

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 1

## **ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Державного університету  
«Житомирська політехніка»

протокол від \_\_ \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.  
№ \_\_

### **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для проведення практичних занять з навчальної дисципліни «Технологія і механізація розпилювання каменю»**

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 184 «Гірництво»  
освітньо-професійна програма «Гірництво»  
гірничо-екологічний факультет  
кафедра розробки родовищ корисних копалин ім. проф. Бакка М.Т.

Рекомендовано на засіданні  
кафедри розробки родовищ  
корисних копалин ім. проф.  
Бакка М.Т.

\_\_ \_\_\_\_\_ 2022 р., протокол  
№ \_\_

Розробник: к.т.н., доцент кафедри розробки родовищ корисних копалин ім.  
проф. Бакка М.Т., ШАМРАЙ Володимир  
д.т.н., професор кафедри розробки родовищ корисних копалин ім. проф.  
Бакка М.Т., КОРОБІЙЧУК Валентин  
к.т.н., доцент кафедри розробки родовищ корисних копалин ім. проф.  
Бакка М.Т., ТОЛКАЧ Олександр

Житомир  
2022

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 41 / 2</i>

## ЗМІСТ

Вступ.....	3
Зміст розрахункових практичних робіт.....	4
Практична робота №1.....	4
Практична робота №2.....	12
Практична робота №3.....	19
Практична робота №4.....	23
Практична робота №5.....	31
Література .....	41

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 3

## ВСТУП

**Метою навчальної дисципліни** є здобуття студентами знань з технології розпилювання природного облицювального каменю різного походження та різних фізико-механічних властивостей.

**Завданнями вивчення навчальної дисципліни** є:

- вивчення вимог до якості сировини та готової продукції з природного каменю;
- вивчення технологічного устаткування для розпилювання природного каменю, правил їх експлуатації;
- вивчення технологічного процесу розпилювання природного каменю;
- вивчення режимних параметрів розпилювання природного каменю з метою їх подальшої оптимізації;
- вивчення технічного стану технологічного устаткування та інструменту для розпилювання природного каменю.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 184 «Гірництво»:

Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Здатність проектувати складові систем і технологій гірничих підприємств.

Здатність експлуатувати складові систем і технологій гірничих підприємств.

Здатність аналізувати режими експлуатації об'єктів гірництва та виконувати оптимізацію їх функціонування.

Здатність аналізувати режими роботи обладнання каменеобробних підприємств та виконувати оптимізацію технологічного процесу.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 184 «Гірництво»:

Розробляти технологічні операції та процеси гірничих підприємств.

Знати та застосовувати правила і норми технічної експлуатації систем і технологій гірництва.

Аналізувати режими експлуатації об'єктів та устаткування гірництва та виконувати оптимізацію їх функціонування.

Оцінювати стан і технічну готовність устаткування ланок гірничих підприємств за критеріям забезпечення заданої продуктивності та безпеки експлуатації.

Застосовувати сучасні методи діагностики стану елементів ланок гірничих систем та технологій у промислових і лабораторних умовах.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 4

### Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Загальні відомості та поняття про каменеобробні підприємства та технологічний процес розпилювання каменю	6	1
2	Блоки із природного каменю для виробництва продукції	4	1
3	Технологічне оснащення вантажних робіт	4	1
4	Поняття про розпилюваність каменю та алмазний інструмент	6	2
5	Оснастка робочим інструментом та технологічне оснащення процесу розпилювання	4	1
6	Технологія розпилювання каменю штрипсовими неармованими пилами	8	2
7	Технологія розпилювання каменю дисковими алмазними та твердосплавними пилами	8	2
8	Розпилювання канатними армованими пилами	8	2
РАЗОМ		48	12

## ЗМІСТ РОЗРАХУНКОВИХ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

### Практична робота №1

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

##### 1. Вибір технологічної схеми обробки

Технологія обробки каменю включає ряд технологічних процесів, в результаті яких каменю надаються певна форма і розміри, а його лицьовій поверхні – задана фактура. Технологічний процес у каменеобробці пов'язаний з направленим руйнуванням каменю і тому саме спосіб, стадія і вид його руйнування обумовлюють відмінність і визначають самі назви технологічних процесів.

Технологія обробки каменю в першу чергу визначається твердістю гірської породи і вмістом в ній кварцу. Так, розпилювання твердих гірських порід з великим вмістом кварцу проводиться на штрипсових рамних верстатах гладкими сталевими пилами (штрипсами) за допомогою вільного абразиву або алмазними дисковими пилами, а безкварцевих порід середньої і малої міцності – алмазними пилами. Розрізняють і режими фактурної обробки плит з твердих гірських порід, порід середньої твердості і м'якого каменю. Це викликано тим, що впровадження зерен абразиву в тіло каменя при шліфовці залежить від твердості гірської породи і тиску робочого інструменту на оброблюваний виріб.

Відповідно до цього вибір технологічної схеми каменеобробних заводів визначається з урахуванням властивостей гірських порід, типів блоків, що поступають на обробку, і заданої номенклатури готової продукції, а також комплексного і раціонального використання відходів виробництва.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 5

Оптимальна технологічна схема повинна забезпечувати:

1. максимальний вихід готової продукції;
2. мінімально можливу кількість операцій;
3. максимальне використання сучасного обладнання;
4. мінімальну вартість, габаритні розміри і вагу технічних засобів, що використовуються, та максимальну продуктивність;
5. мінімальну питому витрату алмазного інструменту;
6. мінімальну собівартість готової продукції.

При будь-якому способі обробки каменя дотримується наступна технологічна схема виробництва: наближена, а потім точна обробка виробів за формою і розмірами і фактурна обробка. До наближених процесів обробки відносяться: розпилювання, обколювання і оспицовка (вирівнювання), наближена термообробка, до точних — окантовка (фрезерування), тесання, термообробка; до фактурної обробки — шліфівка і поліровка, тесання, термообробка, ультразвукова обробка.

### **Технологічні схеми виробництва облицювальних матеріалів**

Технологія (від грецького «техне» — мистецтво або майстерність) розуміється як сукупність способів і прийомів отримання, обробки або переробки сировини, матеріалів, напівфабрикатів і виробів.

Залежно від фізико-механічних властивостей початкової сировини) можливостей виробничої бази і вимог, що пред'являються до готової продукції, використовуються наступні технологічні способи обробки каменя: різанням (абразивна обробка), ударом (ударна обробка) або нагрівом (термічна обробка). В даний час розробляються нові способи обробки каменя, до яких відносяться: плазмова, ультразвукова, за допомогою лазера, струмами високої частоти, інфрачервоним випромінюванням високої щільності і ін.

При будь-якому способі обробки каменя дотримується наступна технологічна схема виробництва: наближена, а потім точна обробка виробів формою і розмірам і фактурна обробка.

До наближених процесів обробки відносяться: розпилювання, розколювання, околка і оспицовка, наближена термообробка; до точних — окантовка (фрезерування), тесання, термообробка; до фактурної обробки — шліфівка і поліровка, тесання, термообробка. В результаті наближеної обробки виробу надають форму і розміри, що дозволяють отримати лише подібність майбутнього готового виробу. В процесі подальшої точної обробки воно набуває встановленої форми і необхідні розміри з невеликим припуском при необхідності на фактурну обробку, при якій з лицьової поверхні виробів знімається тонкий шар каменя. Фактурна обробка додає виробу задані декоративні якості і підвищує, його довговічність, оберігаючи від руйнування в облицюванні.

Абразивна обробка здійснюється по класичній (загальновизнаною)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 6

технологічній схемі: розпилювання блоків на заготовки — окантовка (фрезерування) заготовок—шліфівка (поліровка) заготовок (рис, 3).

Черговість першого процесу постійна, а подальших залежить від міцності каменя. = Так, плити з граніту і іншого міцного каменю обробляються в наступній послідовності: розпилювання, шліфівка, окантовка; з каменю середньої міцності: розпилювання, окантовка, шліфівка; а з каменю низької міцності — розпилювання, окантовка. Необхідність в шліфовці міцного каменя до окантовки обумовлена тим, що інакше на гострих кромках і кутах плити відбуваються сколи і «завалення» площини із-за великого тиску на неї шліфувального інструменту. Поширена технологічна схема обробки облицювальних виробів з каменя показана на мал. 4. Відповідно до неї на складі сировини комплектуються ставки, які можуть складатися з одного або декількох блоків, встановлених на візку розпилювального штрипсового верстату. Верстатний візок разом із ставкою зачочується на рухому платформу (передавальний візок), за допомогою якої доставляється до розпилювального верстата, встановлюється в його робочому просторі і розпилюється. Розпиляна ставка транспортується до майданчика розбору ставок, на якій складають плити-заготовки, отримані при розбиранні.

Звідси плити (з каменя переважно середньої міцності) спочатку доставляють до фрезерно-окантувальних верстатів, а потім після окантовки перевозять електронавантажувачами в піддонах на майданчики формування касет. Сформовану касету мостовим краном подають на стіл шліфувальний-полірувальний верстата. Шліфівка плит виконується в декілька прийомів абразивними кругами з великою зерен, що поступово зменшується, а поліровка — повстяними або фетровими кругами із застосуванням поліруючих порошків або твердими полірувальниками.

Після закінчення шліфовки-поліровки касета знімається з верстата і доставляється в зону розбирання касет, де проводиться їх розбирання і упаковка готової продукції в тару.

Плити з міцного каменя спочатку доставляють до шліфувальний-полірувальних верстатів. Шліфовані (поліровані) плити мостовим краном подаються до фрезерно-окантувальних верстатів, де обкантовуються відрізними алмазними кругами за заданими розмірами. Окантовані плити за допомогою крана або тельфера знімаються з верстата і укладаються в спеціальні переносні стелажі.

Разом з розглянутою, класичною схемою абразивної обробки каменя останнім часом все ширше застосовуються інші схеми, засновані на використанні розпилювальних дискових верстатів.

Ударна обробка переважно застосовується для міцного каменя (в основному граніту) і зазвичай виконується по схемі: буроклинова обробка — оспицьовка — фактурна обробка. Під оспицьовкою (від колишньої назви інструменту шпунт-спиця) розуміється операція вирівнювання поверхонь, для

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 7

виконання якої окрім шпунта використовуються рубальні молотки, скарпелі, закольники і бучарди.

Відповідно до схеми ударної обробки блоки каменю з складу доставляються на ділянки оброблення блоків. Тут їх розколюють на заготовки вручну буро-клиновим способом, тобто пробурюють перфораторами шпури (отвори) в камені і встановлюють в них клини, які заглиблюють ударами кувалди. Потім заготовки передаються на ділянку оспицьовки камнеобробного підприємства, де зазвичай проводять фактурну обробку каменя відбійними молотками з набором бучард різного типу. Фактурна обробка великогабаритних виробів, наприклад парпетів набережних виконується безпосередньо на кар'єрах. Термічна обробка каменю проводиться по аналогічній технологічній схемі з використанням для оспицьовки і фактурної обробки термоструминного інструменту.

### Технологічні схеми виготовлення облицювальних плит з високоміцних порід типу гранітів

До високоміцних порід відносяться граніти, гранодіорити, сієніти, габро, лабрадорити, базальти, андезити, кварцити, діабазити тощо. Технологічний процес виробництва з високоміцних порід (рис. 1.1), в результаті якого каменю надають необхідну форму, розміри і фактуру лицьової поверхні, включає ряд операцій, що виконуються в строгій послідовності: розпилювання блоків на плити-заготовки, шліфування або полірування для отримання необхідної фактури, окантовку і розкрій плит на задані розміри. Розпилювання — трудомістка операція, вартість якої досягає 40% вартості готової продукції. При цьому від якості плит багато в чому залежить трудомісткість подальших операцій.

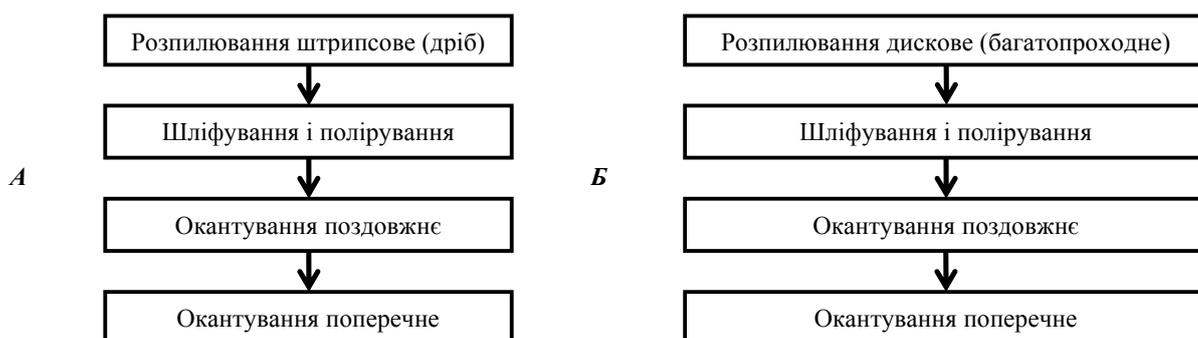


Рис. 1.1. Технологічні схеми виготовлення облицювальних плит з високоміцних порід

При обробці порід *за технологічною схемою А* розпилювання здійснюється сталевими штрипсами за допомогою вільного абразивного матеріалу на рамних розпилювальних верстатах з криволінійним (маятниковим) рухом пильної рами. Фактурна абразивна обробка (калібрування, обдирання, шліфування, лощіння, полірування) здійснюється на шліфувально-полірувальних верстатах мостового і порталного типів або шліфувально-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 8

полірувальних конвеєрах. Завершальна операція — окантовка і розкрій плит за розмірами. Для цього використовуються фрезерні (окантовочні) верстати, оснащені алмазним інструментом.

**Технологічна схема Б** відрізняється від попередньої лише використанням дискового алмазного розпилювання замість штрипсового. Для розпилювання блоків каменю високоміцних порід з малим вмістом кварцу можуть також використовуватись верстати з прямолінійним (вертикальним і горизонтальним) рухом пильної рами з використанням алмазних штрипсів.

### 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 технологічна схема виготовлення облицювальних плит з блоків високоміцних гірських порід, але порядок чергування цих процесів міняється і приймає вигляд: розпилювання — окантовка — фактурна обробка лицьової поверхні. Така зміна в послідовності операцій визначається можливістю збереження 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. 1.2).

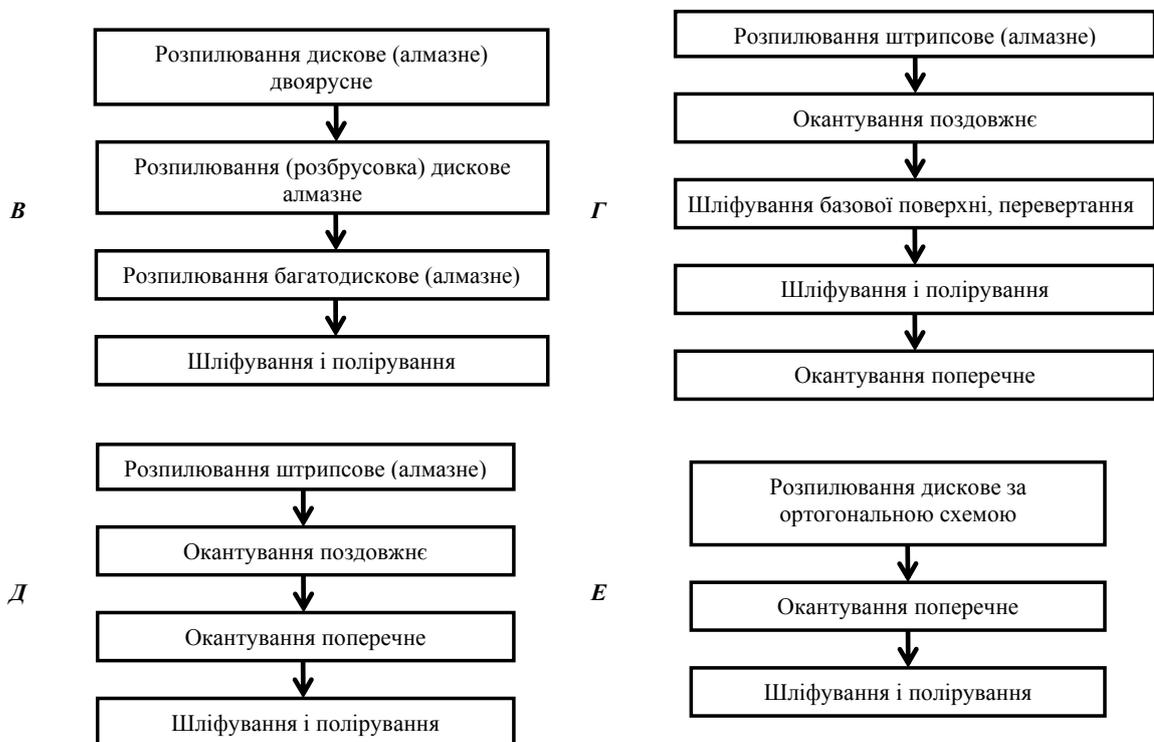


Рис. 1.2. Технологічні схеми виготовлення облицювальних плит з порід середньої міцності

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 9

**Технологічна схема В** складається з наступних 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 Г і Д** 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 Д**) або з обох сторін плити (**схема Г**).

**Технологічна схема Е** 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 (комбіноване виконання пропилів в двох взаємно-перпендикулярних площинах: вертикальних (основних) і горизонтальних (підрізаючих)), 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.

### **Технологічні схеми виготовлення облицювальних плит з маломіцних порід типу туфів, вапняків або ракушняку**

Технологія розпилювання каменю дисковими твердосплавними пилами на багатодискових верстатах з конвеєрною подачею заготовок ефективна при обробці маломіцних гірських порід. Продуктивність розпилювання при цьому вища за продуктивність розпилювання їх алмазним інструментом. При цьому використовується безводне охолодження інструменту.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 10

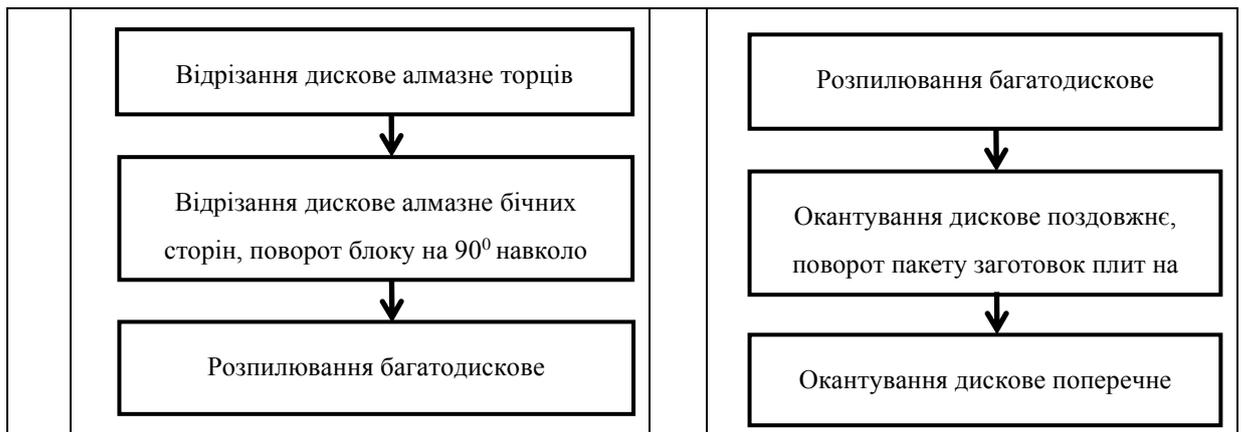


Рис. 1.3. Технологічні схеми виготовлення облицювальних плит з маломіцних порід

### Допоміжні операції при виробництві плит з твердого каменю, порід середньої твердості і м'якого каменю

До допоміжних операцій відносяться: формування ставок; доставка ставок (блоків) у відділення розпилювання; розбирання розпиляних ставок (блоків); пакетування плит-заготовок на піддонах; транспортування плит-заготовок (брусків-заготовок) між основними операціями; установка і зняття плит-заготовок (брусків-заготовок) з каменеобробних верстатів; набирання плит в касети для операції абразивної обробки і розбирання плит з касет; комплектація готової продукції; упаковка і складування готової продукції.

Всі допоміжні операції повинні бути забезпечені підйомно-транспортними засобами, для механізації міжопераційних процесів необхідно застосовувати малі засоби механізації, промислові роботи і т.д. Особливе значення повинне приділятися післяопераційному контролю і контролю якості готової продукції.

## 2. Визначення потрібної кількості сировини

### 1. Вихід готових плит з 1м<sup>3</sup> блоків

$$W_{\Pi} = \frac{1000 \cdot K_{вих}}{b_{пл} + b_p + b_z}, \text{ м}^2/\text{м}^3,$$

де  $K_{вих}$  – коефіцієнт виходу облицювальних плит з блоків будівельних гірських порід (таблиця 1.1);

$b_{пл}$  - товщина плити, мм;

$b_p$  - товщина ріжучого інструмента, мм, (таблиця 1.2);

$b_z$  - сумарна величина зазору в пропилі, мм, для штрипсового розпилювання

$$b_z = 2d, \text{ мм},$$

$d$  – 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.

Таблиця 1.1

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 11

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

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

Таблиця 1.2

### Товщина робочого інструменту

Робочий інструмент	Товщина ріжучого інструменту, мм
Гладкі штрипсові пили	3,3-6,0
Алмазні штрипсові пили	7,0; 8,0
Алмазні дискові пили діаметром:	
– 1000 мм	6,9
– 1200 мм	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

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

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

де  $S_0$  – річна продуктивність підприємства по плитам,  $\text{м}^2$ ;

3. Об'єм одного стандартного блоку:

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

де  $L_0, B_0, H_0$  – розміри блоку, відповідно довжина, ширина і висота блоку, м.

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

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 12

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

## Практична робота №2

### Розрахунок процесу розпилювання блоків на плити-заготовки (Штрипсове розпилювання)

В якості робочого інструмента застосовують неармовані штрипсові пили за ГОСТ 103-76 і 82-70 (табл. 2.1) або алмазні штрипсові пили за ТУ 2-037-102-73 (табл. 2.2).

Таблиця 2.1

#### Розміри гладких штрипсових пил (у мм) за ГОСТ 103-76 і 82-70

Довжина	Ширина	Товщина
3000–4000	100–180	3,3–7

Таблиця 2.2

#### Основні розміри алмазних штрипсових пил за ТУ 2-037-102-73

Позначення	Загальна довжина, мм	Довжина робочої частини, мм	Товщина алмазних елементів, мм	Крок елементів, мм	Загальна кількість алмазних елементів, шт.	Вміст алмазів у пилі (карат) при концентрації, %	
						25	50
3405-0001	2000	1624	7	50	33	29,7	59,4
3405-0002	2000	1624	7	70 (100)	20	18,0	36,0
3405-0003	2000	1624	8	35	20	22,0	44,0
3405-0011	2000	1624	7	35	70	63,0	126,0
3405-0012	3500	2439	8	50	50	77,0	147,0
3405-0013	3500	2439	7	50	50	45,0	90,0
3405-0014	2500	2474	8	50	50	55,0	106,0
3405-0021	3500	2474	7	50	50	63,0	126,0
3405-0022	3800	2439	8	35	70	77,0	147,0
3405-0023	3800	2439	7	35	70	45,0	90,0
3405-0024	3800	2474	8	50	50	55,0	105,0
3405-0031	4000	2814	7	50	50	30,6	61,2

1. Ширина пропилу:

$$b_n = b_p + b_z, \text{ мм}$$

де  $b_p$  – ширина ріжучого елемента, мм;

$b_z$  – сумарна величина зазорів в пропилі, мм, для штрипсового розпилювання

$$b_z = 2d, \text{ мм,}$$

де  $d$  – 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. Кількість штрипс, необхідних для розпилювання блоку на плити

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 13

товщиною  $b_{nl}$

$$m = \frac{B_0}{b_n + b_{nl}} - 1, \text{ ШТ.},$$

де  $B_0$  – ширина блока, мм.

3. Теоретично можлива кількість продукції після операції розпилювання в рік:

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

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

4. Реальна кількість продукції після розпилювання:

$$S_I = S_T \cdot K_p, \text{ м}^2/\text{рік}$$

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. 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;

$$L_x = L_0 + 2l_{xx}, \text{ м},$$

де  $L_0$  – довжина блоку, м;

$l_{xx}$  – довжина холостого ходу, м.

6. Величина робочої подачі при розпилюванні порід  $S_p$ , м/год, вибирається з врахуванням технічних характеристик верстата і породи, що розпилюється (табл. 2.3, табл. 2.4, табл. 2.5).

Таблиця 2.3

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

Вид сировини	Опускання пильної рами, 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 рациональна швидкість при запилюванні або допилюванні, в знаменнику – при самому пилянні

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 14

Таблиця 2.4

**Раціональні швидкості робочої подачі при розпилюванні каменю  
алмазними штрипсовими пилами**

Категорія міцності каменю	Група за розпилюваністю	Вид каменю	Орієнтована швидкість робочої подачі, мм/год.
Міцні	I	Граніт янцівський, токівський, лезниківський, 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 боліський	190–220
	VI	Мармур горовський, буровщинський	270–300
	VII	Мармур коелгінський, уфалійський	350–400
	VIII	Травертин, доломіт	400–500
Слабкі	IX	Вапняк	800–1000

Таблиця 2.5

**Раціональні швидкості робочої подачі при розпилюванні каменю  
твердосплавними штрипсовими пилами**

Група за розпилюваністю	Вид каменю	Швидкість робочої подачі мм/год.	
		При запилюванні	При розпилюванні
VIII	Травертин, доломіт	80–120	200–400
IX	Вапняк.	150–200	500–600

7. Запилювання здійснюється з моменту першого торкання штрипсовими пилами найбільш виступаючих ділянок на верхній грані розпилюваної ставки до занурення пил в блок каменю на 2/3 їх повної висоти, тобто приблизно на 70-100 мм. Цей етап характеризується роботою зі зменшеною швидкістю подачі і підвищеним вмістом дроби в пульпі для того, щоб уникнути уводів пил на початковій стадії розпилювання і тим самим забезпечити площинність поверхні пиляних плит. Щільність пульпи в цей період 1800кг/м<sup>3</sup>. Допилювання

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 15

останніх 80-100 мм висоти ставки здійснюється при пониженій швидкості робочої подачі, що складає 40-50% оптимальних значень. Дріб в пульпу при цьому не добавляють (дозатор вимикають). Розпилювання вважається завершеним якщо ставка розпилена на всю висоту без недопилів. Допускається залишок мінімального недопилу 20-30 мм для ставки з недостатньо рівною нижньою гранню, а також при виявленні в процесі розпилювання тріщин в камені.

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

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

$$K_{\text{дон}} = \frac{H_0 - H_{\text{зан}} - H_{\text{дон}} - H_{\text{нед}} + K_{S_3} \cdot H_{\text{зан}} + K_{S_d} \cdot H_{\text{дон}}}{H_0 - H_{\text{нед}}},$$

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

$H_{\text{зан}}$  – величина врізання інструмента (запилювання), мм;  $H_{\text{зан}} = 2/3 h_{\text{ш}} = 70-100$  мм;

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

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

$h_{\text{ш}}$  – висота штрипси, мм;

$K_{S_3}$  та  $K_{S_d}$  – коефіцієнти зменшення робочої подачі відповідно при запилюванні і допилюванні блоку, приймаються в межах 0,40–0,5.

#### 8. Технологічна продуктивність верстату

$$Q_{\text{тех}} = \frac{L_0 \cdot S_p \cdot m \cdot K_{\text{дон}}}{1000}, \text{ м}^2/\text{ГОД}$$

#### 9. Циклова продуктивність верстату

$$Q_{\text{ц}} = Q_{\text{тех}} \cdot K_{\text{ц}}, \text{ м}^2/\text{ГОД}$$

де  $K_{\text{ц}}$  – коефіцієнт циклової продуктивності,

– для конвеєрних верстатів  $K_{\text{ц}} = 0,98-1,0$ ;

– для верстатів з візками  $K_{\text{ц}} = 0,95-0,98$ .

#### 10. Фактична продуктивність верстату:

$$Q_{\text{ф}} = Q_{\text{ц}} \cdot K_{\text{ф}}, \text{ м}^2/\text{ГОД}$$

де  $K_{\text{ф}}$  – коефіцієнт використання номінального річного фонду робочого часу,

– при роботі в 2 зміни  $K_{\text{ф}} = 0,9$ ;

– при роботі в 3 зміни  $K_{\text{ф}} = 0,85$ .

#### 11. Час, що витрачається на розпилювання одного блоку:

$$T_{\text{тех}} = \frac{H_0}{S \cdot K_{\text{дон}} \cdot 1000}, \text{ ГОД.}, \text{ або } T_{\text{тех}} = T_{\text{зан}} + T_{\text{пил}} + T_{\text{дон}}, \text{ ГОД.};$$

де  $T_{\text{зан}}$ ,  $T_{\text{пил}}$ ,  $T_{\text{дон}}$  – відповідно час запилювання, розпилювання та допилювання, ГОД;

$$T_{\text{зан}} = \frac{H_{\text{зан}}}{S_{\text{зан}}} = \frac{H_{\text{зан}}}{K_{S_3} \cdot S_p}, \text{ ГОД.},$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 16

$$T_{\text{пил}} = \frac{H_{\text{пил}}}{S_p} = \frac{H_0 - H_{\text{зан}} - H_{\text{дон}} - H_{\text{мед}}}{S_p}, \text{ ГОД.},$$

$$T_{\text{дон}} = \frac{H_{\text{дон}}}{S_{\text{дон}}} = \frac{H_{\text{дон}}}{K_{\text{до}} \cdot S_p}, \text{ ГОД.},$$

12. Потрібна кількість верстатів:

$$N_p = \frac{S_T}{Q_{\phi} \cdot F}, \text{ ШТ.};$$

де  $F$  – річний фонд робочого часу при  $n$ -змінній роботі, год;

Отримане значення округлюється до більшого цілого.

Таблиця 2.6

### Річний фонд робочого часу

Найменування показників	Добовий режим роботи	
	2-х змінний	3-х змінний
Тривалість зміни, год	8	8
Число робочих змін в тиждень, зміна	10	15
Річний фонд робочого часу, год	4050	6075

13. Витрати води на роботу одного розпилювального верстату:

$$U_p = m \cdot U, \text{ м}^3/\text{год};$$

де  $U$  – витрати води на один робочий інструмент, м<sup>3</sup>/год (табл. 2.7);

$m$  – кількість дискових пил, шт.

Таблиця 2.7

### Витрата води на охолодження каменеобробного інструменту

Тип верстата	Показник для підрахунку	Інструмент	Норма, м <sup>3</sup> /год
Розпилювальний рамний	Штрипса	Сталевий з вільним абразивом	0,02
Розпилювальний рамний	Штрипса	Алмазний	0,5
Розпилювальний багатодисковий	100 мм діаметру відрізного круга	Алмазний	0,16
Розкрій	100 мм діаметру відрізного круга	Алмазний	0,18
Шліфувально-полірувальний	Круг збірний плоский АПС-2	Алмазний	2,4
Термострумінні установки	Терморізак	Термострумінний газово-кисневий	0,02

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 17

14. Витрати води на розпилювання одного блока

$$U_{\text{бл}} = T_{\text{тех}} \cdot U_p, \text{ м}^3/\text{бл.}$$

15. Питомі витрати води при випилюванні 1 м<sup>2</sup> плити;

$$U'_p = \frac{U_p}{V_{\text{бл}} \cdot W_{\text{П}}}, \text{ м}^3/\text{м}^2.$$

16. Річні витрати води на розпилювання всіх блоків:

$$U_{p,\text{рік}} = U_{\text{бл}} \cdot N_{\text{бл}} = U_p \cdot F \cdot N_p = U'_p \cdot S_T, \text{ м}^3/\text{рік};$$

де  $N_p$  – кількість розпилювальних верстатів (до округлення), шт.

17. 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<sup>2</sup> (табл. 2.8);

Таблиця 2.8

### Укрупнені норми витрати алмазів при обробці каменя

Оброблюваний матеріал	Норма витрати алмазів на операціях обробки, карат/м <sup>2</sup>		
	розпилювання, окантовка, фрезерування	шліфування алмазними кругами торців	розпилювання алмазними штрипсами
Гіпсовий камінь, ангідрит	0,05 (0,1)	0,10 (0,16)	–
Пористі вапняки, вапняки-черепашники	0,07 (0,18)	0,14 (0,20)	0,01 (0,24)
Щільні вапняки, туфи, пісковики	0,12 (0,25)	0,15 (0,20)	0,18 (0,35)
Мармури пониженої міцності, травертини (коелгинський мрамур, шахтахтинський травертини)	0,07 (0,15)	0,15 (0,23)	0,12 (0,20)
Мармури середньої міцності (газганський, уфалійський мрамур), доломіт, мармуризовані вапняки	0,15 (0,3)	0,20 (0,3)	0,20 (0,60)
Мармури підвищеної міцності (горовський, рускеальський, іджеванський)	0,20 (0,35)	0,22 (0,35)	0,30 (0,60)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 18

Мармурові і фельзитові туфи з включенням кварцу, гематиту і інших твердих мінералів (кібінкордонський, пуштулимський, білогорський, буровщинський, агурський мармури)	0,30 (0,5)	0,35 (0,5)	0,60 (0,80)
Тешеніти, андезити, базальти	0,50	0,60	0,70
Лабрадориту, діабази, габро, гранодіорити	0,70	0,90	0,90
Граніти порівняно легко оброблювані (жежелівський, клесівський)	1,0	1,1	1,3
Граніти середньо оброблювані (танський, омелянівський, капустинський)	1,2	1,2	1,6
Граніти важко оброблювані (янцівський, токівський)	1,5	1,4	2,0

У дужках наведені норми витрат синтетичних алмазів марок АСТ5, АС32, АРК4, АРС-3

18. В склад абразивної пульпи входить: 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:

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

де  $q_{op}$  – норма витрати дробу, кг/м<sup>2</sup> (табл. 9);

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

$L_x$  – довжина пиляння, м;

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

19. Річна витрата дробу при розпилюванні:

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

В формулу підставляється кількість верстатів до округлення.

20. Річна витрата штрипс і гашеного вапна при розпилюванні

$$Q_{um} = q_{um} \cdot S_T, \text{ кг/рік.}$$

$$Q_{ван} = q_{ван} \cdot S_T, \text{ кг/рік.}$$

21. Об'єм шламу при розпилюванні блоків:

$$V_{ш}^p = S_T \cdot (b_p + b_3) = m \cdot (b_p + b_3) \cdot L_0 \cdot H_0 \cdot N_{bl}, \text{ м}^3/\text{рік.}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 19

Таблиця 2.9

### Норми витрати дробу та штрипс

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

### Практична робота №3

#### Розрахунок процесу розпилювання блоків на плити-заготовки (Алмазне дискове розпилювання)

**Запилювання** здійснюється з моменту першого торкання дисковою пилою найбільш виступаючих ділянок на верхній грані розпилюваного блоку до занурення пили в блок каменю приблизно на 30–50 мм. Цей етап характеризується роботою зі зменшеною швидкістю подачі для того, щоб уникнути уводів пили на початковій стадії розпилювання і тим самим забезпечити площинність поверхні пиляних плит. **Допилювання** останніх 80–100 мм висоти ставки здійснюється при пониженій швидкості робочої подачі, що складає 40–50% оптимальних значень. Розпилювання вважається завершеним якщо ставка розпилена на всю висоту без недопилів. Допускається залишок мінімального недопилу 5 - 10мм.

1. Ширина пропилу:

$$b_n = b_p + b_z, \text{ мм}$$

де  $b_p$  – ширина ріжучого елемента, мм;  $b_z$  – сумарна величина зазорів в пропилі, мм.

2. Кількість пропилів, необхідних для розпилювання блоку на плити, при товщині плити 30 мм:

$$m = \frac{B_0}{b_n + b_{nl}} - 1, \text{ шт.},$$

де  $B_0$  – ширина блока;  $b_{nl}$  – 30 мм – товщина плити;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 20

3. Теоретично можлива кількість продукції після операції розпилювання в рік:

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

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

4. Реальна кількість продукції після розпилювання:

$$S_I = S_T \cdot K_p,$$

де  $K_p$  – коефіцієнт виходу продукції після операції розпилювання, для граніту, габро, лабрадориту, діориту, базальту  $K_p = 0,80$ ; для мармуру білого  $K_p = 0,70$ , для мармуру кольорового  $K_p = 0,55$ ;

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) оброблюють високоабразивні 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  $S$ , м/хв., і глибина різання  $H$ , мм, – два взаємозв'язаних між собою параметри, які визначають продуктивність розпилювальних верстатів.

Таблиця 3.1

### Раціональні режими різання залежно від категорії каменю

Глибина різання $h$ , мм	Категорія каменю					
	1	2	3	4	5	6–7
	Швидкість подачі $S$ , 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

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 21

Камінь середньої міцності і низькоміцний (вапняк, туф, мрамур, травертин, доломіт і ін.) може розпилюватися за один прохід інструменту на максимально можливу глибину, що допускається алмазною дисковою пилою і потужністю електроприводу (у багатодискових верстатів вибір глибини різання зумовлений товщиною заготовки). Базальти, габбро, 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 багатопрхідним методом з глибиною різання за один прохід до 20–30 мм.

Раціональні режими і технологічна продуктивність розпилювання різних видів каменю дисковими твердосплавними пилами наведені в табл. 2. Технологічною особливістю багатодискового розпилювання каменю твердосплавними пилами при конвеєрній подачі заготовок є їх недопилювання, яке становить 10–50 мм висоти заготовки, що виключає поломку плит і сприяє збереженню конвеєра верстата. Плити відламуються робітником вручну на вихідній частині конвеєра. Розпилювання каменю дисковими твердосплавними пилами може проводитися як з подачею води (витрата води на одну пилу 10–15 л/хв.), так і без неї.

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

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

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

де  $H_0$  – висота розпилюваного блоку, мм;

$H_{зан}$  – величина врізання інструмента (запилювання), мм;  $H_{зан} = 30–50$  мм;

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

$H_{нед}$  – величина недопили блоку, що запобігає його розвалюванню, мм;

$H_{нед} = 0–10$  мм;

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

Таблиця 3.2

### Раціональні режими та технологічна продуктивність розпилювання каменю дисковими твердосплавними пилами

Група пили-мості	Вид каменю, що розпилюють	Швидкість різання (колова), $V$ , м/с	Швидкість робочої подачі, $S$ , м/год.	Технологічна продуктивність (на одну пилку), $m^2/год.$
IX	Вапняк жетибайський,	7–9	15–45	9–18

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 22

	альмінський, бодракський, інкерманський			
ІХ	Туф вулканічний октемберянський, артикський та інші	5–6	15–30	9–12
VIII	Вапняк екларський, сариташський	4–6	7,5–15	3–9

7. Технологічна продуктивність верстату

$$Q_{\text{тех}} = \frac{H_0 \cdot S \cdot m \cdot K_{\text{дон}}}{1000}, \text{ м}^2/\text{ГОД}$$

де  $S$  – величина робочої подачі при розпилюванні порід (табл. 1), м/год;  
 $m$  – кількість одночасно працюючих інструментів;

8. Циклова продуктивність верстату:

$$Q_{\text{ц}} = Q_{\text{тех}} \cdot K_{\text{ц}}, \text{ м}^2/\text{ГОД}$$

де  $K_{\text{ц}}$  – коефіцієнт циклової продуктивності,

– для конвеєрних верстатів  $K_{\text{ц}} = 0,98–1,0$ ;

– для верстатів з візками  $K_{\text{ц}} = 0,95–0,98$ .

9. Фактична продуктивність верстату:

$$Q_{\text{ф}} = Q_{\text{ц}} \cdot K_{\text{ф}}, \text{ м}^2/\text{ГОД}$$

де  $K_{\text{ф}}$  – коефіцієнт використання номінального річного фонду робочого часу,

– при роботі в 2 зміни  $K_{\text{ф}} = 0,9$ ;

– при роботі в 3 зміни  $K_{\text{ф}} = 0,85$ .

10. Час, що витрачається на розпилювання одного блоку:

$$T_{\text{тех}} = \frac{L_0 \cdot H_0}{S \cdot h \cdot K_{\text{дон}} \cdot 1000}, \text{ ГОД.}, \text{ або } T_{\text{тех}} = T_{\text{зан}} + T_{\text{нул}} + T_{\text{дон}}, \text{ ГОД.};$$

де  $h$  – глибина різання інструменту, мм;

$S, S_{\text{зан}}, S_{\text{дон}}$  – величина робочої подачі відповідно при розпилюванні порід, запилюванні та недопилюванні, м/год;

$T_{\text{зан}}, T_{\text{нул}}, T_{\text{дон}}$  – відповідно час запилювання, розпилювання та допилювання, год;

$$T_{\text{зан}} = \frac{L_0 \cdot H_{\text{зан}}}{1000 \cdot S_{\text{зан}} \cdot h} = \frac{L_0 \cdot H_{\text{зан}}}{1000 \cdot K_{\text{сз}} \cdot S_p \cdot h}, \text{ ГОД.}, T_{\text{дон}} = \frac{L_0 \cdot H_{\text{дон}}}{1000 \cdot S_{\text{дон}} \cdot h} = \frac{L_0 \cdot H_{\text{дон}}}{1000 \cdot K_{\text{сд}} \cdot S_p \cdot h}, \text{ ГОД.},$$

$$T_{\text{нул}} = \frac{L_0 \cdot H_{\text{нул}}}{1000 \cdot S_p \cdot h} = \frac{L_0 \cdot (H_0 - H_{\text{зан}} - H_{\text{дон}} - H_{\text{нед}})}{1000 \cdot S_p \cdot h}, \text{ ГОД.},$$

11. Потрібна кількість верстатів:

$$N_p = \frac{S_T}{Q_{\text{ф}} \cdot F}, \text{ ШТ.};$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 23

де  $F$  – річний фонд робочого часу при  $n$ -змінній роботі, год;  
Отримане значення округлюється до більшого цілого.

12. Витрати води на роботу одного розпилювального верстату:

$$U_p = m \cdot U, \text{ м}^3/\text{год};$$

де  $U$  – витрати води на один робочий інструмент,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$m$  – кількість дискових пил, шт.

13. Витрати води на розпилювання одного блока

$$U_{\text{бл}} = T_{\text{мех}} \cdot U_p, \text{ м}^3$$

14. Річні витрати води на розпилювання всіх блоків:

$$U_{p, \text{рік}} = U_{\text{бл}} \cdot N_{\text{бл}} = U_p \cdot F \cdot N_p, \text{ м}^3/\text{рік};$$

де  $N_p$  – кількість розпилювальних верстатів (до округлення), шт.

15. Річна витрата алмазів для виконання пропилів дисковою пилою:

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

де  $q_1$  – питома витрата алмазів, карат/ $\text{м}^2$ ;

16. Об'єм шламу при розпилюванні блоків:

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

Таблиця 3.3

**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	60–90
350		1400	
400		1500	
450	15–22	1600	65–100
500		1750	
550		1800	
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		

#### Практична робота №4

##### Окантування плит-заготовок

В результаті процесу окантування з плит-заготовок отримують плити заданих розмірів. Окантування виконується за допомогою фрезерно-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 24

окантувальних верстатів, оснащених алмазним дисковим інструментом (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Основні параметри алмазних сегментних відрізнних кругів при загальній висоті сегментів 7 мм**

Позначення	Зовнішній діаметр, мм	Діаметр посадочного отвору, мм	Товщина корпусу, мм	Розміри алмазного сегменту, мм		Кількість алмазних сегментів	Маса алмазів в каратах при концентраціях, %	
				ширина	довжина		25	50
ТУ-037-179-78								
252-10	250	32	1,6; 1,8	2,5	24	23	6,9	13,8
252-10	315	63	2,0; 2,2	3,0	24	30	12,0	24,0
252-10	315	63	2,5; 2,8	4,0	24	30	15,0	30,0
252-10	400	90	2,2; 2,5	3,5	24	26	15,0	30,0
252-20	500	90	2,8; 3,0	4,0	24	30	27,0	54,0
252-20	630	90	3,2; 3,6	4,5	24	37	54,0	74,0
252-20	800	90	4,5	5,5	24	48	57,6	115,2
252-30	1000	120	5,0	6,5	24	70	59,5	119,0
252-30	1000	120	5,0	6,5	24	78	66,3	132,6
ГОСТ 16115								
2726-0719	500	90	3,0	4,0	24	30	27,0	54,0
2726-0727	630	90	3,6	4,5	24	37	37,0	74,0
2726-032	800	90	4,5	5,4	24	48	57,6	115,2
2726-0738	1000	120	5,0	6,5	24	70	59,5	119,0
2726-0743	1100	120	5,0	6,5	24	78	66,3	132,6
2726-0754	1250	120	6,0	7,0	24	90	81,0	162,0
2726-0756	1400	200	6,0	7,5	24	100	100,0	200,0
2726-0757	1600	200	7,0	9,0	24	92	110,4	220,4
2726-0758	2000	200	8,0	12,0	24	115	253,0	506,0
ТУ 88 УССР								
ИСМ 445-79	500	90	2,8	3,8	24	30	25,2	54,0
ИСМ 445-79	630	90	3,2	4,2	24	36	33,0	66,0
ИСМ 445-79	800	90	4,5	5,5	24	48	58,0	116,0
ИСМ 445-79	1000	120	5,0	6,5	24	72	62,0	124,0
ИСМ 445-79	1100	120	5,0	6,5	24	73	67,0	134,0
ИСМ 445-79	1250	120	5,5	7,0	24	90	83,0	166,0

Якщо товщина плити-заготовки перевищує 40 мм, то різ виконують за декілька послідовних проходів відрізного круга з його опусканням за кожен

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 25

прохід на 20 мм. Різи доцільно виконувати за подачею, тобто щоб круг набігав на камінь. Для забезпечення високої якості плит (запобігання сколів на кромках) взаємне розташування робочого інструменту та заготовки в процесі окантовки має бути таким, щоб виліт ріжучої поверхні круга нижньою поверхнею заготовки складав не менше, як 5 – 10 мм.

Зв'язку алмазоносного шару вибирають з таблиць 4.2, 4.3, 4.4.

Таблиця 4.2

#### Характеристика зв'язок алмазного каменеобробного інструменту

№ п/п	Позначення	Склад, %	Твердість	Об'ємна вага, г/см <sup>3</sup>	Область застосування
1	M2-01 (M1)	Cu – 80%; Sn – 20%	HRB 80...100	8,56	Розпилювання та шліфування мармуру і інших малоабразивних порід
2	M6-09	Cu – 80%; Sn – 20% зерна алмазу гранульовані	HRB 80...100	–	Розпилювання та шліфування мармуру і інших малоабразивних порід
3	M6-02 (M50)	Твердий сплав ВК – 8-99% Cu – 1%	HRC 25...30	–	Розпилювання і шліфування гранітів, туфів і інших абразивних порід
4	M6-03 (M50-10)		HRC 5...10	–	Розпилювання високоміцних малоабразивних порід: габро, лабрадорит, базальт, діорит
5	M6-05	Зв'язка з Со	HRB 110	–	Обробка граніту і ін.
6	M6-10	Зв'язка з Со	HRC 5...10	–	Обробка малоабразивних порід середньої і високої міцності
7	M03	Со – 93% Cu – 6% сірчисте залізо – 1%	HRB 100	–	Обробка граніту і ін. високоміцних високоабразивних порід
8	M3	Си – 81% -14% окис заліза -5%	HRB 65...90	–	Обробка мармуру і інших малоабразивних порід

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 26

Таблиця 4.3

**Зернистість алмазних порошків**

№ п/п	Вид обробки	Зернистість порошку, мм
1	Розпилювання твердих порід (граніти і ін.)	315/250 400/315 500/400 630/500
2	Розпилювання порід середньої міцності (мармур, андезит, базальт і ін.)	500/400 630/500 800/630
3	Розпилювання порід низької міцності (туф, ракушняк, німецькі вапняки)	630/500 800/630 1000/800 1250/1000 1600/1250
4	Грубе шліфування	800/630 630/500
5	Середнє шліфування	160/125 125/100 100/80
6	Лощення	63/50 50/40
7	Полірування	40/28 28/14

Таблиця 4.4

**Область застосування алмазних порошків**

Марка алмазного порошка	Тип алмазів	Область застосування
A1	Природні 10 % ізометричних зерен	Відрізнi кола, шліфувальний інструмент для каменю малої абразивності і міцності (тальк, гіпсовий камінь)
A2	Природні 20% ізометричних зерен	Відрізнi кола, шліфувальний інструмент для абразивних порід малої та середньої міцності (травертин, туф, ракушняк, вапняк); шліфувальний інструмент для порід середньої міцності з невеликим вмістом кварцу

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 27

A3	Природні 30% ізометричних зерен	Відрізнi кола, штрипси, шліфувальний інструмент для порід середньої міцності (мармур, піщаник, вапняк, базальт з помірним та підвищеним вмістом кварцу)
A5	Природні 50% ізометричних зерен	Відрізнi кола, штрипси, шліфувальний інструмент для порід високої міцності (габро, лабрадорит, базальт, граніт, з малим вмістом кварцу) Буровий інструмент для порід середньої міцності
A8	Природні 80% ізометричних зерен	Відрізнi кола, штрипси буровий інструмент для порід високої міцності з підвищеним вмістом кварцу(граніт, кварцит, роговик).
AC2, AC4, AC6	Алмази синтетичні монокристалічні	Виготовлення дрібнозернистих шліфувальних інструментів для порід малої міцності і малоабразивних (тальк, гіпс)
ACI5	Алмази синтетичні монокристалічні	Виготовлення шліфувального інструменту для відрізних кіл для порід малої і середньої міцності (ракушняк, мармур)
AC32	Алмази синтетичні монокристалічні	Виготовлення шліфувального інструменту і відрізних кіл для порід середньої міцності і малої абразивності (мармур, травертин, мармуризований вапняк)
AC60, AC65	Алмази синтетичні монокристалічні	Виготовлення відрізних кіл для окварцованих мармурів
APK4	Алмаз, синтетичний полікристалічний типу “карбонадо”	Виготовлення штрипсового інструменту для порід малої і середньої абразивності з твердими включеннями (гіпс, мармур, мармуризований вапняк, окварцований мармур)
APC3	Алмаз синтетичний полікристалічний типу “спек”	Виготовлення штрипсового інструменту для порід малої і середньої міцності і абразивності (мармур, мармуризований вапняк, піщаник, травертин) Відрізнi кола для порід високої абразивності, малої та середньої міцності (туф, вапняк, піщаник)
AM, ACM, AI, ACH	Мікропорошки з природних і синтетичних алмазів	Доводка і полірування порід будь-якої міцності і абразивності

Швидкість різання верстату

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 28

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

де  $D$  – діаметр відрізного диска, мм.

$n$  – частота обертання диска, об/хв.

Таблиця 4.5

**Рекомендовані швидкості різання при розпилюванні алмазними відрізними кругами**

Породи, що розпилюються	Швидкість різання, м/с
Туфи, вапняки, черепашники, травертини, пісковики	45-60
Мармур, мармуризовані вапняки, доломіт	35-50
Габро, лабрадорити, базальти, тешеніти, гранодіорити, граніти пониженої міцності	25-32
Граніти, кварцити	20-25

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

Число одночасно працюючих відрізних кругів при поздовжньому окантуванні

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

Число одночасно працюючих відрізних кругів при поперечному окантуванні при середній довжині плит 700 мм

$$m_2 = \frac{L_0}{700} + 1, \text{ шт.}$$

Довжина робочого проходу інструмента

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

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

$L_{ер}$  – величина врізання інструменту

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

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

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  $K_{ок} = 0,80$ .

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 29

Кількість плит-заготовок, що поступають на операцію окантування

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

Сумарна площа пропилів при окантуванні плит-заготовок, м<sup>2</sup>/рік

– всього

$$S_c = S_{c1} + S_{c2},$$

– при поздовжньому окантуванні  $S_{c1} = z \cdot m_1 \cdot b_{nl} \cdot L_0,$

– при поперечному окантуванні  $S_{c2} = z \cdot m_2 \cdot b_{nl} \cdot B_{nl}.$

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

– при поздовжньому окантуванні  $K_{дон21} = \frac{L_0}{L_1};$

– при поперечному окантуванні  $K_{дон22} = \frac{B_{nl}}{L_2}.$

Технологічна продуктивність верстата, м<sup>2</sup>/год

– при поздовжньому окантуванні  $Q_{mex1} = \frac{60b_{nl} \cdot S(m_1 - 1) \cdot K_{дон21}}{1000};$

– при поперечному окантуванні  $Q_{mex2} = \frac{60b_{nl} \cdot S(m_2 - 1) \cdot K_{дон22}}{1000}.$

Циклова продуктивність верстату

$$Q_u = Q_{mex} \cdot K_u, \text{ м}^2/\text{ГОД}$$

де  $K_u$  – коефіцієнт циклової продуктивності,

– для конвеєрних верстатів  $K_u = 0,98-1,0;$

– для верстатів з візками  $K_u = 0,95-0,98.$

Фактична продуктивність верстату:

$$Q_\phi = Q_u \cdot K_\phi, \text{ м}^2/\text{ГОД}$$

де  $K_\phi$  – коефіцієнт використання номінального річного фонду робочого часу,

– при роботі в 2 зміни  $K_\phi = 0,9;$

– при роботі в 3 зміни  $K_\phi = 0,85.$

Кількість поздовжньо-окантувальних верстатів

$$N_{ок1} = \frac{S_{c1}}{Q_{\phi1} \cdot F}, \text{ ШТ.};$$

де  $F$  – річний фонд робочого часу при  $n$ -змінній роботі, год;

Отримане значення округлюється до більшого цілого.

Кількість поперечно-окантувальних верстатів

$$N_{ок2} = \frac{S_{c2}}{Q_{\phi2} \cdot F}, \text{ ШТ.}$$

Отримане значення округлюється до більшого цілого.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 30

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

$$N_{ок} = \frac{1}{F} \left( \frac{S_{c1}}{Q_{\phi1}} + \frac{S_{c2}}{Q_{\phi2}} \right), \text{ шт.}$$

Отримане значення округлюється до більшого цілого.

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<sup>2</sup>.

Річні витрати води при окантуванні, м<sup>3</sup>/рік

– при використанні поздовжньо-окантувальних і поперечно-окантувальних верстатів  $U_{ок.рік} = U'_{ок} \cdot F \cdot \frac{D}{100} \cdot (N_{ок1} \cdot m_1 + N_{ок2} \cdot m_2)$ ,

– при використанні універсальних окантувальних верстатів

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

де  $U'_{ок}$  – норма витрати води на охолодження 100 мм відрізного круга, м<sup>3</sup>/год.

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

$$V_{шл}^{ок} = S_c \cdot (b_p + b_3), \text{ м}^3/\text{рік,}$$

де  $b_n$  – ширина пропилу, м

Таблиця 4.6

**Витрата води на охолодження каменеобробного інструменту**

Тип верстата	Показник для підрахунку	Інструмент	Норма, м <sup>3</sup> /год
Розпилювальний рамний	Штрипса	Сталевий з вільним абразивом	0,02
Розпилювальний рамний	Штрипса	Алмазний	0,5
Розпилювальний багатодисковий	100 мм діаметру диску	Алмазний	0,16
Розкрій – окантування	100 мм діаметру відрізного круга	Алмазний	0,18
Шліфувально-полірувальний	Круг збірний плоский АПС-2	Алмазний	2,4
Термострумінні установки	Терморізак	Термострумінний газово-кисневий	0,02

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 31

## Практична робота №5

### Водопостачання і шламове господарство

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

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

- річну продуктивність підприємства по плитам,  $S_0$ ;
- теоретичну максимальну кількість плит, яку отримують після операції розпилювання блоків на плити  $S_T$ ;
- кількість плит, що поступає на операцію окантування  $S_I$ ;
- кількість плит після операції окантування  $S_2$ ;
- 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  $b_z$

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

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  $b_p$  і величині зазорів  $b_z$

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

в) після операції шліфування-полірування

$$V_{ш}^{ум} = S' \cdot \sum Z_i, \text{ м}^3/\text{рік};$$

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

$\sum Z_i$  – товщина шару матеріалу, що знімається при шліфуванні-поліруванні (сумарний номінальний припуск), м.

3. Загальний річний об'єм сухого шламу

$$V_{ш} = V_{ш}^p + V_{ш}^{ок} + V_{ш}^{ум}, \text{ м}^3/\text{рік}.$$

#### 2. Водопостачання

Витрата води на охолодження каменеобробного інструменту приймається за технічними характеристиками обладнання або орієнтовно (у разі відсутності даних) з табл. 1. Для обробки каменя слід витримувати відповідні норми за якістю води. Максимально допустима крупність частинок в оборотній воді – 50 мкм, для полірування — 10 мкм.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 32

Система виробничого водопостачання, що включає гідротранспорт шламів, як правило, повинна бути оборотною з поверненням води на виробництво. Виробничі стоки, що поступають від технологічного устаткування, забруднені речовинами виключно мінерального походження досить значно. Тому найбільш доцільним і ефективним є метод відстоювання.

Таблиця 5.1

**Витрата води на охолодження каменеобробного інструменту**

Тип верстата	Показник для підрахунку	Інструмент	Норма, м <sup>3</sup> /год
Розпилювальний рамний	Штрипса	Сталевий з вільним абразивом	0,02
Розпилювальний рамний	Штрипса	Алмазний	0,5
Розпилювальний багатодисковий	100 мм діаметру відрізного круга	Алмазний	0,16
Розкрій	100 мм діаметру відрізного круга	Алмазний	0,18
Шліфувально-полірувальний	Круг збірний плоский АПС-2	Алмазний	2,4
Термострумні установки	Терморізак	Термострумний гасово-кисневий	0,02

Таблиця 5.2

**Вміст твердих частинок у воді, мг/л**

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

Шламомовідстійник (рис. 5.1) – це ємність, в якій накопичується вода, що поступає з каменерозпилювальних верстатів, з метою її освітлення. В шламовідстійниках відстоюють воду, результатом є осідання на дно твердих частинок шламу. 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.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 33

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.

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 зливу 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 додають коагулянти.

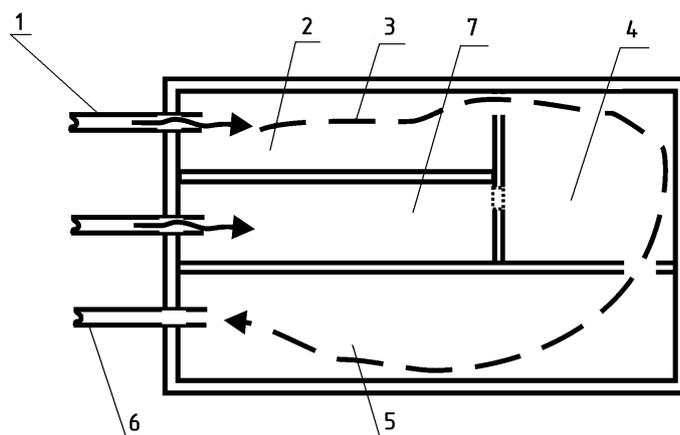


Рис. 5.1. Схема шламовідстійника:

1 – зливний трубопровід, 2 – приймальне відділення відстійника, 3 – схема руху води в шламовідстійнику, 4 – проміжне відділення відстійника, 5 – відділення для видачі води, 6 – всмоктувальний трубопровід, 7 – запасне відділення відстійника

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 освітлювання 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 (мал. 5.2).

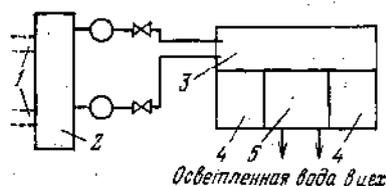


Рис. 5.2. Схема розміщення обладнання оборотного водопостачання  
1 – самоточні лотки; 2 – зумпф пульпонасосної станції; 3 – шламовідстійник; 4 – резервуари освітленої води;  
5 – насосна станція оборотного водопостачання

Внутрішньоцехова частина системи гідротранспорту шламів вирішується самоплив по лотках, 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  $0,07 \pm 0,1$ , а в магістральних каналах і тунелях приймаються в межах  $0,03 \pm 0,05$ . Лотки футеруються половинами сталевих труб. Лотки завглибшки до 2 м прокладаються в каналах, а більше 2 м — в прохідних тунелях. Канали перекриваються знімними секційними ґратами 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 5.3

#### 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

Гідротранспорт пульпи з зумпфів або пульпозбірників до шламосховищ або очисних споруд залежить від місцевих умов проєктованого об'єкту і може

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 35

бути як напірним, так і самоточним. 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 робочій частині, виходячи з 10-хвилинної подачі робочого насоса. При цьому мінімальний рівень пульпи в зумпфі повинен бути на 1 м вище за відмітку верху всмоктуючого патрубку 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.

### 3. Вибір схеми очищення виробничих стоків

Отримання оборотної води для повторного використання на виробництві з вмістом зважених частинок не більше 2000 мг/л з виробничих стоків каменеобробних заводів проводиться шляхом відстою пульпи в хвостосховищах, шламонакопичувачах або відстійниках. При використанні гашеного вапна при розпилюванні блоків і повторному використанні води із вмістом вапна для шліфування й полірування виробів необхідно передбачати контроль рН цієї води і її підкислення.

Для отримання оборотної води з вмістом речовин до 300 мг/л і крупністю частинок до 0,10 мм рекомендується така схема очищення:

- виділення частинок більш за 0,11 мм на згущувальних установках (згущувачі і згущувальні воронки, гідроциклони) і спіральних класифікаторах;
- відстоювання зливу згущувачів і класифікаторів в горизонтальних відстійниках із застосуванням коагуляції і поліакриламідом;
- фільтрація відстійної води на швидких фільтрах;
- відстійники повинні влаштовуватися багатосекційними, з обладнанням не менше однієї резервної секції.

Розрахунок відстійників і фільтрів проводиться по СНиП II–31–74.

Очищення від шламів секцій горизонтальних відстійників можна здійснювати такими способами. Відстійники попереднього відбору крупних шламів можна чистити грейферними і навісними скреперними ковшами. При використанні навісних скреперів доцільне будівництво похилої естакади з настилом, по якому навісні скрепери подають шлами з dna відстійника до точок, розташованих у верхній частині естакади. Шлами через відсіки

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 36

подаються в шламоводи і виводяться в місцях складування природного утворення шламів, узгоджені з санітарно-епідеміологічною станцією (СЕС). Відстійники з попереднім відбором крупних шламів можна чистити ґрунтовими насосами з гідротранспортом шламової пульпи в шламонакопичувачі або на майданчики для обезводнення, за узгодженням з СЕС.

За наявності вільних територій слід віддавати перевагу будівництву хвостосховищ і шламонакопичувачів, розрахованих на освітлювання промислових стоків до мутностей, що дозволяють використовувати освітлену воду без доочищення на фільтрувальних станціях.

Виходячи з вимог, що пред'являються до якості оборотної води, очищення шламовміщуючих стоків виконують в шламовідстійнику в 2 етапи.

I етап – освітлення всього об'єму стоків, що поступають від виробничого корпусу, в первинному відстійнику до вмісту суспензій не більше 2000 мг/л. Освітлена вода в первинному відстійнику поступає в резервуар № 1, звідки одна частина її в кількості, необхідній для розпилувальних верстатів, подається у виробничий корпус, а інша частина в кількості, необхідній для шліфувальних-полірувальних і обріза верстатів, подається у вторинний відстійник для доочищення (рис. 2).

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

На рис. 5.3 показана схема найбільш типового шламоотстойника, який конструктивно є спорудою, що складається з двох відділень: первинного відстійника, що має дві секції, і вторинного відстійника, що має дві секції з двома коридорами кожна, які сполучені між собою водозливними порогами, що виходять на одній відмітці у водовідвідний канал. Освітлена вода з первинного відстійника через водоприймальні вікна, обладнані плоскими щитовими затворами (шиберами), поступає в резервуар № 1. Очищена вода з вторинного відстійника по відвідному каналу поступає в резервуар № 2. Перед початком роботи заводу одна з секцій первинного відстійника, одна секція вторинного відстійника і резервуари освітленої води повинні бути заповнені чистою водою до відмітки водозливних порогів.

При роботі заводу робочі секції використовуються для накопичення шламу, а резервні очищаються від шламу і служать сховищами чистої води. Після заповнення шламом робочої секції потік пульпи спрямовується в резервні секції. При такій схемі забезпечується безперебійна робота шламовідстійника, виключається пристрій аварійного пульпоскидання і відпадає необхідність наповнення кожного відділення чистою водою. Шламовідстійник розміщується в корпусі шламового господарства, там же розміщуються резервуари освітленої води і насосна станція оборотного водопостачання.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 37

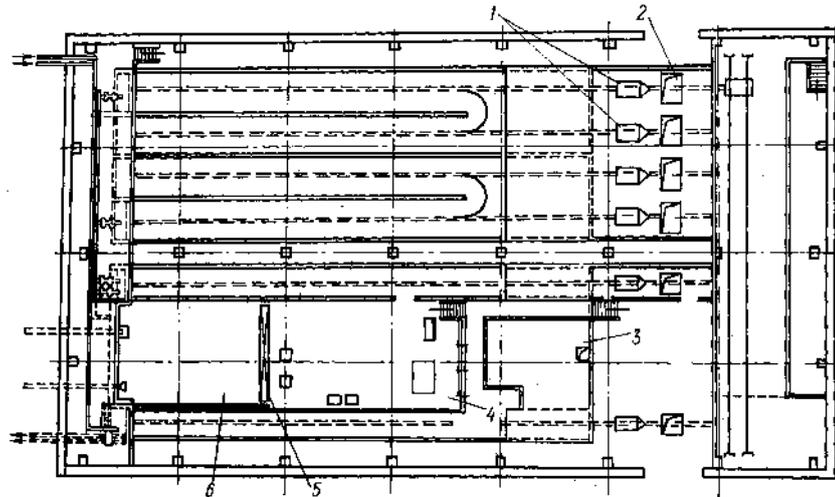


Рис. 5.3. Схема шламівідстійник

1 – ковш скреперної установки; 2 – розвантажувальні вікна; 3 і 6 – резервуари освітленої води відповідно № 1 і 2; 4 – насосна станція оборотного водопостачання; 5 – підвісна ручна кран-балка

Резервуар освітленої води № 1 використовується для зберігання води, що поступає з первинного відстійника. Резервуар має два водоприймальні вікна, обладнаних плоскими щитовими затворами (шиберами). Для обслуговування шиберів передбачені майданчики. Спорожнення резервуару здійснюється через грязеву трубу і мокрий колодязь з подальшим відкачуванням пересувним самовсмоктуючим насосом в каналізацію. Резервуар освітленої води № 2 використовується для зберігання води, що поступає з вторинного відстійника. У цьому резервуарі зберігається також запас води для зовнішньої пожежогасіння. Для відбору води при пожежогасінні передбачений колодязь із засувкою і мокрий колодязь. Недоторканність протипожежного запасу води забезпечується автоматичним відключенням насосів, що забирають воду з резервуару № 2, при пониженні рівня води в ньому до мінімального. Повне опорожнення резервуару здійснюється через грязьову трубу в мокрий колодязь з подальшим відкачуванням пересувним самовсмоктуючим насосом в каналізацію.

Насосна станція оборотного водопостачання призначена для відбору освітленої води з резервуарів № 1 і № 2 і подачі її у виробничий корпус до технологічного устаткування. У насосній встановлюються два консольні насоси марки 4К: один агрегат робочий, другий резервний, насоси перекачують освітлену воду з резервуару № 1 у виробничий корпус до розпилувальних верстатів. Два насоси марки 2К перекачують воду з резервуару освітленої води № 2 у виробничий корпус до шліфувальних-полірувальних і окантувальних верстатів. Два насоси марки 2К перекачують воду з резервуару № 1 на вторинний відстійник.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 38

Окрім основного устаткування, в насосній станції оборотного водопостачання передбачається пересувний самовсмоктуючий насос для відкачування води з дренажного приямка. Він може бути використаний також для перекачування води з мокрих колодязів в каналізацію.

Для монтажу і демонтажу устаткування передбачається ручна підвісна кран-балка вантажопідйомністю 0,5 т з ручною талю. Очищення шламу в даній схемі проводиться з відстійника канатно-скреперною установкою. Місткість ковша скрепера визначається виходячи з об'єму відстійника. Скреперна установка складається з скреперного бездонного ковша СП-1 і скреперної лебідки, сталевих канатів і блоків. Для зручності роботи скрепера торцеві стінки шламовідстійника мають ухил 30°, що забезпечує повне очищення секцій. Розвантаження шламу проводиться через розвантажувальні вікна, передбачені в торцевих стінках шламовідстійника на висоті 3,6 м від рівня підлоги. Під розвантажувальними вікнами передбачається проїзд для автосамоскидів, якими здійснюється вивезення шламу на відвали.

#### 4. Система водопостачання

На проммайданчику закладаються такі системи водопостачання: оборотна; господарсько-питна; виробничо-протипожежна. Господарсько-питна система водопостачання забезпечує водою господарсько-питні і душеві потреби та внутрішнє пожежегасіння.

Потрібний г'єзометричний напор  $H_{II}$  на заводі на проммайданчику

$$H_{II} = h_1 + h_2 + h_3, \text{ м}$$

де  $h_1$  – необхідний напор на введенні в побутові приміщення, м;

$h_2$  – втрати напору у внутрішньомайданчиковій мережі, включаючи втрати на подолання місцевих опорів і втрати на введенні на проммайданчик, м;

$h_3$  – геометрична різниця відміток землі у введенні на проммайданчик і введенні в побутові приміщення.

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. 4. Розрахункова витрата води на внутрішнє пожежегасіння з пожежних кранів для виробничих будівель заввишки до 50 м приймають 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).

Вимоги до якості води приведені в табл. 5.2.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 39

Таблиця 5.4

### 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 м <sup>3</sup> /год – в інших цехах	1 люд.	45	2,5
		25	3,0
Душові	1 сітка*	500	Протягом 45 мін
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.

Витрата води на санітарно-господарські потреби

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

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

Витрата води на душ

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

де  $n$  – число встановлених душових сіток;

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

### 5. Розрахунок параметрів водопостачання

1. Сумарні річні потреби технологічної води для каменеобробного обладнання

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

$U_{\text{р.рік}}$  – річні витрати води при розпилюванні блоків, м<sup>3</sup>/рік;

$U_{\text{ок.рік}}$  – річні витрати технічної води при окантуванні, м<sup>3</sup>/рік;

$U_{\text{шп.рік}}$  – річні витрати води при шліфуванні-поліруванні, м<sup>3</sup>/рік.

2. Орієнтовна місячна витрата води

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

3. Рекомендується приймати найбільшу гідравлічну крупність частинок, що затримуються у першому відстійнику, в межах  $I_0 = 0,6$  мм/с, що відповідає

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 40

каламутним водам, що містять більше 250 мг/л зважених речовин. При цьому ефект очищення у відстійнику складатиме 76 %.

4. Площа відстійника

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

де  $q_{п}$  – витрата пульпи, м<sup>3</sup>/год;

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

5. Ширина відстійника

$$B = \frac{q_{п}}{3,6 \cdot v_{cp} \cdot H \cdot N}, \text{ м}$$

де  $H$  – середня глибина зони осадження,  $H = 2,5$  м;

$N$  – число відстійників.

6. Довжина відстійника

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

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

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

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

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК6.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 41 / 41

## ЛІТЕРАТУРА

### *Основна література*

1. Ю.І. Сичов, Ю.Л. Берлін Розпилювання каменю. М., Будвидат, 1989, 320 с.
2. Ю.І. Сичов. Розпилювання облицювального каменю в СРСР і за кордоном. М. 1974, 70 с.
3. Ф.І. Фішнін, В.А. Кубішкін. Розпилювальник каменю. Л., Будвидат, 1987, 90с.
4. Ю.Я. Берлін, Ю.І. Сичов, І.Л. Шапаєв. Обробка будівельного декоративного каменю. Л., Будвидат, 1986, 176 с.
5. Ю.Г. Карасев, Н.Т. Бакка. Природный камень. Добыча блочного и стенового камня. Санкт-Петербург, 1997 г. 428 с.
6. А.И. Косолапов. Технология добычи облицовочного камня. Красноярский университет, 1990, 188 с.

### *Допоміжна література*

1. Криворучко А. О. Вплив тріщинуватості та анізотропії каменю на технологію видобування // Вісник ЖІТІ. – 2002. – № 23. – С. 281–284.
2. Криворучко А. О. Обґрунтування методики геометризації габроїдних порід на основі визначення та оцінки показників структури та декоративності: Дис. ... канд. техн. наук: 05.15.01. – Житомир, 2006. – 230 с.
3. Криворучко А. О. Особливості будови родовищ габроїдних порід Коростенського плутону // Вісник ЖІТІ. – 2003. – № 24. – С. 228–233.
4. Карасев Ю. Г. Формирование технологических комплексов по зонам на карьерах облицовочного камня высокой прочности. Автореф. дис. док. техн. наук. – М., 1991. – 23 с.
5. Беликов Б.П., Петров В.П. Облицовочный камень и его оценка. – М.: Наука, 1977. – 140 с.
6. Бакка Н. Т. Разработка технологии и комплексов оборудования добычи блоков из высокопрочных трещиноватых пород. Дисс. ... докт. техн. наук. – Житомир, 1986. – 378 с.
7. Бакка Н. Т. Прогнозирование блочности на месторождениях облицовочных гранитов горногеометрическими методами. Дисс. ... канд. техн. наук. – Днепропетровск, 1974. – 166 с.
8. Соболевський Р. В. Обґрунтування параметрів видобування і переробки декоративного каменю на основі гірничо-геометричного аналізу структур покладів: Дис. ... канд. техн. наук: 05.15.01. – Житомир, 2005. – 191 с.