

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.02

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

Пояснювальна записка

до випускної кваліфікаційної роботи
бакалавра

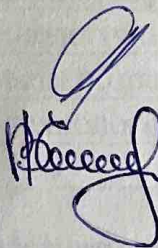
на тему: Удосконалення технології виготовлення складнопрофільних
виробів в умовах ФОП "Чудовський С.Б."

Виконав: студента 4 курсу,
групи РР-51
спеціальності 184 «Гірництво»,
освітньо-професійна програма:
«Гірництво»



Чудовський Андрій Сергійович

Керівник: ст.викладач
ОСТАФІЙЧУК Неля



Рецензент: к.т.н., доц.
КОТЕНКО Володимир

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення: Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва

Кафедра: Кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

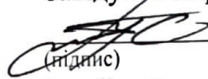
Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр

Спеціальність: 184 «Гірництво»

Освітня програма «Гірництво»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

 Боштанівський С.І.
(підпис) (Прізвище та ініціали)

«13» березня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Чудовському Андрію Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення технології виготовлення складнопрофільних виробів в умовах ФОП "Чудовський С.Б."

Керівник роботи

ст.викладач ОСТАФІЙЧУК Неля

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

затверджені наказом ректора Житомирської політехніки від «13» 03 2025 р. № 94/с

2. Строк подання студентом роботи:

3. Вихідні дані до роботи:

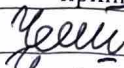
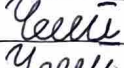
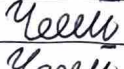
Технічна документація підприємства ФОП "Чудовський С.Б.", графічні матеріали ФОП "Чудовський С.Б.", каталоги продукції, каталоги обладнання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Обґрунтування оптимальних параметрів фактурної обробки в умовах ФОП "Чудовський С.Б.", описати технологічні процеси обробки природного каменю в умовах ФОП "Чудовський С.Б.", навести розрахунки основних операцій по обробці природного каменю, удосконалення технології виготовлення складнопрофільних виробів в умовах ФОП "Чудовський С.Б."

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

План підприємства, полірувальний верстат, розпилювальний верстат, схема електропостачання водо-забезпечення підприємства, Удосконалення технології виготовлення складнопрофільних виробів в умовах ФОП "Чудовський С.Б."

6. Консультанти розділів роботи:

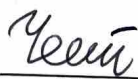
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	ст.викладач ОСТАФІЙЧУК Неля	 13.03	
2	ст.викладач ОСТАФІЙЧУК Неля	 4.04	
3	ст.викладач ОСТАФІЙЧУК Неля	 18.04	
4	ст.викладач ОСТАФІЙЧУК Неля	 9.05	

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ, актуальність		
2	Розділ 1		
3	Розділ 2		
4	Розділ 3		
5	Розділ 4		
6	Висновки і оформлення роботи		
7	Підготовка ватманів		

Студент


(підпис)

ЧУДОВСЬКИЙ Андрій
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

ОСТАФІЙЧУК Неля
(прізвище та ініціали)

Я, Чудовський Андрій Сергійович, цим засвідчую, що представлена до захисту випускна кваліфікаційна робота на тему: **Удосконалення технології виготовлення складнопрофільних виробів в умовах ФОП "Чудовський С.Б."** виконана на основі власних наукових досліджень. Текст не містить доробку інших дослідників без відповідних посилань на їх праці.

Я попереджений про те, що у разі виявлення фактів порушення мною академічної доброчесності буду недопущений до захисту, а в разі отримання диплому – буду позбавлений 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».

«16» червня 2025 р.

Чесей

(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КАМЕНЕОБРОБНЕ ПІДПРИЄМСТВО .	8
1.1. Географічні відомості про район розташування каменеобробного підприємства	8
1.2. Загальні відомості про підприємство.....	9
1.3. Структура підприємства.....	10
1.4. Характеристика сировини	11
2. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ КАМЕНЮ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	20
2.1. Технологічна схема виробничого процесу обробки каменю на підприємстві.....	20
2.2. Розпилювання блоків.....	24
2.3. Шліфування-полірування плит-заготовок.....	29
2.4. Окантовування плит-заготовок.....	34
2.5. Фрезерування та профілювання заготовок з природного каменю.....	41
2.6. Виготовлення складно-профільних виробів.....	43
2.7. Заклучні операції.....	50
2.8. Експлуатація та ремонт обладнання	52
2.9. Транспорт підприємства.....	54
2.10. Водопостачання та шламове господарство	57
2.10. Електропостачання.....	59
3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	64
4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ	81
ВИСНОВКИ	92
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	93

					ГТТБ.ДП25.184.21.3М.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Студент		Чудовський А.С.			Зміст						
Керівник		Остафійчук Н.М.									
К. розділу		Остафійчук Н.М.									
Н. контр.		Башинський С.І.									
Зав. каф.		Башинський С.І.									
					Літ.	Арк.	Аркушів				
					Н		1	1			
					«Житомирська політехніка», 184 «Гірництво», гр. РР-51						

ВСТУП

Природний декоративний камінь є одним з найдавніших і найміцніших будівельних матеріалів, який активно використовувався ще в перші етапи розвитку людства. Завдяки своїй природній красі, міцності та унікальності, він став основним матеріалом для будівництва, архітектури, а також для художнього різьблення та скульптури. Історично природний камінь використовувався не тільки для створення об'єктів культового та побутового призначення, але й для декорування фасадів, внутрішнього оздоблення приміщень, а також в архітектурних ансамблях, які вражають своєю естетикою й довговічністю.

Однією з головних особливостей природного каменю є його різноманіття кольорів і текстур, що дозволяє створювати як класичні, так і інноваційні дизайни. Кольорові варіанти природного каменю мають свою неповторну палітру, що відкриває перед митцями та архітекторами безліч можливостей для втілення творчих ідей. Вони можуть використовувати цей матеріал для створення оригінальних та яскравих інтер'єрів, що привертають увагу та залишають незабутнє враження.

В останні десятиліття технологічний розвиток, зокрема в галузях точного машинобудування, виробництва радіоапаратури та обчислювальної техніки, значно розширив сфери використання природного каменю. Підвищені вимоги до вакуумних середовищ, точності та високопродуктивного машинобудування, а також застосування агресивних середовищ в промислових процесах сприяли розширенню застосування природного каменю в промисловому будівництві та інших галузях народного господарства.

У контексті відновлення інфраструктури країни природний камінь може бути застосований для реставрації культурних та історичних пам'яток, що

					ГТТБ.ДП25.184.21.ВС.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ		
Студент		Чудовський А.С.					
Керівник		Остафійчук Н.М.					
К. розділу		Остафійчук Н.М.					
Н. контр.		Башинський С.І.					
Зав. каф.		Башинський С.І.					
					Літ.	Арк.	Аркуші
					н	1	2
					«Житомирська політехніка», 184 «Гірництво», гр. РР-51		

мають важливе значення для національної ідентичності та туризму. Створення нових архітектурних ансамблів, використання природного каменю для фасадів будівель, декоративних елементів та внутрішніх оздоблень, сприятиме формуванню унікального архітектурного вигляду відновленої України.

Сьогодні каменеобробна галузь розвивається швидкими темпами, що підтверджується розвитком нових технологій обробки каменю та покращенням виробничих процесів. Житомирська область, яка є багатою на унікальні поклади природного каменю, має значний потенціал завдяки великій кількості каменеобробних підприємств, що робить цей регіон стратегічно важливим для розвитку галузі.

Загалом, Україна має великі потенційні можливості для експорту природного облицювального каменю. Проте на сьогоднішній день експорт виробів не перевищує 155 тис. м², а значна частина каменю йде на експорт у вигляді сировини, що ставить під сумнів ефективне використання місцевих ресурсів. Тільки 55-77% видобутого каменю переробляється в Україні, решта йде за кордон, що значно знижує можливості доданої вартості для національної економіки.

Основною перешкодою для розвитку внутрішнього виробництва є відсутність сучасного високопродуктивного обладнання та машин, що призводить до залежності від іноземних постачальників з Європи та Америки. Особливо проблемною є ситуація з обладнанням, яке було придбано в 1990-х роках і вже морально застаріло. Важливо зазначити, що для цього обладнання майже не виробляються запасні частини, що призводить до проблем з його експлуатацією та ремонтом.

Низька продуктивність, низький вихід слябів з кам'яних блоків, обмежена механізація процесів та значні викиди забруднюючих речовин у навколишнє середовище є основними проблемами галузі. Це породжує парадоксальну ситуацію: маючи величезні ресурси природного каменю, Україна не використовує їх на повну потужність, а каменедобувна та каменеобробна галузі не роблять вагомому внеску в економіку країни.

					ГТТБ.ДП25.184.21.ВС.ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Однак при належній організації та модернізації каменєобробної галузі вона може стати важливим джерелом валютних надходжень і значно зміцнити економіку України. Враховуючи високий попит на природний камінь на міжнародних ринках, вдосконалення технологій обробки та модернізація існуючих підприємств можуть значно збільшити ефективність і конкурентоспроможність галузі. Тому необхідно провести комплексні дослідження для визначення шляхів удосконалення процесів обробки природного каменю та оновлення виробничих потужностей, що дозволить Україні максимально використовувати свої природні ресурси. В даній роботі вирішується завдання удосконалення фактурної обробки в умовах ФОП "Чудовський А.С."

Пояснювальна записка: 92 с., 13 табл., 3 рис., 13 джерел.

Об'єкт дослідження: каменєобробне підприємство ФОП "Чудовський С.Б."

Предмет дослідження: удосконалення процесу виготовлення складнопрофільних виробів в умовах ФОП "Чудовський С.Б."

Практичне значення роботи полягає в удосконаленні технології виготовлення складнопрофільних виробів в умовах ФОП "Чудовський С.Б."

					ГТТБ.ДП25.184.21.ВС.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КАМЕНЕОБРОБНЕ ПІДПРИЄМСТВО

1.1. Географічні відомості про район розташування каменеобробного підприємства

ФОП "Чудовський С.Б." знаходиться за адресою вул. Шевченка 28, с. Стрижівка, Житомирська область, в одній з найбільших каменеобробних зон України. Підприємство спеціалізується на розпилюванні та обробці природного каменю, його різноманітному оздобленні, здебільшого із родовищ Житомирської області. Каменем займаються понад 19 працівників, які забезпечують весь процес обробки природного декоративного каменю для різноманітних галузей промисловості.

С. Стрижівка знаходиться в межах Житомирської області, яка характеризується помірно-континентальним кліматом. Середньорічна температура повітря становить близько 6,9°C, з періодичними морозами в листопаді та сніговим покривом, що зберігається до середини квітня. Висота снігового покриву може досягати 0,65 м, а максимальна глибина промерзання ґрунту — 0,9 м. Кількість атмосферних опадів варіює від 325 до 657 мм на рік, з середньорічною сумою 558 мм. Переважають вітри західного та північно-західного напрямку зі швидкістю до 24 м/с.

Село має розвинену інфраструктуру, зокрема, забезпечене електрикою та водопостачанням. Територія села практично не має зелених насаджень, з добре розвиненими інженерними мережами та спокійним рельєфом. Ґрунти на ділянці підприємства складаються із суглинків і супісків, а підземні води залягають на глибині до 6,0 м.

Економіка села традиційно орієнтована на сільське господарство та обробку природного каменю. Коростишівський район, до якого належить

					ГТТБ.ДП25.184.21.01.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент		Чудовський А.С.			Розділ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КАМЕНЕОБРОБНЕ ПІДПРИЄМСТВО		
Керівник		Остафійчук Н.М.					
К. розділу		Остафійчук Н.М.					
Н. контр.		Башинський С.І.					
Зав. каф.		Башинський С.І.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
					Н	1	11
					«Житомирська політехніка», 184 «Гірництво», гр. РР-51		

Стрижівка, є одним з найбільших центрів каменеобробної промисловості в Україні.

Кліматичні умови регіону, за даними Житомирської метеостанції, характеризуються середньорічною температурою повітря 6,9°C, що робить умови досить сприятливими для каменеобробних робіт, але також потребує врахування змінних сезонних температур і опадів. Перші морози спостерігаються вже в листопаді, а повне сходження снігу зазвичай відбувається до середини квітня, з висотою снігового покриву до 0,6 м. Такий клімат потребує спеціальних заходів для стабільної роботи підприємства в зимовий період, а також може впливати на ефективність процесів зберігання та транспортування матеріалів.

Земельна ділянка, на якій розташовано підприємство, має всі необхідні санітарно-епідеміологічні висновки та відповідає основним вимогам нормативних документів для розміщення цеху із обробки природного каменю. Сама ділянка практично не має зелених насаджень, з добре розвиненими інженерними мережами та спокійним рельєфом. На території є санітарно-захисна зона розміром близько 50 метрів. Ґрунти на ділянці складаються з суглинків і супісків, а підземні води виявлені на глибині до 6,0 м.

Інженерно-геологічний розріз території виглядає таким чином:

Шар 1: насипний ґрунт висотою 0,35 - 0,85 м

Шар 2: пластичний супісок із прошарками піску (0,95 - 1,75 м)

Шар 3: щільний пластичний супісок із прошарками піску (0,65 - 0,95 м)

Шар 4: твердий супісок із прошарками піску (4,4 - 6,8 м)

Шар 5: гранітні жили, доволі сильно каолінізовані, середньо- і дрібнозернисті

Підземні води залягають на глибині 188,0 - 186,0 м, що створює певні умови для підземних робіт, з можливістю підняття рівня ґрунтових вод на 0,6-0,7 м через вологі умови під час робіт.

Топографія та географія місцевості також сприяють розвитку

					ГТТБ.ДП25.184.21.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підприємства, оскільки відмітки поверхні землі поступово збільшуються із південного заходу на північний схід, що створює додаткові можливості для організації водовідведення та стабільних умов для ведення виробничих процесів.

Отже, враховуючи вигідне географічне розташування, сприятливі кліматичні умови та хорошу інженерно-геологічну характеристику, ФОП "Чудовський С.Б." має всі шанси для ефективного функціонування каменеобробного підприємства, що буде сприяти розвитку регіону та країни в цілому.

1.2. Загальні відомості про підприємство

Каменеобробне підприємство ФОП "Чудовський С.Б." забезпечується електричною енергією від державної мережі "Київенерго" через основну понижуючу підстанцію 110/10 кВ потужністю 210 кВА. Електроенергія, що подається з головної підстанції, надходить на центральну розподільчу підстанцію (10 кВ) через повітряну лінію напругою 10 кВ. Центральна розподільча підстанція оснащена 8 комірками типу КСО-2У-М із масляним вимикачем ВМГ-133-П. Для забезпечення електропостачання кількох каменеобробних підприємств в наявності є 6 трансформаторних підстанцій загальною встановленою потужністю 4150 кВА. Саме підприємство ФОП "Чудовський С.Б." отримує живлення через трансформатор ТМ-640 (10/0,4 кВ) з ізолюваною нейтраллю, який є частиною головного розподільного пункту. Живлення трансформатора здійснюється від трифазної лінії електропередач.

Водопостачання підприємства здійснюється в ротаційному режимі. Вода надходить з власної свердловини, яка розташована на території підприємства. Трубопровід довжиною 250 метрів доставляє воду до водонапірної башти, звідки вона розподіляється по цехах для використання в процесах обробки каменю та інших виробничих потребах.

					ГТТБ.ДП25.184.21.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Структура підприємства

Основні послуги, що надаються підприємством ФОП "Чудовський С.Б.", включають обробку природного каменю, зокрема, розпилювання, шліфування, полірування та виготовлення виробів на замовлення. Каменеобробне підприємство складається з кількох цехів, розташованих на території підприємства. Каменеобробний цех № 1 виконує розпилювання великих блоків каменю за допомогою алмазних дискових пил та алмазного канатопильного верстата. Каменеобробний цех № 2 має дві основні ділянки: окантувальну та шліфувально-полірувальну. Обрізка каменю виконується на спеціальних мостових верстатах типу МП-600, а фактурну обробку здійснюють на колінно-важільних верстатах типу ВШ-24.

До допоміжних служб підприємства належать ремонтно-механічна майстерня, яка відповідає за ремонт та обслуговування механічного обладнання, що використовується в каменеобробних цехах. Крім того, є автотранспортне підрозділ, який забезпечує транспортування матеріалів та готової продукції.

ФОП "Чудовський С.Б." має середні обсяги виробництва з фокусом на високоякісну продукцію, що виготовляється з натурального каменю. Асортимент виробів підприємства включає такі категорії:

- Облицювальні плити — 810 м³,
- Плити профільні (рустовані) — 75 м³,
- Профільні плити (шуба) — 80 м³,
- Підвіконня — 154 м³,
- Плити сходинокві — 111 м³,
- Бордюрні плити — 151 м³,
- Пам'ятники (за каталогом, що на підприємстві чи за ескізом замовника) — 320 шт.,
- Камінь бутовий,
- Брекчія.

					ГТТБ.ДП25.184.21.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Матеріалом для виробів є різні види природного каменю, зокрема: граніти, лабрадорити, габро-норити, базальти та габро. Всі ці матеріали мають високу міцність і естетичні якості, що робить їх ідеальними для виготовлення облицювальних плит, пам'ятників та інших виробів, які потребують не тільки міцності, але й елегантного вигляду.

Враховуючи використання високоякісних матеріалів та наявність сучасних верстатів і технологій, підприємство здатне виконувати замовлення будь-якої складності, що дозволяє йому займати конкурентоспроможні позиції на ринку каменеобробної продукції.

1.4. Характеристика сировини

Сировина для виробничого процесу ФОП "Чудовський С.Б." здебільшого постачається з місцевих кар'єрів, що мають багаті родовища магматичних порід, таких як граніти, габро, лабрадорити й габро-норити. Геологічні особливості регіону визначають наявність різноманітних видів природного каменю, які використовуються для виготовлення продукції підприємства. Основні родовища, з яких надходить сировина, включають:

- Габро — Буківське родовище
- Лабрадорит — Осниківське та Головинське родовища
- Габро-норит — Кам'янобрідське та Сліпчицьке родовища
- Базальт — Ів. Долина

Кожен з цих видів каменю має свої особливості, які визначають їх застосування в різних галузях.

Базальт

Базальт — це ефузивна порода, що є аналогом габро. Колір базальту може варіювати від темного до чорного. Основними компонентами базальту є плагіоклаз (50-65%), моноклінний піроксен, олівін (вміст якого може бути нестабільним) та вулканічне скло, що значно визначає структуру породи. Існує різновид базальту, відомий як меланобазальт, який не містить плагіоклазу або

					ГТТБ.ДП25.184.21.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

містить його лише в невеликій кількості. Меланобазальти складаються переважно з піроксену, олівіну, вулканічного скла і рогової обманки.

Ця порода характеризується прихованокристалічною структурою з включеннями порфіру. Основна маса меланобазальту є так дрібнозернистою, що мінерали в ньому невидимі неозброєним оком. Кількість порфірових включень може досягати 35%, а сама порода має меншу міцність порівняно з простими базальтами.

Базальти можуть бути поділені на кілька типів залежно від їх структури:

- Дрібнозернисті — породи з мінімальним вмістом скла, де переважає плагіоклаз. Вулканічне скло зустрічається лише у вигляді включень, а порфірові включення рідкісні.
- Середньокристалічні — з низьким вмістом вулканічного скла, до 10%, де плагіоклазова порода домінує.
- Кристалічні (долерит) — не містять вулканічного скла і мають чітко виражену кристалічну структуру з зернами розміру 0,3–0,5 мм. Відсутні порфірові включення.
- Нерівномірно-зернисті — мають значний вміст скла, в основному у вигляді мікролітів, що заповнюють проміжки між кристалами плагіоклазу та олівіну.

Колір базальту варіюється від темно-сірого до чорного. Зазвичай ці породи є щільними, однак існують і пористі види, які не підходять для використання в якості облицювального каменю.

Застосування базальту

Базальт має низьку температуру плавлення, що робить його цінним матеріалом для кам'яного лиття та виробництва мінеральної вати. Це є основною причиною, чому базальт широко використовується в промислових процесах, де потрібні матеріали, які витримують високі температури. ФОП "Чудовський С.Б." в основному працює з базальтовим каменем, що видобувається на Ів. Долинському родовищі базальтів. Дана порода має

					ГТТБ.ДП25.184.21.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

високу якість та стабільність матеріалу, що дозволяє виробляти продукцію з базальту, яка відповідає найвищим стандартам.

Переваги використання місцевих родовищ

Використання сировини з місцевих кар'єрів дозволяє значно знизити витрати на транспортування та зберігання матеріалів. Крім того, місцеві родовища забезпечують постійну та стабільну поставку матеріалу, що важливо для безперервного процесу виробництва.

Габро є магматичною породою з однорідною зернистою структурою, що характеризується габроїдною текстурою. Вона складається із плагіоклазу (що може варіюватися від лабрадориту до бітовніту), олівіну, моноклінного піроксену, а іноді й рогової обманки. Серед другорядних мінералів, які зустрічаються в габро, можна відзначити титаномagnetит, біотит, нефелін, а також фельспатоїди. У деяких випадках, габро містить акцесорні мінерали, такі як хроміт, піротин, пікотит та апатит. Ці мінерали надають габро додаткові властивості, що можуть бути використані в різних галузях, включаючи будівництво та виробництво декоративних матеріалів.

Існує кілька відмін габро, що відрізняються за вмістом темнозбарвлених мінералів. Одним з таких є олівіновий габро, відомий як троктоліт, який містить олівін, однак не містить піроксену. Іншим типом є роговий габро-норит, що містить переважну кількість піроксену. Усі породоутворюючі мінерали в габро, такі як плагіоклаз та кольорові мінерали, кристалізуються паралельно один до одного, що є характерною рисою цієї породи і визначає її габроподібну структуру. Це дозволяє отримувати рівномірну текстуру, що дуже цінується в декоративному каменезнавстві.

Габроїдні породи можуть зустрічатися в таких геологічних формах, як лаколіти, дайки, штоки, лополіти й інтрузивні тіла. Родовища габро, що виникають в результаті таких геологічних процесів, часто мають значні розміри і є важливим ресурсом для промисловості.

Габро, як і базальт, є глибинною магматичною породою, і може

					ГТТБ.ДП25.184.21.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зустрічатися як на континентальних площах, так і на океанічному дні. Одним з унікальних родовищ габро є Сліпчицьке родовище, яке відоме своєю високою якістю сировини. Це родовище, зокрема, використовується для виробництва габро та габро-нориту, що мають високі експлуатаційні та декоративні властивості.

Завдяки своїм властивостям, габро та лабрадорити мають низьку концентрацію небезпечних радіоактивних елементів у порівнянні з іншими магматичними породами. Це робить їх одними з найменш радіоактивних серед магматичних порід, що є важливою характеристикою для використання в будівництві. Всі вироби з габро, габро-нориту та лабрадориту, що виготовляються на підприємстві ФОП "Чудовський С.Б.", проходять сертифікацію за радіаційною безпекою. Продукція має відповідний радіаційний сертифікат, виданий Житомирською обласною санітарно-епідеміологічною станцією Міністерства охорони здоров'я України, який засвідчує, що матеріали належать до першого класу використання за радіаційною оцінкою ($A_{\text{сф}} \leq 360 \text{ Бк/кг}$). Це означає, що вони можуть бути безпечно використані в будівництві без обмежень.

Використання габро та його конкурентні переваги

Габро, габро-норит, габро-норито-анортозит та лабрадорит здобули велику популярність завдяки своїм високим декоративно-облицювальним властивостям. Вони використовуються не тільки для зовнішнього й внутрішнього облицювання будівель, але й у монументальному будівництві для створення постаментів, п'єдесталів і пам'ятників. Крім того, ці породи знаходять широке застосування у виготовленні технічних виробів та архітектурних деталей, завдяки їх високій міцності та здатності зберігати естетичний вигляд навіть після тривалого використання.

У порівнянні з іншими декоративними матеріалами, габро має кілька конкурентних переваг. Його природна текстура та кольорові відтінки роблять його універсальним матеріалом для різноманітних будівельних і

					ГТТБ.ДП25.184.21.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оздоблювальних робіт. Крім того, його міцність, стійкість до зношування та низька радіоактивність забезпечують тривалий термін служби виробів, що виготовляються з цієї породи.

Габро та його похідні, такі як габро-норит і лабрадорит, є важливими сировинними матеріалами для сучасної каменеобробної промисловості. Вони мають високі експлуатаційні характеристики та чудові декоративні властивості, що дозволяє використовувати їх у широкому спектрі будівельних і дизайнерських проєктів. Враховуючи їх мінімальну радіоактивність та високу міцність, вони є безпечним та надійним матеріалом для будівництва, що дозволяє ФОП "Чудовський С.Б." забезпечувати своїх клієнтів високоякісною продукцією, яка відповідає сучасним вимогам екологічної безпеки.

Лабрадорит — це один з найбільш цінних облицювальних каменів, який здобув популярність завдяки своїм декоративним властивостям і міцності. Цей камінь складається переважно з плагіоклазу, також відомого як лабрадорит. Крім того, лабрадорит містить ряд інших мінералів, таких як піроксен, авгіт, титаномagnetит, апатит, ільменіт, а також іноді невеликі кількості калієвого польового шпату, сульфідів, біотиту і кварцу. Ці мінерали надають лабрадориту багатий спектр фізичних і естетичних характеристик, що робить його ідеальним для використання в архітектурі та декоративному мистецтві.

Структура та текстура лабрадориту

Структура лабрадориту зазвичай характеризується зернистою текстурою, а його форма може бути трахітоїдною або масивною. Це залежить від конкретного складу та умов утворення породи. Колір лабрадориту варіюється від світлого білого до темного чорного, і завдяки специфічній структурі часто можна спостерігати переливи та відблиски різних кольорів, таких як синій і золотистий. Ці ефекти, відомі як **іризація**, є однією з основних причин, чому лабрадорит так цінується в декоративній обробці каменю.

Іризація лабрадориту

					ГТТБ.ДП25.184.21.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Іризація в лабрадориті — це явище, коли камінь відображає світло у різних кольорах залежно від кута перегляду. Ці переливи зумовлені наявністю мікроструктур, що утворюються в результаті орієнтації кристалів лабрадориту та їх взаємодії зі світлом. Площини іризації чітко видно в масивах лабрадориту, і вони співпадають з орієнтацією кристалів. Ці площини утворюються через рух магми, що забезпечує певні геометричні характеристики, які дозволяють створювати ефект зміни кольорів.

Характеристики іризації в лабрадориті включають:

- **Залежність між іризацією і деформацією кристалічної решітки:** чим більше деформацій у кристалі, тим яскравіші і різноманітніші переливи.
- **Неоднорідність іризації:** це означає, що інтенсивність іризаційних ефектів може змінюватися по всій поверхні каменю, і вона може виглядати хвилеподібною або з нерівномірними змінами кольорів.
- **Перехідні зони між зернами:** облямівка іризації зазвичай з'являється на межах між зернами лабрадориту з різним хімічним складом, що також впливає на кінцевий вигляд породи.
- **Зміна і втрата іризації при температурних змінах:** іризація може послаблюватися або зникати при зміні температури прожарювання каменю.

Ці фізичні властивості лабрадориту роблять його привабливим для використання в архітектурі та дизайні. Він здатен створювати унікальні візуальні ефекти, які можуть змінюватися в залежності від умов освітлення, що додає йому неповторного вигляду.

Родовища та застосування лабрадориту

Лабрадорит здебільшого зустрічається в **кристалічних щитах**, де його родовища можуть досягати великих розмірів. Одним із відомих родовищ є **Головінське родовище**, яке розташоване в Україні та є основним джерелом цього каменю для виробничих і декоративних цілей. Родовище є стратегічно важливим для забезпечення сировиною каменеобробних підприємств і

					ГТТБ.ДП25.184.21.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовує передові методи видобутку та обробки каменю.

Переваги лабрадориту

Лабрадорит є дуже популярним в декоративній обробці завдяки своїй здатності ефектно переливатися під різними кутами освітлення. Крім того, він має високу міцність і довговічність, що робить його ідеальним для зовнішнього облицювання будівель, виготовлення пам'ятників, постаментів і інших архітектурних елементів. Природний візуальний ефект ірізації робить лабрадорит унікальним серед інших облицювальних каменів.

У будівництві лабрадорит використовується для облицювання фасадів, підлог, сходових клітин, а також для виготовлення архітектурних деталей та елементів ландшафтного дизайну. У декоративному мистецтві лабрадорит часто використовується для виготовлення монументів і пам'ятників завдяки його естетичним і фізичним властивостям.

Таблиця 1.1.

Основні фізико-механічні властивості природного каменю, який оброблюють на підприємстві

Назва каменю, родовище	Питома вага, кг/м ³	Міцність на стиск, МПа	Міцність на згин, МПа	Щільність (пористість), %	Водопоглинання, %	Коефіцієнт морозостійкості	Абразивність, г/см ²	Радіоактивність, беккерель/кг
габро	2965	106-205	31	0,31-0,42	0,34	0,82-0,88	0,46-0,67	63
Лабрадорит	2755-2835	163	22	0,67-0,71	0,23	0,63-0,88	0,50	17,3
габро-норит	2935	168	21	0,45	0,38	0,88	0,6	60

Перспективи використання

З огляду на зростаючий попит на натуральні декоративні матеріали в архітектурі та дизайні, лабрадорит має великий потенціал для розвитку. Його

					ГТТБ.ДП25.184.21.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

унікальні властивості, такі як іризація і високі механічні характеристики, забезпечують йому місце серед найбільш затребуваних каменів у будівництві та оздобленні. Підприємства, які спеціалізуються на обробці цього каменю, зокрема ФОП "Чудовський С.Б.", можуть забезпечити стабільне постачання високоякісного лабрадориту, що відповідатиме вимогам сучасного ринку.

Таким чином, лабрадорит не тільки є важливим декоративним матеріалом для сучасної архітектури та дизайну, але й має перспективи для подальшого використання завдяки своїм неповторним візуальним властивостям і високим технічним характеристикам.

					ГТТБ.ДП25.184.21.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ КАМЕНЮ НА ПІДПРИЄМСТВІ

2.1. Технологічна схема виробничого процесу обробки каменю на підприємстві.

У виробничому процесі ФОП "Чудовський С.Б." основними відмінами природного каменю для обробки є граніт, габро, лабрадорит та габро-норити з Букинського родовища. Ці природні камені відносяться до досить твердих гірських порід, що забезпечує їх високу міцність і довговічність, що, в свою чергу, дозволяє виготовляти продукцію високої якості, що відповідає сучасним вимогам.

Для обробки цих матеріалів на підприємстві використовуються дві основні технологічні схеми:

- Розпилювання - шліфування - окантовка
- Розпилювання - окантовка - шліфування

Підготовка сировини та транспортування

Сировину для переробки доставляють на склад блочної сировини підприємства за допомогою самоскидів КАМАЗ та КрАЗ 256Б. Вантажопідйомність самоскидів забезпечує безпечне перевезення великих блоків, що дозволяє зберігати безпеку на всіх етапах транспортування.

Блоки вантажаться на спеціально обладнаний майданчик за допомогою крану КС-5412Д із вантажопідйомністю 25 т, що дозволяє швидко і безпечно розміщувати великі блоки сировини на майданчику. У випадку блоків неправильної форми або великогабаритних блоків, їх піддають пасивації за допомогою ручних перфораторів, щоб привести їх до більш правильної форми.

Процес обробки каменю

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ КАМЕНЮ НА ПІДПРИЄМСТВІ	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент		Чудовський А.С.				Н		44
Керівник		Остафійчук Н.М.					1	
К. розділу		Остафійчук Н.М.				«Житомирська політехніка», 184 «Гірництво», гр. РР-51		
Н. контр.		Башинський С.І.						
Зав. каф.		Башинський С.І.						

Після пасирування, підготовлені блоки природного каменю переміщуються за допомогою навантажувачів до цеху розпилення. Тут використовуються дискові верстати з діаметром дисків 2500 мм та 2000 мм. Ці верстати забезпечують точне розпилювання блоків каменю на заготовки.

Після розпилювання сляби навантажують на виловний навантажувач та перевозяться на ділянку розбирання ставок, де зберігають одержані заготовки.

Шліфування та полірування

У шліфувально-полірувальному цеху оброблені плити переміщуються за допомогою мостового крану до верстатів ВШ-28 для шліфування та полірування. На даних верстатах плити обробляються абразивними чи алмазними кругами, поступово зменшуючи розмір зерна на кожному етапі обробки. Процес полірування виконується за допомогою повстяних чи фетрових кругів і спеціальних полірувальних порошків та паст.

Верстати типу ВШ-28 призначені для шліфування та полірування плит і колон із каменю середньої та великої міцності, таких як граніт та мармур, і дозволяє досягти високої якості обробки навіть на плитах з шорсткою поверхнею і нерівностями висотою до 3 мм. Верстат включає важливі компоненти, такі як колона із підйомним механізмом, шпиндельний вузол, колінно-важільна система, робоча головка та стіл, що забезпечують точність і ефективність обробки.

Окантування та кромкування

Після завершення процесу шліфування та полірування плити переміщуються на фрезерні та кромкооблицювальні верстати. У цьому процесі використовується верстат МП-600, призначений для виконання окантовки плит, розкрою слябів та заготовок, вирізання пазів та виготовлення відносно простих профілів з таких каменів, як граніт та мармур.

Верстат МП-600 є порталним і оснащений горизонтальною та вертикальною пилами для різання. Механізм переміщення шпиндельного вузла з гідроциліндрами дозволяє точну і стабільну обробку матеріалів. Після

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

завершення операції кромкування, плити передаються на стелажі та транспортуються на склад готової продукції.

Виготовлення ритуальних й архітектурно-будівельних виробів

ФОП "Чудовський С.Б." також спеціалізується на виготовленні ритуальних та архітектурно-будівельних виробів, таких як пам'ятники, колони, підставки та інші декоративні елементи. У технологічному процесі виготовлення архітектурних деталей та пам'ятників важливим етапом є окантовка, яка виконується перед шліфуванням і поліруванням. Для виготовлення складних профільних виробів використовуються ручні профільні верстати із різними насадками, такими як болгарки.

Крім абразивної обробки, підприємство також застосовує зколювання природного каменю, що дозволяє створювати декоративні малюнки, портрети і деталі за допомогою скарпелів. Ось так, через комбінування різних технік, підприємство може виготовляти не лише стандартні вироби, але й індивідуальні замовлення, що мають унікальний дизайн.

Підприємство ФОП "Чудовський С.Б." має високоорганізований та технічно оснащений процес виробництва складно профільних та декоративних виробів з природного каменю. Завдяки використанню верстатів, таких як ВШ-28 та МП-600, а також ручних верстатів для складних профілів, підприємство може виготовляти продукцію високої якості, що відповідає вимогам ринку.

В каменерозпилювальному цеху:

- дисковий розпилювальний верстат з діаметром диску 2500 м – 1 шт;
- дисковий розпилювальний верстат з діаметром диску 2000 м – 1 шт;

Шліфувально-полірувальне обладнання:

- ручний колінно-важільний шліфувально-полірувальний верстат – ВШ-28– 3 шт.

Фрезерно-окантувальне обладнання:

- портальний фрезерно-окантувальний верстат – 1 шт.

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідну кількість блоків, що необхідна для забезпечення річної продуктивності, знайдемо за формулою:

$$V_B = \frac{S_0}{W_n}, \quad (2.1)$$

де S_0 – середня річна продуктивність підприємства м^2 (приблизно складе $S_0=3500 \text{ м}^2/\text{рік}$)

W_n – теоретично можливий вихід готових плит з 1 м^3 блоку природного каменю, $\text{м}^2/\text{м}^3$

$$W_n = \frac{1000 \cdot K_{\text{вих}}}{e_n + e_{\text{ін}} + e_3}, \quad (2.2)$$

де $K_{\text{вих}} = 0,69$ – коефіцієнт, який показує вихід облицювальних плит із блоків природного каменю.

e_n – середня товщина плитки для виконання розрахунків; 30 мм.

$e_{\text{ін}}$ – товщина диску (або іншого ріжучого інструменту) – 7мм.

e_3 – сумарна величина зазору в пропилі 3мм.

$$W_n = \frac{1000 \cdot 0,69}{30+7+3} = 16,4 \text{ м}^2/\text{м}^3 \quad (2.3)$$

$$V_B = \frac{3500}{16,4} = 213,4 \approx 214 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Реальна кількість готової продукції після виконання операції розпилювання складе:

$$S_1 = S_m \cdot \kappa_p \text{ м}^2, \quad (2.4)$$

де $\kappa_p = 0,78$ – коефіцієнт виходу готової продукції на етапі операції розпилювання.

Сумарну поверхню плит-заготовок, що можна одержати після процесу окантування:

$$S_2 = S_1 \cdot 0,96 = 3500,0 \cdot 0,94 = 3273,0 \text{ м}^2$$

Як правило, найбільше використовують на підприємстві блоки об'ємом $V \approx 2,4 \text{ м}^3$.

Сумарна кількість блоків на рік складе:

$$n_B = \frac{V_n}{V_0} = \frac{214}{2,4} \approx 90 \text{ блоків}.$$

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Розпилювання блоків

ФОП "Чудовський С.Б." застосовує ефективну технологічну схему розпилювання блоків природного каменю, що є основним етапом обробки каменю. Процес розпилювання включає перетворення великих блоків чи заготовок на пиляні плити, сляби та інші напівфабрикати, що є вихідними матеріалами для подальших етапів обробки.

Розпилювання каменю є дуже важливим етапом, оскільки він безпосередньо впливає на загальну ефективність виробництва. До 30-40% всього виробничого часу та ресурсів витрачається на цей процес. Крім того, розпилювання має значний вплив на продуктивність наступних етапів обробки, зокрема на шліфування та окантовку, і прямо визначає якість готової продукції.

Структура процесу розпилювання

Технологічна схема розпилювання на підприємстві включає кілька важливих етапів:

Комплектація ставки: Перший етап включає підготовку заготовок до розпилювання. Це вимагає правильного встановлення блоку на робочий візок верстата з відповідним кріпленням.

Пасирування: У випадках, коли блоки мають неправильну форму або занадто великі розміри для верстата, вони піддаються пасивації. Це робиться для надання блоку форми, близької до прямокутного паралелепіпеда, або для зменшення його розмірів. На підприємстві застосовується буру-клиновий метод пасивації, при якому блоки просвердлюються перфораторами, а потім розколюються за допомогою клинів та кувалди.

Підготовка верстату до роботи: Перед тим як розпочати процес розпилювання, необхідно підготувати верстат, включаючи встановлення робочого інструменту (якщо потрібно), прибирання робочого простору та перевірку готовності обладнання до роботи. Для розпилювання використовуються алмазно-канатні верстати з тривалим робочим циклом, що

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечують високу точність та ефективність процесу.

Розпилювання: Сам процес розпилювання займає до 73-86% всього часу виробничого циклу.

Розбирання розпиленої пачки: Після завершення розпилювання готові плити знімаються з верстата та перевантажуються для подальшої обробки.

Верстати для розпилювання

Для процесу розпилювання використовуються спеціалізовані дискові верстати з діаметром пилок 3000 мм та 1800 мм, а також канатні розпилювальні верстати. Верстати підприємства є однодисковими мостовими, що дозволяє забезпечити стабільність і точність при обробці великих блоків природного каменю.

Процес обробки та контроль якості

Вся обробка каменю контролюється через технологічну документацію, яка включає кілька важливих документів, що описують кожен етап обробки, вимоги до обладнання та технічних параметрів.

Карта технологічного процесу розпилювання описує послідовність операцій, основне обладнання та режими роботи.

Технологічна інструкція дає детальні вказівки щодо виконання операцій, усунення можливих порушень та правильного обслуговування технологічного обладнання.

Схема контролю технологічного процесу включає в себе контроль сировини, контроль якості напівфабрикатів, параметри, які потрібно контролювати, а також відповідальних осіб, які здійснюють контроль.

Верстати та технології

На підприємстві використовується однодисковий порталний каменерозпилювальний верстат з діаметром дискових пил 2000-2500 мм, що дозволяє ефективно обробляти блоки великого розміру. Це обладнання забезпечує високу точність при розпилюванні, що є важливим для подальшої

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обробки та виготовлення готової продукції.

Технічна характеристика верстату

Максимальні розміри блоку, що розпилюють, мм:

довжина ----- 3100-3400

ширина ----- 1600

висота ----- 1150

Діаметр дискової пили, мм ----- 2500

Частота обертання, хв⁻¹ ----- 275

Швидкість робочої подачі, м/хв ----- 0 – 14

Потужність електродвигуна головного приводу, кВт ----- 43

Повна потужність двигунів, кВт ----- 44

Розміри верстату, мм:

довжина ----- 9100

ширина ----- 7200

висота ----- 3300

Вага верстату, т ----- 8,1

На підприємстві ФОП «Чудовський С.Б.» у виробничому процесі застосовуються відрізнi круги з алмазними сегментами діаметром Ø 2500 мм. Інструмент має підвищену ефективність завдяки високій концентрації алмазів, яка становить 55%. Для фіксації алмазних зерен використовуються металеві зв'язки типу М6-02 та М6-12, що забезпечують міцність, зносостійкість і стабільну роботу ріжучого інструменту в умовах обробки твердих порід каменю

Розрахунок основних параметрів розпилювального верстату

1. Швидкість різання верстату:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} \quad (2.5)$$

де $\pi = 3,14$

$D = 2,5$ м – діаметр відрізного круга розпилювального верстату;

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$n = 274$ обертів/хв – частота обертання відрізного круга верстату;

$$V = \frac{3,14 \cdot 2,5 \cdot 274}{60} = 35,6 \text{ м/с}$$

2. Коефіцієнт допилювання:

$$K_{\text{дон}} = \frac{H_0}{H_0 + Y_1 + \Delta_1} \quad (2.6)$$

де $H_0 = 1100$ мм – висота блоку, який розпилюють;

$Y_1 = 25\text{-}30$ мм – величина врізання інструменту;

$\Delta_1 = -30$ мм – недопил блоку, що буде запобігати його розвалюванню;

$$K_{\text{дон}} = \frac{1100}{1100 + 30 - 30} = 1,0$$

3. Технологічна продуктивність розпилювального верстату:

$$Q_{\text{tex}} = \frac{L_0 \cdot S \cdot m \cdot K_{\text{дон}}}{1000} \quad (2.7)$$

де $S = 0,01$ м/хв = 0,6 м/год – величина робочої подачі при розпилюванні порід III групи (лабрадорити та габро);

$L_0 = 3000$ мм – довжина розпилюваного блоку;

$m = 1$ – кількість одночасно працюючих інструментів;

$$Q_{\text{tex}} = \frac{3000 \cdot 0,01 \cdot 1 \cdot 1,0}{1000} = 0,03 \text{ м}^2/\text{хв} = 300 \text{ см}^2/\text{хв} = 1,8 \text{ м}^2/\text{год}$$

4. Циклова продуктивність верстату:

$$Q_{\text{ц}} = Q_{\text{tex}} \cdot K_{\text{ц}} \quad (2.8)$$

де $K_{\text{ц}} = 0,94$ – коефіцієнт циклової продуктивності;

$$Q_{\text{ц}} = 300 \cdot 0,94 = 284 \text{ см}^2/\text{хв} = 1,7 \text{ м}^2/\text{год}$$

5. Фактична продуктивність розпилювального верстату:

$$Q_{\text{ф}} = Q_{\text{ц}} \cdot K_{\text{ф}} \quad (2.9)$$

де $K_{\text{ф}} = 0,85$ – коефіцієнт використання номінального фонду робочого часу при роботі в 3 зміни;

$$Q_{\text{ф}} = 285 \cdot 0,85 = 242,3 \text{ см}^2/\text{хв} = 1,45 \text{ м}^2/\text{год}$$

6. Час, який витрачають на розпилювання блоку:

$$T_{\text{tex}} = \frac{H_0}{S \cdot 1000} = \frac{1000}{0,01 \cdot 1000} = 100 \text{ хв} = 1,7 \text{ годин}$$

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Теоретична річна продуктивність:

$$S_T = N_{\epsilon} \cdot Q_{\phi} \cdot F \quad (2.10)$$

де $F = 6075$ годин – річний фонд робочого часу при трьохзмінній роботі;

$N_{\epsilon} = 2$ верстати;

$$S_T = 2 \cdot 1,45 \cdot 6075 = 17617,5 \text{ м}^2/\text{рік}$$

8. Витрати води на роботу одного розпилювального верстату:

$$U_{\epsilon} = t \cdot U \quad (2.11)$$

де $U = 0,5 \text{ м}^3/\text{год}$ – витрати води на один робочий інструмент;

$t = 1$ – кількість дискових пил;

$$U_{\epsilon} = 1 \cdot 0,5 = 0,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

9. Витрати води на розпилювання одного блока об'ємом

$$V_{\text{бл}} = 3,0 \cdot 1,5 \cdot 1,0 = 4,5 \text{ м}^3:$$

$$U_{\text{бл}} = T_{\text{тех}} \cdot U_{\epsilon} = 1,7 \cdot 0,5 = 0,85 \text{ м}^3 \quad (2.12)$$

10. Річні витрати води на роботу розпилювальних верстатів:

$$U_{\text{рік}} = N_{\epsilon} \cdot U \cdot F \quad (2.13)$$

де $F = 6070$ годин – річний фонд робочого часу при трьохзмінній роботі;

$N_{\epsilon} =$ приблизно 2 верстати;

$$U_{\text{рік}} = 2 \cdot 0,5 \cdot 6070 = 12150 \text{ м}^3/\text{рік}$$

11. Річна витрата алмазів для виконання пропилів дисковими кругами:

$$q_c = q_1 \cdot S_T \quad (2.14)$$

де $q_1 = 0,1$ карат/м² – питома витрата алмазів при розпилюванні;

$S_T = 17617,5 \text{ м}^2$ – теоретично можлива річна продуктивність розпилювальних верстатів;

$$q_c = 0,1 \cdot 17617,5 = 1761,75 \text{ карат/м}^2$$

Показники продуктивності верстата, а також витрати сировини та матеріалів на виготовлення продукції в цьому підрозділі розраховані з

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

урахуванням повного завантаження виробничого цеху — тобто при роботі у три зміни. Проте на практиці, з метою оптимізації виробничих витрат і більш раціонального використання ресурсів, на підприємстві розпилювання природного каменю дисковими алмазними пилами здійснюється у двозмінному режимі. Такий підхід дозволяє ефективно задіювати верстати в загальній технологічній схемі обробки, зберігаючи при цьому стабільну продуктивність та економічну доцільність експлуатації обладнання.

2.3. Шліфування-полірування плит-заготовок

Технологічна схема шліфування та полірування на підприємстві ФОП "Чудовський С.Б."

На підприємстві ФОП "Чудовський С.Б." застосовується технологія шліфування та полірування для обробки мармурових та гранітних плит та виробів, що є важливим етапом виробництва високоякісних декоративних кам'яних виробів. Для цих цілей використовується радіально-консольна машина ВШ-28, яка відрізняється низьким тиском на інструмент, що забезпечує точну і акуратну обробку виробів. Завдяки ручному переміщенню інструментів продуктивність цього процесу становить до 0,5 м²/год, що робить цю машину ідеальною для фінішної обробки та досягнення необхідного рівня гладкості та блиску на кам'яних поверхнях.

Основні етапи процесу шліфування та полірування

Процес шліфування та полірування на верстаті ВШ-28 включає кілька послідовних операцій, які дозволяють досягти високої якості обробки поверхні каменю:

1. **Підготовка верстату до роботи.** Підготовка машини до запуску включає перевірку її основних вузлів на холостому ході. Перед початком обробки **полірувальник** здійснює перевірку працездатності електричного кола, наявності масла в точках змащення, а також

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

контролює роботу шпинделя. Крім того, необхідно підготувати та перевірити абразивні інструменти, що будуть використовуватись під час шліфування і полірування.

2. **Завантаження верстату.** Під час цієї операції плити та інші вироби завантажуються на робочий стіл верстату. Для цього використовуються кран-балки або вручну, за умови, що вага оброблюваних виробів не перевищує 50 кг. Максимальні габарити оброблюваних плит: довжина — 2100 мм, ширина — 1150 мм, висота — 850 мм. Якщо плита встановлюється на торець, її додатково фіксують до столу верстату для забезпечення надійної стійкості під час обробки.

3. Шліфування та полірування:

- **Обдир (при необхідності).** На першому етапі зазвичай проводиться **грубе шліфування** для видалення великих нерівностей та підготовки поверхні до більш тонкої обробки.
- **Середнє шліфування.** Виконується для вирівнювання поверхні і створення більш рівномірного шару.
- **Тонке шліфування:** Проводиться для досягнення високої гладкості та усунення дрібних дефектів.
- **Полірування.** Завершальний етап, на якому використовується спеціальний полірувальний інструмент для досягнення ідеального блиску поверхні.

Інструменти для шліфування та полірування

Робочим інструментом на шліфувально-полірувальних верстатах є знімний виконавчий механізм, який зазвичай представлений у вигляді абразивного або алмазного круга. Ці інструменти безпосередньо взаємодіють з каменем, виконуючи необхідну операцію (шліфування або полірування). Незалежно від конструкції інструменту, кожен з них складається з двох основних частин:

1. **Робочий елемент:** Це основна частина інструмента, яка безпосередньо

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

контактує з каменем і виконує шліфування чи полірування.

2. **Корпус інструмента:** Це підтримуюча частина, що забезпечує стабільність та правильне позиціонування робочого елемента.

Важливість процесу шліфування та полірування

Шліфування і полірування є одними з найбільш критичних етапів у виробництві архітектурних і декоративних кам'яних виробів, оскільки від їх якості залежить не лише зовнішній вигляд продукції, але й її довговічність. Чітке виконання цих операцій дозволяє отримати вироби з ідеально гладкою поверхнею, що відповідає стандартам якості та естетичним вимогам замовників.

Цей процес займає значну частину виробничого циклу, тому важливою є оптимізація витрат часу та ресурсів на кожному етапі. Використання сучасних абразивних матеріалів, вдосконалених полірувальних систем та постійний моніторинг робочих параметрів дозволяє значно покращити ефективність цього процесу.

Розрахунок шліфування-полірування та продуктивність верстатів

Технічна характеристика ручного шліфувально-полірувального

верстата ВШ-28

Кількість шпиндельних головок – 1 шт.

Максимальні розміри оброблюваних виробів, мм:

- довжина – 2100;
- ширина – 1150;
- товщина – 850.

Продуктивність (експлуатаційна), по граніту, м²/год – 0,5÷0,7.

Діаметр круги, мм – 310-320.

Потужність електроприводу головки, кВт – 6,2.

Частота обертання інструмента. об/хв. – 405, 500, 800, 985.

Максимальний кут повороту головки, град – 280.

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Максимальний радіус роботи, м – 2,35.

Габаритні розміри верстата, мм:

- довжина – 2450;

- ширина – 1150;

- висота – 1450.

Маса верстата, т – 1,6.

Для механічної обробки граніту на підприємстві застосовуються високоефективні інструменти на металевій зв'язці, виготовлених на основі твердосплавного матеріалу підвищеної міцності типу М6-02, із твердістю в межах 25–30 одиниць за шкалою ННВ. Така зв'язка забезпечує стабільне утримання алмазного зерна навіть при значних механічних навантаженнях і високих температурах, що виникають під час обробки твердих порід.

Залежно від етапу обробки, використовуються інструменти з відповідною зернистістю та маркою алмазу:

- Для грубого (первинного) шліфування застосовують інструменти на зв'язці М6-02 з великою зернистістю 630/600, оснащені алмазом марки А5 або А3. Такий інструмент ефективно знімає значні об'єми матеріалу та формує базову поверхню.
- На етапі середнього (проміжного) шліфування використовують ті ж самі зв'язки М6-02, але з меншою зернистістю — 125/100, з алмазами марки АС-32, що дозволяє вирівняти поверхню та усунути сліди грубого оброблення.
- Фінішне полірування виконується з використанням інструментів на зв'язці М6-02, але вже з дрібнозернистою структурою 50/40 та алмазом АС-6, що забезпечує досягнення гладкої, блискучої поверхні з високими естетичними показниками.
- Заключна стадія полірування здійснюється повстяними кругами, на які наноситься вільний абразивний матеріал — корунд (оксид

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

алюмінію) зернистістю 40/28. Такий підхід дозволяє досягти максимальної якості обробленої поверхні при мінімальному ризику появи мікротріщин чи дефектів.

Технологічні параметри процесу шліфування-полірування:

1. Технологічна продуктивність верстата за даними експлуатації при поліруванні гранітів становить :

$$Q_{tex} = 0.53 \text{ м}^2/\text{год}$$

2. Фактичну продуктивність верстату знайдемо за:

$$Q_{\phi} = Q_{tex} \cdot \kappa_y \cdot \kappa_{\phi} \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.24)$$

де $\kappa_y = 1,1$;

$\kappa_{\phi} = 0,89$.

$$Q_{\phi} = 0.52 \cdot 0.89 \cdot 1,1 = 0.48 \text{ м}^2/\text{год}$$

3. Кількість необхідних верстатів при цьому:

$$N = \frac{S_1}{F \cdot Q_{\phi}} \text{ штук} \quad (2.25)$$

де:

$F = 6075$ годин – фонд річного робочого часу при двохзмінній роботі.

$$N = \frac{(4792,72+3729,4)}{6075 \cdot 0.48} = 2,97 \text{ штук}$$

Прийmemo кількість необхідних верстатів – 3.

4. Витрати води на 3 верстати:

Витрати води на одну шліфувальну головку = $1,4 \text{ м}^3/\text{год}$

$$U = N \cdot 1.4 \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.26)$$

де:

N – кількість робочих верстатів.

$$U = 3 \cdot 1.4 = 4,2 \text{ м}^3/\text{год}$$

5. Річні витрати алмазів на операції шліфування складуть:

$$q_p = q \cdot S_1 \text{ карат} \quad (2.27)$$

де:

S_1 – реальна кількість готової продукції після операції розпилювання;

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$q = 0,31$ карат/м² – витрати алмазів на 1м² полірування.

$$q_p = 0.31 \cdot (4792,72 + 3739,4) = 25566,7 \text{ карат}$$

6. Річна продуктивність верстату:

$$Q_p = Q_\phi \cdot F \text{ м}^2/\text{рік} \quad (2.28)$$

де $F = 6075$ годин – річний фонд робочого часу.

$$Q_p = 0,48 \cdot 6075 = 2856,6 \text{ м}^2/\text{рік}$$

7. Річна продуктивність 3 верстатів:

$$Q_p^3 = 3 \cdot 2856,6 = 8566,8 \text{ м}^2/\text{рік}$$

2.4. Окантовування плит-заготовок

Технологічна схема окантовки включає такі основні операції:

1. Підготовка верстату до роботи
2. Укладання плит заготовок на стіл верстата
3. Розмітка плит
4. Виконання подовжнього розкрою
5. Виконання поперечного розкрою
6. Збирання околу і зняття плит зі столу
7. Підготовка до наступного завантаження.

Технологічні та режимні параметри процесу окантовки

Технічна характеристика верстату МП-600

Максимальні розміри оброблюваних заготовок, мм:

довжина ----- 2850

ширина -----1850

висота ----- 250

Діаметр інструменту, мм ----- 850

Швидкість робочої подачі, хв–1 ----- 0,35 – 0,65

Потужність електродвигуна головного приводу, кВт --- ----- 20

Потужність верстату, кВт ----- 26,5

Габаритні розміри верстату, мм:

довжина ----- 6960

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ширина ----- 5430

висота ----- 4000

Вага верстату, т ----- 8,1

Продуктивність експлуатаційна, м²/год:

по мармуру ----- 6 – 10

по граніту ----- 1,0 – 1,5

Для здійснення окантовки виробів із природного каменю на фрезерно-окантувальному верстаті МП-600 застосовуються високоефективні відрізні круги з алмазними сегментами діаметром Ø 800 мм, які містять 96 карат алмазу. Концентрація алмазного зерна в інструменті становить 50%, що забезпечує високу швидкість різання та зносостійкість при обробці твердих мінералів. Як зв'язуючий матеріал використовуються металеві зв'язки типу М6-02, М6-12 і М6-14, які надійно утримують алмазні зерна, забезпечуючи стабільну роботу інструмента в умовах інтенсивного механічного навантаження.

Розрахунок параметрів верстату МП-600

1. Швидкість різання верстату:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000} \quad (2.29)$$

де $D = 800$ мм – діаметр відрізного диску;

$n = 575$ об/хв – частота обертання диску;

$$V = \frac{3,14 \cdot 800 \cdot 575}{60 \cdot 1000} = 24,07 \text{ м/с}$$

2. Середня площа різу при окантовуванні плит на 1 м² полірованої плити:

$$S_{\text{сеп}} = \frac{S_{\text{min}} + S_{\text{max}}}{2} \quad (2.30)$$

де S_{min} – мінімальна площа різу для плит найменшого розміру;

$$S_{\text{min}} = \frac{2(L_{\text{min}} + B_{\text{min}}) \cdot e_{\text{пл}}}{L_{\text{min}} B_{\text{min}}} \quad (2.31)$$

де $L_{\text{min}} = 0,25$ м – довжина плити мінімального розміру;

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$B_{min} = 0,25$ м – ширина плити мінімального розміру;

$b_{пл} = 0,03$ м – товщина плити;

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

де S_{max} – максимальна площа різки для плит найбільшого розміру;

$$S_{max} = \frac{2(L_{max} + B_{max}) \cdot b_{пл}}{L_{max} B_{max}}$$

де $L_{max} = 2,8$ м – довжина плити максимального розміру;

$B_{max} = 1,8$ м – ширина плити максимального розміру;

$$S_{max} = \frac{2(2,8+1,8) \cdot 0,03}{2,8 \cdot 1,8} \text{ м}^2/\text{м}^2$$

Знаючи максимальну та мінімальну площі різки плит знайдемо:

$$S_{сер} = \frac{0,48+0,18}{2} = 0,33 \text{ м}^2/\text{м}^2$$

3. Визначимо довжину робочого проходу інструмента:

- при повздовжньому окантовуванні

$$L_1 = L_{новз} + \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2} - b_{пл}\right)^2} + \Delta \quad (2.32)$$

де $L_{новз} = 2800$ мм – довжина розпилюваної заготовки при повздовжньому окантовуванні;

$\Delta = 20$ мм – величина пробігу при дисковому розпилюванні;

$D = 800$ мм – діаметр відрізного круга;

$b_{пл} = 30$ мм – товщина оброблюваної плити;

$$L_1 = 2800 + \sqrt{\left(\frac{800}{2}\right)^2 - \left(\frac{800}{2} - 30\right)^2} + 20 = 2972 \text{ мм}$$

- при поперечному окантовуванні

$$L_2 = L_{non} + \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2} - b_{пл}\right)^2} + \Delta \quad (2.33)$$

де $L_{non} = 1800$ мм – довжина розпилюваної заготовки при поперечному окантовуванні;

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_2 = 1800 + \sqrt{\left(\frac{800}{2}\right)^2 - \left(\frac{800}{2} - 30\right)^2} + 20 = 1972 \text{ мм}$$

4. Коефіцієнт допилювання при окантовуванні:

- при повздовжній окантовці

$$K_{\text{дон}1} = \frac{L_{\text{повз}}}{L_1} = \frac{2800}{2972} = 0,94 \quad (2.34)$$

- при поперечній окантовці

$$K_{\text{дон}2} = \frac{L_{\text{поп}}}{L_2} = \frac{1800}{1972} = 0,91$$

5. Технологічна продуктивність верстату МП-600:

- при повздовжній окантовці

$$Q_{\text{мех}1} = \frac{60 \cdot v_{\text{пл}} \cdot S \cdot m \cdot K_{\text{дон}1}}{1000} \quad (2.35)$$

де $S = 2,5 \text{ м/хв}$ – робоча подача верстату МП – 600;

$m = 1$ відрізний круг;

$$Q_{\text{мех}1} = \frac{60 \cdot 30 \cdot 2,5 \cdot 1 \cdot 0,94}{1000} = 4,23 \text{ м}^2/\text{год}$$

- при поперечній окантовці

$$Q_{\text{мех}2} = \frac{60 \cdot v_{\text{пл}} \cdot S \cdot m \cdot K_{\text{дон}2}}{1000} = \frac{60 \cdot 30 \cdot 2,5 \cdot 1 \cdot 0,91}{1000} = 4,1 \text{ м}^2/\text{год}$$

6. Фактична продуктивність верстатів:

- при повздовжній окантовці

$$Q_{\phi 1} = Q_{\text{мех}1} \cdot \kappa_y \cdot \kappa_q \quad (2.36)$$

де $\kappa_y = 0,97$ – коефіцієнт циклової продуктивності;

$\kappa_\phi = 0,85$ – коефіцієнт використання номінального річного фонду

часу (при трьохзмінній роботі);

$$Q_{\phi 1} = 4,23 \cdot 0,97 \cdot 0,85 = 3,49 \text{ м}^2/\text{год}$$

- при поперечній окантовці

$$Q_{\phi 2} = Q_{\text{мех}2} \cdot \kappa_y \cdot \kappa_q = 4,1 \cdot 0,97 \cdot 0,85 = 3,38 \text{ м}^2/\text{год}$$

7. Річна загальна продуктивність верстату МП – 600:

$$Q_{\text{заг}}^{\text{рік}} = F(Q_{\phi 1} + Q_{\phi 2}) = 6075 \cdot (3,49 + 3,38) = 41735,25 \text{ м}^2/\text{рік} \quad (2.37)$$

8. Кількість плит-заготовок, котрі необхідні для забезпечення

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

окантувальними роботами верстат МП-600 на протязі року:

$$Z = \frac{Q_{заг}^{рік}}{H_0 \cdot L_0} = \frac{41735,25}{1,8 \cdot 2,8} = 8280 \text{ плит/рік} \quad (2.38)$$

де $H_0 = 1800 \text{ мм} = 1,8 \text{ м}$ – максимальна ширина плити-заготовки;

$L_0 = 2800 \text{ мм} = 2,8 \text{ м}$ – максимальна довжина плити-заготовки;

9. Річна витрата алмазів при виконанні процесу окантовування верстатом:

$$q_{рік} = q_1 \cdot Q_{заг}^{рік} = 0,1 \cdot 41735,25 = 4173,525 \text{ карат/рік} \quad (2.39)$$

де $q_1 = 0,1 \text{ карат/м}^2$ – питома витрата алмазів при обробці порід III групи

(габро, лабрадорити).

10. Витрати води при окантовці:

$$U^{ок} = \frac{D \cdot m}{50} \quad (2.40)$$

де $D = 800 \text{ мм}$ – діаметр відрізного диску;

$m = 1$ – кількість відрізних дисків;

$$U^{ок} = \frac{800 \cdot 1}{50} = 16 \text{ л/хв.} = 0,016 \text{ м}^3/\text{хв}$$

11. Річні витрати води на окантовку:

$$U_{рік}^{ок} = 60 \cdot F \cdot U^{ок} = 60 \cdot 6075 \cdot 0,016 = 5832 \text{ м}^3/\text{рік} \quad (2.41)$$

12. Річний об'єм сухого шламу, що утворився після окантовки:

$$V_{шлам}^{рік} = Q_{заг}^{рік} \cdot (e_{інс} + e_з) = 41735,25 \cdot (0,006 + 0,002) = 333,9 \text{ м}^3/\text{рік} \quad (2.42)$$

де $e_{інс} = 0,006 \text{ м}$ – товщина ріжучого елемента дискової пили;

$e_з = 0,002 \text{ м}$ – величина зазорів.

Процес окантовування плит є важливим етапом обробки природного каменю, що забезпечує точні розміри і форму виробів, готових до подальших етапів обробки. На підприємстві ФОП "Чудовський С.Б." окантовування здійснюється на верстаті МП-600, який призначений для обробки плит, розкрою заготовок, виготовлення простих профілів, а також для вирізання

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пазів і окантовки. Це обладнання має великий потенціал для високоякісної обробки каменю, що включає використання спеціалізованих інструментів.

Витрати сировини та матеріалів

Витрати сировини та матеріалів на операцію окантовування, як і продуктивність верстатів, мають важливе значення для забезпечення ефективності та економічності виробництва. Розрахунки витрат та продуктивності для 3-х змінної роботи окантовальної ділянки підприємства показують, що при двозмінній роботі на ФОП "Чудовський С.Б." досягається оптимальний баланс між якістю обробки та витратами.

Витрати сировини й матеріалів під час операції окантовування на верстаті МП-600 залежать від типу оброблюваного каменю, а також від специфікацій використовуваних алмазних відрізних кругів. Ці витрати безпосередньо впливають на загальну ефективність і економічність процесу.

Інструменти, які використовують для окантовування

Для окантовування плит на підприємстві ФОП "Чудовський С.Б." застосовуються алмазні відрізні круги із переривистою робочою кромкою, що забезпечують високу точність обробки і довговічність інструментів. Алмазні круги мають корпус-диск із радіальними пазами, на які припаяні алмазні елементи у вигляді сегментів (див. рис. 2.1).

Корпус круга виготовляється з сталі марок 60Г та 65Г або з сталі марки 9ХФ.

У середині корпусу є отвір, який дозволяє надійно встановити круг на робочий вал верстата.

Алмазні сегменти складаються з алмазоносного шару і шару без алмазів, що дає можливість досягти високої міцності та ефективності обробки.

Сегменти виготовляються на металевих зв'язках, таких як М2-01, М6-03 тощо.

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

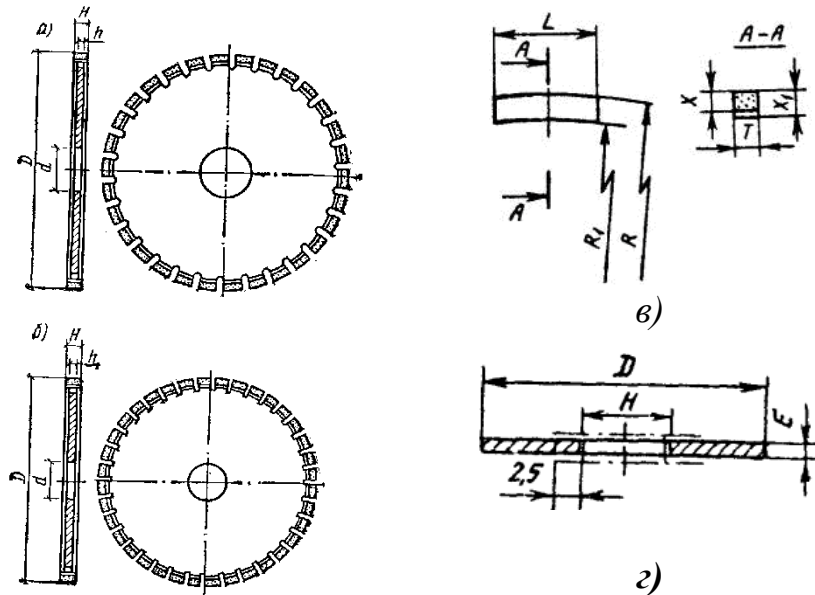


Рис. 2.1. Відрізний алмазний сегментний круг (дискова пила)

а – з нормальними пазами; б – з вузькими пазами; в – сегменти для дискових пил; г - круг алмазний відрізний з внутрішньою ріжучою кромкою.

Концентрація алмазів

Найпоширенішими є концентрації алмазів в сегментах кругів, що становлять 25% та 50%. Вищі концентрації алмазів забезпечують кращу ефективність різання і більшу тривалість служби інструменту, однак вимагають більш високих витрат на виробництво. Це дозволяє підприємству ФОП "Чудовський С.Б." оптимізувати витрати на інструменти та підтримувати високу якість обробки природного каменю.

Важливість процесу окантовування

Процес окантовування має велике значення для загальної продуктивності і якості виробів, оскільки від його виконання залежить точність розмірів та естетичні характеристики кінцевого продукту. Якість окантовування впливає не лише на зовнішній вигляд виробу, але й на його здатність витримувати механічні навантаження та зберігати цілісність протягом тривалого часу.

Процес окантовування плит на ФОП "Чудовський С.Б." є важливою складовою частиною технології обробки природного каменю, що забезпечує високу якість готової продукції. Використання сучасних алмазних відрізних

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кругів, високоякісних матеріалів і продуманих технологічних схем дозволяє підприємству підтримувати ефективність виробництва. Впровадження автоматизованих систем і оптимізація витрат на матеріали можуть ще більше підвищити економічну вигідність і конкурентоспроможність підприємства.

2.5. Фрезерування та профілювання заготовок із природного каменю

У виробництві архітектурних елементів із природного каменю важливу роль відіграє процес профілювання, який застосовується для обробки брусків або плит каменю, перетворюючи їх у готові вироби з визначеними геометричними формами. Підприємство ФОП "Чудовський С.Б." оснащено сучасним технологічним обладнанням, що дозволяє виконувати як прості, так і складні варіанти профілювання каменю. Це забезпечує широкий спектр можливостей для виготовлення архітектурних елементів будь-якої складності.

Просте профілювання

Просте профілювання використовують для виготовлення архітектурних виробів з простими лініями і формами. Вироби, отримані за допомогою цього процесу, зазвичай мають перетини, утворені прямими лініями, такими як фаски, кути, підвіконня, полиці, сходишки та інші елементи, що мають прямолінійні або прості криві контури.

Цей тип профілювання також дозволяє створювати елементи з використанням простих дуг або кривих, що застосовуються, наприклад, для заокруглення карнизів чи плінтусів. Просте профілювання є основою для виготовлення більш стандартних і масових архітектурних виробів, що використовуються для облицювання фасадів, інтер'єрів, а також для створення функціональних елементів у будівництві.

Складне профілювання

Складне профілювання використовується для виготовлення складних архітектурних елементів, де профіль каменю включає поєднання кількох простіших елементів або різних криволінійних поверхонь. Це можуть бути

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вироби, такі як карнизи, плінтуси, криволінійні планки, а також більш складні форми, включаючи тіла обертання з круглим профілем — наприклад, колони, циліндричні підставки, балясини, вази та інші елементи, що мають об'ємні та витончені форми.

Для виконання складного профілювання застосовуються спеціально розроблені верстати, такі як токарні верстати з шпинделем та відрізним диском, які встановлюються замість різця. Такий верстат дозволяє досягти високої точності та складності в обробці природного каменю, зокрема для виробів, що потребують точного відповідності геометрії і форми.

Технологічний процес та обладнання

Процес фрезерування та профілювання каменю на підприємстві ФОП "Чудовський С.Б." здійснюється за допомогою сучасних фрезерних та токарних верстатів, що дозволяють досягти високу точність обробки каменю та забезпечити широкий вибір профілів. Завдяки цьому підприємство здатне виготовляти як стандартні, так і унікальні архітектурні елементи, що відповідають вимогам проектів та дизайнерських рішень.

Переваги технології

Система профілювання, застосована на підприємстві, дозволяє значно підвищити продуктивність, знизити витрати часу на обробку та зменшити фізичне навантаження на працівників, адже механізоване профілювання значно ефективніше ручної обробки. Окрім того, це дозволяє зберігати високу точність та якість кожного виробу, що є важливим для створення архітектурних елементів, які використовуються в естетично важливих конструкціях.

Перспективи розвитку та вдосконалення технологій

Подальший розвиток технологій фрезерування і профілювання природного каменю на підприємстві ФОП "Чудовський С.Б." передбачає впровадження нових верстатів з більш високими технічними характеристиками, що дозволять створювати ще більш складні та деталізовані

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

елементи. Використання автоматизованих систем контролю і програмованих верстатів може значно збільшити точність виготовлення виробів і зменшити виробничі витрати, що, в свою чергу, підвищить конкурентоспроможність підприємства на ринку.

Профільювання природного каменю є важливою технологічною операцією на підприємстві ФОП "Чудовський С.Б.", що дозволяє виготовляти різноманітні архітектурні елементи з високою точністю та якістю. Використання сучасного обладнання для простого та складного профільювання дозволяє задовольнити різноманітні вимоги клієнтів і розширити можливості підприємства у виробництві кам'яних виробів. Технологічне вдосконалення та розвиток цих процесів сприятимуть подальшому зростанню підприємства та забезпеченню його позицій на ринку каменеобробної продукції.

2.6. Виготовлення складно-профільних виробів

Виготовлення складно-профільних виробів з природного каменю є складним і багатоступінчастим процесом, що включає виконання кількох технологічних операцій для поступового досягнення необхідної форми виробу. Відмінною рисою таких виробів є те, що для досягнення бажаного профілю, необхідно використовувати різні методи механічної обробки, які виконуються за допомогою спеціалізованого обладнання та інструментів. Підприємство ФОП "Чудовський С.Б." застосовує новітні технології для виготовлення складних архітектурних елементів, що потребують високої точності та витонченості у виконанні.

Процес виготовлення складних виробів із глибоким профілем

В процесі виготовлення складних виробів із глибокими профілями здійснюються додаткові операції з обробки, наприклад, розрізання заготовок за допомогою алмазного відрізного диска по контуру найбільш складної частини профілю. Такі операції дозволяють сформувати точні контури, необхідні для подальших етапів обробки та забезпечують високий рівень

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

деталізації у виготовлених елементах.

Технологічні операції при виготовленні складних профілів

Процес механічної обробки складних деталей з криволінійними формами, такими як арки, фонтанні елементи та інші складні архітектурні форми, складається з кількох основних технологічних етапів:

Вирізання заготовки: Першим кроком є вирізання прямокутної заготовки із блоку за допомогою алмазної дискової пилки, що дозволяє отримати потрібну форму із відповідними допусками для здійснення подальшої обробки.

Обробка зовнішніх і внутрішніх радіусів: На цьому етапі заготовка обробляється алмазною циліндричною фрезою по зовнішньому та внутрішньому радіусах, що дозволяє отримати необхідні криволінійні форми для подальших технологічних операцій.

Виконання радіальних пазів: Наступним етапом є виконання радіальних прямокутних пазів на двох суміжних гранях заготовки. Для цього використовуються алмазні циліндричні фрези, що дозволяють отримати точні, рівні пази для забезпечення стабільності і точності профілю.

Виготовлення закруглених профілів: Для виготовлення закруглених профілів використовуються профільні алмазні або абразивні круги з увігнутою периферією. Цей етап є важливим для створення гладких, округлих форм, що часто зустрічаються в архітектурних елементах, таких як карнизи, колони або декоративні вставки.

Точіння та шліфування циліндричних виробів

При виготовленні циліндричних виробів, процес починається з підготовки заготовки, яка має прямокутний переріз із припуском не менше 50-70 мм по відношенню до остаточних розмірів самого виробу. Тому торці заготовки вирівнюються ручним інструментом, де позначають центри перерізу. А вже потім на бічних гранях заготовки нарізають контрольні смуги,

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

що виконуються на токарних верстатах .

Для точіння заготовок використовують абразивні й алмазні периферійні круги, а також циліндричні фрези. Заготовку затискають в центрах бабки, після чого здійснюють обертання, частоту якого підбирають в залежності від форми заготовки та міцності каменю, зазвичай знаходиться в межах 0,56-2,3 об/хв.

Шліфування та полірування циліндричних поверхонь

Шліфування та полірування циліндричних поверхонь виконуються за допомогою послідовного набору периферійних шліфувальних кругів зі зменшеною зернистістю, а також спеціальних полірувальних кругів. Процес полірування здійснюється таким чином, що інструмент подають поздовжньо паралельно осі обертання заготовки, що забезпечує рівномірне і високоякісне полірування поверхні.

При необхідності, для додаткового декоративного ефекту на поверхні виготовлених виробів можуть створюватися канелюри за допомогою поздовжнього фрезерування. Цей етап дозволяє надати виробам більш складну текстуру та естетичний вигляд, що особливо важливо для архітектурних елементів високої складності.

Аналіз і перспективи вдосконалення технологічного процесу

Технологія виготовлення складно-профільних виробів є ключовою для ФОП "Чудовський С.Б.", оскільки дозволяє підприємству створювати унікальні та високоякісні архітектурні елементи, що відповідають вимогам найвищих стандартів. Однак, для подальшого підвищення ефективності виробництва та покращення якості продукції, підприємство може впроваджувати нові методи автоматизації та вдосконалення обладнання. Наприклад, застосування програмованих верстатів для точіння та фрезерування може значно підвищити точність і зменшити час виготовлення складних елементів.

Додатково, розвиток комп'ютерних технологій для моделювання та

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проектування складних профілів дозволить більш ефективно планувати виробничі процеси, зменшуючи кількість відходів та оптимізуючи використання матеріалів.

Процес виготовлення складно-профільних виробів на підприємстві ФОП "Чудовський С.Б." є високоточним і багатоступінчастим, що дозволяє створювати елементи архітектурного дизайну найвищої якості. Завдяки сучасним технологіям обробки природного каменю, підприємство здатне задовольняти різноманітні вимоги клієнтів і виготовляти складні та естетично привабливі елементи для будівництва та оформлення інтер'єрів.

Удосконалення технології виготовлення складнопрофільних виробів в умовах ФОП "Чудовський С.Б."

З метою підвищення ефективності та гнучкості технологічного процесу виготовлення складнопрофільних виробів з природного каменю в умовах ФОП "Чудовський С.Б." доцільно впровадити ручну шліфувально-полірувальну машину. Цей інструмент забезпечує можливість високоточної обробки фасок у діапазоні від кількох міліметрів до кількох сантиметрів, що особливо важливо при роботі з елементами складної конфігурації та у важкодоступних місцях.

Ручні шліфувальні машини мають широке застосування як на етапі попередньої обробки, так і на завершальних стадіях — полірування декоративних елементів, таких як фаски, заокруглення, кромки. Їх використання дозволяє покращити якість виробів, знизити втрати часу на переміщення заготовок до стаціонарного обладнання, а також скоротити витрати на логістику. Завдяки мобільності таких машин, обробка може здійснюватися безпосередньо на місці встановлення виробів.

Крім того, деякі моделі, зокрема Forma-G05, дозволяють використовувати машину як сухоріз, що розширює її функціональність.

Кромкошліфувальна машина "Forma-G05" (Україна)

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Портативна кромкошліфувальна машина "Forma-G05" (рис.2.2) призначена для високоточної фасонної обробки торців плит природного каменю товщиною від 20 до 50 мм. Вона широко використовується при виготовленні підвіконь, сходових елементів, стільниць, полиць із каменю, меморіальних плит тощо.



Рис. 2.2. Загальний вигляд кромкошліфувальної машини "Forma-G05"

Конструктивною перевагою моделі є наявність двох варіантів використання станини: на кульових опорах, які забезпечують вільне обертання та плавне позиціонування інструмента; на водяній подушці, що знижує тертя та покращує точність базування.

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обидва варіанти дозволяють досягти стабільного горизонтального положення машини та рівномірного ковзання по поверхні оброблюваного матеріалу.

Завдяки компактним розмірам і невеликій вазі (12 кг), машина може використовуватися безпосередньо на будівельних або монтажних об'єктах без потреби в додаткових кріпленнях або спеціалізованих пристосуваннях.

Технічні характеристики Forma-G05:

- Електропривід: Makita 9069
- Напруга: 220 В
- Частота обертання: 6600 об/хв
- Потужність: 2,1 кВт
- Вага: 12 кг
- Орієнтовна вартість: 650 USD

Використання шліфувальних кругів та фрез (рис. 2.3)



Рис. 2.3. Загальний вигляд профільних фрез

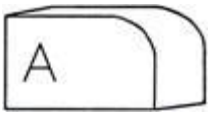
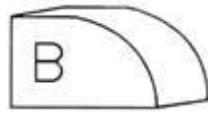
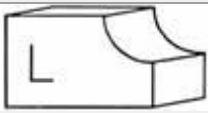
Для забезпечення якісної обробки рекомендується використовувати шліфувальні круги наступних типів (табл.2.2):

- 1A1 (d20:d400) — для циліндричного та плоского шліфування;
- 14EE1X (d100:d150) — для профільного шліфування твердосплавних деталей;
- 1FF1 (d100:d150) — для шліфування фасонних поверхонь;
- 1EE1 (d100:d150) — для доведення складних профільних поверхонь.

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1.

Характеристика фрез та профілей

УКРАЇНА		ДІАМАСТЕР		
Профіль	Товщина матеріалу	№1 (зерно 30/40)		Товщина матеріалу
	30			20 30 40
	20 30			20 30 40
	20 30			20 30 40
	20 30			20 30 40
	20 30			20 30 40
	20 30			20 30 40
	20 30			20 30 40
	30			
	30			

Ці інструменти сумісні з кромкошліфувальними машинами "MASTER 2800", "MASTER 3500", "SECTOR E-1V", "AUCTOR", "SECO 2200" та іншими. Вони дозволяють ефективно обробляти кромки без застосування трафаретів, завдяки спеціальній конструкції з обмежувальним кільцем.

Рекомендовані режими роботи:

- Середня швидкість обертання фрез: 18...22 м/с
- Швидкість подачі:
 - при чорновому шліфуванні: 0,15...0,25 м/хв
 - при напівчистовому шліфуванні: 0,10...0,12 м/хв
- Глибина зняття шару:
 - для граніту: 2...3 мм
 - для мармуру: 20...40 мм

Вимоги безпеки при роботі з фасонними фрезами:

- Заборонено працювати без охолоджувальної рідини;
- Заборонено удари по діамантовому шару та корпусу фрези;
- Заборонено обробку тріснутих заготовок та виробів з гострими незашліфованими кутами;
- Необхідно забезпечити стабільну подачу без перевантажень.

Впровадження ручних шліфувальних і кромкошліфувальних машин типу Forma-G05 дає змогу значно вдосконалити виробничі процеси, підвищити якість обробки, а також забезпечити універсальність та мобільність при виконанні складних технологічних завдань. Техніка такого типу є доцільною інвестицією в розвиток каменеобробного напрямку діяльності ФОП "Чудовський С.Б."

2.7. Заклучні операції та зберігання виробів

На підприємстві ФОП "Чудовський С.Б." для оцінки якості розпиляних дощок, плит та інших заготовок, а також для виявлення можливих дефектів, застосовуються базові вимірювальні інструменти, що дозволяють

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечити високу точність і якість кінцевого виробу.

Оцінка якості та дефектів

Для вимірювання лінійних розмірів дощок та інших заготовок використовуються металеві лінійки або рулетки, з точністю вимірювання до 1 мм. Для більш детального визначення товщини плит, їх неоднорідності, а також для оцінки різних дефектів, таких як клини, застосовуються штангенциркулі. У деяких випадках використовуються спеціальні товщиноміри, що дозволяють вимірювати товщину з більшою точністю.

Щоб оцінити можливу неплоскостність поверхні плит, її перевіряють за допомогою сталеві лінійки, яку прикладають ребром по периметру та діагоналях плити. Після цього вимірюють зазори під лінійкою, використовуючи щупи або калібрувальні пластини для досягнення точності в результатах.

Для вимірювання глибини надрізів, борозен і відколів на плитах використовуються глибиноміри або штангенциркулі, що дозволяють оцінити ці дефекти з точністю до 1 мм, що є критично важливим для забезпечення якості архітектурних і ритуальних виробів.

Зберігання та умови збереження виробів

Ритуальні плити та архітектурно-будівельні вироби зберігаються на підприємстві ФОП "Чудовський С.Б." або на складах споживача в спеціально обладнаних приміщеннях або під навісами. При цьому важливо забезпечити належний **дренаж** на майданчиках для зберігання, що дозволяє уникнути накопичення вологи і запобігає можливому руйнуванню матеріалів через вплив зовнішніх факторів. Дренажні канавки повинні бути влаштовані відповідно до вимог, щоб вода не накопичувалася на поверхні, що може спричинити деформацію або пошкодження плит.

Вироби, що зберігаються без тари, повинні бути розміщені на дерев'яних прокладках у вертикальному положенні, причому лицьові поверхні плит повинні бути орієнтовані один до одного. Між полірованими

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

плитами обов'язково слід прокладати паперові або дерев'яні прокладки, або стружку, щоб уникнути подряпин та інших механічних пошкоджень під час зберігання.

Ідентифікація виробів

Для забезпечення належної ідентифікації продукції на поверхні кожного виробу наноситься спеціальна інформація. На елементах пам'ятника, в місцях з'єднань, незмивною фарбою наноситься інформація, що включає:

- Номер замовлення;
- Варіант виробу;
- Рік виготовлення.

Це дозволяє легко ідентифікувати виріб у процесі виготовлення та під час транспортування, а також надає додаткову гарантію якості та контроль за кожним етапом виробничого процесу.

2.8. Експлуатація та ремонт обладнання

Підприємство ФОП "Чудовський С.Б." має власну механічну ремонтну майстерню, яка оснащена сучасним обладнанням, необхідним для виконання всіх видів робіт, пов'язаних з технічним обслуговуванням та ремонтом машин і механізмів, що використовуються на підприємстві. Майстерня виконує важливу роль у підтриманні безперебійної роботи обладнання та збереженні його ефективності на кожному етапі виробничого процесу.

Основні функції майстерні

Механічна майстерня підприємства займається:

- Технічним обслуговуванням та ремонтом машин камінеобробного обладнання.
- Обслуговуванням та ремонтом транспорту, що використовується для перевезення матеріалів, а також для виконання логістичних операцій.
- Модернізацією обладнання, відповідно до змінюваних вимог і

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стандартів, що зазначаються у експлуатаційній документації заводу-виробника, для забезпечення більшої продуктивності та тривалості служби техніки.

Процес приймання після ремонту та технічного обслуговування

Після завершення будь-яких ремонтних робіт або технічного обслуговування, кожна машина проходить процес приймання. Це включає не лише перевірку функціональності, а й оцінку зовнішнього вигляду та ефективності роботи обладнання. Процедура приймання передбачає наступні етапи:

- **Огляд та випробування:** Після ремонту або обслуговування проводиться зовнішній огляд і тестування обладнання для перевірки його працездатності.
- **Залучення відповідальних осіб:** Приймання здійснюється працівником, який безпосередньо працює з цим обладнанням, таким як фрезерувальник або шліфувальник-полірувальник. Також обов'язково присутність механіка цеху, який відповідає за загальну технічну справність і стандарти роботи.
- **Документування приймання:** Після завершення перевірки приймання робіт оформляється відповідним записом у журналі технічного обслуговування. Цей журнал містить дані про обсяг та терміни виконаних робіт, а також підписи відповідальних осіб, які здійснили задачу і приймання робіт. Окрім цього, проводиться реєстрація у журналі обліку несправностей, що дозволяє забезпечити контроль за історією ремонту та обслуговування кожної одиниці обладнання.

Актуальність ефективного ремонту та обслуговування

Ефективне технічне обслуговування та ремонт обладнання є ключовими аспектами для забезпечення безперебійної роботи підприємства та збереження високої якості продукції. Своєчасне та правильне виконання ремонтних робіт дозволяє знижувати ймовірність поломок, підвищувати надійність і

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

довговічність обладнання, а також знижувати витрати на більш дорогі та масштабні ремонти або заміни.

Система регулярного технічного обслуговування також дозволяє виявляти і усувати потенційні проблеми на ранніх етапах, що сприяє більш ефективному використанню ресурсів і знижує можливі перебої у виробничому процесі.

Перспективи вдосконалення процесу

Для покращення ефективності та скорочення витрат на технічне обслуговування та ремонт, ФОП "Чудовський С.Б." може впровадити системи моніторингу стану обладнання в реальному часі. Це дозволить за допомогою датчиків та сенсорів автоматично виявляти несправності або зниження ефективності роботи верстатів, що дозволить своєчасно реагувати на потенційні проблеми до того, як вони призведуть до серйозних поломок.

Впровадження програмного забезпечення для управління обслуговуванням також може значно покращити планування і контроль за виконанням робіт, а також забезпечити збереження важливої інформації щодо кожного етапу ремонту та обслуговування для подальшого аналізу і вдосконалення процесів.

2.9. Транспорт підприємства

Склад сировини на підприємстві ФОП "Чудовський С.Б." розташований безпосередньо поруч з лісопильним цехом, що дозволяє забезпечити зручне і швидке перевантаження блоків з сировини на транспортні засоби. Блоки, що зберігаються на складі, безпосередньо перевантажуються на машинний візок, який за допомогою лебідки доставляється на склад для подальшого оброблення. Завантаження блоків на візок здійснюється за допомогою козлового крана з вантажопідйомністю 20 тонн, що дозволяє ефективно здійснювати переміщення великих і важких блоків каменю без зайвих зусиль.

Транспортування заготовок між цехами

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Процес транспортування заготовок з одного цеху до іншого, а також до складу готової продукції, є важливим етапом у виробничому циклі. Для переміщення заготовок з розпилювального цеху до кромкооблицювального цеху, а потім до шліфувально-полірувального цеху і на склад готової продукції, використовуються навантажувачі EN-501 з вантажопідйомністю 5 тонн і висотою підйому вил до 2,8 метра (табл. 2.2). Це забезпечує достатній запас потужності для ефективного транспортування великогабаритних виробів між цехами. Усього на підприємстві є два навантажувачі такого типу, що забезпечує безперебійне перевезення продукції без зупинок.

Таблиця 2.2

Технічна характеристика козлового крана 20/5 т 25 – 32 – У1.V:

Найменування	Показник
Тип крана	козловий, двохконсольний, електричний
Вантажопід'ємність	головного крюка – 20 т допоміжного крюка – 5 т
Проліт крана	20 м
Робочій виліт крюка на консолях	5,5 м
Найбільша висота підйому крюка від рівня головки підкранової рейки	10,5 м
Швидкість пересування крана	46,4 м/хв
Швидкість підйому вантажу	головного крюка – 8,9 м/хв допоміжного крюка – 18,8 м/хв
Встановлена потужність електродвигунів	84,1 кВт
Управління краном	централізоване з кабіни
Тип підкранової рейки	Р50 ГОСТ 7174-75
Вага крана	76890 кг

Використання мостових кранів

Основне виробництво підприємства потребує використання спеціалізованих підйомних механізмів для транспортування важких заготовок. Мостові крани, які мають проліт 50-60 метрів, використовуються для переміщення великих блоків та важких елементів на різних етапах виробничого процесу. Шліфувально-полірувальний цех має один мостовий кран вантажопідйомністю 5 тонн, що дозволяє виконувати маніпуляції з готовою продукцією, в той час як облицювальний цех оснащений двома

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

такими кранами, що підвищує ефективність транспортування і зменшує час на виконання операцій.

Таблиця 2.3

Технічна характеристика мостового однобалочного крана:

Найменування	Показник
Тип крана	мостовий, однобалочний, електричний
Вантажопід'ємність	5 т
Проліт крана	10,5 м
Найбільша висота підйому вантажа	6 м
Швидкість пересування крана	0,63 м/с
Встановлена потужність електродвигуна підйому	7,5 кВт
Управління краном	з управлінням з полу
Тип підкранової рейки	Р24 ГОСТ 6368-82
Вага крана	3550 кг

Транспорт для перевезення готової продукції

Для перевезення бутового каменю підприємство має два автомобілі КрАЗ-256, що призначені для транспортування важких вантажів. Ці автомобілі забезпечують перевезення великогабаритних виробів до місць реалізації або складування, що розташовані в межах Житомирської області. Крім того, для транспортування готової продукції замовникам використовуються як бортовий автомобіль КрАЗ, так і самоскид, що дозволяє виконувати доставку продукції в межах регіону з максимальним зручністю для замовників.

Таблиця 2.4

Технічна характеристика автомобіля КрАЗ - 256

Параметри	КрАЗ – 256
Колісна формула	6х4
Вантажопід'ємність, т	10
Маса (без вантажу), т	11,5
Місткість кузова, м ³	6
Максимальна швидкість руху, км/год	62
Мінімальний радіус повороту, м	10,5
Потужність двигуна, кВт	175
Витрата палива на 100 км шляху, л	60
Ширина автомобіля, м	2,65
Довжина автомобіля, м	8,2

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення внутрішнього транспортування працівників на роботу використовуються автомобілі Газель, оскільки поблизу підприємства немає маршрутних автобусів. Це забезпечує зручність для персоналу та безперебійний робочий процес.

Загалом, підприємство демонструє високий рівень організації виробничих процесів, що включають ефективне використання технічних засобів для транспортування та навантаження, що безпосередньо впливає на якість продукції та своєчасність її поставок.

2.10. Водопостачання та шламове господарство

Очисні споруди та водопостачання на підприємстві ФОП "Чудовський С.Б."

Підприємство ФОП "Чудовський С.Б." має власні очисні споруди, що включають три очисні відстійники та пульпопровід для транспортування осаду. Це дозволяє ефективно здійснювати очищення стічних вод, що є важливою складовою частиною екологічної політики підприємства.

Транспортування осаду з виробничих процесів здійснюється безнапірним способом по пульпопроводу, що складається з труб діаметром 500 мм та довжиною 130 м. Це дає змогу ефективно переміщувати осад, знижуючи ризик забруднення навколишнього середовища. В процесі транспортування осад проходить кілька стадій очищення. Спочатку вода із осадом відстоюється в трьох відстійниках, де осад осідає, а вода очищається від механічних домішок. Потім вона проходить освітлення і перекачується на водонапірну башту, що гарантує її подальше використання.

З водонапірної башти очищену технічну воду подають безпосередньо в каменеобробний цех, де використовується для охолодження верстатів. Цех оснащений системою водопостачання, що з'єднана з каменерізними та шліфувально-полірувальними верстатами через гнучкі гумові шланги високого тиску. Це забезпечує ефективну циркуляцію води та охолодження обладнання під час його роботи.

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відпрацьована вода, що містить шлам після використання в процесах обробки каменю, збирається через шламові лотки, які ведуть до шламової каналізації. Для запобігання затоплення та підтримки стабільного відведення води, ухил витоків біля обладнання та фундаментів встановлений на рівні 0,04, що забезпечує ефективне переміщення води по лотках зі швидкістю 1,5 м/с. Це дозволяє ефективно відводити стічні води та зменшувати ризик їх забруднення.

Параметри каналів та гідравлічне транспортування

Система шламової каналізації на підприємстві має оптимізовану конструкцію для забезпечення безперебійного функціонування:

- Глибина встановлення каналів — 800 мм від рівня підлоги цеху.
- Радіус лотка — 700 мм, що дозволяє ефективно транспортувати шлам і забезпечувати належну пропускну здатність.
- Мінімальний ухил каналів становить від 0,03 до 0,06, що сприяє належному руху стічних вод і запобігає їх застоюванню.

Гідравлічне транспортування пульпи від пульпозбірника до відстійника також здійснюється безнапірно, що забезпечує економічну ефективність та надійність системи.

Використання власних очисних споруд на підприємстві ФОП "Чудовський С.Б." дозволяє зменшити негативний вплив виробничих стоків на навколишнє середовище, забезпечуючи раціональне використання водних ресурсів. Система безнапірного транспортування осаду та очищення води є ефективною та екологічно безпечною, оскільки вона мінімізує використання енергетичних ресурсів і знижує витрати на обслуговування обладнання.

Розрахунок параметрів водопостачання та шламоочищення:

Розрахунок відстійника здійснено по Сніп П-31-94 “Водопостачання”

Об’єм сухого шламу, який утвориться після операцій розпилювання, окантування, шліфування і полірування.

а) після операції розпилювання:

$$V_{\text{шл.роз.}} = S_T \cdot (b_{\text{ін}} + b_z) \quad (2.43)$$

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При товщині ріжучого інструменту $b_{in} = 0,007$ м та величині зазорів $b_z = 0,002$ м, об'єм шламу складе:

$$V_{шл.роз.} = 3500 \cdot (0,007 + 0,0021) = 31,5 \text{ м}^3$$

б) після шліфування та полірування :

$$V_{ш.п..} = S_1 \cdot \sum z_i \quad (2.44)$$

При площині оброблювальної поверхні $S_1 = 3500 \text{ м}^2$ і товщині шару, що знімається $\sum z_i = 5456$ мкм, знаходимо об'єм шламу після шліфовки-поліровки:

$$V_{ш.п..} = 3500 \cdot 5456 \cdot 10^{-6} = 19,1 \text{ м}^3$$

в) після окантування, при товщині диску $b_{in} = 0,004$ м і величині зазорів $b_z = 0,002$ м та сумарній площі пропилу $S_p^{ок} = 420 \text{ м}^2$ об'єм шламу складе:

$$V_{шл.ок.} = S_p^{ок} \cdot (b_{in} + b_z) = 420 \cdot (0,004 + 0,002) = 2,5 \text{ м}^3. \quad (2.45)$$

Сумарний річний об'єм сухого шламу складе:

$$V_{шл..} = V_{шл.р.} + V_{ш.п..} + V_{шл.ок.} = 35,1 + 19,1 + 2,5 = 46,7 \text{ м}^3 \quad (2.46)$$

При глибині відстійника $h_{від} = 3,2$ м і розмірах 10×15 м його об'єм складе:

$$V_{від.} = 3,2 \cdot 10 \cdot 15 = 480 \text{ м}^3 \quad (2.47)$$

Проміжок часу після якого необхідно здійснювати очищення відстійника:

$$t_o = \frac{V_{від.}}{V_{шл.}} = \frac{480}{46,7} \cdot 0,7 \approx 7,2 \text{ роки.} \quad (2.48)$$

Підприємство ФОП "Чудовський С.Б." має добре розвинену систему очищення води та відведення стічних вод, що дозволяє не тільки забезпечити стабільну роботу виробничих процесів, але й зберегти екологічну чистоту навколишнього середовища. Впровадження додаткових систем моніторингу та автоматизації дозволить підвищити ефективність цих процесів і зменшити витрати на енергетичні ресурси та технічне обслуговування.

2.11. Електропостачання

ФОП "Чудовський С.Б." забезпечене стабільним і надійним електропостачанням завдяки наявності трансформаторних підстанцій та добре організованій мережі електропостачання. Основна мета такого підходу — забезпечити безперебійне електроживлення для виробничих процесів, що є

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

критично важливим для функціонування каменеобробного підприємства.

Система електропостачання підприємства

Електрична мережа підприємства ФОП "Чудовський С.Б." живиться від міської електромережі через трансформаторні підстанції ТП-235 та ТП-454, що подають живлення на підприємство через кабельно-повітряні та кабельні лінії. Підключення від різних трансформаторних підстанцій забезпечує надійність електропостачання і дозволяє уникнути перебоїв у разі відключення однієї з ліній чи виходу з ладу трансформаторів.

Система включає також підстанцію ТП-200, що має два вимикачі ВН-16 для більш ефективного управління електричними лініями і забезпечення безпеки. Підприємство має низку розгалужень для постачання електроенергії в різні цехи та підрозділи.

Структура електричного живлення

Підстанція ТП-210 є основною для розподілу електричної енергії на підприємстві. Від цієї підстанції електричні лінії розгалужуються на дві гілки:

1. Перша гілка живить центральну ремонтно-механічну майстерню (ЦММ), адміністративні будівлі та котельню через трансформатор №43 (650 кВ·А). Цей трансформатор подає електричну енергію на ключові об'єкти, що забезпечують функціонування виробництва та адміністративного комплексу.
2. Друга гілка живить два трансформатори:
 - **Трансформатор №1 (630 кВ·А)** забезпечує електропостачання каменерозпилювального цеху.
 - **Трансформатор №2 (630 кВ·А)** подає енергію до каменеобробного цеху.

Ці два трансформатори живлять технологічне обладнання через силові збірки С952219 та С95111612, забезпечуючи безперебійне живлення для обробки каменю та його подальшої обробки.

Аварійне знеструмлення та безпека

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У разі виникнення непередбачених ситуацій або необхідності аварійного знеструмлення, для забезпечення безпеки використовуються масляні вимикачі ВМГ-133, що запобігають виникненню електричної дуги при розмиканні ланцюга, що важливо для захисту як обладнання, так і персоналу. Крім того, система передбачає дублююче знеструмлення лінії електропередачі через вимикачі РВФ-400 та ВН-16, що дає можливість візуально контролювати стан лінії і оперативно реагувати на будь-які аварійні ситуації.

Освітлення на підприємстві

Освітлення є важливою частиною функціонування підприємства, оскільки воно забезпечує належну видимість для робітників та сприяє підвищенню ефективності виробничих процесів. В каменеобробному цеху освітлення здійснюється за допомогою ламп розжарювання та люмінесцентних ламп, що дозволяє забезпечити належну освітленість робочих місць.

Шліфувально-полірувальні верстати освітлюються ртутними лампами ДРЛ-400, що забезпечують яскраве та рівномірне освітлення робочих поверхонь, важливе для точності обробки. Для фрезерно-обрізних та шліфувально-полірувальних верстатів використовуються лампи ДРЛ-750, що дозволяє забезпечити максимальну видимість на робочих місцях, де проводиться обробка природного каменю.

Центральна ремонтно-механічна майстерня освітлюється комбінацією ламп ДРЛ-250, ЛБ-40 та ЛБ-80, що гарантує високу освітленість для виконання технічних робіт та ремонту обладнання.

Для освітлення території підприємства використовуються лампи ДРЛ-250, що дозволяють створити достатній рівень освітленості для забезпечення безпеки на відкритих майданчиках.

1. Номінальна напруга електричних мереж (кВ):

- більше 10000 В 36
- більше 1000 В 11

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- до 1000 В 0,4
- 2. Повна потужність (кВА) 1480
- 3. Максимальне активне навантаження (кВ·А) 1600
- 4. Максимальне реактивне навантаження (кВАр) 150
- 5. Кількість і потужність силових трансформаторів (шт. х кВ·А)....1 х 250

По ступеню надійності електрозабезпечення електроприймачі підприємство ФОП "Чудовський С.Б." відносяться до 3-ї категорії.

Вибір кількості і потужності трансформаторів.

Для споживання енергії прийнята система із ізольованою нейтраллю.

Потужність трансформатору визначимо за формулою:

$$S_{mp} = \frac{S_p}{P_c \cdot K_n}, \text{кВА}; \quad (2.49)$$

де $P_c = 0,95$ — к.к.д повітряної мережі;

$K_n = 1,15- 1,35$ — коефіцієнт перевантаження;

S — розрахункова потужність трансформатора, кВА.

$$S_{mp} = \frac{S_p}{P_c \cdot K_n} = \frac{1800}{0,95 \cdot 1,3} = 1457,5 \text{ кВА}.$$

Для забезпечення необхідної потужності на підприємстві використовують комплектні трансформаторні підстанції ТМ-320-10/0,4 (1 шт), ТМ-250-10/0,4 (1 шт) та ТМЗ-630-10/0,4 (2 шт) зі з'єднанням до схеми повітряної мережі.

Розрахунок дротів ПЛ і гнучких кабелів низької напруги до 0,4 кВ

Розподілення електроенергії

По втратах напруги, якщо відкинути індуктивність дротів, то

$$S = \frac{P \cdot L \cdot 100}{\gamma \cdot U\% \cdot U} = \frac{107,3 \cdot 350 \cdot 100000}{10 \cdot 400 \cdot 400} = 74,5 \text{ мм}; \quad (2.53)$$

де $U\%$ — допустима втрата напруги, В;

U_n — лінійна напруга, В;

L — довжина розрахункової ділянки, м;

γ — питома провідимість, 31,5 МОм/м;

S — площа перерізу дроту, мм².

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Враховуючи допустиму втрату напруги приймаємо дрiт для низьковольтної ПЛІ – А -95.

$$I_{\text{дл.доп}}=320>215.$$

Вибір кабелю

Для дискового розпилювального верстату 4

$$I_p = \frac{36 \cdot 1000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,8} = 68 \text{ А.}$$

Приймаємо кабель КГ 3х10+1х6 довжиною 160 м.

Для фрезерно-окантувального верстату

$$I_p = \frac{34,1 \cdot 1000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,8} = 65, \text{ А.}$$

Приймаємо кабель КГ – 3х10 + 1х6 довжиною 1700 м.

Полірувальний верстату

$$I_p = \frac{5 \cdot 1000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,8} = 9,5 \text{ А.}$$

Приймаємо кабель КРТП – 3х6+1х3 довжиною 180 м.

Електрична мережа та освітлення на підприємстві ФОП "Чудовський С.Б." забезпечують ефективну і безперебійну роботу всіх цехів і виробничих процесів. Завдяки ретельно продуманій схемі електропостачання та аварійного знеструмлення, підприємство здатне забезпечити безпеку виробничих операцій та мінімізувати можливі ризики.

Проте доцільно впровадити енергозберігаючі технології в освітленні, що дозволить знизити витрати на електроенергію, зберігаючи при цьому високу якість освітлення для робочих місць та зовнішніх територій.

					ГТТБ.ДП25.184.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

3.1. Аналіз умов праці

Розвиток новітніх прогресивних технологій у каменеобробній галузі, зокрема впровадження автоматизованих систем управління, регулювання та моніторингу, дозволяє значно покращити умови праці на підприємствах, таких як ФОП "Чудовський С.Б.". Це забезпечує високі економічні показники, підвищує безпеку та комфорт для працівників, а також мінімізує використання важкої фізичної праці та ручних робіт.

Одним із основних факторів, що визначають безпеку праці на підприємстві, є правильна організація виробничого процесу. Це включає ефективне розташування обладнання, правильно сплановане розміщення будівель та інфраструктури, належну вентиляцію, освітлення та санітарно-гігієнічні умови на робочих місцях. Важливо, що проектування каменеобробного підприємства враховує всі необхідні вимоги, як виробничі, так і санітарно-гігієнічні.

Планування виробничих площ підприємства відповідає вимогам, які включають ефективне використання території для розміщення виробничого обладнання та забезпечення належної вентиляції, освітлення та нормального відведення стічних вод. Виробничий майданчик підприємства має рівну поверхню та ухил, що сприяє ефективному відведенню поверхневих вод.

Технічне обладнання підприємства

ФОП "Чудовський С.Б." спеціалізується на виробництві продукції з природного каменю. Проектна площа підприємства складає 1,25 га. Виробничий процес включає використання висококласного обладнання для обробки каменю, зокрема:

					ГТТБ.ДП25.184.21.03.ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Студент		Чудовський А.С.			Розділ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА				Літ.	Арк.	Аркушів	
Керівник		Остафійчук Н.М.							н		1	10
К. розділу		Остафійчук Н.М.							«Житомирська політехніка», 184 «Гірництво», гр. РР-51			
Н. контр.		Башинський С.І.										
Зав. каф.		Башинський С.І.										

- Дискові верстати МКМ-2500 (діаметр пилки — 2500 мм) та МКМ-2000 (діаметр пилки — 2000 мм),
- Самоскиди КрАЗ-256Б для транспортування матеріалів,
- Верстати МП-600 для різних етапів обробки каменю,
- Полірувальні верстати типу ВШ-28 для надання виробам готової полірованої поверхні,
- Перфоратори ПП-50-В1 та інше допоміжне устаткування та верстати.

Санітарно-гігієнічні умови праці

Умови праці на підприємстві ретельно контролюються для забезпечення безпеки та комфорту працівників. Мікроклімат, рівень забруднення повітря, освітлення, вентиляція, шум та вібрація — це основні показники, які аналізуються для оцінки санітарно-гігієнічних умов. Вимірювання проводилися в зимовий період, коли температура повітря становила -3°C , а атмосферний тиск — 744 мм рт. ст.

За результатами вимірювань, на ділянці шліфування і полірування були отримані такі показники:

Температура на робочому місці: $+5^{\circ}\text{C}$ за сухим термометром, $+3^{\circ}\text{C}$ за вологим термометром, що є нижче нормального діапазону ($14-22^{\circ}\text{C}$).

Відносна вологість повітря — 72%, що є в межах норми (не більше 74%).

Вентиляція в цеху відсутня, що може призвести до накопичення пилу та зниження якості повітря.

Освітленість на робочих місцях — 162 лк, що є достатнім для ефективної роботи, хоча коефіцієнт природного освітлення (1,65%) знаходиться трохи нижче норми (1,7%).

Рівень запиленості — 0 мг/м^3 , що є відмінним показником, оскільки норма становить $2,0\text{ мг/м}^3$.

Рівень шуму на робочому місці — 74 дБ, що є безпечним, оскільки норма складає 80 дБ. Шум має переривчастий характер, що може спричиняти дискомфорт для працівників.

					ГТТБ.ДП25.184.21.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потенційні небезпеки та ризики

Незважаючи на те, що умови праці на підприємстві в цілому відповідають санітарним вимогам, існують потенційні ризики, пов'язані з експлуатацією технічного обладнання:

Крани та вантажопідйомне обладнання: нещасні випадки можуть статися через неправильне стропування вантажу, перебування працівників під вантажем або в радіусі обертання платформи крана.

Стиснене мастило: існує ризик розриву шлангів, що подають мастило до полірувальних машин, що може призвести до травмування працівників через потік стисненого мастила.

Самоскиди: нещасні випадки можуть виникати через порушення правил підготовки до завантаження, а також через зіткнення з іншою технікою або поганий стан кар'єрних доріг.

Висновок та рекомендації

Для покращення умов праці на підприємстві ФОП "Чудовський С.Б." необхідно:

Встановити додаткову вентиляцію в цехах для покращення якості повітря та зниження рівня пилу.

Підвищити рівень природного освітлення через покращення орієнтації вікон та використання ефективних джерел світла.

Провести додаткові навчання працівників з безпеки, особливо щодо експлуатації вантажопідйомного обладнання та роботи з стисненим мастилом.

Оновити технічне обладнання для зменшення ризику травм та покращення ефективності виробництва.

Такий комплексний підхід до аналізу та покращення умов праці дозволить зменшити кількість нещасних випадків і забезпечити здорові та безпечні умови для працівників.

					ГТТБ.ДП25.184.21.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Заходи з охорони праці

Безпека праці при експлуатації каменеобробних машин та механізмів

Дотримання належних умов охорони праці є ключовим аспектом при експлуатації каменеобробних верстатів на підприємстві ФОП "Чудовський С.Б.". Важливо, щоб конструкція цих верстатів була спроектована таким чином, щоб максимально забезпечувати санітарно-гігієнічні умови праці для робітників. У процесі роботи каменеобробні верстати повинні відповідати нормам, що регулюють рівень виробничого шуму, вміст шкідливого пилу в повітрі, вібрацію та освітленість робочих місць.

Контроль пилу та його мінімізація

Одним із головних факторів для забезпечення здоров'я працівників є контроль пилу під час роботи каменеобробних верстатів. Найефективнішим методом для зниження пилу є **водяне зрошення**, яке здатне погасити до 60-70% пилу за допомогою води під високим тиском (до 25 кг/см²). Водяно-повітряне очищення також застосовується, однак його ефективність дещо нижча. Важливо зазначити, що зрошення є більш ефективним, оскільки вода не тільки змочує частинки пилу, але й сприяє їх коагуляції, що знижує забруднення повітря на робочих місцях.

Шум і його вплив на здоров'я працівників

Шум, що виникає при роботі каменеобробних машин, є ще одним фактором, який потребує особливої уваги. Найбільше шуму створюють фрезерні верстати, відбійні молотки і термомолоти, що можуть викликати серйозні проблеми зі слухом, втомою, зниженою концентрацією уваги та сприйняттям сигналів, що може призвести до підвищеного ризику травматизму.

Для оцінки рівня шуму використовуються **шумоміри** та **частотні аналізатори**, що допомагають визначити рівень виробничого шуму в робочих зонах. Оцінка рівня шуму проводиться на висоті 1,5 м від підлоги на відстані 1 м від джерела шуму. За результатами вимірів на підприємстві ФОП

					ГТТБ.ДП25.184.21.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

"Чудовський С.Б." рівень шуму в робочих зонах становить 74 дБ, що відповідає нормі для багатьох виробничих умов, але варто звернути увагу на необхідність додаткового захисту для працівників.

Щоб знизити негативний вплив шуму на здоров'я працівників, рекомендується забезпечити їх **навушниками** або іншими засобами індивідуального захисту, що зменшують вплив небезпечних шумових рівнів.

Вібрація та її вплив на працівників

Вібрація є ще одним критичним фактором, що може суттєво вплинути на здоров'я працівників. Вібрація від каменеобробних машин визначається віброшвидкістю і силою тиску на машину. Вона залежить від типу верстата та його конструктивних особливостей, зокрема, від ваги машини та сили, яку прикладає оператор під час роботи. Для зменшення шкідливого впливу вібрації, необхідно проводити регулярну перевірку обладнання на справність, а також забезпечити працівників відповідними **віброізолюючими рукавичками** та іншими засобами захисту.

Оцінка вібрації здійснюється за спектром коливальної швидкості в діапазоні частот від 11 до 2800 Гц, і для кожної октавної смуги встановлюються гранично допустимі значення віброшвидкості. Згідно з санітарними нормами, сила тиску рук оператора на ручну полірувальну машину не повинна перевищувати 20 кг, а вага вібраційної машини — 10 кг.

Освітленість робочих місць

Належне освітлення робочих місць є важливим чинником для забезпечення безпеки праці та якості виконуваних робіт. Особливо це стосується вечірніх змін, коли природне освітлення вже не забезпечує необхідного рівня видимості. Для контролю за рівнем освітленості на підприємстві використовуються люксметри, що дозволяють виміряти освітленість робочих місць у люксах. Рівень освітленості перевіряється майстрами та інженерами з охорони праці, і в разі потреби вказується на необхідність заміни ламп або установки додаткових освітлювальних приладів.

					ГТТБ.ДП25.184.21.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підсумки та рекомендації

Для подальшого поліпшення умов праці на підприємстві ФОП "Чудовський С.Б." необхідно:

1. Впровадити більш ефективні методи зниження пилу, зокрема, розширити використання водяного зрошення для гасіння пилу.
2. Забезпечити захист від шуму через встановлення додаткових шумозахисних бар'єрів або удосконалення технологічних процесів.
3. Проводити регулярну перевірку вібраційних характеристик обладнання та впровадити використання антивібраційних засобів для працівників.
4. Поліпшити освітлення в робочих зонах, особливо в тих місцях, де проводяться роботи у вечірній час.

Забезпечення цих заходів сприятиме зниженню рівня виробничих ризиків, поліпшенню здоров'я працівників та підвищенню загальної ефективності виробничого процесу.

Електробезпека на підприємстві

На підприємстві ФОП "Чудовський С.Б." використовуються електричні мережі напругою 220-380 В з заземленою нейтраллю, що є основним заходом для запобігання ураженню людей електричним струмом при пошкодженні проводки або короткого замикання ("пробою на корпус"). Для забезпечення надійної роботи електроустановок опір заземлюючих пристроїв, до яких приєднані нейтралі трансформаторів чи генераторів, не повинен бути більшим за 4 Ом. Повторне занулення електричної мережі повинно мати опір не більше 10 Ом, що забезпечує максимальний рівень безпеки для персоналу та запобігає можливим електричним ударам.

Щодо підвішування проводів освітлювальної мережі та встановлення світильників на опорах контактної мережі постійного струму, напругою що не перевищує 1650 В, існують чіткі вимоги безпеки. Відстань між контактним проводом та проводом освітлення повинна бути не менше 1,6 м, а відстань до опори в горизонтальній площині — не менше 1,1 м. Також, під час заміни

					ГТБ.ДП25.184.21.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

освітлювальної мережі, що підвішена на опорах контактної мережі, необхідно знімати напругу з контактної мережі для забезпечення безпеки працівників. Під час ремонту освітлювальної мережі чи ліхтарів також необхідно зняти напругу із освітлювальної мережі, що мінімізує ризик ураження електричним струмом.

Протипожежний захист

Пожежна небезпека в каменеобробній галузі є однією з основних проблем, оскільки неправильне виконання вогневих і зварювальних робіт, порушення експлуатації нагрівальних печей та електричних мереж можуть призвести до загорянь. Основними причинами пожеж є також несправність чи відсутність на окремих об'єктах систем блискавкозахисту, проведення вибухових робіт, недоліки будівельних конструкцій, а також порушення правил використання відкритого вогню.

Для забезпечення пожежної безпеки на підприємстві створена система активного протипожежного захисту, що включає організаційні заходи та використання технічних засобів для виявлення і гасіння пожеж, а також для запобігання шкідливим впливам на працівників. Це також включає обмеження матеріальних збитків, що можуть виникнути внаслідок пожежі.

Запобігання пожежам та ефективне їх гасіння досягається завдяки комплексним організаційним, технічним, будівельно-конструктивним і режимним заходам. Ці заходи повинні повністю виключити можливість виникнення іскор та полум'я та забезпечити максимальну безпеку на підприємстві. Важливим аспектом є також забезпечення безпечної взаємодії нагрітих частин обладнання із горючими матеріалами, що здатні викликати загоряння.

Пропозиції для поліпшення умов праці

Для підвищення безпеки та зручності праці на підприємстві, проект пропонує комплексні заходи, які включають:

1. Реконструкція огорожувальних пристроїв на каменерізних верстатах

					ГТТБ.ДП25.184.21.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для запобігання травмам та забезпечення безпеки працівників.
- 2. Оснащення каменерозпилювальних верстатів додатковими блокувальними пристроями — для підвищення рівня безпеки під час роботи з обладнанням.
- 3. Реконструкція системи опалення в центральному каменеобробному комплексі — для приведення температурного режиму до необхідних норм і створення комфортних умов праці в зимовий період.
- 4. Облаштування майданчика для встановлення насосну для глибинної подачі технічної води — для забезпечення ефективного водопостачання та зниження ризику пожеж.
- 5. Підвищення штучного освітлення на робочих місцях в центральному складському секторі до 75 люкс — для забезпечення належної видимості на робочих місцях, що знижує ризики нещасних випадків та підвищує ефективність праці.

Ці заходи сприятимуть покращенню загальних умов праці на підприємстві, підвищенню рівня безпеки та створенню комфортних умов для працівників. Крім того, вони сприятимуть зниженню ймовірності виникнення аварійних ситуацій та нещасних випадків на виробництві, що в свою чергу позитивно вплине на ефективність роботи підприємства в цілому.

3.3 Правила техніки безпеки при експлуатації машин і механізмів

Правила безпеки при розпилюванні блоків

Переміщення візків. Візки, що використовуються для переміщення блоків, повинні переміщатися механічно, і швидкість їх руху не повинна перевищувати 15 м/хв. Переміщення супроводжують звуковим сигналом для попередження працівників про рух візка.

Гальмівна система. Візки верстатів повинні бути оснащені ефективною гальмівною системою, що запобігає їх несанкціонованому руху, забезпечуючи безпеку під час роботи та переміщення блоків.

					ГТТБ.ДП25.184.21.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фіксація блоків. Блоки, що встановлюються на візок, повинні бути жорстко зафіксовані. Під час комплектування вставок блоки фіксують таким чином, щоб виключити можливість їх зміщення чи зсув відносно один одного, що допомагає уникнути небезпеки травмування та ушкодження.

Огородження та автоматичне відключення. Металеві сітчасті огороження панелі приводу пильної рами повинні бути оснащені спусковим механізмом. Це забезпечує автоматичне зупинення верстата, якщо огороження знято або встановлено неправильно, що значно підвищує безпеку.

Панель управління верстатом. Панель управління повинна бути розташована поза захисними кожухами верстату та в місці, зручному для обслуговування і огляду всіх рухомих частин. Це дозволяє оператору легко контролювати робочі процеси та оперативно реагувати на неполадки.

Ріжучий диск. Ріжучий диск алмазних окантувальних верстатів повинен бути закритий міцним металевим кожухом із регульованим отвором для ріжучого інструменту. Заборонено використовувати відрізки з тріщинами або дефектами в корпусі, оскільки це може призвести до нещасних випадків або поломки верстата.

Правила безпеки при експлуатації шліфувальних та полірувальних машин

Захист від бризок. Столи шліфувальних та полірувальних верстатів повинні бути оснащені бортиками висотою не менше 25 см, які захищають від бризок води, абразиву й частинок оброблюваного каменю. Це значно знижує ризик травм і забруднення робочих місць.

Блокувальні пристрої. Шліфувально-полірувальні верстати повинні бути обладнані блокувальними пристроями, що забезпечують автоматичне відключення верстату в разі зупинки обертання шліфувальної головки, пошкодження заготовки каменю, що оброблюють, або робочого інструменту. Це дозволяє оперативно припинити роботу верстата при виникненні аварійної

					ГТТБ.ДП25.184.21.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ситуації.

Вимоги до верстатів кривошипно-шатунного типу:

Заміна шліфувальних кругів. Заміна шліфувальних кругів повинна проводитися виключно за допомогою спеціальних інструментів, що забезпечує безпеку працівника під час обслуговування верстатів.

Шліфування дрібних деталей. При поліруванні та шліфуванні дрібних деталей необхідно використовувати спеціальні пристосування та оправки, щоб запобігти травмуванню рук працівника. Для обробки середніх і великих деталей працівники повинні носити бавовняні рукавички, що захищають від механічних пошкоджень.

Вибір шліфувальних кругів. Шліфувальні круги, диски і головки із керамічною й бакелітовою зв'язкою повинні підбиратися в залежності від частоти обертання шпинделя і типу верстата. Це важливо для забезпечення стабільної роботи і запобігання аварійним ситуаціям.

Захист при роботі з відкритими шліфувальними головками. Для верстатів, на яких шліфувальні головки не мають захисних кожухів, необхідно використовувати захисні щитки й окуляри. Це дозволить працівникам уникнути пошкоджень очей та шкіри від летючих частинок і абразивних матеріалів.

Аналіз та рекомендації

З огляду на вищезазначене, підприємство ФОП "Чудовський С.Б." повинно регулярно проводити технічне обслуговування та перевірку безпеки обладнання, а також здійснювати навчання персоналу з охорони праці та безпеки. Важливо забезпечити робочі місця необхідними засобами захисту, такими як навушники, захисні рукавички, щитки і окуляри, для мінімізації ризиків від шуму, вібрації та механічних пошкоджень. Крім того, слід оновлювати захисні системи і забезпечити належну вентиляцію та освітлення на робочих місцях для покращення умов праці та зниження шкідливого впливу виробничих факторів на здоров'я працівників.

					ГТТБ.ДП25.184.21.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Заходи безпеки при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт

Вантажно-розвантажувальні роботи на підприємстві ФОП "Чудовський С.Б." залишаються одними з найбільш травмонебезпечних та трудомістких процесів у галузі обробки природного каменю. Цей вид робіт вимагає високої уваги до деталей та суворого дотримання заходів безпеки, оскільки помилки у організації праці, недотримання технічних вимог та неправильне використання вантажопідіймальних машин можуть призвести до серйозних травм або навіть летальних випадків.

Незадовільна організація вантажно-розвантажувальних робіт, порушення вимог безпеки при укладанні, пакетуванні, штабелюванні вантажів, а також неправильне застосування вантажопідіймальних машин і транспортних засобів — основні чинники, що підвищують ризик травматизму. Саме тому забезпечення безпеки при виконанні цих робіт потребує комплексного підходу, включаючи належну підготовку робочих майданчиків та ретельне планування.

Підготовка майданчиків і робочих зон

Підготовка території для вантажно-розвантажувальних робіт є важливою складовою для забезпечення безпеки. Всі майданчики для вантажно-розвантажувальних робіт діляться на два основних типи:

- **Основні (постійні) майданчики**, де здійснюється основна діяльність підприємства.
- **Тимчасові майданчики** для зберігання вантажів на будівельних майданчиках.

На цих майданчиках важливо передбачити оптимальне розташування транспортних засобів, що здійснюють завантаження та розвантаження. Вибір між боковим, торцевим похилим або паралельним розташуванням залежить від умов конкретного майданчика і типу вантажу, що транспортується. Це дозволяє забезпечити максимальну безпеку і ефективність процесів.

					ГТТБ.ДП25.184.21.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У межах майданчиків також встановлюються дорожні знаки, що регулюють рух транспортних засобів, наприклад: "Вїзд", "Виїзд", "Поворот", що забезпечує безпечний рух на території підприємства.

Класифікація вантажів і вимоги до їх обробки

Безпека вантажно-розвантажувальних робіт залежить від фізичних, хімічних і механічних властивостей вантажу. Для ефективного виконання цих робіт необхідно враховувати не тільки розміри вантажів, але й способи їх пакування, ув'язки і транспортування.

Також важливо враховувати **ступінь небезпеки** при навантаженні та розвантаженні вантажів.

Кожен вантаж має маркування, що дозволяє визначити методи його складування, зберігання та транспортування, а також безпечні способи виконання вантажно-розвантажувальних операцій.

Огляд безпеки вантажопідіймальних машин і механізмів

Для забезпечення безпеки при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт важливо правильно обирати вантажопідіймальні механізми, транспортні засоби та пристосування. Усі механізми повинні бути справними і відповідати вимогам безпеки, щоб запобігти аварійним ситуаціям. Вибір вантажопідіймних пристроїв залежить від типу вантажу, його ваги та особливостей обробки.

Правильне складування вантажів є основою безпеки на робочому місці. Для цього між штабелями повинні бути залишені проходи не менше 1 метра в ширину. Це дозволяє забезпечити зручний доступ до вантажів і запобігти можливості їх падіння або несанкціонованого переміщення.

Медичні огляди та підготовка працівників

Працівники, що займаються вантажно-розвантажувальними роботами, зобов'язані проходити попередні та періодичні медичні огляди відповідно до чинного законодавства. Особливо важливо, щоб особи, які працюють з небезпечними або особливо небезпечними вантажами, проходили **спеціальне**

					ГТТБ.ДП25.184.21.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навчання з наступною атестацією. Це дозволяє знизити ризик нещасних випадків і покращити загальну безпеку праці.

Висновки та рекомендації

Для зниження рівня травматизму та підвищення ефективності вантажно-розвантажувальних робіт на підприємстві ФОП "Чудовський С.Б." рекомендується:

1. Провести **оснащення майданчиків** знаками безпеки та визначити чітке місце для кожного етапу робіт.
2. Забезпечити використання **відповідних вантажопідйомних пристроїв** в залежності від типу вантажу.
3. Встановити **належні проходи між штабелями** для забезпечення зручного і безпечного доступу до вантажів.
4. Проводити **постійне навчання працівників** та атестацію щодо роботи з небезпечними вантажами.
5. Здійснювати регулярні **медичні огляди** працівників, що займаються фізично важкими або небезпечними роботами.

Виконання цих заходів дозволить підвищити рівень безпеки на підприємстві, знизити кількість нещасних випадків та сприяти оптимізації виробничих процесів.

3.5. Охорона природного середовища

Використання водних ресурсів на підприємстві ФОП "Чудовський С.Б."

Одним з основних природних ресурсів, які використовуються на підприємстві ФОП "Чудовський С.Б.", є водний ресурс. Раціональне використання води є важливою складовою частиною екологічної стратегії підприємства, оскільки правильне нормування водовикористання та скиду стічних вод є основним заходом для охорони водних ресурсів і запобігання забрудненню навколишнього середовища. Для забезпечення ефективного

					ГТТБ.ДП25.184.21.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використання води на підприємстві застосовується система зворотного водопостачання, яка сприяє зниженню споживання води та забезпечує ефективну утилізацію шламу.

Система зворотного водопостачання

Система зворотного водопостачання є важливим елементом для раціонального використання водних ресурсів, оскільки вона дозволяє використовувати воду кілька разів у виробничому процесі, зменшуючи потребу в нових постачаннях води. Завдяки цій системі, стічні води проходять ефективне очищення і можуть бути використані знову для технічних цілей, таких як розпилювання, фрезерування, обрізка та шліфування природного каменю, а також для гідроочищення приміщень і миття шламу.

Норма водовикористання та водовідведення для каменеобробного підприємства наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Підвищені норми споживання води та відведення стічних вод для каменеобробного підприємства ФОП "Чудовський С.Б."

	Норми використання підприємством водних ресурсів на 1000 м ²	Каменеобробне підприємство (на 4840 м ²)
Система водопостачання	оборотна	оборотна
Середньорічна витрата води, м ³ : оборотної, яку послідовно використовують	2480	12003,2
Свіжої з джерела	95	459,8
В тому числі: технічної	69	333,96
питної для виробничих цілей	16	77,44
те ж, для господарчо- побутових потреб	10	48,4
Середньорічна кількість стічних вод, м ³ , що випускаються у водойму	21	101,64
В тому числі, що належать очищенню виробничих	2	9,68
побутових	11	53,24
Що не потребують очищення	8	38,72
Безповоротне користування та витрати води	74	358,16

					ГТТБ.ДП25.184.21.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати води та кількість стічних вод визначаються за допомогою наступної формули:

Річне споживання води:

$$W = N \cdot Q \quad (3.1)$$

де:

- N — річний обсяг виробництва, який збільшено до 4840 м²;
- Q — середньорічна збільшена норма витрат води на 1000 м², яка складає 2480 м³/м² або 2,84 на 1 м².

Обчислення:

$$W = 2,48 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot 4840 = 12003 \text{ м}^3.$$

Отже, середньорічне споживання води на підприємстві після збільшення обсягу виробництва становить 12003 м³.

Характеристики стічних вод

Стічні води, що утворюються на підприємстві після миття машини зарядної та розпилювальних механізмів, підлягають механічному очищенню перед скиданням в каналізацію господарсько-побутових стоків. Для цього стічні води проходять через **брудовідстійник** з бензوماстиловловлювачем, що дозволяє видаляти шкідливі домішки та забезпечити чистоту води перед її випуском у каналізаційну мережу.

Параметри якості води, що використовуються на підприємстві для технологічних процесів, включають такі показники:

- Температура — до 40°C;
- Зважені речовини — від 50 до 2000 мг/л;
- Ефіророзчинні речовини — до 20 мг/л;
- Запах — 3 бали;
- pH — 6,5-8,5;
- Загальна твердість — до 5 мг-екв/л;
- Сухий залишок — 1500 мг/л;

					ГТТБ.ДП25.184.21.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Fe^{3+} (залізо) — до 1 мг/л.

Ці показники дозволяють забезпечити відповідний рівень якості води для технічних потреб і гідроочищення приміщень, одночасно не забруднюючи навколишнє середовище.

Таблиця 3.2

Характеристика стічних вод

Показники	До очищення	Після очищення
Зважені речовини, мг/л	41000	19-31
РН	7,7-8,6	7,1-8,4
Твердість, мг-екв/л:		
Загальна	4,6-18,27	5-7
Карбонатна	1,1-3,16	1,5-2
HCO_3 , мг/л	29-178	до 152
Cl^-	20-1378	до 351
SO_4	155-527	до 505
Ca^{2+}	47-126	48-127
Mg^{2+}	5,6-18	5,6-18
$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	4-43	4-43

Система оборотного водопостачання та її ефективність

Система оборотного водопостачання підприємства має відкриті басейни з оборотною водою, які огорожені периметральними бар'єрами висотою не менше 1 м. Це забезпечує безпеку для працівників, мінімізуючи ризик нещасних випадків. Висота бортиків біля підлоги становить не менше 0,15 м, а додаткові планки встановлюються на висоті 0,5 м для забезпечення додаткового захисту.

Також важливо зазначити, що на підприємстві майданчики для зберігання блоків мають ухил 5° для забезпечення відведення води з поверхні та уникнення утворення вибоїн, що може зашкодити безпеці руху та обробці каменю.

					ГТТБ.ДП25.184.21.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні аспекти вантажно-розвантажувальних робіт

Усі роботи з навантаження та розвантаження блоків і готової продукції вагою понад 50 кг механізуються за допомогою спеціальних кранів, лебідок та навантажувачів, що знижує фізичне навантаження на працівників і мінімізує ризик травм. Територія підприємства знаходиться в задовільному стані, а вільні ділянки мають клумби та зелені насадження, що не тільки покращує естетичний вигляд, а й сприяє екологічному благополуччю підприємства.

Управління відходами

Відходи, що утворюються під час виробництва, спочатку зберігаються в окремих ваннах для збору шламу, а потім транспортуються за допомогою навантажувачів до місця складування на прилеглу територію. Це дозволяє забезпечити належну організацію збору відходів і запобігти забрудненню навколишнього середовища.

Висновки та рекомендації

Раціональне використання водних ресурсів та ефективне управління стічними водами є важливими аспектами для підприємства ФОП "Чудовський С.Б." Впровадження системи зворотного водопостачання дозволяє зменшити витрати води та знизити екологічне навантаження на навколишнє середовище. Для подальшого покращення екологічної безпеки підприємству слід:

1. Підвищити ефективність очищення стічних вод, впроваджуючи новітні методи очищення.
2. Проводити регулярні перевірки водоочисних систем та своєчасно проводити технічне обслуговування.
3. Оптимізувати систему збору та утилізації відходів для зменшення їх впливу на навколишнє середовище.

Ці заходи сприятимуть підвищенню екологічної безпеки підприємства, покращенню його ефективності та сприятимуть зниженню ризиків для здоров'я працівників.

					ГТТБ.ДП25.184.21.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

4.1. Розрахунок чисельності робочого персоналу

Розрахунок робочого часу, визначення доцільності суміщення професій та формування оптимальної технологічної чисельності основних робітників здійснюється на основі прийнятого режиму експлуатації технологічного обладнання у виробничих корпусах підприємства. При цьому враховуються обсяги запланованого виробництва, тривалість робочої зміни, коефіцієнти змінності, а також рівень механізації та автоматизації виробничих процесів.

Особливу увагу приділено раціональному розподілу трудових ресурсів з урахуванням можливостей суміщення професій. Це дозволяє ефективно використовувати робочий час, зменшити чисельність допоміжного персоналу та підвищити продуктивність праці без втрати якості виконання робіт.

Розрахункові дані щодо необхідної чисельності основних робітників, з урахуванням прийнятого режиму роботи, тривалості операцій та коефіцієнта змінності, наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Розрахункова таблиця кількості робітників підприємства

Професія або виконувана робота	Розряд робочого	Тарифна ставка грн./год	Кількість людино-змін на одиницю обладнання	Кількість даних верстатів або обладнання	Кількість чоловік на даному типі обладнання
Каменерозпилювач	IV	128,15	2	3	6
Шліфовщик-полірувальник	III	128,15	3	2	6
Фрезерувальник по каменю	III	128,15	3	1	3
Водій	IV	125,18	1	1	1

					ГТТБ.ДП25.184.21.04.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент		Чудовський А.С.			Розділ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ		
Керівник		Остафійчук Н.М.					
К. розділу		Остафійчук Н.М.					
Н. контр.		Башинський С.І.					
Зав. каф.		Башинський С.І.					
						Літ.	Арк.
						Н	Аркушів
						1	11
						«Житомирська політехніка», 184 «Гірництво», гр. РР-51	

4.1. Розрахунок чисельності працюючих

Загальна чисельність персоналу, залученого до виконання виробничих завдань, становить 20 осіб. До цього складу входять основні робітники, працівники, що обслуговують допоміжні операції, а також інженерно-технічні працівники.

На виконанні основних технологічних операцій задіяно 16 робітників, які розподіляються за функціональними групами наступним чином:

- 6 працівників – на первинних операціях;
- ще 6 працівників – на проміжних або технологічно складних етапах;
- 3 працівники – на завершальних операціях;
- 1 працівник – на операціях контролю або специфічного технологічного вузла.

Такий розподіл забезпечує повне охоплення усіх критичних ділянок виробничого процесу та сприяє безперервності технологічного циклу. Крім того, він дозволяє оперативно реагувати на зміни у виробничому навантаженні.

На допоміжних операціях (логістика, обслуговування обладнання, прибирання робочих зон тощо) працює 2 працівники, що становить приблизно 10% від кількості основних робітників. Такий відсоток відповідає нормативним показникам для невеликих і середніх підприємств, де значна частка функцій автоматизована або виконується основними працівниками у межах суміщення посад.

Інженерно-технічний персонал представлений двома фахівцями. Їх частка у загальній структурі кадрів становить 8–11%, що відповідає рекомендованим пропорціям для керування та контролю виробничого процесу, організації технічного обслуговування обладнання, забезпечення якості продукції та дотримання техніки безпеки.

Таким чином, чисельність персоналу сформована з урахуванням виробничих потреб, рівня автоматизації, складності технологічних процесів та

					ГТТБ.ДП25.184.21.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідності контролю якості на кожному етапі виробництва. Подібна структура дозволяє забезпечити ефективну роботу підприємства при збереженні оптимального балансу між трудовими ресурсами та виробничим навантаженням.

Річний фонд зарплат:

1. Річний фонд зарплати для основного складу працівників:

$$З_{\text{осн}} = N \cdot T_c \cdot \sum K_i \cdot t_i$$

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

$T_c = 8$ годин – тривалість зміни;

K_i – кількість основних працівників з урахуванням їх розряду, чол.;

t_i – встановлена тарифна ставка, що відповідає розряду робітника, грн/год;

$$З_{\text{осн}} = 261 \cdot 8 \cdot (128,15 \cdot 3 + 125,18 \cdot 3 + 125,18 \cdot 6 + 128,15 \cdot 1) = 3422691 \text{ грн.}$$

2. Для робітників, що зайняті на основних операціях, ми визначаємо додаткову заробітну плату в діапазоні від 18 до 25 відсотків від їх основної зарплати:

$$З_{\text{д.осн}} = 0,2 \cdot З_{\text{осн}} = 0,2 \cdot 3422691 = 684538 \text{ грн.}$$

3. Сумарна виплата зарплати працівникам, задіяним у основних операціях, складатиме:

$$З_{\text{осн.р}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{д.осн}} = 3422691 + 684538 = 4107229 \text{ грн.}$$

4. При тарифній ставці на рівні III розряду, річний фонд зарплати робітників, які зайняті на допоміжних операціях, складатиме:

$$З_{\text{доп}} = N \cdot T_c \cdot K_{\text{доп}} \cdot t_{\text{III}}$$

$$З_{\text{доп}} = 261 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 111,38 = 232561 \text{ грн.}$$

7. Зарплату ІТП і службовців встановлюємо в межах 25% фонду зарплати робітників, що зайняті на основних операціях:

$$З_{\text{ІТР}} = 0,25 \cdot З_{\text{осн.р}} = 0,25 \cdot 4107229 = 1026807 \text{ грн.}$$

8. Доплата та премії для ІТП і службовців встановлюємо в межах 18÷25%

					ГТТБ.ДП25.184.21.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фонду заробітної плати:

$$З_{д.ітр} = 0,2 \cdot 1026807 = 205361 \text{ грн.}$$

9. Повний фонд заробітної плати для інженерів та службовців при цьому:

$$сЗ_{п.ітр} = 1026807 + 205361 = 1232168 \text{ грн.}$$

10. Повний фонд виплати заробітної плати:

$$З = 4107229 + 205361 + 1232168 = 5544758 \text{ грн.}$$

11. При обчисленні та виплаті заробітної плати потрібно врахувати наступні утримання:

- Зобов'язаний державний пенсійний внесок (32%);
- Зобов'язане соціальне страхування (2,9%);
- Зобов'язане соціальне страхування в разі безробіття (1,9%);
- Відрахування на страхування від нещасних випадків (2,1%).

12. Загальний фонд заробітної плати основних і допоміжних робітників, ІТП складе:

$$\begin{aligned} З_{заг} &= З + (0,32 + 0,029 + 0,019 + 0,021) \cdot З \\ &= 5544758 + (0,32 + 0,029 + 0,019 + 0,021) \cdot 5544758 \\ &= 7701668 \text{ грн.} \end{aligned}$$

При цьому нарахування на заробітну плату приблизно складуть 2156910 грн.

4.2. Розрахунок вартості обладнання

Вартість основних верстатів обчислюється наступним чином:

$$P_{вер} = P_{к.р.} + P_{к.о.} = 180450 + 192150 = 372600 \text{ грн.}$$

Залишкова вартість окремих компонентів обладнання:

Залишкова вартість одного візка для верстату: 8775 грн.

Залишкова вартість одного вилочного навантажувача: 904500 грн.

Вартість одного мостового крану: 63450 грн.

Вартість підйомно-транспортного обладнання:

$$P_{п.тр} = 2 \cdot 8550 + 1 \cdot 94500 + 1 \cdot 634500 = 746100 \text{ грн.}$$

Вартість допоміжного обладнання встановлюється в межах 12-24% від

					ГТТБ.ДП25.184.21.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вартості основних верстатів:

$$P_{дон} = 0,21P_{вер} = 0,21 \cdot 372600 = 78246 \text{ грн.}$$

Вартість монтажу приймається на рівні 11-12% вартості обладнання:

$$P_m = 0,11(P_{вер} + P_{н.тр} + P_{дон})$$

$$P_m = 0,11(372600 + 746100 + 78246) = 1196946 \text{ грн.}$$

Загальна вартість обладнання з урахуванням монтажу:

$$P_{об} = P_{вер} + P_{н.тр} + P_{дон} + P_m$$

$$P_{об} = 372600 + 746100 + 78246 + 1196946 = 2393892 \text{ грн.}$$

Вартість меблів для адміністративних приміщень приймамо рівною 1% вартості верстатів та підйомно-транспортного устаткування:

$$P_{меб} = 0,01(372600 + 746100) = 11187 \text{ грн.}$$

Вартість обладунків і приладдя приймається рівною 5 – 12% вартості верстатів і підйомно-транспортного обладнання:

$$P_{осн} = 0,05(P_{вер} + P_{н.тр}) = 0,05(372600 + 746100) = 55935 \text{ грн.}$$

Вартість алмазного інструменту, що споживається за рік:

- по породам III класу $P_{ал.з} = q_{рз}^{ок+роз.277} \cdot P_{алм} = 3500 \cdot 240,46 = 841610 \text{ грн.}$

Вартість абразивного інструменту операції шліфування-полірування, що споживається підприємством за рік:

$$P_{шл.ін} = \sum U_{рік}^i \cdot P$$

де $U_{рік}^i$ - річні витрати і-го типу інструменту.

P – вартість одиниці і-го інструменту.

$$P_{шл.ін} = U_{рік}^{№2+№3+№4+№5+№6} \cdot P$$

$$P_{шл.ін.} = 145,7 \cdot 247,72 = 36093 \text{ грн.}$$

Витрати матеріалу на розпилювання блоків *III клас каменю (габро, лабрадорит, габро-норит):

$$P_{роз.з} = U_{дроб}^{рік} \cdot P_{др}$$

$$P_{роз.з} = 4826,3 \cdot 60,5 = 291991 \text{ грн.}$$

Повні витрати інструментів на обробку каменя *III класу (габро,

					ГТТБ.ДП25.184.21.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лабрадорит, габро-норит, базальту):

$$P_{\text{інс.ІІІ}} = P_{\text{ал.з}} + P_{\text{шл.ін}} + P_{\text{роз.з}} = 841610 + 36093 + 291991 = 1169694 \text{ грн.}$$

4.3. Розрахунок амортизаційних відрахувань

Розподіл основних фондів підприємства поділяється на три категорії:

Перша категорія включає промислові будівлі та споруди.

Друга категорія включає автомобільний транспорт, запасні частини, меблі, устаткування та відповідні аксесуари.

Третя категорія охоплює верстати різних типів: важкі, середні та легкі.

Ставки амортизаційних відрахувань за кожен квартал складаються наступним чином: для першої категорії - 1,25%, для другої - 6,25%, а для третьої - 3,75%. Отже, річні амортизаційні відрахування будуть становити відповідно: для першої категорії - 5%, для другої - 25% і для третьої - 15%.

- промислові будівлі і споруди приймаються в розмірі 5 % їх вартості:

$$A_{\text{б\у\д}} = 0,05P_{\text{б\у\д}}$$

де $P_{\text{б\у\д}} = 247500$ грн. – вартість виробничих будівель цеха і адміністративних споруд;

$$A_{\text{б\у\д}} = 0,05 \cdot 247500 = 12375 \text{ грн.}$$

- каменерізальні верстати важкого типу (15 %):

$$A_{\text{вер.в}} = 180000 \cdot 0,15 = 27000 \text{ грн.}$$

- верстати середнього типу та легкого типу (15 %):

$$A_{\text{вер.с}} = 0,15 \cdot 191700 = 28755 \text{ грн.}$$

- мостовий кран (25 %):

$$A_{\text{мос}} = 1 \cdot 63000 \cdot 0,25 = 15750 \text{ грн.}$$

- автонавантажувачі (25 %)

$$A_{\text{ав.н}} = 1 \cdot 90000 \cdot 0,25 = 22500 \text{ грн.}$$

Повна сума амортизаційних відрахувань:

$$A = A_{\text{б\у\д}} + A_{\text{вер.в}} + A_{\text{вер.с}} + A_{\text{мос}} + A_{\text{ав.н}}$$

$$A = 12375 + 27000 + 28755 + 15750 + 22500 = 106380 \text{ грн.}$$

4.4. Розрахунок вартості електроенергії

					ГТТБ.ДП25.184.21.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вартість річних витрат силової електроенергії:

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

де $S_i = 6$ грн/кВт.год – вартість 1 кВт.год силової електроенергії;

$K_n = 0,80$ – коефіцієнт навантаження верстата, що враховує недовантаження двигунів за потужністю;

$\eta_z = 0,85$ – коефіцієнт завантаження верстата, що враховує втрати часу на ремонт і допоміжні операції;

T_i – річний фонд робочого часу (для тьокарного верстата $T_i = 2024$ год., для всіх інших $T_i = 4050$ год.);

P_i – сумарна паспортна потужність, кВт:

- розпилювального верстата – 35 кВт
- фрезерно-окантовувальний верстат – 15,5 кВт
- шліфувально-полірувальний верстат (2 шт.) – 5,5 кВт

$$P_{\text{сил}} = 6 \cdot 0,8 \cdot 0,85 (4050 \cdot (35 + 5,5 \cdot 2 + 15,5)) = 249075 \text{ грн.}$$

– Вартість річних витрат електроенергії на освітлення при середньому двохзмінному освітленні:

$$P_{\text{осв}} = S_2 \cdot r \cdot S_{\text{общ}} \cdot T_2$$

де $S_2 = 6$ грн/кВт.год – вартість 1 кВт.год електроенергії освітлення;

$S_{\text{заг.}} = 200 \text{ м}^2$ – загальна площа приміщень.

$r = 0,02 \text{ кВт/м}^2$ – потужність, що витрачається на освітлення 1 м^2 площі;

$S_{\text{общ}} = 1640 \text{ м}^2$ – загальна площа приміщень;

$T_2 = 4050$ годин – річний фонд робочого часу шліфувально-полірувальних верстатів при двохзмінній роботі;

$$P_{\text{осв}} = 6 \cdot 0,02 \cdot 200 \cdot 4050 = 97200 \text{ грн.}$$

– 6.3. Загальна вартість електроенергії:

$$P_{\text{ен}} = P_{\text{сил}} + P_{\text{осв}} = 249075 + 97200 = 346275 \text{ грн.}$$

4.5. Розрахунок вартості води

					ГТТБ.ДП25.184.21.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вартість технічної води:

$$P_{в.т} = S_m \sum V_i n_i T_i K_{об}$$

де V_i – річні витрати даного верстата, м³/год визначаються з паспортних даних верстата, а також нормам технологічного проектування;

n_i – кількість верстатів даного типу, штук;

$K_{об} = 0,2$ – коефіцієнт оборотності води;

$S_m = 20,55$ грн – вартість 1 м³ технічної води;

$$P_{в.т} = 20,55(3820 + 2025 + 12527) \cdot 0,2 = 75508 \text{ грн.}$$

2. Вартість питної води:

$$P_{в.п} = N_{дн} S_n K_{общ} V_n$$

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

$S_n = 32$ грн – вартість 1 м³ питної води;

$V_n = 0,025$ м³/зміну – нормативний об'єм води на одного працюючого за зміну;

$$P_{в.п} = 261 \cdot 32 \cdot 16 \cdot 0,025 = 3341 \text{ грн.}$$

3. Повна вартість води:

$$P_{в} = P_{в.т} + P_{в.п} = 75508 + 3341 = 78849 \text{ грн.}$$

4.6. Розрахунок вартості допоміжних матеріалів та інших витрат

1. Вартість 1 кг обгортного паперу – 31,73 грн., вартість 1 м³ пиломатеріалів – 2850 грн, що використовуються для виготовлення ящиків:

$$P_{в.м.} = S_o(0,05P_{обг.п.} + 0,02P_{п.м.})$$

де $P_{обг.п.} = 31,73$ грн – вартість 1 кг обгортного паперу;

$P_{п.м.} = 2850$ грн – вартість 1 м³ пиломатеріалів;

$$P_{в.м.} = 3000 \cdot (0,05 \cdot 31,73 + 0,02 \cdot 2850) = 175759 \text{ грн.}$$

2. Витрати на утримання виробничих приміщень і інших будівель приймаються в розмірі 3% їх вартості за один рік:

$$P_{пр} = 0,03 \cdot P_{буд} = 0,03 \cdot 825000 = 24750 \text{ грн.}$$

3. Витрати на збереження інструментів і приладдя приймаються в сумі

					ГТТБ.ДП25.184.21.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

750 грн., на кожного виробничого (основного) працівника за рік:

$$P_{охр} = 750 \cdot 13 = 9750 \text{ грн.}$$

4. Витрати на поточний ремонт споруд від 1 до 4 % на рік від його вартості:

$$P_{тех.р} = 0,01 \cdot 825000 = 8250 \text{ грн.}$$

5. Витрати на охорону праці приймаються 750 – 1000 грн. на одного робітника:

$$P_{охр.пр} = 16 \cdot 950 = 15200 \text{ грн.}$$

6. Повна сума додаткових витрат:

$$P_{дод.} = P_{пр} + P_{охр} + P_{охр.пр} + P_{тех.р} + P_{рем.осн.}$$

$$P_{дод.} = 24750 + 9750 + 15200 + 8250 + 14400 = 72350 \text{ грн.}$$

4.7. Основні техніко-економічні показники

1. Вартість сировини, що необхідна для забезпечення роботою каменю-обробного підприємства:

$$\sum P_c = V_B \cdot P_{бл}$$

де $\sum P_c$ – сумарна вартість сировини;

$$V_B = 214 \text{ м}^3/\text{рік} \text{ – річна кількість сировини;}$$

$$P_{бл} = 2500 \text{ грн} \text{ – вартість } 1 \text{ м}^3 \text{ сировини;}$$

$$\sum P_c = 214 \cdot 2500 = 535000 \text{ грн.}$$

2. Собівартість продукції порід III класу (габро, лабрадорити):

$$C_{ці} = \frac{\sum B}{S_o}$$

де $\sum B = 8381030$ грн – усі витрати підприємства на виготовлення продукції;

Загальний фонд зарплати основних і допоміжних робітників, ІТП – 7701668 грн.

Повні витрати інструментів на обробку каменя *III класу (габро, лабрадорит, габро-норит, базальту) – 1169694 грн.

Повна сума амортизаційних відрахувань – 106380 грн.

					ГТТБ.ДП25.184.21.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– Загальна вартість електроенергії – 346275 грн.

Повна вартість води – 78849 грн.

Повна сума додаткових витрат – 72350 грн.

$S_0 = 3500 \text{ м}^2/\text{рік}$ – річний випуск продукції підприємством;

$$C_{\text{цIII}} = \frac{9550724}{3500} \approx 2729 \text{ грн/м}^2$$

3. Продуктивність праці на одного працюючого в натуральній формі:

$$P_{\text{г.н}} = \frac{S_0}{K_{\text{общ}}} = \frac{3500}{16} = 219 \text{ м}^2/\text{чол.}$$

4. Енергоємність виробу:

$$E_{\text{вир}} = \frac{P_{\text{ен}}}{S_0 \cdot S} = \frac{346275}{3500 \cdot 6} = 17 \text{ кВт} \cdot \text{год/м}^2$$

5. Матеріалоємність 1 м² виробу:

$$M = \frac{\sum P_c}{S_0} = \frac{535000}{3500} = 153 \text{ грн/м}^2$$

6. Питомі амортизаційні витрати:

$$A_{\text{пит}} = \frac{A}{S_0} = \frac{106380}{3500} = 30,4 \text{ грн/м}^2$$

7. Виручка від реалізованої продукції за рік:

$$V_{\text{р.п.}} = C_{\text{пр}} \cdot S_0 = 3000 \cdot 3500 = 10500000 \text{ грн.}$$

де $C_{\text{пр}} = 3000 \text{ грн/м}^2$ – ціна 1 м² реалізованої продукції;

8. Рентабельність підприємства:

$$P = \frac{V_{\text{р.п.}} - \sum B}{\sum B} \cdot 100\% = \frac{10500000 - 9550724}{9550724} \cdot 100\% = 9,94\%$$

де $\sum B = 8381030 \text{ грн}$ – сума усіх витрат на виробництво продукції.

					ГТТБ.ДП25.184.21.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2

Основні техніко-економічні показники каменобробного підприємства

№ п/п	Показники	Одиниці вимірювання	Кількість	
			До вдосконалення	Після вдосконалення
1	Річна продуктивність підприємства	м ²	3500	3500
2	Річний об'єм споживаної сировини	м ³	214	214
3	Собівартість продукції	грн/м ²	2729	2729
4	Річна продуктивність праці одного працівника в натуральній формі	м ² /чол.	219	219
5	Енергоємність виробу	кВт.год/м ²	17	17
6	Матеріалоємність виробу	грн/м ²	153	153
7	Сумарна чисельність працівників	чол	16	16
	Кількість основних робітників	чол	12	12
	Кількість допоміжних робітників	чол	2	2
	Кількість ІТП	чол	2	2
8	Вартість сировини	грн	535000	535000
9	Вартість інструменту	грн	1169694	1170694
10	Вартість електроенергії	грн	346275	347275
11	Вартість води	грн	78849	78849
12	Фонд зарплати працівників	грн	7701668	7701668
13	Додаткові витрати	грн	72350	72350
15	Амортизаційні відрахування	грн	106380	107380
17	Всього	грн	9550724	9550724
18	Виручка від реалізації	грн	10500000	10510000
18	Рентабельність	%	9,94	10,3

					ГТТБ.ДП25.184.21.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У процесі дослідження технології виготовлення складнопрофільних виробів з природного каменю в умовах ФОП «Чудовський С.Б.» було встановлено, що впровадження сучасних технологічних рішень, зокрема високоефективного шліфувально-полірувального обладнання та інструментів на металевих зв'язках підвищеної міцності, суттєво підвищує якість кінцевої продукції та знижує виробничі витрати. Аналіз режимів роботи обладнання показав доцільність переходу на двозмінну систему праці при розпилюванні каменю, що дозволяє ефективно задіяти ресурси підприємства без перевантаження персоналу.

Раціональне планування чисельності основних і допоміжних працівників забезпечує безперебійну роботу виробництва та сприяє економному використанню трудових ресурсів. Встановлено оптимальне співвідношення між кількістю основних робітників, допоміжного персоналу та інженерно-технічного складу, що дає змогу зберігати технологічну дисципліну і належний контроль якості.

Особливу увагу приділено вибору інструментів для обробки граніту — застосування алмазних кругів зі зв'язками типу М6-02 і різними марками алмазу для різних етапів обробки (грубе шліфування, середнє шліфування, полірування) дозволяє досягти високої точності та чистоти обробленої поверхні. Завдяки впровадженню сучасних засобів механізації та оптимізації технологічного процесу, стало можливим значно підвищити продуктивність праці та розширити номенклатуру виробів складної форми.

Узагальнюючи вищевикладене, можна стверджувати, що удосконалення технології виготовлення складнопрофільних виробів у ФОП «Чудовський С.Б.» базується на комплексному підході до модернізації обладнання, оптимізації виробничих режимів, підбору ефективних інструментів та раціональному використанні кадрового потенціалу. Це створює передумови для підвищення конкурентоспроможності підприємства на ринку обробки природного каменю та забезпечення стабільної якості продукції при зменшенні собівартості виробів.

					ГТТБ.ДП25.184.21.ВС.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Висновки	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент		Чудовський А.С.				Н	1	1
Керівник		Остафійчук Н.М.				«Житомирська політехніка», 184 «Гірництво», гр. РР-51		
К. розділу		Остафійчук Н.М.						
Н. контр.		Башинський С.І.						
Зав. каф.		Башинський С.І.						

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Короткий гірничий словник / Укл. Колоколов О. В., Котишева Т. М., Кузьменко О. М. та ін.; під ред. О. В. Колоколова. – Дніпропетровськ: ДГІ, 1993. – 212 с.
2. Сучасні фізико-хімічні методи обробки природного каменю : навч. посібник / Р. В. Соколевський, В. Г. Левицький, В.А Стріха, В. В. Коробійчук. – 2-ге вид., доп. – Житомир : ЖДТУ, 2014. – 206 с.
3. Коробійчук В. В. Технологія та механізація розпилювання каменю : метод. вказівки до виконання практичних робіт для студ. спец. 7.090301 / В. В. Коробійчук, В. В. Котенко, О. В. Камських. – Житомир : ЖДТУ, 2005. – 55 с.
4. Обладнання для видобування та обробки природного каменю : методичні вказівки для самостійного вивчення дисципліни для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.050301 "Гірництво" / А. В. Панасюк, О. В. Камських, В. В. Коробійчук. – Житомир: ЖДТУ 2016. – 208 с. – Режим доступу : <http://library.ztu.edu.ua/ftextslocal/GT/metod24.pdf>
5. Коробійчук В. В. Обладнання та інструмент для видобування та обробки природного каменю : метод. вказівки для самостійного вивчення дисципліни / В. В. Коробійчук, А. В. Панасюк, О. В. Камських. – Житомир : ЖДТУ, 2016. – 208 с.
6. Іськов С. С. Проектування каменеобробних підприємств : підручник. Ч. 1. / С. С. Іськов, В. В. Коробійчук, Р. В. Соколевський. – Житомир : ЖДТУ, 2016. – 228 с.
7. Проектування каменеобробних підприємств. Частина II : навчальний посібник / С. С. Іськов, В. В. Коробійчук, В. Г. Кравець, Р. В. Соколевський, А. О. Криворучко, О. М. Толкач. – Житомир : ЖДТУ, 2019. – 248 с.
8. Криворучко А.О. Дослідження стійкості природного каменю в агресивному середовищі / А.О. Криворучко, В. В. Котенко, О. В. Камських // Вісник КрНУ ім. Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ. – Випуск 1/2015 (90). Частина 1. – С. - 133-138.
9. Коробійчук В. В. Обробка природного каменю : навч. посібник / В. В. Коробійчук, М. Т. Бакка, О. А. Зубченко. – Житомир : ЖДТУ, 2006. – 438 с.
10. Коробійчук В. В. Сучасні фізико-хімічні методи обробки природного каменю : навч. посібник / В. В. Коробійчук, Р. В. Соколевський, В. Г. Левицький. – Житомир : ЖДТУ, 2008. – 172 с.
11. Коробійчук В. В. Технологія розпилювання природного каменю : навч. посібник / В. В. Коробійчук, О. А. Зубченко. – Житомир : ЖДТУ, 2010. – 182 с
12. Оцінка якості блочної сировини та облицювальної продукції з природного каменю : навч. посібник. Ч. 1. / В. В. Коробійчук , А. О. Криворучко, Н. С. Ремез та ін. – Житомир : ЖДТУ, 2012. – 188 с.
13. Оцінка якості блочної сировини та облицювальної продукції з природного каменю : навч. посібник. Ч. 2. / В. В. Коробійчук, С. О. Жуков, Н. В. Зуєвська та ін. – Житомир : ЖДТУ, 2013. – 152 с.

					ГТТБ.ДП25.184.21.СЛ.ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Студент		Чудовський А.С.			Література			Літ.	Арк.	Аркушів		
Керівник		Остафійчук Н.М.								1	1	
К. розділу		Остафійчук Н.М.						«Житомирська політехніка», 184 «Гірництво», гр. РР-51				
Н. контр.		Башинський С.І.										
Зав. каф.		Башинський С.І.										