

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва
та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ЩЕРБАТИХ ВАЛЕНТИН ВЯЧЕСЛАВОВИЧ

УДК 621.311:621.941

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування модернізації електричної схеми металообробного верстату

141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають
посилання на відповідне джерело

_____ В.В. Щербатих

Борисов Федір Іванович

к.і.н., доцент кафедри електрифікації,

автоматизації виробництва та інженерної екології

АНОТАЦІЯ

Щербатих В.В. «Обґрунтування модернізації електричної схеми металообробного верстату»

Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" Поліський національний університет, Житомир, 2021.

Токарно-гвинторізний верстат доцільно обладнувати двома кроковими двигунами на базі контролера SMC-2.

Була обґрунтована та розроблена електрична схема токарно-гвинторізного верстату.

Виконаний розрахунок електрообладнання токарно-гвинторізного верстату.

Ключові слова: верстат, ЧПУ, контролер, агрегат, щит управління.

SUMMARY

Shcherbatych VV "Substantiation of modernization of the electric scheme of the metalworking machine"

Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualifying work for a bachelor's degree in specialty 141 "Electric power, electrical engineering and electromechanics" Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

It is advisable to equip the lathe with two stepper motors based on the SMC-2 controller.

The electrical scheme of the lathe was substantiated and developed.

The calculation of the electrical equipment of the lathe-screw-cutting machine is executed.

Keywords: machine, CNC, controller, unit, control panel.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. РОЗДІЛ 1	
ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ.....	8
1.1 Основні відомості про об'єкт проектування: опис та умови технологічного процесу, стан обладнання, екологічне середовище.....	8
1.2 Огляд основних напрямлень технічних рішень та їх реалізації при автоматизації, модернізації та розробці системи автоматики.....	9
1.3 Висновки по першому розділу.....	10
2. РОЗДІЛ 2	
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	11
2.1 Технічні завдання для проектування.....	11
2.2 Розрахунок та аналіз циклограми роботи механізмів та агрегатів верстату (устаткування, установки).	15
2.3 Визначення вхідних та вихідних елементів та їх функціональне призначення.....	15
2.4 Розробка циклограми вхідних та вихідних елементів.....	16
2.5 Розрахунок та вибір елементів схеми електричної принципової на базі ПК.....	16
2.6 Вибір кнопок управління.	18
2.7 Вибираємо і розраховуємо кінцевий вимикач для зупинки двигуна головного приводу у випадку відсутності ввімкнення передачі на протязі встановленого часу.	18
2.8 Розрахунок та вибір ввідного (загального) автоматичного вимикача.....	19
2.9 Вибір крокового двигуна.....	19
2.10 Розрахунок надійності системи електроустаткування.....	19
2.11 Розрахунок перерізу та вибір марки проводів (кабелів)	20

2.12 Розрахунок розмірів, вибір щита (пульта, панелі) та розробка виду загального.	21
2.13 Розробка схеми електричної з'єднання.....	22
2.14 Розробка схеми, розрахунок і вибір заземлюючих пристроїв	22
2.15 Розрахунок і вибір загального (місцевого) освітлення.....	23
2.16 Розробка правил монтажу	23
2.17 Розробка правил налагодження та експлуатації системи електроустаткування.	25
2.18 Висновки по другому розділу.....	26
Висновки.....	27
Література.....	28
Додатки	

ВСТУП

Стан справ у галузі

Автоматизація — є одним із ключових напрямів нашого майбутнього, спрямований на мінімізацію участі людини, використання ресурсів для отримання найкращого результату. На рівні з визначенням автоматичний згадується і автоматизований, що вказує на переважно велику ступінь участі людини в процесі.

Токарні верстати призначені для оброблення зовнішніх і внутрішніх поверхонь матеріалу, оброблення торців, нарізування різьби та інших видів робіт. Для оброблення отворів різні види інструментів.

Головною ланкою роботи токарних верстатів виступає обертання поверхні для обробки. Елементом подачі виступає інструмент який переміщується уздовж або поперек осі шпинделя.

У сучасній сфері металообробки, токарні верстати займають 35-45% від всіх апаратів по металу. В залежності від видів виробництва та потреб підприємств, використовують апарати різного спрямування. Ці апарати використовують для всіх способів загального призначення токарної обробки в умовах середнього або малого виробництва.

Перспективи розвитку в галузі

Числове програмне керування (ЧПУ) - це керування апаратом, яке відбувається за допомоги програми яка міститься на певному носії інформації, або керування яке задається в самому приладі за допомогою певних команд. Керування технологічними процесами майже повсюди здійснюється програмованими логічними контролерами, які реалізуються за допомогою принципів електронно-обчислювальних пристроїв.

Токарні верстати з ЧПУ використовують при зовнішній і внутрішній обробці матеріалу. Ці апарати належать до взірців серед верстатів які використовують ЧПК. Вони використовують стандартний стрій технологічних операцій. В основі класифікації токарних верстатів з ЧПК лежать такі ознаки:

- За місцем розташування осі шпинделя;
- Кількістю використаних в роботі інструментів;
- Способами закріплення;
- Видом виконуваних робіт;
- Типом автоматизації.

Актуальність теми: Впровадження крокових двигунів на базі контролера дозволить підвищити надійність токарно гвинторізного верстату, та зменшити затрати праці.

Об`єкт дослідження: Токарно гвинторізний верстат 1К62.

Предмет дослідження Процес синхронізації роботи двигунів повздовжньої та поперечної подачі різця за допомогою контролера.

Мета: Підвищення надійності верстату та зменшення фізичних затрат оператора.

Завдання дослідження: Обґрунтувати та розробити модернізацію електричної схеми токарно гвинторізного верстату, виконати розрахунок основних параметрів електрообладнання.

Методи дослідження: При розв`язанні поставленої задачі використовувалися методи математичного та комп'ютерного моделювання.

Впровадженні інженерні рішення: Розроблена принципіальна електрична схема верстату.

Практичне значення: Підвищення надійності електроприводу, та зменшення фізичних затрат оператора.

Наукові публікації автора за темою дослідження:

1. Тези доповіді на тему «Доцільність автоматизації процесу подачі інструменту старих токарних верстатів» Матеріали науково-технічної конференції Інформаційні системи та комп'ютерно-інтегровані технології: ідеї, проблеми, рішення – 2021(3-4 червня)
2. Тези доповіді на тему «Обґрунтування модернізації електричної схеми металообробного верстату» Матеріали науково-технічної конференції Інформаційні системи та комп'ютерно-інтегровані технології: ідеї, проблеми, рішення – 2021(3-4 червня)

Структура та обсяг роботи: Робота містить анотацію, вступ, два розділи, висновки, література, додатки. Обсяг 22 сторінки А4 друкованого тексту.

РОЗДІЛ 1

ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

1.1 Основні відомості про об'єкт проектування: опис та умови технологічного процесу, стан обладнання, екологічне середовище.

Загальний опис. Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстата моделі 1К62 заводу «Червоний пролетар» ім. А. І. Єфремова показаний на Рисунку 1.1. (див. Додаток 1)

Основні частини цього верстата, - нерухома передня бабка 1, рухлива і закріплюється в робочому положенні задня бабка 3 і рухливий в роботі супорт 2, в різцетримачі якого кріпиться різець. Супорт управляється за допомогою механізмів фартуха 4 і отримує рух від коробки подач 6. Всі ці частини верстата розміщуються на станині 5.

Основні частини верстата, органи управління та засоби для закріплення заготовок показані на Рисунку 1.2. (див. Додаток 1)

Перелік органів управління токарного верстата 1К621.

- 1) Ручка включення на подачу
- 2) Регулятор оборотів шпинделя
- 3) Механізм змінення кроку різблення та його положення
- 4) Перемикач типі подачі
- 5) Ручка зміни числа оборотів шпинделя
- 6) Кнопка включення рейки шестерні
- 7) Ручка для фіксації та закріплення головки різця
- 8) Ручка включення поперечної подачі супорта
- 9) Панель кнопок пуску та зупинки електродвигуна
- 10) Маховик подачі верхньої частини супор
- 11) Ручка управління швидкості переміщення супорта
- 12) Рукоятка кріплення пінолі задньої бабки
- 13) Вмикач насоса охолодження

- 14) Лінійний вимикач
- 15) Ручка закріплення задньої бабки
- 16) Вмикач місцевого освітлення
- 17) Маховик переміщення пінолі задньої бабки
- 18) Перемикач роботи шпинделя
- 19) Ручка включення маткової гайки
- 20) Маховичок ручного переміщення супорта і каретки
- 21) Перемикач роботи шпинделя
- 22) Перемикач величини та кроку різблення

Схема електрична принципова токарно-гвинторізного верстата до модернізації показана на Рисунку 1.3 (див. Додаток 2)

1.2 Огляд основних напрямлень технічних рішень та їх реалізації при автоматизації, модернізації та розробці системи автоматики.

При вивченні принципу роботи верстату, ходу послідовності технологічних операцій, та складових частин верстату, які забезпечують хід технологічного процесу виявлено ряд недоліків, які в першу чергу пов'язані з безпекою роботи працівника за верстатом та фізичними затратами на процес обробки деталі. Виходячи з цього слід звернути увагу на принцип роботи верстату.

По-перше, технологія верстату не забезпечує миттєвого гальмування у разі аварійної ситуації (при потраплянні кінцівок у робочу зону, або при замотуванні одягу в патрон або інше пристосування для закріплення оброблювальної деталі, що встановлюється на шпиндель), що значно збільшує ризик роботи. Також даний верстат не забезпечує неможливості ввімкнення при відкинутому захисному коробі, що також не аби як збільшує ризик роботи з верстатом.

1.3 Висновки по першому розділу

Виходячи з вищесказаного, пропоную внести в технологічний процес такі зміни:

- Автоматизація процесу обробки заготовки, шляхом програмного управління пересуванням супорту за допомогою мікроконтролера та крокових двигунів.

- додати до схеми електричної принципової динамічне гальмування (гальмування постійним струмом) для забезпечення миттєвої зупинки двигуна.

- контроль охолодження деталі, що обробляється, та інструменту шляхом використання реле температури.

- додати до схеми електричної принципової кінцевий вимикач, який встановлюється під захисним коробом і робить неможливим ввімкнення верстату без опускання захисного коробу в робоче положення

РОЗІДЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Технічні завдання для проектування.

2.1.1 - Автоматизація процесу обробки заготовки, шляхом програмного управління пересуванням супорту за допомогою мікроконтролера та крокових двигунів.

Числове програмне керування (ЧПУ) - це керування апаратом, яке відбувається за допомоги програми яка міститься на певному носії інформації, або керування яке задається в самому приладі за допомогою певних команд.

Керування технологічними процесами майже повсюди здійснюється програмованими логічними контролерами, які реалізуються за допомогою принципів електронно-обчислювальних пристроїв. На зараз апарати керування з ЧПУ витісняють з ринку застарівші типи апаратів.

Програмований контролер - це пристрої керування електроавтоматичної системи агрегата. Переважну кількість програмувальних контролерів складають контролери з модульною конструкцією, які містять у собі ДЖ, процесор і програмовану пам'ять, а також різноманітні модулі входів / виходів. Для налагодження роботи апарату контролери програмують.

Принцип його роботи: опрацьовується сигнал на вході / виході, отримані данні опрацьовує процесор. Під час цього виконуються логічні операціїї результат яких подається на відповідний логічний або фізичний вихід для подачі у відповідний механізм верстата. В них використовуються різноманітні типи пам'яті, які зберігають програми агрегатів: електричну перепрограмуєму енергонезалежну пам'ять; оперативну пам'ять з вільним доступом; стираєму ультрафіолетовими променями і електрично-перепрограмуєма. Він має змогу самостійно виконувати діагностику: подачу сигналу на вводи/виводи, аналіз роботи ЦП, пам'яті, батарею, зв'язку і т.д..

Для зменшення фізичних затрат на пошук несправностей, сучасні програмуємі модулі встроюють самодіагностику. Програмоносії несе в собі

як ігеометричну, так і технологічну інформацію. Технологічна інформація несе в собі певні цикли роботи апарату, а геометрична - характеристики оброблюваної заготовки та інструменту який її оброблює і координати положення в просторі. ЧПУ забезпечує управління рухами робочих органів верстата і швидкістю їх переміщення при формоутворенні, а також послідовністю циклу обробки, режимами різання, різними допоміжними функціями.

Особливістю агрегату який використовує ЧПУ це можливість роботи верстата на заданій програмі роботи (КП), яка містить в собі цикл роботи для обробки заготовки. При заміні типу заготовки потрібно лише змінити тип робочої програми, що дає нам змогу зменшити на 80-90% час переналагодження апарату в порівнянні з трудомісткістю цієї операції на верстатах з ручним керуванням.

Основною перевагою даних апаратів:

- 1) Продуктивність збільшиться в 1,5...2,5 рази в порівнянні з продуктивністю аналогічних верстатів з старим типом керування;
- 2) Поєднується гнучкість універсального обладнання з точністю і продуктивністю апарата;
- 3) Зменшуються вимоги у кваліфікованих робітників-верстатників, а підготовка виробництва переноситься в сферу інженерної праці; Деталі, виготовлені за однією програмою, взаємозамінними, що скорочує час прогонних робіт у процесі складання;
- 4) Скорочуються втрати на підготовку для виготовлення нових деталей завдяки минулому програмуванню програм, спрощеній і універсальній технологічній оснастці;
- 5) Знижується тривалість часу виготовлення деталі і зменшується втрати на інших операціях.

Для забезпечення програмного управління в моєму верстаті буде використовуватися мікроконтроллер SMC-2.

2.1.2 Додати до схеми електричної принципової динамічне гальмування (гальмування постійним струмом) для забезпечення миттєвої зупинки двигуна.

Динамічне гальмування (електродинамічне гальмування) — вид гальмування асинхронних електродвигунів, під час якого обмотка статора змінює тип напруги зі змінної на постійну. Даний вид гальмування використовується для точної зупинки двигунів. В час якого обмотка статора відключається від мережі змінної напруги і підключається до джерела живлення з постійною напругою. Внаслідок чого обмотка статора починає створювати постійне не рухоме магнітне поле, а ротор відносно цього магнітного поля буде змінювати напрямок електрорушійної сили і напрямок струму ротора, що призводить до зміни напрямку електромагнітного моменту який і є гальмівним. Під час нього і виникає гальмування. [1, 68-69]

При обертанні ротора двигуна в постійному магнітному полі, яке створює обмотка статора, виникає гальмувальний момент. Так як обмотка статора трифазна, то при підключенні до джерела постійного струму використовуються різні схеми з'єднання фаз обмотки. При цьому постійний струм I , який протікає через обмотку статора, в залежності від схеми з'єднання відповідає еквівалентному змінному струмові, створюючи однакову за величиною магніторушійну силу. Цей еквівалентний струм визначає характерні точки механічної характеристики в режимі динамічного гальмування, а саме, критичний момент. Схема динамічного гальмування асинхронного двигуна зображена на Рисунок 2.1 (див. Додаток 3)

Динамічне гальмування дасть змогу моментально спинити роботу верстата у випадку аварійної ситуації, підвищить безпеку роботи за верстатом, пришвидшить технологічний процес.

2.1.3 - Контроль охолодження коробки передач шляхом використання датчика температури.

Через використання числового програмного управління переміщенням супорту, площа для охолодження зменшиться. Для економії електроенергії

використаємо датчик температури, що забезпечить ввімкнення двигуна охолодження лише при нагріві коробки передач до певної температури. Датчики температури - датчики для зняття показників температури. Використовуються для контролю теплових режимів роботи котлоагрегатів, сушильних установок, деяких вузлів тертя машин. Розрізняють:

- Манометричні термометри
- Терморезистори
- Термопари
- Термометри опору.

Всі ці елементи використовуються у терморегуляторах та термореле. Для забезпечення регулювання температури використаємо термореле типу RT-12-16.

Реле температури (термореле , регулятор температури) призначено для контролю і підтримки температурного режиму шляхом включення / виключення нагрівальної (охолоджуючої) установки за сигналами виносного датчика температури. Може застосовуватися для контролю і підтримки заданого температурного режиму в приміщеннях , овочесховищах , морозильних установках , системах водяного опалення , лазнях і т.п. , а також використовуватися як комплектуючого виробу в пристроях автоматики. Ідеально як терморегулятор для інкубатора. Має одну групу контактів 16А . Реле температури RT- 12-16 є цифровим пристроєм. Дозволяє задавати порогову температуру (від -50°C до $+125^{\circ}\text{C}$) і гістерезис (від $0,1\text{C}$ до $+50\text{C}$). Якщо пристрій працює на нагрів , то навантаження (нагрівальний елемент або інше джерело тепла) підключений до нормально - розімкненим контактам реле. Якщо температура нижче заданої , то нагрівальний елемент включений ; при досягненні заданої температури , нагрівальний елемент відключається , а після зниження температури на величину гістерезису , включається знову .

Реле контролю температури RT-12-16 зображено на Рисунку 2.2 (див. Додаток 3)

2.1.4. Для забезпечення захисту токаря від потрапляння кінцівок та одягу або інших предметів до виконавчих органів верстату додаємо до схеми електричної принципової кінцевий вимикач.

Монтується він під захисним коробом таким чином, щоб при відкритому захисному коробі коло управління розмикалося і унеможлиблювало запуск верстату. В схемі електричній принциповій контакти кінцевого вимикача встановлюються перед кнопкою „СТОП”, тобто поки короб відкритий – коло управління повністю знеструмлене.

Вимикачі призначені для комутації електричних ланцюгів управління змінної напруги до 660 В , частоти 50 і 60 Гц. , і постійної напруги до 440 В, під впливом керуючих упорів у певних точках шляху контрольованого об'єкта. Пропонується встановлення кінцевого вимикача ВПК 2110-БУ2 Рисонок 2.3 (див. Додаток 3).

2.2 Розрахунок та аналіз циклограми роботи механізмів та агрегатів верстату (устаткування, установки).

Головний двигун вмикається і працює впродовж всього циклу. Час роботи ЧПУ визначається часом, що потрібний для виконання програми. Наприклад, час що потрібний для виконання програми виточування шпильки складає 2хв. 30сек. (150сек.). Двигун охолодження вмикається при перегріві інструменту і працює приблизно 1 хв. (залежно від операції, що виконується та матеріалу, що обробляється). Динамічне гальмування працює на протязі 3 секунд. Виходячи з цього, отримуємо циклограму роботи верстату. Циклограма роботи верстату зображена на Рисунку 2.4 (див. Додаток 4)

2.3 Визначення вхідних та вихідних елементів та їх функціональне призначення.

Вхідні елементи

QF1 – Автоматичний вимикач для подачі напруги на схему

SB1 - Загальний „СТОП” схеми управління

SB2 - Пуск головного двигуна.

S1 - Пакетний вимикач місцевого освітлення

SQ1 - Кінцевий вимикач для ввімкнення реле часу

SQ2 – Кінцевий вимикач для забезпечення безпечного пуску

Вихідні елементи

KM1 – Пуск головного двигуна

KM2 – Пуск двигуна охолодження ходів

KT1 – Реле часу для економії електроенергії

KK1 – Нагрівний елемент теплового реле захисту головного двигуна

KK2 – Нагрівний елемент теплового реле захисту двигуна

охолодження

HL1 – Місцеве освітлення

2.4 Розробка циклограми вхідних та вихідних елементів.

Циклограма зв'язку вхідних та вихідних елементів зображена на

Рисунку 2.5 (див. Додаток 5)

$$\Phi = KK1 \cdot KK2 * KK3 + SB1 \cdot (SB2 + KM1) \cdot ((KT1 \cdot y_{KM1}) + (SQ1 \cdot y_{KT1})) + (SQ2 \cdot y_{KM2})$$

Схема електрична принципова токарно-гвинторізного верстата після модернізації показана на Рисунку 2.6 (див. Додаток 6)

2.5 Розрахунок та вибір елементів схеми електричної принципової на базі ПК.

2.5.1 Розрахунок головного двигуна приводу. Щоб дізнатися максимальне зусилля, визначимо найбільшу силу різання

$$P_{z6} = C_1 \cdot t_6^x \cdot S_6^y \cdot (HB)_6^{n1} \quad (2.1)$$

для сталі:

$$P_{z6} = 0,279 \cdot 2,55^1 \cdot 1,335^{0,75} \cdot (280)^{0,35} = 3,3 \text{ кН}$$

для чугуна:

$$P_{z6} = 0,279 \cdot 2,55^1 \cdot 1,335^{0,75} \cdot (210)^{0,35} = 4,6 \text{ кН}$$

Максимальне зусилля подачі, яке має подолати механізм верстата, дорівнює:

$$P'_{z6} = 0,5 \cdot P_{z6} \quad (2.2)$$

$$P'_{z6} = 0,5 \cdot 0,8193 = 0,40965 \text{ кН}$$

Далі обчислюємо максимальну потужність приводу, потрібну для точіння:

$$P_3 = P_{z6} \cdot V_M / 60 \cdot 1,02 \quad (2.3)$$

$$P_3 = 3,3 \cdot 95,4 / 60 \cdot 1,02 = 4,4 \text{ кВт}$$

Потужність електродвигуна, який слід поставити на верстат, визначимо:

$$P_d = P_3 / k \cdot \eta \quad (2.4)$$

$$P_d = 1,3 / 1,2 \cdot 0,8 = 4,6 \text{ кВт}$$

За знайденою потужністю вибираємо двигун типу - АИР160S2, у якого потужність $P = 7,5$ кВт і частота обертання $n = 1440$ хв-1.

2.5.2 Розраховуємо потужність двигуна насосу охолодження

$$P = k_3 \frac{gQH_y}{\eta_{нас}\eta_d} 10^{-3} = k_3 \frac{Q_p}{\eta_{нас}\eta_d} 10^{-3} \quad (2.5)$$

$$P = 1,2 \cdot \frac{0,2 \cdot 9,81 \cdot 1 \cdot 750}{0,9 \cdot 0,93} 10^{-3} = 2,1 \text{ кВт}$$

За розрахованою потужністю обираємо двигун серії АИР100L6, потужністю $P=2,2$ кВт, номінальні обороти 940 об/хв.

2.5.3 Розрахунок і вибір магнітних пускатів. Магнітний пускач головного двигуна приводу вибираємо за номінальним струмом, що розраховуємо за формулою:

$$I_H = \frac{P_H \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \eta \cdot \cos\varphi} = \frac{7,5 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85 \cdot 0,73} = 18A \quad (2.6)$$

Отже, магнітний пускач вибираємо за номінальним струмом $I_H = 18A$.

Вибираємо магнітний пускач типу МП 20-20, з контактами 20А.

Магнітний пускач двигуна охолодження обираємо за номінальним струмом двигуна, що розраховуємо за формулою:

$$I_H = \frac{P_H \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \eta \cdot \cos\varphi} = \frac{2,2 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,84 \cdot 0,74} = 2,57A$$

Отже, магнітний пускач двигуна охолодження обираємо за номінальним струмом $I_n=5,6A$. Вибираємо магнітний пускач типу ПМЛ-1100 з контактами, розрахованими на 10 А.

2.5.4 Вибираємо реле часу згідно з параметрами кола управління.

Реле часу вибрано згідно з параметрами, необхідними для кола управління. Кількість контактів – 1 розмикаючий.. Тип реле ВС43.

2.5.5 Вибір трансформаторів напруги. Для розрахунку потужності трансформатору користуємось формулою:

$$P_n = U_2 \cdot I_2 \quad (2.7)$$

У даному випадку трансформатор має 2 вторинні обмотки, тому:

$$P_n = U_2 \cdot I_2 = (U_2 \cdot I_2)_1 + (U_2 \cdot I_2)_2$$

Отже, потужність TV1:

$$P_n = U_2 \cdot I_2 = (15 \cdot 0,001) + (15 \cdot 4,2) = 0,42 \text{ кВА}$$

Для живлення мікроконтролера та драйверів крокових двигунів обираємо трансформатор напруги типу ОСЗР-0,063 220\36.

Для живлення динамічного гальмування та ланцюга місцевого освітлення:

$$P_n = U_2 \cdot I_2 = (127 \cdot 3,4) + (36 \cdot 0,01) = 0,43 \text{ кВА}$$

Для живлення динамічного гальмування та ланцюга місцевого освітлення обираємо трансформатор напруги типу ОСОВ-0,5.

2.6 Вибір кнопок управління.

Згідно з розрахунків номінальних струмів кожного елемента управління вибираємо кнопки управління Тип кнопок також залежить і від кольору кнопки. Таким чином, для пускових призначень вибираємо кнопку типу 8LP2 ТВ103, для стопових призначень вибираємо кнопку типу 8LP2 ТВ104.

2.7 Вибираємо і розраховуємо кінцевий вимикач для зупинки двигуна головного приводу у випадку відсутності ввімкнення передачі на протязі встановленого часу.

Згідно з струмом контактів і елементів кола управління обираємо кінцевий вимикач типу КВА1S11.

2.8 Розрахунок та вибір ввідного (загального) автоматичного вимикача.

Розрахунок здійснюється по номінальному струмові кола, тобто за сумою всіх елементів схеми:

$$I_3 = I_{нМ1} + I_{нМ2} + I_{нМ3} + I_{нМ4} = 90 + 5,57 + 2,8 + 2,8 = 101,17A \quad (3.8)$$

Отже, за розрахованим струмом обираємо ввідний автоматичний вимикач типу А-3133 120А.

2.9 Вибір крокового двигуна.

Для забезпечення повздовжнього та поперечного переміщення супорту обираємо 2 крокові двигуна типу FL57ST H51-2804A. Характеристика крокового двигуна наведена на Рисунку 2.7 (див. Додаток 7)

Цей кроковий двигун ідеально підходить нам за своїми характеристиками, адже він має великий момент на валу, що забезпечить роботу переміщення супорту у ненавантаженому режимі.

2.10 Розрахунок надійності системи електроустаткування

Показники надійності елементів схеми наведені в Таблиці 2.10.1 (див. Додаток 7)

1) Спочатку розбиваємо всі елементи на групи з приблизно однаковими інтенсивностями відмов

(2,4,5,8)-перша група

(3,9,10,11)-друга група

(1,6,7)-третя група

2) Сумуємо всі інтенсивності відмов

$$\lambda = 5 + 3 + 3 + 11 = 22$$

перша група

$$\lambda = 20 + 37 + 28 + 47 = 132$$

друга група

$$\lambda = 50 + 81 + 150 = 281$$

третя група

3) Розраховуємо добуток λ_i на N_i , які характеризують долю відмов в даній групі елементів

$$\lambda_{i1} \cdot N_{i1} = 22 \cdot 4 = 88$$

$$\lambda_{i2} \cdot N_{i2} = 132 \cdot 4 = 528$$

$$\lambda_{i3} \cdot N_{i3} = 281 \cdot 3 = 842$$

4) Визначаємо загальну інтенсивність відмов по всій системі

$$\lambda_c = 88 + 528 + 842 = 1459$$

5) Розраховуємо напрацювання на відмову

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_c} = \frac{1}{1459 \cdot 10^{-6}} = 6854 \text{ год} \quad (2.9)$$

6) Розраховуємо ймовірність безвідмовної роботи

$$P = e^{\frac{0}{T_0}} \quad (2.10)$$

$$P = e^{\frac{t}{T_0}}$$

$$P = e^{\frac{T_0}{T_0}}$$

$$P = e^0 = 1$$

$$P = e^{-1} = 0,367$$

При умові що $t = 0$; $t = T_0$

7) Будуємо циклограму ймовірності безвідмовної роботи

Циклограма ймовірності безвідмовної роботи наведена на Рисунку 2.8 (див. Додаток 8)

2.11 Розрахунок перерізу та вибір марки проводів (кабелів)

Для розрахунку перерізу та вибору марки проводів для силового кола потрібно порахувати номінальний струм установки, за яким вибиратимемо вищезгадані компоненти:

$$I_n = I_{нМ1} + I_{нМ2} + I_{нМ3} + I_{нМ4} = 18 + 5,57 + 2,8 + 2,8 = 29,17A \quad (2.11)$$

Згідно номінального струму вибираємо провідники для силового кола перерізом $2,5 \text{ мм}^2$. Провідник повністю задовольняє потреби та відповідає таблицям ПУЄ.

Згідно таблиць ПУЕ для кола управління обираємо провідник перерізом в 1 мм^2 .

Згідно номінального струму вибираємо провідники для силового кола і кола управління:

Силове коло: ПЕВ = $2.5 \times 4 \text{ мм}^2$ Коло управління: ПЕВ = 1.0 мм^2

2.12 Розрахунок розмірів, вибір щита (пульт, панелі) та розробка виду загального.

Для вибору щита, потрібно розрахувати його приблизні габаритні розміри. Спочатку потрібно виписати всі розміри елементів що будуть туди входити:

- Драйвер крокового двигуна – $100 \cdot 85 \cdot 60$
- Трансформатор напруги- $121 \cdot 110 \cdot 110$
- Реле часу - $78 \cdot 46 \cdot 96$
- Реле контролю температури – $35 \cdot 65 \cdot 90$
- Випрямляч – $40 \cdot 40 \cdot 10$
- Магнітний пускач - $180 \cdot 100 \cdot 85$
- Автоматичний вимикач- $180 \cdot 80 \cdot 69$
- Теплові реле захисту двигуна – $58 \cdot 45 \cdot 49$

Розраховуємо приблизну висоту щита яка нам потрібна (сума всіх елементів):

$$V = 100 + 121 + 78 + 35 + 40 + 180 + 18 + 58 = 630 \text{ мм}$$

Щоб дізнатися якою глибиною нам потрібен щит, достатньо взяти елемент у якого цей розмір є найбільшим, в даному випадку це трансформатор напруги (110мм)

При розрахунку ширини щита, потрібно враховувати не тільки габаритні розміри елементів, але й їх кількість, так як в нашому випадку найбільша кількість однакових елементів складає 2 (трансформатор напруги), то їхній сумарний розмір буде найбільшим, тобто:

$$Ш = 2 \cdot 110 = 220 \text{ мм}$$

На задній стінці щита зверху розташовується трансформатор напруги, так як він при роботі виділяє тепло, що призводить до нагрівання елементів щита, якщо його розмістити знизу. Вага трансформатора складає 1.2 кг, що дає нам можливість розмістити його зверху. Трохи нижче йдуть автоматичні вимикачі, електромагнітні пускачі та реле. З переду, на дверцятах будуть розташовуватися кнопки управління верстатом та мікроконтроллер для програмного управління переміщення супортом. Отже, за розрахованими розмірами обираємо щит електричний навісний 650x400x250 мм, марки IP65, FL118A Hager Orion.

Розміщення елементів в щиті показано на Рисунку 2.9 (див. Додаток 8)

Розміщення в щиті:

- 1 ряд – Трансформатори напруги
- 2 ряд - Автоматичний вимикач
- 3 ряд – Магнітні пускачі
- 4 ряд - Реле захисту двигунів
- 5 ряд - Драйвери крокових двигунів

2.13 Розробка схеми електричної з'єднування

Схема електричних з'єднань апаратури щита зображена на Рисунку 2.10 та Рисунку 2.11 (див. Додаток 9-10)

Схема зовнішніх з'єднань обладнання системи автоматизації зображена на Рисунку 2.12 (див. Додаток 11)

2.14 Розробка схеми, розрахунок і вибір заземлюючих пристроїв

$$p = 1 \cdot 10^4 \text{ Ом}$$

Розраховуємо опір одного заземлювача для заглибленого електроду діаметром 16мм та довжиною 5м

$$R_{0.3} = 0,00227 \cdot p + 0,00227 \cdot 10000 = 22,7 \text{ Ом} \quad (2.12)$$

Розраховуємо приблизне число заземлювачів

$$\eta' = \frac{R_0}{R_3} = \frac{22,7}{4} = 5,67 \text{ Ом} \quad (2.13)$$

Знаходимо коефіцієнт екранування

$$\eta = 0,8$$

Знаходимо необхідне число заземлювачів

$$\eta = \frac{R_0}{\eta^r} = \frac{22,7}{0,8 \cdot 4} = 7,09 \approx 8 \text{ шт.} \quad (2.14)$$

Схема заземлюючого пристрою зображена на Рисунку 2.13 (див. Додаток 12)

2.15 Розрахунок і вибір загального (місцевого) освітлення

$$F = \frac{E_m \cdot K \cdot S \cdot Z}{K_B} = \frac{90 \cdot 1,3 \cdot 30 \cdot 1,2}{0,7} = 6017,14 \quad (2.15)$$

$$K = 1,3$$

$$K_B = 0,7$$

$$S = 30 \text{ м}^2$$

$$Z = 1,2$$

$$E_m = 90 \text{ Лк}$$

$$S = 30$$

$$\eta = \frac{F}{F_{\text{Л}}} = \frac{6017,14}{1240} = 5 \quad 1 \text{ лампа} = 1240 \text{ Лм} \quad (2.16)$$

$$p = \frac{\Sigma \cdot P_{\text{УС}}}{S} = \frac{2500}{30} = 83,3 \text{ Вт/м}^2 \quad (2.17)$$

$$H_p = h - h_c - h_p = 3000 - 300 - 1300 = 1400 \text{ мм} = 1,4 \text{ м} \quad (2.18)$$

Схема розміщення світильників (вид зверху) зображена на Рисунку 2.14 (див. Додаток 13)

Схема розміщення світильників (вид збоку) зображена на Рисунку 2.15 (див. Додаток 13).

2.16 Розробка правил монтажу

Розробка правил виконання електричного щита або пульта управління. Електричним щитом або пультом управління називають комплекс елементів, металоконструкцій з розміщеними на них апаратами, арматурою, проводками, підготовленими для підключення зовнішніх кіл і приладів, установлюваних на об'єкті устаткування. В якості панелі використовують сталі з відбортовкою по контурі. Панель для приладів беруть більш товстої

сталі. З внутрішньої сторони панелі мають приварені скоби з різьбовими отворами. До каркасів панелі кріплять притискними планками. Різноманітність металоконструкцій дозволяють нам збирати щити габаритних розмірів, мм: висота 2200; глибина 600; ширина 600; 800; 1000.

Щит може складатися з однієї секції або кількох різних між собою за розмірами. Каркас в якому будуть монтуватися апаратура, установлена на об'єкті, називається стативом. Стативи використовують звичайно для установки шкальних приладів, первинних і проміжних перетворювачів. Елементи каркаса, поперечні рейки, куточки і сполучні елементи мають круглі чи овальні отвори. [2, 167-176с]

Розробка правил виконання схеми зовнішніх з'єднань.

При виконанні монтажу електричних проводок системи необхідно дотримуватися наступних правил:

- Порядок роботи складається з: підготовкою кабелів, встановлення термінаторів на їх кінцях, обтискання кінців, встановлення роз'ємів. Після цих операцій їх тестують на пробій;

- Прокладання кабелю виконують обережно, таким чином, щоб непошкодити верхній шар ізоляції, так як кабель прокладається в закритих кабельних каналах, тому необхідність у зовнішньому захисті відпадає, і саме тому кабель можна пошкодити під час прокладання лінії;

- Виконання робіт повинно бути відповідно до схеми підключень, де геометрично показано їх розташування. Кожен кабель має бути пронумерований відповідно до підключеного елемента;

- Після прокладання виконується перевірка відповідності прокладання ліній за допомогою спеціальних приладів;

- Фіксація кабелів виконується за допомогою стяжок, далі закриваємо кабельні канали, встановлюємо пломби на шафи, якщо канали нерозбірні, то заливаємо піноматеріалами для надійного збереження кабелів

- Підключення проводити після встановлення обладнання, при чому надійно загвинтити усі гвинти та надійно зафіксувати роз'єми. [2]

Розробка правил виконання КВП

Контрольно-вимірювальні прилади і регулятори монтують на щитах після їхньої установки на місці експлуатації.

Розміщення приладів і апаратів на щитах виконується у відповідності з наступними рекомендаціями.

На лицьовій стороні щита встановлюють прилади та апаратуру на зазначених відстанях від нижньої сторони щита по горизонтальній осі приладу. При наявності пультів керування (приставних чи окремо встановлюваних) на них розташовують апаратуру оперативного керування і допоміжні прилади, сигнальні лампи, а на щиті – контрольно-вимірювальні і регулюючі прилади і пневмосхеми. [2]

Прилади та апарати групують по об'єктах і керованих параметрах. У центральній частині щита (секції) встановлюють прилади для керування найбільш важливим параметром чи прилад найбільшого габариту (прирівнозначності параметрів). [2]

Обов'язковою вимогою при розміщенні приладів є естетичність, що досягається за рахунок загальної і місцевої симетрії. У середині щитів встановлюють апаратуру живлення, захисту, перетворювачі сигналів, інші безшкальні прилади, неоперативні прилади, клемні набори та інші допоміжні пристрої.

2.17 Розробка правил налагодження та експлуатації системи електроустаткування.

Згідно з використаних пристроїв та обладнання слід виконати такі дії:

- 1) Перевірка кола на наявність обриву, справність силового напівпровідникового контактора.
- 2) Перевірка надійності та точності спрацювання системи, при дії на кінцеві вимикачі контролю. При перевірці спрацювання системи від кінцевих вимикачів зупинки приводу при відкритті захисного огороження.

3) Перевірка справність двигуну та виконати його пробний пуск. Якщо при пуску двигун не вмикається необхідно перевірити його коло на наявність обриву.

4) Перевірити працездатність напівпровідникових контакторів.

5) Налаштувати частотний перетворювач згідно інструкції.

Після успішного завершення огляду, приймальна комісія складає акт про введення об'єкту в експлуатацію. Під цим актом підписуються усі члени приймальної комісії. Якщо акт був прийнятий державною комісією, то апарат одразу вводиться в роботу. При здійсненні технічної експлуатації згідно графіка ППР та інших, здійснюються огляди роботи та обладнання, випробовування, тестування. Перший огляд з вибіркоvim тестуванням схем управління рекомендується виконати після 4 місяців експлуатації, в зв'язку з випадковою ненадійністю нововведеної системи. Усі подальші терміни заходів ППР виконуватимуться згідно досвіду експлуатації, умов роботи обладнання та інших факторів і затверджуються головним енергетиком підприємства.

2.18 Висновки по другому розділу

Для забезпечення програмного управління в моєму верстаті використовується мікроконтроллер SMC-2. Такий тип контроллерів розроблений спеціально для управління кроковими двигунами. Двокоординатний контролер крокових приводів SMC-2 призначений для управління роботою крокових приводів і забезпечує роботу КД за заданою програмою або в ручному режимі. Цим самим ми зменшили затрати на вторинні операції з верстатом.

ВИСНОВКИ

Модернізація старого обладнання є актуальною темою сьогодні.

Модернізація електричної схеми металообробного верстату дала нам підвищену надійність роботи верстата. Була підвищена швидкість обробки деталей, тим самим зменшивши фізичну працю людини. Але все ж таки дана модернізація ґрунтується на контроллері.

Програмований контроллер - це пристрій керування електроавтоматичної системи агрегата. Переважну кількість програмувальних контролерів складають контроллери з модульною конструкцією, які містять у собі ДЖ, процесор і програмовану пам'ять, а також різноманітні модулі входів / виходів. Для налагодження роботи апарату контроллери програмують.

Принцип його роботи: опрацьовується сигнал на вході / виході, отримані данні опрацьовує процесор. Під час цього виконуються логічні операціїї результат яких подається на відповідний логічний або фізичний вихід для подачі у відповідний механізм верстата. В них використовуються різноманітні типи пам'яті, які зберігають програми агрегатів: електричну перепрограмуєму енергонезалежну пам'ять; оперативну пам'ять з вільним доступом; стираєму ультрафіолетовими променями і електрично-перепрограмуєма. Він має змогу самостійно виконувати діагностику: подачу сигналу на вводи/виводи, аналіз роботи ЦП, пам'яті, батарею, зв'язку і т.д..

Після правильного монтажу, перевірки на несправності та після винесення вироку комісії верстат можна вводити в експлуатацію.

Безпека людини є найвищим пріорітетом. Старе обладнання не є надійним тому і була запропонована дана модернізація.

ЛІТЕРАТУРА

1. С. П. Плешков ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД У ПРОМИСЛОВОСТІ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ Навчальний посібник для галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» - Кіровоград 2016 .
2. " Мороз М.П Курс лекцій для студентів денної і заочної форми навчання за спеціальністю 5.05070104 “ Монтаж і експлуатація електроустаткування промислових підприємств цивільних споруд ” м. Новоград Волинський 2012р.
3. Тошинський В.І., Букатенко О.І. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Монтаж, ремонт і наладка приладів і засобів автоматизації». – Х.: НТУ «ХП»; 2005.
4. Токарний верстат // Термінологічний словник-довідник з будівництва та архітектури / Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш ; за заг. ред. Р. А. Шмига. — Львів, 2010.
5. Основи вимірювання та автоматизації технологічних процесів: Підручник: /А.К. Бабіченко та інш.; За заг. ред. А.К. Бабіченка. – Х.: Вид-во ТОВ «С.А.М» Харків 2007.
6. Квітка С. О. Силові електронні пристрої в системах керування: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти / С.О. Квітка. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2021. – 180 с.
7. Вовк О. Ю. Електротехніка: Навчальний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / О. Ю. Вовк, ТДАТУ. – Мелітополь : ВПЦ «Люкс», 2021. – 203 с
8. Попова І.О., Курашкін С.Ф., Вовк О.Ю., Попрядухін В.С. Теоретичні основи електротехніки, частина 3 : навч. посіб. для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. 221 с.
9. Електроніка та мікросхемотехніка: підручник / Квітка С.О. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. – 223 с.
10. Загальна електротехніка: Навчальний посібник для студентів вищ.навч.закл., які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» / В.В. Овчаров, О.Ю.Вовк. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2018. – 310 с.
11. Нестерчук Д.М. Основи метрології та засоби вимірювань: навчальний посібник / Д.М.Нестерчук, С.О. Квітка, С.В. Галько. – Мелітополь: «Таврійський державний агротехнологічний університет», 2017. – 255 с.
12. Нестерчук Д.М. Методи і засоби вимірювань електричних та неелектричних величин: навчальний посібник / Д.М.Нестерчук, С.О.Квітка,

- С.В.Галько. – Мелітополь: «Таврійський державний агротехнологічний університет», 2017. – 206 с.
13. В.Ф. Яковлев, Р.В. Кушлик, С.О. Квітка, Ю.М. Куценко. Проектування систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення: Навчальний посібник / За заг. ред. проф. Яковлева В.Ф. – Мелітополь, 2010.-106 с.
14. Електроніка та мікросхемотехніка: навчальний посібник/ Квітка С.О., Яковлев В.Ф., Нікітіна О.В.; за ред. проф. Яковлева В.Ф. – Суми: «Сумський національний аграрний університет», 2012. -285 с.
15. Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю.М. Куценко, В.Ф. Яковлев та ін. – К.: Аграрна освіта, 2013. – 449 с.
16. Назарян Г.Н., Федюшко Ю.М., Сотник О.В., Ковальов О.В. Технічні характеристики та якісні показники електричних двигунів. Довідниковий посібник. – Х: ТОВ «Планета-прінт», 2016. -201 с.
17. Овчаров В.В., Безменнікова Л.М. Теоретичні основи електротехніки, частина 1. 2011. – 276 с.
18. Овчаров В.В., Безменнікова Л.М. Теоретичні основи електротехніки, частина 2. 2011. – 173 с.
19. Бржезицький В.О., Зелінський В.Ц., Лежнюк П.Д., Рубаненко О.Є./Електричні апарати: підручник . – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2016. – 602 с.
20. А.В. Журахівський, Б.М. Кінаш, О.Р. Пастух. / Надійність електричних систем і мереж: навч. посібник– 2-ге вид., доп. і перероб. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. – 280 с.
21. І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед./ Автоматизація виробничих процесів: підручник / – Вид. 2-ге, виправлене. – К.: Вид. Ліра-К, 2018. – 378 с.
22. Автоматизація [Електронний ресурс]. – Точка доступу: URL: <http://uk.wikipedia.org/wiki/Автоматизація> – Автоматизація
23. Вимикачі путеві серії ВПК 2000 [Електронний ресурс]. – Точка доступу: URL:https://electrosvit.com/index2.php?page=shop.product_details&product_id=355&flypage=flypage.tpl&pop=1&option=com_virtuemart&Itemid=4