність крана

Підрозділ	Вантажопідйомність крана, т
Відділення розпилювання	15
Відділення окантовки	5
Відділення шліфовки-полірovки	5

Відділення бучардування	5
Відділення термоструминної обробки	5
Склад сировини	20
Склад готової продукції	5

7.2. 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. Головний корпус рекомендується ділити на відділення-цехи: розпилювання, розкрою і окантування, фактурної обробки. Відділення повинні бути розділені стінами і перегородками з відповідним вантажопідйомно-транспортним зв'язком. У головному корпусі доцільно блокувати всі технологічні підрозділи виробництва, а також супутні і допоміжні служби: пульпонасосні, трансформаторні підстанції, ремонтно-механічні пункти, адміністративно-побутові приміщення і т.д. Склади сировини і готової продукції повинні мати підведення залізничних і автомобільних шляхів під вантажопідйомні засоби. Склад сировини і головний корпус повинні бути сполучені не менше, чим двома рейковими шляхами для транспортування блоків на візках в корпус і повернення порожніх візків на склад.

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.

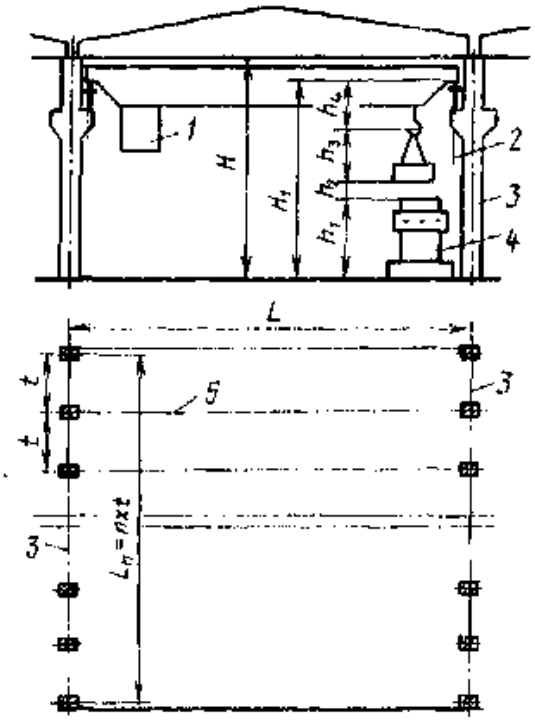


Рис. 7. 1. Поперечний розріз і план прольоту: 1 – кабіна крану; 2 – вісь підкранової балки; 3 – поздовжня розбивочна вісь; 4 – верстат; 5 – поперечна розбивочна вісь

Важливим при проектуванні є вибір будівельних параметрів споруди – сітки колон і висоти прольоту. Поперечний розріз і план прольоту показані на рис. 7.1. 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 табл. 7.2. Ширину прольоту вибирають такою, щоб можна було раціонально розмістити кратне число рядів обладнання (табл. 7.3), 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. 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)

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4.$$

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 табл. 7.2 визначають мінімальну висоту H прольоту.

Таблиця 7.2

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, H, м	Відмітка верху консолей підкранової балки, H_1, м		
		при вантажо-підйомності 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

Таблиця 7.3

Норми розміщення обладнання

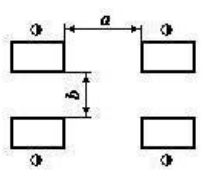
Операція	Норма
Розпилювання рамне	Однорядне з організацією подовжнього проїзду і розміщенням передавального візка вздовж фронту верстатів
Розпилювання дискове	Дворядне з розташуванням проїзду між фронтами верстатів
Окантування, бучардування	Дворядне з розташуванням проїзду між бічними сторонами верстатів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

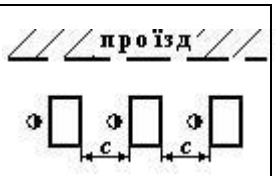
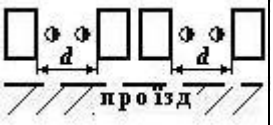
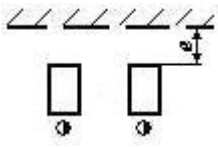
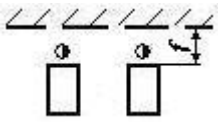
1. Після вибору основних розмірів споруди викреслюється схема розміщення основного обладнання з врахуванням норм площ для допоміжних операцій і ремонтно-монтажних робіт (табл. 7.7) і визначається площа цехових виробничих приміщень $S_{ВП}$. При розміщенні верстатів повинні враховуватись норми відстаней між верстатами і від верстатів до стін і колон споруди (табл. 7.4), та ширину проїздів між рядами верстатів при використанні механізованого транспорту (табл. 7.5, 7.6).

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.

Таблиця 7.4

Відстані між верстатами і від верстатів до стін і колон будівлі

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

Між верстатами при поперечному розташуванні до проїзду	при розміщенні верстатів в “потилицю”	***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

Таблиця 7.5

Розміри магістральних проїздів

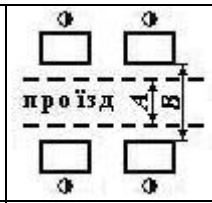
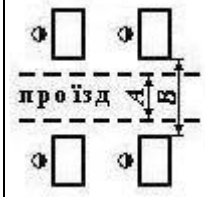
Вид транспорту	Вантажопід-йомність, т	Норма, мм		Схема проїзду
		ширина проїду ***A***, мм	відстань між верстатами ***B***, мм	
Електровізки (електрокари)	до 1,0	3000	3500	Проїзд подовжній
	до 3,0	3500	4000	
	до 5,0	4000	4500	
Вилкові навантажувачі	до 5,0	3500	4000	Проїзд поперечний
	до 1,0	4000	4500	
	до 1,0	5000	5500	

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

Таблиця 7.6

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

Таблиця 7.7

Норми площ для допоміжних операцій і ремонтно-монтажних робіт

Операції	Норма площі
Розбирання розпиляних ставок, м^2/станок	12
Пакетування плит-заготовок у верстатів (площі проміжного складування), м^2/станок	10
Набирання плит в касети для операції шліфовки-поліровки, м^2/станок	12
Розбирання плит з касет, м^2/станок	12
Комплектація і упаковка готової продукції м^2/50 тис.м^2 готової продукції	36
Ремонтно-монтажні роботи, м^2	
– відділення розпилювання	36
– відділення розкрою	24
– відділення шліфовки-поліровки	24
– 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.

Таблиця 7.8

Норми проектування складів сировини і готової продукції

Найменування показника	Норма на склад	
	сировини	готової продукції
І. Мінімальний термін зберігання, діб	15–30	30
2. Об'єм виробів, що зберігаються на 1 м^2 площі складу, м^3/м^2	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

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 кожні 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.

Вироби з граніту і інших міцних гірських порід можуть зберігатися на складах відкритого типу. Майданчики складів повинні бути забетоновані або заасфальтовані і спланованої з нахилами, що забезпечують стік атмосферної води. Вироби з мармуру і інших порід середньої і малої міцності слід зберігати в закритих

неопалювальних складах або під навісами, що виключає попадання атмосферних опадів.

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 табл. 7.8. Об'єм готової продукції, що одночасно зберігається на складі, визначається розрахунком, але приймається не менш місячній продуктивності підприємства.

2. Загальний об'єм блоків, що зберігається на складі сировини

$$V_C = \frac{T_C \cdot V_Ï}{365}, \text{ м}^3.$$

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

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

де T_C і $T_{ГП}$ – відповідно середній час зберігання блоків на складі сировини та плитки на складі готової продукції, діб.

4. Площа складу сировини з врахуванням поправочних коефіцієнтів

$$S_C = V_C \cdot \frac{k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_â}{k_1}, \text{ м}^2;$$

де k_1 – об'єм виробів, що зберігаються на 1 м^2 площі складу, м^3/м^2 (табл. 7.8);

k_2 – коефіцієнт, що враховує проходи між штабелями (табл. 7.8);

k_3 – коефіцієнт, що враховує проїзди і площу під шляхами кранів, рейкових візків, проїздами автомобілів, залізничними коліями (табл. 7.8);

k_4 – коефіцієнт, що враховує різносортність виробів (табл. 7.8);

$k_в$ – коефіцієнт використання площі складу (табл. 7.8).

5. Площа складу готової продукції з врахуванням поправочних коефіцієнтів

$$S_{ГП} = V_{ГП} \cdot \frac{k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_в}{k_1}, \text{ м}^2.$$

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

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

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.

7. Площа адміністративних приміщень приймається з розрахунку 3,25 м^2 на одного службовця та 5 м^2 на одного інженерно-технічного працівника

$$S_{ÀÏ} = 3{,}25 \cdot n_{ÑË} + 5 \cdot n_{²ÒÏ}, \text{ м}^2.$$

8. Площа побутових приміщень приймається з розрахунку 3 м^2 на одного працівника – основного та допоміжного робочого і молодшого обслуговуючого персоналу

$$S_{ÏÏ} = 3 \cdot \left(n_{ÎÐ} + n_{ÄÐ} + n_{ÎÏÏ}\right), \text{ м}^2.$$

9. Загальна площа цеху з врахуванням площ складів інструменту і готової продукції

$$S_{ÖÅÕ} = S_{ÂÏ} + S_{ÃÏ} + S_{²Ï}, \text{ м}^2.$$

10. Загальна площа цеху з врахуванням площ побутових і адміністративних приміщень

$$S_{ÇÀÃ} = S_{ÖÅÕ} + S_{ÀÏ} + S_{ÏÏ}, \text{ м}^2.$$

11. Довжина цеху

$$L_Ö = \frac{S_{ÇÀÃ}}{L}, \text{ м};$$

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

8. ***Лабораторна робота №7***

РОЗРАХУНОК ЧИСЕЛЬНОСТІ ПРАЦІВНИКІВ І РІЧНОГО ФОНДУ ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ.

8.1. Склад працівників каменеобробного підприємства

Персонал підприємства – сукупність постійних працівників, які отримали необхідну професійну підготовку та (або) мають досвід практичної діяльності і забезпечують господарську діяльність підприємства. Для здійснення виробничих процесів передбачено певний штат працівників, яких поділять на такі категорії:

– ***Виробничі (основні) робітники*** – це робітники каменеобробного виробництва, що безпосередньо виконують операції технологічного процесу по виготовленню продукції (каменерозпилювальники, фрезерувальники по каменю, шліфувальники-полірувальники виробів з каменя, налагоджувачі верстатів, що крім налагоджування і настроювання верстатів виконують керування і спостереження за роботою автоматичних ліній). До цієї категорії відносять робітників основних цехів, а також виробничих робітників інструментальних, ремонтно-механічних і електроремонтних цехів (якщо ці цехи виконують капітальний ремонт і модернізацію обладнання і транспортних засобів свого підприємства, а також середній ремонт періодичністю більше одного року), експериментальних і тарних цехів (відділів, ділянок), цехів нестандартного обладнання і механізації.

– ***Допоміжні робітники*** (робітники ремонтних і інструментальних служб, транспортні і підсобні робітники, прибиральники виробничих приміщень, контролери якості продукції, робітники складів і комор):

- у виробничих цехах це робітники, що не приймають безпосередньої участі у виконанні операцій по виготовленню виробничої програми випуску продукції, а зайняті обслуговуванням технологічних процесів (налагоджувачі верстатів (за виключенням робочих, що крім налагоджування і настроювання верстатів виконують керування і спостереження за роботою автоматичних ліній, вони відносяться до виробничих); робочі, що встановлюють інструмент; робочі цеху по ремонту і поточному обслуговуванню (черговий персонал) обладнання та оснащення, зайнятих складськими, транспортними, навантажувально-розвантажувальними роботами, прибиранням виробничих приміщень і відходів, контролем якості сировини і продукції; комірники, вагарі і експедитори цехових складів, якщо крім функцій обліку і надання розпоряджень по прийманню, зберіганню і відправленню вантажів до їх обов'язків відноситься також безпосереднє виконання фізичних робіт по переміщенню і вкладанню вантажів);
- у допоміжних цехах і установах – всі робочі, крім тієї їх частини, що відноситься до виробничих;
- у загальнозаводських службах (складські, транспортні) – всі робочі.

– ***Інженерно-технічні працівники (ІТП)*** – працівники, що забезпечують організацію і керівництво виробничими процесами підприємства:

- керівництво підприємства, головні спеціалісти, начальники цехів (ділянок, лабораторій, змін, прольотів, відділень), інженери, інженери-технологи, техніки, майстри, прораби та інші працівники, що виконують технічне керування виробничим процесом і потребують кваліфікації інженера або техніка; майстрів (змінних, цехових, відділень, ділянок, контрольних) і їх помічників відносять до групи ІТП, якщо вони, виконуючи безпосередньо робочі функції лише в порядку інструкторського показу, несуть обов'язки технічного і адміністративного керівництва робочими (розподіл, спостереження і облік роботи);
- безпосередні керівники і організатори робіт по переміщенню вантажів на залізничному і автомобільному транспорті, зайняті на посадах, для яких потрібна кваліфікація інженера або техніка;
- керівники, інженери, техніки і конструктори, зайняті на конструкторській і проектній роботах; механіки, енергетики; керівники, інженери, техніки і нормувальники, а також економісти у відділах, секторах і бюро по виробничому плануванню, організації праці і заробітної плати.

– ***Службовці*** – працівники, що виконують відповідно до посади адміністративно-господарські функції, але не займають інженерно-технічні посади, ведуть фінансування, постачання і збут, бухгалтерський і статистичний облік, вирішують соціально-побутові і інші подібні питання:

- економісти по питанням фінансів, постачання і збуту – питанням, не пов'язаним з виробничим плануванням, з організацією праці і заробітної плати;
- фінансові, обліково-бухгалтерські і юридичні працівники (бухгалтери, касири, рахівники, статистики, обліковці, табельники, юрист-консультанти);
- працівники, що займають посади, пов'язані з діловодством (секретарі, діловоди, машиністи, реєстратори, перекладачі);
- копіювальники, креслярі;

• товарознавці, приймальники, агенти і інші працівники, що займають посади по постачанню і збуту, для яких не потрібна кваліфікація інженера або техніка;

• завідувачі складів і комор, комірники і інші працівники складів і комірних, зайняті оформленням документів по прийманню і зберіганню вантажів.

– ***Молодший обслуговуючий персонал (МОП)***:

• працівники, що займаються обслуговуванням службових приміщень (прибиральники побутових і конторських приміщень);

• гардеробники, кур'єри, розсильні, вахтери, сторожа;

• шофери легкових автомобілів і службових автобусів підприємства, що обслуговують лише працівників даного підприємства.

8.2. Розрахунок чисельності працівників

При техніко-економічному обґрунтуванні проектів застосовують укрупнені методи розрахунку числа працівників. Далі в процесі проектування отримані результати коректують у міру уточнення структури цеху, планування устаткування, схеми управління виробництвом. Розрахунок чисельності основних працівників виконують виходячи з прийнятого режиму роботи, розставлення робочих по місцях, максимального використання робочого часу, суміщення професій робочих, компонування технологічного обладнання у виробничих корпусах. Розрахунок виконують у табличній формі (табл. 8.2) на основі фактичної чисельності обладнання і нормативів, наведених у табл. 8.1.

1. Загальна чисельність основних робітників ***Ко***

$$K_O = n_{çì\,1} \cdot (K_1 + K_2 + \ldots + K_i) + n_{çì\,2} \cdot (K_1 + K_2 + \ldots + K_j) + \\ + n_{çì\,3} \cdot (K_1 + K_2 + \ldots + K_m), \text{ чол.},$$

де $n_{зм}$ – кількість змін роботи обладнання за добу, $n_{зм1} = 1$, $n_{зм2} = 2$, $n_{зм3} = 3$.

Крім того, окремо розраховується чисельність робітників по окремим розрядам.

Таблиця 8.1

Нормативи чисельності робітників, що обслуговують каменеобробні підприємства

Найменування обладнання, що обслуговується	Професія або робота, що виконується	Розряд	Коефіцієнт тарифної ставки	Кількість люд/змін на одиницю обладнання
Канатна пила	Машиніст	V	1,686	1
	Пом. машиніста	II	1,147	1
Терморізаки	Каменотес	IV	1,442	1
		V	1,686	
Рамний каменерозпилювальний верстат	Каменерозпилювальник	III	1,282	0,5
		IV	1,442	
	Налагоджувальник	III	1,282	0,25
		IV	1,442	
Передавальний візок	Водій	IV	1,442	Обслуговується налагоджувальником
Одно- чи багатодисковий розпилювальний верстат	Каменерозпилювальник	V	1,686	1
	Налагоджувальник	III	1,282	0–1
		IV	1,442	
Фрезерно-оканту-вальний верстат	Фрезерувальник по каменю	III	1,282	1
Шліфувально-полірувальний верстат	Шліфувальник-полірувальник	III	1,282	0,5
	Наклеювач плит	I	1,000	1 люд. на 25 тис м^2 виробів в рік
Шліфувально-полірувальний конвеєр	Шліфувальник-полірувальник	III	1,282	2
Електронавантажувач	Водій	IV	1,442	1
Електрокара	Водій	IV	1,442	1
Автонавантажувач	Водій	III	1,282	1
		IV	1,442	
Електротягач	Водій	IV	1,442	1
		V	1,686	

Найменування обладнання, що обслуговується	Професія або робота, що виконується	Розряд	Коефіцієнт тарифної ставки	Кількість люд/змін на одиницю обладнання
Кран мостовий	Машиніст	III	1,282	1
		IV	1,442	
		V	1,686	
	Стропальник	II	1,147	
Козловий кран на складі сировини	Машиніст крану	III	1,282	1
		IV	1,442	
		V	1,686	
Мостовий кран на складі готової продукції	Машиніст крану	III	1,282	1
		IV	1,442	
		V	1,686	
	Стропальник	II	1,147	Бригада з 3 чоловік

Примітки. * – тільки для каменерозпилювального відділення.

Таблиця 8.2

Розрахунок чисельності основних робітників

Найменування обладнання	Професія або робота, що виконується	Розряд	Тарифна ставка, грн./год	Кількість люд/змін на одиницю обладнання	Кількість одиниць обладнання	Кількість люд/змін (чоловік) на даному типі обладнання

2. ***Кдоп*** при укрупненому проектуванні приймається рівною 18...24% основних робітників. При детальному проектуванні допоміжних служб чисельність допоміжних робітників визначають чи за нормами обслуговування, чи в залежності від працемісткості виконуваного об'єму робіт.

3. Чисельність молодшого обслуговуючого персоналу ***Кмоп*** приймається рівною 2...3% сумарної кількості основних і допоміжних робітників або розраховується за нормою одна людина на 500–600 м^2 площі конторських і побутових приміщень приміщень.

4. Чисельність інженерно-технічних працівників ***КІТП*** складає 9...11% основних і допоміжних робітників. При детальних розрахунках чисельність ІТП уточнюють відповідно до розробленої структури цеху і схеми його управління. Вважається, що 70% загальної чисельності ІТП працюють в першу зміну.

5. Чисельність службових ***Ксл*** складає 5 % основних і допоміжних робітників.

6. Загальна чисельність працівників

$$К_{заг} = К_О + К_{доп} + К_{моп} + К_{ІТП} + К_{СЛ}, \text{ чол.}$$

8.3. Розрахунок річного фонду зарплати

1. Річний фонд зарплати основних (виробничих) робітників:

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

де ***N*** – кількість робочих днів на рік, днів;

Тзм – тривалість зміни, год.;

Ki – чисельність основних робітників *i*-го розряду, чол.;

ti – тарифна ставка *i*-го розряду, грн/год.;

2. Додаткова зарплата основних робітників ***Зд.о*** приймається в розмірі 18–25 відсотків від основної зарплати.

3. Сумарний фонд зарплати основних робітників

$$З_{О.р} = З_О + З_{Д.О}, \text{ грн.}$$

4. Річний фонд зарплати допоміжних робітників при середній тарифній ставці III розряду

$$З_{ДОП} = N \cdot T_c \cdot K_{ДОП} \cdot t_{III}, \text{ грн.}$$

5. Річний фонд зарплати МОП при місячній зарплата ***Зм.моп*** рівній мінімальній заробітній платі (з 01.12.2012 р. 1134 грн.)

$$З_{МОП} = 12 \cdot З_{м.моп} \cdot K_{МОП}, \text{ грн.}$$

6. Зарплата ІТП і службовців приймається рівною 25% фонду зарплати основних робітників:

$$Ç_{ÏÒÏ+ÑË} = 0{,}25 \cdot Ç_{ï.ð}, \text{ грн.}$$

7. Доплата для ІТП і службовців приймається в розмірах 18–25% фонду зарплати:

$$Ç_{ÿÄ.²ÒÏ+ÑÈ} = (0{,}18 \div 0{,}25) \cdot Ç_{²ÒÏ+ÑÈ}$$, грн.

8. Повний фонд зарплати для ІТП та службовців:

$$Ç_{Ï.²ÒÏ+ÑÈ} = Ç_{²ÒÏ+ÑÈ} + Ç_{ÿÄ.²ÒÏ+ÑÈ}$$, грн.

9. Повний річний фонд заробітної плати основних і допоміжних робітників, МОП, ІТП і службовців:

$$Ç = Ç_{Ï.ð} + Ç_{ÿÄÏ} + Ç_{ÌÎÏ} + Ç_{Ï.²ÒÏ+ÑÈ}$$, грн.

10. При нарахуванні та видачі заробітної плати необхідно виконати відрахування ***єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування*** (***єдиного соціального внеску***) – консолідованого страхового внеску, збір якого здійснюється до системи загальнообов'язкового державного соціального страхування в обов'язковому порядку та на регулярній основі з метою забезпечення захисту у випадках, передбачених законодавством, прав застрахованих осіб та членів їхніх сімей на отримання страхових виплат (послуг) за діючими видами загальнообов'язкового державного соціального страхування.

Обліком платників єдиного внеску, забезпеченням збору та веденням обліку страхових коштів, контролем за повнотою та своєчасністю їх сплати, веденням Державного реєстру загальнообов'язкового державного соціального страхування займається Пенсійний фонд України. Кошти, акумульовані на централізованих рахунках Пенсійного фонду, автоматично перераховуються (розподіляються) не пізніше наступного робочого дня після їх зарахування на централізовані рахунки фондів загальнообов'язкового державного соціального страхування:

1) Фонду соціального страхування на випадок тимчасової втрати працездатності;
2) Фонду соціального страхування на випадок безробіття;
3) Фонду соціального страхування від нещасних випадків;
4) Пенсійного Фонду України (на рахунки Накопичувального пенсійного фонду або недержавних пенсійних фондів).

Єдиний внесок нараховується на суму нарахованої заробітної плати за видами виплат, які включають основну та додаткову заробітну плату, інші заохочувальні та компенсаційні виплати, у тому числі в натуральній формі, та суму винагороди фізичним особам за виконання робіт (надання послуг) за цивільно-правовими договорами. Єдиний внесок нараховується на суми, не зменшені на суму відрахувань податків, інших обов'язкових платежів, що відповідно до закону сплачуються із зазначених сум, та на суми утримань, що здійснюються відповідно до закону.

Єдиний внесок встановлюється у відсотках відповідно до класів професійного ризику виробництва, до яких віднесено працівників, з урахуванням видів їх економічної діяльності (табл. 8.3). Класів професійного ризику виробництва наведено аж 67 та відповідна ставка внеску становить від 36,76% для першого класу до 49,7% для 67 класу професійного ризику виробництва

Таблиця 8.3

Розмір єдиного внеску залежно від класів професійного ризику виробництва (стосовно каменеобробних підприємств)

Клас	Види робіт	Розмір єдиного внеску, %
1 клас	Керівництво підприємствами Технічний контроль та аналіз	36,76
2 клас	Діяльність у сфері бухгалтерського обліку	36,77
8 клас	Діяльність, пов'язана з прибиранням приміщень	36,85
49 клас	Оброблення каменю	38,28

Розрахунок зручно виконувати у табличній формі (табл. 8.4).

Таблиця 8.4

Відрахування на соціальні заходи

Категорія працівників підприємства	Повний фонд зарплати, грн.		Відрахування, грн.	
Основні (виробничих) робітники	***Зо.р***		***Во***	
Допоміжні робітники	***Здоп***		***Вдоп***	
Інженерно-технічні працівники	***Зп.ітп***		***Вітп***	
Службовці	***Зп. сл***		***Всл***	
Молодший обслуговуючий персонал	***Змоп***		***Вмоп***	
Разом	Х		Х	

9. *Лабораторна робота №8*

РОЗРАХУНОК ВАРТОСТІ ОСНОВНИХ ТА ОБОРОТНИХ ФОНДІВ ПІДПРИЄМСТВА.

9.1. Розрахунок вартості виробничих фондів та амортизаційних відрахувань

Балансова вартість (*БВ*) – це сума, за якою об'єкт основних фондів включається до балансу після вирахування суми накопиченої амортизації. Балансова вартість основних фондів при їх введенні в експлуатацію рівна первісній вартості. По мірі зносу основних засобів їх балансова вартість рівна залишковій вартості (визначається як різниця між первісною вартістю і сумою зносу).

За мінімально допустимими строками амортизації основні фонди класифікують на різні групи (табл. 9.1).

Таблиця 9.1

Класифікація груп основних засобів та інших необоротних активів і мінімально допустимі строки їх амортизації

Групи		Мінімально допустимі строки корисного використання, років
Група 1	земельні ділянки	–
Група 2	капітальні витрати на поліпшення земель, не пов'язані з будівництвом	15
Група 3	будівлі	20
	споруди	15
	передавальні пристрої	10
Група 4	електронно-обчислювальні машини, інші машини для автоматичного оброблення інформації, пов'язані з ними засоби зчитування або друку інформації, пов'язані з ними комп'ютерні програми (крім програм, витрати на придбання яких визнаються роялті, та/або програм, які визнаються нематеріальним активом), інші інформаційні системи, комутатори, маршрутизатори, модулі, модеми, джерела безперебійного живлення та засоби їх підключення до телекомунікаційних мереж, телефони (в тому числі стільникові), мікрофони і рації, вартість яких перевищує 2500 гривень	2
	інші машини та обладнання	5
Група 5	транспортні засоби	5
Група 6	інструменти, прилади, інвентар (меблі)	4
Група 7	тварини	6
Група 8	багаторічні насадження	10
Група 9	інші основні засоби	12
Група 10	бібліотечні фонди	–
Група 11	малоцінні необоротні матеріальні активи	–
Група 12	тимчасові (нетитульні) споруди	5
Група 13	природні ресурси	–
Група 14	інвентарна тара	6
Група 15	предмети прокату	5
Група 16	довгострокові біологічні активи	7

Безперервний виробничий процес потребує постійного відтворення фізично спрацьованих і технічно застарілих основних фондів (засобів). Необхідною умовою їх відновлення є поступове відшкодування вартості основних фондів, яке здійснюється через амортизаційні відрахування (амортизацію). ***Амортизація*** – це процес перенесення вартості основних фондів на вартість новоствореної продукції з метою їх повного відновлення. Для відшкодування вартості зношеної частини основних фондів підприємства відраховують певні суми грошей відповідно до розмірів їх зносу (фізичного та морального), які включають до собівартості новоствореної продукції. Після реалізації створеної продукції частина грошової суми, що відповідає перенесеній вартості основних фондів, відокремлюється і накопичується до певної величини, яка в основному відповідає первісній вартості основних фондів. Накопичені амортизаційні відрахування і є джерелом відновлення основних фондів. ***Знос необоротних активів*** – сума амортизації об'єкта необоротних активів з початку його корисного використання.

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується помісячно протягом строку корисного використання (експлуатації) об'єкта, але не менше мінімально допустимого строку (табл. 9.1), починаючи з місяця, що наступає за місяцем введення об'єкта основних засобів в експлуатацію і зупиняється на період його

реконструкції, модернізації, добудови, дообладнання, консервації та інших видів поліпшення та консервації. Строк корисного використання (експлуатації) об'єкта основних засобів переглядається при зміні очікуваних економічних вигод від його використання, але він не може бути меншим, ніж визначено табл. 9.1. Амортизація основних засобів виконується до досягнення залишкової вартості об'єктом його ліквідаційної вартості.

Таблиця 9.2

Методи нарахування річної амортизації

Метод	Розрахункові формули	Примітки
Прямолінійний	$A_P = \frac{ПВ - ЛВ}{Т}$ $A_P = \frac{ПВ}{T} = \frac{ПВ \cdot Н_А}{100\%}$	первісна вартість ***ПВ*** (або вартість ***В***, що амортизується) списується однаковими частками протягом усього строку його експлуатації ***Т***
Зменшення залишкової вартості	$A_P = ЗВ \cdot \left(1 - \sqrt[Т]{\frac{ЛВ}{ПВ}}\right)$	передбачає нарахування більшої суми амортизації у першому році використання об'єкта і поступове її зменшення в подальшому
Прискореного зменшення залишкової вартості (застосовується лише до груп 4 та 5)	$A_P = \frac{2 \cdot ЗВ}{T}$ $A_P = \frac{2 \cdot Н_А \cdot ЗВ}{100\%}$ $A_P = \frac{2 \cdot ПВ}{T}$ $A_P = \frac{2 \cdot Н_А \cdot ПВ}{100\%}$	норма амортизації $Н_А$, обчислена за прямолінійним методом, подвоюється і застосовується до залишкової вартості об'єкта ***ЗВ*** на початок звітного року або первісної вартості ***ПВ*** на дату початку нарахування амортизації
Кумулятивний (метод суми чисел)	$A_P = (ПВ - ЛВ) \cdot К_К$ $К_К = \frac{Т - Т'}{СРКВ}$	$К_К$ – кумулятивний коефіцієнт; ***СРКВ*** – сума числа років корисного використання – сума порядкових номерів тих років, протягом якого функціонує об'єкт (наприклад, коли число років 5 – *СРКВ*=1+2+3+4+5=15); ***Т′***– кількість років, протягом яких об'єкт вже експлуатується
Виробничий	$A_і = V_і \cdot \frac{(ПВ - ЛВ)}{V_{заг}}$	$V_м$ – фактичний місячний обсяг продукції відповідно; $V_р$ – загальний обсяг продукції, який планується виготовити з використанням даного об'єкту основних засобів

Підприємства також можуть самостійно обирати метод нарахування амортизації в цілях оподаткування (табл. 9.2), цей метод визначається наказом про облікову політику з метою складання фінансової звітності, та може переглядатися при зміні очікуваного способу отримання економічних вигод від його використання. Нарахування амортизації за новим методом починається з місяця, наступного за місяцем прийняття рішення про зміну методу амортизації.

Таблиця 9.2

Розрахунок вартості виробничих фондів (приклад розрахунку)

Виробничі фонди (обладнання)	Вартість одиниці, грн	Кількість одиниць	Вартість фондів (обладнання), грн	Вартість монтажу, грн	Балансова вартість фондів (обладнання), грн.
Будинки і споруди $Р_{БУД}$:					
Виробничі цехи, м^3					
Разом:					
Основні виробничі верстатів $Р_{ОВ}$:					
Алмазний розпилювальний верстат, шт.					
Шліфувально-полірувальний верстат СМР – 030А, шт.					
Фрезерно-окантувальний верстат СМР – 015, шт.					
Разом:					
Підйомно-транспортне обладнання $Р_{ТР}$:					

Верстатний візок, шт.	3800	4			
Вилковий навантажувач, шт.	20000	1			
Козловий кран, шт.	30000	1			
Мостовий кран, шт.	14000	2			
Разом:					
Допоміжне обладнання $\boldsymbol{P_{доп}}$ (вентиляційні установки, насоси)					
Інвентар (меблі) $\boldsymbol{P_{М}}$				–	
Обладунки і приладдя $\boldsymbol{P_{ПР}}$				–	
Загальна вартість виробничих фондів $\boldsymbol{P_{Ф}}$					
Адміністративно-побутові приміщення, м^3					

Розрахунок вартості виробничих фондів зручно виконувати у табличній формі (табл. 9.2) на основі необхідної (фактичної) кількості виробничих фондів (обладнання) і вартості одиниці фондів (обладнання).

1. При укрупнених розрахунках вартість монтажу приймається рівною 10 % вартості обладнання.

2. Вартість допоміжного обладнання $\boldsymbol{P_{доп}}$ приймається рівною 10–20 % вартості основних верстатів.

3. Вартість меблів для адміністративно-побутових приміщень приймається рівною 1 % вартості основних верстатів і підйомно-транспортного обладнання.

4. Вартість обладунків і приладдя приймається рівною 5–10 % вартості основних верстатів і підйомно-транспортного обладнання.

5. Розрахунок амортизаційних відрахувань за прямолінійним методом також зручно виконувати у табличній формі (табл. 9.3) за нормами амортизації для різних груп основних фондів (табл. 9.1).

Таблиця 9.3

Розрахунок амортизаційних відрахувань за прямолінійним методом (приклад розрахунку)

Виробничі фонди (обладнання)	Група основних фондів	Строк амортизації, %		Балансова вартість фондів, грн	Амортизаційні відрахування за 1 місяць, грн	Амортизаційні відрахування за рік, грн
		років	місяців			
Будинки і споруди, $\boldsymbol{A_{БУД}}$						
Основні виробничі верстатів, $\boldsymbol{A_{ОВ}}$						
Підйомно-транспортне обладнання, $\boldsymbol{A_{ТР}}$						
Допоміжне обладнання, $\boldsymbol{A_{ДОП}}$						
Інвентар (меблі), $\boldsymbol{A_{М}}$						
Обладунки і приладдя, $\boldsymbol{A_{ПР}}$						
Повна сума амортизаційних відрахувань, $\boldsymbol{A_{ЗАГ}}$						
Адміністративно-побутові приміщення, $\boldsymbol{A_{АПП}}$						

9.2. Оборотні фонди підприємства

Оборотні фонди – це частина виробничих фондів підприємства, що повністю споживаються в кожному виробничому циклі виготовлення продукції, переносять всю свою вартість на вартість цієї продукції і в процесі виробництва змінюють свою натуральну форму.

До оборотних фондів відносяться:

1) **виробничі запаси** – сировина (блоки, придбані сляби), основні й допоміжні матеріали (паливо, тара і тарні матеріали), комплектуючі вироби (запасні частини) та інші матеріальні цінності, що призначені для виробництва продукції, обслуговування виробництва й адміністративних потреб;

2) **незавершене виробництво** (блоки або сляби, що перебувають на операціях обробки) і **напівфабрикати** власного виготовлення, до яких належать ті предмети праці, які повністю були оброблені в одному виробничому підрозділі (цеху), але подальша обробка повинна пройти в інших цехах (неполіровані або неокантовані сляби, плити, ритуальні вироби);

3) виготовлена на підприємстві **готова продукція**, яка призначена для продажу і відповідає технічним та якісним характеристикам, передбачених договором або стандартами;

4) **малоцінні та швидкозношувані предмети** (засоби праці), що використовуються протягом не більше одного року, включають в себе:

– інструменти і пристосування загального призначення –алмазний і неалмазний обробний інструмент, вимірювальні прилади і пристосування, що мають універсальне застосування при виготовленні різних видів продукції;

– технологічна тара, що багаторазово використовується безпосередньо в технологічному процесі (контейнери для транспортування продукції, піддони тощо);

– інвентар виробничого призначення – робочі столи, обладнання, що сприяє охороні праці, шафи, тумбочки тощо;

– господарський інвентар – гардероби, телефонні апарати, протипожежний інвентар тощо;

– прилади, засоби автоматизації та лабораторне обладнання.

– спеціальний одяг, взуття та засоби індивідуального захисту.

9.3. Розрахунок вартості сировини

1. Вартість сировини (блоків), що необхідна для забезпечення роботою каменеобробного підприємства:

$$Ð_{ñ} = V_{Á} \cdot Ð_{âë}, \text{ грн.};$$

де $V_{Б}$ – потрібна річна кількість сировини, м^3;
$P_{бл}$ – вартість 1 м^3 сировини, грн./м^3.

2. Якщо використовуються блоки каменю різних родовищ та різних груп за об'ємом, то вартість сировини (блоків)

$$Ð_{ñ} = \sum \left(V_{Á\,i} \cdot Ð_{âë\,i} \right), \text{ грн.};$$

де $V_{Б\,i}$ – загальний об'єм блоків даної групи з даного родовища, м^3;
$P_{бл\,i}$ – вартість 1 м^3 блоку даної групи з даного родовища, грн./м^3.

3. При використанні готових слябів при виготовленні плитки вартість купованих слябів

$$Ð_{ñë} = \sum \left(S_{ñë\,i} \cdot Ð_{ñë\,i} \right)$$

де $S_{сл\,i}$ – загальна площа придбаних слябів *i*-го родовища, м^2;
$P_{сл\,i}$ – вартість 1 м^2 слябів *i*-го родовища, грн./м^2.

9.4. Розрахунок вартості електроенергії

1. Вартість річних витрат силової електроенергії:

$$Ð_{ñëë} = S_1 \cdot K_n \cdot \eta_ç \cdot \sum \left(Ò_i \cdot Ð_i \cdot n_i \right), \text{ грн.},$$

де S_1 – вартість 1 кВт.год силової електроенергії, S_1 = 0,53 грн/кВт.год;
K_n – коефіцієнт навантаження верстата, що враховує недовантаження двигунів за потужністю, K_n = 0,8–0,85;
$\eta_з$ – коефіцієнт завантаження верстата, що враховує втрати часу на ремонт і допоміжні операції, $\eta_з$ = 0,85;
T_i – річний фонд робочого часу і-ї моделі верстату, год.;
P_i – паспортна потужність і-го моделі верстату, кВт.;
n_i – кількість верстатів даної моделі на підприємстві.

2. Вартість річних витрат електроенергії на освітлення при середньому двохзмінному освітленні:

$$P_{осв} = S_1 \cdot r \cdot S_{ЗАГ} \cdot T_2, \text{ грн.},$$

де r – потужність, що витрачається на освітлення 1м^2 площі, кВт/м^2, r = 0,02 – 0,022 кВт/м^2;
$S_{ЗАГ}$ – загальна площа приміщень, м^2;
T_2 – річний фонд робочого часу будь-якого верстату при двохзмінній роботі, год.

3. Загальна вартість електроенергії:

$$P_{ен} = P_{сил} + P_{осв}, \text{ грн.}$$

9.5. Розрахунок вартості інструменту

1. Вартість алмазного інструменту, що споживається за рік на операціях шліфування-полірування та окантування:

$$Ð_{äë.1} = \left(Q^{à}_{ïë} + Q^{à}_{øï} \right) \cdot Ð_{äëi}, \text{ грн.};$$

де $P_{алм}$ – вартість 1 карату алмазів, грн./карат.

2. Вартість абразивного інструменту, що споживається за рік на операціях шліфування-полірування:

$$Ð_{àá.1} = \sum Q^{'i}_{øï} \cdot Ð^{'i}_{øï}, \text{ грн.};$$

де $Ð^{'i}_{øï}$ – вартість 1 абразивного бруска *i*-го номеру, грн./брусок;

3. Вартість алмазного інструменту, що споживається за рік на операції розпилювання:

– при алмазному штрипсовому або дисковому розпилюванні

$$Ð_{àë.2} = Q_p^{â} \cdot Ð_{àëi} \text{ , грн.;}$$

– при алмазному канатному розпилюванні

$$Ð_{àë} = Q_p^{àê} \cdot Ð_{àê} \text{ , грн.;}$$

де $P_{ак}$ – вартість 1 п.м. алмазного канату, грн./карат.

4. Вартість неалмазного інструменту, що споживається за рік на операції розпилювання:

– при штрипсовому розпилюванні з вільним абразивом

$$Ð_{àá.2} = Q_{àð} \cdot Ð_{àð} + Q_{øò} \cdot Ð_{øò} + Q_{âàïi} \cdot Ð_{âàïi} \text{ , грн;}$$

де $P_{др}$, $P_{шт}$, $P_{вап}$ – вартість відповідно 1 кг дробу, 1 кг штрипс та 1 кг вапна, грн./кг;

– при абразивному канатному розпилюванні

$$Ð_{àá.2} = Q_{ê} \cdot Ð_{ê} + Q_{ð}^{àá} \cdot Ð_{àá} \text{ , грн.}$$

де $P_к$ – вартість 1 п.м. канату, грн./м;

$P_{аб}$ – вартість 1 кг вільного абразиву (кварцового піску або карбіду кремнію), грн./кг.

5. Загальна вартість інструменту

$$P_{ін} = P_{ал.1} + P_{ал.2} + P_{аб.1} + P_{аб.2}, \text{ грн.}$$

9.6. Розрахунок вартості води

1. Вартість технічної води:

$$P_{â.ò} = S_{â.ò} \cdot U_{â.ð} \cdot k_{tá} \text{ , грн.;}$$

де $S_{в.т}$ – вартість 1 м^3 технічної води, грн./м^3, $S_{вт}$ = 1,8 грн./м^3;

$U_{в.р}$ – річні витрати води верстатами, м^3/рік;

$k_{об}$ – коефіцієнт оборотності води, $k_{об}$ = 0,2.

2. Вартість питної води:

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

де $N_{дн}$ – кількість робочих днів на рік, дні;

$S_{в.п}$ – вартість 1 м^3 питної води, $S_{в.п}$ = 2,35 грн.;

$U_н$ – нормативний об’єм води на одного працівника за зміну, м^3/зміну, $U_н$ = 0,025 м^3/зміну.

3. Повна вартість води:

$$P_в = P_{в.т} + P_{в.п}, \text{ грн.}$$

9.7. Розрахунок вартості допоміжних матеріалів

Вартість тари:

$$P_{д.м} = S_о \cdot (0{,}05 \cdot P_{обг.п} + 0{,}02 \cdot P_{п.н}), \text{ грн.;}$$

де $P_{обг.п}$ – вартість 1 кг обгорточного паперу, $P_{обг.п}$ = 1,67 грн./кг;

$P_{п.н}$ – вартість 1 м^3 пиломатеріалів для виготовлення ящиків, $P_{п.н}$ = 150 грн./м^3.

$S_о$ – теоретична річна продуктивність підприємства по плитам, м^2/рік.

9.8. Розрахунок інших витрат

1. Річні витрати на утримання виробничих приміщень і інших будівель $P_{утр.б}$ приймаються в розмірі 3% їх вартості.

2. Витрати на збереження інструментів і приладдя $P_{зб.ін}$ приймаються в розмірі 50 грн. на кожного виробничого (основного) працівника за рік.

3. Річні витрати на поточний ремонт споруд $P_{пот.р}$ складають від 1 до 4% їх вартості.

4. Річні витрати на ремонт приладдя і оснастки $P_{рем.осн}$ приймаються в розмірі 5% їх вартості.

5. Витрати на охорону праці $P_{оп}$ приймаються в розмірі 50–100 грн. на одного робітника.

6. Повна сума додаткових витрат

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

10. *Лабораторна робота №9*

СОБІВАРТІСТЬ ПРОДУКЦІЇ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КАМЕЕОБРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА

10.1. Собівартість та калькуляція продукції

Собівартість продукції – виражені в грошовій формі сукупні витрати на підготовку і випуск продукції. Собівартість повинна включати до свого складу витрати, що забезпечують процес відтворення всіх факторів виробництва (предметів і засобів праці, робочої сили і природних ресурсів), і не включати витрат додаткової праці, що відшкодовуються за рахунок прибутку. До собівартості продукції входять:

– витрати на виготовлення нових видів продукції та освоєння нових виробничих цехів чи технологічних ліній;

– витрати на забезпечення підприємств сировиною, матеріалами, паливом, енергією, водою, інструментами, іншими предметами праці;

– витрати на створення необхідних санітарно-гігієнічних умов праці, на охорону та протипожежну безпеку, підтримання чистоти та порядку;

– витрати, пов’язані з охороною навколишнього природного середовища;

– інші витрати – відрахування на соціальні заходи, плата за оренду.

Залежно від обсягу витрат, які включаються до собівартості, буває:

– ***технологічна собівартість*** – включає витрати, пов’язані з технологічним процесом виготовлення продукції;

– ***цехова собівартість*** – включає витрати цехів на виготовлення продукції;

– ***фактична собівартість*** – витрати підприємства, пов’язані з виготовленням продукції, фактично збігається з цеховою собівартістю.

Калькуляція – це розрахунок собівартості одиниці продукції. Калькуляції складають на продукцію основного й допоміжного виробництв щомісячно, за квартал, за рік за цільовим призначенням. Головний об'єкт калькулювання – готова продукція, що поставляється за межі підприємства споживачам. При калькулюванні продукції витрати групують за калькуляційними статтями, перелік і склад яких установлюється підприємством самостійно.

Витрати, пов'язані з виробництвом продукції, можуть групуватись за такими статтями калькуляції (типовими для більшості підприємств):

1) сировина та матеріали (вартість сировини та матеріалів, що входять до складу продукції, що виготовляється; матеріалів, що використовуються для пакування продукції; відрахування для покриття витрат на геологорозвідку і геологопошуки корисних копалин, на рекультивацію земель);

2) куповані комплектуючі вироби, напівфабрикати, роботи та послуги виробничого характеру сторонніх підприємств та організацій (вартість купованих комплектуючих виробів і напівфабрикатів, що потребують монтажу або додаткового оброблення на даному підприємстві);

3) паливо й енергія на технологічні потреби (витрати на всі види палива, що безпосередньо використовуються у процесі виробництва продукції);

4) зворотні відходи (вартість повернутих відходів, що вираховуються з загальної суми витрат, віднесеної на собівартість продукції вираховуються);

5) основна заробітна плата (витрати нарахованої основної заробітної плати відповідно до прийнятих підприємством систем оплати праці у вигляді тарифних ставок (окладів) і відрядних розцінок для працівників, зайнятих у виробництві продукції);

6) додаткова заробітна плата (витрати нарахованої виробничому персоналові підприємства додаткової заробітної плати за працю понад визначені норми, за трудові успіхи та винахідництво і за особливі умови праці; включає доплати, надбавки, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій);

7) відрахування на соціальні заходи (відрахування на обов'язкове соціальне страхування та обов'язкове державне пенсійне страхування);

8) витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва продукції (включаються до собівартості виробів частинами протягом установленого (не більш як дворічного) терміну з моменту початку їх серійного або масового випуску виходячи з кошторису цих витрат і кількості продукції, що виготовляється за цей період);

9) відшкодування зносу спеціальних інструментів і пристосувань цільового призначення та інші спеціальні витрати (витрати на відшкодування вартості спеціальних інструментів (спецоснащення) і пристосування цільового призначення незалежно від їх вартості; їх проектування, виготовлення (придбання), ремонт і утримання у робочому стані);

10) витрати на утримання й експлуатацію машин та обладнання (амортизаційні відрахування на повне відтворення виробничого устаткування, транспортних засобів, цінного інструменту; витрати на проведення усіх видів ремонту);

11) загальновиробничі витрати:

– оплата праці апарату управління;

– амортизація основних фондів та нематеріальних активів загальновиробничого призначення (цехового, дільничного);
– витрати на утримання, експлуатацію та ремонт основних фондів загальновиробничого призначення;
– витрати на вдосконалення технології й організації виробництва;
– витрати на опалення, освітлення, водопостачання;
– витрати на обслуговування виробничого процесу;
– витрати на охорону праці, техніку безпеки й охорону навколишнього середовища;
– інші витрати (витрати від браку, оплата простоїв тощо)).

Сума перших 10 статей становить технологічну собівартість, сума 11 статей — цехову (виробничу) собівартість виготовленої продукції.

Структура собівартості – це її поелементний склад, обчислений у відсотковому відношенні до загальної суми витрат, тобто питома вага різних елементів витрат на виробництво продукції (табл. 10.5).

Розрахунок собівартості продукції зручно розраховувати у табличній формі (табл. 10.1)

10.2. Витрати, що не включаються до собівартості реалізованої продукції

Витрати, пов'язані з операційною діяльністю, які не включаються до собівартості реалізованої продукції, поділяються на адміністративні витрати (табл. 10.2), витрати на збут та інші операційні витрати.

Таблиця 10.1

Калькуляція витрат

№ п/п	Статті витрат	Витрати, грн.		% до загальної суми виробничих
		на плановий обсяг продукції	витратна одиницю продукції	
1.	***Сировина та матеріали***			
1.1.	Вартість сировини (блоків), P_c			X
1.2.	Вартість тари, $P_{д.м}$			X
1.3.	Загальна вартість інструменту, $P_{ін}$			X
2.	***Куповані напівфабрикати***			
2.1.	Вартість придбаних слябів, $P_{сл}$			X
3.	***Паливо і енергія на технологічні потреби***			
3.1.	Вартість витрат силової електроенергії, $P_{сил}$			X
3.2.	Вартість витрат палива для термообробки поверхні каменю, $P_{тер}$			X
4.	***Основна заробітна плата***			
4.1.	Фонд основної зарплати основних робітників, $З_О$			X
5.	***Додаткова заробітна плата***			
5.1.	Фонд додаткової зарплати основних робітників, $З_{д.о}$			
6.	***Відрахування на соціальні заходи***			
6.1.	Відрахування для основних робітників, $В_{о.р}$			X
7.	***Витрати на утримання й експлуатацію машин та обладнання***			
7.1.	Амортизація основних виробничих верстатів, $А_{ов}$			X
7.2.	Амортизація підйомно-транспортного обладнання, $А_{ТР}$			X
7.3.	Амортизація обладунків і приладдя, $А_{ПР}$			X
7.4.	Витрати на ремонт основного виробничого і підйомно-транспортного обладнання, $Р_{рем.о-т}$			X
7.5.	Витрати на ремонт приладдя і оснастки, $Р_{рем.осн}$			X
	Технологічну собівартість, СТ			X
8.	***Загальновиробничі витрати***			
8.1.	Амортизація будинків і споруд, $А_{буд}$			X
8.2.	Амортизація допоміжного обладнання, $А_{доп}$			X
8.3.	Вартість витрат електроенергії на			X

№ п/п	Статті витрат	Витрати, грн.		% до загальної суми виробничих
		на плановий обсяг продукції	витратна одиницю продукції	
	освітлення та опалення, $P_{осв}$			
8.4.	Вартість води, $P_в$			X
8.5.	Витрати на утримання виробничих приміщень і інших будівель, $P_{утр.б}$			X
8.6.	Витрати на поточний ремонт споруд, $P_{пот.р}$			X
8.7.	Витрати на охорону праці, $P_{оп}$			X
8.8.	Фонд зарплати допоміжних робітників, $З_{доп}$			X
8.9.	Відрахування на соціальні заходи для допоміжних робітників, $В_{доп}$			X
8.10.	Фонд зарплати ІТП, що працюють у цехах, $З_{ІТП}$			X
8.11.	Відрахування на соціальні заходи для ІТП, що працюють у цехах, $В_{ІТП}$			X
8.12.	Витрати на збереження інструментів і приладдя, $P_{зб.ін}$			X
	Цехова (виробнича) собівартість, СВ			100 %

Таблиця 10.2

Склад адміністративних витрат

№ п/п	Адміністративні витрати	Величина витрат на плановий обсяг продукції, грн.
1	Фонд зарплати ІТП (крім тих, що працюють у цехах) та службовців, $З_{п.ІТП+СЛ}$	
2	Відрахування на соціальні заходи для ІТП (крім тих, що працюють у цехах) та службовців, $В_{п.ІТП+СЛ}$	
3	Фонд зарплати МОП, $З_{МОП}$	
4	Відрахування на соціальні заходи для МОП, $В_{МОП}$	
5	Амортизація інвентарю (меблів), $А_М$	
6	Витрати на зв'язок, $P_{ЗВ}$	
7	Амортизація нематеріальних активів загальногосподарського використання, $А_{Нем}$	
8	Амортизація основних засобів загальногосподарського використання, $А_{Ао}$	
9	Плата за землю, податки на водопостачання, податок на транспорт, комунальний податок	
10	Витрати на утримання охорони підприємства	
11	Вартість канцелярського приладдя	
	Разом адміністративні витрати, *АВ*	

До ***адміністративних витрат*** відносяться загальногосподарські витрати, спрямовані на обслуговування та управління підприємством:

– загальні корпоративні витрати (організаційні витрати, витрати па проведення річних зборів, представницькі витрати тощо);

– витрати на службові відрядження й утримання апарату управління підприємством та іншого загальногосподарського персоналу;

– витрати на утримання основних засобів, інших матеріальних необоротних активів загальногосподарського використання;

– витрати на зв'язок (поштові, телеграфні, телефонні тощо);

– амортизація нематеріальних активів загальногосподарського використання;

– податки, збори та інші передбачені законодавством обов'язкові платежі (крім податків, зборів та обов'язкових платежів, що включаються до виробничої собівартості продукції);

– інші витрати загальногосподарського призначення.

Витрати на збут (***ВЗ***) включають такі витрати:

– витрати пакувальних матеріалів для затарювання готової продукції на складах готової продукції;

– витрати на ремонт тари:

– оплата праці та комісійні винагороди продавцям, торговим агентам та працівникам підрозділів, що забезпечують збут;

– витрати на рекламу та дослідження ринку;
– виграти на передпродажну підготовку товарів:
– витрати на відрядження працівників, зайнятих збутом:
– витрати на утримання основних засобів, інших матеріальних необоротних активів, пов'язаних зі збутом продукції (операційна оренда, страхування, амортизація, ремонт, опалення, освітлення, охорона);
– витрати на транспортування готової продукції;
– витрати на гарантійний ремонт і гарантійне обслуговування;
– інші витрати, пов'язані зі збутом продукції.

До ***інших операційних витрат*** (***ІОВ***) включаються:
– витрати на дослідження та розробки,
– собівартість реалізованої іноземної валюти;
– собівартість реалізованих виробничих запасів (сировини, інструменту), яка складається з їх облікової вартості та витрат, пов'язаних з їх реалізацією;
– втрати від знецінення запасів;
– нестачі й втрати від псування цінностей;
– визнані штрафи, пеня, неустойка:
– витрати на виплату матеріальної допомоги, на утримання об'єктів соціально-культурного призначення;
– інші витрати операційної діяльності.

Фінансові витрати (***ФВ***) – витрати на сплату відсотків за користування кредитами, отриманими за облігаціями, випущеними за фінансовою орендою, та інші витрати, пов'язані з залученням позикового капіталу.

Витрати від участі в капіталі (***ВК***) – збитки, спричинені інвестиціями в асоційовані або спільні підприємства.

Інші витрати (***ІВ***) – собівартість реалізації фінансових інвестицій (балансова вартість проданих основних засобів, наприклад, верстатів), необоротних активів; витрати від не операційних курсових різниць; уцінення фінансових інвестицій та позаоборотних активів.

Надзвичайні витрати (***НВ***) – невідшкодовані збитки від втрати майна в результаті стихійного лиха, пожежі, техногенних аварій; витрати на заходи з попередження стихійного лиха; збитки від інших надзвичайних подій.

10.3. Доходи підприємства

Виробництво продукції завершується процесом її продажу (або реалізацією), внаслідок чого підприємство отримує виручку в грошовій формі. При реалізації продукції підприємству відшкодовуються у грошовій формі витрачені засоби на її виробництво та збут. ***Дохід*** (***виручка***) – потік грошових коштів та інших надходжень за певний період, отриманий від продажу продукції, товарів, робіт, послуг. Дохід визнається за умови, що його оцінка може бути достовірно визначена.

Не визнаються доходами такі надходження від інших осіб:
– обмін продукцією (товарами, роботами, наданими послугами тощо), які є подібними за призначенням і мають однакову справедливу вартість;
– суми податку на додану вартість, акцизів, інших податків і обов'язкових платежів, які підлягають перерахуванню до бюджету та позабюджетних фондів;
– суми попередньої оплати продукції або авансу в рахунок оплати продукції (товарів, робіт, послуг);
– суми завдатку під заставу або в погашення позики, якщо це передбачено відповідним договором;
– надходження, які належать іншим особам тощо.

Валовий доход (***виручка від реалізації продукції***) – загальна сума доходу підприємства від усіх видів діяльності, отриманого (нарахованого) протягом звітного періоду в грошовій, матеріальній або нематеріальній формах:

$$\hat{A}\ddot{A} = \tilde{N}_{i\eth} \cdot S_0, \text{ грн.};$$

де $C_{пр}$ – ціна 1 м^2 реалізованої продукції (з ПДВ), грн./м^2;
S_0 – плановий річний обсяг продукції, м^2/рік.

Чистий дохід (виручка) від реалізації продукції – сума коштів, яка надійшла на підприємство від продажу продукції за цінами реалізації без ПДВ та акцизного збору, інших зборів, знижок тощо:

$$\times\ddot{A} = \hat{A}\ddot{A} - \ddot{I}\ddot{A}\hat{A} - \grave{A}\zeta, \text{ грн.}$$

Податок на додану вартість (***ПДВ***) – непрямий податок, що додається до ціни товарів, стягується з покупців у вигляді надбавки до ціни на продукцію (послуги), яка їм продається, та сплачується до бюджету підприємством-виробником. Він розраховується за формулою:

$$\ddot{I}\ddot{A}\hat{A} = \frac{\hat{A}\ddot{A} \cdot \tilde{N}_{\ddot{I}\ddot{A}\hat{A}}}{100\%}, \text{ грн.},$$

де $C_{ПДВ}$ – ставка податку на додану вартість, вона дорівнює:

- 17 % – для всіх операцій з постачання товарів, робіт та послуг на території України (крім операцій, що не є об'єктом оподаткування (наприклад, випуск і продаж цінних паперів, передача майну у схов або заставу та його повернення, виплати заробітної плати, дивідендів), звільнених від оподаткування операцій (наприклад, послуг з охорони здоров'я та здобуття освіти, реабілітаційних та ритуальних послуг) та операцій, до яких застосовується нульова ставка);
- 0 % – для операцій з експорту товарів, якщо їх експорт підтверджений митною декларацією.

Для продукції каменеобробних підприємств, що реалізується на території України, становить 17%.

Акцизний збір (***АЗ***) – непрямий податок, що встановлюється у вигляді надбавки до ціни на високорентабельні і монопольні товари до нарахування ПДВ, оплачується їх покупцями, сплачується в бюджет продавцями. На продукцію каменеобробних підприємств не накладається.

Інші операційні доходи (***ІОД***) відображаються всі інші доходи, які не пов'язані з реалізацією продукції (товарів, робіт, послуг): доходи від реалізації іноземної валюти або оборотних активів (наприклад, від продажу сировини, інструменту…), від операційної оренди активів, від операційної курсової різниці, від відшкодування раніше списаних активів, від списання кредиторської заборгованості, від безоплатно одержаних оборотних активів, а також пені, штрафи, неустойки.

Доходи від участі в капіталі (***ДК***) – доходи отримані від інвестицій в асоційовані, спільні та дочірні підприємства.

Інші фінансові доходи (***ІФД***) – одержані дивіденди, відсотки, інші доходи від фінансових інвестицій.

Інші доходи (***ІД***) – доходи від реалізації інвестицій (доходи від продажу основних засобів, наприклад, верстатів), безоплатно одержаних необоротних активів, неопераційних курсових різниць та інші доходи, що виникають у процесі звичайної діяльності, але не пов'язані з операційною діяльністю підприємства.

Надзвичайні доходи (***НД***) – страхове відшкодування, отримане за втрачене майно від внаслідок стихійного лиха, пожежі, техногенних аварій; кошти, отримані в порядку відшкодування витрат від надзвичайних подій; інші доходи від надзвичайних ситуацій.

10.4. Фінансові результати діяльності підприємства

Фінансові результати – економічний підсумок виробничої діяльності підприємства, виражений у вартісній (грошовій) формі. Узагальнюючим фінансовим показником діяльності підприємства є його прибуток. ***Прибуток*** – це та частина виручки, що залишається після відшкодування всіх витрат на виробничу й комерційну діяльність підприємства. Порядок розрахунку наведено в табл. 10.3.

Таблиця 10.3

Методика визначення фінансових результатів

	Стаття	Доходи або прибуток (витрати або збиток), грн.
1	Валовий дохід (виручка від реалізації продукції), ***ВД***	
2	Податок на додану вартість, ***ПДВ***	( )
3	Акцизний збір	( )
4	Чистий дохід (виручка) від реалізації продукції, ***ЧД***	
5	Собівартість реалізованої продукції, ***СВ***	( )
6	Валовий прибуток (+) або збиток (–), ***ВП***	
7	Інші операційні доходи, ***ІОД***	
8	Адміністративні витрати, ***АВ***	( )
9	Витрати на збут, ***ВЗ***	( )
10	Інші операційні витрати, ***ІОВ***	( )
11	Фінансові результати від операційної діяльності: прибуток (+) або збиток (–), $ФР_{од}$	( )
12	Дохід від участі в капіталі, ***ДК***	
13	Інші фінансові доходи, ***ІФД***	
14	Інші доходи, ***ІД***	
15	Фінансові витрати, ***ФВ***	( )
16	Втрати від участі в капіталі, ***ВК***	( )
17	Інші витрати, ***ІВ***	( )
18	Фінансові результати від звичайної діяльності до оподаткування: прибуток (+) або збиток (–), $ФР_{зд+п}$	( )
19	Податок на прибуток від звичайної діяльності, $П_{зд}$	( )

20	Фінансові результати від звичайної діяльності: прибуток (+) або збиток (–), ***ФР**ЗД+П*	
21	Надзвичайні доходи, ***НД***	
22	Надзвичайні витрати, ***НВ***	( )
23	Податки з надзвичайного прибутку, ***Пнд***	( )
24	Чистий прибуток (+) або збиток (–), ***ЧП***	( )

Валовий прибуток (***збиток***) розраховується як різниця між чистим доходом від реалізації продукції і собівартістю реалізованої продукції:

$$ÂÏ = \times Ä - ÑÂ, \text{ грн.}$$

Прибуток (***збиток***) ***від операційної діяльності*** визначається як алгебраїчна сума валового прибутку (збитку), іншого операційного доходу, адміністративних витрат, витрат на збут та інших операційних витрат:

$$ÔÐ_{ÏÄ} = ÂÏ + ²ÎÄ - ÀÂ - ÂÇ - ²ÎÂ, \text{ грн.}$$

Прибуток (***збиток***) ***від звичайної діяльності до оподаткування*** визначається як алгебраїчна сума прибутку (збитку) від операційної діяльності, фінансових та інших доходів (прибутків), фінансових та інших витрат (збитків):

$$ÔÐ_{ÇÄ+Ï} = ÔÐ_{ÏÄ} + ÔÄ + ²Ä - ÔÂ - ²Â, \text{ грн.}$$

Податок на прибуток від звичайної діяльності (***ПЗД***) – накладається на прибуток, який визначається шляхом виключення з скоригованого валового доходу (ЧД + ДК + ІД – внески в статутний фонд) сум валових витрат (суми будь-яких витрат в грошовій, матеріальній і нематеріальній формах, здійснюваних для компенсації вартості товарів, які отримуються платником для їх подальшого використання у власній господарській діяльності) та амортизаційних відрахувань. Скоригований валовий дохід можна визначити віднявши від суми доходів, отриманих від всіх видів діяльності, суми акцизного збору і ПДВ, отримані підприємством у складі ціни реалізації продукції, і деякі інші надходження, що не є доходом для платника податку.

Податок на прибуток від звичайної діяльності (*ПЗД*) розраховується за формулою:

$$Ï_{ÇÄ} = \frac{ÔÐ_{ÇÄ+Ï} \cdot Ñ_{Ïçä}}{100\%}, \text{ грн.,}$$

де $C_{Пзд}$ – ставка податку на прибуток підприємства, вона дорівнює:

- з 1.01.2012 року по 31.12.2012 року включно – 21%;
- з 1.01.2013 року по 31.12.2013 року включно – 19%;
- з 1.01.2014 року – 16%.

Прибуток від звичайної діяльності визначається як різниця між прибутком від звичайної діяльності до оподаткування та сумою податків з прибутку. Збиток від звичайної діяльності дорівнює збитку від звичайної діяльності до оподаткування та сумі податків на прибуток.

$$ÔÐ_{ÇÄ} = ÔÐ_{ÇÄ+Ï} - Ï_{ÇÄ}, \text{ грн.}$$

Чистий прибуток (***збиток***) розраховується як алгебраїчна сума прибутку (збитку) віл звичайної діяльності та надзвичайного прибутку, надзвичайного збитку та податків з надзвичайного прибутку.

$$\times Ï = ÔÐ_{ÇÄ} + ÍÄ - ÍÂ - Ï_{ÍÄ}, \text{ грн.}$$

10.5. Техніко-економічні показники роботи підприємства

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

$$Ï_{ï.îñ} = \frac{S_0}{K_î}, \text{ м}^2\text{/чол.}$$

2. Продуктивність праці на одного працівника в натуральній формі:

$$Ï_{ï.çàã} = \frac{S_0}{K_{çàã}}, \text{ м}^2\text{/чол.}$$

3. Енергоємність виробництва продукції:

$$Å_{âèð} = \frac{Ð_{âè}}{S_o \cdot S_1}, \text{ кВт·год/м}^2.$$

де ***S1*** – вартість 1 кВт.год силової електроенергії, S_1 = 0,53 грн/кВт.год.

4. Матеріалоємність 1 м^2 виробу:

$$Ì \quad = \frac{\sum P_{ñ}}{S_o}, \text{ грн/м}^2.$$

5. Питомі амортизаційні витрати:

$$A_{ïèò} = \frac{À}{S_o}, \text{ грн/м}^2.$$

6. Собівартість виробництва облицювальних плит (табл.7.9.1):

- технологічна ***СТ***;
- цехова (виробнича) ***СВ***.

7. Виручка від реалізованої продукції за рік:

$$ÂÄ = Ñ_{ïð} \cdot S_0, \text{ грн;}$$

де $C_{пр}$ – ціна 1 м^2 реалізованої продукції, грн/м^2;

8. Чистий прибуток (збиток) **ЧП**

9. Рентабельність підприємства:

$$Ð = \frac{\times Ï}{\sum Â} \cdot 100\%, \%;$$

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

Техніко-економічні показники каменеобробного цеху наведені в табл. 10.4

Таблиця 10.4

Техніко-економічні показники каменеобробного цеху

№ п/п	Показники	Одиниця вимірювання	Величина
1	Річна продуктивність підприємства	м^2	
2	Річний обєм потрібної сировини	м^3	
3	Продуктивність праці на одного основного робітника	м^2/чол	
4	Продуктивність праці на одного працівника	м^2/чол	
5	Енергоємність 1 м^2 виробу	кВт·год/м^2	
6	Матеріалоємність 1 м^2 виробу	грн/м^2	
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^2	
9	Технологічна собівартість продукції	грн/м^2	
10	Цехова собівартість продукції	грн/м^2	
11	Вартість реалізації продукції	грн	
12	Чистий прибуток (збиток)	грн	
13	Рентабельність підприємства	%	

11. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бакка М.Т. Основи проектування гірничих підприємств: Лабораторний практикум / М.Т. Бакка, С.С. Іськов. – Житомир: РВВ ЖДТУ, 2006. – 173 с.

2. Бизов В.Ф. Проектування гірничих підприємств. Т. XIV. Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком “Гірництво” / В.Ф. Бизов. – Кривий Ріг: Мінерал, 2003. – 341 с.

3. ДБН А.2.2-3:2014 "Склад та зміст проектної документації на будівництво". – К. : Мінрегіон України, 2014. – 33 с.

4. Іськов С. С. Проектування каменеобробних підприємств : підручник. Ч. 1. / С. С. Іськов, В. В. Коробійчук, Р. В. Соболевський. – Житомир : ЖДТУ, 2016. – 228 с. 17.

5. Проектування каменеобробних підприємств : навч. посібник. Ч. 2. / В. В. Коробійчук, С. С. Іськов, В. Г. Кравець та ін. – Житомир : ЖДТУ, 2016. – 248 с.

6. Шамрай В.І. Управління декоративними показниками природного каменю на основі фактурної обробки. монографія. Житомир: «Житомирська політехніка», 2021. 134 с.

12. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/

2. Цифровий репозиторій Державного університету «Житомирська політехніка» / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://eztuir.ztu.edu.ua/