

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

Форма № Н-9.02

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

Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва  
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.  
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи  
бакалавра  
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Впровадження сучасного фрезерно-окантовувального обладнання в  
технологічний процес обробки природного каменю для  
ФОП «Голубович М.П.»

Виконав: студент 4 курсу,  
групи ЗРР-20к  
Освітня програма 184 «Гірництво»  
(шифр та назва напрямку підготовки, спеціальності)

ГОЛУБОВИЧ Микола  
(прізвище та ініціали)

Керівник: ШАМРАЙ Володимир  
(прізвище та ініціали)

Рецензент: КРИВОРУЧКО Андрій  
(прізвище та ініціали)

Житомир – 2023 р.

# ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

( повне найменування вищого навчального закладу )

Інститут, факультет,  
відділення:

факультет гірничої справи, природокористування та  
будівництва

Кафедра:

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

Освітньо-кваліфікаційний  
рівень:  
Спеціальність:  
Освітня програма

бакалавр

184 «Гірництво»  
«Гірництво»

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Завідувач кафедри

**БАШИНСЬКИЙ Сергій.**

(підпис) (Прізвище та ініціали)

“ 27 ” квітня 2023 р.

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

Голубович Микола Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи:** Впровадження сучасного фрезерно-окантовувального обладнання в технологічний процес обробки природного каменю для ФОП «Голубович М.П.»

**Керівник роботи** к.т.н., доц. ШАМРАЙ Володимир  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом ректора Житомирської політехніки від 27.04.2023р. №161/с

**2. Строк подання студентом роботи:**

**3. Вихідні дані до роботи:**

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

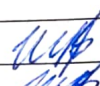
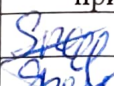
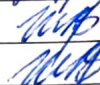
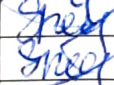
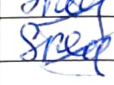
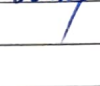
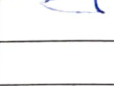
**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):**

Надати загальні відомості про каменеобробне підприємство, визначити технологічну схему виробничого процесу обробки каменю на підприємстві, проаналізувати водопостачання та шламове господарство, вивчити транспорт підприємства та електропостачання, аналіз охорони праці та визначити вплив підприємства на навколишнього середовища, обґрунтувати технологічні рішення щодо підвищення продуктивності підприємства

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

Генеральний план підприємства. План цеху із розташуванням устаткування. Технологічна схема обробки каменю. Схема розпилювального верстату. Схема шліфувально-полірувального верстату. Схема окантовувального верстату. План водопостачання. Схема електропостачання підприємства Запропоновані технічні та технологічні рішення Зведені техніко-економічні показники

## 6. Консультанти розділів роботи:

| Розділ   | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата                                                                       |                                                                                     |
|----------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                           | завдання видав                                                                     | завдання прийняв                                                                    |
| Розділ 1 | ШАМРАЙ Володимир                          |  |  |
| Розділ 2 | ШАМРАЙ Володимир                          |  |  |
| Розділ 3 | ШАМРАЙ Володимир                          |  |  |
| Розділ 4 | ШАМРАЙ Володимир                          |  |  |
|          |                                           |                                                                                    |                                                                                     |
|          |                                           |                                                                                    |                                                                                     |
|          |                                           |                                                                                    |                                                                                     |

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент  ГОЛУБОВИЧ Микола  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи  ШАМРАЙ Володимир  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Я, ГОЛУБОВИЧ Микола, цим засвідчую, що представлена до захисту бакалаврська робота на тему: «Впровадження сучасного фрезерно-окантовувального обладнання в технологічний процес обробки природного каменю для ФОП «Голубович М.П.»» виконана на основі власних наукових досліджень. Текст не містить доробку інших дослідників без відповідних посилань на їх праці.

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

«12» 06 2023 р.

  
(підпис)

## ЗМІСТ

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ЗМІСТ .....                                                                          | 4  |
| ВСТУП.....                                                                           | 5  |
| 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КАМЕНЕОБРОБНЕ ПІДПРИЄМСТВО ..                              | 7  |
| 1.1. Географічні відомості про район розташування каменеобробного підприємства ..... | 7  |
| 1.2. Структура підприємства .....                                                    | 8  |
| 2. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ КАМЕНЮ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....        | 15 |
| 2.1. Технологія розпилювання блоків на плити-заготовки .....                         | 21 |
| 2.2. Технологія шліфування-полірування плит-заготовок .....                          | 28 |
| 2.3. Технологія окантовування плит .....                                             | 35 |
| 2.4. Фрезерування та профілювання.....                                               | 46 |
| 2.5. Заклучні операції .....                                                         | 48 |
| 2.6. Експлуатація та ремонт обладнання.....                                          | 52 |
| 2.7. Водопостачання та шламове господарство .....                                    | 57 |
| 2.8. Транспорт підприємства .....                                                    | 58 |
| 2.9. Електропостачання.....                                                          | 60 |
| 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....                                    | 66 |
| 4. ЕКОНОМІКА Й ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА .....                                         | 74 |
| ВИСНОКИ.....                                                                         | 86 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....                                                 | 87 |

|           |      |                  |        |      |                                                      |      |         |  |
|-----------|------|------------------|--------|------|------------------------------------------------------|------|---------|--|
|           |      |                  |        |      | КГТБ.ДР23.26.3М.ПЗ                                   |      |         |  |
| Змн.      | Лист | № докум.         | Підпис | Дата | Зміст                                                |      |         |  |
| Студент.  |      | Голубович М. М.  |        |      |                                                      |      |         |  |
| Кер.розд. |      | Шамрай В. І.     |        |      |                                                      |      |         |  |
| Керівник  |      | Шамрай В. І.     |        |      |                                                      |      |         |  |
| Н. Контр. |      | Башинський С. І. |        |      |                                                      |      |         |  |
| Зав.каф.  |      | Башинський С. І. |        |      |                                                      |      |         |  |
|           |      |                  |        |      | Літ.                                                 | Арк. | Акрушів |  |
|           |      |                  |        |      | н                                                    |      |         |  |
|           |      |                  |        |      | «Житомирська політехніка»<br>184 «Гірництво» ЗРР-20к |      |         |  |

## ВСТУП

Натуральний облицювальний камінь широко використовується в різних сферах народного господарства: архітектурі, будівництві, техніці, художній обробці каменю. А розробка та освоєння нових методів одержання та обробки природного каменю дозволило значно розширити сферу його застосування та здешевити.

Створення промислових підприємств та об'єктів культурно-побутового призначення, будівництво нових ліній метрополітену, збільшення капітального будівництва, а також прагнення фахівців зробити ці споруди міцними та виразними вимагають значного збільшення використання облицювання матеріали із натурального каменю. Це, в свою чергу, вимагає розширення сировинної бази, тобто відкриття нових родовищ природних каменів та розширення їх асортименту, особливо сортів, що характеризуються високою декоративністю.

Швидкими темпами розвивається каменеобробна промисловість. Але лише на 70% задовольняється потреба в кам'яних фасадних виробках та архітектурних виробках, а в високоміцних кам'яних фасадних виробках – лише на 50-62%.

В останні роки розвиток галузі видобутку та обробки облицювальних матеріалів із природного каменю виявив та негативні моменти, пов'язані із не виправданим розширенням каменеобробного виробництва без достатньої розробки кар'єрів. Відчувається значний дефіцит облицювальних каменів та особливо високоміцних порід. Багато галузей промисловості, зокрема паперова промисловість, зазнають значних операційних труднощів через відсутність коледжів та інших технічних виробів із габроїдної породи та граніту.

|           |      |                  |        |      |                    |                                                      |      |         |
|-----------|------|------------------|--------|------|--------------------|------------------------------------------------------|------|---------|
|           |      |                  |        |      | КГТБ.ДР23.26.ВС.ПЗ |                                                      |      |         |
| Змн.      | Лист | № докум.         | Підпис | Дата | Вступ              | Літ.                                                 | Арк. | Акрушів |
| Студент   |      | Голубович М. М.  |        |      |                    | н                                                    |      |         |
| Кер.розд. |      | Шамрай В. І.     |        |      |                    | «Житомирська політехніка»<br>184 «Гірництво» ЗРР-20к |      |         |
| Керівник  |      | Шамрай В. І.     |        |      |                    |                                                      |      |         |
| Н. Контр. |      | Башинський С. І. |        |      |                    |                                                      |      |         |
| Зав.каф.  |      | Башинський С. І. |        |      |                    |                                                      |      |         |

Україна має унікальну мінерально-сировинну базу лицьової цегли. Найбільш цінними є граніти, габронорити, лабрадорити та ін. Ці породи універсальні для внутрішнього та зовнішнього облицювання будівель та споруд, для озеленення, для виготовлення товарів народного споживання із формованою поверхнею (столів, камінів, підвіконь, сувенірів меблів, сантехніки, колони та пам'ятники). Всесвітньо відомі граніти Капустянського, Токівського, Омелянівського, Корнинського, Янцевського родовищ. Всесвітньо відомі габронорити та лабрадорити Головинського та Сліпчицького родовищ Житомирської області.

За останні двадцять років техніка та технологія видобутку блоків облицювального каменю отримала значний розвиток. З'явилися сучасні кар'єрні машини, алмазні канатні пили, широко поширені гідроклінні установки та гідравлічні домкрати, все ширше використовуються невибухові методи руйнування для відокремлення породи від масиву. Проте камінь, видобутий за формою та розміром, а також монолітністю каменю, не завжди задовольняє каменеобробні підгалузі, що знижує їх ефективність та підвищує матеріаломісткість продукції, що виготовляється.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.ВС.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

# 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КАМЕНЕОБРОБНЕ ПІДПРИЄМСТВО

## 1.1. Географічні відомості про район розташування каменеобробного підприємства

Каменеобробне підприємство ФОП «Голубович». знаходиться в Стрижівка коростишівського району.

Клімат Житомирської області – помірно-континентальний клімат із теплим вологим літом та м'якою хмарною зимою.

Середня температура найхолоднішого місяця (січень) становить -60 °С, найтеплішого (липень) +17 – +19 °С. Середньорічна температура повітря в області +6 – +70 °С. Найсильніші морози бувають в січні-лютому, досягаючи -300. Тривалість періоду із середньодобовими температурами вище 0° становить 240-260 днів.

За рік на території області випадає 550-600 мм опадів. Максимум опадів випадає в літні місяці: червень, липень, серпень. Влітку звичайні грози та зливи.

Сніговий покрив на більшій частині території рівномірний (10—30 см) та тримається 95—110 днів, але нестійкий через часті відлиги.

Інженерно-геологічні, гідрологічні та кліматичні умови промислового майданчика ФОП “Голубович”.

Інженерно-геологічна зона промислового майданчика:

Шар 1 – ґрунтово-рослинний шар потужністю 0,3-0,4 м.

Шар 1а та 1б – насипний ґрунт (розкрит), щебінь – продукт вивітрювання граніту, моренні відклади в вигляді валунів, уламків граніту розміром до 1,0 – 1,5 м.

Частка останніх в масі ґрунту подекуди становить близько 70%.

|           |      |                  |        |      |                                                   |                                                      |      |         |
|-----------|------|------------------|--------|------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------|---------|
|           |      |                  |        |      | КГТБ.ДР23.26.01.ПЗ                                |                                                      |      |         |
| Змн.      | Лист | № докум.         | Підпис | Дата |                                                   |                                                      |      |         |
| Студент   |      | Голубович М. М.  |        |      | Загальні відомості про каменеобробне підприємство | Літ.                                                 | Арк. | Акрушів |
| Кер.розд. |      | Шамрай В. І.     |        |      |                                                   | н                                                    |      |         |
| Керівник  |      | Шамрай В. І.     |        |      |                                                   | «Житомирська політехніка»<br>184 «Гірництво» ЗРР-20к |      |         |
| Н. Контр. |      | Башинський С. І. |        |      |                                                   |                                                      |      |         |
| Зав.каф.  |      | Башинський С. І. |        |      |                                                   |                                                      |      |         |

Шар 2 – дрібнозернистий середньозернистий пісок, місцями пилюватий, заболочений потужністю від 1,3 до 6,7 м.

Шар 3-4 – легкий супісок, легкий, середній та важкий суглинок.

Частіше глина відкладається в товщі піску в вигляді лінзових прошарків, глина знаходиться в напівтвердому, жорсткому та м'якопластичному стані.

Шар 5 – жирна каолінізована глина, потужністю 0,5-0,9 м; лежить на каоліновому даху.

Шар 6 – складається із первинного каоліну, водопроникного шару. Каоліновий ґрунт залягає переважно на глибинах від 6,0–8,5 м до 10,0–18,3 м.

Найвища позначка підосви 208,1 - 210,7 м.

Шар 7 – гранітна кірка сильно каолінізована, граніт помірно-вивітрений, дрібнозернистий.

Підземні води залягають в піску та глині. Рівень ґрунтових вод 210,8-216,7 м.

У зв'язку із мокрим характером робіт очікується максимальний підйом рівня ґрунтових вод від 0,6 до 0,7 м.

Маркери поверхні суші збільшуються із південного заходу на північний схід від маркерів 208–209 м до 214–218 м.

Більша частина території вкрита породними відвалами.

Воду для виробничих потреб беремо із власної свердловини.

Електропостачання здійснюється по лінії 10 кВ.

## 1.2. Структура підприємства

Предметом діяльності компанії є:

- виробництво та продаж виробів із натурального каменю, в тому числі: ритуальних виробів, облицювальної плитки та ін.;
- виготовлення та продаж декоративних виробів;
- виготовлення виробів на замовлення.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Основною продукцією компанії є нешліфовані деталі пам'ятників та готові поліровані пам'ятники. Сировиною для виготовлення пам'ятників є блоки високоміцних порід, таких як габро, лабрадорит та граніт.

Основними технологічними процесами виробництва деталей пам'ятників та готових полірованих пам'ятників є:

- розпилювання блоків габро на пилові плити та деталі пам'ятників;
- полірування деталей пам'ятника;
- окантовка пиляних панелей на деталях пам'ятника.

Підприємство має розпилювальний верстат та фрезерно-обрізний верстат для різання блоків на плити та деталі пам'ятників. При різанні блоків в основному використовується алмазний інструмент. Підприємство має дві ручні полірувальні машини для полірування деталей пам'ятників.

Деталі пам'ятників відшліфовані алмазним інструментом.

Цех із виготовлення пам'ятників працює в дві зміни, чисельність працівників – 9 осіб. Середньомісячний обсяг виробництва в цеху становить:

- розпилювальний цех 200-300 м<sup>2</sup> розпилу;
- фрезерування деталей пам'ятника 100-200 м<sup>2</sup>;
- цех полірування площею 150-300 м<sup>2</sup> готових полірованих деталей пам'ятників та полірованої плитки.

Виробниче водопостачання здійснюється від власної свердловини, а електроенергія – від власної підстанції.

Основними ринками збуту продукції є: Україна та країни Європи.

Із загального обсягу реалізованої продукції 75% реалізовано приватним підприємцям, компаніям та підприємствам та 25% фізичним особам; 60-70% продукції продається за готівку та 30-40% розраховується шляхом обміну на каміння.

## Структура компанії

### 1) Склад товариства:

#### 1. Основна майстерня:

- верстат для різання каменю – 1 шт;

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

- шліфувально-полірувальні машини – 2 шт;
- верстат фрезерно-обрізний – 1 шт.

2. Допоміжні місця:

- ремонт та механіка;
- транспорт;
- безпека.

3. Управління:

- відділ управління;
- бухгалтерський облік;
- матеріально-технічне забезпечення.

### 1.3.Характеристика сировини

У каменеобробному цеху ФОП “Голубович”. В якості сировини використовуються блоки габро та лабрадориту I-VI груп.

Таблиця 1.1

#### Основні фізико-механічні властивості сировини

| Найменування родовища | Густина, т/м <sup>3</sup> |        | Пористість % | Водопоглинання % | Межа міц-ності при стисканні, МПа | Стирання, г/см <sup>2</sup> | Відблскуюча здатність після полірування, од | Морозостійкість, Цикли | Класифікація ка-меню по оброб-люваності. |
|-----------------------|---------------------------|--------|--------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------|
|                       | Середня                   | дійсна |              |                  |                                   |                             |                                             |                        |                                          |
| Граніти               |                           |        |              |                  |                                   |                             |                                             |                        |                                          |
| 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                                      |

Таблиця 1.2

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.01.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## Класифікація (облицювального каменю) за походженням та його петрографічна характеристика

| Назва породи | Текстура, структура                                                                                                         | Мінеральний склад         | Форма і розміри мінералів                                      |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Габро        | Т. зерниста, шарова, стрічкова, рідше порфіроподібна<br>С. гіпіоморфно-зерниста, офітова, габрова, порфіроподібна, смугаста | Плагіоклаз (основний) 55% | Призматична                                                    |
|              |                                                                                                                             | Піроксен 45%              | Призматична                                                    |
| Лабрадорит   | повнокристалічна, зерниста                                                                                                  | Плагіоклаз (лабрадор) 90% | Призматична                                                    |
|              |                                                                                                                             | Піроксен-олівін 10%       | Коротко призматична, неправильна, рідше дрібні ромбічні призми |

Лабрадорит — облицювальний камінь преміум-класу, що складається майже із одного плагіоклазу, переважно лабрадориту. Крім плагіоклазу, лабрадорит містить піроксен, авгіт, титаномagnetит, апатит, ільменіт, іноді калієвий польовий шпат, в невеликих кількостях сульфіді, біотит, кварц. Структура лабрадориту зазвичай панідіоморфозерниста, текстура трахітоїдна чи масивна, колір від білого до чорного, часто спостерігаються переливи плагіоклазу. Перелив відблисків різних кольорів (переважно синіх, зеленуватих, золотистих тонів). Здатність до мерехтіння визначає надзвичайно декоративний характер цього каменю.

У масивах лабрадориту добре помітні райдужні площини із щільним розташуванням кристалів лабрадориту, спричинені рухом магми. Райдужні площини — це площини, які надають кристалу плагіоклазу плоскої пластинчастої чи пластинчастої форми та збігаються із площинами потоку магми.

Поклади лабрадориту зазвичай приурочені до кристалічних щитів. Коростенський плутон (Житомирська область), із яким пов'язана значна частина

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.01.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

цих родовищ, входить до складу Українського кристалічного щита. Найбільш відомі родовища облицювального лабрадориту: Головинське, Кам'янобрідське, Слобідське, Городищенське (чорне), Федорівське, Ісаківське, Кам'янопічське (сіре), Васьковичі-Межирицьке (біле).

Переходи між габро та лабрадоритом називаються габро-лабрадоритом.

Габро — однорідна гірська порода зі структурою габро, що складається із плагіоклазу (від лабрадору до бітовніту), моноклінного піроксену, олівіну чи рогової обманки. Вторинні мінерали включають габро біотит, нефелін та титаномagnetит. Іноді кварц та ортоклаз, а також польовий шпат. Супутніми мінералами, характерними для габро, є піротин, пікотит, ільменіт, хроміт та апатит.

Види габро характеризуються вмістом мінералів темного кольору: олівін - троктоліт, що містить олівін без піроксену; роговообманка - норит із переважним вмістом піроксену. В габро всі породоутворюючі мінерали, плагіоклаз та кольорові мінерали, росли паралельно в процесі кристалізації, тому всі основні породоутворюючі мінерали зазвичай рівномірно гранульовані та ізометричні, що визначає структуру габро каменю. Породи габро представлені лакколітами, прутами, жилами та інтрузивними тілами осадів. Габро, що містить калієвий польовий шпат та біотит, класифікується як сублужне, тоді як габро, що містить нефелін та інші польові шпати, класифікується як лужна порода. Серед родовищ габро – Кам'янобрідське, Сліпчицьке, Слобідське, Букинське та Ясногірське.

### **Радіологічна характеристика сировини**

Ряд облицювальних порід містить значну кількість радіонуклідів, що обмежує їх використання в будівництві та господарстві та зумовлює необхідність радіологічної оцінки сировини.

Всі види виробів із натурального каменю, виробництва ФОП «Голубович». проходять щорічну атестацію радіаційної якості будівельних матеріалів (сировини).

Сертифікація проводиться на основі гамма-спектрометричного методу

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

вимірювання на сцинтиляційному спектрометрі гамма-випромінювання 5 БС-30К.

Сертифікація базується на даних вимірювань із класифікацією продукції за класами застосування.

**Класифікація за класами застосування:**

Клас I ( $A_{\text{эф}} < 370$  Бк/кг) – всі види без обмежень

Клас II ( $A_{\text{эф}} < 740$  Бк/кг) – для промислового, комерційного та дорожнього використання, де присутність людини становить менше 1700 годин на рік.

III клас ( $A_{\text{эф}} < 1350$  Бк/кг) – для окремих ізольованих об'єктів чи споруд, промислових та вуличних об'єктів, практично не пов'язаних із перебуванням людей.

Випробування проводяться за таких умов: температура навколишнього середовища 200 °С, тиск повітря 730 мм рт.ст., вологість 80%.

Основними джерелами радіоактивного випромінювання корінних порід є радій –  $^{226}\text{Ra}$  та торій –  $^{232}\text{Th}$  із продуктами розпаду, а також радіоактивний ізотоп калію –  $^{40}\text{K}$ .

Радій є продуктом розпаду урану та його радіоактивність в  $3 \cdot 10^6$  разів перевищує активність самого урану в рівних масах.

На радіоактивний ізотоп припадає 0,01% природного калію. Будучи хімічним елементом із масовою часткою 2,5 %, Калій є одним із найпоширеніших нафтових елементів в земній корі. в магматичних породах вміст калію в корінних породах знаходиться переважно в дисперсному стані як в породоутворюючих, так та в супутніх мінералах більшої радіоактивності, особливо в вигляді ізоморфних домішок (сфен, циркон, пірохлор, ксенотім, ортит та ін.).

До складу польових шпатів та слюди в магматичних та метаморфічних породах входить радіоактивний ізотоп калію –  $^{40}\text{K}$ , на частку якого припадає лише 0,012% загального калію. Радіаційні характеристики використовуваної на підприємстві сировини представлені в табл. 1.3.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Стандарт блоку передбачає візуальне визначення декоративності каменю шляхом порівняння зразка, що оцінюється, зі стандартами. Декоративність каменю також можна оцінити за допомогою експертного приладу. Для цього останнім часом використовується якісний засіб, в якому декоративність розглядається як складний комплекс художньо-естетичних властивостей кам'яних поверхонь, що розглядаються на трьох рівнях.

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                 |

На 1 рівні враховується декоративний аспект; на 2 рівнях – елементи, що складають: колір, текстура, текстура; на 3 рівнях – ознаки, що характеризують кожен елемент: для кольору – кольоровість, насиченість, яскравість, однорідність поєднання кольорів; для текстури – малюнок, структура, прозорість; для фактури – здатність до полірування. Кожна зі згаданих функцій розділена на категорії, які оцінюються певною кількістю балів.

Габро та лабрадорити, які використовуються в компанії, належать до високодекоративних порід.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.01.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ КАМЕНЮ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Каменеобробний цех ФОП «Голубович» обробляє породи: габро, граніт, габронорит та лабрадорит. Це природні камені, що належать до міцних порід. Чергування кромки та шліфування залежить від міцності каменю, тому в КОП використовується абразивна технологічна схема обробки: пиляння – шліфування – окантовка.

Сировина для переробки за купується та доставляється на блочний склад сировини на території підприємства за допомогою орендованого транспорту. Транспортування блоків здійснюється на спеціально обладнану платформу за допомогою 20-тонного автокрана. На складі блочної сировини при необхідності за допомогою ручних пуансонів пропускають великоформатні чи неправильної форми блоки (вони отримують менший об'єм та правильну форму). Після пасивації (невеликі блоки пасивувати не можна) підготовлені блоки природного каменю за допомогою навантажувача подають в ливарний цех.

На пилорамі встановлена дискова каменерізальна машина D3000 (рис. 2.1).

Вибраний блок доставляється до верстата та встановлюється на каретку верстата чи робочий стіл, який необхідно підготувати заздалегідь. При розпилюванні блоків I-IV груп на днище каретки укладають дерев'яні бруски.

|           |      |                  |        |      |                                                             |                                                      |      |         |
|-----------|------|------------------|--------|------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------|---------|
|           |      |                  |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ                                          |                                                      |      |         |
|           |      |                  |        |      |                                                             |                                                      |      |         |
| Змн.      | Лист | № докум.         | Підпис | Дата | Технологічна схема<br>виробничого процесу обробки<br>каменю | Літ.                                                 | Арк. | Акрушів |
| Розроб.   |      | Голубович М. М.  |        |      |                                                             | н                                                    |      |         |
| Кер.розд. |      | Шамрай В. І.     |        |      |                                                             | «Житомирська політехніка»<br>184 «Гірництво» ЗРР-20к |      |         |
| Керівник  |      | Шамрай В. І.     |        |      |                                                             |                                                      |      |         |
| Н. Контр. |      | Башинський С. І. |        |      |                                                             |                                                      |      |         |
| Зав.каф.  |      | Башинський С. І. |        |      |                                                             |                                                      |      |         |

Підготовка розпилювальної машини до роботи зводиться до перевірки її готовності та встановлення каретки із блоком в робочому просторі машини.

Перевірка готовності машини до роботи проводиться в два етапи (попередній та заключний). При попередньому огляді оцінюють стан деталей кріплення та клинопасових передач, достатність затягування гвинтових з'єднань, наявність мастила в місцях змащування, справність електрообладнання, заземлення та світлової сигналізації; Стежити за відсутністю сторонніх предметів в робочому просторі верстата та на його рухомих частинах, наявністю огорож. При цьому вони ретельно оглядають алмазний інструмент, переконуючись в відсутності дефектів та оцінюючи стан робочої поверхні алмазних елементів. Остаточна перевірка готовності машини до роботи проводиться на холостому ході. При цьому визначають правильність взаємодії всіх вузлів кінематичної схеми машини, працездатність підшипників, наявність мастила в рухомих з'єднаннях, працездатність пускової, регулювальної та контрольно-вимірювальної апаратури на контролі. панелі, плавність робочих подач та переміщень, рівномірність та достатню водопостачання алмазного інструменту. Потім каретка із блоком заковчується в робочу зону верстата.

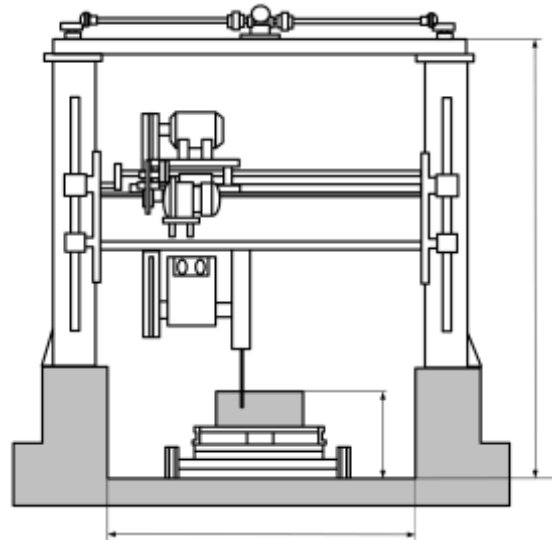


Рис. 2.1. Дисківий розпилювальний верстат D3000

Далі починається етап розпилювання. Подача пилки до розпилюючого блоку (і навпаки блоку до пилки) здійснюється із прискореною швидкістю подачі на відстань приблизно 30-50 мм між кромкою пилки та передньою частиною

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

блоку. Потім машину переводять на раціональну робочу швидкість подачі, яка для головинського габро та лабрадориту становить 30-35 м/с. Глибина різання габро та лабрадориту (відносяться до міцних порід I-III груп) становить 20-30 мм.

Після закінчення розпилювання верстат вимикають, припиняють подачу води та очищають робочу зону та простір навколо верстата.

По закінченні процесу розпилю розпиляний ставок розбирають, а отримані при розбиранні панелі складають штабелями.

Розібрані сирі плити спочатку за допомогою козлового крана укладаються на вагонетку каменеобробного цеху, а потім мостовим краном, розташованим в цеху, доставляються на шліфувально-полірувальні верстати марки СКР-2500. Розміри зерна на відповідних етапах обробки текстури. Полірування проводиться повстяними чи повстяними кругами із полірувальними порошками та пастами.

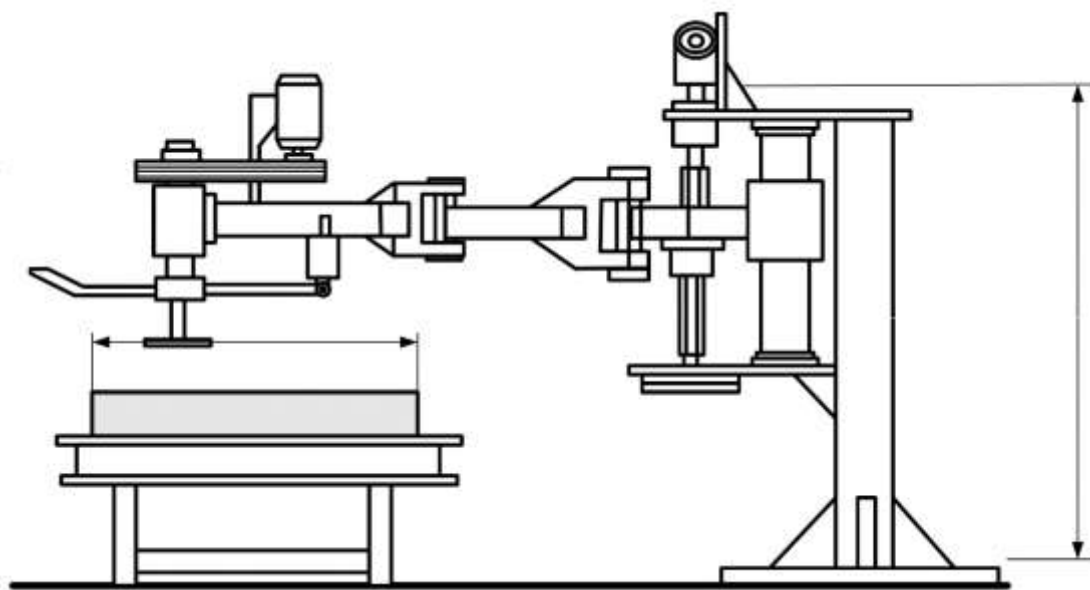


Рис. 2.2. Кінематична схема верстату СКР – 2500

SKR - 2500 призначений для шліфування та полірування плит, кам'яних стовпів із середньо-твердих та твердих порід (граніт, мармур), які мають шорстку поверхню із горбиками висотою до 3 мм.

Верстат СКР-2500 складається із колони із підйомним механізмом, шпиндельного вузла, перекидної системи, робочої головки та столу. Колона із

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

підйомним механізмом складається із циліндричної стійки із бортиком, встановленої на бетонній основі фундаменту, труби, встановленої на стійці, та траверси. Трубка кріпиться до стійки за допомогою підшипників втулки, та її легко обертати навколо стійки вручну.

Система перекидних важелів складається із двох важелів, шарнірно з'єднаних між собою за допомогою вертикальної осі. Шпиндельний вузол верстата складається із корпусу, пінолі, шпинделя, втулки та відомого шківа, а також механізму ручного переміщення пінолі. Обертання шпинделя приводиться в рух чотиришвидкісним електродвигуном через клинопасову передачу. На нижньому кінці шпинделя кріпиться шліфувальна головка із інструментом. Стіл машини являє собою бетонну основу із гладкою горизонтальною поверхнею.

Після закінчення процесу шліфування та полірування панелі знімають із верстата та мостовим краном передають на стіл фрезерно-обрізного верстатів. Необроблені листи обрізаються на верстаті PLC 600 за розмірами, зазначеними в специфікації.

Верстат моделі PLC - 600 (рис. 2.3.) призначений для торцювання панелей, стругання заготовок, нарізання пазів та виготовлення простих профілів в виробках із граніту, мармуру та інших видів каменю.

Машина PLC-600 є мостовою. Складається із мосту, шпиндельного агрегату, столу із поворотною платформою, приводів подачі, електро- та гідравлічного обладнання. Крім вертикальної циркулярної пилки, він оснащений горизонтальною пилкою для горизонтальних різів. в конструкцію моста входять чотири ролики, на яких він рухається по напрямних опорах. в верхній частині моста розташовані дві напрямні для каретки шпиндельного вузла, а в нижній — дві плоскі рейки, до яких притиснуті ролики каретки для запобігання перекиданню. Механізм руху шпиндельного вузла представлений парою гідравлічних поршневих циліндрів, розташованих паралельно один над одним та в протилежних напрямках. Корпуси циліндрів прикріплені до каретки, а поршні — до кріплень мосту. Корпус шпиндельного вузла може повертатися на 90° в

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

горизонтальній площині та приймати крайні положення. Стіл оснащений поворотною стільницею із фіксованим поворотом на 90°.

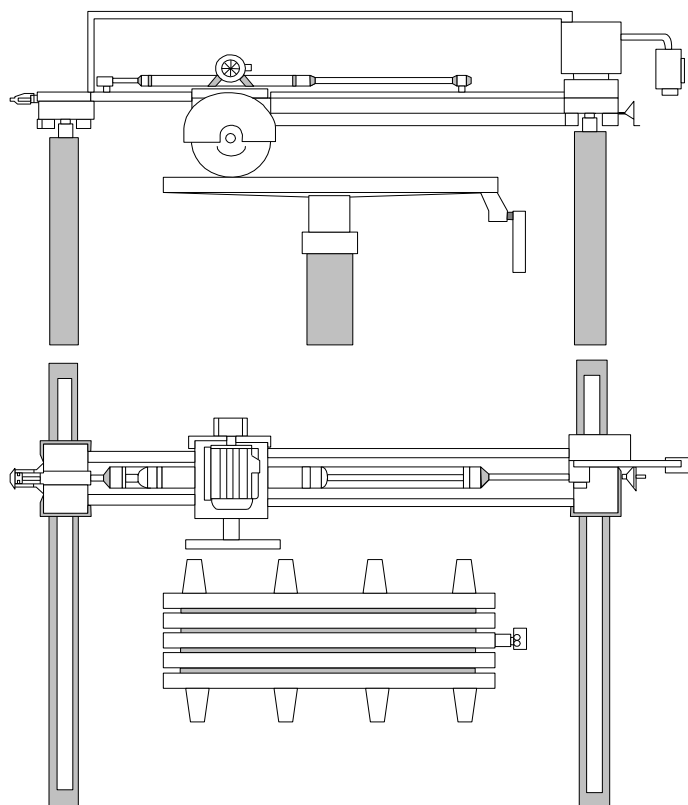


Рис. 2.3. Схема конструкції верстату PLC - 600

Після окантовки панелі знімаються зі столів верстатів, потім за допомогою мостового крана розміщуються в спеціальних переносних стелажах та транспортуються на склад готової продукції. Поліровані плити доставляються замовнику автотранспортом зі складу готової продукції.

При виготовленні пам'ятників використовується схема:

### **СПРЕЙ - ШЛІФУВАННЯ - ПОЛІРУВАННЯ - ОКАНТОВКА**

На підприємстві також досить розвинене виробництво архітектурно-будівельної та ритуальної продукції. Підприємство може виготовляти складні профільні вироби із натурального каменю. Для цього використовуються ручні профільні машини («болгарки») із різними насадками. в кам'яній майстерні є токарно-фрезерні верстати, на яких виготовляють вази різних видів та форм.

Крім алмазної шліфувальної обробки, на підприємстві використовується сколювання натуральних каменів, що виражається в виколюванні портретів та

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

малюнків різного характеру скальпелями, а також ручне виготовлення профільних пластин типу «іржа» та «шуба» за допомогою подрібнювачі.

Необхідна річна кількість блоків:

$$V_B = \frac{S_0}{W_n},$$

де  $S_0$  – річна продуктивність підприємства  $\text{м}^2$  ( $S_0=3000 \text{ м}^2/\text{рік}$ );  $W_n$  – вихід готових плит із  $1\text{м}^3$  блоків,  $\text{м}^2/\text{м}^3$

$$W_n = \frac{1000 \cdot K_{\text{вих}}}{\theta_n + \theta_{\text{ін}} + \theta_3},$$

де  $K_{\text{вих}} - 0,65$  – коефіцієнт виходу облицювальних плит із блоків будівельних гірських порід;  $\theta_n$  – товщина плити; 30 мм;  $\theta_{\text{ін}}$  – товщина ріжучого інструмента – 7мм;  $\theta_3$  – сумарна величина зазору в пропилі 1мм.

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

$$V_B = \frac{3000}{17,1} = 176 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

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

Кількість блоків на рік складає:

$$n_B = \frac{V_n}{V_0} = \frac{176}{2} = 88 \text{ блоків}.$$

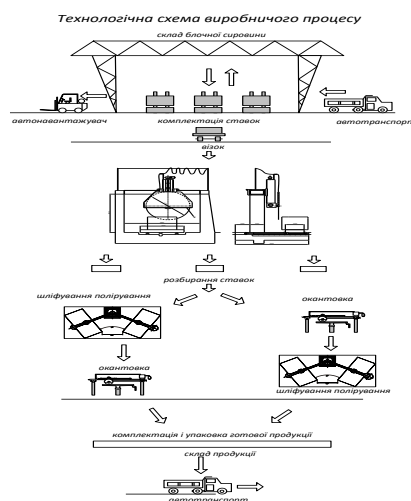


Рис. 2.4. Схема технологічного процесу

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## 2.1. Технологія розпилювання блоків на плити-заготовки

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

Пиляння як початковий процес значною мірою визначає виробничу потужність кожного каменеобробного підприємства, продуктивність якого зазвичай оцінюється на основі кількості пиляльних верстатів.

Крім того, пиляння суттєво впливає на ефективність усього технологічного процесу обробки каменю, оскільки на нього припадає 30–40% загальних трудовитрат, а якість розпилювання відображається на продуктивності шліфування та післяопераційних показниках. продуктів.

Порівняно із наведеними способами, при розпилюванні утворюється найбільша кількість відходів (до 45%), зменшення яких є важливим резервом подальшого підвищення ефективності виробництва та зниження матеріаломісткості продукції.

У промисловості виробництва та обробки облицювальних матеріалів із природного каменю термін «пиляння» позначає два різних поняття: 1) складний виробничий процес, що складається із ряду взаємозалежних основних та допоміжних технологічних процесів та операцій обробки блоків (заготовок) . . ) в пиляних плитах та інших видах заготовок; 2) окремий технологічний процес - цілеспрямоване руйнування каменю шляхом ударів по ньому різальним інструментом (пилою).

У комплексному виробничому процесі можна виділити такі основні операції: складання комплекту (або встановлення блоку в робочому просторі верстата); підготовка машини до роботи; власне обприскування; Демонтаж розпиленої партії чи блоку (зняття розпиляних дошок із каретки верстата чи столу верстата).

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Для розпилювання ФОП «Голубович» використовує однодисковий порталний каменерізний верстат Д3000 із діаметром циркулярної пилки 2500–3000 мм, технічні характеристики якого наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

**Технічна характеристика розпилювального верстата**

|                                                            |                                                         |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Тип верстату                                               | Портальний                                              |
| Найбільші розміри оброблювальних виробів, мм               |                                                         |
| Довжина                                                    | 2000                                                    |
| Ширина                                                     | 2000                                                    |
| Висота                                                     | 500                                                     |
| Найбільші розміри оброблювальних виробів, мм               |                                                         |
| Довжина                                                    | 2600                                                    |
| Ширина                                                     | 2600                                                    |
| Висота                                                     | 1200                                                    |
| Хід візка, мм                                              | 3775                                                    |
| Хід супорта по горизонталі, мм                             | 3000                                                    |
| Вертикальне переміщення траверси, мм                       | 1000                                                    |
| Поворот столу                                              | Вручну на 360°<br>(фіксоване положення стола через 90°) |
| Розмір діаметра дискової пили, мм                          | 2500-3000                                               |
| Швидкість різання, м/с                                     | 30-50                                                   |
| Швидкість переміщення візка, м/хв                          | 0...0,5                                                 |
| Швидкість переміщення супорта, м/хв                        | 1,1                                                     |
| Швидкість вертикального переміщення траверси, м/хв         | 0,45                                                    |
| Потужність приводу обертання дискової пили, кВт            | 25                                                      |
| Потужність приводу вертикального переміщення траверси, кВт | 1,1                                                     |
| Витрати охолоджувальної рідини, м³/год                     | 2                                                       |
| Габаритні розміри верстату, мм                             |                                                         |
| Довжина                                                    | 10400                                                   |
| Ширина                                                     | 5000                                                    |
| Висота                                                     | 4300                                                    |

Високі швидкості, характерні для напилення алмазним кругом, вносять деякі особливості в природу цього процесу. Так, швидкість циркулярної пилки 30 м/с відповідає приблизно 20 тис. влучень алмазних зерен на одиницю забійної площі за 1 секунду. На цьому фоні можна припустити, що при контакті інструменту із каменем, окрім явищ мікроподряпин та скребка (стирання)

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

каменю за рахунок робочих зерен, також відбувається часткове дроблення каменю.

Для встановлення пилок на робочий вал верстата використовується фланцева система, яка виконує декілька функцій: передачу обертання (і відповідного моменту) від робочого вала до інструменту; забезпечення необхідної твердості та стабільності інструменту та заданої товщини заготовок напилювальних пластин (для багатодискових верстатів). Окрім перерахованих функцій, фланцева система сприяє раціональній подачі теплоносія в зону різання.

Станина однодискового верстата, що використовується для пиляння, виконується в вигляді порталу (портальні верстати), моста (мостові верстати) або стійки (консольні верстати).

Портальні машини мають станину – дві масивні залізобетонні опори, на яких кріпиться потужна зварна рама із направляючим корпусом із приводом повороту. Подача роботи в таких машинах здійснюється переміщенням робочого столу із розпилювальним вузлом під дією механізму подачі, причому на направляючий елемент здійснюються тільки поперечні переміщення (переміщення). Відмінною особливістю типового однодискового портального верстата моделі 277 є розташування головного приводу на спеціальній люльці-гойдалці, що повністю виключає передачу вібрацій від електродвигуна до алмазної дискової пили.

Пиляння алмазним диском характеризується чотирма основними технологічними параметрами: швидкістю різання (по окружності), швидкістю робочої подачі, глибиною різання, витратою охолоджуючої рідини (води).

Швидкість різання багато в чому визначається фізико-механічними властивостями породи. Загальні правила вибору раціональних значень швидкості різання алмазним диском зводяться до наступного:

- із мінімальною швидкістю різання (до 20-25 м/с) розпилюють породи із низькою абразивністю та підвищеною міцністю (граніти, кварцити та ін.);

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

- середнє значення швидкості різання (35-45 м/с) встановлено для порід малої абразивності та середньої міцності (мармур, мармуризований вапняк та ін.);

- із високою швидкістю різання (50 м/с та вище) обробляються високоабразивні породи із низькою міцністю (вапняк, пісковик, вулканічний туф та т.д.);

- за умови підвищеної твердості напилувальної машини та її наявності в 1,5-2 рази запасу потужності основного електроприводу швидкість різання порід VII - IX груп можна збільшити до 80 - 90 м/с.

Вплив глибини різання та швидкості робочої подачі на продуктивність верстата практично однаковий. Щоб зберегти продуктивність незмінною при зменшеній подачі, необхідно збільшити глибину різку та навпаки. Оскільки збільшення глибини різання може скоротити час, необхідний для виконання деяких допоміжних операцій, рекомендується по можливості використовувати максимальні значення цього параметра. На практиці глибина різку обмежується висотою (товщиною) розпилюваного матеріалу, розміром пилки, вимогами до прямолінійності різку та рівності поверхні різку та іншими факторами.

Витрата охолоджуючої рідини (води) істотно впливає на ефективність роботи циркулярних пил. Крім охолодження ріжучого інструменту вода служить для видалення бруду із різку. Якщо в інструмент потрапляє недостатня кількість рідини, то витрата алмазів різко зростає. При занадто низькій подачі води в робочій зоні ріжучого інструменту буде утворюватися пил, а також пилові іскри при різанні високоміцних каменів.

Для орієнтовного визначення раціональної витрати води (для алмазної дискової пилки в л/хв) необхідно величину зовнішнього діаметра пилки (в мм) розділити на 25. При цьому тиск в системі водопостачання не повинно бути нижче 0,3 МПа.

Алмазна пила являє собою корпус диска із радіальними канавками та припаяними до них алмазними елементами, які мають форму сегментів. в центрі

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

диска є кріпильний отвір, діаметр якого відповідає діаметру валу пили, на який кріпиться пила.

**Знос інструменту.** Для циркулярних пилок велике значення має правильний вибір схеми обробки: «з подачею» (напрямок обертання та подача збігаються) та «проти подачі» (напрямок обертання та подача протилежні). Кожна із зазначених схем визначає специфіку процесів механічної обробки та стружки утворення, продуктивність та енергетичні показники процесу тощо. При обробці за схемою «зворотна подача» формується стружка товщиною від нуля до максимальної. значення . При цьому при обробці «подача» стружка знімається не від нуля, а від заданої товщини, що створює додаткові динамічні впливи на інструмент та в кінцевому підсумку знижує його зносостійкість на 10-12%.

Тому із точки зору зносостійкості інструменту найкращою є схема «проти подача». Із технологічної точки зору перевага схеми «подача» полягає в більш сприятливому розподілі силової системи, що забезпечує тиск оброблюваної деталі на поверхню робочого столу, а також кращі умови охолодження робочого столу.

Знос палітурки нерівномірний. Відмінною рисою інструмента із незмінним напрямком руху різання є своєрідна форма зношування зв'язки навколо робочих алмазних зерен: перед передньою поверхнею зерна в зв'язці утворюється отвір, що в подальшому призводить до її знищення. за задньою частиною зерна залишається конічний горб від скріплення непідкріпленої ділянки, який менше піддається стиранню та запобігає випаданню зерна. В результаті на робочій поверхні робочого інструменту добре видно великі борозни на обв'язці.

Дослідження показали, що алмазна крупинка залишається в скріпленні інструмента на 0,6 його діаметра та працює лише на 0,1 частини діаметра. Якщо зношуваний інструмент рівномірно навантажений, зв'язування відбувається синхронно зі зношуванням алмазних зерен.

Відповідно до технологічної схеми розраховуємо технологічні параметри каменерізного верстата.

Швидкість різання при обертанні інструмента постійна:

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

$$V_p = \pi D n / 60;$$

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

$$V_p = 3.14 \cdot 2,0 \cdot 400 / 60 \approx 41 \text{ м/с};$$

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

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

$$V_n = L_n / T;$$

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

$$V_n = 2 / 4 = 0.5 \text{ м/хв}.$$

Кількість розрізів, необхідних для розпилювання блоку на панелі товщиною 30 мм:

$$m = \frac{e}{e_n + e_{nl}} - 1;$$

де:  $e_{nl}$  – товщина плити, 50 мм;  $e_n$  – ширина пропила, 9 мм;  $e$  – ширина блока, 2600 мм.

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

Технологічна продуктивність:

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

де:  $S$  – величина робочої подачі, м/год;  $S = 40$  м/год;  $L_0$  – довжина розпилюваного блоку – 2600 мм;  $b$  – глибина запилу, 5 мм.

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

Циклопродуктивність машин:

$$Q_u = Q_{tex} \cdot K_u, \text{ м}^2/\text{год};$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

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

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

Реальна продуктивність машин:

$$V_p = 3.14 \cdot 2,0 \cdot 400 / 60 \approx 41 \text{ м}^3/\text{с};$$

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

де:  $K_\phi$  – коефіцієнт використання номінального фонду робочого часу: при роботі в 3 зміни  $K_\phi = 1$ .

$$Q_\phi = 0,96 \cdot 0,85 = 0,82 \text{ м}^2/\text{год};$$

Час розпилювання блоку:

$$T_{\text{тех}} = \frac{N}{Q_\phi} = \frac{27,84}{0,82} \approx 34 \text{ годин}$$

Кількість  $\text{м}^2$  в  $1,5 \text{ м}^3$  блоку:

$$N = W_n \cdot 2,4, \text{ м}^2$$

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

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

Необхідна кількість каменерізних верстатів:

$$N_\epsilon^{\text{роз}} = \frac{S_t}{F \cdot Q_\phi} \text{ шт}$$

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

$S_n = 3000 \text{ м}^2$ .

$$N_\epsilon^{\text{роз}} = \frac{3000}{2080 \cdot 0,82} \approx 1 \text{ шт.}$$

Припустимо, що кількість машин дорівнює 1.

Враховуючи питому вартість алмазів  $q_1 = 0,3$  карат/ $\text{м}^2$ , загальні витрати алмазів в рік дорівнюють:

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

$$q_c = q_1 \cdot S_T, \text{ карат в рік};$$

$$S_T = 3000 \text{ м}^2.$$

$$q_c = 0.32 \cdot 3000 = 960 \text{ карат в рік}.$$

Витрата води на роботу каменеструминної машини:

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

де:  $U = 2 \text{ м}^3/\text{год}$  – витрати води на один робочий інструмент;  $m = 1$  – кількість робочих інструментів.

$$U_c = 1 \cdot 2 = 2 \text{ м}^3/\text{год}.$$

## 2.2. Технологія шліфування-полірування плит-заготовок

Конструктивна обробка облицювальних виробів із природного каменю – це процес точної обробки лицьової сторони шляхом шліфування, завдяки якому форма та лінійні розміри виробів не змінюються, а лицьова сторона набуває вигляду, який визначається характером та висотою отриманого. після обробки рельєфів.

На каменеобробному заводі ФОП «Голубович» процес структурного шліфування здійснюється на шліфувально-полірувальних верстатах радіально-плечового виконання марки СКР-2500А.

Вихідною поверхнею для досягнення абразивних текстур є розпиляна поверхня панелей, яка створюється після напилення в цехах напилення. Пиляна структура обробки характеризується нерівною, помірно шорсткою рельєфною поверхнею висотою до 3 мм.

Заготовки, що направляються на конструкційне шліфування, промивають водою для видалення залишків пульпи та шламу, що залишаються на них після розпилювання. На шліфувально-полірувальних верстатах для обробки облицювальних виробів із природного каменю чи міцної гірської породи використовується інструмент зі зв'язним абразивом, який підрозділяється на:

- шліфувальний інструмент на магнієвих чи бакелітових зв'язках;
- алмазний інструмент з природних алмазів на металевих з'єднаннях.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Шліфувальний інструмент має форму кіл. Обов'язковою вимогою до використання засобу на магнієвій зв'язці є час витримки 28 днів із дати виготовлення.

Шліфувальні текстури поділяються на поліровані, лущені та шліфовані. Вимоги до них наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

### Регламентовані вимоги до фактурної обробки

| 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 |

Алмазний інструмент із природних алмазів на металевій зв'язці М-50 із концентрацією 50% використовується для обробки природного каменю чи довговічних каменеоблицювальних виробів. Розмір зерна алмазних порошків є основним параметром, що характеризує розмір зерна та представлений в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

### Зернистість інструменту та його призначення

| Номер абразивного інструменту | Операція фактурної обробки | Характеристика абразиву |                                   |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
|                               |                            | Зернистість             | Найменування матеріалу            |
| 1                             | Обдир                      | 125 – 80                | Карбід кремнію зелений, КЗ        |
| 2                             | Грубе шліфування           | 63 – 32                 | Карбід кремнію чорний, КЧ         |
| 3                             | Шліфування                 | 25 – 12                 | КЧ або електрокорунд              |
| 4                             | Тонке шліфування           | 10 – 5                  | КЧ або електрокорунд              |
| 5                             | Перше лощіння              | M40 – M20               | Мікропорошки КЧ або електрокорунд |
| 6                             | Друге лощіння              | M14 – M7                | Мікропорошки КЧ або електрокорунд |

Полірувальний інструмент — повстяний круг діаметром 250-320 мм із центральним отвором. Фетровий круг приклеюється до металевої арматури в

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

вигляді сталевго диска. Повстяний полірувальний круг повинен мати об'ємну вагу до 400 кг/м3 та мати рівну структуру. Як полірувальний порошок використовують: оксид хрому, оксид алюмінію, оксид заліза та оксид олова.

Фактурна обробка каменю на шліфувально-полірувальному верстаті складається із наступних етапів: підготовка верстата до роботи, пуск та зупинка, обслуговування верстата в процесі роботи, зняття виробів із робочого столу.

Під час підготовки верстата до роботи встановлюють робочі інструменти та заготовки на столі верстата та перевіряють готовність верстата до роботи. Робочий інструмент, встановлений на шпинделі верстата, повинен точно відповідати виду роботи та міцності каменю.

На колісних верстатах кріплення інструменту здійснюється введенням трьох штифтів із головками, закріпленими на задній частині корпусу колеса, в фасонні пази фланця шпинделя та подальшим поворотом колеса в напрямку обертання. Ця операція, яка займає не більше хвилини, виконується опусканням шпинделя на шліфувальний круг, який лежить робочою поверхнею на рівні столу, потім вмиканням приводу та фіксацією шліфувального круга на бабці шпинделя.

Необроблена панель, яка підлягає індивідуальній обробці, закріплюється на кінцях дерев'яними рейками чи клинами на столі верстата, щоб запобігти її зміщенню в процесі шліфування.

Для визначення експлуатаційної готовності машини перевіряють стан кріпильних деталей та клинопасової передачі, затягування болтів, готовність електрообладнання, справність заземлення та світової сигналізації, відсутність сторонніх предметів в машині. робочий простір машини та встановлення огорожі. Якщо результати випробувань хоча б за одним із цих факторів негативні, вводити машину в експлуатацію категорично заборонено. Остаточну перевірку експлуатаційної готовності машини проводять на холостому ході, перевіряючи правильність взаємодії всіх вузлів кінематичної схеми, працездатність усіх підшипників, наявність мастила в рухомих з'єднаннях та працездатність усіх кнопок керування. панель налаштована.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Порядок підготовки технологічного процесу. Спочатку відбираються панелі, які потребують фактурної обробки відповідно до необхідної шаруватості та товщини. Відібрані сляби транспортуються кран-балкою та завантажуються на стіл машини, покритий гумовими листами. При ударах панелей враховується їх розтріскування та конфігурація.

Стіл верстата повинен бути навантажений не менше ніж на 80% його поверхні. Лицьовою стороною є поверхня пластинчастих заготовок, яка має менші зазори.

Панелі, що розміщуються на столі, мають бути із однакового матеріалу чи оброблюваності. Товщина пластин повинна бути одного порядку. Відстань між пластинами, розміщеними на верстаті, має бути приблизно половиною діаметра робочого інструменту.

Заготовки, що обробляються, повинні абсолютно горизонтально лежати на столі та щільно прилягати до поверхні столу. Якщо на краю дошки є виступаючі краї, їх збивають зубилом.

Після завантаження та розміщення панелей на столі верстата визначається черговість їх обробки залежно від якості розпилювання та необхідної фактури обробки згідно із технологічною картою. Поставлені на стіл тарілки ретельно промивають струменем води від залишків грязі (частинок дробу, піни тощо).

Потім в шпіндель верстата встановлюється передня панель із закріпленням шліфувальним інструментом такого ж розміру зерна та такої ж ефективності. Обробка текстури виконується по черзі кожним номером шліфувального інструменту.

Укладання необроблених панелей, видалення оброблених панелей, встановлення та заміна шліфувального інструменту відбувається на повністю зупиненому верстаті.

Підприємство має сім шліфувальних та полірувальних верстатів СКР - 2500А. Ці машини знаходяться в кам'яній майстерні №3.

Контрольна схема технологічного процесу структурно-шліфувальної обробки лицьовальних виробів представлена в таблиці 2.4.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

**Карта контролю технологічного процесу фактурної абразивної  
обробки облицювальних виробів**

| № | Найменування операції | Характеристика поверхні | Контрольний параметр                                                                                                   |                                | Засоби виміру             |
|---|-----------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
|   |                       |                         | Чистота поверхні                                                                                                       | Неплоскостність на 1 м довжини |                           |
| 1 | Обдир                 | Вихідна                 | Пилена                                                                                                                 | До 5                           | Лінійка<br>ЩД, щуп<br>№ 3 |
|   |                       | Після обробки           | Шорсткість до 0,8 мм                                                                                                   | До 2                           |                           |
| 2 | Грубе шліфування      | Вихідна                 | Пилена зі слідом розпилю до 0,5 мм                                                                                     | До 2                           | Лінійка<br>ЩД,<br>щуп № 3 |
|   |                       | Після обробки           | Шорсткість до 0,5 мм                                                                                                   | До 2                           |                           |
| 3 | Шліфування            | Вихідна                 | Відповідає після грубого шліфування                                                                                    | До 2                           | Лінійка<br>ЩД,<br>щуп № 3 |
|   |                       | Після обробки           | Відсутність слідів розпилю, шорсткість до 0,2 мм                                                                       | До 2                           |                           |
| 4 | Тонке шліфування      | Вихідна                 | Відповідає після шліфування                                                                                            | До 2                           | Лінійка<br>ЩД,<br>щуп № 3 |
|   |                       | Після обробки           | Шорсткість до 0,05 мм                                                                                                  | До 2                           |                           |
| 5 | Перше лощіння         | Вихідна                 | Відповідає після тонкого шліфування                                                                                    | До 2                           | Лінійка<br>ЩД,<br>щуп № 3 |
|   |                       | Після обробки           | Відсутність слідів обробки, гладка матова поверхня з повним виявом рисунка                                             | До 2                           |                           |
| 6 | Друге лощіння         | Вихідна                 | Відповідає після першого лощіння                                                                                       | До 2                           | Лінійка<br>ЩД, щуп<br>№ 3 |
|   |                       | Після обробки           | Відсутність слідів обробки, гладка матова поверхня з повним виявом рисунка каменю, повне видалення мікротріщинуватості | До 2                           |                           |
| 7 | Полірування           | Вихідна                 | Відповідає після другого лощіння                                                                                       | До 2                           | Лінійка<br>ЩД, щуп<br>№ 3 |
|   |                       | Після обробки           | Рівномірний зеркальний блиск, чітке зображення предметів                                                               | До 2                           |                           |

Технічні характеристики шліфувально-полірувальної машини СКР-2500 наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

**Технічна характеристика СКР – 2500.**

| №  | Показники                                           |                    |
|----|-----------------------------------------------------|--------------------|
| 1. | Максимальні розміри оброблюваних заготовок, мм:     |                    |
|    | довжина                                             | 2500               |
|    | ширина                                              | 1100               |
|    | висота                                              | 800                |
| 2. | Продуктивність експлуатаційна, м <sup>2</sup> /год: |                    |
|    | по мармору                                          | 1,3 – 1,7          |
|    | по граніту                                          | 0,4 – 0,6          |
| 3. | Діаметр круга, мм                                   | 320                |
| 4. | Максимальний кут повороту головки, град             | 280                |
| 5. | Максимальний радіус роботи, м                       | 2,35               |
| 6. | Частота обертання інструмента, хв <sup>-1</sup>     | 405, 500, 800, 985 |
| 7. | Потужність електроприводу, кВт                      | 5,5                |
| 8. | Габарити верстату, мм:                              |                    |
|    | довжина                                             | 2400               |
|    | ширина                                              | 1100               |
|    | висота                                              | 1400               |
| 9. | Вага верстату, т                                    | 1,15               |

Як шліфувальний інструмент для конструкційної обробки на підприємстві використовується інструмент із зв'язним абразивом. Абразивні інструменти використовують на магнієвих чи бакелітових зв'язках, а алмазні інструменти із природних алмазів – на металевих зв'язках. Весь інструмент складається із плоских зібраних кругів діаметром 250-320 мм, закріплених на шпинделі верстата СКР-2500.

**Розрахунок параметрів машини СКР-2500**

Технологічну продуктивність верстата приймаємо на підставі експериментальних та статистичних даних по обробці природного каменю на верстатах марки СКР-2500:

$$Q_{\text{тех}} = 0,5 \text{ м}^2/\text{год}$$

Продуктивність циклу машини:

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

$$Q_u = Q_{tex} \cdot K_u$$

де  $K_u = 0,95$  – коефіцієнт циклової продуктивності;  $Q_u = 0,5 \cdot 0,95 = 0,48$  м<sup>2</sup>/год

Реальна продуктивність машини:

$$Q_\phi = Q_u \cdot K_\phi$$

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

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

Сумарна продуктивність всіх верстатів СКР -2500:

$$Q_{заг} = Q_\phi \cdot N_\epsilon^{CKP} = 0,41 \cdot 2 = 0,82 \text{ м}^2/\text{год}$$

де  $N_\epsilon^{CKP} = 2$  верстатів.

Річна продуктивність шліфувальних та полірувальних машин:

$$S^{CKP}_T = N_\epsilon^{CKP} \cdot Q_\phi \cdot F$$

де  $F = 2080$  годин – річний фонд робочого часу при однозмінній роботі;  
 $N_\epsilon^{CKP} = 2$  верстатів;

$$S^{CKP}_T = 2 \cdot 0,41 \cdot 2080 = 1720 \text{ м}^2/\text{рік}$$

Річна витрата води для роботи машин СКР становить 2500 А:

$$U_\epsilon^{CKP} = N_\epsilon^{CKP} \cdot U \cdot F$$

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

$$U_\epsilon^{CKP} = 2 \cdot 0,48 \cdot 2080 = 1720 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Річне споживання алмазів для операцій із обробки рахунків:

$$q_{рік} = q_1 \cdot S^{CKP}_T$$

де  $q_1 = 0,2$  карат/м<sup>2</sup> – питома витрата алмазів;  $S^{CKP}_T = 1720 \text{ м}^2$  – річна продуктивність верстатів;

$$q_{рік} = 0,2 \cdot 1720 = 344 \text{ карат/рік}$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Визначимо річну кількість шламу після шліфувально-полірувальних робіт:

$$V_{\text{шл.шліф.}} = S_T^{\text{СКР}} \cdot \sum Z_i$$

де  $\sum Z_i = 8514,2 \text{ мкм}$  – шар матеріалу, який знімається при шліфуванні;

$$V_{\text{шл.шліф.}} = 3000 \cdot 0,0085142 = 24 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Розрахункові показники матеріаломісткості, сировини та продуктивності верстатів СКР-2500 для роботи шліфувально-полірувального цеху каменеобробного цеху відповідають 3-змінній роботі цеху, тобто шліфувально-полірувального відділення. працює на повну потужність. Шліфувально-полірувальна робота в каменеобробному цеху проводиться в 3 зміни.

### 2.3. Технологія окантовування плит

На підприємстві для фрезерування та обрізних робіт використовуються верстати PLC-600, які в основному відповідають його вимогам.

Технологічна схема обробки краю включає такі основні операції:

1. Підготуйте верстат до роботи
2. Укладання заготовок панелей на столі верстата
3. Маркування плит
4. Розрізання
5. Створіть переріз
6. Збирайте кола та беріть тарілки зі столу
7. Підготовка до наступного завантаження.

Підготовка машини до роботи зводиться до перевірки працездатності її основних вузлів шляхом огляду та подальшої роботи на холостому ході. На цьому етапі фреза перевіряє взаємодію всіх вузлів кінематичної схеми, справність електричної та гідравлічної систем, правильне обертання електродвигуна (за стрілкою) та переконується в достатній кількості мастила. в місцях змащування присутній вода для охолодження інструменту та перевіряється робота механізмів переміщення ріжучої головки та моста. Крім

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

того, перевіряється стан та якість алмазного відрізного диска та правильність установки на валу.

Слід зазначити, що при різанні міцного малоабразивного каменю ріжучий диск затуплюється внаслідок поступового затуплення гострих країв алмазних зерен на його поверхні. Щоб відновити ріжучу здатність алмазного диска, його заточують шляхом розпилювання матеріалу із низькою міцністю, але високою абразивністю, наприклад, вогнетривкої цегли.

Стан ріжучої поверхні круга можна контролювати візуально та на дотик. Якщо приховані зерна алмазу добре видно на тлі стрічки та добре відчуються при дотику пальцем до поверхні сегментів, то ріжуча здатність в хорошому стані, та навпаки, робоча поверхня змащена. інструмент виглядає абсолютно гладким.

Панелі-заготовки укладаються на стіл поштучно по всій поверхні столу за допомогою кран-балки.

У випадку із невеликими панелями вони кріпляться дерев'яними планками.

Після розміщення пластин на столі оператор робить умовну розмітку. Економічність розкрою панелей залежить від правильної розмітки. Як правило, спочатку планується розкрій панелей більшого розміру, потім від решти площі розмічається розкрій панелей меншого розміру таким чином, щоб максимально використати рівень сирої панелі.

У разі наявності тріщин в глухих панелях розмітка виконується із урахуванням їх розміру та розміщення.

Для запуску обрізного верстата вам знадобиться:

- Увімкнути привід насоса маслостанції
- По черзі включати приводи моста та каретки по колу,
- Підведіть інструмент до наміченої першої лінії різання.
- Увімкніть електродвигун, щоб обертати відрізний диск
- Відкрийте подачу води.
- Зробіть поздовжній розпил, вибравши оптимальні режими різання:

Якщо товщина заготовки панелі перевищує 40 мм, то різання виконується за кілька послідовних проходів відрізного кола із перепадом 20 мм за кожен

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

прохід. Надрізи корисно робити відповідно до подачі, тобто так, щоб коло заходило в камінь. Для забезпечення високої якості панелей (запобігання сколів кромки) взаємне розташування робочого інструменту та заготовки в процесі обробки кромки повинно бути таким, щоб проекція поверхні різу кола на нижню частину товщина заготовки не менше 5-10 мм.

Після остаточного розрізу лезо виймається із розрізу, а обертання шпинделя припиняється.

Стіл можна повертати на 90° та фіксується. У пази поздовжніх розрізів вставляють дерев'яні клини чи рейки, які запобігають зсуву панелей при розкрої.

Процес поперечного різання подібний до поздовжнього. Після закінчення останнього різу диск виймається із різу, обертання інструменту та подача води перекриваються.

Після нарізки продукти знімають зі столу. Малий круг розміром менше 100 мм (брекчія) виготовляють зі спеціальних картонних коробок, більший круг (дошка неокантована) складають в піддони.

Обрізні вироби масою менше 50 кг знімають зі столу вручну чи за допомогою кран-балки із більшою масою та укладають в тару чи на піддони.

Щоб підготуватися до наступного завантаження, потрібно ретельно прибрати стіл. Витріть невелику ділянку віником та промийте водою.

Технологічні та режимні параметри окантовального процесу:

- глибина різання за один прохід не більше 20 мм;
- швидкість різання 20-25 м/сек;
- робоча швидкість подачі 0,1-0,5 м/хв;
- показником нормально обраної швидкості різання є відсутність іскріння на колі;
- для фрезерування та кромки компанія використовує верстати PLC-600, які значною мірою задовольняють її потреби.

Верстат складається із мосту, шпиндельного агрегату, столу із поворотною платформою, приводів подачі, електро- та гідравлічного обладнання.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Конструкція моста складається із чотирьох роликів, на яких він рухається по напрямних опор. в верхній частині містка розташовані дві напрямні (призматична та плоска) для каретки шпиндельного вузла, а в нижній частині — дві плоскі рейки, до яких притиснуті ролики каретки для запобігання перекиданню. Механізм переміщення шпиндельного вузла представлений парою гідроциліндрів-поршнів, розташованих паралельно один над одним та спрямованих в протилежні сторони. Корпуси циліндрів прикріплені до каретки, а поршні — до кріплень мосту. Корпус шпиндельного вузла може повертатися на  $90^\circ$  в горизонтальній площині та приймати крайні положення. Стіл оснащений поворотною платформою із фіксованим поворотом на  $90^\circ$ .

В якості ріжучого інструменту для цих верстатів використовується алмазний відрізний диск із такими властивостями:

- зовнішній діаметр диска  $D = 600$  мм;
- діаметр посадкового отвору  $d = 63$  мм;
- товщина алмазу, що містить сегменти  $H = 4,0$  мм;
- довжина відрізка  $b = 24$  мм;
- кількість сегментів — 30 шт;
- відносна концентрація алмазів — 50%;
- вміст алмазів — 30 карат.

В якості алмазоносного сегмента використовується зв'язка М6-05 та натуральні алмази А5 зернистістю 500/400.

Технічні характеристики мостового фрезерно-обрізного верстата PLC - 600 представлені в таблиці 2.5.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

**Технічна характеристика мостового фрезерувально-окантовочного  
верстата PLC - 600.**

| №  | Показники                                       |           |
|----|-------------------------------------------------|-----------|
| 1. | Максимальні розміри оброблюваних заготовок, мм: |           |
|    | довжина                                         | 2800      |
|    | ширина                                          | 1800      |
|    | висота                                          | 400       |
| 2. | Продуктивність експлуатаційна, м²/год           | 1,3 – 2   |
| 3. | Діаметр алмазних дисків, мм                     | 450 - 600 |
| 4. | Робоча подача, м/хв                             | 0,1 ÷ 80  |
| 5. | Потужність електроприводу, кВт                  | 30        |
| 6. | Габарити верстату, мм:                          |           |
|    | довжина                                         | 6960      |
|    | ширина                                          | 5430      |
|    | висота                                          | 2600      |
| 7. | Вага верстату, т                                | 8,1       |

**Розрахунок параметрів верстату PLC - 600**

Швидкість різання для цих машин:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000},$$

де  $D$  – діаметр відрізного диска,  $D = 315$  мм.

$$V = \frac{3,14 \cdot 315 \cdot 1470}{60 \cdot 1000} = 24,2 \text{ м/с}$$

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

Середня площа різку при обрізанні плит на  $1 \text{ м}^2$  полірованої плити.

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

де –  $S_{\min}$  та  $S_{\max}$  – мінімальний та максимальний діапазон різання для найменших та найбільших панелей відповідно.

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

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

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

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

$$S_{\max} = \frac{2(L_{\max} + B_{\max \min}) \times e_{nl}}{L_{\max} B_{\max}};$$

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

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

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

Річний обсяг робіт по краях:

$$S_p^{ok} = S_2 \cdot S_c, \text{ м}^2/\text{рік}$$

$$S_p^{ok} = 3615 \cdot 0,265 = 958 \text{ м}^2/\text{рік}$$

Технологічна продуктивність машин PLC - 600:

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

Реальна продуктивність машини:

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

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

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

Кількість фрезерних та кромкообробних верстатів:

$$N = \frac{S_p^{ok}}{F_2 \cdot Q_{\phi i}} = \frac{958}{2080 \cdot 0,83} \approx 1 \text{ верстат}.$$

Питома середня вартість алмазів:

$$q_2^{ok} = 1,0 \text{ карат}/\text{м}^2;$$

Загальна вартість огранювання алмазів за рік.

$$q_{p3}^{ok} = q_3^{ok} \cdot S_p^{ok}$$

$$q_{p3}^{ok} = 1,0 \cdot 1000 = 1000 \text{ карат}/\text{рік}.$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Витрата води при різанні крайок:

$$U^{ok} = \frac{D \cdot m}{50}, \text{ л/хв.},$$

де  $D = 315$  мм – діаметр відрізного диска;  $m$  – кількість відрізних дисків, 1 шт.

$$U^{ok} = \frac{315 \cdot 1}{50} = 6,3 \text{ л/хв.} = 0,0063 \text{ м}^3/\text{хв.}$$

Річна витрата води на обробку краю:

$$U_p^{ok} = 60 \cdot F \cdot U^{ok} = 60 \cdot 0,0063 \cdot 4080 = 1542 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

Тема дипломної роботи «Впровадження сучасного фрезерно-окантовувального обладнання в технологічний процес обробки природного каменю для ФОП «Голубович М.П.», тому для вирішення проблеми підвищення продуктивності праці пропонується впровадити в технологічний процес обробки природного каменю на двошпindelьному фрезерно-кромкообробному верстаті портального типу PP2TK-600.1 фірми Promasz, Польща.



### Опис верстата

Двохопорний верстат для поперечної обробки каменю Promasz PP2TK-14.0.600.2 використовується для різання та додання потрібної форми елементам із натурального каменю (граніт, мармур, пісковик та ін.).

Це можливо завдяки тому, що пила підходить для роботи із алмазними дисками та має циркуляцію води, яка охолоджує робочий інструмент під час

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

роботи. із відрізним диском діаметром 600 мм можна збільшити глибину різання до 250 мм.

Застосування плавного регулювання швидкості різання від 0,5 до 6 м/хв, а також точна синхронізація подач: поздовжньої, поперечної та глибинної подачі досягається за допомогою цифрового керування та дозволяє не тільки різати камінь, а й різати його. каменів також для надання йому будь-якої форми.

Всі параметри різання: швидкість, глибина, кількість проходів програмується на мікропроцесорному управлінні через просту панель управління.

Використовується також варіант машини із пристроєм зчитування схем із паперу як шаблону чи із пристроєм зчитування схем, записаних в системі CAD.

Такий спосіб управління дозволяє працювати в повністю автоматичному режимі. При необхідності також можлива робота в ручному режимі.

Машина оснащена похилою передньою бабкою, що дозволяє різати під кутом 45°.

Машина працює разом із поворотним столом та може бути зафіксована в будь-якому положенні. Також можливе використання такого варіанту верстата, де обертання столу та рух робочого інструменту синхронізовані із центральним управлінням та програмуванням. Завдяки цьому можна виготовляти не тільки лінійні, а й дугоподібні профілі. В якості додаткового обладнання верстат оснащений роторною групою із приводом від двигуна, завдяки чому можна обробляти колони діаметром до 450 мм. Машина підходить для нарізки дисків діаметром 400 мм чи 600 мм.

Завдяки перерахованим вище характеристикам цей тип машини є сучасним, дуже ефективним, простим в обслуговуванні та безпечним. Його можна використовувати на великих каменеобробних підприємствах. Він покритий фарбою, що забезпечує тривалий захист від корозії. Міцна цілісна конструкція гарантує збереження геометричних параметрів та тривалу безперебійну роботу.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

### Характеристики верстата:

- управління NC;
- необхідні основи;
- різання по фундаментах – по осі Y;
- переміщення супортів по мосту – осі X, по якій ковзають напрямні, згодом приводяться в рух шестернею;
- індивідуальна, нижня січна площина для кожного із супортів;
- сенсорна панель (керування, впровадження та видалення даних);
- вибір програми – для різання граніту та мармуру;
- різка на смуги – автоматична нарізка пластини до 10 запрограмованих, довільних ширин, повторених до 99 разів – для кожного із супортів;
- різка профілів та колон (максимально 20 різних) за власним проектом із пам'яті водія; введення та перевірка даних;
- врахування рухів по осях X, Y, Z;
- відображення найважливіших параметрів двигуна (струм, швидкість заднього ходу);
- нахил супортів (вісь B) до 45° (зрізання пластин під кутом із повторним опусканням супорта);
- інвертори по осях Y, B (регулювання швидкості руху, плавний старт і гальма, наступні два по осі X;
- для переміщення супортів;
- плавне регулювання швидкості обертання жорсткого диска – інвертора.

### Технічні дані:

Напруга: 3/N/PE ~ 400 вольт, 50 герц

Потужність (макс.): 15 кВт

Двигун портальної подачі 1,1 кВт

Двигун подачі супорта: 1,1 кВт

Двигун подачі передньої бабки: 1,1 кВт

Двигун ножа: 7,5 кВт

Діаметр відрізного диска: 400 чи 600 мм

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Глибина пропилу: 200 мм (для пилки 600 мм)

Витрата холодної води: 80-100 л/хв

### Розрахунок верстата

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

$$Q_{tex1} = \frac{60 b_{пл} \cdot S \cdot m_1 \cdot K_{don21}}{1000}, \text{ м}^2/\text{год}$$

$$Q_{tex1} = \frac{60 \cdot 40 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,95}{1000} = 1,6, \text{ м}^2/\text{год}$$

$$Q_{tex2} = \frac{60 b_{пл} \cdot S \cdot m_2 \cdot K_{don22}}{1000}, \text{ м}^2/\text{год}$$

$$Q_{tex2} = \frac{60 \cdot 40 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,87}{1000} = 1,34, \text{ м}^2/\text{год}$$

Циклова продуктивність визначається за формулою:

$$Q_{ц} = Q_{tex} \cdot K_{ц}, \text{ м}^2/\text{год}$$

- при поздовжньому окантуванні:

$$Q_{ц} = 1,6 \cdot 0,95 = 1,52, \text{ м}^2/\text{год}$$

- при поперечному окантуванні:

$$Q_{ц} = 1,34 \cdot 0,95 = 1,27, \text{ м}^2/\text{год}$$

Фактична продуктивність відповідає формулі:

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

- при поздовжньому різі:

$$Q_{ф} = 1,52 \cdot 0,85 = 1,44, \text{ м}^2/\text{год}$$

- при поперечному різі:

$$Q_{ф} = 1,27 \cdot 0,95 = 1,2, \text{ м}^2/\text{год}$$

Річна кількість сухого осаду, що утворюється після роботи крайових плит:

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

$$V_{шл}^{ок} = 310 \cdot 0,007 = 2,45, \text{ м}^3/\text{рік},$$

де  $b_n$  – ширина пропилу, м: для пили діаметром 350 мм,  $b_n=7$  мм.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Крім того, із метою підвищення продуктивності підприємства та забезпечення повного робочого часу фрезерно-обрізного верстата пропонується виготовлення бруківки різних видів та типорозмірів.

Для виготовлення бруківки будемо встановлювати гідравлічну каменерізну машину МЕС-250, технічні характеристики якої представлені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6.

**Основні технічні характеристики каменекольних верстатів 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 поділу заготовок на бруківку**

Технологічна схема поділу включає такі основні операції:

- підготовка машини до роботи;
- розмістити заготовки на столі машини;
- розколювання;
- збирати продукти та прибирати зі столу готові продукти;
- підготовка до наступного циклу.

При подачі пиломатеріалів на каменерізні верстати можна очікувати наступну продуктивність цих верстатів:

- до 2 т/год. із розмірами готового виробу 200×200×200 чи 150×150×150;
- до 1 т/год. із розмірами готового виробу 100×100×100;
- до 0,5 т/год. із розмірами готового виробу 50×50×50 чи 40×40×40.

Після поділу продукти знімають зі столу.

Мале середовище розділене на спеціальні ящики. Готову продукцію знімають зі столу вручну, укладають в спеціальні мішки чи на піддони. При масі більше 50 кг готові вироби знімаються за допомогою траверсного крана та розміщуються в контейнерах чи на піддонах. Рубані вироби (бруківка)

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

реалізуються в тонах, пиломатеріали в квадратних метрах. Тому подрібнену продукцію складають в спеціальні мішки та зважують динамометром.

Щоб підготуватися до наступного навантаження, необхідно ретельно прибрати стіл, підмести невелику площу віником і, якщо необхідно, промити водою.

Продуктивність преса 0,5-1 т/год. Залежно від розміру заготовки та кінцевого продукту. Продуктивністю 0,5 т/год. Річна продуктивність становить:

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

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,

$$P_{річ} = 2 \cdot 250 \cdot 8 \cdot 0,5 = 2000 \text{ т.}$$

Вихід готової продукції (бруківки) із гранітного щебеню становить 45-60%. Отже, розрахувати кількість щебеню, обробленого каменерізним верстатом за рік, можна за формулою:

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

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

$$V_{річ} = \frac{2000 \cdot 2}{2,6} = 1540 \text{ м}^3.$$

## 2.4. Фрезерування та профілювання

Процеси фрезерування для найпростішого профілювання в основному здійснюються на тих же фрезерних та окантувальних верстатах, що й процес окантування. При цьому послідовність операцій та переходів в основному залишається незмінною, тому тут ми розглянемо лише особливості основного процесу власне фрезерування, яке здійснюється після підготовки верстата до роботи та розміщення заготовки на столі верстата. та підсвічування.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

На підприємстві подрібнення ритуальних, архітектурних та будівельних виробів здійснюється за допомогою ручного розмельного обладнання.

При подрібненні продуктів проводять такі операції:

- виконання поздовжніх та поперечних пазів;
- виконання похилих пазів;
- зняття фаски поверхні;
- виконання простого профілю (підбір кромки, обрізка планок, підбір полиць).

Тип помелу в основному залежить від заданої форми продукту та типу використовуваного обладнання. На рисунку 2.5 наведено різні варіанти фрезерування заготовок алмазним відрізним диском та циліндричними фрезами. Залежно від орієнтації поворотного столу можуть бути зроблені поздовжні та поперечні канавки. Канавки можуть бути прямими та вузькими а, якщо їх нарізати різальним колесом, та широкими б, якщо для їх виготовлення використовується циліндричний різець. За допомогою додаткової поворотної ріжучої головки при необхідності можна зробити на верстаті косі канавки для отримання ребристого рельєфу поверхні. Поворотна головка також використовується для виготовлення фасок d, для чого вона оснащена алмазним відрізним диском чи дисковою фрезою. Комбінація головної головки, яка виконує вертикальне розпилювання, та поворотної головки, яка виконує горизонтальне розпилювання, дозволяє обрізати смуги, виділяти кути та полиці e, z, z, тобто виконувати найпростіший профіль.

Алмазними круглими фрезами можна обробляти заготовки не тільки по прямій, але та по криволінійному контуру, для чого необхідно, щоб робоча головка із інструментом при поздовжній подачі змінювала своє положення по висоті відповідно до заданий контур. На багатьох фрезерних та окантовувальних верстатах ця робота автоматизована та виконується за спеціально скопійованим шаблоном.

При різанні каменю алмазними дисками режими обробки відповідають режимам кромки. Технологічні види обробки каменю алмазними фрезами мають

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

деякі відмінності. в таблиці наведено значення параметрів режиму обробки різних видів каменю круглими алмазними фрезами.

## 2.5. Заключні операції

### Контроль якості виробів

Дефекти при розпилюванні каменю можуть мати різну форму – різна товщина та клиновидність розпильних дошок, нерівності їх поверхонь, погана якість розпильної поверхні, зламані кромки та кути, тріщини на дошках та їх руйнування.

Слід зазначити, що значна частина поломок при розпилі (до 70%) пов'язана із різною товщиною та нерівномірністю панелей, а також низькою якістю розпилу. Найпоширенішими причинами цього виду дефекту є видалення тирси, яке, в свою чергу, пов'язане із порушенням техніки пиляння (перевищення швидкості робочої подачі, несвоєчасне відкриття алмазного інструменту, незадовільне кріплення каменю на пилорамі, машини-вагони тощо).

Очевидно, що подібні недоліки можна усунути на будь-якому підприємстві при суворому дотриманні технології пиляння, а також правил експлуатації каменярського обладнання та інструменту.

Така форма руйнування, як розтріскування та відколи плит, пов'язана в основному із низькою якістю блокової сировини та в значно меншій мірі із відхиленням від раціональної технології, що вимагає ретельного контролю за якістю блоків, що направляються на розпилювання. , використовуючи щебінь.

Оскільки кінцевим результатом розпилювання є отримання листових заготовок (напівфабрикатів), а не готових виробів, то частину недоліку розпилювання можна усунути на наступних операціях, особливо грубому шліфуванні. Слід зазначити, що будь-яке виправлення браку на наступних операціях призведе до різкого збільшення трудовитрат і, відповідно, подорожчання продукції, що виготовляється.

Крім того, недолік розпилення може бути настільки великим, що виправляти його явно неекономно. Той факт, що тирсу видаляли із відповідною

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

клиноподібною формою панелей, які розпилювали, що було виявлено лише пізно, означає, що необпиляний матеріал потрібно видалити з-під машини, щоб уникнути аварійних ситуацій на машині та інструменті. поломка.

Крайкові дефекти зазвичай проявляються в вигляді зламаних кутів, країв, зруйнованих та зламаних країв виробів. Це пов'язано із недотриманням правил роботи на фрезерно-обрізних верстатах та необережним поводженням із готовими панелями. Щоб уникнути дефектів, не слід порушувати правила роботи на верстатах та встановлювати відрізний круг так, щоб його площина була строго перпендикулярна осі обертання. в другому випадку краї виробу будуть відклеюватися. Щоб уникнути відколів кутів в кінці різку, рекомендується працювати із зменшеною подачею. Відрізний круг призначений для різання каменю по мірі подачі та притискання заготовки до столу, що забезпечує більшу жорсткість її кріплення до столу.

Однією із причин відколів кромки пластини під час шліфування кромки є затуплення (засолювання) ріжучої поверхні алмазного диска. Щоб відновити ріжучу здатність інструменту, необхідно зробити регулювання на маломіцному абразивному матеріалі. Сколи на нижніх краях панелей (так званий підрив кромки) іноді є результатом недостатнього виходу (виходу) відрізного круга за задню частину панелі; зазначений показник не повинен бути нижче 20-25 мм.

Другою характерною формою дефектів при різанні кромки є порушення перпендикулярності одержуваних виробів (допустимі відхилення від перпендикулярності суміжних граней на 1 м довжини  $\pm 1$  мм). Причинами такого дефекту можуть бути: перестановка (зміщення) панелей при обрізанні через недостатньо надійне кріплення їх на робочій поверхні столу, наявність значного люфту в механізмі фіксації повороту столу тощо. .

Помилки шліфування, як правило, викликані порушенням нормальної технології обробки. Як правило, під час шліфування та полірування виникають такі види дефектів: окремі борозенки та задирки на обробленій поверхні, заїдання кромки та кутів, пригорання обробленої поверхні, неповна обробка окремих ділянок дошки.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Борозни та пил є слідами попередньої обробки чи викликані проникненням під інструмент великих абразивних частинок. Пожежі виникають, коли швидкість інструменту вибрана неправильно, а охолодження недостатнє. Причиною неповної обробки окремих ділянок панелі зазвичай є низька якість обробленої поверхні.

Вони використовують найпростіші матеріали для оцінки якості обробних дошок та інших вирізів та усунення дефектів.

Лінійні розміри плит та інших заготовок визначають металевою лінійкою (рулеткою) із точністю до 1 мм. Вимірювання товщини панелей та оцінка їхньої різної товщини та клиноподібної форми виконується штангенциркулем чи товщиноміром.

Для оцінки нерівності поверхні до неї одним ребром (по периметру та діагоналям пластини) прикріплюють сталеву лінійку, а потім за допомогою набору сталевих калібрувальних пластин (щупів) проводять вимірювання відстані під правитель.

Глибину тирси та борозен на поверхні дошок вимірюють глибиноміром чи штангенциркулем, довжину та глибину стружки - металевою лінійкою (рулеткою) із точністю до 1 мм.

### Методи контролю

Показники фізико-механічних властивостей виробів із гірських порід оцінюють згідно із документом про якість блоків згідно ДСТУ 9479.

Для визначення геометричних розмірів, відхилень від площинності та якості лицьової поверхні використовують:

- лінійку металеву довжиною 1 м згідно ДСТУ 8026, ДСТУ 427 та рулетку згідно ДСТУ 7502, що допускає вимірювання із похибкою 1 мм;
- скоба металева під кутом 90° згідно ДСТУ 3749;
- зонд по ТУ 2-034-225

Довжину та ширину визначають (вимірюють) по двох протилежних краях лицьової поверхні, товщину - по двох діагонально розташованих кутах.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Відхилення від цільового розміру оцінюються із кожним результатом вимірювання.

Відхилення від прямих кутів панелей та виробів визначають по двох діагонально розташованих кутах, вимірюючи щупом відстань між лицьовою стороною панелі чи виробу та стороною кута, результат розраховується на 1 м довжини грані та оцінюється окремо для кожного кута.

Для визначення відхилення від площинності лицьової поверхні навколо виробу по периметру та діагоналі дошки ставлять сталеву лінійку, а відстань між поверхнею дошки чи виробу та лінійкою вимірюють щупом. Результатом вимірювання є найбільше відхилення (величина найбільшого зазору).

Стан лицьової сторони плит та виробів оцінюють візуально.

### **Транспортування, зберігання, маркування, упаковка**

Транспортування плит та виробів здійснюється автомобільним та залізничним транспортом згідно із діючими правилами навантаження, кріплення та транспортування вантажів, затвердженими в установленому порядку.

Контейнер повинен бути придатним для механічного завантаження та розвантаження. При навантаженні, розвантаженні та транспортуванні слябів та виробів необхідно вживати заходів щодо запобігання забрудненню та руйнуванню.

Тарілки та вироби зберігаються в виробника та споживача під навісом чи в відкритих, спланованих місцях, де забезпечується відведення води та виключається забруднення та руйнування тарілок та виробів. При зберіганні в складських приміщеннях без бункерів щити та вироби необхідно кріпити на дерев'яних розпірках в вертикальному положенні лицьовими поверхнями один до одного. Між полірованими плитами та виробами кладуть прокладки чи стружку паперу чи дерева.

Плити та вироби із порід із низькою морозостійкістю необхідно зберігати в умовах, що захищають їх від різких перепадів температури та атмосферних опадів.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

На поверхнях з'єднаних монументальних елементів незмивною фарбою виробник наносить номер замовлення, варіант виробу та рік виготовлення.

Пам'ятні елементи повинні бути упаковані в дерев'яні ящики чи контейнери.

Перед укладанням кути монументальних елементів необхідно обшити дерев'яними дошками та арматурним дротом.

За згодою замовника допускається перевезення пам'ятників без упаковки за умови транспортування виробів на м'яких підкладках чи сипучих матеріалах, що захищають вироби від руйнування.

Елементи пам'ятника кріпляться знизу за допомогою канатних строп із м'якими накладками по периметру виробів, а вироби доставляються в контейнерах зі спеціальними пристроями кріплення.

## 2.6. Експлуатація та ремонт обладнання

Ремонтопридатність та працездатність машин протягом встановленого терміну служби забезпечується системою їх планово-попереджувального ремонту (ППОР). Система ФОПР – це комплекс організаційних та технічних заходів для запобігання поломкам, пошкодженням та підвищеному зносу деталей машин та відновлення порушеної працездатності.

Організаційно-технічні заходи розробляються та проводяться із обов'язковим дотриманням рекомендацій підприємства-виробника, зазначених в експлуатаційно-ремонтній документації, а також вимог до технічного стану машин та правил безпечної експлуатації, встановлених Держтехнаглядом. України та діючих державних та галузевих стандартів. Для імпортованих машин діють вимоги відповідної документації компанії-виробника.

Система ФОПР забезпечує обов'язкове планування, підготовку та проведення необхідних видів технічного обслуговування та ремонту для кожної машини, що експлуатується в заданій послідовності та періодичності. Все це забезпечує стабільну роботу машин та запобігає аваріям та незапланованим простоям. Розрізняють змінне технічне обслуговування та планове (періодичне) технічне обслуговування.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Позмінне технічне обслуговування (ПО) проводиться до, під час та після робочої зміни. Він включає систематичний контроль за станом машини, дотриманням вимог інструкції чи заводу-виробника щодо її експлуатації, усунення дрібних несправностей, регулювання механізмів, змащування тертьових частин та переобладнання. Позмінне технічне обслуговування проводиться протягом кожної робочої зміни чи фрезерувальником, шліфувальником, полірувальником за верстатом, чи централізовано спеціалізованими бригадами (відділами) служби головного механіка, а іноді та головним енергетиком підприємства в неробочий час.

Технічне обслуговування (обслуговування) проводиться за графіком, виходячи із кількості годин роботи машини, визначеної виробником. Він включає роботи, заплановані на технічне обслуговування кожної зміни, а також регулювання основних механізмів машини, заміну несправних ущільнювачів, ременів, дрібних деталей та т. д. ТЕ зазвичай виконується в неробочий час чи в вихідні дні.

Порушену працездатність машини відновлюють в рамках планового ремонту, який поділяють на поточний (П), середній (С) та капітальний ремонт (К), із яких П та К використовують в умовах каменеобробного виробництва.

Поточний ремонт забезпечує гарантовану працездатність машини до наступного планового ремонту шляхом відновлення та заміни окремих вузлів (агрегатів) та деталей в обсязі, що залежить від технічного стану машини.

Капітальний ремонт забезпечує працездатність та відновлення повного (або майже повного) ресурсу машини шляхом ремонту чи заміни вузлів (агрегатів) та деталей, в тому числі основних.

Види технічного обслуговування та ремонтів, їх періодичність, а також склад та послідовність технічного обслуговування та поточного ремонту каменеобробних машин конкретно визначаються заводом-виробником в експлуатаційній документації на кожну модель машини. Порядок проведення робіт із капітального ремонту, технічні вимоги до нього, вимоги до технології та

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

організації праці, а також якість відремонтованих машин регламентуються ремонтною документацією, затвердженою заводом-виробником.

Для забезпечення планово-попереджувального обслуговування та ремонту машин розробляються плани технічного обслуговування та ремонту, а також організаційно-технічні заходи, що забезпечують своєчасне та своєчасне виконання робіт із технічного обслуговування та ремонту із мінімальними затратами праці та матеріалів. Організовано систематичний облік роботи верстатів та контроль за виконанням планів технічного обслуговування та ремонту.

На каменеобробних підприємствах повинні складатися річні та місячні плани технічного обслуговування та ремонту машин.

У річному плані зазначається кількість планових ТО та ремонтів для кожної машини. Виходячи із цього розраховується потреба в матеріальних та трудових ресурсах. При складанні річного плану вихідним показником є години роботи машини:

- фактично на початок планового року із моменту проведення відповідного виду технічного обслуговування (ремонту) чи із моменту введення машини в експлуатацію;

- планується на рік, щоб отримати величину, планова кількість годин роботи машини протягом року із коефіцієнтом.

Особливе значення в технічному обслуговуванні має змащування поверхонь тертя деталей машин, від правильності та пунктуальності якого залежить довговічність та надійність роботи. До змащування кожної машини пред'являються індивідуальні вимоги, які містяться в інструкції виробника та в схемі змащення, що додається до технічної документації машини. В інструкції визначені умови та способи заміни чи доливання мастильних матеріалів та перевірки наявності та придатності мастильних матеріалів. в схемі змащення вказуються всі точки та місця, які необхідно змастити, способи змащування для кожного місця, найменування мастильних матеріалів та їх стандартна кількість, а також періодичність перевірки та змащування кожної частини (вузла) машини.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Стандарти на мастила містять вимоги до їх фізико-хімічних властивостей, а також допустимого вмісту механічних домішок. Карта змащування складається із правил та схеми змащування машини та кількості точок змащування. Ефективність змащення визначається здатністю мастильної рідини створювати суцільну плівку між поверхнями тертя деталей машин. Навіть невеликий зазор в ньому призводить до зіткнення поверхонь тертя, що призводить до різкого збільшення тертя між ними і, як наслідок, перегріву, швидкого зношування та навіть поломки деталей машин при значних навантаженнях.

Мастила, заправний інвентар (мастилки, шприци та ін.) та рухомі частини машини повинні бути захищені від засмічення пилом, брудом та шламом, що утворюються при обробці каменю. При недостатньому захисті шлам, розпилений водою, може потрапити в зону змащення та разом із мастилом утворити емульсію, насичену абразивами, що призводить до сильного зносу поверхонь тертя. Щоб захистити деталі машини від корозії, мастильні поверхні необхідно захищати від води.

Характер робіт при поточному чи капітальному ремонті машини визначається її конструкцією та ступенем зношеності деталей та вузлів, які під час цього ремонту необхідно відновити чи замінити. Під час поточного ремонту ремонтуються чи замінюються деталі, зношені протягом періоду між ремонтами чи кілька разів, а машина регулюється для забезпечення її нормальної роботи до наступного планового ремонту. Під час капітального ремонту верстат повністю розбирають, ремонтують чи замінюють зношені деталі та вузли, в тому числі основні, із відновленням його точності, працездатності та продуктивності.

Перед зупинкою машини на капітальний ремонт в визначені планом терміни її технічний стан перевіряє комісія, яку очолює головний інженер (або головний механік) підприємства. Якщо технічний стан верстата унеможливорює своєчасне виконання планового ремонту, комісія дає дозвіл на подальшу експлуатацію та призначає нову дату періодичного чи огляду виведення верстата із експлуатації для проведення відповідних ремонт.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Якщо необхідний позаплановий ремонт через вихід із ладу будь-якої складової машини, а її продуктивність становить 80% та більше від заданої періодичності поточного ремонту чи технічного обслуговування, машину можна зупинити для наступного поточного ремонту чи технічного обслуговування та відповідних виправлень. можна включити до місячного плану.

Кожен каменеобробний цех повинен мати ремонтно-машинну базу (майстерню) для виконання планового обсягу робіт із технічного обслуговування та ремонту машин відповідно до вимог, що містяться в експлуатаційній документації заводу-виробника.

Приймання верстата після технічного обслуговування чи поточного ремонту здійснюється відповідно фрезерувальником чи шліфувально-полірувальним верстатом, до якого приєднаний верстат, та механіком майстерні шляхом зовнішнього огляду та випробування роботи верстата на холостому ході та під навантаженням. . Здача-приймання виконаної роботи оформляється записом її обсягу в журналі обліку технічного обслуговування та ремонту та журналі аварій, а також підписами відповідальних осіб, які будуть здавати-приймати роботу.

Капітальний ремонт верстатів, а також їх вузлів агрегатно-вузловим способом проводиться на великих каменеобробних підприємствах, що мають потужну ремонтно-машинну базу, силами самих заводів, в інших випадках централізовано на ремонтно-ремонтних та верстато-будівельні організації відповідно до вимог ремонтної документації, затвердженої виробником. Доставка верстатів на ремонтне підприємство чи ремонтну службу підприємства та приймання їх після ремонту повинні відповідати вимогам ДСТ 19504-74 та Зміни № 1 ДСТ 19504-74.

Однак система ФОПР запобігання несправностям машини не може повністю виключити їх несподівану появу під час роботи машини. Кожна машина має свої конструктивні особливості та найбільш поширені несправності, перелік яких зазвичай наводиться в технічній документації, що додається до неї. із цим переліком робітник повинен ознайомитися при вивченні конструкції

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

машини. Виявлені несправності можуть бути усунені як верстатником, так та черговими слюсарями чи електриками.

## 2.7. Водопостачання та шламове господарство

Підприємство має власну систему поводження із шламом, яка включає три шламові резервуари та шламовідвідник. Шлам транспортується по шламопроводу без тиску по трубах діаметром 500 мм та довжиною 30 м.

Відстоювання води в відстійнику відбувається в три етапи. На першому та другому басейнах відбувається осідання целюлози та відстоювання шламу, в третьому басейні стічні води освітлюються та повертаються в технічний цикл.

Вода разом із мулом осідає в шламонакопичувачі та після очищення закачується в ємність для води. Очищена технологічна вода із водонапірного резервуару надходить в цех обробки каменю. Має систему водопостачання каменеобробних верстатів технологічною водою (для охолодження). Технологічна вода із шламом відводиться від машин через шламові ємності в шламовідвідник. Ухил витоків із основ обладнання та фундаментів 0,04. Швидкість руху дрен вздовж ванн визначається їх нахилом та становить 1,5 м/с.

Параметри муловідвідних каналів:

- глибина закладення (від рівня підлоги цеху): мм – 800;
- радіус лотка, мм – 700;
- мінімальний градієнт 0,03-0,06.

Гідравлічний транспорт пульпи від пульпозбірника до відстійника відбувається без тиску.

Розрахунок параметрів водопостачання та управління мулом:

Обсяг сухого шламу, що утворюється після пиляння, кромки, шліфування та полірування.

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

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

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

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

$$V_{шл.роз.} = 3000 (0,007 + 0,002) = 27 \text{ м}^3$$

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

$$V_{ш.п..} = S_1 \cdot \Sigma z_i$$

При площині оброблювальної поверхні  $S_1 = 3000 \text{ м}^2$  та товщині шару, що знімається  $\Sigma z_i = 5456 \text{ мкм}$ , знаходимо об'єм шламу після шліфівки-поліровки :

$$V_{ш.п..} = 3000 \cdot 5456 \cdot 10^{-6} = 16,4 \text{ м}^3$$

в) після обрізки в товщину відрізного диска  $b_{in} = 7 \text{ мм} = 0,004 \text{ м}$  та величині зазорів  $b_z = 2,5 \text{ мм} = 0,0025 \text{ м}$  та сумарній площі пропилю  $S_p^{ок} = 882 \text{ м}^2$  (для 1500  $\text{м}^2$  виробів при середній площі різку  $S_{сер} = 0,29-03$ ) знаходимо об'єм шламу після процесу окантовки:

$$V_{шл.ок.} = S_p^{ок} \cdot (b_{in} + b_z) = 958 \cdot (0,004 + 0,0025) = 5,7 \text{ м}^2.$$

Річна кількість сухого осаду - це сума обсягів осаду за формулою:

$$V_{шл..} = V_{шл.р.} + V_{ш.п.} + V_{шл.ок.} = 27 + 16,4 + 5,7 = 49,1 \text{ м}^3$$

При глибині відстійника  $h_{від} = 3 \text{ м}$  та розмірах  $40 \times 25 \text{ м}$  його об'єм складає:

$$V_{від.} = 3 \cdot 40 \cdot 25 = 300 \text{ м}^3$$

Термін, після якого необхідна чистка відстійника:

$$t_o = \frac{V_{від.}}{V_{шл.}} = \frac{300}{49,1} \approx 6 \text{ років.}$$

## 2.8. Транспорт підприємства

Зі складу сировини блоки транспортуються автотранспортом до каменеструминного цеху, який розташований на території підприємства. Блоки завантажуються на візки машини D3000 за допомогою пневматичного крана КС 1502 вантажопідйомністю 20 тонн.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Кількість кареток виходить із розрахунку оснащення машини двома каретками. Загальна кількість автомобілів 2 шт. Використовується для переміщення ставків на приймальні рейки каменерізних верстатів та транспортування заготовок до зони шліфування, полірування чи кромки за допомогою навантажувача.

Для транспортування між цехами використовуються навантажувачі HYUNDAI вантажопідйомністю 5 тонн та висотою підйому вил не менше 1,8 м. Транспортування готової продукції із переробних цехів на склад готової продукції здійснюється автотранспортом. Кількість вантажників каменобробного підприємства 1 шт.

Для основної виробничої площі приймаються мостові крани із прольотом 50-60 м. в кам'яному цеху встановлено мостовий кран вантажопідйомністю 3,5 тонни.

Доставка сировини із кар'єрів підприємства здійснюється орендованим транспортом.

На території підприємства є авторемонтна майстерня, спеціально обладнана для обслуговування власного автотранспорту, склад паливно-мастильних матеріалів, який слугує для забезпечення правильної та безперебійної роботи транспортної системи підприємства.

Універсальні стропи, які є гнучкими опорними елементами із сталевих канатів, використовуються для навантаження та розвантаження блоків вантажів. Використовуються петлеві стропи із довжиною замкнутого контуру до 30 м.

Кінці каната в петлевому стропі з'єднані заклепкою на довжині 40 діаметрів каната.

При використанні стропи-петлі блок кріпиться до поясу через нижню сторону.

Основна перевага стропових канатів – це можливість навантажувати блоки різного розміру та ваги. Їх недоліком є додаткова робота при намотуванні строп на нижню сторону блоку, розміщеного на підшві виступу.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## 2.9. Електропостачання

ФОП «Голубович» отримує електроенергію 10 кВ із відновлюваних джерел енергії по повітряній кабельній лінії.

Лінія живить трансформатор 630 кВА, від якого лінія розгалужується на дві гілки через вимикач. Одна гілка живить адмінбудівлю та котельню. Друга гілка живить напругою каменярську майстерню.

Аварійне відключення трансформаторів здійснюється мастильними вимикачами, щоб запобігти виникненню дуги в момент розмикання при наведенні ЕРС індукції. При знеструмленні трансформаторів масляними вимикачами також виконується подвійне розмикання вимикачами РВФ-400 та ВМ-16 для візуалізації відключення лінійної напруги.

Освітлення здійснюється за допомогою люмінесцентних ламп із фазною напругою 220 В та ламп розжарювання. Обприскувачі підсвічуються світлодіодними лампами. Фрезерно-окнтувочні верстати, а також шліфувальні та полірувальні верстати освітлюються світлодіодними лампами. Приміщення підприємства освітлюються лампами ДРЛ-250. В адміністративних приміщеннях використовуються світлодіодні лампи.

### Основні технічні показники:

1. Номінальна напруга електричних мереж (кВ):

- більше 1000 В .....10
- до 1000 В .....0.4

2. Повна потужність (кВА) .....100

3. Максимальне активне навантаження (кВА) .....200

5. Кількість та потужність силових трансформаторів (шт. – кВА).....1 – 630

За надійністю електропостачання електроприймачі КОП відносяться до 1 категорії.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

### Вибір кількості та потужності трансформаторів.

Для енергоспоживання споживачів електроенергії використовується система із ізольованим нульовим провідником.

Потужність трансформатора визначається за формулою:

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

де  $P_c = 0.96$  — к.к.д повітряної мережі;  $K_n = 1.1- 1.3$  — коефіцієнт перевантаження;  $S_p$  – розрахункова потужність трансформатора, кВА,  $S_p=600$  кВА.

$$S_{mp} = \frac{S_p}{P_c \cdot K_n} = \frac{600}{0.96 \cdot 1.2} = 520 \text{ кВА}.$$

Для забезпечення необхідної продуктивності підприємства використовують комплектну підстанцію ТМЗ-630-10/0,4 із підключенням до мережі повітря.

### Розрахунок повітряних ліній

Повітряні лінії кар'єрних розподільних мереж вибираємо за такими показниками:

- вартість дроту;
- втрати напруги;
- нагрівання дроту під натягом;
- механічна міцність.

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

Розрахункова напруга струму

$$I_{cp} = \frac{P_{cp}}{1.73 \cdot U \cdot P_c \cdot \cos \phi}, \text{А};$$

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.

Економний перетин кабелю

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

$$S_e = \frac{I_{cp}}{i_e} = \frac{38}{1,1} = 35 \text{ мм}^2;$$

Втрати напруги в лініях шахтної мережі напругою 6 кВ не повинні бути вище 10% в робочому режимі.

Втрати напруги в трифазній мережі змінного струму із алюмінієвими проводами (у відсотках):

$$U\% = \frac{M \cdot Z_\phi}{100 \cdot U_n},$$

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;

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

#### Розрахунок дротів по механічній міцності

Кліматичні умови в районі:

товща ожеледиці .....15 мм;  
 густина ожеледиці .....0.92 г/см<sup>3</sup>;  
 швидкість вітру .....25 м/сек.;  
 вітряний тиск при ожеледиці .....140 Па;  
 теж без ожеледиці ..... 400 Па.

Для механічної стійкості приймаємо дрiт АС-30. За типовим проектом лінії електропередач монтуються на залізобетонних опорах. Відстань між колонами 50 м.

#### Розрахунок дротів ПЛ та гнучких кабелів низької напруги до 0.4 кВ

##### Розподіл електроенергії

Відповідно втрати напруги, якщо ми ігноруємо індуктивність проводів

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

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

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

$U_L$  — лінійна напруга, В;

$L$  — довжина розрахункового участку, м;

$\gamma$  — питома провідимість, 31.5 мот/т;

$S$  — площа перерізу дроту, мм<sup>2</sup>.

З урахуванням допустимої втрати напруги приймаємо провід низької напруги ВЛІ - А -95.

### Вибір кабелю

Для верстата розпилювального

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

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

Для шліфувально-полірувальної машини СКР - 2500А

$$I_p = \frac{22 \cdot 1000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,8} = 41,8 \text{ А.}$$

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

Для фрезерно-обрізного верстата PLC - 600

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

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

Для живлення додаткових пристроїв приймаємо ПВС кабелі – 3х6 + 1х2,5 – 100м.

### Заземлення електрообладнання в кар'єрі

З метою забезпечення безпеки людей металеві частини електромережі кар'єру та корпусу електросистеми, які не перебувають під напругою, але знаходяться під напругою в разі пошкодження, з'єднують із спеціально призначеними заземлювачами.

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

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## Обладнання для заземлення

Опір заземлювального обладнання кожного КТП не повинен перевищувати 4 Ом.

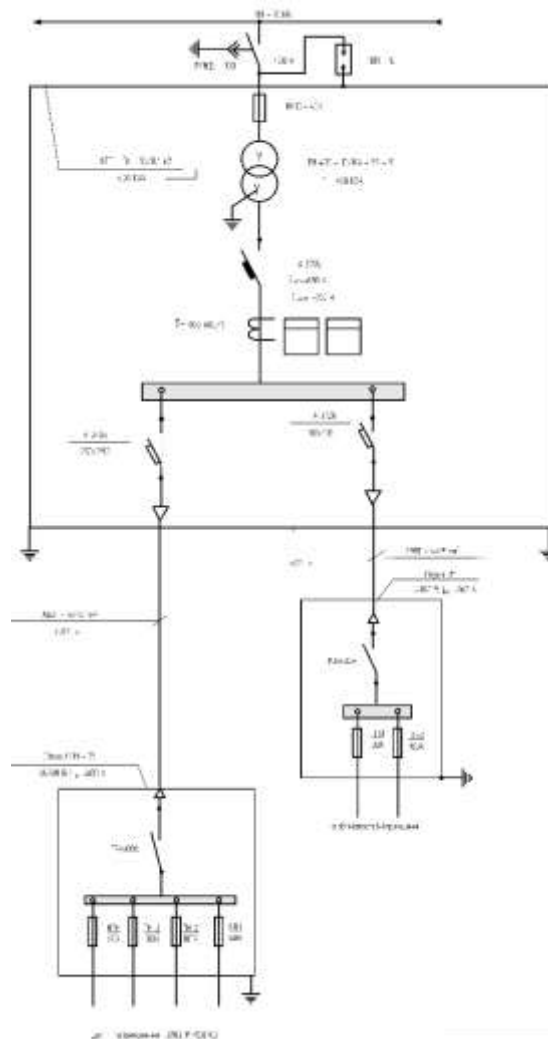


Рис. 2.5. Схема електропостачання підприємства

Обладнання заземлення складається із п'яти нефарбованих сталевих куточків розміром 50 x 50 x 5 мм та довжиною 2,5 м, розташованих на відстані 5 м один від одного по колу радіусом 4,5 м та в геометричному центрі. середини основи розташовані КТП та з'єднані послідовно протяжним заземлювачем зі смугової сталі перерізом 20x4 мм. Стрижневий та подовжуючий заземлювачі з'єднуються між собою зварюванням та закладаються на висоті 0,7 м від поверхні землі.

Заземлювач приварюють до корпусу КТП в двох точках із протилежних

|      |      |          |        |      |                   |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |      |

сторін сталеві стрічки 20х4 мм, покладеної на глибину 0,7 м.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

### 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

#### Аналіз умов праці на підприємстві ФОП «Голубович»

Компанія виготовляє вироби із натурального каменю (габро, лабрадориту чи граніту), розмір виробів залежить від замовника. Розміри виробів (об'ємна площа виробів): від 1,5 м<sup>2</sup> до 2,51 м<sup>2</sup> та більше – (деталі на пам'ятниках), вага понад 50 кг, вироби прямокутної форми.

Для обробки каменю використовуються такі машини:

- розпилювальні машини;
- шліфувальні та полірувальні машини;
- верстати фрезерні та окантувальні;
- допоміжне обладнання (автомобілі, крани та ін.).

Розпилювання каменю виконується дисковими каменерізними верстатами. На підприємстві використовуються відрізні диски із алмазними сегментами діаметром до 3000 мм.

Для забезпечення безпечних умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням працівників велике значення має загальна організація підприємства – планування, конструкція будівель, вентиляція, освітлення тощо.

Планування підприємства ФОП «Голубович» відповідає виробничим, транспортним, економічним, санітарним та іншим вимогам. Виробничий майданчик підприємства відповідає гігієнічним вимогам прямого сонячного освітлення та природної вентиляції, має відносно рівну поверхню та ухил, який забезпечує відведення поверхневих та стічних вод.

У санітарно-захисній зоні розташовані протипожежна охорона, гараж, склад, а також адміністративні та службові приміщення.

|           |      |                  |        |      |                                           |                                                      |      |         |
|-----------|------|------------------|--------|------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|------|---------|
|           |      |                  |        |      | КГТБ.ДР23.26.03.ПЗ                        |                                                      |      |         |
| Змн.      | Лист | № докум.         | Підпис | Дата |                                           |                                                      |      |         |
| Студент   |      | Голубович М. М.  |        |      | Охорона праці та навколишнього середовища | Літ.                                                 | Арк. | Акрушів |
| Кер.розд. |      | Шамрай В. І.     |        |      |                                           | н                                                    |      |         |
| Керівник  |      | Шамрай В. І.     |        |      |                                           | «Житомирська політехніка»<br>184 «Гірництво» ЗРР-20к |      |         |
| Н. Контр. |      | Башинський С. І. |        |      |                                           |                                                      |      |         |
| Зав.каф.  |      | Башинський С. І. |        |      |                                           |                                                      |      |         |

Санітарно-гігієнічні умови праці на робочому місці:

- температура менше 17-23 °С в холодну пору року та вище 28 °С в теплу пору року;
- відносна вологість вище 75%;
- швидкість руху повітря більше 0,3 м/с.
- рівень шуму в цеху понад 80 дБ;
- рівень вібрації вище 92 дБ;
- рівень запиленості повітря робочої зони перевищує 2 мг/м<sup>3</sup> при вмісті кремнезему в породі від 10 до 70%;
- на навантажувальних платформах, блокових транспортних шляхах та кам'яних плитах використовується система загального чи комбінованого освітлення. в робочій зоні ламп загального освітлення освітленість менше 20 лк для ламп розжарювання та 75 лк для люмінесцентних ламп, а в робочих зонах менше 75 та 200 лк.

Джерелами травм при роботі із природним каменем є:

- при обробці каменів на фрезерних та токарних верстатах можливе випадання зубів сегментного круга та відшарування каменів;
- неналежним чином закріплена деталь може спричинити травму на робочому місці;
- оголені електродні дроти можуть спричинити травму, оскільки вода є хорошим провідником;
- порушення правил експлуатації електричних лебідок та використання виробів не за призначенням;
- використання несправного інструменту;
- засмічення простору навколо машини сторонніми предметами.

У приміщенні цеху знаходяться негорючі речовини та матеріали в холодному стані, тому за вибухо- та пожежонебезпекою він віднесений до категорії Д.

Всі роботи із обробки каменю – розпилювання блоку на плити, фрезерування, шліфування та полірування – супроводжуються значною

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

кількістю пилу. Кількість пилу в міліграмах в  $1\text{ м}^3$  повітря згідно із «Гігієнічними нормами проектування промислових установок» при експлуатації машин не повинна перевищувати наступних значень:

- пил, що містить понад 70% вільного діоксиду кремнію  $\text{SiO}_2$  в кристалічній формі –  $1\text{ мг/м}^3$ ;
- пил, що складається із 10-70% вільного кремнезему -  $2\text{ мг/м}^3$ .

Всі машини для обробки каменю створюють шум під час роботи. Шум особливо сильний під час роботи фрезерних верстатів, відбійних молотків та термовимикачів.

### **Охорона праці при експлуатації машин та систем**

При експлуатації каменеобробних машин дуже важливо дотримуватись умов охорони праці, конструкція яких покликана забезпечити безпечні умови праці працівників. Під час роботи верстати для обробки каменю повинні відповідати гігієнічним нормам щодо запиленості повітря, виробничого шуму, вібрації та освітлення робочих місць.

Пилопридушення при роботі каменеобробних машин може здійснюватися за допомогою водяного зрошення та пиловловлювання вентиляційною установкою із пиловловлювачем. Найбільш ефективний полив, коли вода під високим тиском (до  $25\text{ Н/см}^2$ ) гасить до 60-70% пилу. Виділення пилу менш ефективне. При повітряно-водяному очищенні вся вода в повітряно-водяній суміші використовується для поверхневого змочування дрібних частинок та коагуляції пилом.

Згідно із правилами гігієни сила тиску рук оператора на верстат (ручний полірувальник) не повинна перевищувати 20 кг, а маса вібромашини не повинна перевищувати 10 кг.

Важливим фактором є нормальне освітлення робочого місця, особливо при поліруванні плит в другу (вечірню) зміну. Для оцінки рівня освітленості гірничого обладнання необхідно використовувати люксометр, а рівень освітленості слід виражати в люксах (лк).

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## Електробезпека

Електробезпека - це система організаційно-технічних заходів та засобів, що забезпечують захист людей від шкідливої та небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електромагнітних полів та статичної електрики.

Опір захисного заземлення нормується. Відповідно до «Правил установок електроустанов пристроїв» в електроустановках воно не повинно бути більше 4 Ом, а якщо потужність джерела живлення (генератора чи трансформатора) не менше 100 кВА, то допускається до 10 Ом. В установках понад 1000В із великими струмами витоку на землю (більше 500А) – 0,5 Ом.

Для освітлювальних мереж підприємства, а також стаціонарних світильників на пересувних машинах, механізмах та агрегатах застосовують мережу із ізольованим нульовим проводом напругою в мережі не більше 220 В. При використанні спеціальних видів освітлення допускається напруга більше 220 В.

Для роботи ручних ліхтарів використовується максимальна напруга 42 В змінного струму та до 60 В постійного струму, та не вище ніж 12В в особливо небезпечних умовах (обмежений простір, металеві контейнери тощо).

Дозволяється підвішувати проводи освітлювальної мережі та встановлювати світильники на опорах контактної мережі постійного струму напругою не вище 1650 В за умови вертикальної відстані між контактним проводом та проводом освітлення не менше 1,5 м. , а відстань до опори в горизонтальній площині не менше 1 м. Не дозволяється підвішувати сигнальні кабелі та кабелі зв'язку на контактних опорах. При заміні освітлювальної сітки, підвішеної на опорах контактних проводів, напруга знімається із контактної сітки. При ремонті освітлювальної мережі чи світильників знімають напругу із освітлювальної мережі.

Пристрої зв'язку та сигналізації, за винятком засобів спеціального транспорту, живляться від мережі освітлення напругою не вище 220 В чи акумуляторних батарей чи випрямлячів. Оголені дроти прийнятні для

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

сигнальних пристроїв, за винятком SCB, які працюють від 24 В. Всі телефонні лінії двопровідні.

### Захист від вогню

Основними причинами виникнення пожеж при обробці каменю є неправильне проведення вогневих та зварювальних робіт, порушення правил експлуатації опалювальних печей та приладів, електромереж та електроприладів, несправність чи відсутність систем блискавкозахисту на окремих об'єктах, знесення, дефекти конструкції будівель, споруд, планування приміщень, комунікаційних пристроїв, порушення правил користування відкритим вогнем.

Пожежна безпека забезпечується створенням системи протипожежних заходів та активного протипожежного захисту.

Система активного протипожежного захисту складається із комплексу організаційних заходів та технічних засобів для виявлення та гасіння пожеж, запобігання впливу на людей небезпечних та шкідливих факторів пожежі, а також обмеження завданої шкоди майну.

Для попередження та гасіння пожеж передбачаються організаційні, технічні, тактико-профілактичні, конструктивні та інші заходи, які повністю виключають виникнення іскор та полум'я та контакт нагрітих частин пристрою із горючими матеріалами.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

До організаційних заходів належать правильний вибір технології, уникнення скупченості приміщень та майданчиків, навчання працівників правилам пожежної безпеки, спеціальне розміщення матеріалів на складах та обладнання в гаражах та майстернях.

До інженерно-технічних заходів належать заходи, пов'язані із правильним вибором та монтажем електрообладнання, систем блискавкозахисту об'єктів, а також улаштуванням заземлень, іскрогасників тощо.

До режимних заходів належать заборона куріння, розведення вогню, правильне зберігання промасленого ганчір'я, постійний нагляд за зберіганням самозаймистих матеріалів тощо.

Тактичні профілактичні заходи забезпечують швидке втручання пожежних підрозділів, забезпечення об'єктів первинними засобами пожежогасіння та постійну роботу системи водопостачання для гасіння тощо.

Заходи конструктивного та проектного характеру передбачаються в процесі планування та зведення будівель, створення вогнезахисних конструкцій будівель, а також при проектуванні гірничих машин та устаткування.

### **Охорона навколишнього середовища**

Одним із найважливіших природних ресурсів, які використовує каменеобробна компанія, є вода.

Одним із найважливіших заходів щодо раціонального використання та охорони водних ресурсів є регулювання водокористування та скидання стічних вод.

Підвищені норми водоспоживання та водовідведення на каменеобробному

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

підприємстві представлені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

**Збільшені норми водовикористання та водовідведення для  
каменеобробного підприємства**

| Показник                                                                                    | Каменеобробне підприємство (на 1000 м <sup>2</sup> плит) | На 3 тис.м <sup>2</sup> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1                                                                                           | 2                                                        | 3                       |
| Система водопостачання                                                                      | Оборотна                                                 |                         |
| Середньорічна витрата води, м <sup>3</sup> :<br>оборотної, яку послідовно<br>використовують | 5400                                                     | 16200                   |
|                                                                                             | Продовження табл. 3.1                                    |                         |
| Показник                                                                                    | Каменеобробне підприємство (на 1000 м <sup>2</sup> плит) | На 3 тис.м <sup>2</sup> |
| 1                                                                                           | 2                                                        | 3                       |
| Свіжої з джерела                                                                            | 95                                                       | 285                     |
| У тому числі:<br>технічної                                                                  | 70                                                       | 210                     |
| питної для виробничих цілей                                                                 | 15                                                       | 45                      |
| те ж, для господарчо-побутових<br>потреб                                                    | 10                                                       | 30                      |
| Середньорічна кількість стічних<br>вод, м <sup>3</sup> , що випускаються у<br>водойму       | 20                                                       | 60                      |
| В тому числі, які необхідно<br>очищувати виробничі                                          | 2                                                        | 6                       |
| побутові                                                                                    | 10                                                       | 30                      |
| Такі, що не потребують очищення                                                             | 8                                                        | 24                      |
| Безповоротне користування і<br>витрати води                                                 | 75                                                       | 225                     |

Стічні води після миття автомобілів, зарядних пристроїв та РММ механічно очищаються та скидаються в побутову каналізацію. Таким чином, стічні води проходять через відстійник шламу із бензиновим сепаратором, перш ніж скидатися в каналізацію.

Виробничі та стічні води характеризуються кількістю та фізико-хімічними властивостями (завислих) та розширених речовин, жорсткістю (властивість, обумовлена наявністю в воді розчинних солей кальцію та магнію), лужністю, кислотністю, запахом, кольором. Показники якості води, яка використовується на каменеобробних підприємствах під час розпилювання, фрезерування

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

(обрізування), шліфування, а також гідравлічного очищення приміщень та гідравлічного промивання осаду, повинні бути в наступних межах (табл. 3.2):

Таблиця 3.2

**Характеристика стічних вод, що надходять від підприємства**

| Показники                        | До очищення | Після очищення |
|----------------------------------|-------------|----------------|
| 1                                | 2           | 3              |
| Зважені речовини, мг/л           | 40 000      | 20-30          |
| РН                               | 7,6-8,5     | 7,2-8,5        |
| Твердість, мг-екв/л: загальна    | 4,5-18,26   | 5-7            |
| Карбонатна                       | 1,1-3,16    | 1,5-2          |
| НСО <sub>3</sub> , мг/л          | 28-179      | до 150         |
| 1                                | 2           | 3              |
| Cl <sup>-</sup>                  | 21-1370     | до 350         |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>    | 154-525     | до 500         |
| Ca <sup>2+</sup>                 | 47-126      | 47-126         |
| Mg <sup>2+</sup>                 | 5,6-17      | 5,6-17         |
| Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> | 4 – 42      | 4-42           |
| Сухий залишок                    | 600-2880    | до 2000        |

Це підприємство обладнане системою оборотного водопостачання, яка включає гідравлічний транспорт грязі.

Зі стічних вод каменеобробного заводу отримують для повторного використання оборотну воду із вмістом завислих речовин до 2000 мг/л, із відсадженням целюлози в відстійники.

## 4. ЕКОНОМІКА Й ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

### Розрахунок чисельності робочого персоналу

Розрахунок робочого часу, суміщення професій працівників та визначення технологічної чисельності основних робітників здійснюється виходячи із прийнятого режиму роботи обладнання виробничих корпусів. Розрахунки чисельності основних робітників наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

### Розрахункова таблиця кількості робітників підприємства

| Найменування обладнання           | Професія або виконувана робота | Розряд робочого | Тарифна ставка грн./год | Кількість людино-змін на одиницю обладнання | Кількість даних верстатів або обладнання | Кількість чоловік на даному типі обладнання |
|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Розпилювальний верстат            | Каменерозпилювач               | IV              | 60,84                   | 1                                           | 2                                        | 2                                           |
|                                   | Налагоджувач                   | III             | 60,08                   | 0,5                                         | 2                                        | 1                                           |
| Шліфувально-полірувальний верстат | Шліфовщик-полірувальник        | III             | 60,08                   | 0,5                                         | 2                                        | 1                                           |
| Фрезерно-окантовочний верстат     | Фрезерувальник по каменю       | III             | 60,08                   | 1                                           | 1                                        | 1                                           |
| Автонавантажувач                  | Водій                          | IV              | 60,84                   | 1                                           | 1                                        | 1                                           |

### Розрахунок чисельності працівників

Загальна кількість основних робітників:

$$K_0 = 2+1+1+1+1 = 6 \text{ чоловік.}$$

|           |      |                  |        |      |                                        |  |                                                      |  |      |         |
|-----------|------|------------------|--------|------|----------------------------------------|--|------------------------------------------------------|--|------|---------|
|           |      |                  |        |      | КГТБ.ДР23.26.04.ПЗ                     |  |                                                      |  |      |         |
|           |      |                  |        |      |                                        |  |                                                      |  |      |         |
| Змн.      | Лист | № докум.         | Підпис | Дата |                                        |  |                                                      |  |      |         |
| Студент   |      | Голубович М. М.  |        |      | Економіка й організація<br>виробництва |  | Літ.                                                 |  | Арк. | Акрушів |
| Кер.розд. |      | Шамрай В. І.     |        |      |                                        |  | н                                                    |  |      |         |
| Керівник  |      | Шамрай В. І.     |        |      |                                        |  | «Житомирська політехніка»<br>184 «Гірництво» ЗРР-20к |  |      |         |
| Н. Контр. |      | Башинський С. І. |        |      |                                        |  |                                                      |  |      |         |
| Зав.каф.  |      | Башинський С. І. |        |      |                                        |  |                                                      |  |      |         |

Чисельність допоміжного персоналу оцінюється в 18-24% основного персоналу:

$$K_{\text{доп}} = 0,18 K_0 = 0,18 \times 6 = 1 \text{ людина.}$$

Чисельність ІТП становить 9-11% від основного та допоміжного персоналу:

$$K_{\text{ітр}} = 0,1 (K_0 + K_{\text{доп}}) = 0,1 (6+1) = 1 \text{ людина.}$$

Чисельність працівників становить 5% від основного та допоміжного персоналу:

$$K_{\text{сл}} = 0,05 (K_0 + K_{\text{доп}}) = 0,05 (6+1) = 1 \text{ людина.}$$

Загальна кількість працівників:

$$K_{\text{заг}} = K_0 + K_{\text{доп}} + K_{\text{сл}} + K_{\text{ітр}} = 6 + 1 + 1 + 1 = 9 \text{ чол.}$$

Після впровадження загальна чисельність працівників:

$$K_{\text{заг}} = K_0 + K_{\text{доп}} + K_{\text{сл}} + K_{\text{ітр}} = 7 + 1 + 1 + 1 = 10 \text{ чол.}$$

### Розрахунок річного фонду заробітної плати

Річний фонд заробітної плати основних (виробничих робітників:

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

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;

$$Z_{\text{осн}} = 260 \cdot 8 \cdot ((60,84 \cdot 2 + 60,08 \cdot 1 + 60,08 \cdot 1 + 60,84 \cdot 1) + 60,08 \cdot 1) = 764208 \text{ грн.}$$

$$\text{Після реалізації } Z_{\text{осн}} = 260 \cdot 8 \cdot ((60,84 \cdot 2 + 60,08 \cdot 1 + 60,08 \cdot 2 + 60,84 \cdot 1) + 60,08 \cdot 1) = 889008$$

Річний фонд оплати праці підсобних робітників за середньою тарифною ставкою ІІІ розряду:

$$Z_{\text{доп}} = N \cdot T_c \cdot K_{\text{доп}} \cdot t_{\text{ІІІ}}$$

$$Z_{\text{доп}} = 261 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 60,08 = 127900 \text{ грн.}$$

Заробітна плата ІТП та працівників становить 18% від фонду оплати праці основних працівників:

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

$$З_{imp} = 0,18 \cdot З_{осн,р} = 0,18 \cdot 764208 = 137557.44 \text{ грн.}$$

*Після реалізації*

$$З_{imp} = 0,18 \cdot З_{осн,р} = 0,18 \cdot 889008 = 160021 \text{ грн.}$$

Доплата ІТП та працівникам нараховується в розмірі 18-25% від фонду оплати праці:

$$З_{Д.imp} = 0,18 \cdot 764208 = 137557.44 \text{ грн.}$$

*Після реалізації*

$$З_{Д.imp} = 0,18 \cdot 889008 = 160021 \text{ грн.}$$

Повний фонд витраченої заробітної плати основних та некваліфікованих робітників, ІТП:

$$З = 764208 + 127900 + 320042 = 1167222.88 \text{ грн.}$$

*Після реалізації*

$$З = 889008 + 127900 + 275114.88 = 1336950 \text{ грн.}$$

При нарахуванні та виплаті заробітної плати проводяться такі утримання:

- Єдиний соціальний внесок (22 %);

Загальний фонд оплати праці основного та допоміжного персоналу, ІТП:

$$З_{заг} = З + (0,22) \cdot З = 1167222.88 + (0,22) \cdot 1167222.88 = 1424011 \text{ грн.}$$

*Після реалізації*

$$З_{заг} = З + (0,22) \cdot З = 1336950 + (0,22) \cdot 1336950 = 1631079 \text{ грн.}$$

### **Розрахунок вартості обладнання**

Вартість оснащення головних двигунів:

– каменеструминна обробка – 391 тис. грн.;

– шліфування та полірування – 27700 грн.;

– Фрезерування та кромка – 27600 грн.

Повна вартість для всіх основних машин:

$$Р_{вер} = 2 \times 391000 + 2 \times 27700 + 276000 = 1113400 \text{ грн.}$$

Вартість візка до машини 19 тис. грн., навантажувача 200 тис. грн.; вартість

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

одного мостового крана 140 тис. грн.

Вартість підйомно-транспортного обладнання:

$$P_{п.тр} = 2 \times 19000 + 1 \times 200000 + 1 \times 140000 = 378000 \text{ грн.}$$

Вартість допоміжного обладнання (припливно-витяжних установок, компресорів, насосів та ін.) становить 10-20% від вартості основних машин:

$$P_{доп} = 0,2P_{вер} = 0,1 \times 1113400 = 111340 \text{ грн.}$$

Вартість установки передбачається 10% вартості одиниці:

$$P_M = 0,1(P_{вер} + P_{п.тр} + P_{доп})$$

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

Загальна вартість всіх пристроїв, включаючи монтаж

$$P_{об} = P_{вер} + P_{п.тр} + P_{доп} + P_{мон};$$

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

Прийнято, що вартість меблів для адміністративно-побутових приміщень становить 1% від вартості машин та підйомно-транспортного обладнання:

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

Вартість броні та аксесуарів оцінюється в 5-10% від вартості техніки, підйомно-транспортного обладнання:

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

Повні витрати на алмазні інструменти для обробки каменів III ст. Клас (габро, лабрадорит, габро-норіт, базальт):

$$P_{інс.III} = P_{алм}(q_{роз} + q_{шл.} + q_{ок}) = 210,86 (2590,7 + 2498,4 + 309,141) = 118005 \text{ грн.}$$

*Після реалізації*

$$P_{інс.III} = P_{алм}(q_{роз} + q_{шл.} + q_{ок}) = 210,86 (2590,7 + 2498,4 + 309,141) = 118005 \\ 45000 = 163005 \text{ грн.}$$

Повна вартість обладнання, спорядження та інструментів:

$$P_{ооі} = P_{об} + P_{осн} + P_{інс.III} = 1763010,4 + 74570 + 118005,55 = 3017630,95 \text{ грн.}$$

$$\text{Після реалізації } P_{ооі} = P_{об} + P_{осн} + P_{інс.III} = 1763010,4 + 74570 +$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

$$1180050,55 = 3017630,95 + 750000 = 3767630 \text{ грн.}$$

### Розрахунок сум амортизації

Основні фонди підприємства поділяються на три групи:

1. Перша група – виробничі будівлі та споруди;
2. До другої групи належать автомобільний транспорт та запчастини до нього, меблі, обладнання та приладдя до них.
3. Третя група - важкі, середні та легкі машини.

Норми амортизації за квартал для групи №1 = 1,25%, для групи №2 = 6,25%, для групи №3 = 3,75%. Відповідно суми амортизації за рік становлять 5% для першого, 25% для другого та 15% для третього:

Виробничі будівлі та споруди приймаються за 5% їх вартості:

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

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

$$A_{\text{буд}} = 0,05 \times 119980 = 5999 \text{ грн.};$$

- каменерізальні верстати (15 %):

$$A_{\text{вер}} = 0,15 \times 111340 = 16701 \text{ грн.};$$

- мостовий кран (25 %):

$$A_{\text{мос}} = 1 \times 14000 \times 0,25 = 3500 \text{ грн.};$$

- автонавантажувачі (25 %):

$$A_{\text{ав.н}} = 1 \times 20000 \times 0,25 = 5000 \text{ грн.};$$

- інвентар (меблі) (25 %):

$$A_{\text{ав.н}} = 0,25 \times 14910,4 = 3720,85 \text{ грн.};$$

Повна сума амортизаційних відрахувань:

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

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

*Після реалізації*

$$A = 5999 + 16701 + 3500 + 5000 + 3720,85 = 31572,85 + 7500 = 39072 \text{ грн.}$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## Розрахунок витрат електроенергії

Річні витрати на електроенергію:

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

де  $S_i = 3,00$  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 часу на ремонт та 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 – 22 кВт
- фрезерно-окантовувальний верстат – 11 кВт
- шліфувально-полірувальний верстат (2 шт.) – 5,5 кВт

$$P_{\text{сил}} = 3,00 \cdot 0,8 \cdot 0,85(2080 \cdot 38,5) = 163991.52 \text{ грн.}$$

*Після реалізації (+12 кВт)*

$$P_{\text{сил}} = 3,00 \cdot 0,8 \cdot 0,85(2080 \cdot 50,5) = 214281.6 \text{ грн.}$$

Річна вартість електроенергії для освітлення із середнім одиночним змінним освітленням:

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

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/м<sup>2</sup> – потужність, що витрачається на освітлення 1м<sup>2</sup> площі;  $T_2 = 2080$  годин – річна норма роботи шліфувально-полірувальних верстатів при двозмінній роботі;

$$P_{\text{осв}} = 3,00 \times 0,02 \times 300 \times 2080 = 37517 \text{ грн.}$$

Загальна вартість електроенергії:

$$P_{\text{ен}} = P_{\text{сил}} + P_{\text{осв}} = 163991 + 37517 = 201508 \text{ грн.}$$

*Після реалізації*

$$P_{\text{ен}} = P_{\text{сил}} + P_{\text{осв}} = 214281.6 + 37517 = 251798.6 \text{ грн.}$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## Розрахунок витрат води

Вартість технічної води:

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

де  $V_i$  – річні витрати даного верстата,  $m^3/год$  визначаються із паспортних даних верстата чи із норм технологічного проектування;  $n_i$  – кількість верстатів даного типу, штук;  $K_{об} = 0,2$  – коефіцієнт оборотності води;  $S_m = 16$  грн – вартість  $1 m^3$  технічної води;

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

Вартість питної води:

$$P_{в.п.} = N_{дн} S_{п} K_{общ} V_{н}$$

де  $N_{дн} = 261$  днів – кількість робочих днів на рік;  $S_{п} = 23,5$  грн – вартість  $1 m^3$  питної води;  $V_{н} = 0,025 m^3/зміну$  – нормативний об'єм води на одного працівника за зміну;

$$P_{в.п.} = 261 \cdot 23,5 \cdot 6 \cdot 0,025 = 2453,4 \text{ грн.}$$

Повна вартість води:

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

## Розрахунок вартості допоміжних матеріалів та інших витрат

Вартість 1 кг пакувального паперу 16,7 грн., вартість  $1 m^3$  пиломатеріалів для виготовлення ящиків 150 грн:

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

де  $P_{обг.п.} = 16,7$  грн – вартість 1 кг обгортного паперу;  $P_{п.н.} = 150$  грн – вартість  $1 m^3$  пиломатеріалів;

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

Витрати на технічне обслуговування промислових підприємств та інших будівель покриваються в розмірі 3% від їх вартості протягом одного року:

$$P_{пр} = 0,03 \cdot P_{бюд} = 0,03 \cdot 119980 = 3599 \text{ грн.}$$

Витрати на зберігання інструментів та приладдя покриваються в розмірі 500 грн на кожного основного працівника на рік:

$$P_{охр} = 500 \times 6 = 3000 \text{ грн.}$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Вартість поточного ремонту будівель від 1 до 4% на рік вартості:

$$P_{\text{тех.р}} = 0,01 \times 119980 = 1199 \text{ грн.}$$

Покриваються витрати на охорону праці в розмірі 50-200 грн. на одного робітника:

$$P_{\text{охр.пр}} = 100 \times 9 = 900 \text{ грн.}$$

Повна сума додаткових витрат:

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

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

### Основні техніко-економічні показники

Вартість сировини, необхідної для ведення каменобробного підприємства:

$$\sum P_c = V_B \cdot P_{\text{бл}}$$

де  $\sum P_c$  - сумарна вартість сировини;  $V_B = 176 \text{ м}^3/\text{рік}$  – річна кількість сировини;  $P_{\text{бл}} = 4200 \text{ грн}$  – вартість  $1 \text{ м}^3$  сировини;

$$\sum P_c = 176 \cdot 4200 = 739200 \text{ грн.}$$

Вартість виробів із гірських порід III класу (габро, лабрадорит):

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

$\sum Z = 14224011 \text{ грн.}$  – загальний фонд заробітної плати основних виробничих робітників та нарахування на заробітну плату;

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

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

$P_{\text{ен}} = 201508 \text{ грн.}$  – вартість електроенергії;

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

$S_0 = 3000 \text{ м}^2/\text{рік}$  – річний випуск продукції підприємством;

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

$$C_{\text{цIII}} = \frac{1424011 + 31572 + 16116 + 739200 + 201508 + 7243 + 118005}{3000} = 845,8 \text{ грн/м}^2$$

Продуктивність праці одного працівника в натуральному вираженні:

$$П_{\text{ц.н}} = \frac{S_0}{K_{\text{общ}}} = \frac{3000}{9} = 330 \text{ м}^2/\text{чол.}$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Енергоємність продукту:

$$E_{\text{вир}} = \frac{P_{\text{ен}}}{S_0 S} = \frac{64310}{3000 \cdot 0,55} = 39 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$$

Виручка від реалізованої продукції за рік:

$$B_{p.n.} = C_{np} \cdot S_0 = 1000 \cdot 3000 = 3000000 \text{ грн.}$$

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

Прибутковість компанії:

$$P = \frac{B_{p.n.} - \sum B}{\sum B} \cdot 100\% = \frac{3000000 - 2537655}{2537655} \cdot 100\% = 18,2 \%$$

де  $\sum B = 960265,92 \text{ грн.}$  – сума всіх виробничих витрат.

Усі розраховані показники зведені в таблиці 4.2 та 4.3.

Таблиця 4.2

### Показники витрат та рентабельності каменеобробного підприємства

| Витрати підприємства                         | Сума, грн. |
|----------------------------------------------|------------|
| Вартість сировини (блоків)                   | 739200     |
| Фонд зарплатні основних робітників           | 1424011    |
| Вартість електроенергії                      | 201508     |
| Вартість води                                | 7243       |
| Додаткові витрати                            | 16116      |
| Вартість інструмента                         | 118005     |
| Амортизаційні відрахування                   | 31572      |
| Всього витрат                                | 2537655    |
| Виручка від реалізованої продукції (без ПДВ) | 3000000    |
| Рентабельність, %                            | 18,2       |

Таблиця 4.3

### Основні техніко-економічні показники каменеобробного підприємства

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.04.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

| Показники                              | Одиниці вимірювання | Кількість |
|----------------------------------------|---------------------|-----------|
| Річна продуктивність підприємства      | м <sup>2</sup> /рік | 3000      |
| Річний об'єм споживаної сировини       | м <sup>3</sup> /рік | 176       |
| Собівартість продукції                 | грн./м <sup>2</sup> | 845       |
| Сумарна чисельність працівників, з них | чол.                | 9         |
| – основних робітників                  | чол.                | 6         |
| – допоміжних робітників                | чол.                | 1         |
| – ІТП (інженерно-технічні працівники)  | чол.                | 1         |
| – службовців                           | чол.                | 1         |

### Основні техніко-економічні показники після удосконалення

Вартість сировини, необхідної для ведення каменеобробного підприємства:

$$\sum P_c = V_B \cdot P_{\text{бл}}$$

де  $\sum P_c$  - сумарна вартість сировини;  $V_B = 192 \text{ м}^3/\text{рік}$  – річна кількість сировини;  $P_{\text{бл}} = 4000 \text{ грн}$  – вартість  $1 \text{ м}^3$  сировини;

$$\sum P_c = 176 \cdot 4000 = 768000 \text{ грн.}$$

Вартість виробів із гірських порід III класу (габро, лабрадорит):

$$C_{\text{цi}} = \frac{\sum P_c + \sum 3 + \sum P_{\text{доо}} + \sum P_a + P_{\text{ен}} + P_v + \sum P_{\text{інс.i}}}{S_0}, \text{ грн./м}^2$$

$\sum 3 = 1631079 \text{ грн.}$  – загальний фонд оплати праці основних виробничих робітників та нарахування на заробітну плату (+ 1 основний робітник);

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

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

$P_{\text{ен}} = 251798 \text{ грн.}$  – вартість електроенергії;

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

$S_0 = 3200 \text{ м}^2/\text{рік}$  – річний випуск продукції підприємством;

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

$$C_{\text{цIII}} = \frac{1631079 + 39072 + 16116 + 768000 + 2251798 + 7243 + 163000}{3450} = 834 \text{ грн./м}^2$$

Продуктивність праці одного працівника в натуральному вираженні:

$$П_{\text{г.н}} = \frac{S_0}{K_{\text{обц}}} = \frac{3450}{10} = 345 \text{ м}^2/\text{чол.}$$

Енергоємність продукту:

$$E_{\text{вир}} = \frac{P_{\text{ен}}}{S_0 S} = \frac{64310}{3450 \cdot 0,55} = 32 \text{ кВт} \times \text{год}/\text{м}^2$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Виручка від реалізованої продукції за рік:

$$B_{p.n.} = C_{np} \cdot S_0 = 1000 \cdot 3450 = 3450000 \text{ грн.}$$

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

Рентабельність підприємства:

$$P = \frac{B_{p.n.} - \Sigma B}{\Sigma B} \cdot 100\% = \frac{3450000 - 2876308}{2876308} \cdot 100\% = 19,9 \%$$

Усі розраховані показники зведені в таблиці 4.4 та 4.5.

Таблиця 4.4

**Показники витрат та рентабельності підприємства**

| Витрати підприємства                            | Сума до<br>удосконалення, грн. | Сума після<br>удосконалення, грн. |
|-------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Вартість сировини (блоків)                      | 739200                         | 768000                            |
| Фонд зарплатні основних<br>робітників           | 1424011                        | 1631079                           |
| Вартість електроенергії                         | 201508                         | 251798                            |
| Вартість води                                   | 7243                           | 7243                              |
| Додаткові витрати                               | 16116                          | 16116                             |
| Вартість інструмента                            | 118005                         | 163000                            |
| Амортизаційні відрахування                      | 31572                          | 39072                             |
| Всього витрат                                   | 2537655                        | 2876308                           |
| Виручка від реалізованої продукції<br>(без ПДВ) | 3000000                        | 3450000                           |
| Рентабельність, %                               | 18,2                           | 19,9                              |

**Основні техніко-економічні показники підприємства**

| Показники                              | Одиниці<br>вимірюван<br>ня | Кількість<br>до | Кількість<br>після |
|----------------------------------------|----------------------------|-----------------|--------------------|
| Річна продуктивність підприємства      | м <sup>2</sup> /рік        | 3000            | 3450               |
| Річний об'єм споживаної сировини       | м <sup>3</sup> /рік        | 176             | 192                |
| Собівартість продукції                 | грн./м <sup>2</sup>        | 845             | 834                |
| Сумарна чисельність працівників, з них | чол.                       | 9               | 10                 |
| – основних робітників                  | чол.                       | 6               | 7                  |
| – допоміжних робітників                | чол.                       | 1               | 1                  |
| – ІТП (інженерно-технічні працівники)  | чол.                       | 1               | 1                  |
| – службовців                           | чол.                       | 1               | 1                  |

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КГТБ.ДР23.26.04.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## ВИСНОКИ

Тема дипломної роботи «Впровадження сучасного фрезерно-окантовувального обладнання в технологічний процес обробки природного каменю для ФОП «Голубович М.П.», тому для вирішення проблеми підвищення продуктивності праці пропонується ввести в технологічну процес обробки природного каменю на двошпindelному фрезерно-кромкообробному верстаті порталного типу RR2TK-600 фірми Promasz, Польща.

Застосування плавного регулювання швидкості різання від 0,5 до 6 м/хв, а також точна синхронізація подач: поздовжньої, поперечної та глибинної подачі досягається за допомогою цифрового керування та дозволяє не тільки різати камінь, а й різати його. каменів також для надання йому будь-якої форми.

Всі параметри різання: швидкість, глибина, кількість проходів програмується на мікропроцесорному управлінні через просту панель управління. Такий спосіб управління дозволяє працювати в повністю автоматичному режимі.

Крім того, із метою підвищення продуктивності підприємства та забезпечення повної тривалості роботи фрезерно-обрізного верстата, пропонується виготовляти різні види та типорозміри тротуарної плитки (можлива установка).

Пропоноване вдосконалення дозволить:

- значно розширити асортимент компанії;
- підвищити якість фрезерно-обрізних робіт;
- впровадити в виробництво кладочне обладнання;
- зменшити втрати сировини;
- підвищення прибутковості компанії.

|           |      |                  |        |      |                    |                                                      |      |         |
|-----------|------|------------------|--------|------|--------------------|------------------------------------------------------|------|---------|
|           |      |                  |        |      | КГТБ.ДР23.26.ВС.ПЗ |                                                      |      |         |
| Змн.      | Лист | № докум.         | Підпис | Дата | Висновки           | Літ.                                                 | Арк. | Акрушів |
| Студент   |      | Голубович М. М.  |        |      |                    | н                                                    |      |         |
| Кер.розд. |      | Шамрай В. І.     |        |      |                    | «Житомирська політехніка»<br>184 «Гірництво» ЗРР-20к |      |         |
| Керівник  |      | Шамрай В. І.     |        |      |                    |                                                      |      |         |
| Н. Контр. |      | Башинський С. І. |        |      |                    |                                                      |      |         |
| Зав.каф.  |      | Башинський С. І. |        |      |                    |                                                      |      |         |

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бакка М. Т., Лягутко А. С., Пчолкін Г. Д. Основи гірничого виробництва: Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 1999. – 430 с.
2. Коробійчук, В. В. Технологія розпилювання природного каменю [Текст] : навч, посіб / В. В. Коробійчук, О. А. Зубченко. – Житомир : ЖДТУ, 2010. – 182 с
3. Соболевський Р.В., Левицький В.Г., Коробійчук В.В. Сучасні фізико-хімічні методи обробки природного каменю. Навчальний посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2008. – 172 с
4. 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.
5. ДБН В.1.2-7-2008 Основні вимоги до будівель та споруд. Пожежна безпека.
6. ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту.
7. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять.
8. ДСТУ ISO 6309:2007 Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір.
9. ДСТУ EN 2:2014 Класифікація пожеж.
10. НАПБ А 01.001-2004 Правила пожежної безпеки в Україні.
11. ДСП 173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів, затверджені наказом МОЗ України № 173 від 19.06.1996 р.

|           |                  |                 |        |      |                                |  |  |                                                      |      |         |  |
|-----------|------------------|-----------------|--------|------|--------------------------------|--|--|------------------------------------------------------|------|---------|--|
|           |                  |                 |        |      | КГТБ.ДР23.26.ЛТ.ПЗ             |  |  |                                                      |      |         |  |
|           |                  |                 |        |      |                                |  |  |                                                      |      |         |  |
| Змн.      | Лист             | № докум.        | Підпис | Дата |                                |  |  |                                                      |      |         |  |
| Студент   |                  | Голубович М. М. |        |      | Список використаної літератури |  |  | Літ.                                                 | Арк. | Акрушів |  |
| Кер.розд. | Шамрай В. І.     |                 |        | н    |                                |  |  |                                                      |      |         |  |
| Керівник  | Шамрай В. І.     |                 |        |      |                                |  |  |                                                      |      |         |  |
| Н. Контр. | Башинський С. І. |                 |        |      |                                |  |  |                                                      |      |         |  |
| Зав.каф.  | Башинський С. І. |                 |        |      |                                |  |  |                                                      |      |         |  |
|           |                  |                 |        |      |                                |  |  |                                                      |      |         |  |
|           |                  |                 |        |      |                                |  |  | «Житомирська політехніка»<br>184 «Гірництво» ЗРР-20к |      |         |  |