

ЗАТВЕРДЖЕНО

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

Форма № Н-9.02

Державний університет «Житомирська політехніка»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Гірничо-екологічний факультет
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

кафедра розробки родовищ корисних копалин ім. проф. Бакка М.Т.
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
бакалавра
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Удосконалення технології обробки природного каменю для
розширення номенклатури продукції підприємства

Виконав: студент 4 курсу,
групи РР-46
спеціальність: 184 «Гірництво»
освітньо-професійна програма
«Гірництво»

Виконавець: Настенко М.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник: Шлапак В.О.
(прізвище та ініціали)

Рецензент: Панасюк А.В.
(прізвище та ініціали)

Житомир – 2021 р.

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет,
відділення:

Гірничо-екологічний факультет

Кафедра:

кафедра розробки родовищ корисних копалин
ім. проф. Бакка М.Т.

Освітньо-кваліфікаційний
рівень:

бакалавр

Спеціальність:
Освітня програма

184 «Гірництво»
«Гірництво»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

Башинський С.І.

(підпис) (Прізвище та ініціали)

«16» квітня 20__ р.

З А В Д А Н Н Я НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Настенко Максим Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення технології обробки природного каменю для розширення номенклатури продукції підприємства

Керівник роботи к.т.н., доц. Шлапак В.О.

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

затверджені наказом ректора Житомирської політехніки від «16» квітня 2021 р.
№140/с

2. Строк подання студентом роботи: 02 червня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи:

Робочий проект підприємства, структурна схема підприємства, положення про систему управління охороною праці та навколишнім середовищем, інструкції щодо використання обладнання

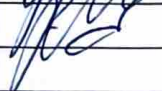
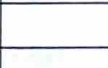
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Надати загальні відомості про каменеобробне підприємство, а саме географічні відомості про район розташування каменеобробного підприємства, структуру підприємства, характеристику сировини), визначити технологічну схему виробничого процесу обробки каменю на підприємств, проаналізувати водопостачання і шламове господарство, вивчити транспорт підприємства та електропостачання, аналіз охорони праці та визначити вплив підприємства на навколишнього середовища, обґрунтувати технологічні рішення щодо розширення номенклатури продукції

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

Генеральний план підприємства. План цеху із розташуванням основного устаткування..
Схема розпилувального верстату. Схема шліфувально-полірувального верстату. Схема окантовувального верстату. План водопостачання та електропостачання. Зведені ТЕП.
Запропоновані технологічні рішення щодо розширення номенклатури продукції

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Шлапак В.О.		
Розділ 2	Шлапак В.О.		
Розділ 3	Шлапак В.О.		
Розділ 4	Шлапак В.О.		

7. Дата видачі завдання 16 квітня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Написання розділу з загальної інформації про підприємство		
	Написання технологічного розділу		
	Написання розділу з охорони праці та навколишнього середовища		
	Розрахунок і написання розділу з економіки підприємства		
	Визначення технологічних рішень щодо удосконалення виробництва		
	Підготовка креслень		
	Попередній захист		
	Виправлення проекту по зауваженнях		
	Захист		

Студент  Настенко М. С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи  Шлапак В.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ЗМІСТ	4
ВСТУП	5
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КАМЕНЕОБРОБНЕ ПІДПРИЄМСТВО	10
1.1. Географічні відомості про район розташування каменеобробного підприємства.....	10
1.2. Структура підприємства	11
1.3. Характеристика сировини.....	13
2. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ КАМЕНЮ НА ПІДПРИЄМСТВІ	20
2.1. Технологія розпилювання блоків на плити-заготовки	25
2.2. Технологія шліфування-полірування плит-заготовок	32
2.3. Технологія окантовування плит	38
2.4. Фрезерування та профілювання	52
2.5. Заклучні операції.....	53
2.6. Експлуатація та ремонт обладнання	56
2.7. Водопостачання і шламове господарство.....	58
2.8. Транспорт підприємства	60
2.9. Електропостачання	61
3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	66
4. ЕКОНОМІКА Й ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА.....	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	85

					РРКК.ДР21.07.ЗМ.ПЗ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					
Студент.		Настенко М. С.			Зміст	Літ.	Арк.	Акрушів	
Кер.розд.		Шлапак В.О.				н			
Керівник		Шлапак В.О.							
Н. Контр.		Башинський				«Житомирська політехніка»			
Зав.каф.		Башинський				184 «Гірництво» РР-46			

ВСТУП

Природний облицювальний камінь широко використовується в різних галузях виробництва:

- архітектурі;
- будівництві;
- техніці;
- художньому різанні каменю.

А розвиток і освоєння нових методів видобування та обробки природного облицювального каменю дали можливість значно розширити область його використання і зменшити його собівартість видобування та обробки.

Створення промислових підприємств та об'єктів культурно-побутового призначення, будівництво нових ліній метрополітену, збільшення капітального будівництва, а також прагнення спеціалістів зробити ці споруди довговічними та виразними вимагають значного збільшення застосування природних облицювальних матеріалів з каменю. Це в свою чергу обумовлює необхідність розширення сировинної бази, тобто освоєння нових родовищ природного облицювального каменю та збільшення його асортименту, зокрема різновидів, які характеризуються високою декоративністю відповідно.

Каменеобробна та видобувна галузі промисловості розвиваються високими темпами. Потреба в облицювальній продукції і архітектурних виробках з каменю вітчизняного виробництва задовольняється лише на 80 %, а зокрема продукції з високоміцних облицювальних порід лише на 50 %.

З розвитком промисловості видобутку та обробки природних облицювальних матеріалів з природного каменю за останні роки виявилися і негативні сторони, що пов'язані з необґрунтованим розширенням каменеобробного виробництва без достатнього розвитку видобутку.

					РРКК.ДР21.07.ВС.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Настенко М. С.			Вступ	Літ.	Арк.	Акрушів
Кер.розд.		Шлапак В.О.				н		
Керівник		Шлапак В.О.				«Житомирська політехніка» 184 «Гірництво» РР-46		
Н. Контр.		Башинський						
Зав.каф.		Башинський						

В країні відчувається дефіцит блоків облицювального каменю і, в першу чергу, з високоміцних порід. Багато галузей промисловості, особливо паперова, терплять значні труднощі в роботі через відсутність валів та інших технічних виробів з габроїдних порід.

Україна має у своєму розпорядженні унікальну мінерально-сировинну базу природного облицювального каменю. Найціннішими є граніти, габро-норити, лабрадорити тощо. Дані породи універсальні як для внутрішнього, так і для зовнішнього облицювання будівель та споруд, благоустрою, виготовлення виробів широкого споживання з фасонною поверхнею (столи, каміни, підвіконня, сувеніри, що комплектуються меблі, колони тощо), пам'ятників. Всесвітньо відомі граніти родовищ Житомирського регіону. Світове визнання мають габро і лабрадорити родовищ Житомирської області.

За останні двадцять років відбувся значний розвиток техніки і технології обробки облицювального каменю. З'явилися сучасне каменерізне обладнання, алмазно-канатні верстати, шліфувально-полірувальне устаткування та верстати для виготовлення бруківки тощо.

Покриття вулиць і доріг каменем відоме з глибокої давнини. Залишки бруків у Месопотамії дозволяють припустити використання техніки брукування вже в 4000 році до н. е. Єгиптяни і вавилоняни використовували брук на дорогах для легкого вантажного транспорту. У VII ст. до н. е. у Вавилоні була брукована вулиця для процесій.

У Римській імперії технологія брукування була кардинально вдосконалена. Римляни використали переваги брукованого покриття в будівництві своїх головних доріг і розуміли необхідність тривкої основи бруку. Залежно від стану ґрунту вони обирали один з двох способів. У багnistій місцевості встановлювалися тримні конструкції з поздовжніх і поперечних колод, на яких надалі влаштовували брук. Якщо ж дорога проходила по твердому ґрунту, робітники насипали спочатку грубий буличник, потім гравій чи гальку, і нарешті пісок. На піщаній подушці укладали камені бруку. Базальтові чи вапнякові камені вкладалися у вільному порядку (так звана «дика в'язь»), також

					РРКК.ДР21.07.ВС.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

влаштовувався поперечний ухил дорожнього полотна для забезпечення стоку води.

У багатих лісом районах (наприклад, у Поліссі) використовувалися колодяні бруки. У стародавньому Новгороді мостові робили з дерев'яних поздовжніх плах, покладених на поперечні. Коли така дорога приходила в непридатність, поверх неї робили новий настил.

У Києві кам'яна бруківка уперше з'явилася 1842 року на вулицях Московській і Проваллі (Печерськ), Олександрівській (біля Царського саду), Софіївській. Камінь для бруківки доставлявся Дніпром з Мінської губернії. Згідно з переписом 1874 р., у Києві найбільше було забруковано вулиць у Дворцовій і Старокиївській частинах міста. На початку XX ст. Мостовий комітет вирішив укласти бруківки з гранітних кубиків на бетонній основі. Граніт можна було придбати лише за кордоном. 1910 року Міністерство внутрішніх справ дозволило Києву купити у Швеції 1 тис. кв. сажнів гранітних кубиків.

У Львові брукування ринкової площі, головних вулиць міста завершили 1452 року, а всіх вулиць до 1487 року. Також у місті були кам'яні широкі тротуари, де могли одночасно пройти 4 людини. На брукування нових вулиць міста 1891 року міська рада призначила 600 000 золотих римських.

Але при потужній округлим каменем створюється нежорстке дорожнє покриття, і в 1928 році такий брук визнано анахронізмом. У Московській, Владимирській, Ярославській, Костромській, Нижньогородській і ін. губерніях мало каменю, тому з 1928 року доводилось думати про клінкер, а 5 клінкерних заводів були в Україні й Білорусі

Звичайним матеріалом для бруку був камінь: як круглий необроблений (булижник), так і спеціальні відшліфовані плитки (брущатка), штучний камінь — цегла, клінкер, трилінка.

Порівняно з щебеневим покриттям бруковане має більшу міцність і непроникність, на ньому утворюється менше болота й пилу. У Російській імперії XIX — початку XX частіше за все використовувався звичайний необроблений булижний камінь — з огляду дешевизни. Брук з дуже великого булижнику був

					РРКК.ДР21.07.ВС.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

надто труським, тому цей матеріал використовувався лише для укріплення відкосів від розмиву. Для проїжджої частини використовували середній і дрібний булижник (17-22 см завдовжки). Для рівномірного розподілу тиску на ґрунт, відводу води й більшої міцності камені укладали на основу з піску, хрящу, щебеню чи бетону. Укладання мало бути якомога щільнішим, для укріплення каміння в наданому положенні використовувався пісок. Матеріал сортувався таким чином, щоб камені найбільшого розміру приходилися на ту частину дороги, що зазнаватиме найбільших навантажень, а дрібний булижник — по боках. При вистиланні бруку булижник уколочували трамбівками, проміжки між каменями защебенювали і знову утрамбовували. Закінчену бруківку засипали зернистим піском чи хрящем, який під дією дощу остаточно заповнював шпари. Внаслідок шкідливих впливів води, низьких температур і зносу булижний брук з часом розладнується. Для збільшення міцності вдавалися до влаштування подвійних бруків: нижній ряд з великих булижників, поверх нього на другій піщаній подушці верхній ряд з середнього і дрібного каміння. У невеликих південнофранцузьких містах верхівки каменів підрівнювали для зручності проїзду. У Німеччині для брукування використовувалися відколоті камені (у Російській імперії такий брук траплявся у Прибалтиці, завдяки чому отримав назву «ризького»).

Бруківку з брущатки укладають на щебеневу чи бетонну основу, шви між плитками засипають піском чи заливають цементним розчином (рідше асфальтом)

Розколювати і розпилювати кам'яні блоки можна безліччю методів. Саме від типу обробки будуть відрізнятися габарити брусків і їх характеристики. Одним з найоптимальніших в цьому відношенні матеріалів дорожнього будівництва вважається пиляно-колата бруківка з олівця і французька. Фактично вона є гібридом двох різновидів бруківки. Французькі бруски обробляються таким чином, що бічні грані виходять колотими, нижня частина пиляна, а верх термічно оброблений з метою запобігання ковзання. Бруківка з олівця навпроти має рівні бічні грані, а верхня частина має рвану фактуру. Будь-які з варіантів

					РРКК.ДР21.07.ВС.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прекрасно комбінуються один з одним, після укладання покриття виглядає красиво, тому такий прийом застосовується при створенні садово-паркових об'єктів. Бруківка— це довговічний матеріал, що має естетичний зовнішній вигляд. При одному тільки погляді на нього згадуються вузькі бруковані вулички в європейських містах, які є свідками багатьох значущих історичних подій.

Головні переваги бруківки:

- Термін експлуатації. Натуральний камінь має дуже міцну структуру і дорожнє полотно вимощене бруківкою буде служити десятиліттями без зносу.
- Естетична краса. Застосування пиляно-колотих брусків вважається елітним варіантом оформлення ландшафту завдяки своїй нестандартній формі і властивостями граніту.
- Екологічність матеріалу. Завдяки тому, що виріб виготовлений з природного каменю - він є екологічно чистим і не виділяє шкідливих речовин в навколишнє середовище.

Бруківка – надійний і довговічний матеріал для мощення, який користується великою популярністю при облагороджуванні вулиць, внутрішніх дворів в приватних будинках, ресторанах тощо. Виготовлення продукції здійснюється виключно з натуральних порід вулканічного походження, таких як: граніт, габро, або лабрадорит.

					РРКК.ДР21.07.ВС.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КАМЕНЕОБРОБНЕ ПІДПРИЄМСТВО

1.1. Географічні та кліматичні відомості про район розташування каменеобробного підприємства

Адреса каменеобробного підприємства ФОП «Настенко С.В.»: 12301, Житомирська обл., Черняхівський район, селище міського типу Черняхів, вулиця Івана Франка 23.

У геоструктурному сенсі територія області знаходиться в межах північно-західної частини Українського щита (переважно Волино-Подільського блоку). В геологічній будові беруть участь метаморфічні, місцями магматичні і вулканогенно-теригенні породи докембрійського фундаменту, перекриті корою вивітрювання і осадовим чохлом. Корінні породи чохла, що виповнюють зниження у рельєфі фундаменту, залягають на сході і півдні області, решта території вкрита антропогеновими відкладами.

За площею переважають водно-льодовикові відклади, на окремих ділянках перекриті льодовиковими. Річкові долини виповнені алювієм терас. На півдні області і у межах Словечансько-Овруцького кряжа верхню частину розрізу складають лісовидні породи.

Рельєф території пов'язаний з геологічною будовою. Так як, Житомирська область відноситься до північно-західної частини Українського щита зумовило її більш високе гіпсометричне положення у порівнянні з іншими областями Українського Полісся, поширення вузьких і глибоко врізаних річкових долин, наявність великих лесових "островів" і меншу заболоченість.

Велика частина області простягається у межах Придніпровської височини, північну і північно-східну частини займає Поліська низовина.

					РРКК.ДР21.07.01.ПЗ							
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата								
Студент		Настенко М. С.			Загальні відомості про каменеобробне підприємство			Літ.	Арк.		Акрушів	
Кер.розд.		Шлапак В.О.						н				
Керівник		Шлапак В.О.						«Житомирська політехніка» 184 «Гірництво» РР-46				
Н. Контр.		Башинський										
Зав.каф.		Башинський										

Поверхня Житомирської області хвиляста із зниженням на північ і північний схід (від 280-220 м до 150 м і менше). В області є значні площі моренних і моренно-зандрових рівнин з пасмово-горбистим рельєфом.

Клімат Житомирської області помірно-континентальний, з теплим вологим літом і м'якою хмарною зимою.

Середня температура найхолоднішого місяця - січня становить - 6⁰, найтеплішого - липня +17 – +19⁰. Середня річна температура повітря в області становить +6 – +7⁰. Найбільші морози у січні та лютому і досягають - 30⁰. Тривалість періоду з середньодобовими температурами вище 0⁰ становить 240 – 260 днів на рік.

На території області протягом року випадає близько 550 – 600 мм опадів. Максимум опадів припадає в теплі місяці: червень, липень, серпень. Влітку бувають грози, зливи.

Сніговий покрив у більшості районів області рівномірний близько 10 - 30 см. Покри тримається 35 - 60 днів, але не стійкий через часті відлиги.

Грунтові води зустрічаються в пісках та суглинках. Рівень ґрунтових вод знаходиться на відмітках 210,8 - 216,7м.

Максимальне підймання рівня ґрунтових вод очікується на 0,6 - 0,7 м нижче рівня денної поверхні.

Відмітки поверхні землі змінюються з південного заходу на північний схід від відміток 208 – 209 м до 214 – 218 м.

1.2. Структура підприємства

Підприємство ФОП «Настенко С.В.» створене в 2006 році.

Предметом діяльності підприємства є:

- виробництво та реалізація виробів із природного облицювального каменю;
- виробництво і реалізація декоративних виробів;
- виробництво виробів під замовлення з матеріалу замовника.

					РРКК.ДР21.07.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основною товарною продукцією підприємства є неpolіровані заготовкита готові polіровані вироби. Сировиною для виробництва пам'ятників є блоки з високоміцних порід таких як габро, лабрадорит, граніт та гранодіорит.

Основними ринками збуту продукції є: Україна та країни Європи.

З всього об'єму реалізованої продукції 75% реалізується приватним підприємцям, фірмам, підприємствам та організаціям, а 25% приватним особам; 60 - 70% продукції реалізується по перерахунку коштів і 30-40% оплачуються готівкою.

Основними технологічними операціями по виробництву заготовок і готових polірованих виробів є:

- розпилювання блоків каменю на заготовки відповідних розмірів;
- шліфування-polірування заготовок;
- окантовка заготовок.

Для розпилу блоків каменю підприємство, має два розпилювальні верстати та два фрезерно-окантувальні верстати. При розпилюванні блоків каменю використовується, в основному, алмазний інструмент. Для polірування деталей пам'ятників підприємство має чотири ручних коліно-важільних шліфувально-polірувальних верстати. Polірування заготовок здійснюється алмазним інструментом. Для виготовлення бруківки підприємство має один каменекольний верстат.

Цех по виробництву виробів з каменю працює в одну зміну. Середньомісячні обсяги виробництва по цеху складають:

- розпилювальний цех близько 400 - 600 м² розпилу;
- фрезерно-окантувальний цех 200 - 400 м² окантовки;
- polірувальний цех 150 - 600 м² готових polірованих деталей виробів;
- бруківки 720 тон.

					РРКК.ДР21.07.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Водопостачання виробництва влаштоване від власної свердловини з відповідним обладнання для утворення тиску в системі водопостачання, енергопостачання здійснюється від власної трансформаторної підстанції.

Структура підприємства

Склад підприємства:

1. Основний цех:

- каменерозпилювальний верстат - 2 шт;
- шліфувально-полірувальні верстати - 4 шт;
- фрезерно-окантувальний верстат – 2 шт.

2. Допоміжні будівлі:

- каменекольний верстат -1 шт;
- охорона.

2. Адміністративна будівля:

- керівний відділ
- бухгалтерія

1.3. Характеристика сировини

На каменеобробному підприємстві ФОП «Настенко С.В.». в якості сировини використовуються блоки природного каменю I – VI груп.

Вимоги до об'єму та якості блоків природного каменю в Україні регулюються державними стандартами. Попередній стандарт України ДСТУ Б В.2.7-59-97 «Блоки із природного каменю для виробництва облицювальних виробів. Загальні технічні умови» передбачав поділ блоків за об'ємом на шість груп (м3): I – >5; II – 3,5–5; III – 2,0–3,5; IV – 1,0–2,0; V – 0,7–1,0; VI – 0,01–0,7. Для блоків I–III груп, відповідно пиляних і колених, відхилення від перпендикулярності двох суміжних граней на 1 м висоти грані складали – не більше 60 і 110 мм відповідно; висота виступів і западин бічних граней – не більше 150 і 200 мм відповідно, а верхньої та нижньої – 100 мм.

					РРКК.ДР21.07.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні фізико-механічні властивості сировини

Найменування родовища	Густина, т/м ³		Пористість %	Водопоглинання %	Межа міцності при стисканні, МПа	Стирання, г/см ²	Відблискуюча здатність після полірування, од	Морозостійкість, Цикли	Класифікація ка- меню по оброб- люваності.
	Середня	дійсна							
Граніти, гранодіорити									
Покостівське	2,65	2,74	2,06	0,48	125	0,32	145	50	I
Габро, лабрадорит									
Головинське	2,75	2,80	0,85	0,33	124	0,50	160	50	III
Сліпчинське	2,95	3,01	-	0,74	113	0,68	158	-	III

Петрографічна характеристика та мінеральний склад каменю.

Граніт: текстура – зерниста, порфіроподібна структура – гіпідіоморфно-зерниста, порфіроподібна; мінеральний склад – кварц – 25-30%, калієвий польовий шпат 25-30%, плагіоклаз (кислий) 30%, біотит, рідше рогова обманка, ще рідше піроксен, інколи мусковіт, біля 5%; форма і розміри мінералів – ксеноморфна в проміжках інших мінералів, аблитчаста, неправильна, призматична, таблитчаста, гребінчаста.

Гранодіорит: текстура – рівно-нерівно-зерниста, порфіроподібна, структура – гіпідіоморфно-зерниста, порфіроподібно; мінеральний склад - плагіоклаз (середнього складу) до 75%, рогова обманка або біотит. Рідше піроксен; форма і розміри мінералів - товсто-тонкотаблитчаста, призматична, призматична, таблитчаста, гребінчаста, пластинчаста.

Габро: текстура – зерниста, шарова, стрічкова, рідше порфіроподібна, структура – гіпіоморфно-зерниста, офітова, габброва, порфіро-подібна, стрічкова; мінеральний склад - плагіоклаз (основний) 55%, піроксен 45%; форма і розміри мінералів – призматична.

Лабрадорит: текстура – масивна, структура – крупно-зерниста; мінеральний

					РРКК.ДР21.07.01.ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

склад - плагіоклаз (лабрадор) 90%, піроксен-олівін 10%; форма і розміри мінералів – призматична, коротко призматична, неправильна, рідше дрібні ромбічні призми.

Класифікація облицювального каменю за походженням

За генезисом граніти розділяють на два типи: автохтонні та аллохтонні.

Автохтонні граніти утворилися в процесі гранітизації осадових та вулканічних порід. Вони зустрічаються у вигляді великих масивів. Такі граніти характеризуються неоднорідною будовою, складом, вміщують залишки гнейсів, гнейсоподібних порід, мігматитів та метабазитів. Завдяки неоднорідному складу і властивостей автохтонних гранітів мають обмежене використання в виробництві облицювальної продукції.

Як облицювальний камінь великий інтерес являють аллохтонні граніти - інтрузивні породи. Вони мають інтрузивні контакти з вміщуючими породами, масивну текстуру.

За подібністю кольорів та відтінків, а також текстурно-структурних особливостей граніти поділяють на різноманітні тектоно-магматичні цикли та на слідуючи три основні групи:

Перша група – темно-сірі до майже чорних, сірі та світло-сірі, середньо- та дрібнозернисті, рідше крупнозернисті, порфіроподібні граніти таких родовищ, як Жежелівське, Янцевське, Корнинське, Богуславське тощо. Друга група – від червоних до м'ясно-червоних і рожево-червоні граніти, рівномірно зернисті, порфіроподібні або трахіотоїдні їх різновиди. До них відносяться родовища гранітів: Лезниківського, Омелянівського, Токовського та інших родовищ.

Третя група це рожево-сірі, рожеві, сірувато-рожеві граніти. Крупно та середньо-зернисті, порфіроподібні граніти, до яких можна віднести граніти таких родовищ, як Капустинське, Софіївське тощо.

Фізико-механічні властивості гранітів характеризують ці породи як дуже міцні (міцність на стискання 120-260 МПа), мають низький показник стирання, але стійкі до удару, а також як граніти надзвичайно щільні речовини з низьким

					РРКК.ДР21.07.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

водопоглинанням. Міцність дрібнозернистих гранітів в порівнянні з крупнозернистими та порфіроподібними істотно вища. Встановлено також, що сірі граніти в переважній більшості більш міцні, ніж граніти червоні та рожеві відповідно.

Гранодіорити відносяться до досить розповсюдженого облицювального каменю виверженого походження. Гранодіорити приурочені до комплексів магматичних або гранітизованих порід докембрійського періоду.

Гранодіорити являють собою повно кристалічну гірську породу проміжного складу між кварцевим діоритом та гранітом. Основним породоутворюючим мінералом гранодіоритів є плагіоклаз, представлений андезитом і олігоклазом. Плагіоклаз в складі гранодіорита складає від 65 до 90%. Крім того, в склад гранодіориту входять калієво-натрієвий польовий шпат, рогова обманка, біотит, піроксен та кварц. З рудних мінералів частіше присутній магнетит.

Порода відрізняється високою міцністю на стискання (120-300 МПа). В природі гранодіорити сірі і темно-сірі. В полірованій фактурі обробки гранодіорити отримують темно-сірий колір з рожевим або бурим відтінком, на фоні якого чергуються плямисті скопичення темнокольорових мінералів тобто рідкі включення аметистового кварцу та світлі порфіроподібні виділення польового шпату.

Лабрадорити є першосортним облицювальним каменем, що складається практично з одного плагіоклаза, звичайного лабрадора. Окрім плагіоклаза в лабрадориті присутній піроксен, авгіт, титаномagnetит, апатит, ільменіт, та інколи в невеликих кількостях калієвий польовий шпат, сульфід, біотит, кварц. Структура лабрадориту, як правило, панідіорморфозерниста, а текстура трахітоїдна або масивна, його колір від білого до чорного, нерідко спостерігається іризація плагіоклазу, тобто переливи відблисків різноманітних кольорів (переважно блакитного, зеленуватого, золотистого тонів). Здатність до іризації обумовлює високу декоративність цього каменю.

В лабрадоритових масивах чітко фіксуються площини іризації, що мають близьке орієнтування кристалів лабрадора, які було викликано рухом магми.

					РРКК.ДР21.07.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Іризуючими гранями є грані, що надають кристалу плагіоклазу плоску таблитчасту або пластинчасту форму та співпадають з площинами течії магми.

Родовища лабрадориту приурочені, як правило, до кристалічних щитів. Коростенського плутона, з яким пов'язана значна частина цих родовищ, є складовою Українського кристалічного щита. Найбільш відомими родовищами облицювальних лабрадоритів є: Головинське, Кам'янобрідське та інші.

Габро представляє собою рівномірно-зернисту породу з габровою структурою, що складається з плагіоклаза, моноклінного піроксена, олівіна або рогової обманки. З вторинних мінералів до складу габро входять біотит, нефелін, титаномagnetит. Інколи кварц та ортоклаз, а також фельдшпатоїди. Характерними акцесорними мінералами для габро є піротин, пікотит, ільменіт, хроміт і апатит.

За вмістом темноколірних мінералів розрізняють різновиди габро: олівінове тобто троктоліт, в якому присутній олівін без піроксена; роговообманкове тобто норит з переважаючим вмістом піроксена. В габро всі породоутворюючі мінерали, плагіоклази і кольорові мінерали в процесі кристалізації росли паралельно, тому всі головні породоутворюючі мінерали звичайно рівнозернисті та ізометричні, що обумовлює габрову структуру природного каменю. Габрові породи представлені лакколітами, штоками, дайками і інтрузивними покладами. Габро, що містить калієвий польовий шпат і біотит, відносять до сублужних, а габро, що містить нефелін і інші фельдшпатоїди, належить до розряду лужних порід відповідно. До родовищ габро відносять Кам'янобрідське, Сліпчицьке, Букинське та інші.

Радіологічна характеристика сировини

Ряд облицювальних гірських порід містить значну кількість радіонуклідів, що обмежує область їх застосування в різних галузях, що потребує необхідності радіаційно-гігієнічної оцінки сировини.

Усі види продукції з природного облицювального каменю, що випускаються на підприємстві ФОП «Настенко С.В.», проходять щорічну сертифікацію щодо

					РРКК.ДР21.07.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

радіаційної відповідності стандартам.

За даними вимірювань здійснюється сертифікація з віднесенням продукції по класах застосування.

Випробування здійснюються при наступних умовах: температура навколишнього середовища 20⁰С, атмосферний тиск 730 мм.рт.ст., вологість повітря 80 %.

Основними джерелами радіоактивного випромінювання облицювального каменю є радій - ²²⁶Ra і торій – ²³²Th з продуктами розпаду, а також радіоактивний ізоотп калія – ⁴⁰K.

Радіаційна характеристика сировини, що використовується на підприємстві, представлена в табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Радіологічна характеристика сировини

№	Найменування родовищ облицювальних каменів	Середній показник питомої активності, Бк/кг	Клас використання
1	Покостівський граніт	301,0	I
2	габбро: Сліпчицький	210,4	I
3	Лабрадорит: Головинський	292,0	I

Оцінка декоративності каменю

Стандарт на блоки припускає візуальне визначення декоративності каменю шляхом порівняння зразка, що оцінюється з еталонним зразком. Для оцінки декоративності каменю може бути використаний також експертний висновок. В останній час з цією метою почали застосовувати кваліметричний спосіб, при якому декоративність розглядається як деякий складний комплекс художньо-естетичних властивостей поверхонь каменю, що розглядається на трьох рівнях.

На першому рівні розглядається декоративність; на другому рівні це елементи, що складають: колір, текстуру, фактуру; на третьому рівні це ознаки,

					РРКК.ДР21.07.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

що характеризують кожний елемент: для кольору це кольоровість, насиченість, світлота, однорідність поєднання кольорів; для текстури це малюнок, структура, прозорість; для фактури це здатність до полірування. Кожна з названих ознак поділяється на категорії, що оцінюються певною кількістю балів тощо.

					РРКК.ДР21.07.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ КАМЕНЮ НА ПІДПРИЄМСТВІ

На каменеобробному підприємстві ФОП «Настенко С.В.» оброблюють в основному породи: габро, граніти, гранодіорити та лабрадорити. Ці природні облицювальні камені відносяться до міцних гірських порід. Почерговість процесів розпилювання, окантовування і шліфування залежить від міцності каменю. За рахунок обробки тільки високоміцного каменю на підприємстві прийнята наступна технологічна схема обробки: розпилювання – шліфування – окантовка.

Сировину, для обробки, закупають та доставляють на підприємство за допомогою автотранспорту, що винаймається, та складається на склад блочної сировини, що розташований на території підприємства. Розвантаження блоків виконують автомобільним краном, вантажопідйомністю 20 тон, на спеціально обладнану площадку. На складі блочної сировини великогабаритні блоки, або блоки неправильної форми при необхідності пасерують за допомогою ручних перфораторів та клинків (надають їм меншого об'єму та правильну форму). Після виконання пасирування (для малогабаритних блоків пасировку можна не виконувати) підготовлені блоки каменю завантажують на візки розпилювальних верстатів за допомогою крану та подають у розпилювальний цех.

В розпилювальному цеху встановлено два дискових каменерозпилювальних верстат ПФР-00.00.2000 виробництва ДФ «УкрСІЛБЕТ», Україна (рис. 2.1.).

Верстат для розпилювання каменя порталного типу ПФР- 00.00.2000, призначений для розпилювання блоків чи заготовок із натурального каменю (мармуру та граніту) на готові деталі (сляби чи плиту). Ріжучий інструмент - фреза. Ріжучими елементами фрези є алмазні сегменти, які встановлені по периферії диску.

					РРКК.ДР21.702.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Настенко М. С.			Технологічна схема виробничого процесу обробки каменю	Літ.	Арк.	Акрушів
Кер.розд.		Шлапак В.О.				н		
Керівник		Шлапак В.О.				«Житомирська політехніка» 184 «Гірництво» РР-46		
Н. Контр.		Башинський						
Зав.каф.		Башинський						

При обертанні диску та її переміщенні повз блок з каменю, який встановлюється на візок, алмазні сегменти виконують розпилювання.

Глибина розпилювання виставляється на кожний хід фрези, як в автоматичному так і у ручному режимах. Ширина та кількість плит, які відрізаються може програмуватися або виставлятися в ручному режимі.

Станок здатний виконувати операції по різанню в автоматичному режимі, який забезпечує з заданим ступенем точності такі характеристики, як глибину заглиблення за один прохід та відстань між пропилами. Таким чином станок дозволяє випускати вироби з каменю з рівною поверхнею площини виробів при низьких енергозатратах та високій потужності.

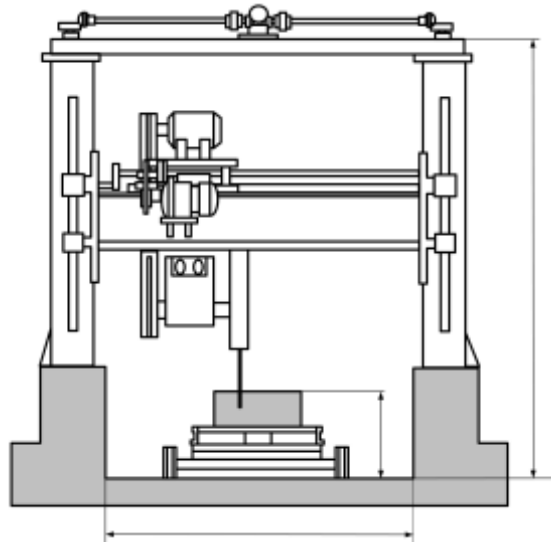


Рис. 2.1. Дисковий розпилювальний верстат РФР-00.00.2000

Після закінчення процесу розпилювання розпилену ставку розбирають, одержані розбирають та складують.

Розібрані заготовки за допомогою автонавантажувача або мостовим однобалочним краном доставляють до шліфувально-полірувальної ділянки в якій встановлено чотири шліфувально-полірувальних верстати марки РФ-00.00.000/01СБ, Коростишівського заводу «Реммашторф», Україна. Заготовки шліфуються на верстатах абразивними або алмазними кругами, шляхом поетапного зменшення крупності зерен на відповідних стадіях обробки. Полірування виконують алмазними полірувальними головками (іноді з

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

доводкою войлочними або фетровими кругами з полірувальними порошками та пастами).

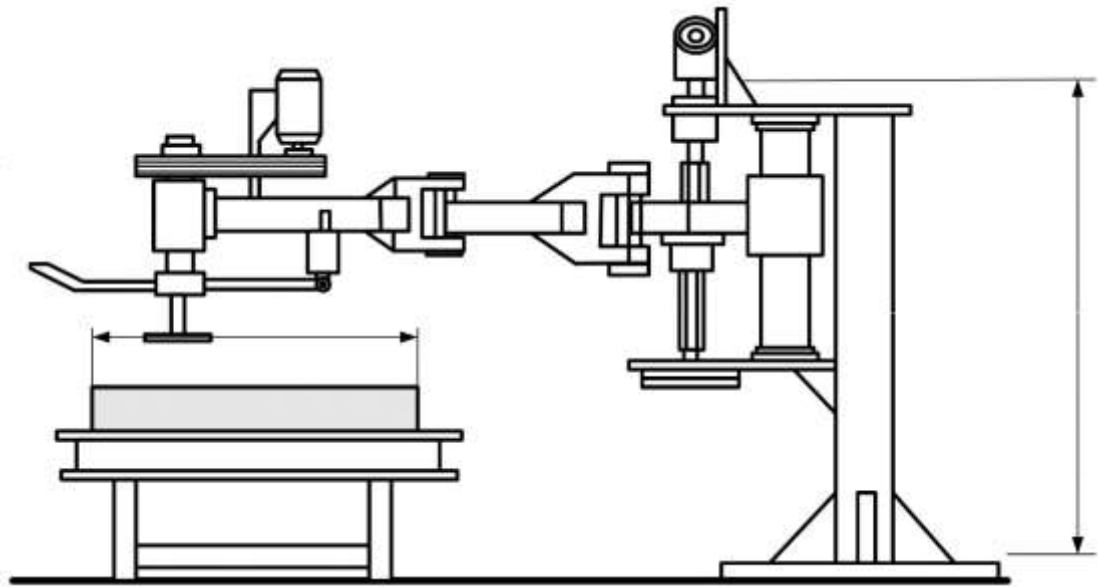


Рис. 2.2. Верстат коліно-важільний ПФ-00.00.000/01СБ

Верстат ПФ-00.00.000/01СБ призначений для шліфування та полірування плит, колон із каменю середніх і міцних порід (граніт, мармур), які мають шорховату поверхню з висотою нерівностей до 3 мм.

В кінці процесу шліфування-полірування заготовки знімають з верстатів і за допомогою автовантажувача або мостовим однобалочним краном перекладають на столи фрезерно-окантувальних верстатів. Плити-заготовки окантовують по заданим специфікаціям на верстатах моделі ОКФ-00.00.800, Коростишівського заводу «Реммашторф», Україна.

Верстат моделі ОКФ-00.00.800 (рис. 2.3.) призначений для окантовування плит, розбрусовки заготовок, прорізання пазів і виконання простих профілів у виробках із граніту, мармуру і інших видів каменю.

Він використовується головним чином для розрізання великих гонках кусків великого розміру із граніту, мармуру дисковими алмазними пилами. Верстат оснащений приводом вертикального переміщення робочих головок, що забезпечує операцію різання.

Після виконання операції окантовування заготовки знімаються зі столів верстатів, потім їх укладають у спеціальні переносні стелажі та вивозять на склад

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

готової продукції. Зі складу готової продукції поліровані плити доставляють до замовника авто або залізничним транспортом.

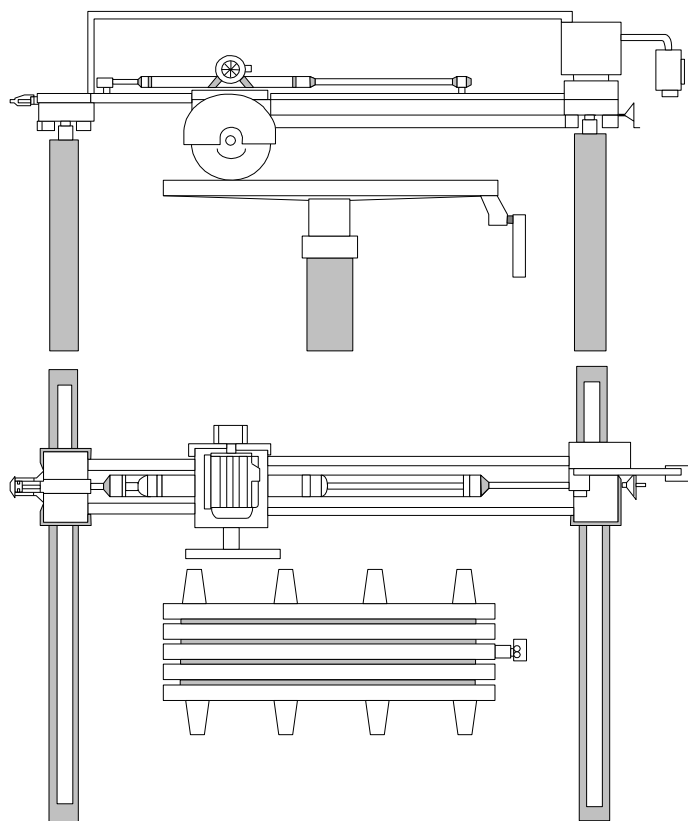


Рис. 2.3. Схема конструкції верстату ОКФ-00.00.800

При виготовленні виробів з облицювального каменю використовують схему:

РОЗПИЛЮВАННЯ – ШЛІФУВАННЯ-ПОЛІРУВАННЯ – ОКАНТОВКА

На підприємстві також досить добре розвинене виробництво архітектурно-будівельних, ритуальних виробів та бруківки. Підприємство може виготовляти складно-профільні вироби з каменю. Для цього використовують ручні профільні машинки з різними насадками.

Крім алмазно-абразивної обробки на підприємстві використовують зколювання природного каменю, що відображається у вибиванні портретів і різного роду малюнків скаргелями, виготовлення термооброблених виробів тощо.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідна річна кількість блоків:

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

де S_0 – річна продуктивність підприємства м^2 ($S_0=6000 \text{ м}^2/\text{рік}$); W_n – вихід готових плит з 1м^3 блоків, $\text{м}^2/\text{м}^3$

$$W_n = \frac{1000 \cdot K_{вих}}{b_n + b_{ін} + b_з} \quad (2.2)$$

де $K_{вих} = 0,65$ – коефіцієнт виходу облицювальних плит з блоків будівельних гірських порід; b_n – товщина плити; 30 мм; $b_{ін}$ – товщина ріжучого інструмента – 7мм; $b_з$ – сумарна величина зазору в пропилі 1мм.

$$W_n = \frac{1000 \cdot 0,65}{30 + 7 + 1} = 17,1 \text{ м}^2/\text{м}^3 \quad (2.3)$$

$$V_B = \frac{6000}{17,1} = 352 \text{ м}^3/\text{рік}. \quad (2.4)$$

Як правило, найбільше використовують на підприємстві блоки розмірами $1,5 \times 1,3 \times 1,0$ з об'ємом $V \approx 2\text{м}^3$.

Кількість блоків на рік складає:

$$n_B = \frac{V_n}{V_б} = \frac{352}{2} = 176 \text{ блоків}. \quad (2.6)$$

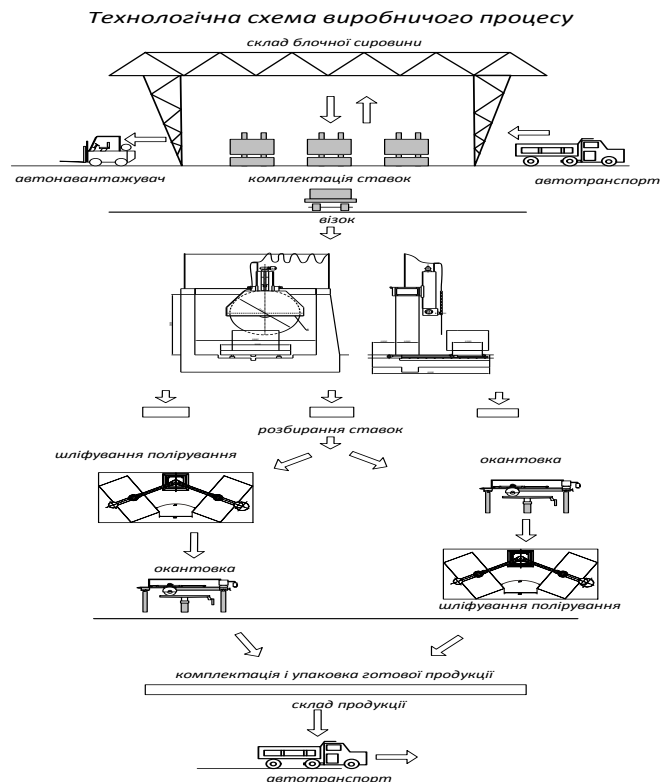


Рис. 2.4. Схема технологічного процесу

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1. Технологія розпилювання блоків на заготовки

Розпилювання це початковий та основний процес обробки каменю різанням, який складається в переробці блоків чи заготовок переважно на пилені плити, а також на інші види заготовок (напівфабрикатів).

Розпилювання як початковий процес значною мірою визначає виробничі потужності каменеобробного підприємства, про потужність якого звичайно судять по кількості розпилювальних верстатів.

Поряд з цим розпилювання істотно впливає на ефективність усього технологічного процесу каменеобробного виробництва, у зв'язку з тим, що на частку розпилювання приходить до 30 - 40% загальних трудових витрат, а якість розпила відбивається на продуктивності шліфування і виході продукції.

Розпилювання в порівнянні з наступними процесами супроводжується найбільшою кількістю відходів (до 45%), скорочення яких є важливим резервом подальшого підвищення ефективності виробництва і зниження матеріалоємності кінцевої продукції.

В обробці облицювальних матеріалів із природного каменю під терміном “розпилювання” мають на увазі два різних поняття: 1) комплексний виробничий процес, що складається з ряду взаємозалежних основних, допоміжних технологічних процесів та операцій по переробці блоків (заготовок) на пилені заготовки різних розмірів; 2) окремий технологічний процес тобто спрямоване руйнування каменю шляхом впливу на нього ріжучого алмазного інструмента (пилки).

У комплексному виробничому процесі можуть бути виділені наступні основні операції: комплектація ставки (чи установка блоку в робочий простір верстата); підготовка верстата до роботи; власне розпилювання; розбирання розпиленої ставки чи блоку (зняття пиляних плит з верстатного візка чи з робочого столу верстата).

Відібраний блок встановлюється на візок, що доставляє його до верстату. Блок повинен бути попередньо підготовлений. При розпилюванні блоків на дно візка кладуть дерев'яні бруски.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підготовка розпилювального верстату до роботи зводиться до перевірки його готовності до роботи і встановленні візка з блоком в робочому просторі верстату для подальшого розпилювання.

Перевірку готовності верстату до роботи виконують у два етапи, а саме попередній та кінцевий. Під час попередньої перевірки оцінюють стан приводів і клинопаскових передач, достатність затягнення болтових з'єднань, наявність змазки в змащувальних точках, справність електрообладнання, заземлення та світлової сигналізації; контролюють відсутність зайвих предметів в робочому просторі верстату і біля його рухомих вузлів, наявність огорожень тощо. В цей же час ретельно оглядають алмазний інструмент та впевнюються у відсутності на ньому дефектів, оцінюють стан робочої поверхні алмазних сегментів. Кінцева перевірка готовності верстату до роботи виконується на холостому робочому ході. При перевірці роботи верстату визначають правильність взаємодії всіх вузлів кінематичної схеми верстату, справність підшипників, наявність змазки в рухомих з'єднаннях, справність пускової, регулювальної і контрольно-виміральної апаратури на пультах керування, плавність робочих подач та переміщень, рівномірність та достатність подачі води на алмазний робочий інструмент. Тільки після цього візок з закріпленим блоком заходять у робочий простір верстату.

Після встановлення блока в робочий простір верстату починається стадія розпилювання. Підвід пили до блоку, що розпилюється (або навпаки, блока до пили) виконують з прискореною швидкістю подачі до відстані приблизно 30 - 50 мм між краєм пили і передньою гранню блока. Потім верстат перемикають на раціональну швидкість робочої подачі, котра дорівнює 30 - 35 м/с. Глибина різання міцних порід складає 20 - 30 мм.

По закінченні розпилювання блоку верстат вимикають, перекривають подачу води, прибирають робочий та простір навколо верстату.

ФОП «Настенко С.В.» використовує для розпилювання два однодискові порталних каменерозпилювальні верстати ПФР-00.00.2000 з діаметром

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дискової пили 1600 - 2000 мм технічні характеристики якого представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Технічна характеристика розпилювального верстата ПФР-00.00.2000

Специфікація	Технічний показник
Габаритні розміри верстату	6200x1600x3350 мм
Вага	8000 кг
Максимальний діаметр леза (пилки)	2000 мм
Кількість лез	1 шт.
Хід фрези по горизонталі	2800 мм
Хід фрези по вертикалі	1300мм
Число обертів дискової фрези	270 об/хв
Габаритні розміри візка (столу)	1800x2800
Режим роботи	Напівавтоматичний*
Швидкість переміщення фрези	
- по вертикалі	8 м/хв.
- по горизонталі	8 м/хв.
Швидкість різання	25..30 м/сек
Швидкість переміщення візка	0,2..0,4 м/хв
Глибина розпилу	800 мм
Загальна встановлена потужність	25,75 кВт
Потужність головного приводу	22 кВт; 750 об/хв
Двигун-редуктор вертикального переміщення поперечної балки	МЧ-80-45-13-Л; 1,5 кВт
Двигун-редуктор горизонтального переміщення шпиндельної головки	ЗМП-40-56-110; 1,5 кВт
Двигун-редуктор подачі візка	МЧ-63-45-13-2-Л; 0,75... 1,5 або 2.2 кВт
Напруга	380 В, 50 Гц
Витрати охолоджуючої рідини	100...120 л/хв

Верстат для розпилювання каменю має порталну будову і складається з трьох частин: основна частина, частина робочого столу і електричний відсік.

Основна частина верстату складається з двох вертикальних стійок, верхньої поперечної рами та середньої поперечної рами. На середній поперечній рамі розташовані каретка з приводом, шпиндельна головка дискової пилки (фрези)та

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

головний електричний двигун. Візок (робочий стіл) встановлюється на направляючих коліях, який переміщується за допомогою електричного двигуна, редуктора та гвинтової пари.

При комплектації верстату засобами автоматики, досягається можливість плавної зміни швидкості переміщення шпиндельної головки (0... 10 м/хв.), заданої глибини різання за один прохід а також можливість отримання встановленої товщини деталі.

Заготовка (блок) встановлюється на візок та подається в зону обробки. Після чого за допомогою засобів автоматики встановлюється необхідна (в залежності від виду граніту та його міцності) швидкість переміщення каретки з дисковою пилкою (фрезою) з алмазними сегментами та глибина різання. Одночасно вмикається двигун приводу дискової пилки (фрези) і подається вода для охолодження.

Великі швидкості, які властиві алмазно-дисковому розпилюванню, накладають деякі особливості на характер цього процесу. Швидкості дискової пилки 30 м/с відповідає приблизно 20 тис. впливів алмазних зерен на одиницю площі забою в 1 с. З огляду на це, можна визначити, що на контакті інструмента з каменем поряд з явищами мікроцарапання і скобління (стирання) каменю працюючими зернами має місце і часткове дроблення його в пропилі каменю.

Для установки пил на робочий вал верстата застосовують систему фланців, які виконують кілька функцій:

- передачу обертання і відповідного крутячого моменту з робочого валу на розпилювальний інструмент;
- забезпечення необхідної твердості й стійкості інструмента;
- забезпечення заданої товщини розпилювальних заготовок.

Крім перерахованих функцій система фланців сприяє раціональній подачі охолоджуючої рідини (води) в зону різання.

Для алмазного дискового розпилювання каменю характерні чотири основні технологічні параметри:

- швидкість різання (окружна);

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- швидкість робочої подачі;
- глибина різання;
- витрата охолоджуючої рідини (води).

Швидкість різання значною мірою обумовлена фізико-механічними властивостями гірських порід, що розпилюються. Загальні правила вибору раціональних значень швидкості алмазно-дискового різання зводяться до наступного:

- мінімальною швидкістю різання до 20 – 25 м/с розпилюються породи підвищеної міцності - граніти, кварцити тощо.

Вплив глибини різання і швидкості робочої подачі на продуктивність верстата є рівнозначним. Для збереження продуктивності на постійному рівні при зниженні швидкості подачі необхідно збільшувати глибину різання і навпаки відповідно. З огляду на те, що збільшення глибини різання дозволяє скоротити витрати часу на виконання допоміжних операцій, рекомендується по можливості приймати максимальні значення цього параметра. Практично глибина різання обмежується висотою тобто товщиною заготовки, яка розрізається, розміром (діаметром) пилки, вимогами до прямолінійності пропилю і площинності поверхні різа, а також іншими факторами.

Витрата охолоджувальної рідини (води) значно впливає на ефективність експлуатації дискових алмазних пилок. Крім охолодження ріжучого інструмента, вода також служить для видалення з пропилю шламу. При недостатній кількості рідини, що надходить на інструмент в пропил, різко зростає витрата алмазів. При надмірно малій подачі води свідчить поява пилу в зоні роботи алмазного ріжучого інструмента, а також іскріння пил при різанні каменю підвищеної міцності.

Для наближеного визначення раціональної витрати води (на одну алмазну дискову пилку в л/хв) потрібно розділити величину зовнішнього діаметра алмазної пилки (у мм) на 25. При цьому тиск у системі, яка подає воду повинний бути не нижче 0,3 МПа.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Алмазна пилка являє собою корпус-диск з радіальними пазами і напаяними на нього алмазними елементами, що мають форму сегментів. У центрі диска є посадковий отвір, діаметр якого відповідає діаметру пильного валу верстата, на який насаджується пилка.

Згідно технологічної схеми потрібно розрахувати технологічні параметри каменерозпилювального верстата.

Швидкість різання при обертальному русі інструмента постійна:

$$V_p = \frac{\pi D n}{60} \quad (2.7)$$

де: D – наружний діаметр інструмента (пилки), м; n – частота обертання інструмента, об/хв;

$$V_p = \frac{3.14 \cdot 2,0 \cdot 400}{60} \approx 41 \text{ м/с} \quad (2.8)$$

$$n = \frac{60 V_n}{\pi D} = \frac{60 \cdot 41}{3,14 \cdot 2,0} = 400 \text{ об/хв} \quad (2.9)$$

Якщо візок 2 м проходить за 4 хвилини, тоді швидкість подачі:

$$V_n = L_n / T \quad (2.10)$$

де: L_n - шлях, який проходить інструмент; T - час, за який інструмент проходить цей шлях.

$$V_n = 2/4 = 0.5 \text{ м/хв} \quad (2.11)$$

Кількість пропилів, необхідна для розпилювання блоку на заготовки товщиною 30 мм:

$$m = \frac{b}{b_n + b_{nl}} - 1 \quad (2.12)$$

де: b_{nl} – товщина заготовки, 50 мм; b_n – ширина пропила, 9 мм; b – ширина блока, 2600 мм.

$$m = \frac{2600}{50 + 9} - 1 = 43 \text{ шт} \quad (2.13)$$

Технологічна продуктивність:

$$Q_{tex} = \frac{L_0 \cdot S(m+1) \cdot b}{1000}, \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (2.14)$$

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: S – величина робочої подачі, м/год - 40 м/год; L_0 – довжина блоку, що розпилюється – 2600 мм; b - глибина запилу, 5мм.

$$Q_{tex} = \frac{2,6 \cdot 41 \cdot (1+1) \cdot 5}{1000} \approx 1 \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.15)$$

Циклова продуктивність розпилювального верстату:

$$Q_u = Q_{tex} \cdot K_u, \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.16)$$

де: K_u - коефіцієнт циклової продуктивності, $K_u = 0,95 - 0,98$.

$$Q_u = 1 \cdot 0,96 = 0,96 \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.17)$$

Фактична продуктивність розпилювального верстату:

$$Q_\phi = Q_u \cdot K_\phi, \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.18)$$

де: K_ϕ – коефіцієнт використання номінального фонду робочого часу: при роботі в 1 зміну $K_\phi = 1$.

$$Q_\phi = 0,96 \cdot 0,85 = 0,82 \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.19)$$

Час розпилювання одного блока:

$$T_{tex} = \frac{N}{Q_\phi} = \frac{27,84}{0,82} \approx 34 \text{ годин} \quad (2.20)$$

Кількість м^2 в блоці об'ємом $1,5 \text{ м}^3$:

$$N = W_n \cdot 2,4, \text{ м}^2 \quad (2.21)$$

де: $W_n = 11,6 \text{ м}^2/\text{м}^3$.

$$N = 11,6 \cdot 2,4 = 27,84 \text{ м}^2 \quad (2.22)$$

Необхідна кількість каменерозпилювальних верстатів:

$$N_6^{poz} = \frac{S_T}{F \cdot Q_\phi} \text{ шт} \quad (2.23)$$

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

$S_T = 6000 \text{ м}^2$.

$$N_6^{poz} = \frac{6000}{2080 \cdot 0,82} \approx 2 \text{ шт} \quad (2.24)$$

Прийmemo кількість верстатів 1.

Враховуючи, що питомі витрати алмазів $q_1 = 0,3$ карат/ м^2 , загальні витрати алмазів в рік дорівнюють:

$$q_c = q_1 \cdot S_T, \text{ карат в рік} \quad (2.25)$$

$$q_c = 0,32 \cdot 6000 = 1920 \text{ карат в рік.} \quad (2.26)$$

Витрати води на роботу одного каменерозпилювального верстата:

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_c = m \cdot U \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.27)$$

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

$$U_c = 2 \cdot 2 = 4 \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.28)$$

2.2. Технологія шліфування-полірування заготовок

Фактурна обробка облицювальних виробів із природного каменю представляє собою процес точної обробки його лицьової поверхні шліфуванням-поліруванням, в результаті якого форма та лінійні розміри заготовок не змінюються, а лицьова поверхня набуває зовнішнього вигляду готового виробу.

На каменеобробному підприємстві ФОП «Настенко С.В.» процес фактурної обробки, тобто шліфування-полірування проводиться на шліфувально-полірувальних верстатах радіально-консольної конструкції марки ПФ-00.00.000/01СБ.

Вихідною поверхнею для одержання фактур, слугує пилена поверхня заготовок, що одержується після виконання процесу розпилю. Пилена поверхня характеризується нерівно-мірно-шорсткою поверхнею рельєфа висотою до 3 мм.

Заготовки, що поступають для фактурної обробки, обмиваються водою від залишків шламу, що залишаються на них після розпилювання. На шліфувально-полірувальних верстатах для обробки облицювальних виробів із природного каменю міцних порід застосовується алмазний інструмент із природніх алмазів на металічних зв'язках.

Фактури поділяються на:

- поліровані;
- лущені;
- шліфовані.

Вимоги до відповідних фактур приведені в таблиці 2.2.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Регламентовані вимоги до фактур

Найменування фактури	Характеристика фактури
Полірована	Зеркальний блиск на поверхні виробів, чітке відображення предметів
Лощена	Гладка матова поверхня без слідів обробки, повний вияв рисунка каменю
Шліфована	Рівномірно шерохвата поверхня зі слідами обробки, з нерівностями рельєфа висотою до 0,5 мм

Для обробки облицювальних виробів із природного каменю міцних порід застосовується алмазний інструмент із природніх алмазів на металічній зв'язці М50 із концентрацією алмазів 50 %. Зернистість алмазних порошоків представляє собою основний параметр, який характеризує крупність зерен, що представлена в таблиці 2.3.

Зернистість інструменту та його призначення

Номер абразивного інструменту	Операція фактурної обробки	Характеристика
		Зернистість
1	Обдир	125 – 80
2	Грубе шліфування	63 – 32
3	Шліфування	25 – 12
4	Тонке шліфування	10 – 5
5	Перше лощіння	М40 – М20
6	Друге лощіння	М14 – М7

Фактурна обробка каменю на шліфувально-полірувальному верстаті складається з таких етапів:

- підготовка верстату до роботи;
- його запуск;
- зупинка;
- обслуговування верстату в процесі роботи;
- зняття продукції з робочого столу.

В процесі підготовки верстату до роботи виконують установку робочого інструменту і заготовки на стіл верстату, перевірку готовності верстату до роботи. Робочий інструмент, що встановлюється на шпіндель верстату, повинен строго відповідати характеру операції і міцності каменю.

Заготовка, яка потребує індивідуальної обробки, закріплюється на столі верстату з її торців дерев'яними планками або клинами, для запобігання зміщенню її в процесі шліфування-полірування.

Для визначення готовності верстату до роботи перевіряють стан деталей кріплення і клинопаскової передачі, затягнення болтів, готовність електрообладнання, справність заземлення і світової сигналізації, відсутність посторонніх предметів в робочому просторі верстату, встановлення огорожі. При негативних результатах перевірки, хоча б по одному з цих факторів, пуск верстату категорично забороняється. Кінцева перевірка готовності верстату виконується на холостому ході, під час якого встановлюють правильність взаємодії всіх вузлів кінематичної схеми, працездатність усіх підшипників, наявність змазки у рухомих з'єднаннях, справність усіх кнопок на пульті керування тощо.

Порядок підготовки технологічного процесу. Спочатку вибирають заготовки, які потребують фактурної обробки по необхідному родовищу і товщині заготовки. Вибрані плити транспортуються мостовим краном-балкою і завантажуються на стіл верстату, який встелений гумовими листами. При строповці плит ураховують їх тріщинуватість та їх конфігурацію.

Завантаження столу верстату повинно виконуватися не менше ніж на 80 % площі стола. За лицьову поверхню приймається поверхня заготовок, котра має менші запили.

Заготовки, які вкладаються на стіл повинні бути одного і того ж родовища або однакової по оброблюваності. Товщина заготовок повинна бути одного порядку. Відстань між заготовками, які вкладаються на верстат, повинна дорівнювати приблизно половині діаметру робочого інструмента.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заготовки, які потребують обробки, повинні лежати на столі строго в горизонтальній площині та щільно прилягати до поверхні столу. При наявності виступаючих кромek по краю плити виконується їх зколювання.

Після завантаження та вкладання заготовок на стіл верстату визначається послідовність їх обробки в залежності від якості розпилювання і необхідної фактури обробки, згідно певної технологічної карти. Заготовки, котрі вкладаються на стіл, ретельно обмиваються струменем води від залишків шламу.

Фактурна обробка виконується в послідовності кожним номером абразивного інструменту.

Укладання заготовок, знімання оброблених плит, а також встановлення та заміна інструменту виконується при повністю зупиненому верстаті.

На підприємстві використовуються чотири шліфувально-полірувальних верстатів коліно-важільного типу марки ПФ-00.00.000/01СБ. Ці верстати розташовані у шліфувально-полірувальній дільниці каменеобробного цеху.

Колінно-важільний полірувальний верстат ПФ- 00.00. 000/01СБ служить для шліфування й полірування заготовок з натурального каменю (граніту, мармуру) форми наближеною до прямокутника з використанням водяної о охолодження.

Верстат може використовуватися для шліфування і полірування виробів із природної о каменю різної товщини.

Верстат каменеобробний стабільний в роботі, має високу продуктивність, низьке споживання електроенергії. Цей верстат монтується на колону великого діаметру що надає йому жорсткості а значить гасить вібрації при роботі на даному обладнанні. Поставляється в повній комплектації з набором захоплюючих пристосувань для полірувального інструменту.

Верстат ПФ-00.00.000/01СБ складається із колони з механізмом підйому, шпіндельного вузла, коліно-важільної системи, робочої головки і столу. Колонна з механізмом підйому включає в себе циліндричну стійку з підп'ятником, змонтовану на бетонній тумбі-фундаменту, трубу, що насаджено на стійку та траверсу. Труба насаджена на стійку за допомогою підшипників ковзання та може вільно обертатися навколо стійки.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коліно-важильна система складається із двох важелів, які шарнірно зв'язані між собою за допомогою вертикальної вісі. Шпиндельний вузол верстату складається із корпусу, пінолі, шпинделя, втулки і відомого шків, і механізму ручного переміщення пінолі. Привід обертання шпинделя здійснюється чотирьох швидкісного електродвигуна через клинопасову пе-редачу. На нижньому кінці шпинделя закріплюється шліфувальна головка з інструментом. Стіл верстату представляє собою бетонну основу з гладкою горизонтальною поверхнею.

Технічна характеристика шліфувально-полірувального верстату ПФ-00.00.000/01СБ представлена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Технічна характеристика шліфувально-полірувального верстату ПФ-00.00.000/01СБ.

Найменування	Виміри
Габаритні розміри	3000х600х2200 мм
Вага	1800 кг
Максимальний розмір заготовки, що встановлюється на стіл	1800х1100 мм
Габаритні розміри столу	1500х2000 мм
Діапазон вертикального ходу	0 - 600 мм
Число обертів валу робочої головки	750 об/хв
Діаметр алмазних кругів	160; 250 мм
Електродвигун головного приводу :	
- потужність	5,5 кВт
- число обертів	1450об/хв
Мотор-редуктор приводу вертикального ходу ЗМП-31,5-45-120УЗ 380В	1,1 кВт
Загальна потужність	7,0кВт
Електроживлення	380В; 50 Гц
Довжина крайнього плеча	1110 мм
Довжина несучого плеча	1100 мм
Витрати води	10 – 15 л/хв

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок параметрів шліфувально-полірувального верстату ПФ-00.00.000/01СБ

Технологічну продуктивність верстату прийmemo, керуючись експериментальними та статистичними даними по обробці природного каменю верстатами марки ПФ-00.00.000/01СБ:

$$Q_{tex} = 0,5 \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.29)$$

Циклова продуктивність шліфувально-полірувального верстату:

$$Q_u = Q_{tex} \cdot K_u \quad (2.30)$$

де $K_u = 0,95$ – коефіцієнт циклової продуктивності; $Q_u = 0,5 \cdot 0,95 = 0,48 \text{ м}^2/\text{год}$

Фактична продуктивність шліфувально-полірувального верстату:

$$Q_\phi = Q_u \cdot K_\phi \quad (2.31)$$

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

$$Q_\phi = 0,48 \cdot 0,85 = 0,41 \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.32)$$

Загальна продуктивність усіх верстатів ПФ-00.00.000/01СБ:

$$Q_{заг} = Q_\phi \cdot N_g^{ПФ-00.00.000/01СБ} = 0,41 \cdot 4 = 1,64 \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.33)$$

де $N_g^{ПФ-00.00.000/01СБ} = 4$ верстатів.

Річна продуктивність шліфувально-полірувальних верстатів:

$$S_{ПФ-00.00.000/01СБ_T} = N_g^{ПФ-00.00.000/01СБ} \cdot Q_\phi \cdot F \quad (2.34)$$

де $F = 2080$ годин – річний фонд робочого часу при однозмінній роботі;
 $N_g^{ПФ-00.00.000/01СБ} = 4$ верстатів;

$$S_{ПФ-00.00.000/01СБ_T} = 4 \cdot 0,41 \cdot 2080 = 3440 \text{ м}^2/\text{рік} \quad (2.35)$$

Річна витрата води на роботу верстатів ПФ-00.00.000/01СБ:

$$U_g^{ПФ-00.00.000/01СБ} = N_g^{ПФ-00.00.000/01СБ} \cdot U \cdot F \quad (2.36)$$

де $U = 8 \text{ л/хв} = 480 \text{ л/год} = 0,48 \text{ м}^3/\text{год}$ – витрати води на один верстат;

$$U_g^{ПФ-00.00.000/01СБ} = 4 \cdot 0,48 \cdot 2080 = 3440 \text{ м}^3/\text{рік} \quad (2.37)$$

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Річна витрата алмазів для виконання операцій шліфування-полірування обробки:

$$q_{рік} = q_1 \cdot S^{ПФ-00.00.000/01СБ}_T \quad (2.38)$$

де $q_1 = 0,2$ карат/м² – питома витрата алмазів; $S^{ПФ-00.00.000/01СБ}_T = 3440$ м² – річна продуктивність шліфувально-полірувальних верстатів;

$$q_{рік} = 0,2 \cdot 3440 = 688 \text{ карат/рік} \quad (2.39)$$

Визначимо річний об'єм шламу після виконання операцій шліфування-полірування:

$$V_{шл.шліф.} = S^{ПФ-00.00.000/01СБ}_T \cdot \sum Z_i \quad (2.40)$$

де $\sum Z_i = 8514,2$ мкм – шар матеріалу, який знімається при шліфуванні 1 м²;

$$V_{шл.шліф.} = 3440 \cdot 0,0085142 = 24 \text{ м}^3/\text{рік} \quad (2.41)$$

Розраховані показники витрат матеріалів, сировини та продуктивності верстатів ПФ-00.00.000/01СБ, для роботи шліфувально-полірувальної дільниці каменеобробного цеху, відповідають 1 - но змінній роботі, тобто шліфувально-полірувальна дільниця працює на повну потужність. Операція шліфування-полірування на каменеобробному підприємстві здійснюється у 1 зміну.

2.3. Технологія окантовування плит

Після полірування, плиту відправляють на наступний етап обробки, де проходить процес оконтурювання заготовок відповідно до необхідних розмірів, обрізання дефектів, та надання як правило прямокутної форми. Сама технологія залежить від твердості порід. Для мармуру та подібних йому порід окантування роблять відразу для декількох плит, в той же час як для міцних порід виконують цей процес для кожної плити окремо.

Технологічна схема окантовки включає такі основні операції:

- підготовка верстату до роботи;
- укладання плит заготовок на стіл верстата;

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розмітка плит;
- виконання подовжнього розкрою;
- виконання поперечного розкрою;
- збирання околу і зняття плит зі столу;
- підготовка до наступного завантаження.

Для запуску окантовочного верстату необхідно:

- включити привід насоса масляної станції
- попеременно включаючи приводи моста і каретки з кругом,
- підвести інструмент до наміченої першої лінії різку.
- включити ел.двигун обертання відрізного диску
- включити подачу води.
- виконати подовжній різ, вибираючи оптимальні режими різання:

Технологічні та режимні параметри процесу окантовки є:

- глибина різку за один прохід ;
- швидкість різання;
- швидкість робочої подачі ;

Показником нормально обраної швидкості різання є відсутність іскріння диску.

Підприємство для фрезерно-окантувальних робіт використовує верстати ОКФ-00.00.800, які максимально відповідають його потребам.

Верстат складається із двох вертикальних зварних стійок, в яких вмонтовані гвинтові пари (гвинт-гайка) та направляючі по яким відбувається вертикальне переміщення поперечної балки верстату за допомогою приводу, який знаходиться на верхній поперечній рамі.

На верхній частині нижньої поперечної рами встановлена напрямна з кареткою на чотирьох катках. На каретці встановлено електродвигун та шпіндельна головка. Електродвигун за допомогою клинопасової передачі передає обертання на шпіндель головки, на якому встановлено диск. Переміщення каретки по горизонталі здійснюється електричним приводом.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заготовка, яка оброблюється встановлюється на візок. Після чого вмикається подача води та привід обертання пилки. Починається процес розпилювання слябу.

Заготовки, що оброблюються можуть завантажуватися та розвантажуватися як з переду, так і ззаду робочого столу.

Діаметр дискової пилки встановлено в межах 350 – 800 мм. Для отримання якості розпилу необхідно застосовувати чисту проточну воду. Швидкість різання регулюється електронним засобом (зміненням частоти).

Після закінчення різання пила автоматично піднімається, залишаючи поверхню заготовки, і автоматично швидко повертається в первинне положення. При повторній операції пила автоматично опускається і проводить розпилювання.

Електричні кабелі і шланги води прокладаються в направляючих. Панель керування розміщена в місці, що дозволяє на безпечне і швидке обслуговування машини.

Показники функціонального призначення

Показники надійності. Верстат відноситься до виробів конкретного виду 7. Номенклатура показників:

- середнє напрацювання на відмову не менше - 320 годин;
- середній термін служби, не менше - 8 років.

Зварні з'єднання відповідають встановленим нормам. Поверхневі дефекти зварних швів не допускається. Встановлена надмірна температура нагріву зовнішньої поверхні корпусів не повинна перевищувати 45 С°. При роботі верстата стукіт і нерівномірний шум не допускається. Вертикальне переміщення ріжучих пил та їх приполи мають бути вільним від заїдань і заклинювання. Допуск радіального биття посадочної поверхні шпинделя під ріжучий інструмент не більше 0.05 мм. Допуск перпендикулярності осі відносно вертикалі 0.05 мм. Допуск перпендикулярності осі шпинделя щодо бічних напрямних 0.3 мм. Витік мастила підшипників не допускається.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічна характеристика мостового фрезерувально-окантовочного верстата ОКФ-00.00.800 представлена в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Технічна характеристика фрезерно-окантовочного верстата ОКФ-00.00.800.

Специфікація	Технічний показник
Габаритні розміри верстату	4600x2100x1000 мм
Вага	3500 кг
Максимальний діаметр леза (пилки)	800 мм
Кількість лез	1 шт.
Хід фрези по горизонталі	1550 мм
Хід фрези по вертикалі	850мм
Габаритні розміри візка (столу)	2000x1800
Режим роботи	Напівавтоматичний
Швидкість переміщення фрези	
- по вертикалі	1..8 м/хв.
- по горизонталі	2..8 м/хв.
Швидкість різання	25..30 м/сек
Швидкість переміщення візка	0,2..0,4 м/хв
Потужність головного приводу	7,5...9 кВт/1460 об/хв
Двигун-редуктор вертикального переміщення поперечної балки	МЧ-80-45-13-Л; 1,5 кВт
Двигун-редуктор горизонтального переміщення шпиндельної головки	МЧ-63-45-12; 1,5 кВт
Двигун подачі візка	1,5 .2,2 кВт
Напруга	380 В, 50 Гц
Допустима споживана потужність	18,37 кВт
Витрати охолоджуючої рідини	100 л/хв

Розрахунок параметрів фрезерно-окантовочного верстату ОКФ-00.00.800

Швидкість різання для верстатів ОКФ-00.00.800

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000}, \quad (2.42)$$

де D – діаметр відрізного диска, $D = 800$ мм.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{3,14 \cdot 800 \cdot 900}{60 \cdot 1000} = 37,7 \text{ м/с} \quad (2.43)$$

n – частота обертання диска, $n = 1470$ об/хв.

Середня площа різку при окантовці плит на 1 м^2 полірованої заготовки.

$$S_c = \frac{S_{\min} + S_{\max}}{2}, \text{ м}^2/\text{м}^2 \quad (2.44)$$

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

$$S_{\min} = \frac{2(L_{\min} + B_{\min}) \times e_{\text{пл}}}{L_{\min} B_{\min}} = 0,48 \text{ м}^2/\text{м}^2 \quad (2.45)$$

де $L_{\min}, B_{\min}$ – відповідно довжина та ширина заготовки мінімального розміру
 $L_{\min} = 0,25 \text{ м}; B_{\min} = 0,25 \text{ м}; e_{\text{пл}}$ – товщина плити - $0,03 \text{ м}$.

$$S_{\text{msn}} = \frac{2(0,25 + 0,25) \cdot 0,03}{0,25 \cdot 0,25} = 0,48 \text{ м}^2/\text{м}^2 \quad (2.46)$$

$$S_{\max} = \frac{2(L_{\max} + B_{\max}) \times e_{\text{пл}}}{L_{\max} B_{\max}}; \quad (2.47)$$

де $L_{\max}, B_{\max}$ – відповідно довжина і ширина плити максимального розміру;
 $L_{\min} = 3 \text{ м}, B_{\min} = 2 \text{ м}$.

$$S_{\max} = \frac{2(3 + 2) \cdot 0,03}{3 \cdot 2} \text{ м}^2/\text{м}^2 \quad (2.48)$$

$$S_c = \frac{0,48 + 0,05}{2} = 0,265 \text{ м}^2/\text{м}^2 \quad (2.49)$$

Річний об'єм робіт по окантовці:

$$S_p^{\text{ок}} = S_2 \cdot S_c, \text{ м}^2/\text{рік} \quad (2.50)$$

$$S_p^{\text{ок}} = 3615 \cdot 0,265 = 958 \text{ м}^2/\text{рік} \quad (2.51)$$

Технологічна продуктивність верстатів ОКФ-00.00.800:

$$Q_{\text{tex}} = \frac{60 \cdot 30 \cdot 0,15(5-1) \cdot 0,96}{1000} = 1,03 \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.52)$$

Фактична продуктивність верстату:

$$Q_{\phi} = Q_{\text{tex}} \cdot \kappa_y \cdot \kappa_q \text{ м}^2/\text{год}; \quad (2.53)$$

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

$$Q_{\phi} = 1,03 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,83 \text{ м}^2/\text{год}. \quad (2.54)$$

Кількість фрезерувально-окантовочних верстатів ОКФ-00.00.800:

$$N = \frac{S_p^{\text{ок}}}{F_2 \cdot Q_{\phi}} = \frac{958}{2080 \cdot 0,83} \approx 1 \text{ верстат}. \quad (2.55)$$

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для раціонального використання розпилювального обладнання та виготовлення бруківки на підприємстві встановлено два фрезерно-окантовочні верстати ОКФ-00.00.800.

Витрати води при окантовці:

$$U^{ok} = \frac{D \cdot m}{50}, \text{ л/хв} \quad (2.54)$$

де $D = 800$ мм – діаметр відрізного диска; m – кількість відрізних дисків, 2 шт.

$$U^{ok} = \frac{800 \cdot 2}{50} = 32 \text{ л/хв.} = 0,032 \text{ м}^3/\text{хв} \quad (2.55)$$

Виготовлення бруківки

Для мощення доріг, площ та тротуарів досить давно застосовують природні матеріали, а саме бруківку з високоміцного каменю. Вона за весь час застосування змогла підтвердити свою міцність, стійкість і красу малюнка.

Навіть з введенням на ринок штучної тротуарною плиткою попит на неї навпаки зріс.

Переваги бруківки з високоміцного каменю перед штучної тротуарною плиткою очевидні.

По-перше, місця вимощені бруківкою не потребують оновлення століттями. Навпаки набувають особливого шарму і наповнюються певним символізмом, самотутньою історією.

По-друге, натуральний камінь на відміну від штучної плитки абсолютно не вбирає вологу, що буде ключовою ланкою в зимовий період.

По-третє, однорідна структура і стійкість зробили бруківку потрібної для найскладніших робіт і прокладок місць.

По-четверте, універсальність мощення як вулиць, садово-паркових зон, доріжок, фасадних територій, трамвайного полотна, посадкових майданчиків всілякого виду транспорту до терас.

Існує кілька видів гранітної бруківки:

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- колота;
- пиляна;
- пилено-колота;
- галтована.

Перший вид - це колота бруківка.

Колота бруківка є дуже поширена для укладання та акумулює в собі ефект середньовічних мостових і вуличок. Практична, має хороший оздоблювальний та візуальний ефект. Колота називається тому, що її грані нешліфовані і виглядають немов відірвані від каменю.

Залежно від того який це вид високоміцного каменю і до якого класу радіоактивності буде визначатися і визначається діапазон робіт з бруківки.

Другим поширеним видом є пиляна бруківка.

Пиляна бруківка - це один з найкращих варіантів для мощення. Вона дуже практична завдяки термообробці пиляної поверхні.

Третій вид - це гранітна бруківка пилено-колота.

Відомо, що колото-пиляна бруківка ідеально вписується в будь-яке технічне рішення. Чудово застосовується для місць підвищеного навантаження і тиску, мощення доріг, тротуарів.

Четвертий вид - це галтована бруківка

Галтована бруківка менш відома, але не менш красива. Вона характеризується явними округлими формами, без гострих кутів і практична для укладання доріжок, монтується на мощеннях з найбільшим інтенсивним пішохідним рухом.

Приклади виготовлення бруківки представлений на рисунку 2.5.



					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Бруківка колота



Бруківка пилено-колота



Бруківка пиляна, верх – термо

Бруківка галтована

Рис. 2.5 Види бруківки

На підприємстві для виготовлення бруківки встановлено один гідравлічний каменекольний верстат МЕС-250 для виробництва колотої та колото-пиляної бруківки технічні характеристики якого представлені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6.

Основні технічні характеристики каменекольного верстату МЕС

Модель	Ширина зубів, мм	Максимальна висота заготовки, мм	Притискне зусилля, т	Потужність електромотору, кВт
С 250	240, 320, 400	250	70	9,2

Технологія розколювання заготовок на бруківку

Технологічна схема розколювання включає такі основні операції:

- підготовка верстата до роботи;
- укладання заготовок на стіл верстата;
- розколювання;
- збирання околу і зняття готової продукції зі стола;

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- підготовка до наступного циклу.

У випадку, коли пиляні заготовки подаються на каменекольні верстати, слід очікувати таку продуктивність цих верстатів:

- до 2 т/год. при розмірах готового виробу 200×200×200 або 150×150×150;
- до 1 т/год. при розмірах готового виробу 100×100×100;
- до 0,5 т/год. при розмірах готового виробу 50×50×50 або 40×40×40.

Після розколювання виконується знімання продукції зі стола.

Дрібний окіл складається в спеціальні ящики. Готові вироби знімаються зі стола вручну, вкладаються в спеціальні мішки або на піддони. При вазі, більшій ніж 50 кг, готову продукцію знімають за допомогою кран-балки й укладають в контейнери або на піддони. Колоту продукцію (бруківку) продають тонами, пиляно-колоту квадратними метрами. Тому колоту продукцію кладуть в спеціальні мішки і зважують динамометром

Для підготовки до наступного завантаження необхідно ретельно прибрати стіл, змести віником дрібний окіл при і необхідності змити водою.

Продуктивність одного преса 0,5–1 т/год. залежно від розміру заготовки і остаточного виробу. При продуктивності 0,5 т/год. річна продуктивність складе:

$$P_{річ} = T_{зм} N_{дн} t_{год} P, \text{ т} \quad (2.56)$$

де $T_{зм}$ – кількість робочих змін на добу; $N_{дн}$ – кількість робочих днів на рік (240÷260 днів); $t_{год}$ – кількість робочих годин в зміні; P – продуктивність каменекольного верстата за годину, т,

$$P_{річ} = 2 \cdot 250 \cdot 8 \cdot 0,5 = 2000 \text{ т} \quad (2.58)$$

Вихід готової продукції (бруківки) з гранітного бутового каменю складає 45–60 %. Тому ми можемо підрахувати об'єм бутового каменю, який переробляє один каменекольний верстат за рік за формулою:

$$V_{річ} = \frac{P_{річ} K_{вих}}{\rho_{пород}}, \text{ м}^3 \quad (2.59)$$

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\rho_{\text{пород}}$ – густина породи (2,5–3,0) т/м³; $K_{\text{вих}}$ – коефіцієнт, який враховує вихід готової продукції ($K_{\text{вих}} = 1,8 \div 2,4$),

$$V_{\text{річ}} = \frac{2000 \cdot 2}{2,6} = 1540 \text{ м}^3 \quad (2.60)$$

Згідно теми дипломного проекту «Удосконалення технології обробки природного каменю для розширення номенклатури продукції підприємства» для розширення номенклатури продукції, а саме виготовлення різних видів і типорозмірів бруківки та підвищення продуктивності підприємства та забезпечення повного робочого часу фрезерно-окантувальних верстатів пропонується встановлення додаткового камнекольного верстата та галтовочного барабана в існуючий цех виготовлення бруківки.

Для виготовлення пропонується встановити верстат марки К-50Т-30

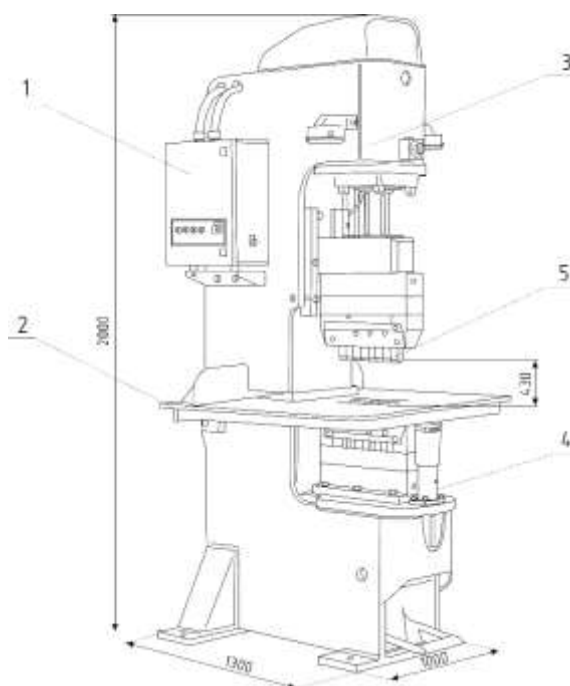


Рис 2.6 Камнекольний верстат К-50Т-30

Технічні характеристики камнекольного верстата К-50Т-30 зведені до таблиці 2.7.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічна характеристика камнекольного верстату К-50Т-30

Найменування	Показники
Зусилля розколювання, т	30
Ширина одного зубця, що розколює, мм	40
Кількість розколювальних зубців, шт	10
Максимальна ширина заготовки, см	30x30
Потужність електродвигуна, кВт	7,5
Маса верстата, кг	3500

Для розширення номенклатури виробів пропонується виготовляти галтовану бруківку.

Галтовка - деформаційне зміцнення поверхневого шару - технологічний процес механічної обробки деталей при перемішуванні з наповнювачем, який може містити абразив. Застосовується для обробки - від шліфування до фінішної поліровки - поверхні деталей з різних матеріалів, металів, сплавів чорних, кольорових і дорогоцінних, полімерів, скла, кераміки, мінералів, дерева та інших.

Застосовується для обробки каменів виробів, виробів з дерева, ножів, а також невеликих заготовок і деталей від окалини, задирок, формувальної землі, також для поліпшення якості поверхні виробів - полірування процес

Процес галтовки здійснюється на різному устаткуванні, наприклад, галтувальних барабанах і галтувальних вібромашини.

Для здійснення процесу галтовки необхідний наповнювач, в якому обробляються заготовки і забезпечується необхідну якість і шорсткість обробленої поверхні предметів.

Наповнювач (середовище) - галтувальна тіла, абразивні гранули (в машинобудуванні), «чіпси» (в ювелірній промисловості), абразив. Найбільш придатними назвами вважаються Галтувальна тіла або абразивні гранули, коли потрібно уточнити, що галтувальні тіла містять абразив.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наповнювач нерідко виготовляють на місці, шляхом дроблення на дрібні частини старих, зношених абразивних дисків, що виробили свій ресурс. До наповнювача-абразиву, іноді додаються тирса.

Наповнювач і деталі наводяться в рух відносно один одного в робочій ємності машини (барабані). Машини для галтовки поділяються на велике число типів, наприклад, механічні та електромагнітні, в свою чергу механічні підрозділяються по вигляду руху на обертові барабани і барабани з вібраційним приводом. Під обертових барабанах, як правило, проводять буксирну галтовку - деталь закріплюється нерухомо щодо обертових в барабані галтувальних тел, за рахунок чого відбувається рух галтувальних тел по поверхні оброблюваної деталі. При віброгалтовці відносний рух деталі і галтувальних тел створюється за рахунок хаотичного переміщення галтувальних тел по всьому об'єму барабана під впливом вібрації.

Галтовка підрозділяється на суху і мокру. При сухій галтуванні використовуються сухі галтувальні тіла. При мокрій галтуванні в галтувальний барабан додається буферний розчин або робоча рідина. Наприклад, при обробці металевих деталей ефективна мокра галтовка, при обробці дерев'яних - суха. Для відділення наповнювача і деталей від утворився в процесі в процесі галтовки сміття і пилу, використовується сито.

Галтувальна тіла діляться на керамічні, фарфорові, пластикові. Мають, як правило, форми призми (ПТ), призми скошеної (ПТС), піраміди (ПК), конуса (К), циліндра, кулі. Також в якості галтувальних тіл можуть використовуватися матеріали без зв'язки: корунд, крихта шкаралупи волоського горіха, дерево і інші

Матеріал і форма галтувальних тіл, буферний розчин вибираються виходячи з матеріалу, форми деталі і необхідної якості поверхні

Галтовка каменю - це процес обробки природних мінералів, під час якого відбувається згладжування гострих кутів, чистка від бруду, попередня шліфівка і навіть полірування поверхні. В результаті цього камінь стає гладким, має округлені контури, при цьому на його поверхні не має дефектів у вигляді сколів і тріщин.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Галтовка каменю виконується механічним способом, для цього використовується спеціальне обладнання для галтовки каменів. У барабан Галтувальна установки поміщається абразивний наповнювач і каміння, які підлягають обробці. У процесі перемішування вмісту барабана на високій швидкості відбувається тертя оброблюваних каменів про абразивний наповнювач, в результаті чого поверхня каменю шліфується і очищається від бруду.

Внутрішня частина барабана, в який поміщаються камені для галтовки, оброблена гумою з гладкою або рельєфною поверхнею. В одній ємності можна обробляти кілька видів каменів, схожих по в'язкості і міцності. Процес галтовки деяких видів мінералів іноді може затягнутися до декількох днів.

Галтований камінь широко використовується в оздобленні фасадів будівель, для укладання доріжок і ступенів. Шліфований природний мінерал має високі практичними властивостями і естетичним виглядом. Зазвичай для цих цілей використовують сланець, бут, піщаник, мармур або граніт.

Галтовочна установка самого простого типу має вигляд барабана циліндричної або шестикутної призматичної форми. Машина може мати різні габарити і використовуватися як в великосерійному виробництві, так і приватними ювелірами.

Установка проста в експлуатації, приводиться в дію за допомогою електроприводу. У неї завантажуються абразивний наповнювач, який за рахунок високих швидкісних оборотів барабана шліфує каміння.

Незважаючи на простоту використання, Галтувальний барабан має деякі недоліки:

- в ньому складно практично неможливо виконати рівномірну шліфування каменів складної форми і делікатну обробку дрібних зразків;
- конструкція барабана не дозволяє спостерігати за процесом галтовки;
- машина видає багато шуму, що вимагає облаштування шумоізоляції.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для галтовки бруківки пропонується встановити галтовочний барабан Tumbler TM-2000 технічні характеристики якого зведені до таблиці 2.8, а сам верстат представлений на рисунку 2.7.

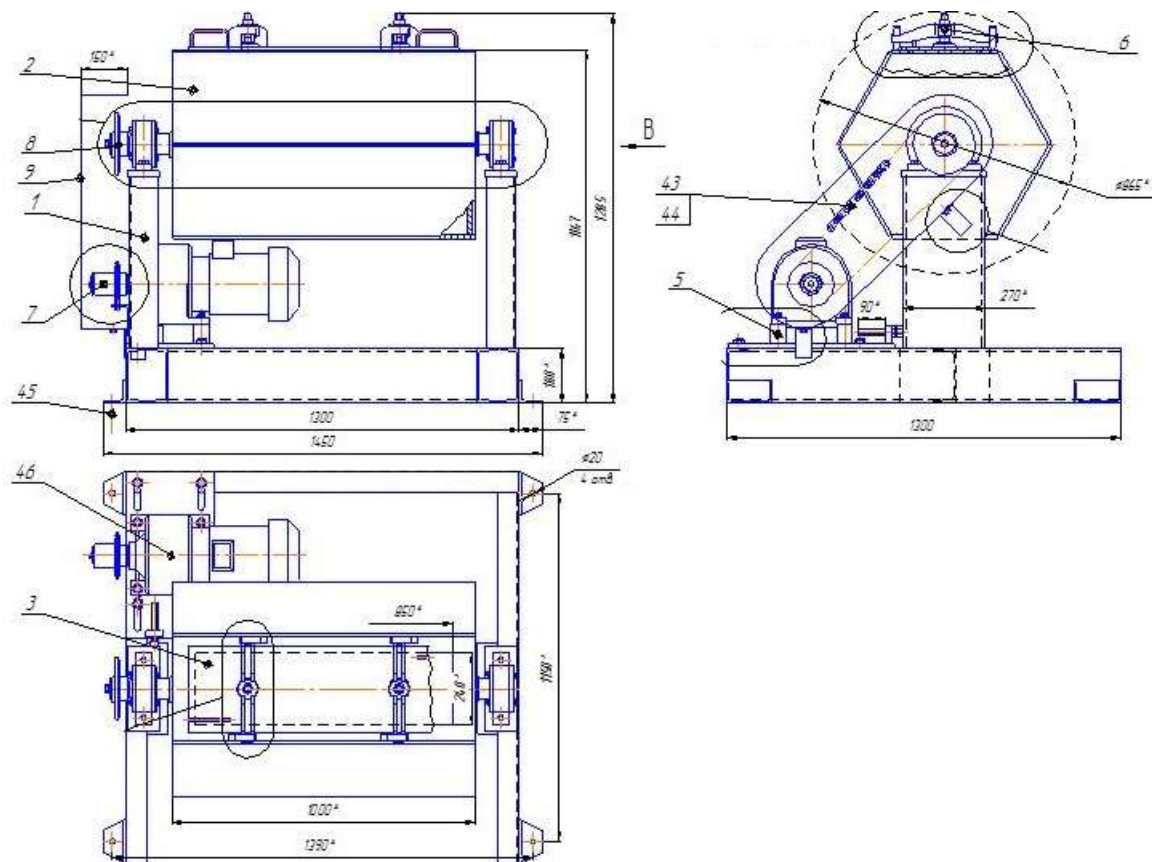


Рис 2.7 Галтовочний барабан Tumbler TM-2000

Таблиця 2.8

Технічні характеристики галтовочного барабану Tumbler TM-2000

Найменування	Показник
Потужність головного двигуна	13.5 кВт
Потужність допоміжного двигуна	1.5 кВт
Максимальний вміст продукції	2 т
Напруга живлення	380В / 50Гц
Вага	3970 кг

Вище вказані вдосконалення дадуть змогу підприємству:

- значно розширити асортимент продукції підприємства;
- підвищити якість виготовлення бруківки;
- впровадити у виробництво додатковий каменекольний верстат;

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зменшити втрати сировини;
- підвищити рентабельність підприємства.

2.4. Фрезерування та профілювання

Процеси фрезерування для найпростішого профілювання в основному виконуються на тому ж фрезерно-окантовувальному обладнанні, що і процес окантовування. Послідовність операцій та переходів при цьому в принципі залишаються такими ж. Тому буде розглянуто тільки особливості головної операції власне фрезерування, виконуваної після підготовки верстата до роботи, установки заготовки на столі верстата і її розмітки.

На підприємстві фрезерування виробів виконується за допомогою ручного фрезерного обладнання.

При фрезеруванні виробів виконуються наступні операції:

- виконання поздовжніх та поперечних пазів;
- виконання похилих пазів;
- виконання фасок;
- виконання простого профілю тобто вибірка країв, підрізка уступів, вибірка полицок тощо.

Характер фрезерування залежить в основному від заданої форми виробу та виду використовуваного інструмента. Використовуючи алмазні циліндричні фрези, можна робити обробку заготовок не тільки по прямолінійному, але і по криволінійному контуру, для цього необхідно, щоб робоча головка з інструментом у процесі поздовжньої подачі змінювала б своє положення по висоті відповідно до заданого контуру. На багатьох фрезерно-окантовувальних верстатах така робота автоматизована та виконується по спеціальному скопійованому шаблону або програмі.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При фрезеруванні природного каменю алмазними кругами технологічні режими обробки відповідають режимам окантовування. Технологічні режими обробки каменю алмазними фрезами мають свої відмінності.

2.5. Заключні операції

Контроль якості виробів

Брак при розпилюванні каменю може мати різноманітні форми, а саме різнотовщинність та клиновидність пиляних плит, неплщинність їх поверхонь, низька якість поверхні розпилу, сколоті кромки та кути, тріщинуватість заготовок та їх бій.

Слід зазначити, що значна частина браку при розпилюванні (до 70%) приходить на різнотовщинність та неплщинність заготовок, а також на низьку якість розпилу. Найбільш часто причинами виникнення цих видів браку є відведення пил, що, в свою чергу, є наслідком порушення технології розпилювання, а саме завищення швидкості робочої подачі, несвоєчасне розкриття алмазного інструменту, незадовільне кріплення каменю на верстатному візку тощо.

Очевидно, що ці види браку можуть бути виключені на кожному підприємстві шляхом суворого дотримання технології процесу розпилювання, а також правил експлуатації розпилювального обладнання та інструменту.

Така форма браку, як тріщинуватість та бій заготовок, пов'язана головним чином з низькою якістю блочної сировини і значно в меншому ступені, саме з відхиленням від раціональної технології, що обумовлює необхідність ретельного контролю якості блоків, які поступають на розпилювання, з відпрацюванням тріщинуватого каменю.

Враховуючи, що кінцевим результатом розпилювання являється отримання заготовок, а не готової продукції, частина браку розпилювання може бути усунена на наступних операціях, перш за все на грубому шліфуванні. Необхідно зазначити, що будь-яке виправлення браку на наступних операціях веде до

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

різкого збільшення трудовитрат та відповідно до підвищення ціни виготовлених готових виробів.

Крім того, брак при розпилюванні може бути настільки значним, що виправлення його буде явно економічно недоцільним. Так, пізно виявлене відведення пил з відповідною клиновидністю заготовок, які випилюються, приводить до необхідності зняття недопиленої ставки з-під верстату для виключення аварійних ситуацій на верстаті та поломки робочого інструменту.

Брак в процесі окантовки проявляється зазвичай у вигляді сколотих кутів, країв, зруйнованих та сколотих кромek виробів. Це стається через недотримання правил роботи на фрезерувально-окантовочних верстатах та необережне ставлення до майже готових виробів. Для запобігання браку слід не порушувати встановлені правила роботи на верстатах. Відрізний круг необхідно встановлювати так, щоб його площина була суворо перпендикулярна вісі обертання. В іншому випадку краї виробу будуть сколюватись. Для запобігання сколу кутів закінчення різку рекомендується робити зі зменшеною швидкістю подачі виробу. Відрізний круг має різати камінь за подачею, прижимаючи заготовку до столу, в наслідок чого досягається більша жорсткість закріплення заготовки на столі.

Одною з причин сколювання кромek плит при їх окантовці є затуплення (засалювання) ріжучої поверхні алмазного відрізного круга. Для відновлення ріжучої здатності інструменту необхідно виконати його правку на абразивному матеріалі з малою міцністю. Сколи на нижніх кромках плит (так звані підриви кромek) іноді являються наслідком недостатнього виходу (вильоту) алмазного відрізного круга за тильну поверхню плити.

Другою характерною формою браку при окантуванні є порушення прямокутності отриманих виробів, тобто допустимі відхилення від прямого кута суміжних граней на 1 м довжини складають ± 1 мм. Причинами такого браку можуть бути: перебазування (зміщення) плит при окантуванні через недостатньо надійне їх кріплення на робочій поверхні стола, наявність значних люфтів в механізмі фіксування повороту стола тощо.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Брак при шліфуванні-поліруванні зазвичай визивається порушенням нормальної технології обробки заготовок. Як правило, при шліфуванні-поліруванні найбільш характерні наступні види браку: одиничні борозди та запили на поверхні, що оброблюється, завалювання кромek та кутів, припалювання оброблюваної поверхні, недопрацювання окремих ділянок плити тощо.

Борозди та запили являються слідами попередньої обробки заготовок або виникають в результаті попадання під інструмент великих частинок абразиву. Підпали з'являються при неправильному підборі швидкостей обертання інструмента та його недостатньому охолодженні. Причиною недопрацювання окремих ділянок плити зазвичай являється низька якість оброблюваної поверхні.

Для оцінки якості пилених плит та інших заготовок, а також для фіксації браку користуються найпростішими вимірювальними засобами.

Лінійні розміри плит та інших заготовок визначають за допомогою металевої лінійки (рулетки) з точністю до 1 мм. Замір товщини плит, оцінка їх різнотовщинності та клиновидності виконують штангенциркулем або товщиноміром відповідно.

Для оцінки неплоскостності поверхні до неї прикладають ребром сталеву лінійку (по периметру та діагоналям плити) з наступним заміром просвіту під лінійкою набором сталевих калібровочних пластин (щупів).

Глибину запилів та борозд на поверхні плит вимірюють глибиноміром або штангенциркулем, довжину та глибину сколів вимірюють металевою лінійкою (рулеткою) з точністю до 1 мм.

Фактуру лицевої поверхні плит та виробів оцінюють візуально.

Транспортування, зберігання, маркування, упаковка

Плити та вироби транспортують автомобільним, залізничним транспортом у відповідності діючими правилами навантаження, кріплення та перевезення вантажів, затвердженим у встановленому порядку.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тара має бути придатною до механізованого навантаження та вивантаження. При завантаженні, вивантаженні та транспортуванні плит та виробів мають бути прийняті заходи, які запобігають забрудненню та руйнуванню.

Заготовки та вироби зберігають на підприємстві-виробнику та у споживача під навісом або на відкритих майданчиках, де забезпечено відведення води та уникають забрудненню та руйнуванню заготовок та готових виробів. При зберіганні на складах без тари заготовки та вироби повинні бути встановлені дерев'яних прокладках в вертикальному положенні лицевими поверхнями одна до одної. Між полірованими плитами та виробами кладуть паперові або дерев'яні прокладки або стружку.

Плити та вироби з порід низької морозостійкості мають зберігатися в умовах, що застерігають їх від різкого перепаду температур та атмосферних опадів.

2.6. Експлуатація та ремонт обладнання

Справність і працездатність основних каменеобробних верстатів протягом установленого терміну служби забезпечується системою їх планово-попереджувального технічного обслуговування і ремонту (ФОПР). Система ФОПР є комплексом організаційно-технічних заходів щодо попередження відмовлень, ушкоджень і підвищеного зношування деталей верстатів, а також по відновленню їхньої порушеної працездатності.

Організаційно-технічні заходи розробляються та проводяться з обов'язковим обліком рекомендацій заводу-виробника, викладених в експлуатаційній і ремонтній документації, а також вимог до технічного стану верстатів і правил безпечної експлуатації, установлених Держтехнаглядом України і діючими державними і галузевими стандартами. Для імпортованих верстатів обов'язкові вимоги відповідної документації фірми-виробника.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система ФОПР передбачає обов'язкове планування, підготовку і здійснення необхідних видів технічного обслуговування і ремонту кожного верстата з заданою послідовністю і періодичністю. Це забезпечує стабільну роботу верстатів, попереджає їхні аварії і позапланові простої. Розрізняють щозмінне технічне і планове технічне (періодичне) обслуговування.

Щозмінне технічне обслуговування (ЩО) виконується до початку, протягом і після робочої зміни. Воно передбачає систематичне спостереження за станом верстата, виконання вимог інструкції чи заводу фірми-виробника по його експлуатації, усунення дрібних несправностей, регулювання механізмів, змащення тертьових частин і здачу зміни. Щозмінне технічне обслуговування проводиться протягом кожної робочої зміни.

Технічне обслуговування (ТО) виконується в плановому порядку через визначену, установлену заводом-виробником кількість годин наробітку верстата. Воно включає роботи, передбачені щозмінним технічним обслуговуванням, а також регулювання основних механізмів верстата, заміну несправних ущільнень, ременів, дрібних деталей тощо. ТО, як правило виконується у неробочий час чи у вихідні дні.

Порушена працездатність верстата встановлюється в процесі планового ремонту, який підрозділяється на поточний (П), капітальний (К) ремонти.

Поточний ремонт забезпечує гарантовану працездатність верстатів до чергового планового ремонту, шляхом відновлення і заміни окремих складальних одиниць (вузлів) і деталей в обсязі, що залежить від технічного стану верстата.

Капітальний ремонт забезпечує справність та відновлення повного ресурсу верстата шляхом ремонту або заміни складальних одиниць (вузлів) і деталей, включаючи базові.

Види технічного обслуговування і ремонту, періодичність їхнього проведення, а також склад і порядок виконання робіт з технічного обслуговування і поточного ремонту каменеобробних верстатів конкретно встановлюються заводом-виробником в експлуатаційній документації для

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кожної моделі каменеобробних верстатів. Порядок проведення робіт з капітального ремонту, технічні умови на нього, вимоги до технології й організації робіт, а також якості відремонтованих верстатів регламентуються ремонтною документацією, затвердженої заводом виготовлювачем.

На каменеобробних підприємствах мають розроблятися річні і місячні плани-графіки технічного обслуговування і ремонту верстатів.

Кожне каменеобробне підприємство має мати у своєму розпорядженні ремонтно-механічну базу для виконання планованого обсягу робіт з технічного обслуговування і ремонту верстатів у відповідності про вимогами, що містяться в експлуатаційній документації заводу-виробника.

2.7. Водопостачання і шламове господарство

Підприємство має своє власне шламове господарство, в яке входять два шламовідстійники, система шламовідводу, система водозабезпечення каменеобробних верстатів, система технічного водозабезпечення.

Транспортування шламу по шламопроводу здійснюється безнапірним способом. Відстоювання води у відстійнику двоступеневе. В першій ємності відбувається скидання пульпи та її відстоювання, а в другій відповідно освітлення відпрацьованої води та повернення її до технологічного циклу.

В шламовідстійниках вода зі шламом відстоюється і очищеною подається насосом у водонапірну ємність. З водонапірної ємності очищена технологічна вода потрапляє до каменеобробного обладнання. В ньому існує система водозабезпечення верстатів технологічною водою (для охолодження робочого інструмента). Використана вода зі шламом відводиться від верстатів по шламовим лоткам. Нахил лотків у фундаменті складають 0,04. Швидкість руху шламу по лотках забезпечується їх нахилом і складає близько 1,5 м/с.

Параметри шламовідвідних каналів:

- глибина закладання (від рівня підлоги), мм – 700;
- розміри лотка, мм – 700x700;

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– мінімальний нахил, % - 0,03 – 0,06.

Розрахунок параметрів водопостачання та шламового господарства:

Об'єм сухого шламу, що утворюється після розпилювання, окантовки, шліфування та полірування.

а) після операції розпилювання об'єм шламу знаходимо за формулою

$$V_{шл.роз.} = S_T \cdot (b_{ін} + b_з) \quad (2.61)$$

При товщині ріжучого інструменту $b_{ін} = 7 \text{ мм} = 0,007 \text{ м}$ і величині зазорів $b_з = 2 \text{ мм} = 0,002 \text{ м}$, знаходимо об'єм шламу після розпилу:

$$V_{шл.роз.} = 6000 (0,007 + 0,002) = 54 \text{ м}^3 \quad (2.62)$$

б) після шліфовки-поліровки об'єм шламу знаходимо за формулою:

$$V_{ш.п..} = S_1 \cdot \Sigma z_i \quad (2.63)$$

При площині оброблювальної поверхні $S_1 = 6000 \text{ м}^2$ і товщині шару, що знімається $\Sigma z_i = 5456 \text{ мкм}$, знаходимо об'єм шламу після шліфовки-поліровки:

$$V_{ш.п..} = 6000 \cdot 5456 \cdot 10^{-6} = 32,8 \text{ м}^3 \quad (2.64)$$

в) після окантовки, при товщині відрізного диска $b_{ін} = 7 \text{ мм} = 0,004 \text{ м}$ і величині зазорів $b_з = 2,5 \text{ мм} = 0,0025 \text{ м}$ і сумарній площі пропилю $S_p^{ок} = 1900 \text{ м}^2$ (для 1500 м^2 виробів при середній площі різку $S_{сер} = 0,29-03$) знаходимо об'єм шламу після процесу окантовки:

$$V_{шл.ок.} = S_p^{ок} \cdot (b_{ін} + b_з) = 1900 \cdot (0,004 + 0,0025) = 11,4 \text{ м}^3. \quad (2.65)$$

Річний об'єм сухого шламу є сумою об'ємів шламу за процесами:

$$V_{шл.} = V_{шл.р.} + V_{ш.п.} + V_{шл.ок.} = 54 + 32,8 + 11,4 = 98,2 \text{ м}^3 \quad (2.66)$$

При глибині відстійника $h_{від} = 3 \text{ м}$ і розмірах $6,4 \times 6 \text{ м}$ його об'єм складає:

$$V_{від.} = 3 \cdot 6,4 \cdot 6 = 115,2 \text{ м}^3 \quad (2.67)$$

Проміжок часу після якого необхідно здійснювати очищення відстійника:

$$t_o = \frac{V_{від.}}{V_{шл.}} = \frac{115,2}{98,2} \approx 1,17 \text{ років} \quad (2.68)$$

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.8. Транспорт підприємства

Завантажування блоків зі складу блочної сировини, що розташований поблизу каменеобробного цеху, на візки каменерозпилювальних верстатів ПФР-00.00.2000 відбувається за допомогою автокрану на пневмоході КС 1502, вантажопідйомність якого складає 20 т.

Кількість візків прийнята з розрахунку забезпечення верстата двома візками.

Для транспортного сполучення між технологічними дільницями застосовують навантажувачі HYUNDAI вантажопідйомністю 3 т, з висотою підймання вил 1,8 м або мостовий однобалковий кран вантажопідйомністю 5 т, що встановлений на відповідних опорах безпосередньо в каменеобробному цеху. Транспортування готової продукції з цехів обробки на склад готової продукції здійснюється автотранспортом HYUNDAI. Кількість навантажувачів HYUNDAI каменеобробного підприємства складає 1 шт.

Для основного виробничого приміщення мостові крани приймаються з розрахунку на всю довжину прольоту приміщення. В каменеобробному цеху встановлено один мостовий однобалковий опорний кран вантажопідйомністю 5 т.

Доставка сировини з кар'єрів підприємства здійснюється орендованим транспортом або транспортом кар'єра.

На території підприємства розташовано майстерню, спеціально обладнану для обслуговування власних транспортних засобів, місце зберігання паливно-мастильних матеріалів, котрі слугують для справної та безперервної роботи транспорту підприємства.

Для завантаження і розвантаження товарних блоків використовують універсальні стропи.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.9. Електропостачання

ФОП «Настенко С.В.» отримує живлення від високовольтної лінії електропередач 10 кВ Черняхівського РЕС по повітряним лініям.

Від високовольтної лінії живиться трансформатор потужністю 250 кВА, з якого через відповідні вимикачі живиться адміністративна будівля, інші приміщення, освітлюється територія та живиться каменеобробний цех.

Аварійне знеструмлення трансформатора здійснюється спеціальними вимикачами для запобігання виникнення електричної дуги в момент розмикання при наведенні ЕРС індукції.

Освітлення приміщень та території здійснюється фазною напругою 220 В світлодіодними лампами..

Основні технічні показники:

1. Номінальна напруга електричних мереж (кВ):

– більше 1000 В	10
– до 1000 В	0.4

2. Потужність основного обладнання:

- розпилювального верстата (2 шт)– 22 кВт ;
- фрезерно-окантовувальний верстат (2 шт) – 11 кВт;
- шліфувально-полірувальний верстат (2 шт.) – 5,5 кВт;
- каменекольний верстат (1 шт) – 7,5 кВт;
- додаткові витрати електроенергії – 15 кВт.

3. Повна потужність (кВА) 250

4. Максимальне активне навантаження (кВА) 250

6. Кількість і потужність силових трансформаторів (1 шт. – кВА). 250

По ступеню надійності електрозабезпечення електроприймачі КОП відносяться до 1-ї категорії.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір кількості і потужності трансформаторів.

Для споживання енергії електроспоживачами приймається система з ізольованою нейтраллю.

Потужність трансформатора визначається за формулою:

$$S_{mp} = \frac{S_p}{P_c \cdot K_n}, \text{кВА} \quad (2.69)$$

де $P_c = 0.96$ — к.к.д повітряної мережі; $K_n = 1.1- 1.3$ — коефіцієнт перевантаження; S_p — розрахункова потужність трансформатора, кВА, $S_p=250$ кВА.

$$S_{mp} = \frac{S_p}{P_c \cdot K_n} = \frac{250}{0.96 \cdot 1,2} = 217 \text{кВА} \quad (2.70)$$

Для забезпечення необхідної потужності підприємства використовують комплектну трансформаторну підстанцію ТМ-250-10/0.4 з приєднанням до високовольтної повітряної лінії.

Розрахунок повітряних ліній електропередач

Вибір дротів повітряних ліній електропередач розподільних мереж виконуємо за такими показниками:

- вартості дроту;
- втрати напруги;
- нагрівання дроту під напругою;
- механічної міцності.

Вибір перерізу дроту ПЛ (повітряних ліній) напругою 10 кВ.

Розрахунковий струм напруження

$$I_{cp} = \frac{P_{cp}}{1,73 \cdot U \cdot P_c \cdot \cos \phi}, \text{А} \quad (2.71)$$

де $P_c = 0,95$ — к.к.д мережі; $\cos \phi = 0,8$ — коефіцієнт потужності обладнання; P_{cp} — середня потужність; U — номінальна напруга електричних джерел.

Економічний переріз дротів

$$S_e = \frac{I_{cp}}{i_e} = \frac{38}{1,1} = 35 \text{мм}^2 \quad (2.72)$$

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Втрата напруги в дротах кар'єрної мережі з напругою 6 кВ має бути не вище 10% в робочому режимі.

Втрати напруги в трьохфазній лінії змінного струму з алюмінієвими дротами (у відсотках):

$$U\% = \frac{M \cdot Z_{\phi}}{100 \cdot U_n} \quad (2.73)$$

де M — момент навантаження кВт·км, добуток розрахункового навантаження (кВт) на довжину лінії (км); $Z_{\phi} = 0.929$ повний опір 1 км лінії (ом/км) 0.929; U_n — номінальна напруга, кВ;

$$U\% = \frac{M \cdot Z_{\phi}}{100 \cdot U} = \frac{800 \cdot 0,929 \cdot 2}{10000 \cdot 100} \approx 1,48\% \quad (2.74)$$

Розрахунок дротів по механічній міцності

Кліматичні умови в районі:

- товща ожеледиці 15 мм;
- густина ожеледиці 0.92 г/см³;
- швидкість вітру 25 м/сек.;
- вітряний тиск при ожеледиці 140 Па;
- теж без ожеледиці 400 Па.

По механічній стійкості приймаємо дріт АС-30. ЛЕП змонтовані на залізобетонних опорах по типовому проекту. Відстань між стовпами — 50 м.

Розрахунок дротів ПЛ і гнучких кабелів низької напруги до 0.4 кВ

Розподілення електроенергії

По втратах напруги, якщо відкинути індуктивність дротів, то

$$S = \frac{P \cdot L \cdot 100}{\gamma \cdot U\% \cdot U} = \frac{107,3 \cdot 350 \cdot 100000}{31,5 \cdot 400 \cdot 400} = 74,5 \text{ мм}^2, \quad (2.75)$$

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

U_n — лінійна напруга, В;

L — довжина розрахункового участку, м;

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

γ — питома провідність, 31.5 мот/т;

S — площа перерізу дроту, мм².

Враховуючи допустиму втрату напруги приймаємо дріт для низьковольтної ВЛ – А -95.

Вибір кабелю

Для розпилювального верстату

$$I_p = \frac{36 \cdot 1000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,8} = 68A \quad (2.76)$$

Приймаємо кабель АВВГ 3х10+1х6 довжиною 200 м.

Для шліфувально-полірувального верстату СКР – 2500А

$$I_p = \frac{22 \cdot 1000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,8} = 41,8 \text{ , } A \quad (2.77)$$

Приймаємо кабель АВВГ – 3х6+1х6 довжиною 200 м.

Для фрезерно-окантувального верстату PLC – 600

$$I_p = \frac{34,1 \cdot 1000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,8} = 65, A \quad (2.78)$$

Приймаємо кабель АВВГ– 3х10 + 1х6 довжиною 200 м.

Для живлення допоміжного обладнання приймаємо кабель ПВС – 3х6 + 1х2.5 — 100м.

Заземлення електрообладнання

Для забезпечення безпеки людей металеві частини кар'єрних електроприладів і корпуси електрообладнання, які не знаходяться під напругою, але які можуть у випадку пошкодження виявитися під напругою, приєднуються до спеціально створених заземлюючих пристроїв.

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

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заземлююче устаткування

Опір заземлюючого устаткування кожної КТП не повинно перевищувати 4 Ом.

Заземлююче устаткування виконується п'ятьма незафарбованими стержнями заземлювачами з кутової сталі 50х50х5 мм і довжиною 2.5 м, розташованих на відстані 5 м один від одного по колу радіусом 4.5 м з центром в геометричному центрі основи КТП та з'єднані між собою протяжним послідовним заземлювачем з стрічкової сталі перетином 20х4 мм. Стержневі і протяжні заземлювачі з'єднуються між собою шляхом зварювання та заглиблюються на глибину 0.7 м від поверхні ґрунту.

Заземлююче устаткування з'єднується з корпусом КТП в двох місцях з протилежних сторін сталевую стрічкою 20х4 мм, що прокладена на глибині 0.7 м та з'єднана шляхом зварювання.

					РРКК.ДР21.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Аналіз умов праці на каменеобробному підприємстві

На підприємстві виготовляються вироби з природного каменю (габро, лабрадорит, граніт та гранодіорит), розміри виробів залежать від замовлень споживачів.

Для забезпечення безпечних умов праці, запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням працівників велике значення має загальне улаштування підприємства це планування розташування обладнання, конструкція будівель, вентиляція, освітлення тощо.

Планування підприємства відповідає виробничим, транспортним, економічним, гігієнічним та іншим вимогам. Виробничий майданчик підприємства задовольняє санітарним вимогам у відношенні прямого сонячного випромінювання, природного провітрювання, має відносно рівну поверхню з невеликим схил, що забезпечує відведення поверхневих та стічних вод.

У санітарно-захисній зоні розташовані виробничі цехи, шламове господарство, склади, адміністративні та службові приміщення тощо.

Санітарно-гігієнічні умови праці на робочих місцях працівників:

- температура в холодний період року не менше $-17 - -23^{\circ}\text{C}$, а в теплий період – більше $+30^{\circ}\text{C}$;
- відносна вологість повітря вище 75 %;
- швидкість руху повітря не більше 0,3 м/с;
- рівень шуму в цеху не перевищує 80 дБ;
- рівень вібрації не перевищує 92 дБ;
- вміст пилу в повітрі робочої зони не перевищує 2 мг/м^3 ;

					РРКК.ДР21.07.03.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Настенко М. С.			Охорона праці та навколишнього середовища	Літ.	Арк.	Акрушів
Кер.розд.		Шлапак В.О.				н		
Керівник		Шлапак В.О.				«Житомирська політехніка» 184 «Гірництво» РР-46		
Н. Контр.		Башинський						
Зав.каф.		Башинський						

- на вантажних майданчиках, шляхах подачі блоків і заготовок застосовують систему загального чи комбінованого освітлення. В зоні роботи від ліхтарів загального освітлення освітленість є не менше 75 лк при світлодіодних лампах, а на дільницях обробки каменю не менше 200 лк при тих же лампах.

Джерелами травматизму при обробці природного каменю є:

- при обробці каменю на розпилювальних та фрезерно-окантувальних верстатах є можливість випадку зубів сегментного диску та відколювання каміння;
- недостатньо закріплена заготовка може призвести до травматизму людини;
- оголені електродроти можуть привести до враження струмом;
- порушення правил експлуатації підйомного обладнання та неправильне зачеплення виробів;
- використання несправного інструменту;
- загромождження біляверстатного простору сторонніми предметами.

В приміщенні каменеобробного цеху присутні негорючі речовини і матеріали в холодному стані, тому його відносять до категорії Д за вибухонебезпечною та пожежною безпекою.

Всі каменеобробні роботи тобто розпилювання блоку на заготовки, шліфування-полірування, окантування, виготовлення бруківки та фрезерування супроводжуються значним пилоутворенням. Кількість пилу в міліграмах в 1 м³ повітря у відповідності до «Санітарних норм проектування промислових підприємств» під час роботи машин повинні бути не більше за наступні величини:

- пил, що складається більш ніж з 70% вільного двоокису кремнію SiO₂ в його кристалічній модифікації має бути 1 мг/м³ ;
- пил, що складається з 10 – 70% вільного двоокису кремнію має бути

					РРКК.ДР21.07.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 мг/м³.

Всі каменеобробні верстати та додаткове устаткування при роботі створюють шум. Рівень шуму немає перевищувати граничних норм.

Охорона праці при експлуатації машин і механізмів

Дуже важливо дотримуватися умов охорони праці при експлуатації каменеобробних верстатів, конструкція яких має забезпечувати безпечні умови праці робітників. Каменеобробні верстати під час роботи мають задовольняти санітарним нормам щодо вмісту пилу в повітрі, виробничого шуму, вібрації й освітлення робочого місця тощо.

Пилопридушення при роботі каменеобробних верстатів можна здійснювати за допомогою зрошення водою або (та) пиловловлюванням вентиляційною установкою з пиловловлювачем. Найбільш ефективним є зрошення, коли водою під високим тиском до 25 Н/см³ гасять до 60 –70% пилу. Відповідно менш ефективним є пиловловлювання. При повітряно-водяному очищенні вся вода повітряно-водяної суміші витрачається на поверхневе змочування частинок пилу та коагуляцію з пилом.

Згідно з санітарними нормами зусилля натиску, яке прикладається руками оператора до верстатів, а саме для ручного полірувального верстата, не повинно перевищувати 20 кг, а маса вібруючої машини не повинна перевищувати 10 кг.

Важливим фактором є нормальне освітлення робочого місця, особливо при поліруванні плит. Для оцінки освітленості необхідно використовувати люксметр, а ступінь освітленості визначати в люксах (лк).

Електробезпека

Електробезпека є система організаційних та технічних засобів і заходів, які забезпечують захист працівників від шкідливого та небезпечного впливу

					РРКК.ДР21.07.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля та статичної електрики.

Опір захисного заземлення нормується за «Правилами пристроїв електроустановок» в електроустановках він повинен бути не більше 4 Ом. В установках вище 1000 В з великими струмами замикання на землю (більше 500 А) має бути 0,5 Ом.

Для освітлювальних мереж підприємства, а також стаціонарних ліхтарів на верстатах використовується мережа з ізолюваною нейтраллю при лінійній напрузі не вище ніж 220 В. При використанні спеціальних видів освітлення допускається напруга також у 220 В.

Для живлення ручних переносних ліхтарів використовується напруга не вище ніж 42 В змінного струму і до 60 В – постійного струму, а в особливо небезпечних умовах тобто обмежений простір, металоємності обладнання тощо не вище ніж 12 В.

Під час заміни освітлювальної мережі, підвішеної на опорах, напруга з контактної мережі знімається. Під час ремонту освітлювальної мережі чи ліхтарів напруга знімається з освітлювальної мережі обов'язково.

Живлення приладів зв'язку та сигналізації, за винятком спеціальних транспортних пристроїв, виконується при лінійній напрузі мережі не вище ніж 220 В від освітлювальної мережі або акумуляторів з випрямлювачами струму. Для сигнальних пристроїв, що живляться при напрузі 24 В, дозволяється використовувати голі проводи.

Пожежний захист

Основними причинами пожеж є неправильне проведення вогневих і зварювальних робіт, порушення правил експлуатації опалювальних пристроїв, електричних мереж та електроустаткування, несправність або відсутність на деяких об'єктах системи блискавкозахисту, недоліки в будівельних

					РРКК.ДР21.07.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конструкціях, спорудах, плануванні приміщень, улаштуванні комунікацій, порушення правил користування відкритим вогнем тощо.

Пожежна безпека забезпечується завдяки створенню системи заходів пожежної профілактики та активного пожежного захисту.

Система активного пожежного захисту забезпечується комплексом організаційних заходів і технічних засобів щодо виявлення та гасіння пожеж, запобігання дії на людей небезпечних та шкідливих факторів від пожежі, а також обмеження матеріальних збитків від неї.

Для запобігання пожежам та її гасіння передбачаються організаційні, технічні, тактико-профілактичні, будівельно-конструкторські та інші заходи, за яких повністю виключається можливість виникнення пожеж.

До організаційних заходів належать правильний вибір технології, недопущення захащення приміщень і майданчиків, інструктаж та навчання працівників правилам пожежної безпеки, спеціальне розміщення матеріалів на складах та техніки в гаражах і майстернях.

До технічних належать заходи, що стосуються правильного добору і монтажу електроустаткування, систем блискавкозахисту об'єктів і влаштування заземлення тощо.

Тактико-профілактичні заходи передбачають забезпечення об'єктів первинними засобами вогнегасіння, а також підтримування постійно в справному стані пожежної водопровідної системи тощо.

Заходи будівельно-конструкторського характеру передбачаються в процесі проектування і будівництва споруд, створення протипожежних конструкцій будівель.

Охорона навколишнього середовища

Одним з головних видів природних ресурсів, що використовує каменеобробне підприємство є водний ресурс.

Одним з найважливіших заходів з раціонального використання і охорони

					РРКК.ДР21.07.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

водних ресурсів є нормування водовикористання.

Норми водовикористання та водовідведення для підприємства наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Норми водовикористання і водовідведення для підприємства

Показник	Каменеобробне підприємство (на 1000 м ² плит)
Система водопостачання	Оборотна
Середньорічна витрата води, м ³ : оборотної, яку послідовно використовують	5400
Свіжої з джерела	95
У тому числі: технічної	70
питної для виробничих цілей	15
те ж, для господарчо-побутових потреб	10
Середньорічна кількість стічних вод, м ³ , що випускаються у водойму	20
В тому числі, які необхідно очищувати виробничі	2
побутові	10
Такі, що не потребують очищення	8
Безповоротне користування і витрати води	75

Виробничі та стічні води характеризуються:

- кількістю;
- фізико-хімічними властивостями (зважених) і розширених речовин;
- твердістю (властивістю, обумовленою присутністю в воді розчинних солей кальцію і магнію);
- лужністю;
- кислотністю;
- запахом;
- кольором.

Показники якості води, що використовується на підприємстві, при розпилюванні, фрезеруванні (окантовці), шліфовці, а також при гідроприбиранні приміщень і гідрозмиванні шламу має бути в наступних межах, які представлені

					РРКК.ДР21.07.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Характеристика води, що використовується на підприємства

Показники	Одиниці
Зважені речовини, мг/л	20 - 30
РН	7,2 - 8,5
Твердість, мг-екв/л: загальна	5 - 7
Карбонатна	1,5 - 2
НСО ₃ , мг/л	до 150
Cl ⁻	до 350
SO ₄ ²⁻	до 500
Ca ²⁺	47 - 126
Mg ²⁺	5,6 - 17
Na ⁺ + K ⁺	4 - 42
Сухий залишок	до 2000

Дане підприємство оснащено системою оборотного водопостачання, що включає гідротранспортування шламу, очищення води та подачу в технологічний процес.

Оборотну воду для повторного використання в технологічних процесах з вмістом зважених частинок до 2000 мг/л отримують з стічних вод каменеобробного підприємства, відстоюючи пульпу в відстійниках.

					РРКК.ДР21.07.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ЕКОНОМІКА Й ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

Розрахунок чисельності робочого персоналу

Розрахунок робочого часу, компоновка технологічної чисельності основних робітників здійснюється, виходячи з прийнятого режиму роботи технологічного обладнання. Розрахунки чисельності основних робітників занесено у таблицю 4.1.

Таблиця 4.1

Розрахункова таблиця кількості основних робітників підприємства

Найменування обладнання	Тарифна ставка грн./год	Кількість робітників на один верстат	Кількість обладнання	Кількість робітників
Розпилювальний верстат	86,5	1	2	2
Шліфувально-полірувальний верстат	90,0	1	4	4
Фрезерно-окантовочний верстат	82,0	1	2	2
Каменекольний верстат	70,0	1	1	1
Автонавантажувач, кран	60,0	1	1	1

Розрахунок чисельності працюючих

Сумарна чисельність основних робітників:

$$K_0 = 2+4+4+1+1 = 12 \text{ чоловік} \quad (4.1)$$

					РРКК.ДР21.07.04.ПЗ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					
Студент	Настенко М. С.				Економіка й організація виробництва		Літ.	Арк.	Акрушів
Кер.розд.	Шлапак В.О.						н		
Керівник	Шлапак В.О.						«Житомирська політехніка»		
Н. Контр.	Башинський						184 «Гірництво» РР-46		
Зав.каф.	Башинський								

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

$$K_{\text{доп}} = 0,18 K_0 = 0,18 \cdot 12 = 2 \text{ людина} \quad (4.2)$$

Чисельність ІТП складає 9 – 11% основних і допоміжних робітників:

$$K_{\text{ітр}} = 0,1 (K_0 + K_{\text{доп}}) = 0,1 (12+2) = 1 \text{ людина.} \quad (4.3)$$

Чисельність службовців складає 5% основних і допоміжних робітників:

$$K_{\text{сл}} = 0,05 (K_0 + K_{\text{доп}}) = 0,05 (12+1) = 1 \text{ людина} \quad (4.4)$$

Загальна кількість працюючих:

$$K_{\text{заг}} = K_0 + K_{\text{доп}} + K_{\text{сл}} + K_{\text{ітр}} = 12 + 2 + 1 + 1 = 16 \text{ чол} \quad (4.5)$$

Після розширення виробництва загальна кількість працюючих:

$$K_{\text{заг}} = K_0 + K_{\text{доп}} + K_{\text{сл}} + K_{\text{ітр}} = 14 + 2 + 1 + 1 = 18 \text{ чол.} \quad (4.7)$$

Розрахунок річного фонду зарплати

Річний фонд зарплати основних (виробничих) працівників:

$$Z_{\text{осн}} = N \cdot T_c \cdot n_{\text{зм}} \cdot \sum (K_i \cdot t_i) \quad (4.8)$$

де $N = 260$ днів – кількість робочих днів на рік; $T_c = 8$ годин – тривалість зміни; $n_{\text{зм}}$ – кількість змін на добу; K_i – чисельність основних робітників даного розряду, чол.; t_i – тарифна ставка даного розряду, грн/год;

$$Z_{\text{осн}} = 260 \cdot 8 \cdot (86,5 \cdot 2 + 90,0 \cdot 4 + 82,0 \cdot 2 + 70 \cdot 1 + 60,0 \cdot 1) = 1360320 \text{ грн.} \quad (4.9)$$

Після впровадження

$$Z_{\text{осн}} = 260 \cdot 8 \cdot (86,5 \cdot 2 + 90,0 \cdot 4 + 82,0 \cdot 2 + 70,0 \cdot 2 + 60 \cdot 2) = 1990560 \quad (4.10)$$

Річний фонд зарплати допоміжних робітників при середній тарифній ставці 60 грн/год:

$$Z_{\text{доп}} = N \cdot T_c \cdot K_{\text{доп}} \cdot t_{\text{III}} \quad (4.11)$$

$$Z_{\text{доп}} = 260 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 60,0 = 249600 \text{ грн.}$$

Зарплата ІТП і службовців приймається рівною 18% фонду зарплати основних робітників:

					РРКК.ДР21.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_{imp} = 0,18 \cdot Z_{осн.р} = 0,18 \cdot 1360320 = 244911.6 \text{ грн.} \quad (4.12)$$

Після впровадження

$$Z_{imp} = 0,18 \cdot Z_{осн.р} = 0,18 \cdot 1990560 = 358300.8 \text{ грн.} \quad (4.13)$$

Повний фонд виданої заробітної плати основних і допоміжних робітників, ІТП:

$$З = 1360320 + 249600 + 244911 = 1854831 \text{ грн.} \quad (4.14)$$

Після впровадження

$$З = 1990560 + 249600 + 358300 = 2598460 \text{ грн.} \quad (4.15)$$

При нарахуванні та видачі заробітної плати необхідно виконати такі утримання:

- Єдиний соціальний внесок (22 %);

Загальний фонд зарплати основних і допоміжних робітників, ІТП :

$$Z_{заг} = З + (0,22) \cdot З = 1854831 + (0,22) \cdot 1854831 = 2262893 \text{ грн.} \quad (4.16)$$

Після впровадження

$$Z_{заг} = З + (0,22) \cdot З = 2598460 + (0,22) \cdot 2598460 = 3170121 \text{ грн.} \quad (4.17)$$

Розрахунок вартості обладнання

Вартість обладнання основних верстатів:

- каменерозпилювальний – 391000 грн;
- шліфувально-полірувальний – 27700 грн;
- фрезерно-окантувальний – 27600 грн.

Повна вартість усіх основних верстатів:

$$P_{вер} = 2 \cdot 391000 + 4 \cdot 27700 + 2 \cdot 276000 = 1113400 \text{ грн.} \quad (4.18)$$

Вартість одного візка для верстата – 19000 грн , вартість одного вилочного навантажувача – 200000 грн; вартість одного мостового крана – 140000 грн.

Вартість підйомно-транспортного обладнання:

$$P_{п.тр} = 2 \cdot 19000 + 1 \cdot 200000 + 1 \cdot 140000 = 378000 \text{ грн.} \quad (4.19)$$

Вартість допоміжного обладнання (вентиляційні установки, компресорів, насоси і ін) рівна 10 – 20% вартості основних верстатів:

					РРКК.ДР21.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{\text{доп}} = 0,2P_{\text{вер}} = 0,1 \cdot 1113400 = 111340 \text{ грн.} \quad (4.18)$$

Вартість монтажу приймається рівною 10% вартості обладнання:

$$P_{\text{м}} = 0,1(P_{\text{вер}} + P_{\text{п.тр}} + P_{\text{доп}}) \quad (4.19)$$

$$P_{\text{м}} = 0,1(1113400 + 378000 + 111340) = 160270,4 \text{ грн.}$$

Загальна вартість усього обладнання з врахуванням монтажу

$$P_{\text{об}} = P_{\text{вер}} + P_{\text{п.тр}} + P_{\text{доп}} + P_{\text{мон}}; \quad (4.20)$$

$$P_{\text{об}} = 1113400 + 378000 + 111340 + 160270,4 = 1763010,4 \text{ грн.}$$

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

$$P_{\text{меб}} = 0,01(1113400 + 378000) = 14910,4 \text{ грн.} \quad (4.21)$$

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

$$P_{\text{осн}} = 0,05(P_{\text{вер}} + P_{\text{п.тр}}) = 0,05 (1113400 + 378000) = 74570 \text{ грн.} \quad (4.22)$$

Повні витрати алмазного інструментів на обробку каменя (габро, лабрадорит, граніт, гранодіорит):

$$P_{\text{інс.III}} = P_{\text{алм}}(q_{\text{роз}} + q_{\text{шл.}} + q_{\text{ок}}) = 210,86 (2590,7 + 2498,4 + 309,141) \quad (4.23)$$

$$= 118005 \text{ грн.}$$

Після впровадження

$$P_{\text{інс.III}} = P_{\text{алм}}(q_{\text{роз}} + q_{\text{шл.}} + q_{\text{ок}}) = 210,86 (2590,7 + 2498,4 + 309,141) \quad (4.24)$$

$$= 118005 + 45000 = 163005 \text{ грн.}$$

Повна вартість обладнання, оснащення і інструменту:

$$P_{\text{ооі}} = P_{\text{об}} + P_{\text{осн}} + P_{\text{інс.III}} = 1763010,4 + 74570 + 118005,55 = \quad (4.25)$$

$$3017630,95 \text{ грн.}$$

Після впровадження

$$P_{\text{ооі}} = P_{\text{об}} + P_{\text{осн}} + P_{\text{інс.III}} = 1763010,4 + 74570 + 118005,55 = \quad (4.26)$$

$$3017630,95 + 750000 = 3767630 \text{ грн.}$$

Розрахунок амортизаційних відрахувань

Основні фонди підприємства розділяються на три групи:

1. Перша група – промислові будівлі та споруди;
2. Друга група – автомобільний транспорт та запасні частини, меблі, устаткування та приладдя до них.
3. Третя група – верстати важкого, середнього та легкого типу.

					РРКК.ДР21.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Норми амортизаційних відрахувань за квартал для групи № 1 = 1,25 %, для групи № 2 = 6,25 % і для групи № 3 = 3,75 %. Відповідно амортизаційні відрахування за рік складуть для першої – 5 % , для другої – 25 % і для третьої – 15 %:

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

$$A_{\text{буд}} = 0,05 P_{\text{буд}} \quad (4.27)$$

$$A_{\text{буд}} = 0,05 \cdot 119980 = 5999 \text{ грн}$$

де $P_{\text{буд}} = 1199800$ грн. – вартість виробничих будівель цеха і адміністративних споруд;

- каменерізальні верстати (15 %):

$$A_{\text{вер}} = 0,15 \cdot 111340 = 16701 \text{ грн} \quad (4.28)$$

- мостовий кран (25 %):

$$A_{\text{мос}} = 1 \cdot 14000 \cdot 0,25 = 3500 \text{ грн} \quad (4.29)$$

- автотранспортувачі (25 %):

$$A_{\text{ав.н}} = 1 \cdot 20000 \cdot 0,25 = 5000 \text{ грн} \quad (4.30)$$

- інвентар (меблі) (25 %):

$$A_{\text{ав.н}} = 0,25 \cdot 14910,4 = 3720,85 \text{ грн} \quad (4.31)$$

Повна сума амортизаційних відрахувань:

$$A = A_{\text{буд}} + A_{\text{вер}} + A_{\text{мос}} + A_{\text{ав.н}}, \quad (4.32)$$

$$A = 5999 + 16701 + 3500 + 5000 + 3720,85 = 31572,85 \text{ грн}$$

Після впровадження

$$A = 5999 + 16701 + 3500 + 5000 + 3720,85 = 31572,85 + 7500 = 39072 \text{ грн} \quad (4.33)$$

Розрахунок вартості електроенергії

Вартість річних витрат силової електроенергії:

$$P_{\text{сил}} = S_i \cdot K_n \cdot \eta_z \cdot \sum (T_i \cdot P_i) \cdot \pi_i \quad (4.34)$$

де $S_i = 4,00$ 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

					РРКК.ДР21.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

часу на ремонт і допоміжні операції; T_i – річний фонд робочого часу (для однієї зміни $T_i = 2080$ год., для трьох змін $T_i = 6075$ год.); P_i – сумарна паспортна потужність, кВт:

- розпилювального верстата (2 шт)– 22 кВт ;
- фрезерно-окантовувальний верстат (2 шт) – 11 кВт;
- шліфувально-полірувальний верстат (2 шт.) – 5,5 кВт;
- каменекольний верстат (1 шт) – 7,5 кВт

$$P_{\text{сил}} = 4,00 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot (2080 \cdot 84,5) = 478067 \text{ грн.}$$

Після впровадження (+13 кВт)

$$P_{\text{сил}} = 4,00 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot (2080 \cdot 97,5) = 551616 \text{ грн.}$$

Вартість річних витрат електроенергії на освітлення при середньому однозмінному освітленні:

$$P_{\text{осв}} = S_2 \cdot r \cdot S_{\text{заг}} \cdot T_2 \quad (4.35)$$

де $S_2 = 3,00$ грн/кВт·год – вартість 1 кВт·год електроенергії освітлення;
 $S_{\text{заг.}} = 300 \text{ м}^2$ – загальна площа приміщень; $r = 0,02$ кВт/м² – потужність, що витрачається на освітлення 1м² площі; $T_2 = 2080$ годин – річний фонд робочого часу шліфувально-полірувальних верстатів при двохзмінній роботі;

$$P_{\text{осв}} = 4,00 \cdot 0,02 \cdot 300 \cdot 2080 = 49920 \text{ грн.} \quad (4.36)$$

Загальна вартість електроенергії:

$$P_{\text{ен}} = P_{\text{сил}} + P_{\text{осв}} = 478067 + 49920 = 527987 \text{ грн} \quad (4.37)$$

Після впровадження

$$P_{\text{ен}} = P_{\text{сил}} + P_{\text{осв}} = 551616 + 49920 = 601536 \text{ грн} \quad (4.38)$$

Розрахунок вартості води

Вартість технічної води:

$$P_{\text{в.т}} = S_m \cdot \sum (V_i \cdot n_i) \cdot K_{\text{об}} \quad (4.39)$$

де V_i – річні витрати даного верстата, м³/год визначаються з паспортних даних верстата або з норм технологічного проектування; n_i – кількість верстатів даного типу, штук; $K_{\text{об}} = 0,2$ – коефіцієнт оборотності води; $S_m = 16$ грн – вартість 1 м³ технічної води;

					РРКК.ДР21.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{в.т} = 16 (8100 + 3483 + 2187) \cdot 0,1 = 6998 \text{ грн.}$$

Вартість питної води:

$$P_{в.п.} = N_{дн} S_{п} K_{общ} V_{н} \quad (4.40)$$

де $N_{дн} = 260$ днів – кількість робочих днів на рік; $S_{п} = 23,5$ грн – вартість 1 м³ питної води; $V_{н} = 0,025$ м³/зміну – нормативний об'єм води на одного працівника за зміну;

$$P_{в.п.} = 260 \cdot 23,5 \cdot 6 \cdot 0,025 = 2453,4 \text{ грн.}$$

Повна вартість води:

$$P_{в.} = P_{в.т.} + P_{в.п.} = 6998 + 2453 = 7243 \text{ грн} \quad (4.41)$$

Розрахунок вартості допоміжних матеріалів та інших витрат

Вартість 1 кг обгортного паперу – 16,7 грн., вартість 1 м³ пиломатеріалів для виготовлення ящиків – 150 грн:

$$P_{в.м.} = S_o (0,05 P_{обг.п.} + 0,02 P_{п.н.}) \quad (4.42)$$

$$P_{в.м.} = 2500 \cdot (0,05 \cdot 16,7 + 0,02 \cdot 1500) = 7708,75 \text{ грн}$$

де $P_{обг.п.} = 16,7$ грн – вартість 1 кг обгортного паперу; $P_{п.н.} = 150$ грн – вартість 1 м³ пиломатеріалів;

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

$$P_{пр} = 0,03 \cdot P_{бюд} = 0,03 \cdot 119980 = 3599 \text{ грн} \quad (4.43)$$

Витрати на збереження інструментів і приладдя приймаються в сумі 500 грн. на кожного основного працівника за рік:

$$P_{охр} = 500 \cdot 6 = 3000 \text{ грн} \quad (4.44)$$

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

$$P_{тех.р} = 0,01 \cdot 119980 = 1199 \text{ грн} \quad (4.45)$$

Витрати на охорону праці приймаються 50 – 200 грн. на одного робітника:

$$P_{охр.пр} = 100 \cdot 9 = 900 \text{ грн} \quad (4.46)$$

Повна сума додаткових витрат:

$$P_{дод.} = P_{пр} + P_{охр} + P_{охр.пр} + P_{тех.р} + P_{рем.осн.} \quad (4.47)$$

$$P_{дод.} = 7708 + 3599 + 3000 + 1199 + 900 = 16116 \text{ грн}$$

					РРКК.ДР21.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні техніко-економічні показники

Вартість сировини, що необхідна для забезпечення роботою каменеобробного підприємства:

$$\sum P_c = V_B \cdot P_{\text{бл}} \quad (4.48)$$

$$\sum P_c = 352 \cdot 4000 = 1408000 \text{ грн}$$

де $\sum P_c$ - сумарна вартість сировини; $V_6 = 352 \text{ м}^3/\text{рік}$ – річна кількість сировини; $P_{\text{бл}} = 4000 \text{ грн}$ – вартість 1 м^3 сировини;

Собівартість продукції:

$$C_{\text{цi}} = \frac{\sum P_c + \sum Z + \sum P_{\text{доо}} + \sum P_a + P_{\text{ен}} + P_{\text{в}} + \sum P_{\text{інс.і}}}{S_0}, \text{ грн./м}^2$$

$$C_{\text{цIII}} = \frac{1408000 + 2262893 + 31572 + 16116 + 527987 + 7243 + 118005}{6000} = \frac{4371816}{6000} = 728 \text{ грн/м}^2 \quad (4.49)$$

$\sum Z = 2262893 \text{ грн.}$ – сумарний фонд зарплати основних виробничих працівників і нарахувань на зарплату;

$\sum P_{\text{доо}} = 16116 \text{ грн.}$ – сума додаткових витрат;

$\sum P_a = 31572 \text{ грн.}$ – річні амортизаційні відрахування;

$P_{\text{ен}} = 527987 \text{ грн.}$ – вартість електроенергії;

$P_{\text{в}} = 7243 \text{ грн.}$ – вартість води;

$S_0 = 6000 \text{ м}^2/\text{рік}$ – річний випуск продукції підприємством;

$\sum P_{\text{інс.і}} = 118005$ – сумарна вартість інструменту;

Продуктивність праці на одного працюючого в натуральній формі:

$$P_{\text{ц.н}} = \frac{S_0}{K_{\text{общ}}} = \frac{6000}{14} = 428 \text{ м}^2/\text{чол} \quad (4.50)$$

Енергоємність виробів:

$$E_{\text{вир}} = \frac{P_{\text{ен}}}{S_0 S} = \frac{527987}{6000 \cdot 0,55} = 160 \text{ кВт} \cdot \text{год/м}^2 \quad (4.51)$$

Виручка від реалізованої продукції за рік:

$$B_{\text{р.л.}} = C_{\text{пр}} \cdot S_0 = 900 \cdot 6000 = 5400000 \text{ грн} \quad (4.52)$$

де $C_{\text{пр}} = 1000 \text{ грн/м}^2$ – ціна 1 м^2 реалізованої продукції.

Рентабельність підприємства:

$$P = \frac{B_{\text{р.л.}} - \sum B}{\sum B} \cdot 100\% = \frac{5400000 - 4371816}{4371816} \cdot 100\% = 23,51\% \quad (4.53)$$

де $\sum B = 4371816 \text{ грн.}$ – сума усіх витрат на виробництво продукції.

Всі розраховані показники зведено у таблиці 4.2 і 4.3.

					РРКК.ДР21.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2

Показники витрат та рентабельності каменобробного підприємства

Витрати підприємства	Сума, грн.
Вартість сировини (блоків)	1408000
Фонд зарплатні основних робітників	2262893
Вартість електроенергії	527987
Вартість води	7243
Додаткові витрати	16116
Вартість інструмента	118005
Амортизаційні відрахування	31572
Всього витрат	4371816
Виручка від реалізованої продукції (без ПДВ)	5400000
Рентабельність, %	23,51

Таблиця 4.3

Основні техніко-економічні показники каменобробного підприємства

Показники	Одиниці вимірювання	Кількість
Річна продуктивність підприємства	м ² /рік	6000
Річний об'єм споживаної сировини	м ³ /рік	352
Собівартість продукції	грн./м ²	728
Сумарна чисельність працівників, з них	чол.	16
– основних робітників	чол.	12
– допоміжних робітників	чол.	2
– ІТП (інженерно-технічні працівники)	чол.	1
– службовців	чол.	1

Основні техніко-економічні показники після удосконалення

Вартість сировини, що необхідна для забезпечення роботою каменобробного підприємства:

					РРКК.ДР21.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum P_c = V_B \cdot P_{\text{бл}} \quad (4.54)$$

$$\sum P_c = 400 \cdot 4000 = 1600000 \text{ грн}$$

де $\sum P_c$ - сумарна вартість сировини; $V_B = 400 \text{ м}^3/\text{рік}$ – річна кількість сировини; $P_{\text{бл}} = 4000 \text{ грн}$ – вартість 1 м^3 сировини;

Собівартість продукції порід III класу (габро, лабрадорити):

$$C_{\text{цi}} = \frac{\sum P_c + \sum Z + \sum P_{\text{доо}} + \sum P_a + P_{\text{ен}} + P_{\text{в}} + \sum P_{\text{інс.і}}}{S_0}, \text{ грн./м}^2$$

$$C_{\text{цIII}} = \frac{1600000 + 3170121 + 39072 + 16116 + 601536 + 7243 + 163000}{6400} = \frac{5597088}{6400} = 874 \text{ грн/м}^2 \quad (4.55)$$

$\sum Z = 3170121 \text{ грн.}$ – сумарний фонд зарплати основних виробничих працівників і нарахувань на зарплату (+ 2 основний працівник);

$\sum P_{\text{доо}} = 16116 \text{ грн.}$ – сума додаткових витрат;

$\sum P_a = 39072 \text{ грн.}$ – річні амортизаційні відрахування;

$P_{\text{ен}} = 601536 \text{ грн.}$ – вартість електроенергії;

$P_{\text{в}} = 7243 \text{ грн.}$ – вартість води;

$\sum P_{\text{інс.і}} = 163000$ – сумарна вартість інструменту;

$S_0 = 6400 \text{ м}^2/\text{рік}$ – річний випуск продукції підприємством;

Продуктивність праці на одного працюючого в натуральній формі:

$$P_{\text{з.н}} = \frac{S_0}{K_{\text{общ}}} = \frac{6400}{16} = 400 \text{ м}^2/\text{чол} \quad (4.56)$$

Енергоємність виробів:

$$E_{\text{вир}} = \frac{P_{\text{ен}}}{S_0 S} = \frac{601536}{6400 \cdot 0,55} = 182 \text{ кВт·год/м}^2 \quad (4.57)$$

Виручка від реалізованої продукції за рік:

$$B_{\text{р.н.}} = C_{\text{пр}} \cdot S_0 = 1100 \cdot 6400 = 7000000 \text{ грн} \quad (4.58)$$

де $C_{\text{пр}} = 1100 \text{ грн/м}^2$ – ціна 1 м^2 реалізованої продукції.

Рентабельність підприємства:

$$P = \frac{B_{\text{р.н.}} - \sum B}{\sum B} \cdot 100\% = \frac{7000000 - 5597088}{5597088} \cdot 100\% = 25\% \quad (4.59)$$

Всі розраховані показники зведено у таблиці 4.4 і 4.5.

					РРКК.ДР21.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.4

Показники витрат та рентабельності підприємства

Витрати підприємства	Сума до удосконалення, грн.	Сума після удосконалення, грн.
Вартість сировини (блоків)	1408000	1600000
Фонд зарплатні основних робітників	2262893	3170121
Вартість електроенергії	527987	601536
Вартість води	7243	7243
Додаткові витрати	16116	16116
Вартість інструмента	118005	163000
Амортизаційні відрахування	31572	39072
Всього витрат	4371816	5597088
Виручка від реалізованої продукції (без ПДВ)	5400000	7000000
Рентабельність, %	23,5	25

Таблиця 4.5

Основні техніко-економічні показники підприємства

Показники	Одиниці вимірюван ня	Кількість до	Кількість після
Річна продуктивність підприємства	м ² /рік	6000	6400
Річний об'єм споживаної сировини	м ³ /рік	352	400
Собівартість продукції	грн./м ²	845	874
Сумарна чисельність працівників, з них	чол.	16	18
– основних робітників	чол.	12	14
– допоміжних робітників	чол.	2	2
– ІТП (інженерно-технічні працівники)	чол.	1	1
– службовців	чол.	1	1

					РРКК.ДР21.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОКИ

Тема дипломного проекту «Удосконалення технології обробки природного каменю для розширення номенклатури продукції підприємства», тому для вирішення питання щодо розширення номенклатури продукції пропонується впровадити в технологічний процес обробки природного каменю камнекольний верстат К-50Т-30, Китай та галтовочний барабан Tumbler TM-2000.

Запропоноване вдосконалення дасть змогу:

- розширити асортимент продукції підприємства;
- підвищити якість виготовлення бруківки;
- впровадити у виробництво додатковий камнекольний верстат та галтовочний барабан;
- зменшити втрати сировини;
- підвищити рентабельність підприємства.

					РРКК.ДР21.07.ВИ.ПЗ					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						
Студент		Настенко М. С.			Висновки		Літ.	Арк.	Акрушів	
Кер.розд.		Шлапак В.О.					н			
Керівник		Шлапак В.О.					«Житомирська політехніка» 184 «Гірництво» РР-46			
Н. Контр.		Башинський								
Зав.каф.		Башинський								

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бакка М. Т., Лягутко А. С., Пчолкін Г. Д. Основи гірничого виробництва: Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 1999. – 430 с.
2. Бакка Н. Т., Ильченко И. В. Облицовочный камень. Геолого-промыш-ленная и технологическая оценка месторождений: Справочник. – М.: Недра, 1992. – 303 с.: ил.
3. В.В. Коробийчук, В.А. Шлапак, А.Н. Сидоров, Р.В. Соболевский
Технология и механизация распиловки камня : учебник. - International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group, 2019. 240 с.
4. ДБН В.1.2-7-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека.
5. ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту.
6. ДСП 173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів, затверджені наказом МОЗ України № 173 від 19.06.1996 р.
7. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять.
8. ДСТУ EN 2:2014 Класифікація пожеж.
9. ДСТУ ISO 6309:2007 Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір.
10. Іськов С.С. Проектування каменеобробних підприємств. Ч. 1 : навч. посібник / С.С. Іськов, В.В. Коробійчук, Р.В. Соболевський. - Житомир : ЖДТУ, 2016. -228 с.

					РРКК.ДР21.07.ЛТ.ПЗ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					
Студент		Настенко М. С.			Список використаної літератури	Літ.	Арк.	Акрушів	
Кер.розд.	Шлапак В.О.					н			
Керівник	Шлапак В.О.					«Житомирська політехніка» 184 «Гірництво» РР-46			
Н. Контр.	Башинський								
Зав.каф.	Башинський								

11. Картавий Н. Г. и др. Оборудование для производства облицовочных ма-териалов из природного камня / Н. Г. Картавий, Ю. И. Сычев, И.В. Волуев – М.: Машиностроение, 1988. – 240 с.
12. Князевский Б.А., Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий.- М.: Высшая школа, 1979.- 431с.
13. Коробійчук В.В. Виймально-навантажувальні роботи на кар'єрах [Текст] : навчальний посібник / В.В. Коробійчук, В.Г. Кравець, С.С. Іськов, Р.В. Соболевський, А.О. Криворучко, О.М. Толкач, В.О. Шлапак. - Житомир : ЖДТУ, 2017. - 440 с.
14. 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.
15. НАПБ А 01.001-2004 Правила пожежної безпеки в Україні.
16. Нормы проектирования предприятий промышленности по добыче и обработке облицовочных материалов из природного камня. Ленинград, 1976.- 230с.
17. С. С. Іськов, В. Проектування каменеобробних підприємств.Ч. II [Електронний ресурс] : навчальний посібник / С. С. Іськов, В. В. Коробійчук, В. Г. Кравець, Р. В. Соболевський, А. О. Криворучко, О. М. Толкач. – Житомир : ЖДТУ, 2018. – 248 с.
18. Сычев Ю. И., Берлин Ю. Я. Шлифовально-полировальные и фрезерные работы по камню: Учебник для средних проф.-техн. училищ. – М.: Стройиздат, 1985. – 312 с., ил.
19. Сычев Ю.И., Берлин Ю.Я. Распиловка камня. - М: Стройиздат, 1989. - 320 с.

					РРКК.ДР21.07.ЛТ.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		