

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
НТУ "Дніпровська політехніка"

Електротехнічний
(факультет)

Кафедра Електропривода
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
дипломного проекту (роботи)

бакалавр
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

галузь знань 0507 електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва галузі знань)

напрямок підготовки 6.050702 «Електромеханіка»
(код і назва напрямку підготовки)

освітній рівень бакалавр
(назва освітнього рівня)

кваліфікація фахівець у галузі електромеханіки
(код і назва кваліфікації)

на тему: Автоматизований електропривод конвеєрної установки

Виконавець: студент 4 курсу, групи ЕМ-15-1

(підпис)

Головков Д.М.

(прізвище та ініціали)

Керівники проекту розділів	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
Спеціальна частина	<i>Боровик Р.О.</i>		
Охорона праці	<i>Столбченко О.В.</i>		
Економіка	<i>Тимошенко Л.В.</i>		
Рецензент	<i>Ципленков Д.В.</i>		
Нормоконтроль	<i>Казачковський М.М.</i>		

Дніпро
2019

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
НТУ «Дніпровська політехніка»

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Завідувач кафедри
електроприводу
(повна назва)

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

«29» _____ 01 _____ 2019__ року

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект
бакалавр

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

студенту ЕМ-15-1 Головкову Д.М.

(група) (прізвище та ініціали)

Тема дипломного проекту:

затверджена наказом ректора ДВНЗ НТУ "Дніпровська політехніка"
від 07.05.2019 № 568-л

Розділ	Зміст	Термін виконання
<i>Спеціальний</i>	<i>Автоматизований електропривод конвеєрної установки</i>	29.01 – 27.05
<i>Охорона праці</i>	<i>Аналіз шкідливих і небезпечних факторів, заходи щодо їх усунення та розрахунок системи заземлення.</i>	28.05 – 3.06
<i>Економічний</i>	<i>Розрахунок основних техніко-економічних показників впровадження дипломного проекту.</i>	4.06 – 18.06

Завдання видав _____

(підпис)

Боровик Р.О.

(прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Головков Д.М.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі завдання: 29.01.2019

Термін подання дипломного проекту до ДЕК 22.06.2019

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Тема диплому: Автоматизований
електропривод конвеєрної установки

Арк.

2

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: стор. 63, рис. 13, табл. 9, джерел 10, листа 4 графічної частини.

Об'єкт детальної розробки: конвеєрна установка.

Мета роботи: надбання необхідних навичок по технічному рішенню завдань при проектуванні системи автоматизованого електроприводу конвеєрної установки.

В проєкті зроблений аналіз електропривода конвеєрної установки, обґрунтована номінальна потужність двигуна. Обрано перетворювач частоти і компоненти силової частини електропривода.

Виконаний розрахунок системи автоматичного регулювання і проведено дослідження динаміки електромеханічної системи.

Розроблені заходи щодо охорони праці на виробництві.

Доведена економічна ефективність впровадження технічних рішень.

**КОНВЕЄРНА УСТАНОВКА, РЕГУЛЬОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД,
АСИНХРОННИЙ ДВИГУН, ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЧАСТОТИ**

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Explanatory note: p. 63, fig. 13, tab. 9, sources 10, sheet 4 graphic part.

The object of the detailed development: conveyor installation.

Purpose: to acquire the necessary skills in technical solution of tasks when designing the system of automated electric drive of the conveyor installation.

The project analyzes the electric drive of the conveyor installation, substantiates the rated power of the engine. The frequency converter and components of the power part of the electric drive are selected.

The calculation of the automatic control system was carried out and the dynamics of the electromechanical system was studied.

Work on occupational safety at work is being developed.

The economic efficiency of implementation of technical solutions is proved.

CONVEYOR INSTALLATION, REGULATED ELECTRIC, ASYNCHRONAL MOTOR, FREQUENCY CONVERTER

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Опис механізму.....	8
1.2 Використання конвеєрів в сучасному виробництві.....	8
1.3 Вузли класичного стрічкового транспортера.....	11
1.4 Можливості модернізації стрічкових транспортерів.....	12
1.5 Основні параметри стрічкового конвеєра.....	13
1.6 Додаткові ключові особливості транспортувальників.....	14
1.7 Вимоги до електроприводів і систем управління конвеєрних установок.....	15
1.8 Кінематична схема механізму.....	16
1.9 Вихідні дані до проектування	17
2 АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД	18
2.1 Вибір типу електроприводу.....	18
2.2 Вибір електродвигуна.	20
2.3 Вибір перетворювача.....	28
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ	31
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	39
4.1. Загальні положення	39
4.2. Вимоги безпеки перед початком роботи.....	41
4.3. Вимоги безпеки під час виконання роботи.....	42
4.4. Вимоги безпеки після закінчення роботи.....	43
4.5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.....	44
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	46
5.1 Розрахунок капітальних інвестицій.....	47
5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат.....	52

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

5.2.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань	53
5.2.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати	55
5.2.3 Єдиний соціальний внесок	58
5.2.4 Витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж.....	58
5.2.5 Розрахунок вартості втрат електроенергії	59
5.2.6 Визначення інших витрат	59
5.3 Визначення річної економії від впровадження об'єкту проектування.	60
ВИСНОВКИ	62
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	63

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Роль конвеєра на виробництві незамінна, перш за все, через зниження собівартості продукції. Так як ручна праця замінює транспортна система, необхідно лише здійснювати її контроль, що несе набагато менше витрат на оплату праці, ніж при відсутності конвеєра.

Не менш важливим є і досконалість транспортних систем - вони наділені можливістю визначати вагу продукції, її відповідність вимогам щодо якості, до того ж, для транспортера не є проблемою повернути вантаж назад, якщо він не підходить за поточним вимогу. Звичайно ж, конвеєр в промисловості не завжди мав такий досконалий вид як сьогодні, але розвиток технологій стрімко підносить цей інструмент в рамках будь-якого виробництва.

Конвеєр в промисловості показує значні результати при першому погляді на злагоджену роботу механізмів без додаткового контролю з боку. Промисловість процвітає у виробленні великих партій продукції саме завдяки оперативній оптимізації процесів фасування, переміщення і транспортування продукції в межах виробництва. Метою дипломного проекту є надбання необхідних навичок по технічному рішенню завдань при проектуванні системи автоматизованого електроприводу.

Впровадження частотного регулювання електроприводів дозволяє:

- підвищити надійність роботи устаткування і систем;
- автоматизувати виробництво;
- економити ресурси і енергію.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис механізму

Стрічковий конвеєр - сучасна промислова виконавча одиниця, без якої складно представити сучасне виробництво. Експлуатація транспортерів цього типу одержала широке поширення в кожній галузі. Коли мова йде про необхідність переміщення насипних матеріалів на зразок вугілля і зернових або штучних товарів за виробничою лінією, даний пристрій є незамінним.

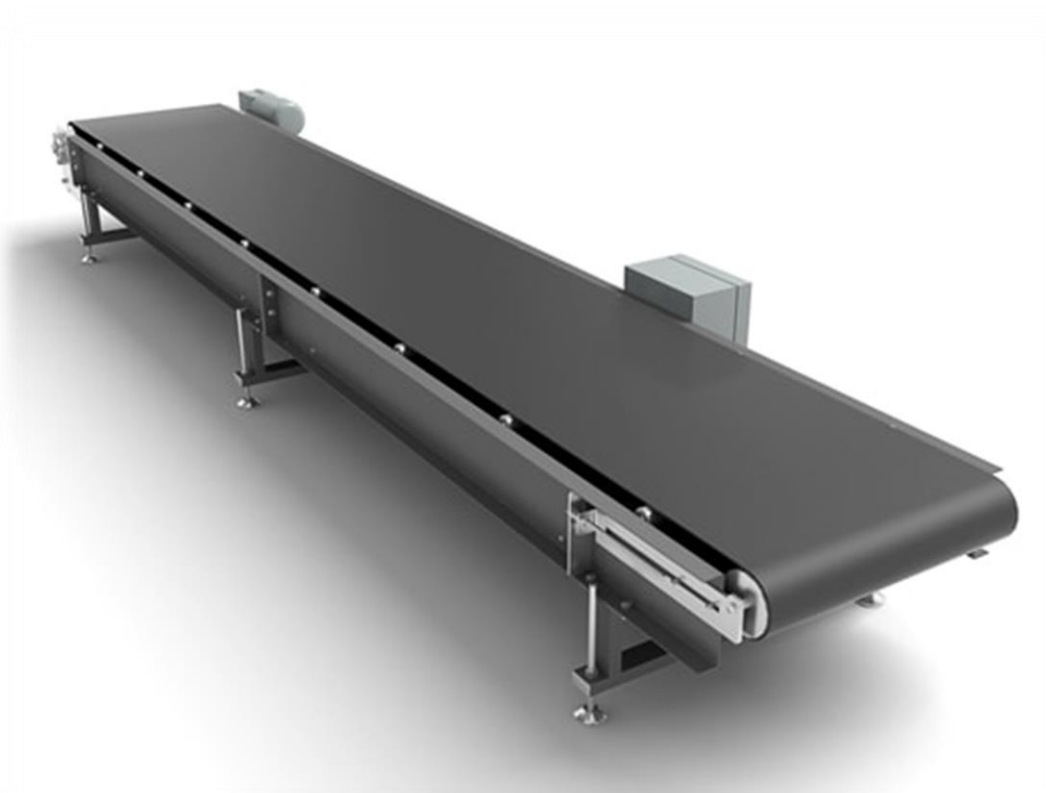


Рисунок 1.1 Стрічковий конвеєр

1.2 Використання конвеєрів в сучасному виробництві

Транспортуючі машини є невід'ємною ланкою виробництва, що зв'язує разом окремі робочі вузли. Залежно від підприємства вони можуть використовуватися в якості:

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Високопродуктивної транспортної машини, що відправляє вантаж по необхідним ділянкам або на фінальне завантаження.
- Потужним перевантаженим або вантажно-розвантажувальним пристрої.
- Транспортної стрічки, які переміщують виріб за технологічним замкнутої виробничої лінії.
- Транспортера під час виробництва штучних вантажів між робочими місцями.
- Організатора та регулятора темпу виробництва.
- Розподільника виробів і вантажів по обраним технологічним лініям.
- Допоміжний елемент, що полегшує або за потребою прискорює робочий процес.

Робочі можливості стрічкового транспортера мають на увазі його застосування в якості одного з ключових елементів виробничого ланцюга. Тому найважливішими параметрами конструкції вважаються в першу чергу надійність, безвідмовність, міцність і наявність автоматичного режиму роботи.

Стрічковий конвеєр, схема представлена на рисунку 1.2 , складається із замкнутої гнучкої стрічки 1, що обгинає ведучий (приводний) 2 і хвостовій (поворотний) 3 барабани. Приводний барабан отримує обертання від електродвигуна через редуктор. Тягове зусилля від барабана на стрічку передається тертям. Барабани 4 є допоміжними, що відхиляють стрічку. Завдяки їх застосуванню збільшується кут охоплення приводного і поворотного барабанів стрічкою, що покращує умови зчеплення стрічки з поверхнями цих барабанів і зменшує просковзування стрічки.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

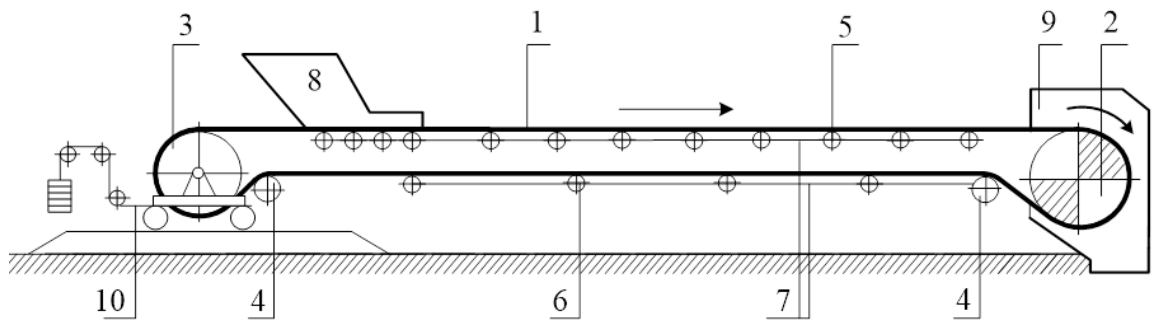


Рисунок 1.2 - Схема стрічкового конвеєра

Натяг стрічки здійснюється натяжним пристроєм 10, розташованому в даній схемі, на хвостовому барабані.

Частина стрічки, на якій розташовується вантаж, називається робочою частиною або несучим відгалуженням, а вільна від матеріалу, що транспортується - порожнім відгалуженням.

Стрічка підтримується роликівими опорами 5 на навантаженому відгалуженні і 6 на порожньому відгалуженні, встановленими на рамі 7.

Матеріал подається на стрічку по завантажувальному жолобу 8 і переміщається до розвантажувального кінця конвеєра, де скидається в направляючий лоток 9.

Вантажонесуче відгалуження стрічки конвеєра в поперечному перерізі може мати жолоб (лоткову) (рисунок 1.3, а), рідше плоску (рисунок 1.3, б) форму. Порожнє відгалуження - завжди плоске. Лоткова форма надається стрічці роликівими опорами.

Несуче відгалуження є, як правило, верхня, але в деяких випадках для переміщення вантажу використовується нижнє відгалуження, а іноді і обидва відгалуження стрічки одночасно.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Матеріал надходить на стрічку поблизу хвостового барабана або в проміжних пунктах, розташованих по довжині конвеєра.

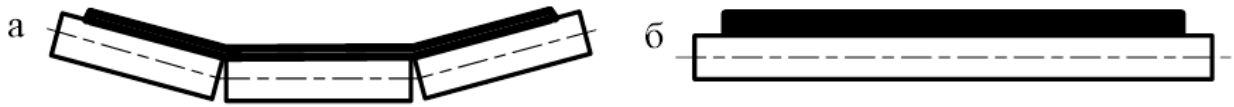


Рисунок 1.3 - Розташування роликоопор в поперечному перерізі: а - з жолобчастою формою стрічки несучим відгалуженням; б - з прямим розташуванням стрічки

В останньому випадку пункти навантаження обладнуються стаціонарними або пересувними завантажувальними воронками.

Розвантаження матеріалу проводиться з кінцевого барабана, де стрічка змінює напрямок руху, або в проміжних пунктах конвеєра за допомогою спеціальних скидаючих пристроїв.

Транспортування вантажу стрічковими конвеєрами здійснюється в горизонтальному або похилому (вгору або вниз) напрямках, при цьому можливий перехід від горизонтального переміщення до похилого і навпаки.

1.3 Вузли класичного стрічкового транспортера

Класичний приводний стрічковий конвеєр являє собою легко впізнаваний вигляд транспортно-вантажної конструкції, що отримала найбільш широке поширення. Технічно лише потужність, розміри і експлуатаційні особливості вузлів є основними відмінностями різних моделей. В іншому у стрічкових транспортерів загальна схема конструкції, має такий вид:

- Станина з встановленими на ній як мінімум двома барабанами - приводним і натяжним.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Вертикальна замкнута транспортна стрічка, яка є головним виконавчим механізмом.
- Роликоопори стрічкових конвеєрів - встановлюються на станину для підтримки транспортної стрічки.
- Настил - альтернатива роликового направляючо-підтримуючої системи.

Експлуатаційні та технічні характеристики пристрою змінюються в залежності від використовуваних в її створенні комплектуючих вузлів. Іноді конструкція дозволяє їх варіювати, наприклад, замінюючи обертаючу привід силову установку на більш потужну. Або підключаючи складний редуктор з оптимальним ККД. Цей та інші варіанти іноді актуальні в разі циклічного зниження / збільшення обсягів виробництва для окупності роботи транспортера. Також в конструкцію нерідко закладається можливість провести монтаж додаткового обладнання, що підвищує зручність експлуатації і розширює можливості лінії.

1.4 Можливості модернізації стрічкових транспортерів

Зручність експлуатації - вельми розмитий параметр, складно піддається правильній оцінці, коли мова йде про транспортери. Коли проводиться розрахунок стрічкового конвеєра, під час конструювання основний упор робиться на безперебійність і максимальну тривалість його використання за прямим призначенням - транспортування вантажу. Тому суміжне обладнання рідко створюється під певне креслення конвеєра. Набагато простіше і дешевше під вибране обладнання виконати проектування оптимального транспортера.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основний вид експлуатаційної модернізації, який дійсно відноситься до стрічкових транспортерів, полягає в створенні додаткових елементів захисту вантажу або працівника. Для цього по краях стрічки можуть бути створені додаткові загородження, що виконують роль захисту вантажу від падіння з стрічки або перешкоджають випадковому падінню робочого на неї. Місце комутації стрічки з суміжним обладнанням закладено в його конструкцію спочатку і в більшості випадків модернізації не вимагає.

1.5 Основні параметри стрічкового конвеєра

Обсяг підвидів обладнання, який ховається під словосполученням «транспортер стрічковий», дуже великий. Так як його класифікація, спираючись на модель, може викликати плутанину, був обраний інший спосіб сортування - по ряду параметрів. Основними з них є:

- «Корисна» довжина транспортування.
- Швидкість руху стрічки.
- Продуктивність за годину.
- Висота прийому вантажу і вивантаження.
- Конфігурація.
- Тип і профіль стрічкової траси.

Кожен транспортер є допоміжною складовою складних виробничих ліній. Головними перевагами, які зробили цей підвид механічного транспортувальника одним з найпопулярніших, стала висока продуктивність і можливість комбінації декількох систем в одну. Простота конструкції і надійність в експлуатації дозволяють легко створювати «короткі» системи з

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

одного транспортувальника і транспортні лінії з декількох конвеєрів загальною довжиною в десятки кілометрів.

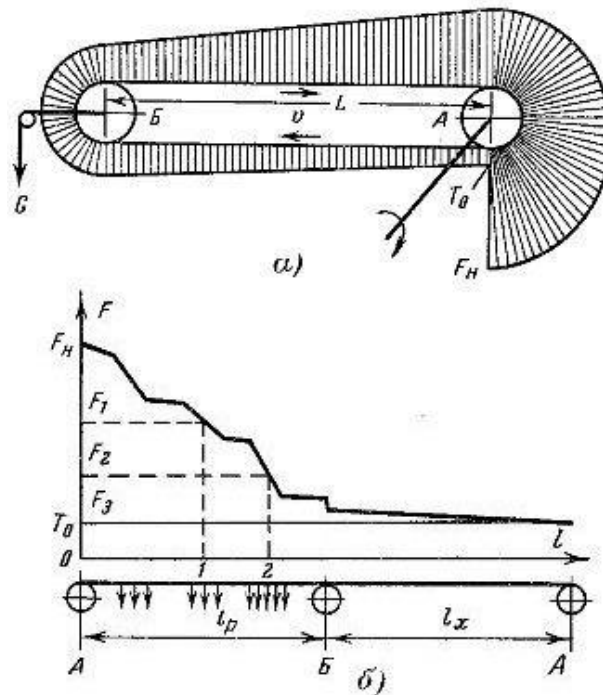


Рисунок 1.4 Діаграма тягових зусиль в стрічковому (а) і ланцюговому (б) конвеєрах: а - приводний станція; б - натяжна станція.

1.6 Додаткові ключові особливості транспортувальників

Найважливіша експлуатаційна характеристика стрічкового конвеєра - мобільність конструкції. Залежно від виконуваних завдань стрічковий транспортер може бути рухливий або стаціонарний, пересувний, переносний, надводний. Стаціонарні варіанти, як правило, представлені вузькоспеціалізованими моделями:

- Підземні для гірничодобувної промисловості.
- Харчові для зерна та іншої харчової промисловості.
- Приладобудівні, спеціальні медичні та інші.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

«Мобільні» варіанти нерідко являють собою пристрої загального призначення.

Профіль траси дозволяє розділити конструкції на похилі, горизонтальні і комбіновані. Складна траса дозволяє піднімати вантаж під кутом в 45 градусів простіше і ефективніше, помітно слабкіше навантажуючи провідний вал. Це дозволяє знизити витрати на обслуговування і при належному догляді за обладнанням практично знизити ймовірність несправності.

1.7 Вимоги до електроприводів і систем управління конвеєрних установок

Розгляд умов роботи конвеєрних установок дозволяє визначити основні вимоги до електроприводів і систем управління з урахуванням особливостей їх статичних і динамічних властивостей.

Електроприводи конвеєрних установок повинні забезпечувати роботу в тривалому режимі при змінному навантаженні без реверсування напрямку руху. У деяких випадках, наприклад, при роботі конвеєрної установки на ухил, електропривод повинен працювати як в руховому, так і в гальмівному режимах. У разі послідовної установки декількох конвеєрів, що працюють з перевалкою транспортується з одного конвеєра на інший в загальному технологічному ланцюжку, повинна бути забезпечена черговість їх включення і відключення. Включення конвеєрів повинно відбуватися в напрямку зустрічному вантажопотоку, а відключення - в напрямку вантажопотоку для усунення завалів у точках перевантаження.

Для магістральних конвеєрів, які працюють зі змінним навантаженням протягом тривалих проміжків часу, вважається за доцільне регулювання швидкості тягового органу для забезпечення постійного навантаження вантажонесучого відгалуження конвеєра. Це дозволяє підвищити

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

енергоефективність використання конвеєрних установок, скоротити пробіг тягового органу, отже, збільшити ресурс дорогої конвеєрної стрічки.

Для багатоприводних конвеєрів електропривод повинен забезпечити вирівнювання навантажень між двигунами і усувати просковзування стрічки щодо барабанів.

З метою обмеження динамічних навантажень, забезпечення надійного зчеплення стрічки з барабаном і вантажу зі стрічкою електропривод конвеєрних установок, особливо при їх великій довжині, повинен обмежувати прискорення при пуску допустимою величиною і усувати коливальні динамічні навантаження.

У разі застосування регульованих електроприводів, що забезпечують процеси плавного пуску, регулювання швидкості стрічки конвеєрної установки, обмеження динамічних навантажень і вирівнювання навантажень між приводними двигунами, мінімальний діапазон регулювання швидкості повинен бути 10: 1.

1.8 Кінематична схема механізму

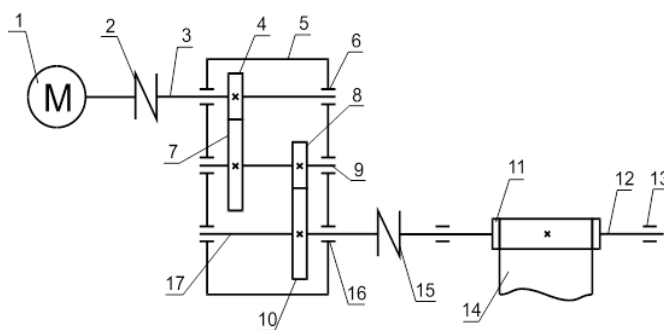


Рисунок 1.5 Кінематична схема механізму: 1. Електродвигун (мотор).

2. Муфта пружна. 3. Вал швидкохідний. 4. Вал-шестерня швидкохідної ступені. 5. Корпус редуктора. 6. Підшипниковий вузол з глухою кришкою. 7. Зубцювате колесо швидкохідної ступені. 8. Вал-шестерня тихохідної ступені. 9. Вал-шестерня проміжний. 10. Зубцювате колесо тихохідної ступені. 11.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Барабан приводний стрічкового конвеєра. 12. Вал приводного барабана. 13. Опора підшипникова приводного барабана. 14. Стрічка конвейера. 15. Муфта пружна. 16. Підшипниковий вузол з наскрізною кришкою з ущільненням. 17. Вал тихохідний.

1.9 Вихідні дані до проектування

Вантаж-Штучний вантаж

Продуктивність конвеєра - 0.8 т / ч

Довжина горизонтальної ділянки $l = 15$ м

Швидкість руху стрічки $V = 2$ м / с

Ширина стрічки $B = 1000$ мм

Діаметр ролика $D = 96$ мм

Відстань між роликівими опорами нижньої гілки $l_n = 2.4$

Відстань між роликівими опорами верхньої гілки $l_v = 1.2$

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД

2.1 Вибір типу електроприводу

Вибір системи електроприводу є одним з важливих етапів процесу проектування, так як від цього буде залежати техніко-економічний успіх проекту. Тому необхідно проаналізувати різні системи електроприводу і вибрати ту, яка в більшій мірі буде задовольняти технологічним і економічним вимогам, пред'явленим до електроприводу. Дано якісний аналіз техніко-економічного ефекту, який може бути, досягнутий в результаті заміни електроприводу постійного струму на сучасний асинхронний регульований електропривод з частотним керуванням.

Переваги асинхронного двигуна

Асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором набули найбільшого поширення в електроприводах робочих машин. Доцільним є їх використання в складі такого електропривода, де:

- не потрібне регулювання швидкості в процесі роботи;
- допустиме незначне (як правило, не більше 10%) зниження швидкості при зміні навантаження від нуля до номінального значення;
- пуски здійснюються не часто;
- момент опору на час запуску електропривода значно менший від його значення при номінальному навантаженні

До переваг асинхронних двигунів із короткозамкненим ротором можна віднести такі якості:

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Простота конструкції та експлуатації. Як правило, обслуговування таких електродвигунів полягає лише в періодичній заміні мастила в підшипникових щитах.

2. Надійність у роботі та відносна простота ремонту. Ці електродвигуни не мають ковзного електричного контакту - основного елемента, що знижує надійність інших видів електродвигунів. Заміна обмотки статора, найменш надійного елемента цього електродвигуна, є відносно нескладною операцією.

3. Відносно малі вага, габаритні розміри та вартість.

4. Можливість прямого пуску. Цей вид пуску є найпростішим, оскільки відбувається при номінальній напрузі та потребує мінімуму пускорегулюючої апаратури.

До недоліків асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором можна віднести такі характеристики:

1. Великі пускові струми. При прямому пуску і номінальному навантаженні

2. Малі значення пускових та мінімальних по відношенню до номінальних моментів

3. Складність регулювання швидкості. Незважаючи на те що швидкість асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором теоретично можна регулювати з допомогою трьох параметрів (частота напруги живлення, кількість пар полюсів і ковзання), на практиці її регулювання потребує або дорогого обладнання (наприклад, тиристорного перетворювача частоти для зміни частоти), або спеціального конструктивного виконання асинхронного двигуна (наприклад, багатошвидкісні двигуни, у яких можна змінювати

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кількість пар полюсів), або взагалі є неефективним (наприклад, зміною величини напруги живлення змінювати величину ковзання).

2.2. Вибір електродвигуна

Електропривод стрічкового конвеєра працює в режимі S1, так як тривалість циклу перевищує 10 хвилин, що досить для теплової рівноваги. Навантаження тривалий час залишається постійним.



Рисунок 2.1 Навантажувальна діаграма режиму S1

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

$$\delta = t \cdot i + \delta_1 + \delta_1 \text{ мм} \quad (1)$$

$$\delta = 0.6 \cdot 2 + 2 + 1 = 4,2 \text{ мм}$$

Визначення питомої ваги рухомих елементів конвеєра

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_{гр} = m \cdot ga, \text{Н/м} \quad (2)$$

де а- відстань між сусідніми вантажами, м, рекомендується приймати більше габаритів штучного вантажу.

$$q_{гр} = \frac{30 \cdot 9.81}{1.8} = 163.333, \text{Н/м}$$

Розподілена навантаження від стрічки

$$q_{л} = 0.011 \cdot B \cdot \delta \text{ Н/м} \quad (3)$$

$$q_{л} = 0.011 \cdot 1000 \cdot 4,2 = 46.2 \text{ Н/м}$$

де В- ширина стрічки, мм; δ – товщина стрічки, мм.

Розподілена навантаження від обертових роликкоопор масою m_p на робочій і зворотної гілці, відповідно:

$$q_{pp} = 0.1 \cdot \frac{g \cdot m_p}{l_p} \text{ Н/м} \quad (4)$$

$$q_{px} = 0.1 \cdot \frac{g \cdot m_p}{l_x} \text{ Н/м} \quad (5)$$

На робочій гілці при переміщенні штучних вантажів відстань між роликкооперами 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 порожньому відгалуженні відстань між роликкооперами звичайно дорівнює $l_x = 2l_p$

Вберемо $l_p = 1,3$ и $l_x = 2,6$

Маса роликкоопори $m_p = 15$ кг

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При підстановці значень в формулу (4) і (5) для знаходження розподіленого навантаження від маси обертових частин роликів опор

$$q_{pp} = 0.1 \cdot \frac{9.81 \cdot 15}{1.3} = 11.308 \text{ Н/м}$$

$$q_{px} = 0.1 \cdot \frac{9.81 \cdot 15}{2.6} = 5.654 \text{ ,Н/м}$$

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

$$S_{сб} = 8 \cdot q_{pp} \cdot q_{px} \cdot \cos \alpha \quad (6)$$

$$S_{сб} = 11.308 \cdot 5.654 \cdot \cos \alpha = 509.537 \text{ Н}$$

Тяговий розрахунок конвеєра

Методом послідовного підсумовування сил опору руху стрічки по всій трасі конвеєра визначаємо тягове зусилля на приводному барабані. Трасу поділяємо на ділянки, нумерацію яких починають від точки збігання стрічки з приводного барабана. Схема траси представлена на малюнку 2.2

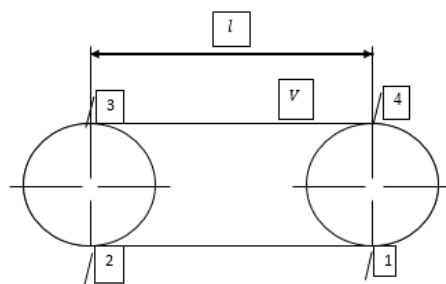


Рисунок 2.2 Схема траси.

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

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$W_{1-2} = (q_{px} + q_l)^l \cdot w_x \quad (7)$$

$$W_{3-4} = (q_{px} + q_{pp} + q_l)^l \cdot w_p \quad (8)$$

w_x и w_p – коефіцієнти опору роликоопор холостий і робочої гілки конвеєра,

$$w_x = 0,018 \quad w_p = 0,020$$

$$W_{1-2} = (5.654 + 46.2)^{15} \cdot 0.018 = 9.484 \text{ Н}$$

$$W_{3-4} = (5.654 + 11.308 + 46.2)^{15} \cdot 0.020 = 2.032 \text{ Н}$$

У горизонтальних стрічкових конвеєрів з гумовотканинної стрічкою при довжині менше 50 м застосовують гвинтові натяжні пристрої.

Натяг стрічки в точці 1 визначається

$$S_{сб} = S_1 = \frac{K_3 \cdot \Sigma W_i}{e^{fa} - K \cdot K_3} \quad (9)$$

де $K = 1,1$ – загальний коефіцієнт місцевих опорів

W_i сили опору руху на прямолінійних ділянках

K_3 – коефіцієнт запасу приймається 1,2

$e^{fa} = 2,5$ визначається в залежності від кута обхвату і матеріалу барабана

$$S_{сб} = S_1 = 11.711 \text{ Н} \quad (10)$$

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

$$W_{2-3} = K_c \cdot S_2 \quad (11)$$

де: $K_c = 1,1$ – загальний коефіцієнт місцевих опорів

S_2 натяг в точці траси 2

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_2 = S_1 + W_{1-2} \quad (12)$$

$$S_2 = 21.195 \text{ Н}$$

Отримуємо $W_{2-3} = 23.315 \text{ Н}$

Натяг в точці траси 3 знайдемо

$$S_3 = S_2 + W_{2-3} \quad (13)$$

$$S_3 = 44.51 \text{ Н}$$

Натяг в точці 4 знайдемо за формулою

$$S_4 = S_3 + W_{3-4} \quad (14)$$

$$S_4 = 46.542 \text{ Н}$$

Сила опору на ділянці

$$W_{1-4} = K_c \cdot S_4 \quad (15)$$

$$W_{1-4} = 51.196 \text{ Н}$$

Потужність електродвигуна P (кВт) розраховується за формулою:

$$P = \frac{K \cdot N_0}{\eta} \text{ кВт} \quad (16)$$

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

$\eta= 0,6-0,85$ ККД приводу;

P_o - потужність на приводному валу, кВт.

$$P_o = \frac{\Sigma W \cdot v}{102 \cdot \eta_{\text{бар}}} \text{ кВт} \quad (17)$$

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\eta_{\text{бар}}$ - ККД барабанов;

v - швидкість руху конвеєра, м/с

$$\eta_{\text{бар}} = \frac{1}{1 + \omega_{\delta} \cdot (2K_s - 1)} \quad (18)$$

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

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

Потужність на приводному валу розраховуємо:

$$P_o = 1.195 \text{ кВт}$$

$$P = \frac{K \cdot N_o}{\eta} \text{ кВт} \quad (19)$$

$$P = \frac{1.4 \cdot 1.195}{0.85} = 1.968 \text{ кВт}$$

Так як необхідний двигун не повинен використовуватися на шкідливих виробництвах і не вимагає спеціального захисту. За розрахованої номінальної потужності електропривода, вибирається двигун марки МТКМ111-6 з короткозамкненим ротором, він краще двигуна з фазним ротором, тим що цьому двигуну не треба додатковий опір для регулювання обертання.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 Технічна характеристика двигуна МТКМ111-6

Номінальна потужність P_N	кВт	2.2
Номінальна швидкість n_N	об/хв	895
Номінальний момент M_N	Н·м	0.023
Коефіцієнт потужності $\cos\varphi_N$	-	0,78
Номінальний струм I_N	А	6.3
Момент інерції J	кг·м ²	0,0462
Число пар полюсов P	-	3
Активний опір фази статора R_1	Ом	4.33
Індуктивний опір фази статора X_1	Ом	2.61
Активний опір фази ротора R_2	Ом	4.3
Індуктивний опір фази ротора X_2	Ом	1.88
ККД	%	0.84

Розраховуємо потужності, що передаються валами редуктора

$$P_1 = P_{\text{ел.дв.нео}} \cdot \eta_m \cdot \eta_{\text{по}}; \quad (20)$$

де η_m - ККД муфти, $\eta_m = 0,98$

$\eta_{\text{по}}$ - ККД однієї пари підшипників ведучого вала редуктора, $\eta_{\text{по}} = 0,995$.

Тоді,

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_1 = 2193.523 \cdot 0.98 \cdot 0.995 = 2138.904 \text{ Вт};$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_3 \cdot \eta_{\text{по}}; \quad (21)$$

де: η_3 - ККД зубчатого зачеплення дорівнює 0,975.

$$P_2 = 2138.904 \cdot 0.975 \cdot 0.995 = 2075.005 \text{ Вт.}$$

Розраховуємо частоту обертання валів редуктора визначаємо за виразом

$$n_1 = n_{\text{ел.дв}} = 895 \text{ об/хв};$$

$$n_2 = \frac{n_1}{u} \text{ об/хв}; \quad (22)$$

$$n_2 = \frac{895}{2} = 447.5 \text{ об/хв};$$

де: u передавальне число косозубого зубчастого зачеплення, $u = 2,0$.

Визначаємо кутові швидкості валів

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} \text{ с}^{-1}; \quad (23)$$

$$\omega_1 = \frac{3.14 \cdot 895}{30} = 93.677 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} \text{ с}^{-1}; \quad (24)$$

$$\omega_2 = \frac{3.14 \cdot 447.5}{30} = 46.862 \text{ с}^{-1};$$

Обчислюємо обертаючі моменти валів за формулою

$$M_1 = \frac{P_1}{\omega_1} \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad (25)$$

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_1 = \frac{2138.904}{93.677} = 22.833 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_1 = \frac{P_2}{\omega_2} \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad (26)$$

$$M_1 = \frac{2075.005}{46.862} = 44.279 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

2.3 Вибір перетворювача

Відповідно до технічних вимог до електроприводу, вибираємо перетворювач частоти ATV930U22N4 компанії Schneider Electric (Франція). Практична експлуатація таких перетворювачів підтвердила їх хороші технічні, експлуатаційні та енергетичні характеристики. Технічні характеристики перетворювача наведені в таблиці 2.2.

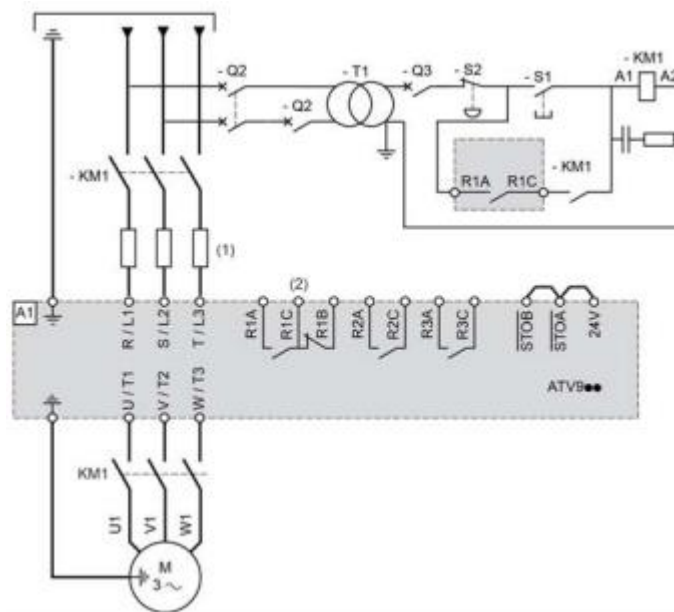


Рисунок 2.3. Принципова схема підключення перетворювача частоти до двигунів

Таблиця 2.2 Технічна характеристика перетворювача частоти ATV930U22N4

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Параметр	Одиниця вимірювання	Значення
Тип	-	ATV930U22N4
Номінальна потужність (двигуна)	кВт	2.2
Вихідна напруга	В	3×380
Номінальний вихідний струм	А	4.3
Діапазон зміни частоти	Гц	0,1...599

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

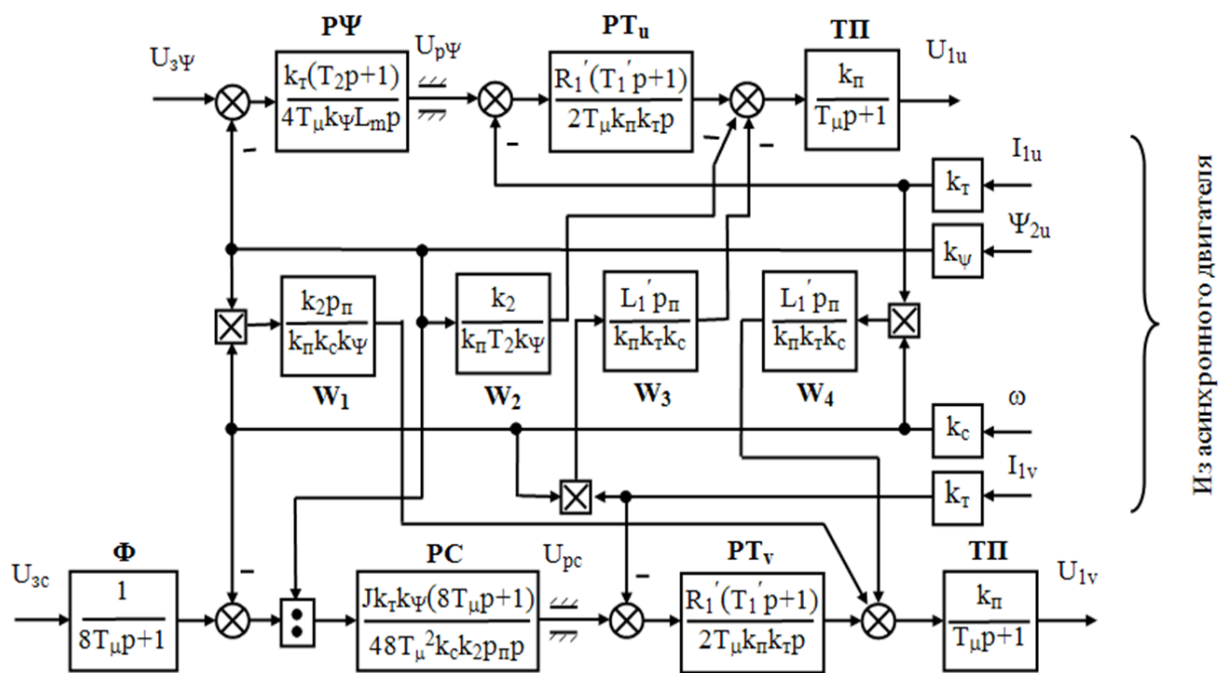


Рисунок. 2.4. Структурна схема САР електроприводу з векторним керуванням.

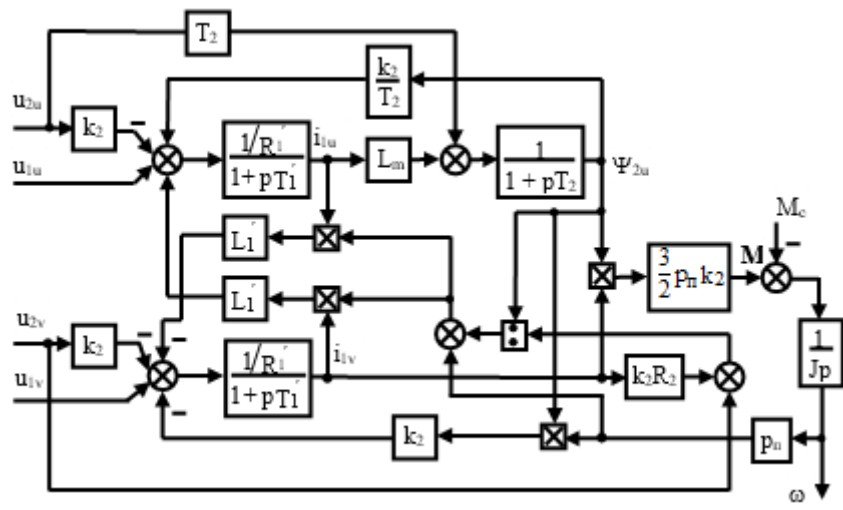


Рисунок. 2.5. Структурна схема асинхронного двигуна в системі відліку, пов'язаної з вектором потокозцеплення ротора ψ_2

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

Мета імітаційних досліджень електроприводу конвеєра полягала в перевірці працездатності електроприводу у всіх основних технологічних режимах роботи:

- пуск електроприводу на мінімальну швидкість і максимальну;
- наброс і скидання навантаження;

Імітаційний повний цикл роботи електроприводу конвеєра показаний на Рисунку 3.2 та Рисунку 3.3.

Отримані результати імітаційних досліджень підтверджують здатність частотно-регульованого електроприводу конвеєра забезпечити технічні вимоги по діапазону регулювання швидкості і по перевантажувальній здатності.

Розрахунок параметрів САР і моделювання проводимо у відносних одиницях.

Параметри ланок, використовувані в моделі :

Базовий опір:

$$Z_b = \frac{(U_H \cdot \sqrt{3})}{(I_H \cdot \sqrt{3})} \text{ Ом} \quad (27)$$

$$Z_b = \frac{(380 \cdot \sqrt{3})}{(6.2 \cdot \sqrt{3})} = 60.317 \text{ Ом}$$

Опори в ланцюзі статора:

$$R_{1b} = R_1 \cdot Z_b \text{ Ом} \quad (28)$$

$$R_{1b} = 4.33 \cdot 60.317 = 261.172 \text{ Ом}$$

$$X_{1b} = X_1 \cdot Z_b \text{ Ом} \quad (29)$$

$$X_{1b} = 2.61 \cdot 60.317 = 157.427 \text{ Ом}$$

Опори в ланцюзі ротора:

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{2b} = R_2 \cdot Z_b, \text{ Ом} \quad (30)$$

$$R_{2b} = 4.3 \cdot 60.317 = 259.363 \text{ Ом}$$

$$X_{2b} = X_2 \cdot Z_b \text{ Ом} \quad (31)$$

$$X_{2b} = 1.88 \cdot 60.317 = 113.395 \text{ Ом}$$

Коефіцієнт зворотного зв'язку по струму:

$$k_t = \frac{U_b}{2 \cdot I_{\phi H} \cdot 2^{0.5}} \quad (32)$$

$$k_t = \frac{10}{2 \cdot 3.637 \cdot 2^{0.5}} = 0.972$$

Коефіцієнт зворотного зв'язку за швидкістю:

$$k_s = \frac{U_b}{w \cdot \frac{\pi}{30}} \quad (33)$$

$$k_s = \frac{10}{895 \cdot \frac{3.14}{30}} = 0.107$$

Коефіцієнт електромагнітного зв'язку ротора:

$$k_2 = \frac{L_m}{L_2} \quad (34)$$

$$k_2 = \frac{0.894}{0.965} = 0.926$$

Постійна часу ротора:

$$T_2 = \frac{L_2}{R_2} \quad (35)$$

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_2 = \frac{0.965}{5.241} = 0.184$$

Номинальне потокозчеплення:

$$\Psi_H = \frac{I_H}{1.5 \cdot \sqrt{2} \cdot I_H \cdot 2p \cdot k_2} \quad (36)$$

$$\Psi_H = \frac{6.3}{1.5 \cdot \sqrt{2} \cdot 6.3 \cdot 6 \cdot 0.926} = 0.085$$

Коефіцієнт зворотного зв'язку по потокозчепленню:

$$k_\Psi = \frac{U_b}{\Psi_H} \quad (37)$$

$$k_\Psi = \frac{10}{0.085} = 117.647$$

Передаточна функція регулятора швидкості :

$$W_{PC}(p) = \frac{J \cdot k_t \cdot k_\Psi (8 \cdot T_\mu \cdot p + 1)}{48 \cdot T_\mu^2 \cdot k_C \cdot k_2 \cdot p_n \cdot p} \quad (38)$$

Тоді пропорційна частина РШ :

$$W_{PC}(p) = \frac{J \cdot k_t \cdot k_\Psi (8 \cdot T_\mu \cdot p + 1)}{48 \cdot T_\mu^2 \cdot k_C \cdot k_2 \cdot p_n \cdot p} \quad (39)$$

$$W_{PC}(p) = \frac{0,046 \cdot 0.972 \cdot 117.647}{6 \cdot 0.001 \cdot 0.107 \cdot 0.926 \cdot 4} = 2212.070$$

Інтегральна частина:

$$W_{PCИ}(p) = \frac{J \cdot k_t \cdot k_\Psi}{48 \cdot T_\mu^2 \cdot k_C \cdot k_2 \cdot p_n} \quad (40)$$

$$W_{PCИ}(p) = \frac{0,046 \cdot 0.972 \cdot 117.647}{48 \cdot 0.001^2 \cdot 0.107 \cdot 0.926 \cdot 4} = 276508$$

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Передаточна функція регулятора потокозчеплення:

$$W_{p\Psi}(p) = \frac{k_t \cdot (T_2 \cdot p + 1)}{4 \cdot T_\mu \cdot k_\psi \cdot L_m \cdot p} \quad (41)$$

Пропорційна частина регулятора потокозчеплення:

$$W_{p\Psi\Pi}(p) = \frac{k_t \cdot T_2}{4 \cdot T_\mu \cdot k_\psi \cdot L_m} \quad (42)$$

$$W_{p\Psi\Pi}(p) = \frac{0.972 \cdot 0.184}{4 \cdot 0.001 \cdot 117.647 \cdot 0.895} = 0.425$$

Інтегральна частина регулятора потокозчеплення:

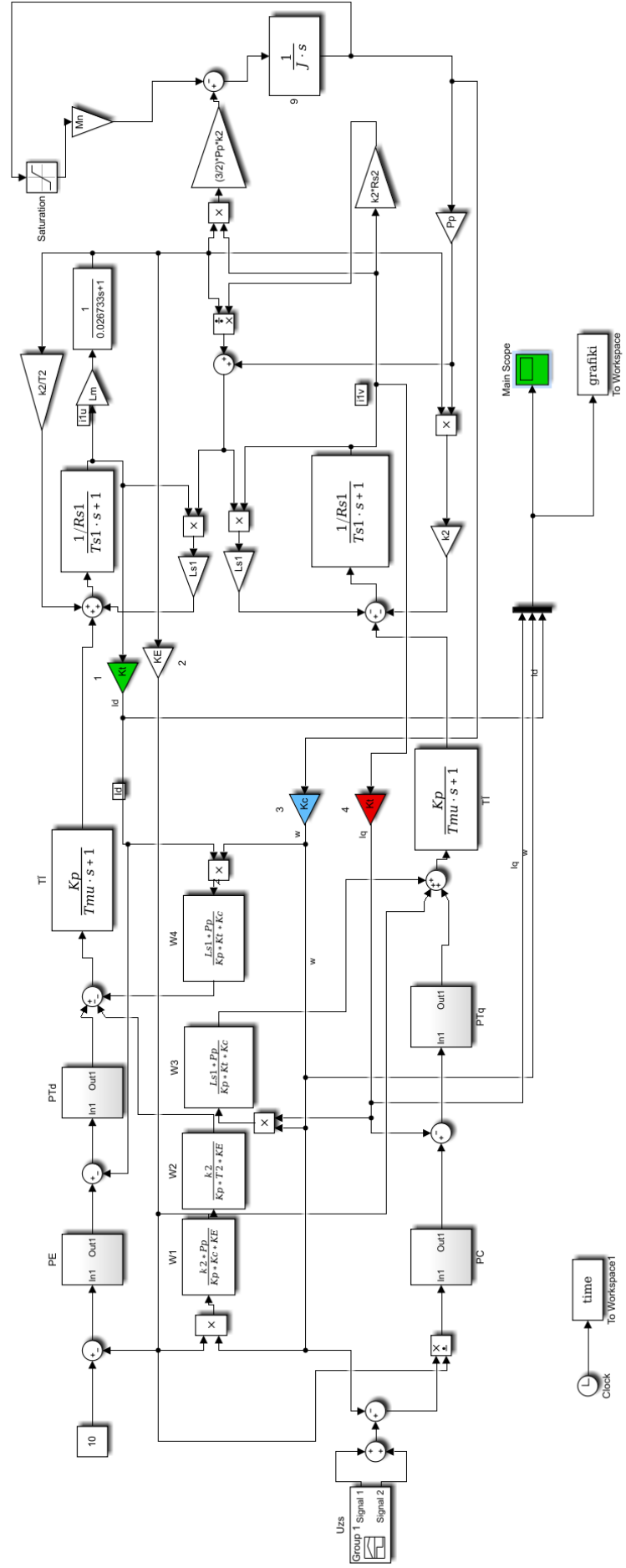
$$W_{p\Psi I}(p) = \frac{k_t \cdot (T_2 \cdot p + 1)}{4 \cdot T_\mu \cdot k_\psi \cdot L_m} \quad (43)$$

$$W_{p\Psi I}(p) = \frac{1.508544}{4 \cdot 0.001 \cdot 117.647 \cdot 0.895} = 3.582$$

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

використовуються для

Розрахункові параметри САР
 програмування перетворювача частоти.



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки

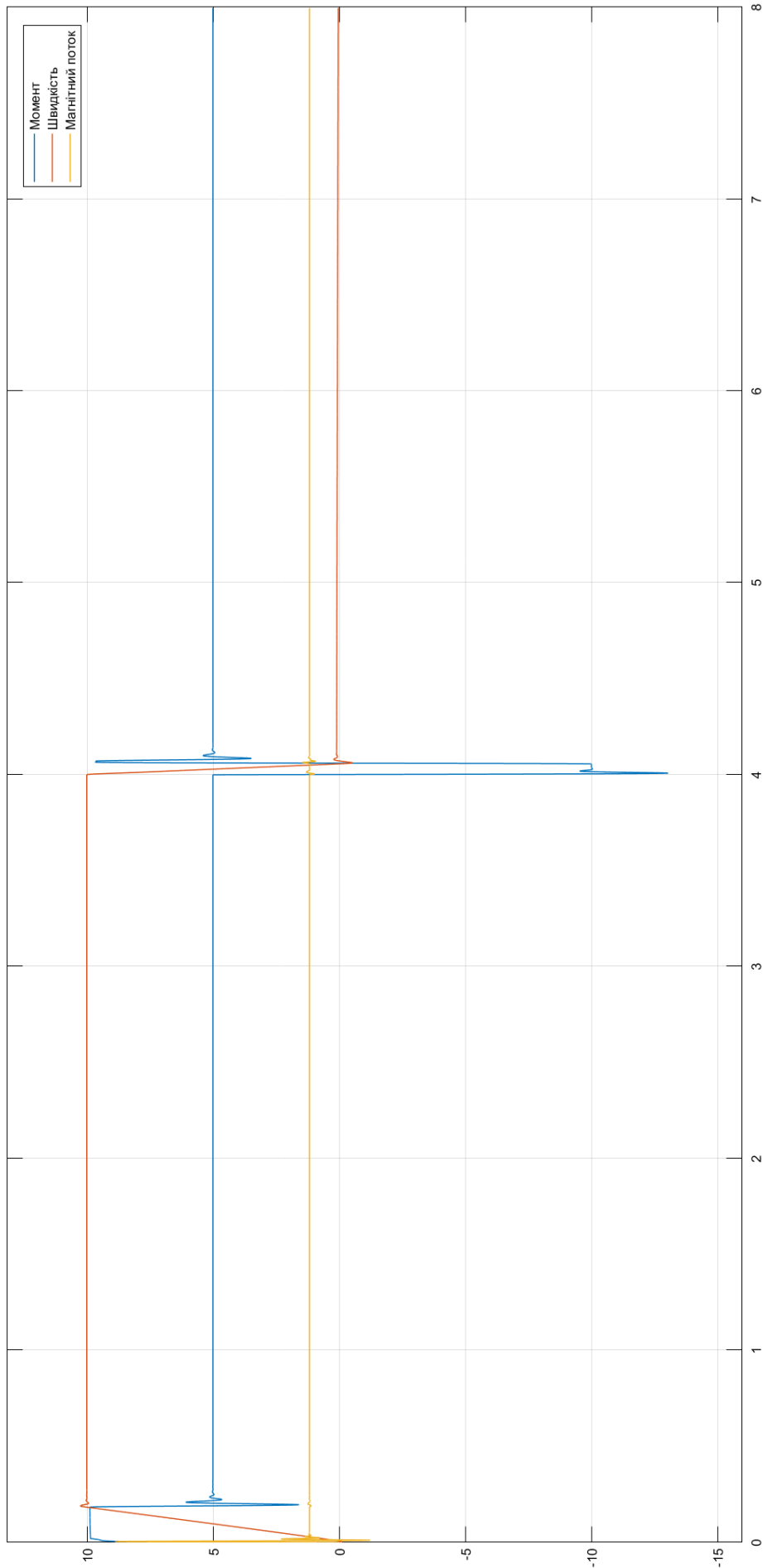


Рисунок 3.2 Графіки перехідних процесів

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки

Арк.

37

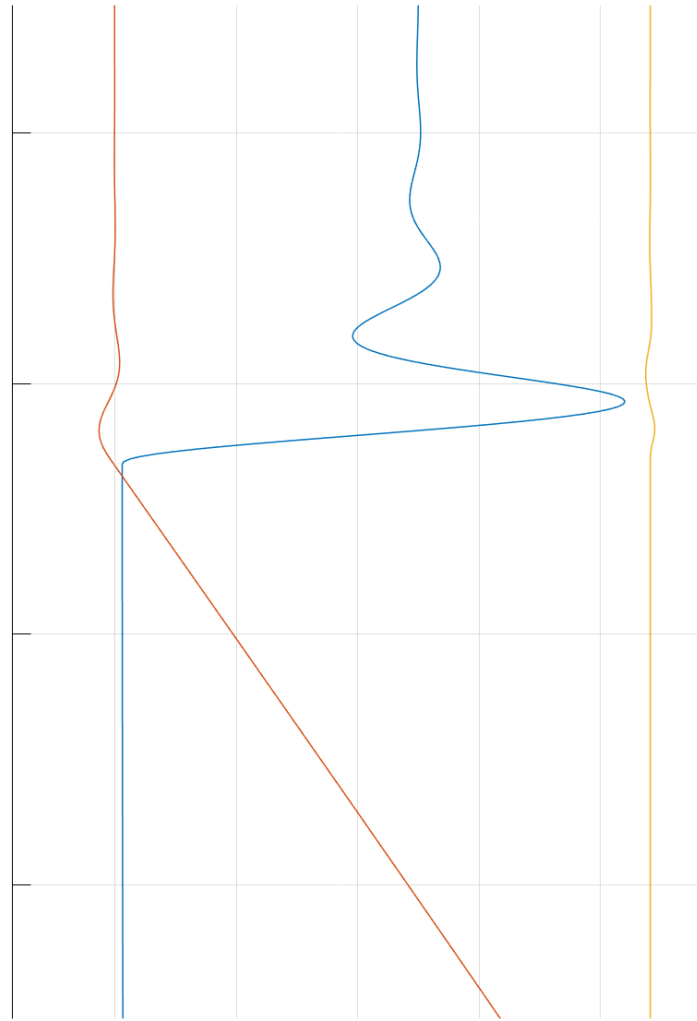


Рисунок. 3.3 Графіки перехідних процесів при пуску двигуна

Висновок: в розділі «дослідження динаміки електроприводу» отримано перехідний процес, який задовольняє нашим вимогам.

Управління електроприводами полягає в здійсненні пуску, регулювання швидкості, гальмування, а також підтримки режиму роботи приводу відповідно до вимог технологічного процесу.

У найпростіших випадках пуск, регулювання швидкості і гальмування здійснюється за допомогою апаратів ручного керування. Застосування цих апаратів пов'язано з додатковою витратою часу на управління і, отже, знижує продуктивність механізму. Крім того, застосування апаратів ручного керування виключає можливість дистанційного керування, що неприйнятно в ряді сучасних автоматизованих установок.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Прагнення усунути подібні недоліки ручного управління привело до створення апаратів напівавтоматичного і автоматичного управління.

Автоматичне управління електроприводами є одним з основних умов підвищення продуктивності механізмів і виробництва продукції високої якості.

Крім того, автоматизація спрощує обслуговування механізмів, дає можливість здійснити дистанційне керування електроприводами. Останнє особливо важливо там, де не можна управляти двигунами в безпосередній близькості за умовами територіального розташування машин або в зв'язку з особливостями технологічного процесу.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

У розділі дипломного проекту розглянуті питання охорони праці, пов'язані з роботою стрічкового транспортера, а саме з безпекою роботи машиніста, та персоналу, який знаходиться у робочій зоні дії транспортера.

4.1. Загальні положення

До самостійних робіт на транспортері допускаються особи, які мають професійні навички роботи на транспортері та пройшли медичний огляд.

Машиніст стрічкового транспортера (транспортувальник), якого приймають на роботу, повинен пройти вступний інструктаж з охорони праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки, прийомів і способів надання долікарської допомоги потерпілим та бути ознайомлений під розпис з умовами праці, правилами і пільгами щодо роботи в шкідливих та небезпечних умовах праці, про правила поведінки при виникненні аварій.

До початку роботи безпосередньо на робочому місці машиніст стрічкового транспортера (транспортувальник) повинен пройти первинний інструктаж з безпечних прийомів виконання робіт.

Про проведення вступного інструктажу та інструктажу на робочому місці робляться відповідні записи в Журналі реєстрації вступного інструктажу з питань охорони праці і Журналі реєстрації інструктажів з питань охорони праці. При цьому обов'язкові підписи як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував.

Машиніст стрічкового транспортера (транспортувальник) після первинного інструктажу на робочому місці має протягом 2–15 змін (залежно від стажу, досвіду і характеру роботи) пройти стажування під керівництвом досвідченого кваліфікованого машиніста стрічкового транспортера

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(транспортувальника), який призначається наказом (розпорядженням) по підприємству.

Повторний інструктаж з правил і прийомів безпечного ведення роботи і охорони праці машиніст стрічкового транспортера (транспортувальник) повинен проходити:

- періодично, не рідше одного разу на квартал;
- при незадовільних знаннях з охорони праці не пізніше місячного строку;
- у зв'язку з допущеним випадком травматизму або порушенням вимог охорони праці, що не призвело до травми.

Машиніст стрічкового транспортера (транспортувальник) повинен працювати у спецодязі і взутті, а також засобах індивідуального захисту, передбачених Типовими галузевими нормами: костюмі бавовняному пилозахисному, черевиках шкіряних, рукавицях комбінованих, окулярах захисних (від механічних пошкоджень), касці, крім того, на зовнішніх роботах і в неопалювальних галереях взимку додатково – куртці і брюках бавовняних на утеплювальній прокладці.

Спецодяг, спецвзуття і засоби індивідуального захисту мають бути справні і відповідати зросту і розміру.

Машиніст стрічкового транспортера повинен користуватись тільки справним інструментом.

Забороняється допускати до технічного обслуговування та ремонту осіб, які не мають на це права.

Машиністові стрічкового транспортера забороняється залишати без догляду працюючий транспортер.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Електричні проводи в межах стрічкового транспортера і від транспортера до рубильника мають бути вміщені у гумовий шланг і захищені від механічних пошкоджень. Раму транспортера необхідно заземляти.

Транспортери, під якими можуть перебувати або проходити люди, повинні бути обладнані бортами, а над проходом встановлена металева сітка.

Забороняється прохід по стрічках транспортера як у подовжньому, так і в поперечному напрямках.

Верхній кінець стрічкового транспортера повинен перекривати вантажоприймальну площадку на довжину не менше 0,5 м.

При подаванні пильних матеріалів (цементу, вапна, алебастру та ін.) транспортери мають бути закриті, щоб не допустити розпорошення матеріалів.

При транспортуванні штучних матеріалів транспортер повинен бути обладнаний бортами заввишки не менше половини граничних габаритів, а його барабан на боці розвантаження повинен заходити не менше, ніж на 0,5 м углиб приймальної площадки.

Для приймання штучних вантажів у транспортера має бути встановлений спеціальний приймальний пристрій. Забороняється приймати штучні вантажі вручну безпосередньо з транспортерної стрічки.

4.2. Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком роботи машиніст стрічкового транспортера повинен:

- старанно оглянути частини механізмів стрічкового транспортера;
- чи щільно прилягають колодки стрічки до поверхні барабана і чи немає пошкоджень у стрічці;
- чи достатні захисні засоби рухомих частин механізму, чи міцне їх кріплення;

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– перевірити при пробному пуску транспортера легкість обертання барабанів і роликів, рух стрічки, чи достатній її натяг, а також стан захисних засобів противаги натяжного пристрою;

– надіти спецодяг, спецвзуття, а при потребі, і засоби індивідуального захисту;

– оглянути стан пускової електроапаратури, відповідних запобіжників, а також заземлення електродвигунів;

– після огляду механізмів транспортера та усунення несправностей машиніст повинен змастити всі тертьові деталі агрегату.

4.3. Вимоги безпеки під час виконання роботи

Перед пуском транспортера слід переконатись у відсутності на ньому залишків матеріалів, інструменту та інших сторонніх предметів, а також попередити робітників, які обслуговують механізм звуковим сигналом про його пуск. Забороняється присутність сторонніх осіб біля механізму при пуску його в роботу.

Зробити пробний пуск транспортера без завантаження. Якщо при цьому не виявляться будь-які несправності, його слід поступово завантажувати.

Під час пробного запуску необхідно перевірити правильність роботи всіх частин машини.

Для забезпечення нормальної роботи стрічкових транспортерів необхідно додержуватись таких правил:

- систематично спостерігати за роботою роликкоопор;
- постійно спостерігати за роботою натяжних пристроїв;
- регулярно оглядати завантажувальні воронки, розвантажувальні і очисні пристрої.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Машиністові транспортера забороняється:

- зупиняти стрічкові транспортери в завантаженому стані (за винятком аварійних випадків);
- очищати і ремонтувати під час руху;
- відвертати збігання стрічки вбік за допомогою упору, усувати буксування стрічки на приводному барабані, підсипаючи каніфоль, пісок та інші матеріали.

Забороняється під час роботи транспортера усувати ковзання транспортерної стрічки, підсипаючи пісок, глину, шлак, каніфоль, гудрон і т.п. між стрічкою та барабаном, натягати, укріплювати, виправляти стрічку, переставляти ролики, що підтримують стрічку, а також очищати натяжні і приводні станції (барабани), зірочки вручну.

Ці операції дозволяється проводити при виключеному електродвигуні, коли запобіжники та вилки розриву зняв електрик.

При експлуатації стрічкового транспортера в умовах, коли вся траса не проглядається, в місцях пуску має бути встановлена двостороння звукова сигналізація. Пряму сигналізацію з управлінням з місця пуску транспортера допускається застосовувати особисто лише у випадках, коли транспортер проглядається повністю на всю його довжину.

4.4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

По закінченні роботи машиніст стрічкового транспортера повинен:

- повідомити робітників про припинення завантаження стрічкового транспортера матеріалами;
- зупинити механізм і виключити рубильник; ящик, у якому він встановлений, замкнути на замок.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оглянути і очистити частини механізму від бруду, матеріалу і пилу. При очищенні механізмів необхідно користуватись запобіжними окулярами.

Після закінчення зміни і перед початком роботи необхідно періодично змащувати підшипники, ролики, які не крутяться, і несправні замінити.

По закінченні роботи машиніст стрічкового транспортера повинен зняти спецодяг, очистити його від пилу та іншого бруду і віднести у відведене для зберігання місце. Потім вимити обличчя і руки теплою водою з милом або прийняти душ.

Про всі несправності, виявлені при огляді або роботі транспортера, машиніст повинен повідомити механіка або змінника.

4.5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

Якщо на стрічці транспортера виявлені надриви металу, різкі прогини і дефекти зварних швів, роботу слід негайно припинити. Оглядати стрічку необхідно перед початком кожної зміни.

Забороняється гасити проводи або електрокабель, які горять, не виключивши напруги.

В разі пожежі необхідно негайно відвести людей на безпечну відстань, повідомити пожежну охорону та вжити заходів до гасіння.

В разі раптового припинення подачі струму машиніст стрічкового транспортера повинен виключити рубильник і загальмувати механізм.

Негайно виключити струм при таких обставинах:

- при поломці якоїсь деталі механізму;
- при нещасному випадку, що трапився біля механізму з кимсь із обслуговуючого персоналу;
- в разі виникнення пожежі в зоні робіт.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При нещасних випадках машиніст стрічкового транспортера повинен надати потерпілому першу медичну допомогу, а при невідкладних випадках викликати швидку медичну допомогу і негайно повідомити адміністрації про нещасний випадок.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Вступ

Метою даного розділу дипломного проекту є розрахунок економічних показників технічного рішення щодо модернізації електропривода головного підйому мостового крану. Суть технічного рішення полягає у впровадженні перетворювача частоти замість релейно-контакторної системи регулювання.

Впровадження частотного регулювання електроприводів (ЧРП) дозволяє:

- підвищити надійність роботи устаткування і систем;
- автоматизувати виробництво;
- економити ресурси і енергію.

Частотне регулювання ефективно застосовується на підприємствах енергетики, промисловості і комунального господарства.

Застосування пристроїв плавного регулювання частоти обертання двигунів дає ряд додаткових переваг, а саме:

- плавний пуск і зупинку двигуна виключає шкідливу дію перехідних процесів в технологічному устаткуванні;
- пуск двигуна здійснюється при струмах, обмежених на рівні номінального значення, що підвищує довговічність двигуна, знижує вимоги до потужності живлячої мережі і потужності комутуючої апаратури;
- можлива модернізація діючих технологічних агрегатів без заміни основного устаткування і практично без перерв в його роботі.

Для обґрунтування економічної доцільності запропонованого в дипломному проекті обладнання необхідно вирішити наступні завдання:

1. Розрахунок капітальних витрат
2. Розрахунок експлуатаційних витрат
3. Розрахунок і аналіз показників економічної ефективності

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1. Розрахунок капітальних інвестицій

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

- витрати на придбання обладнання, техніки, технології, технічних засобів контролю та обліку витрачання ресурсів, приладів діагностики стану обладнання тощо;
- витрати, пов'язані з виконанням будівельно-монтажних робіт;
- витрати, пов'язані з виконанням монтажних-налагоджувальних робіт;
- витрати фінансових коштів на проведення проектно-конструкторських робіт, підготовку персоналу та виконання інших робіт, необхідних для реалізації технічного рішення.

Таблиця 5.1.

Зведення капітальних витрат

№п/п	Найменування технічних засобів (комплектуючих виробів)	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн.
1	Асинхронний двигун МТКМ111-6	1	9 152	9 152
2	Перетворювач частоти АТV930U22N4	1	18 296	18 296
			ВСЬОГО	27448

Вартість монтажно-налагоджувальних робіт виконується робітниками підприємства та фактичними даними підприємства за формулою.

Відповідно до держбюджету – 2019 року, мінімальна зарплата з 1 січня 2019 року становить 4173 гривень на місяць.

Для монтажника 4 розряду з урахуванням тарифного коефіцієнту 1,57 місячна тарифна заробітна плата дорівнюватиме:

$$ЗП_{\text{тар1}} = 4173 * 1,57 = 6552 \text{ грн}$$

Звідси знайдемо годинну тарифну ставку: $6552 \text{ грн} / 172 \text{ год} = 38 \text{ грн/год}$

Коефіцієнти були взяті з Інтерпайп НТЗ [6]

Витрати на монтажні (Z_M) та на налагоджувальні роботи (Z_H) можна визначити наступним чином:

Таблиця 5.2

Витрати на монтажні роботи (B_M)

№ п/п	Найменування витрат	Один. вим.	позначення	значення
1	Кількість робітників	-	Ч	2
2	Часова тарифна ставка монтажника четвертого розряду	грн/год	a	38
3	Час для виконання робіт	год	t	15
4	Коефіцієнт, що враховує розмір доплат	-	K_d	1,27
5	Коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальні заходи	-	K_{cm}	1,22
6	Коефіцієнт, що враховує інші витрати	-	K_{np}	1,05

$$Z_m = \sum (C_i * a_i * t_i) * K_d * K_{cm} * K_{pr}$$

$$Z_m = 2 \cdot 38 \cdot 15 \cdot 1.27 \cdot 1.22 \cdot 1.05 = 1855 \text{ грн}$$

Для монтажника 5 розряду з урахуванням тарифного коефіцієнту 1,95 місячна тарифна заробітна плата дорівнюватиме:

$$ЗП_{тар2} = 4173 * 1,95 = 8\ 137 \text{ грн}$$

Звідси знайдемо годинну тарифну ставку: 8137 грн / 172 год = 47 грн/год

Таблиця 5.3

Витрати на налагоджувальні роботи (B_H)

№ п/п	Найменування витрат	Один. вим.	позначення	Значення
1	Кількість робітників		Ч	1
2	Часова тарифна ставка монтажника п'ятого розряду	грн/год	a	47,3
3	Час для виконання робіт	Год	t	8
4	Коефіцієнт, що враховує розмір доплат	-	K_d	1,27
5	Коефіцієнт, що враховує відрахування на єдиний соціальний внесок	-	K_{cm}	1,22
6	Коефіцієнт, що враховує інші витрати	-	K_{pr}	1,05

$$Z_H = \sum (C_i * a_i * t_i) * K_d * K_{CM} * K_{np}$$

$$Z_H = 1 \cdot 8 \cdot 47.3 \cdot 1,27 \cdot 1,22 \cdot 1,05 = 616 \text{ грн.}$$

де C_i – чисельність працівників i -го розряду, необхідних для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), чол.

a_i – годинна тарифна ставка працівника i -го розряду, грн.

t_i – час, необхідний для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), год.

K_d – коефіцієнт, що враховує розмір доплат;

K_{CM} – коефіцієнт, що враховує єдиний соціальний внесок;

K_{np} – коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт.

Вартість транспортно-заготівельних і складських витрат ($Z_{TЗС}$)

визначається виходячи з:

- відстані доставки обладнання від місця придбання до місця експлуатації;
- кількості, маси і габаритів устаткування;
- виду транспортних засобів;
- транспортних тарифів;
- розцінок на вантажно-розвантажувальні роботи;
- витрат на складську обробку.

Транспортно-заготівельні і складські витрати за спрощеним методом визначаються у відсотках від вартості устаткування, матеріалів, виробів, конструкцій (5-7%) або за фактичними витратами.

Транспортно-заготівельні і складські витрати розраховуємо згідно прейскуранта цін фірми «МАК-ТРАНС» [7] станом на 5.05.2019

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Машина «Газель» вантажопідйомністю до 2т ваги, 5 грн за 1км .

Відстань: 476,3 км

Таким чином, загальна сума дорівнює:

$$K_{\text{ТЗС}} = 5 \cdot 476,3 = 2381 \text{ грн}$$

Таким чином, капітальні інвестиції на здійснення проектного варіанта складають:

$$K_{\text{П}} = K_{\text{об}} + K_{\text{ТЗС}} + K_{\text{М(Н)}}$$

де $K_{\text{об}}$ – вартість устаткування за зведенням витрат (без ПДВ), тис. грн.;

$K_{\text{ТЗС}}$ – транспортно-заготівельні і складські витрати, тис. грн.;

$K_{\text{М(Н)}}$ – витрати на монтаж і налагодження устаткування, тис. грн.

$$K_{\text{П}} = 27448 + 2381 + (1854.63 + 616) = 32300 \text{ грн}$$

$K_{\text{дем}} = K_{\text{М}}$ так як в монтажних роботах відбувається ті ж самі процеси що и в демонтажних.

Повні капітальні витрати можуть бути визначені в такий спосіб

$$K_{\text{пов}} = K_{\text{П}} + K_{\text{дем}} + K_{\text{зал}} = 32300 = 32300 \text{ грн}$$

де $K_{\text{зал}}$ – залишкова вартість устаткування, що демонтується, будинків, споруд, тис. грн. Витрати на придбання технічних засобів оформляються у вигляді зведення капітальних витрат за розділами (табл. 5.4)

Таблиця 5.4

Зведення капітальних інвестицій, тис. грн.

№	Найменування технічних засобів (обладнання)	Кількість	Ціна за одиницю,	Сума, грн.
---	--	-----------	---------------------	------------

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

п/п			грн.	
1	Електрообладнання			
	Асинхронний двигун МТКМ111-6	1	9 152	9 152
	Перетворювач частоти ATV930U22N4	1	18 296	18 296
2	Будівельно-монтажні роботи			
3.2	Монтаж та налагодження	1	2471	2471
	УСЬОГО			29919

5.2. 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.

До основних статей експлуатаційних витрат по електротехнічному устаткуванню та енергомережам відносяться:

1. Амортизаційні відрахування (C_a).
2. Заробітна плата обслуговуючого персоналу (C_3).
3. Єдиний соціальний внесок (C_c).
4. Витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж ($C_{пр}$).
5. Вартість втрат електроенергії (C_e).
6. Інші витрати ($C_{ін}$).

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк. 53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C = C_a + C_z + C_c + C_{пр} + C_e + C_{ін}$$

5.2.1. Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи з терміну його корисного використання. Термін корисного використання об'єктів основних засобів для нарахування амортизації, приймається як мінімально допустимих .

Таблиця 5.5

Мінімально допустимі терміни корисного використання за окремими групами основних засобів

Групи	Мінімально допустимі терміни корисного використання, років
група 3 – будівлі;	20
– споруди;	15
– передавальні пристрої	10
група 4 – машини і обладнання;	5
– електронно-обчислювальні машини, інші машини для автоматичної обробки інформації, пов'язані з ними засоби зчитування або друку інформації, комп'ютерні програми, інформаційні системи і т. д.	2
група 5 – транспортні засоби	5
група 6 – інструменти, прилади, інвентар (меблі)	4

Податковим кодексом України дозволено використовувати прямолінійний (пропорційний) метод амортизації, при якому річна сума амортизації визначається діленням вартості, яка амортизується, на строк корисного використання об'єкта основних засобів. Вартістю основних засобів і нематеріальних активів, що амортизується, є первісна або переоцінена вартість основних засобів і нематеріальних активів за вирахуванням їх ліквідаційної вартості

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

$$H_a = \frac{1}{T_n} \cdot 100\% = \frac{1}{5} \cdot 100\% = 20\%$$

де T_n – термін корисного використання (амортизаційний період).

Тоді річні амортизаційні відрахування АО за прямолінійним методом:

$$AO = \frac{\Phi_n - H_a}{100} = \frac{27448 - 20\%}{100} = 220$$

5.2.2. Розрахунок річного фонду заробітної плати

Розрахунок річного фонду заробітної плати здійснюється по категоріях персоналу (робітники, ІТП, керівники), що обслуговує об'єкт проектування, відповідно до їхньої чисельності, режиму роботи, за погодинними тарифними ставками, посадовими окладами, формами і системами оплати праці і преміювання, що застосовують на підприємстві.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основна заробітна плата працівників – це винагорода за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці (норми часу, виробітку, обслуговування, посадові обов'язки). Вона визначається тарифними ставками і відрядними розцінками, посадовими окладами для спеціалістів, службовців і керівників.

При визначенні основної заробітної плати робітників (за відрядною або погодинною формами оплати) необхідно знати погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду та розрахувати номінальний річний фонд робочого часу робітника.

Номінальний річний фонд робочого часу одного робітника F_n визначається відповідно до режиму його роботи (кількістю робочих днів і тривалістю зміни):

$$F_n = (D_k - D_{св} - D_{вих}) \cdot T_{зм} = (365 - 11 - 104) \cdot 6 = 1\,500 \text{ год}$$

де D_k , $D_{св}$, $D_{вих}$ – кількість календарних, святкових і вихідних днів у році відповідно;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, годин.

Розрахунок номінального річного фонду робочого часу повинний бути наведений у пояснювальній записці.

При розрахунку заробітної плати інженерно-технічного персоналу слід враховувати, що вона визначається, виходячи з місячного посадового окладу.

Результати розрахунку основної заробітної плати обслуговуючого персоналу представляються у вигляді табл. 5.7.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.6

Розрахунок річного фонду основної заробітної плати обслуговуючого персоналу

№ п/п	Найменування професії робітників	Явочний штат у змін, осіб	Списковий склад з урахуванням змінності роботи, осіб	Годинна тарифна ставка або денна заробітна плата, грн.	Номінальний річний фонд робочого часу, годин	Усього основна зарплата, грн.
1.	Монтажник 4 розряду	2	2	38	3000	114000
2.	Монтажник 5 розряду	1	1	47,3	1500	70950
	УСЬОГО	3	3	-	-	184950

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаткова заробітна плата – це винагорода за працю понад встановлених норм, за особливі умови праці. До додаткової заробітної плати належать премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій за діючими на

підприємстві преміальними системами, доплати і надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством (за роботу в нічний

і вечірній час, у важких і шкідливих умовах, за багатозмінний режим роботи, за керівництво бригадою незвільненим бригадирам, за навчання учнів тощо).

Додаткова заробітна плата обслуговуючого персоналу визначається в розмірі 8-10% від основної заробітної плати.

Таким чином, загальна величина річного фонду заробітної плати складає:

$$C_z = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дод}}$$

$$C_z = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дод}} = 184950 + 14796 = 199746 \text{ грн}$$

де $Z_{\text{осн}}$, $Z_{\text{дод}}$ – основна і додаткова заробітна плата відповідно.

5.2.3. Єдиний соціальний внесок

Єдиний соціальний внесок визначається на підставі встановленого чинним законодавством відсотка від суми основної та додаткової заробітної плати (за узгодженням з консультантом економічної частини дипломного проекту). Соціальний внесок це 20% від заробітної

$$C_c = 20\% \cdot 184950 = 36990 \text{ грн}$$

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

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{пр}} = 27448 \cdot 1\% = 274.48 \text{ грн}$$

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

- для кабельних і повітряних ліній – 0,5%;
- для підстанцій (у тому числі електроустаткування) – 1%.

5.2.5. Розрахунок вартості втрат електроенергії

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

Станом на 01.06.2019 – 1.7529 грн. за 1 кВт/год;

Оскільки обладнання працює в генераторному режимі близько 79% робочого циклу , то і витрати енергії зменшаться на 79% , також 79% буде генеруватися в мережу, а також робочий цикл роботи механізму є нерівномірним еквівалентна потужність двигуна продовж робочого циклу становить 75кВт, а в моменти розгону та гальмування є більшою за номінальну, доречніше буде використовувати для розрахунку вживаної електроенергії саме еквівалентну потужність

$$C_e = W_p \cdot C_e = 52800 \cdot 1.759 = 92875.2 \text{ грн}$$

де W_p – річні втрати електроенергії, кВт·годин;

C_e – тариф на електроенергію, грн./кВт·годин.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Річні втрати електроенергії W_p визначаються в спеціальній частині дипломного проекту і погоджуються з керівником проекту.

Якщо на підприємстві використовується багатозонний облік електроенергії, то W_p розподіляється за зонами обліку і у кожній з них застосовується свій тариф на електроенергію.

Висновок:

У розрахунках цього розділу були отримані значення проектних капіталовкладень, витрат на монтажні і налагоджувальні роботи, річних експлуатаційних витрат, вартості електроенергії, споживаної об'єктом проектування впродовж року, витрат на поточний ремонт апаратури автоматики і систем автоматизації, річній економії від впровадження прийнятого технічного рішення, коефіцієнта ефективності капітальних витрат, терміну окупності капітальних витрат.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Метою даної випускної кваліфікаційної роботи є опис електроприводу стрічкового конвеєра. Пропонується вибрати електропривод змінного струму частотнорегульованого асинхронного електроприводу. В результаті розрахунку необхідної потужності електродвигуна було вибрано двигун типу МТКМ111-6, а також перетворювач частоти ATV930U22N4 фірми Schneider Electric.

В результаті виконаного дипломного проекту спроектований електропривод, що повністю відповідає вимогам технічного завдання. Електропривод забезпечує необхідний діапазон регулювання швидкості при заданій кратності пускового і максимального моменту

У розділі безпеки і екологічності проекту висвітлені питання: промислової безпеки; техніки безпеки; аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів; пожежна безпека; розглянуті заходи з охорони навколишнього середовища.

В економічній частині дипломного проекту були отримані значення проектних капіталовкладень, витрат на монтажні і налагоджувальні роботи, річних експлуатаційних витрат, вартості електроенергії, споживаної об'єктом проектування впродовж року, витрат на поточний ремонт апаратури автоматики і систем автоматизації, річній економії від впровадження прийнятого технічного рішення, коефіцієнта ефективності капітальних витрат, терміну окупності капітальних витрат.

					Тема диплому: Автоматизований електропривод конвеєрної установки	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тема диплому: Автоматизований
електропривод конвеєрної установки

Арк.

62

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вешевский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе. М.: Энергия, 1977. – 432 с.
2. https://download.schneiderelectric.com/files?p_enDocType=User+guide&p_File_Name=ATV930_950_Installation_manual_EN_NHA80932_07.pdf&p_Doc_Ref=NHA80932 135 с.
3. https://www.se.com/ua/ru/product/ATV930U22N4/%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C-%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%82%D1%8B-atv930-2%2C2-1%2C5%D0%BA%D0%B2%D1%82-380%D0%B2-3%D1%84/?range=63124-altivar-process-atv900&node=12641955868-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%8B&filter=product_parent_category_id-12641956060_1 с.
4. А. О. Спиваковский, В. К. Дьячков «Транспортирующие машины»; Москва «Машиностроение» 1983 г.
5. Ф. Л. Марон, А. В. Кузьмин «Справочник по расчетам подъемно-транспортных машин»; Минск «Высшая школа» 1971 г.
6. <http://ntrp.interpipe.biz/>
7. <http://www.mak-trans.com/prices>
8. Достижения систем электропривода методами математического моделирования: Навч посюник С.М.Довгань -Дніпропетровськ: НГА УкраГнп, 2001.-137 с. (стр 34-40. 128 – 132).
9. Башарга А.В., Новиков В.А., Соколовский ГГ. Управление электроприводами: Учебное пособие ятя вузов -Л.: Энергонздат. Лентшгр отд-ние 1982.-392 с. (стр 119-125).
10. Системы подчиненного регулирования электроприводами переменного тока с вентильными преобразователями О.В. Слежановский, Л.Х. Дацковскнй, И.С. Кузнецов и др -М.: Энергоатомиздат, 1983.-256 с.

					Тема диплому: Автоматизований электропривод конвеєрної установки	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тема диплому: Автоматизований
електропривод конвеєрної установки

Арк.

64

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Тема диплому: Автоматизований
електропривод конвеєрної установки

Арк.

65

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Тема диплому: Автоматизований
електропривод конвеєрної установки

Арк.

66

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Тема диплому: Автоматизований
електропривод конвеєрної установки

Арк.

67

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Тема диплому: Автоматизований
електропривод конвеєрної установки

Арк.

68

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата