

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

Комп'ютерно-інтегрованих технологій

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення та дослідження автоматизованої системи керування
лінії подачі металевого профілю на базі контролера Siemens

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи КТм-61
спеціальності 174 – Автоматизація, комп'ютерно-
інтегровані технології та робототехніка

(шифр і назва спеціальності)

Білик І.Г. (підпис)	Білик І.Г. (прізвище та ініціали)
---	---

Керівник	Чихіра І.В. (підпис)	Чихіра І.В. (прізвище та ініціали)
----------	--	--

Нормоконтроль	Левицький В.В. (підпис)	Левицький В.В. (прізвище та ініціали)
---------------	---	---

Завідувач кафедри	Микитишин А.Г. (підпис)	Микитишин А.Г. (прізвище та ініціали)
-------------------	---	---

Рецензент	Капаціла Ю.Б. (підпис)	Капаціла Ю.Б. (прізвище та ініціали)
-----------	--	--

Тернопіль 2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Комп'ютерно-інтегрованих технологій
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення та дослідження автоматизованої системи керування
лінії подачі металевого профілю на базі контролера Siemens

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи КТм-61
спеціальності 174 – Автоматизація, комп'ютерно-

інтегровані технології та робототехніка

(шифр і назва спеціальності)

Білик М.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Чихіра І.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Левицький В.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Микитишин А.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Капаціла Ю.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Микитишин А.Г

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 174 - «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Білик Іван Геннадійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення та дослідження автоматизованої системи керування лінії подачі металевого профілю на базі контролера Siemens

Керівник роботи Чихіра Ігор Вікторович к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом ректора від « 29 » 10 2024 року № 4/7-1030

2. Термін подання студентом завершеної роботи 23.12.2024

3. Вихідні дані до роботи технічна документація

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітична частина 2. Технологічна частина 3. Конструкторська частина 4. Науково-дослідницька частина 5. Спеціальна частина 6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Основні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Властивість прокатних станів за наявністю валків. 2. Властивість прокатних станів за розміщенням клітей. 3. Обладнання робочої частини лінії подачі металу. 4. Кінематична схема привода лінії прокатного стану. 5. Схема розташування обладнання. 6. Структурна схема лінії транспортування. 7. Загальний вигляд електрошафи. 8. Датчик дистанційного розпізнавання металевих елементів. 9. Зовнішній вигляд енкодера D1024. 10. Вид головного екрану SIMATIC HMI. 11. Вікно вибору технологічних параметрів. 12. Схема підключення. 13. Характеристики розроблених блоків. 14. Алгоритм роботи програми. 15. Вікно програми швидкості приводів.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзв.ситуаціях	доц. Тотосько О.В.		
	ст. викладач Клепчик В.М.		

7. Дата видачі завдання 20.11.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітична частина	29.10-15.11.2024	
2	Технологічна частина	16.11-27.11.2024	
3	Конструкторська частина	28.11-05.12.2024	
4	Науково-дослідна частина	06.12-10.12.2024	
5	Спеціальна частина	11.12-15.12.2024	
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	16.12-20.12.2024	
7	Основні висновки	21.12-22.12.2024	

Студент _____
(підпис)

Білик І.Г. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Чихіра І.В. _____
(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Микитишин А.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 174 - «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Білик Михайло Геннадійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення та дослідження автоматизованої системи керування лінії подачі металевого профілю на базі контролера Siemens

Керівник роботи Чихіра Ігор Вікторович к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом ректора від « 29 » 10 2024 року № 4/7-1030

2. Термін подання студентом завершеної роботи 23.12.2024

3. Вихідні дані до роботи технічна документація

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітична частина 2. Технологічна частина 3. Конструкторська частина 4. Науково-дослідницька частина 5. Спеціальна частина 6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Основні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Властивість прокатних станів за наявністю валків. 2. Властивість прокатних станів за розміщенням клітей. 3. Обладнання робочої частини лінії подачі металу. 4. Кінематична схема привода лінії прокатного стану. 5. Схема розташування обладнання. 6. Структурна схема лінії транспортування. 7. Загальний вигляд електрошафи. 8. Датчик дистанційного розпізнавання металевих елементів. 9. Зовнішній вигляд енкодера D1024. 10. Вид головного екрану SIMATIC HMI. 11. Вікно вибору технологічних параметрів. 12. Схема підключення. 13. Характеристики розроблених блоків. 14. Алгоритм роботи програми. 15. Вікно програми швидкості приводів.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзв.ситуаціях	доц. Тотосько О.В.		
	ст. викладач Клепчик В.М.		

7. Дата видачі завдання 20.11.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітична частина	29.10-15.11.2024	
2	Технологічна частина	16.11-27.11.2024	
3	Конструкторська частина	28.11-05.12.2024	
4	Науково-дослідна частина	06.12-10.12.2024	
5	Спеціальна частина	11.12-15.12.2024	
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	16.12-20.12.2024	
7	Основні висновки	21.12-22.12.2024	

Студент _____
(підпис)

Білик М.Г. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Чихіра І.В. _____
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота складається з пояснювальної записки та графічної частини (ілюстративний матеріал – слайди).

Об'єм графічної частини дипломної роботи становить 24 слайдів.

Об'єм пояснювальної записки складає 92 друкованих сторінок формату А4 (210×297), об'єм додатків – -друкованих сторінок формату А4.

Дипломна робота складається з шести розділів, в яких нараховується 24 рисунків та 2 таблиць з даними.

В роботі використано 19 літературних джерел.

Метою роботи є розробка та дослідження автоматизованої системи керування лінії подачі металевого профілю на базі контролера Siemens.

В результаті проектної роботи проведено аналіз лінії подачі металевого профілю як об'єкта автоматизації. Вибрано найбільш прийнятну концепцію розробки системи керування. Моделі систем керування розробляються на основі структурних інформаційних моделей поведінки об'єктів. Реалізована вибір необхідного обладнання та розроблено зручний інтерфейс системи керування. Вибрано необхідну реалізацію апаратної системи та розроблено принципи роботи середовища керування.

Ключові слова: автоматизована система керування, контролер, лінія прокату, давач.

Білик І.Г., Білик М.Г. Розроблення та дослідження автоматизованої системи керування лінії подачі металевого профілю на базі контролера Siemens. 174 — Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка“ / І.Г. Білик, М.Г. Білик, — Тернопіль : ТНТУ, 2024. — 92 с.

ЗМІСТ

ВСТУП	10
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	12
1.1. Транспортування металевого профілю у прокатному цеху	12
1.2 Технічне устаткування для прокатних станів	15
1.3 Електрообладнання прокатних механізмів	17
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	28
2.1 Актуальність розробки автоматизованої системи	28
2.2 Опис обладнання технологічної лінії	34
2.3 Структура системи керування групою технологічних операцій	35
2.4 Вимоги до системи АСУ.....	37
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	40
3.1 Вибір обладнання	40
3.2 Вибірка давачів знаходження металу.....	41
3.3 Вибір енкодера	45
3.4 Вибір програмуючого контролера.....	47
3.5 Вибір керуючого модуля	52
3.6 Вибір блоку живлення.....	54
3.7 Вибір діючого інтерфейсного блоку.....	55
3.8 Вибір центрального і локального пульта	56
4. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА	57
4.1. Система візуалізації і управління SIMATIC HMI	57
4.2 Огляд систем SIMATIC HMI.....	58
5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	62
5.1 Розробка функціональної схеми автоматичного керування.....	62
5.2 Розробка принципової схеми автоматичного керування	63
5.3 Опис використаної мережі	64
5.4 Контроль системи мережі	66
5.5 Розробка модуля обчислення моменту часу спрацювання ножиць.....	68
5.6 Блоки керуючої програми	71
5.7 Розробка алгоритму автоматичної роботи	74

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ...	75
6.1 Заходи безпеки при експлуатації електроустановок в цеху	75
6.2 Заходи пожежної безпеки цеху	81
6.3 З Розрахунок шуму	85
6.4 Вплив вібрацій на організм людини	86
ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ.....	90
БІБЛІОГРАФІЯ.....	91

ВСТУП

Сучасні підприємства мають зосереджуватися на задоволенні потреб споживачів. У цьому контексті компанії, що використовують прокатні лінії, все частіше інвестують у проекти модернізації та реконструкції основного обладнання. Зі зростанням виробничих потужностей і підвищенням якості продукції виникає необхідність у збільшенні ресурсів для забезпечення роботи обладнання. Оскільки металургія є енергоємною галуззю, зростає потреба в додаткових енергетичних ресурсах.

Автоматизація виробничих процесів із використанням мікроелектронної техніки є ключовим напрямом модернізації, спрямованим на розвиток та вдосконалення як існуючих, так і нових технологічних виробництв.

Теперішній розвиток автоматизації відзначається впровадженням і активним використанням новітніх технічних засобів, а також впровадженням мережових технологій, що базуються на застосуванні мікроелектроніки.

Застосування у виробництві автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУ ТП) стає особливо важливим через підвищення вимог до швидкості обробки інформації.

Отже, розробка та вивчення структур і режимів роботи АСУ ТП на базі сучасної техніки є важливим та потрібним для розв'язку завданням.

Застосування передових апаратних комплексів у системі управління значно зменшує витрати, пов'язані з простоями технологічного обладнання, що дає можливість збільшити загальної ефективності роботи.

Головна мета керування пристроями, різноманітними технологічними процесами за допомогою АСУ ТП полягає у покращенні продуктивності праці,

підвищенні точності виготовлення продукції та ефективному використанні матеріальних ресурсів.

Наступні етапи створення АСУ ТП орієнтовані на збільшення їх економічної ефективності шляхом впровадження промислово створених комплексів, що були автоматизовані.

Технічне завдання:

Об'єкт дослідження є автоматизована система управління та контролю трайберами прокатної лінії.

Метою роботи є розробка автоматизованої системи управління та контролю трайберами прокатної лінії із використанням програмованих логічних контролерів.

Вимоги до системи:

- висока надійність системи;
- можливість модернізації або доповнення електрообладнання та датчиків;
- гнучкість у зміні програмного забезпечення та алгоритмів роботи;
- інтеграція з існуючими системами електроприводів прокатного обладнання;
- реалізація НМІ-інтерфейсу з використанням робочої станції.

Склад автоматизованої системи:

- програмований логічний контролер (PLC);
- блок живлення;
- децентралізована периферія;
- централізована периферія;
- кабельна мережа Profibus;
- кабельна мережа Ethernet.

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

Виробництво металу відіграє важливу роль у розвитку національної економіки та підвищенні добробуту населення. Подальший прогрес металургії значною мірою визначає забезпечення металом машинобудування та багатьох галузей економіки.

Виробничий етап виготовлення готового прокату є завершальним елементом металургійного виробництва. Майже вся сталь, виплавлена в сталеплавильних цехах, проходить через прокатні цехи, тому зі зростанням обсягів прокату постає питання підвищення результативності прокатного виробництва та покращення якості кінцевої продукції.

1.1 Транспортування металевого профілю у прокатному цеху

На металургійному заводі виробничий цикл завершується в прокатних цехах. У цих цехах зазвичай розташовані кілька прокатних станів, кожен з яких спеціалізується на прокатці металу визначених розмірів і профілів.

Головне завдання будь-якого прокатного стану — забезпечення пластичної деформації металу шляхом його прокатки між обертовими валками. Обладнання, яке безпосередньо виконує процес деформації, називається первинним устаткуванням прокатного стану.

До основного обладнання належать кліті з прокатними валками, приводні двигуни валків (або кілька двигунів залежно від їх кількості), редуктори та шестеренні кліті. Решта обладнання, яке забезпечує виконання технологічного процесу прокатки, класифікується як допоміжне обладнання або допоміжні механізми.

До допоміжного обладнання належать механізми для регулювання зазору між валками (пресувальні гвинти), механізми для переміщення металу (роликові ковчеєри, канатний транспортер, контейнери та інші подібні

пристрої), обладнання для різання (різальні машини), а також механізми для накручення та розкручення (моталки) та інші елементи.

Прокатний стан це сукупність первинного агрегату для створення прокатного профілю, що також містить необхідні допоміжні пристрої.

Стани, призначені для виготовлення різних типів прокату (заготовок, сортової сталі, листів, рейок, труб тощо), значно відрізняються за конструктивними особливостями та складом обладнання.

Обтискні стани використовуються для обтискання злитків у квадратні заготовки — блюми, або які мають плоску форму— сляби.

Заготівельні стани здійснюють подальше обтискання сталевих заготовок квадратної форми.

1. Комплекс агрегатів здійснює прокатку сталі квадратного та круглого перерізу, тощо.

Система машин гарячої прокатки виготовляють листи різної товщини, а саме: листи великої товщини — більше 4 мм, листи середньої товщини — від 1 до 4 мм, листи тонкої товщини — до 1-4 мм.

Система машин холодної прокатки виробляють лист тонкої товщини, та полоси товщиною від 0,0015 до 4 мм.

Система машин по виготовленню рейки та балок висотою від 240 до 600 мм.

Система машин по виготовленню кільця для пасків використовуються для прокатки кільця.

Система машин по виготовленню дроту служить для виготовлення прутка діаметром від 5 до 9 мм.

2. За кількістю роликів: а) двоосні (рис.1.2, а); б) трьохосні (рис.1.2, б); в) чотирьохосні (рис.1.2, в); г) багатоосні (рис.1.2, г).

Двовалкові кліті є найбільш поширеним типом. Вони застосовуються в реверсивних обтискних і крупнолистових станах, а також у заготівельних і сортопрокатних станах.

У багатовалкових станах прокатними виступають лише два валки, тоді як інші виконують опорну функцію, зменшуючи пружну деформацію прокатних валків під час роботи.

3. За розміщенням валків: а) паралельні горизонтальній площині; б) паралельні вертикальній площині; в) під кутом; г) універсальні.

4. Залежно від кількості та розміщенню клітей: а) з однією; б) з багатьма: 1) прямі (рис.1.3, а); 2) один за одним (рис.1.3, б); 3) не мають розриву (рис.1.3, в); 4) з незначним розривом (рис.1.3, г); 5) навхрест.

З однією клітею мають велике використання як:

зажимні стани; стани які працюють в зворотньому напрямку для прокатки труб та холодної прокатки.

У лінійних станах всі кліті розташовані в одній лінії, працюють від одного двигуна і мають спільну шестеренну кліть. Такі стани переважно використовуються для прокатки сортового металу.

Ослідкові стани складаються з кількох клітей, розташованих одна за одною. Подібне розташування зазвичай застосовується в обтискних і прокатних станах для масивного листа.

Стани без зупинки процесу складаються з робочих клітей, що стискаються між собою через метал. Тому вони поділяються на 2 групи: чорнову та чистову. В чорновій відбувається початкове обтискання, а в чистовій — встановлення прокату до відповідних кресленню параметрів.

Чорнова обробка матеріалу може містити тільки одну реверсивну кліть, або пару клітей, розміщених як на рис. 1.3.

5. Відповідно до характеру роботи: а) що працюють в зворотньому напрямку та не регулюються; б) що працюють в зворотньому напрямку та регулюються; в) працюють в зворотньому напрямку та регулюються.

Величина прокатного стана залежить від радіусу прокатних валків. Величина трубопрокатного механізму залежить від зовнішнього радіусу труби, що переміщається в зону прокатки.

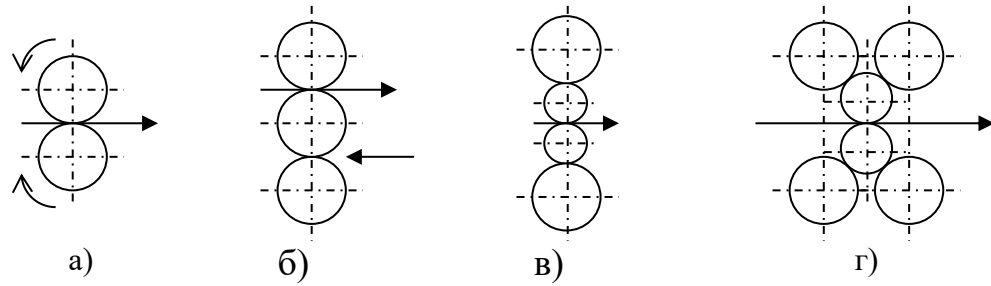


Рис.1.2. Властивості прокатних станів за наявністю валків.

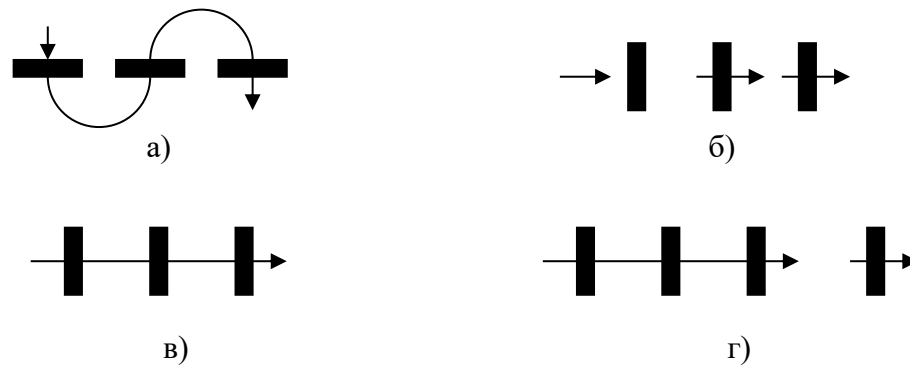


Рис.1.3. Властивість прокатних станів за розміщенням клітей.

В таблиці 1.1. показані характеристики прокатних станів, які задіяні на підприємствах України.

1.2 Технічне устаткування для прокатних станів

Головна процедура прокатки здійснюється за допомогою валків, розміщених у робочому відсіку, які крутяться (рис. 1.4). Схема руху, яка підходить рис. 1.4, а, показана на рис. 1.5.

Конструкція складається з рами 1, двох функціональних обертальних елементів 2, присувальний механізм 3, оберткових валів 4, мотору 5 і зубчастної оболонки 6.

Присувальний механізм використовується для транспортування верхнього функціональної осі у вертикальній траєкторії руху, щоб забезпечити необхідний рівень зажиму металевго матеріалу. Зубчатий механізм призначений для передачі обертowego руху від одного мотору на два або три валки. Вона являє собою зубчасту передачу, що утворюється з пари або трьох шестерень однакового діаметра, розташованих у закритому корпусі.

Шпінделі використовуються для пересилання обертowego моменту осьовому елементу від шестеренної оболонки. Кожен шпіндель оснащений шарнірами на обох кінцях. Сполучний механізм 8 задіяний для з'єднання мотора й зубчатого елементу. На конструкціях зворотної дії прокатних механізмів використовують дві моделі привода активної осі: спільна та одинична.

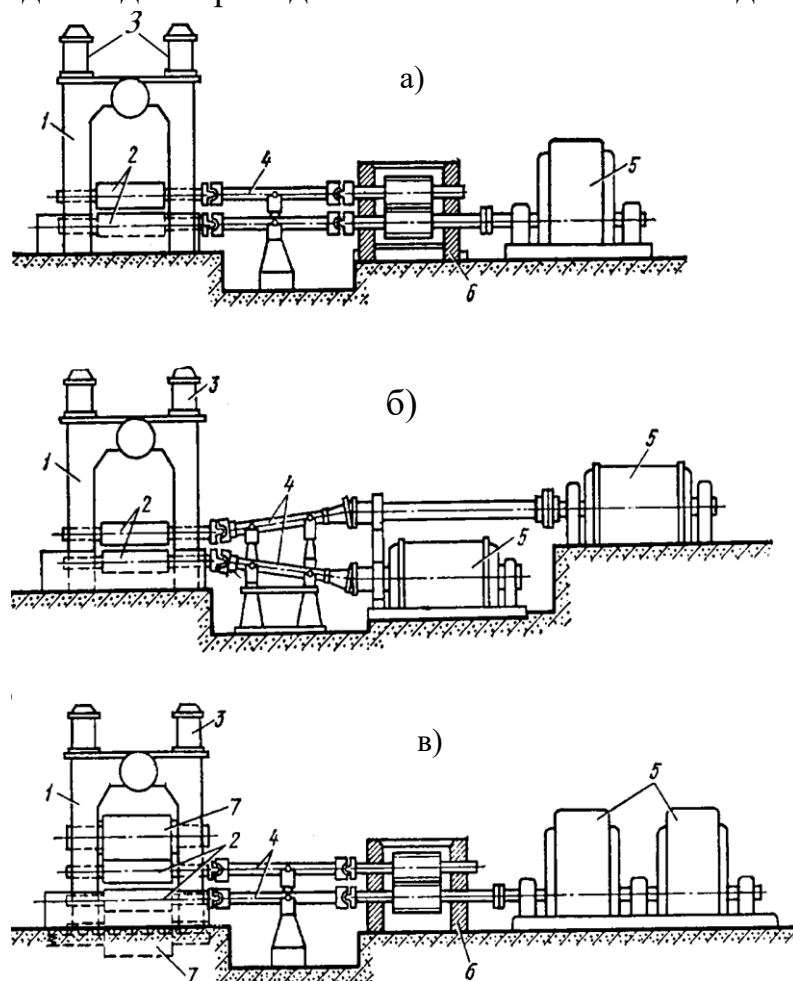


Рисунок 1.4. Обладнання робочої кліти стана

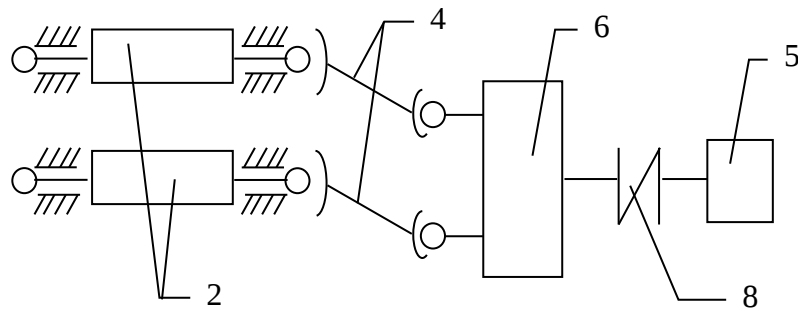


Рисунок 1.5. Кінематична схема привода кліті прокатного стану

позначення: 1 – станина; 2 – робочі валки; 3 – натискаючий пристрій; 4 - шпинделі; 5 – двигун; 6 - шестернева кліть; 7 - додаткові валки; 8 - муфта

При об'єднаному приводі ролики крутяться від одного двигуна через зубчастий механізм (рис. 1.4, а). В разі індивідуального приводу кожен робочий валок обертається від окремого двигуна, при цьому шестеренна кліть не використовується (рис. 1.4, б). В більшості випадків для листових агрегатів широко застосовуються чотирьохзначні ролики з двома несучими валками (рис. 1.4, в). У таких механізмах конструктивно важко реалізувати індивідуальний привод. Для підвищення продуктивності стану в цих випадках використовуються двоохвірні та триохвірні двигуни, з направленням моменту через зубчастий механізм.

1.3 Електрообладнання прокатних механізмів

Електричні машини. В електродвигунах агрегатів частіше потрібно застосовувати такі вимоги:

- поостійний запуск і гальмування;
- стрімкий перебіг перехідних процесів;
- великий спектр налаштувань швидкості;
- здатність витримувати більші навантаження від мінімальних.

Таблиця 1.1

Листопркатне обладнання індустріальних підприємств України

ПІДПРИЄМСТВО	Б Л М *	С Л Б	З Г Т	С Т М	С Т С	С Т К	Л П К	Л П С	Л П Т	Т Р	Р Б	К Б	Д Р	Х П
Алчевський металургійний комбінат	Х					Х	Х							
Дніпровський металургійний комбінат (м.Дніпродзержинськ)	Х				Х	Х	Х				Х			
Донецький металургійний завод	Х			Х	Х		Х							
Єнакіївський металургійний завод	Х		Х	Х	Х	Х							Х	
Запорізький металургійний комбінат "Запоріжсталь"		Х					Х	Х	Х					Х
Краматорський металургійний завод				Х		Х								
Криворізький металургійний комбінат "Криворіжсталь"	Х		Х	Х									Х	
Маріупольський металургійний комбінат "Азовсталь"	Х					Х	Х				Х			
Макіївський металургійний комбінат	Х		Х		Х	Х							Х	
Маріупольський металургійний комбінат		Х					Х	Х	Х	Х				Х
Нижньодніпровський трубопркатний завод (м. Дніпропетровськ)										Х	Х	Х		

* – примітки: БЛМ – блюмінг, СЛБ – слябінг, ЗГТ – заготовельний стан, СТМ – дрібносортний, СТК – середньосортний, СТК – крупносортний, ЛПК – товстолистовий, ЛПС – середньолистовий, ЛПТ – тонколистовий, ТР – трубний, РБ – рейко-балковий, КБ – колесобандажний, ДР – дротовий, ХП – холодної прокатки.

Електроприводи постійного струму відповідають відповідним вимогам до двигунів.

На більших за об'ємом прокатних станах застосовуються двигуни постійного струму, максимальна потужність яких варіює в таких діапазонах значень:

- 1) поточна напруга між пластинами на колекторі містить 10...20 В;
- 2) значенням лінійного струмового впливу в межах 200...2000 А/см);
- 3) механічним навантаженням на якір, обумовленим лінійною швидкістю в межах до 70 м/с);
- 4) значенням хорошої комутації (показник реактивної ЕРС у даних елементах комутації 5...8 В).

Збільшення номінальної продуктивності на одному якорі є ключовим показником розвитку технологій прокатних двигунів.

На сьогоднішній день потужність деяких електромоторів у прокатних станах сягає 20 000 кВт.

Останнім часом зростання потужності двигунів постійного струму стало можливим завдяки застосуванню новітніх технологій у створенні нових типів сталі та сплавів, полімеркомпозитних матеріалів, а також створенням нової електромагнітної структури електричних машин, зокрема застосуванню двохобмоткових і трьохобмоткових у якоря. Поліпшення з'єднання елементів у комутації досягається шляхом застосування компенсаційної обмотки. Інший спосіб збільшити відповідну потужність можна методом використання двохякірних двигунів, що вироблені в Україні або три- та чотириякірних

двигунів що вироблені за кордоном. Встановлені властивості можуть збільшити номінальну потужність. Однак, із підвищенням потужності двигуна зростає його момент інерції швидше за обертаючий момент. Тому оновлення основних електроприводів прокатних станів з орієнтацією на підвищення потужності в даний час досить обмежена і, як правило, супроводжується заміною двигуна на таку ж потужність і переобладнанням фундаменту.

Великими заводами, що виробляють двигуни є такі як “Електромеханічні заводи KLG”, які є структуроутворювальними.

Більш надійним використання асинхронних двигунів є потреба при нерегульованому електроприводі, які працюють великий часовий період не змінюючи режими обертання валу.

У прокатних станах асинхронні двигуни частіше використовуються для зміни швидкості у роликових механізмах. Більш частіше використовуються на виробництві двигуни асинхронні з короткозамкнутим ротором серії 4А.

При використанні зарубіжних моделей двигунів більшу популярність має фірма "Siemens" з двигуном типу 1LA. Для регулювання швидкості обертання вони можуть використовуватися з перетворювачами частоти.

Позитивним моментом у двигунах серії 4АМСУ для роликових механізмів є хороше значення номінального ковзання. Дані механічні властивості корегують з жорсткими умовами експлуатації роликових механізмів, а саме: а) пробуксуванню та проковзуванню металу; б) заклинюванню металу; в) тимчасовим зупинкам при перенавантаженні двигуна.

Можливість застосування синхронних двигунів у приводах повітряного відводу, насосних пристроях та різних типах компресорів великої потужності, а також в електродвигунах при чорновій обробці матеріалу. Потужність синхронних двигунів може досягати 50 МВА. Варто зазначити, що синхронні

двигуни стандартної будови володіють моментом інерції на 30-35% більший, ніж у двигунів постійного струму за тих самих умов.

Вентильні перетворювачі.

На лінії прокатного стану частіше використовують двигун постійного струму, що функціонує як 'керування теристорним перетворювачем - мотор'.

Тиристорні перетворювачі представлені у великій різноманітності, відрізняючись силовими схемами та методами управління.

Тиристорні перетворювачів схематично поділяються за такими ознаками.

1. Число вторинних фаз трансформатора: а) непарна кількість вторинних фаз б) подвоєна кількість вторинних фаз; в) в чотири рази збільшене кількість вторинних фаз. Також зустрічаються схеми з 18, 24 і 36 фазами. Збільшення кількості фаз обумовлено потребою скорочення пульсацій випрямленої напруги, підвищенням ефективності використання трансформатора, а також зниженням числа і рівня гармоній у первинному контурі.
2. Метод з'єднання тиристорів у блоці: однотактні (нульові) або двотактні (мостові) схеми підключення. Нині нульові схеми застосовуються переважно в приводах невеликої потужності (в яких додаткові струми менше 100 А), тому що вони створюють струміль однонаправленого підмагнічування, яке стає недоліком в даному випадку.
3. Метод підключення обмоток трансформатора: а) обмотки сходяться в центрі (трикутник) – обмотки сходяться в центрі; б) обмотки сходяться в центрі (трикутник) – перелив (подвоєний перелив); в) обмотки сходяться в центрі (трикутник) – подвоєно обмотки сходяться в центрі з урівнювальним реактором.
4. Якщо зкручені за методом "перелив" залежність між напругою і струмом таке саме як при з'єднанні "обмотки сходяться в центрі", але щоб добутися такої ж фазної напруги кількість витків трансформатора має бути збільшена в 1,16 разів.

5. Реверсивний або нереверсивний метод підключення тиристорних блоків (мостів). Існують різні варіанти з'єднання мостів. Детальніше про це буде сказано в п. 3.4.

При використанні силового з'єднання тиристорів потрібно ще компоненти, такі як трансформатори, з'єднавальні елементи, запускар двигуна, елементи управління та інше. Усі ці елементи об'єднуються в комплектний електропривод. Якщо в колі навантаження відсутні комутаційне обладнання та елементи управління, а метод керування простіший чи взагалі немає, дані силові елементи мають назву тиристорні агрегатами.

Енергетична частина складового електропривода включає в себе:

- тиристорний міст реверсивного або нереверсивного типу для живлення якоря двигуна;
- реактори анодного типу і самодіючий розмикач чи трансформатор низької напруги (при 380 В) (1-й варіант), або енергетичний трансформатор і щит вводу напруги високого значення (при 6-ти, 10-ти кВ) (2-й варіант);
- з'єднання тиристорів по схемі випрямлення з реакторами або з'єднання діодів по схемі випрямлення однофазної напруги обмоток збудження двигуна;
- енергетичну з'єднувальну апаратуру;
- систему керування та налагодження.

Використовуючи вітчизняні елементи автоматики електроприводів найбільш популярні в промисловості є електроприводи типу КТЭ.

Застосування тиристорних елементів керування електроприводом з звичайним повітряним охолодженням типу КТЭ застосовують для головних і другорядних механізмів, вони задіюють автоматичну зміну частоти оберту валу, його положення в механізмі, силу випрямленої напруги та ЕРС двигуна, а також натягу матеріалу. Номінальні напруги варіюються від 220 до 930 В, а номінальні струми — від 25 до 12500 А. Розрахункова напруга споживання

для потреб в цеху складає $3 \times 380 \text{ В} \pm 10\% - 15\%$ змінного струму. Межі настройки випрямленої напруги містять 100...0...100%. Найбільший струм перевантаження на протязі 15 секунд не повинен бути більше два номінальних струми. Виробляються на заводі в трансформаторному та реакторному виді. Метод управління електродвигуном — імпульсно-фазовий. Межі зміни значень за зворотнім зв'язком по електрорушійній силі є 25:1. Межа зміни швидкості (якщо задіяний прецизійного тахогенератора) — 100:1. Період реверсу напрямку в якорному колі має бути не більше 30 мс.

Відхилення значення струму у колі якоря не більше 10%. Швидкість наростання струму якоря підлягає регулюванню у межах від 40 до 100 встановлених значень (А/с). Відхилення від меж стабілізації швидкості обертання (за зворотним зв'язком по ЕРС) не перевищує 4%, коли використовується зв'язк обернений по швидкості — не більше 1%. Межі налаштування статичного струму якоря для електроприводів, керованих за потужністю та положенням, становить 10:1 при стабільній швидкості обертання.

Комплектні тиристорні електроприводи типу КТЭ мають такі типові виконання:

- За кількістю підключених двигунів: а) з одним мотором без прямолінійного контактора; б) з двома моторами із спільним спочиванням якірного кола; в) з декількома моторами; г) з одним мотором та прямим контактором; д) двигуни для управління давачами в колі збудження.
- За порядком роботи: а) односпрямований; б) двоспрямований з зворотнім рухом струму в місці збудження; в) двоспрямований з зворотнім рухом струму в якірній мережі.
- За взаємодією з постачальною мережею напруги: а) установочне виконання; б) виконання у виді трансормуючого пристрою.
- За вмістом вбудованих елементів системи: а) рухливе раптове гальмування; б) постанання струму на обмотку тахогенератора; в) постаяання струму на

електромагнітний тормоз; г) постачання струму на обмотки збудження електромашини.

- За видом автоматичної системи регулювання (АСР): а) не має в собі АСР; б) АСР по руху швидкості в одному пристрою; в) АСР по руху швидкості в двох пристроях г) АСР розміщення пристрою однозонна; д) АСР розміщення пристрою двохзонна; е) АСР руху обертання двохзонна; ж) АСР продуктивності однозонна; з) профільна АСР; і) АСР швидкості з елементом синхронізації по місьцю розташування; к) електронна АСР розміщення; л) АСР швидкості з оборотним ходом поля; м) АСР ключового привода затискного положення; н) АСР натягу із використаннями налаштувань швидкості; о) електронна АСР розміщення з електронною синхронізацією; п) АСР швидкості, що використовує механізи управління швидкісними параметрами; р) АСР міжструктурного зусилля; с) АСР доступного вальцування; т) електронна АСР динаміки; у) АСР динаміки руху двох двигунів з дією на збудження; ф) АСР оперативності та натягу; х) АСР оперативності зі складною структурою; ц) АСР руху із елементами управління дії початкового вальцування; ч) АСР руху зі ступереневим виконанням; ш) АСР динамікою кліті груболистого стана гарячого вальцування; щ) АСР міжклітевого напрудження з елемента подачі незмінних струмів; э) АСР динаміки монозони з декількома двигунами привода на 5, 10, 15 чи 20 електромоторів з подачею великого навантаженого; ю) АСР динаміки кліті стана гарячого вальцування з сумісним приводом валків.

Сучасна серія вмістких тиристорних електромоторів постійного струму КТЭ 4-го покоління була розроблена на основі виробів 3-го покоління з тотальним оновленням систем управління. Сучасна система управління зроблена у типі компактного моноблока, який встановлюється в силові щити модуля для струмів до 1000 А, а також в шафи керування для перетворювачів

з струмами від 1600 до 12500 А. В системі використовуються елементи від відомих міжнародних виробників, а саме Intel, Motorola, Texas Instruments, Burr Brown та інших.

Цей блок керування є уніфікованим для всіх типів КТЭ на струми від 10 до 12500 А. Він дає можливість модернізувати застарілі моделі споживачів шляхом заміни лише системи керування, при цьому зберігаються силова частина, трансформаторно-реакторна і релейно-контакторна частини перетворювачів. Специфіка нових пристроїв є застосування двопровідної оперативної мережі. Зразком виконання зарубіжних електромоторів постійного струму є тип SIMOREG DC MASTER компанії SIEMENS. Продуктивність цих приводів, як прямої дії, так і зворотної дії, змінюється від 6,3 кВт до 2000 кВт. Межі потрібних струмів мають показники від 15 А до 2000 А, з властивістю зростання до 10 000 А за сприянням паралельного виконання перетворювачів (до 5 блоків). Напруги живлення у межах від 400 В до 830 В.

Загальними плюсами SIMOREG DC MASTER є добра точність і оперативність, що досягається завдяки використанню цифрової мікропроцесорної техніки: електронна структура імпульсно-фазового управління (ЕСІФУ) для перетворювача тиристорного зворотної дії у колах струму якоря; ЕСІФУ для незворотної дії перетворювача тиристорного у колах струму активації; електронні лінії для струму якоря, динаміки, струму активації та ЕРС.

В єдиному мікропроцесорному пристрої містяться завдання двох систем управління — електродвигуном та інженерною системою.

Клапанні електромотори змінного струму переважно мають потребу у металургійному виробництві для роботи допоміжних механізмів. Найпоширенішими є електроприводи за схемою "змінювач частоти — асинхронний мотор", які основані на перетворювачах напруги з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ).

Перетворювачі виготовляються з використанням IGBT транзисторів, які мають такі максимальні параметри: 3,3 кВ, 1200 А, 2400 А; 4,5 кВ, 3,6 кА; 6 кВ, 1,2 кА. Мають практичне використання і IGCT транзистори з властивостями 4,5 кВ і сила струму до 4 кА.

Застосовуючи українські частотні електромотори, мають попит типу на IGBT транзисторах моделі ПЧ (підприємство Запорізький завод “Перетворювач”), з потужністю в діапазоні 1,5...400 кВт і номінальним струмом від 8,0 до 630 А. Діапазон регулювання вихідної частоти становить 0,1...50(400) Гц, а вихідна напруга може варіюватися від 0...220 В до 0...380 В. Тактова частота ШІМ – від 1 до 16 кГц, а коефіцієнт потужності не нижче 0,93. На вітчизняному ринку застосовують електромотори компанії “Тріол”:

- **АТ03** – енергетичні (перетворювальні) електромотори для великих машин і механізмів на основі ПЧ з напругою живлення 0,4 кВ (160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 750, 950, 1250, 1500, 1600 кВт);
- **АТ07** – енергетичні (прямої дії) електромотори для мережевих і потокових насосів більшої здатності (1600–5000 кВт, 6 кВ);
- **АТ09** – енергетичні (перетворювальні) електромотори на базі ПЧ з напругою живлення 0,66 кВ і більше (400, 800, 1250, 1600 кВт);
- **СТ10** – енергетичний синхронний електродвигун для зміни руху по частоті і самодіючого керування режимами помпи, провітрювачів, витяжних вентиляторів та інших варіантів механізмів (320, 400, 500, 630, 1000, 1250, 1600 кВт);
- **АТ04** – багатофункціональні електромотори для різнопланових промислових машин і механізмів, також для пристроїв з посиленими потребами до статичних і динамічних властивостей (5,5; 7,5; 11; 15; 22; 37; 55; 75; 90; 110; 132; 160; 200; 250; 315 кВт);
- **АТ05** – високошвидкісні електромотори для технологічних пристроїв з посиленими потребами до управління при чотириквadrантному керуванні (5,5; 7,5; 11; 15; 22; 37; 55; 75; 90; 110; 132; 160; 200; 250; 315 кВт);

- **АТ06** – просторово-орієнтовані електромотори для помпових станцій тепло- та водозабезпечення (5,5; 7,5; 11; 15; 18,5; 22; 30; 37 кВт).

Зразком використання зарубіжних електромоторів є частотний електромотор фірми SIEMENS типу SIMOVERT Masterdrives Vector Control з атмосферним охолодженням та 6-імпульсною напівпровідниковим контуром на вході, використовується для роботи з постійним і змінним моментом натиску. Незмінний перетворювальний пристрій частоти з міжетапним обрисом постійної напруги володіє потрібною потужністю від 2,2 до 2300 кВт і замовляється як у щитовому виконанні, так і вставленому виконанні, з межею захисту від IP00 до IP54 (для атмосферного охолодження) або IP65 (для гідросистемного охолодження). Виготовляються на підприємстві і альтернативні частотні електромотори, зразки широко використовуваних в металургійному виробництві показано в таблиці 1.2

Таблиця 1.2

Зразки частотних електромоторів

Країна	Фірма	Приклад моделі
Австрія	STROMAG	MICROSYN
Великобританія	CONTROL TECHNIQUES	COMMANDER-GP, UNI-VTC
Данія	DANFOSS	VLT
Німеччина	SIEMENS	SIMODRIVE
Німеччина	LENZE	9100
Німеччина	AEG	A900
Польща	APATOR CONTROL	AMD-F
США	ALLEN BRADLEY	VAGER
Франція	SCHNEIDER	ALTIVAR
Швеція	ABB	ASC
Японія	OMRON	3G3
	MITSUBISHI	FR

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Актуальність розробки автоматизованої системи

За офіційними даними, рівень зносу обладнання в середньому складає 30-60%. Повністю зношена шоста частина всіх виробничих фондів, а за останні десять років щорічно оновлюється не більше 3-3,5%. Зростання цін на електроенергію та контроль якості електроенергії створюють нові проблеми для виробництва, що призводить до його нерентабельності в умовах вільного ринку. Значною мірою оновлення та рентабельність виробництва залежать від впровадження можливостей сучасних інтегрованих електроприводних систем і нових високоавтоматизованих технологій.

На даний момент технологічні машини та комплекси характеризуються високою вартістю через їхні широкі функціональні можливості, складність і різноманітність засобів автоматизації, на основі яких вони створюються, тривалий термін їхнього проектування, великі матеріальні витрати на проведення експериментальних досліджень, а також на створення макетів машин, систем і окремих елементів.

Особливе місце в проектуванні автоматизованих систем займає дослідження та обґрунтування прийнятих рішень щодо взаємного узгодження обладнання в складі комплексу.

Рішення цієї проблеми в значній мірі пов'язане з спільним проектуванням технічного об'єкта та автоматизованої системи управління. Успіх вирішення поставлених завдань визначається вибором принципів побудови та організації системи управління, взаємодії окремих модулів технічного об'єкта, детальним розглядом окремих підсистем і водночас їх аналізом з точки зору нерозривного єдності в складі однієї системи управління, з урахуванням технології виробництва продукції.

Рішення проблеми ускладнюється, коли необхідно одночасно здійснювати управління кількома координатами технічного об'єкта, що мають сильну взаємозв'язок між собою. Теорія багатозв'язних систем управління здебільшого базується на методах, які призводять до систем з складною структурою перехресних коригувальних зв'язків. Таке «переплетення» систем перехресними зв'язками викликає суттєві складнощі при реалізації та експлуатації систем. Це пов'язано з використанням поширеної схеми розв'язання задачі синтезу системи, для якої вважається заданим незмінний об'єкт, для якого вибирається інформаційна система і регулятори. Такий підхід є неперспективним для проектування систем управління складними технічними об'єктами. "Об'єкт", інформаційну систему та регулятори слід розглядати з єдиних позицій вирішення завдань структурного та параметричного синтезу єдиної системи, виходячи з цільової функції та заданих обмежень. Завдяки цьому підходу з'являється реальна можливість не лише проектувати системи управління з заданими характеристиками, але й значно спрощувати їх технічну реалізацію та експлуатацію, незважаючи на їх складність у функціональному описі.

В загальному випадку необхідно розглядати ці системи як нестационарні, тому для них слід застосовувати методи адаптації, які виключають вплив нестационарних властивостей системи на динамічні помилки. Проведені дослідження дає можливість зробити заключення про актуальність розробки інформаційного та програмного забезпечення як з коонцептуального підходу так і з практичної застосування.

У теперішній час спроектовані методи та алгоритми, які забезпечують виконання: тестувати спосіб роботи складних автоматизованих систем; оцінювати їх досконалість; застосувати найбільш продуктивне рішення; аналізувати хід роботи ситемив динаміці, які мають елементи з нелінійними властивостями; обчислювати ефективні процеси при наявності обмежень; аналізувати хід проходження стохастичних процесів тощо. В таких умовах

перспективними напрямками підвищення ефективності проектування автоматизованих систем є створення та впровадження нових сучасних технологій у галузі моделювання, не тільки з використанням класичних методів, але й із застосуванням еволюційних алгоритмів та методик візуального моделювання. Розглянутий у роботі комплекс завдань сформульований в контексті проблеми вдосконалення методів та засобів комп'ютерного структурно-параметричного синтезу та дослідження. Основою концепції прийняття оптимальних рішень є блочно-модульна побудова, структурні перетворення та візуалізація динамічних процесів, уніфікація моделей компонентів, оцінка вартості засобів автоматизації та використання сучасних програмних засобів.

У роботі комплексно вирішено низку важливих завдань, що дозволяють здійснювати синтез, дослідження та оптимізацію автоматизованих систем із застосуванням комп'ютерних технологій, які враховують особливості їх побудови та всі режими роботи в технологічному комплексі. Це сприяє значному підвищенню ефективності проектування, зменшенню технологічних втрат на етапі експлуатації з урахуванням взаємодії системи з технологічним середовищем та впливу випадкових факторів. Один з основних шляхів підвищення надійності технічних систем, широко використовуваних на практиці, полягає в підвищенні рівня їх безвідмовності. Це досягається за допомогою використання більш надійних компонентів і застосування різних видів надлишковості. Однак конструктивні, схемні та технологічні можливості такого підходу мають обмеження, особливо для складних систем. Добрі перспективи для підвищення як надійності, так і загальної ефективності використання складних взаємопов'язаних електромеханічних комплексів, до яких відносяться прокатні стани, відкриваються через вдосконалення їх технічного обслуговування під час експлуатації. Також слід відзначити, що аварійні ситуації та поломки обладнання часто виникають через прорахунок оператора у робочій зоні керування. На протязі робочого дня оператори

системи повинні працювати в складних умовах та швидкому руху обладнання, брати до уваги багато різних параметрів обладнання, які постійно міняються в відповідності від прокатного асортименту, екстернальних втручань та багатьох інших факторів. Розробка, виготовлення та впровадження автоматизованих систем управління обладнанням прокату та інформаційної підтримки процесу прокатки в прокатному виробництві дозволить підвищити надійність роботи технологічного обладнання та запобігти аварійним ситуаціям. Воно дає можливість надходження об'єктивної інформації про виконання виробничого процесу, зміщення від запрограмованих параметрів, неординарні ситуації, що, в свою чергу, покращить керованість процесом, технологічну дисципліну та дозволить покращити якість і властивість прокату.

Функціональна структура системи має ієрархічну будову і складається з двох рівнів:

- Нижній рівень, на якому виконуються функціональні завдання прийому та передачі сигналів струму зв'язку з механізмом (сенсорами, модуль електроприводу тощо).
- Верхній рівень, на якому виконуються завдання обробки інформації, обмін даними з оперативними працівниками на лінії та обмін даними з додатковими автоматизованими системами управління.

До функцій нижнього рівня належать:

- Прийом від сенсорів і схеми електромотора інформації про актуальні на даний момент значення властивостей прокатки та стан механізмів клітей.
- Моніторинг переміщення заготовок.
- Порівняння нижньої межі значень у зоні валків з актуальними значеннями перед запуском кожного пропуску в чернових та чистових клітях і формування захисних впливів на механізми стана, що перешкоджають виникненню небажаних перевантажень обладнання.

- Програмоване обмеження швидкості, заданої оператором, до рівня, що забезпечує зупинку натискного механізму при досягненні мінімально допустимого значення.

До функцій верхнього рівня належать:

- Прийом від АСУ цеху змінного наряд-завдання на прокатку, які мають дані дані на виході та показники запиту партій заготовок для прокатки в черговій зміні.
- Швидке редагування введених даних наряд-завдання за розпорядженням працівників на пульті керування.
- Аналітичний супровід заготовок по лінії прокатної ділянки.
- Скоординована індикація на ділянці керування необхідної множини вихідних даних, обчислених та актуальних значень технологічних властивостей прокатної сировини.
- Отримання і аналіз даних від операторів центру керування щодо зміни режимів роботи та корекції окремих налаштувальних параметрів системи.
- Систематичний запис у електронному вигляді для кожної прокатної заготовки множини вихідних даних, обчислювальних та реальних значень технологічних властивостей на кожному елементі прокатки в зоні чергової та чистової обробки.
- Надходження відповідного сигналу на ділянці керування та запис в електронній формі подій, що говорять про недотримання мінімально допустимих даних розв'язки валків.
- Запис у електронному вигляді подій втручання операторів у хід виконання роботи керування.
- Подача на друк необхідної інформації елементів зареєстрованих даних за вимогою оперативного працівника.
- Періодичне направлення потрібних фрагментів облікованих даних в АСУ цеху.

Потрібно зауважити про два підходи технічної структури розробленої системи. Перший підхід потребує задіювання промислового комп'ютера з елементами керування для зв'язку з об'єктом, що має мету забезпечити дію двох ступенів функціональної структури. Марка та тип ПК, а також номенклатура модулів УСО визначаються на етапі технічного проектування. Другий варіант передбачає використання ПК і програмованого контролера для зчитування сигналів з віддалених сенсорів та управління виконавчими механізмами, які знаходяться на відстані від центрального процесора та мають у структурі з'єднання до мережі цеху. На основі ПК створюється робоча станція для виконання завдань граничної межі функціональної структури. Марка, тип ПК і контролера також визначаються на етапі технічного проектування.

Як засоби вводу та показу даних на екран можуть бути застосовані типові клавіатури і монітори виробничого типу, з'єднані з робочих компютерами операторів, що контролюють хід проходження технологічного процесу.

До елементів заміру та нагляду технологічних властивостей відносяться сенсори контролю положення металу, сенсори тиску прокатки та інші пристрої, що беруть участь у технологічному процесі. Щоб дозволити роботу системи без збою та уникнення аварійних ситуацій на стані використовуються джерела стабільного живлення, що забезпечують збереження даних та коректне завершення роботи системи навіть при аварійному відключенні живлення.

Економічну доцільність отримують завдяки факторам:

- Попередження поломок механізмів;
- Збільшення результативності роботи внаслідок зменшення часу його простоїв через непередбачувані зупинки при пошкодженнях;
- Подовження часу служби електро- та механічного обладнання стану завдяки регулюванню навантажень обладнання і дотриманню енергетичних обмежень;

- Покращення керованості процесом і технологічної дисципліни завдяки моніторингу металу і забезпеченню операторів, що контролюють хід роботи вихідними даними поданими за час роботи зміни, а також даними проходження технологічного процесу.

Усе вищезазначене підтверджує актуальність та ефективність впровадження автоматизованих систем управління обладнанням і інформаційної підтримки процесу прокатки в прокатному виробництві.

2.2 Опис обладнання технологічної лінії

Оборудування технологічної лінії включає установку ножиць з механізмами для різання, зажиму та зміни касет з ножами, трайбер перед ножицями, а також пристрої для повітряного охолодження. Перед ножицями розташований трайбер з пневмоприводом для зажиму, який використовується для вимірювання довжини прокату, а також безконтактний датчик, що дублює вимірювання довжини за допомогою вимірювального ролика. Обладнання маслопідвалу включає циркуляційну систему змащення, систему пластичної змазки та насосну станцію для гідроприводів зажиму та зміни касет. Схема розташування обладнання наведена на рисунку 2.1.

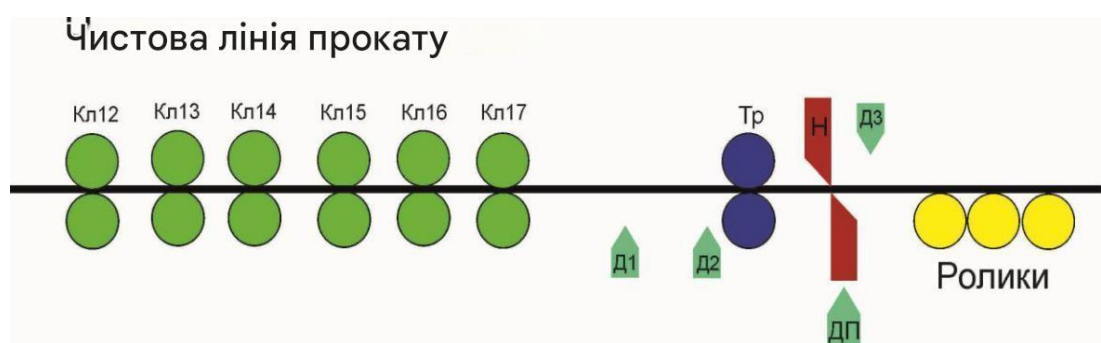


Рисунок 2.1 Схема розташування обладнання

де,

Тр – трайбер;

Н – ножиці;

Д1-3 – фіксує початок і закінчення раскату;

ДП- датчик положення ножниць;

У роботі подано опис об'єкта управління – ділянки ножиць стану, розглянуто завдання автоматизованого управління, представлена структура комплексу технічних засобів та програмованого управління, а також описано апаратну реалізацію на базі технічних засобів компанії Siemens. Впровадження цієї системи управління дозволило досягти необхідної продуктивності ділянки в рамках реконструкції стану.

2.3 Структура системи керування групою технологічних операцій

Функціонально технічні засоби управління поділені на три основні групи:

- управління регульованими приводами через локальну мережу PROFINET DP (RS485) за допомогою дискретних вихідних сигналів контролера з обробкою вхідних сигналів датчиків та пульта оператора (обладнання, що працює в циклі технологічного процесу лінії різання) – група 1;
- управління нерегульованими приводами за допомогою релейно-контакторного управління для операцій налаштування та зміни ножів з подачею інформаційних та блокувальних сигналів до контролера – група 2;
- управління електрообладнанням маслопідвалу з робочих місць та видача сигналів оповіщення і діагностики оператору – група 3. Структура системи показана на рисунку 2.2.

АСУ технологічним процесом у зоні роботи ножиць передбачає можливість вибору оператора між режимами ручного та автоматичного управління групою технологічних операцій і включає такі підсистеми:

- АСУР – управління вмиканням та вимиканням рольгангів технологічної лінії;

- АСІD – вимірювання відрізної довжини при розрізанні раскатів;
- АСЗD – задання відрізної довжини раскатів з урахуванням температури металу;
- АСУD – управління позиціонуванням при розрізанні раскатів;
- АСУН – управління механізмами різання ножиць та трайбера під час різу;
- АСУО – управління охолодженням обладнання;
- АСКD – контроль і діагностика стану обладнання.

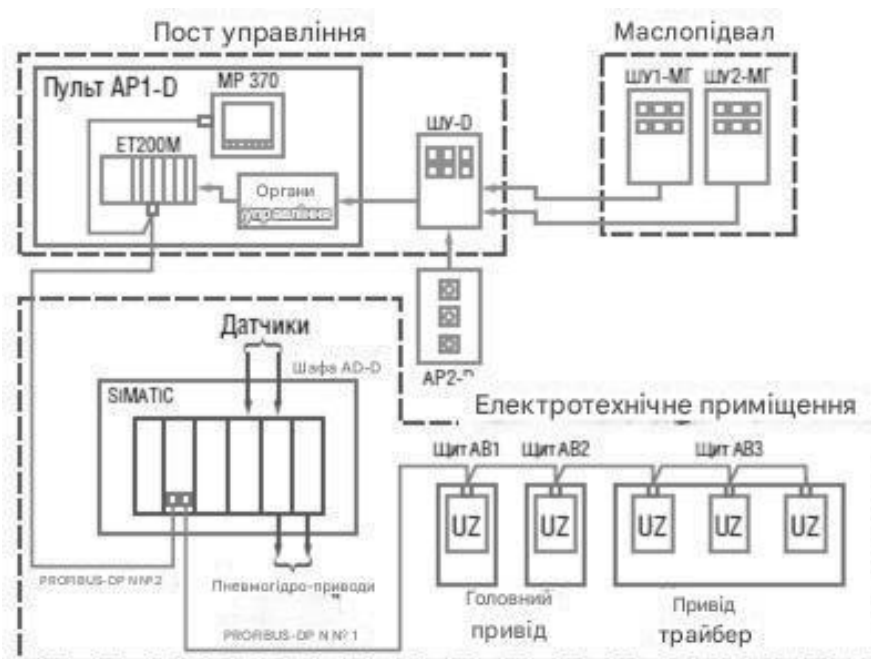


Рисунок 2.2-Структурна система

Підсистема АСУР керує функціями послідовного вмикання секцій рольгангів при надходженні раскатів з дотриманням необхідних блокувань.

У підсистемі АСІD вимірювання відрізної довжини здійснюється за допомогою періодично прижимаемого до раскату вимірювального ролика з імпульсним датчиком або за допомогою безконтактного лазерного датчика, в залежності від вибору оператора.

У підсистемі АСЗД відбувається коригування встановленої відрізної довжини при температурі 20°C з урахуванням температури раскату T (°C), вимірної безконтактним стаціонарним пирометром перед ножицями за формулою: $T = 20 (1 + 0,000012 (T - 20))$.

Вимірювання проводяться періодично за ініціативою оператора шляхом натискання кнопки на програмованій панелі. АСУД здійснює автоматичне позиціонування відрізаної частини раскату на трайбері, використовуючи інформацію про поточну довжину з АСІД та задану довжину з АСЗД. При цьому величина шляху гальмування раскату визначається з урахуванням встановлених параметрів швидкості та темпу уповільнення при гальмуванні. АСУН передбачає режими управління «Робота», «Зміна ножів», «Повзуча швидкість». У режимі «Робота» з урахуванням особливостей однокривошипного механізму різання передбачено реверсивний режим траєкторії руху верхнього ножа між двома початковими положеннями з синхронізацією обертання ексцентрика коливного рольганга. АСУО забезпечує ручний та автоматичний режими оперативного управління подачею води та повітря в форсунки охолодження касет з ножами вимірювального ролика. АСКД виконує контроль і діагностику стану обладнання з відображенням інформації на екрані панелі оператора.

2.4 Вимоги до системи АСУ

АСУ ножицями має володіти властивостями:

- обчислення найкращого ходу різання металу на вимірні сировину з оптимальними рухами ріжучого елементу та обліком заготовок непотрібної довжини;
- покращене різання розгортки матеріалу;
- зменшення кількості помилок під час різання;
- покращення якості обліку металу в приміщенні робочої зони;

- нагляд за обладнанням в цеху;
- удосконалення режиму роботи персоналу.

Порізка металу даного зразка є послідовна: даний метал являється плоский, таким чином розкрій проводиться по одній координаті — довжині. Однак робота виконання завдання складніша, тому що розкрій відбувається на етапі реального часу прокатки, тобто у час постачання розгортки матеріалу до зони ножиць його точна довжина ще не відома, оскільки прокатка ще не завершена. Даний потрібний параметр для знайдення потрібного етапу розкрою залежить від типу металу, способу прокатки, а ще і від неочікуваних факторів сумарних пресувань раскату валками стана під час прокатки.

При виготовленні прокату застосовуються ножиці на різних етапах. Порізка металу на будь-якому з цих етапів відбувається за відповідною послідовністю, тобто покращення ходу розкрою здійснюється за відповідними параметрами та орієнтирами.

Обчислення схеми порізки металу в даних системах відбувається за розрахунком економіко-математичних методів, що не постійно дає хороший результат. Коли потрібно удосконалити порізку суттєве значення має коректність вимірювання параметрів виробничого процесу, тому що дані параметри є потрібними показниками для побудови плану порізки. Удосконалення порізки металу забезпечує велику економію матеріалу, що впливає на собівартість виробленої продукції та прибуток металургійного підприємства. Тому, спроектовані системи подібного типу мають високу рентабельність.

Участок розподільних ножиць, як і будь-які сегменти прокатного стану з тривалими технологічними лініями, має бути обладана пунктом керування для оператора з надходженням усіми потрібними відомостями про технологічний процес також потребу у управлінні об'єктом в мануальному та програмованому режимах, з першочерговістю участі оператора при запуску окремих функцій керування.

Керування групою обладнання пристрою ножиць в робочому режимі повинно включати:

- вимірювання довжини раскату, що поступає за лінію відрізання ножиць;
- позиційне управління трайбером перед ножицями з заданою точністю для різу відповідно до програми поділу раскатів;
- згода оператору запускати цикл автоматичної роботи ситеми основного приводу та качаючогося рольганга (опускання під час різу і підйом після порізки) у узгодженому позиційному регламенті;
- запускати атмосферне охолодження в вказаній послідовності та на потрібний для роботи час.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

РАЗРАБОТКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

3.1 Вибір обладнання

Загальні відомості про обладнання

Оскільки наше підприємство в галузі автоматизації співпрацює лише з компанією SIEMENS, вибір обладнання для нашої системи буде обмежено продукцією цього виробника.

З електричного обладнання у нас є асинхронний трифазний електродвигун механізму ножиць SIEMENS: $U=400\text{В}$, $P=450\text{кВт}$, $I=832\text{А}$, $n=0-720\text{об/хв}$, а також асинхронний трифазний двигун трайбера SIEMENS: $U=400\text{В}$, $P=45\text{кВт}$, $I=82\text{А}$, $n=0-988\text{об/хв}$.

Інвертори для двигунів ножиць і трайбера підключені до одного випрямляча з активним інтерфейсним модулем. Цей частотний перетворювач дозволяє забезпечити необхідні характеристики розгону та гальмування з рекуперацією енергії в мережу.

Для розробленої системи керування використовуватимемо модульний принцип від SINAMICS S120.

Адаптивна, секційна структура приводів для обтяжливих завдань. Структура приводів SINAMICS S120 задіяна для вирішення великого обсягу завдань у верстатній індустрії та машинобудівній. Різноманіття різних технічних модулів і технологічних операцій дає можливість знаходити найбільш підходяще рішення для будь-якого виробничого використання. Конвертори SINAMICS S120 випускаються в модифікаціях для індивідуальних або багатомоторних приводів. Користувач може вибрати будь-який спосіб регулювання — скалярний, векторний або сервопривод, при

цьому апаратна частина не змінюється. Межі потрібних потужностей змінювачів частоти SINAMICS S120 мають значення від 0,12 до 4500 кВт.

SINAMICS S120 може поставлятися з різними концепціями охолодження, що дозволяє оптимізувати конструкцію електрощитів. SINAMICS S120 — оптимальний вибір для гнучкості та рентабельності.

SINAMICS S120 дає високу продуктивність в упаковочних машинах, термопласт-автоматах і екструдерах, друкарських та папероробних машинах, підйомно-транспортній механізмах, роботизовані пристрої та маніпулятори, верстат для обробки металу, прокатних установка, ткацькому та ковальському обладнанні.

За даними властивостями елементи SINAMICS S120 використовують для встановлення в корпус. Даним корпусом в основному є контрольна панель, яка дає можливість захиститися від прямої дії та будь-яких впливів навколишнього оточення. Дане обладнання відповідають вимогам стратегії ЕМС.

Сукупний вигляд електрошкафа показано на рисунку 3.

3.2 Вибірка датчиків знаходження металу

В індустрії вимірювальної техніки вимагається мати специфічні методи встановлення розходу та швидкості руху. В даному випадку допустимі похибки мають значення не більше одного відсотка, а можливо потрібно і однієї десятої відсотка. Електроннооптичні лічильники витрати та швидкості, які спрацьовують по принципу оптичного ефекту Доплера, вони задіюють відповідний стан розсіяного світла.

Сенсори Simatic PX є дистанційними вимикачами, що не мають елементів схильних до механічного стирання, та в більшості випадків нечутливі до дії навколишнього оточення, тому задіюють в виробничих етапах

роботи з більшими вимогами у багатьох напрямках автоматизації, наприклад, для:

- вимірювання рівня, відстані до об'єктів;
- виявлення об'єктів;
- обчислення кількості елементів.

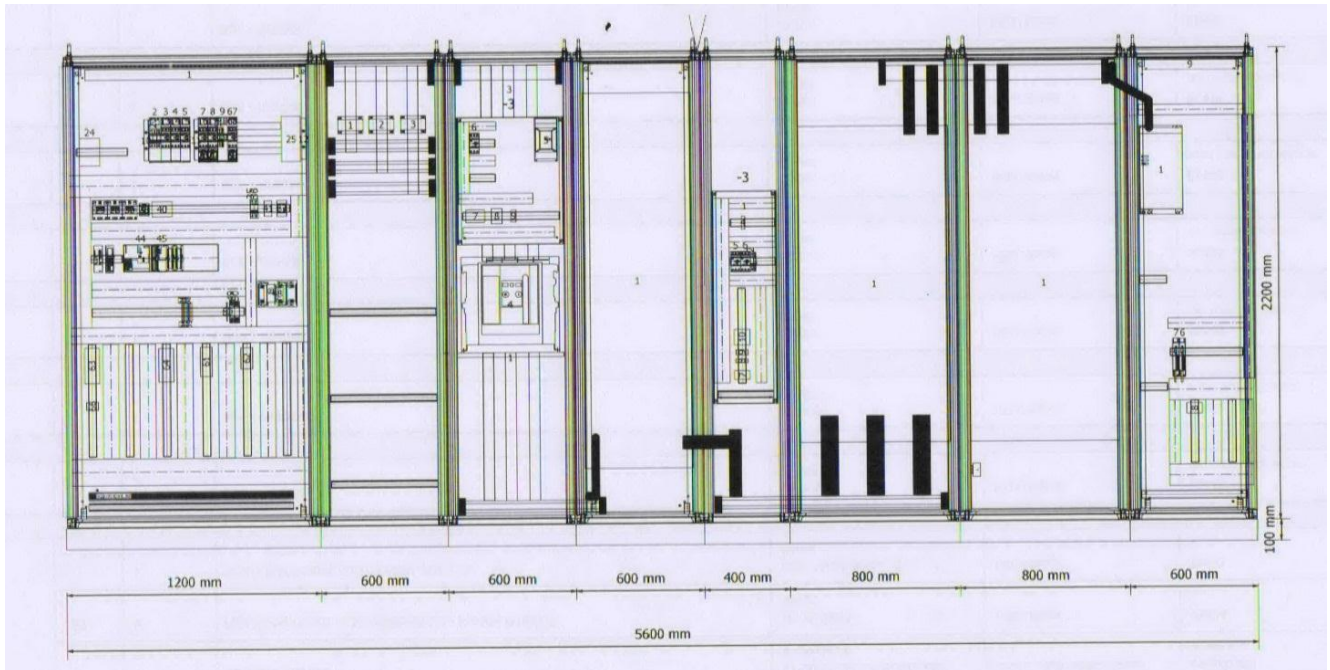


Рисунок 3.1 -Загальний вигляд електрошафи

- контроль розривів;
- встановлення меж висоти, відтінок, розміщення елемента.

Дистанційні давачі класифікують на 4 типи:

- сенсори звуку високої частоти Simatic PXS;
- Фотоелектричні сенсори Simatic PXO;
- симптоматичні сенсори Simatic PXI;
- обсягові сенсори Simatic PXC.

Сенсори звуку високої частоти Simatic PXS застосовуються в тих випадках, коли потрібно визначити як інтервал до елемента, так і присутність самих елементів. Вони можуть реєструвати різноманітні поверхні: тверді,

рідкі, зернисті або порошкоподібні. Всі плоскі та гладкі поверхні, навіть на значній відстані, виявляються без проблем.

Принцип роботи цих датчиків полягає в циклічному випромінюванні ультразвукових імпульсів. Коли імпульс відбивається від об'єкта, утворюється ехо-сигнал, який приймається та перетворюється в електричний. Сенсори функціонують в повітряному середовищі, вимірюючи час проходження відбитого сигналу.

Для розширеної налаштування ультразвукових датчиків компактних типів M30 K2, M30 K3 і M18 застосовується адаптер для ПК SONPROG. За допомогою програмного забезпечення можна реалізувати наступні функції для датчиків:

- перевірка параметрів;
- зміна параметрів;
- "навчання" датчика.

Фотоелектричні дистанційні сенсори Simatic PXO знаходять всі металеві, дерев'яні або синтетичні елементи незалежно від їх внутрішньої будови. Використовуючи кольорових вразливих сенсорів Simatic PXO можна розпізнавати маркування, а також оцінювати різні кольори та відтінки. Лінійний лазерний сенсор дає можливість точно обрахувати відстає до елементу та дає можливість контролювати розташування. Датчик Simatic PXO400 K20 у компактному корпусі реєструє навіть прозорі об'єкти.

Дані сенсори відзиваються на зміну кількості отриманого ними освітлення. Світловий промінь, що видає пучок світла діодом, переривається або відзиркається від елемента, що фіксується.

Датчики відбивної дії є простим типом, які дають можливість визначати елементи на малій відстані. Фотоелектричне реле відбивної дії має додаткові

фільтри, які не використовують перешкоди від будь-яких інших елементів. Керуючий пристрій лінійної дії дає змогу розпізнати елементи на великому інтервалі завдяки відповідному розміщенню отримувача та випромінювача.

Індуктивні сенсори Simatic гарантують економічний метод дистанційного розпізнання металевих елементів. Дані сенсори застосовують більш в умовах високих потреб до надійності, достовірності активації, великого часу експлуатації, періодичності комутації тощо. Зовнішній вид сенсор показано на рисунку 3.2.



Рисунок 3.2 - Загальний вид давача

Механізм дії сенсора полягає в генерації високочастотного змінного поля, яке відбивається від активної робочої зони самого сенсора. При підведенні елемента до цієї зони сенсор спрацьовує.

Переваги датчика:

- підключення датчиків IQ Sense здійснюється за двопровідною схемою (постачання живлення та сигналу через один кабель);
- довжина кабелю до 50 м;
- налаштування та діагностика датчиків через інструментальне середовище

STEP7;

- можливість здійснювати «навчання» датчиків за допомогою функції Intelli Teach, зберігати дані в ПЛК і завантажувати параметри в датчики;
- можливість заміни датчиків в робочому режимі без втрати параметрів «навчання».

Для підключення сенсорів до контролера та двигуна використовується модуль датчиків SMC30. Зовнішній вигляд показано на рисунку 3.3



Рисунок 3.3- Модуль SMC30.

3.3 Вибір енкодера

Задача вимірювання швидкості обертання виконуваних механізмів шляхом визначення кута повороту вала двигуна є однією з найпоширеніших в автоматизації.

Енкодер, або сенсор зміни оберку кута, — це електромеханічний елемент, який використовується для вирішення цієї задачі, тобто перетворення кута повороту вала в електричний сигнал. Енкодери можуть бути оптичними, резистивними, магнітними та іншими. За принципом визначення кута повороту об'єкта енкодери класифікуються на покрокові та незмінні. Незмінні енкодери дозволяють визначати поточне положення осі обертання в будь-який момент часу, навіть після відключення живлення. Вихідним сигналом

абсолютних енкодерів може бути звичайний двійковий код або код Грея. Для передачі отриманих даних і налаштування енкодера використовують протоколи, такі як PROFIBUS, CAN, DeviceNet тощо. Абсолютні енкодери мають більшу функціональність, але й вищу ціну. Тому на практиці більшу популярність здобули інкрементні енкодери. Інкрементний енкодер генерує певну кількість імпульсів за один повний оберт вала. Якщо обертання вала зупиняється, то й імпульси більше не генеруються. Величину кута повороту визначають шляхом підрахунку кількості імпульсів від початкової позиції до необхідної. Швидкість обертання вала обчислюється як кількість імпульсів за одиницю часу (обертів на хвилину). Зазвичай вихідний сигнал інкрементного енкодера має дві лінії, в яких два ідентичні порядки імпульсів зміщені на 90° один відносно одного, що дає змогу визначати вектор обертання. Також є третій вихід для нульової мітки, який дозволяє визначити несумнівне положення вала, оскільки після вмикання положення вала невідоме. Для формування імпульсів інкрементний енкодер має диск з поділами, що встановлений на валу і визначає його положення, а також пристрій для зчитування цього положення.

Зчитування можна здійснювати за допомогою механічних, оптичних або магнітних датчиків. Положення диска (кут повороту) кодується чергуванням двох типів областей на диску, які визначаються за допомогою датчиків. Для визначення вектору кручення використовують другий датчик, який зміщений відносно першого на половину ширини штриха диска або проміжку між ними. Для визначення початкового положення диска на нього наноситься окрема шкала референтної мітки.

Для наших пристроїв підходить енкодер компанії Baumer Hubner HOG 10 D1024. Зовнішній вигляд наведено на рисунку 3.4.

3.4 Вибір програмуючого контролера

Серед контролерів компанії SIEMENS для роботи з рухомими об'єктами в реальному часі є лише два: CPU 315T-2 DP та CPU 317T-2 DP. Саме їх ми й будемо порівнювати. CPU 315T-2 DP — це центральний процесор, який підтримує технологічні функції управління рухом на рівні операційної системи.



Рисунок 3.4 - Зовнішній вигляд енкодера D1024

Це ідеальна платформа для реалізації задач синхронного переміщення по кількох осях із використанням віртуального чи реального ведучого пристрою, синхронізації передавальних механізмів, використання командоконтролера тощо.

Він забезпечує обслуговування складних систем локального і розподіленого вводу-виводу, має вбудовані входи та виходи для реалізації швидкісних технологічних функцій. Вбудований інтерфейс PROFIBUS DP (DRIVE) дозволяє синхронізувати роботу приводів, що виконують функції підлеглих пристроїв DP.

CPU 315T-2 DP виконує програми S7, підтримуючи стандартні функції управління, а також функції управління рухом, не вимагаючи додаткової мови програмування для задач управління рухом. Для роботи центрального процесора необхідна мікрокарта пам'яті (MMC), а для підключення зовнішніх ланцюгів використовується один 40-пиновий фронтальний з'єднувач. Ці елементи замовляються окремо. CPU 315T-2 DP використовується в системах автоматизації з великими обсягами програмної пам'яті, високою швидкістю та підтримкою стандартних функцій управління, а також функцій управління рухом. Наприклад, у системах управління:

- збірними та обробними лініями;
- формувальними машинами;
- лініями розливу;
- упаковочними машинами;
- стандартними маркувальними машинами тощо.

В стандартному варіанті CPU 315T-2 DP використовується для управління позиціонуванням або переміщенням по 3–8 пов'язаним чи незалежним осям. Окрім точного позиціонування по одній осі, CPU 315T-2 DP може реалізовувати складні алгоритми управління переміщенням по кількох осях, використовуючи віртуальний чи реальний ведучий пристрій, синхронізацію передавальних механізмів, командоконтролер тощо.

CPU 315T-2 DP має наступні характеристики:

- Мікропроцесор з часом спрацювання бінарної інструкції 100 нс, математичної операції з плаваючою комою — 3 мкс.
- Оперативна пам'ять об'ємом 128 Кбайт для виконання завантажуваних секцій програм і зберігання оперативних даних. Завантажена пам'ять

у вигляді мікрокарти пам'яті для зберігання програми користувача, архівування даних і обробки рецептур.

- Вбудовані входи/виходи — 4 дискретні входи та 8 дискретних виходів для виконання технологічних функцій, таких як введення сигналів датчиків положення (BERO) або швидкісне виведення сигналів командоконтролера. За певними обмеженнями вбудовані дискретні входи можуть використовуватися програмою STEP 7.
- Гнучке розширення — можливість підключення до 8 модулів S7-300.
- Комбінований інтерфейс MPI/DP — перший вбудований інтерфейс MPI/DP дозволяє встановлювати одномоментно до 16 сполучень з регульованим програмно контролерами S7-300/400, програмуючий пристрій, комп'ютерами та встановленими панелями керування працівника. Одне з цих елементів зарезервовано для PG, а одне для OP функцій зв'язку. На основі інтерфейсу MPI можна створювати прості мережеві схеми з вмістом до 32 основних процесорів і супроводом властивістю передачі глобальних даних.
- Цей інтерфейс можна переналаштувати для роботи з MPI або PROFIBUS DP в стані керуючого чи підлеглого DP елемента. Система зображення PROFIBUS DP підтримує стандарт PROFIBUS DP V1, що дозволяє використовувати широкий набір функцій для діагностики та налаштування параметрів підлеглих пристроїв DP V1.
- Інтерфейс PROFIBUS DP (DRIVE) підтримує ізохронний режим (режим тактової синхронізації), що значно підвищує точність роботи розподілених систем позиціювання та управління переміщеннями. Цей інтерфейс може виконувати лише функції ведучого DP пристрою з підключенням підлеглих пристроїв DP V0.
- CPU 317T-2 DP — це центральний процесор, який на рівні операційної системи підтримує технологічні функції управління рухом.

- Це ідеальна платформа для реалізації завдань синхронного переміщення по кількох осях із використанням віртуального чи реального ведучого пристрою, синхронізації передавальних механізмів, використання командоконтролера тощо.
- Вбудований інтерфейс PROFIBUS DP (DRIVE) для синхронізації роботи приводів, які виконують функції підлеглих DP пристроїв.
- Виконання S7 програм, що підтримують стандартні функції управління, а також функції управління рухом (додаткової мови програмування для задач управління рухом не потрібно).
- CPU 317T-2 DP застосовується в системах автоматизації з великими обсягами пам'яті програм, високою швидкістю роботи, підтримуючи стандартні функції управління, а також функції управління рухом. Наприклад, у системах управління:
 - • збірними та обробними лініями;
 - • формувальними машинами;
 - • лініями розливу;
 - • упаковочними машинами;
 - • стандартними маркувальними машинами тощо.
- У стандартному варіанті CPU 317T-2 DP використовується для управління позиціонуванням або переміщенням по 3-8 зв'язаним чи незалежним осям. Однак можливе створення систем, що обслуговують до 16 (S7 Technology V1.0) або до 32 (S7 Technology V2.0) осей. Окрім точного позиціонування по одній осі, CPU 317T-2 DP може використовуватися для реалізації складних алгоритмів управління переміщенням по кількох осях із використанням віртуального чи реального ведучого пристрою, синхронізації передавальних механізмів, командоконтролера тощо.

CPU 317T-2 DP має такі характеристики:

Мікропроцесор із часом виконання бінарної інструкції 100 нс, а математичної операції з плаваючою комою — 2 мкс. Об'єм робочої пам'яті становить 512 Кбайт, що використовується для виконання завантажуваних секцій програм та зберігання оперативних даних. Для зберігання програми користувача, архіву проекту, даних та обробки рецептів застосовується завантажувана пам'ять у вигляді мікрокарти пам'яті.

Вбудовані входи/виходи: 4 дискретних входи та 8 дискретних виходів для виконання технологічних функцій, таких як введення сигналів датчиків положення (BERO) або швидкісне виведення сигналів командоконтролера. Вбудовані дискретні входи можуть використовуватись STEP 7 програмою користувача за певними обмеженнями. Комбінований інтерфейс MPI/DP — перший вбудований інтерфейс MPI/DP дозволяє одночасно встановлювати до 32 з'єднань з пристроєм управління S7-300/400, пристрій створення програм, обчислювальною системою та екраном технічного працівника. Одне з даних підключень зарезервовано для функцій PG, а друге — для задачі OP взаємодії. Завдяки інтерфейсу MPI можна створювати прості мережеві структури, об'єднуючи до 32 центральних процесорів і підтримуючи механізм передачі глобальних даних. Цей інтерфейс може бути налаштований на роботу з MPI або PROFIBUS DP в режимі ведучого чи підлеглого DP пристрою. Інтерфейс PROFIBUS DP забезпечує комплексну підтримку стандарту PROFIBUS DP V1, що дозволяє використовувати широкий спектр функцій для діагностики та налаштування параметрів підлеглих пристроїв DP V1.

Інтерфейс PROFIBUS DP (DRIVE) підтримує ізохронний режим (режим тактової синхронізації), що значно підвищує точність роботи розподілених систем позиціонування та управління переміщеннями. Цей інтерфейс може виконувати лише функції ведучого DP пристрою з підключенням підлеглих пристроїв DP V0. Порівнюючи характеристики контролерів SIMATIC серії CPU 315T-2 DP і CPU 317T-2 DP, з урахуванням особливостей розробленої

схеми САР, для використання в якості програмованого логічного контролера доцільно вибрати контролер CPU 315T-2 DP.

3.5 Вибір керуючого модуля

Приводна система Siemens Sinamics S120 складається з управляючого модуля (CU320), модуля живлення та модулів двигунів. Модуль CU320 оснащений картою пам'яті, на якій зберігається програма. CU320 підключається до модулів живлення та/або двигунів за допомогою кабелів driveslip. Конфігурація здійснюється в програмі S7Technology, подібно до налаштування електроприводів у програмі Starter. Робоча конфігурація завантажується в CU320 і зберігається на карті пам'яті. Модуль CU320 керує всіма підключеними до нього пристроями.



Рисунок 3.5 - Загальний вид контролера CPU 315T-2 DP

У стандартній конфігурації блок керування CU320 має такі інтерфейси:

- 4 x роз'єми DRIVE-CLiQ для комунікації з іншими пристроями DRIVE-CLiQ, такими як модулі двигунів, мережеві модулі Active, сенсорні модулі, кінцеві модулі;
- 1 x інтерфейс PROFIBUS;
- 8 x параметризованих цифрових входів (незаземлених);
- 8 x параметризованих двосторонніх цифрових входів/виходів (заземлених), з яких 6 — високошвидкісні цифрові входи;
- 1 x послідовний інтерфейс RS232;
- 1 x опційний роз'єм;
- 3 x контрольні роз'єми та базове заземлення для підтримки пусконаладжувальних робіт;
- 1 x з'єднання для живлення електроніки через роз'єм блоку живлення 24 В DC;
- 1 x з'єднання РЕ (захисне заземлення);
- 1 x заземлення.

Загальний вид показано на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 - Загальний вид модуля CU320

3.6 Вибір блоку живлення

Потрібно задіяти активний блок живлення SINAMICS S120 інтенсивністю 630 кВт. Діюче джерело живлення виконує роботу як підвищувальний перетворювач напруги, генеруючи регульовану напругу для міжконтурної ланки, яка в 1,5 раза вища за номінальну напругу мережі. Це забезпечує подачу стабільної підвищеної напруги на під'єднані блоки моторів, які не піддаються впливу від коливань напруги в мережі, що, в свою чергу, підвищує динамічні характеристики та поліпшує регулювання. За необхідності діючий блок живлення має можливість окрім того здійснювати функцію поправки реактивної енергії.

Діючий блок живлення формується з активної платформи взаємодії блоку та активного блоку енергопостачання. У структурі активного енергопостачання з активним блоком живлення перехідний контактор вбудований в активною платформою взаємодії блоку. Обидва типи модулів — активні інтерфейсні та живлення — містять ступінь захисту IP20. У багатьох випадках через активний блок енергопостачання один або кілька елементів моторів під'єднуються до мережі джерела напруги. Активний блок енергопостачання генерує постійну напругу для проміжного контуру двигунів, що дозволяє уникнути впливу коливань напруги мережі на проміжний контур. Функцію рекуперації енергії можна відключити через налаштування.

У апараті виробництва енергії активний блок енергопостачання відновлює енергію назад в схему мережі.

Діючий блок енергопостачання застосовується:

- для моторів з більшими навантажувальними потребами до приводів;
- для регулярних циклів тормозіння та більший енергій тормозіння.

У моторі ножиць задіяно блок двигуна SINAMICS S120 ефективною 710 кВт.

Блок двигуна є силовою частиною (інвертор DC-AC), яка забезпечує підключений двигун необхідною енергією.

$P_H = 710 \text{ кВт}$, $I_H = 1260 \text{ А}$, IP00, вага 450 кг.

У моторі транспортного засобу задіяно блок двигуна SINAMICS S120 ефективністю 46 кВт. Загальний вид модуля показано на рисунку 3.7



Рисунок 3.7 - Загальний вид модуля SINAMICS S120

3.7 Вибір діючого інтерфейсного блоку

Діючий інтерфейсний блок ($P_H = 900 \text{ кВт}$, $I_H = 1495 \text{ А}$, $f = 47\text{-}63 \text{ Гц}$, $U_H = 3\Phi \text{ } 380\text{-}480 \text{ В}$) оснащений фільтром Clean Power для базового зниження перешкод, схемою поповнення енергії для діючого блоку живлення, елементом запису напруги мережі та моніторингові сенсори.

Використовуючи поглинач Clean Power можна досягнути значного зменшення мережеві гармоніки. Діюча платформа взаємодії блоку включає поглинач Clean Power, мережевий обмежувач потоку, схему поповнення енергії, перехідний контактор (для моделі FI, GI), блок запису напруги мережі VSM і повітрорудка.

Загальний вид блоку показано на рисунку 3.8.

3.8 Вибір центрального і локального пульта

Система візуалізації призначена для відображення поточного стану механізму та введення необхідних параметрів для його роботи. Вона забезпечує умови для управління, діагностики, адміністрування помилок і безпечної експлуатації. Швидке виявлення помилок і графічне представлення допомагають обслуговуючому персоналу швидше зрозуміти роботу і стан ліній. Філософія управління та відображення інформації була успішно впроваджена кілька разів. У цій системі основна відповідальність лежить на обслуговуючому персоналі.

Система складається з двох окремих панелей управління: центральної та локальної.

Центральна: MP377 19" з сенсорним екраном.

Локальна: MP277 8" з кнопками управління.



Рисунок 3.8 - Загальний вид інтерфейсного блоку

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

4.1. Система візуалізації і управління SIMATIC HMI

Для візуалізації ми використовували SIMATIC HMI, яка пропонує широкий спектр апаратного та програмного забезпечення, що дозволяє створювати ефективні системи людино-машинного інтерфейсу:

- Повна сумісність з SIMATIC S7. Функції обслуговування пристроїв людино-машинного інтерфейсу вбудовані в операційну систему програмованих контролерів SIMATIC S7.
- Уніфікація з контролерами SIMATIC S7: загальні бази даних, уніфікований інтерфейс тощо.
- Пряме підключення до контролерів через інтерфейси PPI або MPI.
- Можливість роботи в мережі PROFIBUS.
- Широкий вибір апаратури: панелі з кнопками, текстові дисплеї, текстові та графічні панелі оператора, сенсорні панелі і панелі з вбудованою клавіатурою, багатофункціональні панелі, промислові комп'ютери.
- Програмне забезпечення для систем людино-машинного інтерфейсу: SCADA система SIMATIC WinCC, програмне забезпечення для візуалізації SIMATIC ProTool/Pro, програмне забезпечення для конфігурації пристроїв людино-машинного інтерфейсу SIMATIC ProTool, програмне забезпечення для побудови систем технічної діагностики.
- Системи людино-машинного інтерфейсу: готові комплекси, що включають весь необхідний набір апаратури та програмного забезпечення.

4.2 Огляд систем SIMATIC HMI

На головному екрані вибираються ножиці, інформація про які буде відображатися далі. Вид головного екрану показано на рисунку 4.1

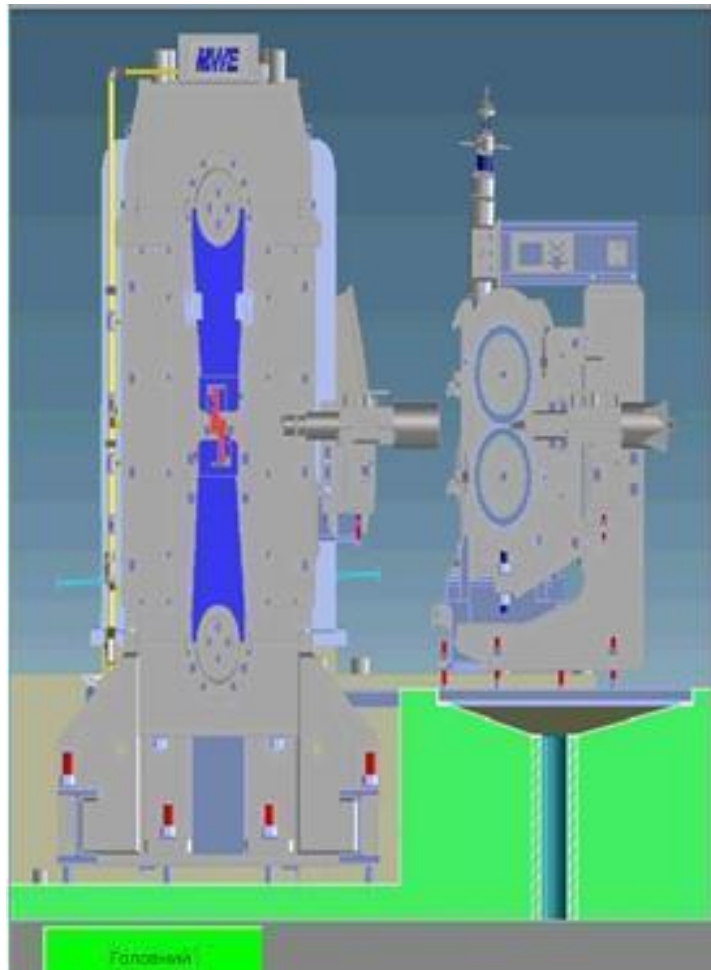


Рисунок 4.1 - Вид головного екрану SIMATIC HMI

- відображається загальний стан всіх елементів (загальна готовність приводів і системи змащення, поточні значення основних параметрів електроприводів (ток, швидкість обертання, момент), стан датчика гарячого металу HMD);
- відображаються дані прокату;

- вводяться дані для роботи пробоотборника та показується його поточний стан;
- вводяться параметри для ручного режиму;
- здійснюється включення/вимикання приводів;
- перевірка готовності маслостанції.
-

На рисунку 4.2 показано екран ножиць системи НМІ:

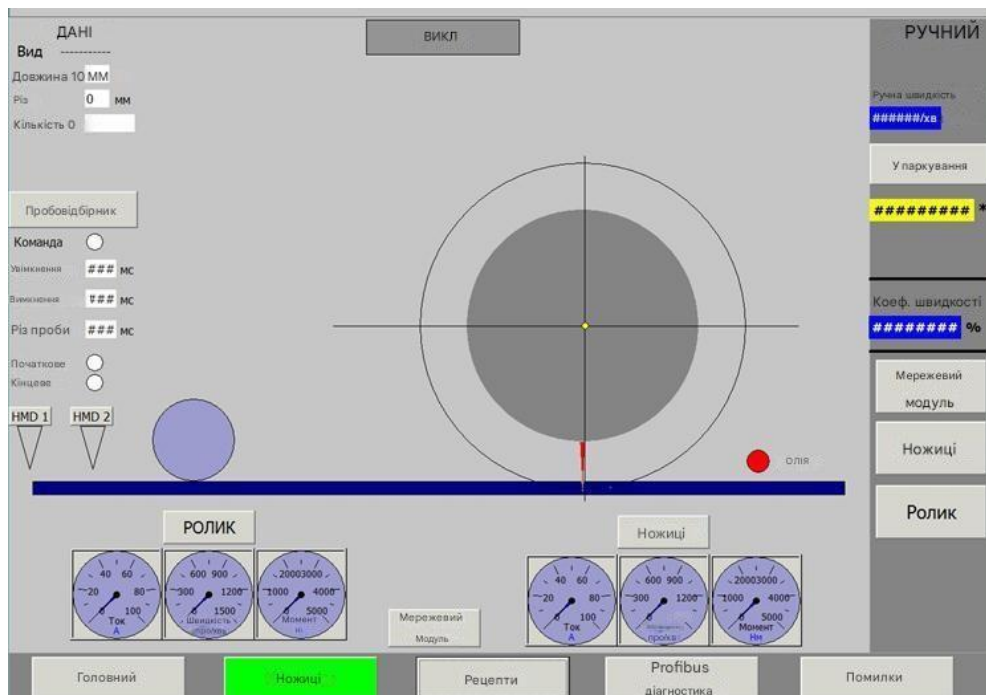


Рисунок 4.2 - Інтерфейс програми системи НМІ ножиць

При натисканні на кнопки приводів з'являється інформація про статус і стан електроприводів тягнучого ролика і ножиць, а також про стан мережевого модуля (випрямляча). При повторному натисканні ця інформація приховується.

На екрані технологічних рецептів вибирається тип продукту, а також відображається набір технологічних параметрів для нього. Для активації цих

параметрів необхідно завантажити їх у контролер, натиснувши кнопку "Завантаження" (рис.4.2)



Рисунок 4.3 - Вікно програми стану електроприводів тягнучого ролика, ножиць і мережевого модуля.

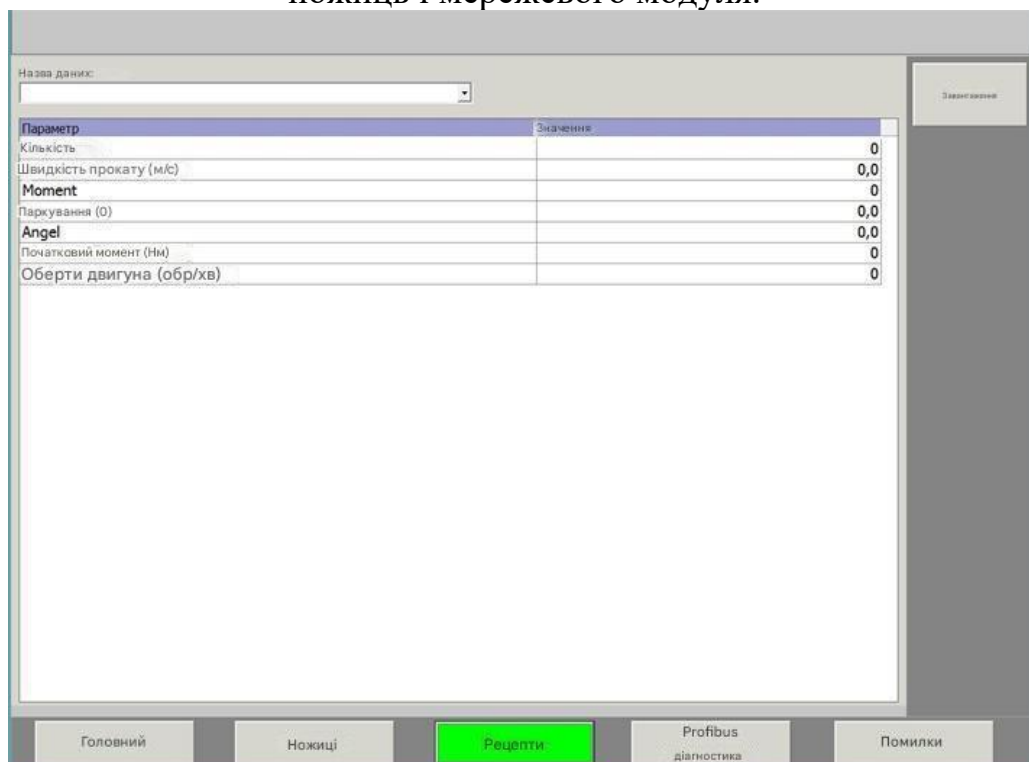


Рисунок 4.4 - Вікно вибору технолоічних параметрів

На екрані поточних помилок система НМІ відображає всі активні попередження та помилки периферійних пристроїв, електроприводів, комутаційного обладнання тощо.

№	Час	Дата	Статус	Текст	GR	Поточні
24	15:59:42	13.03.2014	C	12.6-AM111-SC100-Q26 ЗАХОДНИК 400 VAC +SC104	0	
23	15:59:42	13.03.2014	C	12.5-SS100+SC100-Q91 АВТОМАТИЧНИЙ ВИМКАЧ НОЖИЦЬ FLYWHEEL-SS100	0	
22	15:59:42	13.03.2014	C	12.3-ST100+SC100-Q101 АВТОМАТИЧНИЙ ВИМКАЧ ЗОВНІШНЬОГО ВЕНТИЛЯТОРА ПРОТ...	0	
20	15:59:42	13.03.2014	C	12.1-SS100+SC100-Q101 АВТОМАТИЧНИЙ ВИМКНЮВАЧ ЗОВНІШНЬОГО ВЕНТИЛЯТОРА НОЖ...	0	
18	15:59:42	13.03.2014	C	12.21-AM319+SC100-F51 ПОМИЛКА НАГРІВУ +LD100	0	
37	15:59:42	13.03.2014	C	11.2-AM111+SC100-Q21 ЗАХОДНИК 400 VAC +LD100	0	
36	15:59:42	13.03.2014	C	11.0-AM315+SC100-K51 АВАРИЙНИЙ ЗАЛИШЕВЬ	0	
34	15:59:42	13.03.2014	C	11.02-AM313.01+SC100-F14 КОНТРОЛЬНА НАПРУГА 24 VDC	0	
33	15:59:42	13.03.2014	C	11.017-AM315+SC100-523 АВАРИЙНИЙ ЗАЛИШЕВЬ +CP100	0	
11	15:59:42	13.03.2014	C	11.1-AM111+SC100-Q21 ЗАХОДНИК 400 VAC +CP100	0	
10	15:59:42	13.03.2014	C	10.7-AM313.01+SC100-F25 24 VDC ЖИВЛЕННЯ ГОЛОВНОГО ВИМКАЧА	0	
9	15:59:42	13.03.2014	C	10.6-AM313.01+SC100-F20 24 VDC ЖИВЛЕННЯ ПРИВОДІВ	0	
7	15:59:42	13.03.2014	C	10.5-AM313.01+SC100-F14 24 VDC КОНТРОЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ	0	
6	15:59:42	13.03.2014	C	10.4-AM117+SC104-Q35 ЖИВЛЕННЯ ВЕНТИЛЯТОРА 400 VAC +SS100	0	
5	15:59:42	13.03.2014	C	10.3-AM117+SC104-Q32 ЖИВЛЕННЯ ВЕНТИЛЯТОРА 400 VAC ЛІНІЙНИЙ МОДУЛЬ	0	
4	15:59:42	13.03.2014	C	10.2-AM117+SC104-Q32 ЖИВЛЕННЯ ВЕНТИЛЯТОРА 400 VAC ЛІНІЙНИЙ МОДУЛЬ	0	
3	15:59:42	13.03.2014	C	10.1-AM111+SC102-F44 ЗАХИСТ ПОПЕРЕДЖУВАЧА 1 ПІДЗАРЯДКА	0	
2	15:59:42	13.03.2014	C	10.0-AM111+SC101-Q24 ЗАХИСТ ЗАПЕРЕЖУВАЧА 1	0	
1	15:59:42	13.03.2014	C	12.7-AM319+SC100-F10 ПОМИЛКА НАГРІВУ ВИХІДНОЇ ЛІНІЇ +LD100	0	
24	15:10:33	13.03.2014	C	12.6-AM111+SC100-Q26 ЗАХОДНИК 400 VAC +SC104	0	
23	15:10:33	13.03.2014	C	12.5-SS100+SC100-Q91 АВТОМАТИЧНИЙ ВИМКНЮВАЧ НОЖИЦЬ FLYWHEEL	0	
22	15:10:33	13.03.2014	C	12.3-ST100+SC100-Q101 АВТОМАТИЧНИЙ ВИМКНЮВАЧ ЗОВНІШНЬОГО ВЕН...	0	
20	15:10:33	13.03.2014	C	12.1-SS100+SC100-Q101 АВТОМАТИЧНИЙ ВИМКНЮВАЧ ЗОВНІШНЬОГО ВЕН...	0	
18	15:10:33	13.03.2014	C	11.2-AM111+SC100-Q21 ЗАХОДНИК 400 VAC +LD100	0	
37	15:10:33	13.03.2014	C	11.0-AM315+SC100-K51 АВАРИЙНИЙ ЗАЛИШЕВЬ	0	
36	15:10:33	13.03.2014	C	11.02-AM313.01+SC100-F14 КОНТРОЛЬНА НАПРУГА 24 VDC	0	
34	15:10:33	13.03.2014	C	11.017-AM315+SC100-523 АВАРИЙНИЙ ЗАЛИШЕВЬ +CP100	0	
33	15:10:33	13.03.2014	C	11.1-AM111+SC100-Q21 ЗАХОДНИК 400 VAC +CP100	0	
11	15:10:33	13.03.2014	C	11.0-AM315+SC100-K51 АВАРИЙНИЙ ЗАЛИШЕВЬ	0	
10	15:10:33	13.03.2014	C	10.7-AM313.01+SC100-F25 24 VDC ЖИВЛЕННЯ ГОЛОВНОГО ВИМКАЧА	0	
9	15:10:33	13.03.2014	C	10.6-AM313.01+SC100-F20 24 VDC ЖИВЛЕННЯ ПРИВОДІВ	0	
7	15:10:33	13.03.2014	C	10.5-AM313.01+SC100-F14 24 VDC КОНТРОЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ	0	
6	15:10:33	13.03.2014	C	10.4-AM117+SC104-Q35 ЖИВЛЕННЯ ВЕНТИЛЯТОРА 400 VAC +SS100	0	
5	15:10:33	13.03.2014	C	10.3-AM117+SC104-Q32 ЖИВЛЕННЯ ВЕНТИЛЯТОРА 400 VAC ЛІНІЙНИЙ МОДУЛЬ	0	
4	15:10:33	13.03.2014	C	10.2-AM117+SC104-Q32 ЖИВЛЕННЯ ВЕНТИЛЯТОРА 400 VAC ЛІНІЙНИЙ МОДУЛЬ	0	
3	15:10:33	13.03.2014	C	10.1-AM111+SC102-F44 ЗАХИСТ ПОПЕРЕДЖУВАЧА 1 ПІДЗАРЯДКА	0	
2	15:10:33	13.03.2014	C	10.0-AM111+SC101-Q24 ЗАХИСТ ПОПЕРЕДЖУВАЧА 1	0	
1	15:10:33	13.03.2014	C	12.7-AM319+SC100-F10 ПОМИЛКА НАГРІВУ ВИХІДНОЇ ЛІНІЇ +LD100	0	
24	14:04:48	13.03.2014	C	12.7-AM319+SC100-F10 ПОМИЛКА НАГРІВУ ВИХІДНОЇ ЛІНІЇ +LD100	0	

Рисунок 4.5 - Вікно програми про поточних помилок система НМІ

На екрані локального пульта відображаються швидкість і струм приводів ножиць та протяжного ролика, стан датчиків гарячого металу, а також стан маслостанції.

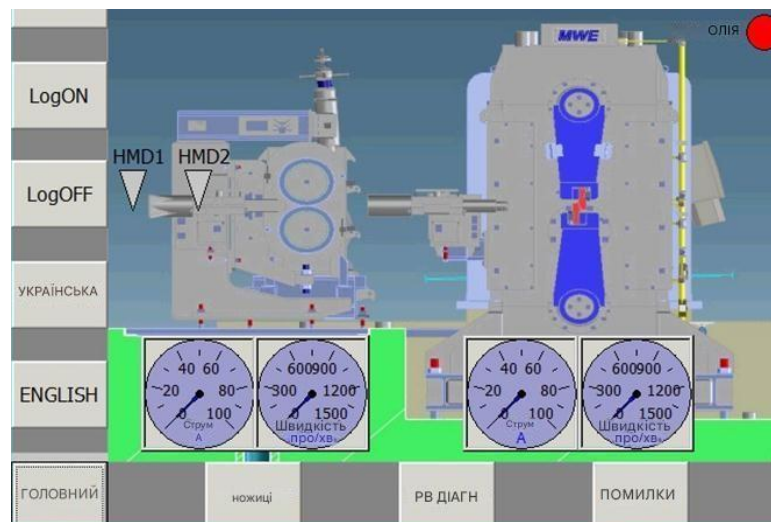


Рисунок 4.6 - Вікно програми стану швидкості струму приводів

5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Розробка функціональної схеми автоматичного керування

Функціональна схема побудована на промисловій мережі PROFIBUS-DP і включає в себе такі модулі:

- Модуль «Блок живлення», що базується на фірмовому джерелі живлення PS 307 на 5 А;
- Модуль «Контролер SIMATIC S7-300 (Master S7-300)», що складається з CPU 315-2DP (номер замовлення 315-2G10-OABO), модуля дискретного вводу/виводу SM323 DI8/DO8xDC24V (номер замовлення 323-1BH01-OAAO) та модуля дискретного виводу SM322 DO8xDC24V/2A (номер замовлення 322-1BF01-OAAO);
- Модуль «Контролер SIMATIC S7-300 (Slave S7-300)», що включає CPU 315-2DP, модуль дискретного вводу DI16xDC24V і модуль дискретного виводу SM322 DO16xDC24V/0,5A;
- Модуль «Децентралізована периферія ET200M (Slave ET200M)», що складається з інтерфейсного модуля IM153-2F O та модуля вводу/виводу SM323 DI16/DO16xDC24V;
- Модуль «Оптичний шинний термінал ОВТ»;
- Модуль «Блок імітаційних сигналів»;
- Адаптер для зв'язку ПЕВМ з промисловою мережею;
- З'єднувальні кабелі.

Для повноти мережі в установці використовуються як провідові кабелі типу витой пари інтерфейсу RS485, так і оптичний кабель. Оптичний мережевий термінал ОВТ забезпечує перехід від провідового кабелю до оптичного. На схемі показано:

- Суцільними лініями — кабелі низьковольтного живлення постійною напругою 24 В;
- Штриховими лініями — провідні кабелі (витая пара) мережі PROFIBUS-DP;
- Суцільною подвійною товстою лінією — оптичний кабель;
- Штрихпунктирною лінією — зв'язок програмованих контролерів і ET200M з блоком імітаційних сигналів.

Програмування програмованих контролерів здійснюється через мережу за допомогою роз'ємів DP процесорних модулів CPU, тому адаптер зв'язку з комп'ютером підключено безпосередньо до мережі.

5.2 Розробка принципової схеми автоматичного керування

На першому етапі створення електричної схеми підключення призначимо адреси для входів та виходів сигналів контролера. В додатку представлена таблиця відповідності між входами та виходами сигналів.

Згідно з даними таблиці входів і виходів проектуємо електричну схему підключень датчиків, магнітних пускателів і електромагнітів до ПЛК.

Для захисту електричної схеми від ненормальних режимів роботи (перевантажень, коротких замикань) необхідно встановити автоматичний вимикач. Наприклад, двополюсний АП50Б-2МТ. Характеристики автоматичного вимикача:

- електромагнітний розчіплювач – $10I_n$ (I_n – номінальний струм);
- тепловий розчіплювач – $1,05 - 1,35 I_n$;
- номінальна напруга – 220 В;
- частота – 50 Гц;
- виробник «Електроприбор».

5.3 Опис використаної мережі

В якості полевої шини використовується мережа Profibus.

Profibus (Process Field Bus) створена фірмою Siemens AG для розроблених виробничих процесів управління SIMATIC. Profibus дає можливість проводити обмін характеристиками між базовим і другорядними елементами або між декількома базовими елементами, що дає можливість адаптувати окремі елементи автоматизації в спільну структуру на полевому рівні. Наприклад, Profibus може з'єднувати ПЛК з віддаленими підключеними модулями розподіленого введення/виведення, розташованими поруч з конкретними полевыми пристроями, або з індикаторними панелями і елементами керування на пультах операторів. Profibus об'єднує технологічні та функціональні можливості послідовного зв'язку полевого рівня, дозволяючи створювати єдину систему автоматизації на рівні датчиків та приводів.

Profibus здійснює обмін даними між головним і підключеними обладнаннями (регламенти DP і PA) або між деякими базовим обладнанням (регламенти FDL і FMS). Потреби споживачів до доступної, неуперелдена від постачальника структури зв'язку основана на задіюванні типових протоколів Profibus.

Платформа Profibus створена за умовами до багатоступеневої мережевої схеми ISO 7498 і визначає відповідні стани:

- фізичний стан — актуально за властивості фізичного переміщення;
- каналний стан — окреслює протокол проходу до шини;
- стан додатків — характеризує прикладні задачі.

Фізично Profibus може бути реалізований як:

- електрична мережа з шинною топологією, що використовує екраніровану виту пару відповідно до стандарту RS-485;
- оптична мережа на основі волоконно-оптичного кабелю

- інфрачервону мережу.

Швидкість передачі даних в ній може коливатися від 9,6 Кбіт/с до 12 Мбіт/с.

Структура мережі

У Technology CPU є дві MPI/Profibus мережі (X1 та X3). Мережа X1 призначена для підключення зовнішньої периферії та програматора. Мережа X3 з'єднана з управляючим модулем електропривода Sinamics CU320. Для конфігурації, внесення змін до параметрів привода або перевірки його поточного стану в онлайн-режимі програматор підключають до мережі X1. Щоб програматор міг підключитися до клієнта мережі X3 через мережу X1, в налаштуваннях проекту NetPro необхідно активувати функцію Routing (маршрутизація станції Simatic PC).

Схема з'єднання показана на рисунку 5.1

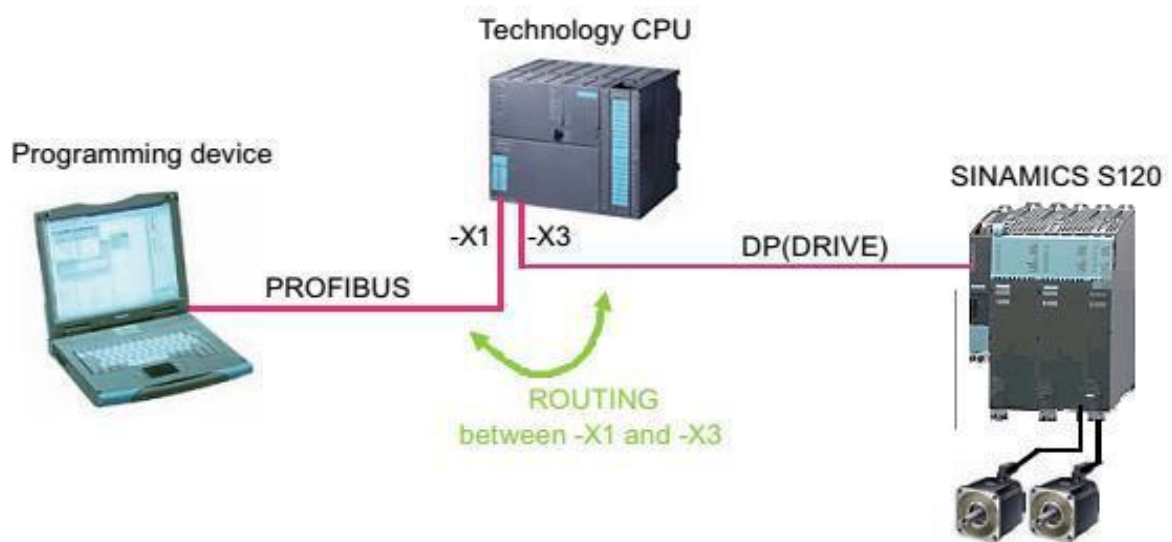


Рисунок 5.1 - Схема підключення

5.4 Контроль системи мережі

Однією з основних переваг полевих шин і протоколів промислового Ethernet, зокрема Profibus, є наявність діагностичної інформації. Вона значно знижує ймовірність простоїв і пришвидшує усунення несправностей.

Profibus використовує різноманітні методи для запобігання простоїв та їх усунення в разі виникнення. На «першій лінії оборони» знаходяться тривоги, повідомлення про які передаються за допомогою НМІ. Тривоги можуть бути пов'язані з:

- процесними змінними;
- апаратним забезпеченням;
- засобами управління.

Протоколи визначають та підтримують ці тривоги. Крім того, протоколи підтримують діагностичну інформацію про передавані змінні: прапор, що супроводжує змінну від процесного пристрою, вказує, чи є змінна «нормальною», чи «підозрілою». Більше того, протоколи генерують та передають інформацію про управління виробничими активами, яку можна використовувати для предиктивного технічного обслуговування або моніторингу стану обладнання.

Для Profibus DP першою лінією діагностики є статус тривоги. Тривоги можуть бути викликані як процесами, так і апаратним забезпеченням. Існують інструменти для перевірки мережі як в статичному, так і в робочому режимах. Інструменти для тестування статичного фізичного рівня можуть виявляти різні помилки з'єднання:

- переплутані проводи,
- розриви проводів,
- коротке замикання на лініях А-В,

- коротке замикання екрана A/B,
- відсутність або надмірна термінація,
- неправильна довжина сегмента.

Інструменти для аналізу мережі в робочому режимі підключаються до працюючої мережі для вирішення наступних завдань:

- визначення «живого списку» (всі активні станції на шині),
- аналіз протоколу для мереж та пристроїв Profibus DP і PA, що допомагає виявити проблеми при запуску,
- збір статистики по повторах, пропусках, пошкоджених повідомленнях тощо.

Інструменти для аналізу працюючої мережі мають осцилографічні функції (форма хвилі, рівень сигналу, відбиття), визначають топологію мережі та допомагають виявляти помилки кабелів, несправні пристрої тощо.

У нашому проекті таким інструментом є NCM S7 PROFIBUS. Він завжди надає наступні діагностичні функції, незалежно від налаштованого режиму PROFIBUS CP:

- Перевірка стану PROFIBUS і режиму PROFIBUS CP.
- Отримання поточних параметрів шини PROFIBUS.
- Запит статистичної інформації по станції.
- Виклик повідомлень по подіях, записаних у PROFIBUS CP (діагностичний буфер).
- Виведення загального стану станції PROFIBUS.

5.5 Розробка модуля обчислення моменту часу спрацювання ножиць

Послідовність роботи ножиць така: при отриманні команди на різання від системи АСУ через дискретний вхід відбувається різання ножиць, після чого

йде гальмування і парковка в задану позицію. Задання швидкості відповідно до швидкості прокатки система управління ножицями отримує через мережу PROFIBUS.

Знаючи швидкість руху заготовки 1,5-5 м/с, ми можемо розрахувати час, через який заготовка проходить позиційні датчики. Для забезпечення заданої швидкості заготовки індуктор включається по сигналу від датчика після необхідного часу для подолання відстані між сусідніми датчиками з заданою швидкістю.

Швидкість стрічки становить 1,5-5 м/с, оскільки ми не знаємо, який метал, і чим тонше він, тим швидше він ріжеться. Відповідно, середня швидкість становить 3 м/с.

Відстань між датчиками:

- між Д1 і Д2: $S_1 = 4 \text{ м}$
- між Д2 і Д3: $S_2 = 8 \text{ м}$
- між Д3 і Д4: $S_3 = 5 \text{ м}$

Якщо датчик Д1 спрацює в момент часу t , то за формулою $t = S / v$ датчик Д2 спрацює через $t_1 = S_1 / v = 1,3 \text{ с}$.

Датчик Д3 спрацює через $t_2 = S_2 / v = 2,6 \text{ с}$.

Датчик Д4 спрацює через $t_3 = S_3 / v = 1,6 \text{ с}$.

Для розрахунку вимірювального різання ми маємо відому швидкість ножів при різанні, яка змінюється в залежності від довжини заготовки:

- довжина 2000-2500 мм – 1,0 м/с
- довжина 2500-3000 мм – 1,1 м/с
- довжина 3000-3500 мм – 1,2 м/с
- більше 3500 мм – 1,5 м/с

Отже, середня швидкість становить 1 м/с.

Розрахунок різу:

Дано:

- $T = \text{від } 3 \text{ до } 16 \text{ мм}$
- $\text{Ш} = 1860 \text{ мм}$
- кут нахилу до 30°
- $a = 8,5 \text{ см}$
- $P = 36000 \text{ кг} = 36 \text{ т}$

Розрахунок:

Посилення прижиму під час різання приймається рівним 5% від P , тобто $Q_p = 1,8 \text{ т}$.

При кількості ходів ножиць $n = 13$ за хвилину, час одного оберту:

$$t_{\text{ц}} = T / n, (1)$$

де $t_{\text{ц}}$ – час одного оберту, с

T – період повного оберту, с

n – кількість обертів

$$t_{\text{ц}} = 60 / 13 = 4,6 \text{ с}$$

Шлях ножа по вертикалі під навантаженням при різанні:

$$h = T + \text{Ш} * \text{tg} \lambda, (2)$$

де h – шлях ножа, мм

Ш – ширина смуги, мм T – товщина смуги, мм

$\text{tg} \lambda$ – кут нахилу верхнього ножа, град

$$h = 16 + 1860 * \text{tg } 3^\circ = 98 \text{ мм}$$

Час різання:

$$t_p \sim t_{\text{ц}} / 2 * h / 2a, (3)$$

де t_p – час різання, с

$t_{\text{ц}}$ – час одного оберту, с

h – шлях ножа по вертикалі при різанні, мм

$$t_p \sim t_{\text{ц}} / 2 * h / 2a = 1,4 \text{ с}$$

Швидкість різання:

$$v = h / t_p, (4)$$

де v – швидкість різання, м/с

h – шлях ножа по вертикалі при різанні, мм

t_p – час різання, с

$$v = h / t_p = 70 \text{ мм / с}$$

Нехай кількість обертів буде рівною 2000, і заданий різ на 1200 мм, тоді

$$L_{\text{скор.п}} = L_3 * 2000 - L_n$$

$$L_{\text{скор.п}} = 1200 * 2000 - 98,$$

Тобто для різку на лічильник подається 2400000 імпульсів для робочої довжини (1200 мм), і для точності різку ножа його інерційність додає ще 196000 імпульсів. Після 2596000 імпульсів відбувається різання. Коли смуга закінчується, лічильник скидає значення

5.6 Блоки керуючої програми

Мова програмування STL пропонує різні типи блоків для різних завдань:

- **Користувацькі блоки** містять програму та дані, визначені користувачем.
- **Системні блоки** включають системну програму та системні дані.
- **Стандартні блоки** — це заздалегідь створені блоки, готові до безпосереднього використання. До них належать драйвери для функціональних модулів (FM) та комунікаційних процесорів (CP).
- **Організаційні блоки** виконують роль інтерфейсу між операційною системою та програмою користувача. Операційна система викликає ці блоки при певних подіях, наприклад, при апаратному перериванні або перериванні за часом.

- **Функціональні блоки** є елементами коду, виклики яких можна налаштувати за допомогою параметрів блоку. Дані блоки володіють ділянкою пам'яті для перемінних величин (variable memory), що зберігається в блоці даних. Цей блок постійно призначений для функціонування або для його залучення при потребі.

Програма поділена на програмні блоки та функції відповідно до завдань. Існуючі стандартні компоненти засновані на багаторічному досвіді. До кожного стандартного компонента додається опис. Ці компоненти реалізовані

як функціональні блоки і захищені від змін. Будь-які твердження, що стосуються структури програми, є прикладними та можуть бути змінені залежно від інших процесів. Стан кожного приводу визначено таким чином, щоб в ньому відображалася вся необхідна для управління інформація. Всі величини технологічних процесів вказані у стандартному вигляді. Технологічні розрахунки та перетворення виконуються у фізичних одиницях в PLC і доступні для розуміння технологами. Для діагностики мережі використовуються стандартні блоки SIEMENS. Уся мережа представлена на візуалізації у вигляді схеми. Всі гілки програми зазвичай укладаються по ширині на одну сторінку. Кількість гілок у блоках OBs, FB і FC обмежена 50. Символьні імена блоків та заголовки гілок написані з позначеннями та описами. Всі використані маркери описані в символьній таблиці. Символьні імена Вх./Вих. відповідають символьній адресації. Коментарі містять короткі описи. Також символьні імена мають посилання на принципові схеми. Приклад розроблених блоків наведено на рисунку 5.2.

Перший блок відповідає за виклик програм, другий — за різання ножиць, а третій — за виведення помилок

Object name	Symbolic name	Created in language	Size in the work me...	Type	Version (Header)	Name (Header)
System data	---	---	---	SDB	---	---
OB1		STL	300	Organization Block	0.1	
OB10		FBD	38	Organization Block	0.1	
OB20		FBD	38	Organization Block	0.1	
OB35		FBD	162	Organization Block	0.1	
OB40		FBD	38	Organization Block	0.1	
OB55		FBD	38	Organization Block	0.1	
OB100		FBD	44	Organization Block	0.1	
OB121		FBD	40	Organization Block	0.1	
OB122		FBD	40	Organization Block	0.1	
FB1	GRAPH	Function Block	38	Function Block	0.1	
FB400		FBD	38	Function Block	0.1	
FB401		STL	66	Function Block	3.0	MC_Power
FB402		STL	66	Function Block	1.9	MC_Reset
FB403		STL	66	Function Block	1.9	MC_Home
FB404		STL	66	Function Block	3.0	MC_Stop
FB405		STL	66	Function Block	1.9	MC_Halt
FB407		STL	66	Function Block	2.0	MC_WinP
FB410		STL	66	Function Block	2.0	MC_MvAbs
FB414		STL	66	Function Block	2.0	MC_MvVel
FB451		STL	66	Function Block	2.0	MC_WinA
FB455		STL	66	Function Block	2.0	MC_ReadD
FB456		STL	66	Function Block	2.0	MC_WinD
FB805		FBD	3148	Function Block	0.1	
FB1030		FBD	946	Function Block	0.1	
FC1		FBD	104	Function	0.1	
FC2		FBD	542	Function	0.1	
FC5		STL	158	Function	1.2	TIM_SSTI
FC10		FBD	1528	Function	0.1	
FC11		FBD	144	Function	0.1	
FC20		FBD	770	Function	0.1	
FC21		STL	154	Function	0.1	
FC22		FBD	588	Function	0.1	
FC23		FBD	430	Function	0.1	
FC24		FBD	722	Function	0.1	

Рисунок 5.2 -. Характеристики розроблених блоків

Режими роботи системи

Існують наступні режими роботи:

- Автоматичний
- Калібрування
- Ручний
- Обслуговування

Режим "Калібрування" призначений для встановлення відповідності між положенням ножиць і сенсором положення SBE.M01. У цьому режимі ножиці здійснюють один оберт, і під час проходження сенсора їх позиція встановлюється в 0° і паркується в позиції, заданій на екрані ножиць як "Парковочна позиція". Режим "Обслуговування" використовується для пошуку несправностей і ремонту. Він застосовується для ручного управління приводами ножиць і трайба. Ручний режим дозволяє управляти рухом ножиць за допомогою кнопок пульта або локального пульта, а також рухом трайба через кнопки головного пульта або інші кнопки. Швидкість обертання приводів у ручному режимі задається на екрані "Ножиці". Рух продовжується, поки утримується відповідний джойстик. При відпусканні джойстика рух приводу зупиняється. В автоматичному режимі здійснюється різання прокату без участі обслуговуючого персоналу, згідно з параметрами, заданими системою розкрою. Для роботи в автоматичному режимі необхідно виконати такі умови:

- Ножиці повинні перебувати в парковочній позиції;
- Включений привід ножиць.

У автоматичному режимі ножиці обертаються зі швидкістю системи розкрою плюс додаткова швидкість, що задається коефіцієнтом швидкості на екрані ножиць. Трайб в автоматичному режимі обертається зі швидкістю від системи розкрою плюс додаткова швидкість, що задається коефіцієнтом швидкості на екрані "Ролик". Для екстреного вимкнення системи передбачена аварійна зупинка. Грибоподібні кнопки аварійної зупинки мають червоний колір.

Переключення контакту спричиняє апаратне відключення відповідного обладнання. Кнопки аварійної зупинки розташовані на центральному пульті управління та на панелях управління в місцях. Цепь безпеки складається з грибоподібних кнопок і реле безпеки. При активації аварійної зупинки відключається все живлення (окрім джерел безперебійного живлення). Приводи з частотними перетворювачами продовжують рух на самовигонці.

5.7 Розробка алгоритму автоматичної роботи

Розглянемо алгоритм роботи ножиць. Він починається з введення початкових даних. Далі йде очікування сигналу від датчиків. Якщо сигнал не надійшов, то продовжуємо очікування, а якщо сигнал є, то, якщо це перша заготовка, починається відлік її довжини. Якщо різання не перше, то здійснюється різ по вже відомій величині. Цикл повторюється до тих пір, поки не закінчиться заготовка. Після завершення обробки заготовки відбувається перевірка на наявність нових завдань. Якщо завдання відсутнє, то робота завершується. Якщо ж завдання є, переходимо в режим очікування сигналу.

На екрані відображаються швидкість і струм приводів ножиць та протяжного ролика, стан датчиків гарячого металу, а також стан маслостанції.

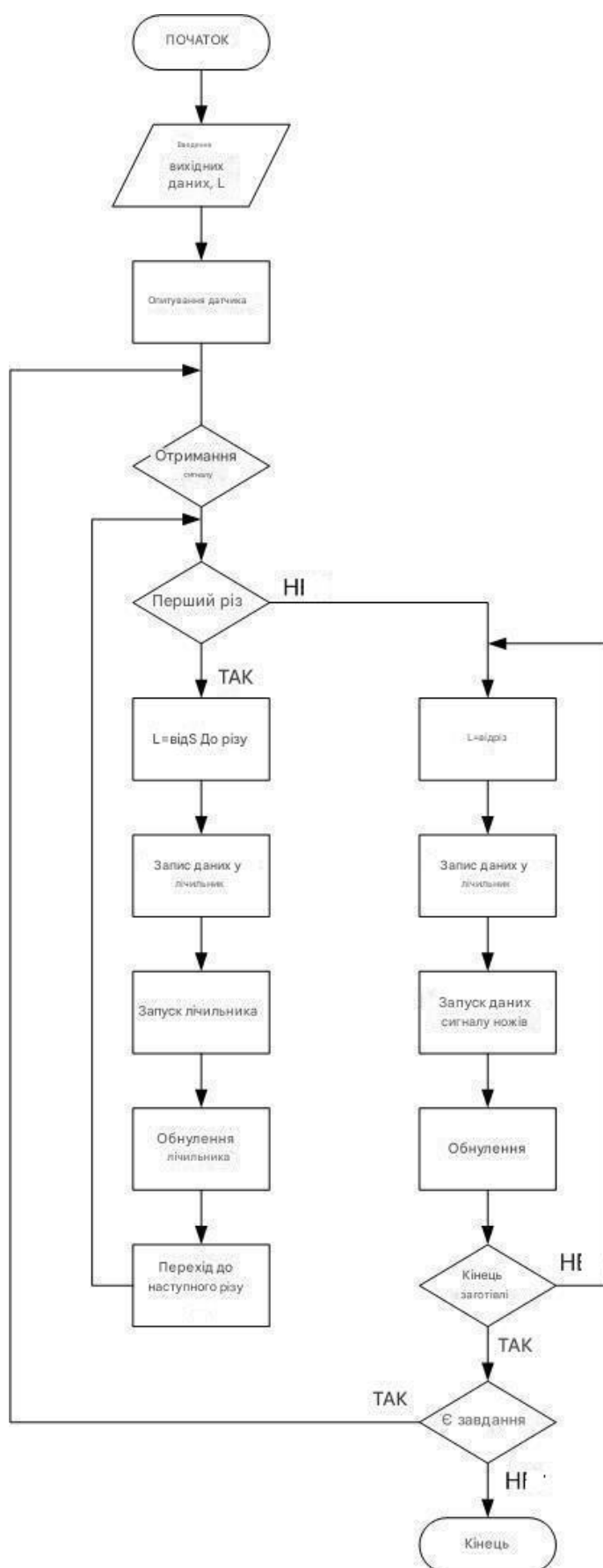


Рисунок 5.3-Алгоритм роботи програми

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Заходи безпеки при експлуатації електроустановок в цеху

Безпека праці на підприємстві є однією з умов правильної організації роботи і підвищення продуктивності праці. Досвід показує, що забезпечення безпечної, безаварійної роботи електроустановок необхідно поряд з точним виконанням їх і забезпеченням захисними засобами так організувати їхню експлуатацію, щоб виключити всяку можливість помилок зі сторони обслуговуючого персоналу.

Основою організації безпечної експлуатації електроустановок являються висока технічна грамотність і дисципліна персоналу, який повинен дотримуватися організаційні і технічні заходи, а також виконання експлуатаційних операцій згідно з Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів [9].

Персонал, який забезпечує експлуатацію електроустановок, умовно поділяється на три групи:

- 1) Оперативний персонал – черговий електротехнічний персонал, який несе чергування в електроустановках безпосередньо або на домі. Обов'язком його являється оперативне обслуговування діючої електроустановки;
- 2) Ремонтуючий персонал – лиця, виконуючі ремонтні, монтажні, налагоджувальні, будівельні роботи в електроустановках;
- 3) Оперативно-ремонтний персонал – лиця електротехнічної кваліфікації, на яких доручений обов'язок оперативного обслуговування електроустановок, не маючи чергового персоналу;

В процесі експлуатації електроустановок нерідко виникають умови, при яких навіть саме найкраще їх виконання не забезпечує безпеки робітника і потрібне застосування спеціальних захисних пристроїв. Наприклад, при роботах близько струмоведучих частин, які знаходяться під напругою, існує небезпека доторкнутись до цих частин і тому потрібна спеціальна ізоляція інструмента і працюючого. При роботах на відключених струмоведучих частин - шинах, проводах і т.д. є небезпечність випадкової появи струму на них, тому повинні бути застосовані міри, виключаючи помилкову подачу напруги до місця робіт і поряд з цим усунення током працюючих у випадку включення електроустановки під напругою.

Захисні засоби умовно діляться на три групи: ізолюючі, огорожуючі і допоміжні. Ізолюючі захисні засоби поділяються на основні і допоміжні.

Основні ізолюючі засоби можуть довший час витримувати напругу електроустановки і тому ними дозволяється торкатись струмоведучих частин, які знаходяться під напругою, і працювати на них. До таких засобів відносяться в електроустановках напругою до 1000 В:

- діелектричні резинові рукавиці, інструмент з ізолюючими рукоятками і струмошукачами в електроустановках під напругою вище 1000 В;
- ізолюючі штанги, ізолюючі струмовимірюючі обценьки, а також вказівниками високої напруги .

Допоміжні ізолювані захисні засоби володіють недостатньою електричною стійкістю тому не можуть самостійно захистити людину від ураження струмом. Їх призначення – зміцнити захисну дію основних ізолюючих засобів, разом з якими вони повинні застосовуватись. До допоміжних ізолюючих засобів відносяться: в електроустановках напругою до 1000 В – діелектричні галоші, коврики і ізолювані підставки; в електроустановках напругою вище 1000 В – діелектричні рукавиці, боти, коврики і ізолюючі підставки.

Ізолюючі штани призначені для відключення і включення однополосних роз'єднувачів, для накладання переносних заземлень і інших операцій.

Ізольовані кліщі застосовують при обслуговуванні трубних запобіжників, які знаходяться під напругою.

Вказівними високої наруги і струмошукачі використовують для перевірки присутності і відсутності на струмоведучих частинах електроустановок наруги вище 1000 В і до 1000 В відповідно.

Гумові діелектричні рукавиці, галоші, боти і коврики, як допоміжні захисні засоби застосовують при операціях, виконуючих з допомогою основних захисних засобів. Крім цього, рукавиці використовують як основний захисний засіб захисту від крокових напруг.

Ізолюючі підставки застосовують в якості ізолюючої основи. Монтерський інструмент з ізольованими ручками застосовують при роботах під напругою в електроустановках до 1000 В.

Огороджуючі захисні засоби призначені: для огороження струмоведучих частин (часткові переносні огороження – щити, огороження-клітки, ізолюючі накладки, ізольовані ковпаки); для попередження помилкових операцій (попереджуючі плакати); для тимчасового заземлення відключених струмоведучих частин з метою ліквідування небезпеки ураження працюючих струмом при випадковій появі наруги (тимчасові захисні заземлення).

Допоміжні захисні засоби призначені для окремого захисту працюючого від світлових, теплових і механічних дій. До них відносять захисні окуляри, противогази, спеціальні рукавиці.

Обслуговування діючих електроустановок, проведення в них оперативних переключень, організація та виконання ремонтних, монтажних, налагоджувальних робіт і випробувань здійснюються спеціально підготовленим електротехнічним персоналом [9].

Роботи в діючих електроустановках з врахуванням заходів безпеки поділяються на виконувані: зі зняттям напруги на струмоведучих частинах і поблизу них, без зняття напруги на віддалі струмоведучих частин, котрі знаходяться під напругою. До робіт, виконуваних зі зняттям напруги, відносяться роботи, котрі виконуються в електроустановці, в котрій зі всіх струмоведучих частин знята напруга і вхід в приміщення до сусідньої електроустановки, котра знаходиться під напругою, закритий. До робіт, виконуваних без зняття напруги на струмоведучих частинах та поблизу них, відносяться роботи, котрі проводяться безпосередньо на цих частинах.

Роботою без зняття напруги на віддалі від струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, вважається робота, при якій виключається випадкове наближення працюючих людей та використовуючого ними ремонтного обладнання і інструменту до струмоведучих частин на віддаль менше встановленої і не вимагається вжиття технічних заходів для запобігання такому наближенню. При виконанні робіт зі зняттям напруги на струмоведучих частинах та поблизу них повинні виконуватись організаційні та технічні заходи.

До організаційних заходів відносяться:

- оформлення роботи по наряді-допуску, розпорядженню або за переліком робіт, виконуваних в порядку поточної експлуатації;
- допуск до роботи;
- нагляд під час роботи;
- оформлення перерви під час роботи;
- переводи на інше робоче місце.

Наряд-допуск - це завдання на безпечне виконання роботи, оформлене на спеціальному бланку встановленої форми. Він визначає зміст, місце виконання роботи, час її початку і закінчення, умови її безпечного виконання, склад бригади та осіб, відповідальних за безпечне виконання роботи. Відповідальним за безпечне виконання робіт є: особа, що видала наряд; котра

дає розпорядження; особа, що допускає до роботи; керівник роботи; виконавець роботи; спостережник; член бригади.

Всі роботи, котрі виконуються в електроустановках без наряду, виконуються:

- за розпорядженням осіб, уповноважених на це, з оформленням в оперативному журналі;
- в порядку поточної експлуатації з подальшим записом в оперативному журналі.

Розпорядження – це завдання на виконання роботи, що визначає її зміст, місце, час, заходи безпеки. Воно має разовий характер, видається на один вид роботи і діє протягом однієї зміни.

За розпорядженням можуть виконуватись:

- позапланові роботи, викликані виробничою необхідністю, тривалістю до 1 год;
- роботи без зняття напруги на віддалі від струмоведучих частин, котрі знаходяться під напругою, тривалістю на більше однієї зміни;
- роботи зі зняттям напруги з електроустановок напругою до 1000 В тривалістю не більше однієї зміни.

Поточна експлуатація – це проведення оперативним персоналом самостійно на закріпленій за ним ділянці протягом однієї зміни робіт за спеціальним переліком.

До організаційних заходів в цьому випадку відноситься складання, відповідальним за електрогосподарство, переліку робіт стосовно конкретних умов.

До технічних заходів, що забезпечують безпеку робіт, виконуваних зі зняттям напруги, відносяться:

- необхідні вимкнення та вжиття заходів, котрі запобігають подачі напруги до місця роботи внаслідок помилкового або довільного ввімкнення комутаційної апаратури;

- вивішування на проводах ручного та на ключах дистанційного керування комутаційної апаратури (автомати, рубильники, вимикачі) забороняючих плакатів;
- перевірка відсутності напруги на струмоведучих частинах;
- накладання заземлення;
- вивішування попереджувальних плакатів, огороження, при необхідності робочих місць та струмоведучих частин, які залишились під напругою.

Захисне заземлення – з'єднання із землею металічних частин приладу, які не знаходяться під напругою при звичайних обставинах, але можуть опинитись під напругою в результаті порушення ізоляції електроустановок. Призначення захисного заземлення – відсторонення людей від ураження електричним струмом при появленні напруги на конструктивних частинах електроустановок, тобто при „замиканні на корпус”. Принцип дії захисного заземлення – пониження до безпечних значень напруг дотику і кроку. Це досягається зменшенням потенціалу заземленого приладу, а також вирівнюванням потенціалів за рахунок піднімання потенціалу основи, на якому стоїть людина, до потенціалу, ближчого по величині до потенціалу заземленого приладу.

Область застосування захисного заземлення – трьохфазні трьохпровідні сітки напругою до 1000В з ізолюючою нейтраллю і вище 1000В з любым режимом нейтралі.

Типи заземлюючих пристроїв.

Є два типи заземлюючих пристроїв: виносний і контурний.

Виносний заземлюючий пристрій характеризується тим, що заземлювач його виноситься за границі площадки, на якій розміщено заземлений прилад, або зосереджений на деякій частині цієї площадки.

Недолік виносного заземлення – віддаленість заземлювача від захищаючого приладу, внаслідок чого коефіцієнт дотику $L=1$. Тому цей тип

застосовується лише при малих струмах замикання на землю, і частково, в обладнаннях напругою до 1000В, де потенціал заземлення не перевищує допустимої напруги дотику.

Контурний заземлюючий пристрій характеризується тим, що його одиночні заземлювачі розміщаються по контуру площадки, на якій знаходиться заземлююче обладнання, або розподіляють по всій площадці рівномірно; по можливості.

Безпечність при контурному заземленні забезпечується вирівнюванням потенціалу на захисній території до такої величини, щоб максимальні значення напруг дотику і кроку не перевищували допускаючого. Це досягається шляхом відповідного розміщення окремих заземлювачів.

Всередині приміщення вирівнювання потенціалу відбувається звичайним шляхом через металічні конструкції, трубопроводи, кабелі і подібні їм провідні предмети, зв'язані з розгалуженою сіткою заземлення.

6.2 Заходи пожежної безпеки цеху

Забезпечення пожежної безпеки – невід'ємна частина державної діяльності щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства та навколишнього середовища. Відповідно до статті 4 Закону України “Про пожежну безпеку” державні органи виконавчої влади та органи самоврядування усіх рівнів в межах своєї компетенції організовують розроблення та впровадження у відповідних галузях і районах організаційних і науково-технічних заходів щодо запобігання пожежам і їх гасіння, забезпечення пожежної безпеки населених пунктів і об'єктів[10].

Згідно діючого законодавства відповідальність за утримання промислового підприємства у належному протипожежному стані покладається безпосередньо на керівника. Власники підприємств, установ та організацій зобов'язані:

- Розробляти комплексні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки;

- Відповідно до нормативних актів з пожежної безпеки розробляти і затверджувати положення, інструкції, інші нормативні акти, що діють в межах підприємства, здійснювати постійний контроль за їх додержанням;
- Забезпечувати додержання протипожежних вимог стандартів, норм, правил, а також виконання вимог приписів і постанов органів державного пожежного нагляду;
- Організовувати навчання працівників правилам пожежної безпеки та пропаганду заходів щодо їх забезпечення;
- Утримувати в справному стані засоби протипожежного захисту і зв'язку, пожежну техніку, обладнання та інвентар, не допускати їх використання не за призначенням;
- Створювати у разі потреби відповідно до встановленого порядку підрозділи пожежної охорони та необхідну для їх функціонування матеріально-технічну базу;
- Подавати на вимогу державної пожежної охорони відомості та документи про стан пожежної безпеки об'єктів і продукції, що ними виробляється;
- Здійснювати заходи впровадження автоматичних засобів виявлення та гасіння пожеж;
- Своєчасно інформувати пожежну охорону про несправність пожежної техніки, систем протипожежного захисту, водопостачання тощо;
- Проводити службові розслідування випадків пожеж.

Ретельне виконання правил пожежної безпеки, тобто певного протипожежного режиму є вирішальною умовою запобігання пожежам у цехах заводів. Протипожежні вимоги до електроустаткування, яке застосовується на заводах, визначаються в залежності від пожеж та вибухонебезпечності виробництва в певному цеху. Під час роботи генераторів, електродвигунів, трансформаторів, випрямлячів, розподільних пристроїв тощо, буває надмірне

нагрівання ізоляції обмоток та інших елементів, що може привести до пожежі [14].

Іскріння та електричні дуги, що виникають під час аварій і вимикання струму, можуть стати причиною спалахнення накопиченого пилу й горючих газів. Тому залежно від пожежної безпеки виробництва застосовується електроустаткування різних конструкцій, які перешкоджають виникненню пожежі.

За конструктивним виконанням електричні машини і апарати (двигуни, генератори, реостати, рубильники) поділяються на відкриті, захищені, вибухозахищені.

Вибухозахищеними називається електроустаткування, що має одне з виконань, яке забезпечує надійність його застосування в умовах вибухонебезпечних приміщень та зовнішніх установок всіх або тільки декількох класів, і затверджене уповноваженою на це організацією. Воно може бути вибухонепроникним, підвищеної надійності проти вибуху, з масляним наповненням, продувним під надмірним тиском, іскробезпечним і спеціальним.

Залежно від виду виконання, а також від найвищої категорії вибухонебезпечної суміші та групи самозаймання її, для яких це електроустаткування визнане вибухозахищеним, для нього встановлюються такі умовні позначення:

а) Спочатку залежно від виду виконання ставиться: для вибухонебезпечного виконання – літера “В”; для виконання з масляним наповненням – “М”; для підвищеної надійності проти вибуху – “Н”; для продувного під надмірним тиском – “П”; для іскробезпечного виконання – “И”; для спеціальних виконань – “С”.

б) Далі ставлять позначення фізичних властивостей вибухонебезпечної суміші. Воно складається з цифри відповідної категорії вибухонебезпечної

суміші згідно з таблиць.

в) Для електроустаткування з масляним наповненням, яке продувається під надмірним тиском, та підвищеної надійності проти вибуху цифра, що згідно з таблиці відповідає категорії вибухонебезпечної суміші, ставиться тільки тоді, коли конструкція містить елементи, виконані як вибухонебезпечні. Якщо ж конструкція не має таких елементів, то замість цифри ставлять “О”.

Для електроустаткування з підвищеною надійністю проти вибуху з іскрячими частинами, замкненими у продувну оболонку чи зануреними в масло або виконаними як іскробезпечні, замість цифри, що вказує категорію вибухонебезпечної суміші, ставлять літеру, яка відповідає виконанню: “П”, “М” або “Ч”.

Внаслідок невиконання електротехнічних правил, а також під впливом навколишнього середовища (вологості, пилу, хімічних активних речовин) нормальний стан електроосвітлювальних установок порушується. В таких випадках в електричних колах виникають короткі замикання, перевантаження, перехідні опори, електрична дуга або іскріння, а також шкідливі вихрові струми.

Під час короткого замикання виділяється багато тепла, яке нагріває провідник до температури спалаху ізоляції і вище. Ізоляція проводів або навколишнє гаряче середовище можуть спалахнути, коли в електричному колі виникають небезпечні щодо нагрівання місцеві перехідні опори.

Для захисту електроосвітлювальних установок від перевантаження застосовують плавкі запобіжники, установочні автомати і термореле.

Основні шляхи зниження пожежної небезпеки під час експлуатації електроосвітлення такі: вибір електроосвітлювальних установок з таким розрахунком, щоб вони не стали джерелом займання того середовища, в якому експлуатуються; при монтажі електроосвітлювальних ліній та світильників забезпечення міцності ізоляції; встановлення відстані між провідниками із струмом різної полярності, а також між проводами та заземленими

предметами; щільність контактів, надійний захист від механічних пошкоджень, перевантажень, коротких замикань тощо; при виборі світильників враховувати особливості класифікації приміщень згідно з правилами обладнання електротехнічних установок. Треба також мати на увазі, що колби потужних ламп (500 ват і більше) нагріваються до температури 200-250 °C і від цього можуть зайнятися горючі матеріали.

Відповідно до цих вимог у робочих приміщеннях машинобудівних підприємств можна застосувати відкриті, захищені, вологозахищені, пилонепроникні, вибухозахищені та спеціальні світильники.

На кожному небезпечному об'єкті мають бути всі засоби для швидкого виклику пожежної охорони. На особливо важливих і небезпечних щодо пожежі об'єктах рекомендується налагодити прямий телефонний зв'язок з пожежною командою. Справність усіх видів пожежного зв'язку та сигналізації систематично контролюється.

6.3 Розрахунок шуму

В наш час експлуатація переважної більшості технологічного обладнання енергетичних установок, машин пов'язана з виникненням шумів, котрі справляють несприятливий вплив на організм людини. Шум може тимчасово активізувати або постійно пригнічувати психічні процеси організму людини. Розрахункові точки на території забудови вибирають за генеральним планом, а всередині будівель – за технологічним плануванням. Для джерел, котрі випромінюють шум у навколишнє середовище, розрахункові точки вибираються на віддалі 2 м від площини вікон найближчих будівель, орієнтованих в бік джерел шуму, на висоті 1,2 м від поверхні землі.

В консервному цеху працює 10 машин. Шум від кожної із них становить $L=60$ дБ. Визначити сумарний рівень шуму від машин і порівняти його з ГОСТ

12.1003-83. Дати рекомендації по захисту від шуму, якщо він перевищує норму.

Розрахунок.

1. Визначити сумарний рівень шуму в цеху від 10 точкових машин [11].

$$L_{10}=L_1+10\lg 10=60+10\lg 10=70\text{дБ}.$$

2. Порівняти визначену величину шуму з ГОСТ 12.1003-83 “Шум” бачимо, що є перевищення шуму на 10дБ на робочому місці.

Отже, для працівників необхідно видати засоби захисту від шуму – навушники, вставки.

6.4 Вплив вібрацій на організм людини

Вібрація впливає на кліткову будову органів тіла, викликає зміни у тканинах, м'язах, зокрема в серцевих, а також — на нервову систему, порушуючи регуляцію діяльності внутрішніх органів і обмін речовин. В результаті вібрації може статися запаморочення.

При вібрації від молотів, верстатів, машин, від пневматичного інструменту у робітників може виникнути невроз рук, захворювання суглобів. Значна вібрація є професійною шкідливістю.

Отже, стрясання шкідливе для здоров'я, вони можуть спричинятися до виробничого травматизму і професійних захворювань, а тому треба усувати ці шкідливості як у виробничих приміщеннях, так і на території заводу і вживати захисних заходів.

У розробленій автоматизованій дільниці застосовується мембранний насос. Для його віброізоляції необхідно застосувати віброізолятори. Проведемо їх розрахунок:

1) Визначимо частоту збуджуючої сили за формулою:

$$f = n/60 \quad [7.1]$$

де n – частота обертання маховика насоса (об/хв.)

тоді $f = 300/60 = 5$ Гц

2) За графіком [17 с. 202] приймаємо допустиму частоту власних коливань віброізовьованого пристрою $f_z = 2$ Гц

3) Визначимо номінальну масу віброізовьованого пристрою за формулою:

$$Q_B = \frac{2,5EQ_{B,ч}}{a_{доо}} \quad [7.2]$$

де $Q_{доо} = 0,18$ – допустима амплітуда зміщення центра тяжіння пристрою

$Q_{B,ч}$ – маса маховика, кг.

тоді

$$Q_B = \frac{2,5 \cdot 0,1 \cdot 30}{0,18} \approx 41,7 [\text{кг}]$$

4) Визначимо загальну масу насоса за формулою:

$$Q_{заг} = Q_{нас} + Q_B \quad [7.3]$$

тоді

$$Q_{заг} = 1600 + 41,7 = 1641,7 [\text{кг}]$$

5) Визначення сумарної жорсткості віброізоляторів проведемо за формулою:

в вертикальному напрямку:

$$K_B = 4\pi^2 f_z^2 \frac{Q_{заг}}{g} \quad [7.4]$$

де $g = 980$ см/с² – прискорення вільного падіння

тоді

$$K_B = 4\pi \cdot 5^2 \frac{1641,7}{980} = 525,7$$

Отже, вибираємо віброізолятор ДО-44.

Технічні характеристики віброізолятора:

- вертикальна жорсткість – 357 Н/см;
- висота у вільному стані – 226 мм;

- осадка пружини під максимальним навантаженням – 83

мм;

б) Визначимо розміщення віброізоляторів по кутах рами $n_{iz} = 4$ шт., тобто визначимо відстані між центрами кріплення віброізоляторів від центра тяжіння за формулами:

$$B_x = \sqrt{2,25 \frac{I_y g}{Q_{заг}} - h^2} \quad [см] \quad [7.5]$$

$$B_y = \sqrt{2,25 \frac{I_x g}{Q_{заг}} - h^2} \quad [см] \quad [7.6]$$

де $h = 100$ см – перевищення центра тяжіння насоса над рівнем віброізоляторів;

$I_x = 25000$ кг*см*с²; $I_y = 20000$ кг*см*с² – моменти інерції пристроїв відносно осей X та Y, що проходять крізь центр тяжіння.

Тоді

$$B_x = \sqrt{2,25 \frac{20000 * 980}{1641,7} - 10000} = 129,2 см$$

$$B_y = \sqrt{2,25 \frac{25000 * 980}{1641,7} - 10000} = 153,6 см$$

Приймаємо $B_x = 1,3$ м, $B_y = 1,6$ м.

Схематичне розміщення віброізоляторів показано на рис. 6.1

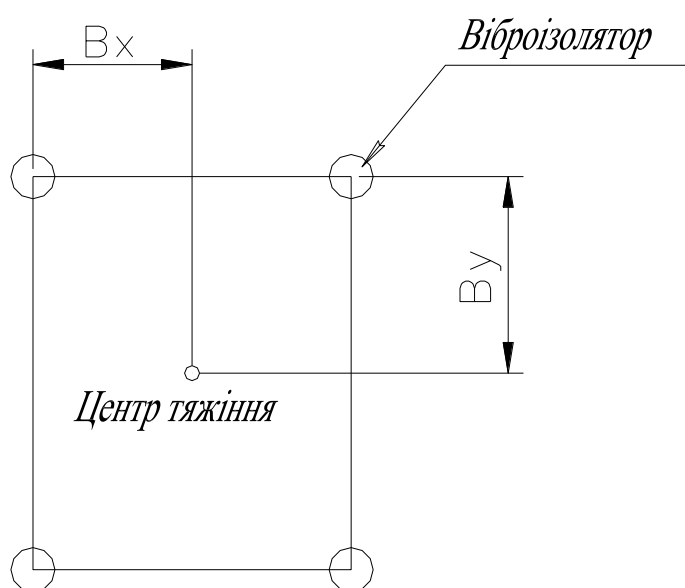


Рисунок 6.1 – Розміщення віброізоляторів на рамі мембранного насоса

Отже, розрахована схема, системи віброізоляторів, повністю забезпечує надійний захист від вібрацій мембранного насоса.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

Під час реалізації проекту було виконано аналіз лінії подачі металевого профілю як об'єкта автоматизації. Обрано найбільш відповідну концепцію розробки системи управління, побудовано логічну модель з графіками функціонування, які підтверджують ефективність обраних керуючих алгоритмів. Створено макет системи, використовуючи структурно-інформаційну модель поведінки об'єкта.

Виконано підбір необхідних апаратних засобів та розроблено принципи функціонування керуючого середовища. Глибокий аналіз ефективності створення та впровадження системи підтвердив її вигідність і обґрунтованість, з урахуванням високої окупності та економічної ефективності.

Також проведено аналіз небезпечних факторів, що впливають на здоров'я людини під час експлуатації транспортної лінії, і спроектовано різні види забезпечення надійної охорони праці. Впровадження системи управління призначено для покращення ефективності подачі металевого профілю за рахунок використання оптимальних параметрів роботи системи керування, підвищення якості обладнання та ефективності керування технологічним процесом. Це також сприятиме зниженню витрат енергоресурсів, збільшенню терміну служби обладнання та зменшенню аварійності, при цьому знижуючи вплив людського фактора у виробничому процесі і підвищуючи культуру виробництва. Створення системи передбачено без обмежень для інтеграції з іншими системами та можливістю розширення функціоналу без значних витрат.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Бочков В.М. Обладнання автоматизованого виробництва / В.М. Бочков, Р.І. Сілін // Навч. посібник/ Львів: Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000. – 380с.
2. Петраков Ю.В. Автоматизація технологічних процесів у машинобудуванні засобами мікропроцесорної техніки / Ю.В. Петраков, П.П. Мельничук // Навч. посібник для студентів. Житомир: ЖДТУ. 2001. – 194 с.
3. Кузнецов Ю.М. Верстати з ЧПК та верстатні комплекси: / Навч. посібник К.: ТОВ «Замок»; Тернопіль, 2001. – Т.1 – 198 с., Т.2 – 298 с.
4. Дудюк Д.Л. Гнучке автоматизоване виробництво і роботизовані комплекси / Д.Л. Дудюк, С.С. Мазепа, М.М. Мисик // Навч. посібник. Львів: «Магнолія плюс», видавець СГД ФО В.М.Піча, 2005. – 278с..
5. Куцик А.С. Автоматизовані системи керування на програмованих логічних контролерах. Навчальний посібник/ Куцик А.С., Місюренко В.О. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. - 200 с.
6. Programmable Logic Controller (SIEMENS S7-1200) Trainer// Khazarov V.G.Automation Studio.- 2014.-T1.V2.-P.37-39.
7. Барало О.В. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування. Навчальний посібник/ Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. — Київ: Аграрна освіта, 2010. — 557с.
8. Галкін П.В., Ключник І.І. Програмування ПЛК в CODESYS: навчальний посібник/ Галкін П. В., Ключник І. І.- Харків: ФОП Панов А.М. - 2019. - 92 с.
- 9.Губський А. І., Цивільна оборона.- К.: Міністерство освіти, 1995. - 216 с.
- 10.Білявський Г.О., Основи загальної екології. - К.: Міністерство освіти, 1995.- 120 с.

- 11.Воронов А.К., Навколишнє середовище та розвиток.- К.: Міністерство освіти, 1999.- 185 с.
- 12.Hans Berger Automating With STEP 7 In LAD And FBD: Programmable Controllers SIMATIC S7-300/400:Publicis Mcd Werbeagentur Gmbh. 2008, – 440 p.
13. Hans Berger Automating With STEP7 In STL And SCL: Programmable Controllers SIMATIC S7-300/400: Wiley-vch Verlag Gmbh. 2009, – 544 p
14. Бергер, Ганс. Автоматизація з використанням STEP 7 та програмованим контролером SIMATIC S7-300/400. [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://mirknig.com/knigi/nauka_ucheba/1181227029-avtomatizaciyauposredstvom-step-7-s-ispolzovaniem.html.
15. Автоматизація в промисловості. Каталог Siemens CA01 2010 / Режим доступа:<http://www.smsautomation.ru/distribution/Siemens/catalog/index.php?nodeid=110>
16. Programmable Logic Controller (SIEMENS S7-1200) Trainer// Khazarov V.G.Automation Studio.- 2014.-T1.V2.-P.37-39
17. Береза А. М. Основы створення інформаційних систем: навч. посіб. / Береза А.М. – 2 вид., перероб. і доп. – К.: КНЕУ, 2001. – 214 с.
18. І.В. Чихіра Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Програмування систем реального часу" /Тернопіль: ТНТУ ім.І.Пулля, 2017 – 92с.
19. Автоматизація виробничих процесів : навч. посіб. / Проць Я. І., Савків В. Б., Шкодзінський О. К., Ляшук О. Л. Тернопіль : ТНТУ ім. І.Пулля, 2011. -344с.