Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп’ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри
_____ Леонтьєв П. В.
_____2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології

КОМПЛЕКСНА АВТОМАТИЗАЦІЯ КАРУСЕЛЬНОГО ВЕРСТАТУ МОДЕЛІ 1512

Дипломний проект

Виконав:
студент групи СУ-81 Сазонов Д. А.

Керівник проекту
к. т. н., доцент Черв'яков В. Д.

Суми – 2022

РЕФЕРАТ

Сазонов Данило Анатолійович. Комплексна автоматизація карусельного верстату моделі 1512. Кваліфікаційнаа робота бакалавра зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології (дипломний проект). Сумський Державний Університет. Суми, 2022 р.

Робота присвячена методам й засобам автоматизації карусельного верстату моделі 1512. Запропоновано проектне рішення щодо комплексної автоматизації карусельного верстату засобами комп’ютерної техніки. Розроблена конструкторська документація для техні чної реалізації системи автоматизації.

Пояснювальна записка містить 82 сторінку основного тексту, 9 рисунків, 10 таблиць, 3 додатки, список використаних джерел з 10 найменувань.

Ключові слова: карусельний верстат, електропривод, контролер, алгоритм, виконавчий механізм.

ABSTRACT

Sazonov Danylo Anatoliovych. Complex automation of carousel machine model 1512. Bachelor's degree in specialty 151 - Automation and computer-integrated technologies (diploma project). Sumy State University. Sumy, 2022

The work is devoted to the methods and means of automation of the carousel machine of model 1512. The design decision on complex automation of the carousel by means of computer equipment is offered. Design documentation for technical implementation of automation system has been developed. The explanatory note contains 82 pages of the main text, 9 figures, 10 tables, 3 appendices, the list of the used sources from 10 names.

Key words: carousel machine, electric drive, controller, algorithm, actuator.

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№. екз.	Примітки
			Документація загальна			
			Застосована			
1	А4		Завдання кафедри	1	1	
			Новорозроблена			
2	А4		Технічне завдання	1	1	
3	А4		Реферат	1	1	
4	А4	СУ-81п.1.151.22.ПЗ	Пояснювальна записка	82	1	
			Документація конструкторська			
			Новорозроблена			
5		СУ-81 01.151.22.Е3	Схема електрична принципова живлення верстата	1		
6		СУ-81 01.151.22.Е4	Схема електрична принципова управління основним приводом	1		
7		СУ-81 01.151.22.Е5	Схема електрична принципова змащення головного приводу	1		
8		СУ-81 01.151.22.Е6	Схема електрична принципова управління револьверною головкою	1		
9		СУ-81 01.151.22.Е7	Схема електрична принципова вибору швидкості обертання планшайби (організація входів)	1		

Зм.	Кільк.	Арк.	№док	Підпис	Дата	СУ-81.1.151.22.ДП		
Розробив		Сазонов Д.А.				Комплексна автоматизація карусельного верстату моделі 1512 Відомість проекту	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Черв'яков В. Д.					ДП	1	2
Рецензент							СумДУ СУ-81		
Консульт.									
Н. контр.		Черв'яков В. Д.							

10		СУ-81 01.151.22.Е8	Схема електрична принципова вибору швидкості обертання планшайби (організація виходів)	1		
11		СУ-81 01.151.22.Е9	Схема електрична принципова вибору швидкості обертання планшайби	1		
12		СУ-81 01.151.22.Е10	Схема електрична принципова управління переміщенням поперечки	1		
13		СУ-81 01.151.22.Е11	Схема електрична принципова управління супортом і мастилом	1		
14		СУ-81 01.151.22.Е12	Схема електрична принципова вибору величини подачі супорта	1		
15		СУ-81 01.151.22.Е13	Схема електрична принципова вибору напрямку руху вертикального супорта (організація входів)	1		
16		СУ-81 01.151.22.Е14	Схема електрична принципова вибору напрямку руху вертикального супорта (організація виходів)	1		
17		СУ-81 01.151.22.ВЗ	Карусельний верстат. Загальний вигляд	1		
18		СУ-81 01.151.22.ТЧ	Схема управління. Алгоритм роботи	1		

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри
_____Леонтьєв П.В.
"_____" _____ " 2022 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

Тема роботи: Комплексна автоматизація карусельного верстату моделі 1512. Дипломний проект. Затверджено наказом ректора університету № 0360-VI від 17.05.2022 р.

Термін подання закінченої роботи 05.06.2022 р.

Вихідні дані до роботи: технічна документація на карусельний верстат моделі 1512.

Зміст роботи: конструктивно-технологічна характеристика об'єкта автоматизації, функциональна схема автоматизації, локальні системи управління, комп'ютерно-ітегрованв система управління.

Графічні матеріали: функціональна схема автоматизації, функціональні та структурні схеми локальних систем управління, схеми електричні підключень та з'єднань.

Календарний план проектування

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Терміни виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання ТЗ. Підбір та аналіз літератури. Відбір аналогів та прототипів.	25.04.2022-30.04.2022
2	Опис об'єкту автоматизації. Задачі автоматизації. Аналіз відомих технічних рішень	01.05.2022-05.05.2022
3	Розробка функціональної схеми автоматизації	06.05.2022-10.05.2022
4	Вибір обладнання	11.05.2022-15.05.2022
5	Розробка алгоритмів управління	16.05.2022-20.05.2022
6	Охорона праці	21.05.2022-25.05.2022
7	Оформлення проету та презентації	26.05.2022-31.05.2022
8	Подання роботи керівнику. Публічний захист роботи	01.06.2022-05.06.2022

Дата видачі завдання «20» 04. 2022 р

Керівник проекту:
к. т. н., доцент Черв'яков В. Д.
До виконання прийняв:
студент групи СУ-81 Сазонов Д. А.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи комплексної автоматизації карусельного верстату моделі 1512

Назва і галузь застосування: Комплексна автоматизація карусельного верстату моделі 1512. Верстатобудування.

Підстави для проектування: Наказ ректора Сумського державного університету № 0360-VI від 17.05.2022 р.

Призначення проекту: створення сучасної комп'ютеризованої системи автоматизації карусельного верстату для потреб металообробної промисловості України.

Джерела розроблення: матеріали виробничої та переддипломної практик, технічна документація верстату, результати аналізу існуючих систем автоматизації металорізальних верстатів.

Режими роботи об'єкта: запуск, зупинення, автоматичний контроль та регулювання технологічних параметрів металообробки.

Умови експлуатації об'єкта: живлення шафи управління – 220В, частота – 50 Гц; живлення ПЛК – 24В постійного струму; живлення інтерфейсного модуля – 24В постійного струму. Ступінь захисту складових частин обладнання системи автоматизації – не нижче IP20.

Технічні вимоги: ДСТУ 21.404 – 85 Автоматизація технічних процесів; ДСТУ 12.2.016 – 81 Система стандартів безпеки праці. Загальні вимоги безпеки.

Економічні показники: згідно розрахунку економічної ефективності.

Стадії та етапи проектування: наведені в таблиці.

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Терміни виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання ТЗ. Підбір та аналіз літератури. Відбір аналогів та прототипів.	25.04.2022-30.04.2022
2	Опис об'єкту автоматизації. Задачі автоматизації. Аналіз відомих технічних рішень	01.05.2022-05.05.2022
3	Розробка функціональної схеми автоматизації	06.05.2022-10.05.2022
4	Вибір обладнання	11.05.2022-15.05.2022
5	Розробка алгоритмів управління	16.05.2022-20.05.2022
6	Охорона праці	21.05.2022-25.05.2022
6	Оформлення проектної документації	26.05.2022-31.05.2022

Розробник ТЗ:
студент гр. СУ-81 Сазонов Д. А.

Погоджено:
керівник проекту
к.т.н., доцент Черв'яков В.Д.

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

дипломного проекту

КОМПЛЕКСНА АВТОМАТИЗАЦІЯ КАРУСЕЛЬНОГО ВЕРСТАТУ МОДЕЛІ 1512

Проектант:

студент гр. СУ-81 Сазонов Д. А.

Керівник проекту:

к.т.н., доцент Черв'яков В. Д.

Суми – 2022

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....**Ошибка! Закладка не определена.**
ВСТУП.....4
РОЗДІЛ 1 6
ТЕХНІЧНИЙ ОПИС КАРУСЕЛЬНОГО ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 1512.....6
1.1 Призначення та сфера застосування.....6
1.2 Склад верстата 7
1.3 Пристрій, робота верстата та його складових частин.....8
1.4 Система змазки 17
1.5 Режими роботи.....19
1.6 Основні технічні дані та характеристики.....22
РОЗДІЛ 2 25
АЛГОРИТМИ РОБОТИ СУ КАРУСЕЛЬНОГО ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 15122.1 25
2.1 Коротка характеристика електроустаткування.....25
2.2 Необхідність модернізації системи керування 27
2.3 Шляхи вирішення проблеми 28
2.4 Алгоритми роботи електроустаткування 29
РОЗДІЛ 3 50
СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ КАРУСЕЛЬНОГО ВЕРСТАТА НА БАЗІ КОНТРОЛЕРА.....50
3.1 Вибір апаратної бази системи управління на основі технічних та економічних характеристик 50
3.2 Програмований логічний контролер SIMATIC S5-115U фірми Siemens.....53
3.3 Принципова схема системи керування.....61
3.4 Алгоритм роботи системи управління 71
3.5 Управляюча програма 72
ОХОРОНА ПРАЦІ 74
ВИСНОВКИ.....81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....82
ДОДАТОК А. Електричні принципові схеми.....83
ДОДАТОК Б. Загальний вигляд карусельного верстату 89
ДОДАТОК В. Схема управління. Алгоритм роботи.....90
ДОДАТОК Г. Перелік електроустаткування верстата 91
ДОДАТОК Д. Лістинг керуючої програми 106

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

CPU — центральний модуль

CP — процесори звя’зку

DE/DA — цифрові модулі вводу/виводу

DB — блок даних

DG — диагностичні пристрої

EG — ДОДАТКОВІ ПРИСТРОЇ

FB — функциональний блок

IP — технологічні модулі

PB — программний блок

PG — програмуючі пристрої

PS — блок електроживлення

OB — організаційний блок

OP — управляючі пристрої

SB — шаговий блок

CA — система автоматизації

СУ — система управління

УА — пристрій автоматики

ЧПУ — числове програмне управління

ШИГ — шаговий шукач

ШИ — шаговий шукач

ВСТУП

Продуктивність праці, собівартість продукції, її якість і конкурентоспроможність значною мірою визначаються рівнем використовуваного технологічного устаткування. При цьому оцінюючи наявне обладнання, природно враховувати не тільки його початкові характеристики, досягнуті при виготовленні та забезпечені при введенні обладнання в експлуатацію, але і можливість підтримки стартових значень цих характеристик протягом усього періоду експлуатації. Технологічне обладнання, зношуючись у процесі роботи, втрачає початкові жорсткість та точність переміщень виконавчих механізмів; робоче середовище впливає деталі устаткування, виявляються їх приховані дефекти й унаслідок цього знижуються кількісні і якісні параметри, що визначають експлуатаційні характеристики устаткування, до аварійних зупинок, які унеможливлюють подальшу експлуатацію без проведення відповідного комплексу ремонтних робіт.

Аналіз машинобудівних виробництв України показує, що рівень їхньої забезпеченості технологічним обладнанням і насамперед металообробними верстатами значною мірою не відповідає сучасним вимогам. Верстати, що знаходяться в експлуатації, часто застаріли морально та фізично зношені. Оновлення парку металорізальних верстатів вкрай необхідне та потребує значних інвестицій.

Однак за відсутності інвестицій або за їх малих обсягів єдиним можливим шляхом підтримання працездатності металорізальних верстатів є ремонт та суміщена з ремонтом модернізація, спрямована на покращення основних експлуатаційних характеристик верстатів. Зазначимо також, що ремонт металорізальних верстатів як підтримка працездатності необхідний за будь-яких умов їх експлуатації незалежно від загального стану економіки.

Не існує абсолютно надійної техніки і тому, навіть за умови, що економіка України вийде із справжньої затяжної кризи, ремонт та модернізація верстатів, як і раніше, відволікатимуть на себе значну частину, ресурсів (можливо лише, що з загальному зменшенні частки ремонтних робіт відбудеться також зміна їх структури у бік збільшення частки поточного і середнього видів ремонту).

Визнаючи велику значущість вдосконалення виробництва підвищення ефективності машинобудівної галузі, водночас слід констатувати, що галузева наука ще запропонувала науково обгрунтовану і вивірену практикою цілісну методику планування і як модернізації, і ремонту технологічного устаткування машинобудівних виробництв, що, безумовно , негативно позначається на практиці, особливо якщо вона проводиться безпосередньо на заводах, що їх експлуатують. Відзначаючи значний внесок сучасних учених у розвиток теорії організації та проведення ремонту верстатів, мабуть, слід припустити, що роботи у цьому напрямі необхідно продовжити.

Визначаючи об'єкт розгляду даної роботи, зауважимо, що на більшості машинобудівних підприємств України в даний час зберігається встановлений комплекс організаційно-технічних заходів для підтримки наявного технологічного обладнання у працездатному стані та забезпечення експлуатаційних характеристик на необхідному рівні.

РОЗДІЛ 1 ТЕХНІЧНИЙ ОПИС КАРУСЕЛЬНОГО ВЕРСТАТА 1512

1.1 Призначення та сфера застосування

Одностійковий токарно-карусельний верстат моделі 1512Ф3, оснащений пристроєм ЧПУ типу Н55-2, призначений для токарної обробки різноманітних виробів з чорних та кольорових металів.

Верстат має один верхній супорт із п'ятипозиційною револьверною головкою з автоматичним поворотом та фіксацією на кожній позиції.

Пристрій ЧПУ забезпечує автоматичне керування за заданою програмою верхнім супортом та коробкою швидкостей приводу головного руху.

На верстаті можна виконувати такі операції:

- обточування та розточування поверхонь з криволінійними та прямолінійними утворюючими;
- проточування плоских торцевих поверхонь;
- свердління, зенкерування та розгортання центральних отворів;
- прорізання кільцевих канавок;
- нарізування різних різьблень різцями.

Значна потужність приводу головного руху, висока жорсткість базових деталей, достатня міцність всіх елементів кінематичних ланцюгів, широкі діапазони регулювання частоти обертання планшайби і величин подач супорта в поєднанні з автоматичним управлінням дозволяють здійснювати на верстаті високопродуктивну обробку деталей складної конфігурації, з поверхнями, що мають точні розміри.

1.2 Склад станка

Перелік основних складових частин верстата наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 Перелік основних складових частин верстата.

Найменування	**Позначення**
Станіна	100
Редуктор приводу головного руху	213
Стіл	30
Поперечка	500
Механизм переміщення поперечки	57
Пристрій телескопічного захисту направляючих поперечки	540
Супорт верхній револьверний	652
Редуктор приводу горизонтальних подач супорта	401
Редуктор приводу вертикальних подач супорта	402
Датчик оборотів	880
Пульт керування підвісний	990
Електрошафа	981
Пристрій ЧПУ Н55-2	-
Електроустаткування	961
Приладдя	09

1.3 Пристрій, робота верстата та його складових частин

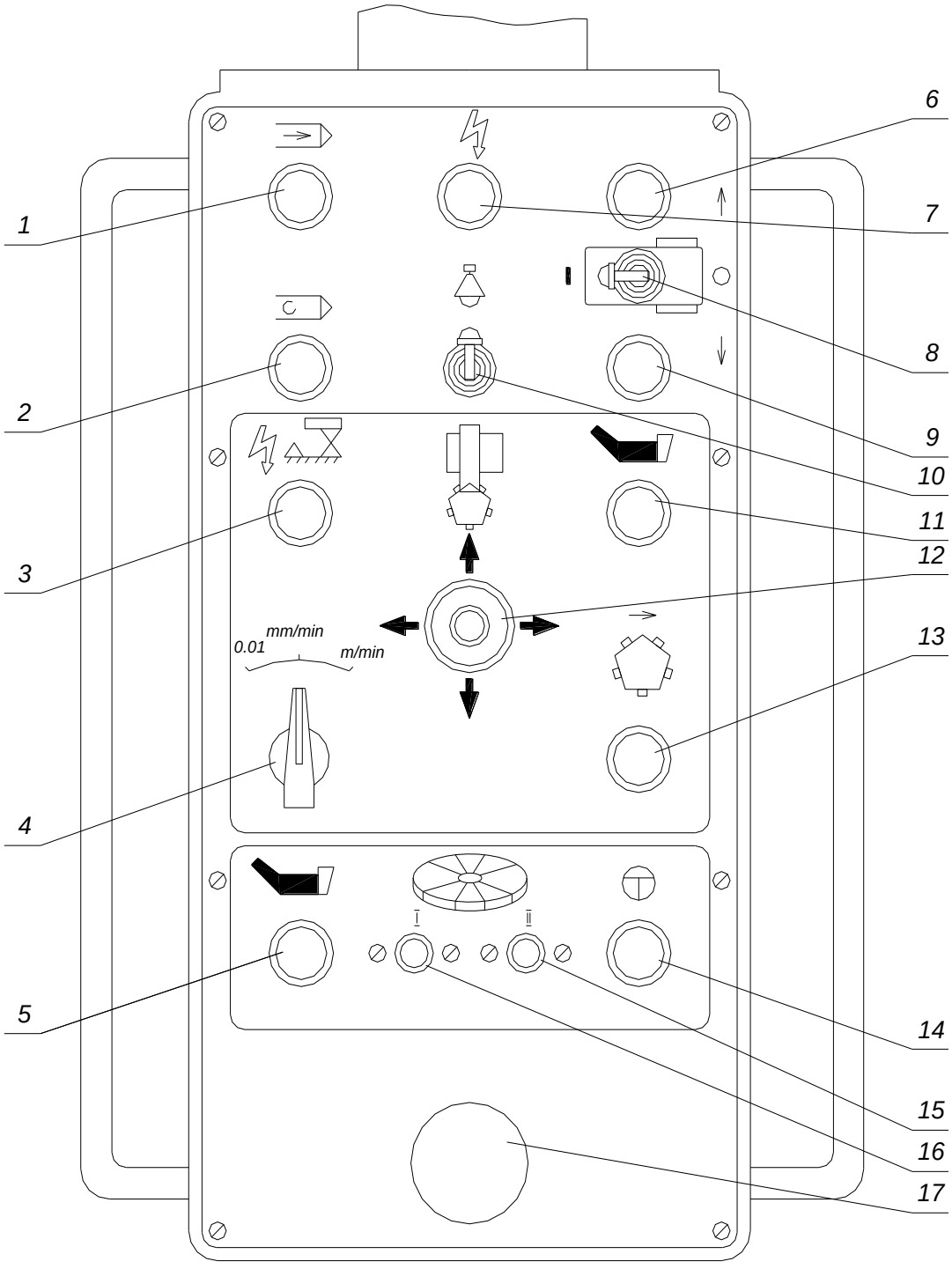


Рисунок 1 – Підвісний пульт управління

1.3.1 Перелік рукояток та кнопок підвісного пульта управління

Таблиця 1.2 Перелік рукояток підвісного пульта керування

Позиція див. рис. 1	**Найменування та призначення рукояток та кнопок управління**
1	Кнопка “Пуск програми”
2	Кнопка “Стоп програми”
3	Кнопка включення: а) живлення станка; б) переміщення супорта в робочу зону після спрацьовування вимикача аварійного зупину (переміщення супорта у робочу зону здійснюється хрестовим перемикачем при натиснутій кнопці 3)
4	Перемикач настановних переміщень супорта
5	Сигнальна лампа “Мастило є у приводі головного руху”
6	Кнопка увімкнення переміщення поперечки “Вгору”
7	Сигнальна лампа “Живлення увімкнено”
8	Тумблер дозволу переміщення поперечки (нормальне положення "відключено" включати тільки при переміщенні поперечки)
9	Кнопка увімкнення переміщення поперечки "Вниз"
10	Тумблер увімкнення освітлення
11	Кнопка включення мастила супорта (при натисканні включаються лубрикатори мастила супорта, час роботи лубрикаторів (до 3 хв) встановлюється на реле часу в електрошафі)
12	Хрестовий перемикач вибору напрямку руху супорта (супорт переміщується при натисканні центральної кнопки)
13	Кнопка повороту револьверної головки
14	Кнопка "Товчковий пуск планшайби"
15	Сигнальна лампа "Включено 2 ступінь редуктора приводу головного руху"
16	Сигнальна лампа "Увімкнено 1 ступінь редуктора головного руху"
17	Кнопка "Загальний стоп" верстата

1.3.2 Редуктор

Двоступінчастий редуктор служить передачі обертання від електродвигуна до планшайби і зміни частоти обертання планшайби.

Обертання на вхідний вал редуктора передається від електродвигуна головного приводу через пружну муфту. Редуктор має два ступені, відношення між якими дорівнює 1:4.

Перемикання щаблів здійснюється електромагнітними муфтами. Нижній ступінь частот обертання планшайби проводиться включенням муфт 1ЭМ2, 1ЭМ3 у своїй передавальне відношення планетарного механізму дорівнює 1:4, верхній рівень частот обертання проводиться включенням муфти 1ЭМ1, у своїй планетарний механізм працює з передавальним ставленням 1:1.

1.3.3 Поперечка та механізм переміщення поперечки

Поперечка розміщується на вертикальних напрямних станини. Корпус поперечки є жорстким чавунним виливком. Спереду корпус має горизонтальні прямокутні накладні сталеві загартовані напрямні, якими переміщається верхній револьверний супорт.

Між горизонтальними напрямними в ніші розміщено ходовий гвинт передачі "гвинт-гайка кочення" та лінійки датчика типу "лінійний індуктосин" осі X.

На торцях поперечки закріплені плити, яких кріпляться опори ходового гвинта. Вертикальні настановні переміщення поперечки здійснюється механізмом, встановленим на верхній площині станини.Переміщення поперечки обмежені кінцевими вимикачами. Механізм переміщення поперечки складається із двох черв'ячних редукторів, що наводяться реверсивним електродвигуном.

Зубчаста муфта 117, що складається з напівмуфт, що з'єднує вал електродвигуна з валом 118, служить для установки поперечки паралельно робочої поверхні планшайби. Поворотом напівмуфти на один зуб поперечка переміщається на 0,005 мм.

Поперечка може встановлюватися за висотою на напрямних станини в межах її ходу. При цьому вона надійно фіксується гідравлічним механізмом затиску.

Для забезпечення стабільного положення поперечки при її опусканні та виборі люфтів електросхема виконана так, що при відпусканні кнопки проводиться реверсування електродвигуна і поперечка автоматично піднімається на 20-30 мм після чого електродвигун відключається.

При виконанні точних робіт (і встановлення поперечки паралельно робочої поверхні планшайби) переміщення поперечки повинно здійснюватися, коли верхній супорт встановлено по центру планшайби. Для запобігання падіння поперечки у разі зношування витків гайки передбачена сталева гайка-уловлювач з великими зазорами в різьбленні.

1.3.4 Механізм затиску поперечки

Привід механізму затискання-розтиску поперечки здійснюється штоком двостороннього гідроциліндра 12. Шток жорстко з'єднаний із зубчастою рейкою 10, що знаходиться в зачепленні з шестернею 11, що сидить на ексцентриковому валу ХХ. Ексцентрики валу ХХ впливають на штовхачі 8 та 9, що передають зусилля на важелі затиску.

Для затискання поперечки ексцентриковий вал робить поворот на 109 градусів. Робоча рідина під тиском подається шестеренним насосом 1 через фільтр 2. Далі потік робочої рідини може бути спрямований за допомогою гідророзподільника 13 або на мастило столу і коробки швидкостей, або до гідророзподільника 3 і далі гідроциліндр 12.

Управління переміщенням поперечки здійснюється з підвісного пульта управління натисканням кнопки "Вгору" або "Вниз".

При натисканні однієї з цих кнопок одночасно включається шестеренний насос 1; золотники, керовані від електромагнітів, займають таке положення: золотник 13 подає робочу рідину золотнику 3, який спрямовує робочу рідину у верхню порожнину гідроциліндра 12. При цьому поршень зі штоком і рейкою 10 переміщується вниз, повертає шестерню 11 та ексцентриковий вал ХХ; відбувається звільнення поперечки.

В кінці ходу рейки 10, коли поперечка вже звільнена кулачок 6 натискає на кінцевий вимикач 7, який дає команду на включення електродвигуна переміщення поперечки.

Якщо кнопку відпустити, то електродвигун переміщення поперечки відключається, електромагніт перемикає золотник 3 на подачу робочої рідини нижню порожнину гідроциліндра 12, а верхня порожнина гідроциліндра 12 буде з'єднана зі зливом. Поршень зі штоком та рейкою 10 переміщатиметься вгору, повернеться шестерня 11 та ексцентриковий вал ХХ. Відбудеться затискач поперечки на напрямних станини.

При повороті ексцентрикового валу ХХ наприкінці затиску кулачок 6 натискає на кінцевий вимикач 5, який дає команду на вимикання шестеренного насоса 1 і перемикання золотника 13 на мастило столу та редуктора приводу головного руху. Надалі під час роботи верстата шестеренний насос 1 включається при включенні приводу головного руху. Захист гідросистеми від перевантажень здійснюється запобіжним клапаном 4. Регулюванням запобіжного клапана 4 встановлюється тиск робочої рідини рівний 2 МРа (20 кгс/см2), що забезпечує необхідне зусилля для звільнення і затиску поперечки на направляючих станини.

1.3.5 Супорт верхній револьверний

Супорт складається з санок, що переміщаються горизонтальними напрямними поперечки, накладки санчат, повзуна з револьверною. головкою, механізму повороту та фіксації револьверної головки.

Санки виконані у вигляді плити. З заднього боку санки мають плоскі напрямні, що сполучаються з напрямними поперечки.

Планки, клини, роликові опори кочення утримують санки на напрямних поперечки.

За допомогою клинів здійснюється регулювання зазорів між напрямними поперечки та санчатами.

Для вибірки зазору між нижньою направляючою поперечки та санчатами та полегшення переміщення супорта встановлені два розвантажувальні пристрої. Ролик, змонтований на голчастих підшипниках, котиться верхньою напрямною поперечкою. Тарілчастими пружинами супорт підтягується вгору, розвантажуючи при цьому середню напрямну поперечки.

Горизонтальне переміщення супорта по напрямних поперечки здійснюється за допомогою передачі "Вінт-гайка кочення". Ходовий гвинт отримує обертання вихідного валу редуктора горизонтальних подач.

Горизонтальні переміщення супорта, а також вертикальні переміщення повзуна обмежені блоками кінцевих вимикачів.

Повзун супорта переміщається по напрямних накладки санчат за допомогою передачі - "гвинт-гайка кочення", що приводиться в обертання редуктором вертикальних подач.

Повзун притискається до направляючих накладки санчат планками та клинами.

Передача "гвинт-гайка кочення" є не самогальмуючим. Тому для виключення переміщення повзуна під дією власної ваги при знятому

електродвигуні редуктора вертикальних подач (при ремонтних та налагоджувальних роботах) використовується притиск. При роботі верстата притиск має бути розгальмований.

Револьверна головка з п'ятьма пазами та отворами для кріплення інструменту посаджена на циліндричну втулку. Фіксування виконується дисками.

Поворот та фіксація револьверної головки здійснюється при натисканні відповідної кнопки, що розташована на підвісному пульті управління або від пристрою ЧПУ. При цьому включається електродвигун повороту головки револьверу, змонтований на плиті.

Обертання від електродвигуна через втулково-пальцеву муфту передається вал — шестерні 30, шестерні 35, що має резь головкою 4 відбувається її віджим. У цей час від довільного повороту револьверна головка утримується п'ятьма пружними пальцями, що взаємодіють із диском, жорстко скріпленим з повзуном.

На лівому кінці валу жорстко укріплений провідний диск, що має на торці п'ять пазів. Коли корпус револьверної головки притиснутий до повзуна, провідні пальці, що рухомо встановлені в корпусі револьверної головки і постійно підібгані пружинами, знаходяться на периферії ведучого диска. Разом із валом обертається диск. Поки здійснюється відхід корпусу револьверної головки від повзуна, пази диска наближаються до пальців. До моменту їх змикання диски, що індексують, повністю вийдуть із зачеплень один з одним. Після заходу пальців у пази диска починається поворот револьверної головки.

Поворот револьверної головки здійснюється натисканням кнопки керування на кнопковій станції або за командою пристрою ЧПУ. При відпущеній кнопці управління або по відповідній команді пристрою ЧПУ на припинення повороту револьверної головки поворот останньої здійснюється доти, доки палець попередньої орієнтації не западе під дією

пружини чергову западину диска. При цьому планка натисне мікроперемикач, який дає команду на реверс електродвигуна. Зміниться напрямок обертання і всього кінематичного ланцюга.

При зворотному обертанні електродвигуна диск через пальці повертатиме револьверну головку проти годинникової стрілки до упору паза диска в палець. Револьверна головка упершись у палець, далі обертатися не може. При подальшому обертанні валу відбувається затискач револьверної головки. Затискач припиняється після досягнення заданого зусилля (через реле максимального струму відключається електродвигун повороту револьверної головки). Одночасно пальці під дією скосів диска, що повертається, зміщуються, стискаючи пружини, і виходять на плоску поверхню диска.

На супорті передбачено блокувальний пристрій, що запобігає переміщенню супорта та повзуна при не затиснутій револьверній головці. Зазначені переміщення можливі лише після вимкнення упором кінцевого вимикача.

Позиція револьверної голівки визначається перемикачем, встановленим на склянці. Щітка перемикача повідцем пов'язана з втулкою, що запресована в правий кінець валу. Втулка має спеціальний паз, що не допускає обертання щітки перемикача в момент віджимання та затискання револьверної головки. Обертання щітки перемикача починається в момент упору повідка в уступ втулки одночасно з поворотом револьверної головки.

На бічній поверхні повзуна встановлені лінійки та головка датчика лінійних переміщень по осі Z. Головка датчика лінійних переміщень по осі X встановлена на кронштейні, що кріпиться до санок.

Установка повзуна перпендикулярно планшайбі в площині, паралельній переднім напрямним поперечки, здійснюється за допомогою болтів.

1.3.6 Редуктор приводу горизонтальних подач

Редуктор, встановлений правому торці поперечок, служить повідомлення супорту робочих подач і настановних переміщень.

Привід редуктора здійснюється високомоментного електродвигуна постійного струму.

Регулювання частоти обертання валу електродвигуна здійснюється перетворювачем тиристора. З метою підвищення кінематичної точності приводу подач зубчасту передачу виконано з мінімальним бічним зазором.

Передача обертання з вихідного валу редуктора на гвинт ходовий горизонтального переміщення супорта здійснюється за допомогою конусних пружинних кілець, що виключає зазор з'єднань.

1.3.7 Редуктор приводу вертикальних подач

Редуктор, встановлений на накладній частині санчат супорта, служить для повідомлення повзуну робочих подач і настановних переміщень.

Привід редуктора здійснюється високомоментного електродвигуна постійного струму.

Регулювання частоти обертання валу електродвигуна здійснюється перетворювачем тиристора.

Для регулювання бічного зазору в зубчастих передачах редуктор має два паралельні кінематичні ланцюги.

Регулювання здійснюється двома пристроями, що складаються з пальців, що проходять через вали, та установочних гвинтів, вкручених у розрізні маточини шестерень.

Вихідним валом редуктора є ходовий гвинт, що здійснює переміщення повзуна.

1.3.8 Датчик обертів

Датчик оборотів, встановлений праворуч станини, служить отримання подач супорта в мм/об, що особливо важливо при нарізанні різьбленнями різцями.

Датчик типу ВЕ106 отримує обертання вихідного валу редуктора приводу головного руху через зубчасту передачу. Частота обертання ротора датчика та планшайби однакова.

Для вибірки бічного зазору в зубчастій передачі вихідний вал редуктора датчика оборотів виконаний ексцентрично щодо корпусу, в якому він встановлений. При повороті корпуса вибирається бічний зазор, передача (його величина повинна бути в межах 0,07 ... 0,12 мм), після чого корпус фіксується притискним кільцем.

1.4 Система змазки

1.4.1 Перелік основних елементів системи змазки (табл. 1.3)

Таблиця 1.3 Перелік основних елементів системи мастила.

Позначення	**Найменування**	**Кількість**	**Місце встановлення**
БГ-11-23А або 32-1	Насос шестеренний	1	Станина
С18М-12	Лубрикатор	3	Верхній супорт, поперечка
0,12Г41-13	Фільтр пластинчастий	1	У системі мастила головного приводу і рікрозкладні поперечки
Р102-ЕЛ574А-А110	Гідророзподільник	2	

Продовження таблиці 1.3

ФП7 12-25/200	Фільтр тонкого очищення	1	У системі мастила головного приводу і рікрозкладні поперечки
2057-51	Реле контролю тиску	1	
М-КП-12 або ВР54-23	Клапан запобіжний	1	

1.4.2 Опис роботи системи змазки

Змащування окремих вузлів верстата проводитися у різний спосіб. Редуктор приводу головного руху та стіл мають централізовану систему мастила. Резервуаром для масла служить нижня внутрішня порожнина станини, звідки масло шестеренним насосом 1 подається через фільтри 2, гідророзподільник 3 в редуктор і маслорозподільника (див. рис. 2). Далі потік масла прямує на мастило зубчастих передач та підшипників столу.

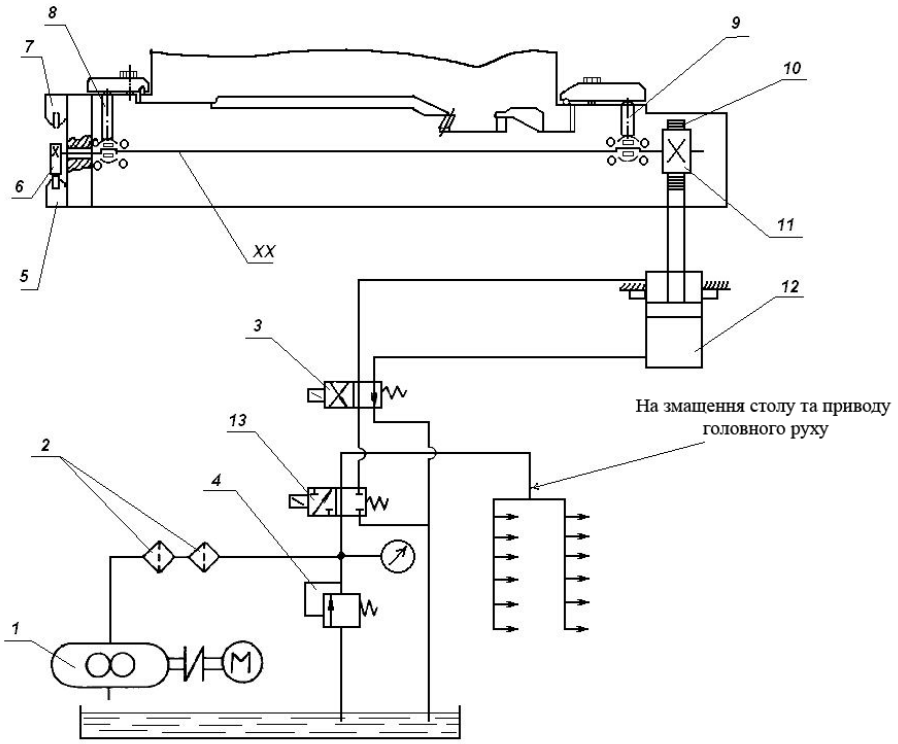


Рисунок 2 – Гідросхема

Якщо в систему змащення подається достатня кількість олії, то на підвісному кнопковому пульті горить сигнальна лампа зеленого кольору "Змащення є. Цю світлову сигналізацію забезпечує реле контролю тиску 4.

Мастило редуктора приводу подач проводитися розбризкуванням. Мастило верхнього револьверного супорта проводитися багатоточковими лубрикаторами. на супорті встановлені два лубрикатори. Привід лубрикаторів здійснюється електродвигунами з редукторами. Увімкнення електродвигунів приводу лубрикаторів проводитися відповідною кнопкою, поміщеною на підвісному пульті управління. Після включення електродвигун працюватиме доти, доки реле часу не відключить його. При відключенні електродвигуна подача мастила припиняється.

Змащення всіх механізмів та напрямних поперечки проводиться централізовано від лубрикатора. Приводом лубрикатора є електродвигун з редуктором, який включається автоматично при переміщенні поперечки.

Змащування механізму переміщення поперечки проводиться розбризкуванням масла обертовими черв'ячними парами.

Підшипники ходового гвинта поперечки заповнюються консистентним мастилом.

Втулки затискних кулачків змащуються шприцом через прес-масляни.

1.5 Режими роботи

1.5.1 Управління приводом головного руху

Управління приводом головного руху здійснюється від пристрою ЧПУ в автоматичному режимі керування або з пульта програмного керування як ручного введення даних.

Для встановлення та вивіряння заготовки на верстаті передбачено поштовховий пуск планшайби.

У режимі “Налагодження” при натиснутій кнопці 14 (рис. 1) відбуватиметься обертання планшайби з малою частотою, зручною для вивіряння незакріпленої заготовки. При відпусканні кнопки планшайба гальмуватиметься двигуном до повної зупинки.

1.5.2 Управління переміщеннями поперечки

Управління переміщеннями поперечки здійснюється з підвісного пульта управління в режимі налагодження.

Переміщення поперечки можливе лише при включеному тумблері, що служить для виключення переміщення поперечки при випадковому натисканні кнопки “Вгору” або “Вниз” (рис. 1). Переміщення поперечки триває доти, доки натиснута кнопка або поки поперечка не дійде до верхнього або нижнього крайнього положення. У цьому випадку електродвигун механізму переміщення поперечки буде включений одним із кінцевих вимикачів.

Після опускання поперечка автоматично піднімається на 20-30 мм, що необхідне усунення люфтів у механізмі переміщення.

При виконанні точних робіт переміщення поперечки має здійснюватися, коли верхній супорт встановлений у центрі планшайби.

1.5.3 Управління револьверною головкою

Управління револьверною головкою здійснюється від пристрою ЧПУ в автоматичному режимі управління, з пульта програмного управління (рис. 1) - в режимі ручного введення даних та з підвісного пульта управління в режимі налагодження.

Для забезпечення нормальної роботи механізму повороту револьверної головки необхідно різцетримач на її позиціях розташовувати так, щоб неврівноважений момент був не більше 150 Н*м.

Поворот револьверної головки верхнього супорта з однієї позиції на іншу відбувається за годинниковою стрілкою.

Для повороту револьверної головки в необхідну позицію або на повний оберт в режимі “Наладка” слід натиснути кнопку 13 і тримати її в натиснутому стані доти, доки револьверна головка не вийде вперед і не почне поворот. Відпустити кнопку потрібно в той момент, коли револьверна головка почне поворот на потрібну позицію.

У разі зупинки револьверної голівки у не затиснутому положенні слід повторно натиснути кнопку.

1.5.4 Управління приводами подач супорту

Управління приводами подач здійснюється від пристрою ЧПУ в автоматичному режимі управління, з пульта програмного управління в режимі ручного введення даних та з підвісного пульта управління в режимі налагодження.

Переміщення супорту в режимі "Налагодження", залежно від положення перемикача 4 (рис. 1) може бути:

- з найбільшою швидкістю настановних переміщень;
- з повільною швидкістю настановних переміщень;
- величину 0,01 мм.

Напрямок переміщення вибирається хрестовим вимикачем 12.

1.5.5 Силові режими роботи

Частота обертання планшайби залежить від маси встановлюваного виробу. При роботі на верстаті маса виробу, що встановлюється, не повинна перевищувати значень, що вибираються відповідно до графіка. Допустимі зусилля різання на супорті залежать від вильоту повзуна.

1.6 Основні технічні дані та характеристики верстата

1.6.1 Технічна характеристика та основні дані (табл. 1.4)

Таблиця 1.4 Технічні характеристики та основні дані

Найменування	**1512Ф3.471**
Клас точності верстата за ГОСТ 8-71	Н
Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм	1250
Найбільша висота оброблюваної заготовки, мм	1000
Найбільша маса виробу, що встановлюється, залежно від частоти обертання планшайби, кг	до 160 об/хв - 4000кг св. 160 до 250 об/хв - 2500кг
Діаметр планшайби, мм	1120
Найбільша відстань від основи верстата до робочої поверхні планшайби, мм	970
Діаметр центруючого отвору в планшайбі, мм	150Н7
Ширина Т-подібних пазів у планшайбі, мм	28Н13
Кількість верхніх супортів із револьверною головкою	1
Найбільша висота перерізу різця, мм	50

Продовження таблиці 1.4

Найбільше переміщення верхнього супорта, мм горизонтальне вертикальне	 775 700
Кількість керованих осей координат (кількість одночасно керованих осей координат)	2/2
Дискретність завдання переміщень по осях, мм	0,01 (0,001)
Кількість позицій револьверної головки	5
Найбільше переміщення поперечки, мм	660
Швидкість переміщення поперечки, м/хв	0,4
Кількість діапазонів частот обертання планшайби	2
Межі частоти обертання планшайби, об/хв 1 ступінь 2 ступінь	 1-62 5-250
Найбільший момент, що крутить, на планшайбі, Н*м	11000
Регулювання подач супорту	Безступінчасте
Межі горизонтальних та вертикальних подач супорту, мм/хв	1-300
Межі горизонтальних та вертикальних подач супорту, об/хв	0,01-40
Найбільша швидкість швидкого переміщення супорту по кожній осі, мм/хв	6000
Межі кроків різьблення, що нарізаються, мм	0,05-40
Найбільше можливе зусилля різання для верхнього супорта, Н	22000
Габарит верстата без пристрою ЧПУ та електрошафи, мм длина ширина висота	 4260 3610 5615

Продовження таблиці 1.4

Маса верстата не більше, кг з електрообладнанням та ЧПУ без електрообладнання та ЧПУ	 15500 14500
Діаметр отворів під інструмент у револьверній головці, мм	70Н7

1.6.2 Основні дані пристрою ЧПУ

Таблиця 1.5 Основні дані пристрою ЧПУ

Найменування	**1512Ф3.471**
Тип	Н55-2
Дискретність, мм	0,01 (0,001)
Програмоносій	8-ми доріжкова перфострічка
Число одночасно керованих координат	2
Точність інтерполяції, мм	0,01 (0,001)
Найбільший радіус інтерполяції, мм	4999,99 (499,999)
Код	Відповідно до ГОСТ 13052-74
Найбільше переміщення, яке задається в кадрі, мм	9999,99 (999,999)
Програмування подач	мм/хв мм/об

РОЗДІЛ 2 АЛГОРИТМИ РОБОТИ СУ КАРУСЕЛЬНОГО ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 1512

2.1 Коротка характеристика електроустаткування

Електроустаткування верстата складається з електродвигунів, електричних органів управління, кінцевих вимикачів для обмеження переміщень рухомих частин верстата та апаратури управління (див. додаток А).

На верстаті встановлено п'ять трифазних асинхронних електродвигунів із короткозамкненим ротором:

- Головного приводу 1М1;
- Приводу маслонасоса 1М2;
- переміщення поперечки 1М3;
- настановних переміщень вертикального супорта 2М1;
- установочних переміщень бокового супорта 4М1 та три однофазних асинхронних конденсаторних електродвигуна з короткозамкненим ротором приводу лубрикаторів системи змащування;
- Поперечки 1М4;
- вертикального супорта 2М2 та 2М3.

На верстаті прийняті наступні величини напруги:

1) змінного струму, частотою 50 Гц:
   - 380 В трифазного струму – живлення силових ланцюгів;
   - 110 В однофазного струму - живлення котушок магнітних пускачів та однофазних електродвигунів;
   - 36 В однофазного струму - живлення схеми вибору напрямків ходу крокового шукача; ламп місцевого освітлення;
2) постійного струму:

- 24 В - живлення ланцюгів управління та електромагнітних муфт;
- 90 В – живлення котушок крокового шукача.

Вся електроапаратура управління верстатом розміщена в ніші верстата та згрупована за функціональною ознакою: блок реле з апаратами ланцюгів автоматики та управління, панель управління з апаратом силових ланцюгів.

Управління верстатом здійснюється із підвісного пульта управління.

Електроустаткування верстата виконує такі функції:

1) Управління планшайбою:
   - пуск у робочому режимі;
   - пуск у поштовховому режимі;
   - реверсування;
   - ступінчаста зміна швидкості при обертовій планшайбі;
   - підтримка ступінчасто-постійної швидкості різання приобточуванні торцевих поверхонь вертикальним супортом (зміна швидкості обертання планшайби за допомогою кулачкової рейки та кінцевого вимикача);
   - Зупинка планшайби.
2) Управління супортами:
   - робочі подачі (вибір подачі та включення);
   - настановні переміщення (вибір швидкості переміщення та включення).
3) Переміщення поперечки.

2.2 Необхідність оновлення системи керування

Аналізуючи технічний опис та режими роботи карусельного верстата, дійшли висновку, що його система управління не відповідає вимогам та завданням, які були поставлені перед нею для нормального виконання процесу обробки та виготовлення деталей. З метою забезпечення продуктивності верстата та очікуваного зв'язку з ЕОМ він має на меті розробку системи управління.

Як було сказано вище, система управління у своєму складі має різні типи реле, на яких побудовано взаємодію елементів електрообладнання, наприклад, включення (вимкнення) електромагнітних муфт зчеплення електродвигунів з коробкою швидкостей, з провідними частинами обладнання (планшайба, супорт, револьверна головка тощо). д.), замикання (розмикання) контактів магнітних пускачів приводів, кінцевих вимикачів.

Реле гальмують виконання поставлених перед електрообладнанням функцій і завдань через їхнє неспрацьовування, частого виходу з ладу, підгоряння контактів.

Планшайба має 18 швидкостей обертання, які вибираються та встановлюються за допомогою повзункового перемикача 1В4, розташованого на підвісному пульті управління. Система управління забезпечує довільний вибір швидкості обертання планшайби. Відбувається послідовний набір діаграм швидкостей. Регулювання швидкості обертання планшайби на верстаті - ступінчасте, що здійснюється за допомогою коробки швидкостей, виконаної на електромагнітних муфтах, що дозволяє переходити з однієї швидкості на іншу без зупинки планшайби, але в послідовності наростання або зменшення, тобто, наприклад, при установці 11-ої швидкості обертання обертання планшайби будуть збільшуватися поступово з 1-ої по 11-у швидкість. Це призводить до певних незручностей під час роботи.

Також дана система управління морально застаріла у зв'язку із зростанням науки та техніки. СУ не дозволяє змін у своїй структурі, крім заміни вузлів, при підвищенні або зміні потреб і планів виробництва, а простий обладнання неприпустимий. Купівля нового такого ж, але покращеного заводом виробником обладнання з економічної точки зору є невигідною. Тому доцільніше і набагато дешевше провести модернізацію верстата, що є в наявності.

2.3 Шляхи вирішення проблеми

Пропонована модернізація полягає у заміні релейної СУ на систему управління з контролером, який виключає всі перераховані вище недоліки.

На контролер покладаються такі функції:

- робота з певного алгоритму;
- прийом, обробка сигналів кінцевих вимикачів та вироблення сигналу управління;
- опитування датчиків;
- забезпечення та контроль роботи блоку управління різцеутримувачем;
- забезпечення та контроль роботи блоку управління горизонтального руху супорта;
- забезпечення та контроль роботи блоку управління вертикального руху супорта;
- забезпечення та контроль роботи блоку управління поперечкою;
- забезпечення управління головним приводом;
- забезпечення та контроль роботи блоку управління планшайбою.

СУ на базі контролера дозволяє повне керування електрообладнанням верстата за жорсткою встановленою програмою, з можливістю її заміни у разі виникнення такої необхідності. Контролер підвищує швидкодію,

надійність системи загалом. Забезпечує постійне стеження станом СУ і у разі виникнення неполадок не допустить роботу обладнання. Дозволяє підключення додаткових пристроїв, забезпечує зв'язок з ЕОМ, можливість перепрограмування.

Для аналізу функцій покладених на контролер необхідно скласти їх алгоритми роботи.

2.4 Алгоритми роботи електроустаткування

2.4.1 Управління головним приводом та поперечкою

При керуванні головним приводом та поперечкою передбачається виконання наступних операцій:

- пуск та зупинка електродвигуна головного приводу та електродвигуна системи мастила;
- підйом та опускання поперечки.

Принципові електричні схеми управління головним приводом та поперечкою представлені на рисунку 3.

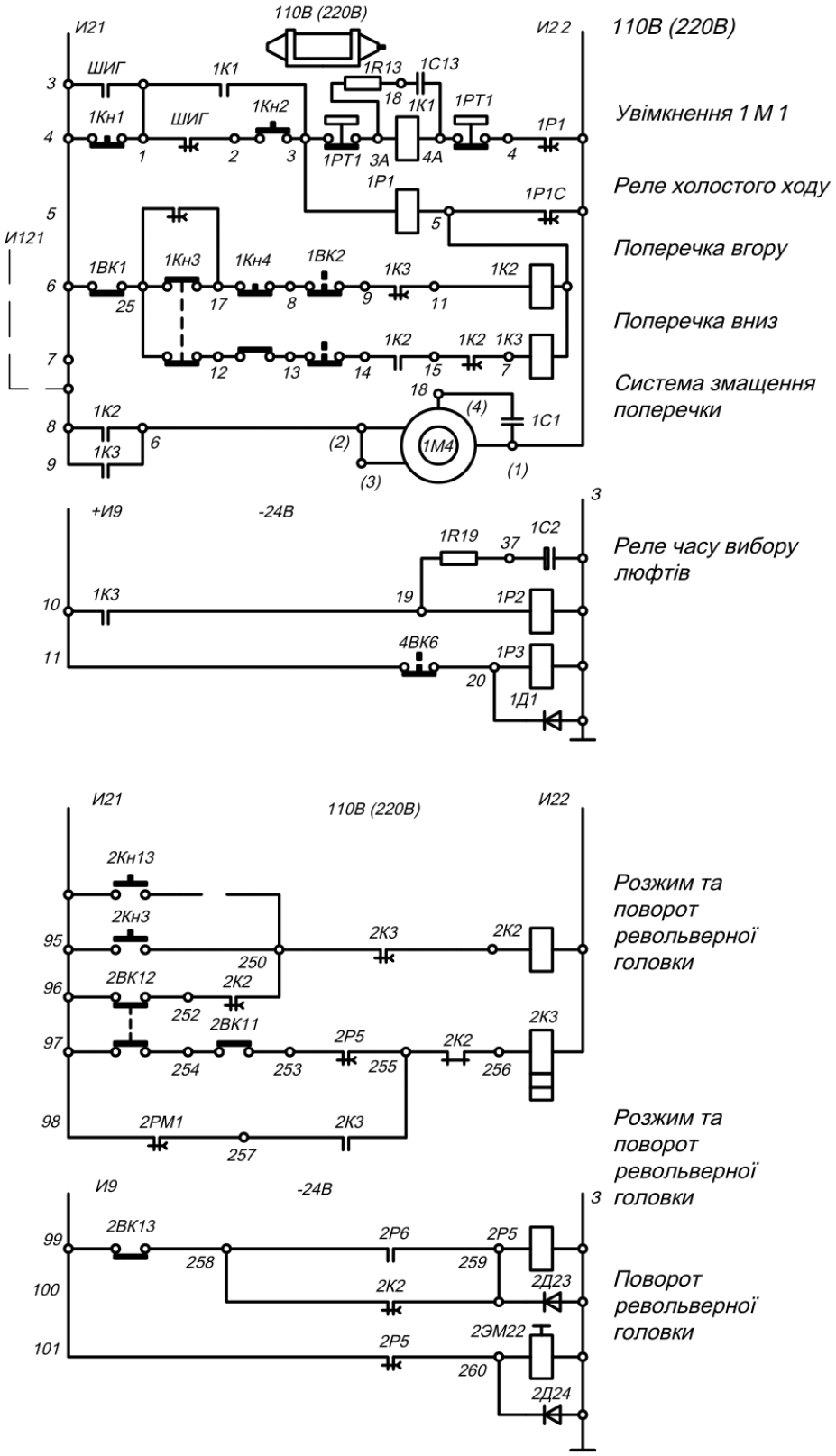


Рисунок 3 – Управління головним приводом та поперечкою

2.4.1.1 Управління електродвигуном головного приводу

Управління електродвигуном головного приводу здійснюється з підвісного пульта управління кнопками 1Кн2 - "Пуск" та 1Кн1 - "Стоп" (рис. 4).

При натисканні кнопки 1Кн2 – "Пуск" включається пускач головного приводу 1К1. Одночасно включається реле обмеження холостого ходу електродвигуна головного приводу 1Р1, яке спрацьовує з витримкою часу. Якщо протягом цього часу не буде включено планшайбу, то розмикаючий контакт цього реле (ланцюг 4) відключить пускач головного приводу (див. рис. 3).

Вимкнення електродвигуна головного приводу здійснюється натисканням кнопки 1Кн1-"Стоп". При увімкненій планшайбі кнопка 1Кн1 блокується замикаючим контактом крокового шукача. Двигун головного приводу можна вимкнути лише після відключення планшайби, коли кроковий шукач перебуває в нульовому положенні. Подаємо алгоритм блоку управління головним приводом у вигляді блок-схеми (див. рис. 4).

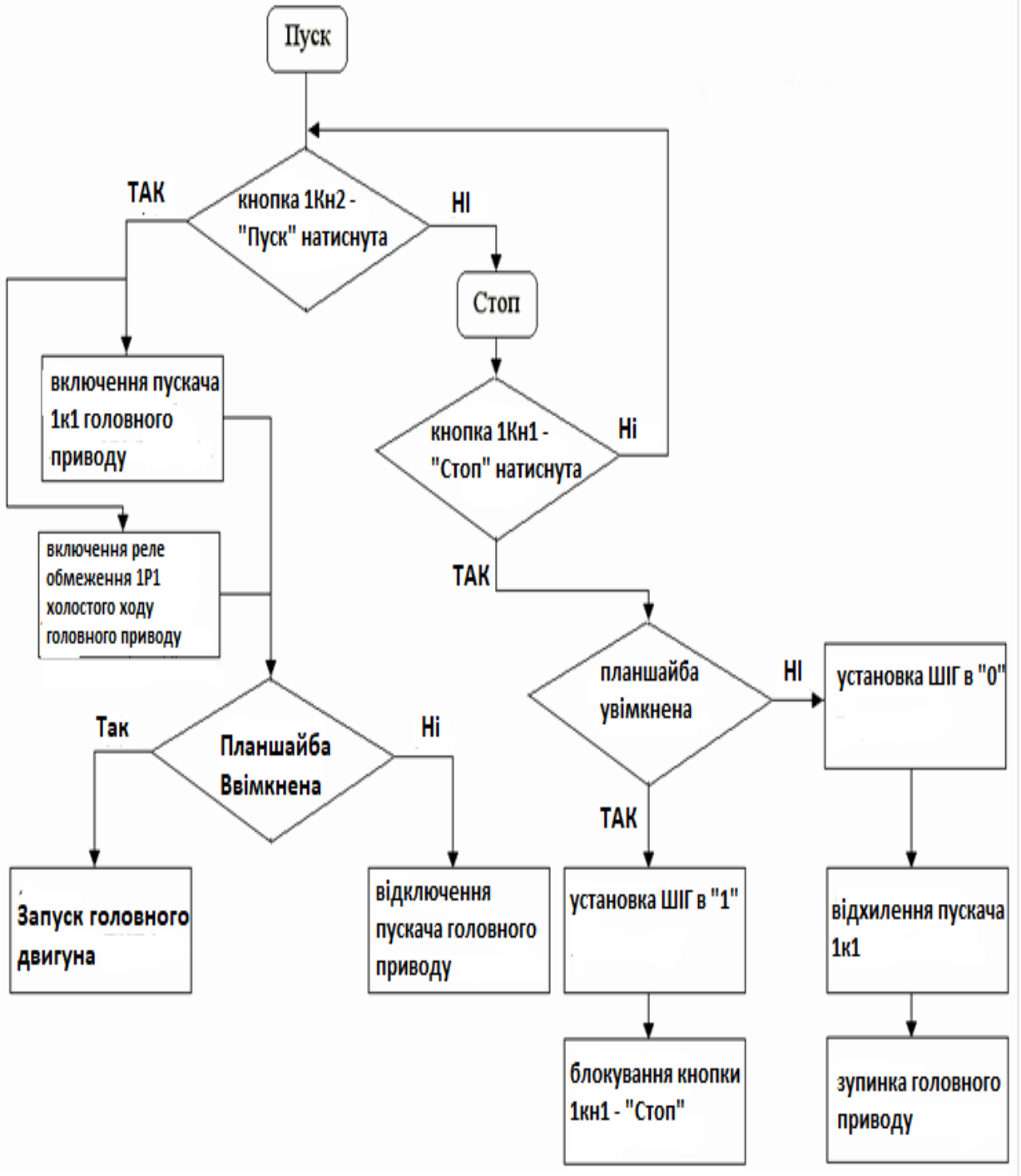


Рисунок 4 - Блок-схема керування роботою головного приводу

2.4.1.2 Управління поперечкою

Управління переміщенням поперечки проводиться натисканням на кнопку 1Кн3 – "Вгору" або 1Кн4 – "Вниз".

Попередньо рукояткою проводиться розтискання поперечки, при цьому замикається контакт кінцевого вимикача 1ВК1 (ланцюг 6).

При натисканні на кнопку 1КнЗ включається магнітний пускач 1К2 (ланцюг 6) двигуна переміщення поперечки. Поперечка буде переміщатися вгору доти, доки буде натиснута кнопка 1КнЗ, мула поки що не спрацює кінцевий вимикач 1ВК2. Переміщення поперечки вниз відрізняється від переміщення поперечки вгору лише тим, що при відпусканні кнопки 1Кн4, або спрацьовуванні кінцевого вимикача 1ВКЗ обмеження руху вниз перед затиском поперечки включиться магнітний пускач 1К2 через контакт реле часу 1Р2 вибору люфтів для вибору люфтів у механізмі переміщення поперечки (див. рис.3).

Після закінчення встановленого часу (2-3 с) реле часу 1Р2 відключить переміщення поперечки.

При включеній планшайбі включено реле 1Р10, яке своїм контактом ланцюга 5 не дає можливості включити магнітні пускачі 1К2, 1КЗ переміщення поперечки.

Під час переміщення поперечки включається електродвигун 1М4 лубрикаторного змащення напрямних поперечки.

Подаємо алгоритм блоку управління поперечкою у вигляді блок-схеми (див. рис. 5).

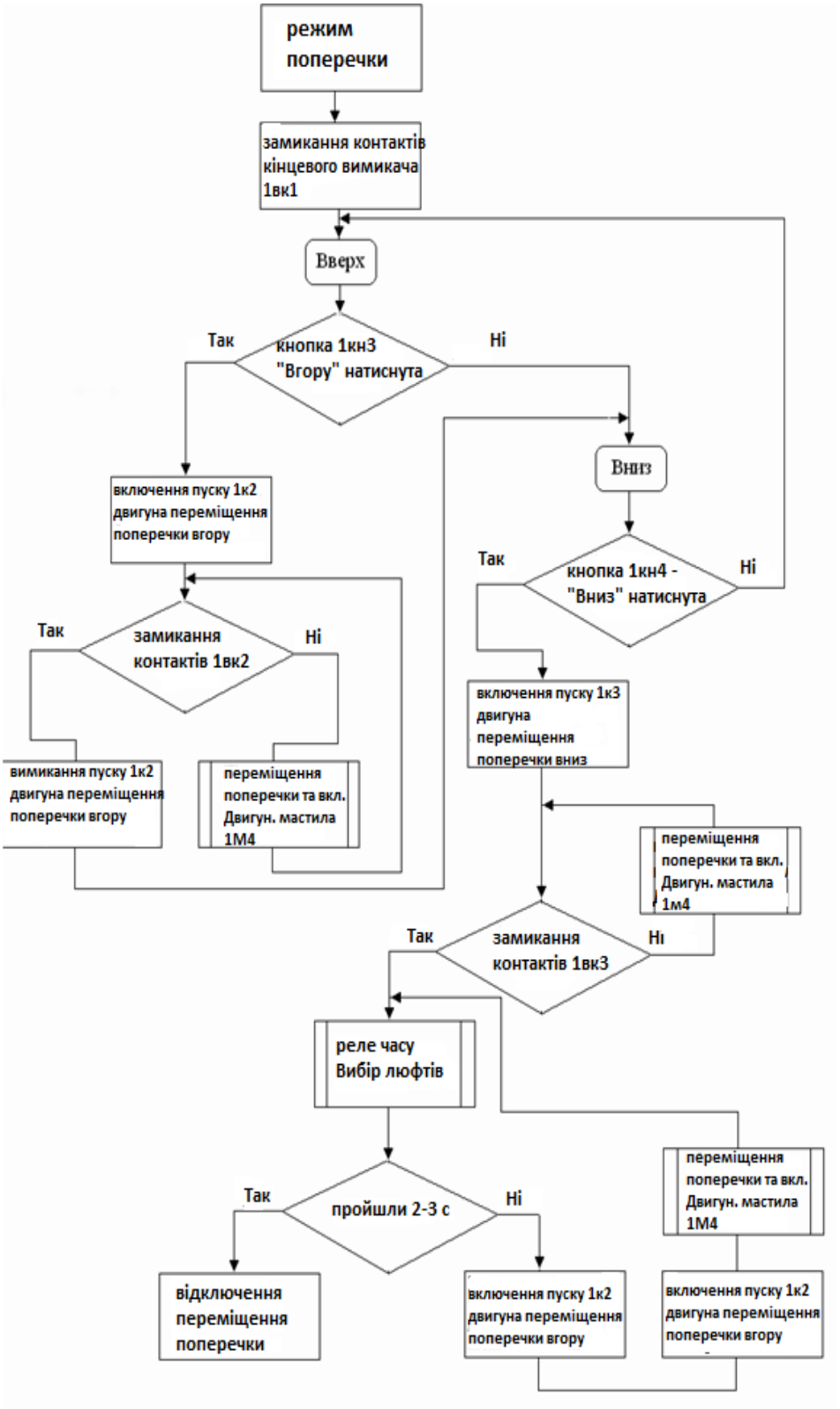


Рисунок 5 - Блок-схема алгоритму управления поперечкою

2.4.2 Управління планшайбою

2.4.2.1 Вибір швидкості обертання планшайби

Регулювання швидкості обертання планшайби на верстаті - ступінчасте, що здійснюється за допомогою коробки швидкостей, виконаної на електромагнітних муфтах, що дозволяє переходити з однієї швидкості на іншу без зупинки планшайби.

Планшайба має 18 швидкостей обертання, які вибираються та встановлюються за допомогою повзункового перемикача 1В4, розташованого на підвісному пульті управління. Виконавчим органом, що безпосередньо включає і перемикає реле набору діаграми швидкостей обертання планшайби (1Р5-1Р10), є реверсивний кроковий шукач ШІ, який має котушки ШІ-М (зменшення чисел оборотів планшайби) та ШІ-Б (збільшення чисел оборотів планшайби). Кроковий шукач при вимкненій планшайбі завжди стоїть у вихідному "нульовому" положенні, що відповідає включеним реле збільшення (1Р11) та зменшення (1Р12) швидкості обертання планшайби. При цьому все реле набору діаграми швидкостей відключені, а через комбінації їх контактів, що розмикають, набрана і включена діаграма гальма планшайби (1Ем8, 1Ем7, 1Ем9, 1Ем10).

Включенням головного приводу, через контакт його пускача 1К1 в ланцюзі 45, подається оперативна напруга 24 постійного струму в ланцюг управління реле пуску планшайби 1Р13. Попередньо по ланцюгу І8-136-137-135-134-з через розмикаючі контакти 1Р16 і 1Р20 включиться реле 1Р18 і своїм розмикаючим контактом в ланцюзі 41 розірве ланцюг додаткового живлення реле 1Р11 і 1Р12.

Однак, обидва реле залишаються включеними по ланцюгу І14-85-86-107-з, перше рахунок робочого напівперіоду напруги від "з" до І14, друге, навпаки, від І14 до "з". Неробочі напівперіоди напруги для даних реле

звільняються шунтуючими діодами 1Д11 та 1Д12. Кроковий шукач залишається у вихідному положенні.

Припустимо, що нами обрано швидкість обертання планшайби, що відповідає 11-му положенню перемикача 1В4. Тоді при натисканні на кнопку 1Кн5 (пуск планшайби) відключиться реле 1Р14 та увімкнеться реле 1Р13.

Останнє своїми контактами в ланцюгах 40 і 44 розірве ланцюг живлення поля ШІ-8 від джерела живлення 36 (І14), і підключить до нього повзунок перемикача 1В4. За рахунок діодного ланцюга (1Д23-1Д33), послідовно включеної в ланцюг реле1Р11 і 1Р12, відключиться 1Р12, так як робоча напруга для його котушки буде замкнено діодним ланцюгом. При відключенні реле 1Р12 своїми розмикаючими контактами в ланцюгах 37 і 57 підготує ланцюг вмикання 1Р20 31, 33 розірве ланцюги живлення реле набору діаграми швидкостей. При включенні реле 1Р20 своїм замикаючим контактом в ланцюзі 38 включить котушку ШІ-Б, яка притягне якір електромагніту і одночасно своїм розмикаючим контактом в ланцюзі 53 відключить реле 1Р18, яке в свою чергу своїм контактом в ланцюзі 40 знову включить реле 1Р11 включеним). Реле 1Р12 у ланцюзі 37 знову відключить котушку ШІ-Б. При відпаданні якоря електромагніта кроковий шукач зробить один крок і перемістить щітки у положення "1". При цьому замкнеться контакт головної групи ШІГ в ланцюзі 35 і увімкне реле 1Р10. Реле 1Р10, своєю чергою, своїми контактами в ланцюгах 23 і 33 включить муфти 1Ем2, 1Ем4 і відключить муфту 1Ем6. (Муфти 1Ем7, 1Ем9 та 1Ем10 залишаються включеними).

Таким чином, при переході щіток ШІ в положення "1" виявляються включеними муфти 1-ой швидкості (1Эм2, 1Эм4, 1Эм7, 1Эм9, 1Эм10), і планшайба почне розганятися цьому рівні. При включенні реле 1Р12 втрачає живлення реле 1Р19, яке з невеликою витримкою часу (0,2-0,3 с) відключить реле 1Р20. Реле 1Р20, своєю чергою, з витримкою часу (0,5-0,6

сек) знову включить реле 1Р18 (ланцюг 53). Протягом цього часу відбувається розгін планшайби на першій швидкості. В подальшому, при включенні реле 1Р18 через ШІ-7 (ланцюг 52), як і раніше включиться реле 1Р19, 1Р20; ШІ-Б. Таким чином, виникне пульс-пара ШІ-Б - 1Р12 з проміжною ланкою 1Р18. При кожному відпаданні якоря кроковий шукач переміщатиме щітки на один крок у бік збільшення чисел оборотів планшайби. Однак слід зауважити, що рух крокового шукача відбувається при включених муфтах 1-ої швидкості, так як ця діаграма буде заблокована замикаючими контактами реле 1Р19 ланцюгах 26, 28, 30, 32, 34.

При досягненні крокового шукача 10-го положення реле 1Р18 вимкнеться. Увімкнеться реле 1Р12 і відключаться реле 1Р19, 1Р20. Відбудеться набір діаграми 10-ї швидкості через розмикаючі контакти реле 1Р19 в ланцюгах 24, 27, 29, 31, 33, оскільки кроковий шукач на час витримки реле 1Р20 (1,5сек) не переміщається, то відбувається розгін планшайби на 10-й Швидкість.

Витримки часу реле 1Р20 на щаблях розгону 10, 14, 17 обрані з урахуванням оптимального розгону планшайби та здійснюються за допомогою конденсаторів 1С8 та 1С9. Після закінчення часу витримки реле 1Р20 на 10-му ступені знову увімкнеться реле 1Р18, відключиться реле 1Р12, і включаються 1Р19, 1Р20 ШІ-Б, відбудеться блокування набраної діаграми 10-ої швидкості планшайби і кроковий шукач переміститься в положення 11. При цьому відбудеться збіг положень щіток ШІ з положенням повзунка перемикача 1В4, включиться реле 1Р12, вимикаються реле 1Р19, 1Р20, набереться діаграма реле 11-ої швидкості і включаться муфти коробки швидкостей відповідно до 11-ої швидкості обертання.

Планшайба розганятиметься і працюватиме на 11-ій швидкості.

При перемиканні повзункового перемикача 1В4 з 11-го до 18-го положення кроковий шукач переміщається до моменту збігу його щіток з положенням повзунка 1В4. У положеннях 14 і 17 він зупиниться на час

витримки реле 1Р20 і відбуватиметься набір діаграми відповідно 14 або 17-ої швидкості і розгін планшайби на цих швидкостях. Після досягнення кроковим шукачем положення 18 відбудеться збіг його щіток з положенням повзунка 1В4 і набір діаграми 18-ої швидкості. Слід зазначити, що діаграма роботи муфт при перемиканні з попередньої діаграми на нову в момент перемикання залишається включеною, що досягається шляхом блокування включених реле 1Р5-1Р9 через замикаючі контакти реле 1Р5-1Р9, 1Р19.

Якщо перемикачем 1В4 встановити меншу швидкість (наприклад 4-у), то вимкнеться реле 1Р11 і в пульс-парі з ним працюватиме котушка ШІ-М, переміщуючи щітки ШІ у бік збігу їх з положенням повзунка 1В4. На щаблях 17, 14, 10 відбудеться гальмування планшайби на час витримки реле 1Р20.

При досягненні кроковим шукачем положення "4", він зупиниться, набереться діаграма швидкості, що відповідає 4-му положенню і планшайба почне обертатися із заданою швидкістю. Під час руху крокового шукача, коли одне з реле 1Р11 або 1Р12 працює в пульс-парі з котушками ШІ-М або ШІ-Б, ланцюг котушки реле 1Р19 при кожному кроці ШІ розривається, проте реле залишається включеним за рахунок конденсатора 1С7. Вимкнення 1Р19 відбувається лише після узгодження положення ШІ з положенням повзунка перемикача 1В4. Таким чином, при будь-якому перемиканні швидкості кроковий шукач переміщається у бік збігу його щіток з положенням повзунка перемикача 1В4. Щаблі розгону (гальмування) на них обрані з таким розрахунком, щоб отримати оптимальний режим роботи коробки швидкостей при перемиканнях, з однієї швидкості на іншу.

Для запобігання ударам в коробці швидкостей при переході з 3-го ступеня на 4-му, з 6-го на 7-му, з 9-го на 10-у, з 12-го на 13-му, з 15-го на 16-й ступінь і навпаки у схемі передбачено включення муфт 1Эм1-1Эм10 на частину потоку протягом витримки часу реле 1Р21 рівної 1,5-2сек, яке своїм

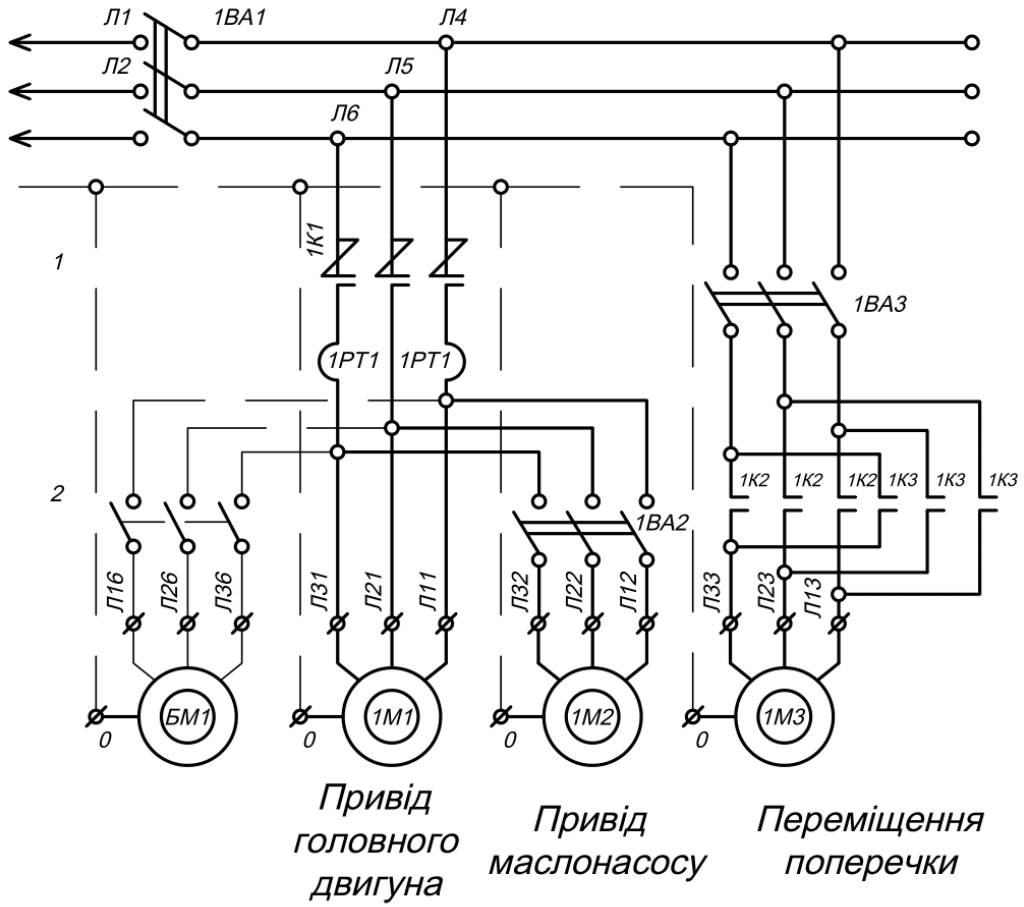
контактом в ланцюзі 47 після включення на одну з вищевказаних щаблів включає реле 1Р14, в результаті чого дані муфти на цей час виявляються включеними через резистори 1R5 – 1R7, 1R21.

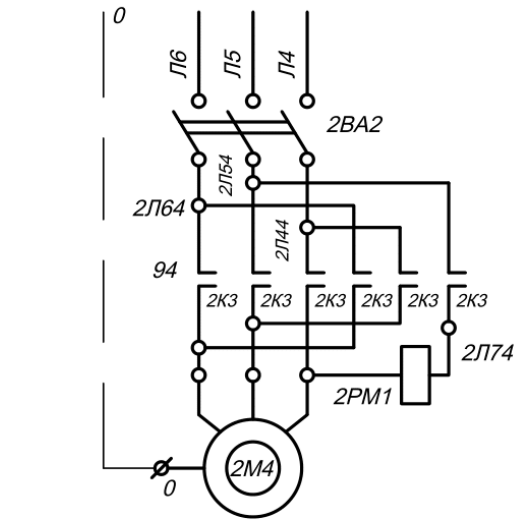
Вимкнення планшайби здійснюється натисканням кнопки 1Кн6. При цьому живлення знімається зі щітки 1В4 і контакт 1Р13, що розмикає, в ланцюгу 39 подається на "Про" поля ШІ-8. При цьому ШІ повернеться у вихідне нульове положення, відбудеться набір діаграми гальма планшайби, і вона зупиниться.

2.4.2.2 Поштовховий запуск планшайби

Для запровадження поштовхового режиму перемикач 1В2 встановлюється в положення 2 - "Поштовх" і натисканням кнопки 1Кн5 - "Пуск" живлення +24 подається безпосередньо на реле 1Р10 (ланцюг 35). Реле 1Р10 своїми контактами в ланцюгах 23 і 33 відповідно включає муфти 1Эм3, 1Эм4 і відключає муфту 1Эм6, цим набирається діаграма 3-го ступеня швидкості планшайби, де здійснюється поштовховий режим роботи. При відпусканні кнопки 1Кн5 реле 1Р10 вимикається. Знову набирається діаграма гальма і планшайба зупиняється (див. рис. 3 та рис. 4).

Проаналізувавши цей алгоритм роботи управління планшайбою в поштовховому режимі складемо блок-схему, що представляє алгоритм роботи планшайби в даному режимі (див. рис. 5).





Привід револьверної головки

Рисунок 6 - Електрична принципова схема приводів верстата

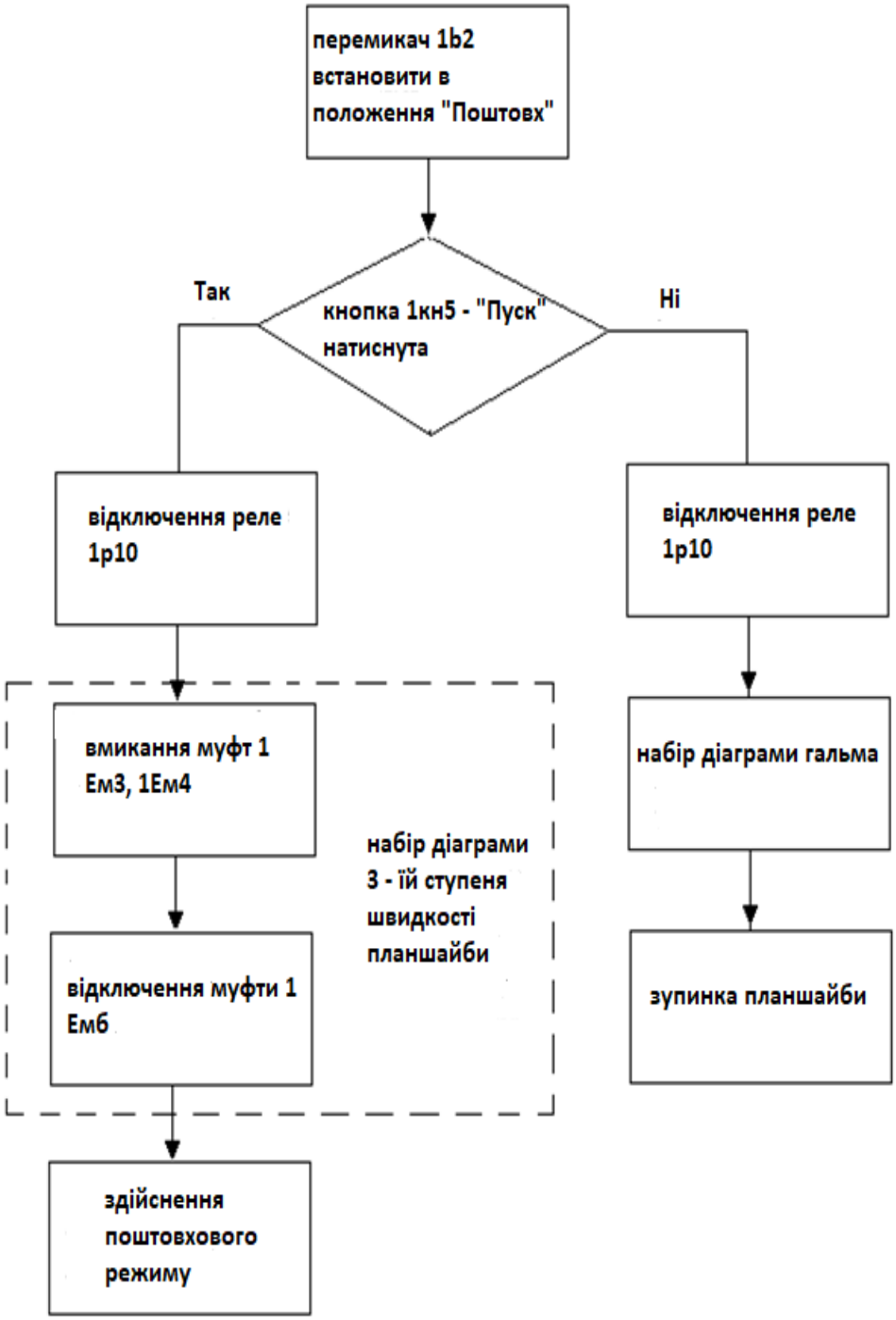


Рисунок 7 - Блок-схема здійснення поштовхового режиму планшайби

2.4.2.3 Робота планшайби за постійної швидкості різання

Підтримка постійної швидкості різання (Vрез = const) виконано для вертикального супорта і може застосовуватися при обробці торцевих поверхонь з рухом супорта до центру або від центру. Для роботи планшайби в цьому режимі необхідно перемикач 1В3 встановити положення V = const. (Перемикач 2В4 повинен стояти у положенні "Робоча подача"). Створюється ланцюг для увімкнення реле 1Р16 (ланцюг 50). Вибравши вихідну швидкість планшайби перемикачем 1В4, необхідно натисканням кнопки 1Кн5 - "Пуск" здійснити запуск планшайби. Схема працюватиме також, як було описано вище. Вибравши перемикачем 2В2 напрямок робочої подачі, включити її натисканням кнопки 2Кн2. Якщо подача вибрана "від центру", увімкнеться реле 1Р20 (якщо "до центру", реле 1Р20 не включиться). Реле 1Р16 включиться незалежно від напрямку руху супорта через контакт 1Р21 (ланцюг 50), що замикається після розгону планшайби до вихідних оборотів.

Реле 1Р20 своїми контактами в ланцюзі 41 готує ланцюги штучного неузгодженості при русі супорта до центру (розмикає контакт) або від центру (замикає контакт). Реле 1Р16 своїми контактами в ланцюзі 43 відключає ланцюг живлення від повзунка перемикача 1В4, а контактом у тому ж ланцюзі створює ланцюг штучного неузгодженості зі щіткою ШИ-8. Таким чином, якщо подача йде до центру, то живлення подається на клему 104, а якщо від центру, то на клему 87 повзункового перемикача 1В4. У першому випадку підтримання постійної швидкості різання здійснюється зі збільшенням оборотів планшайби, у другому - при зменшенні їх. Для того, щоб кроковий шукач зробив один крок, необхідно натиснути на кінцевий вимикач 1ВК6 підтримки постійної швидкості різання. Цю функцію виконує під час руху супорта рейка з упорами, закріплена на санках вертикального супорта. При кожному спрацьовуванні кінцевого вимикача

1ВК6 включається котушка ШІ-Б або ШІ-М, залежно від напрямку подачі супорта.

Якщо подача здійснюється до центру, вимкнено реле 1Р12 і включається реле ШІ-Б, якщо ж подача йде від центру, то вимкнено реле 1Р11 і включається ШІ-М. В обох випадках розривається ланцюг живлення реле 1Р18, яке своїм розмикаючим контактом в ланцюзі 40 включає одночасно обидва реле 1Р11 та 1Р12. Котушка ШІ-Б (або ШІ-М) втрачає живлення. Кроковий шукач робить лише один крок у бік збільшення (або зменшення) оборотів планшайби. Так як включені обидва реле 1Р11 і 1Р12, то реле 1Р10 втрачає живлення і своїми розмикаючими контактами в ланцюгах 24, 27, 29, 31, 33 включає нову діаграму реле, які в свою чергу включають відповідні муфти нової швидкості або меншу) попередньої. Реле 1Р18 більше не може включитися, так як 1ВК6 натиснутий. Тому реле 1Р11 та 1Р12 залишаються включеними та котушки ШІ-Б (або ШІ-М) відключені. Реле 1Р19 також вимкнено. При подальшому русі супорта до центру (або від центру) виступ рейки з'їжджає з кінцевого вимикача 1ВК6, і включається реле 1Р18, яке своїм розмикаючим контактом в ланцюзі 40 відключає одне з реле 1Р12 (або 1Р11) в залежності від напрямку подачі, проте котушка ШІ-Б (або ШІ-М) може увімкнутися тільки при черговому натисканні на кінцевий вимикач 1ВК6. Таким чином, при кожному натисканні на вимикач 1ВК6 відбувається переміщення крокового шукача на один крок у бік збільшення (або зменшення) швидкості обертання планшайби. При досягненні кроковим шукачем положення штучного узгодження (клеми 87 або 104) кроковий шукач зупиниться і подальше різання здійснюватиметься на зафіксованих оборотах. При відключенні супорта швидкість обертання планшайби зберігається, оскільки реле 1Р16 залишається увімкненим. Тільки після установки перемикача 1В3 у положення V≠const планшайба набирає вихідні оберти.

2.4.3 Управління супортом

2.4.3.1 Управління супортом

Управління супортом передбачає виконання таких видів робіт:

- вибір напрямку руху (до центру, від центру, вгору, вниз);
- увімкнення та відключення гальма;
- вибір величини подачі;
- включення робочих подач;
- увімкнення настановних переміщень.

Вибір напрямку руху супорта здійснюється хрестовим перемикачем В2. Якщо нами вибрано переміщення супорта в горизонтальному напрямку, незалежно від положення тумблера В3 (включення гальма) при включеному супорті, гальмівні муфти горизонтальних переміщень відключені, а гальмівні муфти вертикальних переміщень можуть бути включені або відключені тумблером В3.

Навпаки, якщо вибрані вертикальні переміщення супорта, то гальмівні муфти вертикальних переміщень виявляються відключеними незалежно від положення тумблера В3, а гальмівні муфти горизонтальних подач можуть включатися і відключатися тумблером В3.

При вимкненому супорті гальмівні муфти горизонтальних та вертикальних переміщень можуть вмикатися або вимикатися тумблером В3.

Вибір величини подачі здійснюється за допомогою повзункового перемикача В1, який має 18 положень, залежно від величини подачі. Увімкнення робочих подач здійснюється шляхом натискання центральної кнопки Кн2 хрестового перемикача В2. Попередньо необхідно включити планшайбу, встановити перемикач виду подач В4 в положення 2 - "Робоча подача", вибрати величину та напрямок подачі. При натисканні на кнопку Кн2 увімкнеться реле Р2 та муфта обраного напрямку подачі. Реле Р2 своїми

контактами в ланцюгах 79, 81, 83, 87 відповідно поставить себе та включену муфту на блокування, включить робочу муфту Ем7 і одночасно реле гальмування РЗ, розірве ланцюги гальмівних муфт. Реле РЗ своїми контактами в ланцюгах 81 та 83 підготує ланцюги гальмівних муфт при вимиканні супорта. Зупинка супорту здійснюється переведенням рукоятки хрестового перемикача в нейтральне положення. Тоді відключаються реле Р2 та муфта напрямку. Реле Р2 своїм контактом в ланцюзі 87 відключає робочу муфту Ем7 та реле гальмування РЗ, а в ланцюгах 81 і 83 включає гальмівні муфти супорта ЕмЗ, Ем4. Після закінчення часу гальмування (витримка реле РЗ = 1,5-2 с), гальмівні муфти відключаються замикаючими контактами реле РЗ.

2.4.3.2 Увімкнення настановних переміщень

Настановні переміщення супорта здійснюються за допомогою електродвигуна М1. Для цього перемикач В4, розташований на пульті управління, необхідно встановити в положення 1. У цьому положенні розривається ланцюг 87 муфти робочої Ем7 і підготовляється ланцюг 70 включення пускача електродвигуна К1. Хрестовим перемикачем В2 вибирається необхідний напрямок руху супорта, центральною кнопкою Кн2 включаються реле Р2 і муфта обраного напрямку переміщення. Реле Р2 ланцюга 70 включає пускач К1, який стає на блокування ланцюга 71, а контактами в ланцюгах 81, 83 і 87 розриває ланцюга гальмівних муфт і включає реле гальмування РЗ. Пускач К1 своїми силовими контактами в ланцюзі 73 включає електродвигун М1, а блокконтактами в ланцюзі 79 розриває блок блокування включеної включеної подачі. Реле РЗ своїми контактами в ланцюзі 70 розриває ланцюг включення пускача К1, а ланцюга 71 шунтує замикаючий контакт реле включення супорта Р2.

При відпусканні кнопки Кн2 реле Р2 та муфта обраного напрямку відключаються. За рахунок витримки часу реле РЗ по ланцюгах 81 та 83 включаються гальмівні муфти ЕмЗ та Ем4. На час гальмування пускач К1 заблокується ланцюгом 71, і двигун залишається включеним. Це зроблено для обмеження частоти пуску електродвигуна М1.

2.4.3.3 Змащення супорта

Для мастила супорта встановлені лубрикатори з електромеханічним приводом. Включення лубрикаторного мастила проводиться при настановних переміщеннях супорта через замикаючий контакт пускачем К1 ланцюга 74.

2.4.4 Управління поворотом та затиском револьверної головки

Принципова електрична схема управління поворотом та затиском револьверної головки представлена на рисунку 3.

Револьверна головка має 6 фіксованих положень. Поворот з однієї позиції в іншу здійснюється натисканням кнопки 2КнЗ, яка включає магнітний пускач 2К2 - розтискання та повороту головки. Останній своїми замикаючими контактами ланцюга 94 включає електродвигун приводу головки - 2М4, а ланцюга 96 стає на блокування через розмикаючий контакт мікроперемикача фіксації револьверної головки 2ВК12. Відбувається розтискання револьверної головки. В кінці розтиску (перед початком повороту) звільняється кінцевий вимикач 2ВК13, який ланцюга 99 через контакт 2К2 включає реле 2Р5. Останнє своїм розмикаючим контактом ланцюга 101 відключає електромагнітну муфту 2Эм22.

Слід поворот револьверної головки до необхідної позиції (при утриманні кнопки в натиснутому положенні). Після повороту відбувається

спрацьовування мікроперемикача 2ВК12, який відключає пускач 2К2 (кнопка 2Кн3 має бути відпущена). Оскільки мікроперемикач контролю затиску 2ВК11 ще не натиснутий, то знову включиться електродвигун 2М4, але вже у зворотному напрямку - на затискач револьверної головки. На початку затиску спрацьовує кінцевий вимикач 2ВК13, який у ланцюзі 99 відключає реле 2Р5, а останнє ланцюга 101 включає електромагнітну муфту 2Ем22. У процесі затиску звільняється кінцевий вимикач 2ВК12, однак, ланцюг пускача 2КЗ попередньо блокується реле 2РМ1 (ланцюг 98). Перед кінцем затиску спрацьовує кінцевий вимикач контролю затиску 2ВК11, який своїм замикаючим контактом ланцюга 77 дозволяє включення супорта. При досягненні необхідного зусилля затиску головки відбувається спрацьовування реле 2РМ1 і відключаються пускач 2КЗ і електродвигун 2М4.

Аналізуючи алгоритм роботи блоку управління поворотом та затискачем револьверної головки складемо блок-схему даного алгоритму. На рис. 8 представлено початок блок-схеми, але в рис. 9 продовження.

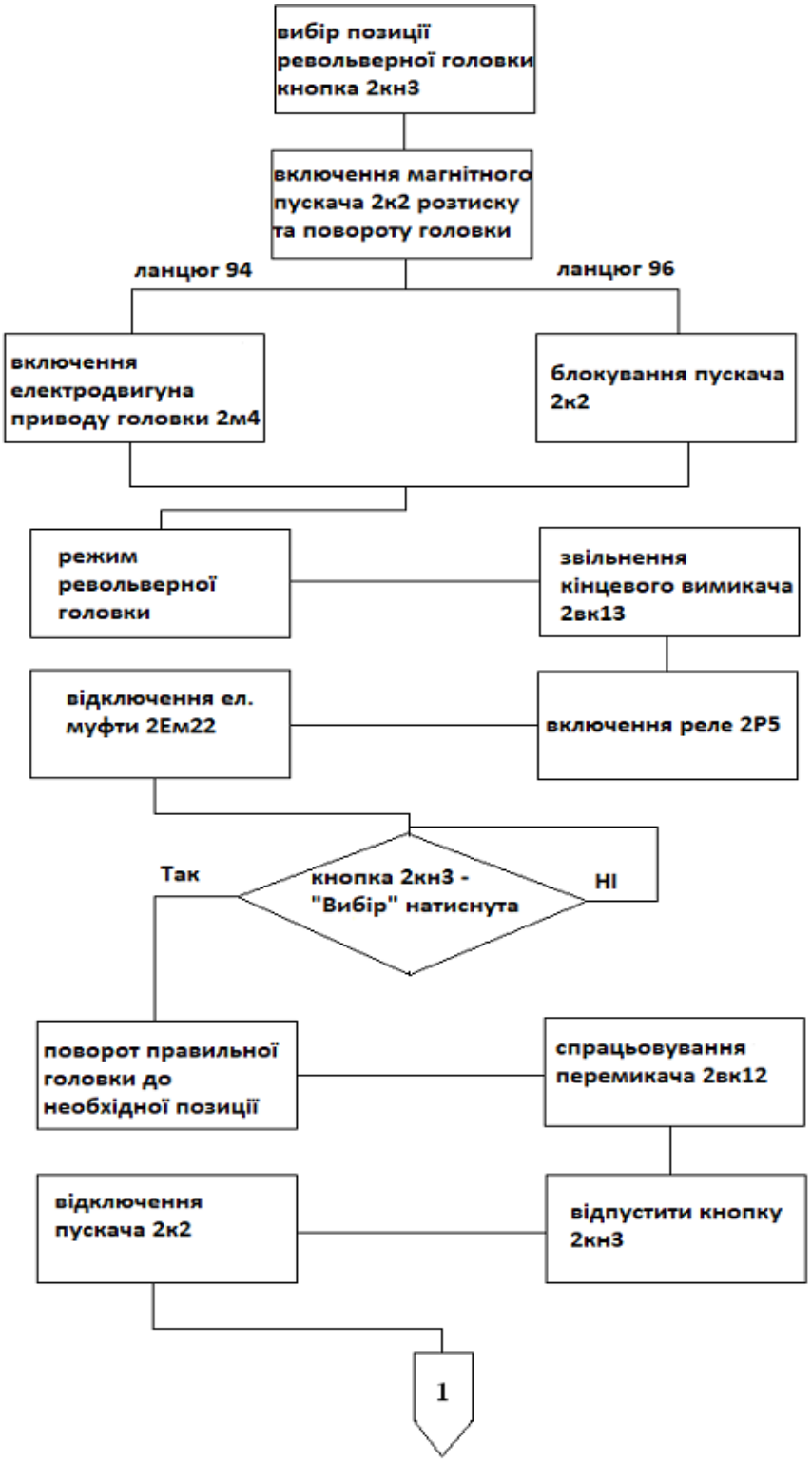


Рисунок 8 - Блок-схема блоку управління поворотом та затиском револьверної головки

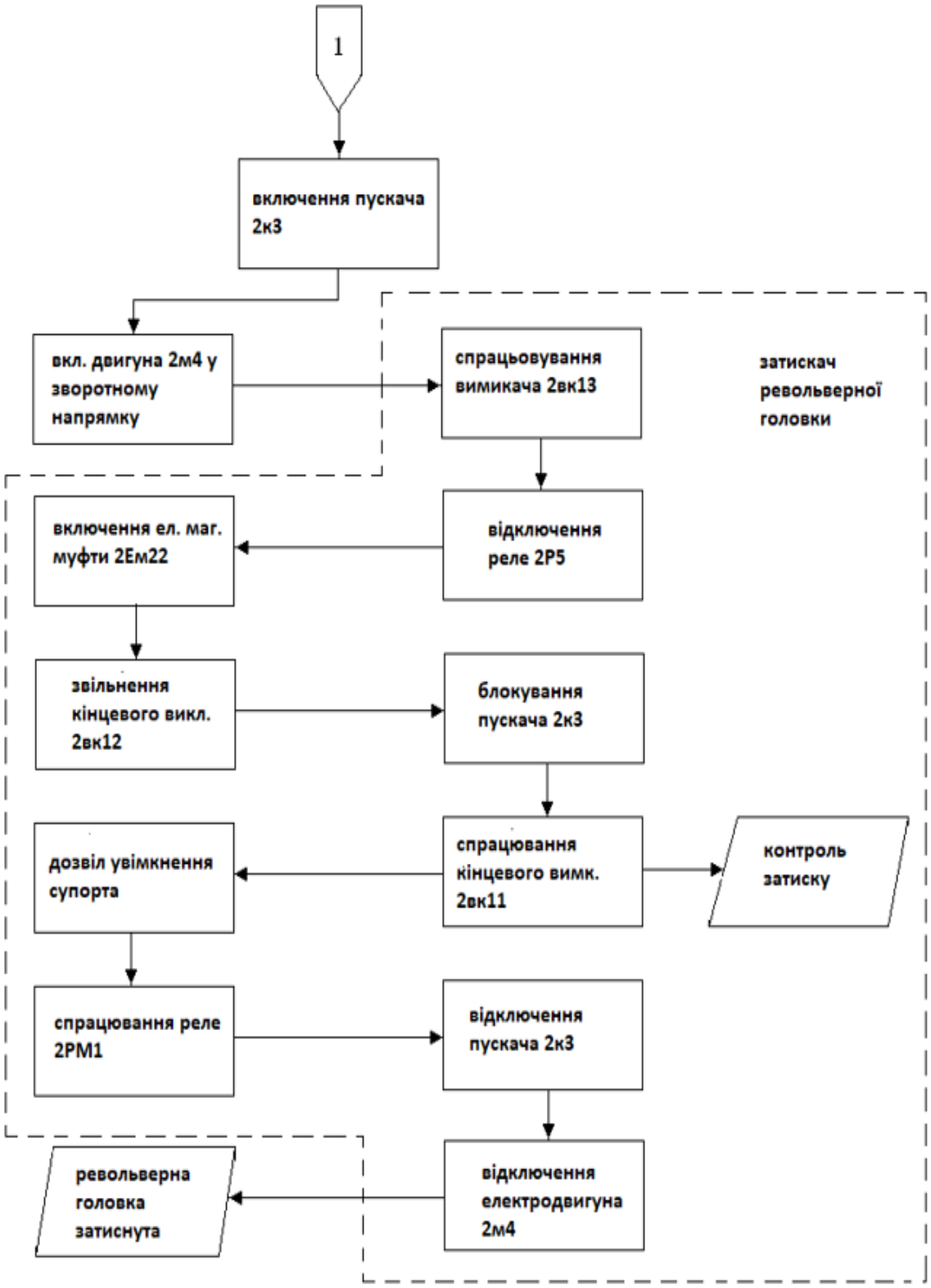


Рисунок 9 - Блок-схема блоку управління поворотом та затиском револьверної головки (продовження)

РОЗДІЛ 3 СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ КАРУСЕЛЬНОГО ВЕРСТАТА НА БАЗІ КОНТРОЛЛЕРА

Siemens в даний час є одним зі світових лідерів у галузі засобів автоматизації у всіх галузях промисловості. Технологічне обладнання з електрообладнанням та автоматикою Siemens широко застосовується на провідних підприємствах України, Росії та країн СНД.

3.1 Вибір апаратної бази системи управління на основі технічних та економічних характеристик

Контролер SIMATIC S5-115U фірми Siemens був випущений у 1987. Порівняно із сучасними контролерами він вважається морально застарілим, але цей факт жодним чином не може вплинути на його подальше використання, якщо його параметри, можливості повністю задовольняють вимоги обладнання, на яке він встановлюється.

Перевага при виборі була віддана саме контролеру SIMATIC S5-115U, тому що він присутній на складі підприємства. З економічної точки зору це найбільш вигідний варіант, тому що не потрібно залучення додаткових коштів.

Контролер SIMATIC S5-115U фірми Siemens нічим не поступається його аналогам інших фірм виробників (Schneider Electric, Mitsubisi та ін.).

Вибір контролера SIMATIC S5-115U фірми Siemens обумовлюється також його технічними характеристиками:

- модульність;
- компактність;
- висока швидкодія;
- простота використання. Будучи простою та вигідною за вартістю альтернативою до релейного та контакторного управління, цей прилад

полегшує перехід до техніки управління з програмованими пам'ятями. Спеціальні знання з електроніки не потрібні.

- можливість адаптації до вимог замовника. Дозволяє здійснення комплексних проектів технологічного управління, причому пристрій можливо поступово розширювати і пристосовувати до умов роботи, що змінюються.

Програмовані логічні контролери SIMATIC розроблені з урахуванням вимог виробників комплексного обладнання, верстатів та агрегатів. Вони дозволяють вирішувати найрізноманітніші завдання, що виникають у цій галузі – введення, обробку та формування дискретних та аналогових сигналів, PID-регулювання, позиціонування, швидкий рахунок, організацію діалогу з людиною-оператором, скорочення часу реакції пристрою управління на зовнішні дії тощо.

Модулі захищаються щільними безпечними кожухами з пластмаси і можуть працювати поблизу сильноточних пристроїв.

Застосований простий монтаж модуля: навісити – притиснути – закрутити.

Практична і швидка техніка приєднання із застосуванням шарнірного штекера з міцними гвинтовими затискачами або з'єднанням накрутки-защіпкою типу «кримп-снап».

Встановлення модуля у неправильне місце виключено механічним кодуванням модулів.

Хороша доступна для огляду завдяки великим зонам маркування на передніх панелях. Кожне введення/виведення має світлодіод для вказівки стану.

Програмне забезпечення орієнтоване на особисті потреби користувача.

Програми управління можна розробляти, завантажувати у пристрій автоматизації, випробовувати та документувати трьома різними

програматорами: портативними PG605 (кишеньковий) та PG615 (портфельний, випускається з 1985 року) та високопродуктивним PG675. Мовою програмування служить випробуваний STEP 5 альтернативно з поданням у вигляді електричних або функціональних схем або переліком команд. На підтримку користувача призначено допоміжні функції програматорів.

Крім того, контролер SIMATIC S5-115U має низку наступних переваг:

1) Механічна нечутливість: несприйнятливість до ударів та вібрацій.

2) Нечутливість до електростатичного розряду.

3) Протистояння перешкод:

- несприйнятливість до електромагнітних випромінювань;
- несприйнятливість до ударних хвиль;
- несприйнятливість до раптових швидких перехідних процесів;
- несприйнятливість до заглушених коливальних хвиль.

4) Робота без вентиляторів за всіх нормальних завдань управління.

Наведені вище дані підтверджують правильність вибору контролера фірми Siemens для системи управління карусельного одностоєчного верстата моделі 1512. Досвід впровадження різних контролерів у системах управління свідчить про те, що контролер фірми Siemens ні в чому не поступається, а навіть має значну перевагу перед контролерами інших фірм. Причому ця перевага підтверджується як технічними, і економічними показниками.

3.2 Програмований логічний контролер SIMATIC S5-115U фірми Siemens

3.2.1 Склад пристрою SIMATIC S5-115U

У найпростішому вигляді SIMATIC S5-115U складається з блоку електроживлення (PS), центрального модуля (CPU) та цифрових модулів вводу/виводу (DE/DA), які представлені у вигляді блоків на носії модулів. Вже цим основним набором можна продати дуже сильні функції управління. Крім функцій для обробки вводів і висновків центральний модуль має в своєму розпорядженні також численні маркери, таймери і лічильники. Крім цього, SIMATIC S5 - 115U може зчитувати та обробляти дані та програми.

У разі використання аналогових модулів введення/виводу S5-115U може обробляти також аналогові значення напруги, струму та опору.

У разі нестачі штепсельних роз'ємів на носії модулів центрального пристрою, тобто, якщо потрібна більша кількість вводів/виводів, існує можливість розширення центрального пристрою.

Для SIMATIC S5-115U можливі два види конструкції: центральна та децентральна. Центральна конструкція передбачає розташування додаткових пристроїв у прямому сусідстві з центральним пристроєм, здебільшого в тій самій шафі.

При децентральній конструкції додаткові пристрої встановлені на відстані щонайбільше одного кілометра від центрального пристрою. Таким чином, вдається суттєво скоротити витрати на кабельне з'єднання датчиків та комутаційних елементів у великих машинах чи установках.

Для використання, яке висуває спеціальні вимоги щодо технології, є цілий ряд потужних модулів. Ці технологічні модулі оптимізовані для особливих завдань, як, наприклад, числення швидких серій імпульсів, реєстрації та обробки шляхових прирощень, вимірювань швидкості та часу,

регулювання температури і т.д. Завдяки цим технологічним модулям можна пристосувати пристрій автоматизації S5-115U для постановок завдань, які можуть бути вирішені за допомогою стандартного центрального модуля, але вони не оптимально вирішуються, що стосується часу.

Модулі, які, як правило, є плоскими у двоєвропейському форматі, вбудовані в блок адаптації та навішені як інші блоки на носій модулів.

Для спостереження та обслуговування функцій устаткування чи різних процесів, як сигналізації, так протоколювання станів машин чи установок, тобто. для зв'язку "машина - людина" можна встановити різні модулі пристрою AG S5-115U. За допомогою процесорів зв'язку можна підключити, наприклад, принтери, тастатури, пристрої відображення даних, монітори та інші керовані та обчислювальні машини.

У сучасних плануваннях автоматизації широкі завдання управління часто розподіляються різні керуючі пристрої, причому кожен пристрій приймає всіляко незалежні часткові функції. Отже, різні управління справляються у поєднанні з комплексними постановками завдань. Найчастіше необхідний обмін даних, тобто зв'язок " машина-машина " , забезпечується шляхом про бусних систем. Особливо потужні бусні системи дозволяють також підключення цифрових керованих, обчислювальних пристроїв і т.д. Вони також дозволяють збудувати різні структури автоматизації.

Система автоматизації SIMATIC S5-115U дозволяє зробити конструкцію двох бусних систем різної потужності. З метою обміну даними можна забезпечити особливо простим чином з'єднання один з одним деяких пристроїв автоматизації за допомогою бус SINEC-L1. Бус SINEC-H1 є бусом високої потужності, використовується для підключення засобів автоматизації цілих заводів, а також для підключення обчислювальних пристроїв, призначених для зберігання інформації, управління виробництвом та його функціональними підрозділами.

Керуючі функції машин або установок депоновані як програма пам'яті центрального модуля. Для введення, випробування, друкування даних та запам'ятовування цих програм є програмуючі пристрої.

Для програмування AG S5-115U, з погляду зручності, застосовують пристрій PG 605U, пристрій PG 615U і особливо потужний програмуючий відеопристрій PG 675U (або PG 670).

Для зовнішнього регулювання параметрів часу та лічильників, також як і для виведення сигналів служать керуючі та діагностичні пристрої OP 393 та DG 335. Завдяки кабельному підключенню та особливій конструкції вони є найбільш придатними для монтажу у щити управління.

3.2.2 Система електроживлення

Електроживлення PS 951 виробляється від мережевих напруг 115, 230 В змінного струму і 24 В постійного струму. Для пристрою автоматизації AG 115U властиві наступні робочі напруги:

- +5 В - як напруга живлення для всіх модулів;
- +5,2 В - як напруга живлення для PG 605U і PG 615U;
- +24 В - для місць перетину лінійного струму 20 мА.

Додаткові завдання:

- буферизація накопичувачів RAM за допомогою батареї (літій);
- можливість зовнішньої буферизації пристроїв RAM, що запам'ятовують, шляхом 2 гнізд під час заміни батарей.

Контрольні та сповіщувальні сигнали:

- контроль внутрішніх та буферних напруг;
- освіта сигналів (зникнення напруги мережі, батареї).

3.2.3 Центральний модуль

Центральний модуль CPU 941 є центральним елементом при управлінні AG 115U, є програмованим із записом програми запам'ятовуючий пристрій. Він вводить сигнальні положення введення, обробляє команди мови STEP 5, які депоновані в програмі користувача, і управляє висновками до процесу.

Центральний модуль CPU 941 навішений і звинувачений як блок на носії модулів. модулі, що містять програму користувача, вставлені у вставний блок. Модулі "EPROM", "EEPROM" і "RAM" можна застосувати як модулі, що запам'ятовують. У розпорядженні цих модулів є області пам'яті розміром 4 кб та 8 кб. У панелі керування можна врегулювати та відрахувати режим роботи центрального модуля CPU. Довідкові дані керування знаходяться на висувній карті. Програмуючі пристрої підключаються через спеціально призначений для цього штепсель. Можна підключити такі програмуючі пристрої:

- PG 605U;
- PG 615U;
- PG 670;
- PG 675.

Центральний модуль CPU 941 містить процесор бітів та процесор слів.Процесор слів приймає всі функції PG-підключення, обробку вбудованих параметрів часу, контроль циклічного часу, обробку команд і здійснює управління бусним керуючим пристроєм S5. Крім того, він управляє процесором бітів, який відповідає за швидку обробку бітів команд. Крім пам'яті робочої системи CPU 941 містить внутрішній модуль RAM, який використовується для запам'ятовування програми користувача розміром до 1 кб.

У пристрої AG 115U застосовані 2 режими роботи: "RUN" (Запуск) та "STOP" (Зупинка).

При режимі STOP починає світитися червоний світлодіод LED ST. Він урегульований шляхом:

- установки перемикача у положенні "ST";

- PG - виклик "STOP";

- перешкод чи помилок.

При режимі "RUN" спалахує зелений LED RN. Він регулюється шляхом:

- установки перемикача у положенні "RN" (після перемикання близько 1 сек горить LED "RN");

-PG-виклику "RUN".

Попереднє регулювання: не залишковий NR.

Перемикач встановлюється у положення NR. Під час пуску всі маркери, часи та лічильники гасяться.

Попереднє регулювання: залишковий RE.

Перемикач встановлюється у положення "RE". Під час пуску не залишкові маркери, часи та лічильники гасяться, а залишкові маркери, часи та лічильники зберігаються (буферизація забезпечена завдяки напрузі або батареї).

Первинне гасіння проводиться в тому випадку, якщо перемикач знаходиться в положенні "RS" (Повернення) і перемикач "RUN-STOP" переключено двічі з положення "ST" у положення "RUN". Під час процесу первинного гасіння червоний світлодіод короткочасно гасне.

Споживання струму:

- UN = 5 ± 2% макс. 1,2 А;

- UN = 5,2 ± 2% макс. 0,6 А (з підключеним PG 605/615U);

- UN = 24 ± 2% макс. 40 мА.

Час обробки:

- двійкова команда – 2,2 мкс;
- команда слів - 40 - 180 мкс.

Обсяг адрес:

- максимальне число цифрових входів (512) E 0.0 - E 63.7;
- максимальна кількість цифрових виходів (512) A 0.0 – A 63.7;
- сума входів/виходів не повинна перевищувати 512;
- макс. 64 канали аналогового введення (PW 128 - PW 254);
- макс. 64 канали аналогового виведення (PW 128 - PW 254);
- 1024 маркера, залишок. на вибір (M 0.0 - M 127.7);
- 1024 маркери, не залишать. (M 128.0 - M 255.7);
- 64 Часу, залишок. на вибір (T 0 - T 63);
- 64 часу, не залишок. (T 64 - T 127).
- бази часу: 0,01 сек.; 0,1 сек; 1 сік; 10 сік.
- коефіцієнт часу: 0 - 999.
- діапазон часу: 0,01 сек - 9990 сек.
- 64 лічильники, залишкові за вибором (0 - 63).
- 64 лічильники, не залишкові (64 - 127).
- обсяг чисел: 0 - 999.

3.2.4 Запам’ятовуючі модулі

Для функціонування програми користувача в центральному пристрої в розпорядженні є три типи модуля, що запам'ятовують: EPROM, EEPROM, RAM.

Модуль EPROM служить накопичувачем постійних величин, може бути запрограмований з допомогою програматора PG 615U чи PG 670/675U. Для гасіння цього модуля потрібен гасить ультрафіолетовими променями.

Модуль EEPROM також є накопичувачем постійних величин, але його можна програмувати та гасити за допомогою PG 615U та PG 675U.

Модуль RAM служить для перевірки програми користувача під час експлуатації. Він є пам'яттю програми.

3.2.5 Цифрові модулі вводу/виводу

Цифрові модулі введення узгоджують всі зовнішні сигнали процесу із внутрішнім рівнем сигналу пристрою автоматизації.

Цифрові модулі виводу переводять внутрішній рівень сигналу пристрою зовнішні сигнали процесу.

Усі цифрові модулі мають блокову конструкцію. Блоки фіксовані таким чином, що надається можливість розкриття та звинчування даного блоку разом з несучим профілем. Внаслідок цього створено електричне з'єднання між модулем та бусною платиною. На передній панелі вбудовані світлодіоди для індикації сигнальних параметрів.

Кожному модулю введення/виводу додані перфоровані стрічки для нанесення написів.

Технічні дані цифрового модуля введення 6ES5 420-7LA11 представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Технічні дані цифрового модуля введення 6ES5 420-7LA11

Найменування	**Значення**
Кількість входів	32
Потенційне роз'єднання	Нет
Вхідна номінальна напруга	24 В (постійний струм)

Продовження таблиці 3.1

Вхідна напруга для - сигналу “0” - сигналу “1”	 -30 В до + 5 В (або вхід відкритий) +13 В до +30 В
Вхідний струм при сигналі “1”	тип. 8,5 мА
Час затримки	тип. 3 мс (хв. 1,4 мс, макс. 5мс)
Підключення дводротове	Можливо
Споживання струму з внутрішнього 5 В Електроживлення	<= 5мА
Коефіцієнт одночасності	100% при 55˚С і $U_{макс}$
Довжина дротів при паралельних кабелях - екранований - неекранований	 1000 м 600 м

Технічні дані цифрового модуля виведення 6ES5 441-7LA11 представлені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 Технічні дані цифрового виводу 6ES5 441-7LA11

Найменування	**Значення**
Кількість входів	32, по 4 групи с 8 виходами
Потенційне роз'єднання	Ні
Значення при t=0,5 с	35 В
Пульсація	макс. 3,6 В
Вихідний струм номінальне значення IN допустимий діапазон	 0,5 мА 10 мА до 500мА
Запобігання коротким замиканням	Електронним чином

Продовження таблиці 3.2

Комутаційна здатність при інд. навантаженні при ом. Навантаженні при ламповому навантаженні	Макс. 8,5 Вт до контактора Частота коммутацій макс. 2000/ч Частота коммутацій макс. 100/с Частота коммутацій макс. 8/с
Обмеження інд. Напруження при вимкненні	(при U_p=30 В) -15 В
Загальна несуча здатність	100% при 20˚ С и 50% при 55˚ С (щодо суми струмів однієї групи)
Залишковий струм при сигналі “0”	Макс. 1 мА
Рівень сигналу виходу із сигналом “1” при положенні $I_{A\ USG} = I_N$	- 2,5 В
Максимальний активний опір лінії	4,8 Ом
Напруга живлення: номінальне значення допустимий діапазон	24 В (постійний струм) 20 В до 30 В

3.3. Принципова схема системи керування

На кресленнях представлені важливі електричні схеми управління карусельного верстата моделі 1512. До неї входять силова частина та система управління. Силова частина призначена для пуску та захисту вузлів карусельного верстата. Система управління призначена для управління керуючими блоками верстата та його приводами за заданим алгоритмом, захисту його від аварійних режимів роботи та надання оператору інформації про режими роботи та стану виконавчих механізмів.

Система управління забезпечує виконання наступних функцій:

- управління блоками карусельного верстата в налагоджувальному та автоматичному режимі;

- збирання, обробка та надання інформації про стан приводів та виконавчих механізмів;

- логіко-програмне управління приводами та виконавчими механізмами;

- захист обладнання від аварійних режимів роботи;

- сигналізацію основних режимів та етапів роботи електрообладнання та параметрів приводів.

Система керування верстата забезпечує роботу обладнання в наступних режимах:

- налагоджувальний;

- автоматичний.

Налагоджувальний режим призначений для перевірки працездатності вузлів верстата та системи керування. У цьому режимі управління всіма виконавчими механізмами та приводами виконується індивідуальними кнопками, розташованими на пульті управління.

Переведення в автоматичний режим здійснюється за встановленням перемикача "Автоматичний режим" у ввімкнене.

3.3.1 Схема електрична принципова живлення верстата

На кресленні СУ-81 01.151.22.Е3 представлена схема електрична принципова живлення верстата. Тут основним нововведенням є підключення контролера до силової трифазної мережі напругою 380 В. Пристрій контролера SIMATIC S5-115U передбачає підключення до мережі постійного струму напругою 24 В. Тому виникла необхідність організації джерела живлення 24 В постійного струму. Для здійснення вище сказаного використовувалися наступні пристрої: пакетники, знижуючий трансформатор (первинна обмотка - 220, вторинна обмотка - 24 В), діодний міст, вставки плавкі (запобіжники).

3.3.2 Схема електрична принципова управління головним приводом та поперечкою

Електросхема передбачає виконання таких операцій:

- пуск та зупинка електродвигуна головного приводу (креслення СУ-81 01.151.22.Е4 - Управління головним приводом) та електродвигуна системи мастила (креслення СУ-81 01.151.22.Е5 - Мастило головного приводу);

- підйом та опускання поперечки (СУ-81 01.151.22.Е10 – Управління переміщенням поперечки).

На електричній важливій схемі (креслення СУ-81 01.151.22.Е4) представлено підключення головного приводу до входів/виходів контролера. При включенні кнопки "Пуск" S1, або кнопки "Стоп" S2 під час роботи головного приводу, або кнопки "Аварійна зупинка" S3, або спрацьовуванні теплового реле виробляється сигнал, який надходить на відповідний вхід контролера. Контролер у свою чергу обробляє даний сигнал і видає на вихід А12.0 управляючий сигнал (логічний "0" або "1"), який вимикає/включає допоміжне реле пускача К1 головного приводу 1М1.

Для реалізації цих операцій на контролері задіяні такі входи/виходи:

Входи:

- Е0.1 - запуск головного приводу (S1);

- Е0.2 - стоп головного приводу (S2);

- Е0.3 - теплове реле електродвигуна головного приводу (F1);

- Е0.4 - аварійна зупинка (S3).

Виходи:

- А12.0 – допоміжне реле пуску головного приводу (К2).

Для реалізації управління системою мастила головного приводу на контролері задіяні такі входи/виходи (СУ-81 01.151.22.Е5):

Входи:

- E0.4 - контроль тиску мастила.

Виходи:

- A12.1 - пуск електродвигуна насоса мастила;

- A12.2 – мастило головного приводу відсутнє.

У системі мастила встановлено датчик тиску олії F2. Сигнал із датчика зчитується контролером через вхід E0.4. Контролер обробляє сигнал. Якщо тиск відсутній, то видається керуючий сигнал на вихід A12.1, якого підключено реле пускача електродвигуна насоса мастила K2, і на вихід A12.2, через який спрацьовує сигнальна лампа відсутності тиску масла HL1. Реле K2 спрацьовує та включає пускач K1, який у свою чергу запускає електродвигун насоса мастила 1M1. Після включення електродвигуна насоса мастила тиск олії в системі піднімається, датчик видає на вхід E0.4 сигнал про те, що тиск у нормі. Контролер обробляє цей сигнал і видає на вихід A12.2 керуючий сигнал (логічний "0"), лампа контролю мастила гасне.

Управління переміщенням поперечки (СУ-81 01.151.22.E10). Для реалізації управління переміщенням поперечки на контролері задіяні такі входи/виходи:

Входи:

- E0.5 - розжим поперечки;

- E0.6 - кінцевий вимикач під час руху вгору;

- E0.7 - кінцевий вимикач під час руху вниз;

- E1.0 – кнопка вгору;

- E1.1 – кнопка вниз;

- E1.2 – теплове реле електродвигуна 1M1.

Виходи:

- A12.3 - рух вгору та мастило напрямних;

- A12.4 - рух вниз і мастило напрямних.

При спрацьовуванні кінцевих вимикачів, кнопок або теплового реле відбувається замикання ланцюга і в ньому починає текти струм. Контролер появу струму з позитивною полярністю сприймає як сигнал, що відповідає логічній «1», і з негативної – логічному «0». Контролер постійно опитує входи на наявність/відсутність сигналу. Якщо контролер зафіксував присутність сигналу позитивної полярності на вході Е1.0, тобто кнопка «Вгору» натиснута, він обробляє його і видає керуючий сигнал на вихід А12.3, який у свою чергу відповідає за рух поперечки вгору.

Спрацьовує допоміжне реле пуску К3 і включається пускач К1 електродвигуна переміщення поперечки 1М3 та електродвигуна мастила направляючих поперечки 1М2. При увімкненій кнопці "Вниз" на вході Е1.1 з'явиться сигнал (логічна "1"). Після обробки контролер видасть керуючий сигнал на виході А12.4. Спрацює допоміжне реле пуску К4 та включиться пускач К2 електродвигуна переміщення поперечки 1М3 та електродвигуна мастила направляючих поперечки 1М2. При цьому момент, що крутить, буде направлений у протилежний бік. Поперечка опуститься вниз.

3.3.3 Схема електрична принципова керування револьверною головкою

Електросхема передбачає виконання таких операцій:

- керування двигуном резцетримки;
- затискач, розтискання, поворот, фіксація револьверної головки.

Схема електрична принципова управління револьверною головкою представлена на кресленні СУ-81 01.151.22.Е6.

Задіяні наступні входи/виходи контролера:

Входи:

- Е1.3 - розжим та поворот револьверної головки;
- Е1.4 – фіксація револьверної головки;

- E1.5 - кінець розтиску револьверної головки (кінцевий вимикач);

- E1.6 - кінець затиску револьверної головки (кінцевий вимикач);

- E5.2 – включення електромагнітної муфти.

Виходи:

- A12.6 - розжим та поворот револьверної головки;

- A12.7 - затискач револьверної головки;

- A13.0 – включення муфти.

При натисканні кнопки S1 розтискання та повороту револьверної головки зі входу E1.3 контролер вважає сигнал (логічний «1») про натискання кнопки. Після обробки даного сигналу контролер видасть сигнал (логічна «1») на вихід A12.6. включиться допоміжне реле К3 пускача К2 електродвигуна револьверної головки, який включить електродвигун резцетримки 2М4. При закінченні розтиску включиться кінцевий вимикач S3, контролер вважає з виходу E1.5 сигнал (логічна «1»), який несе інформацію про закінчення операції розтискання. На вихід A12.6 контролер видасть сигнал, що управляє (логічний «0»). Електромагнітне реле К3 вимкнеться, живлення на пускач К2 припиниться і електродвигун 2М4 вимкнеться. Затискач та фіксація револьверної головки проводиться за тією ж схемою, що й розжим.

3.3.4 Електрична принципова схема керування планшайбою

Електросхема передбачає виконання таких операцій:

- вибір швидкості обертання планшайби;

- поштовховий пуск планшайби;

- робота планшайби за постійної швидкості різання.

Схема електрична принципова управління планшайбою представлена на кресленнях СУ-81 01.151.22.E7, СУ-81 01.151.22.E8, СУ-81 01.151.22.E9.

На кресленні СУ-81 01.151.22.Е7 реалізовано зчитування сигналів з елементів пульта управління та подальша передача їх на входи контролера, виділені під управління планшайбою:

- Е8.0 - 1 ступінь швидкості обертання планшайби;
- Е8.1 - 2 ступінь швидкості обертання планшайби;
- Е8.2 - 3 ступінь швидкості обертання планшайби;
- Е8.3 - 4 ступінь швидкості обертання планшайби;
- Е8.4 - 5 ступінь швидкості обертання планшайби;
- Е8.5 - 6 ступінь швидкості обертання планшайби;
- Е8.6 - 7 ступінь швидкості обертання планшайби;
- Е8.7 - 8 ступінь швидкості обертання планшайби;
- Е9.0 - 9 ступінь швидкості обертання планшайби;
- Е9.1 - 10 ступінь швидкості обертання планшайби;
- Е9.2 - 11 ступінь швидкості обертання планшайби;
- Е9.3 - 12 ступінь швидкості обертання планшайби;
- Е9.4 - 13 ступінь швидкості обертання планшайби;
- Е9.5 - 14 ступінь швидкості обертання планшайби;
- Е9.6 - 15 ступінь швидкості обертання планшайби;
- Е9.7 - 16 ступінь швидкості обертання планшайби;
- Е10.0 - 17 ступінь швидкості обертання планшайби;
- Е10.1 - 18 ступінь швидкості обертання планшайби;
- Е10.2 - пуск планшайби;
- Е10.3 - стоп планшайби;
- Е10.4 - Поштовховий режим планшайби.

На кресленні СУ-81 01.151.22.Е8 представлена схема включення контролером реле електромагнітних муфт. Одночасне включення кількох муфт забезпечує набір тієї чи іншої швидкості обертання планшайби. Задля реалізації цих операцій на контролері задіяні такі виходи:

- А13.5 - реле включення електромагнітної муфти 5FM1;

- A13.6 - реле включення електромагнітної муфти 5FM2;

- A13.7 - реле включення електромагнітної муфти 5FM3;

- A14.0 – реле включення електромагнітної муфти 5FM4;

- A14.1 - реле включення електромагнітної муфти 5FM5;

- A14.2 - реле включення електромагнітної муфти 5FM6;

- A14.3 - реле включення електромагнітної муфти 5FM7;

- A14.4 - реле включення електромагнітної муфти 5FM8;

- A14.5 - реле включення електромагнітної муфти 5FM9;

- A14.6 - реле включення електромагнітної муфти 5FM10;

- A14.7 – реле включення електромагнітних муфт на знижену напругу.

На кресленні СУ-81 01.151.22.Е9 представлена схема контролю включення електромагнітних муфт. Задіяні такі входи контролера:

- E6.2 - контроль включення муфти 5FM1;

- E6.3 - контроль включення муфти 5FM2;

- E6.4 - контроль включення муфти 5FM3;

- E6.5 - контроль включення муфти 5FM4;

- E6.6 - контроль включення муфти 5FM5;

- E6.7 - контроль включення муфти 5FM6;

- E7.0 - контроль включення муфти 5FM7;

- E7.1 - контроль включення муфти 5FM8;

- E7.2 - контроль включення муфти 5FM9;

- E7.3 - контроль включення муфти 5FM10.

3.3.5 Схема електрична принципова управління супортом

Електросхема передбачає виконання таких видів робіт:

- управління супортом та мастило направляючих супорта (креслення СУ-81 01.151.22.Е11);

- вибір напрямку руху (до центру, від центру, вгору, вниз) (креслення СУ-81 01.151.22.Е13, СУ-81 01.151.22.Е14);

- включення та відключення гальма (креслення СУ-81 01.151.22.Е13, СУ-81 01.151.22.Е14);

- вибір величини подачі (креслення СУ-81 01.151.22.Е12);

- увімкнення настановних переміщень.

Під керуванням вертикальним супортом задіяні наступні входи/виходи контролера:

Входи:

- Е2.0 - кнопка включення подач супорта;

- Е2.1 – теплове реле;

- Е2.2 - переміщення супорта вгору;

- Е2.3 - переміщення супорта вниз;

- Е2.4 - переміщення супорта вправо;

- Е2.5 - переміщення супорта вліво;

- Е2.6 - відключення гальм;

- Е2.7 - вибір виду подач (робоча / прискорена);

- Е3.0 - кінцевий вимикач переміщення супорта вгору;

- Е3.1 - кінцевий вимикач переміщення супорта вниз;

- Е3.2 - кінцевий вимикач переміщення супорта вправо;

- Е3.3 - кінцевий вимикач переміщення супорта вліво;

- Е3.4 - вибір постійної швидкості руху супорта;

- Е3.5 - кінцевий вимикач підтримки постійної швидкості руху супорта;

- Е7.4 – електродвигун прискореного переміщення працює.

- Виходи:

- А13.1 - включення електродвигуна переміщення вертикального супорта та мастила;

- А13.2 - лампа сигналізації «Вертикальний супорт у роботі»;

- A16.0 – переміщення вертикального супорта вправо;

- A16.1 - переміщення вертикального супорта вліво;

- A16.2 - горизонтальна гальмівна муфта;

- A16.3 - переміщення вертикального супорта вгору;

- A16.4 - переміщення вертикального супорта вниз;

- A16.5 - вертикальна гальмівна муфта;

- A16.6 - електромагнітна муфта робочої подачі вертикального супорта.

Наведена електрична принципова схема організації управління вертикальним супортом. Що стосується управління горизонтальним супортом, то воно ідентичне з управлінням вертикального супорта, тому наводити електричні важливі схеми управління горизонтальним супортом немає сенсу.

Під керування горизонтальним супортом задіяні такі входи/виходи контролера:

- Входи:

- E3.6 – кнопка включення подач горизонтального супорта;

- E3.7 – теплове реле;

- E4.0 – переміщення горизонтального супорта вгору;

- E4.1 - переміщення горизонтального супорта вниз;

- E4.2 - переміщення горизонтального супорта вправо;

- E4.3 - переміщення горизонтального супорта вліво;

- E4.4 - відключення гальм;

- E4.5 - вибір виду подач (робоча / прискорена);

- E4.6 - кінцевий вимикач переміщення супорта вгору;

- E4.7 - кінцевий вимикач переміщення супорта вниз;

- E5.0 - кінцевий вимикач переміщення супорта вправо;

- E5.1 - кінцевий вимикач переміщення супорта вліво;

- E7.1 - електродвигун прискореного переміщення супорта працює.

- Виходи:

- A13.3 - включення електродвигуна переміщення горизонтального супорта та мастила;

- A13.2 - лампа сигналізації «Горизонтальний супорт у роботі»;

- A18.0 – переміщення горизонтального супорта вправо;

- A18.1 - переміщення горизонтального супорта вліво;

- A18.2 - горизонтальна гальмівна муфта;

- A19.0 – переміщення горизонтального супорта вгору;

- A19.1 - переміщення горизонтального супорта вниз;

- A19.2 - вертикальна гальмівна муфта;

- A19.3 – електромагнітна муфта робочої подачі горизонтального супорта

3.4 Алгоритм роботи системи управління

Розроблено алгоритм управління основними блоками карусельного верстата моделі 1512. Алгоритм управління карусельного верстата складається з головної програми та кількох підпрограм: алгоритм управління різцетримкою, алгоритм управління горизонтальним супортом, алгоритм управління вертикальним супортом, алгоритм управління поперечкою, алгоритм управління головним двигуном, алгоритм управління планшайбою.

Розпишемо роботу головної програми. При переході системи робочого режиму з позиції "СТОП" на позицію "СТАРТ" або увімкнення напруги мережі, центральний пристрій обробки даних виконає перевірку готовності контролера та програми. У разі виявлення будь-якої несправності (наприклад, не спрацьовують, несправні або відсутні деякі блоки вводу/виводу та ін.), система робочого режиму переключиться на позицію «СТОП». У разі виявлення несправностей починається циклічна обробка

програми, тобто. послідовність виклику модулів (підпрограм) задана користувачем. Наприклад, при натисканні кнопки "Пуск" увімкнеться пускач головного приводу. Одночасно увімкнеться обмеження холостого ходу електродвигуна з витримкою часу. Якщо протягом цього часу не буде увімкнено планшайбу, то відключиться пускач головного приводу. Вимкнення електродвигуна головного приводу здійснюється натисканням кнопки "Стоп". При включеній планшайбі кнопка "Стоп" не спрацює. Двигун головного приводу можна вимкнути лише після вимкнення планшайби.

На кресленні СУ-81 01.151.22.ТЧ представлені алгоритм головної програми та алгоритми підпрограм, такі як: алгоритм управління головним двигуном, алгоритм вибору величини подачі супорта.

3.5 Керуюча програма

Після розробки алгоритму роботи системи управління наступним важливим кроком є написання програми, що управляє.

Як було зазначено вище мовою програмування контролера SIMATIC S5-115U є мова STEP 5, що має можливість представлення програм як електричних, функціональних схем чи переліків команд.

При складанні програми використана мова STEP 5 як переліків команд. Ця мова характерна тим, що вона є структурною. З причин оглядовості та простоти програмування загальна програма поділена на окремі технологічно розподілені частини. Програмування програми відбувається у різних блоках математичного забезпечення:

- програмні блоки PB містять програму користувача, розроблену за технологічними точками зору;

- блоки даних DB містять дані, що викликаються або змінюються під час обробки програми - числа, будь-які зразки бітів, буквено-цифрові знаки;

- функціональні блоки FB містять програми комплексних функцій;

- крокові блоки SB представлені програмування ланцюгів процесів;

- Організаційні блоки OB визначають структуру програми.

Програмування програмного блоку (PB) починається із зазначення номера програмного блоку, що лежить у межах 0 - 255 (наприклад, PB 3). Потім слідує власна програма управління, яка завершується інструкцією BE, що повертає управління в той блок, з якого був викликаний.

Блоки даних (DB) мають ту ж конструкцію, як і програмні блоки. Програмування починається із вказівки номера блоку даних від 1 до 255. Введення даних має відбуватися в послідовності, що підвищується.

Функціональні блоки є частинами програми як і програмні. Але вони мають деякі суттєві відмінності: є параметризованими, програмуються з розширеним запасом операцій, програма функціонального блоку розробляється та документується лише у вигляді списку вказівок.

Організаційний блок викликається лише системою на підставі особливих випадків. Користувач не може викликати організаційний блок. Його можна програмувати і таким чином визначити режим пристрою автоматизації.

Лістинг фрагмента програми, що управляє, наведено в додатку В.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що виникають при використанні розробленої системи управління карусельного верстата

В умовах сучасного виробництва окремі приватні заходи щодо покращення умов праці для попередження травматизму є неефективними. Тому їх здійснюють комплексно, створюючи у спільній системі управління виробництвом підсистему управління безпекою праці. Таким чином, управління охороною праці це програмно-цільовий комплекс з підготовки, прийняття та реалізації рішень (організаційно-технічних та лікувально-профілактичних заходів), спрямованих на забезпечення безпеки, збереження здоров'я та працездатності людини в процесі роботи.

Під умовами праці розуміється сукупність фактів виробничого середовища, які впливають на здоров'я та працездатність людини у процесі праці.

Дослідження умов праці показали, що факторами виробничого середовища у процесі праці є: санітарно-гігієнічна обстановка, психофізіологічні елементи, естетичні елементи, соціально-психологічні елементи.

З вищезгаданого слід, що виробниче середовище, що створює здорові та працездатні умови праці, головним чином забезпечується вибором технологічного процесу, матеріалів та обладнання; розподілом навантаження між людиною та обладнанням; режимом праці та відпочинку, естетичною організацією середовища та професійним відбором працюючих.

Відповідно до ГОСТ 21034-75 робоче місце людини-оператора - це місце в СЧМ, оснащене засобами відображення інформації, органами управління та допоміжним обладнанням, де здійснюється трудова

діяльність людини; воно може бути індивідуальним або колективним (для двох і більше операторів).

При розташуванні елементів робочого місця необхідно передбачати необхідні засоби захисту людини-оператора від небезпечних та шкідливих факторів відповідно до ГОСТ 12.0.003-74.

Взаємне розташування пульта управління, крісла, органів управління та засобів відображення інформації має відповідати антропометричним даним людини-оператора, структурі його діяльності, психофізіологічним та біохімічним характеристикам людини-оператора.

Органи управління верстатом розташовані на підвісному пульті та пристрої ЧПУ. Призначення органів управління вказано символами, що знаходяться поруч. Для зручності користування пульт можна переміщати у робочій зоні. Для аварійного зупинки на пульті та ЧПУ передбачена кнопка "Загальний стоп".

При організації умов праці необхідно також враховувати вплив на працюючих небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть призвести до травми чи іншого раптового різкого погіршення здоров'я та захворювання чи зниження працездатності.

Небезпечним називається виробничий фактор, вплив якого на працюючого в певних умовах призводить до травми або іншого різкого раптового погіршення здоров'я. Якщо ж виробничий фактор призводить до захворювання чи зниження працездатності, його вважають шкідливим.

Шкідливі та небезпечні виробничі фактори поділяються за природою на чотири групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

У механічних цехах виробляють усі види обробки металів, пластмас та інших матеріалів на металорізальних верстатах; при цьому виникає низка небезпечних ситуацій.

Шкідливими фізичними виробничими факторами, характерними для процесу різання, є: підвищена запиленість та загазованість повітря робочої

зони, високий рівень шуму та вібрації, недостатня освітленість робочої зони, наявність прямої та відбитої блискості, підвищена пульсація світлового потоку. При обробці пластмас відбувається інтенсивне її нагрівання і повітря робочої зони надходить складна суміш пари, газів і аерозолів.

У повітря робочої зони виділяються також аерозолі масел та мастильно-охолоджуючих рідин (СОЖ). Вміст вуглеводнів у своїй досягає 150 — 940 мг/м3, аерозолю масел 7 — 45 мг/м3, забруднення одягу становить 800 — 900 мг/дм2.

Концентрація СОЖ та окремих компонентів, а також їх якісний склад залежать від їхньої витрати, способу подачі, термостабільності, характеру та режиму обробки виробів, властивостей оброблюваного матеріалу, наявності та ефективності санітарно-технічних пристроїв.

До психофізіологічних шкідливих виробничих факторів можна віднести фізичні навантаження при установці, закріпленні та знімані великогабаритних деталей, а також перенапруження зору та монотонність праці.

До біологічних факторів відносяться хвороботворні мікроорганізми та бактерії, що з'являються під час роботи з СОЖ.

Розробка технологічної документації, організація та виконання технологічних процесів обробки різанням повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.3.002-75 «Процеси виробничі. Загальні вимоги безпеки та ГОСТ 12.3.025—80 «Обробка металів різанням. Вимоги безпеки". При обробці різанням заготовок, що виходять за межі обладнання, повинні бути встановлені переносні огородження та знаки безпеки згідно з ГОСТ 12.4.026-76.

Стружку (відходи виробництва) від верстатів та робочих місць слід прибирати механізованими способами.

Як було зазначено вище, будь-яке робоче місце людини характеризується робочим середовищем, тобто. сукупністю факторів довкілля.

Основним і найбільш небезпечним факторором зовнішнього середовища, який може впливати на електромонтажника при встановленні та налагодженні системи управління створеної на базі контролера, є ураження електричним струмом.

Відповідно до правил улаштування електричних установок щодо небезпеки ураження від електричного струму, приміщення поділяються на три категорії:

1. Приміщення із підвищеною небезпекою ураження струмом. Характеризуються наявністю однієї з ознак:

Підвищена вологість повітря (понад 75%);

Підвищена температура повітря (понад 35о);

Наявність струмопровідного пилу;

Можливість одночасного дотику людини до струмоведучих частин.

2. Особливо небезпечні приміщення. Характеризуються наявністю однієї з ознак:

Особлива вологість (вологість ≈ 100%);

Наявність хімічно агресивного середовища, що руйнує ізоляцію;

Наявність двох або більше ознак приміщення із підвищеною небезпекою.

3. Приміщення без підвищеної небезпеки

Небезпека струму оцінюється за відповідними реакціями людини. Замикання ланцюга через тіло людини може викликати судомні скорочення м'язів від змінного струму, больові подразнення від постійного струму, можуть викликати фібриляцію (спонтанне скорочення серцевого м'яза не за синусоїдальною амплітудою, а за загасаючою амплітудою, що зазвичай призводить до повного припинення роботи серця).

Граничний, що не відпускає (скорочення м'язів 10-15 м);

Фібриляційний 100 м (25-30 м важко дихати).

Нормування напруги дотику та струмів.

Відповідно до ГОСТ встановлено гранично допустиму напругу дотику та струмів, а також тривалість впливу, значення яких встановлені за реакцією відчуття.

Для змінного струму частотою 50 Гц ПДК - 2В; для струму – 0,3 м.

Для постійного струму ПДУ не більше 8В і струм не більше 1м.

Для осіб, які виконують роботу в особливих умовах, ці рівні нормуються втричі менше.

Забороняється, щоб уникнути аварії працювати на верстаті при несправності хоча б одного з блокувальних пристроїв.

Також важливим фактором, що впливає на організм людини-електромонтажника є освітлення.

Освітлення може здійснюватися природним та штучним світлом. При недостатності природного освітлення використовують суміщене освітлення. Останнє являє собою освітлення, при якому у світлу пору доби використовується одночасно природне та штучне світло.

Непостійність природного світла, що може різко змінюватися навіть протягом короткого проміжку часу, викликає необхідність нормувати природне освітлення з допомогою коефіцієнта природної освітленості.

Штучне освітлення призначене для освітлення робочих поверхонь у темний час доби або недостатності природного освітлення.

Раціональне штучне освітлення має забезпечувати нормальні умови для роботи при допустимій витраті коштів, матеріалів та електроенергії.

Для освітлення верстата на повзуні вертикального супорта встановлено кронштейн місцевого освітлення СГС-1-1В. Увімкнення ламп здійснюється тумблером 1ВО, розташованим на підвісному пульті управління.

Так як обладнання, на яке буде встановлюватися розроблена система управління, розташоване у виробничому цеху, то не виключена можливість впливу на електромонтажника виробничого шуму, що йде від розташованих технологічних об'єктів, що працюють поруч.

Сприйняття людиною звуку залежить тільки від його частоти, а й від інтенсивності і звукового тиску. Несприятлива дія шуму на людину залежить не тільки від рівня звукового тиску, а й від частотного діапазону шуму, а також від рівномірності дії протягом робочого часу.

Загальна класифікація засобів та методів захисту від шуму наведена у ГОСТ 12.1.029 – 80 “ССБТ. Засоби та методи захисту від шуму. Класифікація.

Захист працюючих від шуму може здійснюватися як колективними засобами та методами, і індивідуальними засобами.

Вибір засобів зниження шуму в джерелі виникнення залежить від походження шуму.

Для зниження шуму в приміщеннях, обладнаних промисловим обладнанням, використовується метод звукопоглинання, що базується на переході енергії звукових коливань частинок повітря в теплоту на тертя в порах звукопоглинаючого матеріалу.

Звукопоглинаючі пристрої бувають простими, пористо-волокнистими, з екраном, мембранні, шаруваті, резонансні та об'ємні. Ефективність застосування різних звукопоглинаючих пристроїв визначається результаті акустичного розрахунку.

Важливе значення має і усунення шуму у джерелі шуму.

При роботі з електронними блоками верстата на людину-електромонтажник також впливає електромагнітне випромінювання, джерелами якого є, наприклад, індукційна котушка, робочий конденсатор, окремі елементи генераторів котушки контурів і зв'язку, конденсатори, що підводять лінії, трансформатори, антени та ін.

Ступінь впливу електромагнітних випромінювань на організм людини залежить від діапазону частот, інтенсивності впливу відповідного фактора, тривалості опромінення, характеру випромінювання, режиму опромінення, розмірів поверхні тіла, що опромінюється, і індивідуальних особливостей організму.

Біологічна дія електромагнітних полів більш високих частот викликають в основному з їх тепловим та аритмічним ефектом.

Залежно від діапазону частот основою гігієнічного нормування електромагнітних випромінювань покладено різні принципи. Критерієм безпеки людини, що у електричному полі промислової частоти, прийнята напруженість цього поля. Гігієнічні норми для персоналу, що систематично перебуває у цій зоні, встановлені ГОСТ 12.1.002-75 ССБТ.

Як засоби індивідуального захисту застосовуються спецодяг, виготовлений з металізованої тканини у вигляді комбінезонів, халатів, фартухів, курток з капюшонами та вмонтованими в них захисними окулярами.

ВИСНОВКИ

Для оцінки якості верстатів користуються системою техніко-економічних показників, найважливішими з яких є точність, продуктивність, надійність, економічна ефективність, безпека та зручність обслуговування. Ефективним засобом підвищення техніко-економічних показників металообробних верстатів є розробка системи управління з урахуванням контролера.

У дипломному проекті розглянуто питання дослідження системи управління карусельного верстата моделі 1512. При ознайомленні та проведенні аналізу старої системи управління було визначено її тип – релейний. Це свідчить, що основним пристроєм СУ верстата є реле. Релейне управління не забезпечує необхідного рівня з погляду управління. Виявлено суттєві недоліки у роботі та функціонуванні окремих вузлів електрообладнання. Основним результатом проведеної роботи є одержання алгоритмів роботи блоків керування верстата. Також важливою умовою для оптимального здійснення задуманої мети є вибір апаратної бази системи управління. Від обраного контролера залежить робота всієї системи загалом. Проведено заміну старої релейно-контактної системи управління на нову (програмований контролер SIMATIC S5-115U). Розроблено алгоритм управління. Складено керуючу програму.

Проаналізовано специфічні аспекти охорони праці, що виникають у ході технологічного процесу. Розраховано встановлення захисного заземлення.

Зроблено розрахунок собівартості системи управління карусельного верстата.

Реалізація принципів цифрового управління на базі контролерів дозволяє успішно вирішити проблему уніфікації, забезпечити стабільні та ідентичні параметри багатокоординатної системи, підвищити її надійність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кузнєцов Ю.М. Сучасний стан, перспективи розвитку і виробництва металорізальних верстатів в Україні // Вісті АІНУ, №1 (44), 2021. – с.3-8.
2. Кузнецов Ю.Н. Морфологический синтез станков и их механизмов: Монография / А.Г. Хамуйела Жоаким, Т.О. Хамуйела / Под ред. Кузнецова Ю.Н. – К.: ООО «Гнозис», 2019г. – 416с.
3. Правила безпечної експлуатації електроустановок. - М: Основа, 2018. - 144с.
4. Кузнецова Ю.Н. – К.: ООО «Гнозис», 2017г. – 416с.

«Базові поняття про числове програмне управління»

5. Технічна документація карусельного одностійкового верстата моделі 1512 заводу-виробника. - 2011
6. Електроустаткування карусельного одностійкового верстата моделі 1512. документація заводу-виробника.
7. Станок токарно-карусельный [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://hydro-maximum.com.ua/a349469-stanok-tokarno-karuselnyj.html
8. ТКС 1512 характеристики [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://stankiexpert.ru/stanki/tokarnye/tokarno-karuselny-stanok-1512.html
9. Станки с ЧПУ [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://top3dshop.ru/blog/klassifikatsija-stankov-s-chpu.html
10. S5-115U Programmable Controller [Електронний ресурс] – Режим доступу:https://cache.industry.siemens.com/dl/files/937/1085937/att_904/v1/6ES5_998-0UF23