**Форма № Н-9.02**

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

Відділення «Інженерної інфраструктури та коп’ютерних наук»

Кафедра “Електроенергетика, електротехніка

та електромеханіка”

 **До захисту допущено**

 **завідувачка кафедри**

 **к.т.н. , доцент Нездвецька І.В.**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

“\_\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2025року

**Пояснювальна записка**

до дипломної роботи

освітньо-кваліфікаційного ступеня “ фаховий молодший бакалавр ”

спеціальність 141

на тему “ Електрифікація і автоматизація технологічних процесів у цеху по виробництву металоконструкцій з детальною розробкою електроприводу фрезерного верстату. ”

**ДП 141.041.024 ПЗ**

Виконав: студент IV курсу, групи Е - 42

спеціальності

141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”

 \_\_\_\_\_\_\_ Некращук Андрій Юрійович

Керівник роботи \_\_\_\_\_\_\_\_\_ Логвінов Г.С.

Консультант роботи \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Лавріщев О.О.

 Рецензент \_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (підпис) (прізвище та ініціали)

м. Житомир – 2025 року

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ЗМІСТ**Змн.Арк.№ докум.ПідписДатаАрк.72ДП 141.042.024 ПЗ Розроб.Некращук Перевір.Логвінов Реценз. Н. Контр. Затверд.ЛавріщевЕлектрифікація і автоматизація технологічних процесів у цеху по виробництву металоконструкцій з детальною розробкою електроприводу фрезерного верстатуЛіт.Акрушів4**ЖАТФК** |  |
|  |  |  |
|  | ВСТУП | 6 |
| 1.  | ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА | 8 |
| 1.1 | Характеристика об’єкту проектування | 8 |
| 1.2 | Технічна характеристика підприємства, цеху | 9 |
| 1.3 | Характеристика споживачів електроенергії. Категорія електропостачання | 10 |
| 1.4 | Відомість споживачів електроенергії | 12 |
| 1.5 | Вибір схеми електропостачання | 13 |
| 2. | РОЗРАХУНКОВА ЧАСТНА | 17 |
| 2.1 | Вибір системи освітлення, джерел світла та їх розміщення | 17 |
| 2.2 | Розрахунок освітлювальних мереж і вибір освітлювальних пунктів | 25 |
| 3 | РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА | 27 |
| 3.1 | Визначення потужності двигуна головного руху  | 27 |
| 3.2 | Вибір схеми керування електроприводом фрезерного верстату та опис роботи | 31 |
| 3.3 | Вибір апаратів керування і захисту, комплектних пристроїв  | 36 |
| 3.4 | Питання охорони праці при використанні фрезерного верстату у виробничому процесі | 43 |
| 4 | ОХОРОНА ПРАЦІ | 46 |
| 4.1 | Аналіз стану охорони праці на підприємстві | 46 |
| 4.2 | Визначення небезпечних і шкідливих чинників виробництва | 47 |
| 4.3 | Заходи з електробезпеки | 48 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 4.4 | Розрахунок заземлення  | 49 |
| 4.5 | Охорона навколишнього середовища | 51 |
| 4.6 | Висновки по розділу | 52 |
| 5 | ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ПІДПРИЄМСТВА | 53 |
| 5.1 | Вихідні дані для розрахунку  | 53 |
| 5.2 | Розрахунок основних економічних показників | 54 |
| 5.3 | Висновок по розділу | 55 |
|  | ВИСНОВОК | 56 |
|  | СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 57 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

5

*ДП 141.041.024 ПЗ*

### ВСТУП

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

6

*ДП 141.041.024 ПЗ*

У період стрімкого розвитку науково-технічного прогресу особливого значення набуває ефективне використання енергетичних ресурсів, зокрема електричної енергії, яка є універсальним та високоякісним видом енергії. Електротехніка як галузь технічних знань забезпечує розробку, проєктування та впровадження енергетичних систем, електроприводів і засобів автоматизації, що дозволяють підвищити продуктивність праці, зменшити енерговитрати та забезпечити високу якість продукції у промисловості.

Відповідно до **Основ енергетичної стратегії України до 2035 року** та положень **Закону України "Про енергозбереження"**, одним із ключових напрямів розвитку енергетики є модернізація енергоспоживання в промисловості шляхом впровадження енергоефективних технологій, високонадійного електрообладнання та автоматизованих систем керування. Це узгоджується із загальноєвропейськими підходами, закріпленими в **Директивах Європейського Союзу 2009/125/EC** (екодизайн електроприводів) та **2014/35/EU** (низьковольтне обладнання).

Особливої актуальності набуває автоматизація й електрифікація виробничих процесів у галузі металоконструкцій, яка є основою інфраструктурного будівництва, енергетики та транспорту. У таких цехах широко використовуються металообробні верстати, зокрема фрезерні, які потребують точного, надійного та енергоефективного електроприводу, здатного працювати в інтегрованому цифровому середовищі (зокрема у складі **SCADA-систем**, **ПЛК-контролерів**, **датчиків позиціонування**, тощо).

**Тема даного дипломного проєкту** — *"Електрифікація і автоматизація технологічних процесів у цеху з виробництва металоконструкцій з детальною розробкою електроприводу фрезерного верстата"* — є актуальною та практично значущою. Проєкт виконується на базі механічного цеху ВАТ “Завод металоконструкцій”, що спеціалізується на виробництві деталей під замовлення, а також виготовляє окремі деталі для елементів енергетичної інфраструктури — зокрема, металевих опор для повітряних ліній електропередач напругою 330 кВ і вище.

Проєктування систем електропостачання та автоматизації здійснюється згідно з чинною нормативною базою:

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

7

*ДП 141.041.024 ПЗ*

* **ДСТУ EN 60204-1:2015** (Безпека машин. Електрообладнання машин. Частина 1. Загальні вимоги);
* **ДСТУ IEC 61131-3:2017** (Програмовані логічні контролери. Частина 3. Мови програмування);
* **ДБН В.2.5-23:2010** (Проектування електроустановок);
* **ГОСТ 21.613-88** (Умовні графічні позначення в схемах);
* **ПУЕ (Правила улаштування електроустановок)**.

У межах дипломного проєкту виконано комплексне вирішення задачі електрифікації виробничої дільниці: спроєктовано систему електропостачання, підібрано сучасне електрообладнання, розроблено систему керування фрезерним верстатом із використанням сучасного частотного електроприводу. Особливу увагу приділено питанням енергоефективності, безпеки праці, надійності електропостачання, можливості інтеграції у цифрову систему управління виробництвом.

Запропоновані рішення можуть бути використані як у виробничій практиці, так і в якості прикладу для підготовки фахівців електротехнічного та автоматизаційного профілю у відповідності до сучасних європейських вимог.

**1 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА**

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

8

*ДП 141.041.024 ПЗ*

* 1. **Характеристика об’єкту проектування**

**Історична довідка та загальна характеристика підприємства**

Відкрите акціонерне товариство «Завод металоконструкцій і металооснащення» (ВАТ «Завод МК і МО») було засноване у 1976 році як ремонтно-механічне підприємство, що забезпечувало потреби будівельної галузі. Протягом майже п’яти десятиліть завод пройшов шлях масштабної реконструкції та модернізації, у результаті чого набув сучасного вигляду та спеціалізації.

На сьогодні підприємство спеціалізується на виробництві металоконструкцій і нестандартного обладнання. До номенклатури продукції входять: мостові крани, вантажні ліфти, металоформи, резервуари, різноманітні ємності, бурові вежі, сховища для радіоактивного палива, металеві опори для ЛЕП, а також щогли стільникового зв’язку висотою від 55 до 100 метрів. Окрім того, підприємство виготовляє вироби за індивідуальними замовленнями — ворота, гаражі, ґрати, огорожі тощо.

Завод розміщується на площі 5 гектарів і включає п’ять основних цехів:

* **Цех підготовки виробництва** — здійснює розкрій металу на заготовки та передає їх до складальних цехів.
* **Складальний цех №1** — виготовляє різноманітні металоконструкції для внутрішніх потреб підприємства.
* **Складальний цех №2** — спеціалізується на виготовленні металоформ, основ для бурових веж та самих веж.
* **Цех механічної обробки** — забезпечує обробку деталей на металорізальних верстатах для подальшої передачі до складальних цехів.
* **Цех фарбування та відвантаження** — здійснює завершальне фарбування продукції та її підготовку до транспортування замовникам.

Усі зазначені цехи розташовані в головному промисловому корпусі підприємства. Окремо знаходяться гаражі служби ЕМВ, матеріальний склад, теплопункт, кисневий пункт, а також три лабораторії: хімічна, механічна та рентгеноконтролю.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

9

*ДП 141.041.024 ПЗ*

Головний корпус заводу є одноповерховою спорудою загальною площею 20 000 м². Його конструктивні елементи — стіни та покриття — виконані з залізобетонних плит. Підлога бетонна, із вбудованою потенційною решіткою. Міжцехові перегородки — цегляні. Допоміжні приміщення розташовані як всередині корпусу, так і у вигляді прибудов із цегли заввишки до 6 метрів. Висота основних цехів і внутрішніх допоміжних приміщень — 10 метрів.

**1.2 Технічна характеристика підприємства, цеху**

Цех підготовки виробництва виконує виготовлення заготовок та їх подальшу передачу до складальних цехів. Технологічний процес у цьому цеху відбувається за наступною схемою: листовий метал товщиною до 32 мм розрізається на заготовки необхідної довжини за допомогою прес-ножиць. Далі заготовки спрямовуються на преси, де їм надають потрібну форму. Після цього вони проходять механічну обробку на верстатах і передаються до наступних стадій виробництва. У випадках виготовлення труб, бочок та подібної продукції листовий метал попередньо прокатується на вальцювальних машинах, а стики зварюються за допомогою зварювального обладнання.

**Основне технологічне обладнання цеху включає:**

**Прес-ножиці** — призначені для розкрою листового металу товщиною до 32 мм. Принцип дії базується на використанні кінетичної енергії маховика, накопиченої під час холостого ходу. Через кривошипний механізм ця енергія передається на ріжучі ножі. Привод прес-ножиць здійснюється асинхронними електродвигунами потужністю до 45 кВт.

**Преси** — застосовуються для виконання операцій вільного кування, гарячого та холодного штампування. Преси поділяються на:

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

10

*ДП 141.041.024 ПЗ*

*Гідравлічні* — у яких робочим середовищем виступає вода під тиском 20–30 МПа (у важких пресах — до 50–60 МПа);

*Механічні* — з електроприводом.

**Вальцювальні машини** — призначені для згинання листового металу в циліндричну форму заданого перерізу. Оснащені парою асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором потужністю до 11 кВт.

**Свердлильні та розточні верстати** — встановлені у механічному цеху, використовуються для створення наскрізних і глухих отворів у деталях, а також для їх доопрацювання після лиття чи штампування. Основні рухи (обертання інструменту та подача) здійснюються через електропривод.

**Фрезерні верстати** — призначені для обробки плоских і фасонних поверхонь, прорізання прямих і гвинтових канавок, нарізання різьб, виготовлення зубчастих коліс тощо.

**Мостові крани** — забезпечують підіймання, опускання і горизонтальне переміщення важких заготовок, деталей та вузлів по цеху.

**Електровізки** — використовуються для транспортування важких заготовок між цехами підприємства.

**Зварювальні апарати** — забезпечують нерозбірне з’єднання металевих деталей шляхом місцевого нагріву до пластичного або рідкого стану. У цеху використовуються зварювальні напівавтомати типу ВДУ-506.

**Особливості виробничого середовища:**

Візуальне розпізнавання об’єктів у цеху ускладнюється низьким контрастом заготовок на фоні оточення. Типові габарити об’єктів, що обробляються, коливаються в межах від 100 до 2000 мм. Оптичні властивості робочого простору визначаються коефіцієнтами відбиття: стеля — 50%, стіни — 30%, робочі **поверхні — 10%. Ці параметри слід враховувати при проєктуванні систем штучного освітлення відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2006 "Природне і штучне освітлення".**

**1.3 Характеристика споживачів електроенергії. Категорія електропостачання**

На ВАТ «Завод МК і МО» живлення електроспоживачів здійснюється змінним струмом промислової частоти (50 Гц ) напругою 220 та 380 В і постійним струмом напругою 220 та 440 В.

За потужністю дане підприємство відноситься до малого – 4 МВт.

За ступенем надійності електропостачання відповідно ПУЕ дане підприємство відноситься до 2 категорії надійності електропостачання, оскільки перерва в електропостачанні може привести до масового недовипуску продукції, простою технологічних механізмів, промислового транспорту, працюючих. Перерва в електропостачанні даного підприємства дозволяється на час, який необхідний для вмикання резервного живлення силами експлуатаційного персоналу, але не більше 1 доби.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

11

*ДП 141.041.024 ПЗ*

До загальнопромислових установок відносяться вентилятори, компресори, теплові завіси. В них використовуються асинхронні і синхронні двигуни трьохфазного змінного струму. Характер навантаження рівний. Дане устаткування працює в легкому режимі, а значні статичні моменти виникають лише при пуску. Коефіцієнт потужності 0,75-0,85.

До виробничих механізмів даного підприємства відносяться прес-ножиці, преси, молоти, пили, металообробні верстати, та інші. Електропривод технологічних механізмів відноситься до другої категорії надійності електропостачання. Електроспоживачі даного типу працюють в короткостроковому і повторно короткостроковому режимі. Коефіцієнт потужності 0,5-0,6.

Електрозварювальне устаткування працює в повторно-короткочасному режимі. Коефіцієнт потужності коливається в межах 0,3-0,7. По степені надійності відносяться до другої категорії.

До під’ємно-транспортних механізмів належать мостові, козлові крани, кран-балки, електровізки. Режим роботи даних механізмів – короткочасний. Коефіцієнт потужності змінюється відповідно навантаженню і знаходиться в межах 0,4 - 0,7. З надійністю електропостачання під’ємно-транспортні механізми відносяться до другої категорії .

**1.4 Відомість споживачів електроенергії**

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

12

*ДП 141.041.024 ПЗ*

Таблиця 1.1- Відомість споживачів електричної енергії

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назва машини | Р, кВт | n, шт | кв | cosφ/tgφ | ΣP, кВт |
| Прес-ножиці ФБ 11321 | 45; 2,2; 0,25 | 5 | 0,16 | 0,6/1,33 | 237,25 |
| Прес-ножиці НБ 428 | 22; 3; 0,12 | 3 | 0,16 | 0,6/1,33 | 75,36 |
| Прес-ножиці НГ 3225 | 45; 2,2; 0,25 | 6 | 0,16 | 0,6/1,33 | 284,7 |
| Прес КД2326 | 30; 0,12 | 4 | 0,17 | 0,6/1,33 | 120,48 |
| Прес К 2130 | 22; 0,18 | 3 | 0,17 | 0,6/1,33 | 66,54 |
| Прес РКХА І 250 | 37; 0,25 | 1 | 0,17 | 0,6/1,33 | 37,25 |
| Прес К 1330 | 22; 0,18 | 3 | 0,17 | 0,6/1,33 | 66,54 |
| Вальцювальна машина | 7,5; 7,5 | 6 | 0,17 | 0,6/1,33 | 90 |
| Електровізок | 5,5 | 5 | 0,15 | 0,5/1,73 | 27,5 |
| Мостовий кран 10т | 22; 4; 5,5; 5,5 | 4 | 0,15 | 0,5/1,73 | 148 |
| Верстат горизонтально-розточний 2А614 | 5,5; 0,12; 2,2; 1,5; 0,55 | 8 | 0,14 | 0,5/1,73 | 78,96 |
| Верстат радіально-свердлільний 2М55 | 7,5; 1,1 | 6 | 0,14 | 0,5/1,73 | 51,6 |
| Верстат свердлільний | 5,5 | 4 | 0,14 | 0,5/1,73 | 22 |
| Фрезерний верстат ВМ127 | 15; 0,18; 2,2; 0,37 | 8 | 0,14 | 0,5/1,73 | 142 |
| Верстат повздовжньо-стругальний Б038 | 75; 5,5; 5,5 2; 0,75 | 2 | 0,14 | 0,5/1,73 | 177,5 |
| Зварювальний напівавтомат ВДУ-506 | 40 | 7 | 0,20 | 0,6/1,33 | 280 |
| Зварювальний напівавтомат ВДУ-506 | 40 | 7 | 0,20 | 0,6/1,33 | 280 |
|  |  |  |  |  |  |

продовження таблиці 1.1

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

13

*ДП 141.041.024 ПЗ*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вентилятор припливний | 22 | 4 | 0,65 | 0,8/0,75 | 88 |
| Вентилятор витяжний | 2,2 | 16 | 0,65 | 0,8/0,75 | 35,2 |
| Назва машини | Р, кВт | n, шт | кв | cosφ/tgφ | ΣP, кВт |
| Вентилятор витяжний | 2,2 | 16 | 0,65 | 0,8/0,75 | 35,2 |
| Теплова повітряна завіса | 30 | 10 | 0,65 | 0,8/0,75 | 300 |
| Всього | 2328,88 |

**1.5 Вибір схеми електропостачання**

Основними умовами проектування раціональної схеми електропостачання є надійність, економічність, якість електроенергії. Економічність визначається приведеними витратами на систему електропостачання. Надійність залежить від категорії споживачів електроенергії і особливостей технологічного процесу, невірна оцінка яких може привести як до зниження надійності системи електропостачання, так і на неоправдані витрати на монтаж і обслуговування.

Характерною особливістю схеми внутрішньозаводського розподілу електроенергії є велика розгалуженість мережі і наявність великого числа комутаційно-захисної апаратури Схема розподілу забезпечує живлення споживачів різних паралельних технологічних ліній від різних секцій шин однієї підстанції.

Вибір схеми визначається категорією надійності споживачів електроенергії, їх розміщенням, особливостями режимів роботи. . Схема внутрішньозаводського розподілу електроенергії має двоступінчасту побудову. Внутрішньо-заводський розподіл електроенергії виконується по змішаній схемі, яка включає в себе як радіальну, так і магістральну схему. Радіальна схема – електроенергія від джерела живлення передається безпосередньо до споживача. Магістральні схеми розподілу електроенергії застосовують в тому випадку, коли, споживачів багато і застосування радіальних схем економічно невигідне. Основна перевага магістральних схем – зниження капітальних витрат за рахунок скорочення ліній. Основний недолік магістральних схем - менша надійність електропостачання в порівнянні із радіальними.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

14

*ДП 141.041.024 ПЗ*

Живлення ВАТ «Завод МК і МО» відбувається двома кабельними лініями напругою від ГРП 10 кВ ТП.

Проведемо розрахунок внутрішньої силової мережі цеху.

 **Вихідні дані:**

- План цеху з прив'язкою електроприймачів;

- Характер і режим роботи обладнання;

- Категорія електропостачання (ІІ — за надійністю);

- Наявність резервних джерел живлення – так;

- Джерело живлення (трансформаторна підстанція, ГРП тощо).

Таблиця – Вихідні дані та дані отримані в результаті розрахунку

| № | Обладнання | Потужність P, кВт | cosφ | S, кВА | I, А (380 В) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Зварювальний трансформатор | 20 | 0,8 | 25,0 | 37,9 |
| 2 | Уловлювач пилу | 1,5 | 0,85 | 1,76 | 2,67 |
| 3 | Верстат шліфувальний | 4,5 | 0,85 | 5,29 | 8,02 |
| 4 | Верстат токарний | 4,6 | 0,85 | 5,41 | 8,20 |
| 5 | Верстат (універсальний) | 2,2 | 0,85 | 2,59 | 3,93 |
| 6 | Кран підвісний | 2,24 | 0,8 | 2,80 | 4,25 |
| 7 | Верстат фрезерний | 15 | 0,85 | 17,65 | 26,74 |
| 8 | Вентилятор витяжний | 0,75 | 0,85 | 0,88 | 1,33 |
| 9 | Насос | 4,0 | 0,85 | 4,71 | 7,13 |
| 10 | Вентилятор | 0,55 | 0,85 | 0,65 | 0,99 |
| 11 | Вентилятор | 0,55 | 0,85 | 0,65 | 0,99 |
| 12 | Верстат стругальний | 7,5 | 0,85 | 8,82 | 13,37 |
|  | **Разом:** | **63,89** |  | **75,11** | **115,61** |

Формули використані для розрахунку:

Повна потужність S = P / cosφ

Струм: I = S × 1000 / (√3 × 380)

Сумарне навантаження з коефіцієнтами

**Приймаємо:**

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

15

*ДП 141.041.024 ПЗ*

Коефіцієнт попиту (kп) ≈ 0,7

Коефіцієнт одночасності (kо) ≈ 0,85

**Розрахунок:**

Pрозр = Pзаг × kп × kо = 63,89 × 0,7 × 0,85 ≈ 38,0 кВт

Sрозр = Pрозр / cosφ ≈ 38,0 / 0,85 ≈ 44,7 кВА

Iрозр = Sрозр × 1000 / (√3 × 380) ≈ 67,9 А

 **Вибір трансформатора**

Орієнтовне навантаження: 45–50 кВА

Приймаємо **трансформатор потужністю 63 кВА** (наприклад, ТМГ-63/10), що забезпечує резерв.

**Вибір кабелю**

Сила струму ~ 68 А

Кабель: ВВГнг 4×16 мм² (мідний), допустимий струм до 85–100 А залежно від прокладки, або АВРГ4×16 мм² алюмінієвий)

**Захист**

- Автоматичний вимикач: **автомат на 80 А**, тип характеристики C або D (залежно від виду навантаження).

- Захист за струмом КЗ: враховується довжина кабелю, вибирається за умовами макс. і мін. струмів КЗ.

- Можлива установка ПЗВ на витік струму для окремих ліній (наприклад, для вентиляторів, насоса тощо).

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

16

*ДП 141.041.024 ПЗ*

**2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТНА**

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

17

*ДП 141.041.024 ПЗ*

**2.1 Вибір системи освітлення, джерел світла та їх розміщення**

Для складання проекту електричного освітлення необхідно мати плани і розміри приміщення з розстановкою в ньому технологічного обладнання. характеру технологічного процесу, обладнання і окремих виробничих приміщень. розміри мінімального розрізнення деталей, коефіцієнту відображення.

Для здійснення даного розрахунку по механічному цеху ВАТ «Завод МК і МО» маємо такі дані: колір стін та стелі – сірий, висота приміщення 6,5 м, ширина приміщення 11,5 м, довжина 20,5 м, тип середовища – хімічно неактивне, відносно забруднене. Висота робочої поверхні 1м.

В цеху для освітлення приймаємо комбіновану систему освітлення.

Для загального рівномірного освітлення, враховуючи висоту приміщення, приймаємо лампи люмінесцентні, світильник – ЛД2$×40$. Світильники розміщуються рядами вздовж цеху з однаковими відстанями між собою.

Місцеве освітлення приймається на окремих верстатах і виконується світильниками СМО, встановленими на кронштейні К-11.

 Враховуючи розміри об’єкта розрізнення приймаємо норму освітленості для загального освітлення Е = 200 лк, для місцевого – 300 лк. [10, с.114].

Для чергового освітлення прийнято 10% ламп від основного, включається і відключається чергове освітлення незалежно від основного робочого освітлення.

На аварійне освітлення виділяється 5 – 10% від основного, яке живиться від незалежного джерела.

Для освітлення використовуємо люмінесцентні лампи, що мають такі переваги:

* + висока освітлювальна віддача і довгій термін служби;
	+ сприятливі електровипромінювання, які забезпечують високу якість кольоропередачі;

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

*18*

*ДП 141.042.024 ПЗ*

* + низька яскравість і температура поверхні лампи;
	+ мала собівартість.

Приймаємо світильники типу ПВЛМ 2 × 40, в яких встановлено по дві люмінесцентні лампи ЛБ – 40. Світловий потік лампи – 4320 лм.

Розрахунковий світловий потік для всього приміщення:

 (2.1)

де *Е* – нормальна освітлюваність, лк,

 *К* – коефіцієнт запасу, для люмінесцентних ламп k = 1.3;

 *S* – площа приміщення, м2;

 *Z* – коефіцієнт нерівномірності освітлення; z = 1.1;

 *η* - коефіцієнт використання освітлювального потоку.

Визначаємо індекс приміщення:

  (2.2)

де $А$ і $В$ – довжина і ширина приміщення;

 $H\_{р}$ – розрахункова висота підвісу світильників, м;

 $H\_{р}=H-(h\_{с}+h\_{р})$ (2.3)

де *Н* – висота приміщення, м;

 *h*с – відстань від світильника до стелі, *hс* = (0,2...0,25) *Н*;

*Нр* = 6,45 – (0.2 ⋅6,45 + 1) = 4,2 м;

$$i=20,5∙\frac{11,5}{4,2}∙32=1.75$$

Коефіцієнт відбивання в приміщенні:

 ρстелі = 50%;

 ρстін = 30%;

 ρпідлогі = 10%.

В залежності від коефіцієнта відбивання, типу кривої сили світла, світильника і індексу приміщення приймаємо коефіцієнт виростання світлового потоку = 0.52. Підставимо значення величин у формулу (2.1):

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

*19*

*ДП 141.042.024 ПЗ*

$Ф=300∙235,75∙1,3∙1,1=194494$ *лм*.

Таким чином для створення загального світового потоку у механічному цеху необхідно встановити число світильників рівне:

$N=Ф/Ф\_{1}$, (2.4)

де *Ф* – загальний світловий потік, лм;

 *Ф1* – світловий потік лампи світильника, лм.

$N=\frac{194494}{2}∙4320=22,5$.

Приймаємо 22 світильники. Розташовуємо їх в два ряди по 11 в кожному. Відстань між рядами дорівнює:

 $L=λ∙H\_{р}$ , (2.4)

де λ – найвигідніша відстань між світильниками, яка залежить від висоти підвісу над робочою поверхнею. Вибираємо відстань для світильників з люмінесцентними лампами ⋅1,5 м:

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

*20*

*ДП 141.042.024 ПЗ*

 $L=1,5∙4,2=6,3 м,$

Відстань від стін:

 $l=\left(0,25…0,5\right)∙L.$ (2.5)

 $l=0,45∙6,3=2,8 м.$

 Освітленість у вибраних точках механічного цеху перевіряється точковим методом.

Оскільки загальна довжина ряду світильників перевищує половину розрахункової висоти підвісу, цей ряд розглядається як суцільна світлова лінія.

Згідно з умовою *L* = 0,5*H*p, ряд вважається неперервним.
З урахуванням того, що при великій довжині ряду освітленість на його кінцях зменшується, освітлювальна поверхня розміщується на відстані 0,5 *H*p​ від краю лінії.

Контрольну точку обираємо над робочим місцем, для якого нормується рівень освітленості.



Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

*21*

*ДП 141.042.024 ПЗ*

Рис. 4.1 Визначення освітлюваності точковим методом

Густину світлового потоку визначаємо за формулою:

 $Ф^{"}=1000∙E∙K\_{з}∙\frac{H\_{р}}{M∙Σ∙ε},$ (2.6)

де *Е* – нормована освітленість, *лк*, *Е* = 300 *лк*;

 *К*з – коефіцієнт запасу, *К*з = 1,3;

 *Н*р – розрахункова висота підвісу світильників, *Н*р = 4,2 м;

 *М* – коефіцієнт, що враховує дію віддалених світильників і відбивання світового потоку , М = 1,1...1,3;

 *Ε* – відносна освітленість (при *Ф* = 1000 лк/м2, *Н*р = 1м)

Відносна освітленість визначається по графіку з координатами *Р″* і *L″*.

Так як точка А освітлюється декількома частинами рядів. То відносна освітленість визначається від кожного ряду окремо, а потім додаються.

Визначаємо координати:

 $P^{"}=\frac{P}{H\_{р}}, L/H\_{р}$ (2.7)

По графікам визначаємо відносну освітленість. Дані заносимо у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 -

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

*22*

*ДП 141.042.024 ПЗ*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Нр, м | L, м | Нм | Р″ | L″ | Ε, лк |
| 4,2 | 6,3 | 1.8 | 0.7 | 1,5 | 70 |
| 4,2 | 6,3 | 1.8 | 0.7 | 1,5 | 70 |
| 4,2 | 2,8 | 1.8 | 0.7 | 0,6 | 51.25 |
| 4,2 | 2,8 | 1.8 | 0.7 | 0,6 | 51.25 |

$$Σε=242,5$$

Підставивши отримані величини у формулу (2.6), маємо:

$$Ф^{"}=1000∙300∙1,3∙\frac{4,2}{1,3∙242,5}=5196\frac{лм}{м}$$

Тоді повний світловий потік ряду складає:

 $Ф=Ф^{"}∙L,$ (2.8)

де *L* – довжина світлової лінії, *L* = 19 м;

 Ф = 5196 ⋅ 19 = 98724 лм.

Кількість світильників у ряду дорівнює:

$n=Ф/Ф\_{с}$ , (2.9)

де Фс – світловий потік ламп в світильнику, *лм* для світильника ПВЛМ 2 × 80 Фс = 8640 лм.

$$n=\frac{98724}{8640}=11,4 $$

 Приймаємо кількість світильників у ряду – 11 шт.

Загальна кількість світильників в приміщенні:

 $n\_{пр}=2∙n.$ (2.10)

*n* = 2 ⋅ 11 = 22 шт.

Результат розрахунку точковим методом підтверджують правильність розрахунку методом коефіцієнта світлового потоку.

 Освітленість у контрольній точці для перевірки визначаємо за формулою:

 $E=n∙Ф\_{c}∙M∙Σε\_{B}/(1000∙K\_{з}H\_{р}∙L)$ (2.11)

де ΣεВ – сумарна освітленість в т. В.;

 Аналогічно в точці А.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

*23*

*ДП 141.042.024 ПЗ*

 $Σε\_{В}=110 лк$

$$Е=22∙8640∙1,3∙110/ \left(1000∙1,3∙4,2∙19\right)=262,01 лк.$$

СНиП допускає ΔЕ = 15%

Аналогічно проведемо розрахунки освітлення інших приміщень. Результати розрахунків зводимо в світлотехнічну відомість. (Таблиця 2.2)

**2.2 Розрахунок освітлювальних мереж і вибір освітлювальних пунктів**

Переріз проводів освітлювальних мереж вибираємо за умовами:

* за розрахунковим струмом навантаження;
* за втратами напруги;
* за механічною міцністю.

Проводимо розрахунок освітлювальної мережі механічного цеху. Кількість світильників розподілена на дві групи по 11 в кожній.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

*25*

*ДП 141.042.024 ПЗ*

Проводку освітлювальної мережі механічного цеху виконуємо алюмінієвим проводом з несучим стальним тросом АВТ-1. За умовою механічної міцності переріз для алюмінієвих проводів – 2 мм2.

За умовою граничнодопустимого нагріву:

 $I\_{гр.доп.}\geq I\_{роз.роб.}$

Для алюмінієвого проводу перерізом 4 мм2 , розташованого відкрито

Ігр.доп = 32А. Величину робочого струму в освітлювальних мережах трьохфазного струму визначаємо за формулою :

 $I\_{роз.роб.}=P\_{уст.}∙1000/(\sqrt{3}∙U\_{н})$ , (2.12)

де *Р*уст - встановлена потужність групи; *Р*уст = 1,04 кВт;

 *U* ном. = номінальна напруга. *U* ном. = 380 В:

$$I\_{роз. роб.}=1,04∙\frac{1000}{\sqrt{3}∙380}=1,6 A$$

Умова виконується: 32 А > 1,6 А

Перевіримо вибрані переріз проводу на допустимі втрати напруги в

 лінії :

 $∆U=\frac{∆P\_{i}∙ι}{c∙S} ,$ (2.13)

де Δ*Рі* – сума моментів потужності, кВт

$ι$ – коеф. який залежить від напруги, кількості фаз и матеріалу проводу.

  *S* – переріз проводу, S = 2 мм 2 .

Визначаємо суму моментів потужності групової лінії за розрахунковою схемою питомої групової лінії.

ΔРі · ι = Руст · ι (Руст · n/2), (2.14)

ΔРі · ι = 1,04 · 8 · (1,04 · 2,3 / 2) = 9,95 Вт/м3 .

Визначаємо фактичну втрату напруги в лінії :

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

*26*

*ДП 141.042.024 ПЗ*

ΔU = 9,95 / (19,5 · 2) = 0.26 %

Фактична втрата напруги менша допустимої.

Застосуємо провід АВВГ (2×10; 2×2) з гнучким стальним тросом АВТ-1.

Аналогічно розраховуємо інші групові лінії освітлювальної мережі. Для керування механічного цеху і захисту окремих ліній від аварійних режимів роботи застосуємо освітлювальні щити типу Я04–85 з автоматичним вимикачем А3161. Групові освітлювальні мережі кабелем АВВГ, ВВГ ( в приміщенні В-1а) прокладаємо по будівельних конструкціях на скобах і тросу, проводом АППВ – в лотку.

Обслуговування світильників на висоті більше 5 метрів виконується з телескопічної вишки. В якості аварійного джерела світла в електрощитовій використовуємо переносний акумуляторний ліхтар.

1. **РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ФРЕЗЕРНОГО**

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

*27*

*ДП 141.042.024 ПЗ*

**ВЕРСТАТУ**

* 1. **Визначення потужності двигуна головного руху**

 t

 B

 L

Рисунок 4 – Ескізне креслення заготовки для обробки на фрезерному верстаті

Версті виконують торцеве фрезерування стальної заготовки.

Швидкість різання визначаємо за формулою, vz, м·хв.-1 [1, с. 282]

, (3.1)

де  – коефіцієнт, що визначається по таблиці 39 [1, с. 286];

D – діаметр фрези, мм;

Т – період стійкості, хв.;

t – глибина різання, мм;

 – подача на зуб, мм/зуб;

В – ширина фрезерування поверхні, мм;

z – число зубців;

 – коефіцієнти, що визначаються по таблиці 39 [1, с. 286];

– коефіцієнт корекції [1, с. 282].

При =700, =0,17, =0,33, =0,38, =0,28, =0,08, =0,1, D=200 мм, Т=240 хв., t=6 мм, =0,14 мм/зуб, В=150 мм, z=12, =0.3

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

*28*

*ДП 141.042.024 ПЗ*

м·хв.-1

Визначаємо частоту обертання шпинделя , хв.-1, що відповідає швидкості різання яка знайдена (1.2) при vz=37 м·хв.-1, D=200 мм

 хв.-1

 частоту обертання шпинделя коректуємо по технічним характеристикам станка і встановлюємо дійсну частоту обертання  хв.-1 [2, с. 422].

Визначаємо дійсну швидкість різання vzд, м·хв.-1, по (1.3) при D=200 мм,  мин-1

м·хв.-1

Визначаємо головну складову сили різання , Н [1, с. 282]

, (3.2)

де – коефіцієнт, який визначається по таблиці 41 [1, с. 291];

– показники ступеню, визначаються по таблиці 41 [1, с 291];

t – глибина різання, мм;

 – подача на зуб, мм/зуб;

В – ширина фрезерування поверхні, мм;

z – число зубців;

D – діаметр фрези, мм;

nд – частота обертання шпинделя, хв.-1;

Кр– коефіцієнт корекції.

При =101, =0,88, =0,75, =1,0, =0,87, =0, t=6 мм, =0,14 мм/зуб, В=150 мм, z=12, D=200 мм, nl=63 хв.-1

Н

Визначаємо час обробки заготовки основний , хв. [2, с. 230]

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

*29*

*ДП 141.042.024 ПЗ*

,…. (3.3)

де L – довжина деталі що оброблюється, мм;

 – подача на зуб, мм/зуб;

z – число зубців;

– дійсна частота обертання шпинделя, хв.-1;

i – число проходів.

При L=450 мм, =0,14 мм/зуб, z=12, =63 хв.-1

хв.

Потужність, що витрачається на різання може бути визначена Рz, кВт [1, с. 290]

, (3.4)

де  – головна складова сили різання, Н;

vz.д – дійсна швидкість різання, м·хв.-1.

При =17036 Н, =40 м·хв.-1

кВт

Визначаємо потужність двигуна Рдв, кВт, при Рz= 11,4 кВт, = 0,82

$P\_{дв}=\frac{11,4}{0,82}=13,85 $кВт

По кінематичні верстата розрахункова частота обертання двигуна складає nдв.розр. ≈1450 хв. -1.

Оскільки тривалість операції перевищує 10 хв., то виходячи з розрахункової потужності вибираємо двигун типу 5А160S4, напругою 380 В, 50 Гц , потужністю 15 кВт, ступінь захисту IP54 , з класом нагрівостійкості ізоляції “F” (таблиця 22.2 [3, с.37]). Дані двигуна заносимо у таблицю 5.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

*30*

*ДП 141.042.024 ПЗ*

Таблиця 5 – Паспортні дані вибраного електричного двигуна

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип двигуна | Р, кВт | n, об.хв. | $η$, % | $$\cos(φ)$$ | Iном, А | Мном, Нм | kп | $$\frac{І\_{пуск}}{І\_{ном}}$$ | $$λ$$ | J |
| 5А160S4 | 15,0 | 1450 | 89,5 | 0,86 | 29,6 | 99 | 2,2 | 6,1 | 2,6 | 0,075 |

Знаходимо номінальний момент навантаження Ммакс, Н∙м, при Рz=11,4 кВт, nном=1450 об-1, ηст=0,82

$М\_{макс}=\frac{9550∙Р\_{z}}{n\_{ном∙η}}=\frac{9550∙11,4}{1450∙0,82}$ =91,56 Нм

Перевіряємо вибраний двигун по перевантажувальній здатності по (1.15) при λ = 2,6, Мном = 99 Н∙м

0,8·2,6·99=205,9>91,56 Н·м

Вибраний двигун задовольняє по цій умові.

Фрезерний верстат FX5045 має у своєму складі три електричні двигуни з наступними значенням потужності:

* Електричний двигун головного руху – 15 кВт, 1460 об/хв;
* Електричний двигун подачі – 2,2 кВт, 1420 хв;
* Електричний двигун насосу – 0,25 кВт; втрати охолоджуючої рідини 25 л/хв.
	1. **Вибір схеми керування електроприводом фрезерного верстата та опис роботи**

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

*31*

*ДП 141.042.024 ПЗ*

Схема керування електроприводом фрезерного верстата має забезпечити надійний запуск, зупинку, зміну напрямку обертання та захист електродвигунів, що обслуговують основні вузли машини — головний рух (обертання шпинделя), подачу, перемикання швидкостей тощо. Вибір і розробка такої схеми потребують урахування специфіки саме фрезерних верстатів, яка відрізняється від свердлильних, токарних або стругальних машин.

**Загальні функції та призначення схеми**

Живлення верстата подається через автоматичний вимикач *QF1*, який є головним апаратом силової комутації. Він забезпечує увімкнення і вимкнення всієї установки та виконує функцію аварійного вимикача. Усі ремонтні й профілактичні роботи проводяться лише при вимкненому *QF1*.

Основні виконавчі органи верстата — електродвигуни *М1* (головний привод) та *М2* (привод подачі) — вмикаються незалежно кнопками *SB1* і *SB2* через магнітні пускачі *КМ1* і *КМ2*. У схемі реалізовано самопідхоплення (самоблокування): після натискання кнопки «Пуск» котушка пускача живиться через власний нормально-відкритий контакт, що дозволяє зберігати стан вмикання.

Зупинка приводов виконується кнопкою *SB* "Стоп", а також за сигналом кінцевих вимикачів, які захищають механізми від граничних переміщень. У разі спрацювання кінцевого вимикача або теплового реле ланцюг керування розривається, і відповідний двигун вимикається.

Особливий режим має електродвигун *М3*, призначений для приведення в дію насоса подачі рідини що охолоджує. Його вмикання здійснюється кнопкою *SB2* через автоматичний вимикач *QF2*, але без самопідхоплення — після відпускання кнопки двигун зупиняється.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

*32*

*ДП 141.042.024 ПЗ*

Зміна напрямку обертання шпинделя реалізується за допомогою барабанного перемикача *БП*, який механічно перемикає підключення обмоток двигуна. Заборонено перемикати *БП* та пакетні вимикачі *ВП*-10, *ВП*-25 під навантаженням — це може призвести до пошкодження контактів та аварій.

**Захист електроприводів**

Короткі замикання — захист забезпечується плавкими запобіжниками *FU1, FU2.*

Перевантаження — запобігаються спрацьовуванням теплових реле *КК1, КК2*, що розривають коло живлення пускачів.

Нульовий захист — після зникнення напруги в мережі двигуни автоматично зупиняються й не запускаються самостійно при її відновленні.

**Особливості електропривода фрезерного верстата**

Фрезерний верстат характеризується складною механікою подачі та необхідністю точної координації рухів по декількох координатах (X, Y, Z). У зв’язку з цим схема керування передбачає:

- Більшу кількість виконавчих механізмів, ніж у свердлильних або токарних верстатах;

- Можливість реверсу не тільки шпинделя, але й приводів подач;

- Кінцеві вимикачі у всіх напрямках переміщення;

- Синхронізацію або блокування рухів, щоб уникнути зіткнень або перевантажень;

- Короткочасний привод для перемикання механічних передач (М4) — на токарних і свердлильних верстатах він часто відсутній.

**Порівняння з електроприводами інших типів верстатів**

Тип верстата Особливості електропривода та схеми керування:

- Фрезерний. Багатокоординатне переміщення, реверс подач, окремий двигун для перемикання передач, наявність блокувань та кінцевих вимикачів у всіх напрямках

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

*33*

*ДП 141.042.024 ПЗ*

- Свердлильний. Здебільшого один головний привід; схеми керування простіші, без реверсу; менше ступенів захисту;

- Токарний. Привод обертання з реверсом, привід подачі — інколи механічний; кінцеві вимикачі переважно відсутні;

- Стругальний. Зворотно-поступальний рух; складна схема керування з гідро- або електропневмоприводами; часто застосовується релейно-контакторна логіка або ПЛК.

**Експлуатаційні рекомендації**

У процесі роботи верстата важливо регулярно очищувати електродвигуни та апаратуру керування від пилу й бруду. Забруднення може спричинити перегрів та спрацювання теплового захисту. У випадку спрацювання теплових реле необхідно усунути перевантаження і дати пристроям охолонути перед повторним запуском.

Крім того, необхідно перевіряти правильність напрямку обертання електродвигунів після підключення до мережі, зокрема для механізму подачі, обертання якого має бути за годинниковою стрілкою, як вказано на корпусі двигуна. У протилежному випадку механізм працювати не буде.

 **Опис роботи вибраної схеми**

Схема керування електроприводом фрезерного верстата призначена для забезпечення надійного та безпечного вмикання, зупинки й захисту електродвигунів, що приводять у дію механізми подачі та обертання шпинделя. Підключення верстата до електричної мережі здійснюється за допомогою автоматичного вимикача *QF1*, який виконує функцію загального силового комутаційного апарата. Усі роботи з огляду, технічного обслуговування або ремонту електрообладнання дозволено проводити лише після обов’язкового вимкнення *QF1*.

Основні виконавчі механізми верстата — електродвигуни *М1* та *М2* — вмикаються незалежно один від одного за допомогою кнопок *SB1* і *SB2*, відповідно. Ввімкнення здійснюється через магнітні пускачі КМ1 та КМ2, які забезпечують як комутацію силових ланцюгів, так і функцію самоблокування (самопідхоплення) для збереження стану ввімкнення до моменту натискання кнопки зупинки або спрацювання захисту.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

*34*

*ДП 141.042.024 ПЗ*

Зупинка обох електродвигунів здійснюється натисканням кнопки SB "Стоп", яка розриває ланцюг керування пускачами. Аналогічно, відключення двигунів відбувається у разі спрацювання кінцевого вимикача, встановленого для захисту від граничних переміщень механізмів. При цьому розмикається коло керування, і двигуни автоматично знеструмлюються.

Окрему функцію виконує електродвигун М3, який включається кнопкою SB2 через автоматичний вимикач QF2. Особливістю його роботи є відсутність самопідхоплення — тобто котушка магнітного пускача утримується у ввімкненому стані лише під час натиснутої кнопки. Це дозволяє використовувати двигун М3 короткочасно, зокрема для полегшення перемикання швидкостей.

Зміна напрямку обертання шпинделя здійснюється за допомогою барабанного перемикача БП, який механічно перекидає схему підключення обмоток двигуна. Важливо зазначити, що перемикання положень барабанного перемикача або пакетних вимикачів типу ВП-10, ВП-25, БП1-132 під час роботи верстата категорично заборонене. Розмикання струмових ланцюгів цими апаратами під навантаженням може призвести до дугових розрядів і пошкодження контактів.

Для захисту електрообладнання від коротких замикань у схемі передбачено встановлення плавких запобіжників FU1 і FU2, які швидко реагують на надструмові режими. Захист від перевантаження електродвигунів реалізовано за допомогою теплових реле КК1 і КК2, які відключають двигуни у разі перевищення допустимого струму протягом певного часу.

Нульовий захист реалізується шляхом вимкнення живлення котушок магнітних пускачів при зникненні напруги в мережі. Це забезпечує автоматичне вимкнення електродвигунів М1 і М2 після аварійного знеструмлення, попереджаючи їх самовільне ввімкнення після відновлення напруги.

При монтажі верстата на робочому місці необхідно обов’язково перевірити напрямок обертання ротора електродвигуна механізму подачі. Він має відповідати стрілці, нанесеній на кожусі двигуна — тобто здійснювати обертання за годинниковою стрілкою. Недотримання цієї вимоги призводить до порушення роботи механізму подачі.

У разі блокування механізмів кінцевими вимикачами електродвигуни не можуть бути запущені. У таких випадках необхідно вручну перемістити санчата або консоль до моменту звільнення кінцевого вимикача.

У процесі експлуатації верстата слід регулярно проводити очищення електродвигунів і апаратури керування від пилу та бруду, що запобігає перегріванню та зниженню електроізоляційних властивостей. У разі перевантаження електродвигунів під час роботи схема захисту автоматично спрацьовує, і теплові реле відключають відповідний двигун до усунення причини перевантаження.

Схема електрична принципова шафи керування електроприводом фрезерного верстата представлена у графічній частині проекту. Номер документу **ДП 141.042.024 Е3.**

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

*35*

*ДП 141.042.024 ПЗ*

**3.3 Вибір апаратів керування і захисту, комплектних пристроїв**

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

36

*ДП 141.042.024 ПЗ*

Користуючись довідниковою літературою записуємо паспортні значення номінального струму Ін, кратності пускового струму Кі, та коефіцієнта завантаження Кз для заданих електродвигунів *М1*, *М2,* *М3* до табл.5

Таблиця 5- Технічні характеристики електричних двигунів верстата

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Типи | РН, кВт | n, об/хв | Iн, А | ККД,% | cosφ |  |  |  |  | Моментінерції ротора, кг.м2.10-3 | Маса, кг(ІМ1081) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| АИР56В2 | 0,25 | 2730 | 0,70 | 69 | 0,79 | 2,2 | 1,8 | 2,2 | 5,0 | 0,47 | 3,9 |
| АИР160S4 | 15 | 1455 | 28,5 | 90 | 0,89 | 1,9 | 1,8 | 2,9 | 7,0 | 78 | 100 |
| АИР90L4 | 2,2 | 1400 | 5,0 | 81 | 0,83 | 2,1 | 1,6 | 2,2 | 6,5 | 5,6 | 18,6 |

Визначаємо пусковий струм електродвигунів за формулою:

$I\_{п}=I\_{н}∙K\_{i}$ (3.5)

Як приклад наводимо розрахунок для третього електродвигуна М3

Іп3 = 0,7· 5,0 = 3,5А

Аналогічно визначаємо решту значень Іп, результати записуємо до табл.6

Значення робочих струмів Iр отримуємо із рівняння:

$I\_{р}=K\_{з}∙I\_{н.дв}$ (3.6)

де Кз – коефіцієнт завантаження (довідникове значення див. Л-7 с.138)

Як приклад наводимо розрахунок для третього електродвигуна М3

Iр3 = 0,8 · 0,7 = 0,57 А

Аналогічно визначаємо решту значень Ір, результати записуємо до табл.6

Вибираємо електромагнітні пускачі за умовами:

а) $U\_{ном.п}\geq U\_{мер}$ (3.7)

 б) $I\_{ном.п.}\geq I\_{р}$ (3.8)

в) $I\_{ном.п.}\geq I\_{п}/6$ (3.9)

де Uном. п. – номінальна напруга електромагнітного пускача, В (довідникове значення);

Uмер.  - номінальна напруга мережі, В, Uмер. = 380 В;

 Іном.п. – номінальний струм електромагнітного пускача, А (довідникове значення);

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

37

*ДП 141.042.024 ПЗ*

Ін.дв. - номінальний струм електродвигуна, А (табл. 5)

Крім цього електромагнітний пускач повинен відповідати: - за призначенням (реверсивний, нереверсивний, для пуску асинхронних короткозамкнених двигунів з перемиканням обмоток статора з “зірки” на “трикутник”) – залежно від режиму роботи і способу пуску електродвигуна; - за конструктивним виконанням (з кнопками керування, без кнопок, з сигнальною лампою, без лампи тощо) залежно від місця встановлення (окремо, в комплектному пристрої) та необхідності в сигналізації; - за наявністю теплових реле – залежно від потреби в тепловому захисті електродвигуна; - за захищеністю від впливу навколишнього середовища, кліматичного виконання і категорією розміщення – відповідно до умов, в яких він буде експлуатуватися. Пускачі, які встановлюються в оболонках комплектних пристроїв керування, повинні мати ступінь захисту ІР00.

Як приклад наводимо вибір електромагнітного пускача *КМ1* для першого електродвигуна *М1*

Умовам вибору відповідає електромагнітний пускач серії ПМ0-06 .

Який має наступні технічні характеристики: Uп.ном = 380 В

 Іном.п = 6 А;

 Uкот. = 220 В;

380 В ≥ 380 В, умова виконується;

6 А ≥ 0,57 умова виконується;

6 ≥ 3,5/6 умова виконується;

Аналогічно проводимо вибір решти електромагнітних пускачів результати занотовуємо до табл.5

Таблиця 6 - Результати розрахунків та вибору

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

38

*ДП 141.042.024 ПЗ*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Електро-двигуни | *М1* | *М2* | *М3* |
| *І*н.дв., *А* | *К*і | Іп, А | Кз | Iр, А | Ін.дв., А | Кі | Іп, А | Кз | Iр А | Ін.дв., А | Кі | Іп, А | Кз | Iр А |
| 5,0 | 6,5 | 32,5 | 0,8 | 4,0 | 28,5 | 7 | 199,5 | 0,8 | 22,8 | 0,7 | 5 | 3,5 | 0,8 | 0,57 |
| Електро- магнітні пускачі | ПМ-S-09 | ПМ-S-38 | ПМ0-06-10(01) |
| Електротеплові реле | - | РТ-2353 | - |

Вибираємо електротеплове реле за умовами:

а) Uном.р. ≥ Uмер (3.10)

б) Іном.р ≥ Ір. (3.11)

в) Іт.р. ≥ Ір (3.12)

де Uном.р номінальна напруга електротеплового реле, В (довідникове значення);

Іном.р номінальний струм електротеплового реле, А (довідникове значення);

Іт.р номінальний струм теплового розчіплювача електротеплового реле, А (довідникове значення);

Умовам вибору відповідає електротеплове реле типу , РТ – 2353

яке має наступні технічні характеристики: Uном.р = 380 , В;

Іном.р = 53 , А;

Іт.р. = 23 , А;

Як приклад наводимо вибір електротеплового реле *КК1* для електродвигуна *М2*.

Регулятор струму не спрацювання встановлюємо в положення 23 А.

380 ≥ 380 умова виконується;

53 ≥ 22,8 умова виконується;

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

39

*ДП 141.042.024 ПЗ*

23 ≥ 22,8 умова виконується;

Вибираємо автоматичний вимикач *QF2* (для одиночного споживача) за умовами:

а) $U\_{а.ном}\geq U\_{мер}$ (3.13)

 б) $I\_{а.ном}\geq I\_{р}$ (3.14)

в) $I\_{т.р.а}\geq I\_{р}$ (3.15)

г) $I\_{е.р.а}\geq 1,65K\_{і}I\_{н.дв}$ (3.16)

де *U*а.ном – номінальна напруга автоматичного вимикача В;

*I*а.ном - номінальний струм автоматичного вимикача, А

*I*т.р.а – струм теплового розчіплювача автоматичного вимикача, А

Iе.р.а – каталожний струм спрацювання електромагнітного розчіплювача, А, визначається з (3.16): Iе.р.а = 1,65∙5,0∙0,7=5,67 А

Умовам вибору відповідає автоматичний вимикач типу: ВА-2005 М05 [6]. Тип основного розчіплювача електромагнітний, який має наступні технічні характеристики:. Uа.ном = 400 , В;

Іа.ном = 1 , А;

Iт.р.а = 0,63 , А;

кратність відсічки становить К від = 13 .

400 В ≥ 380 В, умова виконується;

1 А ≥ 0,7 А умова виконується;

0,63 ≥ 0,57 умова виконується;

13 ≥ 5,67 умова виконується;

Вибираємо автоматичний вимикач *QF1* (для групи споживачів) за умовами:

а) Uа.ном ≥ Uмер (3.17)

б) Іа.ном ≥ ΣІр (3.18)

в) Iт.р.а.  ΣIр (3.19)

г) Iсп. к.  Іп.б. +ΣІр (решти менших електродвигунів) (3.20)

Проаналізувавши технологію виробництва вважаємо, що найбільший струм який буде протікати через захисний апарат можливий у випадку коли запускається найбільший електродвигун а решта менших уже працюють.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

40

*ДП 141.042.024 ПЗ*

Умовам вибору відповідає автоматичний вимикач типу ВА-2005 М40 [ 6 ]. Тип основного розчіплювача електромагнітний, автомат має наступні технічні характеристики:. Uа.ном = 400 , В;

Іа.ном = 40 , А;

Iт.р.а = 30 , А;

 кратність відсічки становить К від = 13 .

400 В ≥ 380 В умова виконується;

40 А ≥ 4+22,8+0,57 умова виконується;

30 А ≥ 22,8 умова виконується;

520 А ≥ 199+5+0,7 А умова виконується;

Вибираємо запобіжник FU2 (для одиночного споживача) за умовами:

а) Uз..ном ≥ Uмер (3.21)

б) Із..ном ≥ Ір (3.22)

в) Iп.в ≥ Іп/к (3.23)

де к коефіцієнт що враховує важкість пуску, приймаємо к = 2,5 [ 2 ]

Умовам вибору відповідає запобіжник типу ПН-2-100 який має наступні технічні характеристики:. Uз.ном = 380 , В;

 Із.ном = 100 , А;

 Iп.в = 80 , А;

380 В ≥ 380 В умова виконується;

100 А ≥ 22,8 А умова виконується;

80 А ≥ 199,5/2,5= 79,8 умова виконується;

Дистанційне керування установкою здійснюємо за допомогою кнопкових постів керування.

Пости керування вибираємо за умовами:

1. По напрузі Uк.п≥Uм

де: Uк.п – номінальна напруга кнопкового поста, В

1. По струмі контактів Ік≥Іроз
2. По кількості штовхачів
3. По кліматичному виконанні і категорії розміщення.

З [ 6 ] вибираємо кнопковий пост SB1 типу ПКЕ-112-1У3

660 В > 220 В; 10 А > 0,54 А

Вибір решту кнопочних постів проводимо аналогічно, а технічні дані заносимо в таблицю 5.

Перемикання режимів роботи установки здійснюють перемикачем SA, який вибирають за умовами:

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

41

*ДП 141.042.024 ПЗ*

1. По напрузі Uп≥Uм

де: Uп – номінальна напруга перемикача, В

1. По струмі контактів Ікон≥Іроз
2. По кількості комутуючих кіл
3. По кліматичному виконанні і категорії розміщення.

З [6] вибираємо перемикач типу ПКУ3. 660В>220В; 10А>1,52А

* 1. **Питання охорони праці при використанні фрезерного верстата у виробничому процесі**

**Інструкція з безпечного користування фрезерним верстатом FX5045**

**3.4.1 Загальні положення**

1.1 Дана інструкція встановлює правила безпечної роботи на фрезерному верстаті моделі **FX5045**.
1.2 До роботи допускаються особи, що пройшли інструктаж з охорони праці, навчання роботі на верстаті та мають відповідну кваліфікацію.
1.3 Робота дозволяється лише у справному спецодязі (куртка, штани, взуття, головний убір, захисні окуляри).

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

42

*ДП 141.042.024 ПЗ*

**3.4.2 Вимоги безпеки перед початком роботи**

2.1 Провести зовнішній огляд верстата: переконатися у відсутності пошкоджень, протікань мастила, сторонніх предметів на робочій поверхні.
2.2 Перевірити справність:

* Заземлення верстата;
* Системи мастила та охолодження;
* Захисних кожухів та огорож;
* Справність аварійного вимикача.
2.3. Установити та надійно закріпити оброблювану заготовку.
2.4. Установити і зафіксувати фрезу відповідно до вимог технологічного процесу.
2.5. Перевірити обертання фрези на холостому ходу.

**3.4.3 Вимоги безпеки під час роботи**

3.1 Заборонено торкатися обертових частин верстата, наближатися до інструменту під час обробки.
3.2 Під час роботи:

* Не залишати верстат без нагляду;
* Не виконувати регулювання або вимірювання на працюючому верстаті;
* Не використовувати стиснене повітря для очищення одягу або верстата.
3.3 У разі виникнення сторонніх звуків, вібрацій або запахів **негайно зупинити верстат**.
3.4 Слідкувати за наявністю охолоджувальної рідини та правильністю її подачі.
3.5 Дотримуватись обраного режиму обробки (швидкість, подача, глибина фрезерування).

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

43

*ДП 141.042.024 ПЗ*

**3.4.4 Вимоги безпеки після завершення роботи**

4.1 Зупинити верстат і дочекатися повної зупинки обертання фрези.
4.2 Вимкнути живлення верстата від мережі.
4.3 Очистити робочу зону, стіл верстата, інструмент та заготовку від стружки і мастила.
4.4 Провести візуальний огляд верстата, виявити можливі дефекти.
4.5 Повідомити відповідальну особу про завершення роботи та можливі несправності.

**3.4.5 Заборонено**

* Працювати на несправному верстаті;
* Працювати без засобів індивідуального захисту (ЗІЗ);
* Використовувати несертифікований або зношений інструмент;
* Перевищувати рекомендовані режими різання;
* Залишати верстат без нагляду під час роботи.

**6 Перша допомога у разі нещасного випадку**

6.1 Негайно зупинити верстат.
6.2 Надати постраждалому першу долікарську допомогу (зупинка кровотечі, обробка ран, знеболення).
6.3 Викликати медичного працівника або швидку допомогу.
6.4 Повідомити керівництво та відповідального за охорону праці.

**Примітка:** ця інструкція має бути розміщена на видному місці поруч із верстатом. Перед початком роботи кожен оператор повинен ознайомитися з інструкцією та пройти відповідний інструктаж.

**4 ОХОРОНА ПРАЦІ**

* 1. **Аналіз стану охорони праці на підприємстві**

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

44

*ДП 141.042.024 ПЗ*

Організація охорони праці на підприємстві ВАТ «Завод МК і МО», що спеціалізується на виготовленні металевих конструкцій, здійснюється відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України та інших нормативно-правових актів.

На підприємстві створено службу охорони праці, що безпосередньо підпорядковується керівництву. Розроблено та впроваджено інструкції з охорони праці за професіями та видами робіт, проводиться вступний та періодичний інструктаж працівників. Працівники регулярно проходять медичні огляди згідно з чинним законодавством.

Виробничі приміщення обладнані системами загального та місцевого освітлення, а також вентиляцією. Температурно-вологісний режим у приміщеннях підтримується на рівні, який відповідає санітарним нормам. Проте, за результатами внутрішнього аудиту охорони праці, виявлено такі недоліки:

* недостатня ефективність витяжної вентиляції у зварювальному цеху;
* наявність підвищеного рівня шуму на окремих ділянках обробки металу;
* не до кінця впроваджені заходи щодо попередження травматизму при роботі з підйомно-транспортним обладнанням.

Таким чином, незважаючи на загалом задовільний стан охорони праці, підприємству слід підвищити ефективність роботи служби охорони праці, посилити контроль за виконанням інструкцій і забезпечити повне дотримання вимог безпеки у всіх виробничих зонах.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

45

*ДП 141.042.024 ПЗ*

* 1. **Визначення небезпечних і шкідливих чинників виробництва**

Виробничий процес на заводі металевих конструкцій пов'язаний із застосуванням механічного, електричного, зварювального обладнання, вантажопідйомних механізмів, що обумовлює наявність ряду потенційно небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

Основні небезпечні чинники, характерні для цього типу виробництва:

* рухомі частини обладнання, що створюють ризик травмування (ножі, шліфувальні круги, свердла тощо);
* підвищена напруга в електричних мережах, що може призвести до ураження електричним струмом;
* переміщення вантажів кранами та тельферами, що створює ризик падіння вантажів;
* висока температура при зварюванні, що може спричинити опіки.

Основні шкідливі чинники:

* пил металу, який утворюється при шліфуванні та різанні, викликає захворювання органів дихання;
* зварювальні аерозолі та дим, що містять оксиди металів і мають токсичну дію;
* високий рівень шуму, що перевищує допустимі значення (більше 85 дБ) і може викликати втрату слуху при тривалому впливі;

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

46

*ДП 141.042.024 ПЗ*

* інфрачервоне та ультрафіолетове випромінювання під час зварювання, що може впливати на зір.

Для мінімізації впливу зазначених факторів необхідно впроваджувати комплекс заходів, зокрема: використання індивідуальних засобів захисту (респіратори, навушники, захисні окуляри, спецодяг), технічні рішення (екрани, вентиляція, шумопоглинаючі матеріали), а також організаційні заходи (інструктажі, регламент робочого часу, медичний контроль).

**4.3 Заходи з електробезпеки**

У механічному цеху передбачається експлуатація електроустановок до 1000 В, тому заходи з електробезпеки є пріоритетними. Основні вимоги:

* **Заземлення електрообладнання**. Усі електроприймачі мають бути заземлені відповідно до вимог ПУЕ та ДСТУ EN 61140. Передбачено захисне занулення для трифазного обладнання.
* **Використання ПЗВ (пристроїв захисного вимкнення)**. Для групових ліній живлення з однофазним і трифазним навантаженням передбачено застосування ПЗВ із струмом спрацювання не більше 30 мА.
* **Наявність апаратури аварійного вимкнення**. Усі верстати обладнуються кнопками аварійного вимкнення з червоним грибоподібним натисканням, розміщеними у зоні досяжності оператора.
* **Огородження струмоведучих частин**. Всі токопровідні частини електрообладнання закриті, проводка виконана в коробах або металорукавах.
* **Інструктажі з електробезпеки**. Працівники проходять первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі. Обов’язкове навчання персоналу на І або ІІ групу з електробезпеки залежно від посадових обов’язків.
* **Система блискавкозахисту**. Передбачено зовнішню систему блискавкозахисту будівлі цеху відповідно до вимог ДСТУ EN 62305.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

47

*ДП 141.042.024 ПЗ*

* **Пожежна безпека**. Передбачено засоби пожежогасіння біля розподільчих щитів — вогнегасники типу ВВК-5 (вуглекислотні), а також наявність знаків безпеки та плану евакуації.

**4.4 Розрахунок заземлення**

Потрібно розрахувати заземлюючий пристрій трансформаторної підстанції, що живить механічний цех напругою 10/0,4. кВ, що розміщена в третій кліматичній зоні. Від станції відходять три повітряні лінії 380/220 В на яких відповідно ПВЕ намічено шість повторних заземлень нульового проводу. Питомий опір ґрунту, виміряний при нормальній вологості складає $ρ\_{вим}=120 Ом∙м.$

Заземлюючий контур у вигляді прямокутника виконується шляхом закладення в ґрунт вертикальних стальних стержнів довжиною 5 м і діапетром 12 мм з’єднаних між собою стальною полосою $40×4 мм.$ Глибина закладки стрижнів 0,8 м, полоси 0,9 м.

Струм замикання на землю на стороні 10 кВ $I\_{з}=8 A.$

Визначаємо розрахунковий опір ґрунту для стержневих заземлювачів:

$ρ\_{розр}=k\_{с}k\_{1}ρ\_{вим}=1,15∙1,0∙120=138 Ом∙м$ (4.1)

Опір вертикального заземлювача з круглої сталі:

$R\_{в}=\frac{0,366ρ\_{розр}}{l}\left(lg\frac{2l}{d}+0,5lg\frac{4h\_{сер}+l}{4h\_{сер}-l}\right)=\frac{0,366∙138}{5}\left(lg\frac{2∙5}{0,012}++0,5lg\frac{4∙3,3+5}{4∙3,3-5}\right)=31,2 Ом$ (4.2)

Опір повторного заземлення $R\_{п.з.}$ не повинен перевищувати 30 Ом при

$ρ=100 Ом∙м$ і нижче. При $ρ>100 Ом∙м$ допускається приймати:

$$ρ\_{розр}=30∙\frac{ρ}{100}=30∙\frac{138}{100}≈41Ом.$$

Для повторного заземлення приймає один стержень довжиною 5 м і діаметром 12 мм опір котрого 31,2 Ом < 41 Ом.

Загальний опір всіх шести повторних заземлень:

$$r\_{п.з.}=\frac{R\_{п.з.}}{n}=R\_{в}/n=\frac{31,2}{6}=5,2 Ом.$$

$R\_{п.з.}- $опір одного повторного заземлення

Визначаємо розрахунковий опір заземлення нейтралі трансформатора з урахуванням повторних заземлень:

$$r\_{шук}=\frac{r\_{з}∙r\_{п.з.}}{r\_{п.з.}-r\_{з}}=\frac{4∙5,2}{5,2-4}=17,3 Ом.$$

 Згідно з ПВЕ, опір заземлюючого пристрою при приєднанні до нього електрообладнання напругою до і вище 1000 В не повинно бути більше 10 Ом і 125/І якщо останнє менше 10 Ом.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

48

*ДП 141.042.024 ПЗ*

$$r\_{шук}=\frac{125}{8}=15,6 Ом.$$

Приймаємо для розрахунку найменше з цих значень з цих значень $r\_{шук}=10 Ом.$

Визначаємо теоретичне число стержнів :

$$n\_{т}=\frac{R\_{в}}{r\_{шук}}=\frac{31,2}{10}=3,12.$$

Приймаємо 4 стержні і розміщуємо їх в ґрунті на відстані 5 м один від одного. Довжина полоси зв’язку $l\_{г}=a∙n=5∙4=20 м.$

Визначаємо опір полоси зв’язку:

$$R\_{г}=\frac{0,366ρ\_{розр}}{l}lg\frac{2l^{2}}{dh}=\frac{0,366∙300}{20}lg\frac{2∙20^{2}}{0,04∙82}=24,2 Ом$$

(для полоси зв’язку $k\_{с}=2,5; k\_{1}=1,0 і ρ\_{розр}=2,5∙1,0∙120=300 Ом∙м)$

При n=4 $a=\frac{l}{n\_{г}}=\frac{20}{4}=5м$; $\frac{a}{l}=\frac{5}{5}=1,0;n\_{в}=0,69 i n\_{г}=0,45.$

Тоді дійсне число стержнів:

$n\_{д}=\frac{R\_{в}∙n\_{г}}{n\_{в}}\left(\frac{1}{r\_{шук}∙n\_{г}}-\frac{1}{R\_{г}}\right)=\frac{31,2∙0,45}{0,69}\left(\frac{1}{10∙0,45}-\frac{1}{24,2}\right)=3,56$

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

49

*ДП 141.042.024 ПЗ*

Приймаємо для монтажу $n\_{д}=n\_{т}=4 шт.$ стержнів і проводимо перевірочний розрахунок.

Дійсний опір заземлюючого пристрою:

$$r\_{шук}=\frac{R\_{в}∙R\_{г}}{R\_{г}∙n\_{в}∙n+R\_{в}∙n\_{г}}=\frac{31,2∙24,2}{24,2∙4∙0,69+31,2∙0,45}=9,4 Ом<10 Ом$$

Опір заземлюючого пристрою урахуванням повторних заземлень нульового проводу:

$$r\_{розр}=\frac{r\_{шук}∙r\_{пз}}{r\_{шук}+r\_{пз}}=3,24 Ом \leq 4 Ом.$$

що менше допустимої величини 4 Ом.

3.5 Заходи з екології

Також на підприємстві встановлено фільтри для вловлювання шкідливих речовин, що знаходяться у диму.

**4.5 Охорона навколишнього середовища**

Механічний цех може впливати на навколишнє середовище через споживання електроенергії, викиди від технологічного обладнання (пил, аерозолі), шум і вібрації. З цією метою впроваджуються такі заходи:

* **Системи вентиляції та фільтрації**. Уловлювачі пилу та витяжні вентилятори забезпечують очищення повітря від шкідливих домішок (пил від шліфування, стружка тощо). Фільтрація повітря відповідає санітарним нормам.
* **Контроль рівня шуму**. Установлюється звукоізоляційне обладнання або кожухи на джерелах шуму. Працівникам видаються засоби індивідуального захисту (навушники, беруші).
* **Зниження енерговитрат**. Застосування обладнання з високим коефіцієнтом потужності (cosφ ≥ 0,85) зменшує втрати в мережі. Це також сприяє зниженню викидів СО₂ на рівні електростанцій.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

50

*ДП 141.042.024 ПЗ*

* **Використання енергозберігаючого освітлення**. Передбачається встановлення LED-світильників у робочих зонах, що забезпечує економію до 40–50% електроенергії.
* **Організація збору та утилізації відходів**. Стружка, мастила та абразиви сортуються та передаються на переробку або утилізацію відповідно до вимог ДСТУ 3910.
* **Періодичний контроль стану повітряного середовища**. Встановлення графіка санітарно-гігієнічних вимірювань згідно з вимогами ДСанПіН 3.3.6.042-99.

**4.6 Висновок**

Передбачені заходи з електробезпеки та охорони навколишнього середовища відповідають чинному законодавству України, а також нормам охорони праці, технічним регламентам і санітарним вимогам. Їх реалізація забезпечує безпечну та екологічно відповідальну експлуатацію електроустановок у механічному цеху.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

51

*ДП 141.042.024 ПЗ*

**5 Економічне обґрунтування проєкту електрифікації**

**5.1 Вихідні дані**

У механічному цеху передбачається встановлення 12 одиниць обладнання, що споживає електричну енергію. Сумарна встановлена активна потужність становить 63,89 кВт, а повна потужність — 75,11 кВА. Значення струмів електроспоживання наведено в таблиці нижче:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Найменування обладнання | Потужність, кВт | cosφ | S, кВА | I, А (380 В) |
| 1 | Зварювальний трансформатор | 20.0 | 0.8 | 25.0 | 37.9 |
| 2 | Уловлювач пилу | 1.5 | 0.85 | 1.76 | 2.67 |
| 3 | Верстат шліфувальний | 4.5 | 0.85 | 5.29 | 8.02 |
| 4 | Верстат токарний | 4.6 | 0.85 | 5.41 | 8.2 |
| 5 | Верстат універсальний | 2.2 | 0.85 | 2.59 | 3.93 |
| 6 | Кран підвісний | 2.24 | 0.8 | 2.8 | 4.25 |
| 7 | Верстат фрезерний | 15.0 | 0.85 | 17.65 | 26.74 |
| 8 | Вентилятор витяжний | 0.75 | 0.85 | 0.88 | 1.33 |
| 9 | Насос | 4.0 | 0.85 | 4.71 | 7.13 |
| 10 | Вентилятор | 0.55 | 0.85 | 0.65 | 0.99 |
| 11 | Вентилятор | 0.55 | 0.85 | 0.65 | 0.99 |
| 12 | Верстат стругальний | 7.5 | 0.85 | 8.82 | 13.37 |
|  | Разом | 63.89 |  | 75.11 | 115.61 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

**5.2 Розрахунок основних економічних показників**

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

52

*ДП 141.042.024 ПЗ*

Коефіцієнт завантаження потужності:

Kз = Pвст / Sвст = 63,89 / 75,11 ≈ 0,85

Середньозважений коефіцієнт потужності:

cosφсереднє = 0,85

Річне споживання електроенергії:

Wрічна = 63,89∙0,6∙8∙250 = 76 668 кВт·год

Річні витрати на електроенергію (за тарифом 4,6 грн/кВт·год):

Вел = 76 668 · 4,6 = 306 672 грн/рік

Орієнтовні капітальні витрати на електрифікацію (1000 грн/кВт):

Кел = 63,89 · 1000 = 63 890 грн

Термін окупності проєкту (економія 20% витрат на електроенергію):

ΔВел = 0,2 · 306 672 = 61 334 грн/рік

Токупн = 63 890 / 61 334 ≈ 1,04 року

**5.3 Висновок до розділу**

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

53

*ДП 141.042.024 ПЗ*

Проєкт електрифікації механічного цеху є економічно доцільним, що підтверджується коротким строком окупності (приблизно 1 рік) і помірними капітальними витратами. Рівень коефіцієнта потужності відповідає нормативним вимогам, а споживання електроенергії знаходиться в межах, оптимальних для даного типу виробництва.

**ВИСНОВОК**

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

54

*ДП 141.042.024 ПЗ*

У дипломному проєкті на тему «Електрифікація і автоматизація технологічних процесів у цеху по виробництву металоконструкцій з детальною розробкою електроприводу фрезерного верстата» розглянуто комплекс питань, пов’язаних з ефективною організацією електропостачання, автоматизації та енергоощадності виробничого процесу.

У технічній частині проєкту здійснено детальний аналіз структури підприємства, визначено характеристику основного цехового обладнання, категорії надійності споживачів, а також складено відомість електроспоживачів. Розроблено оптимальну схему електропостачання відповідно до вимог ПУЕ, що забезпечує безперебійне живлення технологічного обладнання.

У розрахунковій частині особливу увагу приділено системам освітлення та автоматизованого електроприводу фрезерного верстата. Проведено розрахунок освітлювальних мереж, вибрано сучасні джерела світла з урахуванням норм ДБН та умов виробничого середовища. Для фрезерного верстата розраховано необхідну потужність двигуна головного руху, обґрунтовано вибір схеми керування, захисної та пускорегулювальної апаратури. Розроблено функціональну схему роботи електроприводу, що відповідає сучасним вимогам до надійності та керованості.

У розділі охорони праці проаналізовано стан безпеки на підприємстві, виявлено основні небезпечні та шкідливі виробничі чинники. Запропоновано комплекс заходів з електробезпеки, зокрема заземлення електроустановок, а також заходи щодо мінімізації впливу шуму, вібрацій і запиленості на працівників.

Окремий розділ присвячено охороні навколишнього середовища, де розглянуто потенційні джерела техногенного впливу та наведено рекомендації з утилізації відходів, економії ресурсів і зниження викидів.

У економічному обґрунтуванні проєкту проведено оцінку вартості впровадження системи електрифікації, визначено річне енергоспоживання, термін окупності та економічний ефект від автоматизації електроприводу. Розрахунки підтверджують доцільність впровадження проєктних рішень із позиції витрат і ефективності.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що поставлені в дипломному проєкті задачі успішно виконано. Запропоновані технічні рішення сприяють підвищенню надійності електропостачання, поліпшенню умов праці, зменшенню енергоспоживання та підвищенню загальної ефективності виробництва. Результати проєкту можуть бути використані для модернізації аналогічних промислових підприємств.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

55

*ДП 141.042.024 ПЗ*

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИЖ ДЖЕРЕЛ**

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

56

*ДП 141.042.024 ПЗ*

1. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній \ Є.Л. Жулай, Б.В. Зайцев, Ю.М. Лавріненко, О.С. Марченко, Д.Г. Войтюк, За ред., Є.Л. Жулай. – К.: Вища освіта, 2011. – 288 сс.
2. Василега П. О. Електропривод робочих машин : підручник / П. О. Василега. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 290 с
3. Довідник сільського електрика. В.С. Олійник, В.М. Гайдук, В.Ф. Гончар та ін.; За ред. В.С. Олійника. –К.: Урожай, 1989. –261 с.
4. Омельченко О.О., Ткач В.Д. Довідник з механізації тваринницьких і птахівничих ферм та комплексів. – К.: Урожай,2008. – 272 с.
5. Механізація та автоматизація у тваринництві та птахівництві / О.С. Марченко, О.В. Дацішин, Ю.М. Лавріненко та інш., За ред. О.С. Марченка. – К.: Урожай, 2009. – 416 с.
6. Каталоги електротехнічної продукції АСКОУКРЕМ. 2016.