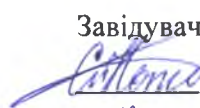


**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Факультет робототехніки та приладобудування
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій виробництва приладів**

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

 **Наталія СТЕЛЬМАХ**

«12» 06 20__ р.

Дипломна проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно-інтегровані
системи та технології в приладобудуванні»
спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології»
на тему: «Автоматизована складська конвеєрна лінія»

Виконав: студент 4 курсу, групи ПБ-21
Гуляницький Богдан Юрійович



Керівник:

Доцент кафедри КІТВП, кандидат наук
Барандич Катерина Сергіївна



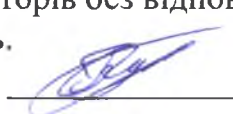
Рецензент:

Доцент кафедри АСНХ
А.Т.Н., доцент
Талина Богдан



Засвідчую, що у цій дипломній
роботі немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент



Київ – 2026 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет робототехніки та приладобудування
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій виробництва приладів
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Спеціальність – 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Освітньо-професійна програма «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 Наталія СТЕЛЬМАХ
«12» 06 2026 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Гуляніцький Богдан

1. Тема роботи «Автоматизована складська конвеєрна лінія», керівник роботи Барандич Катерина Сергіївна, к.т.н., доцент, затверджені наказом по університету від 19 травня 2026 р. №1905-с
2. Термін подання студентом роботи «31» травня 2026 року.
3. Вихідні дані до роботи: маса вантажу для транспортування не більше 30 кг; швидкість руху конвеєрної лінії 0,6 м/с; ширина конвеєра 800 мм; довжина ділянок $l_1=40$ м, $l_2=10$ м, $l_3=85$ м, $l_4=15$ м; кут повороту $\beta_1=0^\circ$, $\beta_2=30^\circ$, $\beta_3=15^\circ$, $\beta_4=0^\circ$.
4. Зміст роботи: аналітичний огляд існуючих конвеєрних ліній, їх застосування у приладо- та машинобудуванні на складах, переваги та недоліки; вибір типу конвеєра; розрахунок конвеєра та визначення його потужності; розроблення системи керування; вибір та обґрунтування елементної бази.
5. Перелік ілюстративного матеріалу (із зазначенням плакатів, презентацій тощо): схема конвеєрної лінії; складальне креслення окремих ділянок конвеєрної лінії, деталювання; алгоритм системи керування

конвеєром; структурно-функціональна схема системи; схема електрична принципова.

6. Дата видачі завдання «01» квітня 2026 року.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз предметної області, патентний пошук, огляд літературних джерел		
2	Вибір типу конвеєра, розроблення схеми конвеєрної лінії, розрахунок конвеєра		
3	Формулювання вимог до системи керування конвеєрною лінією		
4	Розробка алгоритму системи керування, структурно-функціональної схеми, схеми електричної принципової		
5	Підбір та обґрунтування елементної бази		
6	Оформлення пояснювальної записки та презентації		

Студент
Керівник



Богдан ГУЛЯНЦЬКИЙ
Катерина БАРАНДИЧ

Зміст

Вступ.....	6
Розділ 1. Огляд стану проблеми.....	7
1.1 Огляд і аналіз існуючих автоматизованих складських систем.....	7
1.1.1 Автоматизація складських процесів.....	7
1.2 Огляд конвеєрних систем.....	8
1.3 Патентний пошук.....	13
1.4 Аналіз конструктивних рішень, технологічних режимів роботи стрічкових конвеєрів.	20
1.4.1 Класифікація стрічкових конвеєрів.....	20
1.4.2 Стрічки.....	22
1.4.3 Обслуговування стрічкового конвеєра	24
Розділ 2 Розробка структури автоматизованого складу та алгоритмів його роботи	26
2.1 Огляд структур управління автоматизованим складом	26
2.2 Лінійна організаційна структура управління	28
2.3 Загальна структура складу	30
2.4 Послідовність роботи автоматизованої конвеєрної складської системи (Алгоритм)	32
2.5 Структурно функціональна схема роботи автоматизованої конвеєрної складської системи	33
Розділ 3. Розрахунок стрічкового конвеєра.....	37
3.1 Розрахунок стрічкового конвеєра	39
3.2 Спроектований стрічковий конвеєр.....	44
3.3 Спроектвана принципова електрична схема	46
Розділ 4.Схема автоматизованого керування конвеєрною системою	51

4.1 Принцип роботи схеми керування.....	51
4.2 Вибір елементної бази	52
4.2.1 Вибір перетворювача частоти	53
4.2.2 Вибір автоматичного вимикач.....	55
4.2.3 Вибір датчика контролю сходу стрічки.....	55
4.2.4 Вибір датчика індикації заготовки.....	56
4.2.5 Вибір датчиків контролю конвеєра.....	56
4.2.6 Вибір блок ручного керування	56
4.2.7 Вибір обладнання сигналізації.....	56
4.3 Алгоритм управління стрічковим конвеєром	57
Висновок	61
Література	63
Додатки.....	65

Вступ

У сучасному світі швидкість і точність, з якою товари обробляються і сортуються на складах, є важливими елементами успіху для багатьох фірм. Ефективне управління складськими конвеєрними лініями на складі стає все більш важливим для оптимізації сортування та зберігання товарів. Автоматизація та поява нових технологій призвели до суттєвих змін у складській логістиці протягом останнього десятиліття. Конвеєрні складські лінії відіграють важливу роль у підвищенні ефективності зберігання на складі товарів, скороченні часу обробки замовлень і поліпшенні якості обслуговування клієнтів. Рішення для управління конвеєрними складськими лініями дозволяють автоматизувати і підвищити продуктивність цих операцій, що призводить до збільшення швидкості, точності та ефективності.

Мета Дипломного проекту полягає у розробленні елементів системи керування конвеєрною лінією.

Для вирішення цієї мети потрібно виконати такі кроки:

- розглянути складові елементи конвеєра;
- зробити аналіз алгоритмів;
- аналізувати апаратне забезпечення;
- обрати програмне забезпечення;
- розробити алгоритм системи керування;
- розробити модель роботи конвеєрної лінії.

Розділ 1. Огляд стану питання

1.1 Огляд і аналіз існуючих автоматизованих складських систем

1.1.1 Автоматизація складських процесів

Автоматизація складських процесів являє собою процес передачі функцій управління складськими процесами та контролю за їх виконанням від людини до спеціалізованих технічних засобів, приладів і автоматизованих систем. Вона є одним із ключових напрямів науково-технічного розвитку сучасної промисловості та важливим чинником підвищення конкурентоспроможності виробництва.

Основною метою автоматизації є підвищення продуктивності праці, забезпечення стабільної роботи складу, раціональне використання матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів, а також створення передумов для оптимізації складських процесів.

Перші елементи автоматизованого виробництва почали впроваджуватися на початку XX століття в окремих галузях промисловості, де особливості технологічних процесів вимагали застосування автоматичних засобів керування. Подальший розвиток автоматизації визначався удосконаленням засобів виробництва, розвитком електронно-обчислювальної техніки, інформаційних технологій, а також наукових методів організації та управління виробничими системами.

В умовах функціонування автоматизованих складських систем, агрегатів і технологічних установок, керування здійснюється відповідно до заданих алгоритмів або програм без безпосереднього втручання оператора. Роль персоналу полягає у здійсненні моніторингу роботи систем, контролі параметрів процесу роботи складу, виконанні налагоджувальних робіт та усуненні можливих відхилень від встановлених режимів функціонування.

Таким чином, автоматизація складських процесів є комплексом організаційно-технічних заходів, спрямованих на впровадження високопродуктивних автоматизованих складських систем, що забезпечують підвищення ефективності виробничої діяльності, та зростання загальної продуктивності праці.

Автоматизація складських процесів є одним із ключових напрямів розвитку сучасного машинобудування і приладобудування та робототехніки та важливим засобом підвищення ефективності виробництва в умовах ринкової економіки. Її основу становлять автоматизовані технологічні процеси механічної обробки та складання, транспортування, зберігання, які забезпечують високу продуктивність і стабільну якість продукції.

Сучасне машинобудівне і приладобудівне виробництво характеризується високою номенклатурною мінливістю продукції та зростанням вимог до продуктивності в умовах дрібно- і середньо серійного випуску. Ефективним засобом поєднання гнучкості та продуктивності є гнучкі виробничі системи, функціонування яких базується на раціональній інтеграції технологічного обладнання, транспортних засобів, засобів зберігання і систем управління.

1.2 Огляд конвеєрних систем

Конвеєрна система (рисунок 1.1) являє собою комплекс технічних засобів, призначених для автоматизованого транспортування матеріалів або виробів між технологічними позиціями. До її складу входять конвеєрні стрічки, приводи, електродвигуни, редуктори, навесні конструкції та елементи керування. Конструктивне виконання і параметри конвеєра визначаються характеристиками вантажу та умовами експлуатації.

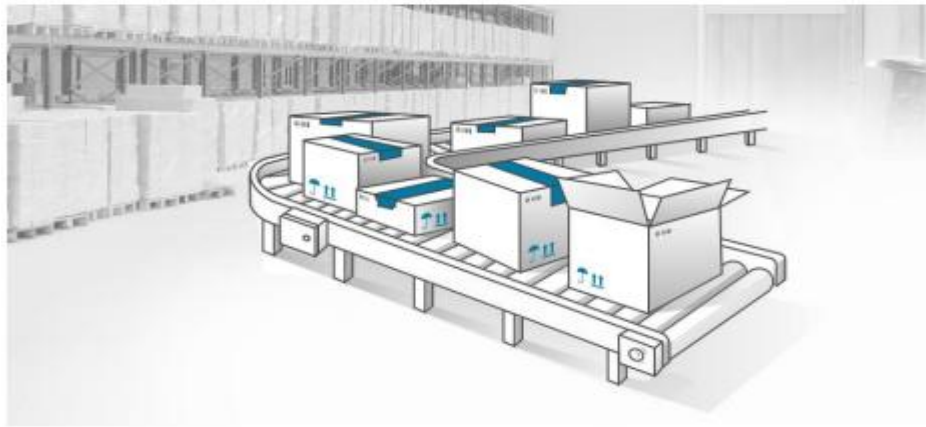


Рисунок 1.1 – Конвеєрна система

Сортувальна лінія є автоматизованою транспортно-технологічною системою, призначеною для розподілу вантажів за визначеними класифікаційними ознаками. Її структура включає сукупність конвеєрних модулів та засобів автоматичного керування, що забезпечують сортування продукції за розмірами, масою, кольором та іншими параметрами.

Основні елементи сортувальної лінії:

- 1) приймальний конвеєр;
- 2) сортувальні відсіки;
- 3) конвеєр для переміщення товарів між відсіками;
- 4) відбірний конвеєр та інші вузли.

Конвеєрні системи є ефективним засобом автоматизації виробничих процесів, що забезпечує підвищення продуктивності праці, стабільність технологічних операцій та якість продукції. Вони широко застосовуються в машинобудуванні, автомобільній, харчовій, металургійній та інших галузях промисловості для безперервного транспортування матеріалів і виробів між технологічними позиціями.

Основними перевагами конвеєрних систем є високий рівень автоматизації, зменшення потреби в ручній праці, підвищення точності виконання операцій та зниження виробничих витрат. Водночас їх використання пов'язане зі значними капітальними витратами на

впровадження та технічне обслуговування, а також обмеженою гнучкістю при зміні номенклатури продукції або технологічних процесів.

Ефективність застосування конвеєрних систем визначається раціональністю їх конструктивного виконання, відповідністю виробничим умовам та належною організацією технологічного процесу.

Конвеєрні системи класифікуються за конструктивним виконанням і просторовою конфігурацією на лінійні, спіральні, стрічкові та інші типи, кожен з яких має специфічні функціональні характеристики та застосовується відповідно до вимог виробничого процесу, класифікація конвеєрів наведена на рис. 1.2.



Рис. 1.2 Класифікація конвеєрів

Лінійні конвеєри є найбільш поширеним типом і являють собою послідовність транспортних модулів, що забезпечують переміщення матеріалів уздовж заданої траєкторії. Вони широко використовуються в автомобільній, металургійній, харчовій та інших галузях промисловості приклад наведено на рис. 1.3.

Лінійний конвеєр

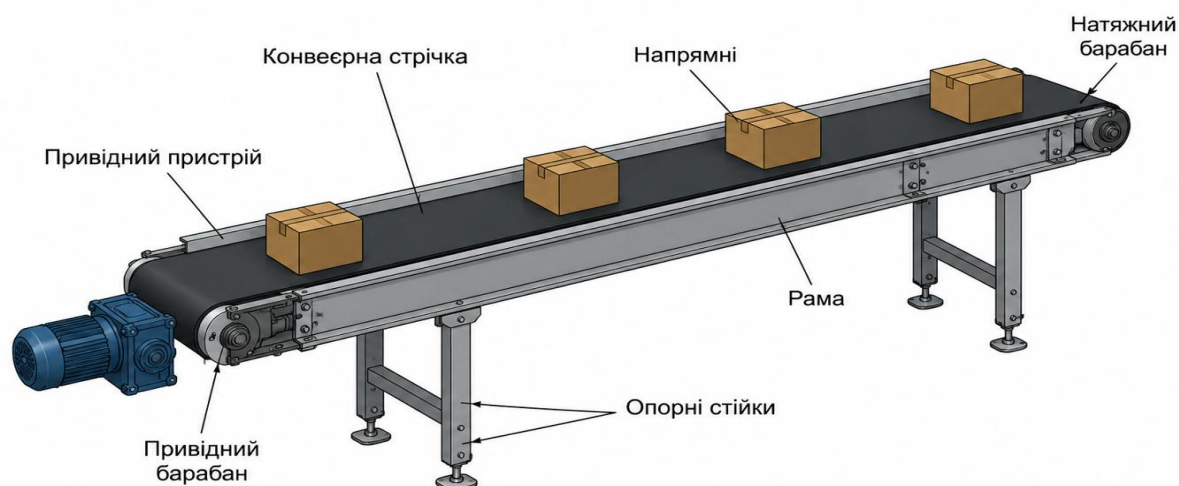


Рис. 1.3 Лінійний конвеєр.

Спіральні конвеєри призначені для транспортування вантажів у вертикальній площині, що дозволяє ефективно використовувати виробничий простір і скорочувати час переміщення між рівнями, приклад наведено на рис. 1.4.



Рис. 1.4 Спіральний конвеєр.

Стрічкові конвеєри забезпечують безперервне транспортування значних обсягів матеріалів на великі відстані та застосовуються, зокрема, у гірничодобувній промисловості, енергетиці та інших галузях, де необхідне переміщення масових вантажів приклад наведено на рис. 1.5.

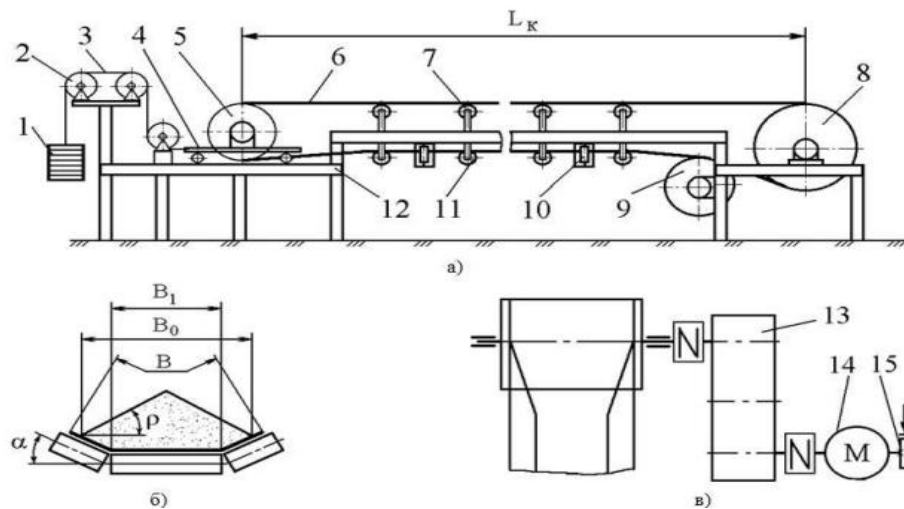


Рис. 1.5 Стрічковий конвеєр.

Управління конвеєрними системами здійснюється із застосуванням спеціалізованих алгоритмів та програмного забезпечення, що забезпечують автоматизацію виробничих процесів і раціональне використання ресурсів. Важливим елементом керування є моніторинг та регулювання параметрів роботи системи.

Для контролю технологічних характеристик, таких як швидкість руху, температура, вологість, тиск та інші, використовуються датчики та вимірювальні пристрої. Отримані дані обробляються програмними засобами, що дає змогу здійснювати оперативний контроль стану системи та своєчасно реагувати на відхилення в режимі реального часу.

Програмне забезпечення є ключовим компонентом автоматизованого керування конвеєрними системами. Воно розробляється із застосуванням мов програмування, баз даних та алгоритмічних методів і забезпечує автоматизацію процесів транспортування матеріалів, зменшення впливу людського фактора, а також підвищення ефективності функціонування

системи. Крім того, програмні засоби дозволяють змінювати параметри роботи, здійснювати діагностику та виявляти відхилення.

Для забезпечення безпечної експлуатації конвеєрних систем застосовуються технічні та програмні засоби захисту, зокрема системи аварійного блокування, захисні огороження та автоматичне вимкнення обладнання у разі виникнення небезпечних ситуацій.

Таким чином, конвеєрні системи є невід'ємним елементом сучасних промислових підприємств, що забезпечує ефективне транспортування матеріалів між технологічними ділянками. Для їх ефективного функціонування застосовуються спеціалізовані технології та програмне забезпечення, які забезпечують автоматизований контроль роботи системи та підвищення рівня безпеки виробничих процесів.

Аналіз основних понять і компонентів конвеєрних систем свідчить про їх широке застосування в різних галузях промисловості. Рациональне управління конвеєрними системами забезпечує оперативне та точне переміщення матеріалів, що сприяє скороченню виробничого циклу та підвищенню продуктивності. Водночас впровадження автоматизованих систем керування конвеєрними сортувальними лініями на складських об'єктах знижує ймовірність виникнення аварійних ситуацій, підвищуючи рівень безпеки персоналу та надійність функціонування обладнання.

Най доцільнішим для автоматизованої складської системи використовувати лінійні конвеєри стрічкового типу.

1.3 Патентний пошук

Мета дослідження полягає у виявленні та аналізі нових технічних рішень, необхідних для розв'язання задач дипломного проєкту, зокрема:

- розроблення удосконаленої конструкції стрічкового конвеєра з - урахуванням сучасних інженерних рішень та інноваційних підходів;

- проектування конвеєрної системи з техніко-економічними показниками, що перевищують характеристики існуючих аналогів.

У процесі виконання зазначених завдань здійснено патентний пошук технічних рішень, що стосуються конструкцій стрічкових конвеєрів. Проаналізовано низку патентних документів, релевантних тематиці дослідження.

UA 153029 МПК В65И 75/28 Стрічковий конвеєр для важких вантажів, що забезпечує центральний рух стрічки [1].

Стрічковий конвеєр для важких вантажів, що забезпечує центральний рух стрічки, який складається з рами, натяжного та привідного барабанів, приводу, вузла натягування, опорних роликів, стрічки, який відрізняється тим, що на валу привідного барабана закріплені зубчаті зірочки, на стрічці закріплені металеві смуги з втулками на кінцях, що утворюють разом з зірочками цівкове зачеплення, вкрите з боків захисними кожухами [1]..

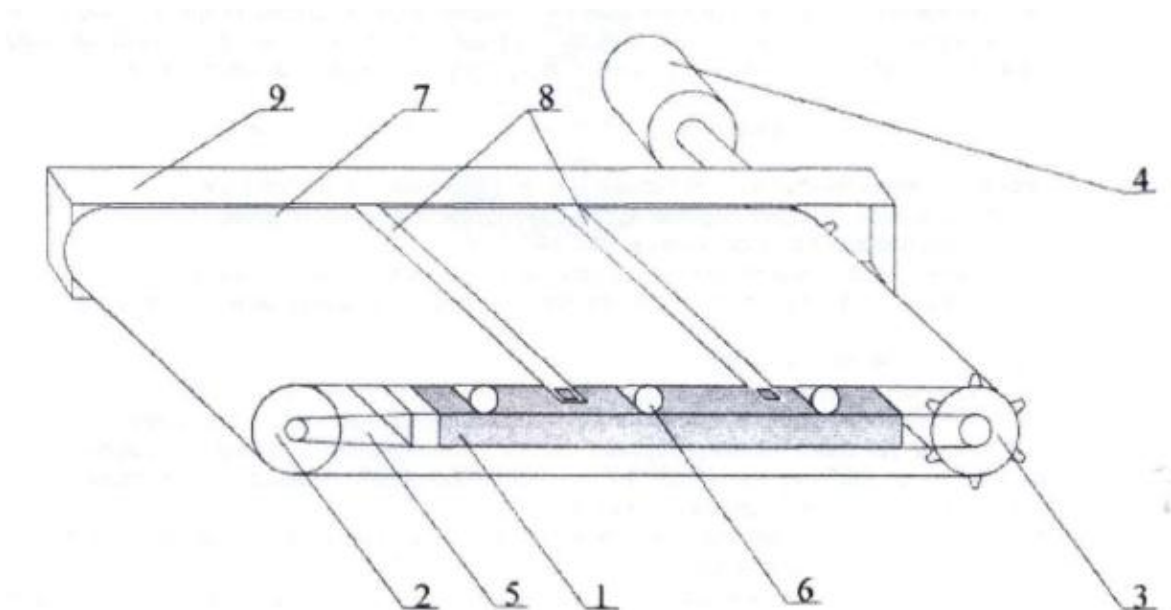


Рис. 1.6. Стрічковий конвеєр для важких вантажів, що забезпечує центральний рух стрічки, де: 1 - рама; 2 - натяжний барабан; 3 - привідний барабан; 4 - привід; 5 - вузол натягування; 6 - опорні ролики; 7 -

стрічка; 8 - смуги з втулками; 9 - захисні кожухи (показаний один тільки з одного боку) [1].

Суть корисної моделі пояснюється кресленням (Рис. 1.6.), де зображена рама 1, на якій 40 розміщені вузол натягування 5, сполучений з натяжним барабаном 2, привідний барабан 3 та опорні ролики 6. До рами також під'єднані привід 4, сполучений з привідним барабаном 3, та захисні кожухи 9. Оббігає натяжний та привідний барабани стрічка 7. На стрічці жорстко закріплені металеві смуги 8 з втулками на кінцях 11.

При контакті втулок з ведучою зірочкою 10, що розміщена на одному валу з привідним 45 барабаном, зубці зірочки входять у отвори втулок (Рис. 1.7). Таким чином утворюються жорстке самоцентруюче цівкове зчеплення стрічки та барабана [1].

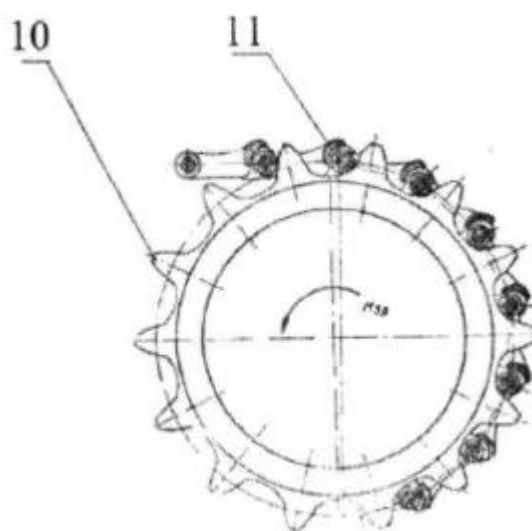


Рис. 1.7 Сполучення "зірочка-втулка", де: 10 - ведуча зірочка; 11 - втулка на стрічковій смузі . [1].

UA 159302 U МПК (2025.01) B65G 25/00 Стрічковий конвеєр [2].

Стрічковий конвеєр, що містить раму з встановленими на ній привідним та натяжним барабанами, роликовими опорами, завантажувальними та розвантажувальними пристроями, 10 гнучкою стрічкою з ділянками завантаження, транспортування та розвантаження,

виконаною у вигляді попередньо напруженої конструкції циліндричної форми, краї якої замкнуті внакладку та обладнану перегородками напівкруглої форми, приводом, який відрізняється тим, що краї стрічки оснащені полімерними магнітними стрічками [2].

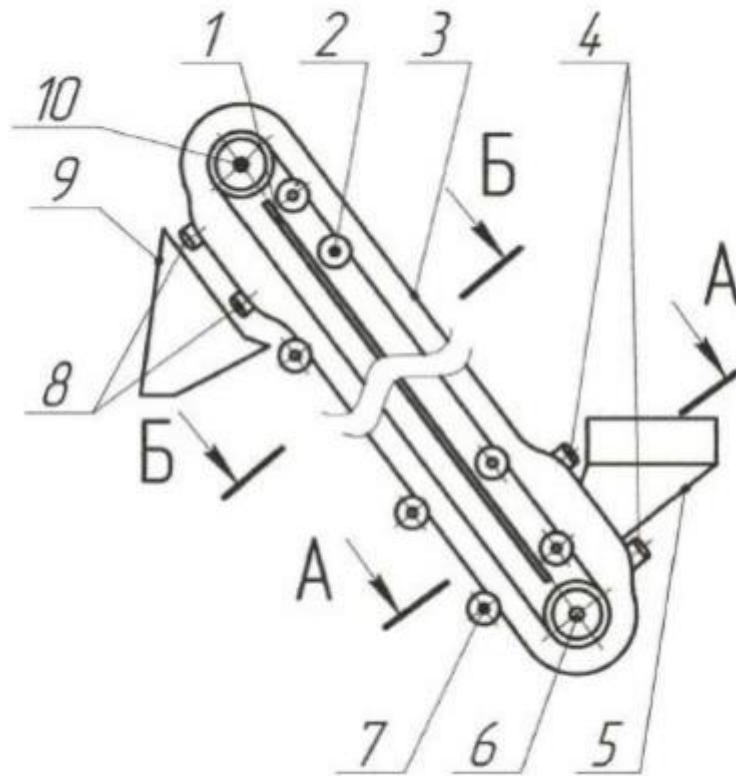


Рис. 1.8 Схема стрічкового конвеєра - поздовжній розріз [2];

Запропонований стрічковий конвеєр включає раму 1, на якій встановлені ведучий барабан 10, натяжний барабан 6, підтримуючі роликові опори 2 транспортуючої гілки та підтримуючі роликові опори 7 зворотної гілки. Барабани 10 та 6 охоплює безконечна (замкнена) гнучка стрічка 3. Гнучка стрічка 2 виконана із пружного матеріалу та в попередньо напруженому стані має вигляд труби, краї якої замикаються внакладку один на інший вздовж твірної. Краї стрічки 3 конвеєра оснащені полімерними магнітними стрічками 12. В нижній частині стрічкового конвеєра встановлений завантажувальний пристрій 5, а у верхній - розвантажувальний пристрій 9. В зоні завантаження матеріалу краї стрічки 3 за допомогою роликів 4 "розкриваються" перед завантажувальним

пристроєм 5, а після нього - знову "замикаються". Таким же чином краї стрічки 3 за допомогою роликів 8 "розкриваються" і "замикаються" в зоні розвантажувального пристрою 9. Стрічка 3 додатково оснащена перегородками 11 [2].

При пуску конвеєра в дію еластична стрічка 3 за допомогою ведучого барабана 10 приводиться в дію, охоплюючи барабан 6 та переміщується на роликів опорах 2 та 7. Матеріал, що має транспортуватись, за допомогою завантажувального пристрою 5 подається на "розкрити" за допомогою роликів 4 стрічку 3, транспортується, та вивантажується через "розкрити" за допомогою роликів 8 стрічку 3 у вивантажувальний пристрій 9. Перегородки 11 сприяють утриманню матеріалу на стрічці 3, чим забезпечується робота конвеєра в положенні, близькому до вертикалі. Магнітні стрічки 12 забезпечують примусове силове замикання країв стрічки 3, що унеможливорює їх розходження . [2]

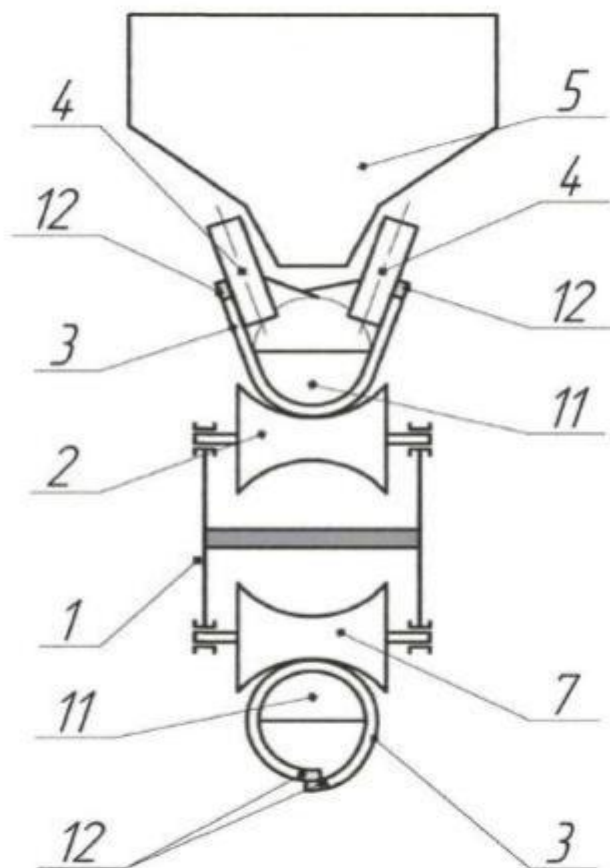


Рис. 1.9 Розріз конвеєра за перерізом А – А [2]

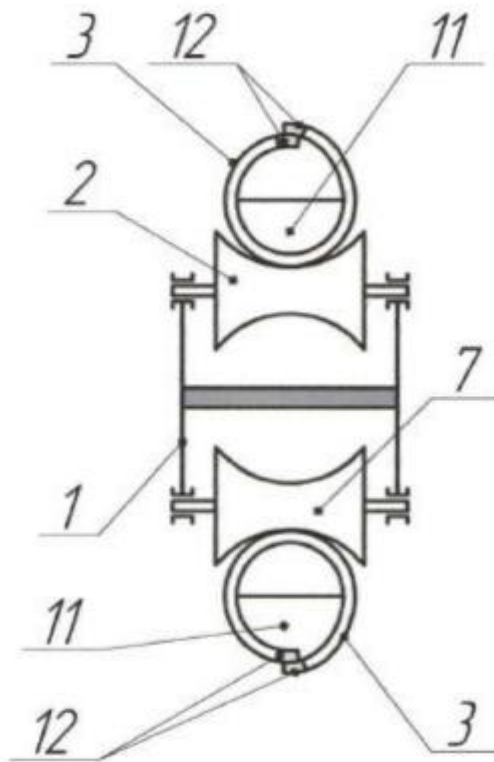


Рис. 1.10 Розріз конвеєра за перерізом Б-Б [2]

UA 153150 МПК В65С 15/00 865 6 23/44 Натяжний пристрій стрічкового конвеєра [3]

Натяжний пристрій стрічкового конвеєра, що містить раму, натяжний барабан стрічки та кулькові підшипники, який відрізняється тим, що на рамі розміщені обойми кулькових підшипників, у яких обертається пучковий торсіонний вал, до кінців якого жорстко приєднані храпові механізми та важелі, на протилежному кінці яких у кулькових підшипниках обертається вал натяжного барабана [3].

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де зображено раму стрічкового транспортера, на якій містяться храпові механізми 3 та обойми з кульковими підшипниками 4, у яких обертається пучковий торсіонний вал 4. До торсіонного валу жорстко приєднані важелі 5, які на другому кінці містять обойми з кульковими підшипниками. У цих обоймах обертається вал 6 натяжного барабана 7. Натягування вантажної стрічки відбувається у такий спосіб. До кінців торсіонного валу прикладається за допомогою механічного

приладу крутний момент. Зсув ділянок валу приводить до переміщення важелів і створення натягу у вантажній стрічці. Після досягнення достатнього натягу кінці валу фіксуються храповими механізмами. Протягом робочого циклу напружений торсіонний вал створює необхідний натяг стрічки. За необхідністю до торсіонного валу додають або зменшують крутний момент[3]. .

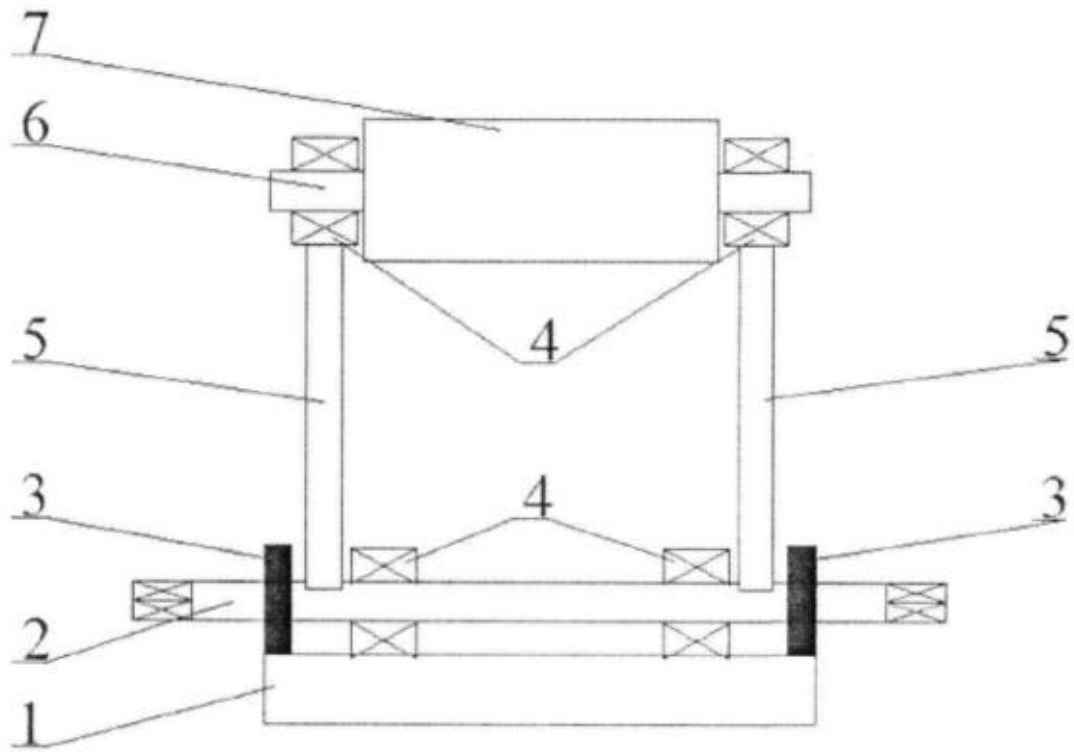


Рис. 11 Роликовий вузол стрічкового транспортера: 1 - рама; 2 - пучковий торсіонний вал; 3 - храповий механізм; 4 - обойми з кульковими підшипниками; 5 - важелі; 6 - 60 вал натяжного барабана; 7 - натяжний барабан [3].

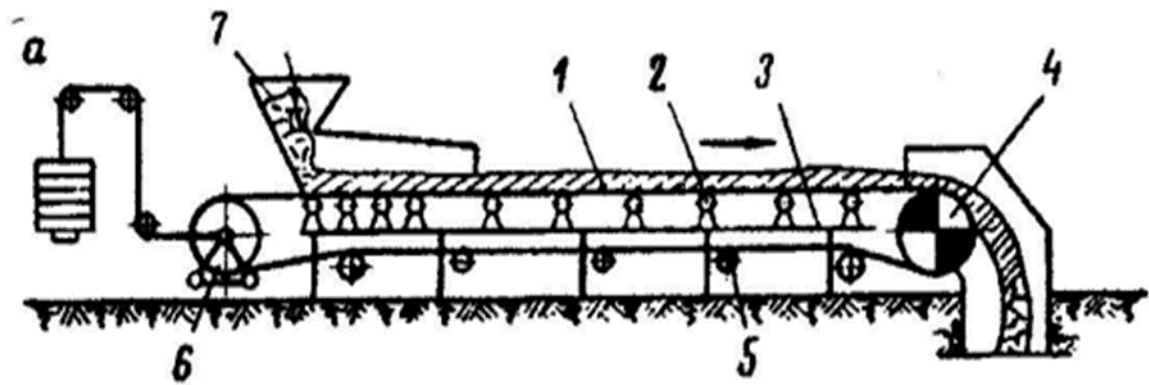
Розглянувши різні наукові досягнення в галузі створення новітніх автоматизованих складських систем є доцільно подальшому розглядати на складську систему на базі стрічкового конвеєра.

1.4 Аналіз конструктивних рішень, технологічних режимів роботи стрічкових конвеєрів.

1.4.1 Класифікація стрічкових конвеєрів

В залежності від технологічного процесу та області використання стрічкові конвеєри класифікуються за наступними ознаками:

- 1) за видом транспортних вантажів - розділяють на два типи насипного та штучного транспортування;
- 2) за типом розташування транспортувальної стрічки - використовують конвеєри з верхньою транспортною гілкою або з нижньою гілкою, деяких випадках з двома транспортними гілками;
- 3) за цілю використання - пересувні, підземні, загального використання, спеціальні, крутосхилі;
- 4) за формулою стрічкового перерізу розрізняють механізми плоскої та жолобчатої форми;
- 5) за способом розвантаження вантажу: з розвантаженням на кінцевому пункті, розвантаження скидачем, візково-скидальне розвантаження;
- 6) за типом стрічки розрізняють рифлену та гладку;
- 7) за кількістю провідних станцій: одноприводні, багатоприводні;
- 8) за типом поставів конвеєра: з жорстким або канатним поставом;
- 9) за типом приведення в рух барабану розрізняються за кількістю провідних барабанів, існує нова технологія магнітних приводів яка активно досліджується та впроваджується в механізми;
- 10) за кутом нахилу: горизонтальні, нахилені, крутосхилі;
- 11) за формою траси конвеєра: горизонтальні, нахилені до горизонту і комбіновано горизонтально-нахилені з одним або кількома їх згинами вздовж конвеєрної траси. Загальний вигляд деяких стрічкових конвеєрів надано на рисунку 1.12.



прийняті наступні позначення: 1 – стрічка; 2 – роликоопори верхньої гілки стрічки; 3 – постав; 4 – приводний барабан; 5 – роликоопори нижньої гілки стрічки; 6 – натяжний барабан; 7 – завантажувальний пристрій.

Існують п'ять типів стрічкових конвеєрів: Л, ЛБ, ЛУ, ЛЛ і ЛТ.

Конвеєри типу Л використовується при потребі підвищеної тягової здатності при транспортуванні насипних матеріалів при горизонтальному або з незначним нахилом розташуванні тягового елемента. Зазвичай при проектуванні таких систем закладається відсутність уловлювачів та гальма.

Стрічкові конвеєри типів ЛБ (бремсбергові конвеєри) та ЛУ (нахилені) використовують на гірничо-збагачувальних підприємствах.

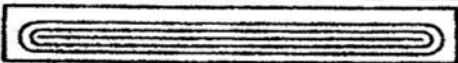
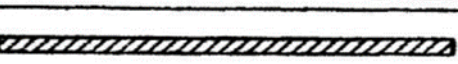
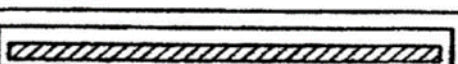
Конвеєри типу ЛЛ використовувалися для транспортування персоналу в підземних комунікаціях. До даного типу конвеєрів ставлять вимоги плавності ходу і відсутність ривків.

Стрічковий конвеєр типу ЛТ (стрічково телескопічні конвеєри) це спеціалізовані конвеєри які змінюють свою довжину, стрічка конвеєра при цьому не змінюється. Для даних типі конвеєрів виготовляється спеціальна конструкція, яка є оптимізована для свого технологічного завдання. транспортування насипних матеріалів, при різних нахилах поверхні до $15...23^\circ$.

1.4.2 Стрічки

Конвеєрна стрічка має замкнуте коло і використовується як тяговий елемент для транспортування сипучих або штучних матеріалів. Структура можливих модифікацій конвеєрних стрічок надано на рисунку 1.13.

Конвеєрні стрічки повинні відповідати певним параметрам: пластичність, механічна стійкість, низька вага. Вони поділяються на стрічки загального призначення і спеціалізовані. До спеціалізованих відносять: вогнестійкі, діелектризовані, теплостійкі, морозостійкі, пластичні.

конвеєрні стрічки	каркасні	тканинні	багатошарові	нарізні	
				загорнуті	
			однопрокладочні	кордові	
				тросові	
	монолітні	без обкладок			
		з обкладками			
	сітчасті				

Основна проблема конвеєрних стрічок є їхня вразливість до механічних пошкоджень та їх висока ціна.

В залежності від технологічного завдання розрізняють різні види стрічок.

Тканинні нарізні стрічки використовується для захисту від пошкоджень та пропускання вологи. Даний тип стрічок складається з

прокладок між якими розташований гумовий шар, для посилення механічної міцності використовують шар брикетної тканини.

Тканину яку використовують для прокладки раніше виготовляли з бавовни, але з розвитком промисловості більш доцільно використовувати синтетичні матеріали. Для покращення властивостей прокладок, використовують комбіновані тканини, які складаються з основи із синтетичного волокна і укріплення – нитками з бавовни.

Стрічка в якій використовується прокладка, характеризується підвищеною стійкістю до механічних пошкоджень. В випадках якщо потрібно посиленна стійкість від ударної та механічної дії, використовують кордовокаркасні стрічки, вони складаються з шару шнурів (кордів), які переплетені між собою тонкими нитками, які більш міцні від тканинних, в той же час технологія створення таких стрічок більш складна.

Однопрокладні стрічки складаються з одного шару кордів, які підсилені поперечним плетінням в особливих випадках використовується товста тканина. Перевага таких стрічок в високій міцності, довговічність від зношування бортів та компенсація ударного навантаження.

Тросові стрічки складаються з декількох сталевих тросів переплетених між собою, в деяких випадках використовують тканину для збільшення міцності. Ці стрічки завдяки своїй структурі розподіляють навантаження на всю площу конвеєрної стрічки, що збільшує їхню стійкість та протидію ударному навантаженню. Борти тросових стрічок обплетені додатковим тросом, що значно збільшує довговічність роботи стрічки, а також зменшує її проковзування. Недоліком даних стрічок є велика вага, великі габарити, висока тривалість стискування через велику інерцію. Тросові стрічки виготовляються із сталевого дроту що забезпечує необхідну стійкість стрічки.

1.4.3 Обслуговування стрічкового конвеєра

Ефективність та надійність функціонування стрічкових конвеєрів значною мірою залежать від своєчасного технічного обслуговування та систематичного контролю їх технічного стану. Незважаючи на різноманітність можливих причин виникнення відмов, проведення регулярних оглядів і планово-профілактичних робіт є більш економічно доцільним та ефективним порівняно з усуненням аварійних пошкоджень або виконанням капітальних ремонтів.

Технічне обслуговування стрічкового конвеєра охоплює не лише контроль стану конвеєрної стрічки, а й комплекс заходів, спрямованих на підтримання працездатності всіх основних елементів системи, зокрема натяжних і опорних роликів, приводних та натяжних барабанів, очисних пристроїв, механізмів натягу та інших вузлів. Незалежно від рівня конструктивної досконалості обладнання, наявність рухомих деталей зумовлює необхідність проведення періодичного технічного обслуговування та планових ремонтних робіт, що забезпечують стабільність його експлуатації [4].

Дотримання регламентованого графіка технічного обслуговування та залучення кваліфікованого персоналу дозволяють суттєво знизити експлуатаційні витрати, мінімізувати ризик виникнення аварійних ситуацій і підвищити загальну ефективність використання конвеєрного обладнання. Основною функцією системи технічного обслуговування є підтримання максимальної продуктивності та працездатності обладнання протягом усього терміну його експлуатації.

Виконання планово-попереджувальних робіт сприяє скороченню тривалості ремонтів, підвищенню рівня безпеки праці та забезпеченню безперебійного функціонування конвеєрної системи. Ефективність програми технічного обслуговування визначається належною організацією

виробничого процесу, суворим дотриманням встановленого графіка та забезпеченням високого рівня підготовки обслуговуючого персоналу. Проведення діагностичних і ремонтних робіт має здійснюватися спеціалістами, які володіють відповідною кваліфікацією, забезпечені необхідними контрольно-вимірювальними приладами, інструментами та мають повноваження на зупинку конвеєра для виконання регламентних або відновлювальних робіт.

Розділ 2 Розробка структури автоматизованого складу та алгоритмів його роботи

2.1 Огляд структур управління автоматизованим складом

Управління організацією є складним багатокомпонентним процесом, ефективність якого визначається рівнем координації управлінських функцій, раціональним розподілом повноважень та оптимальною взаємодією структурних підрозділів. Застосування формальних або шаблонних підходів до управління не забезпечує досягнення поставлених цілей, оскільки кожна організація функціонує в індивідуальних умовах, має власні завдання, ресурси та особливості виробничої діяльності.

Організаційна структура являє собою впорядковану систему взаємозв'язків між рівнями управління та структурними підрозділами, що забезпечує координацію їх діяльності та ефективне виконання функціональних обов'язків. Вона визначає горизонтальний і вертикальний поділ праці, порядок підпорядкування персоналу, розподіл відповідальності та механізми взаємодії між окремими ланками управління. Саме тому організаційна структура є одним із ключових елементів аналізу виробничої системи підприємства.

Виділяють кілька основних типів організаційних структур управління. **Лінійна структура** характеризується принципом єдиноначальності, відповідно до якого кожний структурний підрозділ очолює один керівник, який підпорядковується керівнику вищого рівня. Працівники отримують управлінські рішення та розпорядження виключно від свого безпосереднього керівника, що забезпечує чіткість підпорядкування та відповідальності.

Функціональна структура ґрунтується на спеціалізації управлінської діяльності та розподілі функцій між окремими структурними підрозділами.

Кожен підрозділ виконує визначені функції, а управління здійснюється відповідно до функціональної компетенції.

Лінійно-функціональна структура поєднує переваги лінійного управління та функціональної спеціалізації. Вона базується на принципі єдиначальності, при якому функціональні служби здійснюють інформаційне, консультативне та методичне забезпечення діяльності лінійних керівників. Такий тип структури є найбільш поширеним на великих підприємствах із чітким розподілом праці.

Лінійно-штабна структура є модифікацією лінійної системи управління, за якої при кожному рівні керівництва створюється штаб, до складу якого входять виробничі, технологічні, планово-економічні підрозділи, служби головних спеціалістів та інші експертні групи. Штабні підрозділи здійснюють аналітичну, інформаційну та консультативну підтримку керівника, не порушуючи принципу єдиначальності.

Дивізійна структура використовується переважно на великих підприємствах і передбачає поділ організації на відносно самостійні структурні одиниці (дивізії), сформовані за видами продукції, технологічними напрямками або регіонами діяльності. Керівники дивізіонів наділяються повноваженнями щодо управління виробництвом, збутом продукції та використанням ресурсів, що сприяє підвищенню оперативності прийняття управлінських рішень.

Матрична структура характеризується подвійним підпорядкуванням структурних підрозділів і працівників: функціональному керівнику та керівнику проєкту або цільової програми. Керівник проєкту, якому делегуються відповідні повноваження вищим керівництвом, відповідає за координацію всіх видів діяльності, планування, розподіл ресурсів та контроль виконання робіт у межах реалізації конкретного проєкту. Така структура забезпечує ефективне управління складними багатофункціональними завданнями та сприяє підвищенню гнучкості організації.

2.2 Лінійна організаційна структура управління

Лінійна організаційна структура управління характеризується тим, що кожний структурний підрозділ очолює керівник, який наділений повним обсягом управлінських повноважень і здійснює одноосібне керівництво підпорядкованим персоналом. У межах такої структури всі функції управління зосереджуються в руках керівника, який несе персональну відповідальність за результати діяльності підрозділу.

Особливістю лінійної структури є наявність єдиного каналу передачі управлінських рішень. Кожний працівник підпорядковується лише одному безпосередньому керівнику, через якого здійснюється координація роботи та доведення управлінських розпоряджень. Керівники всіх рівнів відповідають за ефективність функціонування підпорядкованих їм об'єктів управління, самостійно приймають рішення та організовують виконання виробничих завдань.

Передача управлінських рішень у лінійній структурі здійснюється за ієрархічним принципом – від вищого рівня управління до нижчого. Така система ґрунтується на принципі єдиноначальності, відповідно до якого працівники виконують розпорядження виключно свого безпосереднього керівника. Вищі органи управління не втручаються в оперативну діяльність підлеглих підрозділів, минаючи керівників відповідних рівнів, що забезпечує чіткий розподіл відповідальності та стабільність управлінських процесів.

Для складу дрібних деталей, який функціонує в умовах відносно простих виробничих процесів та має перспективи подальшого розвитку, доцільним є застосування саме лінійної організаційної структури управління. Її основу складають керівники, відповідальні за окремі функціональні напрями діяльності підприємства:

- керівник підприємства (складу), який здійснює загальне управління та координує виконання логістичних операцій;
- керівник з приймання товарів, відповідальний за організацію приймання та первинного контролю продукції, що надходить на склад;
- керівник з контролю валідності штрихового коду, який забезпечує перевірку правильності маркування та відповідності товарів встановленим вимогам;
- керівник із завантаження товарів, що організовує процес розміщення продукції на складі;
- керівник із відвантаження товарів, відповідальний за комплектацію та відправлення продукції споживачам.

Структура управління складом наведена на рис. 2.1.



Рис. 2.1 Лінійна структура складу

Лінійна організаційна структура характеризується логічністю побудови, чітким розподілом повноважень і високим рівнем формалізації управлінських процесів. Разом із тим вона має обмежену гнучкість, оскільки керівник повинен одночасно вирішувати широкий спектр виробничих, організаційних та адміністративних питань, що не завжди

дозволяє ефективно реагувати на складні функціональні проблеми, які потребують спеціалізованих знань.

Економічна ефективність лінійної структури управління зростає за умови скорочення кількості рівнів ієрархії, оптимального розподілу функціонального навантаження між керівниками та стабільності зовнішнього середовища, що зменшує необхідність оперативного перегляду управлінських рішень. Водночас важливим чинником ефективності є стиль керівництва: більш централізоване управління сприяє підвищенню дисципліни та чіткості виконання робіт, тоді як демократичний стиль забезпечує більшу адаптивність організації до змін.

Зазначені особливості обумовлюють широке застосування лінійних організаційних структур на малих і середніх підприємствах, а також на спеціалізованих виробництвах із відносно стабільними умовами функціонування, де необхідними є простота управління, чіткий розподіл відповідальності та оперативність прийняття рішень.

2.3 Загальна структура складу

Загальна структура складу визначається сукупністю функціональних підрозділів, їх взаємозв'язками та співвідношенням за площею, чисельністю персоналу і пропускнуою спроможністю. Раціональна організація складської інфраструктури забезпечує безперервність логістичних процесів, ефективне використання виробничих площ та оптимізацію матеріальних потоків.

Запропонована структурна схема складу відображає послідовність виконання основних технологічних операцій і дозволяє простежити повний цикл руху товарів від моменту їх надходження до відправлення споживачу.

Вхідний матеріальний потік розпочинається з прибуття транспортних засобів до приймальних документів для в'їзних вантажівок,

де здійснюється первинне приймання продукції. Після цього товар надходить до зони розвантаження, у якій виконується його вивантаження та підготовка до подальшої обробки.

Наступним етапом є переміщення продукції до зони ідентифікації товару, де здійснюється перевірка, облік і присвоєння кожній одиниці універсального штрихового коду, що забезпечує автоматизовану ідентифікацію та контроль руху товарів у складській системі.

Після завершення процедури ідентифікації товар транспортується до складської системи зберігання, де виконується його розміщення на визначених місцях відповідно до встановлених правил адресного зберігання. За необхідності продукція вилучається зі складської системи для подальшої комплектації замовлень.

Заключним етапом логістичного процесу є переміщення товару до зони пакування та доставки, де здійснюються операції з комплектації, пакування, маркування та підготовки продукції до транспортування. Після завершення підготовчих робіт сформовані замовлення направляються до доків доставки для відправлення, звідки здійснюється їх завантаження на транспортні засоби та подальше відправлення споживачам.

Таким чином, запропонована структура складу забезпечує послідовне виконання всіх технологічних операцій, мінімізує непродуктивні переміщення вантажів, сприяє автоматизації процесів обліку та підвищує ефективність функціонування складської логістичної системи.

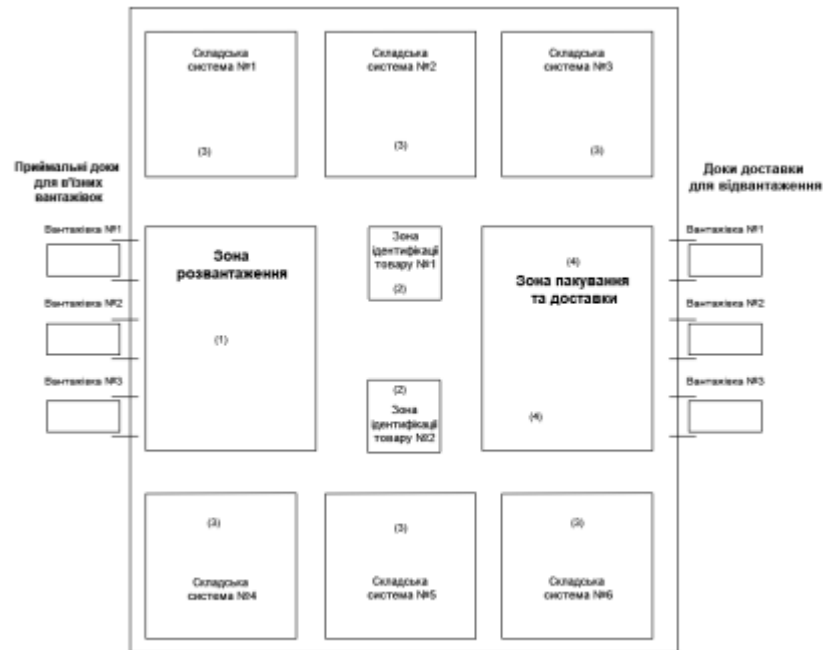


Рис. 2.2 Загальна структура складу

2.4 Послідовність роботи автоматизованої конвеєрної складської системи (Алгоритм)

Етап 1: Приймання та ідентифікація

Прибуття вантажу: Товар або палета встановлюється на вхідну секцію конвеєра.

Сканування: Вантаж проходить через рамку зчитування (сканери штрих-кодів, QR-кодів або RFID-міток), де також можуть автоматично вимірюватися його габарити та вага.

Обробка даних: Зчитана інформація передається до WMS для ідентифікації.

Етап 2: Прийняття рішення та маршрутизація

4. Перевірка статусу: * Якщо вантаж не розпізнано або його параметри порушені, він автоматично відхиляється на лінію ручної перевірки (Reject Lane).

Якщо ідентифікація успішна, WMS визначає оптимальне місце для його зберігання або одразу направляє на відвантаження (процес cross-docking).

Побудова маршруту: WCS отримує координати від WMS і запускає необхідні секції конвеєра.

Етап 3: Транспортування та зберігання

6. Рух магістраллю: Вантаж переміщується головним конвеєром.

7. Сортування (Дивертування): У потрібній точці автоматичні скидачі (пушери, сортери або поворотні столи) перенаправляють вантаж на відповідний конвеєр конкретного стелажного ряду.

8. Розміщення (AS/RS): Автоматичний кран-штабелер або шатл забирає вантаж з конвеєра та ставить його у призначену комірку. Вантаж переходить у режим очікування.

Етап 4: Видача (Комплектація)

9. Запит на відбір: WMS отримує замовлення на відвантаження і дає команду системі.

10. Вилучення: Штабелер/шатл дістає потрібний вантаж з комірки та ставить його на вихідний конвеєр.

11. Транспортування на вихід: Вантаж їде конвеєром до зони пакування або безпосередньо до доків відвантаження.

12. Завершення: Вантаж знімається з конвеєра для подальшого транспортування замовнику. Цикл завершено.

2.5 Структурно функціональна схема роботи автоматизованої конвеєрної складської системи

Автоматизована конвеєрна складська система (АКСС) являє собою інтегрований комплекс технічних, програмних та інформаційних засобів, призначених для автоматичного транспортування, сортування, накопичення, зберігання та видачі вантажів без безпосереднього втручання оператора.

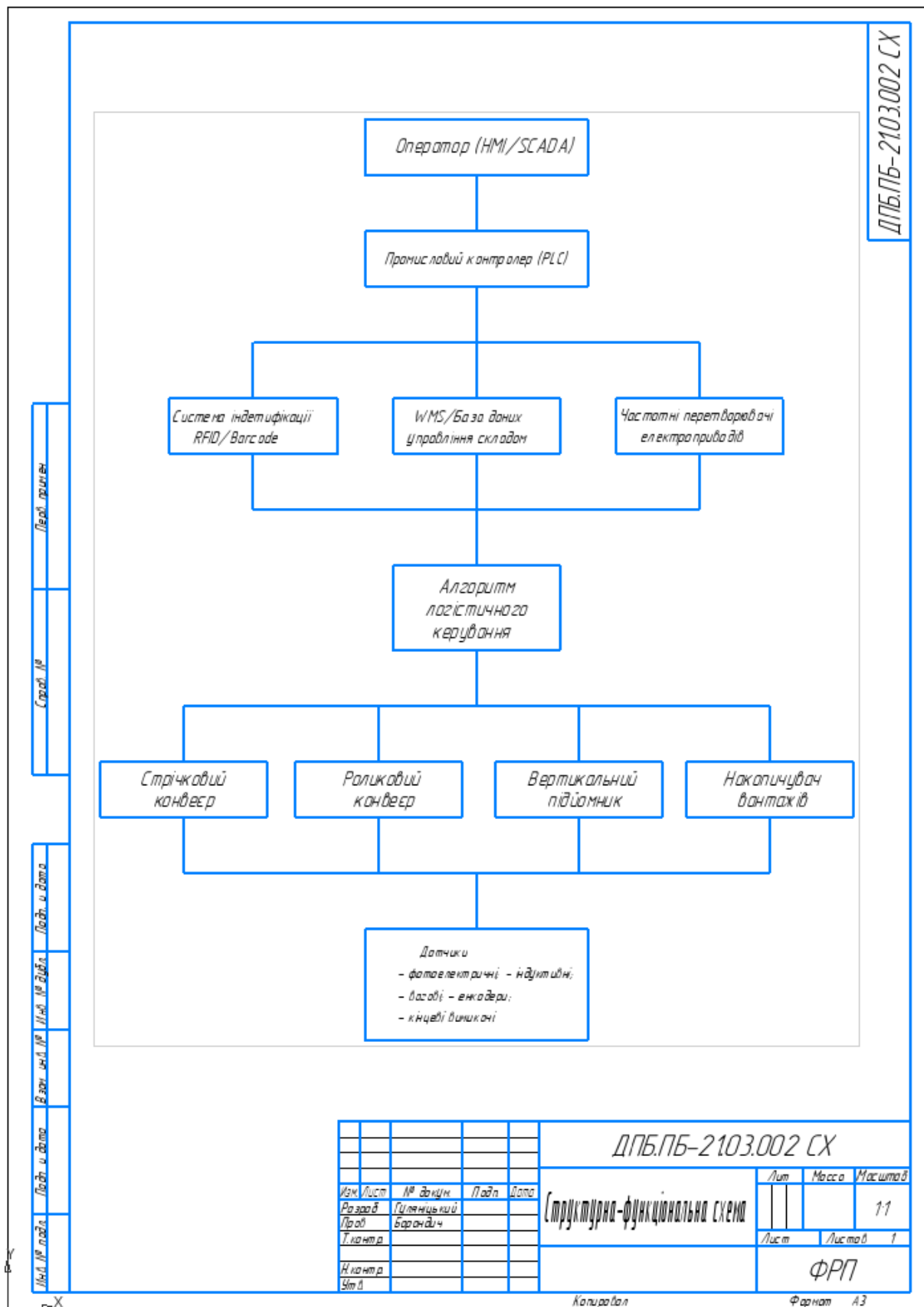


Рис. 2. 3 Структурно-функціональна схема
Функціональне призначення елементів

1. Операторська станція (HMI/SCADA)

Призначена для:

- запуску та зупинки системи;
- відображення стану обладнання;
- налаштування режимів роботи;
- реєстрації аварій та повідомлень;
- візуалізації технологічного процесу.

2. Промисловий контролер (PLC)

Є центральним елементом автоматизованої системи керування та виконує:

- обробку інформації від датчиків;
- формування команд керування;
- синхронізацію роботи конвеєрів;
- контроль швидкості та напрямку руху;
- реалізацію алгоритмів автоматичного керування.

3. Система ідентифікації вантажів

Забезпечує:

- автоматичне розпізнавання продукції;
- контроль руху вантажів;
- передачу інформації до системи управління складом.

4. WMS (Warehouse Management System)

Виконує:

- облік продукції;
- формування маршрутів транспортування;
- контроль заповнення комірок складу;
- взаємодію з ERP підприємства.

5. Частотні перетворювачі

Забезпечують:

- плавний пуск електродвигунів;
- регулювання швидкості конвеєрів;

- енергозбереження;
- синхронізацію роботи транспортних модулів.

6. Конвеєрна транспортна система

Включає:

- стрічкові конвеєри;
- роликові конвеєри;
- вертикальні підйомники;
- накопичувальні секції;
- автоматичні перевантажувачі.

Виконує транспортування вантажів між зонами приймання, сортування, зберігання та відвантаження.

7. Датчики

Забезпечують зворотний зв'язок та контроль роботи системи:

фотоелектричні — визначають наявність вантажу;

індуктивні — контролюють положення механізмів;

енкодери — вимірюють швидкість і переміщення;

вагові датчики — контролюють масу вантажу;

кінцеві вимикачі — обмежують переміщення виконавчих механізмів.

Така схема відповідає сучасній архітектурі автоматизованих конвеєрних складів і може бути використана як структурно-функціональна модель для дипломної роботи, магістерського дослідження або проєкту з автоматизації логістичних систем.

Розділ 3. Розрахунок стрічкового конвеєра

Стрічкові конвеєри належать до основного типу машин безперервного транспорту та широко застосовуються у різних галузях промисловості завдяки високим експлуатаційним показникам. До основних переваг таких систем відносять високу продуктивність, можливість транспортування вантажів на значні відстані, відносну простоту конструкції, високу надійність, а також невелику масу конструктивних елементів.

Стрічкові конвеєри призначені для транспортування сипучих матеріалів, розпушених гірських порід та штучних вантажів. Переміщення вантажів може здійснюватися як горизонтальними трасами, так і похилими ділянками — з підйомом або спуском.

До основних переваг стрічкових конвеєрів також належать простота технічного обслуговування, можливість транспортування вантажів на значні відстані від одного приводу, низький рівень шуму під час роботи, відносно невелика питома витрата електроенергії та високий рівень придатності до автоматизації процесів.

Водночас дані транспортні системи мають і певні недоліки, серед яких слід відзначити високу вартість обладнання, обмежений термін служби стрічки, а також обмеження максимального кута нахилу транспортної траси.

Обмеження області застосування стрічкових конвеєрів зумовлені такими факторами:

1. крупністю та абразивністю транспортованого матеріалу;
2. обмеженням кута підйому при використанні стандартної гладкої стрічки (приблизно $16\text{--}20^\circ$ залежно від фізико-механічних властивостей матеріалу та конструкції роликів опор);

3. необхідністю прямолінійного розташування конвеєрної траси у плані, що унеможлиблює використання таких систем на криволінійних ділянках без застосування спеціальних конструктивних рішень.

Принцип дії стрічкового конвеєра полягає в тому, що стрічка одночасно виконує функції тягового та вантажонесучого органа. Рух стрічки здійснюється за рахунок сил тертя, що виникають між стрічкою та приводним барабаном. У процесі роботи стрічка з розміщеним на ній вантажем переміщується по стаціонарних роликоопорах, які забезпечують підтримання та напрям руху вантажу вздовж траси конвеєра.

Привід стрічкового конвеєра

Привід стрічкового конвеєра призначений для передавання тягового зусилля на конвеєрну стрічку та забезпечення її безперервного руху з заданою швидкістю. Він є ключовим функціональним вузлом конвеєрної системи, від якого значною мірою залежать продуктивність і надійність роботи обладнання.

До складу приводу входять приводні, розвантажувальні та відхиляючі барабани, а також силові агрегати, що забезпечують формування та передачу необхідного крутного моменту. Сукупність зазначених елементів, змонтованих на несучій конструкції, утворює приводну станцію стрічкового конвеєра.

У сучасних конструкціях приводів широкого застосування набули пуско запобіжні гідромфти, які встановлюються між валом електродвигуна та вхідним валом редуктора. Їх використання забезпечує плавний пуск конвеєра, зменшує динамічні навантаження в елементах приводу та запобігає виникненню недопустимих перевантажень, що підвищує загальну надійність і довговічність стрічкового конвеєра.

3.1 Розрахунок стрічкового конвеєра

Розрахункову схему стрічкового конвеєра для автоматизованої складської системи подано на рисунку 3.1.

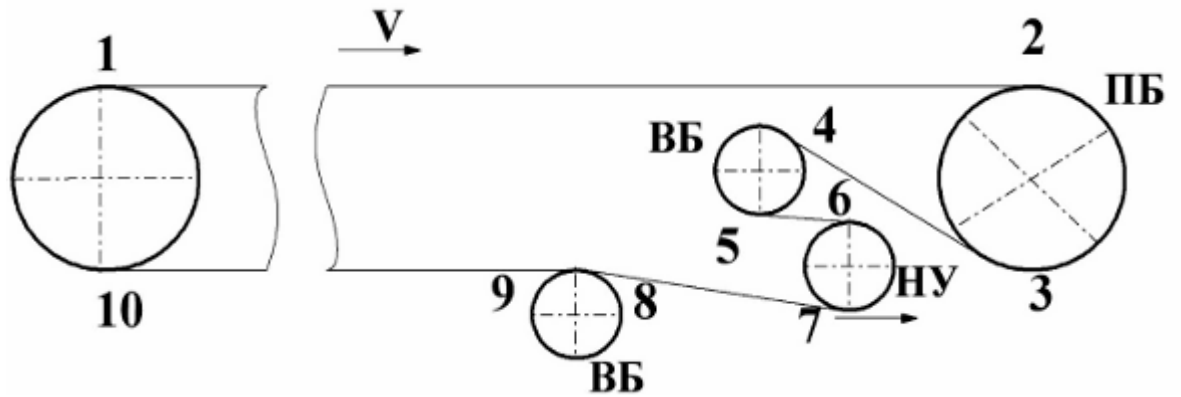


Рисунок 3.1 –Розрахункова схема конвеєра

Розрахунок тягового зусилля стрічкового конвеєра

Для визначення тягового зусилля та вибору приводного двигуна виконано тяговий розрахунок. Вихідні параметри, сформовані з урахуванням вимог технологічного процесу, наведено в таблиці 3.1

Таб. 3. 1 Данні для розрахунку

Параметр		Значення
Швидкість руху конвеєра		0,6 м/с
Маса вантажу		До 30 кг.
Довжина ділянки	l_1	40 м
	l_2	10 м
	l_3	85 м
	l_4	15 м
Кут повороту	β_1	0°
	β_2	30°
	β_3	15°
	β_4	0°

Значення коефіцієнтів тертя прийнято такими:

$$\mu = 0,2; k_{\text{un}} = 1 + C_{\text{un}}; k_{\text{u1}} = 1.08; k_{\text{u2}} = 1.04; k_{\text{u3}} = 1.03; k_{\text{u4}} = 1.05.$$

Де μ -тертя на валу двигуна

k_{u1} - тертя стрічки на першій ділянці

k_{u2} - тертя стрічки на другій ділянці

k_{u3} -тертя стрічки на третій ділянці

k_{u4} - тертя стрічки на четвертій ділянці

Розраховуємо продуктивність

$$\Pi = \frac{n_v \cdot m_l}{t_t + \frac{l_l}{9}} = \frac{6 \cdot 30}{300 + \frac{100}{0.5}} = 0.36, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Визначення лінійної маси вантажу (маси одного погонного метра) відповідно до заданої продуктивності.

$$m_r = \frac{n_v \cdot m_l}{l_{1,2}} = \frac{30 \cdot 6}{100} = 1.8, \frac{\text{кг}}{\text{м}}$$

Вибір конвеєрної стрічки здійснюється на основі показників її механічної міцності та економічної доцільності. Для проєктованої системи обрано двошарову гумотканинну стрічку, що забезпечує необхідну міцність для переміщення вантажів із лінійним навантаженням до 80 кг/м. Питома поверхнева маса стрічки становить 4,4 кг/м². З урахуванням ширини полотна 0.8 м, розрахуємо масу одного погонного метра стрічки:

$$m_0 = m_r \times S = 4.4 \times 0.8 = 3.55 \text{ кг}$$

де m_r маса квадратного метра стрічки

S ширина стрічки

Маси окремих прямолінійних ділянок конвеєра:

Перша ділянка:

$$m_{12} = (m_0 + m_{\Gamma})l_{78} = (3.55 + 1.8) \cdot 100 = 535, \text{ кг.}$$

Друга ділянка:

$$m_{34} = m_0 \cdot l_{34} = 3.55 \cdot 4 = 14.2, \text{ кг.}$$

Третя ділянка:

$$m_{56} = m_0 \cdot l_{56} = 3.55 \cdot 2 = 7.1, \text{ кг.}$$

Четверта ділянка:

$$m_{78} = m_0 \cdot l_{56} = 3.55 \cdot 4 = 14.2, \text{ кг.}$$

Сумарна маса:

$$\begin{aligned} m'_{\Sigma} &= m_{5,6} + m_{3,4}k_{u1} + m_{1,2}k_{u2}k_{u1} + m_{9,10}k_{u2}k_{u1}k_{u3} + m_{7,8}k_{u1}k_{u2}k_{u3}k_{u4} = \\ &= 7.1 + 14.2 \cdot 1.08 + 535 \cdot 1.11 + 337.2 \cdot 1.15 + 14.2 \cdot 1.18 = 997.1, \text{ кг.} \end{aligned}$$

На основі визначених мас для кожної прямолінійної ділянки розраховано відповідні сили опору руху.

Перша ділянка:

$$\Delta F_{1,2} = gm_{1,2}l_{1,2}c_n = 9.81 \cdot 535 \cdot 0.052 \cdot 100 = 2729, \text{ Н.}$$

Друга ділянка:

$$\begin{aligned} \Delta F_{3,4} &= gm_{3,4}l_{3,4}(c_n \cos \beta_{56} + \sin \beta_{56}) = \\ &= 9.81 \cdot 14.2 \cdot 4(0.052 \cdot \cos 45 + \sin 45) = 317.3, \text{ Н.} \end{aligned}$$

Третя ділянка:

$$\Delta F_{5,6} = gm_{5,6}l_{5,6}c_n = 9.81 \cdot 7.1 \cdot 2 \cdot 0.052 = 317.3, \text{ Н.}$$

Четверта ділянка:

$$\begin{aligned}\Delta F_{7,8} &= g m_{7,8} l_{7,8} (c_n \cos \beta_{56} + \sin \beta_{56}) = \\ &= 9.81 \cdot 14.2 \cdot 4 (0.052 \cdot \cos 20 + \sin 20) = 7.24, \text{ Н.}\end{aligned}$$

Сумарна маса:

$$\begin{aligned}F'_{\Pi} &= \Delta F_{5,6} + \Delta F_{3,4} k_{u5} + \Delta F_{1,2} k_{u5} k_{u4} + \Delta F_{9,10} k_{u5} k_{u4} k_{u3} + \Delta F_{7,8} k_{u5} k_{u4} k_{u3} k_{u2} = \\ &= 7.24 + 317.3 \cdot 1.08 + 2729 \cdot 1.11 + 1634 \cdot 1.15 + 253.8 \cdot 1.18 = 4854, \text{ Н.}\end{aligned}$$

Розрахуємо мінімально необхідне значення натягу в точці збігання стрічки з приводного барабана.

$$T_{\text{сб min}} = \frac{F'_{\Pi} + m'_{\Sigma} a_{\text{доп}}}{e^{\mu \alpha} - k_{u1} k_{u2} k_{u3} k_{u4} k_{u5}} = \frac{4854 + 997.1 \cdot 0.2}{e^{0.1 \cdot 3.66} - 1.18} = 4801, \text{ Н.}$$

З огляду на припущення, прийняті в розрахунках, величину $T_{\text{сб}}$ обираємо з певним коефіцієнтом запасу.

$$T_{\text{сб}} = 1.1 \cdot T_{\text{сб min}} = 1.1 \cdot 4801 = 5281, \text{ Н.}$$

Для визначення попереднього натягу стрічки обчислимо:

$$T_1 = T_0 = (T_{\text{сб}} + \Delta F_{12}) k_{u1} + \Delta F_{34} = 7887, \text{ Н.}$$

Для створення отриманого натягу необхідний вантаж з вагою

$$G_{\text{нв}} = k_m T_0 = 2 \cdot 7887 = 15774, \text{ Н.}$$

Визначення максимального натягу в точці набігання на приводний барабан.

$$T_{\text{нв}} = K_{\text{н}} T_{\text{сб}} + F'_{\Pi} + m'_{\Sigma} a_{\text{н}} = 1.17 \cdot 5281 + 4854 + 997.1 \cdot 0.2 = 11874, \text{ Н.}$$

Потужність привідної станції:

$$F_{\text{ст}} = T_{\text{нв}} - T_{\text{сб}} = 11874 - 5281 = 6593, \text{ Н.}$$

Статичний момент конвеєрної системи

$$M_{\Sigma} = \frac{F_{cm} \cdot D}{2 \cdot \eta_M} = \frac{6111 \cdot 0.6}{2 \cdot 0.8} = 2292, \text{ Нм.}$$

Визначаємо передатне число редуктора.

$$i = \frac{\pi D \cdot n}{60 \cdot \vartheta} = \frac{3.14 \cdot 0.6 \cdot 750}{60 \cdot 0.5} = 47.1.$$

Зведення статичного моменту до валу двигуна приводної станції:

$$M_{\Sigma}' = \frac{M_{\Sigma}}{i} = \frac{2444.8}{47.1} = 48.6, \text{ Нм.}$$

Визначається потужність двигуна

$$P_c = M_{\Sigma}' \cdot \omega = 48.6 \cdot 78.5 = 3796, \text{ Вт.}$$

Потужність приводного електродвигуна

$$P = k_3 P_c = 1.05 \cdot 3796 = 3985.8, \text{ Вт.}$$

3.2 Спроектований стрічковий конвеєр

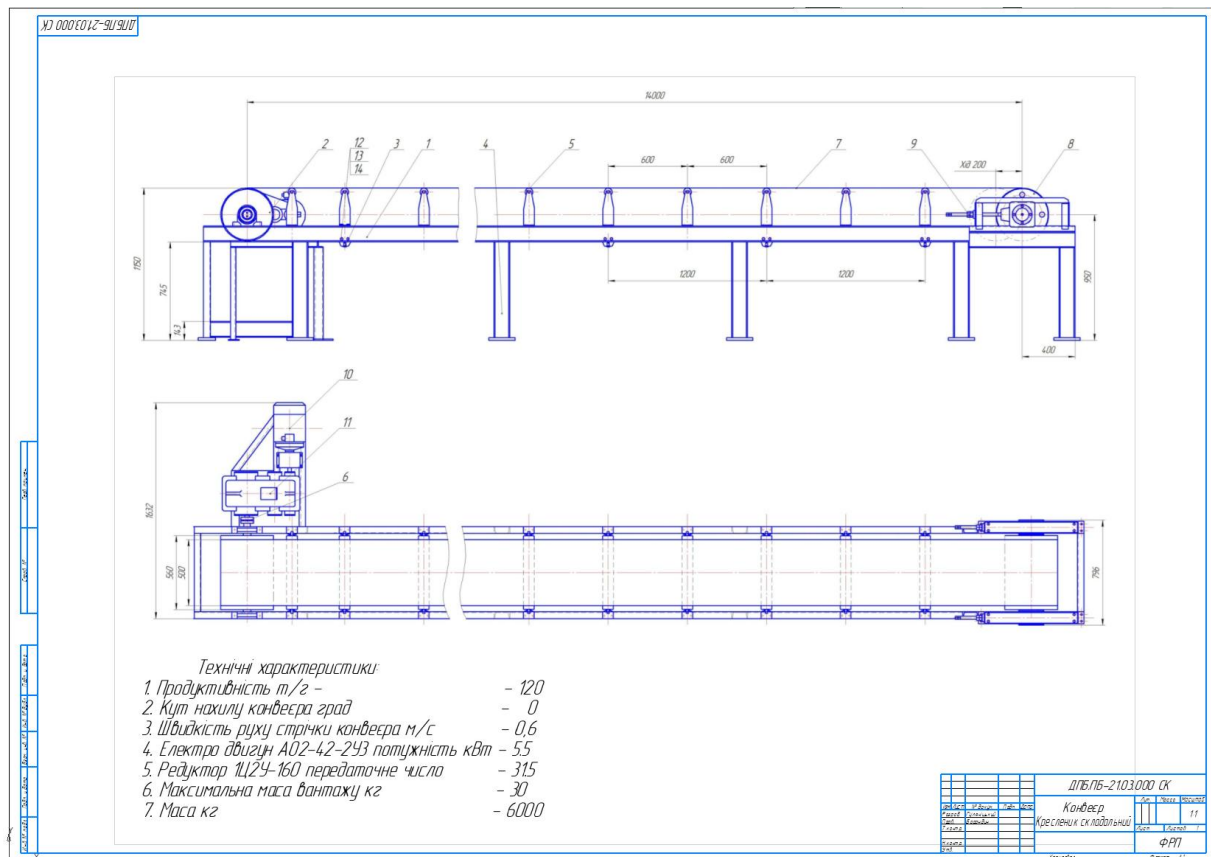


Рис. 3.5 Стрічковий конвеєр

Спроекований стрічковий конвеєр призначений для безперервного транспортування штучних або сипучих вантажів уздовж горизонтальної ділянки виробничої або складської лінії. Конструкція включає приводну станцію з електродвигуном, редуктором, барабаном приводу, натяжний барабан, стрічку, роликоопори, раму та завантажувально-розвантажувальні вузли.

Принцип роботи конвеєра

Робота системи базується на фрикційному зчепленні стрічки з приводним барабаном. Після вмикання електродвигуна крутний момент передається через редуктор на приводний барабан, який починає обертатися. За рахунок сил тертя між барабаном і стрічкою остання

приводиться в рух і переміщується по роlikоопорах уздовж усієї довжини конвеєра.

Процес транспортування вантажу

Завантаження продукції здійснюється у приймальній зоні конвеєра. Матеріал потрапляє на рухому стрічку та переміщується до зони розвантаження безперервним потоком. Роlikоопори підтримують стрічку, зменшуючи її прогин і опір руху, що підвищує ефективність транспортування.

Натяг і стабілізація стрічки

Натяжний пристрій забезпечує необхідний рівень натягу стрічки, компенсуючи її подовження під час роботи. Це запобігає пробуксовуванню на приводному барабані та забезпечує стабільну роботу конвеєра.

Привідна система

Електродвигун типу АД2-42-2-У3 через редуктор (з передатним числом 31,5) забезпечує зниження частоти обертання та збільшення крутного моменту на приводному валу. Це дозволяє конвеєру працювати з заданою швидкістю стрічки (0,6 м/с) при навантаженні до 30 кг на одиницю вантажу.

Режим роботи

Конвеєр працює в безперервному або циклічному режимі в залежності від технологічного процесу. Його продуктивність становить до 120 т/год, що забезпечує ефективне переміщення вантажів у складі автоматизованої транспортної системи.

Таким чином, спроектований стрічковий конвеєр забезпечує надійне, безперервне та енергоефективне транспортування вантажів із високою стабільністю швидкості руху та мінімальними втратами на тертя, що робить його придатним для інтеграції в автоматизовані складські та виробничі системи.

3.3 Спроектована принципова електрична схема

Електрична принципова схема призначена для автоматизованого керування конвеєрною системою складу, що забезпечує транспортування, накопичення та переміщення вантажів між технологічними ділянками. Керування всіма процесами здійснюється програмованим логічним контролером (PLC), який отримує інформацію від датчиків та формує сигнали керування виконавчими механізмами.

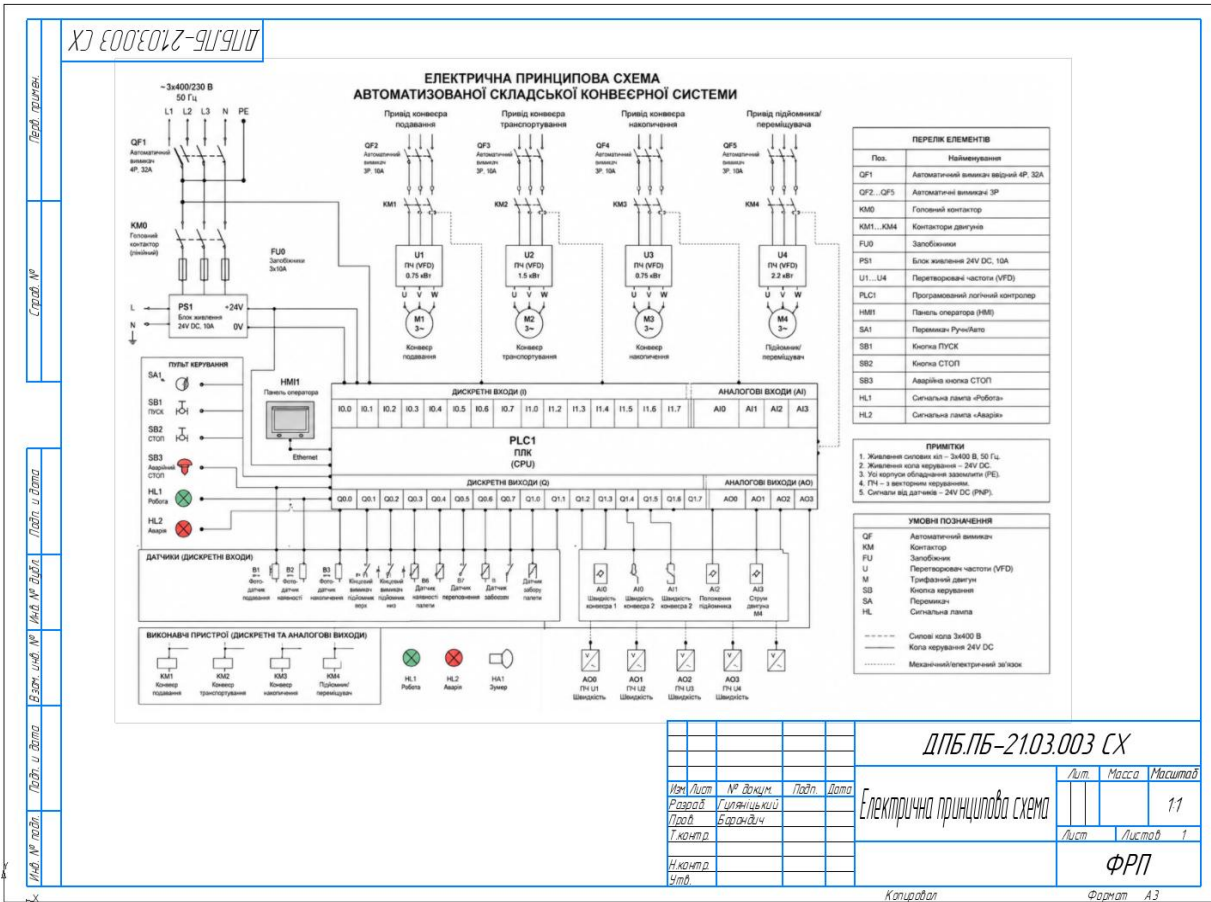


Рис. 3.6 принципова електрична схема

1. Силowe живлення системи

Живлення системи здійснюється від трифазної мережі 3×400/230 В, 50 Гц.

Основними елементами силової частини є:

- QF1 – головний автоматичний вимикач 4P, 32 А, який забезпечує підключення та захист усієї системи від коротких замикань і перевантажень.

- КМ0 – головний контактор, який подає живлення на всі виконавчі механізми після запуску системи.

- FU0 – плавкі запобіжники, що забезпечують додатковий захист електричних кіл.

- PS1 – блок живлення 24 V DC, який формує напругу для PLC, датчиків, кнопок керування та панелі оператора.

2. Керування приводами конвеєрів

Система містить чотири незалежні електроприводи:

- Привід подавання
- автоматичний вимикач QF2;
- контактор КМ1;
- перетворювач частоти U1 (0,75 кВт);
- трифазний двигун М1.

Перетворювач частоти плавно запускає двигун і дозволяє змінювати швидкість руху конвеєра.

3. Система керування

Центральним елементом є програмований логічний контролер PLC1.

Контролер має:

Дискретні входи (I)

До них підключені:

- фотодатчик подавання;
- фотодатчик наявності;
- фотодатчик накопичення;
- кінцевий вимикач верхнього положення підйомника;
- кінцевий вимикач нижнього положення;
- датчик наявності палети;
- датчик переповнення;

- датчик забору палети.

Контролер постійно аналізує їхній стан і приймає рішення про подальшу роботу системи.

Аналогові входи (AI)

На аналогові входи надходять сигнали від:

- датчика швидкості конвеєра 1;
- датчика швидкості конвеєра 2;
- датчика швидкості конвеєра 3;
- датчика положення підйомника;
- датчика струму двигуна M4.

Отримані значення використовуються для контролю швидкості, положення механізмів та навантаження електродвигунів.

4. Панель керування

На пульті керування розташовані:

SA1 – перемикач режимів

Ручний режим;

Автоматичний режим.

У ручному режимі оператор може окремо керувати механізмами.

В автоматичному режимі всі операції виконуються PLC відповідно до заданого алгоритму.

Кнопки керування

SB1 – ПУСК

Після натискання:

- включається головний контактор KM0;
- активується PLC;
- запускається автоматичний цикл роботи.

SB2 – СТОП

Виконує контрольовану зупинку:

- вимикаються приводи;
- конвеєри завершують поточний цикл;

- система переходить у режим очікування.

SB3 – Аварійний СТОП

При натисканні:

- миттєво відключається головний контактор;
- всі двигуни знеструмлюються;
- припиняється робота конвеєрів і підйомника;
- система переходить в аварійний стан.

5. Індикація роботи

На схемі передбачено світлову сигналізацію:

HL1 (зелена лампа)

Світлиться під час нормальної роботи системи та підтверджує готовність обладнання до експлуатації.

HL2 (червона лампа)

Вмикається при виникненні аварії:

- спрацювання аварійної кнопки;
- переповнення накопичувача;
- відсутності палети;
- несправності датчиків або приводів.

6. Алгоритм роботи системи

- Оператор переводить SA1 у режим «Авто».
- Натискається кнопка ПУСК (SB1).
- PLC активує головний контактор KM0.
- Конвеєр подавання (M1) транспортує палету до фотодатчика.
- Після спрацювання датчика PLC запускає конвеєр транспортування (M2).
- Вантаж переміщується до зони накопичення, де контролюється датчиком накопичення.

- Якщо накопичувач не переповнений, PLC дозволяє переміщення палети.
- При необхідності PLC запускає підйомник (M4), який переміщує вантаж на потрібний рівень.
- Перетворювачі частоти U1–U4 регулюють швидкість двигунів відповідно до сигналів PLC.
- Після завершення циклу система переходить в режим очікування наступної палети.

7. Захисні функції схеми

Електрична схема забезпечує:

- захист від короткого замикання автоматичними вимикачами;
- захист від перевантаження за допомогою запобіжників;
- плавний пуск і регулювання швидкості двигунів через перетворювачі частоти;
- контроль положення механізмів кінцевими вимикачами;
- контроль наявності та накопичення палет фотодатчиками;
- аварійну зупинку всієї системи одним натисканням кнопки SB3.

Таким чином, схема реалізує повністю автоматизоване, безпечне та енергоефективне керування складською конвеєрною системою із застосуванням PLC, частотних перетворювачів і комплексу дискретних та аналогових датчиків.

Розділ 4.Схема автоматизованого керування конвеєрною системою

4.1 Принцип роботи схеми керування

Методику розробки системи керування конвеєрною лінією наведено в [5]. Реалізація системи керування вимагає забезпечення її функціональної простоти, високої надійності та безпеки експлуатації.

Система керування конвеєрною лінією складається з таких основних елементів: автоматичного вимикача (QF1), перетворювача частоти (A1), асинхронного електродвигуна (M1), двох датчиків положення наявності заготовок (SQ1, SQ2), датчика контролю сходу стрічки (SQ3), датчиків контролю технічного стану конвеєрного обладнання (A2), а також апаратури ручного керування.

Основним керуючим елементом системи є частотний перетворювач, який забезпечує регулювання швидкості руху конвеєра, виконання функцій сигналізації та реалізацію захисних алгоритмів системи керування.

Відповідно до вимог правил безпеки експлуатації конвеєрних систем, стрічкові конвеєри повинні бути оснащені комплексом захисних пристроїв, зокрема:

- а) датчиками контролю бокового сходження конвеєрної стрічки;
- б) пристроями захисту від коротких замикань;
- в) датчиками контролю швидкості, які забезпечують вимкнення приводу у разі зниження швидкості руху стрічки до 75% від номінального значення;
- г) датчиками контролю рівня матеріалу в зонах перевантаження;
- д) пристроями аварійного відключення приводу конвеєра, розташованими вздовж усієї довжини транспортної лінії.

Зазначений комплекс технічних засобів забезпечує безпечну, стабільну та автоматизовану роботу конвеєрної системи, а також мінімізує ризики виникнення аварійних ситуацій під час експлуатації.

4.2 Вибір елементної бази

Структурна схема перетворювача частоти (рис. 4.1) включає керуючу та силову частини, які забезпечують формування та регулювання параметрів електричної енергії для живлення електродвигуна.

Силова частина перетворювача частоти складається з таких основних функціональних елементів: вхідного фільтра, випрямляча, проміжної ланки постійного струму (клампера) та інвертора.

Принцип роботи перетворювача частоти базується на двоетапному перетворенні електричної енергії: спочатку змінна напруга мережі перетворюється у постійну напругу за допомогою випрямляча, після чого здійснюється її зворотне перетворення у змінну напругу необхідної частоти та амплітуди для живлення обмоток електродвигуна.

Вхідний фільтр виконує функцію згладжування та придушення вищих гармонік напруги живильної мережі, які можуть негативно впливати на роботу випрямляча та загальну електромагнітну сумісність системи перетворювача частоти.

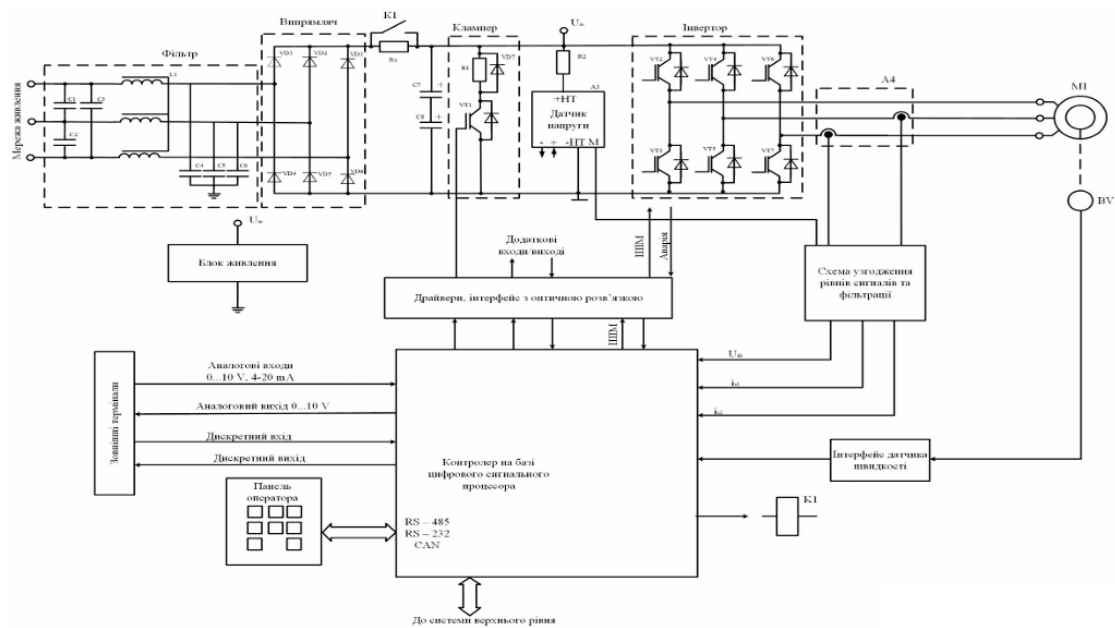


Рис 4.1 Структура перетворювача частоти

Цифровий пристрій керування формує керуючі сигнали заданої частоти, які забезпечують перемикання силових ключів інвертора. Таким чином здійснюється формування вихідної напруги необхідної частоти та амплітуди.

Реалізація алгоритмів керування, а також обробка сигналів зворотного зв'язку здійснюються в цифровій обчислювальній системі керування. Це дозволяє забезпечити точне регулювання режимів роботи перетворювача частоти та підвищити стабільність функціонування електроприводу.

4.2.1 Вибір перетворювача частоти

За розрахованою потужності двигуна обирається перетворювач частоти, при виборі перетворювача потрібно враховувати особливості конструкції для використання в системах циклічної дії. Для обраного двигуна потужністю 3 кВт обирається перетворювач частоти SINAMICS G120C[6] представлений на рисунку 4.2.



Рис. 4.2 Перетворювач SINAMICS G120C

Обраний перетворювач частоти характеризується рядом переваг порівняно з аналогічними пристроями. Зокрема, у його функціональне програмне забезпечення інтегровані спеціальні алгоритми керування, орієнтовані на роботу конвеєрних систем із динамічно змінним навантаженням і моментом опору.

Крім того, конструктивні та схемо технічні рішення перетворювача забезпечують можливість підключення додаткових датчиків із живленням 24 В, що розширює функціональні можливості системи контролю та підвищує гнучкість інтеграції у складні автоматизовані технологічні комплекси.

Таб. 4.1 Параметри перетворювача

Параметр перетворювача	Величина параметру
Потужність, кВт	5.5
Вхідна напруга трифазного	380В
Вихідна напруга	Трифазне 0 ... 380В
Перевантажувальна здатність	150% для 57 с, 200% для 3с

Вихідна частота, Гц	0 ... 550
Номінальний вихідний струм, А	12.5
Вбудований гальмівний модуль	Є
Інтерфейс	Modbus / USS (база)
Потенціометр на панелі управління	На опціональній панелі ІОР
Тип управління	Векторне
Вбудований мережевий фільтр	EN 61800-3 С3 (опція)

4.2.2 Вибір автоматичного вимикача

Для захисту системи від короткочасного перевантаження обирається автоматичний вимикач який відмикає систему

Вибір автоматичного вимикача вибирається за умовами робочого струму

Розраховується струм в системі

$$I_{\Sigma} = I_M + I_{пч} = 10.46 + 0.3 = 10.76, \text{ А.}$$

Де I_M - Номінальний струм двигуна

$I_{пч}$ - Номінальний струм перетворювача

Враховується поправка для реальної системи

$$I_{\Sigma 1} = 2I_{\Sigma} = 2 \cdot 10 = 20, \text{ А.}$$

Обирається автоматичний вимикач ІЕК ВА47-29 3пВ 20А [7], який задовольняє умовам захисту конвеєрної системи

4.2.3 Вибір датчика контролю сходу стрічки

З метою контролю стрічки конвеєра використовується датчик КСЛ-2 [8] який є типовим для використання в системах.

4.2.4 Вибір датчика індикації заготовки

Забезпечення індикації заготовки в робочій зоні та унеможливлення виникнення аварійних ситуацій причини них сторонніх предметів на одну лінію використовують лазерні датчики "Призма"(LS5) [9] . Дальність роботи датчиків дозволяє встановити їх на початку та кінці конвеєрної лінії. Датчики виступають в ролі обмежувачі в робочій області на яку можуть бути встановлені заготовки.

4.2.5 Вибір датчиків контролю конвеєра

Для виконання загального контролю використовуємо датчик ДКЛ-3 який виконує контроль усіх можливих аварійних ситуацій в стічковому конвеєрі.

4.2.6 Вибір блок ручного керування

Блок ручного керування складається з готового блоку виконаного на базі монтажного ящика блока управління конвеєром (БУК) [10] в якому змонтовані необхідні елементи.

4.2.7 Вибір обладнання сигналізації

Для сигналізації режимів роботи конвеєрної лінії використовуються прилади освітлення AD22DS контроль режимів виконується за допомогою кнопок які підключені до блоку керування. В схемі передбачена робота в обидві сторони за допомогою ручного керування.

4.3 Алгоритм управління стрічковим конвеєром

Алгоритм управління автоматизованим стрічковим конвеєром

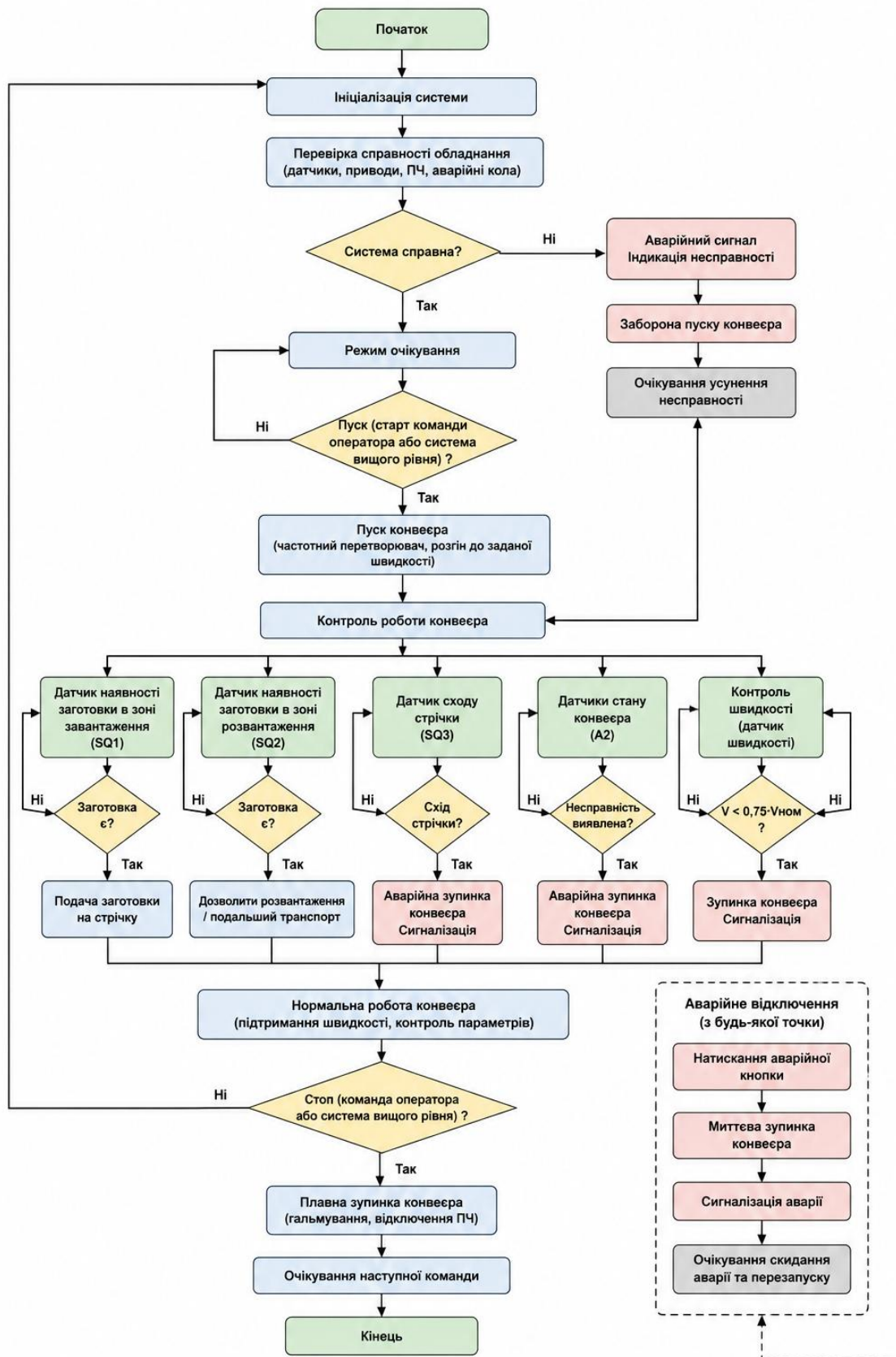


Рис 4.3 Алгоритм автоматизованим стрічковим конвеєром

Алгоритм керування автоматизованим стрічковим конвеєром

Алгоритм керування автоматизованим стрічковим конвеєром базується на послідовному виконанні операцій запуску, контролю, транспортування та зупинки, а також на безперервному моніторингу стану обладнання за допомогою датчиків і системи керування (ПЧ або ПЛК).

1. Ініціалізація системи

На першому етапі здійснюється:

- перевірка готовності всіх елементів системи;
- діагностика стану датчиків, приводу та перетворювача частоти;
- скидання аварійних сигналів (за їх наявності);
- перехід системи у режим очікування.

2. Перевірка справності обладнання

Система виконує контроль:

- справності електродвигуна та приводу;
- стану конвеєрної стрічки;
- датчиків контролю (сходження стрічки, швидкості, наявності матеріалу);
- аварійних та захисних кіл.

У разі виявлення несправності формується аварійний сигнал і блокується запуск конвеєра.

3. Режим очікування команди запуску

Система перебуває в стані очікування сигналу:
від оператора;

- або від верхнього рівня керування (SCADA/PLC).

4. Пуск конвеєра

Після отримання команди запуску:

- активується перетворювач частоти;
- здійснюється плавний розгін двигуна;
- стрічка виходить на задану швидкість;

- вмикається контроль робочих параметрів.

5. Робочий режим (транспортування)

У процесі роботи виконується безперервний контроль:

- датчик наявності матеріалу (SQ1, SQ2):
- визначає подачу та розвантаження вантажу;
- датчик сходу стрічки (SQ3):
- у разі відхилення стрічки формується аварійна зупинка;
- контроль швидкості:
- при зниженні швидкості нижче допустимого рівня ($\approx 75\%$ від номінальної) здійснюється зупинка;
- контроль стану системи (A2):
- фіксуються перевантаження, перегрів або інші несправності.

6. Аварійні режими

У разі спрацювання захистів:

- конвеєр негайно зупиняється;
- подається світлова/звукова сигналізація;
- блокується повторний пуск до усунення несправності.

Аварійна зупинка може бути ініційована також:

- кнопками аварійного відключення;
- системою верхнього рівня керування;
- захисними датчиками.

7. Планова зупинка

Після отримання команди «СТОП»:

- виконується плавне гальмування;
- відключається перетворювач частоти;
- система переходить у режим очікування.

8. Повторний запуск

Після усунення всіх причин зупинки:

- система проходить повторну діагностику;
- дозволяється повторний пуск конвеєра.

Запропонований алгоритм забезпечує автоматизоване керування стрічковим конвеєром із урахуванням технологічних режимів роботи, безпеки експлуатації та безперервного контролю параметрів системи, що підвищує її надійність і ефективність.

Висновок

У кваліфікаційному дипломному проєкті вирішено актуальне інженерно-технічне завдання щодо розробки механічної частини та системи автоматичного керування конвеєрною складською системою. Впровадження таких рішень дозволяє суттєво оптимізувати процеси транспортування, сортування та зберігання вантажів на сучасних складах.

За результатами проведених досліджень та розрахунків можна зробити наступні висновки:

Проведено аналіз та вибір обладнання: Складено розгорнуту класифікацію сучасного підйомно-транспортного обладнання та детально розглянуто конструктивну будову різних типів конвеєрів. На основі порівняльного аналізу техніко-експлуатаційних характеристик обґрунтовано вибір стрічкового конвеєра як найбільш універсального, економічного та надійного рішення для заданих умов складської логістики.

Виконано проєктування механічної частини: Проведено повний комплекс тягових та кінематичних розрахунків стрічкового конвеєра. На основі визначеної лінійної щільності вантажу та опору руху розраховано необхідне тягове зусилля. Це дозволило точно підібрати потужність приводу (мотор-редуктора) з необхідним експлуатаційним запасом, що гарантує безперебійну роботу обладнання із заданою продуктивністю.

Спроєктовано систему керування: Здійснено вибір та обґрунтування сучасної елементної бази для автоматизації системи. До складу апаратного забезпечення включено програмований логічний контролер (ПЛК), частотний перетворювач для гнучкого керування приводом, а також комплекс необхідного сенсорного обладнання (оптичні датчики, енкодери) та засобів безпеки персоналу.

Розроблено логіку автоматизації: Створено алгоритм керування автоматизованим стрічковим конвеєром, який реалізує послідовність процесів ідентифікації, переміщення та позиціонування вантажу. Розроблений алгоритм забезпечує енергоефективний плавний пуск, синхронізацію швидкості, моніторинг аварійних ситуацій (пробуксовка стрічки, затори) та можливість інтеграції з системами управління складом вищого рівня (WMS/WCS).

Підсумок: Запропоновані в дипломному проекті технічні та апаратні рішення дозволяють створити високоефективну автоматизовану конвеєрну систему. Її впровадження здатне підвищити пропускну здатність складського комплексу, мінімізувати вплив людського фактора, знизити ризик пошкодження вантажів та зменшити експлуатаційні витрати. Мета дипломної роботи досягнута, а поставлені завдання виконані в повному обсязі.

Література

1. Патент на корисну модель Сандлер А. К., Журавльов Ю. І. UA 153029 МПК B65H 75/28 Стрічковий конвеєр для важких вантажів, що забезпечує центральний рух стрічки 10.05.2023, Бюл.№ 19.
2. Патент на корисну модель Малюта С. І., Михайленко О. Ю., UA 159302 U МПК (2025.01) B65G 25/00 Стрічковий конвеєр 14.05.2025, Бюл.№20.
3. Патент на корисну модель Сандлер А. К., Богач М.І. UA 153150 МПК B65C 15/00 865 6 23/44 Натяжний пристрій стрічкового конвеєра 24.05.2023, Бюл.№ 21.
4. Андрейко С.В., Казак І.О. Удосконалення конструкції гвинта живильника гвинтового // Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки: зб. наук. праць за матеріалами XI Всеукр. наук.-практ. конф. (Київ, 4-5 червня 2020 р.). К: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2020. С. 48-49.
5. Автоматизований технологічний комплекс управління стрічковими конвеєрами. [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://en.iee.kpi.ua/files/ukr/33.pdf>
6. Перетворювач частоти [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <https://ovk.ua/shop/product/simens-sinamics-g120c-55-kvt-6>.
7. Автоматичний вимикач типу ВА-2017 [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: https://axiomplus.com.ua/avtomaticheskie-vyklyuchateli/product378/?gclid=CjwKCAjwqvyFBhB7EiwAER786YY7SW9d_zk9eXuzLVnFXDfNu2w7aB2zRDGA1RmLQ1bNOWjMUUAAxoCszsQAvD_BwE.
8. Датчик контролю сходу стрічки типу КСЛ-2 [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://delcom.com.ua/production/catalogue/ksl-2/>.

9. Датчик індикації заготовки типу ПРИЗМА [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://prizmasensors.ru/ls5-triangulyacionnyj-lazernyj-datchik/>

10. Датчик блоку управління конвеєром [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://www.kit-ing.ru/node/217>

11. Електромеханічні системи автоматизації загальнопромислових механізмів. Курсова робота [Електронний ресурс]: навчальний посібник за освітньою програмою "Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність" Уклад. М.В. Печеник, С.О. Бур'ян, Г.Ю. Землянхін – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 72 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/43380/4/EMSAZPM_KR_2020.pdf

12. Схеми автоматизації механізмів безперервного транспорту Школа для електрика: пристрій, проектування, монтаж, налагодження, експлуатація та ремонт електрообладнання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bezremonta.net>

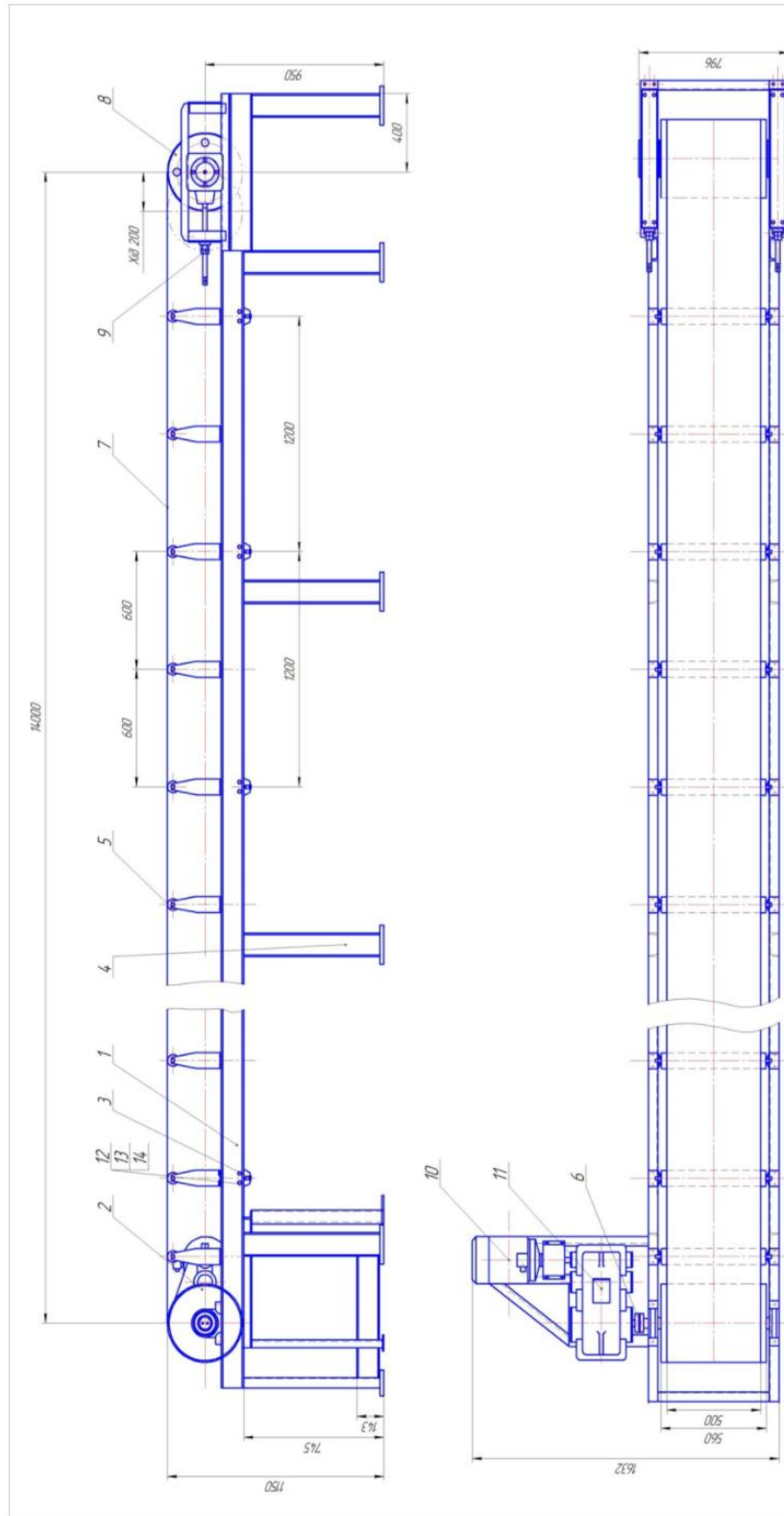
13. Грабко В. В. Системи керування електроприводами. Розрахунок системи підпорядкованого керування електроприводом стрічкового конвеєру. Курсове та дипломне проектування, навчальний посібник / Грабко В. В., Розводюк М. П., Грабко В. В. – Вінниця : ВНТУ. – 2010. – 89с.

14. Романін Н.Е. Конструкція та розрахунок конвеєрів. Довідник 2011.

15. Вимоги до конвеєрного транспорту, вантажопотоку, сфер застосування, характеристики вантажів., [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: 77 <http://bukvar.su/promyshlennost-proizvodstvo/page,5,89079-Issledovanie-i-razrabotka-SAR-skorosti-lenty-konveyera-KL5250-dlya-ekskavatora-ERSHR-D-5250.html> [razrabotka-SAR-skorosti-lenty-konveyera-KL5250-dlya-ekskavatora ERSHR-D-5250.html](http://bukvar.su/promyshlennost-proizvodstvo/page,5,89079-Issledovanie-i-razrabotka-SAR-skorosti-lenty-konveyera-KL5250-dlya-ekskavatora-ERSHR-D-5250.html)

Додатки

ДПБ-ПБ-2103.000 СК



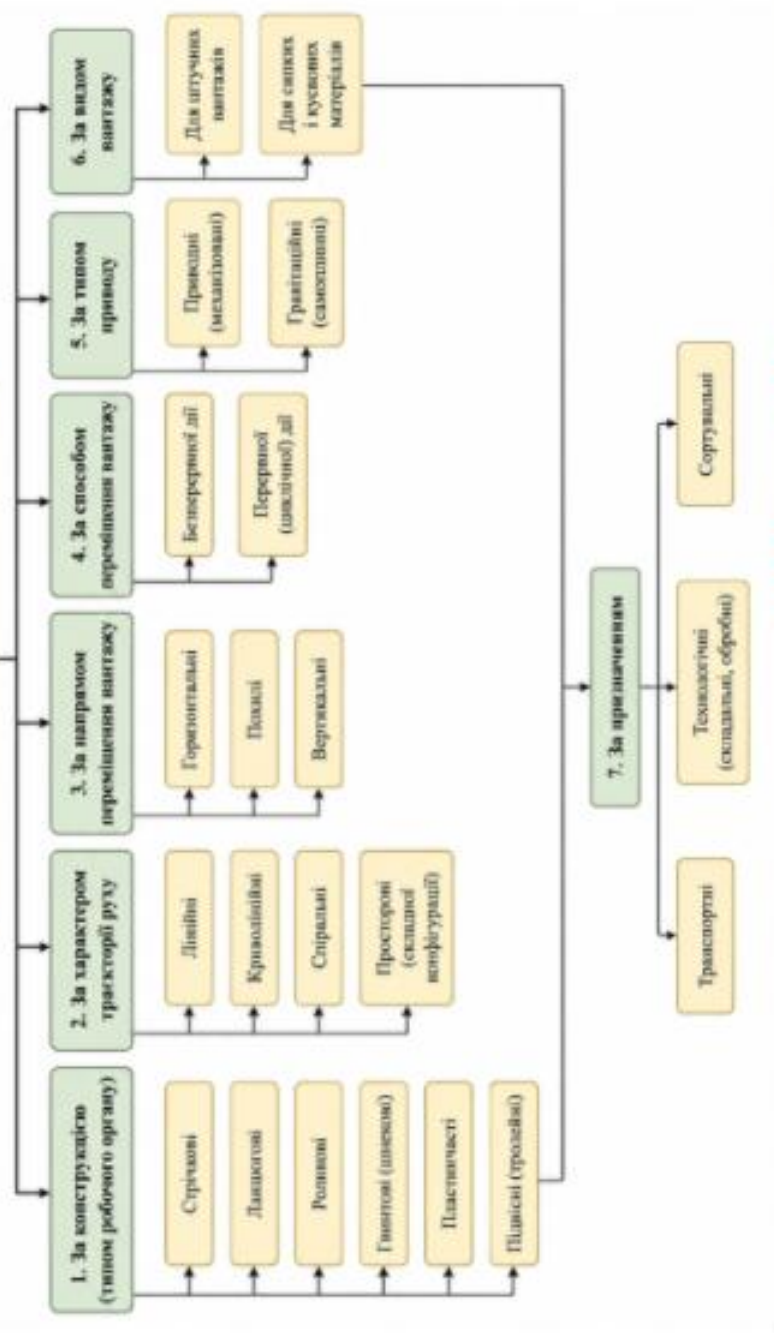
Технічні характеристики:

1. Продуктивність т/г - 120
2. Кут нахилу конвеєра град - 0
3. Швидкість руху стрічки конвеєра м/с - 0,6
4. Електро двигун А02-4,2-243 потужність кВт - 5,5
5. Редуктор 1Ц2У-160 передаточне число - 315
6. Максимальна маса вантажу кг - 30
7. Маса кг - 6000

ДПБ-ПБ-2103.000 СК		Конвеєр		Креслений СК подвійний		ФРП	
Лист	№	Лист	№	Лист	№	Лист	№
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50	50	50
51	51	51	51	51	51	51	51
52	52	52	52	52	52	52	52
53	53	53	53	53	53	53	53
54	54	54	54	54	54	54	54
55	55	55	55	55	55	55	55
56	56	56	56	56	56	56	56
57	57	57	57	57	57	57	57
58	58	58	58	58	58	58	58
59	59	59	59	59	59	59	59
60	60	60	60	60	60	60	60
61	61	61	61	61	61	61	61
62	62	62	62	62	62	62	62
63	63	63	63	63	63	63	63
64	64	64	64	64	64	64	64
65	65	65	65	65	65	65	65
66	66	66	66	66	66	66	66
67	67	67	67	67	67	67	67
68	68	68	68	68	68	68	68
69	69	69	69	69	69	69	69
70	70	70	70	70	70	70	70
71	71	71	71	71	71	71	71
72	72	72	72	72	72	72	72
73	73	73	73	73	73	73	73
74	74	74	74	74	74	74	74
75	75	75	75	75	75	75	75
76	76	76	76	76	76	76	76
77	77	77	77	77	77	77	77
78	78	78	78	78	78	78	78
79	79	79	79	79	79	79	79
80	80	80	80	80	80	80	80
81	81	81	81	81	81	81	81
82	82	82	82	82	82	82	82
83	83	83	83	83	83	83	83
84	84	84	84	84	84	84	84
85	85	85	85	85	85	85	85
86	86	86	86	86	86	86	86
87	87	87	87	87	87	87	87
88	88	88	88	88	88	88	88
89	89	89	89	89	89	89	89
90	90	90	90	90	90	90	90
91	91	91	91	91	91	91	91
92	92	92	92	92	92	92	92
93	93	93	93	93	93	93	93
94	94	94	94	94	94	94	94
95	95	95	95	95	95	95	95
96	96	96	96	96	96	96	96
97	97	97	97	97	97	97	97
98	98	98	98	98	98	98	98
99	99	99	99	99	99	99	99
100	100	100	100	100	100	100	100

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примечание
				Документація		
			ДПБ.ПБ- 21.03.000.00 СК	Окладальне креслення		
				Окладальні одиниці		
БЧ		1	ДПБ.ПБ- 21.03.000.01 СК	Рама	1	
БЧ		2	ДПБ.ПБ- 21.03.000.02 СК	Барабан лівий	1	
БЧ		3	ДПБ.ПБ- 21.03.000.03 СК	Отійка направляюча	9	
БЧ		4	ДПБ.ПБ- 21.03.000.04 СК	Отійка	6	
БЧ		5	ДПБ.ПБ- 21.03.000.05 СК	Ролик	9	
БЧ		6	ДПБ.ПБ- 21.03.000.06 СК	Муфта	1	
БЧ		7	ДПБ.ПБ- 21.03.000.07 СК	Отрічка	1	
БЧ		8	ДПБ.ПБ- 21.03.000.08 СК	Барабан правий	1	
БЧ		9	ДПБ.ПБ- 21.03.000.09 СК	Нап'ягуючий механізм	1	
БЧ		10	ДПБ.ПБ- 21.03.000.10 СК	Електродвигун	1	
БЧ		11	ДПБ.ПБ- 21.03.000.11 СК	Редуктор	1	
				Стандартні вироби		
		12		Болт М16 L 140	48	
				Din 934		
		13		Гайка М16	48	
				Din 985		
		14		Шайба 16	48	
				Din 125		
			ДПБ.ПБ- 21.03.000.00			
Изм.	Лист	Не докум	Подпись	Дата		
Разраб.	Гуляницький					
Пров.	Барндич					
Нач.отд.						
Н.контр						
Утв.						
			Конвеєр		Литера	Лист
						Листов
						1
					КПІ ім. І. Акорського	
			Копировал		Формат А4	

КЛАСИФІКАЦІЯ КОНВЕЄРІВ

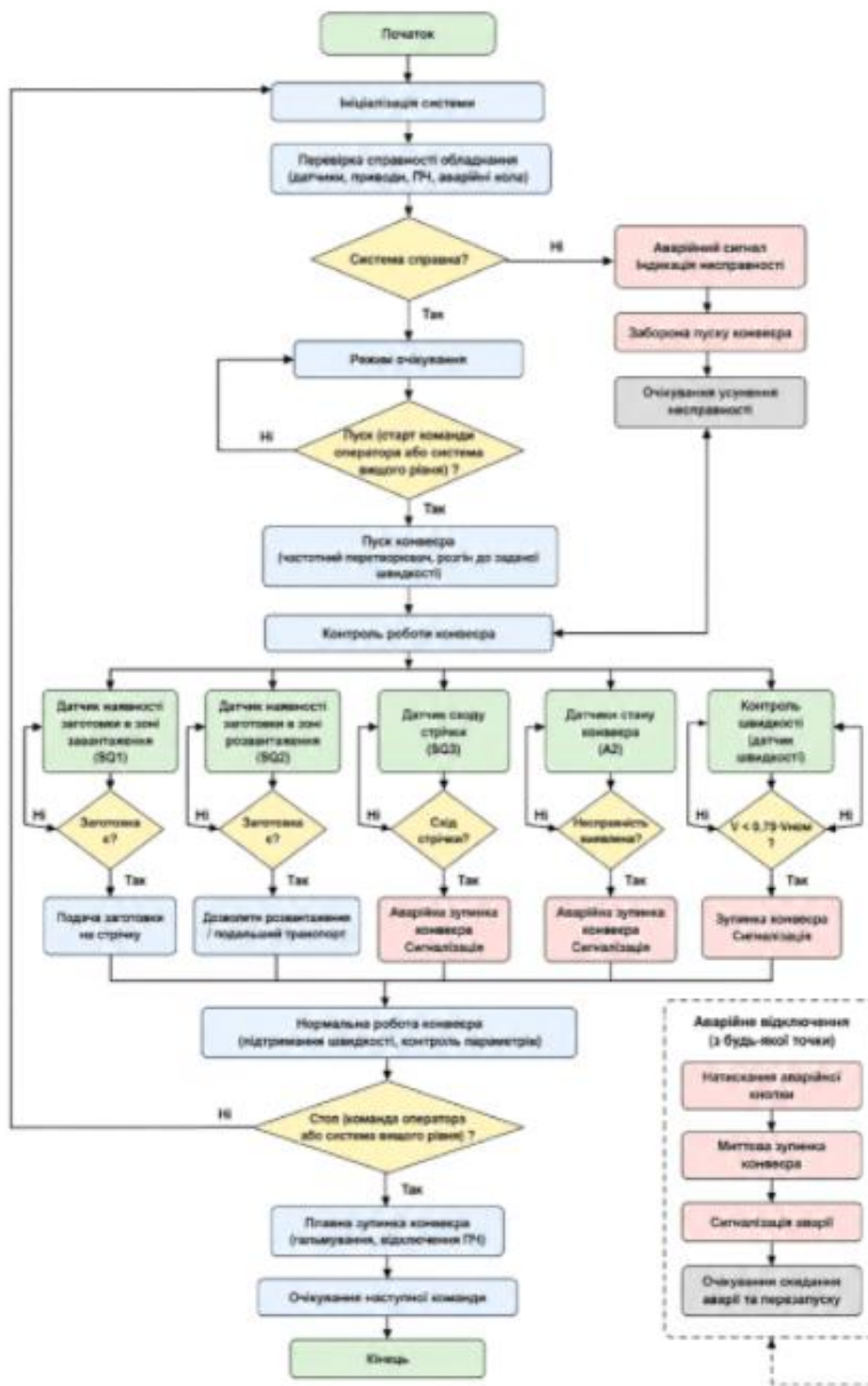


ДБР.ПБ-2103.001 СХ

Классификация конференций

$\Phi P \Gamma$

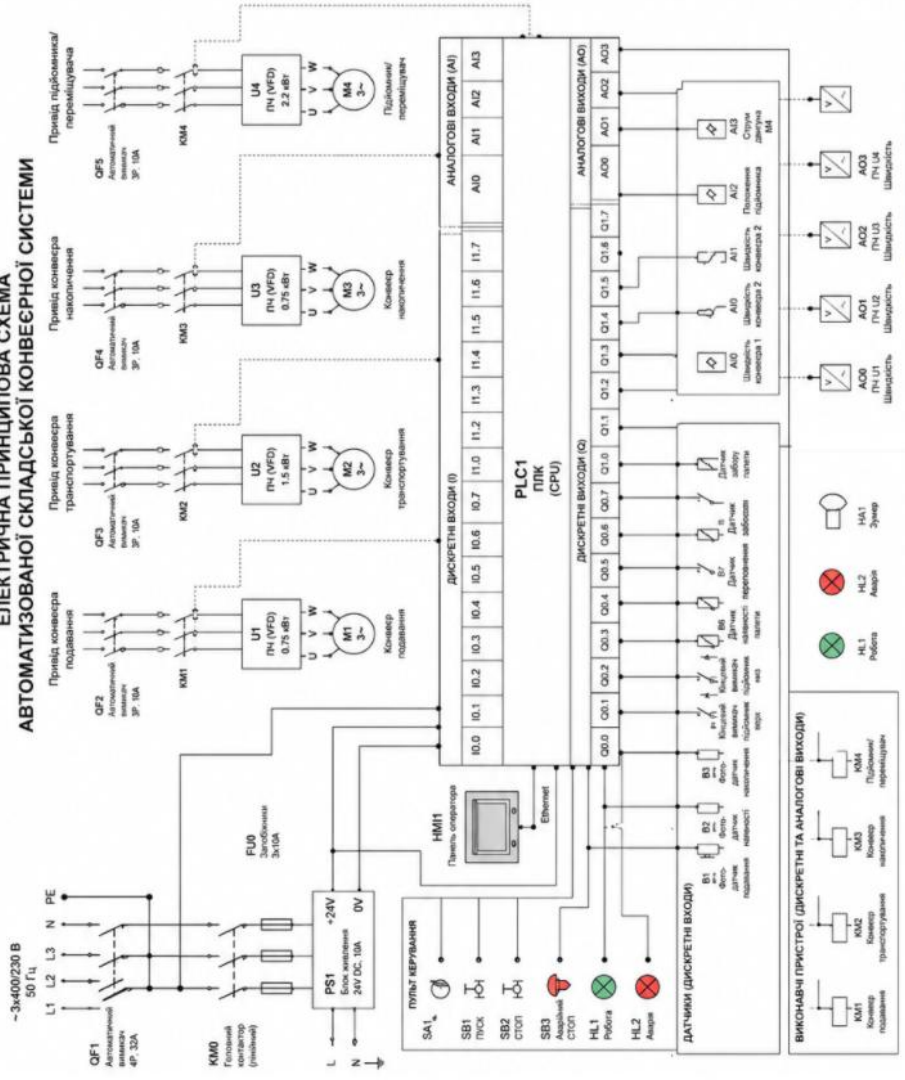
Алгоритм управління автоматизованим стрічковим конвеєром



ДПБ/Б-2103.004.СХ					Лист	Мова	Версія
Відкрит	12.01.2011	Лист	1	1	Алгоритм управління конвеєром		
Відкрит	12.01.2011	Лист	1	1	11		
Відкрит	12.01.2011	Лист	1	1	1		
Відкрит	12.01.2011	Лист	1	1	1		

ДПБ.ПБ-2103.003 СХ

ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА СХЕМА
АВТОМАТИЗОВАНОЇ СКЛАДСЬКОЇ КОНВЕЄРНОЇ СИСТЕМИ



ПЕРЕЛІК ЕЛЕМЕНТІВ	
Поз.	Найменування
QF1	Автоматичний вимикач з відсіком 4P, 32A
QF2...QF5	Автоматичний вимикач 3P
KM0	Головний контактор (розподіл)
KM1...KM4	Контактори двигунів
FR0	Запобіжник
PS1	Блок живлення 24V DC, 10A
U1...U4	Перетворювач частоти (VFD)
PLC1	Програмований логічний контролер
HM1	Панель оператора (HMI)
SA1	Перемикач Ручний/Автом.
SB1	Кнопка ПУСК
SB2	Кнопка СТОП
HL1	Аварійна сигналізація «СТОП»
HL2	Світлофора лампа «Робота»
HL2	Світлофора лампа «Аварія»

ПРИМІТКИ
1. Живлення силових кіл – 380В В, 50 Гц.
2. Живлення контрольного живлення – 24В В.
3. Усі вимикачі виконані згідно з ДСТУ 3135:2007.
4. ПН – 3-фазне керування.
5. Сигнали від датчиків – 24V DC (PNP).

УМОВИ ПОЗНАЧЕННЯ	
QF	Автоматичний вимикач
KM	Контактор
FR	Запобіжник
U	Перетворювач частоти (VFD)
M	Трифазний двигун
SB	Кнопка керування
SA	Перемикач
HL	Світлофора лампа
PS	Блок живлення 24V DC
PLC	Програмований логічний контролер
HM	Панель оператора (HMI)
SA	Перемикач Ручний/Автом.
SB	Кнопка ПУСК
SB	Кнопка СТОП
HL	Аварійна сигналізація «СТОП»
HL	Світлофора лампа «Робота»
HL	Світлофора лампа «Аварія»

ДПБ.ПБ-2103.003 СХ

Електрична принципова схема

Лист	Масштаб
1	1:1
Лист	Листов
1	1
ФРП	

Котирдаш
Формат А3