

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 магістра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента _____ **Головкова Дениса**

Михайловича _____

(ПІБ)

академічної

групи _____

141-19м-

4 _____

(шифр)

Спеціальності _____ 141 Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка _____

(код і назва спеціальності)

спеціалізації¹

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему Електромеханічна система конвеєрного транспорту з
покращеними експлуатаційними характеристиками

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтингово ю	інституційно ю	
кваліфікаційн ої роботи	Азюковський О.О.			
розділів:				
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Азюковський О.О.			
АВТОМАТИЗОВА НИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД	Азюковський О.О.			
ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОПРИВОД У	Азюковський О.О.			
ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Тимошенко Л.В.			
Рецензент				

Нормоконтролер	Казачковський М.М.			
----------------	-----------------------	--	--	--

**Дніпро
2020**

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		2

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
електропривода

(повна назва)

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

«_____» _____ 20____
року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня магістра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту _____ Головкову Д. М. _____ академічної групи _____ 141-19м-
4 _____
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
спеціалізації¹

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему Електромеханічна система конвеєрного транспорту з покращеними
експлуатаційними характеристиками

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від
_____ № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
1	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	02.09.20- 27.09.20
2	АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД	28.09.20- 10.11.20
3	ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ	11.11.20- 30.11.20
4	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	01.12.20- 07.12.20

Завдання видано

(підпис керівника)

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 02 вересня 2020

		Дата подання до екзаменаційної комісії _____			Арк.
		Прийнято до виконання _____ ЕП.МР.20.03.ПЗ			3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: стор. 66, рис. 17, табл. 6, джерел. 11.

Об'єкт детальної розробки: конвеєрний транспорт.

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

В проекті зроблений аналіз електропривода конвеєрного транспорту, обґрунтована номінальна потужність двигуна. Обрано перетворювач частоти і компоненти силової частини електропривода.

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

Доведена економічна ефективність впровадження технічних рішень.

КОНВЕЄРНИЙ ТРАНСПОРТ, РЕГУЛЬОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, АСИНХРОННИЙ ДВИГУН, ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЧАСТОТИ

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ABSTRACT

Explanatory note: p. 66 , fig. 17 , tab. 6 , sources.11.

The object of the detailed development: conveyor transport .

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

The project analyzes the electric drive of the conveyor transport, 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 TRANSPORT, REGULATED ELECTRIC, ASYNCHRONAL
MOTOR, FREQUENCY CONVERTER

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Опис механізму.....	8
1.2 Використання конвеєрів в сучасному виробництві.....	9
1.3 Вузли класичного стрічкового транспортера.....	12
1.4 Можливості модернізації стрічкових транспортерів.....	14
1.5 Основні параметри стрічкового конвеєра.....	15
1.6 Додаткові ключові особливості транспортувальників.....	17
1.7 Вимоги до електроприводів і систем управління конвеєрних установок.....	17
1.8 Кінематична схема механізму.....	20
1.9 Вихідні дані до проектування	21
2 АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД	22
2.1 Вибір типу електроприводу.....	22
2.2 Вибір електродвигуна.	24
2.2.1 Визначення ширини і вибір стрічки.....	24
2.2.2 Визначення попередньої потужності двигуна і тягового зусилля.....	25
2.2.3 Визначення попереднього максимального натягу стрічки.....	26
2.2.4 Визначення лінійної щільності стрічки.....	26
2.2.5 Лінійна щільність вантажу і роликоопор.....	27
2.3 Конструктивні розміри барабана.....	28
2.4 Визначення натягу стрічки конвеєра методом обходу контуру по крапках.....	29
2.5 Уточнений розрахунок конвеєра.....	31
2.5.1 Перевірка провисання стрічки між роликооперами.....	31
2.5.2 Визначення уточненого тягового зусилля на приводному барабані.....	32
2.5.3 Уточнена потужність приводної станції.....	32
2.6 Розрахунок редуктора приводного барабана.....	34
2.6.1 Кінематичний розрахунок.....	34
2.6.2 Визначення обертаючих моментів.....	37
2.3 Вибір перетворювача.....	37
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ.....	40
4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	48
4.1 Розрахунок капітальних інвестицій.....	49
4.2 Розрахунок капітальних інвестицій.....	51
4.3 Витрати на технічне обслуговування та поточний ремонт	54
4.4 Розрахунок вартості спожитої електроенергії	55
4.5 Визначення річної економії від впровадження науково-технічного рішення.....	50

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк. 6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ	60
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	61

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	<i>Арк.</i>
						7
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

На виробництві роль конвеєра незамінна, перш за все, через зниження собівартості продукції. В період технічного прогресу ручну працю замінює транспортна система, за якою необхідно лише здійснювати контроль, що несе набагато менше витрат на оплату праці, ніж при відсутності конвеєра.

Транспортні системи є більш досконалі – 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. В промисловості конвеєр не завжди мав такий досконалий вид як сьогодні, але розвиток технологій стрімко підносить цей винахід людства, як інструмент в рамках будь-якого виробництва.

В промисловості конвеєр 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:

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

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис механізму

Стрічковий конвеєр використовується практично у всіх видах сучасної промислової діяльності. У сучасному світі він набув найширшого поширення, завдяки універсальності. Стрічковий конвеєр є виконавчою одиницею, без якої складно представити сучасне виробництво. Застосування таких транспортерів сприяє швидкій доставці потрібного вантажу, який може мати різну структуру, як сипучу так і кускову. 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

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1.2 Використання конвеєрів в сучасному виробництві

Стрічкові конвеєри в даний час є невід'ємною частиною абсолютно будь-якого виробничого процесу. Ці транспортери широкої сфери застосування виконують важливу роль, адже будь-яке виробництво включає в себе багато стадій і процесів. Рух матеріалів, напівфабрикатів або виробів повинно здійснюватися швидко, безперебійно і, найчастіше, на великі відстані. Від правильно організованої роботи стрічкових контейнерів багато в чому залежить продуктивність виробництва. Стрічкові конвеєри використовують для переміщення продукції по цеху як на невелику відстань - до 20 метрів, так і на тривалу - до декількох кілометрів, для цього застосовують декілька конвеєрів, з'єднавши їх в одну загальну конвеєрну лінію.

Стрічковий конвеєр - це свого роду транспортер і навантажувач, що працює в безперервному режимі. Залежно від своєї конструкції він здатний переміщати сипучі або тверді матеріали різної вагової категорії. Переміщення здійснюється за допомогою основного робочого елемента транспортера - конвеєрної стрічки, що рухається безперервно і з постійною швидкістю. Широке застосування дане обладнання знаходить у всіх сферах промисловості, металургії, в сільському господарстві, а також в шахтах, рудниках і на складах.

Стрічка конвеєра виробляється з гумотканного або гумотросового матеріалу високої якості і зносостійкості. Конструкція даного обладнання в залежності від області застосування буває горизонтальною або похилою, стаціонарною, пересувною або поворотною.

Сьогодні ступінь автоматизації виробництва може бути різним. Стрічковий конвеєр може застосовуватися на певній стадії, наприклад, для транспортування матеріалу або напівфабрикатів на велику відстань з однієї

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зони виробництва до іншої. Вивантаження і завантаження при цьому здійснюється вручну, а доставка і подальше пересування по цеху за допомогою різних додаткових пристосувань. Для цього широко застосовують візки всіляких конструкцій та розмірів, їх пересування забезпечують промислові колеса для візків. Виробництво також може бути повністю автоматизованим, що виключає ручну працю. В даному випадку рух по конвеєру здійснюється з першої до останньої стадії. Стрічковий транспортер з робочими можливостями, мається на увазі, його застосування в якості одного з ключових елементів виробничого ланцюга. Найважливішими параметрами конструкції вважається в першу чергу надійність, безвідмовність, міцність і наявність автоматичного режиму роботи.

Конструкція стрічкового конвеєра має наступні деталі:

- підставу конвеєра;
- привід, що складається з електродвигуна і пасової передачі, за допомогою яких конвеєр наводиться в рух;
- стрічкова консоль;
- конвеєрна стрічка, що має різну довжину і ширину, в залежності від області застосування обладнання;
- натяжний механізм, що забезпечує постійний натяг конвеєрної стрічки і її рух;
- конвеєрні ролики, що підтримують стрічку по всій довжині транспортера.

Стрічковий конвеєр умовно можна розділити на три основні частини: головну, середню і хвостову. В якості несучого (транспортуючого) і тягового органу застосовуються гумовотканні стрічки з гладкою поверхнею. Верхня гілка стрічки конвеєра, в більшості випадків, є жолобчастою за рахунок застосування жолобчастих роликкоопор. Завантаження верхньої гілки стрічки

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проводиться завантажувальним пристроєм (або декількома пристроями), розташованим в хвостовій частині конвеєра. Розвантаження конвеєра найчастіше проводиться через приводний (головний) барабан. У ряді випадків необхідне проміжне розвантаження конвеєра в середній його частині, тоді застосовується барабанний розвантажувальний візок або плужковий скидач.

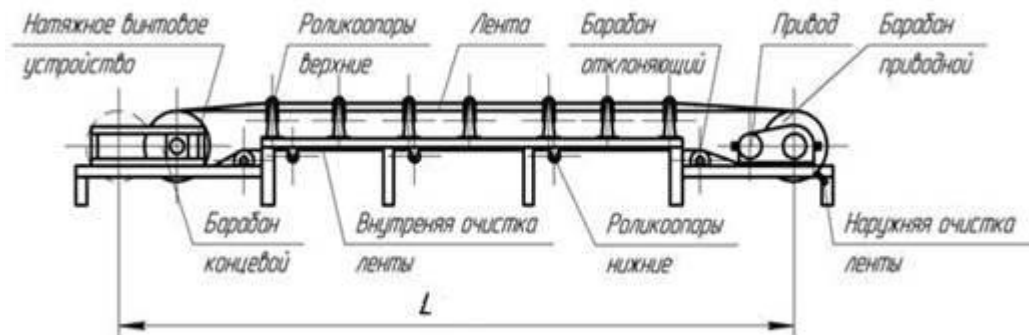


Рисунок 1.2 - Схема стрічкового конвеєра

У рух конвеєрна стрічка приводиться фрикційним приводом. Привід конвеєра складається з приводного барабана і приводного механізму, з'єднаних між собою тихохідною муфтою. Приводний механізм складається найчастіше з мотор-редуктора або з електродвигуна, редуктора і з'єднувальної муфти, які встановлюються на окремій рамі. Конвеєрна стрічка розташовується на роликів: верхня гілка стрічки на верхніх жолобчастих або прямих, нижня гілка на нижніх прямих.

Одним з найбільш важливих частин конвеєра є приводний барабан. Він призначений для передачі тягового зусилля, необхідного для приведення в рух стрічки. Привідні барабани встановлюються з одною консоллю вала для з'єднання з приводним механізмом або двома консольями для з'єднання з двома приводними механізмами, розташованими симетрично щодо осі конвеєра.

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12



Рисунок 1.3 - Приводний барабан

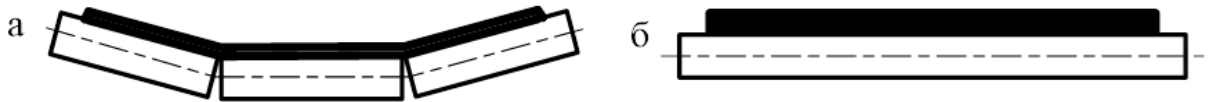


Рисунок 1.4 - Розташування роликоопор в поперечному перерізі: а - з жолобчастою формою стрічки несучим відгалуженням; б - з прямим розташуванням стрічки

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

Стрічковий конвеєр складається з рами, блоку натягу, роликів опор, двох барабанів, приводу і стрічки. Розглянемо кожен вузол стрічкового конвеєра більш детально.

Рама конвеєра виконується у вигляді зварної конструкції. Для середньо навантаженого конвеєра застосовують швелера типу (П), і підсилюють раму за допомогою профільної труби. Жорсткість рами розраховується з урахуванням продуктивності конвеєра, ширини стрічки і насипної щільності транспортуємої сировини.

Блок натягу - це пристрій для натягування стрічки шляхом зміщення відного барабана. У типових конструкціях використовуються корпусні підшипники спеціального типу. За допомогою змещення в пазах відбувається зміщення барабана і відповідно натяжка конвеєрної стрічки. Потім проводиться фіксація потрібного положення за допомогою різьбової шпильки і комплекту гайок.

Роликові опори складаються з опорної конструкції для роликів і відповідно роликів. Жорсткість опори також розраховується з продуктивності конвеєра, тапа стрічки, і характеристик продукту. Для середньо навантаженого конвеєра опору виготовляють з кутового профілю, для більш навантажених систем застосовують швелер. Ролики в основному поділяються на два типи, в залежності від транспортованої сировини. Відмінності зводяться до зовнішнього матеріалу роликів, або це труба з чорного металу, або полімерний матеріал. Внутрішня частина роликів представляє закріплені в корпусах підшипники по краях роликів, і вісь, що проходить через них. Кути нахилів роликів і їх кількість також підбирається по конфігурації конвеєра.

Барабани конвеєра виготовляються з труби круглого профілю. Діаметри підбираються виходячи з продуктивності конвеєра і властивостей стрічки (кількість тканинно-гумових шарів, шевронів, методу стикування). Ведений барабан, який з'єднується з приводом, як правило, для кращого зчеплення зі стрічкою футерують.

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Привід складається з мотора і редуктора (замість редуктора іноді використовують ремінну або ланцюгову передачу). Найчастіше використовують черв'ячні мотор-редуктора. Вони володіють оптимальними характеристиками і широким асортиментом. Підбір мотора редуктора зводиться до вибору потужності двигуна і необхідної кількості оборотів вала на виході.

Стрічки використовують гумовотканні. За експлуатаційними характеристиками вони себе добре зарекомендували, і мають оптимальне співвідношення ціна - якість. Для продуктів харчування використовують харчову стрічку. Бувають стрічки термостійкі, вони здатні витримувати температуру понад 100 градусів за Цельсієм.

1.4 Можливості модернізації стрічкових транспортерів

Зручність експлуатації - вельми розмитий параметр, складно піддається правильній оцінці, коли мова йде про транспортери. Під час конструювання основний упор робиться на безперебійність і максимальну тривалість його використання за прямим призначенням – переміщення вантажу.

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 зі стрічки або перешкоджають випадковому падінню робочого на неї. На прикладі приведемо модернізацію декількох конвеєрів.

Модернізація стрічкових конвеєрів з опором стрічки на повітряну подушку.

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За порівнянням з відомими вітчизняними та зарубіжними конструкціями конвеєрів на повітряній подушці пропонувані конструкції забезпечують можливість транспортування вантажів з великими розмірами шматків за рахунок виконання направляючого жолоба з додатковими опорами ковзання, які крім того, сприяють, за рахунок створення додаткових гідравлічних опорів, зниження витрати повітря, що подається в жолоб повітродувкою низького тиску. Спеціальні конструкції конвеєрів забезпечують, транспортування вологої гірської маси при негативних температурах зовнішнього повітря за рахунок герметизації конструкції і розміщення в ньому нагрівальних елементів або пропуску по жолобу нагрітого повітря. Конвеєри можуть бути як з верхнім, так і з нижнім розміщенням грузонесучої гілки.

Модернізація канатно-стрічкових конвеєрів для транспортування крупнокускових вантажів.

Метою розробки було спрощення кінематичної схеми конвеєра і забезпечення можливості використання канатно-стрічкових конвеєрів, як магістрального транспорту. Для транспортування гірничої маси після первинного дроблення, наприклад, в кар'єрі, на збагачувальну фабрику або в відвал. Тяговий орган - канат - нескінченно замкнутий в горизонтальній площині на приводному і натяжному шківках, а несучий орган виконаний у вигляді конвеєрної стрічки, особливим чином закріпленої, яка переміщується по рейкових напрямних підвісках. Розвантаження вантажу здійснюється шляхом відхилення підвісок зі стрічкою при їх проході через відповідні напрямні.

1.5 Основні параметри стрічкового конвеєра

Обсяг підвидів обладнання, який ховається під словосполученням «транспортер стрічковий», дуже великий. Так як його класифікація,

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

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

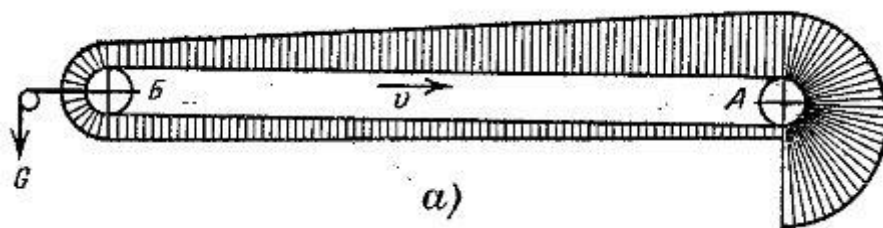


Рисунок 1.5. Діаграма тягових зусиль стрічкового конвеєра: а - при однодвигоновому електроприводі.

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

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.

«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 менше 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

Розглянемо основні особливості роботи електроприводу машин безперервного транспорту.

Для цих приводів характерна тривала робота протягом значних проміжків часу (зміни або декількох змін). Чим більшість електроприводів машин безперервного транспорту різко відрізняється від інших підйомно-транспортних машин, для яких характерний циклічний повторно-

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

короткочасний режим роботи. Завантаження машини, транспортування і зняття вантажу в машинах безперервного транспорту здійснюються, як правило, без зупинок самої машини і без пауз в її роботі. Це істотно позначається на розрахунку і виборі двигунів.

Для цих механізмів характерні відносно рідкісні пуски, які зазвичай відбуваються кілька разів на добу. Тривалість їх мало впливає на продуктивність машини. У багатьох випадках тривалість пуску спеціально збільшують, щоб при розгоні зменшити перевантаження, прискорення вантажу на стрічці, пересипання його, а також пробуксовування стрічки.

Напрямок обертання механізмів і, отже, вала електропривода машин безперервного транспорту не змінюється або змінюється рідко. Так, конвеєр зазвичай тривалий час транспортує сипучі і кускові матеріали або штучні вантажі в одному напрямку, ескалатор також тривалий час працює на підйом або опускання пасажирів і т.п. . Лише деякі машини безперервного транспорту, наприклад маятникові канатні дороги, вимагають частого реверсу механізмів.

Конвеєр, елеватор та інші машини безперервного транспорту працюють при певному стабільному навантаженні. Переходи від холостого ходу до граничних навантажень є досить рідкісними. Так, коливання навантаження на ескалатор і її повторюваність залежать від числа пасажирів, узгодженості розкладів руху поїздів і т. д. Ще більш стабільне навантаження на конвеєри, встановлені на теплових станціях, гірничо-збагачувальних і інших комбінатах. Стабільне навантаження лінії безперервного транспорту в машинобудуванні, приладобудуванні, при складанні радіоапаратури. Значні перевантаження, особливо тривалі, виникають в конвеєрах, що працюють на відкритому повітрі в складних атмосферних умовах. Вони можуть бути пов'язані із змерзанням матеріалу, зміною температури мастила механізмів.

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Велике значення при виборі системи управління електроприводом стрічкових конвеєрів має правильний розрахунок пружних деформацій тягового органу і прискорень, які можуть виникнути при перехідних процесах.

Розглянемо графіки зміни швидкості при пуску двигуна на набігаючій 1 і збігаючій 2 гілках стрічки (рисунок. 1.7).

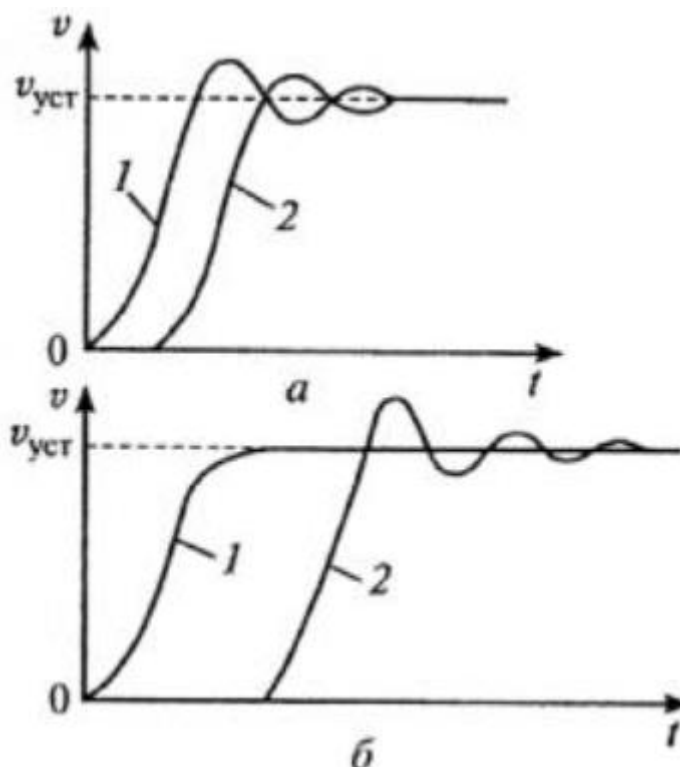


Рисунок. 1.7. Діаграма швидкості різних ділянок стрічкового конвеєра при пуску: а - при малій довжині конвеєрів; б - при великій довжині конвеєрів.

Конвеєр приводиться в рух асинхронним короткозамкненим двигуном, статичний момент на валу двигуна прийнятий постійним. Характер зміни швидкості в гілках 1 і 2 конвеєра в значній мірі залежить від протяжності стрічки. При малій довжині конвеєрів (близько декількох десятків метрів) графіки зміни швидкості гілок 1 і 2 в часі будуть близькі один до одного (див.

Рисунок. 1.7, а). При цьому гілка 2 починає рухатися з деяким відставанням по відношенню до гілки 1 за рахунок пружної деформації стрічки, проте швидкості гілок досить швидко вирівнюються, правда, з деякими коливаннями.

Дещо по-іншому відбувається пуск стрічкових конвеєрів великої протяжності (близько сотень метрів). В цьому випадку рушіння з місця збігає гілки 2 конвеєра може початися після того, як приводний двигун досягне сталої швидкості (див. Рисунок 1.7, б). На стрічкових конвеєрах великої протяжності можна спостерігати відставання початку руху ділянок стрічки на відстані 70 ... 100м від набігаючої гілки при сталій швидкості двигуна. При цьому в стрічці створюється додатковий пружний натяг, а тягове зусилля до наступних ділянок стрічки прикладається ривком.

У міру досягнення всіма ділянками конвеєра сталої швидкості знижується пружний натяг стрічки. Повернення збереженої енергії може привести до зростання швидкості стрічки в порівнянні з усталеною і до її коливань (див. Рисунок. 1.7, б). Такий характер перехідного процесу в тяговому органі вкрай небажаний, оскільки призводить до підвищеного зносу стрічки, а в деяких випадках і до її розриву.

1.8 Кінематична схема механізму

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

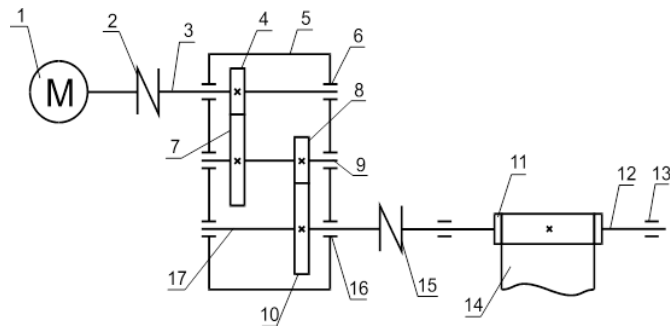


Рисунок 1.8 Кінематична схема механізму: 1. Електродвигун (мотор).
 2. Муфта пружна. 3. Вал швидкохідний. 4. Вал-шестерня швидкохідної ступені. 5. Корпус редуктора. 6. Підшипниковий вузол з глухою кришкою. 7. Зубцювате колесо швидкохідної ступені. 8. Вал-шестерня тихохідної ступені.
 9. Вал-шестерня проміжний. 10. Зубцювате колесо тихохідної ступені. 11. Барабан приводний стрічкового конвеєра. 12. Вал приводного барабана. 13. Опора підшипникова приводного барабана. 14. Стрічка конвеєра. 15. Муфта пружна. 16. Підшипниковий вузол з наскрізною кришкою з ущільненням. 17. Вал тихохідний.

1.9 Вихідні дані до проектування

Розрахуємо стрічковий конвеєр з заданими параметрами:

Продуктивність конвеєра $Q = 1300 \text{ т / год}$;

Швидкість руху стрічки $v = 3 \text{ м / с}$;

Щільність насипного (транспортуємого) вантажу (вапняк сухий) $\rho = 1,6 \text{ т / м}^3$;

Кут нахилу конвеєра $\varphi = 12^\circ$;

Довжина конвеєра $LK = 30 \text{ м}$;

Максимальний розмір шматка $a = 200 \text{ мм}$.

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

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:

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						23
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

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						24
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

2.2.1 Визначення ширини і вибір стрічки

Знаходимо ширину стрічки за формулою [2]:

$$B = \sqrt{\frac{Q}{160 \cdot v \cdot \rho \cdot [3,6 \cdot k_{\beta} \cdot \operatorname{tg}(0,35 \cdot \varphi) + 1]}} \quad (2.1)$$

де B - ширина стрічки, м;

Q - продуктивність конвеєра, $Q = 1300$ т / год;

v - швидкість руху стрічки, $v = 3$ м / с;

ρ - щільність насипного вантажу, $\rho = 1,6$ т / м³;

k_{β} - коефіцієнт, що залежить від кута нахилу конвеєра, $k_{\beta} = 1$ [2];

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

φ - кут природного укосу, $\beta = 30^\circ$.

$$B = \sqrt{\frac{1300}{160 \cdot 3 \cdot 1,6 \cdot [3,6 \cdot 1 \cdot \operatorname{tg}(0,35 \cdot 30) + 1]}} = 1,03 \text{ м,}$$

Приймаємо стрічку шириною $B = 1200$ мм; вибираємо резинотканну стрічку БКНЛ - 120 запас міцності $K_{рп} = 9,5$; межа міцності $\sigma_{рп} = 6,1$ МПа.

Перевірка робочої ширини стрічки:

$$B = 2 \cdot a + 200, \quad (2.2)$$

де a - максимальний розмір шматка, $a = 200$ мм;

$$B = 2 \cdot 200 + 200 = 600 \text{ мм.}$$

2.2.2 Визначення попередньої потужності двигуна і тягового зусилля

Знаходимо попередню потужність двигуна за формулою [2]:

$$P_{п} = (0,00015 \cdot Q \cdot L_{г} + K_1 \cdot L_{г} \cdot V + 0,0027 \cdot Q \cdot H) \cdot K_2, \quad (2.3)$$

де $L_{г}$ - довжина конвеєра, $L_{г} = 30$ м;

K_1 - коефіцієнт, що залежить від ширини стрічки, $K_1 = 0,02$ [2];

K_2 - коефіцієнт, що залежить від довжини стрічки, $K_2 = 1$ [2];

$$H / L = \sin \lambda$$

$$\sin 12 = 0.2079 \cdot 30 = 6.24 \text{ м}$$

H - висота підйому вантажу, $H = 6,24$, м;

$$P_{п} = (0,00015 \cdot 1300 \cdot 30 + 0,02 \cdot 30 \cdot 3 + 0,0027 \cdot 1300 \cdot 6,24) \cdot 1 = 29,55$$

кВт.

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаходимо попереднє тягове зусилля за формулою [2]:

$$F_t = \frac{P_{\Pi}}{v}; \quad (2.4)$$

де P_{Π} - попередня потужність двигуна;

v - швидкість руху стрічки;

$$F_t = \frac{29,55}{3} = 9,85 \text{ кН.}$$

2.2.3 Визначення попереднього максимального натягу стрічки

Максимальний натяг стрічки знаходимо за формулою [2]:

$$F_{\max} = \frac{F_t \cdot e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1}, \quad (2.5)$$

де e - коефіцієнт, що характеризує тягову здатність приводного барабана, $e = 2,71$;

f - коефіцієнт тертя гуми по дереву, $f = 0,35$ [2];

α - кут обхвату барабана стрічкою, $\alpha = \pi$ (рад);

$$F_{\max} = \frac{9,85 \cdot 2,71^{0,353,14}}{2,71^{0,353,14} - 1} = 12,7 \text{ кН.}$$

Для кращого зчеплення стрічки з поверхнею барабана його футерують деревом.

2.2.4 Визначення лінійної щільності стрічки

Знаходимо число прокладок за формулою [2]:

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$z = \frac{F_{\max} \cdot K_{pp}}{B \cdot \delta_{pp}}, \quad (2.6)$$

$$z = \frac{12,7 \cdot 9,5}{120 \cdot 0,61} = 1,65 ;$$

приймаємо по стандарту число прокладок $z = 3$.

Знаходимо лінійну щільність стрічки за формулою [2]:

$$\rho_1 = 1,1 \cdot B \cdot (\delta \cdot z + \delta_1 + \delta_2), \quad (2.7)$$

де δ - товщина однієї текстильної прокладки, $\delta = 1,25$ мм;

δ_1 - товщина верхньої обкладки, $\delta_1 = 4,5$ мм;

δ_2 - товщина нижньої обкладки, $\delta_2 = 1,5$ мм;

$$\rho_1 = 1,1 \cdot 1,2 \cdot (1,25 \cdot 3 + 4,5 + 1,5) = 12,87 \text{ кг / м.}$$

2.2.5 Лінійна щільність вантажу і роликоопор

Знаходимо середню лінійну щільність вантажу за формулою [2]:

$$\rho_{\Gamma} = \frac{Q}{3,6 \cdot v}, \quad (2.8)$$

$$\rho_{\Gamma} = \frac{1300}{3,6 \cdot 3} = 120 \text{ кг / м.}$$

Знаходимо крок роликоопор на робочій гілці конвеєра за формулою [2]:

$$I_p = A - 0,625 \cdot B, \quad (2.9)$$

де A - коефіцієнт, що залежить від щільності вантажу, $A = 1470$ [2];

$$I_p = 1470 - 0,625 \cdot 1200 = 720 \text{ мм.}$$

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаходимо масу роликоопор за формулою [2]:

$$m = 10 \cdot B + 7; \quad (2.10)$$

$$m = 10 \cdot 1,2 + 7 = 19 \text{ кг.}$$

Лінійна щільність роликоопор визначається за формулою [2]:

$$\rho_P = \frac{m}{I_P}, \quad (2.11)$$

$$\rho_P = \frac{19}{0,72} = 26,4 \text{ кг / м.}$$

Крок роликоопор на холостий гілки визначається за формулою [2]:

$$I_X = 2 \cdot I_P; \quad (2.12)$$

$$I_X = 2 \cdot 720 = 1440 \text{ мм.}$$

Маса роликоопор на холостий гілки за формулою [2]:

$$m_{\Pi} = 10 \cdot B + 3; \quad (2.13)$$

$$m_{\Pi} = 10 \cdot 1,2 + 3 = 15 \text{ кг.}$$

Лінійна щільність плоских роликоопор за формулою [2]:

$$\rho_{\text{хп}} = \frac{m_{\Pi}}{I_X}, \quad (2.14)$$

$$\rho_{\text{хп}} = \frac{15}{1,44} = 10,42 \text{ кг/м.}$$

2.3 Конструктивні розміри барабана

Знаходимо діаметр приводного барабана за формулою [2]:

$$D_{\text{б}} = z \cdot (120 \div 150), \quad (2.15)$$

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_6 = 3 \cdot (120 \div 150) = 360 \div 450 \text{ мм},$$

по ГОСТ 22644 - 77 приймаємо $D_6 = 500$ мм.

Знаходимо довжину барабана за формулою [2]:

$$B_1 = B + 100, \quad (2.16)$$

$$B_1 = 1200 + 100 = 1300 \text{ мм}.$$

Стріла опуклості барабана за формулою [2]:

$$f_B = 0,005 \cdot B_1, \quad (2.17)$$

$$f_B = 0,005 \cdot 1300 = 6,5 \text{ мм}.$$

Знаходимо діаметр натяжної барабана за формулою [2]:

$$D_H = \left(\frac{2}{3}\right) \cdot D_6, \quad (2.18)$$

$$D_H = \left(\frac{2}{3}\right) \cdot 500 = 333 \text{ мм},$$

приймаємо $D_H = 350$ мм.

2.4 Визначення натягу стрічки конвеєра методом обходу контуру по крапках

Розбиваємо контур конвеєра на 4 ділянки. Натяг стрічки в точці 1 приймаємо за невідому величину. Потім знаходимо натяг стрічки в інших точках через невідоме натяг в точці 1.

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

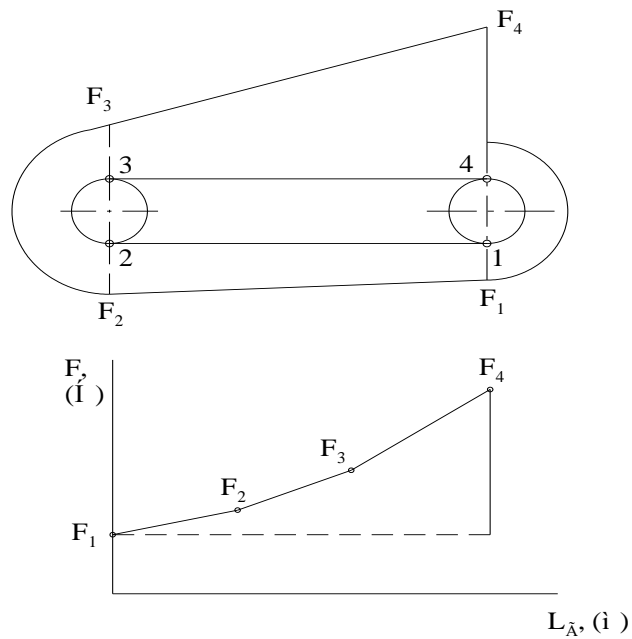


Рисунок 2.2 Схема для визначення натягу стрічки конвеєра методом обходу контуру по крапках.

Знаходимо натяг стрічки методом обходу контуру по крапках в точці 2 [2]:

$$F_2 = F_1 + \frac{(\rho_1 + \rho_{\text{хп}}) \cdot L_{\Gamma} \cdot K_{\text{оп}} - \rho_1 \cdot H}{102}, \quad (2.19)$$

де F_1 і F_2 - натяг стрічки в відповідних точках, кН;

$K_{\text{оп}}$ - коефіцієнт опору крученню, $K_{\text{оп}} = 0,022$;

$$F_2 = F_1 + \frac{(12,87 + 10,42) \cdot 30 \cdot 0,022 - 12,87 \cdot 6,24}{102} = F_1 - 0,637;$$

в точці 3:

$$F_3 = F_2 + K_{\delta H} \cdot F_2, \quad (2.20)$$

де $K_{\delta H}$ - коефіцієнт опору на натяжній барабані, $K_{\delta H} = 0,05$;

$$F_3 = (1 + 0,05) \cdot (F_1 - 0,637) = 1,05 \cdot F_1 - 0,669;$$

в точці 4:

$$F_4 = F_3 + \frac{(\rho_{\Gamma} + \rho_1 + \rho_P) \cdot L_{\Gamma} \cdot K_{\omegaж} + (\rho_{\Gamma} + \rho_1) \cdot H}{102}, \quad (2.21)$$

де $K_{\omegaж}$ - коефіцієнт опору руху стрічки по жолобчастим роликоопор,
 $K_{\omegaж} = 0,025$;

$$F_4 = F_3 + \frac{(120 + 12,87 + 26,4) \cdot 30 \cdot 0,025 + (120 + 12,87) \cdot 6,24}{102} = 1,05 \cdot F_1 + 8,631.$$

$$F_4 = F_1 \cdot ef \cdot \alpha \quad (2.22)$$

$$1,05 \cdot F_1 + 8,631 = F_1 \cdot 2,710,35 \cdot 3,14$$

$$F_1 \cdot 2,99 - F_1 \cdot 1,05 = 8,631$$

$$F_1 \cdot (2,99 - 1,05) = 8,631$$

$$F_1 \cdot 1,94 = 8,631$$

$$F_1 = \frac{8,631}{1,94} = 4,45 \text{ кН.}$$

$$F_2 = 4,45 - 0,637 = 3,813 \text{ кН}$$

$$F_3 = 1,05 \cdot 4,45 - 0,669 = 4 \text{ кН}$$

$$F_4 = 1,05 \cdot 4,45 + 8,631 = 13,3 \text{ кН}$$

2.5 Уточнений розрахунок конвеєра

2.5.1 Перевірка провисання стрічки між роликоопорами

Найбільший прогин стрічки буде в точці 3 і він визначається за формулою [2]:

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{\max} = \frac{(\rho_{\Gamma} + \rho_1) \cdot I_p^2}{8 \cdot F_3}, \quad (2.23)$$

де I_{\max} - найбільший прогин стрічки, м;

F_3 - натяг стрічки в точці 3, Н;

$$I_{\max} = \frac{(120 + 12,87) \cdot 0,72^2}{8 \cdot 789} = 0,011 \text{ м.}$$

Допустимий прогин визначається за формулою [2]:

$$[I_{\max}] = (0,025 \div 0,03) \cdot I_p, \quad (2.24)$$

$$[I_{\max}] = (0,025 \div 0,03) \cdot 0,72 = 0,018 \div 0,0216 \text{ м.}$$

$[I_{\max}] > I_{\max}$, отже, натяг стрічки достатня.

2.5.2 Визначення уточненого тягового зусилля на приводному барабані

Знаходимо тягове зусилля на приводному барабані за формулою [2]:

$$F_{\text{ту}} = F_4 - F_1 + F_4 \dots 1; \quad (2.25)$$

$$F_{\text{ту}} = 13,3 - 4,45 + 0,03 \cdot (13,3 + 4,45) = 9,383 \text{ кН.}$$

2.5.3 Уточнена потужність приводної станції

Потужність приводної станції визначається за формулою [2]:

$$P_y = \frac{F_{\text{ту}} \cdot v}{\eta}, \quad (2.26)$$

де η - ККД передачі механізму приводу, $\eta = 0,85$;

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_y = \frac{9,383 \cdot 1}{0,85} = 11,039 \text{ кВт.}$$

Вибираємо електродвигун змінного струму закритого виконання з підвищеним пусковим моментом 4A180M8 потужністю 15 кВт і частотою обертання 750 об / хв.[1]

Таблиця 2.1 Технічна характеристика двигуна 4A180M8

Номінальна потужність P_N	кВт	15
Номінальна швидкість n_N	об/хв	750
Коефіцієнт потужності $\cos\varphi_N$	-	0.82
Номінальний струм I_N	А	32
Момент інерції J	кг·м ²	0.512
Число пар полюсов P	-	8
Активний опір фази статора R1	Ом	0.285
Індуктивний опір фази статора X1	Ом	0.43
Активний опір фази ротора R2	Ом	1.17
Індуктивний опір фази ротора X2	Ом	0.70
ККД	%	89

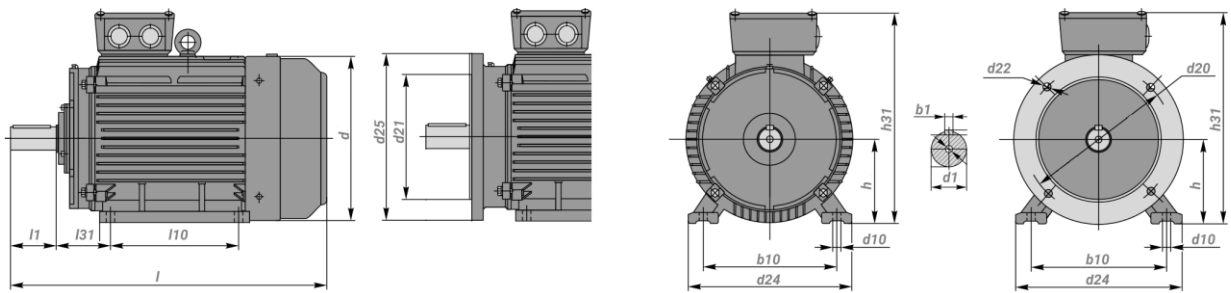


Рисунок 2.3 Габаритні характеристики двигуна 4AM180M8

Таблиця 2.2 Габаритні характеристики двигуна 4AM180M8

Електродвигун	IP	l x h x d24, мм	Вал, мм		Лапи, мм		Фланець, мм		Вага, кг
			d1	l1	l10	b10	d20	d22	
4AM 180M8	IP44	662x470x410	55	110	241	279	350	19	195

2.6 Розрахунок редуктора приводного барабана

2.6.1 Кінематичний розрахунок

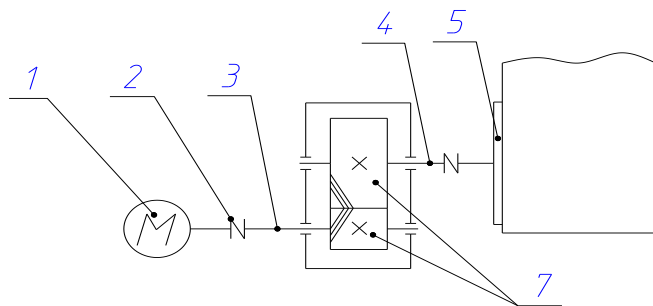


Рисунок 2.4. Кінематична схема приводу стрічкового конвеєра.

1 - електродвигун; 2 - муфта; 3 - швидкохідний вал; 4 - тихохідний вал;
5 - барабан; 7 - зубчасті зачеплення.

Загальний ККД приводу визначаємо за формулою [3, с. 184]:

$$\eta = \eta_1^2 \cdot \eta_0^3, \quad (2.27)$$

де η_1 - ККД пари зубчастих коліс, $\eta_1 = 0,98$;

η_0 - ККД, що враховує втрати на тертя в підшипниках, $\eta_0 = 0,99$;

$$\eta = 0,98^2 \cdot 0,99^3 = 0,93.$$

Необхідна потужність двигуна визначається за формулою [3, с. 184]:

$$P_{\text{тр}} = \frac{P_6}{\eta}, \quad (2.28)$$

де P_6 - потужність на валу барабана, $P_6 = 15$ кВт;

η - загальний ККД приводу, $\eta = 0,93$;

$$P_{\text{тр}} = \frac{15}{0,93} = 16,13 \text{ кВт.}$$

Знаходимо кутову швидкість барабана за формулою [3, с. 184]:

$$\omega_6 = \frac{2 \cdot v}{D_6}; \quad (2.29)$$

$$\omega_6 = \frac{2 \cdot 3}{0,5} = 12 \text{ рад / с.}$$

Потужність на проміжному валу визначаємо за формулою [3, с. 185]:

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_1, \quad (2.30)$$

$$P_2 = 15 \cdot 0,992 \cdot 0,98 = 14,4 \text{ кВт.}$$

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Частота обертання на відомому валу визначається за формулою [3, с.185]:

$$n_2 = \frac{n_1}{u_{\Pi}}, \quad (2.31)$$

$$n_2 = \frac{731,25}{6,36} = 115 \text{ об / хв.}$$

Кутова швидкість на відомому валу [3, с.185]:

$$\omega_2 = \frac{n_2}{9,55}, \quad (2.32)$$

$$\omega_2 = \frac{76,54}{6,3} = 12 \text{ рад / с.}$$

Кутова швидкість двигуна за формулою [3, с.185]:

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{дв}}}{30}, \quad (2.33)$$

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{3,14 \cdot 731,25}{30} = 76,54 \text{ рад / с.}$$

Загальне передавальне число за формулою [3, с.185]:

$$u_{\Pi} = \frac{\omega_{\text{дв}}}{\omega_2}, \quad (2.34)$$

$$u_{\Pi} = \frac{76,54}{12} = 6,3,$$

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Частні передавальні числа можна прийняти для редуктора по ГОСТ 20758 - 75 [3, с.30] $u = 6,3$.

2.6.2 Визначення обертаючих моментів

На валу шестерні крутний момент визначаємо за формулою [3, с.215]:

$$M_1 = \frac{P_1}{\omega_1}, \quad (2.35)$$

$$M_1 = \frac{1500}{75} = 200 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент, що обертає на валу барабана:

$$M_2 = M_1 \cdot u, \quad (2.36)$$

$$M_2 = 200 \cdot 6,3 = 1260 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

2.3 Вибір перетворювача

Відповідно до технічних вимог до електроприводу, вибираємо перетворювач частоти ATV630B18N4 компанії Schneider Electric (Франція). Практична експлуатація таких перетворювачів підтвердила їх хороші технічні, експлуатаційні та енергетичні характеристики. Технічні характеристики перетворювача наведені в таблиці 2.3.

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

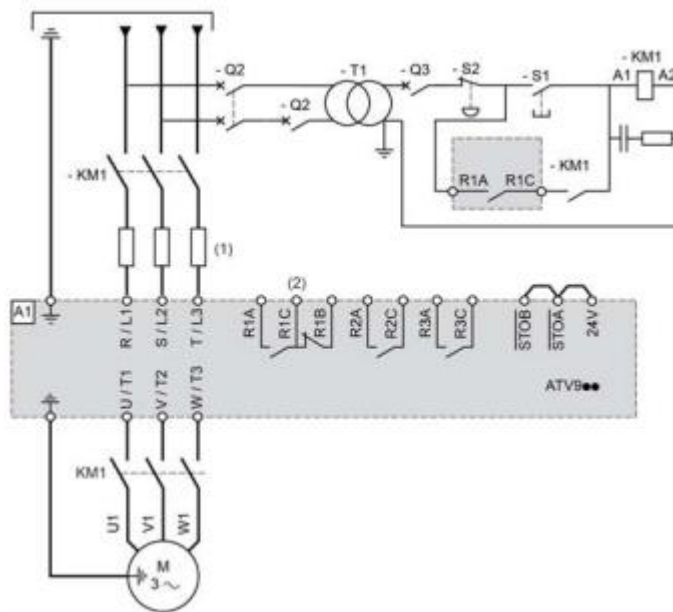


Рисунок 2.5. Принципова схема підключення перетворювача частоти до двигунів

Таблиця 2.3 Технічна характеристика перетворювача частоти ATV630D18N4

Параметр	Одиниця вимірювання	Значення
Тип	-	ATV630D18N4
Номінальна потужність (двигуна)	кВт	18.5
Вихідна напруга	В	3×380
Номінальний вихідний струм	А	37
Діапазон зміни частоти	Гц	0,5...200

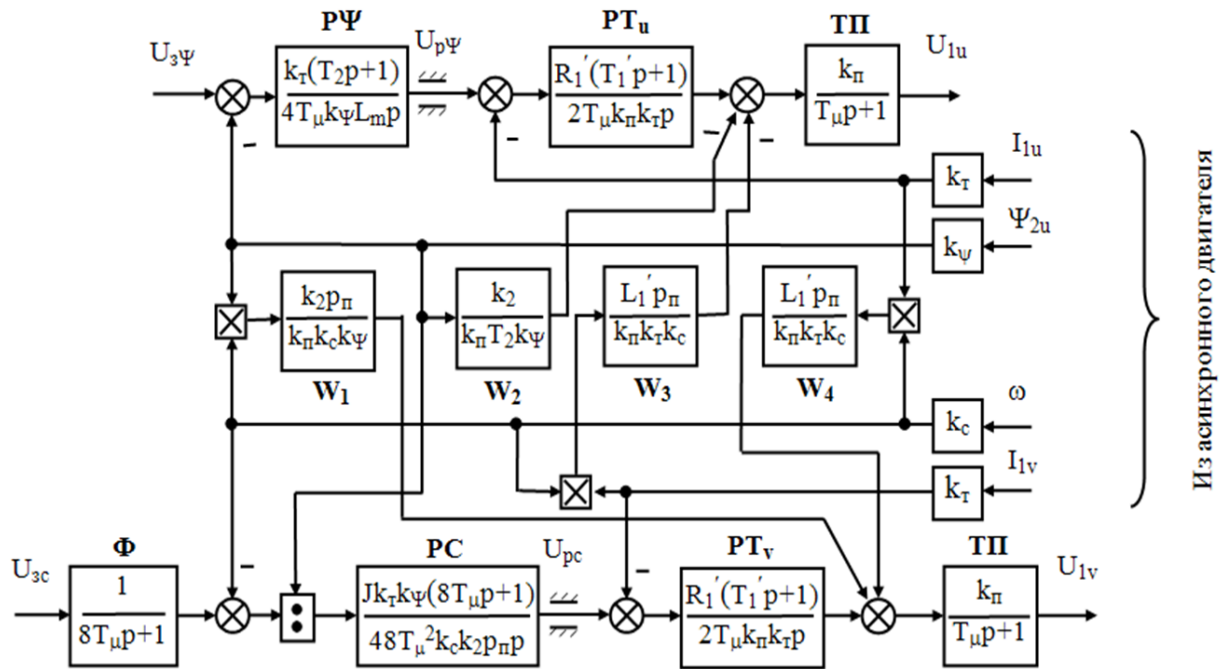


Рисунок. 2.6. Структурна схема САР електроприводу з векторним керуванням.

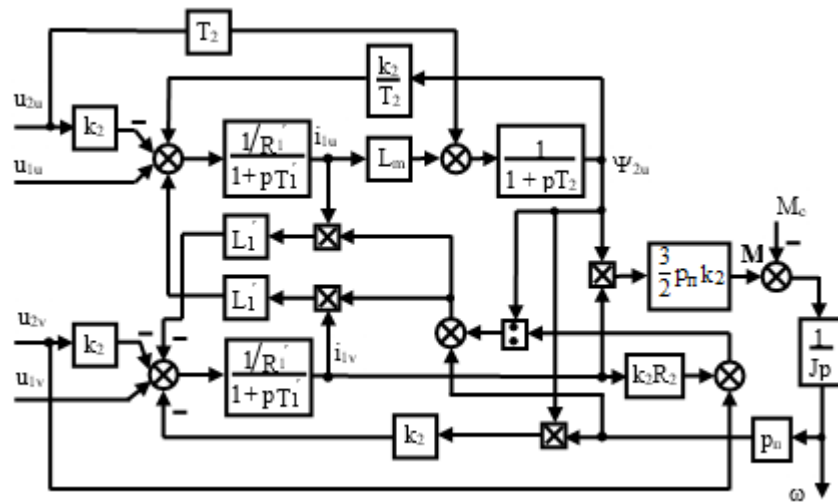


Рисунок. 2.7. Структурна схема асинхронного двигуна в системі відліку, пов'язаної з вектором потокозцеплення ротора ψ_2

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:

$$Z_b = \frac{(U_H \cdot \sqrt{3})}{(I_H \cdot \sqrt{3})} \text{ Ом} \quad (3.1)$$

$$Z_b = \frac{(380 \cdot \sqrt{3})}{(32 \cdot \sqrt{3})} = 11.875 \text{ Ом}$$

Опори в ланцюзі статора:

$$R_{1b} = R_1 \cdot Z_b \text{ Ом} \quad (3.2)$$

$$R_{1b} = 0.285 \cdot 11.875 = 3.384 \text{ Ом}$$

$$X_{1b} = X_1 \cdot Z_b \text{ Ом} \quad (3.3)$$

$$X_{1b} = 0.43 \cdot 11.875 = 5.106 \text{ Ом}$$

Опори в ланцюзі ротора:

$$R_{2b} = R_2 \cdot Z_b, \text{ Ом} \quad (3.4)$$

$$R_{2b} = 1.17 \cdot 11.875 = 13.894 \text{ Ом}$$

$$X_{2b} = X_2 \cdot Z_b \text{ Ом} \quad (3.5)$$

$$X_{2b} = 0.70 \cdot 11.875 = 8.313 \text{ Ом}$$

Коефіцієнт зворотного зв'язку по струму:

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$k_t = \frac{U_b}{2 \cdot I_{\phi H} \cdot 2^{0.5}} \quad (3.6)$$

$$k_t = \frac{10}{2 \cdot 32 \cdot 2^{0.5}} = 0.11$$

Коефіцієнт зворотного зв'язку за швидкістю:

$$k_s = \frac{U_b}{w \cdot \frac{\pi}{30}} \quad (3.7)$$

$$k_s = \frac{10}{750 \cdot \frac{3.14}{30}} = 0.127$$

Коефіцієнт електромагнітного зв'язку ротора:

$$k_2 = \frac{L_m}{L_2} \quad (3.8)$$

$$k_2 = \frac{0.1017}{0.1039} = 0.979$$

Постійна часу ротора:

$$T_2 = \frac{L_2}{R_2} \quad (3.9)$$

$$T_2 = \frac{0.1039}{1.17} = 0.089$$

Номінальне потокозчеплення:

$$\Psi_H = \frac{I_H}{1.5 \cdot \sqrt{2} \cdot I_H \cdot 2p \cdot k_2} \quad (3.10)$$

$$\Psi_H = \frac{32}{1.5 \cdot \sqrt{2} \cdot 32 \cdot 16 \cdot 0.979} = 0.03$$

Коефіцієнт зворотного зв'язку по потокозчепленню:

$$k_\Psi = \frac{U_b}{\Psi_H} \quad (3.11)$$

$$k_\Psi = \frac{10}{0.03} = 333.333$$

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Передаточна функція регулятора швидкості :

$$W_{PC}(p) = \frac{J \cdot k_t \cdot k_\psi (8 \cdot T_\mu \cdot p + 1)}{48 \cdot T_\mu^2 \cdot k_C \cdot k_2 \cdot p_n \cdot p} \quad (3.12)$$

Тоді пропорційна частина РШ :

$$W_{PC}(p) = \frac{J \cdot k_t \cdot k_\psi}{6 \cdot T_\mu \cdot k_C \cdot k_2 \cdot p_n} \quad (3.13)$$

$$W_{PC}(p) = \frac{0.512 \cdot 0.11 \cdot 333.333}{6 \cdot 0.001 \cdot 0.1274 \cdot 0.9785 \cdot 15} = 1673.278$$

Інтегральна частина:

$$W_{PCИ}(p) = \frac{J \cdot k_t \cdot k_\psi}{48 \cdot T_\mu^2 \cdot k_C \cdot k_2 \cdot p_n} \quad (3.14)$$

$$W_{PCИ}(p) = \frac{0.512 \cdot 0.11 \cdot 333.333}{48 \cdot 0.001^2 \cdot 0.1274 \cdot 0.9785 \cdot 15} = 209159.792$$

Передаточна функція регулятора потокозчеплення:

$$W_{P\Psi}(p) = \frac{k_t \cdot (T_2 \cdot p + 1)}{4 \cdot T_\mu \cdot k_\psi \cdot L_m \cdot p} \quad (3.15)$$

Пропорційна частина регулятора потокозчеплення:

$$W_{P\Psi\Pi}(p) = \frac{k_t \cdot T_2}{4 \cdot T_\mu \cdot k_\psi \cdot L_m} \quad (3.16)$$

$$W_{P\Psi\Pi}(p) = \frac{0.11 \cdot 0.089}{4 \cdot 0.001 \cdot 333.333 \cdot 0.1017} = 0.072$$

Інтегральна частина регулятора потокозчеплення:

$$W_{P\PsiИ}(p) = \frac{k_t \cdot (T_2 \cdot p + 1)}{4 \cdot T_\mu \cdot k_\psi \cdot L_m} \quad (3.17)$$

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{\text{рψИ}}(p) = \frac{0.088}{4 \cdot 0.001 \cdot 333.333 \cdot 0.1017} = 0.649$$

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункові параметри САР використовуються для програмування перетворювача частоти.

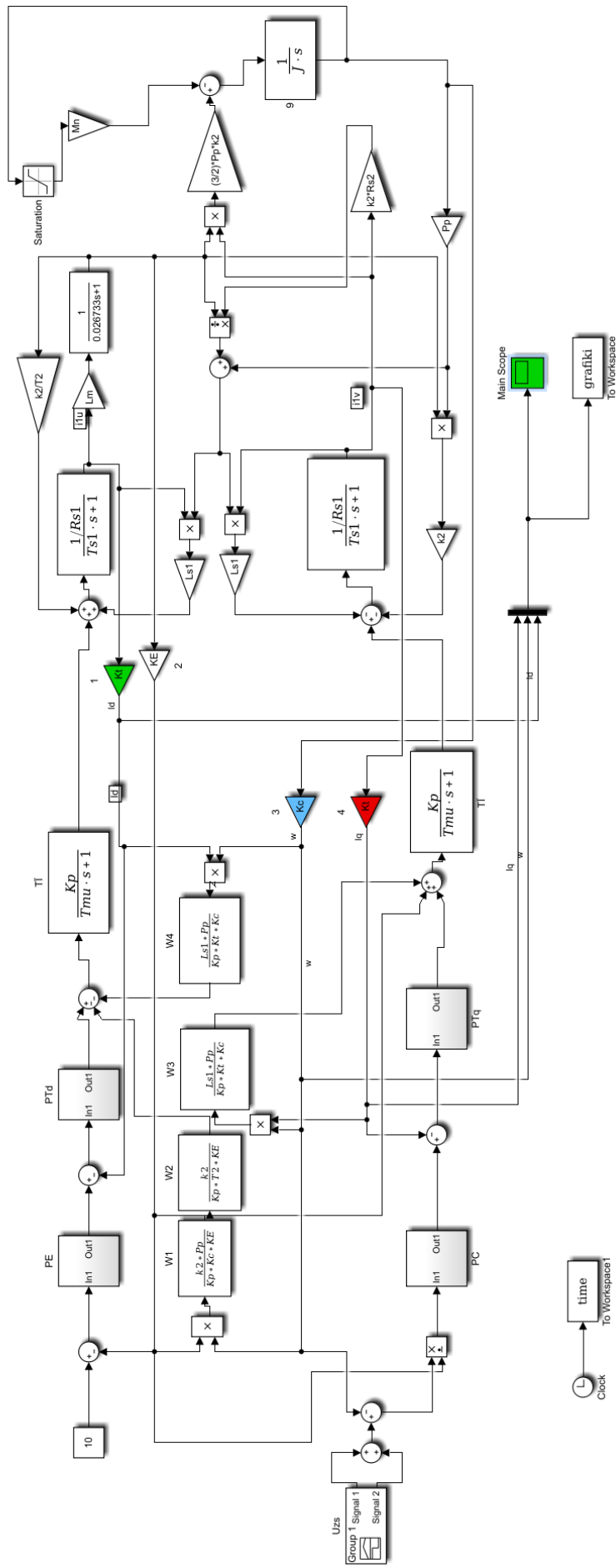


Рисунок. 3.1 Модель електроприводу у середовищі MATLAB/Simulink

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

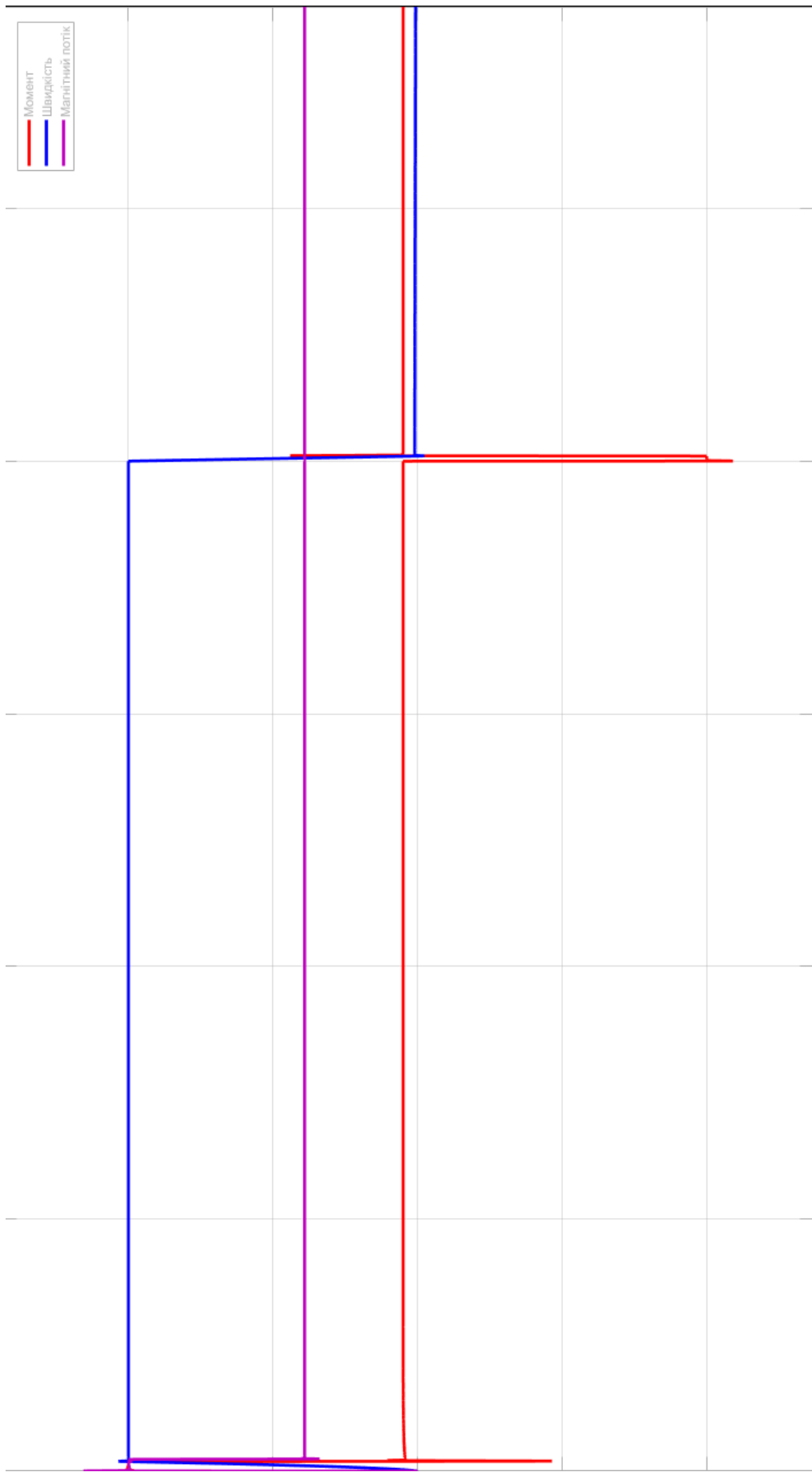


Рисунок 3.2 Графіки перехідних процесів

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕП.МР.20.03.ПЗ

Арк.

46

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.

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.

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Вступ

Підприємницька діяльність передбачає постійне здійснення проектів, що містять нововведення і заходи, спрямовані на підвищення ефективності виробництва, виникає необхідність оцінки та відбору проектів як найважливіша умова прийняття інвестиційних рішень.

Даний розділ присвячений техніко-економічному обґрунтуванню проекту організації виробництва конвеєрної стрічки. Ця продукція знаходить застосування в багатьох галузях промисловості і сферах технології, тому виробництво транспортерної стрічки є необхідним для задоволення попиту на цю продукцію. Для здійснення проекту необхідно обґрунтувати можливість його реалізації з позицій техніко-економічного аналізу.

Техніко-економічне обґрунтування має враховувати особливості функціонування ринку, рухливість багатьох, що характеризують проект, параметрів, суб'єктивність інтересів різних учасників.

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

Застосування пристроїв плавного регулювання частоти обертання двигунів дає ряд додаткових переваг.

Завданнями техніко-економічного обґрунтування проекту є:

1. Розрахунок капітальних витрат.
2. Розрахунок експлуатаційних витрат.
3. Розрахунок і аналіз показників економічної ефективності.
4. Визначення терміну окупності.

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.1 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.

Капітальні витрати на впровадження проектного варіанта визначаються наступним чином:

$$K_{\text{ПР}} = K_{\text{ОБ}} + K_{\text{ТЗС}} + K_{\text{МН}} \quad (4.1)$$

де $K_{\text{ОБ}}$ – вартість придбаного обладнання, грн;

$K_{\text{ТЗС}}$ - транспортно-заготівельні та складські витрати, грн;

$K_{\text{МВ}}$ - витрати на монтаж та наладку обляднання, грн.

Транспортно-заготівельні витрати включені у вартість електрообладнання, так як фірма – продавець здійснює його доставку відповідно до договору.

Демонтажні та монтажні-налагоджувальні роботи здійснюються на підприємстві штатними електромеханіками та розраховуються відповідно до формули:

$$Z_{\text{М(Н)}} = \sum (Ч_i \cdot a_i \cdot t_i) \cdot K_d \cdot K_{\text{СМ}} \cdot K_{\text{ПР}} \quad (4.2)$$

Де $i=4$ – розряд робочих, що здійснюють монтажні-налагоджувальні роботи;

$Ч_i = 2$ чол. – чисельність робочих 4-го розряду задіяних у монтажі;

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$a_i = 91.17$ грн. – годинна тарифна ставка робочих (електромонтер 4-го розряду);

$t_i = 24$ год.- час на виконання монтажу та накладки;

$K_d = 1.15$ – коефіцієнт доплат;

$K_{см} = 1.22$ - коефіцієнт, що враховує єдиний соціальний внесок;

$K_{пр} = 1.05$ - коефіцієнт, що враховує непередбачені витрати.

[<https://www.work.ua/ru/salary/>]

Вартість монтажних робіт:

$$З_{(м)} = (2 \cdot 24 \cdot 91.17) \cdot 1.15 \cdot 1.22 \cdot 1.05 = 6446 \text{ грн.}$$

Вартість демонтажних робіт ($t_d = 16$ год. – час на здійснення демонтажу):

$$З_{(н)} = (2 \cdot 16 \cdot 91.17) \cdot 1.15 \cdot 1.22 \cdot 1.05 = 4297 \text{ грн.}$$

Проектні капіталовкладення в обладнання та монтаж-налагоджувальні роботи прийняті на основі цін прейскуранта на електрообладнання фірми “Шнейдер Електрик Україна”, (м. Київ, Україна) від 01.04.20.

Розрахунок капітальних витрат подамо в вигляді таблиці капітальних витрат за розділами (табл. 4.1).

Таблиця 4.1. Зведення капітальних інвестицій, тис. грн.

№ п/п	Найменування розділів	Проектний варіант, грн
1	Електрообладнання:	

									ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						51

	Перетворювач частоти ATV630D18N4	35793
	Двигун 4AM180M8	15300
	Разом	51093
2	Витрати на монтаж та наладку	6446
3	Демонтажні роботи	4297
4	РАЗОМ	61837

[<https://chastotnik.com.ua/Schneider+Electric-r-ATV630D18N4>]

[<https://slemz.com.ua/catalogue/obshchepromyshlennye/elektrodvigatel-5am-180m8-4amh-180m8-15kvt-750obmin>]

Таким чином, капітальні витрати на впровадження проектного варіанту складають:

$$K_{\text{ПР}} = 51093 + 6446 + 4297 = 61836 \text{ грн}$$

4.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Річний фонд амортизаційних відрахувань визначається у відсотках від суми капітальних витрат за видами основних фондів та нематеріальних активів за розділами зведення капітальних витрат.

Обладнання, що встановлюється, відноситься до 4 групи основних фондів – машини та устаткування з мінімальним строком експлуатації 5 років.

Відсоток амортизаційних відрахувань визначаємо прямолінійним методом – пропорційним розподілом суми витрат на весь строк служби:

$$H_a = \frac{1}{T_n} \cdot 100\% = \frac{1}{5} \cdot 100\% = 20\% \quad (4.4)$$

Оскільки проектний варіант розглядається впроваджується на 5 років, а відсоток амортизаційних відрахувань 20% то ліквідаційна вартість буде дорівнювати 0.

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Річний фонд амортизаційних відрахувань визначається у відсотках від суми капітальних витрат по видах основних фондів і нематеріальних активів по розділах зведення капітальних витрат для проектного варіанту і за даними підприємства про балансову вартість замінюваного устаткування для базового варіанту. Дані розрахунку занесені до таблиці 4.2 .

Таблиця 4.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Найменування показників	Капітальні витрати, грн	Норма амортизації, %	Сума амортизації, грн.
Проектний варіант	61837	20	12367
Базовий варіант	15495	20	3099

Базова балансова вартість замінюваного устаткування узяті за даними відділу основних засобів підприємства, що складають 15495.

4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати – це поточні витрати на експлуатацію та обслуговування об'єкту проектування за певний період, виражені в грошовій формі.

До основних статей експлуатаційних витрат за електротехнічним обладнанням відносяться :

- амортизаційні відрахування (C_A);
- заробітна плата обслуговуючого персоналу (C_3);
- єдиний соціальний внесок (C_C);
- витрати на технічне обслуговування та поточний обладнання (C_T);
- вартість електроенергії, спожитої об'єктом проектування (C_E);
- інші витрати (C_{IH}).

Таким чином, річні експлуатаційні витрати складуть:

									ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
										53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$C = C_A + C_3 + C_C + C_T + C_E + C_{IH} \quad (4.5)$$

4.3 Витрати на технічне обслуговування та поточний ремонт

Витрати на поточний ремонт апаратури автоматики і систем автоматизації можна розрахувати по формулі:

$$Z_{m.p.} = \sum_{i=1}^n R_i \cdot T_i \cdot m_i \cdot R_{\Sigma i} + \frac{s_i \cdot \Pi_i}{T_i} \cdot T_{\Phi} \quad (4.6)$$

де n - число пристроїв автоматики, що підлягають ремонту;

R_i - годинна ставка робочих, виконуючих ремонт, грн. (91 грн)

t_i - трудомісткість одного ремонту при категорії складності ремонту в одну ремонтну одиницю залежно від виду ремонту, год/од.: (середнього – 7 год)

m_i - число ремонтів за рік;

R_Σ- сумарна категорія складності ремонту залежно від виду електроустаткування :

Асинхронні двигуни від 5 до 15 кВт - 2,1;

S_i - вартість однотипних замінюваних елементів, грн.;

Π- кількість однотипних замінюваних елементів;

T- середній термін служби деталей цього типу, ч.;

T_ф- число годин роботи апаратури в рік, ч.

$$Z_{т.р.п} = 91 \cdot 7 \cdot 2.1 \cdot 1 + \frac{303 \cdot 2}{2000} \cdot 2040 = 1955 \text{ грн}$$

$$Z_{т.р.б} = 91 \cdot 7 \cdot 2.1 \cdot 1 + \frac{303 \cdot 3}{1500} \cdot 2040 = 2847 \text{ грн}$$

										ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
											54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

4.4 Розрахунок вартості спожитої електроенергії

Кількість спожитої за рік електроенергії в проектному варіанті розрахуємо за формулою:

$$W_{з.пр.} = t_d \cdot t_h \cdot t_n \cdot P_n \quad W_{з.баз.} = t_d \cdot t_h \cdot t_n \cdot P_n \quad (4.7)$$

$$W_{г.пр} = 30 \cdot 16 \cdot 12 \cdot 18,5 = 106560 \text{ кВт} \cdot \text{рік}$$

$$W_{г.баз} = 30 \cdot 16 \cdot 12 \cdot 20 = 115200 \text{ кВт} \cdot \text{рік}$$

де t_d - кількість робочих днів в місяць.

t_h - кількість робочих годин в зміну.

t_n - кількість місяців на рік.

P_n - потужність електродвигуна.

Вартість електроенергії, спожитої об'єктом на потязі року, визначається виходячи з його встановленої потужності та річного фонду робочого часу об'єкта за формулою:

$$C_E = W_p \cdot C_e \quad (4.8)$$

де W_p - кількість спожитої за рік електроенергії, кВт·рік.;

C_e - тариф на електроенергію, грн./кВт·рік

Вартість електроенергії, спожитої об'єктом на потязі року:

$$C_{E.пр} = 106560 \cdot 2.019 = 215144 \text{ грн}$$

$$C_{E.баз} = 115200 \cdot 2.019 = 232588 \text{ грн}$$

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Це - тариф 1 кВт*год. електроенергії для споживачів 1-го класу 1-ї групи, за даними «Дніпрообленерго» станом на 01.08.2020 становить 2,019 грн/кВт*год.

Таким чином, річні експлуатаційні витрати у проектному варіанті:

$$C_{пр} = 6446 + 1955 + 215144 = 223\ 545 \text{ грн}$$

Річні експлуатаційні витрати у базовому варіанті:

$$C_{баз} = 4297 + 2847 + 232588 = 239\ 732 \text{ грн}$$

4.5. Визначення річної економії від впровадження науково-технічного рішення

Основний економічний ефект від впровадження даного технічного рішення базується не на зменшенні кількості споживаної електроенергії, а на мінімізації простою при невдалому пуску перенавантаженого продуктом робочого механізму конвеєра.

Основною з причин невдалої спроби запуску механізму є невідповідна якість подрібнюваного матеріалу, що утворюється під час простою механізму в момент ремонту.

ΔC - економія (перевитрата) на експлуатаційних витратах, знаходиться за формулою.

$$\Delta C = C_{баз} - C_{пр} \text{ ,грн} \quad (4.9)$$

$$\Delta C = 239\ 732 - 223\ 545 = 16\ 187 \text{ ,грн}$$

Повна річна економія від впровадження варіанту визначається:

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$E = \Delta C + \Delta П, \text{ грн} \quad (4.10)$$

$$E = 16\,187 + 6858 = 23\,045 \text{ грн}$$

Де $\Delta П$ - повний річний прибуток.

Визначимо термін окупності капітальних витрат T_p що показує, за скільки років вони окупляться за рахунок загальної економії від впровадження прийнятого технічного рішення:

$$T_p = K_{np} / E_{Kn}, \quad (4.11)$$

$$T_p = \frac{61836}{23\,045} = 2.68, \text{ року}$$

Варіант визнається економічно доцільним оскільки $T_p < 5$.

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.3

Порівняльна оцінка техніко-економічних показників

№ з/ п	Найменування показників	Один иці вимір у	Базовий (альтернатив ний) варіант	Проектний варіант	Зміни порівнянні альтернативним варіантом	
					± (тис. грн)	%
1	2	3	4	5	6	7
1	Капітальні витрати	тис. грн.	15495	61837	46342	80
2	Експлуатаційні витрати	тис. грн.	239 732	223 545	16187	7
	всього					
	у тому числі:					
	* амортизаційні відрахування	тис. грн.	3099	12367	9268	75
	* технічне обслуговування та поточний ремонт	тис. грн.	2847	1955	892	45
	*вартість споживаної електроенергії	тис. грн.	232588	215144	17444	8
3	Річна економія всього	тис. грн.		16 187		
5	Розрахунковий термін окупності капітальних вкладень	років		2.68		

Висновки

За результатами проведених розрахунків була визначена загальна сума капітальних витрат на впровадження розробленого технічного рішення, які становлять 61836 грн.

Річні експлуатаційні витрати будуть складати 239 732 грн.

Беручи до уваги прогнозовані збитки можливо досягнути економії 16 187 грн. При цьому термін окупності капітальних витрат становить 2.68 року

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

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 4A180M8, а також перетворювач частоти ATV630D18N4 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.

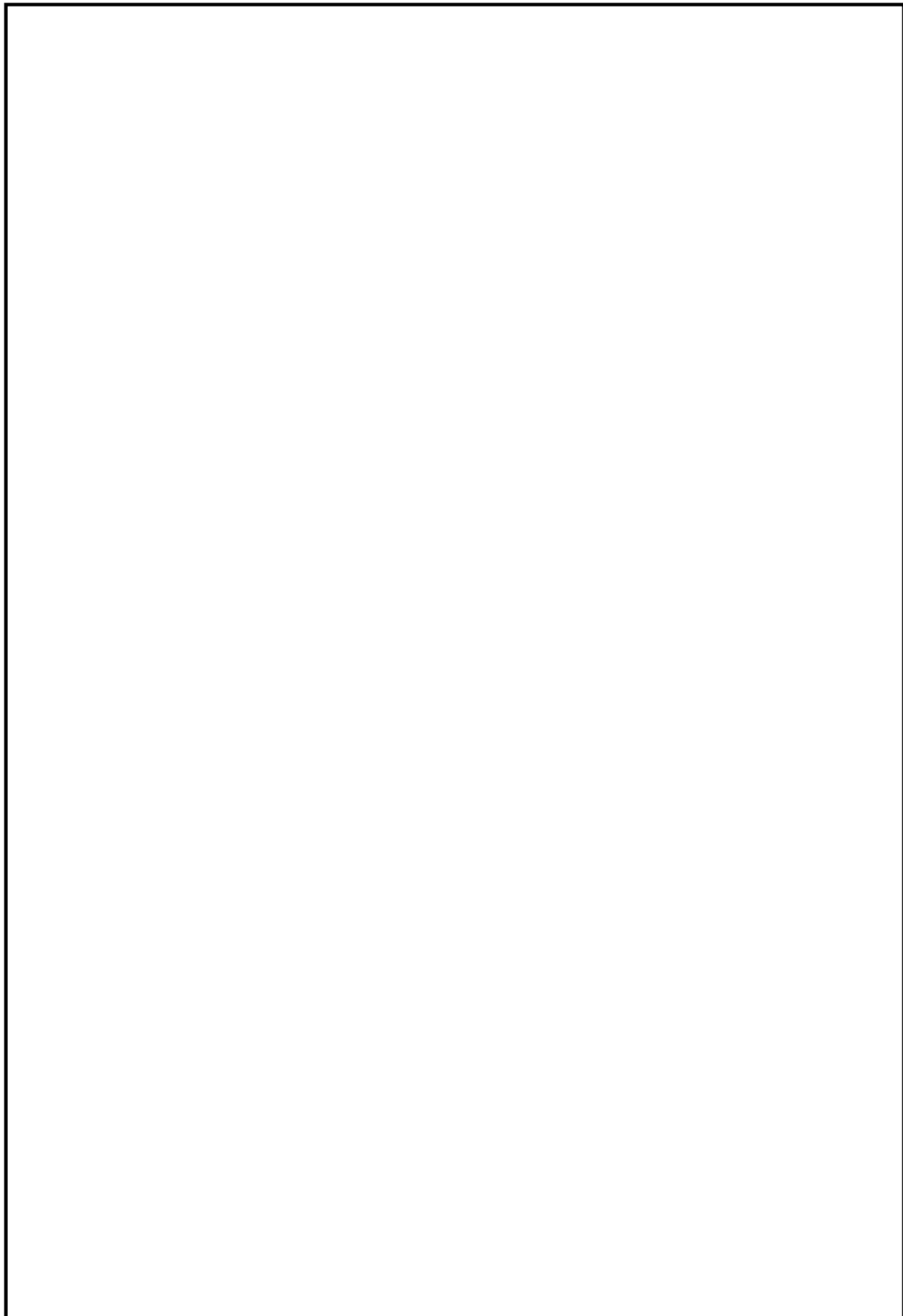
В економічній частині дипломного проекту були отримані значення проектних капіталовкладень, витрат на монтажні і налагоджувальні роботи, річних експлуатаційних витрат, вартості електроенергії, споживаної об'єктом проектування впродовж року, витрат на поточний ремонт апаратури автоматики і систем автоматизації,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

					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

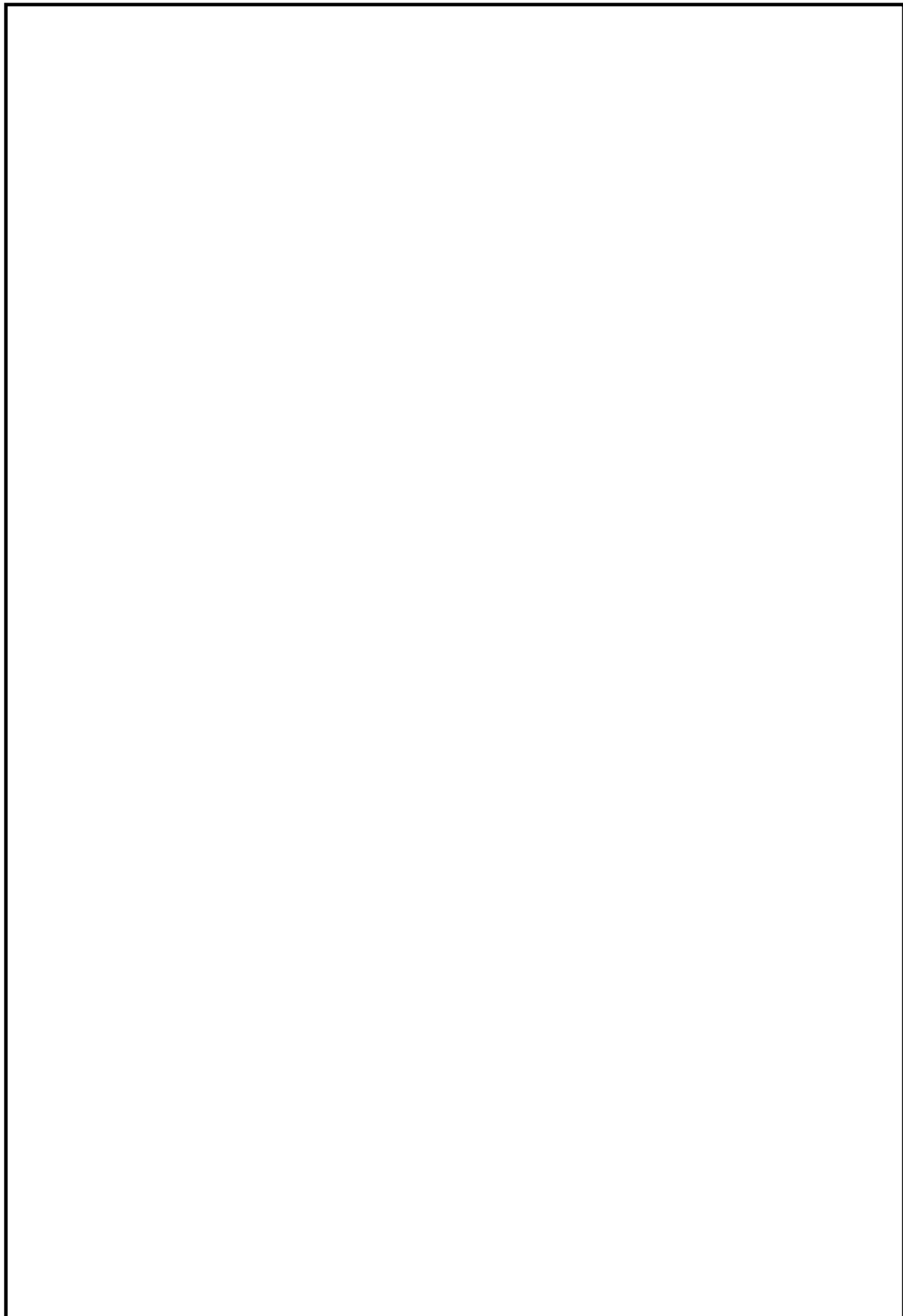
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вешевский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе. М.: Энергия, 1977. – 432 с.
2. Марон Ф.П., Кузьмин А.В. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин. – Минск: Высшая школа, 1977.
3. Чернавский С.А. и др. Курсовое проектирование деталей машин. – М.: Машиностроение, 1979.
4. <https://www.se.com/>
5. А. О. Спиваковский, В. К. Дьячков «Транспортирующие машины»; Москва «Машиностроение» 1983 г.
6. Ф. Л. Марон, А. В. Кузьмин «Справочник по расчетам подъемно-транспортных машин»; Минск «Высшая школа» 1971 г.
7. Бунич Я.М., Глазков А.Н, Перетятко В.В., Суховольский А.Д., Федоров Л.Е., Яловецкий М.И. Электрооборудование промышленных предприятий и установок. – М.: Издательство литературы по строительству, 1968. – 300с.
8. <http://ntrp.interpipe.biz/>
9. Достижения систем электропривода методами математического моделирования: Навч посюник С.М.Довгань -Дніпропетровськ: НГА УкраГнп, 2001.-137 с. (стр 34-40. 128 – 132).
10. Башарга А.В., Новиков В.А., Соколовский ГГ. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов -Л.: Энергонздат. Ленинград отделение 1982.-392 с. (стр 119-125).
11. 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.

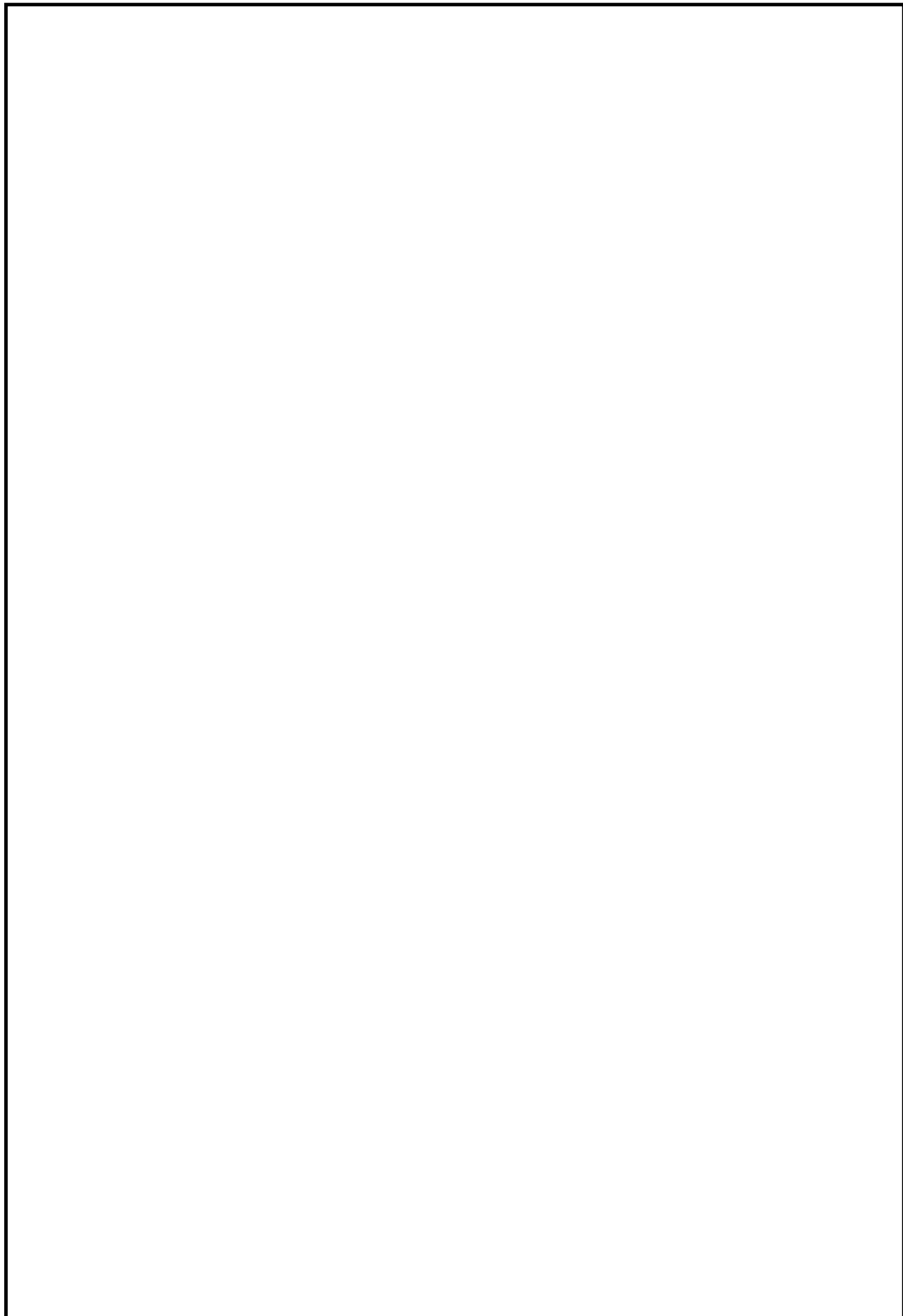
					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



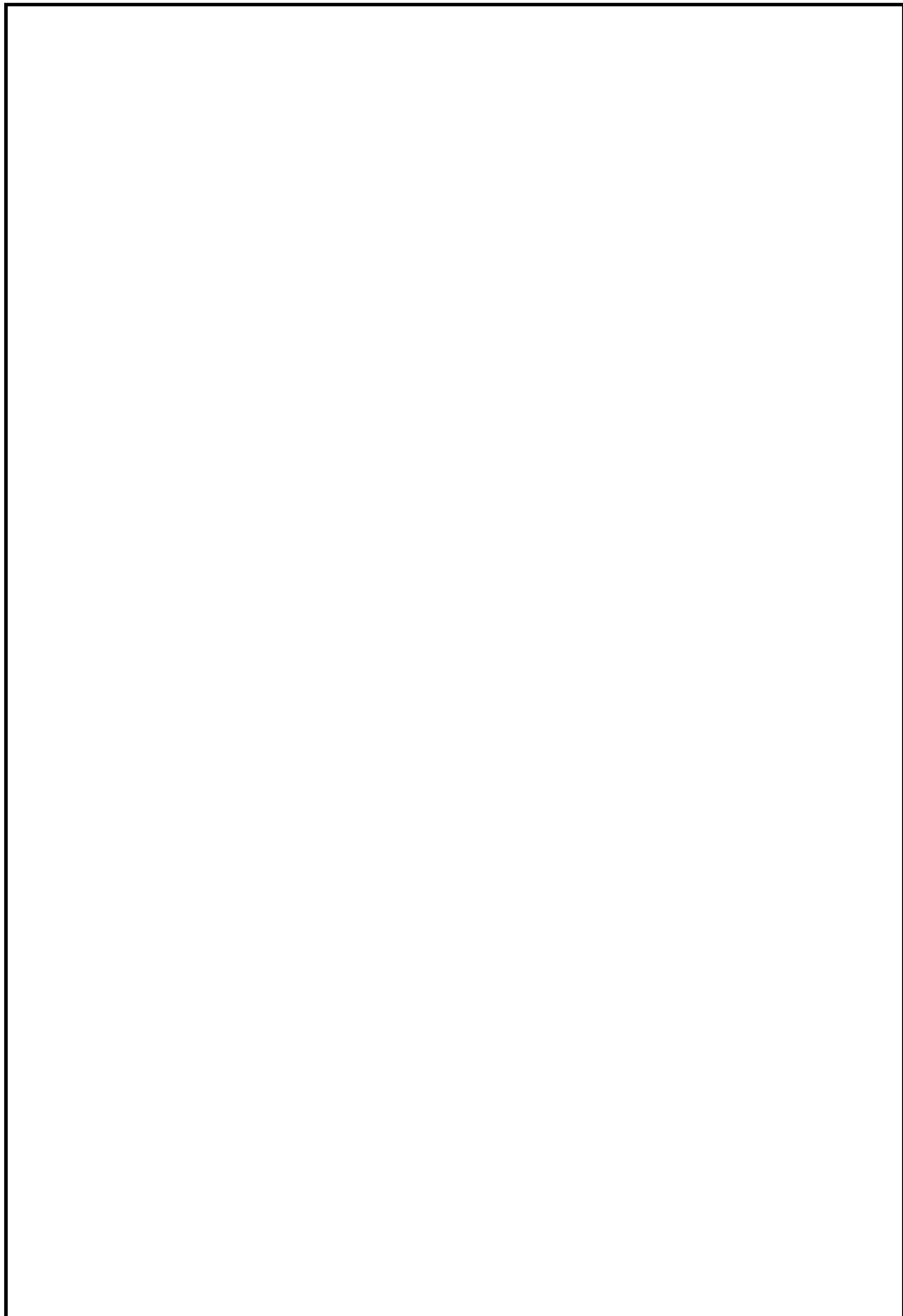
					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62



					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63



					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64



					ЕП.МР.20.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65