

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 бакалавр  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Романко Олександр Андрійович  
(ПІБ)

академічної групи 141-16ск-3  
(шифр)

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

спеціалізації

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему «Груповий електропривод рольгангу чистової кліті стану по системі ПЧ-АД.»

(назва за наказом ректора)

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

Дніпро  
2019

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри  
електропривода  
(повна назва)

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

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеня** \_\_\_\_\_ **бакалавр** \_\_\_\_\_  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

**студента** \_\_\_\_\_ **Романко Олександр Андрійович** \_\_\_\_\_  
(ПІБ)

**академічної групи** \_\_\_\_\_ **141-16ск-3** \_\_\_\_\_  
(шифр)

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

**спеціалізації**

**за освітньо-професійною програмою** Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

**на тему** «Груповий електропривод рольгангу чистової кліті стану по системі ПЧ-АД»  
(назва за наказом ректора)

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

Розділ	Зміст	Термін виконання
Вступ	Актуальність, мета та завдання дипломного проекту	04.05.2019
Технологічна частина	Загальна характеристика механізму руху бота	13.05.2019
Автоматизований Електропривод	Розрахунок, програмування та підбір регуляторів для моделі боту	10.05.2019
Дослідження динаміки електропривода	Моделювання роботи електроприводу розрахунок оптимальних значень	15.05.2019
Охорона праці	Інженерно-технічні заходи з охорони праці	25.05.2019
Техніко-економічне обґрунтування	Економічне обґрунтування прийнятих рішень	04.06.2019

**Завдання видано** \_\_\_\_\_  
(підпис керівника)

Казачковський М.М.  
(прізвище, ініціали)

**Дата видачі** 15 квітня 2019

**Дата подання до екзаменаційної комісії** \_\_\_\_\_ 15.06.2019 \_\_\_\_\_

**Прийнято до виконання** \_\_\_\_\_  
(підпис студента)

Романко О.А.  
(прізвище, ініціал)

Термін подання дипломного проекту до ДЕК 02.06.2019 р.

## Реферат

**Пояснювальна записка** сторінок 71, рисунків 18, таблиць 7, джерел використаної літератури 14, листів креслень 4.

**Об'єкт роботи:** груповий електропривод рольгангу чистової кліті стану по системі ПЧ-АД.

**Ціль роботи:** модернізація рольгангу шляхом правильного вибору потужності двигуна, використання комплектного електропривода та системи контролю діагностики аварійних ситуацій.

**Вибрані елементи силового ланцюга:** асинхронний електродвигун 4МТКМ225L6 МТКН 512-6, перетворювач частоти ALTIVAR 340. Розраховані параметри скалярного керування системи регулювання швидкості.

Досліджена динаміка проектованого електропривода в режимах пуску, усталеного руху та гальмування з використанням спеціалізованого пакета MATLAB додатка Simulink.

Запропоновані інженерні заходи по зниженню впливу шкідливих і небезпечних факторів.

Визначено очікуваний економічний ефект за рахунок модернізації системи керування з можливістю зниження затрат на енергоресурси.

**РОЛЬГАНГ, РЕГУЛЬОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ЗМІННОГО СТРУМУ, СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ БЕЗ ЗВОРОТНІХ ЗВ'ЯЗКІВ, ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЧАСТОТИ, ЕНЕРГОСБЕРЕЖЕННЯ, БЕЗПЕКА.**

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

## Abstract

**Explanatory note** of pages 71, Figures 18, tables 7, sources of used literature 14, sheets of drawings 4.

**Object of work:** group electric drive roller table cleaning cage state on the system of IF-AD.

**The purpose of the work:** the modernization of the roller table through the correct choice of engine power, the use of a complete electric drive and a system for monitoring the diagnosis of emergency situations.

**Selected elements of the power circuit:** asynchronous electric motor **4MTKM225L6 MTKH 512-6**, frequency converter **ALTIVAR 340**. The parameters of the scalar control of the speed control system are calculated.

The dynamics of the projected electric drive in the modes of start, steady motion and braking using the special package of MATLAB of the Simulink application is investigated.

The proposed engineering measures to reduce the impact of harmful and dangerous factors.

The expected economic effect is determined by modernizing the control system with the possibility of reducing energy costs.

roller table, ADJUSTABLE ACCESSORIES, ACCESSORIES, FREQUENCY TRANSFER, ENERGY SAVINGS, SAFETY.

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

## ЗМІСТ

	стор.
РЕФЕРАТ .....	3
ВСТУП.....	7
1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	10
1.1 Загальні відомості.....	10
1.2 Конструкція, класифікація та принцип роботи.....	12
1.3 Електричне обладнання рольганга .....	14
1.4 Вимоги до електроприводу .....	16
2. АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД.....	19
2.1 Розрахунок рольганга.....	19
2.2 Вибір двигуна, редуктора та гальмівного пристрою.....	21
2.3 Перевірка двигуна на перевантажувальну здатність.....	24
2.4 Вибір перетворювального пристрою.....	29
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА .....	35
3.1 Загальні відомості.....	35
3.2 Розробка математичної моделі електропривода.....	36
3.3 Розрахунок параметрів системи скалярного керування.....	37
3.4 Моделювання.....	40
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	
4.1 Вимоги безпеки під час експлуатації конвеєрів.....	44
4.2 Розрахунок заземлення електроустановки.....	46

5. ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ.....	52
5.1 Вступ.....	52
5.2 Розрахунок капітальних витрат.....	56
5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат.....	63
5.4 Визначення річної економії від впровадження об'єкту роектування.....	65
ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ.....	68
ДОДАТОК А.....	70

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

## Вступ

Прокатка є основним видом обробки металів тиском. Близько 75% стали, виплавленої на металургійних заводах, обробляється на прокатних станах і випускається у вигляді готового прокату: листів, сортових профілів, труб і т.п. Інша частина призначена для виробництва сталевих фасонних виливків і ковальських злитків. З усіх реверсивних станів гарячої прокатки в нашій країні найбільше значення в прокатному виробництві мають обтискні стани (блюмінги). Блюмінг - (англ. Blooming) - потужний прокатний стан, призначений для обтиснень важких сталевих злитків в квадратні заготовки (блюми). Використовується також для прокатки плоскою прямокутною заготовки, що йде, на виробництво листової сталі - слябів. Сучасний прокатний стан характеризується високим рівнем продуктивності, механізацією трудомістких робіт і автоматизацією основних технологічних процесів. Зростання продуктивності прокатних станів і допоміжних механізмів, підвищення якості продукції, досягнення високих швидкостей прокатки і інтенсифікація обтиснень стали можливими в результаті розвитку і широкого впровадження в прокатне виробництво сучасних систем електроприводу і автоматики. Сучасні прокатні стани і механізми представляють приклад тісного взаємозв'язку елементів конструкцій, технологічного процесу і автоматизованого електроприводу. Крім основної операції на прокатному стані проводиться цілий ряд допоміжних операцій, без яких неможлива прокатка металу. В сучасних механізованих прокатних станах з поточним технологічним процесом обробки металу рольганги є одним з найбільш поширених допоміжних механізмів, від яких у великій мірі залежить продуктивність і безперебійна робота прокатного стану в цілому. Продуктивність прокатного стану може виявитися невисокою, якщо хоча б один з його механізмів не в змозі виконати відповідну кількість операцій в заданий час. Рольганг - (нім. Rollgang) - конвеєр, по якому вантаж переміщається по роликам під дією сили тяжіння самих вантажів; застосовується для переміщення штучних вантажів. Для транспортування

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

металу, що прокочується до прокатного стану, завдання металу у валки, прийому його з валків і пересування до допоміжних машин (ножиць, правильним машинам, машині вогневої зачистки і т.п.) служать рольганги. Загальна довжина рольгангів досить значна, а вага їх сягає 40- 60% від загальної ваги устаткування стану. Конструкція рольгангів, їх вага і вартість, також, як і експлуатаційні показники роботи, тісно пов'язані з типом електроприводу, до вибору якого слід підходити дуже ретельно, з урахуванням мети і всіх можливих режимів роботи в даній технологічній лінії.

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



# 1."ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА"

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

## "ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА"

### 1.1 Призначення і класифікація

Рольганг - це механізми, призначені для транспортування металу, що прокочується обертовими роликами. За призначенням рольганги діляться на наступні групи.

Робочі рольганги розташовані безпосередньо у кліті стану. Вони служать для подачі металу до валянням і відведення їх від валків. Перші ролики робочих валків великих обтискних станів розміщуються в станині кліті. Станини ролики знаходяться близько до робочим валянням; їх мета - поліпшити умови захоплення металу валками, особливо коротких злитків.

Робочі допоміжні рольганги або подовжувальні є продовженням основних робочих. Вони використовуються в тому випадку, коли довжина металу, що прокочується перевищує довжину основних робочих рольгангів.

Транспортні рольганги передають метал від одного механізму стану до іншого або від стану до стану. Транспортні рольганги можуть бути підводять і відводять в залежності від напрямку потоку металу щодо даного механізму стану. Рольганг, розташований на початку табору і службовець для прийому металу, називається прийомним.

Основними параметрами рольганга є діаметр і довжина бочки ролика, крок рольганга (відстань між осями двох сусідніх роликів), кількість роликів. Діаметр роликів рольганга для зниження ваги вибирається мінімальним за умовами міцності. У робочих рольгангів блюмінгів і слябінгів діаметр роликів знаходиться в межах 600 - 400 мм; у рольгангов листових і сортових станів - в межах 350 - 200 мм. Довжина бочки роликів береться рівній довжині бочки валків стану або трохи більше. Крок роликів вибирається з таким розрахунком, щоб метал одночасно лежав не менше, ніж на двох роликах і був відсутній прогин металу від власної ваги. Деякі рольганги вимагають плавного або ступінчастого регулювання швидкості. Плавне регулювання часто необхідно у

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

рольгангов робочих клітей регульованих нереверсивними станів. Ступеневу регулювання мають зазвичай робочі рольганги реверсивних обтискних станів.

Пакетовані з косими роликами, які використовуються для одночасного переміщення металу уздовж і поперек рольганга, збирання смуг в плоскі пачки перед і за ножицями, передачі металу на холодильник.

Пересувні, службовці для переміщення металу в двох напрямках - по роликам рольганга, а також в напрямку пересування самого рольганга, вбудованого в будь-якої механізм стану і рухається разом з ним.

## 1.2 Конструктивні особливості

Конвеєри складаються з роликів, змонтованих на жорсткій рамі. Система роликів формує робочу поверхню. Ролики - це деталі циліндричної або конічної форми, виготовлені з алюмінієвого сплаву, пластику підвищеної міцності, нержавіючої або конструкційної сталі, що встановлюються на підшипниках кочення або ковзання. У прокатних станах, де ролики піддаються ударам металу, застосовують ковані ролики.

Для безперебійної роботи дистанція між осями роликів не повинна перевищувати половини довжини найменшої одиниці вантажу.

Гравітаційні (НЕ приводні) моделі рольгангов часто мають модульну структуру. З окремих секцій невеликої довжини, що мають лінійну або кутову форму, складають конструкції з трасою необхідної довжини і конфігурації.

Залежно від особливостей вантажів, що транспортуються, області та мети застосування роликового транспортера, він може комплектуватися додатковими пристосуваннями: відбійниками, що направляють, знімними бортами, електронними пристроями стеження застосування.

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

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Такі конвеєри часто використовують в виробничих цехах для забезпечення відповідних технологічних процесів. Чи не приводні рольганги застосовуються на пакувальних, сортувальних, бракувальних столах, перевантажувальних ділянках з одного конвеєра на інший, для транспортування товарів.

#### У металургії

Рольганги застосовують для транспортування металу до прокатного стану, подачі металу у валки, прийому його з валків і пересування до ножиць, пил, правильним і іншим машинам. Сучасні прокатні стани характеризуються потоковим технологічним процесом обробки металу, тому загальна довжина рольгангів досить значна, а маса їх іноді досягає 20-30% від маси механічного обладнання всього прокатного стану.

За призначенням рольганги в прокатних цехах поділяють на робочі і транспортні. Робочими називають рольганги, розташовані безпосередньо у робочій клітці стану і службовці для завдання прокочується металу у валки і прийому його з валків. Транспортними називають всі інші рольганги, встановлені перед робочою кліткою і за нею і зв'язують між собою окремі допоміжні машини і пристрої стану.



Мал. 1. Рольганг з індивідуальним приводом роликів

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Рольганги виконують з груповим і індивідуальним приводом роликів і з холостими роликами. При груповому приводі все ролики однієї секції рольганга, що складається з 4-10 роликів і більше, наводяться від одного електродвигуна через конічні шестерні і трансмісійний вал. Рольганги з груповим приводом застосовують при невеликій швидкості транспортування на порівняно короткому проміжку шляху (наприклад, підвідний рольганг блюмінгів).

При індивідуальному приводі кожен ролик (або два) даної секції рольганга наводиться від окремого електродвигуна. Такі ролики широко застосовують в швидкохідних транспортних рольгангах для пересування гуркотів, довжина яких після прокатки значна, а також в якості перших роликів робочих рольгангів у обтискних станів.

### 1.3 Режими роботи рольгангов і тип електроприводу

Велика кількість рольгангов працює в повторно - короткочасному режимі. При цьому число включень на годину і тривалість включення залежать від призначення рольганга і типу стану. У табл. 1. наведено дані про кількість деяких рольгангов.

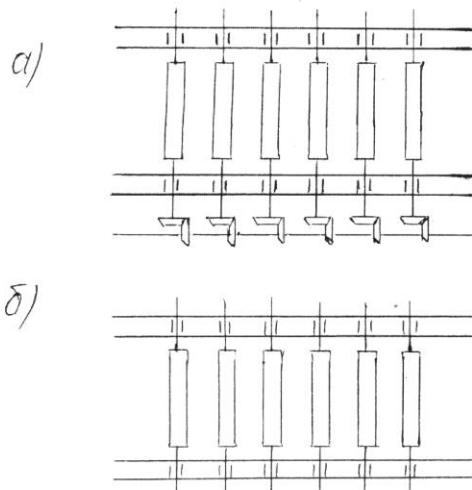
Таблиця 1.1

Призначення рольганга	Тривалість включень, %	Число включень на годину
Приймальний рольганг блюмінга	4 - 8	90
Робочі рольганги блюмінга	60	1000 - 1200
Робочі рольганги всталистого стану	40	800
Рольганг перед ножицями блюмінга	15 - 18	500 - 550

Тип електроприводу рольганга вибирається виходячи з режиму роботи, необхідності регулювання швидкості та інших умов.

Рольганг мають груповий або індивідуальний привід. При груповому приводі (мал. 2, а) секція рольганга, що включає від трьох до десяти і більше роликів, має загальний однодвигательний або двома двигунами привід. Груповий привід застосовується у рольгангов, які переміщують короткі заготовки, коли на один ролик може припадати майже весь вага заготовки. Таким рольгангами є робочі, подовжувальні і прийомні рольганги обтискних станів, рольганги у печей і т.д. Для рольгангов з груповим приводом, що працюють з частотою не вище 500 включень на годину і не потребують регулювання, застосовуються асинхронні двигуни з фазним ротором (прийомні рольганги обтискних станів, рольганги у печей, рольганги тривалкових обтискних станів і т.д.).

При індивідуальному приводі (мал. 2, б) кожен ролик має окремий двигун. Індивідуальний привід застосовується у станина роликів і у транспортних рольгангів, які переміщують метал великої довжини, при якій вага металу розподіляється на велику кількість роликів.



Мал. 2. Кінематична схема приводу рольганга:

а - групового; б – індивідуального

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Застосування індивідуального приводу станини обґрунтовується наступними умовами. Виходить з валків з деякою швидкістю метал приводить в обертання станини ролики і їх приводний двигун. Якщо привід станина роликів груповий і з редуктором, то для провертання двигуна через редуктор, що проводить до підвищеної завантаженні редуктора і його посиленому зносу. При без редукторного приводу станини роликів момент, який передається від ролика до двигуна, невеликий. В цьому основна перевага індивідуального приводу в порівнянні з груповим для станини роликів.

До переваг індивідуального приводу транспортних рольгангів відноситься:

- 1) можливість заміни двигунів без зупинки рольганга;
- 2) можливість роботи рольганга при виході з ладу одного або декількох двигунів;
- 3) відсутність передавальних пристроїв.

Для індивідуального приводу станини роликів застосовуються зазвичай двигуни постійного струму, а для індивідуального приводу транспортних рольгангів - асинхронні двигуни, що живляться від загального перетворювача частоти.

#### 1.4 Вимоги до електропривода

Рольганг включається у напрямку до стану вхолосту. Момент включення рольганга вибирається таким, щоб по досягнення сталої швидкості транспортується гуркотів рольгангом заготівля підійшла до дев'ятого ролику. Заготівля переміщається до маніпулятора з усталеною швидкістю, після чого рольганг зупиняється. Момент початку гальмування вибирається так, щоб після зупинки рольганга кінець заготовки знаходився на осі третього ролика. При пересуванні заготовки маніпулятором рольганг не працює.

Друге включення рольганга проводиться при подачі заготовки в валки для першого пропуску. У період прокатки рольганг реверсують з попередніми гальмуванням. Гальмування починається в такий момент часу, щоб при йди

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

заготовки з першого ролика швидкість рольганга дорівнювала нулю.

Рольганг розганяється в зворотному напрямку вхолосту. Після другого пуску заготівля приймається на рольганг, що обертається у напрямку прокатки з усталеною швидкістю. Потім починається його гальмування, причому момент початку гальмування вибирається так, щоб швидкість рольганга дорівнювала нулю при зупинці заготовки, викинутої кліттю, після чого починається розгін з заготівлею у напрямку до стану. Робота рольганга при прокатці заготовки в третьому пропуску аналогічна роботі його при прокатці в першому пропуску.

Заготівля, викинута з кліті після прокатки в четвертому пропуску, транспортується робочим рольгангом на раскатной. Робочий рольганг зупиняється, гальмування його починається в момент проходження заднього кінця смуги через вісь дев'ятого ролика.

Після паузи, тривалість якої визначається часом, необхідним для подачі гуркоту клепером з першої чистової лінії на другу, і часом, необхідним для транспортування черговий заготовки до стану, починається другий цикл роботи рольганга.

Роликові конвейєри (рольганги) повинні відповідати наступним вимогам:

- кут нахилу повинен бути від  $2^{\circ}$  до  $5^{\circ}$  для того, щоб вантажі переміщувалися зі швидкістю не більше 0,5 м/с, при цьому виключатися можливість їх зміщення повинна досягатися суцільним завантаженням робочого полотна рольганга;
- відстань між осями роликів не повинна перевищувати розміри вантажу, що переміщується, при цьому вантаж повинен опиратися не менше, ніж на три ролики;
- ширина вантажів, що переміщуються не повинна бути більше ширини полотна рольганга;
- у місцях проходу необхідно влаштовувати відкидні секції рольгангів шириною не менше 0,8 м, при цьому повинна перекриватися траса сходу вантажу;

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16



- рольганги, що встановлені на висоті більше 1,0 м, повинні бути огорожені з обох сторін бортами.

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

## 2. “Автоматизований електропривод”

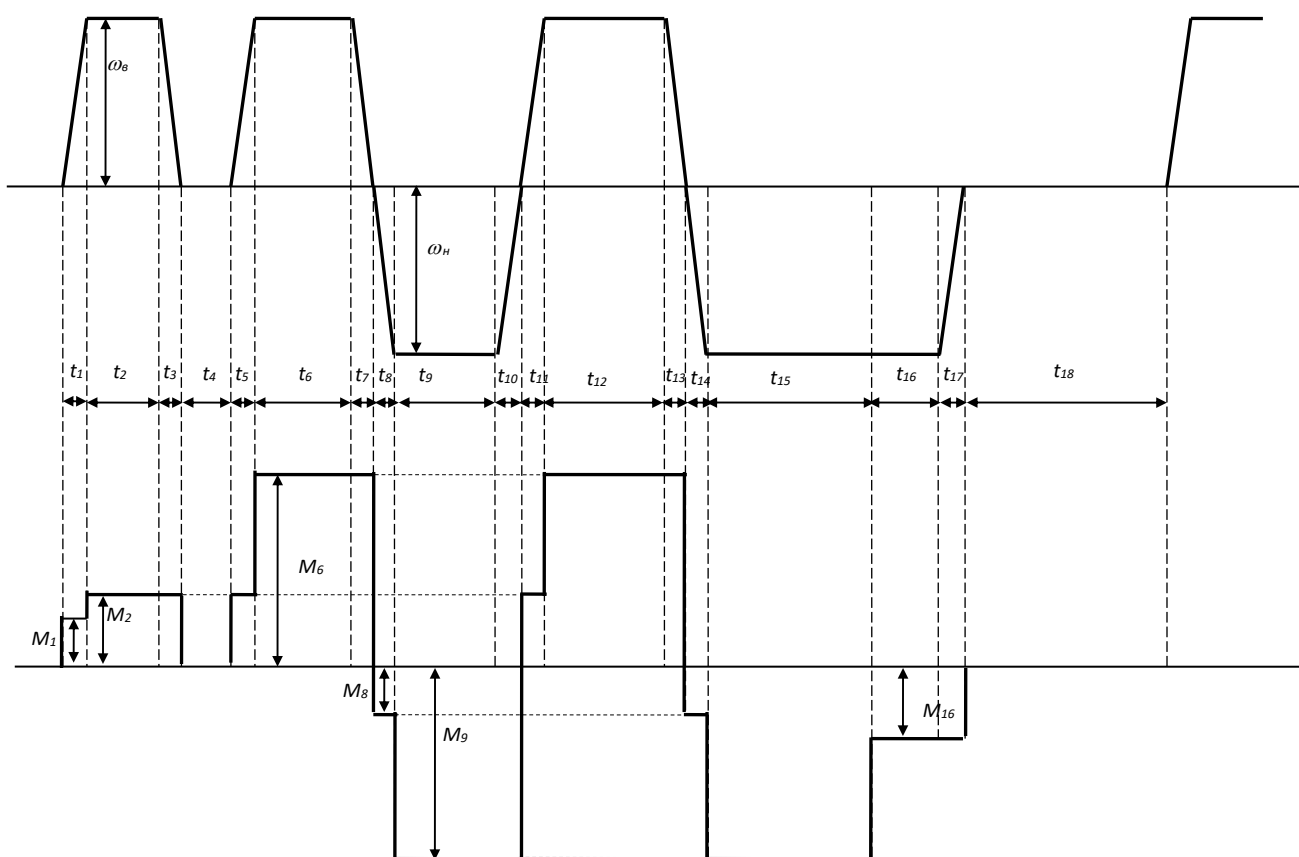
					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

# Автоматизований електропривод рольганга

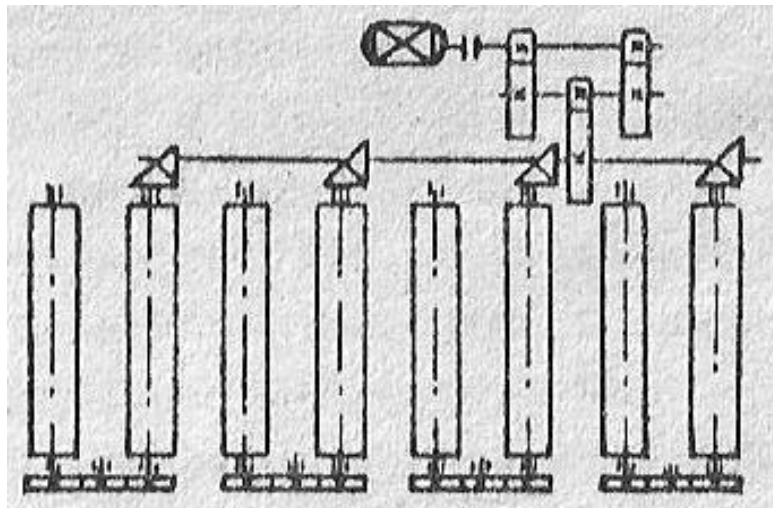
## Вихідні дані

Виконується прокатка заготовки на прокатному стані в чотири пропуски.

Діаграми статичного моменту та тахограма рольганга наведені на мал. 3, а параметри діаграм – у табл. 1. Привод – груповий. Кінематична схема наведена на рис.4.



Мал. 3. Діаграми моменту та швидкості рольганга



Мал. 4. Кінематична схема приводу

Таблиця 2.1

Параметр	Значення		
	№ варіанту	1	2
$t_1, c$		1,4	1,6
$t_2, c$		3	3,8
$t_3, c$		1,5	1,7
$t_4, c$		3,2	4
$t_5, c$		1,7	2
$t_6, c$		5,5	6,3
$t_7, c$		1,6	2,1
$t_8, c$		1,4	1,6
$t_9, c$		7	8,5
$t_{10}, c$		1,8	2,3
$t_{11}, c$		1,6	2,1
$t_{12}, c$		9	12
$t_{13}, c$		1,6	2,1

t <sub>14</sub> , с	1,4	1,6
t <sub>15</sub> , с	11,1	13,5
t <sub>16</sub> , с	2,3	3,1
t <sub>17</sub> , с	1,5	2,4
t <sub>18</sub> , с	10	20
M <sub>1</sub> = M <sub>8</sub> , Н·м	130	124,5
M <sub>2</sub> = M <sub>16</sub> , Н·м	165	155,6
M <sub>6</sub> = M <sub>9</sub> , Н·м	640	625
Приведений $\sum J$ при роботі в холосту	21,3	19,4
Приведений $\sum J$ з урахуванням заготовки	25,7	22,7
$\omega$	60	
$\beta$	0,5	
Система електроприводу	ПЧ-АД (однозонний)	КВ-Д (однозонний)

Попередній вибір потужності двигуна

Потужність двигуна попередньо вибирається орієнтовно, а потім після розрахунку перехідних процесів і побудови нагрузочної діаграми двигуна проводиться перевірка по нагріванню.

Потужність двигуна визначається по навантажувальній діаграмі механізму

Еквівалентний момент на валу робочого органу

$$M_{p,э} = \sqrt{\frac{M_1^2 \cdot t_1 + M_2^2 \cdot (t_2 + t_3) + M_2^2 \cdot t_5 + M_6^2 \cdot (t_6 + t_7) + M_8^2 \cdot t_8 + M_9^2 \cdot (t_9 + t_{10}) + M_2^2 \cdot t_{11} + M_6^2 \cdot (t_{12} + t_{13}) + M_8^2 \cdot t_{14} + M_9^2 \cdot t_{15} + M_{16}^2 \cdot (t_{16} + t_{17})}{t_1 + t_2 + t_3 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11} + t_{12} + t_{13} + t_{14} + t_{15} + t_{16} + t_{17} + t_{18}}} \quad (2.1)$$

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$M_{P,Э} = \sqrt{\frac{130^2 \cdot 1,4 + 165^2 \cdot (3+1,5) + 165^2 \cdot 1,7 + 640^2 \cdot (5,5+1,6) + 130^2 \cdot 1,4 + 640^2 \cdot (7+1,8) + 165^2 \cdot 1,6 + 640^2 \cdot (9+1,6) + 130^2 \cdot 1,4 + 640^2 \cdot 11,1 + 165^2 \cdot (2,3+1,5)}{1,4+3+1,5+1,7+5,5+1,6+1,4+7+1,8+1,6+9+1,6+1,4+11,1+2,3+1,5+10}} = 499,02$$

### Еквівалентна потужність на валу робочого органу

$$P_{P,Э} = M_{P,Э} \cdot \omega \cdot 10^{-3} = 499,02 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 29,9 \quad (2.2)$$

### Еквівалентна потужність на валу двигуна

$$P_{Э} = \frac{P_{P,Э}}{\eta_{П1}} = \frac{29,9}{0,85} = 35,12 \text{ кВт}. \quad (2.3)$$

Розрахункова потужність на валу двигуна при заданій тривалості включення механізму

$$K_3 = 1,1 \div 1,5 P_{\text{расч}} = K_3 \cdot P_{Э} = 1,2 \cdot 35,1 = 42,1 \text{ кВт}. \quad (2.4)$$

де  $K_3 = 1,1 \div 1,5$  - коефіцієнт запасу, що враховує вплив динамічних навантажень і інших, неврахованих при розрахунках чинників, зокрема погіршення умов тепловіддачі двигуна при зниженій швидкості.

Прийняте значення  $K_3$  залежить від величини коефіцієнта інерції  $F_1$ , під яким розуміється відношення суми наведеного до валу двигуна моменту інерції

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системи до моменту інерції двигуна, а також від співвідношення часу перехідних і сталих процесів. При  $F1$  до 1,2 рекомендується приймати  $Kз = 1,1 \div 1,2$ , при  $F1 > 1,2$  -  $Kз = 1,2 \div 1,5$ .

Оскільки величина коефіцієнта інерції поки не відома, то на етапі попереднього вибору потужності двигуна рекомендується приймати

$$Kз = 1,2 \div 1,3.$$

Приймаємо  $Kз = 1,2$ .

Приведення розрахункової потужності  $P_{расч}$  до стандартної (каталожної) тривалості включення ПВН виконується за формулою:

$$P_{КАТ} = P_{РАСЧ} \sqrt{ПВМ/ПВН} = 42,2 \sqrt{40/25} = 53,1 \text{ кВт.} \quad (2.5)$$

де  $P_{кат}$  - модність на валу двигуна, приведена до стандартної тривалості включення ПВН.

Приймаємо  $ПВН = 25\%$  (тому що це доцільно для приводу механізмів, що працюють в повторно-короткочасному режимі).

Далі по каталогу проводиться вибір потужності двигуна постійного струму незалежного збудження і асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором, що задовольняє співвідношенню

$$P_H > P_{КАТ}$$

де  $P_H$  - номінальна потужність двигуна, зазначена в каталозі при прийнятому в розрахунку ПВН.

Вибір двигунів постійного і змінного струму необхідно проводити таким чином, щоб їх номінальні частоти обертання були близькі. Це забезпечить

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

незначну розбіжність діаграм швидкості для обох варіантів при незмінному передавальному числі передавального пристрою, значення якого визначається лише для варіанту з приводом постійного струму.

**Вибираємо по каталогу краново-металургійний асинхронний двигун з короткозамкненим ротором типу МТКН, 380, 50Гц, ПВ = 25%:**

**Параметри двигуна 4МТКМ225L6 МТКН 512-6**

Номінальна потужність двигуна  $P_H=55$  кВт;  
 Номінальна частота обертання  $n_H=925$  об/мин;  
 Номінальний момент  $M_H = 568$  Н\*м  
 Номінальний струм, при  $U = 380$ В  $I_H = 112$  А;

$$\frac{M_M}{M_H} = 3,4; \quad \frac{M_{II}}{M_H} = 3,4; \quad \frac{I_{c,II}}{I_{c,H}} = 7,4;$$

КПД = 86,0;

Коеф. потужності = 0,87;

Момент інерції ротора  $J=1,02$  кг\*м<sup>2</sup>;

Маса двигуна  $Q=460$  кг.

$$J = J_{дв} + J_{мех} = 1,02 + 25,7 = 26,72 \quad (2.6)$$

$$T_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11} + t_{12} + t_{13} + t_{14} + t_{15} + t_{16} + t_{17} + t_{18} \quad (2.7)$$

$$T_{ц} = 1,4 + 3 + 1,5 + 3,2 + 1,7 + 5,5 + 1,6 + 1,4 + 7 + 1,8 + 1,6 + 9 + 1,6 + 1,4 + 11,1 + 2,3 + 1,5 + 10 = 66,6$$



$$ПВ = \frac{t_1+t_2+t_3+t_5+t_6+t_7+t_{11}+t_{12}+t_{13}}{t_1+t_2+t_3+t_4+t_5+t_6+t_7+t_8+t_9+t_{10}+t_{11}+t_{12}+t_{13}+t_{14}+t_{15}+t_{16}+t_{17}+t_{18}} \quad (2.8)$$

$$ПВ = \frac{1,4 + 3 + 1,5 + 1,7 + 5,5 + 1,6 + 1,6 + 9 + 1,6}{1,4 + 3 + 1,5 + 3,2 + 1,7 + 5,5 + 1,6 + 1,4 + 7 + 1,8 + 1,6 + 9 + 1,6 + 1,4 + 11,1 + 2,3 + 1,5 + 10} = 0,4$$

Визначення моменту динамічного:

$$M_d = J \cdot \frac{dw}{dt} + M_c \quad (2.9)$$

$$M_{d1} = 26,72 \cdot \frac{60}{1,4} + 130 = 1275,14$$

$$M_{d2} = -26,72 \cdot \frac{60}{1,5} + 165 = -903,8$$

$$M_{d3} = 26,72 \cdot \frac{60}{1,7} + 165 = 1108,05$$

$$M_{d4} = -26,72 \cdot \frac{60}{1,6} + 640 = -362$$

$$M_{d5} = -26,72 \cdot \frac{60}{1,4} - 130 = -1275,14$$

$$M_{d6} = 26,72 \cdot \frac{60}{1,8} - 165 = 725,6$$

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{д7} = 26,72 \cdot \frac{60}{1,6} + 165 = 1167$$

$$M_{д8} = -26,72 \cdot \frac{60}{1,6} + 130 = -362$$

$$M_{д9} = -26,72 \cdot \frac{60}{1,4} - 130 = -1275,14$$

$$M_{д10} = 26,72 \cdot \frac{60}{1,5} - 165 = 903,8$$

Визначення еквівалентного моменту:

$$t_n = t_1 + t_5 + t_{10} + t_{11} + t_{17} = 1,4 + 1,7 + 1,8 + 1,6 + 1,5 = 8 \quad (2.10)$$

$$t_T = t_3 + t_7 + t_8 + t_{13} + t_{14} = 1,5 + 1,6 + 1,4 + 1,6 + 1,4 = 7,5 \quad (2.11)$$

$$t_y = t_2 + t_6 + t_9 + t_{12} + t_{15} + t_{16} + t_{18} = 3 + 5,5 + 7 + 9 + 11,1 + 2,3 + 10 = 47,9 \quad (2.12)$$

Еквівалентний момент електродвигуна, наведений до фактичного значення ПВ = 25%, визначається так:

$$M_3 = \sqrt{\frac{M_{д1} \cdot t_1 + M_{д2} \cdot t_3 + M_{д3} \cdot t_5 + M_{д4} \cdot t_7 + M_{д5} \cdot t_8 + M_{д6} \cdot t_{10} + M_{д7} \cdot t_{11} + M_{д8} \cdot t_{13} + M_{д9} \cdot t_{14} + M_{д10} \cdot t_{17}}{\frac{1 + \beta}{2} \cdot (t_n + t_T) + t_y}} \quad (2.13)$$

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

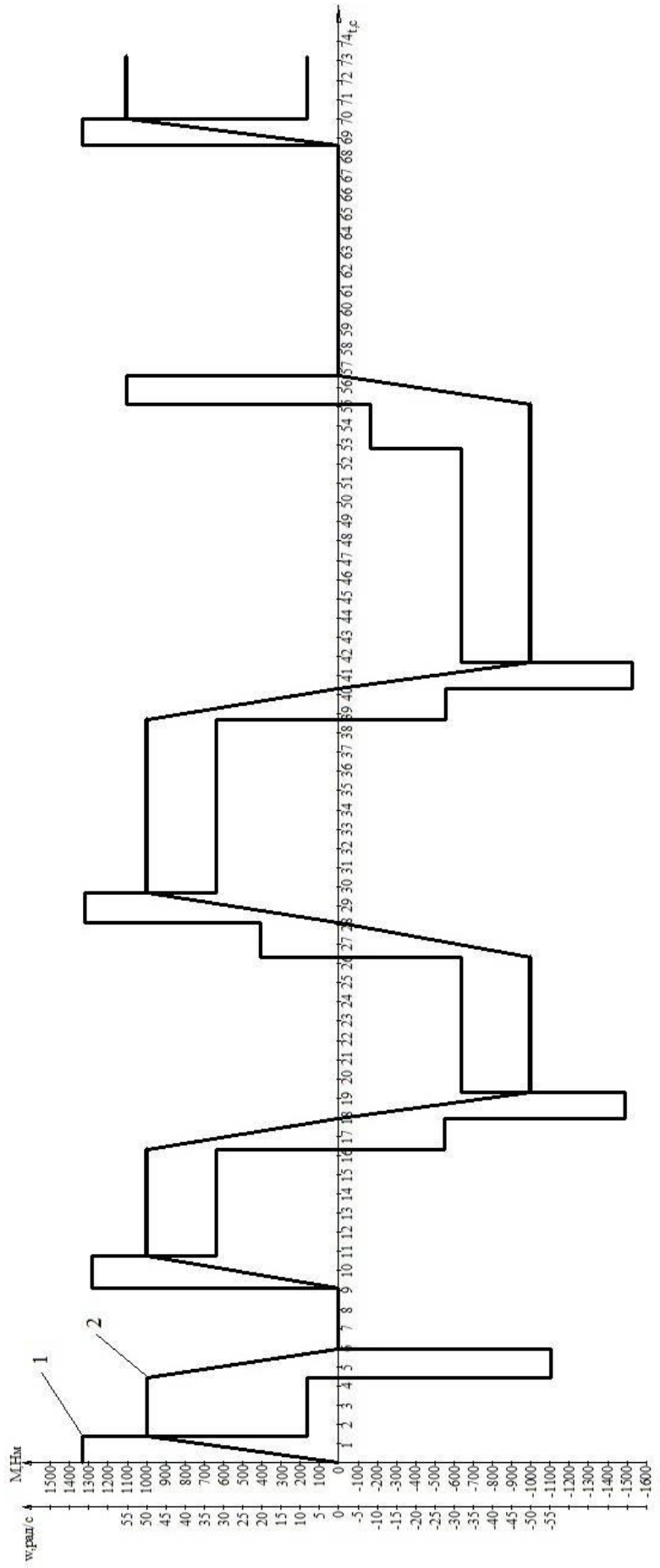
$$M_3 = \sqrt{\frac{1275,14^2 \cdot 1,4 + (-903,8)^2 \cdot 1,5 + 1108,05^2 \cdot 1,7 + (-362)^4 \cdot 3,2 + (-1275,14)^4 \cdot 2,8 + 725,6^2 \cdot 1,8 + 1167^2 \cdot 1,6 + 903,8^2 + 1,5}{\frac{1+0,5}{2} \cdot (8+7,5) + 47,9}} =$$

$$\sqrt{\frac{14907123,6}{59,525}} = \sqrt{250434,668} = 475 \text{ Нм}$$

За каталожними даними електродвигуна, при ПВ = 25% допускається навантаження, що дорівнює  $0,6 \cdot M_H$ .

$$0,85 \cdot 568 = 482,6 .$$

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27



1 - Момент навантаження двигуна  
 2 - Швидкість обертання

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ

Арк.

28

## Перетворювачі частоти Altivar 340



Мал.5. Перетворювачі частоти Altivar 340

### Висока динамічність і розширюваність

Altivar 340 - це продуктивний привід, який повинен відповідати можливостям двигунів вашого обладнання з точки зору пікового крутного моменту і характеристик по частоті обертання. З частотою до 400 Гц ATV340 призначений для застосування в динамічному обладнанні, в якому може знадобитися швидкий старт / стоп.

- ATV340 характеризуються високою надійністю при великих перевантаженнях і може бути адаптований до роботи з обладнанням з обертовим моментом, рівним 220% від номінального моменту.

- Для задоволення вимог по адаптованості і розширюваності вашого обладнання Altivar 340 може використовуватися з як з асинхронними так і з синхронними двигунами з керуванням зі зворотним зв'язком і без зворотного зв'язку.

### Безпрецедентні характеристики автоматизації

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Комбінація мінімального часу реакції обладнання з ATV340 (цикл виконання завдання 1 мс) і зв'язку по мережі Ethernet в режимі реального часу в максимальному ступені збільшує продуктивність обладнання.

Спрощена розробка обладнання

Altivar 340 реалізує різні функції і послуги для спрощення проектування обладнання і скорочує час розробки.

- Велика кількість введів / висновків, велике число Ethernet-протоколів, РТІ / РТО, вбудований кодер і велике число інтерфейсів забезпечують максимальну гнучкість при проектуванні архітектури.

- Проста конфігурація «ведучий / ведений», режим позиціонування, інтегровані прикладні функції полегшують роботу з підйомними пристроями, транспортування і обробку матеріалів і поводження з пакувальним устаткуванням.

Проста інтеграція автоматизації

Готові до використання бібліотеки прикладних програм EcoStruxure Machine, перевірені і задокументовані (TVDA) і об'єднані з Ethernet-послугами в Altivar Machine 340, полегшують проектування обладнання та забезпечують істотне скорочення часу на проектування.

- Автоматична настройка ОДНІЄї кнопкою ідентифікації двигунів надає користувачам можливість швидкого і простого повторення проекту, що забезпечує максимальну продуктивність введення в експлуатацію та виробництва обладнання.

Підтримувана експлуатація обладнання

Привід Altivar 340 був розроблений для задоволення вимог щодо застосування в жорстких умовах експлуатації з точки зору вібрацій і ударних навантажень; також забезпечується стійкість до впливу непроводящей пилу і високих температур (до 60 ° C).

Характеристики. Altivar 340 Перетворювач частоти 55.00 кВт, 3-ф / 380 (ATV340D55N4E-ND)

Таблиця 2.2

бренд	Schneider Electric
серія	Altivar 340
sku	ATV340D55N4E-ND
потужність	55.0 кВт

Число фаз / напруга на вході	3-ф/380 (три фази 380в) В
Число фаз / напруга на виході	3-ф/380 В
Mmax (1 min)%	150
струм номінальний	145.00 А
Струм в перебігу 1 хвилини	174.0 А
Струм максимальний протягом 2 з	174.0 А
Максимальна вихідна частота	600 Гц
вага виробу	57.90 кг
Ступінь захисту по IP	20
ЕМС фільтр	єсть
Висота	908 мм
Ширина	271 мм
глибина	309 мм
гальмівний модуль	Єсть
вбудований ПЛК	Нет
вбудований регулятор	ПИД
Скалярний режим управління	єсть
Векторний режим керування без енкодера	єсть
Лінійний закон управління U / f	єсть
Квадратичний закон управління U / f <sup>2</sup>	єсть

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Панель програмування в комплекті з ПЧ	Несъемная
Базова панель програмування	VW3A1006
Розширена панель програмування	VW3A1101
програмактор	VW3A8121
Максимальне число фіксованих швидкостей	16
Число / тип аналогових входів	3 (1: 0-10V; 1: -10,,,+10V; 1: 0(4)-20mA)
Число дискретних входів	6
Число / тип аналогових виходів	1: 0-10V или 0(4)-20mA
Число дискретних (транзисторних) виходів	1
Число релейних виходів	2
Вбудований потенціометр (або номінал опору)	Есть
Протокол ModBus RTU	Есть
Протокол ModBus TCP / IP	VW3A3616
протокол CANopen	Есть
Протокол PROFIBUS DP	VW3A3607
Протокол Ethernet IP	Есть
протокол DeviceNet	VW3A3609
протокол EtherCat	VW3A3601

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ

Арк.

32



# Фотоелектричний енкодер

## Інкрементальний



Мал.6. Енкодер

### Характеристика енкодера

Таблиця 2.3

Вал: Ø (мм)	Ø 6
Тип валу (2)	цілісний вал
Макс. швидкість обертання (об. / хв)	9000
Макс. частота (кГц)	300
Допустиме навантаження (даН)	10
Крутний момент (Н.см)	0,4
сертифікація продукції	СЕ
Діапазон температури (° C)	- 30 ... + 100
Ступінь захисту (відповідно до МЕК 60529)	IP 65 / IP 67 (3)
Напруга живлення 5 В, RS 422	4,75 ... 30 В
	5 ... 30 В
двотактний	Радіальне, роз'єм M23

### 3. “ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА”

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

## Вибір структури САК ЕП, складання передаточних функцій

Отримання достовірних якісних і особливо кількісних характеристик поведінки реальної системи автоматизованого електроприводу конкретного виробничого механізму вимагає максимального врахування особливостей роботи, як в цілому електроприводу, так і його окремих елементів. Перш за все врахування всіх особливостей роботи перетворювача частоти та системи електроприводу, параметрів електричних та механічних систем, що залежать від часу та інших параметрів.

Таблиця 3.1

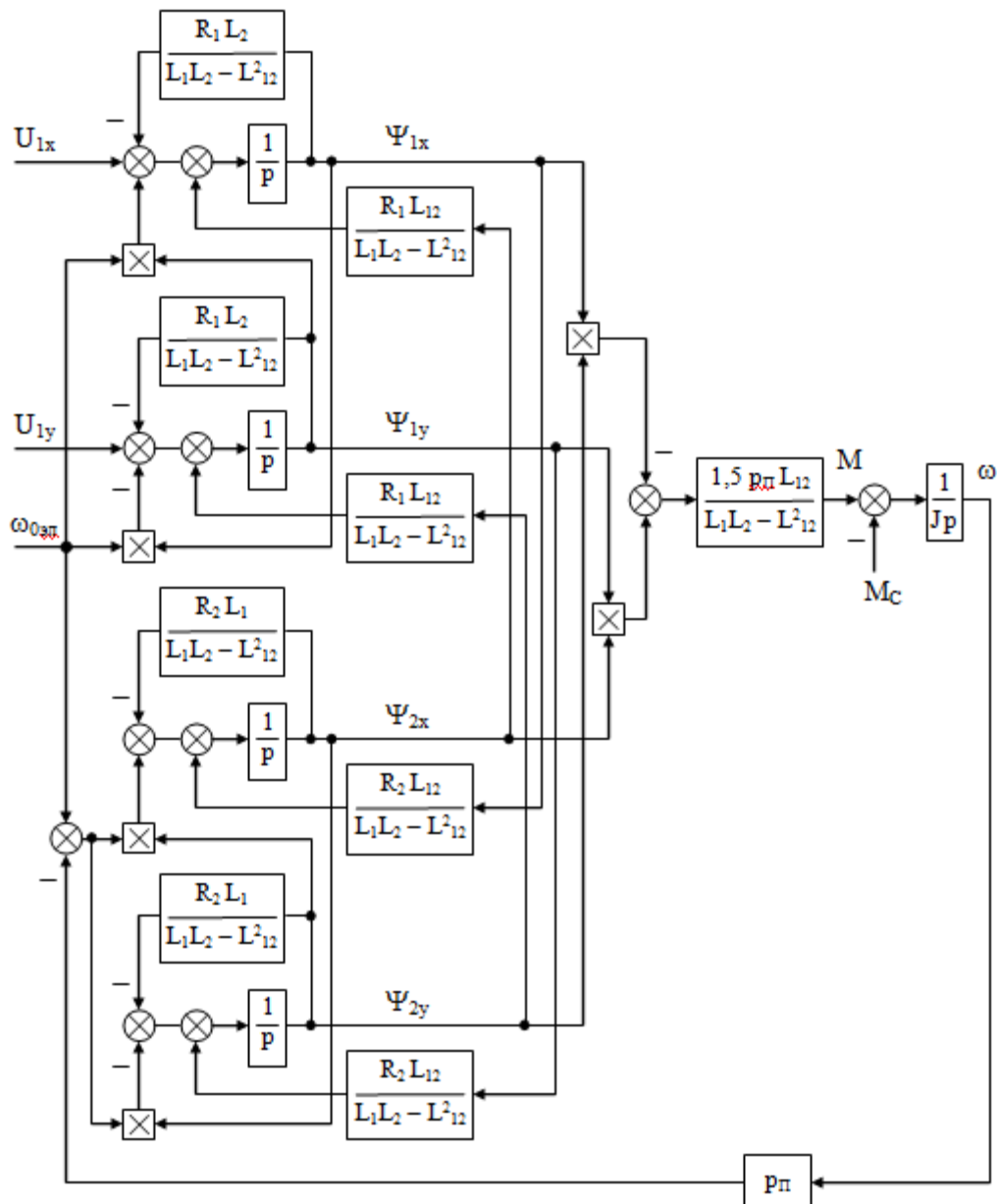
Номінальні дані двигуна типу AP 355SMC12

$U_{\text{фн}}, \text{В}$	$f, \text{Гц}$	$P_{\text{н}}, \text{Вт}$	$n_{\text{н}}, \text{б/хв}$	$J_{\text{дв}}, \text{Г}\cdot\text{м}^2$	$\eta, \%$	$\cos\varphi$	$r_1^*$	$x_1^*$	$r_2'^*$	$x_2'^*$	$x_{\mu}^*$
380	50	55	925	1,02	86	0,71	0,028	0,1	0,026	0,14	2

Примітка\*: параметри активних та індуктивних опорів наведені у відносних одиницях.

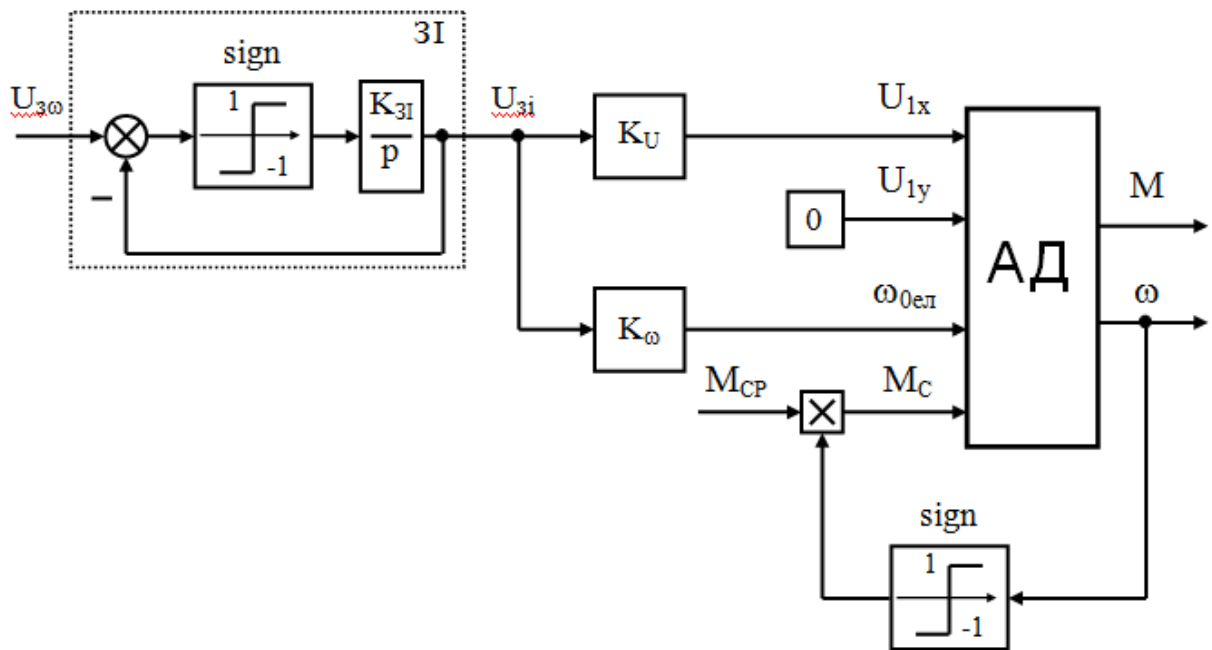
При дослідженні частотного управління двигуном, більш доцільно представити АД у вигляді такої структурної схеми:

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35



Мал.7. Структурна схема моделі асинхронного двигуна

У такому разі схема системи керування при пуску від задавача інтенсивності ЗІ та реактивному моменті опору матиме вигляд:



Мал.8. Схема системи керування при пуску від задавача інтенсивності.

Розрахунок основних параметрів системи:

$$\omega_0 = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot 3.14 \cdot 50 = 314 \text{ рад/с} \quad (3.1)$$

$$Z_b = \frac{U_H}{I_H} = \frac{380}{131} = 2,9008 \quad (3.2)$$

$$p = \frac{3000}{n_0} = \frac{3000}{500} = 6 \quad (3.3)$$

Абсолютні значення опорів:

$$R_1 = r_1^* \cdot Z_b = 0,028 \cdot 2,9008 = 0,0812 \text{ (Ом)} \quad (3.4)$$

$$X_1 = x_1^* \cdot Z_b = 0,1 \cdot 2,9008 = 0,2901 \text{ (Ом)} \quad (3.5)$$

$$R_2 = r_2'^* \cdot Z_b = 0,026 \cdot 2,9008 = 0,0754 \text{ (Ом)} \quad (3.6)$$

$$X_2 = x_2'^* \cdot Z_b = 0,14 \cdot 2,9008 = 0,4061 \text{ (Ом)} \quad (3.7)$$

$$X_\mu = X_\mu^* \cdot Z_b = 2 \cdot 2,9008 = 5,8015 \text{ (Ом)} \quad (3.8)$$

Розрахунок індуктивностей:

$$L_1 = \frac{X_1 + X_\mu}{\omega_0} = \frac{0,2901 + 5,8015}{314} = 0,0188 \text{ (Гн)} \quad (3.9)$$

$$L_2 = \frac{X_2 + X_\mu}{\omega_0} = \frac{0,4061 + 5,8015}{314} = 0,0189 \text{ (Гн)} \quad (3.10)$$

$$L_m = \frac{X_\mu}{\omega_0} = \frac{5,8015}{314} = 0,0185 \text{ (Гн)} \quad (3.11)$$

$$\frac{U}{f} = \text{const}$$

Для виконання умови розраховуємо коефіцієнти передачі каналів напруги та частоти обертання поля статора наступним чином:

$$K_U = \frac{U_{\text{фнmax}}}{U_{\text{кmax}}}, \quad (3.12)$$

де  $U_{\text{фнmax}}$  - амплітудне значення номінальної фазної напруги статора, В;

$U_{\text{кmax}}$  - максимальне значення напруги керування, В;

$$K_U = \frac{380 \cdot \sqrt{2}}{10} = 53.7401 \text{ (В)}$$

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$K_U = \frac{\omega_{0елmax}}{U_{Kmax}} = \frac{2 * \pi * f_H}{U_{Kmax}}, \quad (3.13)$$

де  $\omega_{0елmax}$  - максимальне значення частоти обертання поля статора, рад/с;  
 $f$  - номінальне значення частоти напруги мережі живлення, Гц.

$$K_U = \frac{2 * 3,14 * 50}{10} = 31,4159 \text{ (В)}$$

Розрахунок перехідних процесів

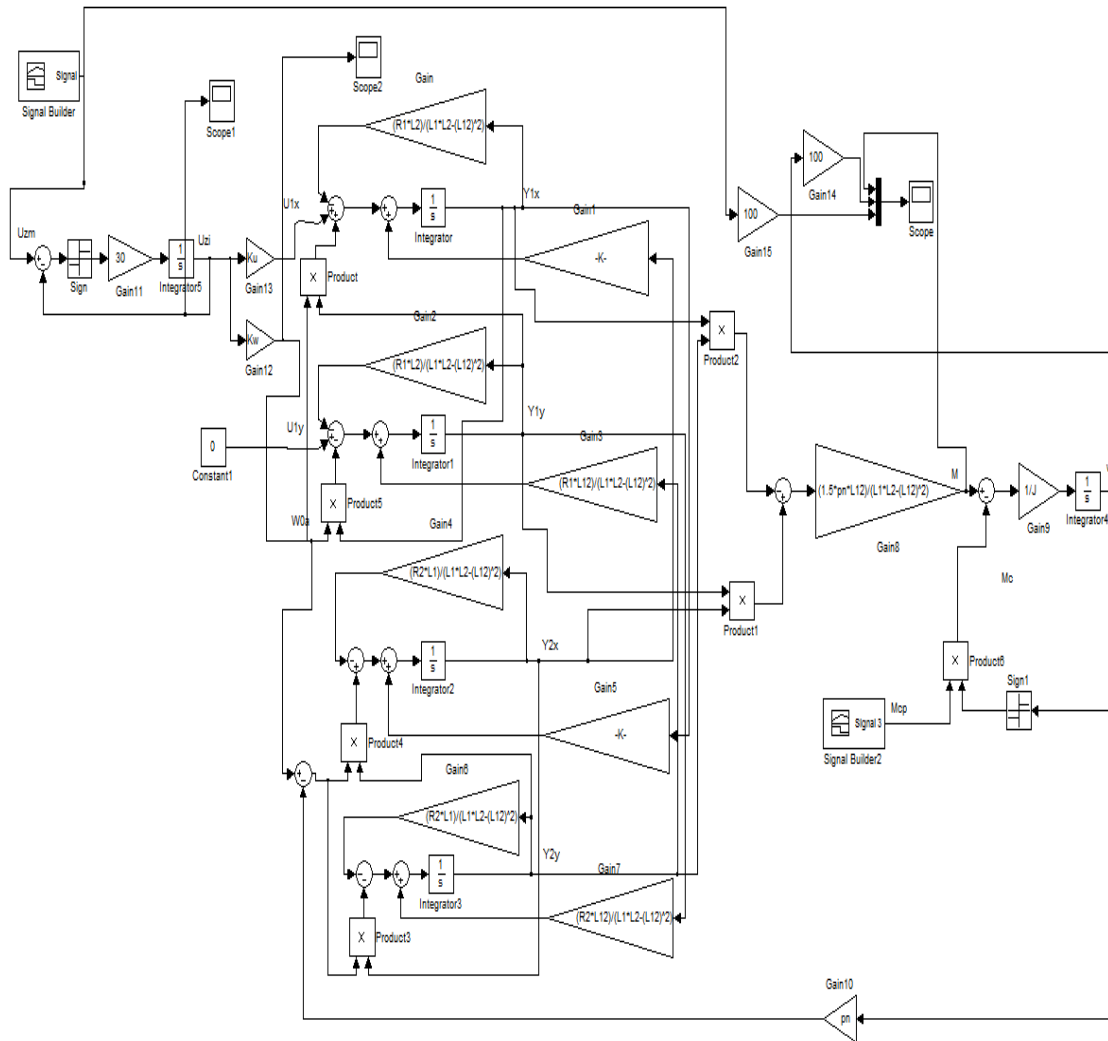
Розрахунок перехідних процесів в системах регульованого однозонного електроприводу змінного струму, виконаного по структурній схемі представлений на рисунках 7 та 8, виконано на ЕОМ в програмному продукті MATLAB.

Програма відтворюється методом імітаційно-чисельного моделювання перехідних процесів в аналогових нелінійних системах регульованого електроприводу при типових задаючих та збурюючих впливах. Вона дозволяє в широких межах варіювати структуру і значення параметрів елементів САР, виводити результати розрахунків у вигляді графіків, за якими визначаються динамічні якості системи.

Схема набору представлена на мал. 9.

Діаграма циклу роботи електропривода робочого рольгангу представлена на мал. 10.

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39



Мал. 9 Діаграма циклу роботи електропривода робочого рольгангу

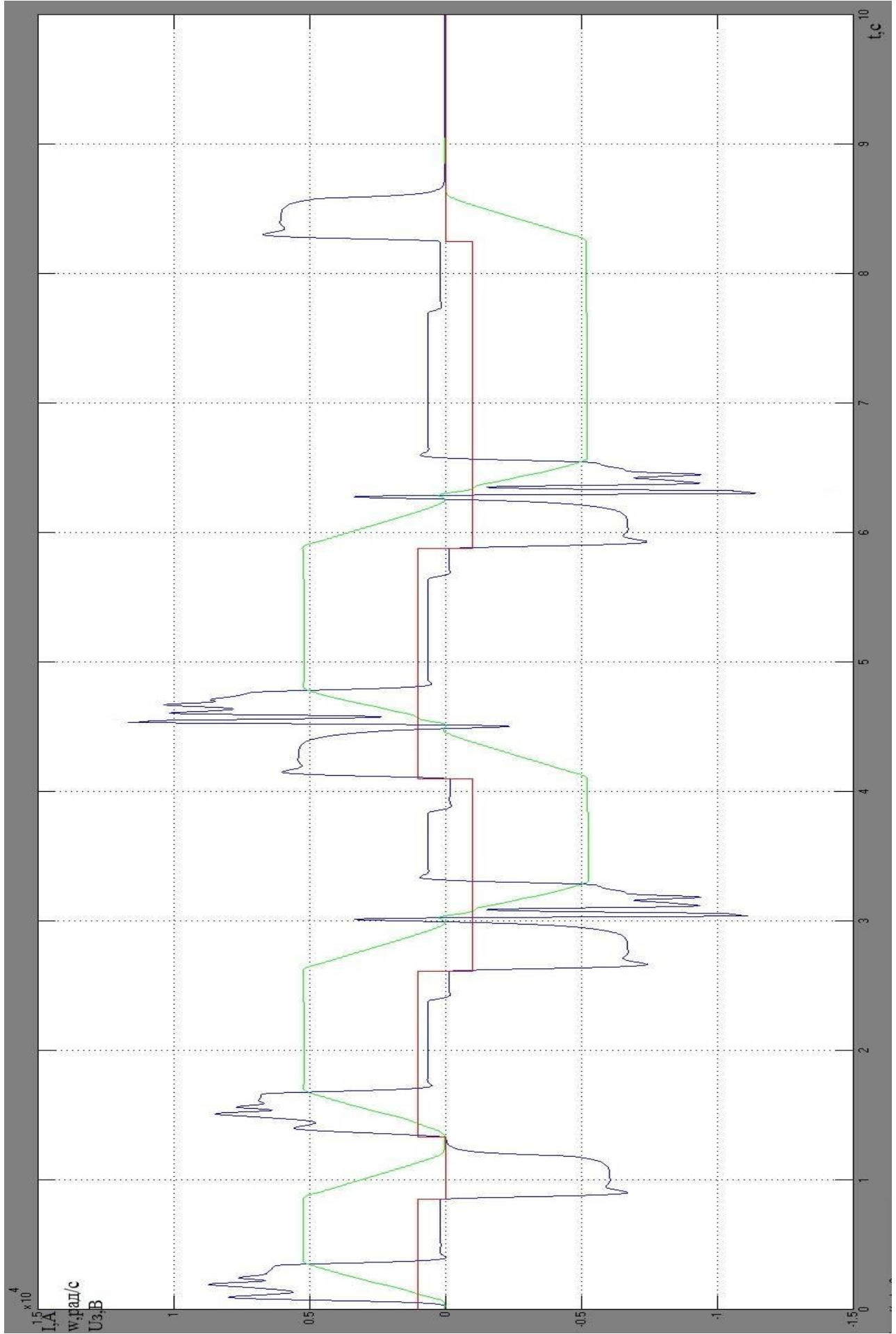
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ

Арк.

40





Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ

Арк.

41

## Висновки

Виходячи з отриманих графіків динаміки електропривода можна зробити висновок, що схема зібрана правильно та повністю відповідає всім необхідним динамічним характеристикам. Отже розрахунок параметрів схеми був виконаний вірно.

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

# 4“ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ”

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

#### 4. Противопожарная безопасность

Предприятия машиностроительной промышленности нередко отличаются повышенной пожарной опасностью, поскольку их характеризует сложность производственных установок, значительное количество легко воспламеняющихся и горючих жидкостей, сжиженных горючих газов, твердых сгораемых материалов, являющихся весьма пожароопасными; большое количество емкостей и аппаратов, в которых находятся пожароопасные продукты под давлением; большая оснащенность электроустройствами.

Причины пожаров, возникающих на машиностроительных предприятиях следующие: нарушение технологического режима; неисправность электрооборудования (коротких замыканий, перегрузки и большие переходные сопротивления); плохая подготовка оборудования к ремонту; самовозгорание промасленной ветоши и других материалов, склонных к самонагреванию; износ и коррозия оборудования; неисправность запорной арматуры и отсутствие заглушек на ремонтируемых аппаратах и трубопроводах; искры при электро- и газосварочных работах; неисправность канализации и гидрозатворов; конструктивные недостатки оборудования; ремонт оборудования на ходу; реконструкция установок с отклонением от технологических схем.

Производственное здание участка, на котором планируется размещение рольганга относится к категории Д взрывопожарной и пожарной опасности по НПБ 105-95. Объект эксплуатируется более 30 лет и строительные конструкции имеют значительный износ.

Здание одноэтажное, пристроенное к 4-этажному корпусу административно-бытового назначения. Размеры в плане 184,75 × 57,17 м. Общая площадь составляет 10562 м<sup>2</sup>. Здание состоит из трех пролетов, разделенных между собой одноэтажными встройками. Основные несущие строительные конструкции железобетонные и кирпичные, фермы и балки покрытия – металлические.

Здание отвечает требованиям II степени огнестойкости.

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

В пролете, примыкающем к административно-бытовому корпусу, размещен спортивно-оздоровительный комплекс. В производственной части размещены помещения ремонта электродвигателей, отделение компрессорной подстанции, склад материалов и комплектующих, электротехническая мастерская, станция обслуживания конвейерной линии.

Пролеты здания разделены встройками, имеющими сквозные проезды без устройства в них ворот. Стены встройки – кирпичные, балки перекрытий – металлические, плиты – железобетонные.

В соответствии с нормативными требованиями в здании предусмотрены следующие противопожарные мероприятия: внутренний противопожарный водопровод; автоматическая пожарная сигнализация; оповещение о пожаре; объемно-планировочные и технические решения, обеспечивающие своевременную эвакуацию людей и автотранспорта в случае пожара.

Для внутреннего пожаротушения в здании имеется противопожарный водопровод, обеспечивающий расход воды  $2 \times 5$  л/с. Внутренние пожарные краны размещены в специальных шкафах, имеют необходимый инвентарь и обеспечены свободным доступом.

Наружное пожаротушение предусматривается от гидрантов городской водопроводной сети с расходом 30 л/с в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02. К гидрантам обеспечен свободный доступ и подъезд для пожарных автомобилей. Расстояние до ближайшей пожарной части в пределах 4 километров.

Здание оборудовано первичными средствами пожаротушения, пожарные щиты укомплектованы пожарным инвентарем (багор, лопата, ящик с песком, асбестированные маты), который размещен в местах, имеющих свободный доступ. Есть указатели о местах расположения пожарных щитов.

Пожароопасные помещения оборудованы автоматической пожарной сигнализацией, предназначенной для обнаружения пожара с помощью пожарных извещателей и сообщения о месте его возникновения на приемно-контрольное

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

устройство, размещенное в помещении проходной. Осуществление связи с подразделениями пожарной охраны предусмотрено с помощью телефонной сети от приемно-контрольного пункта, на котором ведется круглосуточное дежурство.

Анализ состояния средств пожаротушения позволяет выявить ряд несоответствий производственного корпуса требованиям пожарной безопасности. Одноэтажные здания II степени огнестойкости промышленных предприятий площадью более 7000 м<sup>2</sup> должны быть оборудованы установками автоматического пожаротушения. Встройки между пролетами не могут рассматриваться как противопожарные преграды, так как имеют открытые проезды шириной 6 м, не оборудованные дренчерными завесами и не имеющие противопожарных ворот. Кроме того, в помещениях вставок имеются горючие вещества и материалы. Складские помещения не отделены от основного цеха противопожарной перегородкой. В цехе имеется скопление промасленных материалов, составляющих повышенную пожарную нагрузку.

Для того, чтобы рассматриваемое производственное помещение полностью соответствовало требованиям пожарной безопасности необходимо устранить выявленные несоответствия. Для профилактики пожаров и загораний важно проводить работу, обеспечивающую подготовленность работающих в соблюдении мер противопожарной безопасности, обеспечить рабочие места письменными инструкциями, содержащие основные требования по обеспечению порядка на подъездах к зданию и водоисточникам; содержанию и введению в действие первичных средств пожаротушения, сигнализации, вызова пожарной охраны; размещению мест, где разрешается курение; сбору и удалению сгораемого мусора; порядку эвакуации людей и материальных ценностей; правилам производства работ и эксплуатации оборудования.

#### 4.2 Розрахування заземлення електроустановки

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

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

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

4.2.1 Визначаю струм замикання на землю;

$$I_3 = \frac{3 \cdot U_{\Phi}}{350} (3,5l_{к.л.} + l_{в.л.}), \text{ А} \quad (4.1)$$

де  $U_{\Phi}=380$  – фазна напруга мережі, кВ;  $l_{к.л.}, l_{в.л.}$  – відповідно довжина електрично зв'язаних кабельних і повітряних ліній, км.

$$I_3 = \frac{3 \cdot 380}{350} (3,5 \times 2 + 4) = 20,6, \text{ А}$$

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

Опір природного заземлювача  $R_n = 6,5$  Ом.

4.2.3 Визначається необхідний опір штучних заземлювачів;

$$R_{ш} = \frac{R_n R_3}{R_n - R_3}, \text{ Ом} \quad (4.2)$$

$$R_{ш} = \frac{6,5 \cdot 4}{6,5 - 4} = 10,4, \text{ Ом}$$

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

4.2.5. Вибираються електроди стрижневі і попередньо розміщують їх на плані об'єкта, що захищається (Рисунок 4.1)

Як вертикальні заземлювачі варто використовувати сталеві стрижні діаметром 10 мм, довжиною 5 м. Верхній кінець вертикального заземлювача повинен бути занурений на 0,7 м від поверхні землі. Як горизонтальні заземлювачі варто використовувати круглу сталь діаметром 10 мм.

4.2.6 Визначається розрахунковий питомий опір ґрунту для однорідного ґрунту;

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

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

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

$\Psi$  - кліматичний коефіцієнт,  $\Psi = 1,5$ .

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

4.2.7 Визначаю опір одиночного вертикального заземлювача;

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

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

$l$  – довжина вертикального заземлювача,  $l = 2 \text{ м}$ ;

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

$$R_{\text{в}} = \frac{225}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \cdot \ln \left( 2 \cdot \frac{2 \cdot 2}{0,01} + \frac{1}{2} \cdot \frac{4 \cdot 0,7 + 1}{5 \cdot 0,7 - 1} \right) = 111,08, \text{ Ом}$$

Визначаємо опір горизонтального електрода;

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

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

$l$  – довжина вертикального заземлювача,  $l = 5 \text{ м}$ ;

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

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$R_{\Gamma} = \frac{225}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \cdot \ln \frac{5^2}{0,01 \cdot 0,7} = 25.6 \text{ Ом}$$

Тоді розрахунковий опір заземлювача буде визначений за формулою;

$$R = \frac{R_{\text{в}} R_{\Gamma}}{R_{\text{в}} \eta_{\Gamma} + R_{\Gamma} \eta_{\text{в}} \cdot n}, \text{ Ом} \quad (4.5)$$

де  $\eta_{\Gamma} = 0.74$  – Коефіцієнт використання горизонтального смугового електрода;

$\eta_{\text{в}} = 0.75$  – Коефіцієнт використання вертикального смугового електрода;

$$R = \frac{111.08 \cdot 25.6}{111.08 \cdot 0.74 + 25.6 \cdot 0.75 \cdot 10} = 10.42, \text{ Ом}$$

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

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. “ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ”

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

## 5.1 Вступ

Метою даного дипломного проекту є впровадження засобів автоматизації, за для зменшення споживання електроенергії та покращення роботи електроприводу роликового конвеєра. В даному розділі будуть розраховані інвестиційні витрати на даний об'єкт, його капітальні витрати, зокрема амортизаційні відрахування, витрати на електроенергію та витрати на технічне обслуговування та поточний ремонт обладнання. Приведення всіх розрахованих витрат до базових витрат, з метою отримання економічного ефекту та аналіз того, чи є сенс в впровадженні заходів щодо автоматизації.

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

## 5.2 Розрахунок капітальних інвестицій

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

Капітальні інвестиції з реалізації проектного технічного рішення 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 монтажно-налагоджувальних робіт;
- витрати фінансових коштів на проведення проектно-конструкторських робіт, підготовку персоналу та виконання інших робіт, необхідних для реалізації технічного рішення.

Проектні капітальні інвестиції в устаткування і будівельно-монтажні роботи визначаються на основі цін, наведених у прайс-листах оптових цін на електроустаткування, та інших довідкових матеріалів або за фактичними витратами підприємства.

Вартість монтажно-налагоджувальних робіт  $K_{M(H)}$  приймається за договірними розцінками на монтаж і налагодження електрообладнання та на монтаж і налагодження електроконструкцій, за фактичними даними підприємства або на рівні 8% від вартості устаткування і становить:

Для електрообладнання  $K_{M(H)0}$  вартість монтажно-налагоджувальних робіт становить;

$$K_{M(H)0} = 27399 \cdot 0.08 = 2191.92, \text{ грн.} \quad (5.1)$$

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Для електроконструкцій  $K_{M(H)K}$  вартість монтажно-налагоджувальних робіт становить;

$$K_{M(H)K} = 21999 \cdot 0.08 = 1759.92, \text{ грн} \quad (5.2)$$

Вартість транспортно-заготівельних і складських витрат ( $K_{ТЗС}$ ) 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%) і становлять:

Для електрообладнання  $K_{ТЗСО}$ ;

$$K_{ТЗСО} = 27399 \cdot 0.05 = 1369.95, \text{ грн} \quad (5.3)$$

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Для електроконструкцій  $K_{ТЗСК}$ ;

$$K_{ТЗСК} = 21999 \cdot 0.05 = 1099,95, \text{ грн} \quad (5.4)$$

Таким чином, капітальні інвестиції на здійснення проектного варіанта складають:

Для електрообладнання  $K_{ПО}$ ;

$$K_{ПО} = K_{ОБО} + K_{ТЗСО} + K_{М(Н)О}, \text{ грн} \quad (5.5)$$

$$K_{ПО} = 27399 + 1369.95 + 2191.92 = 30960.87, \text{ грн}$$

Для електроконструкцій  $K_{ПК}$ ;

$$K_{ПК} = K_{ОБК} + K_{ТЗСК} + K_{М(Н)К}, \text{ грн} \quad (5.6)$$

$$K_{ПК} = 21999 + 1099,95 + 1759.92 = 24858.87 \text{ грн}$$

де  $K_{Об}$  – вартість устаткування за зведенням витрат (без ПДВ), грн.;

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

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

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Загальні капітальні витрати дорівнюють ;

$$K_{\Pi} = K_{\Pi 0} + K_{\Pi K}, \text{ грн} \quad (5.7)$$

$$K_{\Pi} = 30960.87 + 24858.87 = 55819.74 \text{ , грн}$$

Витрати на придбання технічних засобів оформляються у вигляді зведення капітальних витрат за розділами (табл. 5.1).

Зведення капітальних інвестицій, грн.

Таблиця 5.1

№ п/п	Найменування технічних засобів (обладнання)	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
1	Електрообладнання;	2		27399
	Асинхронний двигун типу <b>МТКН 512-6</b>	1	7200	
	Перетворювач частоти <b>Altivar 340</b>	1	20199	
2	Електроконструкції;	4		21999
	Ланцюгово-роликівий конвеєр	1	18899	
	Тяговий ланцюг від редуктора до роликів	1	1100	
	Дисковий гальмівний елемент	1	2000	
3	Будівельно-монтажні роботи	4		6421,74
	Витрати на монтаж і налагодження устаткування електрообладнання		2191.92	

	Транспортно-заготівельні і складські витрати на електрообладнання		1369.95	
	Витрати на монтаж і налагодження устаткування електроконструкцій		1759.92	
	Транспортно-заготівельні і складські витрати на електроконструкції		1099,95	
4	УСЬОГО			55819,74

### 5.3. Розрахунок експлуатаційних витрат

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

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

5.3.1 Амортизаційні відрахування ( $C_a$ ).

5.3.2 Заробітна плата обслуговуючого персоналу ( $C_3$ ).

5.3.3 Єдиний соціальний внесок ( $C_c$ ).

5.3.4 Витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж ( $C_{np}$ ).

5.3.5 Вартість втрат електроенергії ( $C_e$ ).

5.3.6 Інші витрати ( $C_{ін}$ ).

Для подальшого визначення економічного ефекту окрім проєктованих даних, були також взяті базові дані про витрати, на основі яких були також розраховані експлуатаційні витрати. Базові дані занесені до таблиці 5.2.



Таблиці 5.2

№ п/п	Найменування	Капітальні інвестиції, тис. грн.
	<i>Проектний варіант</i>	1
1	Електрообладнання	30.9
2	Електроконструкції	24.8
	УСЬОГО:	55.7

Таким чином, річні експлуатаційні витрати по об'єкту проектування складають:

$$C = C_a + C_z + C_c + C_{пр} + C_e + C_{ін}, \text{ грн} \quad (5.8)$$

$$C = 13458.15 + 726 + 24655.5 = 38839.65, \text{ грн}$$

Тоді за базовими даними експлуатаційні витрати становлять;

$$C = 7458.15 + 778 + 30754,06 = 38990.21, \text{ грн}$$

### 5.3.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Розрахунок амортизаційних відрахувань відбувається за формулою;

$$\Phi_a = \Phi_{п-Л} \quad (5.9)$$

де  $\Phi_{п}$  – первісна (або переоцінена) вартість об'єкта основних засобів;

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Л – розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів.

Ліквідаційна вартість вважається рівній нулю.

Розрахунок амортизаційних відрахувань за проєтованими даними:

Для електрообладнання;

$$\Phi_a = 30960.87 - 0 = 30960.87, \text{ грн}$$

Для електроконструкцій;

$$\Phi_a = 24858.87 - 0 = 24858.87, \text{ грн}$$

Розрахунок амортизаційних відрахувань за базовими даними:

Для електрообладнання;

$$\Phi_a = 9456,4 - 0 = 9456,4, \text{ грн}$$

Для електроконструкцій;

$$\Phi_a = 22651.4 - 0 = 22651.4, \text{ грн}$$

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

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

$$N_a = \frac{\Phi_{\Pi} - Л}{\Phi_{\Pi} \cdot T_{\Pi}} \cdot 100, \% \quad (5.10)$$

де  $T_{\Pi}=5$  років– термін корисного використання (амортизаційний період).

Визначення норми амортизації за проєктованими даними:

Для електрообладнання;

$$N_a = \frac{30960,87}{30960 \cdot 5} \cdot 100 = 20, \%$$

Для електроконструкцій;

$$N_a = \frac{24858,87}{24858,87 \cdot 5} \cdot 100 = 20, \%$$

Визначення норми амортизації за базовими даними:

Для електрообладнання;

$$N_a = \frac{9456,4}{9456,4 \cdot 5} \cdot 100 = 20, \%$$

Для електроконструкцій;

$$N_a = \frac{22651,4}{22651,4 \cdot 5} \cdot 100 = 20, \%$$

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Тоді річні амортизаційні відрахування АО за прямолінійним методом:

$$AO = \frac{\Phi_{II} \cdot N_a}{100}, \text{ грн} \quad (5.11)$$

Визначення річних амортизаційних відрахувань за проєктованими даними:

Для електрообладнання;

$$AO = \frac{30960.87 \cdot 20}{100} = 6192, \text{ грн}$$

Для електроконструкцій;

$$AO = \frac{24858.87 \cdot 20}{100} = 4971,77, \text{ грн}$$

Визначення річних амортизаційних відрахувань за базовими даними:

Для електрообладнання;

$$AO = \frac{9456,4 \cdot 20}{100} = 1891,28, \text{ грн}$$

Для електроконструкцій;

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

$$AO = \frac{22651.4 \cdot 20}{100} = 4530,28, \text{ грн}$$

Річний фонд амортизаційних відрахувань визначається за видами основних фондів і нематеріальних активів за розділами зведення капітальних витрат. Результати розрахунків заносяться в табл. 5.3. та 5.4.

Таблиця 5.3

Розрахунок річних амортизаційних відрахувань за проєктованими даними

№ п/п	Найменування	Капітальні інвестиції, тис. грн.	Норма амортизації, %	Сума амортиза ції, тис. грн.
	<i><u>Проектний варіант</u></i>	1	2	3
1	Електрообладнання	30.9	20	6.1
2	Електроконструкції	24.8	20	4.9
	УСЬОГО:	55.7	40	11

Підсумок за графою 1 табл. 5.3 має збігатися із сумою капітальних інвестицій за варіантом, що визначена за формулою 5.7.

## Розрахунок річних амортизаційних відрахувань за базовими даними

№ п/п	Найменування	Капітальні інвестиції, тис. грн.	Норма амортизації, %	Сума амортиза ції, тис. грн.
	<i>Проектний варіант</i>	1	2	3
1	Електрообладнання	9.4	20	1.8
2	Електроконструкції	22.6	20	4.5
	УСЬОГО:	32	40	6.3

## 5.3.2 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.

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.

Фонд заробітної плати буде однаковий, як за проєктованими даними так і за базовими, тому фонд заробітної плати не визначається.

## 5.3.3 Єдиний соціальний внесок

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

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

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

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

- для підстанцій (у тому числі електроустаткування) – 1%.

Так як після впровадження засобів автоматизації, для роботи електропривода були створені більш комфортні умови, то і витрати на обслуговування і поточний ремонт будуть знижені та становитимуть приблизно 60% від витрат за базовими даними.

Отже, річні витрати на поточний ремонт та технічне обслуговування за базовими даними становлять;

$$C_6 = K_n \cdot 0.01, \text{ грн} \quad (5.12)$$

$$C_6 = 55819,74 \cdot 0.01 = 558.1, \text{ грн}$$

Виходячи з цього витрати на поточний ремонт та технічне обслуговування за проєктованими даними становлять;

$$C_{пр} = C_6 \cdot 0.6, \text{ грн} \quad (5.13)$$

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{пр}}=558 \cdot 0.6=274.8, \text{ грн}$$

### 5.3.5 Розрахунок вартості втрат електроенергії

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

$$C_3 = W_p \cdot C_e, \text{ грн} \quad (5.14)$$

де  $W_p$  – річні втрати електроенергії, кВт·годин;

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

Вартість втрат електроенергії об'єктом за проєктованими даними буде становити:

$$C_3=11680 \cdot 1.68=19622.4, \text{ грн}$$

Вартість втрат електроенергії об'єктом за базовими даними буде становити:

$$C_3=18396 \cdot 1.68=30905.28, \text{ грн}$$

Річні втрати електроенергії  $W_p$  визначаються:

$$18396 \cdot 1.68=30905.28$$

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64



$$W_p = P_{\text{дв}} \cdot \tau_{\text{год}} \cdot D_{\text{днів}}, \text{ кВт} \cdot \text{год.} \quad (5.15)$$

Для проєктованих даних втрати електроенергії будуть становити;

$$W_p = 2.8 \cdot 18 \cdot 365 = 18396, \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Для базових даних втрати електроенергії будуть становити;

$$W_p = 4.0 \cdot 18 \cdot 365 = 11680, \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

#### 5.3.6. Визначення інших витрат

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

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

#### 5.4. Визначення річної економії від впровадження об'єкту проєктування

Повна річна економія від впровадження варіанту визначається з урахуванням експлуатаційних витрат по даному об'єкту:

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

$$E = E_r - C. \quad (5.16)$$

Підраховуючи експлуатаційні витрати ми маємо економічний ефект за рік;

$$E = 38990.21 - 38839.65 = 150.56 \text{ грн}$$

Якщо взяти витрати на електроенергію, то ми маємо економію рівну;

$$E = 30905.28 - 19622.4 = 11282.88, \text{ грн}$$

Враховуючи витрати на поточний ремонт та обслуговування, маємо;

$$E = 558.1 - 274.8 = 283.8, \text{ грн}$$

Отже, не зважаючи на те, що при впровадженні прийнятих технічних даних, що до автоматизації об'єкта, ми витратили значно більше коштів на електричне обладнання та електроконструкції, ми можемо спостерігати значну економію споживання електроенергії та зниження витрат на поточний ремонт та технічне обслуговування об'єкта. Також ми спостерігаємо, що вкладені витрати повністю себе окупили.

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

## Висновок

На основі виконаного дипломного проекту я навчився розраховувати основні параметри рольганга, використовуваного для обслуговування робочої зони агрегатного верстата, а також навчився конструювати деталі і вузли підйомника: зварні станини, рами, елементи гідравлічного приводу. Так само я ознайомився з конструкцією транспортувань машин і технологічного обладнання, вивчив технологію обробки крупно-габаритного вагонного листа на ВАТ "ВКМ Сталь», вивчив вико-мі засоби механізації та автоматизації. Я навчився розраховувати собівартість виготовлення нестандарт-ного обладнання. Ознайомився з методами і засобами забезпечення безпеки виробництва.

Даний дипломний проект має велике значення в розвитку навичок самостійної творчої роботи, раціоналізації, винахідливості та, користування довідковою літературою, ГОСТами, нормами, таблицями, а також навичками виробництва, розрахунків та складання рас-парному-пояснювальних записок до проектів.

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Кузьмин А.В. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин. Справочник. Минск. Высш. школа, 1983г. - 350с.
2. Л.В.Курмаз, А.Т.Скойбеда Детали машин. Проектирование: Справочное учебно-методическое пособие. 2005г. – 309ст.
3. Пертен Ю.А. Конвейеры. Справочник. Систематизированы основные сведения по проектированию конвейеров. Изд. Машиностроение, 1984г.
4. Сливаковский А.В. Транспортирующие машины. Уч. пособие для машиностроительных вузов. Рассмотрены конструкции и расчет основных типов транспортирующих машин непрерывного действия: конвейеров, эскалаторов, элеваторов и др.изд. Машиностроение, 1983г.
5. Методичні рекомендації до виконання розділу “Техніко-економічне обґрунтування” дипломного проекту бакалавра напряму підготовки 6.050702 “Електромеханіка” /Укл.: Тимошенко Л.В. – Дніпропетровськ: НГУ, 2012. – 12 с.
6. Справочник по электрическим машинам: В 2-х т./ Под общ. ред. И.П.Копылова и Б.К.Клокова. – М.: Энергоатомиздат, 1988. т.1 – 655 с.; т.2 – 495 с.
7. Altivar 71. Преобразователи частоты: Каталог DIA2ED2050104UA. – К. Schneider Electric, 2009. – 334 с.
8. Altivar 71. Преобразователи частоты для асинхронных двигателей: Руководство по программированию. – К. Schneider Electric, 2007. – 286 с.
9. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине “Автоматизированный электропривод промышленных установок в машиностроении и металлургии”/ Сост.: Н.Н.Казачковский. – Днепропетровск: ДГИ, 1992. – 71 с.
10. Бешта О.С., Балахонцев О.В., Бородай В.А. Автоматизованний електропривод у прокатному виробництві: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2011. – 182 с.
11. <http://elprivod.nmu.org.ua/ua/>
12. <https://systemax.ua/elektrodvigateli>

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

13. <https://sdm-group.com.ua>

14. [www.se.com/ua](http://www.se.com/ua)

					ЕП.ПД.19.21.10.ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		