

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет автоматизації виробництва та цифрових технологій
Кафедра автоматизації, електро- та робототехнічних систем

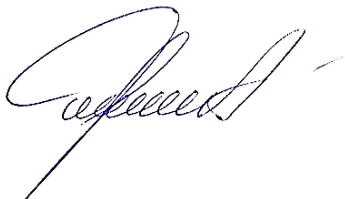
АВТОРЕФЕРАТ кваліфікаційної роботи

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання
освітньо-професійної програми
«Інтелектуальні системи управління
в гірничо-металургійному виробництві»
за спеціальністю 151 Автоматизація
і комп'ютерно-інтегровані технології

**на тему «Автоматизація переміщення супортів токарно-
карусельного верстату SKD для оброблення габаритних
деталей у механоскладальному цеху з метою підвищення
ефективності роботи верстата»**

Здобувач



Євгеній ЛАКТІОНОВ

Кам'янське 2024

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

Робота виконана у Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» на кафедрі автоматизації, електро- та робототехнічних систем.

Керівник:



Разживін Олексій Валерійович,
доцент, кандидат технічних наук,
доцент

Захист відбудеться 23 січня 2024 р. о 09:00 год на засіданні
екзаменаційної комісії (https://teams.microsoft.com//meetup-join/19%3ameeting_ZDliOWZhMzUtMzE0My00NzVkLTkyOWltNmE3OTM4ZmQwNWNm%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2c%22Oid%22%3a%2201efadc2-6354-43fb-8f92-8e8c2485636b%22%7d).

Електронна версія автореферату розміщена в Інституційному репозитарії ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» 20 січня 2024 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Полягає в впровадженні сучасних рішень реалізацій АСУ електроприводної системи з регулювання швидкості обертання електродвигунів супортів токарно-карусельного верстату SKD шляхом застосування перетворювачів швидкості.

Постановка проблеми. Виявити недоліки пов'язані з точністю позиціонування супортів верстату. З метою усунення даних недоліків, запропонувати та реалізувати заміну головного електродвигуна постійного струму та розробити компонування приводної системи верстату, впровадження якого дозволяє підвищити плавність, діапазон та точність переміщення супортів верстату.

Мета дослідження. Підвищення точності металообробки та підвищення кількості серійної продукції, усунення позапланового простою токарно-карусельного верстата моделі SKD-50 шляхом автоматизації електроприводу переміщення супортів.

Задачі дослідження:

- провести аналіз доцільності модернізації електроприводної системи верстату SKD-50;
- реалізувати автоматизовану електроприводу систему подачі супортів верстату;
- обґрунтувати доцільність впровадження модернізації шляхом розрахунку техніко-економічних показників при впровадженні АСУ.

Об'єкт дослідження – мехатронна система токарно-карусельного верстату.

Предмет дослідження – автоматизація системи пересування супортів токарно-карусельного верстату.

Результати та обґрунтування їх новизни / інноваційності. Практична значимість та інноваційність запропонованого рішення полягає у розрахунку збільшення виготовлення готових деталей процесу металообробки на токарно-карусельного верстату SKD-50 шляхом автоматизації електроприводу переміщення супортів. Обґрунтувати доцільність модернізації автоматизованого електроприводу супортів розрахунками техніко-економічних показників модернізації існуючої АСУ.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, 4-х розділів, висновків, списку використаних джерел, 10 додатків. Загальний обсяг роботи становить 93 сторінок, робота містить 37 рисунків, 9 таблиць. Список використаних джерел складається з 12 джерел.

ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Обробка на металорізальних верстатах складається з ряду дій, що виконуються у певній послідовності, які поділяють на прийоми управління та дії формоутворення. До них відносяться: встановлення та затискання заготовки, пуск верстата, підведення інструменту, контроль оброблюваної заготовки, зупинка верстата та зняття обробленої заготовки. Кожну з цих дій можна виконувати із застосуванням ручної праці або автоматично, тобто без безпосередньої участі робітника.

Під механізацією технологічного процесу розуміють заміну ручної праці машинною в частині процесу, пов'язаної зі зміною форми заготівлі (наприклад, різання, штампування тощо).

Система програмного керування верстатом - замкнута з контролем за переміщенням і дає змогу виконувати розточування ступінчастих, циліндричних і конічних поверхонь. Програма обробки записується на перфорованій кінострічці, зчитується електроконтактним зчитувальним пристроєм і запам'ятовується в блоці пам'яті. З блоку пам'яті технологічні команди - напрямок подачі, швидкість подачі і швидкість обертання планшайби - надходять до схеми електроприводу верстата, а задані переміщення виконавчих органів вводяться в двійковому коді в електронний тригерний лічильник, увімкнений за схемою віднімання.

З метою скорочення витрат часу на холості переміщення супортів і поперечки токарно-карусельні верстати забезпечуються пристроєм для їх прискорених переміщень.

Розглянуто технологію виробництва великогабаритної деталі – броні 203. Броні активно використовують на дробильних фабриках гірничо-збагачувальних комбінатах Кривого Рогу. ТОВ «ЗЛМЗ» філія №2 м. Кривий Ріг, налічую 7 робочих токарно-карусельних верстата, працюючих саме на цю продукцію. Верстат обраної моделі SKD-50 здатен виконувати 20 броней на місяць.

Для приводів подач застосовано асинхронні двигуни. У бічного супорта застосований тільки один привід з перемиканням до вертикальної або горизонтальної подачі за допомогою електромагнітних муфт.

Робочий або швидкодіючий діапазон подач, створений механічним перебором в коробці передач, вибирається за допомогою електромагнітних муфт.

Автоматизація являє собою механізацію прийомів управління та обслуговування верстатів та інших машин, і їхніх систем, а також виробничих процесів загалом.

Найважливішими напрямками підвищення продуктивності металорізальних верстатів є скорочення основного (машинного) і допоміжного часу.

За результатами аналізу літературних джерел проаналізовано системи керування головного приводу змінного струму. Аналіз поточного стану електроприводної частини токарно-карусельного верстату моделі SKD-50 ознайомились з принципом та описом електричного обладнання. Описано технологічний процес оброблення великогабаритних та важких деталей токарно-карусельного верстату моделі SKD-50, а саме на прикладі продукції - броні 203 для гірничо-збагачувальних комбінатів.

Описані основні технічні дані верстату. Чітко обґрунтовано принцип дії головного приводу планшайби, приводу подачі переміщення супортів для оброблення продукції. Вказано алгоритм модернізації методом встановлення електричного приводу подачі переміщення та позиціонування супортів токарно-карусельного верстату SKD-50, та підібрані встроєні енкодери у електричний сервопривод.

З аналізу потрібного електричного приводу серводвигуна підібрано головний привод змінного струму та встановлено перетворювач постійного струму 24В. Встановивши та зробивши підключення приводів супортів приведено опис індикації положення супортів відносно оброблюваної деталі – броні 203.

Для модернізації даного верстату, вузла переміщення супортів використовую пристрій керування системи ЧПУ Sinumerik 840Dsl із процесором NCU 710-2. Система управління розглянутого ТПЧ побудована по двоконтурному принципу. Перший контур являє собою контур регулювання ЕРС і є підлеглим зовнішньому контуру регулювання швидкості. Для адаптації регулятора частоти до зміни швидкості регулювання електродвигуна при коливаннях навантаження використовується негативний зворотний зв'язок по швидкості обертання вала двигуна.

Розглянуто основні елементами перетворювачів - комутаційні пристрої, які періодично переривають струм, або змінюють його напрям. Основним елементом комутаційного пристрою є тиристор.

Розглянуто тиристорний перетворювач 4050 та встановлено відповідність між сигналами та виводами роз'єму паралельного інтерфейсу X1 і принципові схеми цифрових входів і виходів.

Результат математичного моделювання - АСУ електроприводом має швидкісну помилку, яка становить $0,035 \text{ м/с} < 0,05 \text{ м/с}$. Час перехідного процесу становить не менше 1,7с, що забезпечує максимальну швидкість при допустимому прискоренні.

Розроблена математична модель, адекватно відображає основні особливості пускових режимів реальної системи. Розроблену

математичну модель доцільно використовувати для адаптації алгоритму запуску і зупинки електроприводу до заданих умов експлуатації.

Заміна старих і громіздких систем пуску двигуна постійного струму головного приводу на двигуни змінного струму здійснимо з застосуванням перетворювачів Sinamics S120. Таке рішення дозволить зменшити габарити електричної частини приводу і більш раціонально управляти ними. Крім того, можна буде додатково використовувати простір, що звільнився, за рахунок виключення: електричних контакторів, автоматів перевантаження, потужних клемників, громіздких панелей управління оператора.

При застосуванні приводів Sinamics з СЧПУ верхнього рівня дозволить управління приводами таким чином, що виникає бажаний узгоджений рух. Для цього потрібен циклічний обмін даними між системою управління і всіма приводами. До сих пір цей обмін повинен був здійснюватися по польовій шині з відповідними витратами на монтаж і проектування.

У SINAMICS S120 застосовано нове рішення: центральний блок регулювання виконує всі функції регулювання для всіх підключених осей і додатково реалізує технологічні зв'язки між приводами і між осями. Так як всі необхідні дані вже існують в центральному блоці регулювання, вони не повинні додатково переноситися між приводами. Зв'язки між двохруховими електроприводом подач можна реалізувати в межах блоку управління.

У розділі перераховані всі переваги в технічному і економічному плані вибраного технічного рішення застосування засобів автоматизації в порівнянні з вибраним аналогом. На підставі перерахованих переваг, проведений розрахунок економічного ефекту і техніко-економічних показників.

Зробивши аналіз витрат на модернізацію, врахувавши зупинку обладнання та підрахувавши витрати на собівартість броні 203 після модернізації, - розробив техніко-економічне обґрунтування показників модернізації.

ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі розглянуто принцип роботи та технологія металообробки великогабаритної продукції токарно-карусельного верстату моделі SKD 50.

Впроваджено сучасні рішення реалізацій АСУ електроприводної системи з регулювання швидкості обертання електродвигунів супортів токарно-карусельного верстату SKD шляхом застосування перетворювачів швидкості.

Детально виконана заміна головного приводу постійного струму на змінний, розробка компонування приводної системи верстату, вибір вимірювальних перетворювачів швидкості. Впровадження якого дозволяє підвищити плавність, діапазон та точність переміщення супортів верстату.

Доведено техніко-економічне обґрунтування модернізації шляхом підвищення точності процесу металообробки токарно-карусельного верстату моделі SKD-50, та зростання виробничих показників. Зменшення часу позапланового простою обладнання. Збільшено виробничі показники верстата на 235т на рік.

У графічній частині наведені: схема підключення модулів живлення електроприводу верстата, схема підключення модулів двигуна супортів, схема підключення модуля управління. Блок схема алгоритму функціонування СЧПУ, плакат математичне моделювання електроприводу розрахунків.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Лактіонов Є.О. Способи керування частотним перетворювачем Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод: матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Краматорськ, 20–23 квітня 2023 р., 2023. С. 233 – 237.

АНОТАЦІЯ

Лактіонов Євгеній Олександрович. Автоматизація переміщення супортів токарно-карусельного верстату SKD для оброблення габаритних деталей у механоскладальному цеху з метою підвищення ефективності роботи верстата. - Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». ОПП «Інтелектуальні системи управління у гірничо-металургійному виробництві» – ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Кам'янське, 2024.

Об'єктом дослідження є мехатронна система токарно-карусельного верстату.

Предметом дослідження є автоматизація системи пересування супортів токарно-карусельного верстату.

Метою кваліфікаційної роботи є збільшення кількості виготовлення готових деталей процесу металообробки на токарно-

карусельного верстату SKD-50 шляхом автоматизації електроприводу переміщення супорта.

У першому розділі розглянуто питання стосовно роботи верстату та основних його частин.

У другому розділі проведено аналіз технологічного процесу обладнання, ознайомлення з технологічними картами.

У третьому розділі детально виконана заміна головного приводу постійного струму на змінний, розробка компонування приводної системи верстату, вибір вимірювальних перетворювачів швидкості.

У четвертому розділі обґрунтовано відповідними розрахунками підтверджено економічну доцільність впровадження запропонованої системи автоматизації.

У графічній частині наведені: схема підключення модулів живлення електроприводу верстата, схема підключення модулів двигуна супортів, схема підключення модуля управління. Блок схема алгоритму функціонування СЧПУ, плакат математичне моделювання електроприводу розрахунків.

Ключові слова: SKD-50, SINUMERIK, керування, головний привід, автоматизація, енкодер, блок живлення, інтерфейс, сигнал, двигун, датчик, СЧПУ

ABSTRACT

Laktionov Yevhenii. Automation of the movement of calipers of the SKD lathe and carousel machine for processing large parts in the mechanical assembly shop in order to increase the efficiency of the machine. - Qualifying work on the rights of the manuscript.

Theses for a Master's degree in Automation and Computer-Integrated Technologies, the specialty 151 "Automation and Computer-Integrated Technologies", Educational Program "Intelligent Control Systems in the Metals and Mining Sector", TECHNICAL UNIVERSITY "METINVEST POLYTECHNICS", LLC, Kamyanske, 2024.

The object of research is the mechatronic system a lathe-carousel machine.

The subject of the study is the automation of the slide movement system of a lathe-carousel machine.

The purpose of the qualification work is to reduce the energy consumption of the metalworking process on the SKD-50 lathe by automating the electric drive of the slide movement.

The first section covers the operation of the machine and its main parts.

The second section analyzes the technological process of the equipment and familiarizes with the flow charts.

The third section describes in detail the replacement of the main DC drive with an AC drive, the development of the machine drive system layout, and the selection of speed transducers.

In the fourth section, the economic feasibility of the proposed automation system is substantiated by appropriate calculations.

The graphic part contains: a wiring diagram of the machine electric drive power modules, a wiring diagram of the caliper motor modules, a wiring diagram of the control module. Block diagram of the CNC functioning algorithm, poster mathematical modeling of the electric drive calculations.

Key words: SKD-50, Sinumerik, control, main drive, automation, encoder, power supply, interface, signal, motor, sensor, control panel, CNC