

ЗАТВЕРДЖЕНО

**Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України**

29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.02

Державний університет «Житомирська політехніка»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М. Т.

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

**Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи**

бакалавра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Удосконалення фактурної обробки виробів з облицювального каменю
в умовах ФОП «Кутній Б.М.»»

Виконав: студент 4 курсу,
групи РР-49

спеціальності 184 «Гірництво»

освітньо-професійна програма

«Гірництво»



Виконавець: ЗЕЛІНСЬКИЙ Я.Й

(прізвище та ініціали)



Керівник: ПАВЛОВ Є.Є

(прізвище та ініціали)

Рецензент: ШЛАПАК В.О

(прізвище та ініціали)

Житомир – 2024 р

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, факультет гірничої справи, природокористування та
відділення: будівництва
Кафедра: кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка
М. Т.
Освітньо-кваліфікаційний бакалавр
рівень:
Спеціальність: 184 «Гірництво»
Освітня програма «Гірництво»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

Башинський С.І.

(підпис)

(Прізвище та ініціали)

«05» квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Зелінський Ярослав Йосипович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення фактурної обробки виробів з
облицювального каменю в умовах ФОП «Кутній Б.М.»

Керівник роботи к.т.н., доц. ПАВЛОВ Є.Є

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом ректора Житомирської політехніки 05.04.2024 р. №132/с
від

2. Строк подання студентом роботи:

3. Вихідні дані до роботи:

Робочий проект підприємства, структурна схема підприємства, положення про
систему управління охороною праці на підприємстві, екологічна документація

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити):

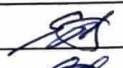
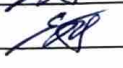
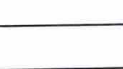
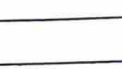
Представити загальну інформацію про каменеобробне підприємство, включаючи
географічне розташування, структуру організації, опис сировини, огляд
технологічної схеми виробничого процесу з обробки каменю, аналіз систем
водопостачання та управління відходами, дослідження транспортної мережі та
постачання електроенергії, оцінку умов праці та впливу на навколишнє середовище,
а також обґрунтування технологічних рішень для підвищення ефективності
діяльності підприємства..

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

План підприємства. План розміщенні обладнання у цехах. Основне обладнання. План
водопостачання та водовідведення. Схема електропостачання підприємства.

Запропоновані технічні та технологічні рішення та зведені техніко-економічні показники підприємства.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	ПАВЛОВ Є.Є, к.т.н., доц.		
Розділ 2	ПАВЛОВ Є.Є, к.т.н., доц.		
Розділ 3	ПАВЛОВ Є.Є, к.т.н., доц.		
Розділ 4	ПАВЛОВ Є.Є, к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання відповідно до наказу 05.04.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Написання розділу із загальної інформації про підприємство	14.05.24	
2.	Написання технологічного розділу	18.05.24	
3.	Написання розділу із охорони праці та навколишнього середовища	20.05.24	
4.	Розрахунок й написання розділу із економіки підприємства	05.05.24	
5.	Визначення технологічних рішень щодо удосконалення виробництва	10.05.24	
6.	Підготовка креслення	15.05.24	
7.	Попередній захист диплома	10.06.24	
8.	Виправлення проекту за зауваженнями	20.05.24	
9.	Захист диплома	14.06.24	

Студент  ЗЕЛІНСЬКИЙ Я.Й
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи  ПАВЛОВ Є.Є
(підпис) (прізвище та ініціали)

Я, Зелінський Ярослав Йосипович, цим засвідчую, що представлена до захисту бакалаврська робота на тему: «Удосконалення фактурної обробки виробів з облицювального каменю в умовах ФОП «Кутній Б.М.»» виконана на основі власних наукових досліджень. Текст не містить доробку інших дослідників без відповідних посилань на їх праці.

Я попереджений(на) про те, що у разі виявлення фактів порушення мною академічної доброчесності буду недопущений(на) до захисту, а в разі отримання диплому – буду позбавлений(на) його відповідно до: Закону України «Про освіту», Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку скасування рішення про присудження ступеня вищої освіти та присвоєння відповідної кваліфікації» та Положення про академічну доброчесність та етику академічних взаємовідносин в Державному університеті «Житомирська політехніка».

«11» 06 2024 р.


(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КАМЕНЕОБРОБНЕ ПІДПРИЄМСТВО ..	8
1.1. Географічні відомості про район розташування каменеобробного підприємства	8
1.2. Структура підприємства	11
1.3. Характеристика сировини	13
2. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ КАМЕНЮ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	22
2.1. Технологія розпилювання блоків на плити-заготовки	28
2.2. Технологія шліфування-полірування плит-заготовок	43
2.3. Технологія окантовування плит	50
2.4. Фрезерування та профілювання.....	54
2.5. Виготовлення складно-профільних виробів.....	55
2.6. Заклучні операції.....	59
2.7. Експлуатація та ремонт обладнання.....	61
2.8. Водопостачання й шламове господарство	62
2.9. Транспорт підприємства	66
2.10. Електропостачання.....	70
3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	74
4. ЕКОНОМІКА І ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА	84
ВИСНОВКИ	94
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....	95

					КГТБ.ДР24.03.ЗМ.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Зелінський Я. Й.			ЗМІСТ	Літ.	Арк.	Аркушів
Кер.розд.		Павлов Е. Е.				н		
Керівник		Павлов Е. Е.						
Н. Контр.		Башинський С.І.				«Житомирська політехніка»		
Зав.каф.		Башинський С.І.				184 «Гірництво» РР-49		

ВСТУП

У сучасному будівництві, де архітектурна естетика та якість виконання відіграють ключову роль, фактурна обробка виробів з облицювального каменю стає не лише питанням стилістики, але й показником професіоналізму та інноваційності в галузі каменеобробної індустрії. Підвищення якості та різноманітності фактурної обробки відкриває безмежні можливості для архітекторів та дизайнерів, дозволяючи їм створювати унікальні та естетично вишукані споруди. У цьому контексті, дослідження та удосконалення процесів фактурної обробки виробів з облицювального каменю відіграє важливу роль у розвитку сучасного будівельного індустрії.

Каменеобробне підприємство є ключовим учасником в будівельній індустрії, займаючись обробкою різноманітних видів каменю для виробництва будівельних матеріалів та декоративних виробів. Ці підприємства спеціалізуються на різноманітних технологіях обробки каменю, включаючи різання, полірування, шліфування та обробку поверхні для створення різноманітних текстур та форм. Вони забезпечують якісні будівельні матеріали для різноманітних проектів, від житлових будинків до комерційних споруд і пам'ятників архітектури. Крім того, каменеобробні підприємства важливі для збереження та відтворення культурної спадщини, обробляючи природний камінь для реставрації історичних споруд та монументів. Вони поєднують у собі майстерність робітників із сучасними технологіями, щоб надати клієнтам високоякісні продукти та послуги у сфері каменеобробки.

Компанія спеціалізується на виробництві та дистрибуції будівельних виробів із натурального каменю.

					КГТБ.ДР24.03.ВС.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент	Зелінський Я. Й.				Вступ	Літ.	Арк.	Аркуші
Кер.розд.	Павлов Е. Е.					н		
Керівник	Павлов Е. Е.					«Житомирська політехніка» 184 «Гірництво» РР-49		
Н. Контр.	Башинський С.І.							
Зав.каф.	Башинський С.І.							

Основною продукцією, яку виробляє підприємство є:

- облицювальні панелі різних розмірів й товщини;
- тарілки;
- стільниці, підвіконня та інші елементи інтер'єру;
- архітектурно-будівельні вироби;
- декоративні елементи

Будівництво нових цехів на території, закупівля нового обладнання, впровадження новітніх технологій обробки каменю та залучення до процесу кваліфікованих спеціалістів каменеобробки – основні фактори, які можуть вплинути на перспективи розвитку компанії.

Метою дипломної роботи є впровадження в технологічний процес установки гідроабразивної обробки виробів з облицювального каменю для покращення технології фактурної обробки. На підприємстві раніше використовувалась технологія термічної фактурної обробки поверхонь виробів. Термічна обробка полягала в створенні шорстких поверхонь матеріалу, що досягалось шляхом впливу вогню на ділянки каменю, внаслідок чого відбувалось вигорання мінералів, які входять до складу породи і утворювались характерні виїмки. Такий процес мав ряд недоліків в основному пов'язаних з втратою декоративних властивостей виробів з облицювального каменю, а також високими енерговитратами даного процесу.

Основою принципу гідроабразивного різання та обробки є спосіб руйнування матеріалів за допомогою рідинно-абразивного струменя високого тиску. Вода стискується першим основним компонентом системи, насосом-мультиплікатором, до тиску більше 4000 атм. і проходить через водяне сопло, яке створює струмінь діаметром близько 0,5 мм, який попадає в змішувальну камеру. У змішувальній камері струмінь води змішується з абразивом, який має розмір частинок до 0,4 мм, і далі проходить через друге, твердосплавне сопло із внутрішнім діаметром 1 мм. Із цього сопла струмінь води з абразивом виходить зі швидкістю близько 1200 м/с і направляється на поверхню оброблюваного матеріалу.

					КГТБ.ДР24.03.ВС.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За допомогою гідроабразивного різання можуть оброблятися практично всі матеріали: папір, тканини, шкіра, гума, скло, кераміка, камінь, бетон і залізобетон, всі види полімерних матеріалів, у тому числі композиційні, фольговані і металізовані пластики, всі види металів і сплавів, включаючи важкооброблювані – нержавіючі сталі, титанові сплави.

У каменеобробній галузі, а саме обробка каменю, керамограніту, плитки, гідроабразивне різання використовується для виробництва складних контурів із плоских плит. Завдяки дуже вузькому пропилюванню, можна створювати інкрустації при виробництві декоративних та оздоблювальних матеріалів. Насамперед, промисловим способом можна робити те, що раніше потрібно було робити вручну.

Високонапірним абразивно-рідинним струменем можна робити не тільки наскрізне різання каменю, але й вибірку обмежених певним контуром масивів каменю. Іншими словами – абразивно-рідинний струмінь може бути інструментом скульптора.

Технологія гідроабразивного різання каменю дає можливість виготовляти стільниці для кухонь і ванних кімнат, підвіконня, сходи, фасонні вироби, мозаїки і бордюри, вітражі, орнаменти, художні мармурові і гранітні панно для обробки інтер'єрів і фасадів будинків, що складаються зі складних елементів різних відтінків і форм, у тому числі флорентійські підлоги, а також інші вироби з каменю будь-якої складності.

В даній роботі ми спрямовуємо свої зусилля на вивчення та практичне застосування новітніх технологій у цій сфері з метою досягнення найвищих стандартів якості та естетичного задоволення у будівництві.

Робота має загальний обсяг 95 сторінки й включає: зміст, вступ, загальну частину із 4 розділів, що містять 21 таблицю й 7 рисунків, висновок й список використаної літератури.

					КГТБ.ДР24.03.ВС.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КАМЕНЕОБРОБНЕ ПІДПРИЄМСТВО

1.1. Географічні відомості про район розташування каменеобробного підприємства

Житомирська область розташована на правобережжі України, у центральній частині Полісся. Житомирська область межує із Вінницькою, Рівненською, Київською та Хмельницькою областями та із Республікою Білорусь. Житомирська область розташована в двох ґрунтово-кліматичних зонах: на півночі області – полісній й на півдні – лісостеповій. На півночі області височіє Словечансько-Овруцький кряж, складений докембрійськими кварцитами. Його найвища точка становить 320 метрів над рівнем моря. Поверхня Польської рівнини рівнинна й у багатьох місцях сильно затоплена. На півдні області, у межах Придніпровської височини, густо порізані ущелини та річкові долини подекуди досягають глибини до 60 метрів.

Житомирська область розташована в двох природних зонах – зоні мішаних лісів та лісостепу. Ліси займають більше третини всієї території. Завдяки сприятливим умовам тут росте понад 100 різних видів дерев й кущів. Найбільш поширені береза, сосна, вільха й дуб.

Вигідне фізико-географічне та економіко-географічне положення сприяє компактному заселенню, господарському освоєнню території та створює умови для життя людини. Поєднання географічного положення та природних умов створює сприятливі умови для розвитку промисловості та міжгалузевого сільського господарства.

Підприємство розташоване у селі Мамрин Коростишівського району, тому в цих підприємств немає проблем із комунікацією, як-от електро- та водопостачання.

					КГТБ.ДР24.03.01.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Зелінський Я. Й.			Загальні відомості про каменеобробне підприємство	Літ.	Арк.	Аркуші
Кер.розд.		Павлов Е. Е.				н		
Керівник		Павлов Е. Е.				«Житомирська політехніка» 184 «Гірництво» РР-49		
Н. Контр.		Башинський С.І.						
Зав.каф.		Башинський С.І.						

Для виготовлення виробів із натурального каменю на підприємстві використовуються спеціальні пиляльні, фрезерні, торцювальні, шліфувальні та полірувальні верстати. Такі фактори як: розширення території підприємства та будівництво нових каменеобробних ділянок та придбання сучасного високотехнологічного обладнання, використання нових технологій, залучення спеціалістів даного виробничого напрямку та ін.

Підприємство не має власної ресурсної бази. Залежно від замовлення підприємство виробляє у Україні таку сировину як граніт, лабрадорит та габро.

- асортимент продукції компанії включає:
- облицювальні панелі;
- архітектурно-будівельні вироби;
- ритуальні вироби;
- вироби складної форми та ін.

Основний обсяг цього продукту надходить від користувачів із України.

Серед корисних речовин, часто використовуваних для виробництва будівельних матеріалів, є природний камінь, який часто використовують як облицювальний матеріал, а також сировина для виробництва інших будівельних виробів (щебінь, екрани, щебінь та ін.).

Особливе місце займає облицювальна продукція, широкий асортимент якої дозволяє декорувати фасади будівель та інтер'єри, архітектурні пам'ятники та споруди тощо.

За даними геологічних досліджень. Ґрунтові води знаходяться на глибині від 1,8 до 3,4 метрів над землею. Максимальний сезонний рівень ґрунтових вод очікується на рівні 0,8 м над рівнем моря.

Основи фундаментів виконуються із піщаного насипного ґрунту із такими конструктивними особливостями:

- $\gamma_{II} = 20,1 \text{ кН/м}^3$;
- $\varphi_{II} = 32^\circ$;
- $C_{II} = 18,2 \text{ КПа}$;
- $E = 17,0 \text{ МПа}$.

					КГТБ.ДР24.03.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Клімат області помірно-континентальний із вологим літом й м'якою зимою. Середньорічна температура $\approx 10^{\circ}\text{C}$, середня температура січня $4 - 5^{\circ}\text{C}$, липня близько $+20^{\circ}\text{C}$. Річна кількість опадів ≈ 600 мм на півночі й ≈ 570 мм на півдні. Вегетаційний період у середньому становить 240 днів. Такі метеорологічні явища, як град (до шести днів на рік) та сильний дощ завдають значної економічної шкоди регіону.

Місцезнаходження підприємства відноситься до П-Б-1 кліматичної зони України із такими характеристиками:

- розрахункова температура найхолодніших 5 днів, $^{\circ}\text{C}$ - 22;
- тривалість опалювального сезону, днів; . 192
- нормативне значення ваги снігового покриву, КПа 0,70;
- нормативне значення вітрового тиску, КПа 0,30;
- нормативна глибина промерзання ґрунту 1,06м.

По периметру підприємство огорожено парканом.

Під'їзди, проїзди, майданчики та пішохідні доріжки із удосконаленням покриттям (залізобетонним або асфальтовим). На території є автостоянка та зона відпочинку для працівників.

У геоструктурному відношенні район лежить в північно-західній частині Українського щита (переважно в Волино-Подільському блоці). Геологічна будова включає метаморфічні, місцево-магматичні й вулканогенні породи докембрійського фундаменту, вкриті корою вивітрювання й осадовим чохлам. На сході та півдні області залягають корінні породи, що знижують рельєф фундаменту, решта території вкрита антропогеновими відкладами.

На території переважають гідрологові відкладення, на деяких ділянках покриті льодовиками. Долини річок виповнені алювіальними терасами. На півдні області та у межах Словечансько-Овруцьких гір верхня частина розрізу складається із лесоподібних порід.

В області видобувають цінні будівельні матеріали (граніт, габро, лабрадорит, кварцит). Їх видобувають більш ніж на 50 родовищах.

					КГТБ.ДР24.03.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У проекті рельєфу передбачають ухили для відведення поверхневих вод від будівель й споруд із максимальним наближенням до висот існуючого рельєфу.

Транспортна мережа району розгалужена.

Територія не підтоплена. Ґрунти не осадові. Рельєф місцевості відповідає нахилу із півночі на південь. Вертикальне планування у проекті визначено по горизонталі із перерізом рельєфу 0,1 м й врахуванням відведення поверхневих вод по рельєфу у низинних місцях за межі території підприємства. За даними геологічної зйомки, основою фундаментів є лісовий пісок.

Під час експлуатації основні будівлі підлягають регулярному моніторингу їх найбільш вразливих зон:

- з'єднання основи із бруківкою будівлі;
- мощення навколо будівель;
- точки проходу дренажу;
- кути кімнат біля зовнішніх й внутрішніх стін;
- інженерні мережі та ін.

1.2. Структура підприємства

Каменеобробне підприємство виготовляє будівельні вироби, фасадні панелі, архітектурні деталі та інші вироби за кресленнями замовника.

Річна продуктивність при шліфуванні поверхонь 15000,0 м², при напиленні поверхонь 15000 м². На території підприємства є основні та допоміжні приміщення для виробництва продукції.

Для оперативних розрахунків продуктивності підприємства прийнята умовна виробнича номенклатура:

- деталі пам'ятників товщиною 120 мм;
- пиломатеріали товщиною 30 мм.

До складу компанії входять:

- цех напилення, фрезерування та обробки кромки;

					КГТБ.ДР24.03.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- шліфувально-полірувальна майстерня;
- шламоуловлювач хвостосховища, насосна станція, колодязь;
- відкриті приміщення для зберігання сировини (блоки), готової продукції та відходів.

В основному каменеобробному цеху блоки розрізають на заготовки, які автотранспортом транспортують для подальшої обробки – шліфування та шліфування поверхні заготовок, обробки кромek й формування та кінцевих розмірів виробу згідно замовлення.

Щоб запобігти нераціональному споживанню природних вод та їх забрудненню, підприємство використовує оборотне водопостачання, тобто багаторазове водокористування.

Системи оборотного водопостачання дозволяють повністю, постійно або частково використовувати виробничі стічні води підприємства. Найпоширеніша й проста схема оборотного водопостачання: машини - шламонакопичувач - машини. Втрати води на випаровування, фільтрацію та втрати у кінцевих продуктах компенсуються свіжою водою зі свердловини.

Водне транспортування осаду від технологічного обладнання до відстійника здійснюється самотічним способом по похилих залізобетонних лотках, прокладених під підлогою цехів.

Електропостачання (електропостачання, енергопостачання) — сукупність технічних засобів й організаційних заходів для забезпечення споживача електричною енергією; Забезпечення електричної енергії споживача через технічні засоби передачі та розподілу електричної енергії на підставі договору.

Джерела живлення поділяють на зовнішні та внутрішні.

Зовнішнє джерело живлення - це сукупність споруд, що забезпечують передачу електричної енергії від точки приєднання до електричної мережі до точки приєднання до споживача.

Внутрішнє електропостачання – сукупність мереж й підстанцій, розташованих на території споживача.

					КГТБ.ДР24.03.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Електропостачання здійснюється від існуючої підстанції 10/0,4 кВ потужністю 400 кВА.

Можливе джерело забруднення території (секція скидання осаду) знаходиться та підключається до системи зворотного шламу.

Для позначення місця відбору води для гасіння пожежі була споруджена пожежна цистерна.

Територія вільна від будівель, тротуарів й транспортних вузлів й засаджена деревами, кущами та травами.

1.3. Характеристика сировини

Другим важливим фактором при плануванні роботи компанії є орієнтація на постачальників сировини. Ця компанія співпрацює із гірничодобувними компаніями, які займаються виробництвом гранітоїдів. у основному це габро, лабрадорит та український граніт.

Природний камінь відіграє ключову роль в діяльності каменеобробного підприємства як основна сировина для виробництва різноманітних будівельних та декоративних матеріалів. Природний камінь є основним матеріалом, з якого виготовляються плити, плитку, бруківку, блоки, сходи, фасади та інші будівельні елементи. Різноманітність кольорів, текстур та форм природного каменю дозволяє створювати унікальні та вишукані дизайнерські рішення для будівель та ландшафтних об'єктів. Природний камінь відзначається високою міцністю та стійкістю до зношування, що робить його відмінним матеріалом для зовнішніх та внутрішніх робіт.

Природний камінь може бути використаний як у великих будівельних проектах, так і у невеликих декоративних композиціях, що робить його універсальним матеріалом для будь-яких потреб. Облицювальне каміння відіграє важливу господарську роль серед природних багатств України. По всій території області розвідано понад 300 родовищ (близько 140 родовищ зосереджено на Українському щиті, де видобувають граніт, габро й

					КГТБ.ДР24.03.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лабрадорит). Найбільші запаси цих корисних копалин знаходяться у Кіровоградській, Донецькій й Дніпропетровській областях. Але найцінніші та найякісніші – на Поліссі (Рівненська, Житомирська, Хмельницька та Закарпатська області). Габро й граніт – це два поширених види природного каменю, які мають свої унікальні властивості, є інтрузивними породами магматичного походження, але відрізняються мінеральним складом й властивостями.

Габро — магматична гірська порода, яка відрізняється високою міцністю та стійкістю до зношування. Габро має темний колір, часто зелений або чорний, та гомогенну структуру, основна однорідна зерниста порода, що містить в своєму мінеральному складі моноклінний піроксен, плагіоклаз, рогову обманку або олівін. Габро, яке поставляється для цього проекту, походить з Букинського родовища.

Лабрадорит є аналогом габро, до складу якого входять лабрадор, піроксен й авгіт, титаномagnetит, ільменіт й апатит. Повністю кристалічна, крупнозерниста структура кремового, темно-сірого, зеленуватого, а іноді й зовсім чорного кольору. Має цікаву відмінну рису – напівпрозорі кольори. Лабрадорит має характерний металевий відлив, який може бути синім, зеленим, фіолетовим або золотистим. Цей ефект, відомий як "лабрадоресценція", виникає внаслідок дифракції світла внутрішніми структурами каменю.

Граніт – ігнейна гірська порода, що складається переважно з кварцу, слюди й плагіоклазу та однорідна або нерівномірна порода кислого складу. Він може бути різного кольору, але найчастіше зустрічається у білих, червоних й темно-сірих відтінках. Він має високу міцність та стійкість до абразивного зношування. Колір граніту залежить від кольору польового шпату, який він містить. Мінералогічний склад й петрографічні властивості сировини наведені у таблиці 1.1.

					КГТБ.ДР24.03.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мінералогічний склад та петрографічна характеристика сировини

Назва породи	Мінеральний склад	Форма і розміри мінералів
Граніт	Кварц – 25-30%	Ксеноморфна в проміжках інших мінералів
	Калієвий польовий шпат 25-30% Плагіоклаз (кислий) 30% Біотит, рідше рогова обманка, ще рідше піроксен, інколи мусковіт, біля 5%	Таблитчаста, неправильна Призматична, таблитчаста Призматична, таблитчаста, гребінчаста.
Габро	Плагіоклаз (основний) 55%	Призматична
	Піроксен 45%	Призматична
Лабродорит	Плагіоклаз (лабрадор) 90%	Призматична
	Піроксен-олівін 10%	Коротко призматична, неправильна, рідше дрібні ромбічні призми

					КГТБ.ДР24.03.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фізико-механічні властивості гірських порід облицювального каменю наведені у таблиці 1.2.

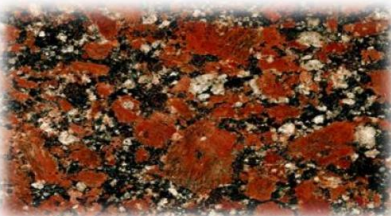
Таблиця 1.2

Основні фізико-механічні властивості сировини.

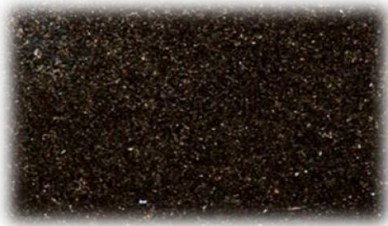
Найменування родовища	Щільність, Г/м ³		Водопоглинання %	Межа міцності при стисканні, МПа	Стираємість, г/см ²	Відблискуюча здатність після полірування, од	Класифікація каменю по оброблюваності.
	Середня	Дійсна					
1	2	3	4	5	6	7	
Граніти							
Жежелівське	2,64	2,71	0,17	143	0,38	145	II
Капустинське	2,61	2,71	0,22	95	0,48	152	II
Корнинське	2,73	2,77	0,26	80	0,48	135	III
Покостівське	2,57	2,64	0,26	121	0,32	148	III
Габро, лабрадорит							
Головинське	2,75	2,80	0,33	124	0,50	160	III
Сліпчицьке	2,95	3,01	0,74	113	0,68	158	III

У виробництві виробів із природного каменю підприємство використовує габро, лабрадорит та велику кількість різноманітних гранітів різних родовищ (табл. 1.3), що зумовлено специфікою розташування підприємства. у основному це: Покостівський, Ємельянівський, Лезніковський, Дідковський, Межирицький, Токівський, Капустинський, Чочівський, Маславський, Корнінський, Василівський, Новоданилівський, Кишинський граніт.

Родовища сировини яка використовуються на підприємстві

Назва 1	Приклад 2	Родовище 3
Покостовський граніт (Grey Ukraine)		Покостівське родовище (Житомирська область)
Ємельяновський граніт (Rosso Toledo)		Ємельяновське родовище (Житомирська область)
Новоданилівський червоний граніт		Новоданилівське родовище (Миколаївська область)
Капустинський граніт (Rosso Santiago)		Капустинське родовище (Кіровоградська область)
Дідковицький граніт (Star of Ukraine)		Дідковицьке родовище (Житомирська область)
Межиріцький граніт (Flower of Ukraine)		Межиріцьке родовище (Житомирська область)

1	2	3
Василівський граніт (Ukrainian autumn)		Василівське родовище (Житомирська область)
Токівський темно-червоний граніт		Токівське родовище (Дніпропетровська область)
Човнівський український граніт		Човнівське родовище (Житомирська область)
Корнінський граніт (Leopard of Ukraine)		Корнинське родовище (Житомирська область)
Маславський граніт (Verde oliva)		Маславське родовище (Житомирська область)
Кишинський граніт (Rosso Kyshyn)		Кишинське родовище (Житомирська область)
Лабродорит		Головинське родовище (Житомирська область)

1	2	3
Букинське габро		Букинське родовище (Житомирська область)

Радіологічна характеристика сировини

Природні облицювальні камені містять значну кількість радіонуклідів, що обмежує сферу їх використання у будівництві та народному господарстві й зумовлює необхідність опромінення та гігієнічної оцінки сировини.

Деякі види природного каменю можуть містити радіоактивні елементи, такі як уран, торій, та радій. Це може впливати на радіаційний фон в околицях місць добування або використання цих матеріалів. Види виробів із природного каменю, що виготовляються на підприємстві, щорічно повинні проходити атестацію радіаційної якості будівельних матеріалів (сировини).

Радіологічна характеристика також включає визначення дозового навантаження, яке людина отримує в результаті взаємодії з радіоактивними матеріалами в камені. Це може бути важливим для оцінки ризиків для здоров'я та встановлення стандартів безпеки. Важливо враховувати радіологічні характеристики природного каменю для забезпечення безпеки людей, які працюють з цим матеріалом або використовують його у будівництві та інших сферах.

Атестація проводиться гамма-спектрометричним методом вимірювання на гамма-сцинтиляційному спектрометрі 5 БС-30К.

За результатами вимірювань проводиться атестація із класифікацією продукції за класами застосування.

					КГТБ.ДР24.03.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Класифікація каменю по класам застосування

Клас I ($A_{\text{сф}} < 370$ Бк/кг) використовується без обмежень для всіх типів конструкцій.

Клас II ($A_{\text{сф}} < 740$ Бк/кг) використовується для промислових, комерційних й дорожніх цілей, де присутність людини становить менше 1700 годин на рік.

Клас III ($A_{\text{сф}} < 1350$ Бк/кг) використовується для окремих ізольованих об'єктів або споруд, промислових й дорожніх об'єктів, які практично не пов'язані із перебуванням людей.

Ось деякі загальні класи каменю за їх застосуванням:

1. Будівельний камінь:

- Граніт: використовується для будівництва і облицювання.
- Мармур: часто застосовується для внутрішнього декору та облицювання.
- Вапняк: використовується для будівництва, особливо для стін і підлог.

2. Природний декоративний камінь:

- Кварцит: використовується для облицювання зовнішніх поверхонь.
- Пісковик: використовується для створення стінових конструкцій та облицювання.
- Вулканічний камінь (базальт): застосовується для покриття підлоги і стін.

3. Пам'ятники та скульптура:

- Мармур: завдяки своїй текстурі та кольору часто використовується для скульптур та пам'ятників.
- Граніт: дуже популярний матеріал для виготовлення пам'ятників.

4. Технічний камінь:

- Кварц: використовується для виробництва скла і кераміки.
- Каолін (білий глин): використовується для виробництва паперу, кераміки та фарб.

					КГТБ.ДР24.03.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Випробування проводяться за таких умов:

- температура навколишнього середовища 200 °С;
- тиск 730 мм. рт. Ст.;
- вологість 80%.

Основні радіологічні властивості гірських порід наведені у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4

Радіологічна характеристика сировини

№ п. п.	Найменування родовищ облицювальних каменів	Середній показник питомої активності, Бк/кг	Клас використання
1.	Жежелівський	342,1	I
2.	Капустинський	442,1	II
3.	Корнинський	297,4	I
4.	Маславський	304,0	I
5.	Танський	563,7	II
6.	Янцевський	517,9	II
7.	Лезніківський	365,3	I
8.	гранодіорит: Покостівський	301,0	I
9.	габро: Сліпчицьке	210,4	I
10.	лабрадорит: Головинський	292,0	I

					КГТБ.ДР24.03.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ КАМЕНЮ НА ПІДПРИЄМСТВІ

На каменеобробному заводі обробляється тільки натуральне облицювальне каміння, виготовлене із міцних гірських порід. Послідовність розпилювання, торцювання й шліфування залежить від міцності каменю.

Технологічні процеси на каменеобробному підприємстві включають в себе різні етапи обробки природного каменю з метою виготовлення різноманітних кам'яних виробів. Основні процеси включають:

- Видобування сировини: починається з розробки кам'яних блоків у відкритих кар'єрах або шахтах. Може використовуватись вибухове буріння для розривання гірських порід. Використовуються для видалення, транспортування та обробки відібраних матеріалів.
- Обробка сировини: Отримання кам'яних блоків або пластів шляхом розрізання або розрубання гірських масивів. Використання дротових пилок або ланцюгових пилок для розрізання великих блоків на менші секції. Видалення надлишкового матеріалу, такого як бруд або нечистоти, за допомогою гравітаційних методів.
- Обробка та формування: Використання різних методів обробки, таких як шліфування, полірування, піскоструйна обробка тощо, для створення бажаної текстури та вигляду каменю. Вирізання, формування та обробка каменю для створення виробів, таких як плитка, бруківка, плити для облицювання, пам'ятники, скульптури тощо.
- Обробка крайок та фінальна підготовка: Опрацювання країв каменю для створення різних форм та стилів. Видалення подряпин, дефектів та полірування для створення гладкої та блискучої поверхні.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Зелінський Я. Й.			Технологія виробництва	Літ.	Арк.	Аркуші
Кер.розд.		Павлов Е. Е.				н		
Керівник		Павлов Е. Е.				«Житомирська політехніка» 184 «Гірництво» РР-49		
Н. Контр.		Башинський С.І.						
Зав.каф.		Башинський С.І.						

Ці технологічні процеси можуть варіюватись в залежності від типу каменю, його призначення та ринкових вимог. Кам'яні вироби, такі як плитка, облицювальні матеріали, садові скульптури, пам'ятники та інші, вимагають ретельної обробки та великої уваги до деталей під час виробництва.

У зв'язку із обробкою високоміцних гірських порід на підприємстві використовується наступна схема обробки: пиляння - шліфування - торцювання.

Технологічна схема виробничого процесу - це впорядкована послідовність взаємопов'язаних дій й операцій, які виконуються над сировиною для досягнення необхідного результату.

Технологічна схема виробництва цього підприємства включає наступні основні етапи:

- доставка блоків автотранспортом
- розвантаження блоків автокраном;
- установка блоків на каретки машин;
- кріплення блоку до каретки;
- розпиляти блок;
- поетапний демонтаж розпилювального блоку;
- доставка та укладання заготовок на столи шліфувально-полірувальної машини;
- шліфувальна обробка, яка складається із кількох послідовних операцій: калібрування, тонке шліфування, тестування та полірування; всі роботи проводяться виключно алмазним інструментом;
- доставка та укладання заготовок на столах фрезерно-обрізних верстатів;

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- утилізація, комплектація та пакування готової продукції;
- зберігання готової продукції на складі або її відвантаження споживачеві.

Технологічна схема виробництва зображена на рисунку 2.1.

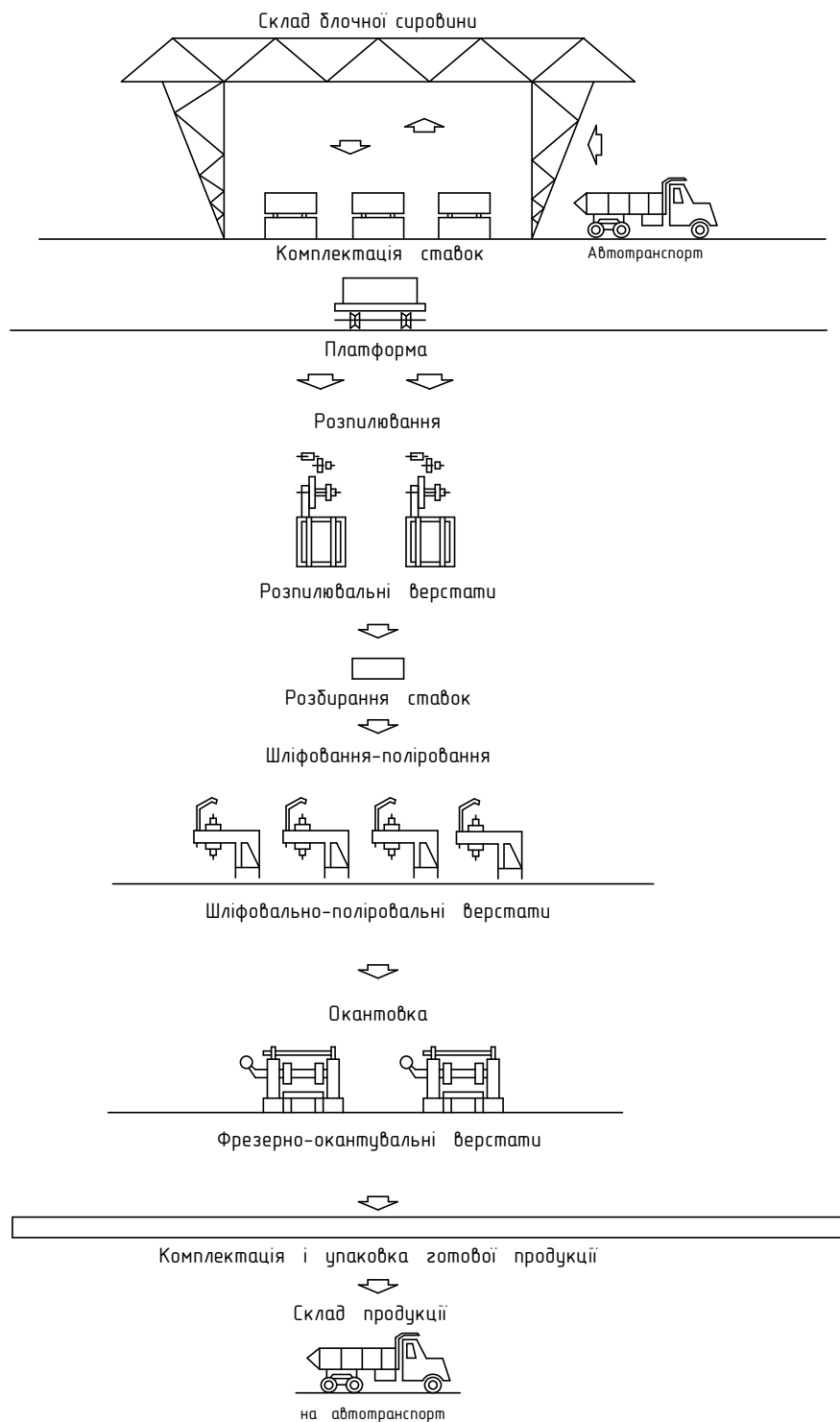


Рис.2.1 Технологічна схема виробництва

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основне обладнання підприємства

Відповідно до номенклатури продукції, що випускається, використовуваної сировини та прийнятої технологічної схеми підприємство планує створити цех обробки граніту. Воркшоп включає:

1. Цех напилення має:
 - два обприскувачі – однотросовий KXJ-1800 та дисковий Terzago T30S;
 - два фрезерно-кромкові верстати QHW-1000;
2. Шліфувально-полірувальний цех оснащений двома круглошліфувальними верстатами MS-2600 та двома мостовими CMR-3000.

Під технологією обробки розуміється комплекс технологічних процесів, за допомогою яких облицювальному каменю надається певна форма й відповідні розміри, а його лицьовій стороні - певна фактура.

Усі технологічні процеси обробки засновані на їх цілеспрямованому руйнуванні, спосіб, ступінь й характер якого визначають відмінності процесів від їх назв. Методи руйнування відрізняються різанням (зазвичай абразивним), механічною обробкою (зазвичай ударним) й нагріванням (термічним); на стадії руйнування проводиться обробка за формою, розміром й характером; Залежно від виду руйнування обробка проводиться приблизно й точно.

Шліфування проводиться виключно алмазним інструментом. Ударна обробка проводиться шляхом ударів по каменю спеціальним інструментом. Термічна обробка заснована на нагріванні поверхні каменю дією високотемпературного струменя газу, що випускається із надзвуковою швидкістю із сопла термоструминного пристрою. Останнім часом розроблені нові методи обробки, тобто цілеспрямованого руйнування каменю: плазмова різка, обробка ультразвуком, лазерна деструкція, інфрачервоне випромінювання високої щільності, струми високої частоти та ін.

При грубій обробці виробу лише приблизно вказуйте форму й розміри згідно набору, тобто Н. Ви отримуєте лише подобу майбутнього готового виробу. Точна обробка надає виробу остаточну форму та задані розміри із

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

невеликим запасом для структурованої обробки поверхні. При структуруванні поверхні із лицьової сторони виробу знімається тонкий шар каменю, практично не змінюючи форми й розмірів виробу, але надаючи йому необхідну декоративність й збільшуючи довговічність у експлуатації.

У компанії із обробки природного каменю проводиться тільки алмазна обробка каменю.

Нижче описаний процес впливу алмазного інструменту на камінь.

Алмазні пилки — це мікропроцеси для послідовного подрібнення частинок гірської породи шляхом масового зішкрябування ґрунту за допомогою пропілових алмазних зерен, які випадково виступають з тримачів інструментів. Кожне алмазне зерно діє як фреза, руйнуючи камінь. Рух, що є результатом руху різання (обертання інструменту) й подачі, створює надрізну канавку на нижній стороні різаного каменю, глибина якої залежить від розміру зерна, типу пиляння та фізико-механічних властивостей каменю. у результаті при кожному ударі алмазного зерна (тобто по головці циркулярної пилки) із обробленої поверхні видаляється шар зруйнованої кам'яної крихти. Загальний повторний вплив численних алмазних зерен на поверхню ріжучого інструменту видаляє специфічний шар каменю.

Вивчення утворення ущільнення на поверхні каменю окремими алмазними зернами й контрактною структурою показує, що їх використання створює плавні механізми неглибоких подряпин, які утворюються при пластичній деформації каменю. Зі збільшенням навантаження виникають подряпини й повторювані структури, які проникають глибоко у камінь й відповідно поглиблюються на його поверхні. Це пояснюється циклічністю процесу контракції, який складається із чотирьох послідовних фаз.

Перший цикл етапу контактує із кам'яною поверхнею робочих поверхонь алмазного зерна під час його початкового занурення у камінь, утворюючи дрібні вироби із каменю. При цьому камінь пружно деформується й на контакті робочих поверхонь зерна із каменем створюється зона об'ємного натягу.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На другому етапі під дією різання й подачі перед робочою поверхнею зерна утворюється щільне ядро дрібнодисперсного продукту, надлишок якого виділяється в вільний простір між поверхнею каменю й в'язкою. . Інструмент.

На третій стадії серцевина діє на нижню ділянку каменю. Внаслідок інтенсивного зростання напруги їх величина досягає певної межі міцності каменю. Перед робочою поверхнею зерна виникають тріщини, які спрямовані назустріч руху пилки.

Потім настає четверта стадія — відрив великої стружки (штампування) від вузла із одночасним виділенням дрібних продуктів руйнування, із яких складається ядро. в цей момент сила різання падає до нуля, коли алмазне зерно стикається із каменем.

Цикл подряпин регулярно повторюється, коли алмазне зерно рухається у напрямку різання камери. Таким чином, робоче зерно, дряпаючи камінь, рухається по каменю ударами й створює навантаження, тобто його дія - ударна вібрація, яка збільшує нерівномірність навантаження й напругу на камінь.

Під час пиляння значна кількість алмазних зерен вступає у контакт із каменем одночасно, їх спільний вплив на поверхню різання призводить до видалення шару каменю. Елементи, що утворюються при цьому, є результатом дії на камінь групи алмазних зерен, що працюють одночасно й у безпосередній близькості один від одного. Тріщини, утворені сусідніми зернами, накопичуються, й весь елемент відривається від сучка й викидається за межі робочої зони.

Завдяки хаотичному розташуванню алмазних зерен на робочій поверхні шарніра у корисну роботу різання бере участь порівняно невелика кількість зерен (до 30-45%). Проте одні зерна не працюють через невелике відхилення на поверхні компаунду, інші через те, що відстають від робочих зерен компаунду.

Характерною особливістю алмазного інструменту є наявність зазору між поверхнею каменю й зв'язкою, розмір якого залежить від товщини знімається шару, зернистості інструменту й способу розпилювання. Зазор забезпечує

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вільний режим різання алмазних зерен інструменту. Очевидно, що кількість битого каменю не перевищує вільного простору між інструментом й каменем.

Забезпечення ефективного функціонування алмазних зерен пильного полотна - поперечний переріз пилки повинен перекривати алмазні зерна. Для виконання цієї умови необхідно правильно підібрати довжину ріжучих елементів, їх крок, а також властивості алмазовмісного шару зв'язки.

Вода, яка додається до тирси під робочим інструментом, відіграє важливу роль в алмазному різанні каменю; Вода не тільки охолоджує пил й запобігає графітизації (обвуглювання) алмазних зерен, але й сприяє своєчасному видаленню продуктів руйнування каменю із тирси. Кількість й рівномірний розподіл води також важливі для досягнення максимального терміну служби алмазних відрізних дисків й досягнення точного різку. Стійкість до руйнування гірської породи можна знизити шляхом підвищення стійкості інструменту шляхом введення у охолоджуючу рідину поверхнево-активних речовин, які, із одного боку, сприяють утворенню й поширенню мікротріщин у породі, що напилюється, а із іншого – із іншого боку, зменшать тертя об камінь. Контакт із інструментом. Наприклад, у якості добавки до діючої речовини можна використовувати сульфатне мило (до 1%).

Стан поверхні алмазного ріжучого інструменту має великий вплив на процес обробки алмазу.

2.1. Технологія розпилювання блоків на плити-заготовки

Технологія розпилювання блоків на плити-заготовки є важливим етапом в обробці каменю на каменеобробних підприємствах. Цей процес дозволяє розділити великі блоки природного каменю на тонкі плити або плити-заготовки, які потім можуть бути використані для виготовлення плитки, облицювання стін або інших кам'яних виробів.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пиляння є першим процесом обробки облицювального каменю й базується на обробці блоків або брусків, переважно із пиляних заготовок.

Пиляння як перший процес багато у чому визначає виробничу потужність будь-якого каменеобробного заводу, потужність якого зазвичай вимірюється кількістю пиляльних верстатів, що працюють у процесі.

Для розпилювання блоків на плити використовується спеціальне обладнання, наприклад, дротові пилки або дискові пилки. Дротові пилки можуть бути використані для створення тонких плит або плит-заготовок. Дріт просувається через блок, розрізаючи його на тонкі шари. Дискові пилки зазвичай використовуються для обрізання блоків на плити певної товщини. Вони забезпечують більш точний розпил блоків.

Крім того, розпилювання суттєво впливає на ефективність всього технологічного процесу обробки каменю, оскільки на розпилювання припадає 30 - 40% загальних трудових й експлуатаційних витрат, а якість розпилювання тісно пов'язана із продуктивністю й якістю шліфування й продуктивністю. .

Обприскування пов'язане із найбільшою кількістю відходів (до 40%) порівняно із перерахованими нижче способами, зменшення яких є важливим чинником подальшого підвищення ефективності виробництва та зниження матеріальних витрат.

Термін «пиляння» відноситься до двох різних термінів при обробці природного каменю:

1. Складний виробничий процес, що складається із ряду взаємозалежних основних й допоміжних технологічних процесів й операцій із обробки блоків у пиломатеріали.

2. Окремий технологічний процес, що передбачає цілеспрямоване руйнування каменю ударом ріжучого інструменту (пили).

У складному виробничому процесі можна виділити такі основні операції:

- обладнання резервуара (або встановлення агрегату у робочому просторі машини);
- підготовка машини до роботи;

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- власна пилорама;
- демонтаж пиляльного блоку (зняття пилових заготовок із верстата або столу верстата).

Процес розпилювання або будь-який інший технологічний процес визначається й контролюється відповідною технологічною документацією підприємства. Технологічна документація поділяється на типову документацію, що розробляється низовими організаціями, й корпоративну документацію, що розробляється окремими підприємствами на основі стандартів.

Отримані плити або плити-заготовки проходять через контроль якості, де вони перевіряються на відповідність розмірам, формі та якості обробки. Зазвичай відбувається подальша обробка плит для підготовки до використання. Це може включати шліфування, полірування або інші обробні процеси.

Карта технологічного процесу містить опис послідовного процесу виготовлення виробів, характеристику основних технологічних пристроїв, встановлений режим роботи та робочі параметри, перелік застосовуваних технологічних пристроїв й засобів вимірювання тощо.

Технологічні інструкції містять перелік операцій, операційних елементів й переходів із поясненням правил ведення технологічного процесу та обслуговування основного технологічного обладнання. в цьому документі також міститься перелік основних порушень технологічного процесу з зазначенням їх причин й способів їх усунення, а також назви професій, що обслуговують технологічний процес обробки каменю.

Карта технологічного процесу включає вхідний контроль сировини, контроль виробництва напівфабрикатів в порядку виконання технологічного процесу, методи й засоби контролю, межі контрольованих параметрів продукції, засоби вимірювання та перелік посадових осіб. контроль виробництва.

Додатки до технологічної документації, як правило, містять вимоги техніки безпеки, правила аварійної зупинки основного технологічного устаткування, правила прийому та здачі змін, методики вимірювання

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

контрольованих параметрів, а також перелік нормативно-правових актів технічної документації, що використовуються при складанні комплекту.

Високі швидкості, пов'язані із алмазним пилянням, приносять із собою деякі особливості у природі процесу, а саме те, що швидкість циркулярної пилки становить 30 м/с, що відповідає приблизно 20 000 ударів алмазних зерен на одиницю площі. за 1 сек. Можна припустити, що при попаданні знаряддя на камінь, крім явищ мікроподряпин й стирання (стирання) каменю внаслідок обробки зерен, відбувається частковий прорив огранки.

Прикріпіть пил до робочого валу машини за допомогою фланцевої системи, яка виконує кілька функцій:

- передача обертання (і відповідного крутного моменту) від робочого валу до інструменту;
- забезпечення необхідної твердості та стійкості інструменту;
- відрегулювати потужність розпилювачів (на багатодискових машинах).

Фланцева система також полегшує подачу теплоносія до зони різання.

Сучасне різання каменю — це процес, що характеризується великою технологічною різноманітністю, яка зумовлена конструкцією використовуваного обладнання, видом сировини із відповідними властивостями, необхідним розміром заготовки тощо.

Незалежно від особливостей даного виду процесів, круглопиляння в всіх випадках характеризується чотирма основними технологічними параметрами:

- швидкість різання;
- робоча підкладка;
- глибина різання;
- витрата теплоносія (води).

Швидкість різання багато у чому залежить від фізико-механічних властивостей породи, що розрізається.

Вплив глибини різання та швидкості подачі на продуктивність машини майже однаковий. Щоб підтримувати продуктивність на постійному рівні й при

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цьому зменшувати подачу інструменту, необхідно збільшувати глибину різання й навпаки. Оскільки збільшення глибини різання скорочує час виконання основних й другорядних операцій, рекомендується використовувати максимальні значення цього параметра. На практиці глибина різання обмежена висотою (товщиною) заготовки, що розпилюється, розміром пилки, вимогами до прямолінійності різу або рівномірності поверхні різу.

Витрата охолоджуючої рідини істотно впливає на ефективність пилки. Крім охолодження інструменту, рідина також служить для видалення залишків із тирси. Недостатня кількість рідини, що надходить у ограновування, значно збільшує витрату алмазу і, отже, знос інструменту. Про недостатню подачу води свідчить запиленість у області інструменту, а також пилові іскри при різанні високоміцного каменю.

Для наближення раціональної витрати води величину зовнішнього діаметра робочого інструменту необхідно розділити на 30. Робочий тиск у системі має бути не менше 0,3 МПа.

Параметри режиму розпилювання та продуктивність розпилювальних верстатів

Режим розпилювання блоків на різні плити або заготовки може бути оптимізований за допомогою різних параметрів, що включають налаштування обладнання, обробний інструмент, швидкість розпилювання та інші фактори. Важливо збалансувати ці параметри для досягнення оптимальної продуктивності розпилювального процесу.

Важливим аспектом є вибір інструменту, зокрема типу і діаметру пилок. Використання дротових пилок або дискових пилок залежить від потрібного типу розпилення. Дротові пилки зазвичай використовуються для тонкого розпилення, тоді як дискові пилки дозволяють розпилювати більш товсті плити. Розмір і діаметр пилки впливають на швидкість та якість розпилення.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На прикладі найпоширенішого виду інструменту – циркулярної пилки – розглянуто кінематичні та деякі енергетичні параметри процесу розпилювання каменю. До найважливіших кінематичних параметрів процесу розпилювання каменю зазвичай відносять:

- товщина уламків породи (різання);
- ширина стружки, перетин стружки;
- кут контакту інструмента із обробленою поверхнею.

Ці параметри безпосередньо пов'язані із технологічними та енергетичними показниками процесу пиляння. Вони дозволяють оцінити правильність обраних режимів пиляння й встановити між ними певні співвідношення, що забезпечують необхідну продуктивність різання при мінімальному зносі інструменту.

Важливо контролювати швидкість, з якою пилка рухається через блок. Швидкість повинна бути достатньою для ефективного розпилення, але не такою високою, щоб зберегти точність та якість обробки. Тиск, застосований до пилки під час розпилення, також впливає на процес. Він повинен бути налаштований так, щоб забезпечити належне розпилення без пошкодження матеріалу.

Одним із найважливіших кінематичних параметрів при пилянні є товщина стружки (надрізу) каменю, яка видаляється робочим інструментом в процесі пиляння.

Розрізняють стружку, яку інструмент видаляє за один оберт, й стружку, яка видаляється із ріжучого елемента за один оберт, й мікростружку, яка видаляється із робочого алмазного зерна за один прохід.

Перший тип фішок є сумою фішок другого типу, а кожна фішка другого типу є сумою фішок третього типу.

Параметри режиму різання:

- глибина різання;
- довжина різу;
- тиск різання;

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- витрата теплоносія.

Глибина різання — лінійний параметр, який відповідає висоті (товщині) заготовки (її частини), розпилюваної за один прохід робочого інструменту. Глибина різання разом із робочою подачею впливає на технологічну продуктивність верстата.

Довжина різання – це лінійний параметр, який представляє суму довжин контакту кам'яного інструменту.

Тиск різання – це питома навантаження, яку передає торцевий різальний інструмент під час пиляння й забезпечує рух подачі. Цей параметр впливає на продуктивність пиляння, оскільки він функціонально пов'язаний із робочою подачею.

Витрата охолоджуючої рідини – це кількість рідини, що подається (розпилюється) на робочий інструмент за одиницю часу. Цей показник істотно впливає на зносостійкість інструменту й енергоємність процесу пиляння.

Для забезпечення заданої продуктивності розпилюваних заготовок на підприємстві використовуються дві мостові однодискові верстати із діаметром циркулярки 3000 мм, які зображені на рисунку 2.3.

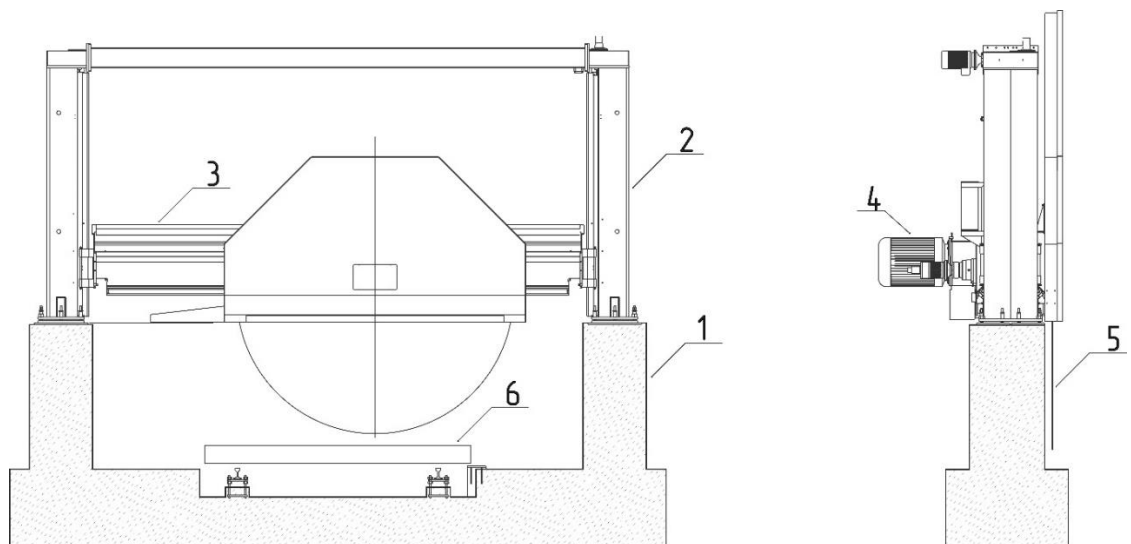


Рис. 2.2 Розпилювальний верстат

1 – фундамент, 2 – опори, 3 – траверса, 4 – привід, 5- розпилювальний диск, 6- візок

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні характеристики розпилювальних верстатів представлені у таблиці 2.1, 2.2 та 2.3.

Таблиця 2.1

Технічна характеристика розпилювального станку Terzago T30 S

Характеристика	Terzago T30 S
1	2
Найбільший розмір оброблювальних виробів, мм	
довжина	2000
ширина	2000
висота	600
Найбільший розмір оброблювальних виробів з перестановкою, мм	
довжина	2600
ширина	2600
висота	1100
Хід візку, мм	3775
Хід супорту по горизонталі, мм	2000
Вертикальне переміщення траверса, мм	1000
Поворот стола	Вручну на 360° (фіксоване положення стола через 90°)

Продовження таблиці 2.1

1	2
Розмір діаметра дискової пили, мм	3000
Швидкість різання, м/с	30
Швидкість переміщення візка, м/хв.	0...0,5
Швидкість переміщення супорта, м/хв.	1,1
Швидкість вертикального переміщення траверси, м/хв	0,45
Потужність приводу обертання дискової пили, кВт	55
Потужність привода вертикального переміщення траверси, кВт	1,1
Витрати охолоджувальної рідини, м³/год	5
Габаритні розміри станка, мм	
Довжина	10400
Ширина	3910
Висота	4300

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічна характеристика розпилювального станку QJS-160

Характеристика	Одиниця вимірювання	QJS-160
Діаметр пили	мм	1600
Розмір стола	мм	1700x1700
Потужність двигуна	кВт	30
Розміри	мм	7300x5150x5210
Витрата води	м ³ /год	5
Вага	кг	7000

Розраховуємо продуктивність й кількість машин із урахуванням технологічних параметрів машини для обприскування

1. Швидкість різання інструменту:

$$V_p = \pi D n / 60 \quad (2.1)$$

де: D – діаметр інструменту, м;

n – частота обертання, об/хв;

$$V_p = 3.14 \cdot 3 \cdot 475 / 60 = 74 \text{ м/с} \quad (2.2)$$

$$n = \frac{60 V_n}{\pi D} = \frac{60 \cdot 70}{3.14 \cdot 3} = 475 \text{ об/хв} \quad (2.3)$$

2. Якщо автомобіль довжиною 2 м проходить за 4 хв, то швидкість робочої подачі дорівнює:

$$V_n = L_n / T \quad (2.4)$$

$$V_n = 2 / 4 = 0.5 \text{ м/хв}$$

де: L_n - шлях, що проходить візок;

T - час, за який диск проходить цей шлях.

3. Кількість пропилів, яка необхідна для розпилювання блоку на заготовки товщиною 50 мм:

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m = \frac{b}{b_n + b_{nl}} - 1 \quad (2.5)$$

$$m = \frac{2600}{50 + 9} - 1 = 43$$

де: b_{nl} – товщина, 50 мм;

b_n – ширина пропила, 9 мм;

b – ширина блоку, 2600 мм.

4. Вихід плит із 1 м³ блока:

$$W_n = \frac{1000 \cdot K_{вих}}{b_n + b_{ін} + b_3} \quad (2.6)$$

$$W_n = \frac{1000 \cdot 0.7}{50 + 9 + 1} = 11,6 \text{ м}^2/\text{м}^3$$

де: $K_{вих} = 0.8 - 0.65$ – коефіцієнт виходу, що залежить від фізико-технічних властивостей породи;

$b_{пл} = 50$ мм – товщина плит;

$b_{ін} = 9$ мм – товщина ріжучого інструменту

$b_3 = 1$ мм – сумарна величина зазорів у одному пропилі.

5. Необхідна кількість блоків:

$$V_n = S_0 / W_n \quad (2.7)$$

$$V_n = 12000 / 11,6 = 1034 \text{ м}^3$$

де: $S_0 = 12000 \text{ м}^2$ – продуктивність дискових верстатів;

$W_n = 11,6 \text{ м}^2/\text{м}^3$ – вихід готових плит із 1 м³.

6. Циклова продуктивність:

$$Q_u = Q_{tex} \cdot K_u, \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.8)$$

$$Q_u = 1,25 \cdot 0,96 = 1,2 \text{ м}^2/\text{год}$$

де: K_u – коефіцієнт циклової продуктивності,

$K_u = 0,95 - 0,98$

Q_{tex} – середня продуктивність дискових верстатів, що виконують розпилювання блоків.

7. Фактична продуктивність:

$$Q_\phi = Q_u \cdot K_\phi, \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.9)$$

$$Q_\phi = 1,2 \cdot 0,8 = 0,96 \text{ м}^2/\text{год}$$

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: K_{ϕ} – коефіцієнт використання фонду робочого часу: при роботі у 3 зміни $K_{\phi} = 0,8$.

8. Необхідна кількість станків:

$$N_{\epsilon}^{poz} = \frac{S_t}{F \cdot Q_{\phi}} \text{ шт} \quad (2.10)$$
$$N_{\epsilon}^{poz} = \frac{12000}{6300 \cdot 0,96} = 2 \text{ шт}$$

де: $F = 6300$ годин – річний фонд робочого часу;

$S_T = 12000 \text{ м}^2$.

Приймемо необхідну кількість станків 2.

9. Витрати води на роботу розпилювальних станків:

$$U_c = m \cdot U \cdot F \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.11)$$
$$U_c = 2 \cdot 5 \cdot 6300 = 63000 \text{ м}^3/\text{рік}$$

де: $U = 5 \text{ м}^3/\text{год}$ – витрати води на один інструмент; $m = 2$ – кількість робочих інструменту.

Канатні верстати (або дротові пилки) є важливим обладнанням у каменеобробній промисловості для розпилювання блоків природного каменю на тонкі плити або заготовки. Канатні верстати використовуються для розпилювання великогабаритних блоків й виготовлення панелей за світовими стандартами, а також запрограмовані на різання по заданих кривих.

Переваги використання канатних верстатів:

- Висока точність: завдяки тонкому алмазному дроту, канатні верстати забезпечують високу точність розпилювання без значного втручання в матеріал.
- Мінімальні втрати матеріалу: дрове пиляння дозволяє мінімізувати втрати матеріалу, оскільки ширина різання дуже мала.
- Відсутність вібрацій: порівняно з іншими методами розпилювання, канатні верстати мають мінімальні вібрації, що сприяє високій якості розрізу.
- Можливість обробки складних форм: цей метод розпилювання дозволяє обробляти складні форми і структури блоків каменю з високою точністю.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До переваг можна віднести безпеку для взаємопов'язаних (сполучених) конструкцій й можливість різання під водою. Якщо порівнювати продуктивність роботи із алмазним канатом й алмазним диском, то перший варіант однозначно виграє.

Сучасні верстати із числовим програмним керуванням використовуються для виробництва будь-яких формованих виробів, різання плоских панелей, різання арок, колон й криволінійних поверхонь. Використання суцільнолитих колон й напрямних забезпечує високу жорсткість конструкції верстата, що у свою чергу гарантує точність різання й тривалий термін служби алмазного інструменту.

Алмазний інструмент, тобто канат, - вид гнучкого абразивного витратного матеріалу, рекомендованого для використання при видобутку каменю у кар'єрах й його подальшої обробки. Це сталевий трос з закріпленими на ньому алмазними сегментами. Успішно використовується при різанні всіх видів натуральних каменів. Немає обмежень по товщині матеріалу, який необхідно розрізати на фрагменти за допомогою мотузки. Важливо вибрати правильну довжину мотузки. Коротким не можна пиляти товсті матеріали, а довгим незручно працювати із тонкими матеріалами.

Вони відрізняються товщиною, розміром алмазних зерен, кількістю сегментів на метр, типом з'єднання й трудовим ресурсом, встановленим виробником. Залежно від властивостей алмазний канат може бути використаний для:

- для натурального каменю;
- для сталі;
- для бетону (в тому числі залізобетону).

Чим менша товщина мотузки, тим менший термін її служби. Важливо пам'ятати, що від правильного вибору у першу чергу залежить довговічність інструменту й якість виконуваних ним робіт. Алмазні канати ремонту не підлягають. Якщо при виборі були допущені помилки, він швидко зношується й вийде із ладу. Всі витратні матеріали мають маркування виробника, що

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спрощує вибір. Порада грамотного фахівця допоможе виключити ризик помилитися при виборі.

У процесі розпилювання використовувався верстат китайського виробництва із дротовою алмазною пилкою KXJ-1800, технічні характеристики якої наведені у таблиці 2.3 та на рисунку 2.3.

Таблиця 2.3

Технічна характеристика канатного верстату KXJ-1800

Характеристика	значення	KXJ-1800
Діаметр троса	мм	8,0-11,0
Довжина троса	мм	21350
Потужність двигуна	кВт	15,0
Розміри	мм	9800x7000x5200
Витрата води	м ³ /час	8
Вага	кг	8000
Лінійна швидкість	м/с	0,40
Висота підйому троса	мм	2200
Загальна потужність	кВт	18,49
Максимальний розмір заготовки	мм	3600x2000x2100

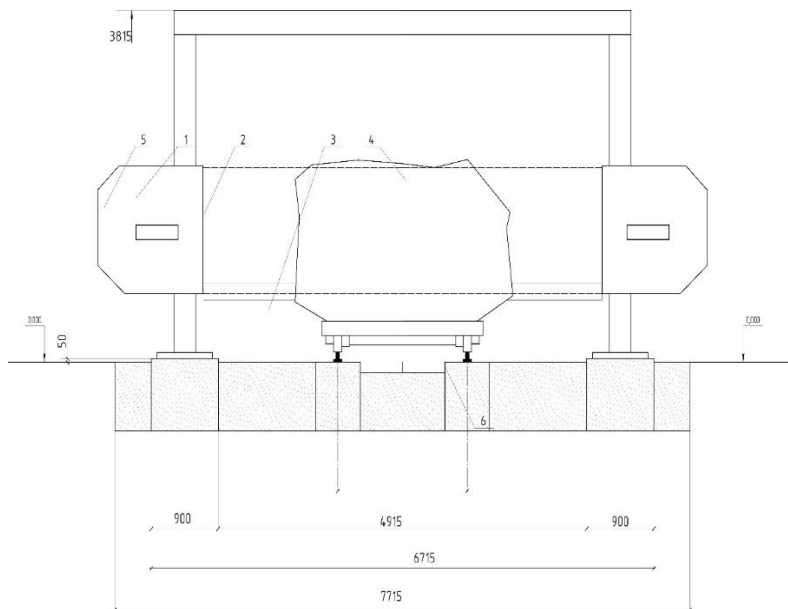


Рис. 2.3 Верстат канатно-розпилювальний KXJ-1800

1 - розпилювальний канат, 2 - блок, що розпилюється, 3 - підверстатний візок, 4 - станина верстата, 5 - привідний шків, 6 - фундамент верстата

Розрахунок канатного розпилювання:

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Ширина пропилу:

$$\begin{aligned} b_n &= b_p + b_3, \text{ мм} \\ b_n &= 11 + 2 = 13, \text{ мм;} \end{aligned} \quad (2.12)$$

де b_p – ширина ріжучого елемента, мм;

b_3 – сумарна величина зазорів у пропили, мм.

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

$$\begin{aligned} m &= \frac{B_0}{b_n + b_{пл}} - 1, \text{ шт;} \\ m &= \frac{1200}{13 + 30} - 1 = 21, \text{ шт} \end{aligned} \quad (2.13)$$

де B_0 – ширина блока;

$b_{пл}$ – 40 мм – товщина плити;

3. Об'єм одного стандартного блоку:

$$\begin{aligned} V_{\text{бл}} &= L_0 \cdot B_0 \cdot H_0, \text{ м}^3 \\ V_{\text{бл}} &= 1,9 \cdot 1,2 \cdot 0,8 = 1,8, \text{ м}^3 \end{aligned} \quad (2.14)$$

де B_0 – ширина блока;

4. Вихід готових плит із 1 м^3 блока:

$$\begin{aligned} W_{\text{п}} &= \frac{1000 \cdot k_{\text{вих}}}{b_{\text{пл}} \cdot b_{\text{п}}}, \text{ м}^2/\text{м}^3 \\ W_{\text{п}} &= \frac{1000 \cdot 0,7}{40 \cdot 13} = 13, \text{ м}^2/\text{м}^3 \end{aligned} \quad (2.15)$$

де $k_{\text{вих}}$ – коефіцієнт виходу облицювальних плит із блоків будівельних гірських порід. Для міцних порід приймаємо 0,7.

Необхідна кількість блоків:

$$\begin{aligned} V_{\text{п}} &= S_0 / W_{\text{п}} \\ V_{\text{п}} &= 2800 / 13 = 215 \text{ м}^3 \end{aligned} \quad (2.16)$$

де: $S_0 = 2800 \text{ м}^2$ – продуктивність канатного верстату;

$W_{\text{п}} = 13 \text{ м}^2/\text{м}^3$ – вихід готових плит із 1 м^3 .

5. Технологічна продуктивність верстату

$$\begin{aligned} Q_{\text{тех}} &= \frac{L_0 \cdot S_p \cdot m \cdot K_{\text{доп}}}{1000}, \text{ м}^2/\text{год} \\ Q_{\text{тех}} &= \frac{1900 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 0,85}{1000} = 0,48, \text{ м}^2/\text{год} \end{aligned} \quad (2.17)$$

де S_p – величина робочої подачі при розпилюванні порід: вибирається із

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

врахуванням характеристик верстата та породи, що розпилюється;

$$S_p = 0,3 \text{ м/год.}$$

6. Фактична продуктивність верстату:

$$Q_{\phi} = Q_{\text{тех}} \cdot K_{\phi} \cdot K_{\text{ц}}, \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.18)$$
$$Q_{\phi} = 0,48 \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 0,44, \text{ м}^2/\text{год}$$

де K_{ϕ} – коефіцієнт використання номінального річного фонду робочого часу: $K_{\phi}=0,95$;

$K_{\text{ц}}$ – коефіцієнт циклової продуктивності.

7. Необхідна кількість станків:

$$N_{\text{в}}^{\text{роз}} = \frac{S_t}{F \cdot Q_{\phi}} \text{ шт} \quad (2.19)$$
$$N_{\text{в}}^{\text{роз}} = \frac{2800}{6300 \cdot 0,44} = 1 \text{ шт}$$

де: $F = 6300$ годин – річний фонд робочого часу;

$$S_t = 2800 \text{ м}^2.$$

8. Витрати води на роботу розпилювальних станків:

$$U_c = t \cdot U \cdot F \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.20)$$
$$U_c = 1 \cdot 8 \cdot 6300 = 63000 \text{ м}^3/\text{рік}$$

де: $U = 8 \text{ м}^3/\text{год}$ – витрати води на один інструмент; $t = 1$ – кількість робочих інструменту.

Загальна продуктивність компанії із розпилювання блоків на заготовки становить $15\,000 \text{ м}^2$, враховуючи, що використання верстатів може змінюватися із часом.

Різні типи природного каменю мають різні характеристики, що можуть впливати на параметри розпилювання. Розмір і форма блоків також важливі. Оптимальні параметри розпилювання можуть відрізнятися залежно від розміру блоків. Продуктивність розпилювального процесу оцінюється за швидкістю виробництва плит або заготовок. Це може залежати від вищезгаданих параметрів, а також від обсягу та складності робіт. Ефективне використання матеріалу також є важливим аспектом продуктивності. Мінімізація втрат під час розпилювання допомагає підвищити загальну продуктивність.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Технологія шліфування-полірування плит-заготовок

Мета шліфування та полірування каменю – згладити край виробу та надати йому декоративної фактури. Технологія шліфування та полірування плит-заготовок з природного каменю є важливим етапом в обробці каменю для створення готових поверхонь з блискучим або матовим фінішем. Цей процес використовується для підготовки кам'яних виробів до встановлення або продажу, забезпечуючи їм високу якість та естетичний вигляд.

Перед початком даного етапу необхідно підготувати поверхню. Плити-заготовки повинні бути ретельно очищені від пилу, бруду та інших забруднень, щоб уникнути появи дефектів під час шліфування та полірування. Перевіряється рівномірність товщини плит-заготовок, а також виявляються будь-які нерівності чи пошкодження, які потрібно виправити перед шліфуванням.

Завдання кожного етапу шліфування — перетворення попереднього (більш грубого) мікрорельєфу поверхні на новий за допомогою відповідного інструменту. Використовуються спеціальні абразивні матеріали (наприклад, алмазні пластини або паста), які застосовуються на поверхню плити-заготовки. Дія абразивних зерен створює на обробленій поверхні безліч мікроподряпин, які утворюють мікропрофіль. Застосовується грубе шліфування для видалення нерівностей, подряпин та інших дефектів. Цей процес відновлює рівномірність поверхні. Поступово застосовуються менш абразивні матеріали для подальшого полірування поверхні та зменшення видимих слідів шліфування.

Перехід від початкової шорсткості до заданої шорсткості можна умовно зобразити зміщенням зерен контуру шліфувального круга у площині, що проходить через певну ділянку обробленої поверхні при контакті із кругом. Спостережувана шорсткість поверхні полірованого каменю залежить від характеристик інструменту, виду обробки та фізико-механічних властивостей каменю й виникає після кількох проходів інструменту по обробленій поверхні.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Різання каменю – здатність каменю оброблятися абразивним інструментом. Характеризується відносним показником стирання каменю, який визначається стиранням зразків каменю.

Полірування — завершальний цикл обробки фактурного каменю, що являє собою комплекс взаємопов'язаних механічних (мікроабразивних) й фізико-хімічних процесів, взаємозв'язок між якими визначається видом полірувального інструменту.

Після шліфування застосовуються спеціальні поліруючі матеріали (наприклад, поліруючі пластини або паста), щоб забезпечити блискучий або матовий фініш залежно від потреби. Полірування починається з грубого матеріалу, який поступово змінюється на більш дрібний, щоб досягти бажаного ступеня блиску та гладкості поверхні. Проводиться останнє полірування для досягнення високої якості поверхні. Використовуються спеціальні засоби для видалення слідів полірування та надання поверхні відмінного вигляду.

Відмінність полягає у тому, що зерна полірувального круга набагато дрібніші й завдяки високій еластичності зв'язок під час роботи зерна вдавлюються й діють на камінь кінчиками наконечників. Завдяки загальній дії алмазних зерен полірувального круга мікроскопічні зерна каменю вибиваються, так що на полірувальній поверхні не з'являється помітних подряпин, але вона покривається мікроскопічними виступами й поглибленнями із нерівностями 0,01-0,001 мкм. При цьому виді мікронерівностей, розмір яких на 1-2 порядки менше розміру нерівності після останнього шліфування (полірування), поверхня каменю стає блискучою й набуває високої відбивної здатності.

Шліфування каменю оцінюється за двома основними показниками: величиною максимального блиску й часом, необхідним для полірування. Дослідження показали, що кожен вид облицювального каменю має властивість набувати остаточний блиск при поліровці його поверхні, що є постійною величиною для даного виду каменю й не залежить від виду полірування. За однакових технологічних умов полірування час досягнення максимального блиску для різних каменів різний й обернено пропорційний значенню їх

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

максимального блиску, тобто чим вищий максимальний блиск каменю, тим коротший час його досягнення.

Встановлено, що величина кінцевого блиску залежить не від фізико-механічних властивостей каменю, а у основному від петрографічних властивостей породи. Максимальний блиск мармуру й подібних порід залежить насамперед від ступеня перекристалізації породи й вмісту некарбонатних включень. Максимальний блиск граніту та інших видобутих порід визначається мінералогічним складом й залежить від вмісту кварцу й польового шпату, а також від вивітрювання окремих мінералів й ступеня розтріскування породи.

Процеси шліфування й полірування каменю здійснюються на одних й тих же шліфувально-полірувальних верстатах. Однак існують істотні відмінності, які висувають різні вимоги до режимів шліфування та полірування і, головне, до тиску на інструмент, швидкості та швидкості його переміщення по обробленій поверхні.

Фактурна обробка виробів із природного каменю - це процес точної обробки їх лицьової поверхні шляхом шліфування, у результаті якого форма й лінійні розміри виробів не змінюються, а лицьова поверхня набуває форми, що визначається видом й висотою. продукт. рельєф. отримані після обробки.

Регламентовані вимоги до обробки рахунків-фактур наведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Регламентовані вимоги до фактурної обробки

Найменування фактури	Характеристика фактури
Полірована	Дзеркальний блиск. Чітке відображення предметів
Лощена	Гладка матова поверхня без слідів обробки. Повний вияв рисунка каменю
Шліфована	Рівномірно шороховата поверхня зі слідами обробки, а також з нерівностями висотою до 0,5 мм

Вихідною площею для фактурування є розпилена поверхня заготовок, отримана після напилення на лісопильних заводах.

Заготовки, отримані для обробки конструкційним шліфуванням,

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

промивають водою від залишків слизу, що залишився на них після розпилювання. Алмазний інструмент з природних алмазів використовується на шліфувально-полірувальних верстатах для обробки виробів із природного каменю із твердих порід.

Деталізація та призначення інструменту наведені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Зернистість інструменту та його призначення

Номер абразивного інструменту	Операція фактурної обробки	Характеристика абразиву
		Зернистість
1	Обдир	125 – 80
2	Грубе шліфування	63 – 32
3	Шліфування	25 – 12
4	Тонке шліфування	10 – 5
5	Перше лощіння	M40 – M20
6	Друге лощіння	M14 – M7

Робочим інструментом шліфувально-полірувальних машин є негативний напрямний орган, який безпосередньо діє на камінь й здійснює відповідний процес обробки (фрезерування, шліфування, полірування тощо). Робочий шліфувальний інструмент, незалежно від конструкції й виду обробки, складається із двох основних частин: робочого органу й корпусу.

Робочий інструмент характеризується такими основними параметрами: вид й марка абразиву, розмір ріжучих зерен (зернистість), вид з'єднання, кількість абразиву у з'єднанні й конструкція інструмента.

Обробка конструкційного каменю на шліфувально-полірувальному верстаті складається із наступних етапів:

- підготовка машини до роботи;
- почати;
- перерва;
- обслуговування машини у процесі експлуатації;
- зніміть продукт з робочого столу.

Основними завданнями працівника є активний контроль процесу обробки та дотримання регламенту, встановленого у технологічній карті. Необхідно стежити за роботою машини й правильною взаємодією всіх її вузлів.

На підприємстві використовуються виключно мостово-перекидні машини MS-2600 (2 шт.) й CMR-3000 (2 шт.). Характеристики цих машин описані у таблиці 2.6. та 2.7.

CMR-3000 - це автоматизована машина для шліфування мостових плит, що працює на базі системи управління та контролю PLS. Мостові машини підходять для полірування великих заготовок. Перевагою даної моделі є моноблочна конструкція. Він менший, легко збирається та розбирається, забезпечує необхідну жорсткість й гасить вібрацію. Завдяки висоті робочої платформи можна легко змінити полірувальний інструмент. Похилий робочий стіл машини полегшує завантаження та розвантаження великих плит.

МС-2600 - це перекидна машина, яка кріпиться до стійки колони, забезпечуючи тим самим необхідну жорсткість. Основний двигун має дві швидкості, що допомагає підбирати необхідне обертання робочої головки при різноманітних операціях шліфування та полірування каменю. Застосовується для полірування архітектурно-будівельних виробів, а також деталей пам'ятників. Його проста конструкція має наступні переваги: висока продуктивність, відносно низька ціна, висока якість полірування. Однак недоліком є те, що збільшується обсяг ручної роботи.

Таблиця 2.6

Характеристика полірувального верстату коліно-важільного типу MS-2600

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристика	Одиниця вимірювання	MS-2600
Розмір оброблюючої поверхні	мм	2400x1000
Діаметр полірувального інструмента	мм	100 – 320
Вертикальний підйом ричагу	мм	0-1050
Потужність двигуна	кВт	5.5
Потужність	кВт	6.05
Розміри	мм	3500x650x1700
Вага	кг	700

Таблиця 2.7

Характеристика полірувального верстату мостового типу CMR – 3000

Характеристика	Одиниця вимірювання	CMR – 3000
Швидкість обертів інструменту	об/хв	560
Потужність двигуна	кВт	15
Розміри	мм	5800x2700x2500
Вага	кг	6400
Максимальний розмір заготовки	мм	3000x1800x120
Витрата води	м ³ /год	4
Вихід полірованої продукції	м ² /год	2.5-3.5

1. Приймаємо технологічну продуктивність машини, керуючись технічними характеристиками машин, приймаємо середню технічну продуктивність машин:

$$Q_{tex} = 2,5 \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.21)$$

2. Циклова продуктивність станка:

$$Q_u = Q_{tex} \cdot K_u \quad (2.22)$$

де $K_u = 0,95$ – коефіцієнт циклової продуктивності;

$$Q_u = 2,5 \cdot 0,95 = 2,37 \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.23)$$

3. Фактична продуктивність станку:

$$Q_f = Q_u \cdot K_f \quad (2.24)$$

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $K_{\phi} = 0,85$ – коефіцієнт використання номінального фонду робочого часу при роботі у 1 зміну:

$$Q_{\phi} = 2,37 \cdot 0,85 = 2,01 \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.25)$$

4. Загальна продуктивність:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\phi} \cdot N_{\text{с}} = 2,01 \cdot 4 = 8 \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.26)$$

де $N_{\text{с}} = 4$.

5. Річна продуктивність шліфувально-полірувальних станків:

$$S_{\text{р}}^{\text{р}} = N_{\text{с}} \cdot Q_{\phi} \cdot F \quad (2.27)$$

де $F = 2080$ годин – річний фонд робочого часу при однозмінній роботі;

$N_{\text{с}} = 4$ станків;

$$S_{\text{р}}^{\text{р}} = 4 \cdot 2,01 \cdot 2080 = 16640 \text{ м}^2/\text{рік} \quad (2.28)$$

6. Річна витрата води на роботу станків MS - 5B WANLONG:

$$U_{\text{с}} = N_{\text{с}} \cdot U \cdot F \quad (2.29)$$

$$U_{\text{с}} = 4 \cdot 4 \cdot 2080 = 33280 \text{ м}^3/\text{рік}$$

де $U = 4 \text{ м}^3/\text{год}$ – витрати води на один інструмент.

Розрахункові показники матеріаломісткості, сировини та продуктивності машин для роботи шліфувально-полірувального цеху відповідають 1-змінній роботі цеху, тобто перевищують продуктивність шприцевого підприємства. Залежно від типу полірованої фактурної продукції, що випускається компанією, можна використовувати будь-яке обладнання.

Після завершення шліфування-полірування проводиться контроль якості для перевірки рівномірності фінішного покриття та виявлення будь-яких дефектів. Краї плити-заготовки можуть піддаватись додатковій обробці, такій як фаскування або окантовка, для забезпечення готовності до встановлення.

Під час роботи з абразивними матеріалами важливо дотримуватися вимог безпеки та використовувати відповідний захист. Шліфування-полірування вимагає великої уваги до деталей, особливо при досягненні бажаного фінішного ефекту.

2.3. Технологія окантовування плит

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Окантовування використовується для обробки країв плит з метою надання їм зовнішнього завершення, підготовки до установки та запобігання пошкодженням. Після полірування плита переходить на наступну стадію обробки, де заготовки контуруються за необхідними розмірами, вирізаються дефекти і, як правило, надається прямокутна форма. Сама технологія залежить від твердості породи. Для мармуру та аналогічних каменів обробка кромки виконується для кількох плит одночасно, а для твердих каменів ця процедура проводиться для кожної плити окремо.

До початку окантування плити повинні бути ретельно очищені від пилу, бруду та інших забруднень перед початком окантовування, перед обробкою країв важливо перевірити рівномірність та рівень плити, щоб уникнути нерівностей у краях.

Обробка кромки передбачає розрізання заготовок за заданими розмірами та формами (як правило, прямокутними). Це також включає обрізку країв панелі. Процес здійснюється за допомогою алмазних відрізних дисків.

Технологія торцювання визначається у залежності від твердості каменю, що обробляється, що зумовлює принципові відмінності у технологічному процесі торцювання заготовок.

Для контурної обробки використовується верстат QHW-1000 - автоматизована машина із регулюванням частоти головного двигуна через спеціальний регулятор, що дозволяє встановлювати й обробляти диски різного діаметру від 600 до 1000 міліметрів. Це сучасна система різання каменю мостового типу. Жорсткість конструкції забезпечує високу точність різу, а максимальна довжина різу становить до 3000 мм.

Якщо товщина заготовки перевищує 40 мм, різання проводять за декілька послідовних проходів відрізного круга, опускаючи його на 20 мм при кожному проході. На облицюванні бажано зробити надрізи, щоб коло входив у камінь. Для забезпечення високої якості панелей (запобігання відколів на кромках) взаємне розташування робочого інструменту й заготовки у процесі обробки

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кромки повинно бути таким, щоб проекція різальної поверхні круга на дно різальної поверхні. товщина заготовки не менше 5-10 мм

Стіл повертається на 90° й чітко фіксується. в пази поздовжніх розрізів вставляються дерев'яні клини або рейки, які запобігають зміщенню панелей під час обрізки.

Виконання операції поперечного різання подібне до поздовжнього різу. Після закінчення останнього різу диск виймають із різу, обертання інструменту й подачу рідини вимикають.

Відомі продукти прибираються зі столу.

Основними технологічними параметрами процесу обробки кромки є:

- швидкість обертання інструменту;
- швидкість робочої подачі;
- глибина різання.

Вибір інструменту на цьому етапі відіграє важливу роль, зокрема використовуються спеціальні абразивні інструменти або фрези для обробки країв плит, а також використовуються верстати або інше обладнання з налаштованими параметрами для обробки країв плит. Швидкість робочої подачі й глибина різання є взаємозалежними параметрами, що визначають продуктивність верстата. Їх вибір ґрунтується на фізико-механічних властивостях каменю, що обробляється, із урахуванням характеристик використовуваного верстата.

На продуктивність верстата впливає те, що швидкість робочої подачі й глибина різання майже однакові. Для забезпечення постійної продуктивності при зменшенні подачі необхідно збільшувати глибину різання й навпаки. Рекомендується вибирати максимально можливу глибину різання, оскільки у цьому випадку скорочується час виконання деяких допоміжних робіт. Вибір цього параметра при різанні кромки визначається міцністю обробленого каменю й товщиною сирої плити (або висотою штабеля пластин). Слід зазначити, що збільшення глибини різання за перший прохід при обрізанні гранітних плит часто призводить до засолення ріжучого диска.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливою складовою технології обробки кромки є витрата теплоносія (води), який подається на робочий інструмент. Цей параметр істотно впливає на ефективність роботи алмазного інструменту. Ознаками недостатньої подачі рідини є поява пилу у робочій зоні відрізного круга та утворення іскор при різанні твердої породи. Рациональна витрата води (л/хв) для кола можна знайти, розділивши значення діаметра кола (мм) на число 25 за умови тиску в водопроводі не менше 0,3 МПа.

Під час окантовування важливо дотримуватися вимог безпеки, використовуючи відповідний захист для рук та очей. Окантовування вимагає великої уваги до деталей, особливо при досягненні бажаної гладкості та форми країв.

Технічні характеристики мостового фрезерно-обрізного верстата наведені у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Характеристика окантовочного верстату QHW-1000

Характеристика	Одиниця вимірювання	QHW-1000
Діаметр пили	мм	800-1000
Розмір стола	мм	3200x2000
Потужність двигуна	кВт	18,5
Розміри	мм	6300x4700x2800
Витрата води	м ³ /год	5
Вага	кг	6500
Частота обертання диска	об/хв	1200

Розрахунок параметрів мостового фрезерно-окантовочного станка QHW-1000

1. Швидкість різання станка QHW-1000:

$$V = \frac{\pi D n}{60 \cdot 1000}, \quad (2.30)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 800 \cdot 1200}{60 \cdot 1000} = 50,2 \text{ м/с}$$

де D – діаметр відрізного диска, $D = 600$ мм.

n – частота обертання диска, $n = 1200$ об/хв.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В якості ріжучого інструмента застосовують алмазний відрізний диск - зовнішній діаметр $D = 800$ мм.

2. Середня площа різку при окантовуванні плит на 1 м^2 полірованої плити:

$$S_c = \frac{S_{\min} + S_{\max}}{2}, \text{ м}^2/\text{м}^2, \quad (2.31)$$

де $S_{\min}$ та $S_{\max}$ – мінімальна та максимальна площа різку відповідно для плит найменшого та найбільшого розміру.

$$S_{\min} = \frac{2(L_{\min} + B_{\min}) \times e_{\text{пл}}}{L_{\min} B_{\min}}, \text{ м}^2/\text{м}^2 \quad (2.32)$$

$$S_{\min} = \frac{2(0,25+0,25) \cdot 0,03}{0,25 \cdot 0,25} = 0,48 \text{ м}^2/\text{м}^2$$

де $L_{\min}$, $B_{\min}$ – відповідно довжина та ширина плити мінімального розміру

$$L_{\min} = 0,25 \text{ м};$$

$$B_{\min} = 0,25 \text{ м};$$

$e_{\text{пл}}$ – товщина плити, $= 0,03 \text{ м}$.

$$S_{\max} = \frac{2(L_{\max} + B_{\max}) \times e_{\text{пл}}}{L_{\max} B_{\max}} \quad (2.33)$$

$$S = \frac{2(3+2) \cdot 0,03}{3 \cdot 2} \text{ м}^2/\text{м}^2$$

де $L_{\max}$, $B_{\max}$ – відповідно довжина й ширина плити максимального розміру;

$$L_{\max} = 3 \text{ м},$$

$$B_{\max} = 2 \text{ м}.$$

Тоді:

$$S_c = \frac{0,48+0,05}{2} = 0,265 \text{ м}^2/\text{м}^2 \quad (2.34)$$

4. Річний об'єм робіт по окантовуванню:

$$S_p^{\text{ок}} = S_2 \cdot S_c, \text{ м}^2/\text{рік} \quad (2.35)$$

$$S_p^{\text{ок}} = 15000 \cdot 0,265 = 4000 \text{ м}^2/\text{рік}$$

5. Технологічна продуктивність:

$$Q_{\text{тех}} = 0,95 \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.36)$$

6. Фактична продуктивність:

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\phi} = Q_{tex} \cdot \kappa_y \cdot \kappa_q \text{ м}^2/\text{год};$$

$$\kappa_y = 0,9; \kappa_q = 0,9$$

$$Q_{\phi} = 0,95 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,73 \text{ м}^2/\text{год.}$$
(2.37)

7. Кількість окантувальних верстатів:

$$N = \frac{S_p^{ok}}{F \cdot Q_{\phi}} = \frac{4000}{2080 \cdot 0,73} \approx 2 \text{ станка}$$
(2.38)

де F = 2080 годин – річний фонд робочого часу при однозмінній роботі.

8. Витрати води при окантовуванні:

$$U_B = N_B \cdot U \cdot F$$

$$U_B = 2 \cdot 5 \cdot 2080 = 20800 \text{ м}^3/\text{рік}$$
(2.39)

де U = 5 м³/год – витрати води на один інструмент.

Окантування країв відбувається в декілька етапів. Починають з грубого оброблення країв для видалення нерівностей, зайвого матеріалу або різних пошкоджень. Поступово переходять до більш дрібних інструментів або фрез для додаткового оброблення країв і отримання бажаного результату. Завершальний прохід для полірування країв плити і створення гладкої поверхні.

Після окантовування проводиться контроль якості, щоб переконатися, що краї плити мають гладку поверхню без нерівностей чи дефектів. Якщо виявляються недоліки, вони коригуються додатковими проходами окантовувального інструменту.

2.4. Фрезерування та профілювання

Виробництво елементів архітектурних виробів із натурального каменю полягає у профілюванні заготовок. Технологічне обладнання компанії дозволяє легко проводити профілювання.

Простим профілюванням створюють вироби зі спрощеним профілем, утвореним перетином прямих ліній (кути, скоси підвіконь, полиць, ребер, сходів різних архітектурно-будівельних виробів тощо) або простих кривих або криволінійних арок, вигинів й карнизів, база та ін.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прості криволінійні профілі отримують, використовуючи у якості робочого інструменту ручний інструмент - алмазний профілюючий інструмент.

Проведення декількох технологічних операцій для поступового доведення заготовки до виробу необхідного профілю.

При виготовленні складних виробів із глибоким профілем виконуються додаткові надрізи алмазними відрізними дисками заготовки, які обробляються по контуру найбільш складної частини профілю. Шліфування та полірування поверхні профілю виконується послідовним набором профільних кіл, зменшуючи розмір зерна алмазів у інструменті, а потім регулюючи його полірувальним кругом.

2.5. Виготовлення складно-профільних виробів та фактурна обробка виробів з облицювального каменю

Підприємство не випускає продукцію складного профілю за умови тимчасового залучення спеціалістів відповідної кваліфікації. При виготовленні складних профільованих виробів використовуються інструменти та робочі матеріали робітників.

Відповідно до теми роботи «Удосконалення фактурної обробки виробів з облицювального каменю в умовах ФОП «Кутній Б. М.» метою роботи є впровадження в технологічний процес гідроабразивної установки для фактурної обробки виробів з облицювального каменю, яка повинна забезпечити покращення технологічних показників (шорсткість) та показників декоративності поверхонь виробів з облицювального каменю, а також знизити собівартість готової продукції.

Для досягнення поставленої мети пропонується встановити установку гідроабразивної обробки виробів з облицювального каменю (рис. 2.4) між цехом обробки каменю та цехом каменеструменної різки.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

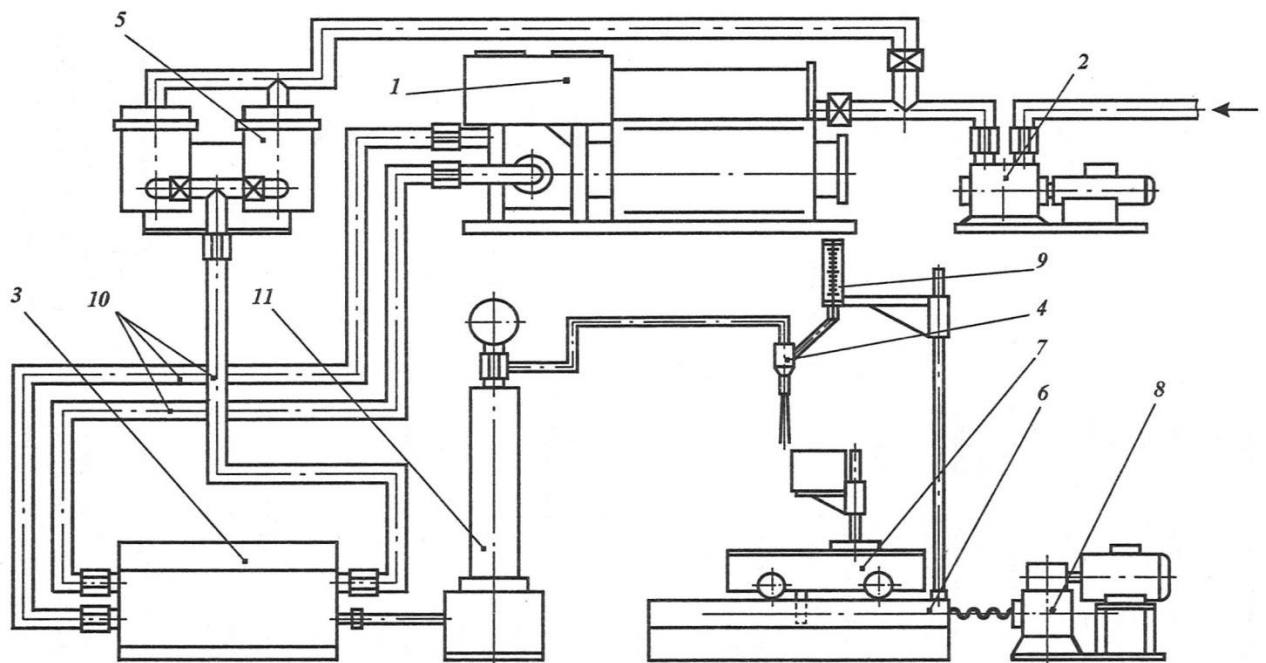


Рис. 2.4 Схема гідроабразивної установки для фактурної обробки виробів з облицювального каменю

Основою принципу гідроабразивного різання та обробки є спосіб руйнування матеріалів за допомогою рідинно-абразивного струменя високого тиску (рис. 2.5). Вода стискується першим основним компонентом системи, насосом-мультиплікатором, до тиску більше 4000 атм. і проходить через водяне сопло, яке створює струмінь діаметром близько 0,5 мм, який попадає в змішувальну камеру. У змішувальній камері струмінь води змішується з абразивом, який має розмір частинок до 0,4 мм, і далі проходить через друге, твердосплавне сопло із внутрішнім діаметром 1 мм. Із цього сопла струмінь води з абразивом виходить зі швидкістю близько 1200 м/с і направляється на поверхню оброблюваного матеріалу. Після різання цього матеріалу залишкова енергія струменя гаситься спеціальною водяною пасткою. При гідроабразивному різанні враховується кут атаки – кут між напрямом струменя і оброблюваною поверхнею. Максимальна ріжуча здатність і продуктивність процесу досягаються при куті атаки 90 град.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 2.5. Процес гідроабразивного різання та обробки каменю

Матеріал для різання, як правило, розміщується на координатному столі. Координатний стіл є другою складовою частиною установки гідроабразивного різання та уможливорює переміщувати ріжучу головку з високою точністю в трьох координатах. Над столом у напрямку осі X рухається портал, на якому в свою чергу встановлений мініпортал, що рухається в напрямку осі Y. На цьому мініпорталі встановлена робоча головка з різальним соплом, яка здатна рухатися в напрямку осі Z. Таким чином, різальне сопло може різати матеріал у трьох координатах – X, Y і Z, що дає можливість обробляти з високою точністю як плоскі, так і об'ємні заготовки.

Програмне забезпечення для різання водою дає можливість використання найсучасніших способів обробки матеріалів відразу "під розмір" і без будь-якої наступної механічної або термічної обробки. На устаткуванні для гідроабразивного різання каменю можливе застосування програмного забезпечення для оптимального (з метою мінімізації відходів) розкрою, що дозволяє в деяких випадках значно скоротити кількість відходів.

Діапазон можливих швидкостей гідроабразивного різання (фактично регульований діапазон швидкостей пересування різальної головки над столом) коливається від 1 до 15000 мм у хвилину, що уможливорює якісне і точне різання на одній і тій же установці деталей різних розмірів і товщини.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Комп'ютерне забезпечення технології різання водою уможливорює програмувати різання будь-яких контурів, що задаються за системами AutoCAD, CorelDraw та іншими.

Безперервність будь-якого виду різання матеріалів пов'язана зі швидкістю переміщення інструмента (струменя робочої рідини), чисельне значення якої залежить від таких параметрів:

- виду матеріалу, що розрізається;
- товщини матеріалу;
- кількості абразиву, що витрачається;
- діаметра водяного сопла;
- діаметра абразивного сопла;
- тиску води.

Реальний час різання може відрізняється, іноді значно, від розрахованого через особливості поведінки абразивного струменя. Струмінь – це не свердло і не фреза, і його поведінка принципово відрізняється від поведінки механічного різального інструмента.

Швидке різання зовсім не є найкращим вирішенням, тому що воно найчастіше супроводжується підвищеною витратою абразиву, а також підвищеним зношуванням абразивних сопел, що здорожує питому вартість різання. Збільшення швидкості різання призводить також до зменшення максимально можливої глибини різання і погіршення якості поверхні розрізу.

Для кожного виду матеріалу можна підібрати оптимальні значення тиску і кількості абразиву. Для оптимізації результатів різання матеріалів різної товщини змінюють швидкість різання. При заданих значеннях тиску і кількості абразиву якість різання регулюється зміною швидкості різання.

За допомогою гідроабразивного різання можуть оброблятися практично всі матеріали: папір, тканини, шкіра, гума, скло, кераміка, камінь, бетон і залізобетон, всі види полімерних матеріалів, у тому числі композиційні, фольговані і металізовані пластики, всі види металів і сплавів, включаючи важкооброблювані – нержавіючі сталі, титанові сплави.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У каменеобробній галузі, а саме обробка каменю, керамограніту, плитки, гідроабразивне різання використовується для виробництва складних контурів із плоских плит. Завдяки дуже вузькому пропилюванню, можна створювати інкрустації при виробництві декоративних та оздоблювальних матеріалів. Насамперед, промисловим способом можна робити те, що раніше потрібно було робити вручну.

Високонапірним абразивно-рідинним струменем можна робити не тільки наскрізне різання каменю, але й вибірку обмежених певним контуром масивів каменю. Іншими словами – абразивно-рідинний струмінь може бути інструментом скульптора.

Технологія гідроабразивного різання каменю дає можливість виготовляти стільниці для кухонь і ванних кімнат, підвіконня, сходи, фасонні вироби, мозаїки і бордюри, вітражі, орнаменти, художні мармурові і гранітні панно для обробки інтер'єрів і фасадів будинків, що складаються зі складних елементів різних відтінків і форм, у тому числі флорентійські підлоги, а також інші вироби з каменю будь-якої складності.

2.6. Заключні операції

Приймальний контроль служить для перевірки відповідності якості панелей й виробів вимогам замовника. Визначення відповідності під час виробничих приймальних випробувань:

- геометричні розміри та форма;
- текстура поверхні;
- якість поверхні тощо.

Кожна партія продукції, що поставляється, повинна супроводжуватися паспортом, який містить наступну інформацію:

- назва та адреса компанії замовника;
- номер паспорта та дата виготовлення замовленої продукції;
- дата відвантаження продукції;

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- номер партії товару;
- кількість виробів в партії та їх розміри;
- назва каменю та родовища;
- фактура лицьової частини виробів;
- основні показники фізико-механічних властивостей гірської породи.

Методи контролю

Для визначення геометричних розмірів, відхилень від однорідності та якості торця використовують:

- металева лінійка й рулетка 1 м, що допускає вимірювання із похибкою 1 мм;
- металевий кутник 900;
- зонд.

Довжину й ширину визначають (вимірюють) по двох протилежних краях лицьової поверхні, товщину по двох діагональних кутах. Відхилення від цільового розміру оцінюються для кожного результату вимірювання.

Відхилення від правого кута виробів визначають за двома кутами, розташованими по діагоналі, за допомогою щупа вимірюють відстань між лицьовою частиною виробу та боковою частиною кута. Результат розраховується на 1 м довжини грані й розраховується окремо для кожного кута.

Щоб визначити відхилення від рівності поверхні, по периметру та діагоналі виробу розмістіть сталеву лінійку й щупом виміряйте відстань між поверхнею виробу та лінійкою. Результатом вимірювання є найбільше відхилення (величина найбільшого зазору).

Стан лицьової частини виробів оцінюють візуально.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.7. Експлуатація та ремонт обладнання

Справність й працездатність обладнання протягом усього встановленого терміну служби забезпечується системою їх планово-попереджувального технічного обслуговування й ремонту (ППР).

Продуктивність, точність й інші показники машини, що забезпечуються у першу чергу її конструкцією, у більшості випадків залежать також від якості технічного обслуговування машин й своєчасності їх ремонту. Технічне обслуговування й ремонт машин на каменеобробному заводі повинні проводитися згідно із «Положенням про планово-попереджувальний ремонт устаткування підприємств промисловості неметалевих будівельних матеріалів».

Система планово-попереджувального ремонту обладнання (ППР) - це комплекс організаційно-технічних заходів, спрямованих на збереження працездатності обладнання у довгостроковій перспективі. Ці заходи забезпечують своєчасну заміну й ремонт зношених деталей й вузлів машини. Всі роботи проводяться згідно із графіком ПЗР, заздалегідь складеним відділом головного механіка (ГММ) підприємства.

Система PZR охоплює як технічне обслуговування, так й ремонт верстатів, дозволяючи проводити профілактичні огляди та плановий ремонт після обробки кожного агрегату протягом певної кількості годин. Технічне обслуговування поділяється на змінне й періодичне, ремонт на поточний, середній й капітальний.

Позмінне технічне обслуговування здійснюється протягом всієї зміни при простої машини або системи без порушення виробничого процесу. Це передбачає систематичний контроль за станом машини, дотриманням вимог інструкції заводу-виробника із експлуатації, виявлення дрібних несправностей, регулювання механізмів й змащування деталей, що піддаються тертю. Результати огляду машини у кінці зміни заносяться у спеціальний протокол, який перевіряється черговим. Відмітки у журналі несправностей машини більше не потрібні у неробочий період.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У проміжках між ремонтами проводиться регулярне технічне обслуговування після роботи пристрою протягом певної кількості годин. Щоб отримати докладний перелік регулярних робіт із технічного обслуговування, зверніться до інструкції виробника із експлуатації машини. Сюди входять роботи із регулювання основних механізмів машини, заміна несправних деталей, ременів, дрібних деталей тощо.

Важливим профілактичним заходом у системі ПЗР є технічне обслуговування. Це сприяє подовженню терміну служби машин й міжремонтного часу їх експлуатації, а також зменшенню обсягів й вартості ремонтних робіт. Особливе значення при технічному обслуговуванні має змащування частин машини, що труться, що істотно впливає на її безпеку й довговічність. Кожна машина має індивідуальні вимоги до масла. Вони містяться у інструкції виробника й у масляній карті, що додається до технічної документації даної машини.

В інструкції встановлюються умови й вказуються способи заміни або поповнення мастила, а також способи перевірки наявності та достатності мастила. На карті змащування вказані: усі точки та місця змащування, мастильні матеріали кожного місця, тип масла та його одноразова витрата у кілограмах для кожного місця, частота змащування та відповідальний за це працівник.

2.8. Водопостачання й шламове господарство

Каменеобробне підприємство має власне шламоуправління.

Внутрішня водопровідна мережа складається із пластикових труб діаметром 15-50 мм, які прокладаються й кріпляться до будівельних конструкцій. Для створення необхідного тиску води планується встановлення відцентрового насоса та водонапірної башти.

Система гарячого водопостачання подає гарячу воду у душові та умивальники у їдальні. Гаряча вода подається через електричний водонагрівач.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Внутрішні каналізаційні мережі складаються із пластикових каналізаційних труб. Зовнішня гравітаційна мережа виконана із пластикових труб.

Відведення побутових стічних вод та очисних споруд забезпечується:

- септик й підземні фільтрувальні поля.

Виробниче водопостачання на локаціях відбувається повністю із переробленої води. Доповнення системи через втрати води через випаровування та нерозраховані витрати має здійснюватися із наявної свердловини.

Машини підключаються безпосередньо до водопроводу за допомогою гнучких пластикових труб.

Шлам транспортується по шламопроводу без тиску через жолоби певної довжини із відповідним ухилом. Відведення стічних вод від машин відбувається за рахунок ухилу підлоги й лотків. Лотки виготовляються монолітно з залізобетону.

Шламові ємності використовуються для зберігання та обробки шламу, який утворюється під час різних промислових процесів, таких як обробка води, виробництво цементу, видобуток руди, хімічне виробництво та інші. Параметри цих ємностей дуже важливі для ефективного управління та забезпечення безпечності процесів обробки шламу.

Параметри шламових ємностей:

- глибина закладення (від рівня підлоги цеху): мм – 800;
- розмір лотка, мм – 500x500;
- ухил котловин й фундаментів 0,04%;
- швидкість руху розчину по ґрунту визначається його нахилом й становить 1,5 м/с.

Об'єм шламової ємності визначається потужністю і обсягом шламу, який необхідно зберігати або обробляти за певний період часу. Цей параметр дозволяє регулювати режими наповнення та ефективно використовувати простір. Важливо, щоб матеріал, з якого виготовлена шламова ємність, був

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стійким до корозії, хімічно стійким та мав достатню міцність для утримання шламу. Ємності можуть бути горизонтальними або вертикальними, залежно від обсягу та потреби в обробці. Конструкція також включає деталі, такі як кришки, дна, засувки, розрізи для вивезення шламу тощо.

Шлам осідає у шламонакопичувачі, а очищена вода перекачується в водонапірну башту. Технічна вода надходить із водонапірної башти у каменеобробні цехи.

Для відведення рідини з шламової ємності потрібна ефективна система дренажу, яка дозволяє видалити рідину без втрати основного шламу. Деякі шламові ємності можуть бути оснащені системою очистки, що дозволяє очищувати рідину перед її відведенням, зменшуючи негативний вплив на навколишнє середовище.

Для каменеобробного підприємства необхідно дотримуватися відповідних стандартів якості води, що використовується (табл. 2.9).

Таблиця 2.9.

Вміст твердих частинок в воді

№ пп	Найменування операції	Вміст твердих частинок у воді, мг/л
1	Розпилювання алмазним інструментом	500
2	Окантовування	500
3	Шліфування, полірування	300

Максимально допустимий розмір частинок в стічній воді становить 50 мкм (0,05 мм), при поліруванні розмір частинок становить 10 мкм (0,01 мм).

Очищення технічної води до необхідного рівня досягається конструктивним рішенням шламоуловлювача, його геометричними розмірами (довжиною, шириною та глибиною), а також швидкістю руху води у ньому та швидкістю осідання завислих речовин в діапазоні 0,12 - 0,15 м/с.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок параметрів водопостачання та управління мулом:

Визначимо загальну річну потребу технічної води для каменеобробних заводів:

$$\sum U^{\text{рік}} = U_{\text{шліф}}^{\text{рік}} + U_{\text{окантув}}^{\text{рік}} + U_{\text{розпил}}^{\text{рік}} \quad (2.39)$$

$$\sum U^{\text{рік}} = 33280 + 20800 + 113400 = 167480 \text{ м}^3/\text{рік}$$

де $U_{\text{шліф}}^{\text{рік}} = 33280 \text{ м}^3/\text{рік}$ – річна витрата води на виконання шліфування-полірування;

$U_{\text{розпил}}^{\text{рік}} = 113400 \text{ м}^3/\text{рік}$ – річна витрата технологічної води каменерозпилювальними станками;

$U_{\text{окант}}^{\text{рік}} = 20800 \text{ м}^3/\text{рік}$ – річна витрата технологічної води окантувальними верстатами;

2. Визначимо річну кількість шламу, що утворюється при роботі машин каменеобробного цеху:

$$\sum V_{\text{шл.}}^{\text{рік}} = V_{\text{шл.}}^{\text{шліф}} + V_{\text{шл.}}^{\text{окантув}} + V_{\text{шл.}}^{\text{розпил}} \quad (2.40)$$
$$\sum V_{\text{шл.}}^{\text{рік}} = 45 + 24 + 177,6 = 246 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Згідно технологічної документації підприємства:

$V_{\text{шл.}}^{\text{шліф}} = 45 \text{ м}^3/\text{рік}$ – річне утворення шламу при роботі станків шліфування-полірування;

$V_{\text{шл.}}^{\text{розпил}} = 177,6 \text{ м}^3/\text{рік}$ – річне утворення шламу при роботі розпилювальних станків;

$V_{\text{шл.}}^{\text{окантув}} = 24 \text{ м}^3/\text{рік}$ – річний обсяг утворення шламу при роботі фрезерно-окантовувальних верстатів;

3. Глибина шламовідстійника:

$$H = h_{\text{шламу}} + h_{\text{води}} = 0,4 + 0,6 = 1,0 \text{ м} \quad (2.42)$$

де $h_{\text{шламу}} = 0,4 \text{ м}$ – товщина шару шламу в відстійнику;

$h_{\text{води}} = 0,6 \text{ м}$ – товщина шару води в відстійнику.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Нормований об'єм води в шламовідстійнику:

$$V_{\text{вод.шламовід.}} = h_{\text{води}} \cdot A_{\text{шламовід.}} \cdot B_{\text{шламовід.}} \quad (2.43)$$
$$V_{\text{вод.шламовід.}} = 0,6 \cdot 18 \cdot 3 = 32,4 \text{ м}^3$$

де $A_{\text{шламовід.}} = 18 \text{ м}$ — довжина шламовідстійника; $B_{\text{шламовід.}} = 3 \text{ м}$ — ширина шламовідстійника;

5. Нормований об'єм шламу в шламовідстійнику:

$$V_{\text{шл.шламовід.}} = h_{\text{шл.}} \cdot A_{\text{шламовід.}} \cdot B_{\text{шламовід.}} = 0,4 \cdot 18 \cdot 3 = 21,6 \text{ м}^3 \quad (2.44)$$

6. Повний об'єм шламовідстійника:

$$V_{\text{шламовід.}} = V_{\text{вод.шламовід.}} + V_{\text{шл.шламовід.}} = 32,4 + 21,6 = 54 \text{ м}^3 \quad (2.45)$$

7. Проміжок часу після якого необхідно здійснювати очищення відстійника:

$$t_0 = \frac{V_{\text{шламовід.}}}{\Sigma V_{\text{шл.}}^{\text{рік}}} = \frac{21,6}{246} = 0.46. \quad (2.46)$$

Тобто відстійник чиститься 2 рази на 1 рік.

2.9. Транспорт підприємства

З метою підвищення ефективності виробничого процесу й зниження фізичного навантаження на працівників для внутрішнього й зовнішнього транспортування використовуються транспортно-навантажувальні механізми. Правильний підбір обладнання та його розміщення у цеху дозволяє скоротити непотрібні переміщення вантажів й збільшити обсяги виробництва за рахунок економії часу. Транспортна система виробництва залежить від розміщення обладнання у цеху й послідовності технологічної схеми виробництва. Для цього потрібно виконати наступні операції:

- доставка товару на компанію;
- доставка сировини до необхідної стадії виробництва;
- транспортування заготовок між операціями;
- транспортування готової продукції на склад.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- відвантаження готової продукції споживачеві.

На підприємстві транспортно-технологічна концепція була раціонально підібрана та розроблена на стадії проекту, тому відповідає таким вимогам:

- 1) мінімальна кількість операцій;
- 2) мінімальна кількість пересадок й транспортних відстаней;
- 3) зв'язок транспортної системи із виробничим процесом;
- 4) безпека та охорона праці;
- 5) ремонтпридатність;
- 6) економічна ефективність.

Для внутрішніх та складських перевезень компанія використовує автокран, навантажувач Yale та мостові кранові балки.

Коли постачальники привозять сировину (блоки) на територію підприємства, вантажівки розвантажуються за допомогою автокрана КС 1502, який знаходиться на території підприємства. Для цього використовуються універсальні вантажозахоплювальні пристрої - стропи, що представляють собою двопетлеві сталеві канати діаметром 30 мм. Також можна використовувати зварний ланцюг. Блок кріпиться через нижню сторону у пояс

Технічні характеристики автокрана КС 1502 наведені у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10

Технічна характеристика автокрана КС 1502

Показники	Значення
довжина стріли	25 м
виліт стріли	6.5...2.0 м
вантажопідйомність крану	9.0...20 т
максимальна висота підйому	24.5...16.4 м
швидкість підйому вантажу	5.2 м/хв
швидкість пересування крану	150 м/хв
тривалість повороту крану на 135°	0,68 хв
тривалість повороту крану на 30°	0,45 хв

Для внутрішніх перевезень використовується вилковий навантажувач Yale GLP/GDP 55 VX, технічні характеристики якого наведені у таблиці 2.11. Транспортує стелажі та піддони з заготовками для подальшої обробки та готовою продукцією на склад. Піддони виготовлені із дерева й використовуються для укладання бруківки. Стелажі використовуються для складання й зберігання заготовок панелей на складі, а також транспортування готової продукції до споживача. Місце контакту каркасів обшито гумою, а між пластинами вставлено картон, щоб не пошкодити поверхню каменю. На підприємстві є пересувні (рис. 2.6) й стаціонарні (рис. 2.7) стелажі. Пересувні стелажі оснащені коліщатами, які дозволяють легко переміщати полицю по магазину. Стаціонарні полиці та піддони транспортуються лише вилковими навантажувачами, тому для них є спеціальне місце. Заготовки надійно закріплюються перед транспортуванням, щоб запобігти пошкодженню.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічна характеристика Yale GLP/GDP 55 VX

Характеристика	Показник
Тип палива:	Газ
Коробка передач:	Автоматична
Максимальна висота підйому:	3.4 метри
Максимальна вага підйому:	6 тон
Двигун:	GM V-6

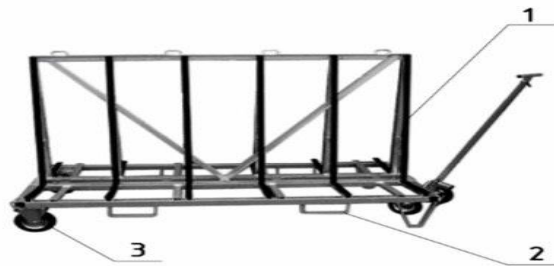


Рис. 2.6 Рухомий стелаж

1– стояки, покриті гумою; 2–кріплення для вилочного навантажувача; 3–колеса стелажа.

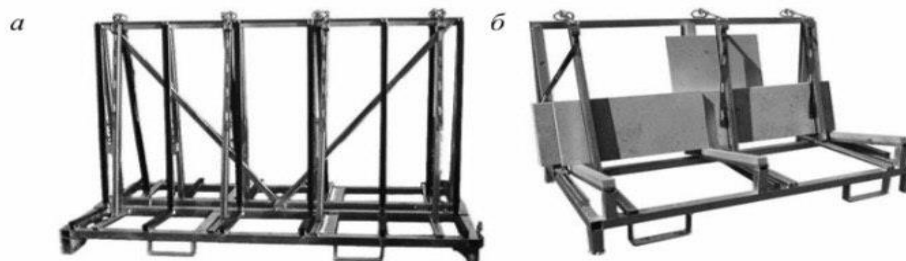


Рис. 2.7 Нерухомі стелажі

а – із двостороннім розміщенням плит; б – із одностороннім розміщенням плит

Для виймання заготовок й завантаження їх на верстати у цеху також використовується кран-балка. Цех обладнаний трьома крановими траверсами вантажопідйомністю 3,2 й 2 тонни. Для розвантаження й завантаження машин заготовками застосовуються механічні захвати. Незважаючи на переваги швидкого кріплення та простоти поводження із вакуумними захватами, вони не використовуються в виробництві через високу вартість та ризик помилки кріплення. Ручні вакуумні захвати використовуються для невеликих (не важких) полірованих блоків заготовок.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.10. Електропостачання

Електропостачання на підприємстві з фактурною обробкою виробів з облицювального каменю є важливим аспектом, оскільки цей процес вимагає великої енергії для роботи обладнання, освітлення та інших систем. Оптимальне електропостачання допомагає забезпечити ефективну та безперебійну роботу виробництва.

Спочатку необхідно оцінити загальну потужність, необхідну для роботи всіх обладнання та систем на підприємстві. Це включає електричні верстати, компресори, освітлення, системи кондиціонування повітря та інші пристрої. Важливо розрахувати середнє споживання електроенергії на добу, тиждень або місяць для планування ефективного постачання електричної енергії.

Електропостачання підприємства здійснюється від мережі 10 кВ через підстанцію 10/0,4 кВ потужністю 400 кВт, яка наведена у таблиці 2.12. Підстанція містить спеціальні пристрої, які надійно захищають від коротких замикань й перевантажень у електромережі.

Трансформатор живиться від трифазної мережі (ASB 3 x 50).

Аварійне відключення трансформатора здійснюється вимикачами ВМГ-133 для запобігання виникненню дуги у момент розмикання при наведенні ЕРС індукції. При знеструмленні трансформатора силовими вимикачами також відбувається подвійне розмикання вимикачами РВФ-10.

Встановлення енергоефективного обладнання та освітлення для зменшення споживання електроенергії і зниження експлуатаційних витрат. Розглядайте можливості оптимізації використання енергії через програми автоматизації та контролю за енергоспоживанням.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні технічні показники КПТ

Показники	Значення
Номинальна напруга електричних мереж, кВ: • більше 1000 В • до 1000 В	10 0,4
Повна потужність, кВт	400
Максимальне активне навантаження, кВт	до 400
Максимальне реактивне навантаження, кВа	400
Кількість і потужність силових трансформаторів, шт/кВт	1 x 400

Визначення потужності трансформаторів

Для енергоспоживання споживачів електроенергії використовується система із ізольованим нульовим провідником.

Потужність трансформатора визначається за формулою:

$$S_{mp} = \frac{S_p}{P_c \cdot K_n}, \text{кВА} \quad (2.50)$$

$$S_{mp} = \frac{S_p}{P_c \cdot K_n} = \frac{630}{0.96 \cdot 1.2} = 547, \text{кВ}$$

де $P_c = 0.96$ — к.к.д повітряної мережі;

$K_n = 1.1 - 1.3$ — коефіцієнт перевантаження;

$S = 630$ розрахункова потужність трансформатора, кВА.

Приймаємо комплектну підстанцію ТП-630 10/0,4 кВ із підключенням до повітряної мережі. Залежно від надійності електропостачання приймачі ЛАД відносяться до 3 категорії.

Освітлення будівель й об'єктів підприємства здійснюється однофазною напругою 220 у за допомогою люмінесцентних ламп й світлодіодних ламп. Приміщення підприємства також освітлюються світлодіодними лампами.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Правильне планування та ефективне використання ресурсів дозволяє забезпечити оптимальне електропостачання і підтримувати стабільну роботу всього виробничого процесу.

Заземлення електроприладів

Для забезпечення безпеки людей усі металеві частини електроустаткування та корпуси приладів, які не перебувають під напругою, але можуть опинитися під напругою у разі пошкодження, з'єднуються зі спеціально призначеними заземлювачами.

Загальний опір заземлюючого пристрою у будь-якій точці мережі не повинен перевищувати 4 Ом.

Як основний заземлювач використовується сталевий алюмінієвий дріт АС-35; Мобільні електричні пристрої мають лінію заземлення на кабелі живлення.

Обладнання структурного заземлення - це спеціалізоване обладнання, розташоване на території підприємства.

Заземлююче устаткування (центральне)

Всі електричні пристрої та обладнання повинні бути належним чином заземлені для виведення надлишкового струму та запобігання ураження електричним струмом. Важливо забезпечити належну ізоляцію електричних кабелів та проводів, щоб уникнути коротких замикань та ураження струмом.

Опір заземлювального обладнання КТП не повинен перевищувати 4 Ом.

Заземлювальне обладнання складається із п'яти нефарбованих заземлювачів з сталевих кутників 50х50х5 мм довжиною 2,5 м, розташованих на відстані 5 м один від одного по колу радіусом 4,5 м із центром в геометричному центрі заземлювача. підставу КТП й з'єднані послідовно протяжним заземлювачем зі смужової сталі перетином 20х4 мм. Заземлювачі

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

жил й подовжувачів з'єднують між собою зварюванням й закладають на висоту не менше 0,7 м від поверхні землі.

Заземлювач з'єднується із корпусом КТП зварюванням в двох протилежних точках за допомогою сталеві стрічки 20х4 мм, покладеної на глибину 0,7 м.

					КГТБ.ДР24.03.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Аналіз умов праці

Оскільки каменеобробне виробництво включає важку фізичну працю та роботу з великими обладнаннями, важливо створювати комфортні та безпечні умови для працівників. Щоб забезпечити безпечні умови праці працівників, уникнути нещасних випадків й професійних захворювань працівників, велике значення має загальна організація підприємства, тобто планування, будівництво будівель, вентиляція, освітлення тощо.

Корпоративне планування повинно відповідати виробничим, транспортним, економічним, гігієнічним та іншим вимогам. Виробничі приміщення підприємства повинні відповідати гігієнічним вимогам щодо прямого сонячного освітлення, природної вентиляції, відносно рівної поверхні та ухилу, що забезпечує відведення поверхневих й стічних вод.

У санітарно-захисній зоні підприємства розташовані протипожежна охорона, гараж, склади, адміністративні приміщення, виробничі приміщення та ін.

Працівники, прийняті на роботу на підприємство, повинні пройти завчасне навчання із питань охорони праці. На вступному тренінгу їх ознайомлять з засобами індивідуального захисту та засобами для зниження професійних захворювань, санітарією, особистою гігієною тощо.

Підприємство має належним чином обладнати адміністративно-побутові приміщення. До складу приміщень входять: гардероби для робочого та верхнього одягу, кімнати для сушіння та сушіння робочого одягу, туалети, душові та ін.

					КГТБ.ДР24.03.03.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Зелінський Я. Й.			Охорона праці та навколишнього середовища	Літ.	Арк.	Аркушів
Кер.розд.		Павлов Е. Е.				н		
Керівник		Павлов Е. Е.				«Житомирська політехніка» 184 «Гірництво» РР-49		
Н. Контр.		Башинський С.І.						
Зав.каф.		Башинський С.І.						

Працівники зі шкідливими й шкідливими умовами праці, а також на роботах, пов'язаних з забрудненням навколишнього середовища або виконуваних за несприятливих температурних умов, забезпечуються спецодягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до встановлених норм.

Забезпечення використання особистих захисних засобів (захисний одяг, респіратори, окуляри тощо) для запобігання травм та інших негативних наслідків. Проведення навчання та інструктажу з питань безпеки для всіх працівників, що включає правила користування обладнанням, безпеки під час обробки каменю та екстрених ситуацій. Регулярний контроль за умовами праці, включаючи вимірювання рівня шуму, освітлення, вентиляції та інших факторів, що впливають на здоров'я працівників.

Компанія веде звіт про розслідування професійних захворювань відповідно до відповідних нормативних актів. За останні три роки професійних захворювань не зареєстровано.

Санітарно-гігієнічні умови праці на робочому місці:

- температура нижче 17 - 23 °C у холодну пору року й вище 28 °C у теплу пору року;
- відносна вологість не вище 75%;
- швидкість повітря не більше 0,3 м/с;
- рівень шуму у цеху не перевищує 85 дБ;
- рівень вібрації не перевищує 6 дБ/хв;
- вміст пилу у повітрі робочої зони не перевищує 2 мг/м³.

Джерелами травм на підприємстві є:

- при обробці натурального каменю можлива втрата зубів круга сегмента й камінь відколюється;
- недостатньо закріплена заготовка;
- візок, який транспортує пристрій до машин, не обладнаний монтажними кронштейнами;

					КГТБ.ДР24.03.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- оголені електричні дроти можуть спричинити ураження електричним струмом.

Всі процеси обробки каменю включають значну кількість пилу. Відповідно до «Гігієнічних норм проектування промислових підприємств» кількість пилу у міліграмах на 1 м³ повітря при роботі машин не повинна перевищувати наступних значень:

- пил, що містить понад 70% вільного кремнезему SiO₂ в кристалічній формі – 1 мг/м³;
- пил, що містить 10-70% вільного кремнезему – 2 мг/м³.

Забезпечення оптимальної організації робочих зон з урахуванням принципів ергономіки, щоб зменшити фізичне навантаження на працівників під час обробки каменю. Встановлення обладнання таким чином, щоб забезпечити зручний доступ для роботи та мінімізувати ризик травматичних ситуацій.

Забезпечення комфортних кліматичних умов на робочих місцях для підтримки продуктивності та здоров'я працівників. Забезпечення ефективної вентиляції для видалення пилу та інших шкідливих речовин, що утворюються під час обробки каменю.

Всі машини для обробки каменю шумлять під час роботи. Шумове забруднення згубно впливає на здоров'я людини: спричиняє втрату слуху, прискорює втому, знижує увагу, послаблює реакцію організму й тим самим знижує працездатність, що сприяє травматизму.

Використання багатьох машин супроводжується вібрацією. Віброхарактеристики верстата або його вузла визначаються сукупністю фактичних значень віброшвидкості, сили тиску та ваги верстата, який утримується руками оператора, якщо це ручний верстат.

Підтримання чистоти та порядку на робочих місцях для забезпечення безпеки та підвищення ефективності роботи. Наявність зручних санітарних зон та приміщень для відпочинку та прийому їжі для працівників.

					КГТБ.ДР24.03.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Охорона праці при експлуатації машин й механізмів

Охорона праці при експлуатації машин і механізмів є критичним аспектом в промисловості, оскільки неправильне використання або обслуговування може призвести до травматичних ситуацій та нещасних випадків. Забезпечення безпеки праці на машинах та механізмах передбачає дотримання спеціальних заходів безпеки та впровадження певних правил і процедур.

При експлуатації каменеобробних машин, конструкція яких повинна забезпечувати безпечні умови праці працівників, дуже важливо дотримуватись умов охорони праці. Під час роботи всі машини для обробки каменю повинні відповідати гігієнічним нормам щодо запиленості повітря, виробничого шуму, вібрації та освітлення робочого місця тощо.

Забезпечення обов'язкової підготовки з питань безпеки для всіх працівників, які працюють з машинами і механізмами. Це включає ознайомлення з правилами безпеки, процедурами експлуатації та дієвим використанням особистих захисних засобів (ОЗЗ). Забезпечення детального ознайомлення з принципами роботи конкретного обладнання, його функціональними особливостями та можливими ризиками.

Забезпечення відповідного захисного одягу, включаючи головні убори, захисні окуляри, вушні пробки, респіратори, захисні рукавиці та спеціальне взуття залежно від типу роботи і ризиків.

Перед початком роботи необхідно перевіряти стан машин і механізмів на наявність пошкоджень чи несправностей. Проведення регулярних технічних оглядів, обслуговування та ремонтів відповідно до вимог виробників та стандартів безпеки.

Придушення пилу повинно здійснюватися шляхом промивання водою та збирання пилу за допомогою пристрою подачі із пиловим фільтром. Найбільш ефективним є спринклерне обприскування, тобто Г. пилоподавлення, при якому до 60-70% технологічного пилу гаситься водою під високим тиском до 25

					КГТБ.ДР24.03.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Н/см³. Видалення пилу менш ефективне. Під час повітряно-водяного очищення вся вода у повітряно-водяній суміші використовується для поверхневого змочування дрібних частинок й коагуляції пилом.

Важливим фактором є нормальне освітлення робочого місця, особливо при шліфуванні та поліруванні заготовок в другу (вечірню) зміну. Щоб оцінити освітленість, необхідно скористатися люксометром або виміряти освітленість у люксах (Lux).

Проведення оцінки потенційних ризиків та небезпечних ситуацій на робочому місці з метою їх попередження та управління. Використання заходів безпеки, таких як встановлення захисних огорожень, автоматичних систем безпеки, вказівних табличок та інших засобів для уникнення травматичних ситуацій.

Охорона праці при експлуатації машин і механізмів є невід'ємною частиною промислового виробництва. Забезпечення безпеки праці на машинах та механізмах передбачає комплексний підхід, який включає підготовку працівників, використання захисного обладнання, регулярне технічне обслуговування обладнання та управління ризиками. Забезпечуючи безпечні умови праці, підприємства можуть знизити ризики травматичних випадків та покращити продуктивність та добробут працівників.

Електробезпека

Оскільки в цьому виді виробництва часто використовуються електроінструменти та обладнання, які потребують електроживлення, необхідно дотримуватися спеціальних правил та вимог щодо електробезпеки. Електробезпека – це система організаційних й технічних заходів й засобів, що забезпечують захист людини від шкідливої та небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електромагнітних полів й статичної електрики тощо.

Опір захисного заземлення регламентується відповідними нормативними

					КГТБ.ДР24.03.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

документами й у електроустановках не повинен перевищувати 4 Ом; із джерелом живлення (генератором або трансформатором) не менше 100 кВА, допустимо до 10 Ом.

Для освітлювальних мереж підприємства використовується мережа із ізольованою нульовою жилою напругою мережі не більше 220 В. При використанні спеціальних видів освітлення допускається також напруга вище 220 В.

Працівники повинні бути навчені правильно використовувати електроінструменти та дотримуватися всіх інструкцій безпеки виробника. Перед кожним використанням електроінструменти повинні бути перевірені на наявність пошкоджень, зносу або інших проблем, які можуть призвести до нещасних випадків.

Встановлення захисних пристроїв, таких як автоматичні вимикачі або запобіжники, для захисту від перевантажень та перегріву дозволять захиститись від перенавантаження. Для запобігання короткого замикання необхідна установка захисних кожухів або оболонок для запобігання контакту електричних проводів з металевими частинами обладнання.

Забезпечення належного освітлення на робочих місцях для зменшення ризику травматичних ситуацій через несправності обладнання або недостатню видимість, а забезпечення ефективної вентиляції робочих зон для виведення шкідливих випарів та газів, які можуть утворюватися під час каменеобробки.

Проведення регулярних перевірок електрообладнання для виявлення можливих проблем та усунення їх до появи нещасних випадків. Вчасне обслуговування та ремонт електрообладнання з метою запобігання виникненню небезпеки від несправностей.

Електробезпека на каменеобробних підприємствах є надзвичайно важливою, оскільки неправильне використання електрообладнання може призвести до травматичних ситуацій та пожеж. Забезпечення безпеки включає в себе застосування правильних заходів заземлення та ізоляції, використання електроінструментів відповідно до інструкцій, запобігання перевантаження та

					КГТБ.ДР24.03.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

короткого замикання, належне освітлення та вентиляція робочих зон, а також регулярні перевірки та обслуговування обладнання. Правильна інструкція та навчання працівників з питань електробезпеки є також ключовими аспектами забезпечення безпеки на каменеобробних підприємствах.

Пожежний захист

Пожежний захист на каменеобробних підприємствах є критичним аспектом безпеки, оскільки виробничі процеси, пов'язані з обробкою каменю, можуть створювати підвищені ризики пожежі через використання обладнання, матеріалів і речовин, які можуть бути запальними або шкідливими при нагріванні. Забезпечення ефективного пожежного захисту передбачає використання спеціальних заходів, процедур та технічних засобів для запобігання виникненню пожежі та зменшення її наслідків.

Основними причинами виникнення пожеж є:

- неналежне виконання вогневих й зварювальних робіт;
- порушення правил експлуатації нагрівальних приладів електричних мереж та електрообладнання;
- несправність або відсутність системи блискавкозахисту на окремих об'єктах тощо.

Важливо проводити регулярну перевірку, технічне обслуговування та поточний ремонт всього електричного обладнання, яке використовується на підприємстві. Необхідно перевіряти стан електричних мереж, вимикачів, розеток, освітлення та іншого обладнання. Застосування спеціальних пожежогасних пристроїв, які можуть бути використані для швидкого гасіння пожежі, таких як пожежні вогнегасники, системи пожежної сигналізації та інші засоби.

Важливо правильно організувати робочі зони, щоб уникнути накопичення горючих матеріалів біля обладнання або електроінструментів. Повинні бути забезпечені відкриті простори для нормального розміщення та руху

					КГТБ.ДР24.03.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

працівників. Всі горючі матеріали, такі як розчинники, клеї, мастики тощо, повинні зберігатися в спеціально призначених контейнерах та місцях, віддалено від джерел тепла або вогню. Забезпечити достатнє освітлення робочих зон для вчасного виявлення потенційних небезпек та пожежних ризиків. Встановлення ефективних систем вентиляції для видалення шкідливих випарів та газів, що можуть бути вироблені під час роботи з каменем.

Пожежна безпека забезпечується створенням системи протипожежних заходів.

Для попередження та гасіння пожежі передбачаються спеціальні організаційно-технічні, тактико-профілактичні, конструктивні та інші заходи, які повністю виключають можливість виникнення іскор й полум'я, а також контакт нагрітих частин обладнання із горючими матеріалами тощо.

Проведення регулярних перевірок і аудитів пожежної безпеки для виявлення потенційних проблем та впровадження відповідних заходів, дуже важливо для запобігання виникнення пожеж.

Охорона навколишнього середовища

Охорона навколишнього середовища на каменеобробному підприємстві включає комплекс заходів та стратегій, спрямованих на зменшення впливу виробничих процесів на навколишнє середовище і забезпечення сталого використання природних ресурсів. Оскільки каменеобробка може бути пов'язана з великим обсягом відходів, пилом, викидами та водою, важливо приділяти увагу ефективному управлінню цими аспектами

Одним з найважливіших природних ресурсів, які використовують каменеобробні підприємства, є вода.

Промислові й стічні води характеризуються їх кількістю, фізико-хімічними властивостями (плавкі) й набряклими речовинами, жорсткістю (властивість, зумовлена наявністю в воді розчинних солей кальцію й магнію), лужністю, кислотністю, запахом й кольором. Якість води, що використовується

					КГТБ.ДР24.03.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на цехах обробки каменю, пиляння, фрезерування (окантування), шліфування, полірування, очищення та гідропромивання грязі, повинна бути у таких межах:

- Температура, С0..... до 40
- Завислі речовини, мг/л.....50 – 2000
- Етеророзчинні речовини, мг/л 20
- Запах. Оцінка 3
- РН.....6,5-8,5
- Загальна жорсткість, мг-екв/л.....5
- Сухий залишок.....1500

Ключові аспекти охорони навколишнього середовища на каменеобробному підприємстві:

- Управління відходами: важливо впроваджувати системи сортування та переробки відходів для мінімізації кількості сміття, що потрапляє на сміттєзвалища. Використання технологій вторинної переробки дозволяє зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Деякі види відходів, такі як відпрацьований камінь або пил, можуть бути використані як додаткові сировини для інших виробничих процесів або виробництва будівельних матеріалів.

- Контроль викидів та забруднення повітря: встановлення ефективних систем відсіювання та фільтрації пилу та інших часток для зменшення викидів у повітря під час обробки каменю. Застосування передових технологій та керування процесами для зменшення викидів шкідливих газів та інших речовин у повітря.

- Охорона ґрунту та водних ресурсів: зменшення споживання води шляхом впровадження ефективних систем збору, очищення та повторного використання води в обробних процесах. Мінімізація ризику забруднення ґрунту внаслідок розливів оливи, хімічних речовин або інших матеріалів.

- Енергоефективність та встановлення відновлювальних джерел енергії: впровадження заходів з енергоефективності, таких як використання LED-освітлення, оптимізація електронних систем управління, для зменшення

					КГТБ.ДР24.03.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

споживання електроенергії. Поширення використання сонячних батарей, вітрових турбін та інших джерел відновлювальної енергії для зменшення викидів парникових газів та залежності від традиційних джерел енергії.

- Система моніторингу та сталого розвитку: встановлення систем моніторингу для постійного вимірювання викидів, водних витрат, якості повітря та інших показників, що впливають на навколишнє середовище. Розробка та впровадження програм сталого розвитку, які спрямовані на зменшення впливу виробничих процесів на навколишнє середовище та забезпечення екологічно збалансованої діяльності.

Це підприємство обладнане системою оборотного водопостачання.

Вся перероблена вода для повторного використання із вмістом завислих речовин до 2000 мг/л отримується зі стічних вод підприємства, а тверді речовини осідають в спеціальних відстійниках.

Охорона навколишнього середовища на каменеобробних підприємствах є важливою складовою сталого виробництва. Застосування комплексу заходів, таких як управління відходами, контроль викидів, охорона ґрунту та водних ресурсів, енергоефективність та використання відновлювальних джерел енергії, допомагає зменшити негативний вплив підприємства на навколишнє середовище. Ефективне впровадження цих заходів сприяє збереженню природних ресурсів, зменшенню забруднення та створенню сталих умов для майбутніх поколінь.

					КГТБ.ДР24.03.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ЕКОНОМІКА І ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

Розрахунок чисельності робочого персоналу

Розрахунок робочого часу, визначення необхідних професій робітників й складу технологічної чисельності основних робітників здійснюється на основі прийнятого функціонування технологічного обладнання в виробничих процесах. Розрахунки щодо кількості всіх основних робітників зведені у таблицю 4.1.

Таблиця 4.1.

Розрахункова таблиця кількості основних робітників підприємства

Найменування обладнання	Професія або виконувана робота	тарифна ставка грн./год	кількість людино-змін на одиницю обладнання	кількість даних станків або обладнання	кількість людей на даному типі обладнання
Розпилювальний станок	каменерозпилювач	80	2	3	6
Шліфувально-полірувальний станок	шліфувальник-полірувальник	80	1	2	2
Фрезерувально-окантовувальний станок	фрезерувальник	80	1	2	2
Навантажувач	Водій	40	1	1	1
Кран	Машиніст	40	1	1	1
	Стропальник	35	1	1	1

					КГТБ.ДР24.03.04.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Зелінський Я. Й.			Економіка і організація виробництва	Літ.	Арк.	Аркуші
Кер.розд.		Павлов Е. Е.				н		
Керівник		Павлов Е. Е.				«Житомирська політехніка» 184 «Гірництво» РР-49		
Н. Контр.		Башинський С.І.						
Зав.каф.		Башинський С.І.						

На каменеобробному підприємстві для більш раціонального використання обладнання, працюють у 1-ну зміну, але розпилювання виконується у 3 зміни.

Розрахунок чисельності працюючих

1. Сумарна чисельність основних робітників:

$$\kappa_0 = 6+2+2+1+1+1 = 13 \text{ чоловік}$$

2. Чисельність допоміжних робочих приймається рівною 18 – 24% основних робітників:

$$K_{don} = 0,18\kappa_0 = 0,18 \cdot 13 = 3 \text{ чоловік.}$$

3. Чисельність МОП (молодший обслуговуючий персонал) – 2÷3% сумарної кількості основних й допоміжних працюючих:

$$K_{ven} = 0,02(\kappa_0 + K_{don}) = 0,02(13 + 3) = 1 \text{ чоловік}$$

4. Чисельність ІТП складає 9 – 11% основних й допоміжних робітників:

$$K_{imp} = 0,1(K_0 + K_{don}) = 0,1(13 + 3) = 2 \text{ чоловіки} \quad (4.4)$$

5. Чисельність службових складає 5 % основних й допоміжних робітників:

$$K_c = 0,05(K_0 + K_{don}) = 0,05(13 + 3) = 1 \text{ чоловіки.}$$

6. Загальна кількість працюючих:

$$K_{zag} = K_0 + K_{don} + K_{ven} + K_{imp} + K_c = 13+3+1+2+1 = 20 \text{ чол.}$$

Розрахунок річного фонду зарплати:

1. Річний фонд зарплати основних виробничих працюючих:

$$Z_{осн} = N \cdot T_c \cdot \sum K_i \cdot t_i \quad (4.7)$$

де $N = 261$ днів – кількість робочих днів на рік;

$T_c = 8$ годин – тривалість зміни;

K_i – чисельність основних робочих, чол.;

t_i – тарифна ставка даного розряду, грн/год:

					КГТБ.ДР24.03.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_{осн} = 261 \cdot 8 \cdot (80 \cdot 10 + 40 \cdot 2 + 35 \cdot 1) = 1910520 \text{ грн} \quad (4.8)$$

2. Річний фонд зарплати допоміжних робітників при середній тарифній ставці 50 грн/год:

$$Z_{дон} = N \cdot T_c \cdot K_{дон} \cdot t_{III} \quad (4.9)$$

$$Z_{дон} = 261 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 50 = 313200 \text{ грн}$$

3. Місячна зарплата МОП приймається рівною 7000 грн.

4. Річний фонд зарплати МОП (1 чол):

$$Z_{внн} = 12 \cdot 7000 \cdot 1 = 84000 \text{ грн} \quad (4.10)$$

5. Зарплата ІТП й службовців приймається рівною 20% фонду зарплати основних робітників:

$$Z_{ітр} = 0,25 \cdot Z_{осн,р} = 0,2 \cdot 1910520 = 382104 \text{ грн} \quad (4.11)$$

6. Повний фонд виданої заробітної плати основних й допоміжних робітників, МОП, ІТП й службовців:

$$Z = 1910520 + 313200 + 84000 + 382104 = 2689824 \text{ грн} \quad (4.12)$$

7. При нарахуванні та видачі заробітної плати необхідно виконати такі утримання:

- збір на Єдиний соціальний податок (22 %);

8. Загальний фонд зарплати основних й допоміжних робітників, МОП, ІТП й службовців:

$$Z_{заг} = Z + (0,22) \cdot Z = 2689824 + (0,22) \cdot 2689824 = 3281585 \text{ грн} \quad (4.13)$$

Розрахунок вартості обладнання

Вартість оснащення основних машин:

Очищення каменю - $P_{к.й.} = 3\,000\,000$ грн.

Обробка каменю - $P_{к.о.} = 1\,400\,000$ грн.

1. Повна вартість усіх основних машин:

$$P_{вер} = P_{к.р.} + P_{к.о.} = 3\,000\,000 + 1\,400\,000 = 4\,400\,000 \text{ грн} \quad (4.14)$$

					КГТБ.ДР24.03.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Вартість одного візка для станка – 33800 грн , вартість одного вилочного навантажувача – 300000 грн; вартість одного 20 – ти тон-ного крана – 167000 грн., вартість мостових кранів – 140000 грн.

3. Вартість підйомно-транспортного обладнання:

$$P_{n.mp} = 3 \cdot 33800 + 1 \cdot 300000 + 1 \cdot 167000 + 2 \cdot 14000 = 848400 \text{ грн} \quad (4.15)$$

4. Вартість допоміжного обладнання (вентиляційні установки, насоси й ін) рівна 15 – 20% вартості основних станків:

$$P_{дон} = 0,2P_{вер} = 0,2 \cdot 4400000 = 880000 \text{ грн} \quad (4.16)$$

5. Вартість монтажу приймається рівною 10% вартості обладнання:

$$P_m = 0,1(P_{вер} + P_{n.mp} + P_{дон}) \quad (4.17)$$

$$P_m = 0,1(4400000 + 848400 + 880000) = 612840 \text{ грн}$$

6. Загальна вартість усього обладнання із врахуванням монтажу:

$$P_{об} = P_{вер} + P_{n.mp} + P_{дон} + P_{мон} \quad (4.18)$$

$$P_{об} = 4400000 + 848400 + 880000 + 612840 = 6741240 \text{ грн.}$$

7. Вартість меблів для адміністративно-побутових приміщень приймається рівною 2% вартості станків й підйомно-транспортного обладнання:

$$P_{меб} = 0,02(4400000 + 848400) = 104968 \text{ грн} \quad (4.19)$$

8. Вартість обладунків й приладдя приймається рівною 10 – 15% вартості станків й підйомно-транспортного обладнання:

$$P_{осн} = 0,12(P_{вер} + P_{n.mp}) = 0,1(4400000 + 848400) = 524840 \text{ грн} \quad (4.20)$$

9. Вартість інструменту, що споживається підприємством за рік:

$$P = \sum P * U_{рік}^i \quad (4.21)$$

$$P = 34000 \cdot 16,5 = 560000 \text{ грн}$$

P – площа розпилювання, шліфування-полірування, окантування, $U_{рік}^i$ вартість інструмента на 1 м².

					КГТБ.ДР24.03.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок амортизаційних відрахувань

Основні фонди підприємства поділяються на три групи:

1. Перша група – виробничі будівлі та споруди;
2. Друга група – автомобільний транспорт й запчастини, меблі, обладнання та аксесуари до нього.
3. Третя група – технологічні машини та допоміжне обладнання до них.

Відповідно, амортизаційні відрахування за рік становлять 5% для першого, 25% для другого й 15% для третього:

Промислові будівлі та споруди прийматимуть в власність за 5% їх вартості:

$$A_{\text{бюд}} = 0,05P_{\text{бюд}}$$

де $P_{\text{бюд}} = 550000$ грн.– вартість виробничих будівель цеха й адміністративних споруд:

$$A_{\text{бюд}} = 0,05 \cdot 550000 = 27500 \text{ грн} \quad (4.22)$$

- технологічні верстати та допоміжне обладнання до них (15 %):

$$A_{\text{вер.}} = (4400000 + 880000) \cdot 0,15 = 792000 \text{ грн} \quad (4.23)$$

- підйомно-транспортне обладнання + меблі

$$A_{\text{тр}} = 0,25 \cdot (104968 + 848400) = 264584 \text{ грн} \quad (4.24)$$

Повна сума амортизаційних відрахувань:

$$A = A_{\text{бюд}} + A_{\text{вер.}} + A_{\text{тр}} \\ A = 27500 + 792000 + 264584 = 1084084 \text{ грн} \quad (4.25)$$

Розрахунок вартості електроенергії

1. Вартість річних витрат силової електроенергії:

$$P_{\text{сил}} = S_i \cdot K_n \cdot \eta_z \cdot T_i \sum \cdot P_i \cdot$$

$$P_{\text{сил}} = 5,5 \cdot 0,85 \cdot 0,85 \cdot 2080(18,5 \cdot 5 + 55 \cdot 3 + 5,5 \cdot 2 + 15 \cdot 2 + 30 \cdot 3) = 3206975 \text{ грн} \quad (4.26)$$

де $S_i = 5,5$ грн/кВт.год – вартість 1 кВт.год силової електроенергії;

					КГТБ.ДР24.03.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_n = 0,85$ – коефіцієнт навантаження станка, що враховує недовантаження двигунів за потужністю;

$\eta_3 = 0,85$ – коефіцієнт завантаження станка, що враховує втрати часу на ремонт й допоміжні операції;

T_i – річний фонд робочого часу 2080 год при однозмінній роботі;

P_i – сумарна паспортна потужність - 388 кВт.

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

$$P_{осв} = S_2 r S_{общ} T_2 \quad (4.27)$$

де $S_2 = 5,5$ грн/кВт·год – вартість 1 кВт·год електроенергії освітлення;

$r = 0,02 - 0,022$ кВт/м² – потужність, що витрачається на освітлення 1м² площі;

$S_{общ} = 1640$ м² – загальна освітлювальна площа включаючи нічне освітлення;

$T_2 = 3132$ годин – річний фонд часу освітлення;

$$P_{осв} = 5,5 \cdot 0,02 \cdot 1640 \cdot 3132 = 565012 \text{ грн.}$$

3. Загальна вартість електроенергії:

$$P_{ен} = P_{сил} + P_{осв} = 3206975 + 565012 = 3771987 \text{ грн} \quad (4.28)$$

Розрахунок вартості інших витрат

1. Вартість технічної води:

$$P_{в.м} = S_m \sum V_i \quad (4.29)$$

$$P_{в.м} = 2,06 \cdot 167480 = 345427 \text{ грн}$$

де V_i – річні витрати води, м³/год визначаються із паспортних даних станків, а також нормам технологічного проектування;

$S_m = 2,06$ грн – вартість 1 м³ технічної води, яка підраховується за спожитою електроенергією насосів подачі освітленої води до технологічного обладнання.

					КГТБ.ДР24.03.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Вартість питної води:

$$P_{в.п.} = N_{дн} S_n K_{общ} V_n \quad (4.30)$$

де $N_{дн} = 261$ днів – кількість робочих днів на рік;

$S_n = 0,5$ грн – вартість 1 м^3 питної води;

$V_n = 3 \text{ м}^3/\text{зміну}$ – нормативний об'єм води на одного працюючого за зміну:

$$P_{в.п.} = 261 \cdot 3 \cdot 20 \cdot 0,5 = 7830 \text{ грн} \quad (4.31)$$

3. Повна вартість води:

$$P_в = P_{в.т.} + P_{в.п.} = 345427 + 7830 = 353257 \text{ грн} \quad (4.32)$$

Основні техніко-економічні показники

1. Вартість сировини, необхідних для забезпечення роботи каменобробного підприємства:

$$\sum P_c = V_B \cdot P_{бл} \quad (4.33)$$

$$\sum P_c = 1249 \cdot 5000 = 6245000 \text{ грн}$$

де $\sum P_c$ - сумарна вартість сировини;

$V_B = 1249 \text{ м}^3/\text{рік}$ – річна кількість сировини;

$P_{бл} = 5000$ грн – вартість 1 м^3 сировини;

2. Собівартість продукції:

$$C_{цi} = \frac{\sum B}{S_o} \quad (4.34)$$

$$C_{цIII} = \frac{15295913}{15000} = 1019 \text{ грн/м}^2$$

де $\sum B = 15295913$ грн – усі витрати підприємства на виготовлення продукції (табл. 4.3);

$S_o = 15000 \text{ м}^2/\text{рік}$ – річний випуск продукції підприємством;

3. Продуктивність праці на одного працюючого у натуральній формі:

$$P_{з.н} = \frac{S_o}{K_{общ}} = \frac{15000}{20} = 750 \text{ м}^2/\text{чол.} \quad (4.35)$$

4. Енергоємність виробу:

$$E_{вир} = \frac{P_{ен}}{S_o} = \frac{3771987}{15000} = 251 \text{ кВт год/м}^2 \quad (4.36)$$

					КГТБ.ДР24.03.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Виручка від реалізованої продукції за рік:

$$B_{p.n.} = C_{np} \cdot S_0 = 1250 \cdot 15000 = 18750000 \text{ грн} \quad (4.37)$$

де $C_{np} = 1350 \text{ грн/м}^2$ – ціна 1 м² реалізованої продукції;

8. Рентабельність підприємства:

$$P = \frac{B_{p.n.} - \Sigma B}{\Sigma B} \cdot 100\% = \frac{18750000 - 15295913}{15295913} \cdot 100\% = 22\% \quad (4.38)$$

де $\Sigma B = 15295913 \text{ грн}$ – сума усіх витрат на виробництво продукції.

Таблиця 4.2

Основні техніко-економічні показники підприємства

Показники	Одиниці вимірювання	Кількість
Річна продуктивність підприємства	м ²	15000
Річний об'єм споживаної сировини	м ³	1249
Собівартість продукції	грн./м ²	1019
Річна продуктивність праці одного працівника в натуральній формі	м ² /чол.	750
Енергоємність виробу	кВт.год/м ²	251
Сумарна чисельність працівників	чол.	20

Таблиця 4.3

Показники витрат та рентабельності підприємства

Витрати підприємства	Сума, грн.
Вартість сировини (блоків)	6245000
Фонд зарплатні основних робітників	3281585
Вартість електроенергії	3771987
Вартість інших витрат (вартість води)	353257
Додаткові витрати (інструмент)	560000
Амортизаційні відрахування	1084084
Всього витрат	15295913
Виручка від реалізованої продукції	18750000
Рентабельність, %	22

Техніко-економічні показники після впровадження установки гідроабразивної обробки

На техніко-економічні показники підприємства впливає амортизація комплексу обладнання, незначні зміни вартості електроенергії та вартості флокулянтів, серветок тощо, що входять до складу інших витрат.

1. Вартість технічної води:

$$P_{в.т.} = S_m \sum V_i \quad (4.39)$$

$$P_{в.т.} = 2,25 \cdot 167480 = 376830 \text{ грн}$$

де V_i – річні витрати води, м³/год визначаються із паспортних даних технологічного обладнання,

$S_m = 2,25$ грн – вартість 1 м³ технічної води, яка із рахується із витрат на електроенергію та витратних матеріалів при роботі очисного обладнання.

2. Вартість питної води:

$$P_{в.п.} = N_{дн} S_n K_{общ} V_n \quad (4.40)$$

де $N_{дн} = 261$ днів – кількість робочих днів на рік;

$S_n = 0,5$ грн – вартість 1 м³ питної води;

$V_n = 3$ м³/зміну – нормативний об'єм води на одного працюючого за зміну:

$$P_{в.п.} = 261 \cdot 3 \cdot 20 \cdot 0,5 = 7830 \text{ грн} \quad (4.41)$$

3. Повна вартість води:

$$P_{в.} = P_{в.т.} + P_{в.п.} = 376830 + 7830 = 384660 \text{ грн} \quad (4.42)$$

4. Повна сума амортизаційних відрахувань плюс амортизація комплексу очисних споруд:

- технологічні верстати та допоміжне обладнання до них (15 %):

$$A_{оч.} = 1000000 \cdot 0,15 = 150000 \text{ грн} \quad (4.43)$$

$$A = A_{б\ddot{y}д} + A_{вер.} + A_{тр} + A_{оч} \quad (4.44)$$

$$A = 27500 + 792000 + 264584 + 150000 = 1234084 \text{ грн}$$

5. Вартість інструменту, що споживається підприємством за рік:

					КГТБ.ДР24.03.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = \sum P * U_{рик}^i . \quad (4.45)$$

$$P = 34000 \cdot 15,15 = 515200 \text{ грн}$$

P – площа розпилювання, шліфування-полірування, окантування, $U_{рик}^i$ вартість інструмента на 1 м².

6. Виручка від реалізованої продукції за рік:

$$B_{р.п.} = C_{пр} \cdot S_0 = 1250 \cdot 15000 = 18750000 \text{ грн} \quad (4.46)$$

де $C_{пр} = 1350 \text{ грн/м}^2$ – ціна 1 м² реалізованої продукції;

7. Рентабельність підприємства:

$$P = \frac{B_{р.п.} - \sum B}{\sum B} \cdot 100\% = \frac{18750000 - 15424686}{15424686} \cdot 100\% = 21,55\% \quad (4.47)$$

де $\sum B = 15424686 \text{ грн}$ – сума усіх витрат на виробництво продукції.

Таблиця 4.4

Зведені основні техніко-економічні показники підприємства

Показники	Одиниці вимірювання	Кількість	
Річна продуктивність підприємства	м ²	15000	15000
Річний об'єм споживаної сировини	м ³	1249	1249
Собівартість продукції	грн./м ²	1019	855
Річна продуктивність праці одного працівника в натуральній формі	м ² /чол.	750	750
Енергоємність виробу	кВт.год/м ²	251	251
Сумарна чисельність працівників	чол.	20	20

Таблиця 4.5

Зведені показники витрат та рентабельності підприємства

Витрати підприємства	Сума, грн.	
Вартість сировини (блоків)	6245000	6245000
Фонд зарплатні основних робітників	3281585	3281585
Вартість електроенергії	3771987	3771987
Вартість інших витрат	353257	376830
Додаткові витрати (інструмент)	560000	515200
Амортизаційні відрахування	1084084	1234084
Всього витрат	15295913	15424686
Виручка від реалізованої продукції	18750000	18750000
Рентабельність, %	22	21,55

					КГТБ.ДР24.03.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Після аналізу діючої схеми фактурної обробки виробів з облицювального каменю на каменеобробному підприємстві ФОП «Кутній Б.М.» було вирішено розробити заходи щодо покращення технології фактурної обробки виробів.

Метою дипломної роботи є впровадження в технологічних процес установки гідроабразивної обробки виробів з облицювального каменю для покращення технології фактурної обробки. На підприємстві раніше використовувалась технологія термічної фактурної обробки поверхонь виробів. Термічна обробка полягала в створенні шорстких поверхонь матеріалу, що досягалось шляхом впливу вогню на ділянки каменю, внаслідок чого відбувалось вигорання мінералів, які входять до складу породи і утворювались характерні виїмки. Такий процес мав ряд недоліків в основному пов'язаних з втратою декоративних властивостей виробів з облицювального каменю, а також високими енерговитратами даного процесу.

Гідроабразивна технологія фактурної обробки виробів з облицювального каменю дозволяє встановити сучасне додаткове технологічне обладнання, забезпечити збереження високої декоративності готових виробів з облицювального каменю, дає можливість підвищення продуктивності підприємства за рахунок збільшення продуктивності обладнання, значне покращення якості продукції, а також отримання значного економічного ефекту. Завдяки впровадженню даної технології рентабельність підприємства підвищилась з 21,55% до 22%.

					КГТБ.ДР24.03.ВС.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Зелінський Я. Й.			Висновки	Літ.	Арк.	Аркуші
Кер.розд.		Павлов Е. Е.				н		
Керівник		Павлов Е. Е.				«Житомирська політехніка» 184 «Гірництво» РР-49		
Н. Контр.		Башинський С.І.						
Зав.каф.		Башинський С.І.						

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бакка М. Т., Лягутко А. С., Пчолкін Г. Д. Основи гірничого виробництва: Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 1999. – 430 с.
2. В.В. Коробійчук, В.А. Шлапак, А.Н. Сидоров, Р.В. Соболевський Технологія та механізація розпилювання каменю: підручник. - International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group, 2019. 240 с.
3. ДБН В.1.2-7-2008 Основні вимоги до будівель й споруд. Пожежна безпека.
4. Іськов С. С., В. Проектування каменеобробних підприємств. Ч. II [Електронний ресурс] : навчальний посібник / С. С. Іськов, В. В. Коробійчук, В. Г. Кравець, Р. В. Соболевський, А. О. Криворучко, О. М. Толкач. – Житомир : ЖДТУ, 2018. – 248 с.
5. Іськов С.С. Проектування каменеобробних підприємств. Ч. 1 : навч. посібник / С.С. Іськов, В.В. Коробійчук, Р.В. Соболевський. - Житомир : ЖДТУ, 2016. -228 с.
6. Коробійчук В.В. Виймально-навантажувальні роботи на кар'єрах [Текст] : навчальний посібник / В.В. Коробійчук, В.Г. Кравець, С.С. Іськов, Р.В. Соболевський, А.О. Криворучко, О.М. Толкач, В.О. Шлапак. - Житомир : ЖДТУ, 2017. - 440 с.
7. Баранюк О.В., Олійник В.П., Гайвороненко В.А. Сучасні тенденції розвитку каменеобробної промисловості України. Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" (2022): 153-160.

					КГТБ.ДР24.03.ЛТ.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент	Зелінський Я. Й.				Література	Літ.	Арк.	Аркуші
Кер.розд.	Павлов Е. Е.					н		
Керівник	Павлов Е. Е.							
Н. Контр.	Башинський С.І.					«Житомирська політехніка» 184 «Гірництво» РР-49		
Зав.каф.	Башинський С.І.							

8. Бондаренко В.М., Грищенко В.О., Ковальчук В.В. Оптимізація технологічних процесів на каменеобробних підприємствах. Збірник наукових праць Національного університету "Житомирська політехніка" (2021): 123-127.

9. Веретельник О.М., Іванов А.М., Коваленко О.В. Впровадження системи менеджменту якості на каменеобробному підприємстві. Вісник Національного університету "Львівська політехніка" (2020): 134-138.

10. Гусак О.М., Камінська О.В., Савченко О.В. Аналіз методів оцінювання ефективності діяльності каменеобробних підприємств. Збірник наукових праць Національного технічного університету "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" (2019): 112-116.

11. Дудченко О.В., Зінковський О.М., Іванова О.А. Інноваційні технології в каменеобробній промисловості. Вісник Національного технічного університету "Дніпровський політехнічний інститут" (2018): 145-149.

12. Бабій, В. І., & Панасюк, А. В. (2016). Фактурна обробка природного каменю та її вплив на експлуатаційні властивості. Вісник Національного університету "Львівська політехніка", (745),

13. Гайдук, М. В., & Ковальчук, А. М. (2017). Сучасні методи фактурної обробки природного каменю. Будівництво та архітектура, (143).

14. Кравчук, О. В., & Ковальчук, А. М. (2018). Фактурна обробка граніту та її вплив на естетичні та експлуатаційні характеристики. Науковий вісник Національного університету "Львівська політехніка", (806).

15. Бутенко, Н. Ф., & Ковальчук, А. М. (2019). *Обробка природного каменю*. Київ: Видавництво "Ліра".

16. Ali, M. F., & Singh, V. K. (2016). A comprehensive study on surface texture of natural stone for architectural applications. *Journal of Building Engineering*, 8, 149-163

17. Bindi, G., & Brizzi, G. (2017). Surface texture analysis of natural

					РРКК.ДР22.22.ЛТ.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

stones for architectural applications. Construction and Building Materials, 151

18. Гончаренко В.М., Гайдук В.В., Саркісян В.С. Дослідження гідроабразивного різання граніту // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". - 2014. - № 86. - С. 117-122.

19. Ковальчук О.В., Куліш В.В., Олійник В.М. Дослідження впливу параметрів гідроабразивного різання на якість обробки скла // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". - 2015. - № 89. - С. 105-110.

20. Павловський В.В., Бабак В.І., Сухенко О.О. Гідроабразивне різання керамічних матеріалів // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". - 2016. - № 92. - С. 123-128.

21. Фурман М.В., Ткаченко О.М., Іванов О.Г. Дослідження гідроабразивного різання з використанням наночастинок // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". - 2017. - № 95. - С. 112-117.

22. Харченко О.О., Сидоренко О.В., Ященко О.М. Гідроабразивне різання композиційних матеріалів на основі епоксидної смоли // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". - 2018. - № 98. - С. 108-113.

23. Гончаренко В.М. Гідроабразивна обробка матеріалів: теорія, практика, перспективи. - Харків: ХПІ, 2015. - 272 с.

24. Павловський В.В. Гідроабразивні технології в машинобудуванні. - Київ: НТТУ "КПІ", 2017.

					РРКК.ДР22.22.ЛТ.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		