

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти і науки, молоді та  
спорту України

29 березня 2012 року №384

**Форма № Н-9.02**

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Гірничо-екологічний факультет

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

## **ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до випускної кваліфікаційної роботи  
бакалавра

на тему: «Обґрунтування технологічних рішень з підвищення продуктивності  
розпилювання блоків природного каменю в умовах ПП «Губернатор»

Виконав: студент (жа) 4 курсу,  
групи ЗРР-19к  
спеціальності 184 «Гірництво»,  
освітньо-професійна програма:  
«Гірництво»

Виконавець: Молостров О.О.

Керівник: Остафійчук Н.М.

Рецензент: Башинський С.А.

Житомир – 2022

# ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

(повне найменування вищого освітнього закладу)

Інститут, факультет, відділення:

Гірничо-екологічний факультет

Кафедра:

РРКК ім. проф. Бакка М.Т.

Освітньо-кваліфікаційний рівень:

бакалавр

Спеціальність:

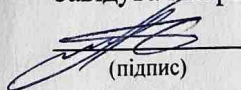
184 «Гірництво»

Освітня програма:

«Гірництво»

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Завідувач кафедри

  
(підпис)

Башинський С.І.

(Прізвище та ініціали)

" 15 " квітня 20 22 р.

## ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Молоствов Олександр Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** Обґрунтування технологічних рішень з підвищення продуктивності розпилювання блоків природного каменю в умовах ПП «Губернатор»

**Керівник роботи**

ст.вик., Остафійчук Неля Миколаївна

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

затвердженні наказом ректора Житомирської політехніки від "15" квітня 2022 р. №137/с-в

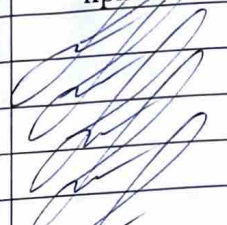
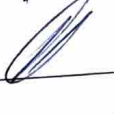
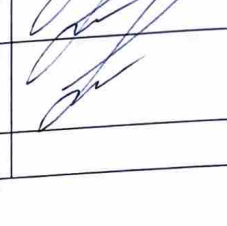
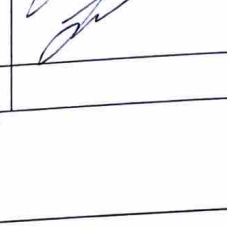
2. **Строк виконання студентом роботи:** \_\_\_\_\_

3. **Вихідні дані до роботи:** проект каменеобробного підприємства ПП «Губернатор», технологічні карти процесів обробки природного каменю, паспорти верстатів та обладнання, ін.

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):** дати характеристику сировини та виробів, описати технологію обробки каменю в умовах даного підприємства, описати основне обладнання та розрахувати його продуктивність, проаналізувати схему електрозабезпечення та заходи охорони праці, розробити проектні рішення з підвищення продуктивності по розпилюванню блоків та визначити економічний ефект від впровадження цих рішень.

5. **Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):** Генеральний план ПП «Губернатор»; План каменеобробного цеху; Каменерозпилювальний верстат ZQJ-160; Верстат фрезерно-окантовувальний АКМ-160; Верстат шліфувальний коліно-важільний АК-200; Схема електропостачання; Багатоканатний верстат Pentawire 2/5; Основні техніко-економічні показники.

6. Консультація розділів роботи:

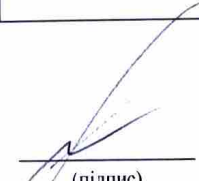
| Розділ           | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата                                                                      |                                                                                     |
|------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                           | завдання видав                                                                    | завдання прийняв                                                                    |
| Розділ 1         | ст. викладач Остафійчук Н.М.              |  |  |
| Розділ 2         | ст. викладач Остафійчук Н.М.              |  |  |
| Розділ 3         | ст. викладач Остафійчук Н.М.              |  |  |
| Розділ 4         | ст. викладач Остафійчук Н.М.              |  |  |
| Графічні додатки | ст. викладач Остафійчук Н.М.              |  |  |
|                  |                                           |                                                                                   |                                                                                     |

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи        | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--------------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1     | Написання вступу                           | 05.02.22                      |          |
| 2     | Написання 1-го розділу                     | 23.02.22                      |          |
| 3     | Написання 2-го розділу                     | 15.04.22                      |          |
| 4     | Написання 3-го розділу                     | 29.04.22                      |          |
| 5     | Написання 4-го розділу                     | 10.05.22                      |          |
| 6     | Формування висновків                       | 12.05.22                      |          |
| 7     | Виконання та оформлення графічних додатків | 30.05.22                      |          |
|       |                                            |                               |          |
|       |                                            |                               |          |
|       |                                            |                               |          |
|       |                                            |                               |          |
|       |                                            |                               |          |
|       |                                            |                               |          |

Студент

  
(підпис)

  
(підпис)

Керівник роботи

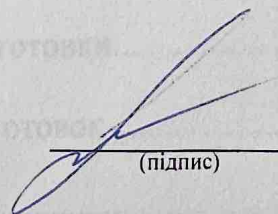
Молостров О.О.  
(прізвище та ініціали)

Остафійчук Н.М.  
(прізвище та ініціали)

Я, **Молоствов О.О.** цим засвідчую, що представлена до захисту робота молодшого бакалавра на тему: **Обґрунтування технологічних рішень з підвищення продуктивності розпилювання блоків природного каменю в умовах ПП «Губернатор»** виконана на основі власних наукових досліджень. Текст не містить доробку інших дослідників без відповідних посилань на їх праці.

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

«23» червня 2022 р.

  
(підпис)

## ЗМІСТ

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП .....                                                                         | 6  |
| РОЗДІЛ 1 Загальні відомості про каменеобробне підприємство .....                    | 8  |
| 1.1. Географічні відомості про район розташування каменеобробного підприємства..... | 8  |
| 1.2. Структура підприємства.....                                                    | 9  |
| 1.3. Характеристика сировини.....                                                   | 11 |
| РОЗДІЛ 2 Технологічні схема виробничого процесу обробки каменю на підприємстві..... | 16 |
| 2.1. Технологія розпилювання блоків на плити-заготовки.....                         | 19 |
| 2.2. Технологія шліфування-полірування плит-заготовок .....                         | 27 |
| 2.3. Технологія окантовування плит .....                                            | 35 |
| 2.4. Фрезерування та профілювання .....                                             | 40 |
| 2.5. Виготовлення складно-профільних виробів .....                                  | 41 |
| 2.6. Заклучні операції.....                                                         | 43 |
| 2.7. Експлуатація та ремонт обладнання .....                                        | 46 |
| 2.8. Транспорт підприємства.....                                                    | 49 |
| 2.9. Водопостачання і шламове господарство .....                                    | 52 |
| 2.10. Електропостачання .....                                                       | 54 |

|           |      |                 |        |      |                    |  |  |                                                          |      |         |   |
|-----------|------|-----------------|--------|------|--------------------|--|--|----------------------------------------------------------|------|---------|---|
|           |      |                 |        |      | РРКК.ДР22.23.ЗМ.ПЗ |  |  |                                                          |      |         |   |
|           |      |                 |        |      |                    |  |  |                                                          |      |         |   |
| Змн.      | Арк. | № докум.        | Підпис | Дата |                    |  |  |                                                          |      |         |   |
| Студент   |      | Молоствов О.О.  |        |      | ЗМІСТ              |  |  | Літ.                                                     | Арк. | Акрушів |   |
| Керівник  |      | Остафійчук Н.М. |        |      |                    |  |  |                                                          |      | 1       | 2 |
| К. розд.  |      | Остафійчук Н.М. |        |      |                    |  |  | «Житомирська політехніка»<br>184 «Гірництво», гр.ЗРР-19к |      |         |   |
| Н. контр. |      | Башинський С.І. |        |      |                    |  |  |                                                          |      |         |   |
| Зав. каф. |      | Башинський С.І. |        |      |                    |  |  |                                                          |      |         |   |

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| РОЗДІЛ 3 Охорона праці.....                                                                                               | 56 |
| 3.1. Аналіз умов праці.....                                                                                               | 56 |
| 3.2. Інженерно-технічні заходи задля підвищення безпеки .....                                                             | 58 |
| 3.3. Заходи електробезпеки .....                                                                                          | 61 |
| 3.4. Заходи пожежобезпеки.....                                                                                            | 61 |
| 3.5. Охорона навколишнього середовища.....                                                                                | 62 |
| РОЗДІЛ 4 Економіка й організація виробництва.....                                                                         | 65 |
| 4.1. Розрахунок чисельності робочого персоналу і тарифних ставок .....                                                    | 65 |
| 4.2. Розрахунок вартості обладнання .....                                                                                 | 68 |
| 4.3. Розрахунок амортизаційних відрахувань .....                                                                          | 70 |
| 4.4. Розрахунок вартості електроенергії .....                                                                             | 71 |
| 4.5. Розрахунок вартості води.....                                                                                        | 72 |
| 4.6. Розрахунок вартості допоміжних матеріалів та інших витрат.....                                                       | 73 |
| 4.7. Основні техніко-економічні показники.....                                                                            | 73 |
| 4.8. Розробка та оцінка технологічних задля підвищення продуктивності<br>розпилювання блоків за умов ПП «Губернатор»..... | 75 |
| ВИСНОВОК.....                                                                                                             | 82 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....                                                                                           | 83 |

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.ЗМ.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 2    |

## ВСТУП

Приватне каменеобробне підприємство «Губернатор» розташоване за адресою: Україна, Житомирська обл., м. Черняхів, вул. Індустріальна, 16.

На каменеобробному підприємстві оброблюють плити з високоміцних порід каменю (граніт, габбро, лабрадорит).

На складі сировини комплектують ставки, які можуть складатися з одного або декількох блоків, встановлених на візку розпилювального верстату. Верстатний візок разом зі ставкою заочується до робочого простору розпилювального верстата і розпилюється. Розпилена ставка транспортується до відділення розбирання ставок, на якому складають плити-заготовки, одержані при розбиранні ставки.

Звідси заготовки автотранспортом транспортують у відділення фрезерування-окантовки де здійснюється їх окантовка по заданих розмірах. Окантовані заготовки за допомогою кран-балки переміщують на відповідний верстат подальшої обробки. У випадку необхідності масового виготовлення плит з облицювального каменю, застосовується класична схема обробки каменю високоміцних порід: плити-заготовки подаються на ділянку шліфувально-полірувальних робіт, а вже потім – на ділянку окантовування, де зрізаються дефектні краї та відбувається розпуск заготовки на плити необхідних розмірів. Відполіровані вироби автотранспортом вивозять на склад готової продукції та здійснюють їх упакування в тару.

Сировина для обробки підвозиться автотранспортом. Розвантаження та технологічне переміщення заготовок і готових виробів проводиться краном та автотранспортом. В каменерозпилювальний цех блоки-заготовки малих

|           |      |                 |        |      |                    |  |  |                                                          |      |         |   |
|-----------|------|-----------------|--------|------|--------------------|--|--|----------------------------------------------------------|------|---------|---|
|           |      |                 |        |      | РРКК.ДР22.23.ВС.ПЗ |  |  |                                                          |      |         |   |
|           |      |                 |        |      |                    |  |  |                                                          |      |         |   |
| Змн.      | Арк. | № докум.        | Підпис | Дата |                    |  |  |                                                          |      |         |   |
| Студент   |      | Молоствов О.О.  |        |      | ВСТУП              |  |  | Літ.                                                     | Арк. | Акрушів |   |
| Керівник  |      | Остафійчук Н.М. |        |      |                    |  |  |                                                          |      | 1       | 2 |
| К. розд.  |      | Остафійчук Н.М. |        |      |                    |  |  | «Житомирська політехніка»<br>184 «Гірництво», гр.ЗРР-19к |      |         |   |
| Н. контр. |      | Башинський С.І. |        |      |                    |  |  |                                                          |      |         |   |
| Зав. каф. |      | Башинський С.І. |        |      |                    |  |  |                                                          |      |         |   |

розмірів подаються навантажувачем і розвантажуються за допомогою кран-балки безпосередньо в цеху. Блоки великих розмірів встановлюються на вагонетку каменерозпилювального верстату, що має змогу викочуватися за межі цеха, краном.

Дипломна робота має наступну структуру: вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел із 25 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 84 сторінки, з яких: 16 таблиць, 1 рисунок, додатки - відсутні.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.ВС.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 2    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## РОЗДІЛ 1

### Загальні відомості про каменеобробне підприємство

#### *1.1. Географічні відомості про район розташування каменеобробного підприємства*

Приватне каменеобробне підприємство «Губернатор» розташоване за адресою: Україна, Житомирська обл., м. Черняхів, вул. Індустріальна, 16.

Клімат району – помірно-континентальний.

Середня багаторічна температура найхолоднішого місяця (січня) становить - 6°, найтеплішого (липня) +22 ÷ +25°. Середня річна температура повітря в області становить +6 ÷ +7°. Найбільші морози бувають у січні та лютому і досягають -30°. Сума додатніх температур повітря (понад +10°) коливається від 25,00° на півночі, до 27,00° на півдні. Тривалість періоду з середньодобовими температурами вище 0° становить 190 ÷ 220 днів.

Підприємство знаходиться на території колишнього сталеливарного заводу, будівля якого на даний момент експлуатується різними приватними підприємствами. З південної та східної сторони підприємство оточене автомобільною дорогою. Трохи північніше проходить залізнична лінія із зупинкою «Крошня». Проте підприємство не має під'їздних залізничних колій, тому транспортний зв'язок із постачальниками сировини та споживачами готової продукції здійснюється виключно автомобільним транспортом. Водопостачання здійснюється від власних свердловин.

Електроенергією підприємство забезпечує ВАТ «Житомиробленерго». Постачання електроенергії здійснюється повітряною ЛЕП 0,4 кВ

|           |      |                 |        |      |                                                                  |  |  |                                                          |      |         |   |  |
|-----------|------|-----------------|--------|------|------------------------------------------------------------------|--|--|----------------------------------------------------------|------|---------|---|--|
|           |      |                 |        |      | РРКК.ДР22.23.01.ПЗ                                               |  |  |                                                          |      |         |   |  |
|           |      |                 |        |      |                                                                  |  |  |                                                          |      |         |   |  |
| Змн.      | Арк. | № докум.        | Підпис | Дата |                                                                  |  |  |                                                          |      |         |   |  |
| Студент   |      | Молоствов О.О.  |        |      | РОЗДІЛ 1<br>Загальні відомості про<br>каменеобробне підприємство |  |  | Літ.                                                     | Арк. | Акрушів |   |  |
| Керівник  |      | Остафійчук Н.М. |        |      |                                                                  |  |  |                                                          |      | 1       | 8 |  |
| К. розд.  |      | Остафійчук Н.М. |        |      |                                                                  |  |  | «Житомирська політехніка»<br>184 «Гірництво», гр.ЗРР-19к |      |         |   |  |
| Н. контр. |      | Башинський С.І. |        |      |                                                                  |  |  |                                                          |      |         |   |  |
| Зав. каф. |      | Башинський С.І. |        |      |                                                                  |  |  |                                                          |      |         |   |  |

На території району переважають дерново-підзолисті ґрунти. Обґрунтування можливості розташування промислової площадки підприємства з урахуванням характеристик ґрунтів підтверджене геолого-розвідувальною службою на основі проведеного фізико-хімічного аналізу ґрунтів.

Таблиця 1.1

### Характеристика шарів порід промислової площадки

| Шари порід | Вміщуючі породи шару                              | Потужність шару, м |
|------------|---------------------------------------------------|--------------------|
| 1 шар      | Насипний ґрунт                                    | 1,0 – 1,5          |
| 2 шар      | Ґрунтовий шар                                     | 0,5 – 0,7          |
| 3 шар      | Піски жовтого кольору                             | 1,0 – 1,5          |
| 4 шар      | Суглинки та супіски сірого і жовто-сірого кольору | 0,7 – 1,0          |
| 5 шар      |                                                   | 0,7 – 1,0          |
| 6 шар      | Піски жовтого кольору                             | 1,0 – 1,5          |
| 7 шар      | Білий каолін                                      | 1,3 – 1,8          |
| 8 шар      | Жорсткі скельні породи                            | 1,5 – 2,2          |
| 9 шар      | Габронорити чорного і темно-бурого кольорів       | >> 1,0             |

Гідрогеологічні умови характеризуються наявністю на вивченій території двох водоносних горизонтів. Перший водоносний горизонт приурочений четвертичними відкладами і являється типовою верховодкою, яка знаходиться в прямій залежності від кліматичних умов. Водопором для цього горизонту підземних вод слугують каоліни. Другий водоносний горизонт приурочений до тріщинуватої зони кристалічних порід і не впливає на стан четвертичних утворень. Інженерно-геологічні умови промислової площадки є задовільними для будівництва підприємства, що передусім характеризується рівнинним рельєфом, порівняно горизонтальним заляганням осадових порід і неглибоким заляганням кристалічних порід.

### 1.2. Структура підприємства

Приватне підприємство ПП «Губернатор» об'єднує такі цехи:

1. Основні цехи: каменерозпилювальний, каменеобробний;
2. Допоміжні ділянки: енерго-ремонтний, ремонтно-механічний, ремонтно-будівельний, транспортний, охорона;

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.01.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 2    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

3. *Управління:* плановий відділ, бухгалтерія, матеріально-технічне забезпечення.

Основна продукція підприємства:

1. Плити облицювальні: різних фактур обробки (поліровані, шліфовані, термооброблені товщ. від 20 мм за довільними розмірами чи за специфікацією замовника); сляби (розмірами: від 1800 x 3000 мм. товщиною до 20мм.).

2. АБВ (архітектурно-будівельні вироби) згідно креслень замовника: парпетні та бордюрні камені, сходи різних фактур обробки (поліровка, шліфовка, т/о, “скала” ) та, в т.ч. профілірованні, фасонні, колоті (бруківка).

3. Намогильні пам'ятники: типові; за індивідуальними проектами.

За 2014 рік підприємство випустило 1600 м<sup>2</sup> виробів з декоративного каменю: 980,45 м<sup>2</sup> гранітних плит; 592,53 м<sup>2</sup> пам'ятників.

Основи технологічних операцій по виробництву полірованих плит, деталей пам'ятників і готових полірованих пам'ятників:

- 1) розпилювання блоків на плити заготовки і деталі пам'ятників;
- 2) окантовування плит заготовок на деталі пам'ятників;
- 3) полірування плит і деталей пам'ятників.

Підприємство спеціалізується на виготовленні виробів з граніту українських родовищ. Виготовляють плити облицювальні пиляні, архітектурно-будівельні вироби (цокольні плити, накривні плити, підвіконня, проступні, парпетні плити), пиляна бруківка, профільні вироби (плінтуси, бази колон, деталі камінів), деталі пам'ятників. Вироби можуть мати різноманітну фактурну обробку: пиляна, термічна, бучурдована, шліфована, лощена, полірована – згідно замовлення.

Облицювальні плити є основним масовим видом продукції, яка поряд з традиційним застосуванням в облицюванні палаців, театрів, вокзалів, залів ресторанів і т.п., все ширше використовується в промисловому, а також житловому, тобто найбільш масовому, будівництві.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.01.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 3    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Архітектурно-будівельні вироби в залежності від способу виготовлення діляться на пилені і колоті. Типи, основні розміри виробів, що висуваються до них технічними вимогами, методи випробувань і правила їх приймання, маркування, упаковки, транспортування і збереження встановлені ДСТУ Б.В.2.7-37-95. У відповідності з цим стандартом розрізняються наступні типи виробів, що виготовляються по робочим кресленням затвердженим у встановленому порядку: цокольні пилені колоті плити, накривочні пилені колоті сходи, підвіконні пилені плити, цілісні пилені колоті сходи, парапети прямокутні пилені і колоті по ДСТУ Б.В.2.7-37-95.

Важливим показником зовнішнього вигляду облицювальних плит і архітектурно-будівельних виробів з каменю є фактура їх лицьової поверхні.

Типи, основні розміри декоративних плит, що висуваються до них технічні умови, методи випробування і правила їх приймання, маркування, упаковки, транспортування і збереження встановлені ДСТУ ГОСТ 24099-80.

### ***1.3. Характеристика сировини***

Блоки повинні відповідати вимогами Державного стандарту України ДСТУ БВ.2.7-59-97 за технологічними регламентами, що затверджені в установленому порядку.

Вихідну гірську породу під час геологічної розвідки родовища і гірську породу блока при періодичному контролі оцінюють за радіаційними, фізико-механічними і декоративними властивостями.

Можливість використання гірських порід з метою випуску блоків для виробництва облицювальних виробів оцінюють за такими основними фізико-механічними властивостями: міцністю на стиск у сухому стані; водопоглинанням; коефіцієнтом зниження міцності при насиченні водою (коефіцієнтом розм'якшення); морозостійкістю; стиранністю; середньою густиною.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.01.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 4    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Додатково для вихідної гірської породи під час геологічної розвідки визначають дійсну густину, загальну пористість і, за вимогою замовника, границю міцності на розтяг при згині.

Повний комплекс випробування родовища провадиться у відповідності з вимогами Державної комісії України по запасах корисних копалин.

Декоративні властивості гірських порід характеризуються кольором, текстурою-рисунком, структурою, просвічуваністю і відбивною здатністю після полірування.

Петрографічне вивчення вихідної гірської породи проводиться під час геологічної розвідки родовища

На блоці допускається одна тріщина тектонічного походження, яка порушує його суцільність і розповсюджується на дві суміжні грані завширшки не більше 0,05 мм і завдовжки до 1/3 найменшого розміру граней. На блоках допускаються прожилки і смуги, що створені тріщинами тектонічного походження і зацементовані вторинними мінералами, які не викришуються при обробці.

Блоки із гірських порід, які передбачається використовувати для виробництва облицювальних матеріалів сходів та підлог, повинні мати стиранність, що наведена у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

### Стиранність каменю

| Характеристика механічного впливу (інтенсивність руху, люд/год) | Стираність, г/см <sup>2</sup> , не більше |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Значне (понад 1000)                                             | 0,5                                       |
| Помірне (від 500 до 1000)                                       | 1,5                                       |
| Слабке (менше 500)                                              | 2,2                                       |

Уся сировина, що споживається підприємством, є привізною. Доставку блоків на склад сировини здійснюється автомобільним транспортом.

Основні постачальники сировини: «Граніт ЛТД» – блоки габро Букинського родовища; «Полісся ПМП» – блоки габро; Токовський гранітний кар'єр – гранітні

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.01.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 5    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

блоки; Головинський гранкар'єр – блоки габро і лабрадориту; Янцівський гранітний кар'єр – гранітні блоки. Сліпчицьке родовище – блоки габронориту.

Також використовуються блоки Корнинського, Омелянівського, Покостівського та Капустинського родовищ.

Фізико-механічні властивості гранітів характеризують ці породи як дуже міцні (міцність на стиск 120-260 МПа), велика морозостійкість, завдяки малій пористості (в середньому 1,5%) і невеликому водопоглинанні (зазвичай в межах 0,1-0,3). Середня густина їх складає 2700 кг/м<sup>3</sup>, твердість породи близько 7. За величиною зерен розрізняють дрібно-, середньо- і грубозернисті структури гранітів. Текстура їх масивна. Граніти, особливо дрібнозернисті, добре шліфуються і поліруються, зберігаючи поліровку десятки років.

Міцність дрібнозернистих гранітів порівняно з крупнозернистими та порфіроподібними значно вища. Встановлено також, що сірі граніти переважно міцніші ніж граніти червоні та поліхромні.

Граніти Покостівського родовищ можна віднести до першої групи – це сірі граніти. До них відносять: темно-сірі до майже чорних, сірі та світло сірі, середньо- та дрібнозернисті, рідше крупнозернисті порфіроподібні граніти.

Ряд облицювальних гірських порід містить значну кількість радіонуклідів, що обмежує область їх застосування в будівництві та народному господарстві і потребує необхідності радіаційно-гігієнічної оцінки сировини.

Усі види продукції з природного облицювального каменю, що випускаються на підприємстві проходять щорічну сертифікацію радіаційної якості будівельних матеріалів (сировини).

Сертифікація проводиться гамма-спектрометричним методом вимірювання при застосуванні сцинтиляційного спектрометра гамма випромінювання 5 BS-30K.

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

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.01.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 6    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Таблиця 1.3.

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

| Назва породи         | Текстура, структура                                                                                                          | Мінеральний склад                                                                                                                     | Форма і розміри мінералів                                                                      |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Вивержені інтрузивні |                                                                                                                              |                                                                                                                                       |                                                                                                |
| Граніт               | Т. зерниста, порфіроподібна<br>С. гіпідіоморфно-зерниста, порфіроподібна                                                     | Кварц – 25-30%                                                                                                                        | Ксеноморфна в проміжках інших мінералів                                                        |
|                      |                                                                                                                              | Калієвий польовий шпат 25-30%<br>Плагіоклаз (кислий) 30%<br>Біотит, рідше рогова обманка, ще рідше піроксен, інколи мусковіт, біля 5% | Таблитчаста, неправильна<br>Призматична, таблитчаста<br>Призматична, таблитчаста, гребінчаста. |
| Гранодіорит          | Т. рівно-нерівно-зерниста, порфіро-подібна, С. гіпідіо-морфно-зерниста, порфіроподібна                                       | Плагіоклаз (середнього складу) до 75%                                                                                                 | Товсто-тонкотаблитчаста, призматична                                                           |
|                      |                                                                                                                              | Рогова обманка або біотит.<br>Рідше піроксен                                                                                          | Призматична, таблитчаста, гребінчаста, пластинчаста                                            |
| Габро                | Т. зерниста, шарова, стрічкова, рідше порфіроподібна<br>С. гіпіоморфно-зерниста, офітова, габрова, порфіро-подібна, 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                                 |

Класифікація по класам застосування:

I клас ( $A_{\text{ef}} < 370$  Бк/кг) – всі види будівництва без обмежень

II клас ( $A_{\text{ef}} < 740$  Бк/кг) – для промислового, господарського та шляхового призначення де присутність людей складає менше 1700 годин на рік.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 7    |

III клас ( $A_{\text{эф}} < 1350 \text{ Бк/кг}$ ) – для окремих ізолюваних об'єктів або споруд, об'єктів промислового і шляхового призначення, що практично не пов'язані з присутністю людей.

Основними джерелами радіоактивного випромінювання облицювальних гірських порід є радій –  $^{226}\text{Ra}$  і торій –  $^{232}\text{Th}$  з продуктами розпаду, а також радіоактивний ізотоп калія –  $^{40}\text{K}$ .

Радій являє собою продукт розпаду урану, а його радіоактивність в  $3 \cdot 10^6$  разів більша активності самого урану в рівних масах.

Радіоактивний ізотоп складає 0,01% природного калія. Калій як хімічний елемент є одним з найбільш розповсюджених петрогенних елементів земної кори – 2,5% (за масою). В магматичних гірських породах вміст калія в облицювальних породах знаходиться переважно в розсіяному стані як в породоутворюючих, так і в акцесорних мінералах більш високої радіоактивності, особливо представлених у вигляді ізоморфних домішок (сфен, циркон, пірохлор, ксенотим, ортит і ін.).

В склад польових шпатів і слюд в магматичних метаморфічних породах, а також в калійних солях, глауконіті, алуніті і інших мінералах осадових порід міститься радіоактивний ізотоп калія –  $^{40}\text{K}$ , який складає всього 0,012% усього калія.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.01.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 8    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## РОЗДІЛ 2

### Технологічні схема виробничого процесу обробки каменю на підприємстві

Каменеобробне підприємство ПП «Губернатор» здійснює випуск продукції архітектурно-будівельного призначення, облицювальні плити, архітектурні деталі та ін. Річна продуктивна потужність в еквіваленті по гранітним полірованим плитам складає 1,6 тис.м<sup>2</sup>

Каменеобробне підприємство складається з 2-х цехів: каменерозпилюваного та каменеобробного. Каменерозпилювальний цех складається: дві дискових каменерізних машин ZQJ-160 портального типу.

Необхідна річна кількість блоків:

$$V_n = \frac{S_2}{W_n}, \quad (2.1)$$

$S_0$  – річна продуктивність підприємства м<sup>2</sup> ( $S_0=1600$  м<sup>2</sup>/рік)

$W_n$  – вихід готових плит з 1м<sup>3</sup> блоків, м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>

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

де  $K_{вих}$  – 0,65 – коефіцієнт виходу облицювальних плит з блоків будівельних гірських порід.  $e_n$  – товщина плити; 30 мм;

$e_{ін}$  – товщина ріжучого інструмента – 7мм.

$e_z$  – сумарна величина зазору в пропилі 3мм.

$$W_n = \frac{1000 \cdot 0,65}{30 + 7 + 3} = 16,6 \quad \text{м}^2/\text{м}^3 \quad (2.3)$$

$$V_n = \frac{1600}{16,6} = 96 \quad \text{м}^3/\text{рік}. \quad (2.4)$$

|           |      |                 |        |      |                                                                                         |  |                                                          |      |         |    |
|-----------|------|-----------------|--------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------|------|---------|----|
|           |      |                 |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ                                                                      |  |                                                          |      |         |    |
|           |      |                 |        |      |                                                                                         |  |                                                          |      |         |    |
| Змн.      | Арк. | № докум.        | Підпис | Дата |                                                                                         |  |                                                          |      |         |    |
| Студент   |      | Молоствов О.О.  |        |      | РОЗДІЛ 2<br>Технологічні схема<br>виробничого процесу обробки<br>каменю на підприємстві |  | Літ.                                                     | Арк. | Акрушів |    |
| Керівник  |      | Остафійчук Н.М. |        |      |                                                                                         |  |                                                          |      | 1       | 40 |
| К. розд.  |      | Остафійчук Н.М. |        |      |                                                                                         |  | «Житомирська політехніка»<br>184 «Гірництво», гр.ЗРР-19к |      |         |    |
| Н. контр. |      | Башинський С.І. |        |      |                                                                                         |  |                                                          |      |         |    |
| Зав. каф. |      | Башинський С.І. |        |      |                                                                                         |  |                                                          |      |         |    |

Кількість браку готової продукції після розпилювання в перерахунку на м<sup>2</sup>:

$$S_1 = S_0 \cdot (1 - \kappa_p) = 1600 \cdot (1 - 0,75) = 400, \text{ м}^2 \quad (2.5)$$

де  $\kappa_p = 0,75$  – коефіцієнт виходу продукції після операції розпилювання.

Сумарна поверхня плит-заготовок, що отримують після розпилювання.

$$S_2 = S_0 + S_1 = 1600 + 400 = 2000, \text{ м}^2 \quad (2.6)$$

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

Кількість блоків на рік складає:

$$n_B = \frac{V_n}{V_0} = \frac{96}{3} = 32 \text{ блоки.} \quad (2.7)$$

В каменеобробному цеху наявні:

- фрезерно-окантувальний верстат АКМ-160 мостового типу
- шліфувально-полірувальний верстат коліноважільного типу АК-200 – 2 шт.

Для процесу шліфування на підприємстві ПП «Губернатор» використовують абразивний інструмент на металевій та полімерній зв'язці. При поліруванні користуються алмазними полірувальними кругами фірми «Вікторія» діаметром 160 та 250 мм з розміром зерен у межах від 1 до 60 мкм.

Сировина для обробки підвозиться автотранспортом. Розвантаження та технологічне переміщення заготовок і готових виробів проводиться краном та автонавантажувачем. В каменерозпилювальний цех блоки-заготовки малих розмірів подаються навантажувачем і розвантажуються за допомогою кран-балки безпосередньо в цеху. Блоки великих розмірів встановлюються на вагонетку каменерозпилювального верстату, що має змогу викочуватися за межі цеха, краном.

Перед обробкою блоки за допомогою кран-балки встановлюються на верстатну вагонетку і закріплюються для стійкості під час розпилювання і для уникнення падіння плити-заготовки при розпилюванні до кінця ставки. Після розпилювання плити-заготовки окантовуються. Розпилювання виконується

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 2    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

портальними дисковими верстатами ZQJ-160 з алмазними дисковими пилами діаметром 1600 мм, відповідно. Окантовування виконується у каменеобробному цеху на верстаті АКМ-160. Окантовані деталі за допомогою кран-балки передаються на ділянку-складування чи на шліфувально-полірувальну ділянку, де укладаються на столи чи підставки для обробки. Для ручного полірування виробів застосовуються колінно-важільний верстат з використанням алмазного інструменту чи алмазних паст.

Охолодження ріжучого інструменту здійснюється водою із оборотної системи, викиди абразивних частинок в атмосферу у виробництві відсутні. Для отримання фасонних виробів заготовки вкладаються на столи для зняття фаски ручними машинками для фасонної обробки.

Для верстатів по обробці граніту розроблені спеціальні фундаменти. Вивіз готової продукції здійснюється автотранспортом.

На каменеобробному підприємстві обробляють плити з високоміцних порід каменю (граніт, габбро, лабрадорит).

На складі сировини комплектують ставки, які можуть складатися з одного або декількох блоків, встановлених на візку розпилювального верстату. Верстатний візок разом зі ставкою закріплюється до робочого простору розпилювального верстата і розпилюється. Розпилена ставка транспортується до відділення розбирання ставок, на якому складають плити-заготовки, одержані при розбиранні ставок.

Звідси заготовки автотранспортом транспортують у відділення фрезерування-окантовки де здійснюється їх окантовка по заданих розмірах. Окантовані заготовки за допомогою кран-балки переміщують на відповідний верстат подальшої обробки. У випадку необхідності масового виготовлення плит з облицювального каменю, застосовується класична схема обробки каменю високоміцних порід: плити-заготовки подаються на ділянку шліфувально-полірувальних робіт, а вже потім – на ділянку окантовування, де зрізаються дефектні краї та відбувається розпуск заготовки на плити необхідних розмірів.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 3    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Відполіровані вироби автотранспортом вивозять на склад готової продукції та здійснюють їх упакування в тару.

### ***2.1. Технологія розпилювання блоків на плити-заготовки***

Робочий цикл розпилювання включає наступні основні операції: вибір блоку на складі каменю; встановлення блоку на візок верстату; підготовка верстату до роботи; власне розпилювання; зупинку верстату; прибирання робочого й навколоверстатового простору.

Вибір блоку для розпилювання проходить на складі блокової сировини чи (при пасируванні) безпосередньо на кар'єрі.

При виборі блоку основна увага приділяється монолітності каменю – він не повинен мати наскрізних тріщин. У випадку пасерування вихідний блок може мати неправильну форму, однак необхідно намагатися, щоб одна із його граней (постіль) була б відносно плоскою для придання блоку достатньої стійкості. Потрібно контролювати розміри блоку співвідношуючи їх з розмірами робочого простору верстату. Особливо важливим при цьому є те, щоб висота блоку (по максимальному розміру) відповідала діаметру дискової пили, що використовується.

Відібраний блок доставляється до верстату, та встановлюється на візок верстату чи робочий стіл, який повинен бути попередньо підготовлений. При розпилюванні блоків I – IV груп на дно візка кладуть дерев'яні бруски так само, як це робиться при штрипсовому розпилюванні.

Підготовка розпилювального верстату до роботи зводиться до пере-вірки його готовності і встановленні візка з блоком у робочому просторі верстату.

Перевірку готовності верстату до роботи виконують у два етапи (попередній та кінцевий). Під час попередньої перевірки оцінюють стан деталей кріплення і клинопаскових передач, достатність затягнення болтових з'єднань, наявність змазки в змащувальних точках, справність електро-обладнання, заземлення і світлову сигналізацію; контролюють відсутність посторонніх предметів в робочому просторі верстату і на його рухомих вузлах, наявність огорожень. В цей

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 4    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

же час ретельно оглядають алмазний інструмент, впевнюються у відсутності на ньому дефектів, оцінюють стан робочої поверхні алмазних елементів. Кінцева перевірка готовності верстату до роботи виконується на холостому ході. При цьому визначають правильність взаємодії всіх вузлів кінематичної схеми верстату, справність підшипників, наявність змазки в рухомих з'єднаннях, справність пускової, регулювальної та контрольно-вимірювальної апаратури на пультах керування, плавність робочих подач і переміщень, рівномірність і достатність подачі води на алмазний інструмент. Після цього візок з блоком закріплюють у робочий простір верстату.

Далі починається стадія розпилювання. Підвід пили до розпилюваного блоку (і навпаки, блока до пили) виконують з прискореною швидкістю подачі до відстані приблизно 30-50 мм між краєм пили і передньою гранею блока. Потім верстат перемикають на раціональну швидкість робочої подачі, котра для Головинського габро та лабрадорита дорівнює 30-35 м/с. Глибина різання габро та лабрадоритів (відносяться до міцних порід I – III груп) складає 20-30 мм.

По закінченні розпилювання верстат вимикають, перекривають подачу води, прибирають робочий та навколоверстатовий простір.

Основні режимні параметри процесу алмазно-дискового розпилювання: швидкість різання (колова або лінійна), швидкість робочої подачі, глибина різання, тиск різання (подачі), витрата охолоджуючої рідини.

*Швидкість різання  $V_p$  (м/с)* – швидкість переміщення робочих елементів пиляння в напрямку різання, необхідному для зняття стружки. При обертотому русі інструмента (дискової пили) швидкість різання постійна:

$$V_p = \frac{\pi D n}{60}, \quad (2.8)$$

де  $D$  – зовнішній діаметр інструменту, м;

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

*Швидкість робочої подачі  $V_n$  (мм/хв або м/с)* – швидкість переміщення інструменту відносно каменю (або навпаки) у напрямку подачі, що забезпечує зануренням ріжучих елементів у камінь із послідовним зрізанням стружки.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 5    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Незалежно від конструктивного виду інструмента швидкість робочої подачі:

$$V_n = \frac{L_n}{T}, \quad (2.9)$$

де  $L_n$  – довжина, яку проходить інструмент у напрямку подачі, мм;

$T$  – швидкість проходження інструментом довжини  $L_n$ , хв.

*Глибина різання  $H$  (мм)* – лінійний параметр, що відповідає висоті (товщині) заготовки (або її частини), що розпилюється за один прохід інструменту. Глибина різання разом зі швидкістю робочої подачі впливає на технологічну продуктивність верстата.

*Тиск різання (подачі)  $P$  (Па)* – питоме навантаження, яке передається в процесі пиляння різальним інструментом на вибій і забезпечує рух подачі. Даний параметр істотно впливає на продуктивність розпилювання, тому що функціонально пов'язаний зі швидкістю робочої подачі.

*Витрата охолоджуючої рідини  $q_p$  (м³/год. або л/хв.)* – кількість рідини, що подається на робочий інструмент в одиницю часу. Цей показник впливає на зносостійкість інструмента і енергоємність процесу розпилювання.

Вибір параметрів здійснюють на основі фізико-механічних властивостей каменю з урахуванням характеристик устаткування. Для контролю за правильністю вибору цих параметрів користуються показником технологічної продуктивності пили  $\Pi$ :

$$\Pi = 10V_{\text{нод}}H, \text{ см}^2/\text{хв}. \quad (2.10)$$

Рациональні значення показника  $\Pi$ , який служить основою для вибору  $V_{\text{нод}}$  і  $H$ , приведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

### Технологічна продуктивність верстатів $\Pi$ при алмазно-дисковому розпилюванні

| Категорія каменю | Вид каменю                                      | Продуктивність різання $\Pi$ , см²/хв. |
|------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1                | Граніти: токівський, янцівський, омел'янівський | 100–150                                |
| 2                | Граніти: капустинський, коростишівський         | 150–200                                |
| 3                | Граніт корнинський                              | 200–300                                |
| 4                | Гранодіорит покостівський                       | 200–300                                |

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 6    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Вплив глибини різання і швидкості робочої подачі на продуктивність верстата практично рівнозначний. Для збереження продуктивності на постійному рівні при зниженні швидкості подачі необхідно збільшувати глибину різання і навпаки. Враховуючи, що збільшення глибини різання дозволяє скоротити витрати часу на виконання деяких допоміжних операцій, рекомендується по можливості приймати максимальні значення цього параметра. Практично глибина різання обмежується висотою (товщиною) матеріалу, який ріжуть, розміром пили, вимогами до прямолінійності пропилю і площинній поверхні різку, а також рядом інших чинників.

Слід мати на увазі, що збільшення глибини різання за один прохід при алмазно-дисковому розпилюванні міцних порід часто призводить до засалювання робочого інструменту, що приводить до його періодичної правки (розкриття алмазів).

Таблиця 2.2

### Технічна характеристика верстату ZQJ-160

| Параметри                                  | Значення |
|--------------------------------------------|----------|
| Діаметр дискової пили, мм                  | 1600     |
| Кількість дисків                           | 1        |
| Максимальний хід по-вертикалі, мм          | 900      |
| Максимальний хід робочої поверхні, мм      | 3500     |
| Розміри робочої поверхні, мм               | 1680x988 |
| Максимальні розміри блоку, мм:             |          |
| довжина                                    | 3000     |
| ширина                                     | 1200     |
| висота                                     | 650      |
| Швидкість подачі робочої поверхні, м/хв    | 4        |
| Швидкість піднімання/опускання диску, мм/с | 4,8      |
| Швидкість пересування плит, мм/с           | 2,3      |
| Потужність головного електродвигуна, кВт   | 22       |
| Потужність електродвигуна супорта, кВт     | 1,1      |
| Потужність електродвигуна візка, кВт       | 0,55     |
| Витрати води, л/хв                         | 80-100   |
| Габаритні розміри, мм:                     |          |
| довжина                                    | 6000     |
| ширина                                     | 2900     |
| висота                                     | 3300     |
| Вага верстату, т                           | 10       |

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 7    |

На підприємстві використовують дискові пили з алмазними сегментами Ø 1600 мм. Концентрація алмазів в інструменті складає 50%, а видом зв'язки, якою утримуються зерна алмазу являються зв'язки М6-02, М6-12. Полотно дискової пили нараховує 102 сегменти (ціна напаявання дискової пили складає 450\$ із гарантією ресурса 1200 м<sup>2</sup>).

### Розрахунок продуктивності ZQJ-160

Швидкість різання верстату:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}, \quad (2.11)$$

де  $D$  – діаметр дискової пили верстата ( $D = 1,6$  м);

$n$  – частота обертання дискової пили ( $n = 418$  об/хв).

$$V = \frac{3,14 \cdot 1,6 \cdot 418}{60} = 35,0, \text{ м/с} \quad (2.12)$$

Коефіцієнт допилювання:

$$K_{\text{дон}} = \frac{H_0}{H_0 + Y_1 + \Delta_1}, \quad (2.13)$$

де  $H_0$  – висота блока, який розпилюється ( $H_0 = 650$  мм);

$Y_1$  – величина врізання інструмента ( $Y_1 = 30$  мм);

$\Delta_1$  – недопил блока, що запобігає його розвалюванню ( $\Delta_1 = -30$  мм).

$$K_{\text{дон}} = \frac{650}{650 + 30 - 30} = 1,0 \quad (2.14)$$

Технологічна продуктивність верстата:

$$Q_{\text{тех}} = \frac{6h \cdot S \cdot m \cdot K_{\text{дон}}}{100}, \quad (2.15)$$

де  $S$  – величина робочої подачі; при розпилюванні порід III групи  $S = 2,5$  м/хв;

$h$  – глибина пропилу ( $h = 30$  мм);

$m$  – кількість одночасно працюючих інструментів ( $m = 1$ ).

$$Q_{\text{тех}} = \frac{6 \cdot 30 \cdot 2,5 \cdot 1 \cdot 1,0}{100} = 4,5 \text{ м}^2/\text{ГОД} \quad (2.16)$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 8    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Циклічна продуктивність верстата:

$$Q_{\text{ц}} = Q_{\text{max}} \cdot K_{\text{ц}}, \quad (2.17)$$

де  $K_{\text{ц}}$  – коефіцієнт циклічної продуктивності ( $K_{\text{ц}} = 0,95$ ).

$$Q_{\text{ц}} = 4,5 \cdot 0,95 = 4,2 \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.18)$$

Фактична продуктивність верстату:

$$Q_{\text{ф}} = Q_{\text{ц}} \cdot K_{\text{ф}}, \quad (2.19)$$

де  $K_{\text{ф}}$  – коефіцієнт використання номінального фонду робочого часу ( $K_{\text{ф}} = 0,9$ ).

$$Q_{\text{ф}} = 4,2 \cdot 0,9 = 3,8 \text{ м}^2/\text{год} \quad (2.20)$$

Час, що витрачається на розпилювання одного блоку:

$$T_{\text{max}} = \frac{H_o L_o}{S \cdot h} = \frac{650 \cdot 2500}{2,5 \cdot 30} = 21,7 \text{ год} \quad (2.21)$$

Річна продуктивність верстатів:

$$S_T = N_{\text{с}} \cdot Q_{\text{ф}} \cdot F, \quad (2.22)$$

де  $F$  – річний фонд робочого часу ( $F = 1750$  год.);

$N_{\text{с}}$  – кількість верстатів ( $N_{\text{с}} = 2$ ).

$$S_T = 2 \cdot 3,8 \cdot 1750 = 6450 \text{ м}^2/\text{рік} \quad (2.23)$$

Вихід плит при товщині плити  $\epsilon_{\text{пл}} = 100$  мм:

$$W_{\text{пл}} = \frac{1000 K_{\text{вих}}}{\epsilon_{\text{пл}} + \epsilon_{\text{ін}} + \epsilon_{\text{з}}}, \quad (2.24)$$

де  $K_{\text{вих}} = 0,65$  – коефіцієнт виходу плит з блоку:

$$W_{\text{пл}} = \frac{1000 \cdot 0,65}{100 + 10 + 2} = 5,8 \text{ , м}^2/\text{м}^3 \quad (2.25)$$

Річний обсяг розпилювання (по об'єму):

$$V_{\text{рік}} = \frac{S_m}{W_{\text{пл}}} = \frac{6450}{5,8} = 1137 \text{ м}^3 / \text{рік}. \quad (2.26)$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 9    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Витрати води на роботу одного розпилювального верстату:

$$U_{\epsilon} = m \cdot U, \quad (2.27)$$

де  $U$  – витрати води на один робочий інструмент ( $U = 7,2 \text{ м}^3/\text{год}$ );

$m$  – кількість дискових пил ( $m = 1$ ).

$$U_{\epsilon} = 1 \cdot 7,2 = 7,2 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (2.28)$$

Витрати води на виконання одного пропилю при розпилюванні блоку об'ємом  $V_{\text{бл}} = 2,5 \times 1,4 \times 1,25 = 4,4 \text{ м}^3$ :

$$U_{\text{бл}} = T_{\text{тех}} \cdot U_{\epsilon} = 2,08 \cdot 7,2 = 15,0 \text{ м}^3. \quad (2.29)$$

Річні витрати води при розпилюванні блоків на плити:

$$Q_{\epsilon} = N_{\epsilon} \cdot U_{\epsilon} \cdot F = 1 \cdot 7,2 \cdot 1750 = 12600 \text{ м}^3 / \text{рік}. \quad (2.30)$$

Річні витрати на алмазні сегменти:

$$B_a = \frac{S_T}{S_H} P_{\text{нап}}, \quad (2.31)$$

де  $S_H = 1200 \text{ м}^2$  – гарантований прохід пили після напаявання алмазних сегментів;

$P_{\text{нап}} = 3600 \text{ грн.}$  – ціна одного напаявання дискової пили;

$$B_a = \frac{6450}{1200} \cdot 3600 = 10350 \text{ грн}. \quad (2.32)$$

Кількість шламу, що утворюється при розпилюванні за рік:

$$Q_{\text{шл}} = S_T \cdot b_n = 6450 \cdot 0,012 = 77,4 \text{ м}^3. \quad (2.33)$$

де  $b_n = 12 \text{ мм}$  – ширина пропилю ( $\epsilon = 10 \text{ мм}$  – ширина пилки,  $\epsilon_3 = 2 \text{ мм}$  – сума зазорів у пропилю).

Річне споживання електроенергії верстатами:

$$P = N_{\epsilon} \cdot F \cdot P_n, \quad (2.34)$$

де  $F = 1750 \text{ годин}$  – річний фонд робочого часу;

$N_{\epsilon} = 2$  верстати;

$P_n = 22 \text{ кВт}$  – повна потужність двигунів верстату.

$$P = 2 \cdot 1750 \cdot 22 = 77\,000 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (2.35)$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 10   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Вартість електроенергії спожитої верстатами за рік:

$$P_{\text{рік}} = P \cdot S_i \cdot K_n \cdot \eta_3 = 77000 \cdot 0,7955 \cdot 0,6 \cdot 0,7 = 25\,700 \text{ грн.} \quad (2.36)$$

де  $S_i = 0,7955$  грн/кВт·год – вартість 1 кВт·год силової електроенергії;

$K_n = 0,6$  – коефіцієнт навантаження верстата, що враховує недовантаження двигунів за потужністю;

$\eta_3 = 0,7$  – коефіцієнт навантаження верстата, що враховує втрати часу на ремонт і допоміжні операції.

Таблиця 2.3

### Зведені виробничі параметри верстату ZQJ-160

| Характеристика верстату          | Одиниці вимір.        | Значення |
|----------------------------------|-----------------------|----------|
| Продуктивність верстату в годину | м <sup>2</sup> /год   | 3,8      |
| Продуктивність верстату в зміну  | м <sup>2</sup> /зміну | 30,4     |
| Продуктивність верстату в рік    | м <sup>2</sup> /рік   | 6450     |
| Річний обсяг розпилювання блоків | м <sup>3</sup>        | 1137     |
| Річна витрата води               | м <sup>3</sup> /рік   | 12600    |
| Витрати на алмазний інструмент   | грн                   | 10350    |
| Річний фонд робочого часу        | год                   | 1750     |
| Кількість шламу в рік            | м <sup>3</sup>        | 77,4     |
| Річне споживання електроенергії  | кВт·год               | 77000    |
| Витрати на електроенергію        | грн                   | 25700    |

Робочий інструмент характеризується наступними основними параметрами: видом і маркою абразивних матеріалів, розміром ріжучих зерен (зернистістю), типом зв'язки, кількістю абразиву у зв'язці, конструкцією інструмента.

Дискові пили кріплять на розпилювальному валу шпинделя розпилювального верстата за допомогою спеціальних притискних фланців.

При монтажі диску слід звернути увагу на:

1. Напрямок обертання пили. Напрямок обертання пили вказується на полотні пили стрілками, він повинен співпадати з напрямком обертання робочого валу шпинделя верстату;

2. Мітки на диску і робочому валу шпинделя верстату. У разі частого демонтажу диску, важливо ставити його на точне місце по відношенню до робочого валу;

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 11   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

3. Посадочний отвір диску. Посадочний отвір диску повинен мати співвідношення до загального діаметру диску 1/10, щоб уникнути биття. Якщо посадочний отвір диску більший, ніж робочий вал шпинделя верстату, застосовують сталеве кільце, ретельно підігнане, тієї ж товщини що й дискова пила. Кільце не повинно мати ніякого зазору з дисковою пилою.

Однією з можливостей економії при вживанні алмазного інструменту є повторне використання дисків, особливо великих діаметрів – від 900 мм.

Дискову алмазну пилу кріплять на робочому валу обладнання за допомогою пружинних фланців і штифтів чи гвинтів. Корпус дискової пили виготовляється із сталі марки 9ХФ с наступною термообробкою. Основними перевагами алмазних дискових пил являються конструктивна простота, можливість досягнення високих швидкостей різання, легкість монтажу і експлуатації, висока експлуатаційна надійність. Недоліками вважають підвищену товщину і низький коефіцієнт використання діаметру в пропили (0,4).

Конструкція дискових пил безпосередньо впливає на продуктивність різання. Розмір, форма і армування поверхні паза значно впливає на доступ охолоджуючої рідини при розпилюванні каменю і на роботу пили в цілому.

## **2.2. Технологія шліфування-полірування плит-заготовок**

Шліфування-полірування виробів і плит на коліно-важільному верстаті АК-200. Радіально-консольний (коліно-важільний) верстат АК-200 призначений для шліфування-полірування плит і виробів із мармуру і граніту. Через невеликий тиск на інструмент і ручне переміщення інструмента вони мають невелику продуктивність, до 0,5 м<sup>2</sup>/годину і застосовуються в основному для доробки виробів. Технічні характеристики наведені у табл. 2.4.

Процес шліфування-полірування на верстаті АК-200 включає наступні операції: підготовка верстата до роботи; завантаження верстата; шліфування-полірування; зняття готових виробів.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 12   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

I. Підготовка верстата до роботи зводиться до перевірки працездатності його основних вузлів на холостому ході. На цій стадії полірувальщик перевіряє справність електросхеми, наявність мастила в місцях змащення, перевіряє роботу шпинделя. Готує абразивний інструмент.

II. Укладання плит і виробів на стіл здійснюють за допомогою кран-балки або вручну, при вазі менше 50 кг. Максимальні розміри оброблюваних виробів:

Довжина – 2000 мм. ширина – 1000 мм, висота – 800 мм. При установці на торець плити додатково кріпляться до столу.

III. Процес шліфування-полірування включає: грубе шліфування, середнє шліфування, тонке шліфування (лощіння) полірування.

Таблиця 2.4

### Технічна характеристика колінно-важільного верстата АК-200

| Параметри                                                            | Значення |
|----------------------------------------------------------------------|----------|
| Максимальні розміри виробу, мм:                                      |          |
| довжина                                                              | 2000     |
| ширина                                                               | 1500     |
| товщина                                                              | 750      |
| Продуктивність розрахункова при обробці граніту, м <sup>2</sup> /год | 0,4-0,6  |
| Найбільший вертикальний хід інструмента, мм                          | 80       |
| Найбільший вертикальний хід коліно-важільної системи, мм             | 700      |
| Діапазон швидкостей переміщення моста і каретки, м/хв                | 0,01-6,0 |
| Частота обертання інструмента, об/хв                                 | 500; 987 |
| Діапазон зусиль притискання інструмента до виробу, кН                | 0,3-0,5  |
| Діаметр інструменту (алмазних або абразивних кругів), мм             | 320      |
| Витрата охолоджуючої рідини, м <sup>3</sup> /год                     | 1,44     |
| Потужність двигуна обертання, кВт                                    | 6,1      |
| Габаритні розміри, мм:                                               |          |
| довжина                                                              | 3630     |
| ширина                                                               | 2000     |
| товщина                                                              | 2610     |
| Вага, т                                                              | 1,1      |

**Обдир.** Обдир являється першою операцією абразивної фактурної обробки і виконується при пиленій фактурі поверхні плит-заготовок, а також для вирівнювання площини плити до відхилень, які не перевищують 2 мм на 1 м довжини. Для виконання цього етапу фактурної обробки використовують алмазні круги АКМ № 1. На консольних верстатах типу АК-200 спочатку знімають випуклі

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 13   |

місця, а потім послідовно оброблюється вся поверхня плит. Опускаючи шпіндель вручну інструмент вводиться в дотик з оброблюваною поверхнею плити. Тиск інструменту доводиться до нормативного відповідно технологічній карті і контролюється по манометру. В процесі обробки абразивний інструмент рівномірно пересувається по поверхні плити. Схема переміщення інструменту визначається робітником. По мірі зняття верхнього шару інструмент поступово спускається. Вирівнювання поверхні плит закінчують, якщо неплоскостність не перевищує 2 мм на 1 м довжини. Інструмент в процесі обробки не повинен виходити за краї плит більше ніж на 1/3 свого діаметру. Ця вимога повинна виконуватися на всіх стадіях обробки. Операція обдиру проводиться до тих пір поки шеро-ховатість плити не буде перевищувати 0,8 мм при неплоскостності плити не більше 2 мм на 1 м довжини. Закінчивши обробку плити на цій стадії приступають до послідуєчої. По закінченню обробки усіх плит, покладених на стіл, операція обдиру завершується. Верстат АК-200 вимикається і плити ретельно змиваються водою від залишків абразиву.

**Грубе шліфування.** При грубому шліфуванні виконується заміна абразивного інструменту з №1 на №2. Операція грубого шліфування виконується для видалення залишків крупних подряпин і зменшення загальної шорсткості. Ця операція виконується після обдиру бо являється первинною по створенню якісної вихідної поверхні плит-заготовок, відповідно по фактурі одержаній після обдиру. Схема переміщення інструменту визначається робітником.

**Шліфування.** Операція шліфування виконується після грубого шліфування інструментом № 3 до повного видалення слідів розпили і досягнення загальної шорсткості поверхні 0,2 мм неплоскостності плити, не більше 2 мм на 1 м довжини. Вимикається верстат і виконується контроль. При відповідності плит, пред'явленим вимогам, після їх прийому майстром або контролером, вони ретельно обмиваються водою і знімаються зі столу. Для одержання абразивних фактур обробки з чистотою поверхні більш високого класу точності виконується заміна абразивного інструменту № 3 на № 4 і виконується послідуєча операція – тонке шліфування.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 14   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

**Тонке шліфування.** Операція тонкого шліфування являється проміжною і слугує для досягнення перехідної шорсткості поверхні до лощеної і виконується тільки після обробки абразивним інструментом № 3. Вимоги до процесу аналогічні шліфовці. Режим обробки відбувається відповідно із технологічною картою. Процес тонкої шліфовки продовжується до повного видалення слідів обробки попереднього інструменту і досягнення загальної шерохватості не більше 0,05 мм при неплщинності плити, не більше 2 мм на 1 м довжини. Ходити по плитам після обробки їх, абразивним інструментом № 4 і послідовними – забороняється.

**Перше лощіння.** Виконується заміна абразивного інструменту № 4 на № 5. Перше лощіння виконується після тонкої шліфовки для повного видалення слідів обробки і являється фінішною операцією при заданій фактурі обробки – “лощена”. Вимоги до процесу аналогічні шліфуванню. Режим обробки – відповідно технологічній карті.

Процес лощіння продовжується до повного видалення слідів обробки і одержання гладкої матової поверхні з повним виявленням рисунку каменю. Неплщинність плити не повинна перевищувати 2 мм на 1 м довжини. При відповідності плит пред'явленим вимогам, після їх прийому майстром або контролером, вони ретельно обмиваються водою і знімаються зі столу. Для одержання кінцевої полірованої фактури, виконується заміна абразивного інструменту № 5 на № 6 і виконується послідовна операція друге лощіння.

**Друге лощіння.** Друге лощіння являється проміжною операцією і слугує для повного видалення мікротріщинуватості, створення оптимальних умов для проведення операції – полірування. Вимоги до процесу аналогічні шліфуванню. Режим обробки – відповідно технологічної карти. По закінченню процесу плити ретельно обмиваються водою, а абразивний інструмент знімається.

**Полірування.** На верстат встановлюється повстяний круг (полірувальний) і змочується водою. Поверхня плит, що потребують обробки, змочується і рівномірно посипається полірувальним порошком. Операція полірування виконується без подачі води в ручному режимі відповідно технологічній карті при постійному візуальному контролі робітника. В процесі полірування необхідно не

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 15   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

допускати затримку полірувальника на одному місці, запобігаючи тим самим нагріву плит і згоранню поліру-вального порошка, що призводять до припалювання плити. Робітник в про-цесі поліровки повинен виконувати постійний візуальний контроль за якістю обробки. Операція полірування закінчується при одержанні на всій поверхні плити рівномірного зеркального блиску і чіткого відображення предметів. Неплощинність плити не повинна перевищувати 2 мм на 1 м довжини. При відповідності плит пред'явленим вимогам, після їх прийомки майстром або контролером, вони знімаються зі столу. При виявленні дефектів плита повинна дороблюватися до потрібної якості якщо є необхідність, то виконують повторне лощіння № 1 і № 2.

V. По закінченню полірування виріб за допомогою кран-балки або вручну знімається зі столу й укладається на піддони, шухляди або контейнери. Верстат готується до виконання операції шліфування-полірування наступного виробу.

Технологічну продуктивність коліно-важільного верстату приймемо, керуючись експериментальними та статистичними даними по обробці природного каменю:

$$Q_{mex} = 0,5 \text{ м}^2/\text{ГОД} \quad (2.37)$$

Циклічна продуктивність верстату:

$$Q_u = Q_{mex} \cdot K_u, \quad (2.38)$$

$$Q_u = 0,5 \cdot 0,95 = 0,475 \text{ м}^2/\text{ГОД}.$$

де  $K_u$  – коефіцієнт циклічної продуктивності ( $K_u = 0,95$ ).

Фактична продуктивність верстату:

$$Q_\phi = Q_u \cdot K_\phi, \quad (2.39)$$

$$Q_\phi = 0,475 \cdot 0,9 = 0,43 \text{ м}^2/\text{ГОД}$$

де  $K_\phi$  – коефіцієнт використання номінального фонду робочого часу (при роботі в 2 зміни  $K_\phi = 0,9$ ).

Загальна продуктивність усіх шліфувально-полірувальних верстатів:

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 16   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

$$Q_{заг} = Q_{\phi} \cdot N_{\epsilon} = 0,43 \cdot 1 = 0,43 \text{ м}^2/\text{ГОД} \quad (2.40)$$

де  $N_{\epsilon}$  – кількість верстатів ( $N_{\epsilon} = 2$ ).

Річна продуктивність шліфувально-полірувальних верстатів:

$$S_T = N_{\epsilon} \cdot Q_{\phi} \cdot F, \quad (2.41)$$

$$S_T = 2 \cdot 0,43 \cdot 3500 = 3258 \text{ м}^2/\text{ГОД}$$

де  $F$  – річний фонд робочого часу (при 2-змінній роботі  $F = 3500$  год.).

Річна витрата води на роботу шліфувально-полірувальних верстатів:

$$U_{\epsilon} = N_{\epsilon} \cdot U \cdot F, \quad (2.42)$$

$$U_{\epsilon} = 2 \cdot 1,44 \cdot 3500 = 5040 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

де  $U$  – витрати води на один верстат ( $U = 1,44 \text{ м}^3/\text{ГОД}$ ).

Річна витрата на придбання алмазного інструменту для верстату АК-200:

$$B = \frac{S_T}{S_H} P_{nan}, \quad (2.43)$$

$$B = \frac{2258}{600} \cdot 2500 = 9400 \text{ грн.}$$

де  $S_H = 600 \text{ м}^2$  – гарантований прохід алмазних кругів;

$P_{nan} = 2500$  грн. – ціна одного комплекту алмазних кругів;

Кількість шламу, що утворюється при шліфуванні-поліруванні верстатом АК-200 за рік:

$$Q_{шл} = S_T \cdot z = 2258 \cdot 0,004 = 9,1 \text{ м}^3 \quad (2.44)$$

де  $z = 4$  мм – середня товщина шару, який знімається при шліфуванні-поліруванні.

Річне споживання електроенергії верстатом марки АК-200:

$$P = N_{\epsilon} \cdot F \cdot P_n \quad (2.45)$$

$$P = 1 \cdot 3500 \cdot 6,1 = 21\,700 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

де  $F = 3500$  годин – річний фонд робочого часу;

$N_{\epsilon} = 2$  верстати;

$P_n = 6,1$  – повна потужність двигунів верстату, кВт.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 17   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Вартість електроенергії спожитої верстатом за рік:

$$P_{KPC} = P \cdot S_i \cdot K_n \cdot \eta_3 = 21700 \cdot 0,7955 \cdot 0,6 \cdot 0,7 = 7260 \text{ грн.} \quad (2.46)$$

де  $S_i = 0,4$  грн/кВт·год – вартість 1 кВт·год силової електроенергії;

$K_n = 0,6$  – коефіцієнт навантаження верстата, що враховує недовантаження двигунів за потужністю;

$\eta_3 = 0,7$  – коефіцієнт навантаження верстата, що враховує втрати часу на ремонт і допоміжні операції.

Таблиця 2.5

### Зведені виробничі параметри верстатів АК-200

| Характеристика верстату           | Одиниці вимір.        | Значення |
|-----------------------------------|-----------------------|----------|
| Продуктивність верстатів в годину | м <sup>2</sup> /год   | 0,43     |
| Продуктивність верстатів в зміну  | м <sup>2</sup> /зміну | 3,44     |
| Продуктивність верстатів в рік    | м <sup>2</sup> /рік   | 2258     |
| Річна витрата води                | м <sup>3</sup> /рік   | 5040     |
| Витрати на алмазний інструмент    | грн                   | 9400     |
| Річний фонд робочого часу         | год                   | 3500     |
| Кількість шламу в рік             | м <sup>3</sup>        | 9,1      |
| Річне споживання електроенергії   | кВт·год               | 21700    |
| Витрати на електроенергію         | грн                   | 7260     |

Для шліфування-полірування застосовують різні абразивні (у тому числі алмазні) матеріали з поступово зменшуваною крупністю зерен. Полірування виконують твердими або еластичними полірувальниками зі зв'язаним поліруючим матеріалом, або повстяними кругами з вільною поліруючою суспензією у вигляді суміші сметаноподібної консистенції з поліруючих порошків (оксиду хрому, олова, алюмінію) з водою. Шліфувальні круги відносяться до торцевого інструмента і призначаються для виконання різних стадій шліфування поверхонь виробів з каменю. На підприємстві використовують алмазні шліфувальні круги.

Алмазні шліфувальні круги АПС-2, які використовуються на підприємстві, виконуються збірними, тобто складаються з корпусу і комплекту швидкоз'ємних алмазних елементів. Круги АПС-2 являють собою корпус у вигляді сталевого диска з пазами на робочому торці, в якому вставляються алмазні елементи, що мають форму брусків у кількості від 4 до 10 шт. залежно від діаметра інструмента.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 18   |

Круги АПС-2 на зв'язці М6-02 застосовуються для обробки виробів з міцних і абразивних видів каменю (граніту, габро, кварциту, піщанику). Для цієї мети в зазначених кругах використовуються природні алмази зернистістю від 630/500 до 40/28 (залежно від стадії шліфування) і концентрацією 50 або 75 % на першій стадії і 100 % на наступних.

Також використовують головки типу АГШГ для грубого шліфування і АГШЧ для середнього і чистового шліфування. Головки АГШГ виготовляються у двох виконаннях: АГШГ1 - для шліфування мармуру, лабрадориту і граніту з висотою нерівностей на оброблюваній поверхні до 1 мм і АГШГ2 - для шліфування мармуру і лабрадориту з висотою нерівностей на оброблюваній поверхні від 1 до 2 мм.

Алмазні головки АГШЧ також виготовляються у двох виконаннях: АГШЧ1 – для використання на колінно-важільних верстатах і АГШЧ2 – для застосування на мостових і порталних верстатах з гідравлічною системою притиску інструмента. Головка АГШЧ1 складається з корпусу, еластичної прокладки, проміжного сталевго диска, алмазних елементів і обгороджуючих елементів з утримувачами, напаяними на несучий диск.

Алмазні елементи даних головок виконуються на металевих зв'язках і складаються з порошків синтетичних алмазів марок АС15 або АС32 і зернистістю 315/250 або 250/200 – для грубого шліфування, АС15 зернистістю 100/80 – для середнього шліфування і АСМ зернистістю 40/28 або 28/20 – для чистого шліфування.

Полірувальний інструмент, який використовується на підприємстві, можна розділити на три основні різновиди: повстяні круги, які працюють із поліруючою суспензією, тверді полірувальники з поліруючих матеріалів на зв'язці із синтетичних смол та алмазні головки. Повстяні круги і тверді полірувальники виготовляються силами підприємства, а алмазні головки купляються.

Алмазні полірувальні головки АГП конструктивно подібні з раніше описаними шліфувальними головками АГШЧ. Головка АГП складається зі сталевго корпусу, еластичної матриці із гранульованого пластикату з наклеєними на неї алмазними елементами, диска, еластичної прокладки з губчатої гуми.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 19   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Алмазозносний шар алмазних елементів виготовляється з еластичної каучукової зв'язки Р1 на тканинній основі і порошоків синтетичних алмазів марки АС2 зернистістю від 80/63 до 50/40 або марки АСМ зернистістю від 60/40 до 28/20 (концентрація алмазів – 100%).

### **2.3. Технологія окантовування плит**

Окантовка плит і виробів із граніту на фрезерно-окантувальних верстатах типу АКМ-160. Технологічна схема окантовки включає такі основні операції: підготовка верстату до роботи; укладання плит заготовок на стіл верстата; розмітка плит; виконання подовжнього розкрою; виконання поперечного розкрою; збирання околу і зняття плит зі столу; підготовка до наступного завантаження.

**1. Підготовка верстата до роботи** зводиться до перевірки працездатності його основних вузлів на холостому ході. На цій стадії фрезерувальник перевіряє справність електросхеми, переконається в наявності достатньої кількості мастила в місцях змащення, випробовує гідросхему, перевіряє роботу механізмів переміщення ріжучої головки і мосту. Перевіряється також стан і якість алмазного відрізного диска, правильність його установки на валу.

**II. Укладання плит заготовок на стіл** виконується поштучно, на всю площу столу, користуючись при цьому кран-балкою.

При малих розмірах плит-заготовок виконується їх кріплення дерев'яними планками.

**III. Після укладання плит на стіл оператор робить їх умовну розмітку.** Від правильності розмітки залежить економічність розкрою плит. Як правило, спочатку намічається вирізання більш великих плит, після цього з поверхні, що залишилася, розмічають вирізку більш дрібних плит.

При наявності на плитах-заготовках тріщин, розмітку виконують з врахуванням їх величини і розміщення.

**IV. Для проведення окантувальних робіт необхідно:** включити привід насоса масляної станції; поперемінно включаючи приводи моста і каретки з диском;

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 20   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

підвести інструмент до наміченої першої лінії різку; включити ел.двигун обертання відрізного диска; включити подачу води; виконати поздовжній різ, вибираючи оптимальні режими різання (глибина різку за один прохід не більше 20 мм, швидкість різання  $20 \div 25$  м/сек, швидкість робочої подачі  $0,1 \div 0,5$  м/хв).

Показником нормально обраної швидкості різання є відсутність іскріння диску.

**V. Після виконання останнього** поздовжнього різку відрізний диск виводиться з пропилу, виключається обертання шпинделя.

Стіл повертається на  $90^\circ$  і фіксується. В пази поздовжніх пропилів вставляються дерев'яні клини або планки, що запобігають зсув плит при розкрої.

Виконання операції поперечного розкрою аналогічно поздовжньому розкроєві. Після закінчення останнього різку диск виводиться з пропилу, відключається обертання інструмента і подача води.

**VI. Після розкрою виконується знімання продукції зі столу.** Дрібний окол розміром менше 100 мм (брекчія) складається в спеціальні ящики, більш великий окол (плита неокантована) складається на піддони.

Окантовані вироби знімаються зі столу вручну, при вазі менш 50 кг або за допомогою кран-балки при більшій вазі й укладаються в контейнери, або на піддони.

**VII. Для підготовки до наступного завантаження необхідно ретельно прибрати стіл.** Змести віником дрібний окол і змити водою. При необхідності – прочистити шламові лотки. Перевірити ступінь зношування робочого інструмента. Непридатний до роботи інструмент замінити на новий.

Для окантовки плит використовується фрезерно-окантовувальний верстат АКМ-160.

Швидкість різання для цього верстату

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000}, \quad (2.47)$$

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

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 21   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

$$V = \frac{3,14 \cdot 315 \cdot 1470}{60 \cdot 1000} = 24,2 \text{ м/с} \quad (2.48)$$

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

Таблиця 2.6

**Технічна характеристика мостового фрезерувально-окантовувального верстата АКМ-160.**

|                                                 |          |
|-------------------------------------------------|----------|
| Максимальні розміри оброблюваних заготовок: мм; |          |
| довжина                                         | 3500     |
| ширина                                          | 1800     |
| товщина                                         | 400      |
| Максимальна продуктивність, м <sup>2</sup> /год | 1,3-2    |
| Діаметр алмазних дисків, мм                     | 600-1200 |
| Робоча подача, м/хв                             | 0,1-80   |
| Потужність головного двигуна, кВт               | 30,0     |
| Габаритні розміри верстата, мм                  |          |
| довжина                                         | 6800     |
| ширина                                          | 4600     |
| висота                                          | 2600     |
| Маса, т                                         | 7,3      |

В якості ріжучого інструмента для цих верстатів застосовують алмазний відрізний диск по ТУ – 037 – 179 – 78, що має такі характеристики: зовнішній діаметр диска  $D = 315$  мм; діаметр посадочного отвору  $d = 63$  мм; товщина алмазовміщуючих сегментів  $H = 4,0$  мм; довжина сегмента  $e = 24$  мм; кількість сегментів – 30 шт; відносна концентрація алмазів – 50%; вміст алмазів – 30 карат.

В якості алмазоносного сегменту використовується зв'язка М6-05 і природні алмази А5 зернистістю 500/400.

Середня площа різку при окантовці плит на 1 м<sup>2</sup> полірованої плити.

$$S_c = \frac{S_{\min} + S_{\max}}{2}, \text{ м}^2/\text{м}^2, \quad (2.49)$$

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

$$S_{\min} = \frac{2(L_{\min} + B_{\min}) \cdot e_{\text{пл}}}{L_{\min} B_{\min}} = 0,48 \text{ м}^2/\text{м}^2, \quad (2.50)$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 22   |

де  $L_{min}$ ,  $B_{min}$  – відповідно довжина та ширина плити мінімального розміру;  
 $\epsilon_{пл}$  – товщина плити.

$$S_{min} = \frac{2(0,25 + 0,25) \cdot 0,03}{0,25 \cdot 0,25} = 0,48 \quad \text{м}^2/\text{м}^2 \quad (2.51)$$

$$S_{max} = \frac{2(L_{max} + B_{max \min}) \cdot \epsilon_{пл}}{L_{max} B_{max}} ; \quad (2.52)$$

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

$$S_{max} = \frac{2(3 + 2) \cdot 0,03}{3 \cdot 2} = 0,05 \quad \text{м}^2/\text{м}^2 \quad (2.53)$$

$$S_c = \frac{0,48 + 0,05}{2} = 0,265 \quad \text{м}^2/\text{м}^2 \quad (2.54)$$

Річний об'єм робіт по окантовці:

$$S_p^{ok} = S_2 \cdot S_c, \quad \text{м}^2/\text{рік} \quad (2.55)$$

$$S_p^{ok} = 3939 \cdot 0,265 = 884 \quad \text{м}^2/\text{рік} \quad (2.56)$$

Технологічна продуктивність верстату ЛЛ-30:

$$Q_{tex} = \frac{60 \cdot 30 \cdot 0,15(5 - 1) \cdot 0,96}{1000} = 1,03 \quad \text{м}^2/\text{ГОД} \quad (2.57)$$

Фактична продуктивність верстатів:

$$Q_\phi = Q_{tex} \cdot \kappa_y \cdot \kappa_\phi \quad \text{м}^2/\text{ГОД} \quad (2.58)$$

$\kappa_y = 0,9$ ;  $\kappa_\phi = 0,9$

$$Q_\phi = 1,03 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,83 \quad \text{м}^2/\text{ГОД}. \quad (2.59)$$

Кількість фрезеровально-окантовочних верстатів:

$$N = \frac{S_p^{ok}}{F_2 \cdot Q_{\phi i}} = \frac{884}{4080 \cdot 0,83} \approx 1 \quad \text{верстат}. \quad (2.60)$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 23   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Питомі середні витрати алмазів:

$$q_1^{ok} = 1,5 \text{ карат/м}^2$$

Сумарні витрати алмазів на операцію окантовки за рік для порід І класу%

$$q_{p1}^{ok} = q_1^{ok} \cdot S_p^{ok} = 1,5 \cdot 10584 = 15876 \text{ карат/рік.} \quad (2.61)$$

Витрати води при окантовці:

$$U^{ok} = \frac{D \cdot m}{50}, \text{ л/хв.,} \quad (2.62)$$

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

$m$  – кількість відрізних дисків, 4 шт.

$$U^{ok} = \frac{315 \cdot 4}{50} = 25,2 \text{ л/хв.} = 0,0252 \text{ м}^3/\text{хв.} \quad (2.63)$$

Річні витрати води на окантовку:

$$U_p^{ok} = 60 \cdot F \cdot U^{ok} = 60 \cdot 0,0252 \cdot 4080 = 6169 \text{ м}^3/\text{рік.} \quad (2.64)$$

В якості робочого інструменту на операціях окантовування використовують алмазні відрізні круги. По характеру роботи вони відносяться до периферійного виду інструмента і використовуються головним чином для виробництва різноманітних фрезерувально-окантовувальних робіт.

Алмазні відрізні круги розділяються на дві основні конструктивні групи: з переривчастою робочою крайкою (сегментні) та із суцільною робочою крайкою. Відрізний круг з переривчастою крайкою (сегментний) складається з корпус-диска з радіальними пазами і напаяними на нього алмазними елементами у вигляді сегментів. У центрі корпусу є посадковий отвір, для установки круга на робочий вал верстата. Корпус виконується зі сталі марки 60Г и 65Г або зі сталі марки 9ХФ з наступною термообробкою. Стандарт передбачає випуск відрізних кругів двох виконань: 1 – із широкими міжсегментними пазами (круги загального призначення); 2 – з вузькими міжсегментними пазами (круги для роботи на хрупких матеріалах).

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 24   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Відрізний круг із суцільною робочою крайкою складається зі сталевого диска-корпуса із центральним посадковим отвором і алмазозносним кільцем на периферії корпусу. Алмазозносне кільце виконується на зв'язці М2-01.

#### **2.4. Фрезерування та профілювання**

Отримані шляхом розпилювання гранітні плити (заготовки) укладаються на майданчик для бучардування за допомогою крана, кран-балки або автонавантажувача.

Вимоги до майданчика:

- при розташуванні на вулиці повинен бути горизонтальним, добре освітленим;
- при розташуванні в приміщенні – добре вентильованого, добре освітленого огороженого щитами.

Робочий інструмент : відбійний молоток типу МО-6 або аналогічний бучарди з числом зубів 16, 25, 36 в залежності від необхідної фактури обробки.

Процес обробки: робітник каменетес утримуючи молоток із бучардою на плиті у вертикальному положенні виконує ним зворотно-поступальні рухи до повної вибірки слідів розпилу, одержуючи при цьому рівномірно шорстку поверхню з нерівностями рельєфу до 2 мм.

Робочий тиск повинен бути не менш 5 атм, витрата повітря  $1,2 \div 1,5 \text{ м}^3/\text{хв}$ . Після бучардування, плити автонавантажувачем або кран балкою подаються на фрезерно-окантовочні верстати, де виконується їх розкрій за необхідними розмірами.

Виготовлення елементів архітектурних виробів з природного каменю полягає в профілюванні брусків або плит-заготовок. Технологічне обладнання на підприємстві дозволяє здійснювати просте та складне профілювання.

Простим профілюванням отримують погонажні вироби спрощеного профілю, утворених перетином прямих ліній-різів (кути, фаски підвіконних плит, полички, ребра, ступіні різноманітних архітектурно-будівельних виробів і ін.), або прості

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 25   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

криві або дуги заокруглень, якими є округлення карнізів, плінтусів і ін. Для цих цілей застосовується фрезерувально-окантувальний верстат АКМ-160.

Складним профілюванням отримують вироби складної форми з профілем, утвореним комбінацією декількох простіших елементів або комбінацією різних криволінійних поверхонь (карнизи, плінтуси, фігурні пояски і ін.). Також складним профілюванням отримують вироби з формою тіл обертання, що мають круглий профіль (колони, балясини, циліндричні підставки, вази і ін.) Складне профілювання виконується, верстатом власного виготовлення. Верстат токарного типу з встановленим замість різця шпинделем і відрізним диском.

Характер фрезерування залежить від заданої форми виробу і виду використаного обладнання. При використанні верстата АКМ-160 з поворотною головкою можливим є виконання повздовжніх, поперечних пазів в залежності від орієнтації заготовки на робочому столі. Пази можуть бути прямими вузькими, якщо вони фрезеруються відрізним диском і широкими, якщо для їх виробництва слугує циліндрична фреза. Використовуючи додаткову поворотну ріжучу головку, на верстаті АКМ-160 можна виконувати похилі пази, отримувати ребристий рельєф поверхні. Поворотна головка застосовується також для виробництва фасок. Комбінація основної головки, що виконує вертикальний пропил, і поворотної головки, що виконує горизонтальний пропил, дозволяє здійснювати підрізання уступів, вибірку кутів і полиць. З використанням циліндричних фрез здійснюється обробка заготовок по криволінійному контуру. При цьому робоча головка з інструментом в процесі повздовжньої подачі змінює своє положення за висотою у відповідності з заданим контуром.

## **2.5. Виготовлення складно-профільних виробів**

Прості криволінійні профілі отримують на фрезерно-окантувальних верстатах при використанні в якості робочого інструмента алмазні профілювальні диски периферійного типу. Виконання цієї операції аналогічно фрезеруванню каменя алмазними циліндричними фрезами.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 26   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Проведення декількох технологічних операцій, поступово підводять заготовку до виробу з необхідним профілем. Складнопрофільні вироби з неглибоким профілем виготовляють в наступній послідовності. Вкладені на стіл бруски-заготовки виставляються в один ряд один за одним по всій довжині стола і надійно закріплюються гвинтовими затискачам. Потім розмічають профіль, для чого з торця крайнього (переднього) бруска пензлем з емалевою фарбою проводять смугу по контуру накладеного на торець шаблона. Виконується попередня обробка профіля, що полягає в розрізанні ряда брусків відрізним алмазним диском на початку і кінці профіля, а також в найбільш характерних місцях вигину. При відстані між різами більше 50 мм, різ не повинен доходити до контура на 15-20 мм, при найменшій відстані допускається наближення різа до контура на 5 мм. Надрізана частина бруска сколюється і частково вирівнюється. Завдячуючи цьому об'єм подальшого профілювання шліфовальними колами зводиться до мінімуму, забезпечуючи більш тривалий строк слугування інструмента. Кінцева обробка профіля, заключний процес профілювання, здійснюється абразивним або алмазним профілювальним колом з оберненим рельєфом.

При виготовленні складнопрофільних виробів з глибоким профілем виконуються додаткові операції надрізу алмазним відрізним диском бруска заготовки по контуру найбільш складної частини профіля. Цю операцію виконують в наступному порядку. Спочатку на торець заготовки наносять малюнок профіля, а потім відрізним диском роблять пропили, видаляючи надлишок каменя і наближуючи розріз заготовки до заданого профіля. В місцях підвищеної складності диском виконують надрізи (через 20-30 мм) до наміченої на камені лінії профіля. Після чого надрізану масу каменя сколюють закольником. Подальшу обробку ведуть профілювальним колом, що має зворотній профіль виробу, в результаті чого заготовка отримує необхідний профіль. Шліфування-полірування профільної поверхні здійснюється послідовним набором профілювальних кіл з зменшуваною зернистістю, а потім – полірувальним колом.

При виготовленні виробів циліндричної форми способом обточування підготовлюється заготовка, яка спочатку має прямокутний переріз з припуском по

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 27   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

відношенню до кінцевих розмірів виробу не менше 50-70 мм. З цією метою тесаком (ручним інструментом) вирівнюють торцеві грані заготовки, на яких розмічають центри перетину, після чого по боковим граням заготовки просікають контрольні смуги, які виконують на спеціалізованих токарних верстатах типу ДПП.

Робочим інструментом при обточуванні заготовок є абразивні і алмазні периферійні кола, циліндричні фрези і ін. Оброблювана заготовка затискається в бабках-центрах, після чого їй надають обертання, частота якого вибирається в залежності від форми заготовки і міцності каменю вона. знаходиться в межах 0,5 – 2 об/хв.

При обточуванні заготовки алмазним або абразивним інструментом користуються прийомом врізання, при якому на заготовці що обертається шляхом послідовно поперечних врізань фрезерується серія зімкнутих канавок-пропилів, завдяки чому видаляється надлишок каменю, а заготовка отримує циліндричну форму. При значних припусках заготовки врізання виконується за декілька проходів. Перші проходи виконують не змикаючимися, а відокремленими пропилами, сколюючи потім стінки між ними. Режим роботи інструмента при обточуванні заготовок вибираються в залежності від виду інструмента і міцності каменя.

Шліфування-полірування циліндричної поверхні здійснюється послідовним набором периферійних шліфовальних кіл з зменшуваною зернистістю, а потім – полірувальним колом (в усіх випадках інструменту надається повздовжня подача паралельно осі обертання заготовки).

## 2.6. Заключні операції

Контроль за якістю продукції, що випускається, здійснює ВТК (відділ технічного контролю) підприємства.

Оцінка якості обробленої продукції невід'ємна частина технологічного процесу виготовлення продукції. Оцінка якості обробленої продукції проводиться

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 28   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

згідно вимог які наведені в цій главі згідно державного стандарту України ДСТУ Б В.27-37-95, ДСТУ Б В.2.7-59-97, ДСТУ 23342, ДСТУ 6666-81, ДСТУ 23663.

Плити і вироби повинні виготовлятися відповідно до вимог стандарту за технологічними регламентами, а вироби також за кресленнями, що затвердженні в установленному порядку.

Профільні вироби (колони, бази колон, карнізи, деталі столів та камінів, плінтусів, парапети криволінійні, кулі, балесини, тощо) виготовляються за індивідуальними замовленнями. Плити та пилені вироби із каменю всіх порід потрібно обрізати на всю товщину. Фактури лицьової поверхні плит і виробів, залежать від способу оброблення, повинні відповідати зазначеним вимогам:

- полірована – із дзеркальним блиском, чітким відображенням предметів, без слідів оброблювання попередньої операції;
- гладка матова (лощення) – без слідів оброблення попередньої операції із повним виявленням рисунку каменя;
- шліфувана – рівномірно шорстка зі слідами оброблення одержаними тільки при шліфуванні, з висотою нерівностей рельєфу до 0,5 мм;
- пиляна – нерівномірно шорстка з висотою нерівностей рельєфу до 2 мм.

Плити і пилені вироби з полірованою і гладкою матовою фактурою, залежно від якості лицьової поверхні, поділяють на перший та другий класи. Плити пилені і вироби першого класу не повинні мати на лицьовій поверхні видимих пошкоджень.

Грані виробів повинні оброблюватися під фактуру з висотою нерівномірного рельєфу не більше 3 мм. Тильна сторона усіх плит та виробів повинна бути чистою (без слідів забруднюючих плям та іржі). Вироби не повинні мати тріщин. На лицьовій поверхні продукції допускаються прожилки та смуги, якщо вони не погіршують її декоративної властивості.

Плити всіх фактур і вироби полірованої, гладкої матової та шліфованої фактур упаковують в ящики піддони у вертикальному положенні не більше 2 рядів по висоті лицевими поверхнями одна до одної. Допускається класти між лицевими поверхнями полірованих та виробів паперові або дерев'яні прокладки і стружку.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 29   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

**Правила приймання.** Плити і вироби повинні бути прийняті відділом технічного контролю підприємства-виробника. Плити і вироби приймають партіями. Партією вважають плити чи вироби одного типу, що виготовлені із гірської породи одного найменування і однієї фактури лицьової поверхні протягом доби. Для перевірки відповідної якості продукції вимогам цього стандарту проводять приймальний контроль. При приймальному контролі продукції визначають геометричні розміри і форму.

**Методи контролю.** Показники фізико-механічних властивостей породи для плит оцінюють відповідно до документа про якість блоків згідно з ГОСТ 9479. Для визначення геометричних розмірів, відхилень від площинності і якості лицьової поверхні застосовують:

- металеву лінійку завдовжки 1 м за ГОСТ 8026, ГОСТ 427;
- рулетку за ГОСТ 7502, що забезпечує вимірювання з похибкою 1 мм;
- косинець металевий з кутом 90° за ГОСТ 3749;
- щуп за ТУ 2-034-225.

Довжину і ширину вимірюють по двох протилежних ребрах лицьової поверхні, товщину по двох діагональних розміщених кутах. Оцінюють відхилення від номінальних розмірів по кожному результату вимірювань. Відхилення від прямого кута плит чи виробів визначають по двом діагонально розміщеним кутам. Результат перераховують на 1 м довжини грані і оцінюють для кожного кута окремо. Для визначення відхилення від площинності лицьової поверхні кладуть сталю лінійку по периметру і діагоналях плити, вимірюють при допомозі щупу просвіт, створений поверхнею плити та лінійкою. Результатом виміру рахують значення найбільшого просвіту. Фактуру лицьової поверхні плит і виробів оцінюють візуально.

**Транспортування, пакування і зберігання.** Плити і вироби транспортують автомобільним транспортом у відповідності з діючими на ці види транспорту правилами завантаження, кріплення та транспортування вантажів, затверджені у встановленому порядку. Тара повинна бути придатна для механізованого завантаження та розвантаження. При завантаженні, розвантаженні і

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 30   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

транспортуванні плит повинні бути прийняті “Заходи по запобіганню забрудненню та пошкодженню плит”.

Плити зберігають (на підприємстві-виробнику, у замовника) під навісом чи на відкритих майданчиках, що забезпечують відвід води і запобігають пошкодженню та забрудненню плит. При зберіганні на складах без тари плити повинні бути встановлені на дерев'яних прокладках у вертикальному положенні лицевими поверхнями одна до одної. Між полірованими плитами та виробами кладуть паперові чи дерев'яні прокладки або стружку.

## **2.7. Експлуатація та ремонт обладнання**

У процесі експлуатації каменеобробного інструменту необхідний систематичний контроль за його роботою. Мета контролю – оцінка стану інструменту, що дозволяє судити про правильність вибору режимів розпилювання і про відповідність інструменту до виду оброблюваного каменю, співставити фактичне зношення інструменту з нормованими показниками, здійснювати своєчасне заточування ріжучих елементів. У ряді випадків контроль за роботою каменеобробного інструменту дозволяє запобігти його поломці, а іноді і уникнути аварії на верстаті.

У виробничих умовах оцінку стану інструменту здійснюють двома взаємно доповнюючими методами: непрямым (визначаючи працездатність інструменту по швидкості робочої подачі, якості розпилу) і безпосереднім (оцінюючи зовнішній вигляд інструменту, ступінь його зносу).

Непрямым методом оцінки стану робочого інструменту по суті користуються постійно протягом всього процесу розпилювання. Розпилювальник каменю, постійно контролює швидкість робочої подачі (по тахогенератору або іншому виду індикаторів) і потужність, що витрачається на розпилювання (по ватметру або амперметру), що дає своєчасно знайти відхилення цих показників від їх нормальних (заданих) значень, встановити причину відхилень і вжити відповідні заходи. Так, зниження швидкості робочої подачі і зростання енергоємності процесу

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 31   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

розпилювання свідчать про втрату інструментом ріжучої здатності через затуплення (засалювання) робочих елементів. Іншим результатом затуплення ріжучих елементів – різке погіршення якості поверхні розпилу, поява на ній глибоких запилів, сходинок, борозен і інших видів неплоскості. Часто результатом затуплення інструменту є ввід пил, що приводить до браку розпилювання у вигляді клиновидності плит-заготовок тощо.

До числа безпосередніх методів оцінки стану робочого інструменту відносять візуальний контроль його зовнішнього вигляду, вимірювання зносу, спеціальний контроль різноманітними вимірювальними засобами.

На робочій поверхні алмазних елементів каменеобробного інструменту допускаються не більше трьох викришувань і раковини довжиною і шириною 0,5 мм. Не повинно бути викривлень, тріщин. На поверхні абразивного інструменту не допускається наявність тріщин, а кількість викришувань і раковин, що мають глибину і ширину до 2 мм, не повинні бути більше п'яти. Контроль бічних поверхонь корпусу (викривлення і т.п.) алмазних пил проводиться щупом і контрольним шаблоном. У сегментних дискових пил і відрізнних кругів відхилення від площини не повинне перевищувати при діаметрі від 250 до 400 мм – 0,1 мм; понад 400 до 800 мм – 0,2 мм; 975, 1000 мм – 0,3 мм; 1100, 1250 мм – 0,4 мм.

Для контролю якості робочого інструменту в процесі його експлуатації і виконання розрахунку питомої витрати інструменту, щоб зіставити цей показник з нормативним, проводиться вимірювання зношення робочого інструменту. Питому витрату алмазу виражають в одиницях маси, віднесеної на одиницю поверхні розпила, але у виробничих умовах значно простіше оцінювати зношення лінійних розмірів алмазного інструменту, по якому згодом можна зробити перерахунок на масу. Вимірювання зношення лінійних розмірів інструменту є домінуючим.

Для вимірювання зношення лінійних розмірів каменеобробного інструменту використовують багато вимірювальних засобів, з яких найпоширенішими є штангенінструменти, мікрометричні прилади і індикаторні інструменти.

Потрібно мати на увазі, що перевищення значень биття пили, що допускаються, неминуче веде до зниження експлуатаційних характеристик

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 32   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

верстата, підвищує енергоємність і питому витрату алмазів. Допустимі радіальні і торцеві значення биття дискових пил вказують в паспортах, які додаються до пил.

Причинами радіального биття є погане регулювання шпиндельної головки по відношенню до руху різання, осьовий зазор в роликах (колесах) робочого столу (візка) та погано виставлені рейки, або мало зафіксовані колеса візка. Потрібно упевнитися, що стіл твердо стоїть на колесах. Рейки з дефектами, є також причиною дефектів різання. У разі великої непаралельності потрібно перевірити стан рейок.

Щомісячне технічне обслуговування виконується до початку, під час або після робочої зміни. Воно передбачає систематичне спостереження за станом верстата, Виконання вимог інструкції заводу або фірми – виробника по його експлуатації усунення дрібних несправностей, регулювання механізмів, змащування частин, що підлягають дії тертя і здачу зміни.

Щомісячне технічне обслуговування проводиться на протязі робочої зміни відповідно фрезерувальником або шліфувальником – полірувальником, за яким закріплено верстат. Технічне обслуговування виконується в плановому порядку через певну, встановлену заводом-виробником кількістю годин напрацювання верстата. Воно включає в себе роботи, передбачені щомісячним технічним обслуговуванням, а також регулювання основних механізмів верстата, заміну несправних ущільнень, пасків, дрібних деталей і ін. Технічне обслуговування здійснюється в позазмінний час або у вихідні дні.

Порушена працездатність верстата відновлюється в процесі планового ремонту, що поділяється на текучий і капітальний.

Текучий ремонт забезпечує гарантовану працездатність верстата до чергового планового ремонту, шляхом відновлення і заміни окремих збірних одиниць (вузлів) і деталей в об'ємі, що залежить від технічного стану верстата.

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

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 33   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Для забезпечення планово-попереджувального технічного обслуговування і ремонту верстатів на підприємстві розроблені плани технічного обслуговування і ремонту, організаційно-технічних заходів, що забезпечують своєчасне виконання робіт по технічному обслуговуванні і ремонту в встановлені планом строки при мінімальних трудових і матеріальних затратах. На підприємстві організована реєстрування напрацювання верстатів і контролю за виконанням планів технічного обслуговування і ремонту.

Річний план визначає число планових технічних обслуговувань і ремонтів для кожного верстата.

На його основі розраховується необхідність в матеріальних і трудових ресурсах.

В місячному плані-графіку, який затверджується головним інженером (або головним механіком) підприємства вказується дата зупинки кожного верстата на технічне обслуговування, текучий або капітальний ремонт і тривалість його простоювання в днях.

При текучому ремонті ремонтують або заміняють деталі, зношені за міжремонтний або кратний йому періоди, і регулюють верстат, забезпечуючи його нормальну роботу до чергового планового ремонту. При капітальному ремонті верстат повністю розбирають, ремонтують або заміняють зношені деталі та вузли, включаючи базові, відновлюють його точність, потужність і продуктивність.

## **2.8. Транспорт підприємства**

Транспортування блоків зі складу сировини у відділення каменерозпилювання здійснюється за допомогою автонавантажувачем 4014 на рейкових візках, що завантажуються цим навантажувачем.

Кількість візків прийнята з розрахунку забезпечення кожного верстата одним візком. Загальна кількість візків складає 3 шт. Для переміщення ставок до приймаючих рейок каменерозпилюваних верстатів та транспортування плит

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 34   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

заготовок у відділення шліфування полірування здійснюється при використанні автотранспорту.

Для переміщення візків використовуються електричні лебідки з тяговим зусиллям 3т і швидкістю переміщення 12–15 м/хв.

Транспортування плит-заготовок з відділення шліфування-полірування у фрезерно-окантувальне відділення каменеобробного цеха здійснюється автотранспортом 4014, вантажопідйомність якого 5т.

Транспортування готових виробів на склад готової продукції також здійснюється автотранспортом 4014. Загальна кількість усіх автотранспорту 1 шт. Також автотранспорт використовується в якості міжопераційного транспорту, у зв'язку з відсутністю підйомного обладнання, в цехах обробки каменю.

Транспортування сировини (блоків) та основних технологічних матеріалів виконується автомобільним транспортом. З автотранспорту, що забезпечує перевезення, підприємство має автомобілі: самоскид КрАЗ-256. Технічні характеристики автотранспорту 4014 наведено у табл. 2.7.

Довжина транспортування становитиме близько 60 м. Тривалість циклу роботи крана визначається як:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{см}} + 2t_{\text{н}} + t_{\text{роз}} = 2 + 2 \cdot 0,54 + 0,5 = 3,58 \text{ хв} \quad (2.65)$$

де  $t_{\text{см}}$  – час завантаження, 2 хв;

$t_{\text{н}}$  – час транспортування

$t_{\text{роз}}$  – час на розвантаження, 0,5 хв

Експлуатаційна продуктивність:

$$P_{\text{е.г}} = Q \frac{60}{T_{\text{ц}}} k_{\text{ен}} \cdot k_{\text{с}} = 5 \cdot \frac{60}{3,58} \cdot 0,7 \cdot 0,7 = 41,1 \text{ т/год} \quad (2.66)$$

де  $k_{\text{ен}}$  – коефіцієнт використання вантажопідйомності навантажувача;

$k_{\text{с}}$  – коефіцієнт використання навантажувача в часі.

Змінна продуктивність:

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 35   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

$$P_{зм} = P_{e.г} \cdot t_{зм} = 41,1 \cdot 8 = 328,8 \text{ т/зміна} = 117 \text{ м}^3/\text{зміна} \quad (2.67)$$

Отже, одного навантажувача 4014 достатньо для потреб підприємства.

Таблиця 2.7

### Технічні характеристики автонавантажувача 4014

| Показник                                                                             | Значення             |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Двигун                                                                               | ГАЗ 52-04            |
| Потужність, кВт                                                                      | 57,4                 |
| Вантажопіжність, кг                                                                  | 5000                 |
| Висота підйому, мм                                                                   | 3300                 |
| Висота по підйомнику при опущених вилах, мм                                          | 2650                 |
| База, мм                                                                             | 2300                 |
| Найменший дорожній просвіт, мм                                                       | 200                  |
| Габаритні розміри, мм                                                                |                      |
| - довжина без робочого пристрою                                                      | 3900                 |
| - довжина з робочим пристроєм (вилами)                                               | 5100                 |
| - ширина                                                                             | 3500                 |
| Радіус повороту зовнішній, мм                                                        | 3550 <sup>+100</sup> |
| Максимальна швидкість руху без вантажа, км/год                                       | 28                   |
| Коробка передач                                                                      | Механічна            |
| Кермо                                                                                | з гідропідсилювачем  |
| Маса спорядженого автонавантажувача, кг                                              | 6300                 |
| Відстань центра маси вантажа від передніх вертикальних стінок вилкових підхватів, мм | 600                  |
| Вільний підйом каретки, мм                                                           | 260                  |
| Швидкість підйому з вантажем та без, м/с                                             | 0,45±0,05            |
| Висота підйому гака стріли від ґрунта, мм                                            | 4315                 |
| Шини:                                                                                |                      |
| - передні колеса                                                                     | 240-508 (8,25-20)    |
| - задні колеса                                                                       | 240-381 (8,25-15)    |

Час роботи навантажувача в рік, із урахуванням 4 ділянок транспортування, становитиме

$$T_p = N_o \frac{Q_{рік} \cdot \gamma}{P_{e.г}} = 4 \frac{289 \cdot 2,8}{41,1} = 78,8 \text{ год/рік} \quad (2.68)$$

Якщо виключити одну ділянку транспортування, то час роботи навантажувача скоротиться на  $78,8 / 4 = 19,7$  годин у рік.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 36   |

За технологічними нормами проектування, витрати пального для навантажувача становлять 5,1 т на 1000 годин роботи. Тоді необхідна річна кількість пального для роботи навантажувача на одній ділянці, становитиме

$$V_n = \frac{1,3 \cdot 5100 \cdot 19,7}{1000 \cdot 0,75} = 174 \text{ л/рік} \quad (2.69)$$

## 2.9. Водопостачання і шламове господарство

В якості джерел водопостачання на підприємстві використовують мережу водоканалу. Система водозабезпечення місцева, тупикова, прямоточна. На мережі встановлюють колодязі зі збірних залізобетонних кіл.

Витрати води на господарсько-побутові потреби становлять 0,5 м<sup>3</sup>/змін. Скидання стічних вод передбачено у двокамерний септик з наступним скиданням їх в місце узгоджене з санітарно-епідемічною службою. Зовнішні водопровідні мережі виконані із сталевих труб.

Підключення технічної води до верстатів здійснюється гнучкими гумовими шлангами високого тиску. Система водопостачання, що включає в себе гідротранспорт шламу, є зворотною з поверненням води з відстійників на виробництво.

Гідротранспорт на підприємстві ПП «Губернатор» від технологічного обладнання до відстійника здійснюється самотічним методом по лотках, які прокладені під підлогою цеха в магістральних каналах.

Після відстоювання очищена вода насосною станцією продуктивністю 8 м<sup>3</sup>/год подається у водозбірник, який розташований на даху цеху, а після цього під тиском подається до кожного технологічного обладнання.

Промислові стоки проходять одноступеневу механічну очистку у відстійниках і знову подаються в технологічну систему.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 37   |

Довжина відстійника складає:

$$L = \frac{k \cdot V \cdot h_{осв}}{\gamma} = \frac{1,5 \cdot 0,000393 \cdot 2}{0,0003} = 3,93 \approx 4 \text{ м} \quad (2.70)$$

де  $k=1,5$  – попаравочний коефіцієнт;

$V$  - швидкість течії у відстійнику, м/с

$\gamma=0,0003$  м/с – гідравлічна крупність часток.

Приймається з врахуванням вимог до якості зворотної технічної води:

$$V = \frac{Q}{3600 \cdot B_o \cdot h_{осв}} = \frac{7,08}{3600 \cdot 2,5 \cdot 2} = 0,000393 \text{ м / с} \quad (2.71)$$

де  $B_o = 3$  м – ширина активної зони освітлення;

$Q$  – надходження води у відстійник, м<sup>3</sup>/год;

$h_{осв} = 2$  м – глибина води в зоні освітлення.

Приймаємо два відстійники розміром  $4 \times 2,5 \times 3$  м.

Для обробки каменю повинні бути витримані норми по масі зворотної води, мг/л: розпилювання – 500-1500; окантовування – 500; шліфування – полірування – 300. Механічне очищення технічної води до вказаних концентрацій досягається конструктивним рішенням відстійника, а також швидкістю течії води в ньому.

Цей відстійник використовують також в якості протипожежної водойми. Об'єм сухого шламу на підприємстві становить: після операції шліфування-полірування  $V_{ш.п.}=9,2$  м<sup>3</sup>/рік. Після операції окантовування, враховуючи ширину пропилю  $B=3,5$  мм та загальну площу різів  $S= 345,6$  м<sup>2</sup>/рік:

$$V_{окан} = SB = 345,6 \cdot 0,0035 = 1,1 \text{ м}^3/\text{рік}. \quad (2.72)$$

Після операції розпилю, враховуючи ширину пропилю  $B=9,5$  мм, та теоретично можливу кількість плит  $S= 2875$  м<sup>2</sup>/рік:

$$V_{розп} = SB = 2875 \cdot 0,0095 = 27,3 \text{ м}^3/\text{рік}. \quad (2.73)$$

Річний об'єм всього сухого шламу становить:

$$V = V_{ш.п.} + V_{окан.} + V_{роз} = 9,2 + 1,1 + 27,3 = 37,6 \text{ м}^3/\text{рік}. \quad (2.74)$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 38   |

## 2.10. Електропостачання

Електрозабезпечення підприємства здійснюється від окремо розташованої підстанції ТП-209 потужністю 250 кВА, напругою 10/0,4 кВ. Напруга електросилових мереж – 380 В. Мережі виконані з дротів марки АПВ-0,66 кВ та кабелями марки ААШВ-1кВ, АНРГ і АВВГ-0,66 кВ. Запобіжники та автоматичні вимикачі влаштовуються в розподільчих шафах типу ШРС 1-5893 на 8 трьохфазних груп напругою на 500 В. Магнітні пускачі та автомагнітні вимикачі монтуються в спеціальних шафах ШУ-1, ШУ-2 та ЯРП-11 та частково з кнопками управління на станинах механізмів. Дроти проводяться в сталевих тонкостінних металевих рукавах і в асбестоцементних трубах. Пускові кнопки монтуються на станинах машин та пунктах керування.

Живлення трансформаторної підстанції забезпечується від РП КЛ – 10 кВ.

Від ТП-209 каменеобробний цех живиться за допомогою кабелю 0,4 кВ, який прокладений на глибині 0,8 м від поверхні землі в траншеї з покриттям цільною глиняною цегою.

Живильні кабелі в середині будівель прокладаються в асбестоцементних трубах діаметром 100 мм.

В цеху передбачено внутрішнє освітлення. В складі внутрішнього освітлення передбачене робоче та чергове, а також ремонтне живлення напругою 36 В.

Напруга освітлювальної мережі 380-220 В, напруга в лампах-220 В. Електроосвітлювальні та розподільчі пункти прийняті типу ОШВ-6 на шість однофазних груп з автоматичними вимикачами типу А3161/15.

Освітлення здійснюється фазною напругою 220 В люмінесцентними лампами та лампами розжарювання. Освітлення розпилювального верстата здійснюється дросельно-ртутними лампами ДРЛ-400. Фрезерувально-окантовочні та шліфувально-поліровальні верстати освітлюють лампами ДРЛ-750. Територія підприємства освітлюється лампами ДРЛ-250. В адміністративних приміщеннях використовуються лампи розжарювання та люмінесцентні лампи ЛБ-40, ЛБ-80.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 39   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Внутрішні живильні та розподільчі мережі виконані кабелем прокладеним по будівельних конструкціях на скобах, по кабельним конструкціям, на тросі, в металевих трубах та металевих рукавах.

Групові лінії електроосвітлення виконані кабелем, який прокладений по будівельним конструкціям на дужках, а також проводом, який прокладений приховано під штукатуркою.

Освітленість приміщень прийнята згідно „СНіП II-4-79 Природне та штучне освітлення: норми проектування”. Розрахунок штучного освітлення каменеобробного цеху наведено у розділі 12 „Охорона праці”.

Над входами в будівлю встановлені зовнішні світильники. Вибір типів світильників – згідно умов навколишнього середовища.

Для захисту електричних мереж і установок у всіх випадках необхідно використовувати запобіжники.

Плавкі запобіжник – найпростіші для захисту електроустановок від великих перевантажень і коротких замикань.

Для забезпечення безпечної, безаварійної і високопродуктивної праці електропостачального обладнання необхідно поряд з досконалим їх вивченням так організовувати їх експлуатацію, щоб виключити всяку можливість помилок з боку обслуговуючого персоналу.

Усі електромонтажні роботи виконуються згідно вимог ПУЕ-2013, СНіП 3.05.06, ДБН В.2.2-12-2003, експлуатацію електроустановок здійснювати згідно вимог „Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів”.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.02.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 40   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## РОЗДІЛ 3

### Охорона праці

#### 3.1. Аналіз умов праці

На каменеобробному підприємстві оброблюють плити з високоміцних порід каменю (граніт, габро, лабрадорит). Тому технологічні процеси обробки природного каменю є типовими для підприємств такого типу: розпилювання на сляби, фактурна обробка слябів (шліфування, полірування), окантування по заданим розмірам. Процеси розпилювання, окантування та шліфування супроводжуються вологим знепилюванням. Підприємство виготовляє деталі з термообробленою фактурою, що вимагає проведення додаткових заходів охорони праці. Додатковим джерелом небезпеки є між операційний транспорт – автотранспортувач 40814 при забезпеченні ділянки фактурної обробки змушений заїжджати у приміщення цеху.

Організація робочих місць забезпечує безпеку праці робітників на всіх етапах виконання робіт, однак, під час виконання технологічних операцій, враховуються такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори як розлітання осколків оброблювальних матеріалів, підвищений або понижений рівень температури та вологості повітря, ураження електричним струмом та ін.

В робочій зоні розпилювання блоків, окантовування, шліфування і полірування плит і виробів характеризується наступними санітарно-гігієнічними умовами:

- відносна вологість не вище 85 %;
- швидкість руху повітря не більше 0,3 м/с;

|                  |             |                        |               |             |                                                          |             |                |
|------------------|-------------|------------------------|---------------|-------------|----------------------------------------------------------|-------------|----------------|
|                  |             |                        |               |             | <i>РРКК.ДР22.23.03.ПЗ</i>                                |             |                |
|                  |             |                        |               |             |                                                          |             |                |
| <i>Змн.</i>      | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i>        | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | РОЗДІЛ 3<br>Охорона праці                                |             |                |
| <i>Студент</i>   |             | <i>Молоствов О.О.</i>  |               |             |                                                          |             |                |
| <i>Керівник</i>  |             | <i>Остафійчук Н.М.</i> |               |             |                                                          |             |                |
| <i>К. розд.</i>  |             | <i>Остафійчук Н.М.</i> |               |             |                                                          |             |                |
| <i>Н. контр.</i> |             | <i>Башинський С.І.</i> |               |             |                                                          |             |                |
| <i>Зав. каф.</i> |             | <i>Башинський С.І.</i> |               |             |                                                          |             |                |
|                  |             |                        |               |             | <i>Літ.</i>                                              | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> |
|                  |             |                        |               |             |                                                          | 1           | 9              |
|                  |             |                        |               |             | «Житомирська політехніка»<br>184 «Гірництво», гр.ЗРР-19к |             |                |

- температура в холодний період року в межах 18-22 °С, а в теплий період – не більше 30° С;
- рівень звуку в цеху не перевищує 80 дБА;
- рівень вібрації не перевищує 90 дБ.
- сумарна питома активність природних радіонуклідів в плитах і виробках з природного каменю відповідає стандартам.

Природне і штучне освітлення на території підприємства, у виробничих і допоміжних будівлях відповідає вимогам СНиП П-4. Освітленість (в люксах) робочих місць становить не менше як: розпилювача 200, фрезерувальника-окантовувальника 300, шліфувальника-полірувальника 500. Категорія зорових робіт середньої точності (IV-б).

Всі каменеобробні роботи – розпилювання блоку на плити, фрезерування та шліфування-полірування супроводжуються значним пилоутворенням. Кількість пилу в міліграмах в 1 м<sup>3</sup> повітря у відповідності до «Санітарних норм проектування промислових підприємств» під час роботи машин має бути не більша за такі значення: пил, що складається більш ніж з 70% вільного двоокису кремнію в його кристалічній модифікації – 1мг/м<sup>3</sup>; пил, що складається з 10-70% вільного двоокису кремнію – 2мг/м<sup>3</sup>.

Повітря в робочій зоні і вміст в ньому шкідливих речовин не відповідає вимогам ГОСТ 12.1.005. Вміст пилу в повітрі робочої зони, при наявності SiO<sub>2</sub> в ньому від 10 до 70 %, перевищує 2 мг/м<sup>3</sup>.

Опалення приміщення цеху не передбачається у зв'язку з сезонністю роботи підприємства. Вентиляція приміщення цеху виконується з однократним повітрообміном за годину. Приплив повітря не організований – він здійснюється через нещільності на вікнах та воротах. Витяжка повітря здійснюється витяжними системами, що встановлюються в стінах будівлі.

Професії розпилювальник каменю, фрезерувальник-окантовувальник каменю, полірувальник каменю відносяться до шкідливих, а також до робіт з підвищеною небезпекою. Для роботи вище перерахованих професій допускаються особи не молодші 18 років.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.03.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 2    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

До потенційних джерел травматизму відносять: всі обертаючі, відкриті вузли та деталі верстатів, ураження електричним струмом та вантажопідйомні операції кам'яної продукції.

Проходи, проїзди, складські зони і робочі місця в темний час доби освітлюються. Робота в неосвітлених місцях не ведеться, а доступ у них людей закритий. Ширина проходів в цехах не є меншою: для магістральних проходів 1,5 м, для проходів між обладнанням 1,2 м, для проходів між стінками виробничих приміщень і обладнанням 1 м.

Клас приміщень щодо безпеки ураження електричним струмом ПН (з підвищеною безпекою), категорія виробництва з пожежної безпеки Д (виробництво із речовинами у негорючому і холодному стані).

Все технологічне обладнання потребує занулення відповідно до вимог «Правил влаштування електроустановок» (ПУЕ) та ГОСТ 12.1.030. По надійності електропостачання споживачі цеху та адміністративно-побутового корпусу відносяться до III категорії.

### ***3.2. Інженерно-технічні заходи задля підвищення безпеки***

На підприємстві всього працює 25 штатних працівників. У тому числі дві жінки, але вони не задіяні у важкому виробництві та числяться серед допоміжного та малого обслуговуючого персоналу.

Згідно з Законом України «Про охорону праці» служба охорони праці створена власником підприємством і спрямована на виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям в процесі праці.

Служба охорони праці вирішує завдання: забезпечення безпеки виробничих процесів, устаткування, будівель і споруд; забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту; професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, пропаганди безпечних методів

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.03.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 3    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

праці; вибору оптимальних режимів праці і відпочинку працівників; професійного добору виконавців для визначених видів робіт.

Служба охорони праці входить до структури підприємства, як одна з основних виробничо-технічних служб.

Служба охорони праці на підприємстві складається з одного спеціаліста за сумісництвом в особі головного інженера, який має вищу освіту та стаж роботи за профілем виробництва більше 3 років.

На підставі Типового положення з урахуванням специфіки виробництва опрацьовуються та затверджуються власниками Положення про службу охорони праці підприємства.

Працівники служби охорони праці у своїй діяльності керуються законодавством про працю, міжгалузевими і галузевими нормативними актами з охорони праці і Положенням про службу охорони праці.

Працівники служби охорони праці мають право видавати керівникам установ, підприємств, організацій та їх структурних підрозділів обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків.

Припис спеціаліста з охорони праці, у тому числі про зупинення робіт, може скасувати в письмовій формі лише посадова особа, якій підпорядкована служба охорони праці.

За своїм посадовим становищем та умови оплати праці керівник служби охорони праці прирівнюється до керівників основних виробничо-технічних служб підприємства.

Служба охорони праці виконує такі основні функції: опрацьовує ефективну цілісну систему управління охороною праці, сприяє удосконаленню діяльності у цьому напрямку кожного структурного підрозділу і кожної посадової особи; проводить оперативно-методичне керівництво роботою з охорони праці; складає разом зі структурними підрозділами підприємства комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища (підвищення існуючого рівня охорони праці, якщо встановлені норми

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.03.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 4    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

досягнуті), а також розділ «Охорона праці» у колективному договорі, проводить для працівників увідний інструктаж з питань охорони праці.

Організовує: забезпечення працівників правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями та іншими нормативними актами з охорони праці; паспортизацію цехів, діляниць, робочих місць щодо відповідності їх вимогам охорони праці; облік, аналіз нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, а також шкоди від цих подій; підготовку статистичних звітів підприємства з питань охорони праці; розробку перспективних та поточних планів роботи підприємства щодо створення безпечних та нешкідливих умов праці; допомогу комісії з питань охорони праці підприємства спрацюванні необхідних матеріалів та реалізації її рекомендацій; підвищення кваліфікації і перевірку знань посадових осіб з питань охорони праці.

Служба охорони праці бере участь у: розслідуванні нещасних випадків та аварій; формуванні фонду охорони праці підприємства і розподілі його коштів; роботі комісії з питань охорони праці підприємства; роботі комісії по введенню в дію закінчених будівництвом, реконструкцією або технічним переозброєнням об'єктів виробничого та соціального призначення, відремонтованого або модернізованого устаткування; розробці положень, інструкцій, інших нормативних актів про охорону праці, що діють в межах підприємства; роботі постійно діючої комісії з питань атестації робочих місць за умовами праці.

Служба охорони праці контролює: дотримання чинного законодавства, міжгалузевих, галузевих та інших нормативних актів, виконання працівниками посадових інструкцій з питань охорони праці; виконання приписів органів державного нагляду, пропозицій та подань уповноважених трудових колективів і профспілок з питань охорони праці, використання за призначенням коштів фонду охорони праці; відповідність нормативним актам про охорону праці машин, механізмів, устаткування, транспортних засобів, технологічних процесів, засобів проти аварійного, колективного та індивідуального захисту працюючих; наявність технологічної документації на робочих місцях.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.03.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 5    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

### 3.3. Заходи електробезпеки

Електробезпека забезпечується самою конструкцією електрообладнання, а також організаційними і технічними заходами захисту. Вимоги електробезпеки до конструкції виробничого обладнання відповідають вказаним в «Правилах будови електроустаткування» (ПУЕ).

Підвищена увага приділяється якості ізоляції і контролю її стану, а також заходам захисту від ураження струмом у випадку переходу напруги на неструмоведучі частини корпусів, передусім внаслідок пошкодження (недопустимого зниження опору) ізоляції. Як основний захід захисту працівників від ураження електричним струмом вибираємо занулення.

Крім того, передбачаємо виконання наступних заходів електробезпеки: струмоведучі частини апаратури закриті захисними кожухами, а провідники та кабелі живлення підведені безпосередньо до ввідного вимикача; індивідуальні кола живлення засобів автоматизації, керування, сигналізації монтуються з підведенням до відповідних вимикачів і запобіжників, обминаючи зборки затискачів щита; прокладка проводів жмутами виконана з дотриманням наступних вимог: жмути проводів прокладені горизонтально і без перехрещень.

Таким чином, розроблений комплекс заходів електробезпеки забезпечить безпечну експлуатацію виробничого обладнання і дозволить запобігти виникненню виробничого травматизму.

### 3.4. Заходи пожежобезпеки

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

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.03.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 6    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

приміщень, улаштуванні комунікацій, порушення правил користування відкритим вогнем.

Для запобігання пожежам і їх гасіння передбачаються організаційні, технічні, тактико-профілактичні, будівельно-конструкторські та інші заходи, за яких повністю виключається можливість виникнення іскор і полум'я та контакту нагрітих деталей устаткування з горючими матеріалами.

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

Заходи режимного характеру – це заборона куріння, запалювання вогню, правильне зберігання промаслених ганчірок, постійний контроль за зберіганням матеріалів, що можуть samozagorjatsya та ін.

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

На території підприємства встановлений пожежний щит, який укомплектований ящиком з піском вмістом, полотном із негорючого теплоізоляційного матеріалу (азбесту) розміром 2×2 м, лопатами, сокирами, вогнегасником, відрами.

### ***3.5. Охорона навколишнього середовища***

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

Одним з найважливіших заходів по раціональному використанню і охороні водних ресурсів – нормування водовикористання і скиду стічних вод.

Збільшені норми водовикористання і водовідведення для каменеобробного підприємства наведені в табл. 3.1.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.03.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 7    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Таблиця 3.1

### Збільшені норми водовикористання і водовідведення для каменеобробного підприємства

| Показник                                                                              | Підприємство на     |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
|                                                                                       | 1000 м <sup>2</sup> | 5000 м <sup>2</sup> |
| Система водопостачання                                                                | оборотна            |                     |
| Середньорічна витрата води, м <sup>3</sup> : оборотної, яку послідовно використовують | 5400                | 29700               |
| Свіжої з джерела                                                                      | 95                  | 4725                |
| У тому числі:                                                                         |                     |                     |
| технічної                                                                             | 70                  | 3550                |
| питної для виробничих цілей                                                           | 15                  | 825                 |
| те ж, для господарчо-побутових потреб                                                 | 10                  | 550                 |
| Середньорічна кількість стічних вод, м <sup>3</sup> , що випускаються у водойму       | 20                  | 1100                |
| В тому числі, що потребують очищення:                                                 |                     |                     |
| виробничі                                                                             | 2                   | 120                 |
| побутові                                                                              | 10                  | 550                 |
| Такі, що не потребують очищення                                                       | 8                   | 440                 |
| Безповоротне користування і витрати води                                              | 75                  | 4125                |

Стічні води після миття машин, зарядної і РММ підлягають механічному очищенню і скиданню в каналізацію господарчо-побутових стоків. Тому перед випуском до каналізаційної мережі стічні води проходять через брудовідстійник з бензомастиловловлювачем.

Виробничі і стічні води характеризуються кількістю і фізико-хімічними властивостями (зважених) і розширених речовин, твердістю (властивістю, обумовленою присутністю в воді розчинних солей кальцію і магнію), лужністю, кислотністю, запахом, кольором. Показники якості води, що використовується на каменеобробних підприємствах, при розпилюванні, фрезеруванні (окантовці), шліфовці, а також при гідроприбиранні приміщень і гідрозмиванні шламу. Повинні бути і слідуючи межах.

Дане підприємство оснащено системою оборотного водопостачання, що включає гідро транспортування шламу.

Оборотну воду для повторного використання з вмістом зважених частинок до 2000 мг/л отримують з стічних вод каменеобробного підприємства.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.03.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 8    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Таблиця 3.2

## Характеристика стічних вод

| Показники                        | До очищення | Після очищення |
|----------------------------------|-------------|----------------|
| Зважені речовини, мг/л           | 40 000      | 20-30          |
| РН                               | 7,6-8,5     | 7,2-8,5        |
| Твердість, мг-екв/л:<br>Загальна | 4,5-18,26   | 5-7            |
| Карбонатна                       | 1,1-3,16    | 1,5-2          |
| НСО <sub>3</sub> , мг/г          | 28-179      | до 150         |
| 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>                 | 5,6-17л     | 5,6-17л        |
| Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> | 4 – 42      | 4-42           |
| Сухий залишок                    | 600-2880    | до 2000        |

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.03.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 9    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## РОЗДІЛ 4

### Економіка й організація виробництва

#### 4.1. Розрахунок чисельності робочого персоналу і тарифних ставок

Розрахунок чисельності основних робочих здійснюється, виходячи з прийнятого режиму робочого часу, суміщення професій робітників, компоновки технологічного обладнання у виробничих корпусах.

Розрахунок здійснюється в табличній формі на основі отриманого розрахунковим шляхом кількості обладнання.

Враховуючи, що раціональне використання каменерізного обладнання передбачає 3-х – змінну роботу розпилювального цеха і 2-х – змінну інших підрозділів.

Сумарна чисельність основних робочих:

$$\kappa_0 = 3 \cdot (5,5 + 2,75) + 2 \cdot (2 + 1,5 + 6,6 + 5 + 1 + 1 + 2 + 6 + 1 + 1 + 1) = 51 \text{ чол.} \quad (4.1)$$

Чисельність допоміжних робітників приймається рівною  $18 \div 24\%$  основних робочих:

$$K_{дон} = 0,18 \cdot \kappa_0 = 0,18 \cdot 55 = 9 \text{ чоловік.} \quad (4.2)$$

Чисельність МОП (молодший обслуговуючий персонал) –  $2 \div 3\%$  сумарної кількості основних і допоміжних працюючих:

$$K_{всп} = 0,02 \cdot (\kappa_0 + K_{дон}) = 0,02 \cdot (51 + 9) = 1 \text{ чол.} \quad (4.3)$$

Чисельність ІТР складає  $9 \div 11\%$  основних і допоміжних робочих:

$$K_{имп} = 0,1 \cdot (K_0 + K_{дон}) = 0,1 \cdot (51 + 9) = 6 \text{ чол.} \quad (4.4)$$

Чисельність службових складає  $5\%$  основних і допоміжних робітників:

$$K_c = 0,05 \cdot (K_0 + K_{дон}) = 0,05(51 + 9) = 3 \text{ чол.} \quad (4.5)$$

Загальна кількість працюючих:

$$K_{заг} = K_0 + K_{дон} + K_{мон} + K_{имп} + K_c = 51 + 9 + 1 + 6 + 3 = 70 \text{ чол.} \quad (4.6)$$

|           |      |                 |        |      |                                                    |                                                          |      |
|-----------|------|-----------------|--------|------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------|
|           |      |                 |        |      | <i>РРКК.ДР22.23.04.ПЗ</i>                          |                                                          |      |
| Змн.      | Арк. | № докум.        | Підпис | Дата |                                                    |                                                          |      |
| Студент   |      | Молоствов О.О.  |        |      | РОЗДІЛ 4<br>Економіка й організація<br>виробництва | Літ.                                                     | Арк. |
| Керівник  |      | Остафійчук Н.М. |        |      |                                                    |                                                          |      |
| К. розд.  |      | Остафійчук Н.М. |        |      |                                                    | 1                                                        | 17   |
| Н. контр. |      | Башинський С.І. |        |      |                                                    | «Житомирська політехніка»<br>184 «Гірництво», гр.ЗРР-19к |      |
| Зав. каф. |      | Башинський С.І. |        |      |                                                    |                                                          |      |

Таблиця 4.1.

## Розрахункова таблиця кількості робітників підприємства

| Найменування обладнання           | Професія або виконувана робота               | Розряд робочого | Тарифна ставка грн./год | Кількість людинозмін на одиницю обладнання | Кількість даних верстатів або обладнання | Кількість на даному типі обладнання |
|-----------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|
| Розпилювальний верстат            | Каменерозпилювач<br>Налогоджувач             | IV<br>III       | 1,35<br>1,08            | 0,5<br>0,25                                | 11                                       | 5,5<br>2,75                         |
| Шліфувально-полірувальний конвеєр | Шліфувальник-полірувальник                   | III             | 1,08                    | 2                                          | 1                                        | 2                                   |
| Шліфувально-полірувальний верстат | Шліфувальник-полірувальник<br>наклеювач плит | III<br>I        | 1,08<br>1,76            | 0,5<br>2,2                                 | 3                                        | 1,5<br>6,6                          |
| Фрезерно-окантовочний верстат     | Фрезерувальник по каменю                     | III             | 1,08                    | 1                                          | 5                                        | 5                                   |
| Термогазо-струминний інструмент   | Каменотес                                    | V               | 1,62                    | 1                                          | 1                                        | 1                                   |
| Бучардовочний пневмo-відбійник    | Каменотес                                    | IV              | 1,35                    | 1                                          | 1                                        | 1                                   |
| Верстат токарного типу            | Фрезерувальник по каменю                     | III             | 1,08                    | 1                                          | 2                                        | 2                                   |
| Автонавантажувач                  | Водій                                        | IV              | 1,35                    | 1                                          | 6                                        | 6                                   |

## Розрахунок річного фонду зарплати

Річний фонд зарплати основних виробничих працюючих:

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

де  $N = 261$  днів – кількість робочих днів на рік, $T_c$  – тривалість зміни, 8 годин $K_i$  – чисельність основних робочих даного розряду, чол.. $t_i$  – тарифна ставка даного розряду, грн./год.

$$Z_{осн} = 261 \cdot 8 \cdot (0,74 \cdot 14 + 0,97 \cdot 2 + 1,08 \cdot 33 + 1,35 \cdot 34 + 1,62 \cdot 2) = 202703 \text{ грн.} \quad (4.8)$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.04.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 2    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Додаткова зарплата основних робочих обчислюється в розмірах  $18 \div 25\%$  основної зарплати

$$Z_{Д.осн} = 0,18 \cdot 202703 = 40540 \text{ грн..} \quad (4.9)$$

Сумарний фонд зарплати основних робочих:

$$Z_{осн.р} = Z_{осн} + Z_{Д.осн} = 202703 + 40540 = 243243 \text{ грн.} \quad (4.10)$$

Річний фонд зарплати допоміжних робочих при середній тарифній ставці III розряду.

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

$$Z_{осн} = 261 \cdot 8 \cdot 16 \cdot 1,08 = 36080 \text{ грн.} \quad (4.12)$$

Місячна зарплата МОП приймається рівною 500 грн.

Річний фонд зарплати МОП (3 пол)

$$Z_{впл} = 12 \cdot 500 \cdot 1 = 6000 \text{ грн..} \quad (4.13)$$

Зарплата ІТР і службовців приймається рівною 25% фонда зарплати основних робочих:

$$Z_{имр} = 0,25 \times Z_{осн.р} = 0,25 \cdot 243243 = 60810 \text{ грн..} \quad (4.14)$$

Доплата для ІТР і службовців підраховується в розмірах  $18 \div 25\%$  фонда зарплати:

$$Z_{Д.имр} = 0,2 \cdot 60810 = 12162 \text{ грн..} \quad (4.15)$$

повний фонд зарплати для ІТР та службовців:

$$Z_{п.имр} = 60810 + 12162 = 72972 \text{ грн.} \quad (4.16)$$

Повний фонд зарплати основних і допоміжних робочих, МОП, ІТР і службовців:

$$Z = 243243 + 36080 + 6000 + 72972 = 358295 \text{ грн.} \quad (4.17)$$

При нарахуванні та видачі заробітної плати необхідно виконати такі утримання:

- збір на обов'язкове державне пенсійне страхування (33,2 %);
- збір на обов'язкове соціальне страхування (3,68 %);
- збір на обов'язкове соціальне страхування на випадок безробіття (1,3 %).

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.04.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | З    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Загальний фонд зарплати основних і допоміжних робітників, МОП, ІТП і службовців:

$$З_{\text{заг}} = (1 + 0,332 + 0,0368 + 0,013) \cdot 3 = (1 + 0,332 + 0,0368 + 0,013) \cdot 358295 = 495092 \text{ грн} \quad (4.18)$$

#### 4.2. Розрахунок вартості обладнання

Вартість обладнання основних верстатів:

Каменерозпилювання –  $P_{\text{к.р.}} = 457100$  грн.

Каменеобробки –  $P_{\text{к.о.}} = 427600$  грн.

Повна вартість усіх основних верстатів:

$$P_{\text{вер}} = P_{\text{к.р.}} + P_{\text{к.о.}} = 457100 + 427600 = 884700 \text{ грн.} \quad (4.19)$$

Вартість одного візка для штрипсового верстата – 800 грн ,

вартість одного вилочного навантажувача – 20000 грн;

вартість одного 20 – ти тонного крана – 27000 грн.

Вартість козлового крана – 30000 грн,

вартість одного мостового крана – 4000 грн.

Вартість підйомно-транспортного обладнання:

$$P_{\text{п.тр}} = 11 \cdot 800 + 6 \cdot 20000 + 1 \cdot 27000 + 1 \cdot 30000 + 3 \cdot 4000 \quad (4.20)$$

$$P_{\text{п.тр}} = 197800 \text{ грн.} \quad (4.21)$$

Вартість ремонтного устаткування і обладнання враховуючи верстати ЦРММ:

$P_{\text{рем}} = 730580$  грн. Вартість допоміжного обладнання (вентиляційні установки, насоси і ін.) рівна 15 ÷ 20% вартості основних верстатів:

$$P_{\text{доп}} = 0,2 \cdot P_{\text{вер}} = 0,2 \cdot 884700 = 17940 \text{ грн.} \quad (4.22)$$

Вартість монтажу приймається рівною 10% вартості обладнання:

$$P_{\text{м}} = 0,1 \cdot (P_{\text{вер}} + P_{\text{п.тр}} + P_{\text{доп}} + P_{\text{рем}}), \text{ грн.} \quad (4.23)$$

$$P_{\text{м}} = 0,1 \cdot (884700 + 197800 + 176940 + 730580) = 199002 \text{ грн.} \quad (4.24)$$

Загальна вартість усього обладнання з врахуванням монтажу

$$P_{\text{об}} = P_{\text{вер}} + P_{\text{п.тр}} + P_{\text{доп}} + P_{\text{рем}} + P_{\text{мон}}; \text{ грн.} \quad (4.25)$$

$$P_{\text{об}} = 884700 + 197800 + 730580 + 176940 + 199002 = 2189022 \text{ грн.} \quad (4.26)$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.04.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 4    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Вартість меблів для адміністративно-побутових приміщень приймається рівною 2% вартості верстатів і підйомно-транспортного обладнання:

$$P_{\text{меб}} = 0,02 \cdot (884700 + 197800) = 21650 \text{ грн.} \quad (4.27)$$

Вартість обладунків і приладдя приймається рівною 10-15% вартості верстатів і підйомно-транспортного обладнання:

$$P_{\text{осн}} = 0,12 \cdot (P_{\text{вер}} + P_{\text{п.тр}}) = 0,12 \cdot (884700 + 197800) = 129900 \text{ грн.} \quad (4.28)$$

Вартість алмазного інструменту, що споживається за рік:

по породам I класу  $P_{\text{ал.1}} = q_{\text{р1}}^{\text{ок}} \cdot P_{\text{алм}} = 11000 \cdot 21,66 = 238260 \text{ грн.}$

по породам II класу  $P_{\text{ал.2}} = q_{\text{р2}}^{\text{ок}} \cdot P_{\text{алм}} = 11000 \cdot 21,66 = 238260 \text{ грн.}$

по породам III класу  $P_{\text{ал.3}} = q_{\text{р3}}^{\text{ок}} \cdot P_{\text{алм}} = 8000 \cdot 21,66 = 173280 \text{ грн.}$

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

$$P_{\text{шл.ін}} = \sum U_{\text{рік}}^i \cdot P_i \text{ грн.} \quad (4.29)$$

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

$P_i$  – вартість одиниці і-го інструменту.

$$P_{\text{шл.ін}} = U_{\text{рік}}^{\text{№2}} \cdot P_{\text{№2}} + U_{\text{рік}}^{\text{№3}} \cdot P_{\text{№3}} + U_{\text{рік}}^{\text{№4}} \cdot P_{\text{№4}} + U_{\text{рік}}^{\text{№5}} \cdot P_{\text{№5}} + U_{\text{hsr}}^{\text{№6}} \cdot P_{\text{№6}} \quad (4.30)$$

$$P_{\text{шл.ін}} = 54317 \cdot 4,5 + 24762 \cdot 4,5 + 13579 \cdot 14,28 + 9186 \cdot 16,38 + 3595 \cdot 50,4 = 881418 \quad (4.31)$$

Витрати матеріалу на розпилювання блоків:

- I клас каменю:

$$P_{\text{роз.1}} = U_{\text{др.1}} \cdot P_{\text{др}} + U_{\text{ван.1}} \cdot P_{\text{ван}} + U_{\text{штр.1}} \cdot P_{\text{штр}} \quad (4.32)$$

$$P_{\text{роз.1}} = 547268 \cdot 1,67 + 48192 \cdot 0,35 + 337344 \cdot 1,99 = 1602119 \text{ , грн.} \quad (4.33)$$

- II клас каменю:

$$P_{\text{роз.1}} = U_{\text{др.1}} \cdot P_{\text{др}} + U_{\text{ван.1}} \cdot P_{\text{ван}} + U_{\text{штр.1}} \cdot P_{\text{штр}} \quad (4.34)$$

$$P_{\text{роз.1}} = 547268 \cdot 1,67 + 48192 \cdot 0,35 + 337344 \cdot 1,99 = 1602119 \text{ , грн.} \quad (4.35)$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.04.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 5    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

- III клас каменю:

$$P_{роз.3} = U_{др.3} \cdot P_{др} + U_{ван.3} \cdot P_{ван} + U_{интр.3} \cdot P_{интр} \quad (4.36)$$

$$P_{роз.3} = 289152 \cdot 1,67 + 43372,8 \cdot 0,35 + 303610 \cdot 1,99 = 1102247, \text{ грн.} \quad (4.37)$$

Повні витрати інструментів на обробку каменя:

I класу:

$$P_{інс.I} = P_{ал.1} + P_{инт.ін} + P_{роз.1} = 238260 + 881418 + 1602119 = 2721797, \text{ грн} \quad (4.38)$$

II класу:

$$P_{інс.II} = P_{ал.2} + P_{инт.ін} + P_{роз.2} = 238260 + 881418 + 1602119 = 2622798, \text{ грн.} \quad (4.39)$$

III класу:

$$P_{інс.III} = P_{ал.3} + P_{инт.ін} + P_{роз.3} = 173280 + 881418 + 1102247 = 2156945, \text{ грн.} \quad (4.40)$$

#### 4.3. Розрахунок амортизаційних відрахувань

Норми амортизаційних відрахувань на:

- промислові будівлі і споруди приймаються в розмірі 3,1% їх вартості:

$$A_{буд} = 0,031 \times P_{буд}$$

$$A_{буд} = 0,05 \cdot 327570 = 16378,5 \text{ грн.}$$

де  $P_{буд}$  – вартість виробничих будівель цеха і адміністративних споруд,  $P_{буд} = 327570$  грн.

- каменерізальні верстати важкого типу (штрипсові верстати 15%)

$$A_{вер.в} = 457100 \cdot 0,15 = \text{грн.} \quad (4.41)$$

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

$$A_{вер.с} = 0,15 \cdot 427600 = 64140 \text{ грн.} \quad (4.42)$$

- козловий кран вантажопідйомністю 20т (25%):

$$A_{коз} = 30000 \cdot 0,25 = 7500 \text{ грн.} \quad (4.43)$$

- мостові крани (25%):

$$A_{мос} = 3 \cdot 4000 \cdot 0,25 = 3000 \text{ грн.} \quad (4.44)$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.04.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 6    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

- автотранспортувачі (25%)

$$A_{ав.н} = 6 \cdot 20000 \cdot 0,25 = 30000 \text{ грн.} \quad (4.45)$$

- інвентар (15%)

$$A_{інв} = 21650 \cdot 0,15 = 3248 \text{ грн.} \quad (4.46)$$

- вартість 20-ти тонного крана на гусеничному ході (25%):

$$A_{кр.гус} = 0,25 \cdot 27000 = 6750 \text{ грн.} \quad (4.47)$$

Повна сума амортизаційних відрахувань:

$$A = A_{б\text{уд}} + A_{в\text{ре.в}} + A_{в\text{ер.с}} + A_{к\text{оз}} + A_{м\text{ос}} + A_{ав.н} + A_{інв}, \text{ грн.} \quad (4.48)$$

$$A = 16379 + 68565 + 64140 + 7500 + 3000 + 30000 + 3248 + 6750 = \\ = 199582 \text{ грн.}$$

#### 4.4. Розрахунок вартості електроенергії

Вартість річних витрат силової електроенергії:

$$P_{\text{сил}} = S_i \cdot K_n \cdot \eta_z \cdot \sum T_i \cdot P_i \cdot \pi_i, \text{ грн.} \quad (4.49)$$

де  $S_i$  – вартість 1 кВт.год силової електроенергії, 0,22 грн/кВт.год.

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

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

$T_i$  – річний фонд робочого часу (для розпалюваних верстатів  $T_i = 6075$  годин, для інших верстатів  $T_2 = T_3 = 4080$  годин)

$P_i$  – сумарна паспортна потужність, кВт.

$$P_{\text{сил}} = 0,22 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot (6075 \cdot (4 \cdot 36 + 7 \cdot 66) + 4080 \cdot (2 \cdot 22 + 1 \cdot 62 + \\ + 3 \cdot 34,1 + 2 \cdot 59)) = 749908 \text{ грн.} \quad (4.50)$$

Вартість річних витрат електроенергії на освітлення при середньому двохзмінному освітленні:

$$P_{\text{осв}} = S_2 \cdot r \cdot S_{\text{общ}} \cdot T_2 \text{ грн,} \quad (4.51)$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.04.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 7    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

де  $S_2$  – вартість 1 кВт× год електроенергії освітлення, 0,22 грн/кВт× год.

$r$  – потужність, що витрачається на освітлення 1 м<sup>2</sup> площі.

$r = 0,02 - 0,022$  кВт/м<sup>2</sup>

$S_{\text{общ}}$  – загальна площа приміщень, 6662 м<sup>2</sup>

$T_2$  – річний фонд робочого часу при двохзмінній роботі, 4080 годин.

$$P_{\text{осв}} = 0,22 \cdot 0,02 \cdot 6662 \cdot 4080 = 119596 \text{ грн.} \quad (4.52)$$

Загальна вартість електроенергії:

$$P_{\text{ен}} = P_{\text{сил}} + P_{\text{осв}} = 749908 + 119596 = 869504 \text{ грн.} \quad (4.53)$$

#### 4.5. Розрахунок вартості води

Вартість технічної води:

$$P_{\text{в.т}} = S_{\text{м}} \cdot \sum V_i \cdot n_i \cdot T_i \cdot K_{\text{об}}, \text{ грн.} \quad (4.54)$$

де  $V_i$  – річні витрати даного верстата, м<sup>3</sup>/год визначаються з паспортних даних верстата, а також нормам технологічного проектування;

$n_i$  – кількість верстатів даного типу, шт.

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

$S_{\text{м}}$  – вартість 1 м<sup>3</sup> технічної води, - 0,55 грн.

$$P_{\text{в.т}} = 0,55 \cdot (68914 + 64800 + 116640 + 7654,5 + (2 \cdot 2,4 + 2 \cdot 0,1 + 0,02) \times \times 4050) \cdot 0,2 = 30689 \text{ грн.} \quad (4.55)$$

Вартість питної води

$$P_{\text{в.п.}} = N_{\text{дн}} \cdot S_{\text{п}} \cdot K_{\text{общ}} \cdot V_{\text{н}}, \text{ грн.} \quad (4.56)$$

де  $N_{\text{дн}}$  – кількість робочих днів на рік,  $N_{\text{дн}} = 261$

$S_{\text{п}}$  – вартість 1 м<sup>3</sup> питної води,  $S_{\text{п}} = 0,55$  грн.

$V_{\text{н}}$  – нормативний об'єм води на одного працюючого за зміну,  $V_{\text{н}} = 0,025$  м<sup>3</sup>/зміну.

Повна вартість води:

$$P_{\text{в}} = P_{\text{в.т.}} + P_{\text{в.п.}} = 30689 + 305 = 30994 \text{ грн.} \quad (4.57)$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.04.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 8    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

#### 4.6. Розрахунок вартості допоміжних матеріалів та інших витрат

Вартість 1 кг обгортного паперу – 1,67 грн., вартість 1 м<sup>3</sup> пиломатеріалів, що використовуються для виготовлення ящиків

$$P_{в.м.} = S_o \cdot (0,05 \cdot P_{обг.п.} + 0,02 \cdot P_{п.н.}) \text{ грн.} \quad (4.58)$$

де  $P_{обг.п.}$  – вартість 1 кг обгортного паперу – 1,67 грн.

$P_{п.н.}$  – вартість 1 м<sup>3</sup> пиломатеріалів, 150 грн..

$$P_{в.м.} = 30000 \cdot (0,05 \cdot 1,67 + 0,02 \cdot 150) = 92505 \text{ грн.} \quad (4.59)$$

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

$$P_{пр.} = 0,03 \cdot P_{буд} = 0,03 \cdot 327570 = 9827 \text{ грн.} \quad (4.60)$$

Витрати на збереження інструментів і приладдя приймаються в сумі 50 грн., на кожного виробничого (основного) працівника за рік.

$$P_{охр.} = 50 \cdot 85 = 4250 \text{ грн.} \quad (4.61)$$

Витрати на текущий ремонт будівель від 1 до 4 % на рік від його вартості:

$$P_{тех.р.} = 0,01 \cdot 327570 = 3276 \text{ грн.} \quad (4.62)$$

Витрати на ремонт приладдя і оснастки (5%)

$$P_{рем.осн.} = 0,05 \cdot P_{осн.} = 0,05 \cdot 129900 = 6495 \text{ грн.} \quad (4.63)$$

Повна сума додаткових витрат:

$$P_{дод.} = P_{пр.} + P_{охр.} + P_{тех.р.} + P_{рем.осн.} = 9827 + 4250 + 3276 + 6495 = 23848 \text{ грн.} \quad (4.64)$$

Витрати на охорону праці приймаються 50 ÷ 100 грн. на одного робітника:

$$P_{охр.} = 121 \cdot 80 = 9680 \text{ грн.} \quad (4.65)$$

#### 4.7. Основні техніко-економічні показники

Цехова собівартість продукції:

$$C_{цi} = \frac{\sum P_c + \sum 3 + \sum P_n + \sum P_{инс.і}}{S_o}, \text{ грн./м}^2 \quad (4.66)$$

де  $\sum P_c$  – сумарна вартість сировини,

$$\sum P_c = V_B \times P_{бл}, \quad (4.67)$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.04.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 9    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

де  $V_6$  – річна кількість сировини, 1807,2 м<sup>3</sup>/рік;

$P_{6л}$  – вартість 1 м<sup>3</sup> сировини, 1000 грн;

$$\Sigma P_c = 1807,2 \cdot 1000 = 1807200 \text{ грн.} \quad (4.68)$$

$\Sigma Z$  – сумарний фонд зарплати працівників,  $\Sigma Z = 507304$  грн.

$\Sigma P_n$  сума накладних витрат, 1180540 грн.

$\Sigma P_{inc.i}$  – сумарна вартість інструменту для обробки порід і-го класу.

Цехова собівартість порід I класу:

$$C_{цI} = \frac{1807200 + 507304 + 1133608 + 2721797}{30000} = 205,66 \text{ грн./м}^2 \quad (4.69)$$

Цехова собівартість порід II класу:

$$C_{цII} = \frac{1807200 + 507304 + 1133608 + 2622798}{30000} = 202,36 \text{ грн./м}^2 \quad (4.70)$$

Цехова собівартість порід III класу

$$C_{цIII} = \frac{1807200 + 507304 + 1133608 + 2156945}{30000} = 186,83 \text{ грн./м}^2 \quad (4.71)$$

Продуктивність праці на одного працюючого в натуральній формі:

$$P_{з.н} = \frac{S_0}{K_{общ}} = \frac{30000}{121} = 248 \text{ м}^2/\text{чол.} \quad (4.72)$$

Енергомісткість виробу.

$$E_{вир} = \frac{P_{ен} / S}{S_o} = \frac{899504 / 0,22}{30000} = 136,28 \text{ кВт} \times \text{год/м}^2 \quad (4.73)$$

Матеріаломісткість 1 м<sup>2</sup> виробу.

$$M = \frac{\Sigma P_c}{S_o} = \frac{2378564}{30000} = 79,28 \text{ грн./м}^2 \quad (4.74)$$

Питомі амортизаційні витрати:

$$A_{num} = \frac{A}{S_o} = \frac{199582}{30000} = 6,65 \text{ грн./м}^2 \quad (4.75)$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.04.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 10   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Таблиця 4.2

## Зведені техніко-економічні показники

| №  | Показники                                             | Одиниці вимір.         | Базовий варіант |
|----|-------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|
| 1  | Річна продуктивність підприємства<br><i>по плитці</i> | м <sup>2</sup>         | 3650            |
|    | <i>по слябам</i>                                      | м <sup>2</sup>         | 0               |
| 2  | Річний об'єм блочної сировини                         | м <sup>3</sup>         | 286             |
| 3  | Середня собівартість продукції                        | грн./м <sup>2</sup>    | 765,87          |
| 5  | Сумарна чисельність працівників                       | чол                    | 25              |
| 6  | Енергоємність виробу                                  | кВт·год/м <sup>2</sup> | 107,44          |
| 7  | Матеріалоємність виробу                               | грн./м <sup>2</sup>    | 120,3           |
| 8  | Питомі амортизаційні витрати                          | грн./м <sup>2</sup>    | 7,31            |
| 9  | Вартість сировини (блоків)                            | грн                    | 429 564,00      |
| 10 | Фонд зарплати основних робітників                     | грн                    | 462 098,00      |
| 11 | Вартість електроенергії                               | грн                    | 515 712,00      |
| 12 | Вартість води                                         | грн                    | 80 654,00       |
| 13 | Вартість інструмента і палива                         | грн                    | 67 205,00       |
| 14 | Амортизаційні відрахування                            | грн                    | 35 076,00       |
| 15 | Додаткові витрати                                     | грн                    | 1 603 406,00    |
| 16 | Всього витрат                                         | грн                    | 3 193 715,00    |
| 17 | Виручка від реалізованої продукції                    | грн                    | 3 597 360,00    |

#### 4.8. Розробка та оцінка технологічних задля підвищення продуктивності розпилювання блоків за умов ПП «Губернатор»

Одним із ефективних способів підвищення прибутковості підприємства є нарощування його продуктивності. Як правило, збільшується продуктивність однієї технологічної ланки підприємства. При цьому повинні бути враховані технологічні резерви продуктивності усіх виробничих ланок.

ПП «Губернатор» молоде підприємство, що добре зарекомендувало себе на ринку кам'яних виробів і має перспективи подальшого розвитку. На території підприємства наявне недобудоване приміщення нового цеху, об'ємні шламовідстійники, потужне підйомно-кранове обладнання. Наведені факти підтверджують наявний потенціал розширення підприємства.

У останні роки спостерігається зменшення попиту на продукцію каменеобробних підприємств, що обумовлено складною економічною ситуацією в країні, втратою частини ринків збуту. Тому в цій ситуації необхідно перш за все

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 11   |

змінювати номенклатуру продукції щоб повернути обсяги збуту за рахунок нових покупців.

Отже для нарощування продуктивності, забезпечення значного резерву для подальшого розширення підприємства та для випуску нової продукції вирішено обладнати підприємство новим каменерозпилювальним верстатом.

Свого часу кожне каменеобробне підприємство виконувало розпил блоків за допомогою штрипсових верстатів. Головними перевагами яких було: значна максимальна висота блоку; виконання розпилу блоку на сляби за один цикл. Хоча завдяки своїй низькій швидкості різання поступово були витіснені дисковими розпилювальними верстатами. На сьогоднішній день багатоканатні верстати поєднують у собі переваги штрипсових та алмазно-канатних верстатів.

З огляду на потреби підприємства, вимоги до нового обладнання наступні:

- висока продуктивність;
- можливість нарощування кількості канатів
- плавне регулювання товщини заготовок.

Цим вимогам повністю відповідає багатоканатний верстат італійського виробництва Pentawire 2/5.

У 2008 році італійське підприємство по конструюванню та виготовленню каменеобробного обладнання Pellegrini обладнало алмазно-канатний верстат новою системою барабанів, яка забезпечує незалежний натяг кожному канату та плавну зміну відстані між шківками у певному діапазоні.

Даний верстат використовує від 2 до 5 звичайних алмазних канатів для каменерозпилювальних верстатів діаметром 8,6-10,8 мм. Даний верстат має систему ручного керування відстанню між шківками у барабані. При використанні 2 канатів діапазон зміни відстані без застосування проставок 20-500 мм; при використанні 5 канатів – 20-115 мм. При необхідності встановлення більших відстаней слід використовувати проставки.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.04.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 12   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Сам верстат представляє собою порталну конструкцію і випускається у двох модифікаціях: нерухомій та рухомій (портал верстату може пересуватись по напрямним рейкам).

На двох колонах встановлено канатні барабани, які пересуваються по напрямним колон. Один з барабанів облаштовано приводним двигуном, а інший – системою натягу канатів. Верхня портална балка містить систему опускання канатних барабанів: вали, гвинтові пари та редуктори. Напрямні Барабани, по дві на кожній колоні, захищені від абразивних часточок захисними гнучкими кожухами.

Натяжні та привідні шківи діаметром 2350 мм (рис. 14.1) виготовлені із алюмінію, що зменшує їх вагу. 5-ти канатний верстат може бути обладнаний багатоканатним барабаном діаметром 2350 мм на привідній стороні. Це дозволяє швидко встановлювати товщину слябів, але з фіксованим кроком.

Кожен канат окремо натягується системою «multipull». Режим роботи постійно відображається на моніторі пульта керування, таким чином усі канати працюватимуть в однакових умовах. Також на пульт винесені системи керування та контролю для введення програми різання, контролю автоматичного натягу, повідомлень про стан різання, підрахунку площі виконаного пропилу. Зовнішній вигляд верстату та його технічні характеристики наведені, відповідно, на рис. 14.2 та табл. 14.1.

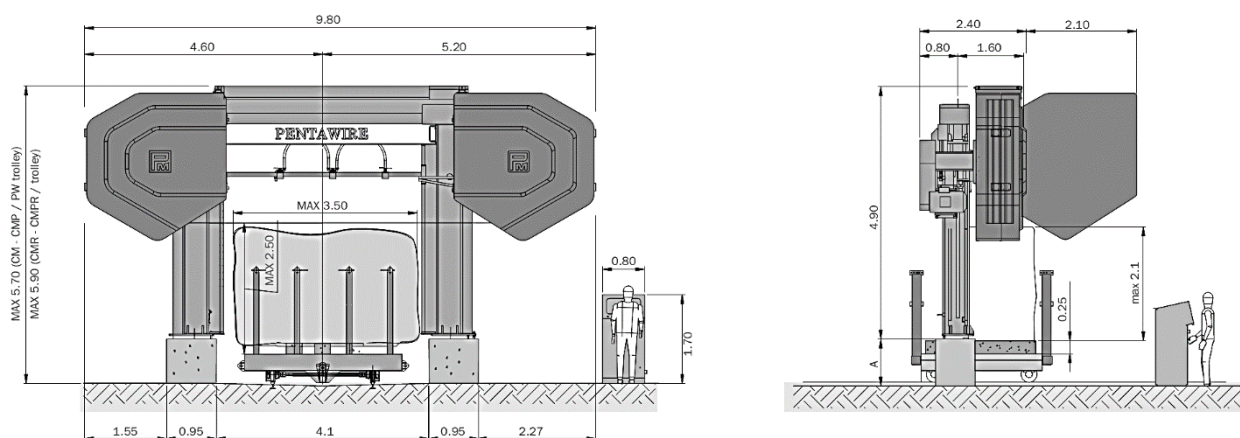


Рис. 14.1 Багатоканатний верстат Pentawire 2/5

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 13   |

Таблиця 4.3

## Технічні характеристики верстату Pentawire 2/5

| Показник                             | Значення |
|--------------------------------------|----------|
| Максимальна ширина блоку, мм         | 3500     |
| Максимальна висота блоку, мм         | 2500     |
| Встановлена потужність верстату, кВт | 30,0     |
| Лінійна швидкість канату, м/с        | 0-40     |
| Довжина алмазного канату, мм         | 26 700   |
| Вага, кг                             | 12 000   |

Швидкість різання верстату по габро 25-30 м/с. швидкість подачі для габро та лабрадориту 0,80-0,85 м<sup>2</sup>/год. Тоді технологічна продуктивність верстата (для 1 гілки):

$$Q_{tex} = L \cdot V = 2,2 \cdot 0,82 = 1,8 \text{ (м}^2\text{/год)} \quad (4.76)$$

де  $L$  – ширина блоку (2,2 м);

$V$  – швидкість подачі;

Фактична продуктивність верстату для 2 гілок:

$$Q_{\phi} = Q_{tex} \cdot K_{\phi} \cdot n, \quad (4.77)$$

де  $K_{\phi}$  – коефіцієнт використання номінального фонду робочого часу ( $K_{\phi} = 0,8$ );

$n$  – кількість канатів ( $n=2$ ).

$$Q_{\phi} = 1,8 \cdot 0,8 \cdot 2 = 2,88 \text{ (м}^2\text{/год)}$$

Річна продуктивність верстату:

$$S_T = N_{\epsilon} \cdot Q_{\phi} \cdot F, \quad (4.78)$$

де  $F$  – річний фонд робочого часу ( $F = 4160$  год.);

$N_{\epsilon}$  – кількість верстатів ( $N_{\epsilon} = 1$ ).

$$S_T = 1 \cdot 2,88 \cdot 4160 = 5721 \text{ м}^2\text{/рік} \quad (4.79)$$

Даний розрахунок проведено при використанні 2 канатів. У подальшому після модернізації решти ланок, є можливість використання 5 канатів на даному верстаті, що підніме продуктивність верстату у 2,5 рази.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 14   |

Вихід плит при мінімальній товщині плити  $\epsilon_{пл} = 20$  мм:

$$W_{пл} = \frac{1000 K_{вих}}{\epsilon_{пл} + \epsilon_{ін} + \epsilon_3}, \quad (4.80)$$

де  $K_{вих} = 0,65$  – коефіцієнт виходу плит з блоку:

$$W_{пл} = \frac{1000 \cdot 0,65}{20 + 11,5 + 1} = 20,0, \text{ м}^2/\text{м}^3 \quad (4.81)$$

Річний обсяг розпилювання (по об'єму):

$$V_{рік} = \frac{S_m}{W_{пл}} = \frac{5721}{20} = 99,8 \text{ м}^3 / \text{рік}. \quad (4.82)$$

Витрати води на роботу одного розпилювального верстату:

$$U_e = 0,06 \cdot m \cdot U, \quad (4.83)$$

де  $U$  – витрати води на один робочий інструмент ( $U = 20$  л/хв);

$m$  – кількість канатних пил ( $m = 2$ ).

$$U_e = 0,06 \cdot 2 \cdot 20 = 24 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (4.84)$$

Витрати води на виконання одного пропилю при розпилюванні блоку об'ємом  $V_{бл} = 2,5 \times 1,4 \times 1,25 = 4,4 \text{ м}^3$ :

$$U_{бл} = T_{тех} \cdot U_e = 2,88 \cdot 24 = 669,0 \text{ м}^3. \quad (4.85)$$

Річні витрати води при розпилюванні блоків на плити:

$$Q_e = N_e \cdot U_e \cdot F = 1 \cdot 69 \cdot 1750 = 120900 \text{ м}^3 / \text{рік}. \quad (4.86)$$

Річні витрати на алмазні сегменти:

$$B_a = \frac{S_T}{S_H} P_{нан}, \quad (4.87)$$

де  $S_H = 17 \text{ м}^2/\text{м}$  – гарантований ресурс канату;

$P_{нан} = 1600$  грн – ціна одного м.п. алмазного канату;

$$B_a = \frac{5721}{17} \cdot 1600 = 537350 \text{ грн}. \quad (4.88)$$

Кількість шламу, що утворюється при розпилюванні за рік:

$$Q_{шл} = S_T \cdot b_n = 5721 \cdot 0,0125 = 71,51 \text{ м}^3. \quad (4.89)$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.04.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 15   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

де  $\epsilon_n = 12,5$  мм – ширина пропилю ( $\epsilon = 11,5$  мм – ширина пили,  $\epsilon_3 = 1$  мм – сума зазорів у пропили).

Річне споживання електроенергії верстатом:

$$P = N_{\epsilon} \cdot F \cdot P_n, \quad (4.90)$$

де  $F = 1750$  годин – річний фонд робочого часу;

$N_{\epsilon} = 1$  верстат;

$P_n = 30$  кВт – повна потужність двигунів верстату.

$$P = 1 \cdot 1750 \cdot 30 = 52\,500 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (4.91)$$

Вартість електроенергії спожитої верстатами за рік:

$$P_{\text{рік}} = P \cdot S_i \cdot K_n \cdot \eta_3 = 52500 \cdot 0,7955 \cdot 0,6 \cdot 0,7 = 25\,700 \text{ грн}. \quad (4.92)$$

де  $S_i = 0,7955$  грн/кВт·год – вартість 1 кВт·год силової електроенергії;

$K_n = 0,6$  – коефіцієнт навантаження верстата, що враховує недовантаження двигунів за потужністю;

$\eta_3 = 0,7$  – коефіцієнт навантаження верстата, що враховує втрати часу на ремонт і допоміжні операції.

Розрахунки економічного ефекту від впровадження даного верстату наведені у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

#### Основні техніко економічні показники каменеобробного підприємства

| № | Показники                                   | Одиниці вимір.         | Базовий варіант | Проектний варіант |
|---|---------------------------------------------|------------------------|-----------------|-------------------|
| 1 | 2                                           | 3                      | 4               | 5                 |
| 1 | Річна продуктивність підприємства по плитці | м <sup>2</sup>         | 3650            | 3650              |
|   | по слябам                                   | м <sup>2</sup>         | 0               | 520               |
| 2 | Річний об'єм блочної сировини               | м <sup>3</sup>         | 286             | 326               |
| 3 | Середня собівартість продукції              | грн./м <sup>2</sup>    | 765,87          | 756,05            |
| 5 | Сумарна чисельність працівників             | чол                    | 25              | 25                |
| 6 | Енергоємність виробу                        | кВт·год/м <sup>2</sup> | 107,44          | 111,89            |
| 7 | Матеріалоємність виробу                     | грн./м <sup>2</sup>    | 120,3           | 142,72            |

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.04.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 16   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## Продовження таблиці 4.4

| 1  | 2                                  | 3                   | 4            | 5            |
|----|------------------------------------|---------------------|--------------|--------------|
| 8  | Питомі амортизаційні витрати       | грн./м <sup>2</sup> | 7,31         | 31,75        |
| 9  | Вартість сировини (блоків)         | грн                 | 429 564,00   | 489 259,23   |
| 10 | Фонд зарплати основних робітників  | грн                 | 462 098,00   | 462 098,00   |
| 11 | Вартість електроенергії            | грн                 | 515 712,00   | 629 505,00   |
| 12 | Вартість води                      | грн                 | 80 654,00    | 69 654,00    |
| 13 | Вартість інструмента і палива      | грн                 | 67 205,00    | 98 745,48    |
| 14 | Амортизаційні відрахування         | грн                 | 35 076,00    | 167 276,00   |
| 15 | Додаткові витрати                  | грн                 | 1 603 406,00 | 1 787 851,00 |
| 16 | Всього витрат                      | грн                 | 3 193 715,00 | 3 704 388,71 |
| 17 | Виручка від реалізованої продукції | грн                 | 3 597 360,00 | 4 199 360,00 |
| 18 | Рентабельність                     | %                   | 12,6         | 13,4         |

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.04.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 17   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## ВИСНОВОК

За результатами, одержаними в ході дослідження доцільності оптимізації процесу розпилювання природного каменю за умов ПП «Губернатор». В якості оптимізаційних змін було запропоновано застосування багатоканатного розпилювального верстату.

Доцільність змін оцінено шляхом розрахунку та порівняння техніко-економічних показників роботи ПП «Губернатор». Техніко-економічне обґрунтування свідчить, що:

- запропоновані зміни забезпечать збільшення продуктивності по слябах на 520 м<sup>2</sup>/рік;
- собівартість виготовлення 1 м<sup>2</sup> готової продукції зменшиться на 27,51 грн/м<sup>2</sup>;
- енергоємність виробу збільшиться на 4,45 кВт·год/м<sup>2</sup>;
- вартість інструментів та паливних матеріалів збільшиться на 31540,48 грн/рік;
- рентабельність підприємства зросте на 0,8%.

|           |      |                 |        |      |                    |  |  |                                                          |      |         |   |  |
|-----------|------|-----------------|--------|------|--------------------|--|--|----------------------------------------------------------|------|---------|---|--|
|           |      |                 |        |      | РРКК.ДР22.23.ВН.ПЗ |  |  |                                                          |      |         |   |  |
|           |      |                 |        |      |                    |  |  |                                                          |      |         |   |  |
| Змн.      | Арк. | № докум.        | Підпис | Дата |                    |  |  |                                                          |      |         |   |  |
| Студент   |      | Молоствов О.О.  |        |      | ВИСНОВОК           |  |  | Літ.                                                     | Арк. | Акрушів |   |  |
| Керівник  |      | Остафійчук Н.М. |        |      |                    |  |  |                                                          |      | 1       | 1 |  |
| К. розд.  |      | Остафійчук Н.М. |        |      |                    |  |  | «Житомирська політехніка»<br>184 «Гірництво», гр.ЗРР-19к |      |         |   |  |
| Н. контр. |      | Башинський С.І. |        |      |                    |  |  |                                                          |      |         |   |  |
| Зав. каф. |      | Башинський С.І. |        |      |                    |  |  |                                                          |      |         |   |  |

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бакка М. Т. Обробка природного каміння [Текст]: навч. посібник / М. Т. Бакка, В. В. Коробійчук, О. О. Зубченко – Житомир: РВВ ЖДТУ, 2006. – 438 с.
2. Бакка Н. Т., Ільченко І. В. Облицювальний камінь. Геолого-промислова та технологічна оцінка родовищ: Довідник - М.: Надра, 1992. - 303 с.
3. Берлін Ю. Я., Сичов Ю. І., Шалаєв І. Я. Обробка будівельного декоративного каменю: Навчальний посібник для профтехучилищ / Ю. Я. Берлін, Ю. І. Сичов, І. Я. Шалаєв. - Л.: Будвидав. Ленінгр. відд-ня, 1979. - 232 с.
4. Варданян К.С. Техніка та технологія каменеобробки. - Єреван: Айастан, 1988. - 110 с.
5. Верба І. І., Даниленко О. В. Порівняльна характеристика методів розпилювання кам'яних блоків. / Materialy XI міжнародна практика «Vedecky pokrok na pfelomu tysyachalery - 2015». – Dil 19. Technicke vedy.: Praha. Publishing House "Education and Science" s.r.o - стор 24-27.
6. Діскова каменерізна пилка. А.с.№ 190253 опубл 31.1.1967 бюл № 1 Акопян Р.В., Манукян А.А., Ерікян Р.Б.
7. Казарян Ж.А. Природний камінь у будівництві: обробка, дизайн, облицювальні роботи. Довідник - М.: ТОВ НДВЦ "Петракомплект", 2008. - 282 с.
8. Казарян Ж.А. Огляд вітчизняного та світового ринку природного каменю та перспективи розвитку: Доповідь на симпозіумі „Тиждень гірника“, – 2000, Москва, МДГУ, 31 січня-4 лютого 2000
9. ДСТУ Б EN 1469:2007 Облицювальні плити.
10. ДСТУ Б EN 1468:2007 Плити необроблені.
11. ДСТУ Б EN 1467:2007 Блоки необроблені.
12. ДСТУ Б EN 1343:2007 Бордюри з природного каменю для мостіння вулиць.
13. ДСТУ Б EN 12058:2007 Плити для підлоги і сходів.

|           |      |                 |        |      |                            |  |                                                          |      |         |
|-----------|------|-----------------|--------|------|----------------------------|--|----------------------------------------------------------|------|---------|
|           |      |                 |        |      | РРКК.ДР22.23.СЛ.ПЗ         |  |                                                          |      |         |
|           |      |                 |        |      |                            |  |                                                          |      |         |
| Змн.      | Арк. | № докум.        | Підпис | Дата |                            |  |                                                          |      |         |
| Студент   |      | Молоствов О.О.  |        |      | СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ |  | Літ.                                                     | Арк. | Акрушів |
| Керівник  |      | Остафійчук Н.М. |        |      |                            |  |                                                          | 1    | 2       |
| К. розд.  |      | Остафійчук Н.М. |        |      |                            |  | «Житомирська політехніка»<br>184 «Гірництво», гр.ЗРР-19к |      |         |
| Н. контр. |      | Башинський С.І. |        |      |                            |  |                                                          |      |         |
| Зав. каф. |      | Башинський С.І. |        |      |                            |  |                                                          |      |         |

14. ДСТУ Б EN 12057:2007 Вироби з природного каменю. Модульні плити.
15. ДСТУ Б EN 1342:2007 Брущатка із природного каменю для мостіння вулиць.
16. ДСТУ Б EN 1341:2007 Плити з природного каменю для мостіння вулиць.
17. ДСТУ Б. В.2.7-59-97 Блоки з природного каменю для виробництва облицювальних виробів.
18. ДСТУ Б. В.2.7-37-95 Плити та вироби з природного каменю.
19. ДСТУ 3306-96 Устаткування каменевидобувне та каменеобробне. Терміни та визначення.
20. ДСТУ 2446-94 (ГОСТ 30080-93) Верстати. Каменеобробні шліфувально-полірувальні. Типи та основні параметри.
21. Обладнання для видобутку та обробки каменю: Каталог-довідник – М.: ЦНДІТ ЦНДІТЕбудмаш, 1980 – 230 с.
22. Смірнов А.Г., Бакка Н.Т. Видобуток та обробка природного каменю Видобуток та обробка природного каменю: Довідник/За ред. А. Г. Смирнова - М.: Надра, 1990 - 645 с.
23. Стан, перспективи та актуальні завдання виробництва продукції природного та штучного каменю в Україні / А.Є. Капустян, В.С. Попов, І.М. Білонік, А.С. Петрашів.
24. Сичов Ю.І., Берлін Ю.Я. Розпилювання каменю. - М.: Будвидав, 1989. – 320 с.
25. Сичов Ю.І., Берлін Ю.Я. Шліфувально-полірувальні та фрезерні роботи по каменю. М.: Будвидав, 1985. - 312 с.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | РРКК.ДР22.23.С/Л.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 2    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |