

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Автоматики і комп'ютеризованих технологій
(повна назва)

Кафедра Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Розробка програмного модуля систем автоматизації конвеєрних ліній на базі Siemens
(тема)

Виконав:
студент 3 (прискореного) курсу, групи
АКТСІу-21-1
Гайдабура Є.С.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 151 Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна

Освітня програма Системна інженерія
(повна назва освітньої програми)

Керівник проф. Ромашов Ю.В.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри КІТАР

(підпис)

Невлюдов І. ІІ.
(прізвище, ініціали)

2024 р.

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Автоматики і комп'ютеризованих технологій
Кафедра _____ КІТАР _____
Рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) _____
Спеціальність _____ 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології _____
Тип програми _____ Освітньо-професійна _____
Освітня програма _____ Системна інженерія _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри КІТАМ _____
(підпис)

« 20 » травня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові _____ Гайдабурі Євгену Станіславовичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Розробка програмного модуля систем автоматизації для конвеєрних ліній на базі Siemens _____

Затверджена наказом по університету від 20.05.2024 № 478 Ст _____

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 17.06.2024 р. _____

3. Вихідні дані до роботи _____ Програмні застосунки: TIA Portal; EasyRoll; Nordcon _____

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____

4.1 Вступ; _____

4.2 Аналіз досліджень у галузі; _____

4.3 Автоматизація палетного транспортного вузла; _____

4.4 Поліпшення і розширення можливостей роботи за допомогою вертикального конвеєра; _____

4.5 Алгоритмізація роботи з пристроями автоматичного управління конвеєрними лініями, та максимізація функціональних можливостей, моделювання математичних моделей систем автоматичного управління у середі моделювання; _____

4.6 Висновки та перелік джерел посилань. _____

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп’ютерних ілюстрацій

6. Консультанти розділів роботи

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім’я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз технічного завдання	20.05.2024	Виконано
2	Аналіз досліджень у галузі конвеєрних технологій	22.05.2024	Виконано
3	Методики проведення налаштування	28.05.2024	Виконано
4	Розробка структурної схеми автоматизації	30.05.2024	Виконано
5	Розробка програмного модуля для палетного конвеєра	01.06.2024	Виконано
6	Оформлення пояснювальної записки	08.06.2024	Виконано

Дата видачі завдання 20.05.2024 р.

Студент _____ Гайдабура Є.С.
(підпис)

Керівник роботи _____ проф. Ромашов Ю.В.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

Я, як студент ХНУРЕ, розумію і підтримую політику закладу із академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки кваліфікаційної роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

01.06.2024

Гайдабура Є.С.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 56 с., 1 табл., 16 рис., 1 дод., 9 джерел

КОНВЕЄР, ПРОМИСЛОВА АВТОМАТИЗАЦІЯ, PLC, SCADA, СУЧАСНИЙ СКЛАД, Siemens, СКЛАДСЬКЕ ПРИМІЩЕННЯ, СТРИЧКОВИЙ КОНВЕЄР, ПАЛЕТНИЙ КОНВЕЄР, КРОКОВІ ДВИГУНИ.

Мета роботи – підвищення продуктивності технологічного процесу автоматизації за рахунок скорочення часу та підвищення точності процесу сортування та транспортування. Виконати аналіз існуючих рішень щодо використання засобів автоматизації при передачі та сортуванні.

Об'єкт розробки – автоматизована система керування конвеєрною лінією.

Предмет розробки – програмне забезпечення для контролера Siemens S7-1500.

В кваліфікаційній роботі проведено аналіз існуючих аналогів та технологічних рішень у сфері автоматизації конвеєрних систем, а також досліджено особливості функціонування контролера Siemens S7-1500. Розроблено структурну схему автоматизованої системи та створено програмне забезпечення на мові LAD для керування конвеєрною лінією. Після цього було проведено тестування та оптимізацію розробленої системи.

У роботі представлено схему сучасного складського складу великої площі підприємства, що займається продажем, зокрема, продуктів харчування, програмного забезпечення, книг, автомобільних комплектуючих та багатьох інших. Описано використані прийоми, методи, засоби дослідження та проектування. Запропоновано проектування логічних структур, що керують конвеєрною лінією, конфігурацією топології мережі, а також системою безпеки.

Висновки дослідження показали, що розроблене програмне забезпечення на основі мови LAD для контролерів Siemens S7-1500 дозволяє оптимізувати роботу конвеєрних ліній, що є важливим кроком у напрямку підвищення ефективності виробничих процесів. Результати роботи можуть бути використані для подальшого розвитку систем автоматизації в різних галузях промисловості

ABSTRACT

Explanatory note: 56 p., 1 table, 16 figures, 1 appendix, 9 source

CONVEYOR, INDUSTRIAL AUTOMATION, PLC, SCADA, MODERN WAREHOUSE, Siemens, WAREHOUSE, BELT CONVEYOR, PALETTE CONVEYOR, STEPPING MOTORS.

The purpose of the work is to increase the productivity of the technological automation process by reducing time and increasing the accuracy of the sorting and transportation process. Analyze existing solutions regarding the use of automation tools for transfer and sorting.

The object of development is an automated control system for a conveyor line. Subject of development - software for the controller Siemens S7-1500 controller. The qualification work analyzed existing analogues and technological solutions in the field of automation of conveyor systems, as well as investigated the features of the Siemens S7-1500 controller. A structural diagram of the automated system was developed and LAD software was created to control the conveyor line. After that, the developed system was tested and optimized.

The paper presents a diagram of a modern large-area warehouse of an enterprise that sells, in particular, food, software, books, automotive components, and many others. The techniques, methods, research and design tools used are described. The design of logical structures that control the conveyor line, the configuration of the network topology, and the security system is proposed.

The conclusions of the study showed that the developed software based on the LAD language for Siemens S7-1500 controllers allows optimizing the operation of conveyor lines, which is an important step towards improving the efficiency of production processes. The results of the work can be used for further development of automation systems in various industries.

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень.....	8
Вступ.....	9
1 Аналіз предметної області	12
1.1 Види складських приміщень та їх призначення. Призначення і функції складів, їх класифікація.....	12
1.2 Конвеєр і їх види.....	14
1.3 Висновок до першого розділу.....	22
2 Аналіз технічного завдання	24
3 Розробка програмного модуля для палетного конвеєра	29
3.1 Палетний конвеєр	29
3.2 Вибір компонентної бази	31
3.3 Вимоги безпеки при взаємодії з конвеєрними системами.....	40
Висновки.....	43
Перелік джерел посилання.....	44
Додаток А Лістинг програми.....	46
Додаток Б Демонстраційний матеріал.....	50

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

DB – блок даних;

FB – функціональний блок;

FC – функція;

LAD – ladder логіка;

LAN – локальна мережа;

OB – організаційний блок;

OE – помилка виводу;

PROFINET – промисловий стандарт Ethernet;

PLC – програмований логічний контролер;

Siemens NX – програмне забезпечення для моделювання та імітації машин;

TIA PORTAL – застосунок для проведення налаштування конвеєрних систем.

ВСТУП

В даний час автоматизація є зростаючою тенденцією на підприємствах, особливо з використанням спеціалізованих систем. Це базова процедура, яка дуже часто вимагає адаптації імітаційних систем і зумовлена не тільки економічними, а й ефективними факторами. Таке рішення добре працює на великих складах при перевезенні дрібної та середньої продукції. Автоматизація впливає на більш точне планування транспортного процесу, скорочує час підготовки замовлення, дозволяє краще контролювати продукцію під час виробництва та подальшого зберігання. Це повністю виключає ручну роботу і використання, наприклад, виловних навантажувачів, що знижує людський фактор. Чим складніші процеси будуть використані, тим ефективніше буде транспортування. Транспортування вантажів може бути розширено за рахунок відстеження посилок, маркування або сортування на основі камер і сканерів.

Автоматизація транспорту в складському секторі дозволяє підвищити професіоналізм компанії, ефективність перевезень, запобігти втраті посилок і уникнути їх псування. За рахунок додаткової автоматизації етапів зберігання і відвантаження співробітники можуть бути звільнені від монотонних дій під час транспортного обслуговування, що обмежить їх лише доповненням пакета товарами відповідно до замовлення, а також закріпленням та пакуванням пакетана час транспортування.

Є деякі моменти, на які слід звернути увагу при проектуванні транспортування конвеєрами. Найважливішим є економічний фактор. Автоматизація змушує до більш високих витрат, які окупляться через відповідний час при передбачуваній ефективності лінії, при цьому менші витрати можуть не окупитися, і економніше буде знайти інші варіанти. Крім того, беручи до уваги надійність систем управління (наприклад, за допомогою відповідних діагностичних методів), може бути досягнута система з дуже високою ефективністю.

Сканування, маркування або вибір правильного призначення посилки при

автоматичній обробці можуть бути виключені з компетенції співробітників. Повністю автоматизована система дозволяє контролювати всі транспортні параметри за допомогою візуалізації за допомогою систем нагляду SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). Завдяки їм можна отримати супервізію над відмовами, помилками обладнання, ефективністю та неформованістю заповнення лінії.

Для цього потрібна підготовка логіки контролю. У промисловості для таких завдань найчастіше вибирають промислові ПЛК, для роботи яких потрібен зв'язок з виконавчими та контрольними пристроями. Програму потрібно тестувати вже на етапі симуляції, а також під час запуску. Це дає впевненість у тому, що система повністю безпечна для навколишнього середовища, а також працює так, як очікує замовник.

Мета роботи – підвищення продуктивності технологічного процесу автоматизації за рахунок скорочення часу та підвищення точності процесу сортування та транспортування. Виконати аналіз існуючих рішень щодо використання засобів автоматизації при передачі та сортуванні.

Виходячи з поставленої мети, в роботі необхідно вирішити наступні задачі:

- автоматизація палетного транспортного вузла;
- поліпшення і розширення можливостей роботи за допомогою вертикального конвеєра(спец.ліфт);
- алгоритмізація роботи з пристроями автоматичного управління конвеєрними лініями, та максимізація функціональних можливостей, моделювання математичних моделей систем автоматичного управління у середі моделювання.

Об'єктом роботи є створення ефективної системи автоматизованого керування конвеєрною лінією. Розробка програмного забезпечення забезпечує коректну роботу конвеєрної системи, підвищуючи ефективність виробничих процесів та знижуючи витрати на експлуатацію обладнання.

Предметом роботи є комплекси автоматичного управління.

Методи роботи включають порівняння систем автоматичного управління

конвеєрними лініями, з метою виявлення найбільш ефективного. Розробка структурних схем, блок схеми, алгоритмізації систем роботи пристроїв автоматизації та моделювання комплексів автоматичного управління.

Пояснювальна записка виконана згідно з [1], [2].

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Види складських приміщень та їх призначення. Призначення і функції складів, їх класифікація

Більшість складів виконує такі основні функції:

- отримання товарів і здійснення контролю за їх якістю;
- накопичення товарних запасів та забезпечення умов їх зберігання;
- підготовку товару до продажу;
- комплектування замовлень оптових покупців;
- товаропостачання роздрібній торговельній мережі.

Залежно від характеру функцій склади бувають:

- розподільно-сортувальні;
- перевалочно-транзитні;
- дострокового завою;
- накопичувальні.

За склади поділяють на:

- універсальні - призначені для концентрації широкого асортименту продовольчих та непродовольчих товарів;
- спеціалізовані - служать для зберігання товарів однієї або кількох споріднених товарних груп.

З урахуванням створюваних режимів зберігання склади поділяють на:

- загально товарні – призначені для зберігання продовольчих та непродовольчих товарів, що не мають потреби особливого режиму;
- спеціалізовані – ставляться холодильники, морозильні камери і т.д.

Залежно від поверховості та висоти складських приміщень розрізняють:

- одноповерхові;
- багатоповерхові склади.

За ступенем механізації технологічних процесів склади поділяють на:

- механізовані та автоматизовані;
- склади з засобами малої механізації.

Залежно від пристрою склади поділяють на:

- відкриті;
- закриті;
- напівзакриті.

До приміщень основного виробничого призначення відносять приміщення для зберігання товарів (секції зберігання), холодильні камери, експедиції по прийому та відпуску товарів, цеху фасування, комплектуючі.

Допоміжні приміщення призначені для розміщення апарату управління. Це службові приміщення апарату управління, пункти харчування, здоров'я пункт, санітарно-побутові приміщення, вестибюлі, сходові клітки, тамбури. Складські приміщення підсобного призначення використовуються для зберігання пакувальних матеріалів, для розміщення технологічного обладнання, інвентарю, тари, збиральних машин, відходів упаковки, мийки інвентарю і виробничої тари.

Для визначення ефективності використання складських приміщень застосовують такі показники:

- коефіцієнт використання складської площі

$$K = S_{\text{гр.}} / J_{\text{скл.}} \quad (0,25 \dots 0,6 \text{ - оптимально})$$

- коефіцієнт використання корисного обсягу складу

$$K = V_{\text{ір.}} / K_{\text{скл.}} \quad (0,3 \dots 0,5 \text{ - оптимально})$$

Спеціальні вимоги висуваються до плануванні залу товарних зразків. Для основних виробничих процесів тут повинні бути виділені функціональні зони.

Кількість таких зон та їх розташування визначаються структурою представлених у залі товарних груп і чисельністю працівників.

Візкові конвеєри призначені для переміщення вантажів по окремих технологічних операціями потокового виробничого процесу. Їх застосовують для транспортування виробів від одного робочого місця до іншого в процесі

складання, для переміщення ливарних форм у процесі складання, заливки, охолодження, вибівки, повернення порожніх опок в ливарному цеху, для міжопераційної передачі виробів від одного робочого місця до іншого в процесі виготовлення, а також для виконання ряду інших операцій подібного призначення. Широке різноманітність використання візкових конвеєрів зумовило велике число їх конструктивних різновидів.

Основними ознаками класифікації візкових конвеєрів є розташування тягового елемента і напрямних шляхів і положення візків на гілках конвеєра. За першою ознакою розрізняють конвеєри вертикально замкнуті і горизонтально замкнуті; останні можуть бути розташовані як в одній горизонтальній площині, так і в просторі. За положенням візків на зворотному гілки розрізняють конвеєри з перекидається і не опрокидуючимись візками. Горизонтально замкнуті конвеєри бувають з підлоговим і настільним переміщенням візків. За характером переміщення виробів відомі конвеєри з безперервним та пульсуючим рухом візків.

1.2 Конвеєр і їх види

Конвеєр, також транспортер - машина безперервної дії, призначена для транспортування насипних і штучних вантажів: корисних копалин, складальних матеріалів та інше. Широко застосовується в кар'єрах, на шахтах, збагачувальних фабриках, складах.

Основні елементи конвеєра:

- тяговий, вантажний органи;
- опорні і напрямні елементи;
- конвеєрний постав.

Секція конвеєра – частина конструкції конвеєра. Для стрічкового конвеєра складається з опор із закріпленими на них ролико-опорами вантажної та холостої гілки.

Класифікація конвеєрів

По напрямку переміщення об'єктів конвеєри ділять на:

- горизонтальні;
- вертикальні;
- похилі.

Від виконуваних функцій:

- транспортування;
- складальні.

В залежності від тягового органу:

- стрічкові;
- ланцюгові.

Без тягового органу:

- гравітаційні;
- інерційні.

В залежності від конструкції тягового органу:

- стрічковий;
- гладкий;
- пластинчастий.

Із-за різних видів і особливостей підприємств, стали з'являтися конвеєри різних типів. Кожен конвеєр має свої особливості і недоліки, які необхідно враховувати при виборі конвеєра (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Параметри конвеєра

Параметри	Значення
Товщина пластин, мм	від 3
Ширина полотна, мм	від 500
Швидкість руху полотна, м/с	від 0,6
Продуктивність, т/ч	від 250 до 2000
Кут нахилу установки, °	до 45

Приклад:

Коробки розміром 220 мм × 180 мм × 100 мм повинні транспортуватися стрічковим конвеєром з достатньою міцністю стрічки зі швидкістю 2000 коробок на годину. Якими будуть розмір і швидкість конвеєра?

Рішення:

Для забезпечення стійкості ящики слід транспортувати зі стороною 100 мм як висотою. Для безпечного транспортування коробок без зсуву зі стрічки, ширина стрічки повинна бути придатною для транспортування коробок зі стороною 220 мм як шириною на стрічці. Отже, ширина стрічки повинна становити $220 + 2 \times 100 = 420$ мм або найближчий більший стандартний розмір. При ширині стрічки 420 мм навіть максимальний кутовий розмір коробки $\sqrt{220^2 + 180^2} = 284$ мм залишить боковий зазор $1/2 (420 - 284) = 68$ мм. Відповідно до стандарту IS 1891:1994 (частина I), вибирається найближчий більший стандартний розмір стрічки шириною 500 мм.

Якщо коробки розміщені з проміжком, скажімо, 200 мм між двома коробками, то максимальна швидкість конвеєра
$$v = \frac{2000 \times (180 + 200)}{60 \times 1000} = 12.67 \text{ m/min.}$$
, яка є досить низькою для стрічкового конвеєра з шириною стрічки 500 мм, є прийнятною.

У цій задачі слід зазначити, що доставка 2000 коробок на годину означає, що стільки ж коробок потрібно завантажити, *тобто* зі швидкістю $3600/2000=1,8$ секунди на коробку. Це може бути неможливо при ручному завантаженні, тому необхідно встановити якийсь тип автоматичного завантажувального пристрою.

Вибір типу конвеєра залежить також від характеристики вантажу. Для переміщення в процесі складання порівняно важких і громіздких виробів застосовують, як правило, вертикально замкнуті, а для легких малогабаритних - горизонтально замкнуті конвеєри.

Робота вібраційного конвеєра зазвичай базується на принципі власної частоти. На власній частоті конвеєр вібрає нескінченно довго, витрачаючи лише невелику кількість енергії. Як тільки привід ініціює вібрацію конвеєра,

підтримуючі пружини, по чергово накопичуючи і вивільняючи більшу частину необхідної енергії, допомагають підтримувати постійний рух під вантажем, що транспортується. Під час роботи привід передає вібрацію через опорні пружини на піддон, противагу або опорний елемент. Вібрація піддону безперервно підкидає матеріал вгору і вперед, таким чином переміщуючи його короткими стрибками вздовж конвеєра.

Основні властивості скребковий конвеєрів:

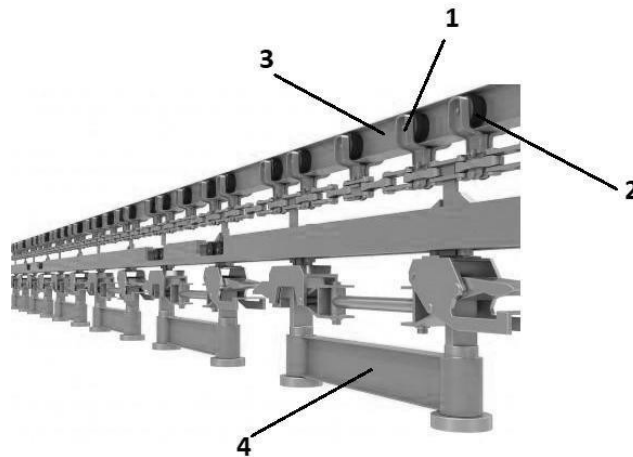
- висока продуктивність при мінімальних енерговитратах;
- простота конструкції і в результаті - висока ремонтпридатність;
- можливість завантаження і розвантаження вантажів на різних ділянках жолоба;
- можливість транспортування агресивних і важко транспортуючих матеріалів;
- низький рівень шуму під час роботи;
- тривалий термін служби;
- оптимальна вартість.

Підвісний конвеєр. Особливість даного типу в тому, що він найчастіше знаходиться в підвішеному стані, наприклад, до стелі, завдяки цьому знімається обмеження навантаження на підлогу біля конвеєра. Розділяється даний конвеєр на декілька видів: несучі конвеєри, що штовхають, ведучі і комбіновані.

Сипучий матеріал подається в ковші на нижній горизонтальній секції і транспортується через різні секції без перевантажень, а отже, не подрібнюється по дорозі. Поворотні ковші розвантажуються на верхній горизонтальній ділянці автоматично за допомогою перекидачів або розвантажувачів. Ковші оснащені виступаючими вигнутими кулачками або направляючими роликами, які при контакті з рукоятками перекидачів перекидають ковші. Поворотні ковшові конвеєри використовуються на електростанціях для транспортування вугілля і золи, на цементних заводах, в керамічній промисловості, каменедробильних установках тощо.

Тягове зусилля ланцюга і потужність конвеєра: Вся вага матеріалів і

рухомих частин ланцюгового конвеєра тягнеться за допомогою ланцюга або ланцюгів. Тому важливо розрахувати натяг кожного ланцюга і вибрати ланцюг з достатньою міцністю для безпечної роботи під робочим навантаженням, якому буде піддаватися ланцюг. (рис. 1.1).



1 – напрямна балка; 2 – підвіс; 3 – роликові каретки; 4 – захватні пристрої

Рисунок 1.1 – Підвісний конвеєр

Динамічні явища в ланцюгових конвеєрах: У ланцюгово-зірчковому приводі зачеплення зірочки з ланцюгом має переривчастий характер, тому лінійна швидкість ланцюга між двома послідовними зачепленнями з зубами зірочки стає нерівномірною. Причиною цього є те, що ланцюг не обертається навколо ведучої зірочки по колу кроку, а описує багатокутник кроку - явище, відоме як хордальна дія. Період нерівномірності дорівнює часу, який проходить між двома послідовними зачепленнями зірочки (тобто часу, який потрібен зірочці для обертання на один крок).

Роликовий конвеєр підтримує одиничні вантажі на серії роликів, встановлених на підшипниках, що спираються через певні проміжки на дві бічні рами, які закріплені на підставках або естакадах, розміщених на підлозі через певні проміжки. Роликовий конвеєр, по суті, охоплює одиничні вантажі з принаймні однією жорсткою, майже плоскою поверхнею, яка може торкатися і підтримувати стабільну рівновагу на роликах, такі як злитки, листи, прокат, труби, колоди, коробки, ящики, формувальні ящики і т.д. Відстань між

роликами залежить від розміру одиничного вантажу, який переміщується, таким чином, щоб вантаж у будь-який момент часу переміщувався щонайменше двома роликами.

Роликові конвеєри класифікуються на дві групи за принципом дії транспортування:

1. Роликовий конвеєр без живлення або на холостому ході;
2. Роликовий конвеєр з приводом або живим роликом.

У без приводному роликовому конвеєрі ролики не приводяться в рух і не живляться від зовнішнього джерела. Вантажі перекочуються через ряд роликів або за допомогою ручного поштовху, або за допомогою нескінченного рухомого ланцюга або каната, оснащеного штовхачами, стрижнями або затискачами. Зазвичай ці конвеєри працюють у горизонтальній площині, але іноді для полегшення руху вантажів їм надають невеликий нахил. Нахил від 1,5% до 3% гарантує, що вантаж буде котитися під дією сили тяжіння. Такі конвеєри називаються "гравітаційними роликовими конвеєрами".

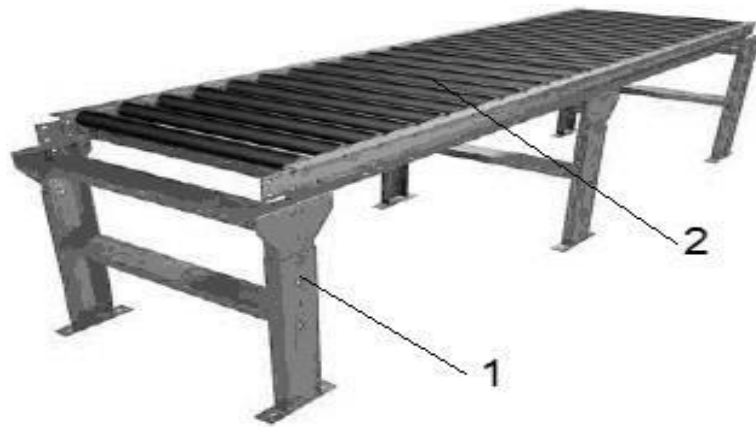
У приводному роликовому конвеєрі всі ролики або вибрана кількість роликів приводяться в рух одним або декількома двигунами, залежно від обраної схеми приводу. Приводні ролики передають рух вантажу за допомогою тертя. Роликові конвеєри з приводом можуть бути встановлені під невеликим нахилом, до 10° вгору або до 17° вниз. Вантаж можна переміщати в обох напрямках, змінюючи напрямок обертання роликів, тоді такі конвеєри називаються реверсивними.

Роликові конвеєри використовуються для транспортування практично будь-якого одиничного вантажу з жорсткою поверхнею, яка може рухатися на двох або більше роликах. Вони особливо часто використовуються між машинами, будівлями, на складах в якості стелажів, доків, ливарних цехах, прокатних станах, у виробничій, складальній та пакувальній галузях. Вони також використовуються для зберігання між робочими місцями і як сегмент композитної системи переміщення.

Однак обмеження роликових конвеєрів полягає в тому, що їх найкраще

використовувати для об'єктів з жорсткою плоскою поверхнею і для переміщення на відносно невеликі відстані. Потребують бічних огорожень, щоб утримувати вантажі від падіння. Гравітаційні роликові конвеєри мають ризик прискорення вантажів.

Ролики і рами для рольгангів виконують з конструкційної, неіржавіючої, загартованої сталі. Підрозділяються рольгани на гравітаційні, приводні, гнучкі гравітаційні. Гравітаційні рольгани працюють під дією сили тяжіння вантажу, який переміщається по конструкції. Такі рольгани встановлюють під певним, наперед розрахованим кутом.



1 – рама; 2 – роликові опори

Рисунок 1.2 – Рольган

Ключовою характеристикою є вантажопідйомність, діаметр роликів і розміри по центру осі вздовж конвеєра, а також загальну довжину і ширину конвеєра за необхідністю. Роликові конвеєри використовуються в основному для переміщення матеріалів, наприклад, на навантажувальних майданчиках, для наприклад, при обробці багажу або на складальних лініях. Ролики не мають приводу і рухаються під дією сили тяжіння, якщо вони встановлені під нахилом, або вручну, якщо встановлені горизонтально. Конвеєри можуть бути прямими або вигнутими, залежно від застосування та доступної площі. Призначені, в основному, для упаковок товарів, вантажів (рис. 1.2).

Роликові конвеєри застосовують для переміщення поштучних вантажів (труби, колоди, піддони, контейнери, ящики, прокат, виливки, плити, окремі деталі) в горизонтальному або похилому (під невеликим кутом) напрямі в різних виробництвах, на складах тощо.

Такі конвеєри часто використовують у виробничих цехах для забезпечення відповідних технологічних процесів. У виробництві роликові конвеєри — це основний тип конвеєрів для транспортування гарячого прокату. Неприводні рольганги застосовуються на пакувальних, сортувальних, бракувальних столах, перевантажувальних ділянках з одного конвеєра на інший, для транспортування стосів або тюків тощо.

Стрічковий конвеєр складається з нескінченної плоскої і гнучкої стрічки достатньої міцності, виготовленої з тканини, гуми, пластику, шкіри або металу, яка накладається на два металеві плоскі шківів з двох кінців і приводиться в рух в одному напрямку за допомогою приводу одного з двох кінцевих шківів. На цю рухому стрічку поміщають матеріал для транспортування. Активна половина стрічки підтримується натяжними роликами або станиною. Зворотна половина стрічки може підтримуватися або не підтримуватися, оскільки вона, як правило, не несе ніякого додаткового навантаження, крім власної ваги. Нескінченна стрічка підтримується в натягнутому стані за допомогою натяжного пристрою.

Стрічкові конвеєри (рис. 1.3) широко застосовують для переміщення вантажів.



Рисунок 1.3 – Стрічковий конвеєр

- Стрічкові конвеєри працюють в одній вертикальній площині, горизонтально або з нахилом (вгору або вниз) в залежності від фрикційних властивостей вантажу, що транспортується;
- Для зміни напрямку руху матеріалів, що транспортуються, в горизонтальній площині потрібно більше одного стрічкового конвеєра;
- Продуктивність конвеєра можна регулювати, змінюючи швидкість стрічки;
- Стрічкові конвеєри зазвичай використовуються для безперервного потоку матеріалів;
- Металеві/спеціальні ремені можуть перевозити гарячі, абразивні або хімічно активні матеріали.

1.3 Висновок до першого розділу

Складські приміщення підприємств служать для приймання, виготовлення сировини, що надходять від постачальників, їх зберігання і відпуску. Склади можуть розміщуватися в окремих приміщеннях, або охоплювати великі території певної ділянки, в залежності від того, для чого вони мають використовуватися, чи то для виготовлення і зберігання готової продукції, чи то для приймання сировини для подальшої обробки або зберігання.

Сучасне підприємство – це підприємство, яке використовує сучасні технології та програмне забезпечення для автоматизації своїх процесів і оптимізації робочих процедур. Це допомагає підприємствам підвищити продуктивність, знизити витрати, покращити якість продукції та послуг. Популярним рішенням забезпечення безперервного потокового виробництва є конвейєр. Конвейєр є складовою частиною сучасного підприємства. Він встановлює і настраює темп виробництва, забезпечує ритмічність, сприяє підвищенню продуктивності праці і збільшенню пропускної спроможності виробництва.

В даному розділі розглянуто основні види конвеєрного обладнання, їх конструктивні характеристики, включаючи переваги і недоліки. Застосування їх у виробництві і т. п.

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

Описувана система управління була розроблена з використанням програмного забезпечення TIA Portal v17. Це програмне забезпечення використовується для створення та тестування програмного коду PLC (програмованого логічного контролера) на мові LAD (Ladder diagram). Кодова програма була реалізована в контролері S7-1500 CPU 1517F-3 фірми Siemens.

Ще декілька програмних забезпечень для проектування системи управління є NORDCON, NORD TIA standard modules, NORD SISTEMA, EasyRoll+.

TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) – інтегроване середовище розробки програмного забезпечення систем автоматизації технологічних процесів від рівня приводів і контролерів до рівня людино-машинного інтерфейсу. Є втіленням концепції комплексної автоматизації (англ. Totally Integrated Automation) та еволюційним розвитком сімейства систем автоматизації Simatic компанії Siemens AG.

На рисунку 2.1 можемо побачити робочий простір TIA Portal.

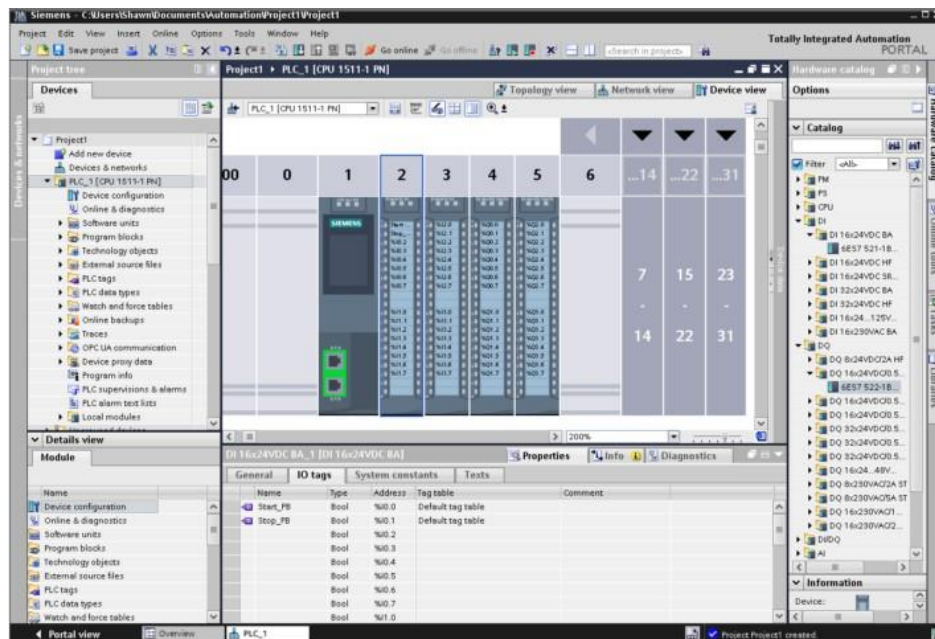


Рисунок 2.1 – Робочий простір

NORDCON – Програмний інструмент для введення в експлуатацію, експлуатації та аналізу всього асортименту електронних приводів NORD.

На рисунку 2.2 можемо побачити робочий простір NORDCON.

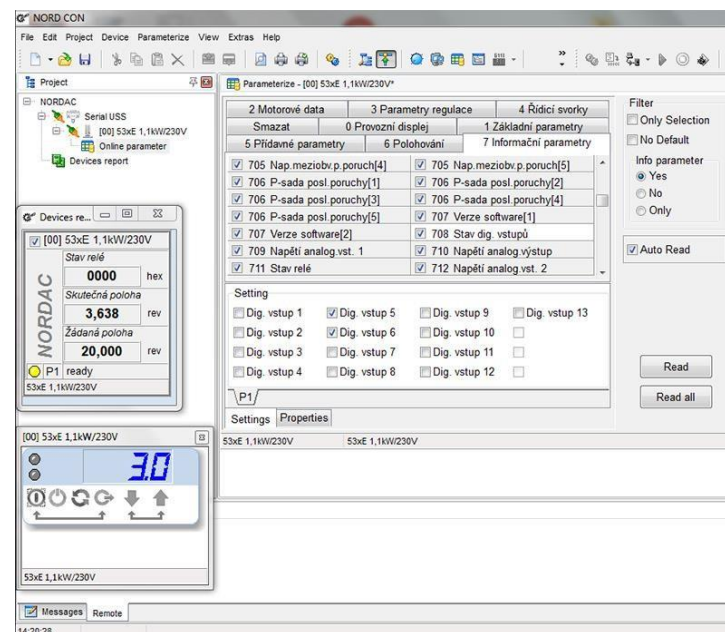


Рисунок 2.2 – Робочий простір

EasyRoll+ – це інструмент конфігурації програмного забезпечення EasyRoll+ це програма для ПК, яка надає альтернативні засоби для налаштування конвеєрної системи, керованої ConveyLinx. EasyRoll також надає можливість змінювати стандартні параметри модуля ConveyLinx, які інакше недоступні за допомогою вбудованої процедури автоматичного налаштування модуля.

Деякі з основних параметрів модуля, які можна змінювати за допомогою EasyRoll, це:

- вибір режиму ZPA (singulation, train тощо);
- марка та тип MDR;
- напрямок обертання MDR;
- значення швидкості, часу прискорення та уповільнення MDR;
- jam and gun чіткі значення часу;
- увімкнення та налаштування функції сповільнення Look Ahead;
- функція Blink & Wink, яка використовується для візуального визначення місцезнаходження ERSC на конвеєрі.

EasyRoll надає можливість змінювати ці параметри для одного модуля або групи модулів одночасно.

EasyRoll має можливість відображати інформацію про стан будь-якого модуля ConveyLinx у підмережі мережі.

На рисунку 2.3 можемо побачити робочий простір EasyRoll+, а також на рисунку 2.4 та 2.5 простір для налаштування ConveyLinx.

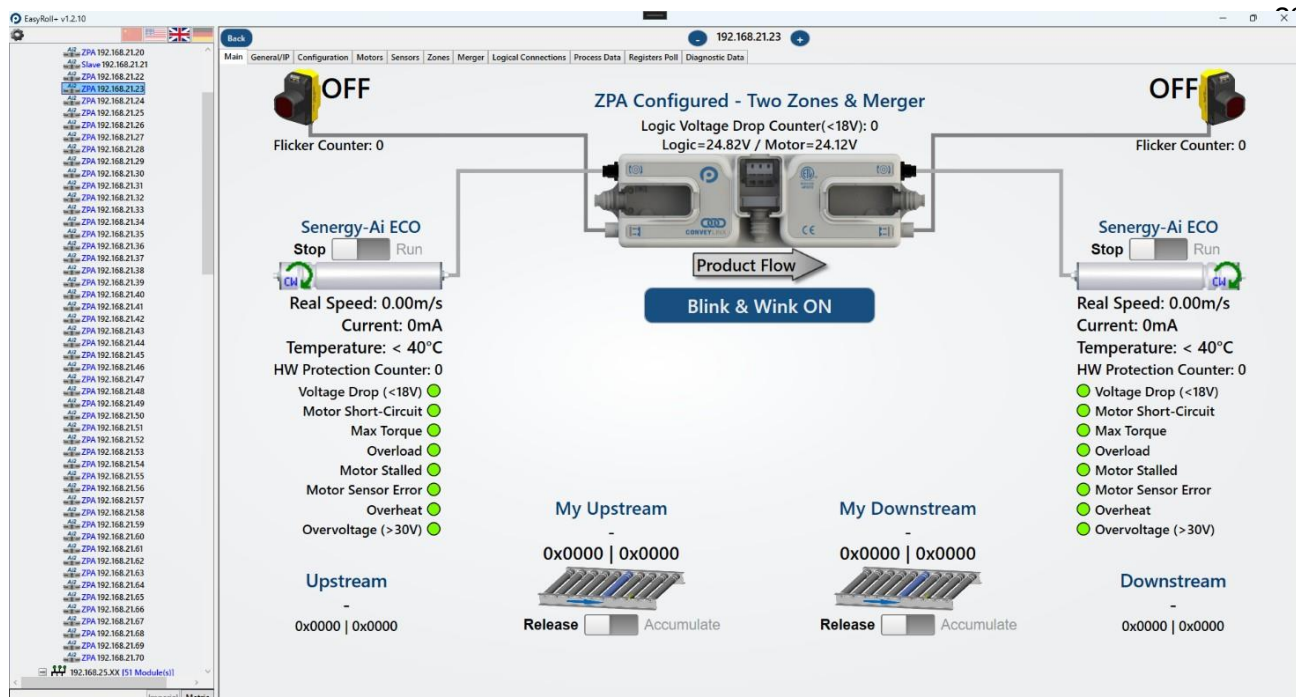


Рисунок 2.4 – Простір для налаштування ConveyLinX

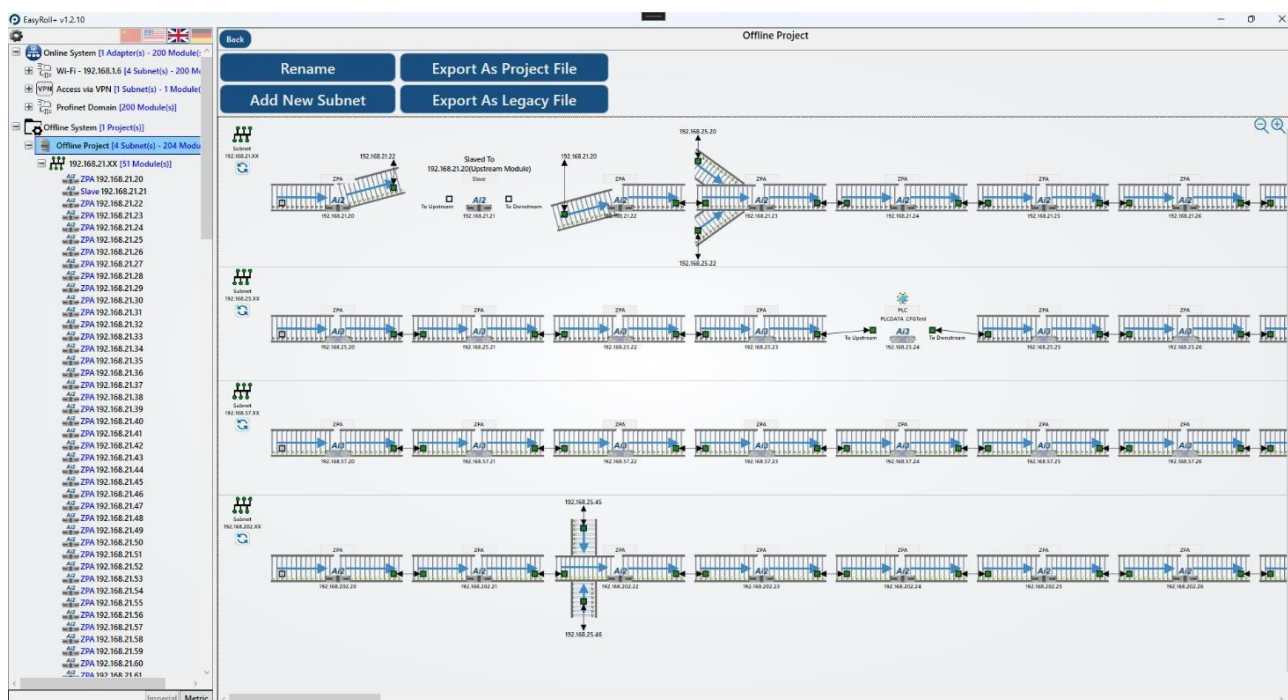


Рисунок 2.5 – Вікно для налаштування потоку

3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПАЛЕТНОГО КОНВЕЄРА

3.1 Палетний конвеєр

Палетний конвеєр: незамінна ланка у ланцюгу виробництва у кожній великій виробничій системі є безліч складних процесів та компонентів, які спільно працюють для досягнення одного спільного ціллю - ефективного та швидкого виробництва. Одним із таких важливих елементів є палетний конвеєр, який відіграє ключову роль у переміщенні виробів від одного етапу виробництва до іншого.

Палетний конвеєр – це автоматизована система, призначена для переміщення палет із сировиною, напівфабрикатами чи готовою продукцією на виробничому майданчику. Він складається з ряду рухомих деталей, таких як ролики, ланцюги чи стрічки, що працюють у злагодженому режимі.

Палетні конвеєри використовуються в різноманітних галузях промисловості, включаючи логістику, виробництво, складське господарство та транспортування. Вони дозволяють підприємствам оптимізувати виробничі процеси, зменшуючи витрати на працю та час на виконання завдань.

Однією з ключових переваг палетних конвеєрів є їхній високий рівень автоматизації, який дозволяє знизити втрати часу та енергії, а також знизити ризик помилок, пов'язаних з ручним переміщенням товарів.

Крім того, палетні конвеєри сприяють підвищенню безпеки на робочому місці, оскільки зменшують необхідність вручну переміщати важкі вантажі, тим самим знижуючи ризик травм.

У світі постійного технологічного прогресу палетні конвеєри лишаються важливим інструментом для підвищення ефективності та конкурентоспроможності підприємств у всіх сферах промисловості. Їхня роль у

виробничому процесі незамінна, і вони продовжать розвиватися та вдосконалюватися, щоб задовольняти зростаючі потреби сучасного виробництва.

На даному складі використовувався палетний конвеєр з механічним трігером.

Трігер – це сигнал або подія, яка викликає реакцію або запускає певний процес в системі. Наприклад, у програмуванні трігер може бути використаний для запуску функції або події при виконанні певних умов.

Приклад механічного трігера зображений на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Палетний конвеєр з механічним трігером

Плюси використання палетного конвеєра з механічним трігером:

- легкий спосіб вмонтувати в палетну секцію;
- швидкий в налаштуванні та обслуговуванні;
- має недорогу вартість;

- надійний;
- має найнижчий відсоток хибних спрацювань ніж інші.

3.2 Вибір компонентної бази

На початку, перед початком проектування системи управління, необхідно налаштувати CPU (Central Processing Unit), тобто вибрати відповідний тип контролера ПЛК (рис.3.2), а потім відобразити топологію мережі Profinet (рис.3.4) .

PLC (Programmable Logic Controller) – це пристрій, що використовується для автоматизації та контролю різноманітних процесів у промисловості,будівництві, автомобілебудуванні та інших галузях. PLC може бути програмований для виконання різних завдань, від керування роботизованими виробничими лініями до контролю систем опалення та кондиціонування повітря.Основні складові PLC включають в себе мікропроцесор, пам'ять для програм та даних, вхідні та вихідні модулі для збору інформації з датчиків та виконання виведення сигналів до пристроїв. PLC зазвичай програмуються за допомогою спеціалізованих мов програмування, таких як LadderLogic, Structured Text або Function Block Diagram, які дозволяють інженерам створювати логічні програми для автоматичного управління процесами.

Використання PLC дозволяє забезпечити ефективне та точне керування різними системами, спрощує процес програмування та підтримки, а також дозволяє швидко адаптувати системи до змін у виробничому середовищі. Приклад PLC зображений на рис. 3.3.

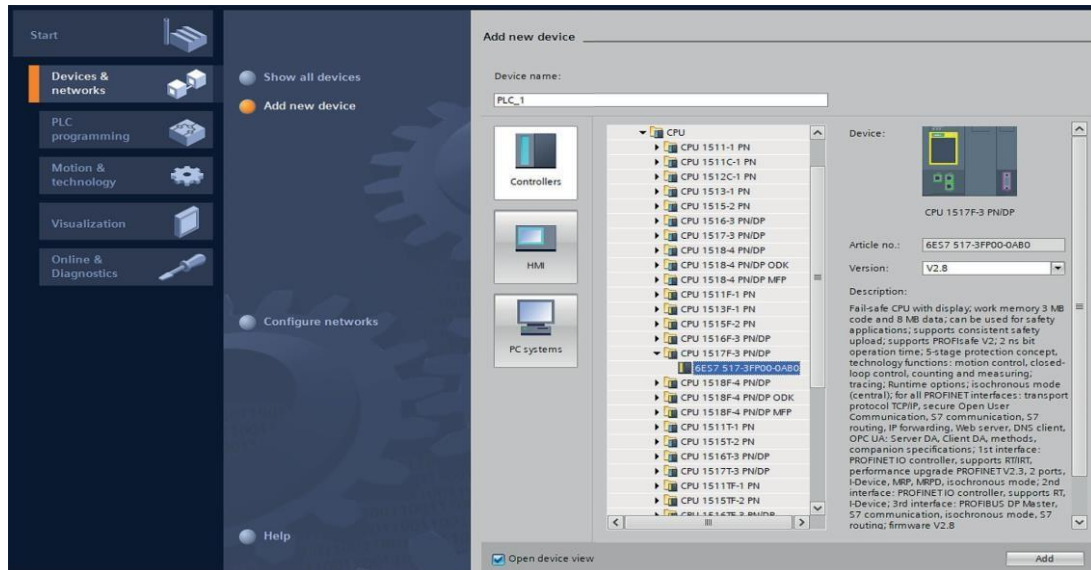


Рисунок 3.2 – Додавання контролера до проекту

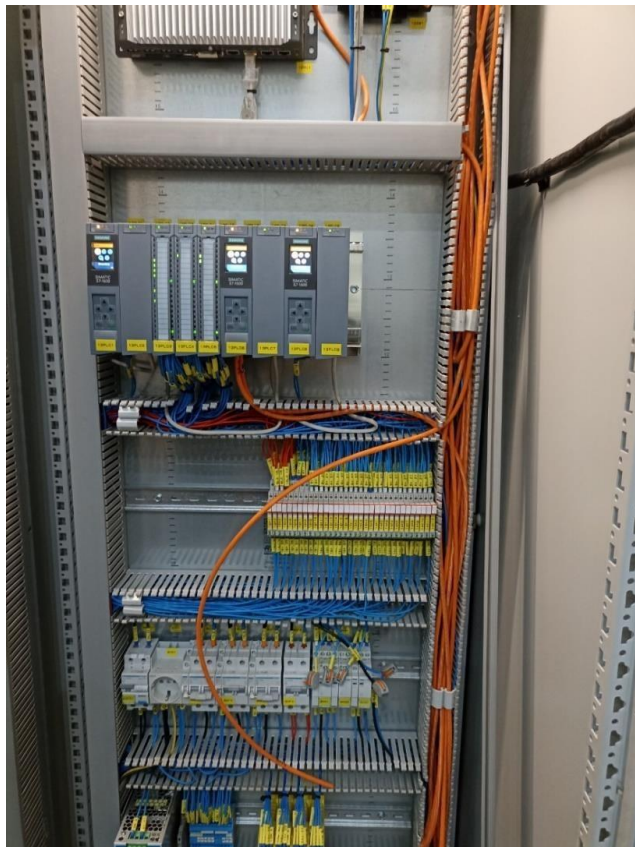


Рисунок 3.3 – PLC для налаштування логіки підключеної через LAN

Правильно спроектована топологія мережі в програмному забезпеченні дозволяє коректно обмінюватися сигналами між пристроями системи управління.

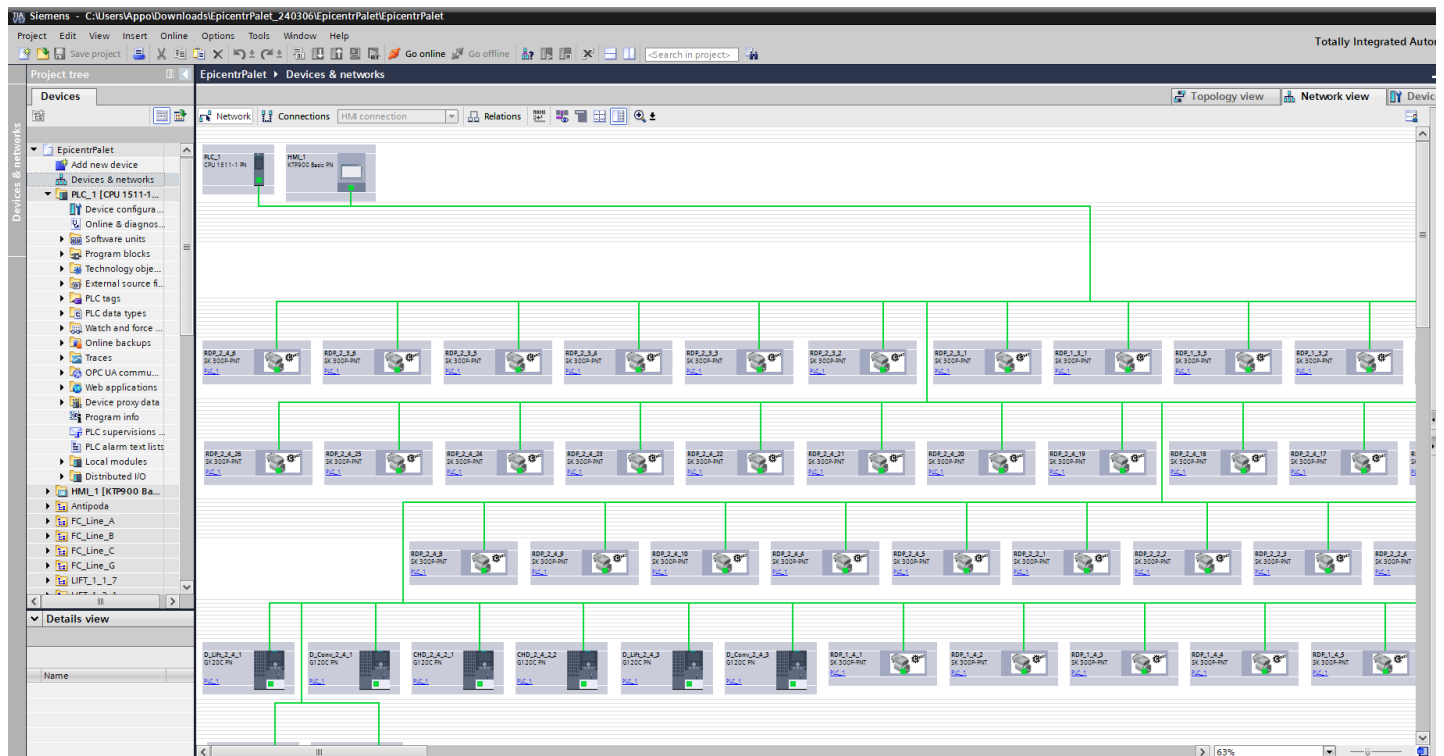


Рисунок 3.4 – Топологія основної лінії

Наступним кроком є створення відповідної структури програм у програмному забезпеченні «TIA Portal V17». Для забезпечення прозорості програма розділена на розділи, кожен з яких відповідає за окремий сегмент контролю.

Секція безпеки захищає навколишнє середовище та людей, що знаходяться поблизу системи керування. Виробник контролерів Siemens підготував додаткові модулі для підтримки цієї функціональності. Структура системи базується на локальному рішенні, яке забезпечує з'єднання силових контакторів у місцевій конвеєрній лінії, і глобальному рішенні, яке включає спеціальних контролерів безпеки, які підтримують загальну систему безпеки на підприємстві та надсилають вищий статус готовності лінії, визначений групами. Групи головних

контролерів високі, коли не натиснуто жодного захисного вимикача.

Силовий відділ відповідає за обслуговування стану та наявності обладнання Profinet, обслуговування стану електричних пристроїв такі як: обмежувач перенапруг, вимірювач параметрів мережі, пристрої захисного відключення ланцюга, скидання помилок, пуск і зупинка. Секція системи відповідає за управління конвеєрами. Він містить інформацію про роботу конвеєра, датчики і біти, необхідні для обміну даними між конвеєрами системи. Рекомендованим методом програмування в контролерах SIMATIC S7 є архітектура прикладних блоків, що використовує структуру програмних блоків OB (organization block), FB (функціональний блок), DB (блок даних), FC (функція) та їх установки, оскільки цей метод дозволяє більш чітко бачити управління процесом і дозволяє швидше та ефективніше тестувати окремі компоненти процесу, також дозволяє повторно використовувати отримані структури в іншому проекті після попереднього налаштування. Додатковою перевагою такої архітектури є можливість поділу програми на функції та підфункції, щоб мати можливість використовувати їх багаторазово, змінюючи лише вхідні параметри. Це особливо ефективно для повторюваних завдань контролю. Програма також повинна бути розбита на розділи, тобто програмні блоки, які стосуватимуться окремих фрагментів процесів і дозволять швидко знайти фрагменти програми, що відповідають за керування окремими процесами/пристроями. Такі структури, як блоки даних і екземпляри блоків FB, можуть бути розташовані окремо в каталогах. Не рекомендується використовувати лінійну архітектуру, засновану на програмі, написаній одним блоком «рядок за рядком», оскільки реалізований таким чином контроль робить програму менш прозорою, складнішою для редагування та модифікації, а також значно зростає ризик помилки. Виробник програмного забезпечення SIMATIC7 рекомендує використовувати властивостей блочної архітектури, таких як можливість використання організаційних блоків.

Основне, що необхідно перевірити відразу після завантаження програми на контролер ПЛК, – це діагностика з'єднань пристроїв Profinet:

- чи є в наявності пристрої;
- чи справно вони працюють;
- чи правильно вони підключені.

Потім слід провести діагностику з'єднань пристроїв Profinet через програмне забезпечення «TIA Portal V17» або «Proneta». Це програмне забезпечення покаже правильність IP-адрес окремих пристроїв, а також діапазони карт модулів введення та виводу. У разі будь-яких порушень мережеві пристрої Profinet повідомлять про проблеми.

Система управління має систему «Безпека». Керуючи комутацією котушок силових контакторів, він забезпечує захист живлення магістральних ліній напруги. Згідно з письмовою логікою, групи «Безпека» походять від контролерів ПЛК, відповідальних за безпеку в задана площа. Вони підтримують аварійні зупинки, які вирішують, які котушки контакторів потрібно закрити. Слід перевірити, чи не втрачають живлення конвеєри, розташовані в зоні даного вимикача аварійної зупинки, при відключенні відповідного контактора (рис. 3.5). Потім слід перевірити та правильно налаштувати оптичні датчики (рис.3.6). Кожен з оптичних датчиків повинен бути налаштований на прийом сигналу відбиття від дзеркала. Останнім і важливим кроком є міцне затягування кріпильного гвинта, оскільки конвеєр створює високі вібрації під час роботи, що може призвести до недостатнього затягування гвинта та втрати сигналу. У системі управління кожен конвеєр має один оптичний датчик.

Наступним кроком буде перевірка конвеєрів і їх параметризації. Їх параметри повинні бути перевірені і порівняні перед завантаженням в їх пам'ять відповідно до документації конвеєрів, яка містить їх деталізовані значення. Такі значення, як швидкість, прискорення, потужність і номінальний струм, серед інших, повинні бути однаковими. Параметри завантажуються за допомогою програми Nordcon (рис. 3.7). Крім того, частотні перетворювачі

параметризовані за допомогою контактів, які відповідають потужності приводу.

Потім слід перевірити поточний стан входних сигналів конвеєра. Якщо вони живляться напругою і правильно параметризовані, то видають сигнал «готовності». Якщо цей входний сигнал не піддається, слід перевірити електричні з'єднання. Перевірка сигналів транспортерів робиться через «Таблицю спостереження». Ця таблиця створюється в програмі «TIA Portal» і в неї вносяться варіативні компоненти, що відповідають за готовність і роботу конвеєра.

Наступним кроком є переведення конвеєрів в ручний режим і перевірка їх швидкості. Якщо швидкість відповідає переліку конвеєрів, транспортер можна перевести в автоматичний режим.

Останнім кроком є перевірка коректності системи SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). Щоб він працював належним чином, переконайтеся, що всі сигнали правильно підключені до відповідної графіки. Перевірена система SCADA дозволяє швидко знайти помилку.



Рисунок 3.5 – Контактори, що живлять відповідні конвеєри



Рисунок 3.6 – Правильна настройка оптического сенсора

3 Speed control		4 Control clamps		5 Extra functions		7 Information	
All		0 Operating displays		1 Basic parameter		2 Motor data	
☒	203 Motor current rating	☒	210 Initial voltage				
☒	215 Boost voltage	☒	216 Boost time				
Actual Value		New Value		Unit			
		3,45		A			
Settings		Properties					
1x5E 3,0kW/400V PLC Offline							

Filter

☐ Only Selection

☐ No Default

Info parameter

☒ Yes

☐ No

☐ Only

Default

Рисунок 3.7 – Налаштування номінального струму для конвеєра

Local Area Network (LAN) – це технологія, яка використовується для підключення пристроїв у межах обмеженої території, Ethernet – це широко використовувана технологія мережування, яка дозволяє комп'ютерам та іншим пристроям спілкуватися між собою через LAN. Вона працює на рівні каналу даних моделі OSI та використовує протокол з назвою CSMA/CD (Multiple Access with Carrier Sense і з детекцією зіткнень) для керування доступом до мережевого середовища.

Ethernet зазвичай використовує виті кабелі або оптичні волоконні кабелі для підключення пристроїв, хоча його також можна реалізувати через бездротові з'єднання. Серед загальних стандартів Ethernet можна виокремити 10BASE-T, 100BASE-TX і Gigabit Ethernet (1000BASE-T), які відрізняються швидкістю передачі даних та типом використаних кабелів.

Всі палетні секції підключені по LAN і заведені в Щит Керування в якому знаходиться PLC. Приклад підключення зображений на рис. 3.8.



Рисунок 3.8 – Підключення мотору секції

Після збору основної топології, відбувається налаштування моторів.

Приклад коду:

REGION формуємо основні сигнали керування

//встановлюємо напрямок руху #Direction := #iRevers XOR #iSwap_LR;

//призначаємо датчик зони та датчик початку зони IF #Direction THEN

#Sensor_zone := #Sensor_1; #Sensor_start := #Sensor_2; #State_back :=
#iState_2; #State_next := #iState_1;

ELSE

#Sensor_zone := #Sensor_2; #Sensor_start := #Sensor_1; #State_back :=
#iState_1; #State_next := #iState_2;

END_IF;

//вмикаємо таймер для контролю руху конвеєра #Time_move(IN := #Motion,
PT := #iTime_move);

//вмикаємо таймер часу роботи секції після видачі палети #Time_after(IN :=
#State_zone = 3,

PT := #iTime_after);

//вмикаємо таймер для автоматичного скидання помилки #Time_reset(IN :=
#Error AND NOT #t_reset AND #iAuto_reset AND NOT

#iFire,

PT := #iTime_reset, Q => #t_reset);

//формуємо імпульс скидання помилки вручну

#i_reset := #iReset AND NOT #f_reset AND NOT #iAuto_reset AND NOT
#iFire;

#f_reset := #iReset;

//формуємо сигнал скидання #Reset := #t_reset OR #i_reset;

//переводимо логіку в помилку IF #Error THEN

#State_zone := 255; END_IF;

#Busy := (#Sensor_start OR #State_zone <> 1) AND #iEnable; END_REGION

3.3 Вимоги безпеки при взаємодії з конвеєрними системами

Згідно з законом України "Про охорону праці" роботодавець зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативно-правових актів, а також забезпечити дотримання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

З цією метою роботодавець:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій;
- розробляє за участю профспілок і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів з охорони праці, впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, позитивний досвід з охорони праці тощо;
- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, і виконання профілактичних заходів, визначених комісіями з підсумками розслідування цих подій;
- організовує проведення досліджень умов праці, атестації робочих місць на відповідність нормативним актам про охорону праці, вживає за їх підсумками заходи щодо усунення небезпечних і шкідливих виробничих чинників;
- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці;
- розробляє і затверджує положення, інструкції та інші нормативноправові акти з охорони праці, що діють у межах підприємства, та безплатно забезпечує ними працівників;
- здійснює постійний контроль за дотриманням працівниками технологічних регламентів, правил поведінки з машинами, механізмами та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці.

Вимоги безпеки перед початком роботи

- Одягти спецодяг, провести огляд і підготовку робочого місця, прибрати зайві предмети.
- Видалити із зони проведення робіт сторонніх осіб і звільнити робоче місце від сторонніх матеріалів та інших предметів, обгородити робочу зону і встановити знаки безпеки.
- Переконатися в достатньому освітленні робочого місця, відсутність електричної напруги на відремонтованому обладнанні.
- Оглянути на справність вимикачі, розетки електричної мережі, електровілок, електричних проводів, з'єднувальних кабелів, переконатися в наявності і справності ЗІЗ (засобів індивідуального захисту) і попереджувальних пристроїв (рукавичок діелектричних, окулярів захисних, калош, килимків і т. п.).
- Виконуючи роботи з інструментом необхідно упевнитися в його справності, в відсутності механічних пошкоджень ізоляційного покриття і в своєчасності проходження випробувань інструменту.
- Провести перевірку робочого місця на відповідність вимогам пожежної безпеки, на достатність освітлення робочого місця.
- Виявивши недоліки і порушення з питань електричної і пожежної безпеки, негайно доповісти своєму безпосередньому керівнику.

Вимоги безпеки під час виконання робіт

- Виконуючи посадові обов'язки, електрик зобов'язаний мати при собі посвідчення перевірки знань з питань охорони праці. За відсутності посвідчення або наявності посвідчення з терміном перевірки, працівник не отримує допуск до роботи.
- Роботи в електричних установках щодо заходів безпеки поділяються на 3 категорії:
 - 1) зі зняттям напруги;
 - 2) без зняття напруги на струмопровідних частинах або біля них;
 - 3) без зняття напруги віддалік від струмопровідних частин, що перебувають

під напругою.

- Працівники, які виконують спеціальні види робіт, до яких висуваються додаткові вимоги безпеки, повинні бути навчені безпечному проведенню таких робіт і мати про це відповідний запис в посвідченні про перевірку знань.
- Працівникові, який обслуговує закріплені за ним електричні установки напругою до 1000 В одноосібно, необхідно мати III групу з електробезпеки.
- Виконуючи роботи в електричних установках потрібно проводити організаційні заходи, що забезпечують безпеку робіт:
 - 1) оформляти роботи нарядом-допуском, розпорядженням відповідно до переліку робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації;
 - 2) проводити підготовку робочих місць;
 - 3) допуск до роботи;
 - 4) здійснювати контроль над виконанням робіт;
 - 5) переводити на інше робоче місце;
 - 6) установлювати перерви в роботі та її закінчення.
- Працювати без зняття напруги на струмопровідних частинах або поблизу них слід як мінімум двом працівникам, одному з них, керівнику робіт, необхідно мати групу IV; іншим групу III з обов'язковим оформленням роботи нарядом-допуском або розпорядженням.
- При знятті і встановленні запобіжників під напругою в електроустановках напругою до 1000 В слід заздалегідь відключити всі навантаження, які підключені до зазначених запобіжників; використовувати при цьому ізолюючі кліщі або діелектричні рукавички, а якщо є відкриті плавкі вставки, то і захисні окуляри.
- Роботу з використанням драбин потрібно проводити вдвох, один з працівників повинен перебувати знизу. Стояти на ящиках або інших предметах забороняється. При установці приставних драбин на балках, елементах металевих конструкцій і т. п. слід надійно закріпити верхню і нижню частину драбини на конструкціях.
- Під час обслуговування та ремонту електричних установок користуватися металевими драбинами забороняється.

Вимоги безпеки після закінчення робіт з ремонту та обслуговування електроустаткування

- Відключити (від'єднати) необхідне електрообладнання, електроінструмент від мережі.
- Навести порядок на робочому місці, прибрати в спеціальні місця деталі, матеріал, сміття і відходи.
- Прибрати у відведене місце весь інструмент і пристосування.
- Зняти і прибрати спецодяг, ЗІЗ, ретельно помити руки.
- Провести огляд робочого місця на відповідність його всім вимогам протипожежного захисту.
- Повідомити своєму безпосередньому керівнику про недоліки і несправності, які були під час виконання роботи. Зафіксувати це в оперативному журналі.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

- У випадку пожежі:
 - 1) вимкнути електричне обладнання, припливно-витяжну вентиляцію, якщо вона є;
 - 2) повідомити в пожежну частину за телефоном 101 і доповісти про це своєму керівнику, а при його відсутності іншій посадовій особі;
 - 3) приступити до ліквідації осередка загоряння, застосовуючи передбачені для цього засоби пожежогасіння. Виконувати гасіння електричного обладнання, що знаходиться під напругою, можна тільки вуглекислотними вогнегасниками типу ОУ або піском. Гасити їх водою або пінним вогнегасником забороняється.
- Електрик повинен пам'ятати, що при раптовому відключенні напруги, вона може бути подана знову без попередження.
- Слід швидко відключити механізми і пристрої:
 - 1) в разі раптового відключення електроенергії;
 - 2) якщо подальша їх робота загрожує безпеці працівників;
 - 3) в разі відчуття дії електричного струму при торканні металевих частин пускової апаратури;

- 4) в разі іскріння;
- 5) при найменших ознаках загоряння, появи диму, запаху гару;
- 6) якщо з'явився незнайомий шум.

– У разі короткого замикання в мережі електроживлення необхідно знеструмити обладнання і повідомити своєму прямому керівнику.

– Якщо сталося ураження електричним струмом, слід звільнити потерпілого від дії електричного струму, для чого відключити електричну мережу або від'єднати потерпілого від струмопровідних частин за допомогою діелектричних захисних засобів та інших ізолюючих речей і предметів (сухий одяг, суха жердина, прогумований матеріал і т. п.), або перерізати (перерубати) провід будь-яким інструментом з ізолюючою рукояткою, обережно, без додаткового нанесення травм потерпілому. До прибуття медпрацівника необхідно надати потерпілому першу допомогу.

– При нещасних випадках (травмуванні людини) негайно повідомити про це безпосереднього керівника.

Конвеєр є небезпечною зоною і може створити небезпечні умови, які можуть призвести до нещасного випадку, якщо не вжити належних заходів. Щоб вирішити цю проблему, необхідно виконати наступні кроки.

1. Місцевий пульт увімкнення/вимкнення повинен бути розміщений у зручному місці поруч з приводом;
2. Конвеєр повинен мати вимикач тягового ланцюга та вимикач гойдання стрічки з відповідним інтервалом залежно від довжини конвеєра;
3. На конвеєрі повинні бути встановлені вимикачі нульової швидкості, щоб запобігти заклинюванню стрічки. Безконтактний тип є кращим за контактний;
4. Гудки/гонг повинні мати затримку в часі, щоб попередити людей про запуск конвеєра;
5. Повинна бути забезпечена послідовність роботи (при запуску останнього конвеєра ланцюга першим повинен запускатися останній конвеєр, а при зупинці першим повинен зупинятися перший), щоб уникнути скидання матеріалу на конвеєр, що зупинився;

6. Ніхто не повинен працювати на конвеєрі, що працює;
7. Нікому не можна дозволяти проходити через вузький бік галереї під час бігу. Бажано замикати вузький бік;
8. На конвеєрній галереї повинно бути забезпечене належне освітлення;
9. Люди, які працюють на конвеєрній системі, повинні пройти належне навчання з безпеки конвеєрів. (Власні працівники та працівники підрядників) ;
10. Там, де людям доводиться переходити через конвеєри, має бути передбачена перехідна платформа з охороною;
11. Для того, щоб люди не підходили для змащення до конвеєра, слід передбачити централізовану систему змащення, якою можна керувати дистанційно з безпечного місця;
12. Переконайтеся, що захисні кожухи муфти та хвостового шківів завжди на місці;
13. Будь-які роботи на конвеєрах (заміна натяжного ролика, шківів, редуктора, пластини настилу і т.д.) повинні виконуватися після отримання дозволу на допуск до роботи з електричним струмом;
14. Слід проводити періодичну перевірку всіх блокувальних і захисних пристроїв (контрольний список має бути розроблений), а коригувальні дії повинні здійснюватися на релігійній основі;
15. Попереджувальну табличку/напис про безпеку слід перемістити у відповідне місце;
16. Крім того, один аварійний вимикач повинен бути передбачений біля протилежного кінця кожної конвеєрної стрічки, щоб у разі аварійної ситуації стрічку можна було зупинити;

Конвеєрні стрічки. Це була рекомендація загального комітету з безпеки після нещасного випадку зі смертельним наслідком у протилежній зоні конвеєра.

17. Не виконуйте технічне обслуговування конвеєра, доки не буде заблоковано вимикач двигуна;
18. Для проведення сервісних робіт залучайте тільки уповноважений обслуговуючий персонал;

19. Тримайте пальці, волосся та інші частини тіла подалі від конвеєра;
20. Не наступайте, не сідайте і не їдьте на конвеєрі;
21. Не завантажуйте конвеєр за межами проектних обмежень;
22. Не знімайте та не змінюйте огороження конвеєра або запобіжні пристрої;
23. Тримайте всі пристрої керування зупинкою/запуском вільними від перешкод;
24. Перед запуском конвеєра переконайтеся, що персонал не перебуває на конвеєрі;
25. Експлуатуйте конвеєри тільки навченим персоналом;
26. Утримуйте зону уникнення конвеєрів чистою від перешкод;
27. Повідомляйте керівництву про всі небезпечні дії;
28. Вести журнал, табличку з написами, що можна і чого не можна робити в зоні конвеєра.

Заходи безпеки для конвеєрів:

1. Конвеєри повинні бути сконструйовані та встановлені таким , щоб уникнути небезпечних точок між рухомими та нерухомими частинами або об'єктами;
2. Там, де працівники повинні переходити через конвеєри, кожні 50 м довжини стрічкового конвеєра повинні бути передбачені добре огорожені перехідні платформи, що забезпечують безпечний прохід і належне освітлення;
3. Повинен бути обладнаний на вантажно-розвантажувальних станціях та в інших зручних місцях пристроями для аварійної зупинки конвеєра наприклад, вимикачами гойдання та канатними вимикачами;
4. Якщо два або більше конвеєрів експлуатуються разом, пристрій керування повинен бути сконструйований таким чином, щоб жоден конвеєр не міг подавати вантаж на зупинений конвеєр;
5. Там, де конвеєри простягаються до точок, не видимих з контрольного пристрою, вони повинні бути обладнані гонгами або сигнальними лампами,

які повинні використовуватися операторами перед запуском машин, щоб попередити працівників, які можуть опинитися в небезпеці;

6. Конвеєри повинні бути забезпечені автоматичною та безперервною системою змащування або мастильною установкою, розташованою таким чином, щоб змащування можна було виконувати без наближення особи, яка змащує, до рухомих частин у небезпечній близькості.

ВИСНОВКИ

У ході роботи було створено ефективну систему автоматизованого керування конвеєрною лінією. Розроблене програмне забезпечення забезпечує коректну роботу конвеєрної системи, підвищуючи ефективність виробничих процесів та знижуючи витрати на експлуатацію обладнання, було проведено аналіз наукової літератури за темою, проведено аналіз існуючих конвеєрних систем, та їх характеристик, та принципи налаштування . Були виконані наступні завдання:

- проаналізовано характеристики конвеєра;
- розглянуто характеристики та види різних застосунків для автоматизації;
- проведено аналіз сфери застосування конвеєрів;
- виділено переваги та недоліки існуючих рішень;
- обрано платформу для реалізації проекту;
- реалізоване налаштування конвеєрної лінії;
- тестування в робочому навантаженні.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ДСТУ 3008-15. Документація. Звіти у сфері науки та техніки. структура та правила оформлення. Введ. 2015-06-22. К. Держстандарт України, 2017. 29 с.
2. Методичні вказівки з підготовки кваліфікаційної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології освітньої програми «Системна інженерія» / Упоряд.: І.Ш. Невлюдов, О.М. Цимбал, О.В. Токарева, А.І. Бронніков. Харків: ХНУРЕ, 2023. 65 с.
3. 'Development of an Automatic Mini-Conveyor System for Product Monitoring [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/413/1/012021/pdf>
4. PLC Based Automated Conveyor Belt Assembly Line Електронний ресурс]https://www.researchgate.net/publication/320717795_PLC_Based_Automated_Conveyor_Belt_Assembly_Line
5. Невлюдов І. Ш. Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / І. Ш. Невлюдов та інш. Кривий Ріг: Криворізький коледж НАУ, 2017 р. – 444 с.
6. Sotnik S. V. Analysis of design process of automated fire protection system /S. V. Sotnik, Y. R. Vasylchenko // Automation, electronics and robotics (AERT-2023). – 2023. – P. 59-62.
7. Датчик блоку управління конвеєром [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://www.kit-ing.ua/node/217>
8. Денисюк В.Ю. Електронний посібник з дисципліни «Автоматизація виробничих процесів в приладобудуванні» / Денисюк В.Ю. – Луцьк: Луцький національний технічний університет, 2017 [Електронний ресурс] /– Режим доступу:[https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/%D0%90%D0%92%D0%9F%20%D0%B2%20%D0%9F%D0%91%20PDF%201/other/tema_8_zastosuvannya-promislovix-robotiv-i-gnuchkix-virobnichix-sistem-dlya-avtomatizacziyi-v-i-robnicztva-v-priladobuduvanni.pdf](https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/%D0%90%D0%92%D0%9F%20%D0%B2%20%D0%9F%D0%91%20PDF%201/other/tema_8_zastosuvannya_promislovix-robotiv-i-gnuchkix-virobnichix-sistem-dlya-avtomatizacziyi-v-i-robnicztva-v-priladobuduvanni.pdf).

9. Development of Moving Equipment for Fishermen's Catches using the Portable Conveyor System [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/345412038_Development_of_Moving_Equipment_for_Fishermen%27s_Catches_using_the_Portable_Conveyor_System.
10. Основи охорони праці : підручник / М. С. Одарченко, А. М. Одарченко, В. І. Степанов, Я. М. Черненко. – Х. : Стил-Издат, 2017. – 334 с. ISBN 966-7885-84-4.