

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Інститут Електроенергетики

(інститут)

Електротехнічний факультет

(факультет)

Кафедра електропривода

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Фоменко Олександра Ігоровича

(ПІБ)

академічної групи 141-16ск-3

(шифр)

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(код і назва спеціальності)

спеціалізації

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему «Електропривод системи конвейерного переміщення технологічних виробів»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинг овою	інституційною	
кваліфікаційної роботи				
розділів:				
Технологічна частина	Азюковський О.О.			
Автоматизований електропривод	Азюковський О.О.			
Дослідження динаміки електропривода	Азюковський О.О.			
Охорона праці	Лутс І.О			
Техніко- економічне обґрунтування	Дементьєва Н.В			
Рецензент	Ципленков Д.В.			
Нормоконтролер	Казачковський М.М			

Дніпро
2019

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
електропривода
(повна назва)

(підпис) Казачковський М.М.
(прізвище, ініціали)

«15» квітня 2019 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Фоменко Олександра Ігоровича
(ПІБ)

академічної групи 141-16ск-3
(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(код і назва спеціальності)

спеціалізації

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(офіційна назва)

на тему «Електропривод системи конвейерного переміщення технологічних виробів»

(назва за наказом ректора)

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 1913-л № 12.11.2018

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічна частина	Актуальність, мета та завдання дипломного проекту	04.05.2019
Автоматизований Електропривод	Загальна характеристика механізму	10.05.2019
Дослідження динаміки електропривода	Моделювання роботи електроприводу розрахунок оптимальних значень	13.05.2019
Охорона праці	Інженерно-технічні заходи з охорони праці	25.05.2019
Техніко-економічне обґрунтування	Економічне обґрунтування прийнятих рішень	04.06.2019

Завдання видано _____
(підпис керівника)

Азюковський О.О.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 15 жовтня 2018

Дата подання до екзаменаційної комісії 20.06.2019

Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

Фоменко О.І.
(прізвище, ініціал)

Зміст

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	3
Опис механізму	3
Вимоги до електроприводу	6
Розрахунок потужності.....	8
РОЗДІЛ 2. АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД.....	13
Обґрунтування типу приводу	14
Вибір електродвигуна	19
Вибір і опис типу перетворювача.....	21
Схема електрична підключень.....	24
Додаткове обладнання та специфікація.....	25
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ	26
Модель електроприводу	26
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НЕБЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	31
РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ	49
ВИСНОВОК.....	59
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....	60

Реферат

Об'єктом дослідження є електричні приводи, що застосовуються в конвеєрних лініях.

Мета роботи - необхідно провести дослідження електричних приводів стрічкових конвеєрів, розробити автоматизований електропривод, що відповідає технологічним вимогам і технічному завданню.

В ході виконання проекту, були наведені загальні відомості про електроприводи конвеєрних установок. Розглянуто режими і навантаження конвеєрних установок, технічні характеристики механізму, вимоги до системи автоматичного управління електроприводу. Зроблено аналіз існуючих математичних моделей, які можна застосувати до установок, розрахунок і вибір двигуна, програмованого логічного контролера, перетворювача частоти. Виконано моделювання та дослідження комплексної моделі конвеєрної установки.

У додатковому розділі були розглянуті спеціальні питання забезпечення безпеки та проведено техніко-економічне обґрунтування розробленої системи.

В результаті розробки проекту, на основі аналізу змодельованої системи, можна зробити висновки, що теоретичні і практичні положення були застосовані коректно. Перевірка коректності та дієздатності розробленої системи проводились на основі моделювання в системі Matlab. Дієздатність розрахованої механічної системи підтверджується результатами моделювання у виробничих режимах.

1.1 Технологічна частина

Високопродуктивна робота сучасного підприємства часто забезпечується пристроями безперервного транспорту. Одним з найбільш поширених типів є стрічковий конвейер, що відрізняється простотою конструкції, надійністю роботи і можливістю транспортувати більшість видів як штучних, так і насипних вантажів. Машина безперервного транспорту часто комплектуються різними допоміжними пристроями, що дозволяють механізувати вантажно-розвантажувальні роботи. На заводах з поточковим методом виробництва такі пристрої переміщують цехами заготовки, комплектуючі, напівфабрикати і готові вироби. Робота автоматичних ліній також заснована на конвейерній передачі виробів від однієї технологічної операції до іншої. Загартування, відпустка, очищення, охолодження, механічна обробка, складання, фарбування, сушка і упаковка деталей - все це послідовно може виконуватися на рухомих конвейерах. Вони встановлюють і регулюють темп виробництва, забезпечують його ритмічність, сприяють підвищенню продуктивності праці і збільшення випуску продукції.

Стрічкові транспортери використовуються для транспортування будь-яких вантажів: ящиків, коробок, мішків, піску, зерна і т.д. Тому обладнання підбирається з урахуванням габаритів і ваги продукції, а також поставленого завдання. Стрічкові конвейери розрізняються за видами, за типом траси:

1. Горизонтальні (прямі) ЛК
2. Похилі ЛК
3. З кутом нахилу
4. Z-подібні ЛК
5. L-подібні ЛК
6. V-подібні ЛК

Горизонтальний (прямий) ЛК представлений на рисунку 1.



Рисунок 1 - Горизонтальний (прямий) ЛК

За типом несучої поверхні:

1. З прямої гладкою поверхнею стрічки
2. Жолобчасті ЛК і транспортери
3. З перегородками на стрічці
4. З гофробортами на стрічці
5. З модульної стрічкою

Конвейер стрічковий жолобчастий мобільний з регулюванням кута нахилу представлений на рисунку 2



Рисунок 2 - Конвейер стрічковий жолобчастий мобільний з регулюванням кута нахилу

Залежно від типу вантажу і кута нахилу конвейера, вибирають такі типи конвейерних стрічок:

1. Стрічка з ПВХ

- гладка, для конвейерів з максимальним кутом нахилу до 15 гр.;
- шевронна, для конвейерів з кутом нахилу від 15 до 45 гр.;
- з поперечним гумовим профілем;
- з поперечним металевим профілем;
- з гофробортами.

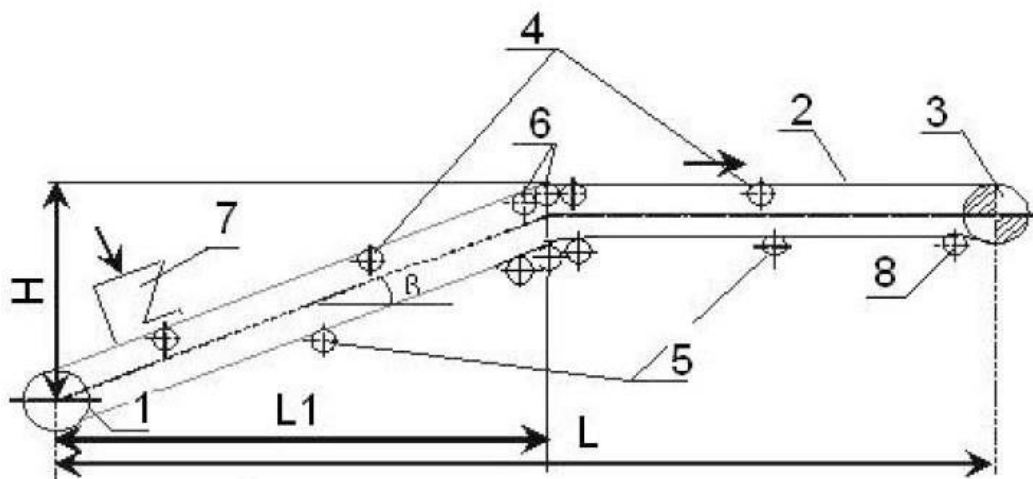
2. Поліуретанова стрічка

- глянцева гладка
- з профілем на біговій стороні

3. Гумовотканинні стрічки

- гладкі, для конвейерів з максимальним кутом нахилу до 15 гр.;
- шевронні, для конвейерів з кутом нахилу від 15 до 45 гр.;
- з високими еластичними виступами, забезпечують переміщення важких вантажів під кутом більше 45 гр.;
- з гофробортами;
- з поперечним профілем.

Принцип дії стрічкового конвейера (представлений на рисунку 3) полягає в наступному. Натяжні барабаном 1 створюється необхідне натягнення тягового органу 2 - гумовотканинної стрічки, яка одночасно є і грузонесучим елементом. Тяговий орган 2 за рахунок сил зчеплення з приводним барабаном 3 приводиться в рух.



1 - натяжний барабан; 2 - тяговий і грузонесучий робочий орган (стрічка); 3 - приводний барабан; 4 - роликоопори робочої гілки конвейера; 5 - роликоопори зворотної гілки

конвейера; 6 - батарея роликоопор; 7 - завантажувальний пристрій; 8 - відхиляючі роликоопори

При проході грузонесучого елемента 2 під живильником 7 здійснюється завантаження конвейера. Привід при цьому не вимикається. Гілка тягового органу, на якій знаходиться вантаж, називається робочою гілкою. Інша гілка отримала назву зворотної гілки. Стрічка переміщається по роликоопор 4 і 5.

Для зміни траєкторії руху стрічки використовується батарея роликоопор 6.

Для збільшення кута охоплення стрічкою приводного барабана 3 використовуються відхиляючі роликоопори 8. Розвантаження конвейера проводиться, як правило, в кінці траси транспортування, де встановлюється приймальний бункер. Іноді створюються спеціальні пристрої для проміжної розвантаження конвейера в різних точках траси. Всі вузли конвейера змонтовані на підтримуючій металоконструкції, яка сприймає навантаження від переміщуваного вантажу. Пристрій підтримує металоконструкції, що залежить від траси транспортування і конструкції конвейера в цілому. Як правило, її виготовляють з прокатної профільної сталі у вигляді окремих однакових секцій довжиною 3 ... 6 м. До рам конвейерів пред'являються такі вимоги, як висока міцність і жорсткість, мала маса і забезпечення уніфікації, простота і безпека обслуговування.

1.2 Вимоги до електроприводу

До електроприводу ставляться вимоги як до системи, відповідальної за кероване електромеханічне перетворення енергії. Головними показниками, які характеризують електропривод є:

1. **Надійність.** Як і будь-який технічний об'єкт, електропривод зобов'язаний виконувати задані функції в поставлених умовах протягом певного проміжку часу. Якщо це не забезпечено, всі інші його якості виявляться марними, саме тому вимога надійності є основним показником, що характеризує електропривод.
2. **Точність.** Цей показник відноситься до головної функції електроприводу - здійснювати керований рух. Правильніше говорити не про точність взагалі, а про забезпечення приводом необхідної точності, тобто, про відхилення будь-якого показника руху від заданого, що не перевищує допустиме значення. Так, неточність зупинки кабіни навіть дуже хорошого ліфта може досягати ± 1 мм; похибка позиціонування-щупа, який здійснює тестування мікросхеми в процесі її виготовлення, не повинна перевищувати ± 10 мкм і т.д. Електропривод повинен підтримувати на заданому рівні швидкість

руху стрічки транспортера незалежно від його завантаження, силу натягу дроту або нитки при їх перемотуванні, прискорення центрифуги при випробуванні в ній біологічних об'єктів; при цьому завжди існують допустимі відхилення від заданих значень, виходити за які вже не можна.

3. **Швидкодія** - здатність системи досить швидко реагувати на різноманітні впливи. Тут, звичайно, знову йдеться про необхідну, потрібну швидкодію, в залежності від технічного процесу. Наприклад, потрібно дуже швидко, за соті частки секунди, усувати відхилення від заданого положення антени радіотелескопа, викликані поривами вітру. Та навпаки, швидке зрушення з місця трамвая може призвести до неприємних наслідків. Швидкодія, очевидно, пов'язана з якимись змінами в часі, з динамічними процесами в системі.
4. **Якість динамічних процесів**, тобто, забезпечення певних закономірностей їх протікання в часі. Наприклад, коли ліфт має високу якість електроприводу, то людина не відчуває різкого руху при рушанні і уповільненні. В ліфті кожен відчував різницю між добре функціонуючим приводом, коли прискорення і уповільнення невідчутні, і поганим приводом, коли динамічний процес супроводжується неприємними відчуттями.
5. **Енергетична ефективність**. Цей показник став особливо істотним останнім часом. Оскільки будь-який процес передачі і перетворення енергії супроводжується її втратами, важливо, яка питома частка цих втрат. Ясніше за все, мабуть, стосовно до електроприводу цей показник виявиться питомою витратою електроенергії на отримання кінцевого технологічного результату. Наприклад, якщо електропривод виконує операцію змотування в бухту дроту даного діаметра і матеріалу, що отримується з волочильного стану, то важливо, скільки електроенергії буде витрачено, наприклад, на 1 т. готової продукції, заданої якості. Для електроприводу пресу буде цікавою витрата енергії на 1 т. деталей даного типу і т.п. Часто енергетичну ефективність оцінюють коефіцієнтом корисної дії (ККД) - відношенням корисно витраченої енергії до її повної витрати в даному процесі.
6. **Сумісність електроприводу з системою електропостачання та інформаційною системою** більш високого рівня є важливим показником, який став істотним лише останнім часом, коли до складу електроприводу увійшли напівпровідникові перетворювачі, що генерують вищі гармоніки і в силу цього шкідливо впливають на мережу живлення, а іноді і на електронні вузли керування.
7. **Ресурсоємність** - матеріаломісткість і енергоємність, що закладені в конструкцію і технологію виробництва, трудомісткість при

виготовленні, монтажі, наладці, експлуатації, ремонті. Цей показник є найскладніший, він комплексний, та пов'язаний як з перерахованими показниками, так і з рівнем технології, економічною ситуацією, та багатьма іншими факторами. Наведемо тут лише один приклад, що характеризує кон'юнктурний характер цього показника. Розглянемо зміну маси промислових асинхронних короткозамкнених електродвигунів загального призначення невеликої потужності (1-10 кВт), які являються головним елементом найпростішого масового електроприводу. В Японії, де мало природних ресурсів, але дуже високий рівень технології, з 1950 по 1986 рр. маса таких двигунів знизилася в середньому в 2,5 рази за рахунок кращих матеріалів, кращої якості їх обробки, оптимальної конструкції і т.п. За наявними прогнозами процес зниження маси двигунів там ще триває. У США до середини 70-х років ХХ ст. також відбувалося зниження маси таких двигунів, однак зараз у зв'язку з підвищенням цін на енергію і великими запасами матеріалів різко зросло виробництво так званих енергозберігаючих двигунів, маса яких збільшена, в порівнянні зі звичайними на 40-50%.

Ми розглянули основні показники електроприводу. Крім них є ряд додаткових показників, таких як комплектність, заводська готовність, ергономічні та дизайнерські характеристики, які іноді можуть виявитися вирішальними.

1.3 Розрахунок потужності приводу стрічкового конвейера

Вибір типу і матеріалу стрічки

Тип стрічки, матеріал тканинних прокладок і їх число попередньо визначають за рекомендаціями довідника. З урахуванням властивостей вантажу вибираємо прокладку БКНЛ-65-2, міцність на розрив $q = 100 \text{ Н / мм}$, товщина прокладки $t = 0.6 \text{ мм}$, кількість прокладок $i = 2$. Товщина гумових обкладок: робочої сторони 2 мм, зворотної 1 мм. Товщина стрічки за формулою:

$$\delta = t * i + \delta_1 + \delta_2 = 0.6 * 2 + 2 + 1 = 4,2 \text{ мм}$$

Визначення питомої ваги рухомих елементів конвейера

$$q_{гр} = \frac{m * g}{a}, \text{ Н/м}$$

де a - відстань між сусідніми вантажами (м), рекомендується приймати більше габаритів штучного вантажу.

$$q_{гр} = \frac{30 * 9.8}{1.8} = 164, \text{ Н/м}$$

Розподілене навантаження від стрічки

$$q_{л} = 0.11 * B * \delta, \text{ Н/м}$$

$$q_{л} = 0.11 * 650 * 4.2 = 30.3 \text{ Н/м}$$

Де B - ширина стрічки, мм; δ - товщина стрічки, мм.

Розподілене навантаження від обертових роликоопор масою m_p на робочій і зворотній гілці, відповідно:

$$q_{pp} = 0.1 * \frac{g * m_p}{l_p} \text{ Н/м}$$

$$q_{px} = 0.1 * \frac{g * m_p}{l_x} \text{ Н/м}$$

На робочій гілці при переміщенні штучних вантажів відстань між роликооперами рекомендуються наступні:

- для легких вантажів ($m < 10$ кг) $l_p = 1$ м;
- для вантажів середньої маси ($m = 10 \dots 30$ кг) $l_p = 1,2 \dots 1,4$ м;

На холостій гілці відстань між роликооперами звичайно дорівнює $l_x = 2l_p$

Виберемо $l_p = 1,2$ і $l_x = 2,4$

Маса роликоопори $m_p = 15$ кг

При підстановці значень в формулу для знаходження розподіленого навантаження від маси обертових частин роликових опор, отримаємо:

$$q_{pp} = 12.25 \text{ Н/м}$$

$$q_{px} = 6.125 \text{ Н/м}$$

Натяг стрічки, збігає з приводного барабана визначаємо з умови мінімального натягу між роликооперами

$$S_{сб} = 8q_{pp}q_{px} \cos \alpha$$

$$S_{сб} = 597.24 \text{ Н}$$

Тяговий розрахунок конвейера

Методом послідовного складання сил опору руху стрічки по всій трасі конвейера визначаємо тягове зусилля на приводному барабані. Трасу поділяємо на ділянки, нумерацію яких починають від точки збігання стрічки з приводного барабана. Схема траси представлена на 3 рисунку.

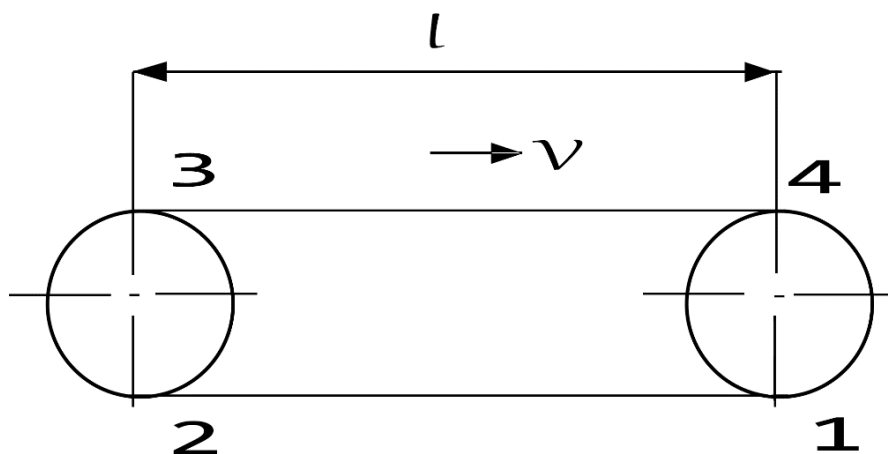


Рисунок 3 Схема траси

Спочатку визначаємо сили опору руху стрічки на прямолінійних ділянках 1-2, 3-4, за формулами:

$$W_{1-2} = (q_{px} + q_l)l * w_x$$

$$W_{3-4} = (q_{px} + q_{pp} + q_l)l * w_p$$

w_x і w_p - коефіцієнти опору ролюкоопор холостої і робочої гілки конвейера, $w_x = 0,018$ $w_p = 0,020$

$$W_{1-2} = 37.57 \text{ Н}$$

$$W_{3-4} = 56.45 \text{ Н}$$

У горизонтальних СК з гумовотканинною стрічкою при довжині менше 50 м застосовують гвинтові натяжні пристрої.

Натяг стрічки в точці 1 визначається

$$S_{сб} = S_1 = (K_3 * \sum W_i) / (e^{f\alpha} - K * K_3)$$

Де $K = 1,1$ - загальний коефіцієнт місцевих опорів

W_i сили опору руху на прямолінійних ділянках

K_3 - коефіцієнт запасу приймається 1.2

$e^{f\alpha} = 2.5$ визначається в залежності від кута обхвату і матеріалу барабана

$$S_{сб} = S_1 = 95.61 \text{ Н}$$

Сила опору на ділянці W_{2-3} визначається за формулою

$$W_{2-3} = K_c S_2$$

Де $K_c = 1,1$ - загальний коефіцієнт місцевих опорів

S_2 натяг в точці траси 2

$$S_2 = S_1 + W_{1-2}$$

$$S_2 = 133.18 \text{ Н}$$

Отримуємо:

$$W_{2-3} = 146.5 \text{ Н}$$

Натяг в точці траси 3 знайдемо

$$S_3 = S_2 + W_{2-3}$$

$$S_3 = 279.68 \text{ Н}$$

Натяг в точці 4 знайдемо за формулою

$$S_4 = S_3 + W_{3-4}$$

$$S_4 = 336.13 \text{ Н}$$

Сила опору на ділянці

$$W_{1-4} = K_c S_4$$

$$W_{1-4} = 369.74 \text{ Н}$$

Потужність електродвигуна N (кВт) розраховується за формулою:

$$N = \frac{KN_0}{\eta}$$

де $K = 1,1-1,4$ - коефіцієнт, для урахування умов роботи

$\eta = 0,6 - 0,85$ - ККД приводу

N_0 - потужність на приводному валу, кВт.

$$N_0 = \frac{\sum W * v}{102 * n_{\text{бар}}}$$

де $n_{\text{бар}}$ - ККД барабанов

v - швидкість руху конвейера, м / с.

$$n_{\text{бар}} = \frac{1}{1 + \omega_6(2K_s - 1)}$$

де: $\omega_6 = 0,4$ - коефіцієнт опору барабана; K_s - являє собою функцію від коефіцієнта зчеплення барабана зі стрічкою μ .

$$n_{\text{бар}} = \frac{1}{1 + 0.04 (2 * 2.86 - 1)} = 0.84$$

Потужність на приводному валу розрвхуємо:

$$N_0 = 4.14 \text{ кВт}$$

$$N = \frac{K * N_0}{\eta} = \frac{1.4 * 4.14}{0.85} = \mathbf{6.82} \text{ кВт}$$

2 Автоматичний електропривод. Опис задачі.

Для даних умов необхідно провести розрахунок потужності приводів СК і вибрати електрообладнання.

Вантаж - Штучний вантаж.

Продуктивність конвейєра = 0,6 т / год (20 шт / год.)

Довжина горизонтальної ділянки $l = 12$ м.

Швидкість руху стрічки, $V = 0,5$ м / с

Ширина стрічки, $B = 650$ мм

Діаметр ролика $D = 63$, мм

Відстань між роликівими опорами нижньої гілки $l_n = 2,4$ м

Відстань між роликівими опорами верхньої гілки $l_v = 1,2$ м

Потрібно забезпечити плавність перехідних процесів пуску і гальмування, розробка системи управління СК та обрати необхідне обладнання.

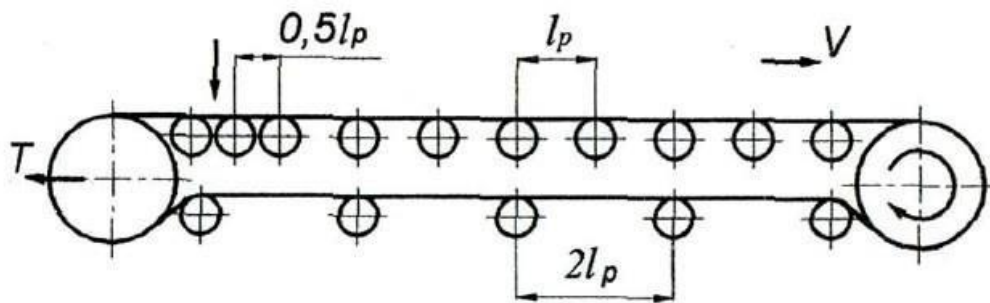


Рисунок 4 Схема СК

2.1 Обґрунтування типу приводу

Вимоги при проектуванні приводів:

- 1) Плавний пуск і гальмування двигуна в зв'язку з тим що при прямому пуску виникають великі динамічні зусилля, що діють на привід і стрічку,
- 2) контроль натягу стрічки і відсутність просковзування,
- 3) Високий ККД для економії електроенергії.

Привід з двигуном постійного струму

Привід з двигуном постійного струму включає в себе керований випрямляч або джерело постійного струму. Так як необхідно перетворювати змінний струм мережі в постійний струм двигуна.

Позитивні якості:

- 1) Можливість плавного пуску і гальмування
- 2) Високі динамічні показники

Недоліки:

- 1) висока вартість
- 2) високі витрати на обслуговування
- 3) великі габарити в порівнянні з асинхронними двигунами
- 4) необхідно використовувати випрямляч або джерело постійного струму

Привід з асинхронним двигуном з фазним ротором

У приводу з АД з фазним ротором є виводи обмоток ротора до яких можна підключити пускові резистори.

Позитивні якості:

- 1) Можливість плавного пуску і гальмування,
- 2) Можливість обмеження пускового струму.

Недоліки:

- 1) Невисокий ККД
- 2) Потрібна релейно-контакторна система, що містить резистори

Регулювання швидкості у даного приводу досягається завдяки зміні опору в ланцюзі ротора. При введенні резисторів в ланцюг ротора механічна характеристика АД трансформується так, що максимум моменту зміщується в бік менших значень частоти обертання, причому чим більше опір резисторів, тим більше це зміщення. Зі збільшенням опору ланцюга ротора частота обертання двигуна зменшується, а механічні характеристики стають більш плавними. Перехід з однієї характеристики на іншу проводиться вручну або автоматично. На рисунку 5 показані механічні характеристики при пуску АД з фазним ротором.

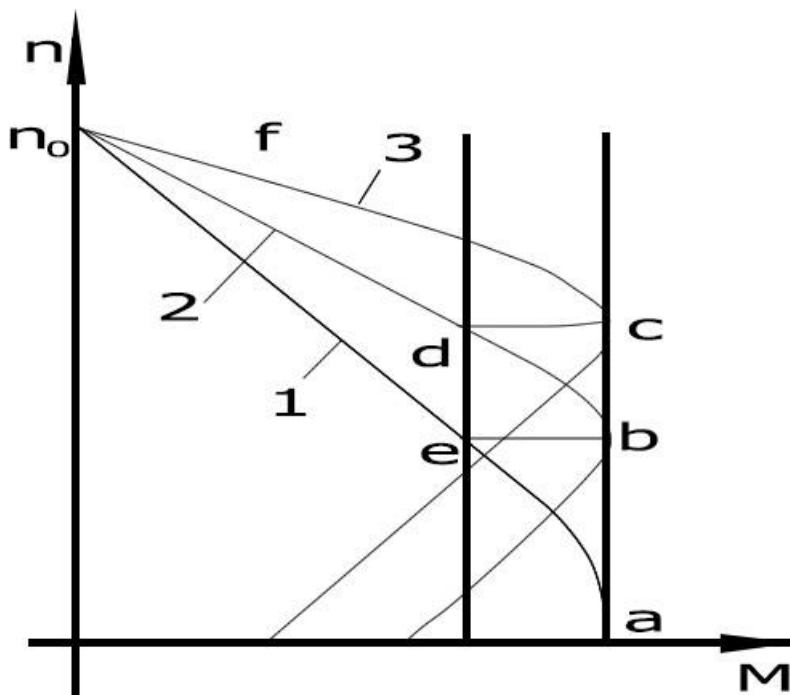


Рисунок 5 Механічні характеристики АД з фазним ротором (1-природна механічна характеристика, 2 включення в ланцюг ротора пускового резистора, 3 при підключенні ще одного пускового резистора)

Привід з асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором

Самий простим по конструкції приводом є нерегульований привід з асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором.

Позитивні якості

- 1) Простота конструкції
- 2) Високий ККД
- 3) Простота експлуатації
- 4) Отримання живлення безпосередньо від мережі

Недоліки:

- 1) Високий пусковий струм
- 2) Відсутність плавного пуску і гальмування
- 3) Відсутність регулювання швидкості

Привід з асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором з частотним перетворювачем

Позитивні якості:

- 1) Високий ККД
- 2) Плавний пуск і гальмування
- 3) Надійність

Недоліки

- 1) Система управління частотним перетворювачем
- 2) Висока ціна частотного перетворювача

Схема живлення асинхронного двигуна від частотного перетворювача показана на рисунку 6

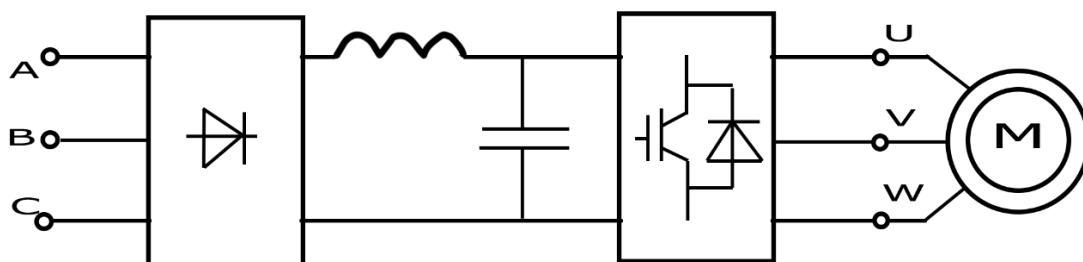


Рисунок 6 Схема живлення АД від частотного перетворювача

У зв'язку з тим, що привід асинхронного двигуна з частотним перетворювачем відповідає більшій кількості вимог, ніж інші приводи, і був обраний даний привід.

Основні функції ЧП:

- 1) управління розгоном (плавний пуск),
- 2) управління уповільненням (плавне гальмування),
- 3) реверс,
- 4) динамічне гальмування, захист.

При природному гальмуванні уповільнення швидкості обертання двигуна відбувається повільно під дією моменту опору механізму і в залежності від моменту інерції його обертових частин.

Функція плавного пуску забезпечує плавний пуск і гальмування. Крива залежності швидкості від часу, може бути розтягнута по осі часу, щоб швидкість плавно змінювалася до проміжної або нульової. Якщо потрібно більш інтенсивне гальмування, ніж природне, то необхідно створити додатковий гальмівний момент. Даний момент виникає при підключенні асинхронного двигуна до мережі постійного струму. Дана дія виконує функцію динамічного гальмування.

Зміна напрямку обертання або реверс досягається зміною чергування фаз двигуна змінного струму, і автоматично виконується або після зміни полярності сигналу завдання, або після подачі команди на відповідний логічний вхід, або згідно з інформацією, переданою по польовій шині.

При динамічному гальмуванні є можливість змінювати темп уповільнення. У пристроях плавного пуску асинхронних двигунів і перетворювачів частоти це зроблено економічним способом, подачею постійного струму в двигун шляхом зміни комутації силових елементів. Вся механічна енергія розсіюється на гальмівному резисторі, якщо він є, або в роторі двигуна.

ПЧ мають тепловий захист двигунів і свій власний захист. Використовуючи поточне значення температури і інформацію про швидкість мікропроцесор обчислює збільшення температури двигуна і видає сигнал тривоги або сигнал про необхідність відключення в разі надмірного перегріву. Для підвищення надійності теплового захисту ставлять теплове реле.

Перетворювачі частоти для двигунів змінного струму зазвичай також обладнуються захистом від:

- міжфазного короткого замикання і замикання фази на землю;

- стрибків або просідання напруги;
- роботи від однієї фази

На рисунку 7 представлена схема ЧП

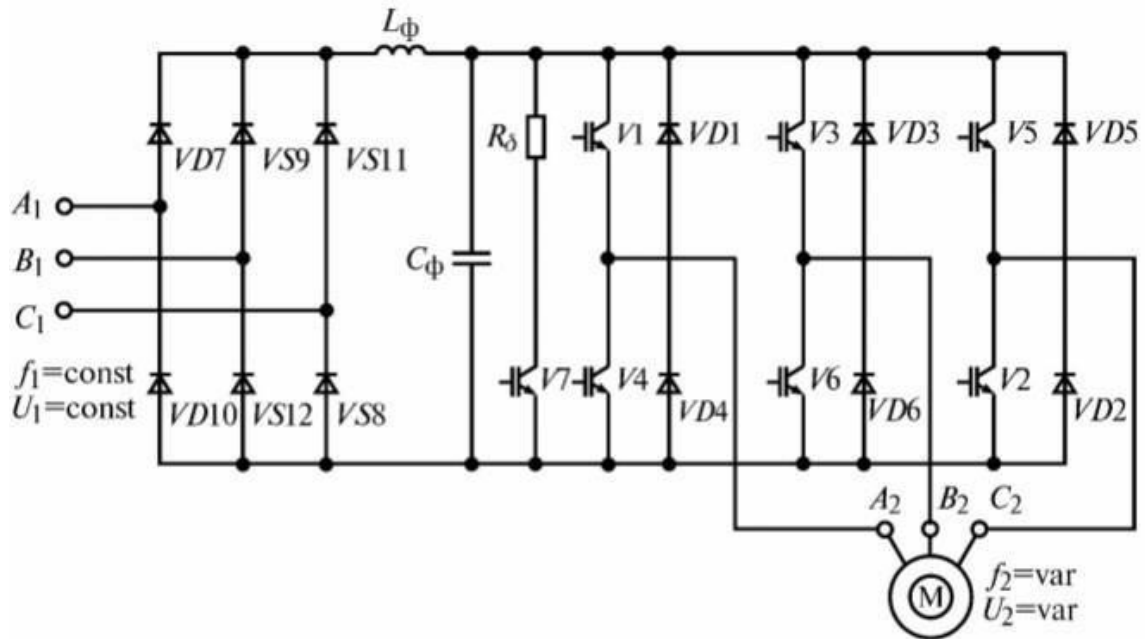


Рисунок 7 Схема ЧП

2.2 Вибір електродвигуна

Виходячи з розрахунків вибираємо електродвигун *AIC160M6*.

$$P_{\text{ном}} = 8\text{кВт}; n_{\text{ном}} = 970 \frac{\text{об}}{\text{ХВ}}; n_{\text{д}} = 0.86; \cos\varphi = 0.77$$

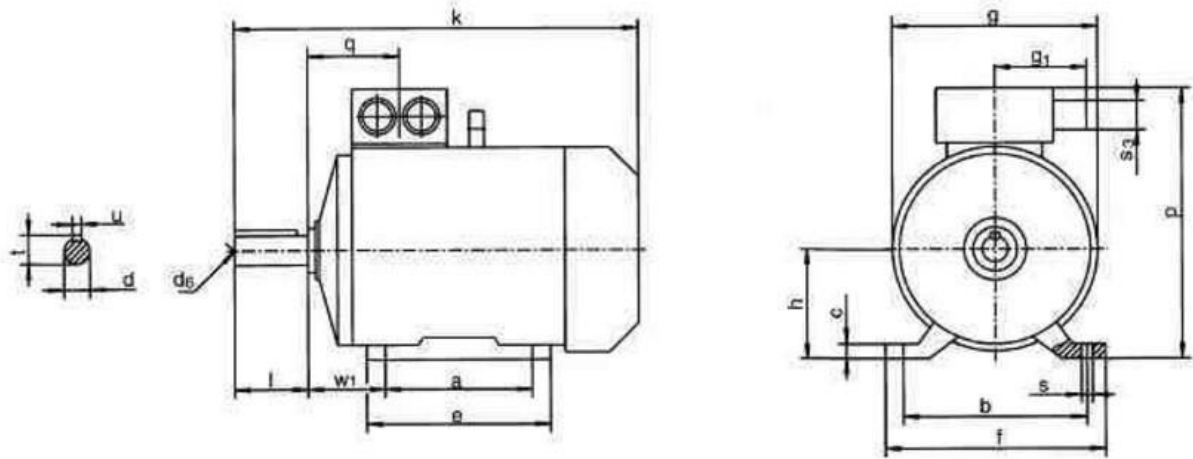


Рисунок 8 габаритні розміри електродвигуна AIC160M6

K=605, p=405, G=350, I=110, a=210, e=253, w₁=108, q=135, d=42, s= 15, u=12, b=254, f=300, g₁=160, h=160, t=45, c=20

Розрахуємо передаточне число редуктора

$$i = \frac{w_{\text{ном}}}{w_{\text{б}}}$$

Номінальна швидкість двигуна

$$w_{\text{ном}} = \frac{\pi n_{\text{ном}}}{30}$$

$$w_{\text{ном}} = 95.2 \text{ рад/с}$$

Швидкість приводного барабана

$$w_{\text{б}} = \frac{2V_{\text{л}}}{D_{\text{п}}}$$

Діаметр приводного барабана визначається

$$D_{\text{п}} = K_{\text{б}}i$$

Де $K_{\text{б}}$ – коефіцієнт, що залежить від типу прокладок, приймається 150 з урахуванням стандартного ряду розмірів барабанів стаціонарних конвейерів по ГОСТ 22644-77: 160, 200, 315, 400, 500, 630 і тд.

Приймаємо $\square n = 315$ мм

$$\omega_6 = 3.17 \text{ рад/с}$$

За формулою отримаємо передаточне число редуктора $i = 29.91$ вибираємо редуктор циліндричний **Ц2В-100** з передавальним відношенням 30 $\eta_{\pi} = 0.97$

Визначаємо швидкість ідеального холостого ходу за формулою

$$\omega_0 = \frac{2\pi * n_1}{60} = \frac{2 * 3.14 * 1000}{60} = 104.5 \text{ рад/с}$$

Пуск електродвигуна під навантаженням можливий при співвідношенні обертаючих моментів: $M_{\text{пуск}} > M_{\text{ст}}$

Так як для обраного двигуна $M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}} = 2.2$

Визначимо номінальний момент за формулою

$$M_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\omega_{\text{ном}}} = \frac{8 * 10^3}{104.6} = 76.4 \text{ Н * м}$$

$$M_{\text{пуск}} = 2.2 M_{\text{ном}} = 168.08$$

Визначимо статичний обертаючий момент приведений до валу двигуна

$$M_{\text{ст}} = \frac{(S_4 - S_1)L_6}{2 * 10^3 i \eta_{\pi}}$$
$$M_{\text{ст}} = \frac{(336.13 - 95.13) * 700}{10^3 * 30 * 0.97} = 5.78 \text{ Н/м}$$

Умова пуску виконується $M_{\text{пуск}} > M_{\text{ст}}$

2.3 Вибір перетворювача частоти

Дані необхідні для розрахунку необхідної потужності статичного перетворювача частоти:

P_d - розрахункова потужність двигуна, кВт - 8;

η_d - ККД двигуна - 0,9;

$P_{спч}$ - розрахункова потужність статического перетворювача частоти.

Розрахунок потужності:

$$P_{спч} = \frac{P_d}{\eta_d} = \frac{8000}{0.9} = 8.88 \text{ кВт}$$

З проведених розрахунків отримано, що потужність статичного перетворювача частоти має бути не менше за **8,88 кВт**, з ряда що знаходяться у виробництві статичних перетворювачів частоти, виберемо найближчий з більшою величиною потужності щодо розрахованого значення.

Обираємо перетворювач частоти **MICROMASTER 420**, що випускається компанією Siemens.

Перетворювачі оснащені мікропроцесорним управлінням і працюють із сучасною технологією IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor, біполярний транзистор з ізольованим керуючим електродом). Завдяки цьому вони є надійними і багатофункціональними. Спеціальний метод ШІМ з частотою модуляції за вибором забезпечує низький рівень шуму роботи двигуна. Різні захисні функції забезпечують надійний захист перетворювача та самого двигуна.

На рисунку 9 представлені керуючі клеми MICROMASTER 420

Клемма	Обозначение	Функция	
1	-	Выход +10 В	
2	-	Выход 0 В	
3	ADC+	Аналоговый вход (+)	
4	ADC-	Аналоговый вход (-)	
5	DIN1	Цифровой вход 1	
6	DIN2	Цифровой вход 2	
7	DIN3	Цифровой вход 3	
8	-	Выход +24 В	
9	-	Выход 0 В	
10	RL1-B	Выходной релейный контакт	
11	RL1-C	Выходной релейный контакт	
12	DAC+	Аналоговый выход (+)	
13	DAC-	Аналоговый выход (-)	
14	P+	RS485-соединение	
15	P-	RS485-соединение	

Рисунок 9 Керуючі клеми MICROMASTER 420

Основні характеристики:

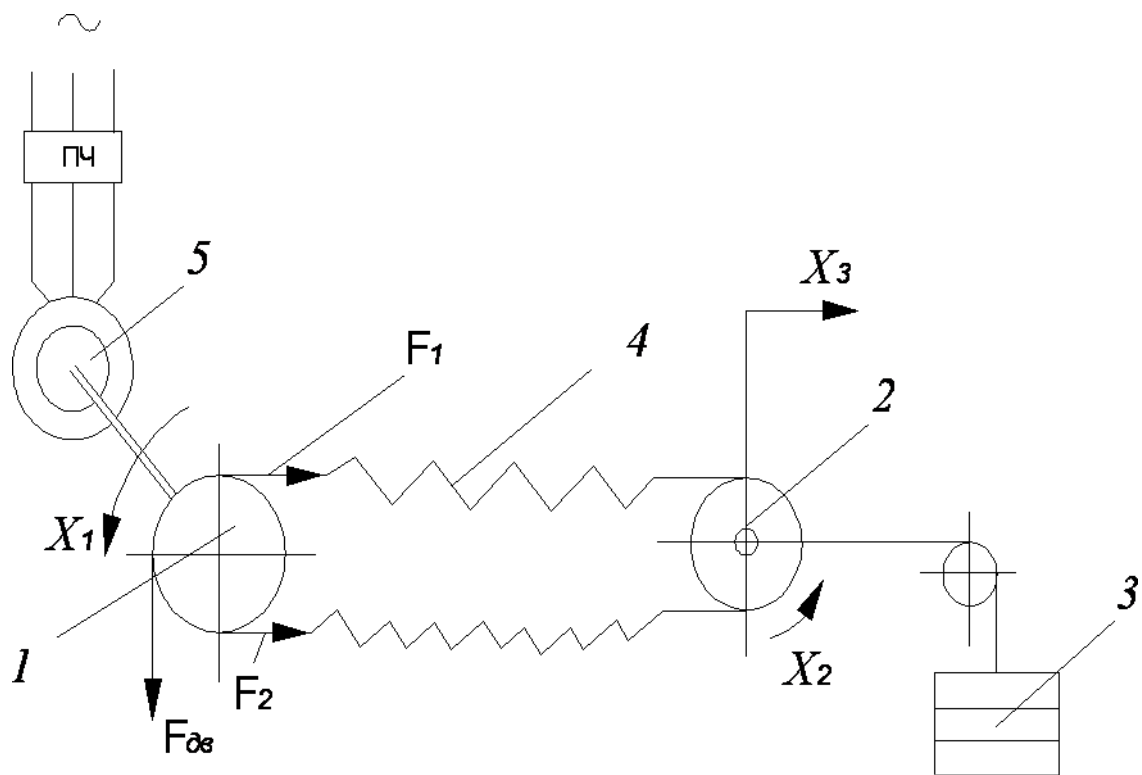
Диапазон напруг	208-240 В +/-10% 380-480 В +/-10%
Вхідна частота	47-63 Гц
Коефіцієнт потужності	$\text{COS}\phi > 0.7$
Пусковой струм	Не більше за номінальний
ККД	97%
Робоча температура	- 10... + 50°C
Температура зберігання	- 40... + 70°C
Допустима відносна вологість повітря	95% (без утворення конденсату)
Ступінь захисту	IP20/NEMA 1
Вихідна частота	0-650 Гц

Дозвіл вихідний частоти	0,01 Гц
Перевантажувальна здатність	150% від номінального струму на протязі 60 с
Спосіб регулювання	Вольт-частотний Лінійний (U/f) Квадратичний (U/f*f) Пряме управління потоком FCC Довільна настройка
Цифрові вводи	3 (18 функцій)
Аналоговий вхід	0-10 В/ПИ-регулятор, дозвіл 10 БИТ, може використовуватися як цифровий вхід
Аналоговий вихід	0,4 - 20 мА, 500 Ом макс навантаження, дозволено 10 Бит
Релейний вихід	30 В DC 5А, 250 В AC 2А
Інтерфейс	RS 485
Спосіб гальмування	1. Генераторне 2. Динамічне 3. Комбіноване
Швидке обмеження струму	Входить в набір параметрів
Функції захисту по:	1. зниженій напрузі 2. перенапруження 3. перевантаження 4. включенню на землю 5. короткого замикання 6. блокуванні двигуна 7. перегріву двигуна 8. перегріву перетворювача
Регулятор	Вбудований ПІ-регулятор Вбудоване джерело живлення для датчика ПІ-регулятора
Норми	CE, c-tick, C-UL

2.5 Аналіз перехідних процесів

Стрічкові конвеєри відносяться до групи промислових установок, для яких характерна наявність пружних механічних ланок з розподіленими параметрами. У таких системах мають місце низькочастотні пружні коливання, які негативно впливають на міцність і довговічність механізмів, а також призводять до підвищеної втрати енергії в перехідних режимах. У зв'язку цим важливою проблемою є використання систем управління, які забезпечували б зменшення до мінімуму амплітуду механічних коливань і швидке їх згасання.

З'ясування фізики протікання динамічних процесів в електромеханічній системі стрічкового конвеєра розглянемо на прикладі пружної системи:



де:

1. приводний барабан;
2. натягуючий барабан;
3. натягачуючий пристрій;
4. пружна стрічка;
5. електродвигун.

Рівняння перехідного процесу в разі впливу рушійного моменту:

$$\left. \begin{aligned} m_1 \frac{d^2 x_1}{dt^2} &= F_{\text{об}} - c_1(x_1 - x_2 + x_3) + c_2(x_2 + x_3 - x_1); \\ m_2 \frac{d^2 x_2}{dt^2} &= c_1(x_1 - x_2 + x_3) - c_2(x_2 + x_3 - x_1); \\ m_3 \frac{d^2 x_3}{dt^2} &= -c_1(x_1 - x_2 + x_3) - c_2(x_2 + x_3 - x_1); \end{aligned} \right\}$$

де m_1, m_2 - приведені до кола приводного і натяжного барабанів маси обертових елементів системи;

m_3 - приведена маса поступально переміщуючихся елементів натягувального пристрою;

c_1, c_2 - коефіцієнти жорсткості верхньої і нижньої гілок.

Для дослідження перехідних процесів використовуємо модель найбільш типового ділянки електричної мережі конвеєра.

Збираємо модель в системі Simulink, що складається з наступних блоків:

1. Трифазний джерело електричної енергії з наступними параметрами: $U = 380V$;
2. Вимикач;
3. Асинхронний електродвигун.

Структурна схема пружної системи стрічкового конвеєра

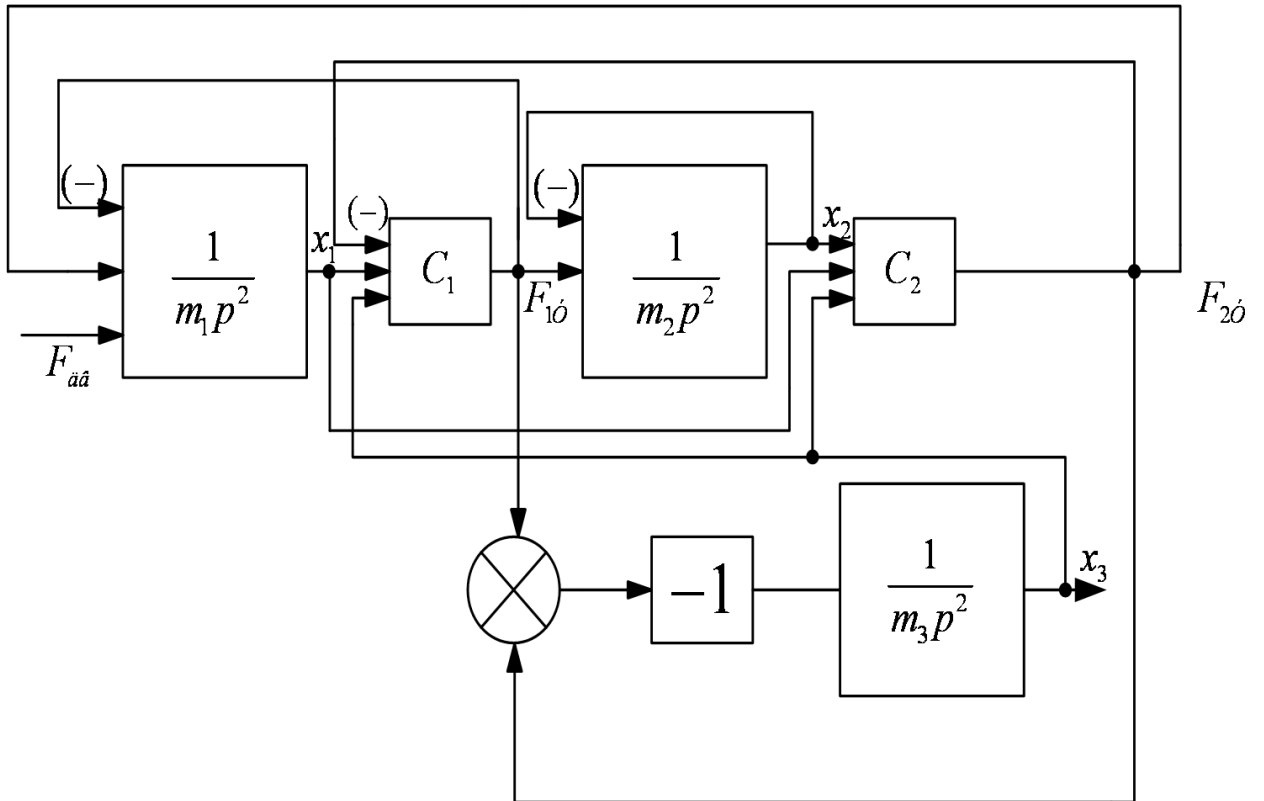
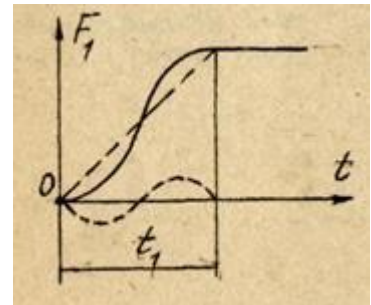


Рисунок 12 Структурна схема пружної системи стрічкового конвеєра

Математична залежність і графічна ілюстрація зміни динамічного зусилля

$$F_1(t) = \frac{\varepsilon c}{m_1 \omega^2} t - \frac{\varepsilon c}{m_1 \omega^3} \sin \omega t$$



Математичний вираз для динамічного зусилля верхньої завантаженої гілки конвеєра показує, що складовими перехідного процесу є пряма лінія і синусоїда. У реальних системах динамічне зусилля збільшується до певного значення, а в кінці періоду прискореного руху стає рівним силі статичних опорів.

Умова виключення коливань:

$$t_1 = n \frac{2\pi}{m}, \text{ де } n = 1, 2, 3 \dots$$

Модель механічної частини стрічкового конвеєра з урахуванням пружності стрічки

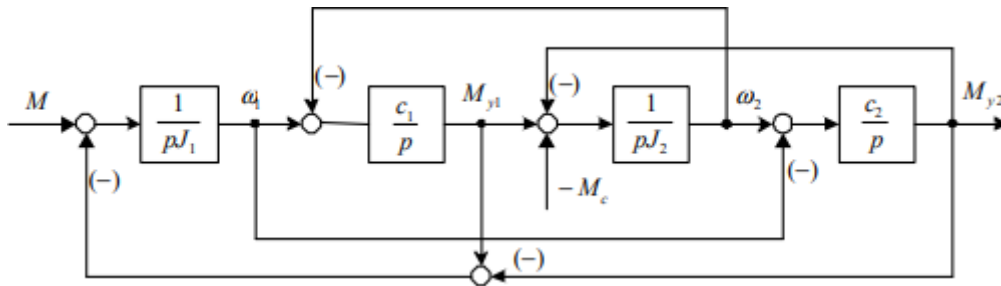


Рисунок 13 Модель механічної частини стрічкового конвеєра

Швидкісна і навантажувальна діаграми запуску стрічкового конвеєра

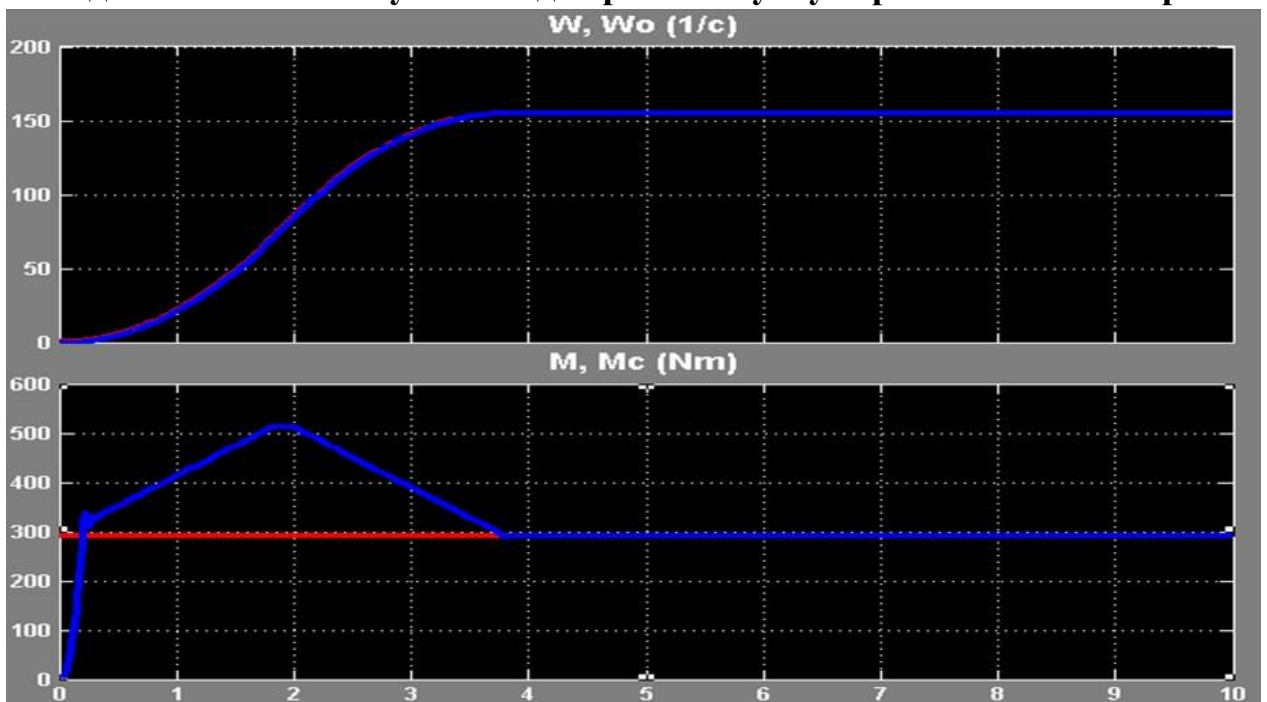


Рисунок 14 Швидкісна і навантажувальна діаграми

Діаграми зміни пружних зусиль в стрічці

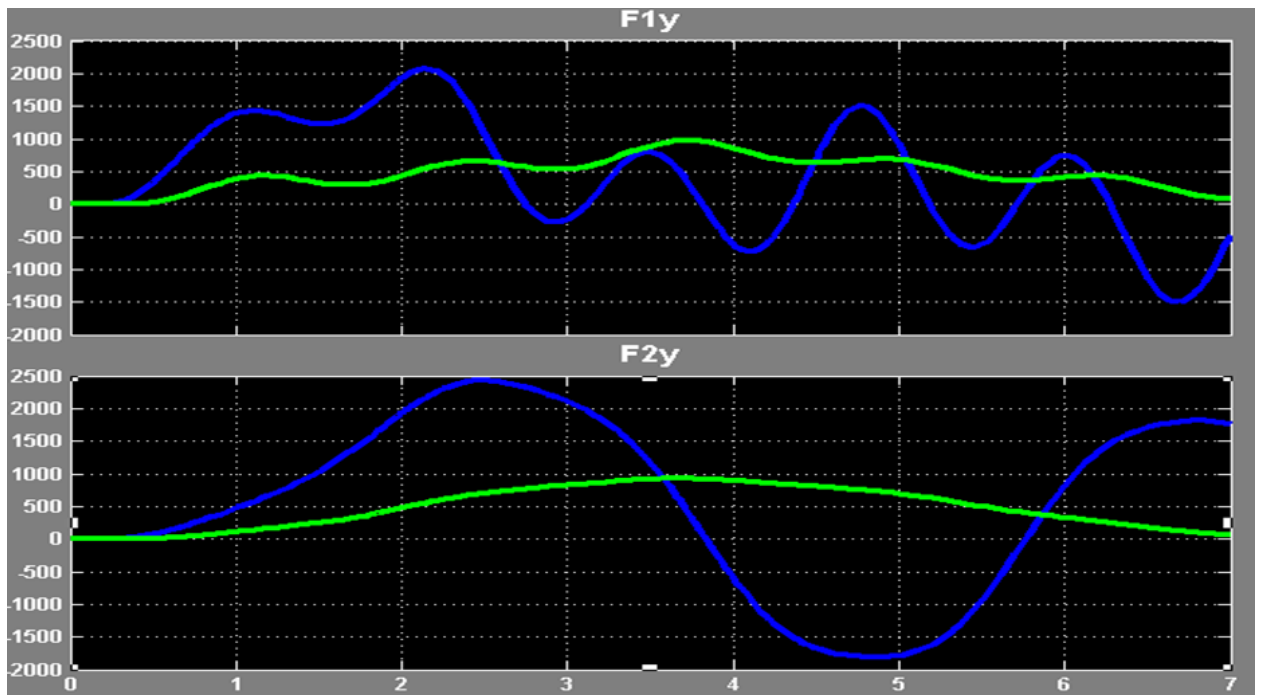


Рисунок 15 Діаграми зміни пружних зусиль в стрічці

На основі проведених розрахунків можна зробити такі висновки:

- аналіз основних математичних залежностей доводить наявність пружних коливань в конвеєрній стрічці.
- результати моделювання механічної системи стрічкового конвеєра підтвердили теоретичні положення щодо можливості суттєвої компенсації пружних коливань.
- формування необхідної діаграми зміни динамічного моменту забезпечується застосуванням задає моделі другого порядку, яка обмежує на допустимому рівні не тільки прискорення, але і ривок.
- результати структурного моделювання електромеханічної системи стрічкового конвеєра в цілому разом з електроприводом наочно показують, що використання запропонованої методики дозволяє значно зменшити амплітуду пружних коливань в конвеєрній стрічці.

2.6 Додаткове обладнання і специфікація

Вибір програмованого логічного контролера

ПЛК фірми Siemens - це промислові контролери і використовуються для автоматизації технологічних процесів. Виберемо для даного рішення ПЛК - *Simatic S5 – 200*.

ПЛК включає в себе:

- модуль центрального процесора (CPU);
- блоки живлення (PS) для живлення контролера від мережі змінного або постійного струму;
- сигнальні модулі (SM), призначені для введення / виведення дискретних і аналогових сигналів;
- комунікаційні процесори (CP), що виконують автономну обробку комунікаційних завдань в промислових мережах Profibus, Industrial Ethernet і ін.;
- функціональні модулі (FM), які виконували завдання автоматичного регулювання, зважування, позиціонування та ін.;
- інтерфейсні модулі (IM) для підключення стійок розширення до базового блоку контролера.

ВИМОГИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ

Стрічковий конвеєр являє собою безупинно рухливу конвеєрну стрічку, транспортує різні вантажі як в тарі, так і навалом (головним чином сипучі вантажі).

Стрічковий конвеєр може мати довжину від 1 - 2 м (наприклад, для подачі легких деталей до верстата) та до 1 км і більше, продуктивність від декількох м³/год до декількох тис. м³/год, ширину стрічки від 0,4 до 1, 8 м, швидкість руху стрічки від 0,5 до 5 м/с.

При роботі стрічкових конвеєрів необхідно забезпечувати нормальну роботу конвеєрної стрічки без збігання її з барабанів і роликів, без зачіпання за опорні конструкції і без пробуксовки на барабанах.

Робота стрічкових транспортерів повинна бути спланована так, щоб уникалися їх завали транспортуєчим матеріалом при пуску, зупинці або в аварійній ситуації.

Швидкість руху конвеєрної стрічки при ручному грузорозборке повинна бути не більше:

0,5 мс - при масі оброблюваного вантажу до 5 кг;

0,3 м/с - при масі найбільшого вантажу, що перевищує 5 кг.

Електричний привід стрічкового конвеєра повинен забезпечувати плавний пуск конвеєра при повному навантаженні. Електрообладнання конвеєрів повинно працювати, відповідно з умов експлуатації.

Блок управління повинен забезпечувати рівномірний розподіл навантаження між приводними барабанами стрічкового конвеєра.

Електрообладнання (електродвигуни, електрична апаратура, прилади, ланцюги управління і т.п.) повинні відповідати чинним правилам і нормам.

Стан електроустаткування, ізоляції, заземлюючих пристроїв, захисту від збігання струмів стрічкових конвеєрів необхідно регулярно перевіряти, тому що пошкодження електропроводки, пускових і заземлюючих пристроїв може призвести до ураження електричним струмом обслуговуючий персонал.

Температура транспортуєчих стрічковими конвеєрами вантажів зазвичай відповідає температурі навколишнього середовища і становить від -10 до 30 град. С, в окремих випадках від -50 до 200 град. С.

Стрічкові конвеєри встановлюються на відкритому повітрі на естакадах і відкритих майданчиках, в тунелях, галереях (опалювальних і неопалюваних), в будівлях. Температура навколишнього повітря при експлуатації конвеєрів коливається, як правило, в діапазоні від -50 до 45 град. С.

Стрічкові конвеєри зазвичай оснащуються жорсткими трьохролковими опорами, скребками або щітковими пристроями для очищення конвеєрної стрічки з обох сторін, мають приводні, кінцеві і відхиляючі барабани. В якості завантажувальних пристроїв застосовуються лотки, воронки, спуски, бункери з затворами, живильники.

В завантажувальній частині конвеєра, як правило, встановлюються борти з ущільнювачами.

При транспортуванні великогабаритного вантажу конвеєри можуть бути оснащені (в їх завантажувальній частині) підамортизованими роликоопорами.

Для запобігання падіння вантажів з стрічкових транспортерів кути нахилу їх не повинні перевищувати вказаних в пп. 2.2.3 - 2.2.6 Правил. А для обмеження зсуву конвеєрної стрічки в бік, встановлюються бічні ролики, що піднімають краї стрічки. Натягуючий пристрій, який встановлюється на барабані, повинен мати огорожу.

Стрічкові конвеєри оснащуються допоміжним обладнанням, що забезпечує їх експлуатацію в заданому режимі і створює умови для нормальної і надійної роботи всіх механізмів: завантажувальних пристроїв, центруючих і очисних пристроїв, засобів контролю пробуксовки, цілісності і обриву стрічки, пристроїв для збирання просипу і пилоподавлення, апаратури автоматичного управління, сигналізації та ін.

Всі стрічкові конвеєри і конвеєрні лінії повинні бути оснащені пристроями захисту і блокувань: датчиками сходу стрічки, звуковими сигнальними пристроями, апаратами контролю пробуксовки, датчиками рівня завантаження та ін.

Кабель-тросові вимикачі повинні розміщуватися на ставі конвеєра з боку проходу.

Стрічкові конвеєри повинні мати пристрої для видалення з поверхні нижньої гілки просипаних або впалих вантажів.

Стрічкові конвеєри повинні бути обладнані пристроями, що виключають падіння з них транспортуемого матеріалу.

Холоста галузь стрічки повинна бути обладнана пристроєм для автоматичного очищення конвеєрної стрічки від налиплої суміші.

На стрічкових конвеєрах довжиною понад 15 м для запобігання бічних зсувів конвеєрної стрічки повинні бути встановлені направляючі і центруючі пристрої.

Стрічкові конвеєри, призначені для експлуатації на відкритих майданчиках, повинні бути обладнані захисними засобами, що запобігають можливість скидання вітром конвеєрної стрічки або вантажу.

Дана вимога не поширюється на ділянки траси конвеєрів з пересувними навантажувальними та розвантажувальними пристроями.

При необхідності стрічкові конвеєри обладнуються остановами, що запобігають мимовільному руху конвеєрної стрічки при відключенні приводу.

Приводні барабани стрічкових конвеєрів можуть облицьовуватися футеровкою (наприклад, гумою) або оснащуватися притискними механізмами, що забезпечують передачу на конвеєрну стрічку необхідного тягового зусилля.

Натяжні пристрої забезпечують виключення пробуксовки конвеєрної стрічки і заданий їй натяг в період пуску, усталеного руху і при відключенні приводу стрічкового конвеєра.

Не допускається буксування конвеєрної стрічки на приводному барабані. У разі його виникнення буксування має бути ліквідовано способами, передбаченими конструкцією стрічкового конвеєра (збільшенням натягу стрічки, збільшенням тиску притискного ролика і т.п.).

Стрічкові конвеєри можуть оснащуватися роликоопорами зі змінною геометрією установки в плані і по вертикалі, що забезпечують центрування конвеєрної стрічки як на робочій, так і на холостій гілках в разі її зміщення від поздовжньої осі конвеєра.

При необхідності стрічковий конвеєр може бути оснащений роликоопорами з гвинтовою поверхнею, що сприяє центруванню конвеєрної стрічки.

Стрічкові конвеєри можуть бути оснащені центруючими роликоопорами або механізмами з приводом і датчиками зміщення, що забезпечують автоматичне регулювання положення центруючих роликоопор і конвеєрної стрічки в заданому режимі.

Стрічкові конвеєри з криволінійними, в плані ставами, оснащуються роликоопорами, похило встановленими у вертикальній площині для виключення зсуву і відриву конвеєрної стрічки від лінійних роликоопор.

Несправні ролики замінюються новими. Ролики повинні обертатися легко і не створювати шуму.

Кріплення осей роликів має виключати можливість їх випадання і вертикального переміщення при руху конвеєрної стрічки.

При обертанні роликів не повинно відбуватися нагрівання дотичних деталей.

Стрічкові конвеєри, що транспортують сипучі матеріали, повинні бути оснащені пристроями для очищення конвеєрної стрічки скребкового або щіткового типу.

При транспортуванні сильно налипаючих матеріалів, стрічкові конвеєри на холостій гілці рекомендується обладнати дисковими або спіральними роликоопорами.

Стрічкові конвеєри для транспортування матеріалів, що виділяють шкідливі речовини (пил, газу тощо), повинні бути обладнані укриттями, приєднаними до витяжної вентиляційної системи.

При застосуванні стрічкових конвеєрів в шламовому господарстві для видалення налипання можуть застосовуватися очисники конвеєрної стрічки з гідрозмиву, що забезпечує очистку конвеєрної стрічки і видалення стертих матеріалу в пульпі.

Накопичувальним пристроєм стрічкового конвеєра, що переміщує сипучі вантажі, є бункер.

Накопичення штучних вантажів ускладнене вимогою збереження їх положення в просторі, і їх накопичення зі сходу з стрічкового конвеєра може бути здійснено в спеціальному накопичувальному пристрої у вигляді кільцевого накопичувального столу з огорожами. Такі накопичувальні пристрої можуть бути багатоярусними і являти собою склад або його секцію.

Конструкція завантажувальних пристроїв повинна виключати заклинювання і зависання в них вантажів, випадання вантажів або їх пробудження, а також перевантаження конвеєра.

Зони подачі на стрічковий конвеєр сипучих пильних матеріалів, які пилять через отвори завантажувальних пристроїв, зони вивантаження сипучих матеріалів, які пилять, як правило, повинні бути укриті і приєднані

до витяжної вентиляційної системи із забезпеченням швидкості потоку повітря у відкритих отворах укриття не менше 3 м/с.

Завантажувальні отвори лотків для сипучих матеріалів приймаються шириною 0,6 - 0,7 ширини конвеєрної стрічки, а нахил стінок лотків стрічкового конвеєра - на 10 - 15 град. більше кута природного скосу матеріалу, що транспортується.

Хід пересувних вантажно-розвантажувальних пристроїв стрічкового конвеєра обмежується кінцевими вимикачами і упорами.

Розвантаження стрічкових конвеєрів, що транспортують сипучі вантажі, може проводитися за допомогою плужкових скидачів, що представляють собою щит, який встановлюється над конвеєрною стрічкою під кутом до напрямку руху вантажу. Вантаж, рухаючись вздовж щита, скидається з стрічки на одну або на обидві сторони. Розвантаження стрічкових конвеєрів може проводитися за допомогою розвантажувальних візків, що пересуваються по рейках уздовж конвеєра і встановлюються в місці розвантаження.

В цьому випадку змонтовані на візку два барабана обгинаються стрічкою і вантаж, піднімаючись по стрічці до верхнього барабана візки, скидається в лоток, відвідний його в сторону від конвеєра.

При завантаженні вручну, приймальня частина завантажувального пристрою, що виконується таким чином, щоб було забезпечено горизонтальне (або з невеликим ухилом) переміщення вантажу в сторону завантаження. При цьому слід виключати, як правило, підйом вантажу працівниками з підлоги або з іншого транспортного засобу.

Конструкція і розміщення стрічкових конвеєрів повинні забезпечувати при транспортуванні штучних вантажів на похилій ділянці траси їх нерухоме щодо несучого органа положення, прийняте при завантаженні.

При подачі вантажу скидальними пристроями в бункери, розташовані безпосередньо під стрічковим конвеєром, люки бункерів повинні бути огорожені стандартними поручнями і підлоговими бордюрами або закриті решітками з розміром осередків, які пропускають тільки вантаж.

Стрічкові конвеєри, що транспортують вантажі, які можуть налипати, оснащуються нерухомими скребками або обертовими щітками для видалення налиплого вантажу. Зазначені пристосування повинні виключати необхідність ручного очищення, неприпустимого при рухомій конвеєрній стрічці.

При транспортуванні вологих вантажів конвеєрну стрічку необхідно очищати в кінці кожної зміни, для цієї мети на нижньому боці переднього шкіфа стрічкового конвеєра встановлюється пристрій зі щітками з механічним приводом, що виключає небезпеку защемлення рук працівника при ручному очищенні.

Для зняття з стрічкового конвеєра статичної електрики може бути встановлений статичний струмознімач в районі збігаючої частини конвеєрної стрічки у приводного шкіфі або натяжного ролика.

У місцях завантаження стрічкових конвеєрів, що транспортують шматкові вантажі, передбачаються відбійні щитки, що виключають падіння шматків вантажу з конвеєрної стрічки.

Кінцеві ділянки стрічкового конвеєра (привід, натяжні пристрої), пристрої для очищення конвеєрної стрічки повинні бути огорожені з можливістю швидкого зняття цих огорож. Огородження повинні мати блокування з приводом конвеєра. Огородження, при яких необхідний огляд вузлів без зняття огорожі, виготовляються сітчастими.

Стрічковий конвеєр повинен бути обладнаний пристроями механічного очищення конвеєрної стрічки і барабанів від налиплого на них транспортуючого матеріала, що запобігає потраплянню цього матеріалу між стрічкою і барабанами, або між стрічкою і роликами.

Пристрій автоматичного натягу повинен підтримувати мінімальний натяг конвеєрної стрічки, необхідне для надійної роботи приводу при всіх режимах роботи, включаючи пуск. У пересувних стрічкових конвеєрах допускається неавтоматическое натяг стрічки з контролем величини натягу.

Очищення барабанів і конвеєрних стрічок від налиплого вантажу під час роботи стрічкових конвеєрів повинна здійснюватися автоматично. Ручне очищення допускається проводити тільки після зупинки конвеєра.

У конструкції стрічкового конвеєра не повинно бути горючих конструкційних матеріалів.

При застосуванні гідроприводу в механічних вузлах конвеєра необхідно використовувати негорючі рідини.

У конструкції стрічкового конвеєра може бути передбачена можливість регулювання положення приводного барабана, а обичайка барабана може бути виконана з центруючими стрічку елементами.

Стрічкові конвеєри великої довжини обладнуються датчиками контролю сходу конвеєрної стрічки для відключення приводу конвеєра при

неприпустимому її зміщенню або подачі керуючого сигналу для включення в роботу центрального пристрою стрічки.

Всі стрічкові конвеєри незалежно від їх параметрів і кута нахилу повинні оснащуватися гальмівними пристроями, а встановлюються вони з кутом нахилу понад 6 градусів.

Стрічкові конвеєри повинні бути обладнані вимірювальними, сигнальними пристроями і блокуваннями відповідно до вимог відповідних правил і норм, що пред'являються до транспортних засобів безперервної дії, а працюючим в пожежо-і вибухонебезпечних умовах, забезпечують, крім того, автоматичну зупинку приводу при аварійній ситуації, задану швидкість руху стрічки без пробуксовки і сходу її, контроль з блокуванням і сигналізацією температури нагріву вище допустимої приводних, натяжних і оборотних барабанів, корпусів підшипників і т.д.

Приводні, натяжні, відхиляючі барабани, натяжні пристрої стрічкових конвеєрів закриваються огорожами, що виключають доступ до них.

Набігають на приводні, натяжні, відхиляючі барабани ділянки конвеєрної стрічки на відстані не менше 2,5 м від лінії дотику стрічки з барабаном повинні закриватися зверху і з обох сторін огорожами, що виключають доступ в ці порожнини при ручному прибиранні просипів.

Опорні ролики стрічкового конвеєра робочої і холостої віток конвеєрної стрічки в зоні робочих місць, ремінні та інші передачі, шківни, муфти та інші рухомі частини конвеєра на висоті до 2,5 м від статі, до яких можливий доступ працівників, повинні бути огорожені.

Огорожа натяжною станцією, розташованою в головній частині стрічкового конвеєра, має бути двосторонньою, і розташованою по всій довжині.

На стрічкові конвеєри встановлюються конвеєрні стрічки, що відповідають умовам експлуатації по продуктивності, розтягуючих навантажень і відносно подовження в період пуску і сталого руху, виду, розміру і температури вантажу, кліматичних умов, чинним динамічним навантаженням, особливо в місцях завантаження.

Якість конвеєрних стрічок повинно відповідати вимогам відповідних державних стандартів, технічних умов виробника.

Конвеєрні стрічки повинні мати сертифікат відповідності.

На поверхні конвеєрної стрічки не повинно бути складок, тріщин, раковин, механічних пошкоджень.

Граничне відхилення борту конвеєрної стрічки від прямої лінії на довжині 20 м не повинно бути більше 5% ширини стрічки. Краї стрічки повинні бути рівними.

Широке застосування знаходять гумові конвеєрні стрічки, армовані кордовими нитками (бавовняними, синтетичними, сталевими).

Для розвантаження стрічкового полотна від тягового зусилля в потужних стрічкових конвеєрах використовуються сталеві троси, на яких закріплюється стрічкове полотно.

Конвеєрні стрічки можуть бути виготовлені з листової нержавіючої сталі, з поліефірного волокна, з тефлону, з композиційних матеріалів, що витримують температуру до 950 град. С, і з інших матеріалів, що дозволяють застосовувати стрічкові конвеєри в харчовій промисловості, а також в ряді інших нетрадиційних областях.

Залежно від умов роботи стрічкових конвеєрів, повинні застосовуватися негорючі, вогнестійкі і антиелектростатичні конвеєрні стрічки, поверхневий електричний опір яких не повинен перевищувати 3 x 10 Ом.

На стрічкових конвеєрах з шириною стрічки понад 1,0 м слід здійснювати контроль наскрізного руйнування конвеєрної стрічки, що попереджає її розрив.

З метою попередження на стрічкових конвеєрах аварійних ситуацій, пов'язаних з розривом конвеєрної стрічки, повинен здійснюватися контроль стану стрічки з виявленням зовнішніх і внутрішніх пошкоджень стрічки і своєчасний ремонт окремих її ділянок.

Стрічковий конвеєр, який встановлюється з кутом нахилу більше, ніж 10 град., Рекомендується обладнувати уловлювачами стрічки.

Через пробуксовки конвеєрної стрічки на приводному барабані в місцях завантаження стрічкового конвеєра можуть виникнути значні завали транспортуючого матеріалу, що викликають в свою чергу підвищений знос обкладок стрічки і футерування барабана і навіть запалення стрічки, для запобігання яких конвеєр повинен оснащуватися датчиками контролю пробуксовки стрічки.

Пошкоджені місця конвеєрної стрічки повинні ремонтуватися (при необхідності з заміною пошкоджених ділянок) або повинна проводитися заміна стрічки цілком на нову залежно від характеру пошкодження стрічки.

Зтики конвеєрних стрічок повинні бути гладкими. Застосування металевих з'єднувачів стрічки не допускається.

Не допускається зрощування конвеєрних стрічок та привідних ремнів з використанням болтів, скоб і т.п. Зрощування має виконуватися методом вулканізації або зшивкою сирицевими ремінцями.

Швидкість руху стрічки стрічкового конвеєра для пожежонебезпечних приміщень не повинна перевищувати 2,5 м/с, для вибухонебезпечних - 2 м/с.

Щоб знизити ризик пошкодження конвеєрної стрічки і з метою зменшення її зносу завантажувальні пристрої стрічкового конвеєра повинні забезпечувати зниження висоти падіння шматків вантажу на стрічку, повідомлення вантажному потоку при завантаженні швидкості, близької до швидкості руху стрічки по величині і напрямку, центровану подачу вантажу на стрічку, задану продуктивність, поділ вантажопотоку на фракції для створення підсипки, можливість регулювання і контролю режиму закінчення вантажопотоку, відділення негабаритів і сторонніх предметів, зменшення пилоутворення.

При роботі стрічкового конвеєра в умовах тривалого впливу низьких температур для боротьби з намерзанням вантажу на конвеєрну стрічку рекомендується використовувати спеціальні розчини, проводити сушку стрічки і барабанів для полегшення їх очищення.

На стрічкових конвеєрах довжиною понад 80 розмірів ширини конвеєрної стрічки рекомендується проводити перевертання стрічки, що виключає забруднення роликкоопор на холостій гілці. При цьому стрічка повинна бути зістикována методом вулканізації, а на ділянці перевертання встановлений механізм для видалення просипи.

При транспортуванні сипучих матеріалів, схильних до інтенсивного запилення, повинні вживатися заходи щодо зниження пиловиділення, що передбачають скорочення кількості пунктів перевантаження, герметизацію і оснащення установками для зрощення або аспірації, суцільні укриття стрічкових конвеєрів кожухами по всій довжині.

Завантажувальні пристрої стрічкових конвеєрів, що піддаються періодичним чисткам від налиплого матеріалу, що транспортується, приймачі розвантажувальних пристроїв, встановлених в місцях сходження вантажу з конвеєра, повинні захищатися.

Для обслуговування захищених огорожами частин обладнання стрічкових конвеєрів в огорожах повинні влаштовуватися дверцята або кришки. Огородження можуть бути виконані також відкидними або знімними.

Огородження травмонебезпечних місць і зон стрічкового конвеєра повинні надійно кріпитися в їх робочому положенні і при необхідності

оснащуватися, включаючи і їх дверцята і кришки, блокуваннями, які відключають привід конвеєра при відкритті дверцят, кришки або зняття огороження.

Огородження виготовляються з металевих листів або сітки з осередками розміром не більше 20 x 20 мм.

Застосування огорож, виготовлених з приварених до каркаса стрічкового конвеєра прутків або смуг, не допускається.

Особливо травмонебезпечними зонами при роботі стрічкового конвеєра, які вимагають обов'язкового огорожі, є зони можливого защемлення між набігаючою стрічкою і барабаном, між набігаючою стрічкою і натяжним роликом.

У разі використання в комплексі з стрічковим конвеєром неприводного рольганга в якості приймального столу небезпечним місцем защемлення є також зона між набігаючою стрічкою транспортера і першим неприводним роликом рольганга.

Для усунення цієї небезпеки установка першого ролика неприводного рольганга повинна виконуватися в відкрити зверху похилу вирізку в рамі рольганга у вільному незакріпленому положенні.

При потраплянні руки працівника в поглиблення між рухомою конвеєрною стрічкою і першим роликом цей ролик відхиляється від свого положення з відкритого вирізу в рамі рольганга, запобігаючи тим самим защемлення руки.

Доступ до місця можливого защемлення повинен бути закритий міцними і добре підігнаними огорожами з виступом над місцем можливого защемлення не менше ніж на 90 мм.

У разі, коли стрічка транспортера значно менше ширини барабана, огорожа повинна бути виконана так, щоб вказаний розмір 90 мм був виконаний від бічної кромки транспортерної стрічки, а не від торця барабана.

Місця можливого защемлення повинні бути захищені огороженням не менше ніж на 90 мм в кожену сторону від небезпечної зони.

Пристрої аварійної зупинки стрічкового конвеєра повинні розміщуватися з інтервалами не більше 8,0 м уздовж конвеєра з боку проходу або ж повинні мати міцний трос, що проходить по всій довжині конвеєра і пов'язаний з пристроєм аварійного відключення конвеєра так, щоб одне натискання на трос в будь-якому напрямку зупинило конвеєр.

При подачі вантажу на стрічковий конвеєр з рухомого живильника останній повинен перебувати в надійно фіксованому стані.

При зніманні вантажу з стрічкового конвеєра скидальними пристроями з самостійним приводом на кожному кінці транспортного шляху повинні встановлюватися пристрої для перемикання приводу скидання пристроїв в нейтральне положення в разі переміщення вантажу за кінцеві точки транспортного шляху.

Одним з недоліків стрічкового конвеєра є його прямолінійність і невеликі кути підйому, обмежені фактором зісковзування вантажу. Для збільшення кута підйому створені конвеєри зі змінними жолобчастими стрічками аж до кругового обхвату вантажу, а також конвеєри з двома стрічками, між якими затискається переміщуваний вантаж.

Для захисту від пожеж і накопичення статичної електрики футерування барабанів і роликів, елементів очисних пристроїв, направляючі елементи завантажувальних і перевантажувальних пристроїв стрічкового конвеєра виготовляються з важкозаймистих матеріалів з поверхневим електричним опором, що не перевищує 3×10 МОм.

До застосування на стрічкових конвеєрах, що працюють в пожежонебезпечних умовах, допускаються конвеєрні стрічки, які пройшли вхідний контроль на пожежну безпеку.

Перед пуском стрічкового конвеєра необхідно перевірити:

- стан транспортерної стрічки і її стиків;
- справність звукової та світлової сигналізації;
- справність сигналізують датчиків, блокувань;
- наявність і працездатність протипожежного захисту конвеєра (для пожежонебезпечних умов роботи);
- надійність роботи пристроїв аварійної зупинки конвеєра;
- правильність натягу конвеєрної стрічки;
- наявність і справність роликів;
- наявність захисного заземлення електрообладнання, броні кабелів, рами конвеєра;
- наявність і надійність огорожень приводних, натяжних і кінцевих барабанів.

Не допускається пускати в роботу стрічковий конвеєр при захаращеності та захаращеності проходів.

Пуск стрічкового конвеєра слід проводити без навантаження, зупинку (при нормальній роботі) - після сходу з нього вантажу.

При експлуатації стрічкового конвеєра необхідно стежити за станом і положенням конвеєрної стрічки на барабанах, за завантаженням конвеєра транспортуються матеріалом, за відсутністю пробуксовки стрічки.

В процесі експлуатації стрічкового конвеєра необхідно систематично контролювати:

- правильність завантаження конвеєрної стрічки транспортуються матеріалом;
- плавність руху і стан конвеєрної стрічки;
- становище і роботу щіток і скребок.

Стрічковий конвеєр або конвеєрна лінія повинні бути негайно зупинені:

- при пробуксовці конвеєрної стрічки на приводних барабанах;
- при появі запаху гару, диму, полум'я;
- при ослабленні натягу конвеєрної стрічки понад допустимого;
- при збігання конвеєрної стрічки на роликкоопорах або барабанах до торкання нею нерухомих частин конвеєра і інших предметів;
- при несправності захистів, блокувань, засобів екстреної зупинки конвеєра;
- при відсутності або несправності захисних пристроїв;
- при несправних болтових з'єднаннях, при виявленні затягнутих болтах болтів;
- при ненормальному стуку і підвищеному рівні шуму в редукторі приводу;
- при забиванні транспортуючим матеріалом перевантажувального вузла:
- при відсутності двох і більше роликів на суміжних опорах;
- при пошкодженнях конвеєрної стрічки і її стикового з'єднання, що створюють небезпеку аварії;
- при порушенні футерування приводного і притискного барабанів;
- при заклинювання барабанів.

Під час роботи стрічкового конвеєра не допускається:

- усунення перекосу конвеєрної стрічки з використанням металевого прута, труби, палиці і т.п., регулювання положення барабанів і роликів опор;

- зберігання горючих рідин, мастильних і обтиральних матеріалів поблизу пускових пристроїв конвеєра;
- застосування для редукторів приводів конвеєрів мастильних матеріалів, які не рекомендовані заводом-виробником;
- робота при несправних реле швидкості, реле захисту від пробуксовки конвеєрної стрічки, реле сходу конвеєрної стрічки, сигнальних пристроях і пристроях екстреної зупинки конвеєра, при утворилися завалах, що транспортується на конвеєрній стрічці;
- усунення пробуксовки конвеєрної стрічки з використанням підсіпки поміж стрічкою і барабаном каніфолі, бітуму, піску, що транспортується і іншого матеріалу. Усунення пробуксовки конвеєрної стрічки необхідно проводити при зупиненому конвеєрі натягом стрічки способом, передбаченим в конструкції конвеєра;
- мастило підшипників та інших деталей, що труться;
- допуск сторонніх осіб до управління конвеєром.

Після закінчення роботи стрічкового конвеєра необхідно:

- відключити конвеєр від електромережі;
- очистити конвеєрну стрічку, барабани, завантажувальні і приймальні пристрої від налиплого матеріалу;
- зробити запис в журналі огляду і ремонту конвеєра про виявлені неполадки і заходи щодо їх усунення.

У разі раптового припинення подачі електроенергії пускові пристрої електродвигунів і важелі управління стрічкових конвеєрів переводяться негайно в положення "Стоп".

Пересувні стрічкові конвеєри повинні обслуговуватися і експлуатуватися відповідно до вимог безпеки, передбаченими для стрічкових конвеєрів.

При роботі з пересувними стрічковими конвеєрами особливу увагу необхідно звертати на огорожу місць можливого заземлення в зоні набігання стрічки на барабан, ролик.

Пересувні стрічкові конвеєри, якщо вони не закриті спеціальними кожухами, і стрічкові конвеєри, встановлені у виробничих будівлях нижче рівня підлоги, повинні бути огорожені по всій довжині поручнями висотою

не менше 1,0 м з обшивкою знизу шириною не менше 0,15 м і додаткової огорожувальної планкою на висоті 0,5 м від підлоги.

Для електричної мережі живлення приводів стрічкових конвеєрів використовуються, як правило, броньовані кабелі. Усі струмопровідні частини повинні бути надійно огорожені, а металеві деталі заземлені.

При переміщенні пересувних стрічкових конвеєрів працівники, що виробляють ці переміщення, повинні перебувати позаду або попереду конвеєра.

Робота пересувного стрічкового конвеєра не допускається при несправній ходовій частині, відсутності обмежувального болта на підйомній рамі.

При роботі пересувного стрічкового конвеєра з підйомною рамою, що має підйомний пристрій для зміни кута нахилу, знаходження людей під піднятою рамою не допускається.

Електричний кабель, що живить привід пересувного стрічкового конвеєра, повинен розміщуватися таким чином, щоб виключалися випадки наїзду на нього транспортних засобів; роз'єми секцій кабелю повинні розташовуватися під землею.

Для запобігання випаданню важких вантажів або здування легких сипучих вантажів з стрічки пересувного стрічкового конвеєра рекомендується встановлювати бічні обмежувальні щитки заввишки не менше 200 мм, які одночасно виконують роль укриття небезпечних зон можливого заземлення.

Рухома доріжка (пасажирський конвеєр) являє собою різновид стрічкового конвеєра - нескінченну рухому доріжку з силовим приводом для транспортування пасажирів в одному або різних рівнях.

Горизонтально переміщаються рухомі доріжки дозволяють безпечно перевозити людей, дитячі коляски, інвалідні крісла-коляски, візки з продуктами, багаж.

Похило переміщаються рухомі доріжки для утримання на них дитячих і інвалідних колясок, візків з продуктами, багажу і т.п., що володіють значною масою, повинні забезпечувати їх автоматичну фіксацію на стрічці конвеєра.

В цьому випадку:

а) стрічка конвеєра повинна бути виконана з металевих пластин, аналогічних несучим платформ ступенів ескалаторів, або у вигляді нескінченної гумової стрічки з канавками;

- б) кут нахилу конвеєра не повинен перевищувати 12 град .;
- в) несуча доріжка (гумова стрічка, металеві пластини) повинні мати горизонтальні ділянки шляху довжиною не менше 0,4 м на підході до майданчиків входу і виходу.

Рухома пасажирська доріжка, яка переміщується між балюстрадами, по верхніх поверхнях балюстради, повинна бути обладнана поручнями, що рухаються з однаковою з нею швидкістю.

Швидкість переміщення рухомої доріжки не повинна перевищувати 0,75 м / с, а для руху в горизонтальній площині при ширині доріжки не більше 1,1 м допускається збільшення швидкості руху до 0,9 м / с.

Розрахування заземлення електроустановки

Таблиця 4.1 – Номінальні дані асинхронного двигуна

Тип двигуна	ТВ, %	Рн, кВт	n _н , об/хв	I _c , А	cos φ	ККД, %	I _{р.н.} , А	Е _{р.н.} , В	М _{МАХ} , Нм	GD ² , кгм ²	Маса двигуна
АІС-160М6	40	8	970	86	0,74	85	77	305	1370	5,70	103

Заземлення - це навмисне електричне з'єднання з землею, або її еквівалентом, металевих неструмоведучих частин електроустановок, які можуть опинитися під напругою у зв'язку з пробоем ізоляції на корпус.

Згідно ПУЕ, для забезпечення електробезпеки, всі металеві частини електрообладнання, по яких не повинен проходити струм повинні бути заземлені.

4.2.1 Визначаю струм замикання на землю;

$$I = \frac{3 \cdot U_{\Phi}}{350} (3,51 \frac{K.A.}{V.A.} + 1), \text{ А} \quad (4.1)$$

де U_{ϕ} – фазна напруга мережі $U_{\phi}=380\text{В}$, кВ;

Ік.л. – довжина електрично зв'язаних кабельних ліній,

Ік.л.=4,2 км;

Ів.л. – довжина електрично зв'язаних повітряних ліній,

Ів.л.=12 км.

$$I_3 = \frac{3 \cdot 380}{350} (3.5 \cdot 1 + 1) = 8.4, \text{ А}$$

4.2.2 Визначаю значення опору заземлення R_3 . За ПУЕ визначається в залежності від напруги, $660\text{В} > U > 380\text{В}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$.

Опір природного заземлювача $R_{\Pi} = 18.7 \text{ Ом}$.

4.2.3 Визначається необхідний опір штучних заземлювачів;

$$R_{\text{и}} = \frac{R_{\Pi} \cdot R_{\text{пуз}}}{R_{\Pi} - R_{\text{пуз}}}, \quad (4.2)$$
$$R_{\text{и}} = \frac{7,3 \cdot 4}{7,3 - 4} = 8,84 \text{ Ом}$$

4.2.4 Вибирається **виносний тип** заземлюючого пристрою, на підставі даних про об'єкт, що захищається, і значень $R_{\text{и}}$, ρ .

4.2.5. Вибираються **стрижневі електроди**.

Як вертикальні заземлювачі варто використовувати сталеві стрижні діаметром 35 мм, довжиною 3 м. Верхній кінець вертикального заземлювача повинен бути занурений на 0,7 м від поверхні землі. Як горизонтальні заземлювачі варто використовувати круглу сталь діаметром 10 мм.

4.2.6 Визначається розрахунковий питомий опір ґрунту для однорідного ґрунту;

$$\rho_{\text{роз}} = \rho_{\text{вим}} \cdot \Psi, \text{ Ом} \cdot \text{м} \quad (4.3)$$

де $\rho_{\text{вим}}$ - питомий опір ґрунту, $\rho_{\text{вим}} = 1,5 \cdot 10^2 \text{ Ом} \cdot \text{м}$;

ψ - кліматичний коефіцієнт, $\psi = 1,5$.

$$\rho_{\text{роз}} = 150 \cdot 1,5 = 225, \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

4.2.7 Визначаю опір одиночного вертикального заземлювача;

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{роз}}}{2\pi l} \cdot \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t_0+1}{5t_0-1} \right), \text{ Ом} \quad (4.4)$$

де $t_0 = 0,7 \text{ м}$ – мінімальна відстань від землі до вертикального електрода;

l – довжина вертикального заземлювача, $l = 3 \text{ м}$;

d – діаметр вертикального заземлювача, $d = 0,035 \text{ м}$.

$$R_{\text{в}} = \frac{225}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \cdot \ln \left(2 \cdot \frac{2 \cdot 5}{0,01} + \frac{1}{2} \cdot \frac{4 \cdot 0,7 + 5}{5 \cdot 0,7 - 5} \right) = 54,437, \text{ Ом}$$

Визначаємо опір горизонтального електрода;

$$R_{\text{г}} = \frac{\rho_{\text{роз}}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{l^2}{d \cdot t}, \text{ Ом} \quad (4.4)$$

де $t = 0,7 \text{ м}$ – мінімальна відстань від землі до вертикального електрода;

l – довжина вертикального заземлювача, $l = 25 \text{ м}$;

d – діаметр вертикального заземлювача, $d = 0,01 \text{ м}$.

$$R_r = \frac{225}{2 \cdot 3,14 \cdot 25} \cdot \ln \frac{25^2}{0,01 \cdot 0,7} = 11,7 \text{ Ом}$$

Тоді розрахунковий опір заземлювача буде визначений за формулою;

$$R = \frac{R_B R_r}{R_B \eta_r + R_r \eta_B \cdot n}, \text{ Ом} \quad (4.5)$$

де $\eta_r = 0,75$ – Коефіцієнт використання горизонтального смугового електрода;

$\eta_B = 0,81$ – Коефіцієнт використання вертикального смугового електрода;

$$R = \frac{54,437 \cdot 11,7}{54,437 \cdot 0,75 + 11,7 \cdot 0,81 \cdot 9} = 5,053, \text{ Ом}$$

Отримане значення опору порівнюється з необхідним опором штучного заземлювача, визначеним за формулою (4.2). Значення майже збігаються, що є задовільним результатом розрахунків.

Кількість електродів було прийнято $n=10$.

Техніко-економічне обґрунтування проекту

5.1 Вступ

Метою даного дипломного проекту є впровадження засобів автоматизації, задля зменшення споживання електроенергії шляхом встановлення плавного пуску та регулювання швидкості для асинхронного двигуна електроприводу стрічкового конвеєра. Для забезпечення плавного пуску та регулювання швидкості використовується частотний перетворювач типу *Siemens Micromaster 420*. Також для зменшення механічних втрат та підвищеної точності передачі був вибраний редуктор типу *Ц2В*.

В економічній частині дипломного проекту розраховано капітальні та експлуатаційні витрати на здійснення проекту та економію від впровадження засобів автоматизації.

5.2 Розрахунок капітальних інвестицій

Капітальні інвестиції – це кошти, призначені для створення і придбання основних фондів і нематеріальних активів, що підлягають амортизації.

Капітальні витрати визначаються за формулою;

$$K_{\Pi} = \sum_i^k C_i + Z_{\text{ТЗС}} + Z_{\text{М(Н)}} + Z_{\text{інші}}, \text{ грн}$$

де C_i – вартість обладнання другої групи, грн;

k – кількість обладнання $i=1$.

$Z_{\text{ТЗС}}$ – витрати пов'язані з транспортно-заготівельними роботами, грн;

$Z_{\text{М(Н)}}$ – витрати на монтаж та наладку обладнання, грн;

$Z_{\text{інші}}$ – інші витрати, грн.

В якості служби доставки була обрана компанія meest-express – <https://www.meest-express.com.ua>, яка виконує транспортування в будь-яку місцевість.

Витрати на доставку знаходимо по формулі;

$$Z_{\text{тзс}} = S \cdot m \cdot G, \text{ грн}$$

де S – відстань, на яку потрібно доставити обладнання, $S = 440.3$ км.

m – вага електричного обладнання, для двигуна частотного перетворювача та редуктора становить 114,5 кг, дані взяті з паспортних даних обладнання.

G – габарити вантажа, який потрібно доставити, $G = 0.641$ м³, дані про розмір обладнання також взяті з паспортних даних.

$$Z_{\text{тзс}} = 440.3 \cdot 114.4 \cdot 0.641 = 32285.37, \text{ грн}$$

Витрати на монтаж та наладку обладнання визначаються за формулою;

$$Z_{\text{м(н)}} = T_{\text{ч}} \cdot t_{\text{м}} \cdot Ч_{\text{п}} \cdot k_{\text{д}} \cdot k_{\text{есв}}, \text{ грн}$$

де $T_{\text{ч}}$ – тарифна ставка, становить 33.88 грн/год для працівника за монтажно-налагоджувальні роботи станом на 2019 рік згідно з ЄТС;

$k_{\text{д}}$ – коефіцієнт доплати робітнику дорівнює $k_{\text{д}} = 1.3$;

$k_{\text{есв}}$ – коефіцієнт, що враховує єдиний соціальний внесок;

t_m – кількість годин, потрібних для виконання монтажу та наладки, $t_m = 8$ згідно з нормами обслуговування виконуваних робіт.

$Ч_{п}$ – кількість працівників, що потрібна для виконання монтажу і наладки обладнання $Ч_{п} = 3$, згідно з нормами обслуговування виконуваних робіт.

$$З_{м(н)} = 33.88 \cdot 8 \cdot 4 \cdot 1.3 = 1392.768, \text{ грн}$$

Витрати на покупку обладнання зведені в таблиці 5.1. Та взяті згідно;

ООО «Системакс» з сайту <https://agregat.me/>.

Компанія Siemens з сайту <https://inverterdrive.com>.

Станом на 17.06.2019 рік.

Таблиця 5.1

Зведення капітальних інвестицій, грн.

№ п/п	Найменування електрообладнання	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
1	Асинхронний двигун типу АІС160М6	1	13400	13400
2	Перетворювач частоти Siemens Micromaster 420	1	37325	37325
3	Редуктор типу Ц2В-100	1	3000	3000
	УСЬОГО			53725
4	Витрати на монтаж-налагоджувальні роботи			1392.768

5	Витрати транспортно-заготівельні			32285.37
	РАЗОМ:			87403.138

Повні капітальні витрати становлять:

$$K_{\text{п}} = 53725 + 1392.768 + 32285.37 = 87403.138, \text{ грн}$$

5.3. Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати – це поточні витрати на експлуатацію та обслуговування об'єкта проектування за визначений період (наприклад, рік), що виражені у грошовій формі.

Річні експлуатаційні витрати по об'єкту проектування знаходяться по формулі:

$$C = C_a + C_z + C_c + C_{\text{пр}} + C_e + C_{\text{ін}}, \text{ грн}$$

де C_a – амортизаційні відрахування, грн.

C_z – заробітна плата обслуговуючого персоналу, грн.

C_c - Єдиний соціальний внесок, грн.

$C_{\text{пр}}$ - Витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж, грн.

C_e - Вартість втрат електроенергії, грн.

$C_{\text{ін}}$ - Інші витрати, грн.

5.3.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Річні амортизаційні відрахування АО за прямолінійним методом знаходяться за формулою:

$$AO = \frac{\Phi_{\Pi} \cdot N_a}{100}, \text{ грн}$$

де Φ_a – амортизаційна вартість, грн.

N_a – норма амортизації, %.

Амортизаційну вартість знаходимо за формулою:

$$\Phi_a = \Phi_{\Pi} - Л, \text{ грн}$$

де Φ_{Π} – первісна (або переоцінена) вартість об'єкта основних засобів;

Л – розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів. Оскільки, електрообладнання планується амортизуватися повністю, ліквідаційна вартість дорівнюватиме 0.

Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом усього амортизаційного періоду і дорівнює:

$$N_a = \frac{\Phi_{\Pi} - Л}{\Phi_{\Pi} \cdot T_{\Pi}} \cdot 100\% = \frac{1}{T_{\Pi}} \cdot 100\%, \%$$

де T_{Π} – термін корисного використання (амортизаційний період), для вибраного обладнання, що відноситься до 4 групи ОВФ та дорівнює $T_{\Pi}=5$ років, згідно таблиці 4.2[5].

Визначаємо амортизаційну вартість;

$$\Phi_a = 87403.138 - 0 = 87403.138, \text{ грн}$$

Знаходимо норму амортизації;

$$N_a = \frac{87403.138 - 0}{87403.138 \cdot 5} * 100\% = 20, \%$$

Таким чином амортизаційні відрахування АО дорівнюють;

$$AO = \frac{87403.138 * 20}{100} = 17480.62, \text{ грн}$$

5.3.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати

Основна заробітна плата працівників – це винагорода за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці (норми часу, виробітку, обслуговування, посадові обов'язки).

Фонд заробітної плати буде однаковий, як за проєктованими даними так і за базовими, тому фонд заробітної плати у подальших розрахунках не враховується.

5.3.3 Єдиний соціальний внесок

Єдиний соціальний внесок визначається на підставі встановленого чинним законодавством відсотка від суми основної та додаткової заробітної плати, так як заробітна плата не розраховувалась – то і єдиний соціальний внесок також не визначається.

5.3.4. Витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт електротехнічного устаткування і мереж включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтникам і визначаються укрупнено у відсотках до капітальних витрат :

- електрообладнання – 1%.

Річні витрати на поточний ремонт та технічне обслуговування становлять:

$$C_{\text{пр}} = K_{\text{п}} \cdot 0.01, \text{ грн}$$

$$C_{\text{пр}} = 87403.138 \cdot 0.01 = 874.03, \text{ грн}$$

5.3.5 Розрахунок вартості споживання електроенергії об'єктом проектування

Вартість спожитої електроенергії об'єктом проектування протягом року визначається за формулою :

$$C_{\text{э}} = W_{\text{р}} \cdot C_{\text{е}}, \text{ грн}$$

де $W_{\text{р}}$ – річні споживання електроенергії, кВт·годин;

$C_{\text{е}} = 1.68$, грн./кВт·годин, – тариф на електроенергію, згідно з даними для підприємств II типу станом на 2019 рік з ПДВ.

Річні споживання електроенергії W_p визначаються:

$$W_p = P_{\text{дв}} \cdot \text{Ч}_{\text{год}} \cdot \text{Д}_{\text{днів}}, \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

де $P_{\text{дв}}$ – потужність двигуна, кВт.

$\text{Ч}_{\text{год}}$ – кількість робочих годин за рік.

$\text{Д}_{\text{днів}}$ – кількість робочих днів за рік.

Для проектного варіанту кількість спожитої електроенергії буде становити;

$$W_p = 8 \cdot 12 \cdot 365 = 35040, \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Для базового варіанту кількість спожитої електроенергії буде становити;

$$W_p = 10 \cdot 12 \cdot 365 = 43800, \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Вартість спожитої електроенергії об'єктом для проектного варіанту буде становити:

$$C_{\text{еп}} = 35040 \cdot 1.68 = 58867.2, \text{ грн}$$

Вартість спожитої електроенергії об'єктом для базового варіанту буде становити:

$$C_{\text{еб}} = 43800 \cdot 1.68 = 73584, \text{ грн}$$

5.3.6. Визначення інших витрат

Інші витрати по експлуатації об'єкта проектування включають витрати на охорону праці, на спецодяг тощо. Відповідно до практики ці витрати визначаються в розмірі 4% від річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу.

Так як фонд заробітної плати не розраховується – то і інші витрати не визначаються.

Після розрахунку всіх складових експлуатаційних витрат ми можемо визначити річні експлуатаційні витрати по об'єкту для проектного;

$$C=17480.62+874.03+58867.2=77221.85, \text{ грн}$$

5.4. Визначення річної економії від впровадження об'єкту проектування

Повна річна економія від впровадження варіанту визначається з урахуванням експлуатаційних витрат по даному об'єкту та витратами на електроенергію за базовим варіантом.

$$E=C_{\text{еб}}-C$$

$$E=73585-77221.85= -3636.85, \text{ грн}$$

Висновки

В даному розділі дипломного проекту було визначено капітальні втрати, які становлять $K_{\text{п}}=87403.138$, грн. Були визначені експлуатаційні витрати, які становлять $C=77221.85$, грн, витрати на електричну енергію за базовими

даними $C_{сб}=73585$, грн та проектним варіантом $C_{еп} = 58867.2$, грн. Та річна економія, що становить $E=-3636.85$, грн.

Висновок

Конвеєр - невід'ємна складова частина майже будь-якого сучасного підприємства. Надійний помічник у поліпшенні автоматизації, прискорення робочого процесу і транспортування, і підвищенні продуктивності.

В процесі виконання дипломної роботи було розглянуто кілька різних типів конвеєрів, було проведено аналіз існуючих математичних моделей і електроприводів конвеєрних ліній. Кожен тип конвеєра має власні індивідуальними переваги, але завдяки своїй універсальності, простоті конструкції і простоті у використанні стрічковий конвеєр заслуговує на окрему увагу. Даний тип може бути використаний майже в будь-якій промисловості: від видобутку різних руд до харчової продукції та виробництва автомобілів.

Розглянуто режими і навантаження конвеєрних установок, технічні характеристики механізму, вимоги до системи автоматичного управління електроприводу, що вплинуло на вибір в якості електроприводу асинхронного двигуна з перетворювачем частоти.

Було проведено розрахунок потужності електроприводу стрічкового конвеєра, що використовується для організації процесу переміщення технологічних виробів. Для того, щоб провести розрахунок необхідно було вивчити безліч різних методик, наукових статей і публікацій.

Проведено аналіз і розрахунок основних вузлів і елементів даного механізму: стрічкового конвеєра, приводу. Всі прилади, передбачені на стрічковому конвеєрі, забезпечують безпечну експлуатацію машини, дано їх опис і призначення. Зроблено розрахунок і вибір двигуна, програмованого логічного контролера, перетворювача частоти. Виконано моделювання структурної схеми комплексної моделі конвеєрної установки, проведено аналіз отриманих результатів дієздатності спроектованої системи.

Список літератури

1. Алієв, Н.І. «Електричні апарати». Довідник - М.: Видавнича підприємство Радіо СОФТ - 2004. 256с.
2. Белов, М.П. «Автоматизований електропривод типових виробничих механізмів і технологічних комплексів» / М.П. Белов, А.Д. Новиков, Л.Н. Розсудів. - М.: Академія, 2007. - 576 с.
3. Бердоносів, В.Д. «Розвиток електроприводу (прояв законів розвитку технічних систем в електроприводі)»
4. Кацман, М.М. Довідник по електричним машинам. Навчальний посібник для ссузів - М.: «Академія» - 2005. 480с
5. Кацман, М.М. «Електричний привід». Підручник для ССУЗов - М.: «Академія» - 2005. 384с
6. Кожубаєв Ю.Н. «Рациональний розподіл навантаження в многоприводних стрічкових конвеєрах» / Ю.М. Кожубаєв, І.М. Семенов
7. Кожубаєв Ю.Н. «Моделювання поточно-транспортної системи стрічкових конвеєрів».