

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

Інститут Електроенергетики

(інститут)

Електротехнічний факультет

(факультет)

Кафедра електропривода

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студента Педана Владислава Олеговича

(ПІБ)

академічної групи 141-17ск-3

(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

спеціалізації¹ Електропривод

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему Груповий електропривод рольганга за системою ТП-Д

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Сьомін А.А			
розділів:				
1. Технологічна частина	Сьомін А.А			
2. Автоматизован ий електропривод	Сьомін А.А			
3. Дослідження динаміки електропривода	Сьомін А.А			
4. Охорона праці	Столбченко О.В.			
5. Техніко- економічне обґрунтування	Тимошенко Л.В			
Рецензент				
Нормоконтролер	Казачковський М.М.			

Дніпро
2020

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
електропривода

_____ (повна назва)

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

«_____» _____ 20_20_ року

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

студенту _____ Педан В.О. _____ 141-17ск-3
(прізвище та ініціали) (шифр)
спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

спеціалізації¹ Електропривод
за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
_____ (офіційна назва)

на тему Груповий електропривод рольганга за системою ТП-Д
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
1	Технологічна частина	
2	Автоматизований електропривод	
3	Дослідження динаміки електропривода	
4	Охорона праці	
5	Техніко-економічне обґрунтування	

Завдання видано _____ (підпис керівника) _____ (прізвище, ініціали)

Дата видачі 15 жовтня 2020

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____ (підпис студента) _____ (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 61 сторінок., 14 рис., 6 табл., 7 джерел, 2 листа графічної частини.

Об'єкт детальної розробки: груповий електропривод рольганга за системою ТП-Д

Мета роботи: розрахунок електропривода групового рольганга.

В проєкті зроблений розрахунок силового обладнання, розробка моделі, обґрунтована номінальна потужність двигуна. Обрано перетворювач частоти і компоненти силової частини електропривода.

Виконаний розрахунок системи автоматичного регулювання групового електропривода.

У проєкті представлено обґрунтування вибору гальмівного пристрою, представлені рекомендації щодо програмного пакету для перетворювача частоти.

Розроблені заходи щодо охорони праці на виробництві.

Доведена економічна ефективність впровадження технічних рішень.

ГРУПОВИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, АСИНХРОННИЙ ДВИГУН,
ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЧАСТОТИ

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: 61 стр., 14 рис., 6 табл., 7 ист., 2 листа графической части.

Объект детальной разработки: групповой электропривод рольганга по системе ТП-Д.

Цель работы: расчет электропривода группового рольганга.

В проекте произведен расчет силового оборудования, разработка модели, обоснована номинальная мощность двигателя. Избран преобразователь частоты и компоненты силовой части электропривода.

Выполнен расчет системы автоматического регулирования группового электропривода.

В проекте представлено обоснование выбора тормозного устройства, представлены рекомендации о программном пакете для преобразователя частоты.

Разработаны мероприятия по охране труда на производстве.

Доказана экономическая целесообразность внедрения разработанных технических решений.

ГРУППОВОЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД, АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ,
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ.

ABTRACT

The explanatory note: 61 pages., 14 figures., 6 tables., 7 references, 2 graphical sheets.

Detailed design of the object: group electric roller conveyor system TP-D.

Project goal: calculation of the electric drive of a group roller conveyor.

In the project the calculation of the power equipment, development of model is made, the nominal power of the engine is proved. The frequency converter and components of the power part of the electric drive are selected

The calculation of the system of automatic control of the group electric drive is executed.

The project presents the rationale for the choice of brake device, provides recommendations for the software package for the frequency converter.

Measures for labor protection at work have been developed.

The economic efficiency of implementation of technical solutions is proved.

**REGULATED ELECTRIC DRIVE, ASYNCHRONOUS MOTOR,
FRIQUENCY CONVERTER.**

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	9
1.1 Загальна характеристика технологічного агрегату.....	9
1.2 Вимоги до електрообладнання рольгангу	11
1.3 Вихідні дані для дипломного проектування.....	13
2 АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД.....	15
2.1 Попередній вибір двигуна.....	15
2.2. Розрахунок перехідних процесів і побудова навантажувальної діаграми двигуна	17
2.3 Перевірка двигуна за нагрівом.....	20
2.4 Вибір тиристорного перетворювача	21
2.5 Розрахунок та вибір силової схеми електропривода	23
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ.....	32
3.1 Вибір структури САК ЕП, складання передаточних функцій.....	32
3.2 Моделювання динамічних режимів роботи привода технологічного механізму	36
4. Охорона праці.....	41
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників проектowanego технологічного процесу групового рольганга.....	41
4.2 Інженерно-технічні заходи щодо охорони праці.....	45
4.3 Розрахунок освітлення.....	49
4.4 Пожежна безпека	51
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	53
5.1 Розрахунок капітальних витрат	54
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	61

Вступ

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 потоковим технологічним процесом обробки металу рольганги є одним з найбільш поширених допоміжних механізмів, від яких в 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 період часу.

Рольганг - (нім. Rollgang) - конвеєр, по якому вантаж переміщається по роликam під дією сили тяжіння самих вантажів; застосовується для переміщення штучних вантажів. Для транспортування металу, що прокочується до прокатного стану, передачі металу у валки, прийому його з валків і пересування до допоміжних машин (ножиць, правильних машин, машині вогневої зачистки і т.н.) служать рольганги.

Рольганги входять до складу обладнання поточкових технологічних ліній прокатного цеху чорної металургії. Рольганги – це механізми, за допомогою яких здійснюється транспортування заготовок, напівфабрикатів і готових виробів в ході технологічного процесу прокатного виробництва.

Загальна довжина рольгангів досить значна, а вага їх сягає 40-60% від загальної ваги устаткування стану.

Конструкція рольгангів, їх вага та вартість, також як і експлуатаційні показники роботи, тісно пов'язані з типом електроприводу, до вибору якого слід підходити дуже ретельно з

					ЕП.ПД.17.11.03.ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

урахуванням їх призначення і всіх можливих режимів роботи в даній технологічній лінії.

Рольганги виконуються з груповим або індивідуальним приводом.

При індивідуальному приводі кожен ролик даної секції рольганга приводиться в дію від окремого електродвигуна. При груповому електроприводі секція рольганга, що складається з 3-10, а іноді і більшого числа роликів, має загальний електропривод від одного або двох електродвигунів через конічні або циліндричні шестерні і трансмісійний вал.

Груповий електропривод застосовується для рольгангів, які працюють у важкому режимі, з частими пусками або реверсами.

Електричний привід являє собою електромеханічний пристрій, призначений для приведення в рух робочого органу машини і управління її технологічним процесом. Він складається з трьох частин: електричного двигуна, здійснюється електромеханічне перетворення енергії, механічної частини, що передає механічну енергію робочому органу машини, і системи управління, що забезпечує оптимальне за тими чи іншими критеріями управління технологічним процесом. Характеристики двигуна і можливості системи управління визначають продуктивність механізму, точність виконання технологічних операцій, динамічні навантаження механічного обладнання і ряд інших чинників.

Розрахунок електроприводу проводиться таким чином:

- по технічним завданням визначаються статичні моменти опорів, будуються навантажувальні діаграми і попередньо вибирається двигун, виходячи з отриманої розрахункової потужності;
- для даного двигуна вибираються редуктор і перетворювач, мережевий дросель, гальмівний резистор;
- статичні моменти і моменти інерції робочого органу наводяться до валу двигуна;

					<i>ЕП.ПД.17.11.03.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		8

- здійснюється попередня перевірка обраного двигуна по продуктивності і нагріванню;
- розраховуються статичні характеристики електроприводу;
- розраховуються перехідні процеси електроприводу;
- розраховуються енергетичні показники приводу;
- проводиться остаточна перевірка електроприводу по нагріванню, заданою продуктивністю і по перевантажувальній здатності.

1 Технологічна частина

1.1 Загальна характеристика технологічного агрегату

Груповий електропривод являє собою електропривод з одним електродвигуном, що забезпечує рух виконавчих органів декількох робочих машин або декількох виконавчих органів однієї робочої машини.

У даному дипломному проекті ми розглядаємо Груповий Електропривод рольганга за системою ТП-Д.

В системі ТП - Д двигун постійного струму незалежного збудження живиться від ТП.

У режимі безперервного струму механічні характеристики двигуна в системі ТП-Д при прийнятих припущеннях аналогічні характеристикам системи ГД.

Двигун в системі ТП - Д може працювати у всіх режимах. Режиму двигуна відповідає область в 1 і 3 квадратах, режиму динамічного гальмування відповідає характеристика, що проходить через початок координат при $\alpha = \frac{\pi}{2}$.

Режиму противімкнення відповідає область, укладена між віссю моментів і характеристикою динамічного гальмування. Режиму рекуперації відповідає область між віссю ординат у 2 і 4 квадратах і характеристикою динамічного гальмування.

					ЕП.ПД.17.11.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Основним способом гальмування в системі ТП - Д є гальмування з рекуперацією енергії в мережу. Для рекуперації енергії в мережу необхідно перетворити енергію постійного струму, джерелом якої при $\omega > \omega_0$ стає двигун, в енергію змінного струму. Для цього ТП потрібно перевести в інверторний режим.

А зараз ми розглянемо що таке рольганг. Рольганг це - конвеєр, роликami якого, закріпленими на невеликій відстані один від одного, переміщуються вантажі (поштучні або у тарі).

Для розрахунку потужності двигуна рольганга необхідно враховувати можливість буксирування роликів по заготівлі, яке може виникнути при короткочасній зупинці заготовки, внаслідок удару по бічних лінійках рольганга і з інших причин.

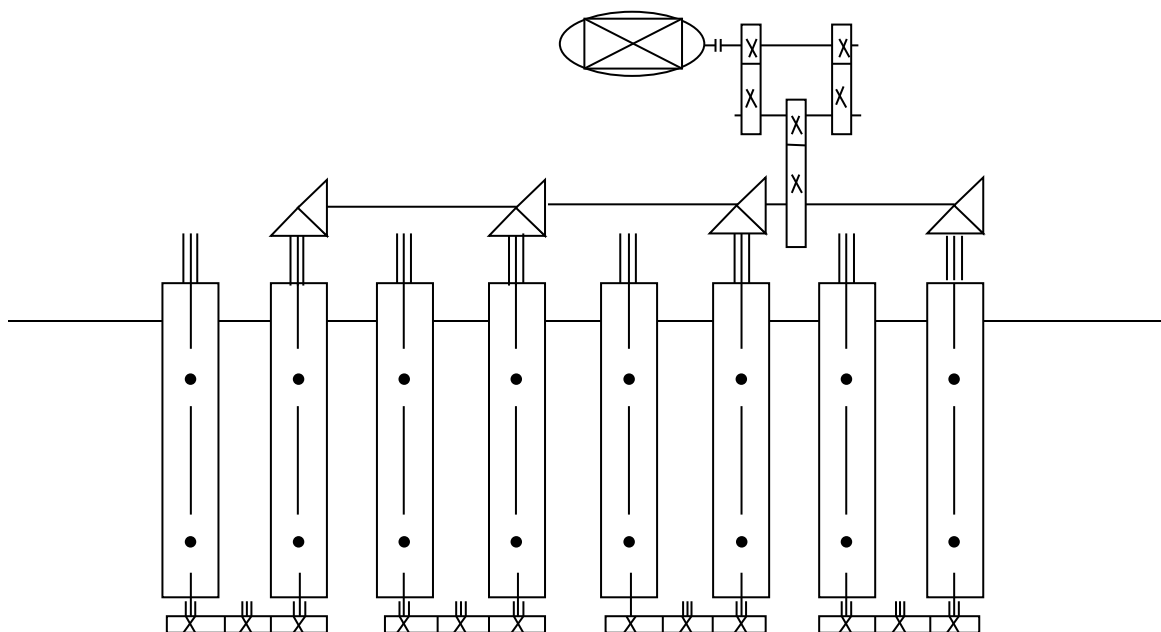


Рис. 1. Кінематична схема приводу

Рольганг включається у напрямку до стану вхолосту. Момент включення рольганга вибирається таким, щоб після досягнення сталої швидкості транспортована розкатним рольгангом заготовка підійшла до останнього ролика.

					<i>ЕП.ПД.17.11.03.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Заготовка переміщається до маніпулятора з усталеною швидкістю, після чого рольганг зупиняється.

При пересуванні заготовки маніпулятором рольганг не працює. Друге включення рольганга проводиться при подачі заготовки в валки для першого пропуску. У період прокатки рольганг працює з усталеною швидкістю. Перед закінченням прокатки рольганг реверсують з попередніми гальмуваннями.

Гальмування починається в такий момент часу, щоб при догляді заготовки з першого ролика швидкість рольганга дорівнювала нулю.

Рольганг прискорюється у зворотньому напрямку вхолосту.

Після другого пуску заготовка 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 заготовкою у напрямку до стану. Робота рольганга при прокатці заготовки в третьому пропуску аналогічна роботі його при прокатці заготовки в першому пропуску. Заготовка викинута з кліті після прокатки в четвертому пропуску, транспортується робочим рольгангом на розкатний стан. Робочий рольганг зупиняється, гальмування його починається в момент проходження заднього кінця смуги через вісь останнього ролика.

1.2 Вимоги до електрообладнання рольгангу.

При виборі типу електроприводу рольганга необхідне детальне вивчення технологічного процесу для визначення дійсної навантаження і режиму роботи рольгангів, а також необхідного діапазону регулювання швидкості роликів, точності зупинки, плавності регулювання та інших специфічних умов роботи. Рольганги виконуються з груповим або з індивідуальним електроприводом.

					ЕП.ПД.17.11.03.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

При виборі типу електроприводу рольганга необхідне детальне вивчення технологічного процесу для визначення дійсної навантаження і режиму роботи рольгангів, а також необхідного діапазону регулювання швидкості роликів, точності зупинки, плавності регулювання та інших специфічних умов роботи.

Для рольгангів з груповим електроприводом, що не вимагають регулювання швидкості і мають частоту включень в годину не більше 500 використовуються асинхронні електродвигуни з фазним ротором.

Електропривод подібного типу застосовується для рольгангів обтискних клітей тріо, прийомних рольгангів блюмінга, завантажувальних та прийомних рольгангів печей, а також для деяких рольгангів які транспортують важкі заготовки. До таких рольгангів відносяться робочі, подовжувальні і прийомні рольганги обтискних станів, рольганги у печей та інші. Електричне устаткування, яке використовується, за конструкцією, виконанням, якістю ізоляції, способом установки має відповідати вимогам чинних стандартів і правил.

При необхідності регулювання швидкості роликів використовуються електродвигуни постійного струму, що живляться від окремого генератора або тиристорного перетворювача, що забезпечує широкий діапазон регулювання швидкості зміною напруги на якорі, а також скорочення часу перехідних процесів.

Діаграми статичного моменту та тахограма рольганга наведені на рис. 2

					ЕП.ПД.17.11.03.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		12

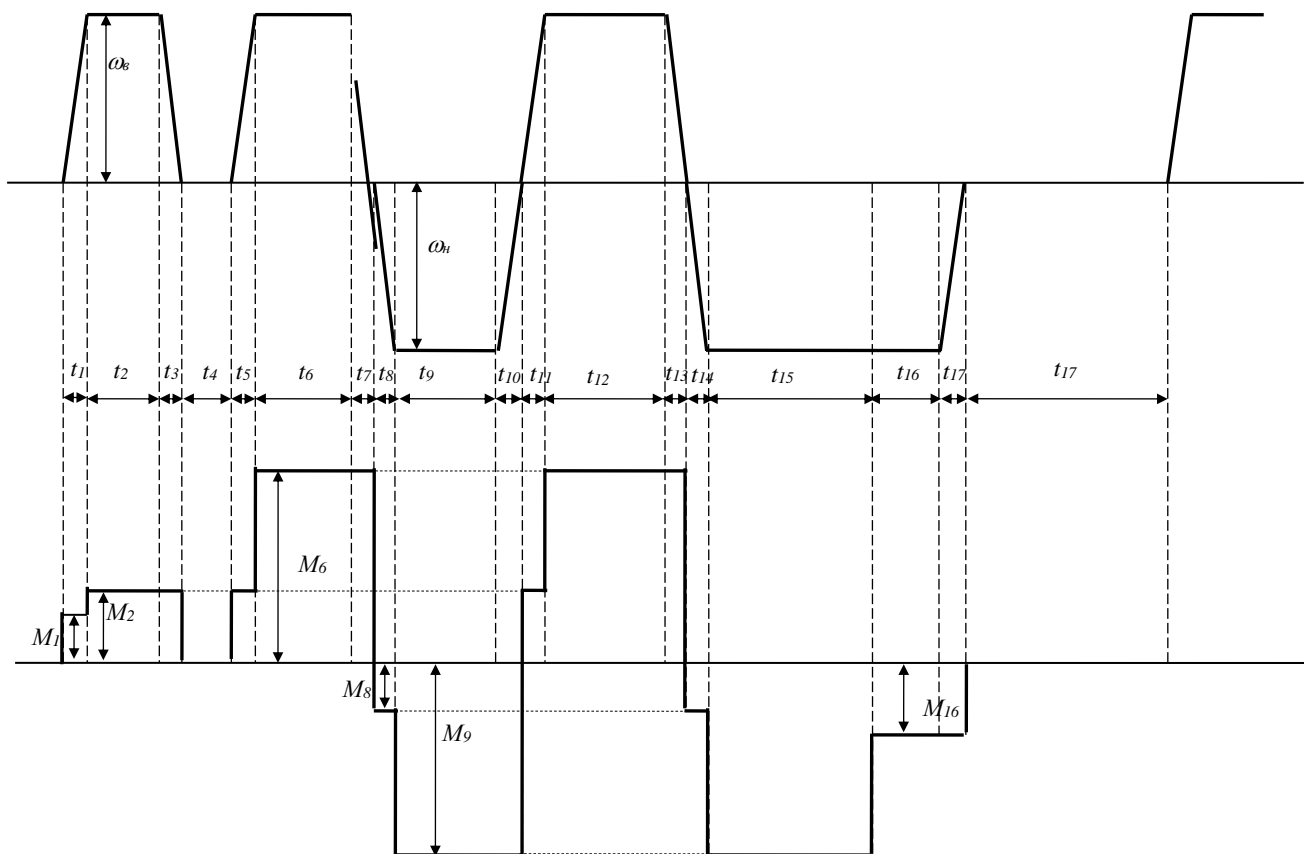


Рис. 2. Діаграми моменту та швидкості рольганга

Рольганги сучасних станів оснащені підшипниками кочення; підшипники ковзання застосовуються іноді на рольгангах діючих станів старих конструкцій.

1.3 Вихідні дані для дипломного проектування

Параметр	Значення
t_1, c	1,7
t_2, c	4
t_3, c	1,9
t_4, c	4,5
t_5, c	2
t_6, c	6,3
t_7, c	1,9
t_8, c	1,7
t_9, c	9
t_{10}, c	2,2
t_{11}, c	1,9
t_{12}, c	14
t_{13}, c	1,9
t_{14}, c	1,7
t_{15}, c	19
t_{16}, c	3
t_{17}, c	1,9
$M_1 = M_8, H \cdot m$	145
$M_2 = M_{16}, H \cdot m$	176
$M_6 = M_9, H \cdot m$	690
Приведений $\sum J$ при роботі в холосту	22,1
Приведений $\sum J$ з урахуванням заготовки	26,4
Система електроприводу	КВ-Д (однозонний)

2 АВТОМАТИЗОВАНІЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД

2.1 Попередній вибір двигуна

Потужність двигуна попередньо вибирається орієнтовно, а потім після розрахунку перехідних процесів і побудови навантажувальної діаграми двигуна проводиться перевірка по нагріву та вибір перетворювача частоти.

Момент на валу робочого органу визначаємо за формулою:

$$M_{p.e.} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n M_i^2 \times t_i}{\sum t_{pi}}}$$

M_n - момент навантаження в i -й проміжок часу;

t_{pi} - проміжок часу.

$$M_{p.e.} = \sqrt{\frac{(21025 \times 7.7) + (30976 \times 8.7) + (476100 \times 38)}{74.1}} = 499.97 \text{ (Н* м)}$$

Потужність на валу робочої машини визначаємо за формулою:

$$P_{pm} = M_{pe} * \omega_p$$

M_{pe} - еквівалентний момент на валу робочої машини;

ω_p - швидкість обертання валу робочої машини.

$$P_{pm} = 499.97 * 50 = 25 \text{ (кВт)}$$

Розрахунок еквівалентної потужності двигуна визначаємо за формулою:

$$P_e = \frac{P_{pm}}{\eta_{редук}}$$

де $\eta_{редук}$ - ККД розподільчого механізму;

$$P_e = \frac{25}{0.95} = 26.3 \text{ (кВт)}$$

Розрахункову потужність двигуна визначаємо за формулою:

$$P_{роз} = K_3 * P_e$$

де K_3 - коефіцієнт запасу(1,1...1,3);

$$P_{роз} = 26.3 * 1.2 = 31.5 \text{ (кВт)}$$

Розрахунок часу роботи визначаємо за формулою:

									Арк.
									15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕП.ПД.17.11.03.ПЗ				

$$t_p = \sum_i^n t_{pi} = 74.1 \text{ (с)}$$

де t_{pi} - проміжки часу в котрі рольганг працює

Розрахунок часу робочого циклу рольганга визначаємо за формулою:

$$t_y = \sum t_i = 90.6 \text{ (с)}$$

t_i - весь проміжок часу

Тривалість вмикання двигуна визначаємо за формулою:

$$ПВ = \frac{t_p}{t_y} * 100\%$$

$$ПВ = \frac{74.1}{90.6} * 100\% = 82\%$$

Каталожну потужність двигуна визначаємо за формулою:

$$P_{кат} = P_{роз} * \sqrt{\frac{ПВ}{ПВ_y}}$$

$ПВ_n$ - номінальне значення ПВ% (15%, 25%, 40%, 60%).

$$P_{кат} = 31.5 * \sqrt{\frac{82}{25}} = 57 \text{ (кВт)}$$

За проведеними розрахунками обираємо двигун постійного струму типу

Д 810

Назва	Одиниця виміру	
Тип двигуна	-----	Д 810
Номінальна потужність	кВт	55
Номінальний струм	А	145
Номінальна частота обертання ротора	Об/хв	510
ККД	%	90
Номінальний обертовий момент	Нм	1030
Максимальний обертовий момент	Нм	2155
Момент інерції ротора	Кг*м ²	3.12

2.2 Розрахунок перехідних процесів і побудова навантажувальної діаграми двигуна.

Визначення сумарних моментів інерції визначаємо за формулою:

для холостого ходу:

$$J_{xx} = \sum J_{xx} + J_r$$

$$J_{xx} = 22.1 + 3.12 = 25.22 \text{ (кг * м}^2\text{)}$$

з навантаженням:

$$J_n = \sum J_n + J_r$$

$$J_n = 26.4 + 3.12 = 29.52 \text{ (кг * м}^2\text{)}$$

Розрахунок моментів двигуна моментів двигуна визначаємо за формулою:

$$M_{\partial v} = M_c + J * \frac{\Delta \omega}{\Delta t},$$

де M_c - статичний момент навантаження;

J - сумарний момент інерції;

$\Delta \omega$ - приріст швидкості ω ;

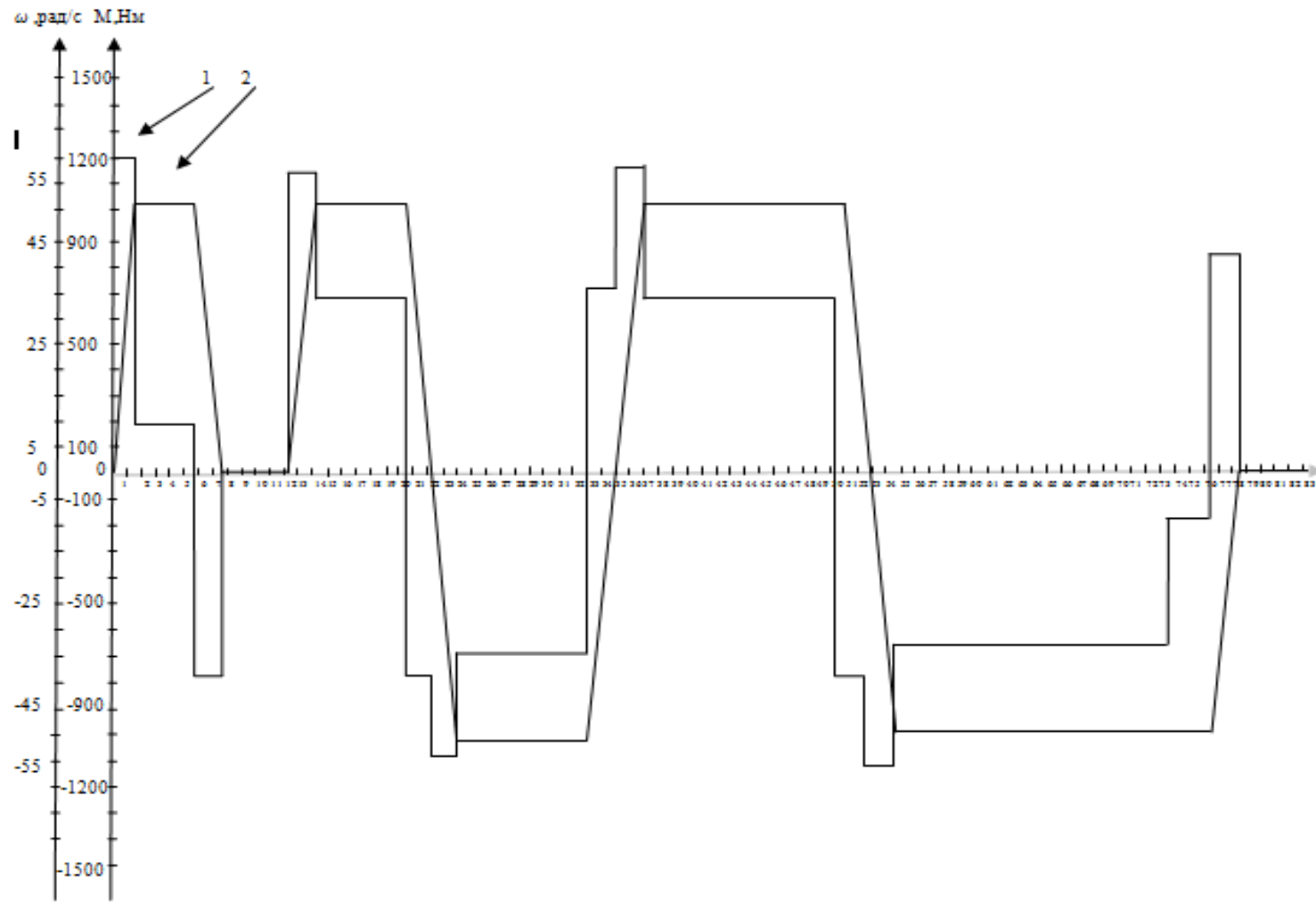
Δt - приріст часу.

№	$\Delta\omega$, рад/с	Δt , с	$M_{дв} = M_c + J * \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$, Нм
1	50	1,7	1013
2	0	4	176
3	-50	1,9	-780
4	0	4,5	0
5	50	2	1000
6	0	6,3	690
7	-50	1,9	-780
8	-50	1,7	-1013
9	0	9	690
10	50	2,2	734
11	50	1,9	1005
12	0	14	690
13	-50	1,9	-780
14	-50	1,7	-1013
15	0	19	690
16	0	3	176
17	50	1,9	780

Инв № підл	Підп. у дата	Взам. інв. №	Инв. № дубл.	Підп. і дата

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ЕП.ЛД.17.11.03.ЛЗ



- 1 – Момент навантаження двигуна.
- 2 - Швидкість обертання.

Рис.3 Навантажувальна діаграма електродвигуна

2.3 Перевірка двигуна за нагрівом

Розрахунок еквівалентного моменту двигуна визначаємо за формулою:

$$M_e = \sqrt{\frac{M_{\Pi}^2 * \sum t_{\Pi} + M_r^2 * \sum t_r + M_c^2 * t_c}{\frac{1 + \beta}{2} * (\sum t_{\Pi} + \sum t_r) + \sum t_y}}$$

де M_{Π} - пусковий момент;

t_{Π} - час пуску;

M_r - гальмівний момент;

t_r - час гальмування;

M_c - момент статичного навантаження;

t_c - час незмінного навантаження;

β - коефіцієнт погіршення вентиляції двигуна при зупинці (для двигунів с закритим виконанням та самовентиляцією 0,45...0,55).

$$M_e = \sqrt{\frac{(21025 \times 7.7) + (30976 \times 8.7) + (476100 \times 38)}{\frac{1 + 0.5}{2} * 74.1}} = 577 \text{ (Нм)}$$

Розрахунок номінального моменту двигуна визначаємо за формулою:

$$M_H = 9550 * \frac{P_H}{n}$$

де P_H - номінальна потужність двигуна;

n - номінальна частота обертання ротора.

$$M_H = 9550 * \frac{55}{510} = 1029$$

При правильно обраному двигуні його номінальний момент при стандартному $P_{Вн}$ має бути рівний або більший розрахованого еквівалентного моменту.

$$M_H \geq M_e$$

$$1029 \geq 577$$

Умова по нагріву виконується.

									Арк.
									20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ЕП.ПД.17.11.03.ПЗ

2.4 Вибір тиристорного перетворювача

Мною було обрано 2 електродвигуни типу ТЕП-500/460-1122-ЯВ-1П1-0 УХЛ4.

Тиристористорні електроприводи постійного струму серії ТЕП призначені для регулювання швидкості, напруги (ЕРС) двигуна та інших координат руху, визначених вимогам автоматизованого об'єкта або технологічного процесу.



Малюнок 4 – Тиристорний електропривод серії ТЕП-500/460-1122-ЯВ-1П1-0 УХЛ4

Конструкція і принцип дії

Силова частина електроприводів побудована на основі трифазної мостової схеми випрямлення. Вентильна частина реверсивних електроприводів виконана на основі зустрічно-паралельній схеми включення і забезпечена системою роздільного управління реверсивними групами.

					ЕП.ПД.17.11.03.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		21

До складу електроприводів входить: випрямляч (випрямний пристрій з системою імпульсно-фазового управління); силовий трансформатор або мережевий реактор; лінійний контактор; система захисту і сигналізації, включаючи індикацію несправностей; пристрій споживання обмотки збудження двигуна; система автоматичного регулювання та система діагностики.

Конструктивно електроприводи виконані у вигляді шаф каркасного типу підлогового виконання з одностороннім обслуговуванням. Допускається установка шаф тильними сторонами один до одного і до стіни.

На вході змінного струму встановлений захист від мережевих перенапруг і перенапруг при відключенні ненавантаженого трансформатора.

Шафи електроприводів, в залежності від потужності, мають примусове повітряне або природне повітряне охолодження.

Таблиця 4 – Технічні параметри електродвигуна

Модель	ТЕП-500/460-1122-ЯВ-1П1-0 УХЛ4
Номінальна вихідна напруга електроприводу, В	460
Номінальний вихідний струм, А	500
Номінальна вихідна потужність, кВт	230
Габарити LxVxH, мм	600x610x1940
Маса реверсивного електроприводу, кг	275

Система захисту електроприводу забезпечує:

1. Захист при перевищенні миттєвого струму граничної величини встановлюється для даного електроприводу;
2. Захист при аварійній перевантаженні тиристорів;
3. Захист при зникненні і неприпустимому зниженні струму збудження електродвигуна;
4. Захист при зникненні напруги живлення силових ланцюгів і напруги власних потреб;
5. Захист від перевантаження електродвигуна, що перевищує задану величину протягом певного часу

Система сигналізації електропривода забезпечує:

1. Сигналізацію про готовність електроприводу до роботи;
2. Сигналізацію про аварійне відключення перетворювача;
3. Сигналізацію про наявність напруги в силовому ланцюзі і напруги власних потреб.

Електроприводи мають канали видачі сигналів в зовнішню систему автоматизації об'єкта.

Можуть бути встановлені додаткові вузли: джерело живлення обмотки збудження; джерело живлення для електромагнітного гальма; пристрій динамічного гальмування; джерело живлення обмотки збудження тахогенератора.

Вбудовані тиристорні джерела живлення обмотки збудження двигуна забезпечують вихідну напругу від 40 до 230В, при струмі навантаження до 25А (виконання ТЕП 320 - ТЕП 500).

Термін служби електроприводів не менше 20 років.

2.5 Розрахунок та вибір силової схеми електропривода

В даному розділі необхідно вибрати комплектні тиристорні перетворювачі (ТП) і силові трансформатори для ланцюгів якоря та збудження, для ТП ланцюга якоря розраховують величини

					ЕП.ПД.17.11.03.ПЗ	<i>Арк.</i>
						23
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

індуктивності реакторів на сторонах постійного та змінного струму і провести їх вибір за каталогом, вибирати шунти для ланцюгів якоря та збудження, а також тахогенератор для зміни швидкості електропривода.

Комплектний ТП якірного ланцюга вибирається по номінальному струму $I_{дн}$ і напрузі, $U_{дн}$ і номінальним параметрам якірного ланцюга двигуна:

$$I_{дн} \geq I_{ян}, 630 \geq 500 \text{ А};$$

$$U_{дн} \geq U_{ян}, 460 = 460 \text{ В};$$

Потужність силового трансформатора визначається за номінальною потужністю двигуна $P_{ндв}$ та його ККД $\eta_{дв}$

$$S_{тр} \geq \frac{P_{ндв}}{\eta_{дв}}$$

$$S_{тр} \geq \frac{230}{0.90} \geq 256 \text{ кВт}$$

Вибір типу силового трансформатора приводиться за потужністю $S_{тр}$, а також номінальній напрузі його вторинної обмотки U_2 з умови

$$U_{d0} = (1,1 \div 1,3)U_{ян}$$

Де – U_{d0} максимальна випрямлена напруга перетворювача при куті регулювання $\alpha = 0$

Для трифазної нульової схеми $U_{d0} = 1,17U_{2ф}$, а для трифазної симетричної мостової $U_{d0} = 1,35U_{2л}$ ($U_{2ф}$ і $U_{2л}$ - номінальні значення фазного та лінійної напруги вторинної обмотки силового трансформатора відповідно).

$$U_{d0} = 1,35 \times 460 = 621 \text{ В}$$

Згідно розрахунків було обрано понижуючий трансформатор серії ТСЗИ-10.

					ЕП.ПД.17.11.03.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Реактори у вентильному електроприводі виконують наступні функції: зменшують зону переривистого струму, згладжування пульсації випрямленого струму, обмежують струм через вентилі в перший напівперіод живлячої напруги при короткому замиканні на стороні випрямленого струму. У реверсивному вентильному електроприводі на реактори додатково покладається задача обмеження швидкості нарощування аварійного струму при перекиданні інвертора.

Розрахунок потрібної величини індуктивності реактора виконують виходячи з умов виконання кожної із перерахованих функцій.

Індуктивність реактора залежить від його значення, силової схеми перетворювача і розташування на схемі.

Обмеження зони переривистих струмів

Для отримання гранично-неперервного режиму при заданому значенні кута регулювання α в ланцюг випрямленого струму потрібно включити індуктивність L_d значення яке можна отримати за виразом, задаючись величиною гранично-неперервного струму

$$I_{dcp} = (0,05 \div 0,1)I_{dn} :$$

$$L_d = \frac{1}{\omega} \left(\frac{U_{do}}{I_{dcp}} k_{cp} - x_a \right);$$

$$k_{cp} = \left(1 - \frac{\pi}{\rho} \operatorname{ctg} \frac{\pi}{\rho} \right) \sin \alpha ;$$

$$x_{af} = \frac{u_k U_{2\phi}}{100 I_{2\phi}}$$

де ω - кутова частота напруги мережи; ρ - пульсація перетворювача ($\rho = 6$); x_{af} - індуктивність опору фази трансформатора; u_k - напруга короткого замикання трансформатора

($u_k = 5,3\text{В}$); $I_{2\phi}$ - номінальний струм вторинної обмотки трансформатора; x_a - індуктивний опір живлячої мережі (для нульових схем - $x_a = x_{a\phi}$, для мостових - $x_a = 2x_{a\phi}$).

$$I_{dcp} = 0,05 \times 630 = 31,5 \text{ А}$$

$$x_{a\phi} = \frac{5,3 \times 272,462}{100 \times 500} = 0,029 \text{ Гн}$$

$$x_a = 2 \times 0,029 = 0,058 \text{ Гн}$$

$$k_{zp} = \left(1 - \frac{3,14}{6} \operatorname{ctg} \frac{3,14}{6}\right) \sin 51^\circ = 0,062$$

$$\omega = 2 \times \pi \times 50 = 2 \times 3,14 \times 50 = 314 \text{ рад/с}$$

$$L_d = \frac{1}{314} \times \left(\frac{621}{31,5} \times 0,062 - 0,058\right) = 0,004 \text{ Гн}$$

Діюче значення фазної напруги вторинної обмотки трансформатора визначається виразом:

$$U_{2\phi} = k_1 k_2 k_3 \frac{1}{k_c} U_{ян}$$

де $U_{ян}$ - номінальна напруга двигуна;

k_c - коефіцієнт, що встановлює залежність між середньовипрямленою напругою перетворювача і напругою вторинної обмотки трансформатора (для нульових схем - $k_c = 1,17$, для мостових - $k_c = 2,34$);

k_1 - 1,05...1,1 – коефіцієнт запасу по напрузі мережі;

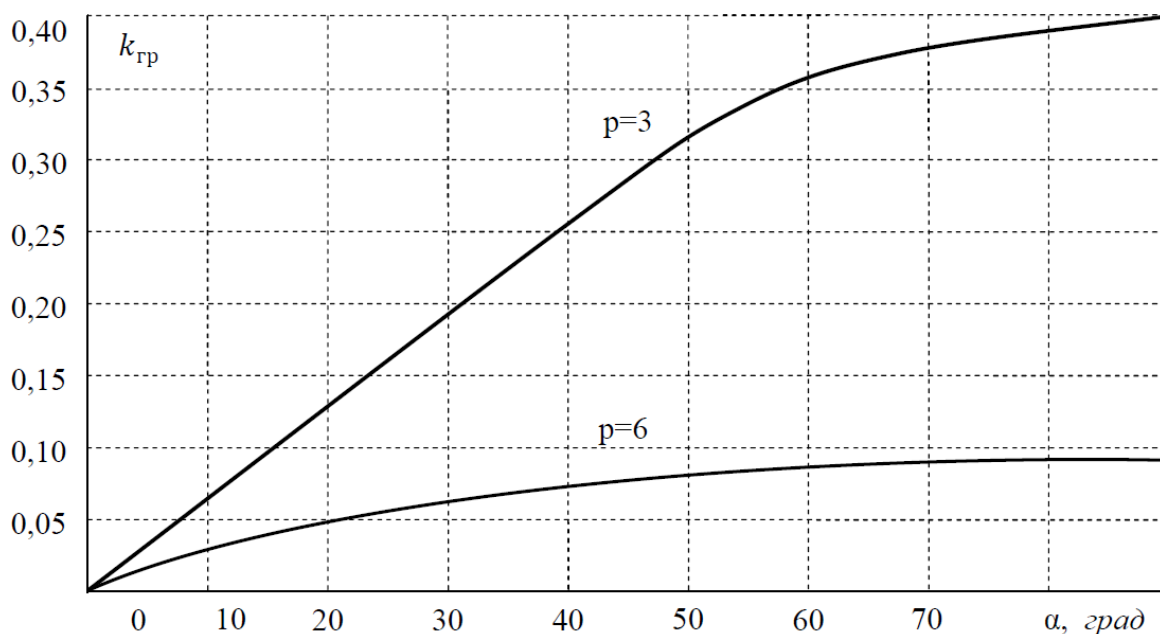
k_2 - 1,05...1,2 – коефіцієнт запасу по напрузі, враховуючи повне відкриття вентилів при максимальному управляючому сигналі;

k_3 - 1,0...1,05 – коефіцієнт запасу по напрузі, враховуючи падіння напруги у вентилі, в обмотках трансформатора.

$$U_{2\phi} = 1,1 \times 1,2 \times 1,05 \times \frac{1}{2,34} \times 460 = 272,462 \text{ В}$$

					ЕП.ПД.17.11.03.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залежність коефіцієнта k_{gp} від кута регулювання a при різному числі пульсації p представлена на малюнку 5



Малюнок 5 – Залежність коефіцієнта k_{gp} від кута a

Іноді зручно користуватися не випрямленою напругою U_{d0} , а напруга вторинної обмотки трансформатора. В цьому випадку формули для отримання I_d приведені в таблиці 2.3

Таблиця 5 – Визначення індуктивності ланцюга випрямленого струму для обмеження перервних струмів

Схема	m	p	I_d , Гн
Трифазна нульова	3	3	$\frac{1}{\omega} (0,46 \frac{U_{2\phi}}{I_{dep}} \sin a - x_{af})$
Трифазна мостова симетрична	3	6	$\frac{1}{\omega} (0,126 \frac{U_{2л}}{I_{dep}} \sin a - 2x_{af})$

$$I_d = \frac{1}{314} \times (0,126 \times \frac{460}{31,5} \times \sin 51^\circ - 2 \times 0,029) = 0,004 \text{ А}$$

Знаючи індуктивність якоря двигуна $L_{я}$, можна визначити, чи потрібен додатковий реактор для отримання заданого початково-неперервного струму та яка його індуктивність:

$$L_{оп} = L_d - L_{я}$$

$$L_{оп} = 0,004 - 0,003 = 0,001 \text{ Гн}$$

Індуктивність якоря може бути визначена за формулою

$$L_{я} = K \frac{30U_{ян}}{\pi I_{ян} n_n p_o}$$

Де $K = 0,1 \div 0,6$ - для некомпенсованих машин постійного струму, $K = 0,1 \div 0,2$ - для компенсованих машин постійного струму; p_o - число пар полюсів електродвигуна, n_n - номінальна частота обертання електродвигуна, об/хв.

$$L_{я} = 0,6 \times \frac{30 \times 460}{3,14 \times 500 \times 500 \times 4} = 0,003 \text{ Гн}$$

Згладжування пульсації випрямленого струму

В симетричній мостовій і нульових схемах амплітудні значення гармонічних складових випрямленої напруги U_{dnm} зв'язані з його середнім значенням U_{do} та кутом регулювання перетворювача a наступним виразом:

$$\frac{U_{dnm}}{U_{do}} = \frac{2 \cos a}{k_z^2 p^2 - 1} \sqrt{1 + k_z^2 p^2 \operatorname{tg}^2 a},$$

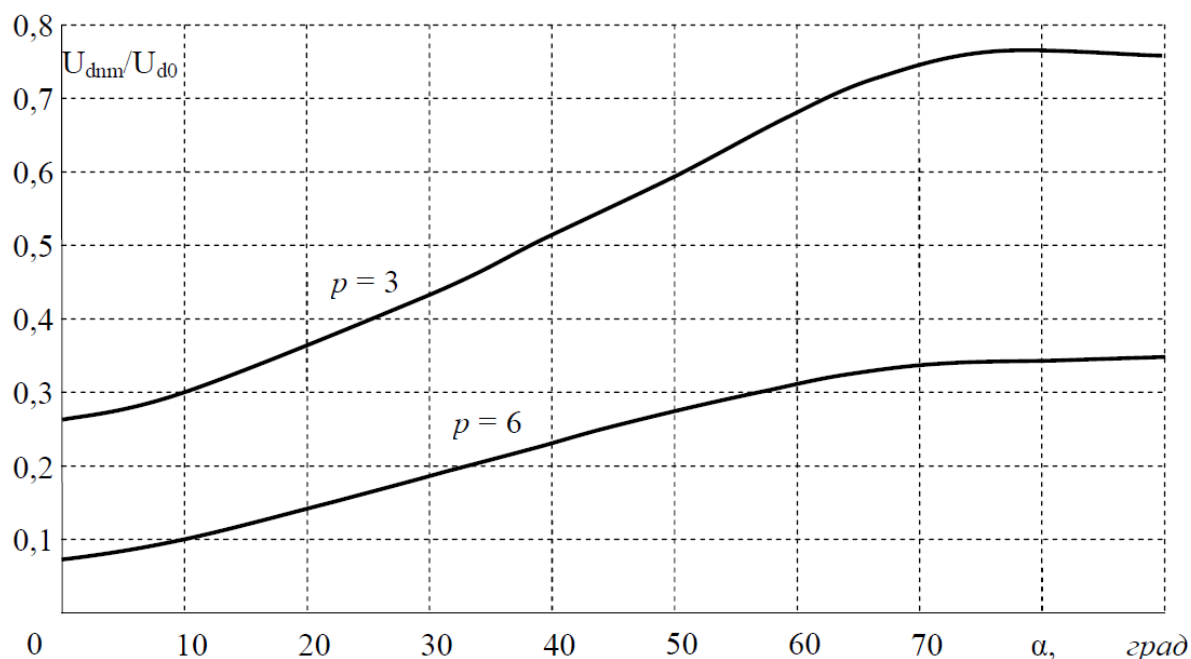
де $k_z = 1, 2, 3$ – кратність гармоніки, відношення порядкового номера гармоніки до числа пульсації.

В симетричній мостовій та нульових схемах найбільшу амплітуду має основна гармоніка ($k_z = 1$). Амплітуда гармонік більш високої кратності значно менше, а дія реактора на них ефекти більш ефективне, тому розрахунок індуктивності дроселя для тих схем ведеться тільки на основній гармоніці.

$$\frac{U_{dnm}}{U_{do}} = \frac{2 \cos 51^\circ}{1 \times 4^2 - 1} \sqrt{1 + 1 \times 4^2 \times \operatorname{tg}^2 51^\circ} = 0,234 \text{ В}$$

					ЕП.ПД.17.11.03.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На малюнку 6 приведені залежності відносно величини амплітуди першої гармоніки від кута регулювання α для трифазної мостової і нульової схеми.



Малюнок 6 – Амплітуда основної гармоніки випрямленої напруги для різних схем випрямлення.

По знайденій амплітуді з рисунок 2.3 амплітуді першої гармоніки U_{dnm} і допустимому діючому значенню першої гармоніки струму i_1 ($i_1 = 40$ А), приймаємо в межах $(0,07 \div 0,1)I_{dн}$, необхідна індуктивність реактора може бути визначена по формулі

$$L_{op} = \frac{U_{dnm} 100}{\sqrt{2} k_p \omega i_1 I_{dн}} - L_{я}$$

Необхідна за умовою обмеження пульсації випрямленого струму індуктивність згладжуючого дроселя знаходиться по формулі:

$$I_{dн} = 0,07 \text{ А}$$

$$L_{op} = \frac{0,234 \times 100}{\sqrt{2} \times 1 \times 6 \times 314 \times 40 \times 0,07} - 0,003 = 4,997 \times 10^{-4} \text{ Гн}$$

Обмеження струму через вентилі при к.з. на стороні постійного струму

					ЕП.ПД.17.11.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

При короткому замиканні на стороні постійного струму реактор повинен обмежуватись швидкістю наростання аварійного струму, щоб він не перевищував небезпечного для вентилів значення до спрацьовування захисних пристроїв (від моменту переривання струму вставки захисного пристрою до початку розходження контактів і створення електричної дуги).

Обмеження струму через вентилялі може бути отримане за рахунок індуктивностей розсіювання обмоток трансформатора та індуктивності в ланцюзі постійного струму.

В якості необхідної індуктивності реактора в ланцюзі постійного струму приймають за знайденою індуктивністю згладжуючого дроселя, L_{op} . [3]

$$L_{op} = 0,05 \text{ мГн}$$

За розрахунками було обрано сухий реактор СРОСЗ-800.

3 Дослідження динаміки електроприводу

3.1 Вибір структури САК ЕП, складання передаточних функцій

Приймаємо як вихідні структурні схеми двигуна постійного струму (мал.6), перетворювача і схему САР згідно рис.7. При цьому вважаємо, що внутрішній контур регулювання містить регулятор струму W_{pc} [7] і інерційний датчик зворотного зв'язку за струмом з передаточним коефіцієнтом k_{zsc} , а зовнішній – регулятор швидкості W_{psi} і інерційний датчик зворотного зв'язку за швидкістю з передаточним коефіцієнтом k_{zsi} . Передаточні функції датчиків зворотних зв'язків за струмом і швидкістю приймаємо у вигляді аперіодичних ланок з постійними часу T_{fc} та T_{phi} відповідно, а зворотний зв'язок за внутрішньою ЕРС двигуна не враховуємо.

					ЕП.ПД.17.11.03.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

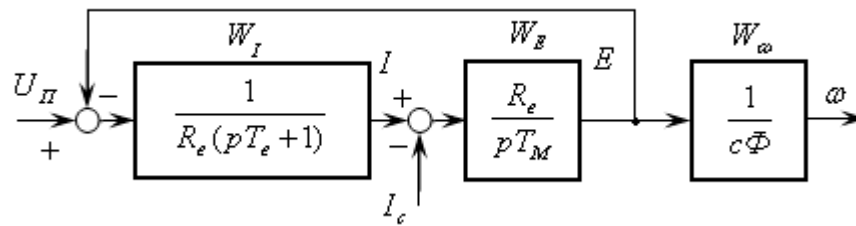
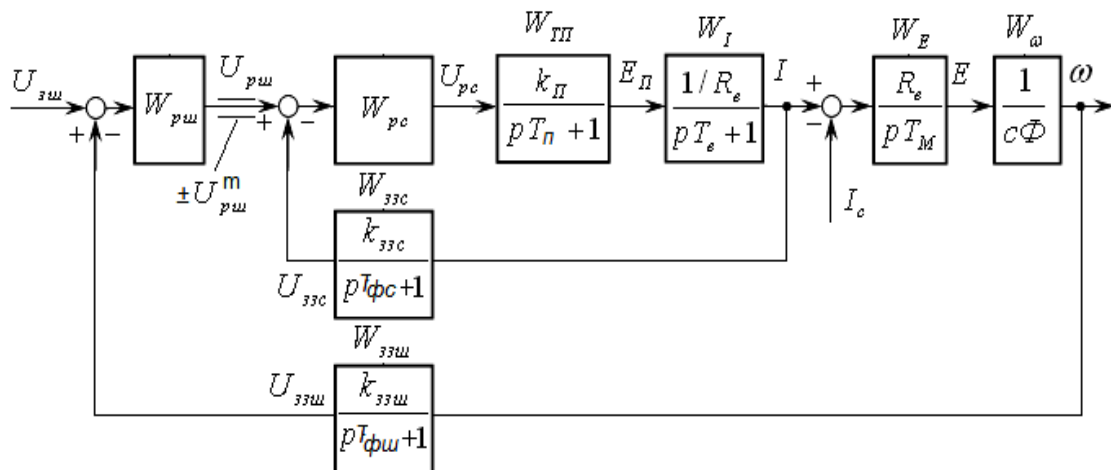


Рис. 7

Структурна схема якірного кола двигуна постійного струму.

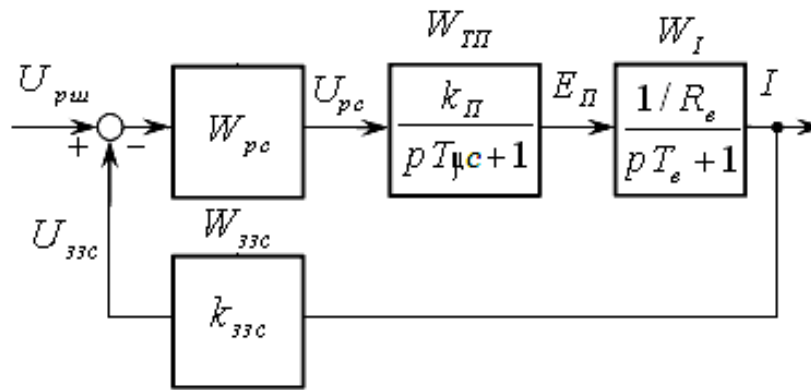
Розрахункова схема САР із зазначеними регуляторами приведена на мал. 8



Малюнок. 8 Розрахункова структурна схема САР

В схемі регулятор швидкості має обмеження $\pm U_{рш}^m = I_{дон} k_{33с} = I_n \lambda_i k_{33с}$, де I_n – номінальний струм двигуна, λ_i – перевантажувальна здатність двигуна (зазвичай $\lambda_i = 2,0 \dots 2,5$).

Для внутрішнього контуру струму схеми на рис. 3.3 вносимо малу постійну часу $T_{фс}$ в постійну часу тиристорного перетворювача і отримуємо некомпенсовану постійну часу контуру струму $T_{мс} = T_{фс} + T_{\Pi}$, яку в подальшому використовуємо у наближеній передаточній функції тиристорного перетворювача. В результаті розрахункова схема для визначення передаточної функції регулятора струму набирає вигляду мал. 9



Малюнок. 9 Розрахункова структурна схема контуру струму

Для такої розрахункової схеми передаточна функція розімкненого контуру струму набирає вигляду:

$$W_{рс} W_{ПІ} W_I W_{ззс} = W_{розс}.$$

Якщо прирівняти $W_{розс}$ до вигляду бажаної передаточної функції

$$W_{розс}^{\bar{}} = \frac{1}{2T_{\mu}c p(pT_{\mu}c + 1)},$$

в якій використана некомпенсована часу контуру струму T_{μ} , то шукана передаточна функція регулятора струму

$$W_{рс} = \frac{W_{розс}^{\bar{}}}{W_{ПІ} W_I k_{ззс}} = \frac{R_e (pT_{\mu}c + 1)(pT_e + 1)}{2pT_{\mu}c (pT_{\mu}c + 1)k_{ПІ}k_{ззс}} = \frac{R_e (pT_e + 1)}{2pT_{\mu}c k_{ПІ}k_{ззс}}.$$

Отримана передаточна функція регулятора струму має вигляд передаточної функції пропорційно-інтегральної ланки, яка після розкриття

дужок у чисельнику:

$$W_{рс} = \frac{R_e T_e}{2T_{\mu}c k_{ПІ}k_{ззс}} + \frac{R_e}{2pT_{\mu}c k_{ПІ}k_{ззс}},$$

де перший доданок відображає пропорційну, а другий – інтегральну частину.

$$W_{pc} = \frac{R_e T_e}{2T_{\mu c} k_{\Pi} k_{33c}} + \frac{R_e}{2pT_{\mu c} k_{\Pi} k_{33c}} = \frac{0.0117 \cdot 0.0381}{2 \cdot 0.005 \cdot 0.01 \cdot 22} + \frac{0.0117}{2 \cdot 0.005 \cdot 0.01 \cdot 22}$$

де перший доданок відображає пропорційну, а другий – інтегральну частину.

Тиристорний перетворювач зазвичай подають у вигляді аперіодичної ланки з передаточною функцією :

$$W_{\Pi} = \frac{K_{\Pi}}{pT_{\Pi} + 1} = \frac{22}{0.005 + 1}$$

де k_{Π}, T_{Π} – коефіцієнт підсилення і еквівалентна постійна часу, яка характеризує ТП з СІФК.

Коефіцієнт підсилення визначаємо з відношення:

$$K_{\Pi} = \frac{U_{\text{н}}}{U_{\text{рш}}} = \frac{220}{10} = 22$$

де $U_{\text{н}}, U_{\text{рш}}$ – номінальна напруга на двигуні і коефіцієнт обмеження в регуляторі швидкості

В усталеному режимі роботи визначаємо КФ:

$$k\Phi = \frac{U_{\text{н}} - I_{\text{ян}} \cdot r_{\text{ян}}}{\omega_{\text{н}}} = \frac{220 - 500 \cdot 0.014}{49} = 4.3 \text{ Вc/рад}$$

Приймаємо ланки як представлення двигуна постійного струму.

Аперіодичну ланку з передаточною функцією представимо у вигляді :

$$W_l = K\Phi = 4.3 \text{ Вc/рад}$$

$$W_e = \frac{R_e}{pT_m} = \frac{1}{J} = \frac{1}{17}$$

$$W_0 = \frac{1}{c\Phi} = \frac{1}{p}$$

					ЕП.ПД.17.11.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Розраховуємо інерційний датчик зворотного зв'язку за швидкістю з передаточним коефіцієнтом $k_{ззш}$:

$$W_{ззш} = \frac{U_{рш}}{w_H} = \frac{10}{49} \approx 0,02041$$

Визначаємо передаточну функцію регулятора швидкості та представляємо його в такому вигляді :

$$W_{рш} = \frac{K_{зш} * I_{дв}}{2T_u * K_{зс} * K_{ф}} = \frac{0.01 * 17}{2 * 0.01 * 10 / 49 * 4.3}$$

Одним із найзручніших засобів моделювання електромеханічних систем у середовищі MatLab є пакет робочих інструментів Simulink[9].

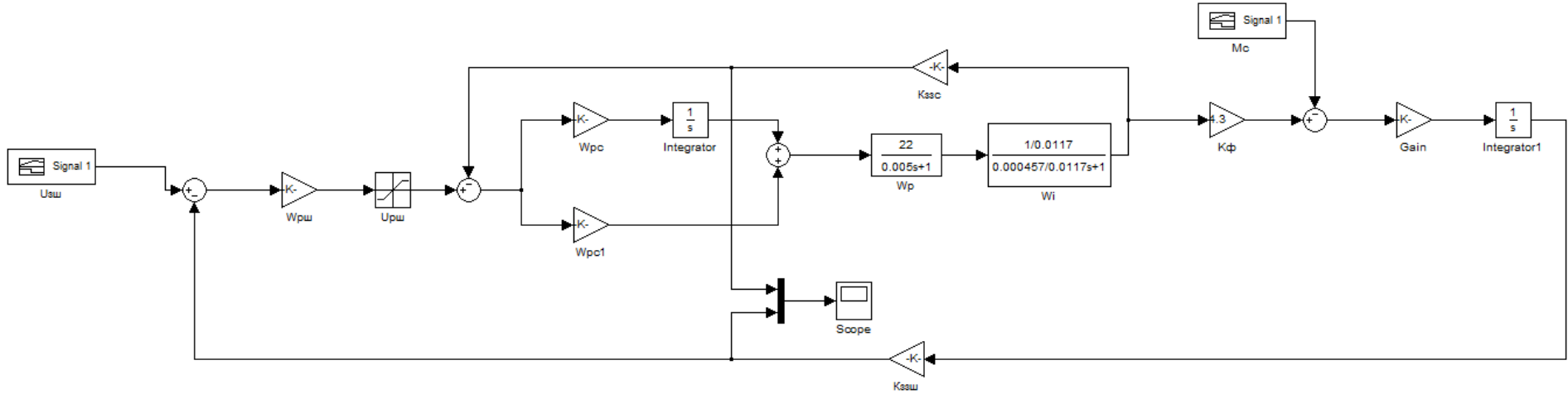
Модель у Simulink- це сукупність блоків та ліній які ці блоки з'єднують. Створення моделі відбувається шляхом перетягування блоків із бібліотек, редагуванням параметрів цих блоків та наступним з'єднанням цих блоків між собою за допомогою ліній. Блоки дуже різноманітні, тому їх згруповано у бібліотеці відповідно функціональному призначенню. Блоки можуть бути дуже різноманітні мати виходи і не мати входів, тобто бути джерелами сигналів або, навпаки, мати входи і не мати виходів, тобто бути приймачами сигналів або, мати і те, і інше, чи не мати ні входів ні виходів Виходячи з вище зазначених переваг програми MatLab та пакету в середині у вигляді інструментарію- Simulink вона є оптимальним вибором для дослідження динаміки електроприводу.

Модель ТП-Д з підлеглим регулюванням у пакеті Matlab представлена на мал. 12. Перехідні процеси представлені на мал. 13.

					ЕП.ПД.17.11.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

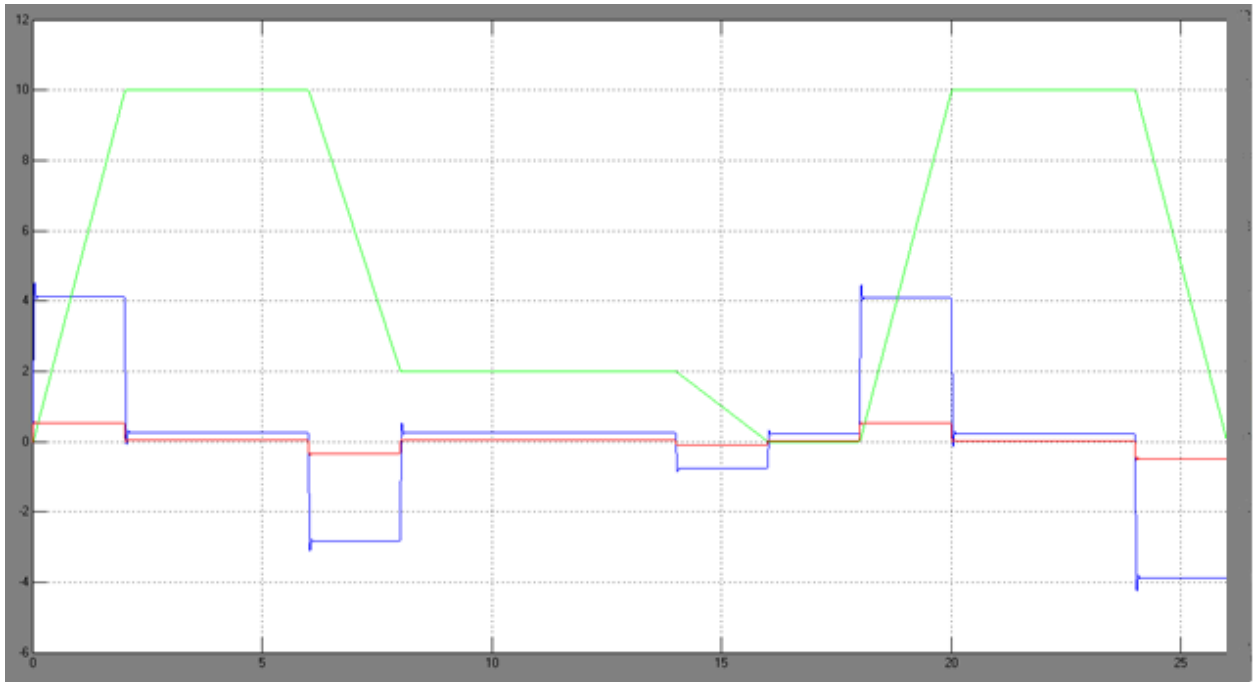
Инв. № підл.	Підп. у дата	Взам. інв. №	Инв. № дубл.	Підп. і дата

Изм.	
Арк.	
№ докум.	
Підп.	
Дата	



Малюнок. 12 Модель ТП-Д з підлеглим регулюванням у пакеті Matlab

ЕП.ПД.17.11.03.ПЗ



Мал. 13. Перехідні процеси в пакеті інструментів Simulink

Висновок

В даному розділі виходячи зі структурної схеми САР, параметрів електропривода та регуляторів розроблена математична модель електропривода. Метою досліджень є перевірка якості перехідних процесів у САР у характерних для даного електропривода. Виходячи з графіків перехідних процесів математична модель розрахована та налаштована правильно і відповідає усім вимогам технологічного процесу.

4. Охорона праці

На виробництві передбачено створення сприятливих умов праці. Це сукупність факторів виробничого середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини в процесі праці. Можливість впливу виробничих факторів на працюючих існує завжди, тому передбачено розроблення заходів захисту від них і забезпечення безпеки праці - стану умов праці, при яких виключено вплив на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Даний розділ присвячений питанням забезпечення необхідних умов праці (санітарно-гігієнічні умови, захисту від негативних виробничих факторів, забезпечення пожежної безпеки) відповідно до чинних нормативних документів, а також питань екологічної безпеки.

4.1. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників проектованого технологічного процесу групового рольганга.

При проведенні технологічного процесу в сучасному прокатному стані на всіх стадіях обробки металів можлива поява шкідливих і небезпечних факторів.

Основні шкідливі фактори

- а) Шум і вібрація.
- б) Відхилення показників мікроклімату.
- в) Недостатня освітленість робочої зони.

Шум і вібрація

Шум має багатоаспектний вплив на організм людини. Джерелами механічних шумів в прокатних цехах є зубчасті передачі, підшипники, кулачки, кривошипні механізми, ланцюгові передачі, процеси транспортування металу по рольгангам, його деформації, різання, вібрації поверхонь машин і устаткування. Термічний шум виникає при роботі газових пальників, нагрівальних пристроїв, при горінні різних смолоскипів.

					ЕП.ПД.17.11.03.ПЗ	<i>арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		41

Електромагнітний шум виникає при шумі трансформаторів.

Рівень звукового тиску на робочих місцях в цеху 90-120 дБ, при нормі 80 дБ.

Джерелами вібрації є: зворотно-поступальні рушійні системи: електричні і пневматичні зубила, шліфувальні машини. Санітарні норми вібрації робочих місць розраховано по СН № 3044-84.

При експлуатації рольгангів виникає високий рівень шуму, що обумовлений ударним впливом. Зниження шуму досягається зміною конструкції рольганга, а також застосуванням металевих матеріалів з високими поглинаючими властивостями, виготовленням роликів рольганга зі сталі, що містить від 0,7 до 3,5% Mn, що знижує рівень звукового випромінювання на 12-15 дБ. Пости управління обтискними станами розташовують поблизу кліті. Отже, вони систематично знаходяться над гарячими зливками і прокатами, а також має місце шум високих рівнів. Тому пости керування обладнано захисною теплоізоляцією і захищено від проникнення шуму в приміщення поста. Рівні шуму розраховано відповідно ГОСТ 121.003-83 і ГОСТ 12.1.012-78.

Для боротьби з вібраціями в цеху передбачено застосування вібропогашуючих фундаментів. Тому використання дистанційного керування призначене вирішити проблему захисту людей від цього шкідливого фактору.

Відхилення показників мікроклімату

У виробничих приміщеннях цеху передбачено створення мікроклімату, який забезпечує нормальні умови для роботи виробничого персоналу. Джерела теплових виділень - оброблюваний метал, нагрівальні пристрої, стан, допоміжне обладнання методичної печі для термічної обробки, оздоблювальні агрегати. Велика кількість теплоти виділяється при складуванні вихідних матеріалів, готових виробів, охолодженні в холодильниках.

									Арк.
									42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

У прокатних цехах передбачено створення умов безпечної праці та показників мікроклімату відповідно ГОСТУ 12.1.005-88. . Оптимальна температура 16-25 С, допустима 13-25 С, при виконанні важкої фізичної роботи максимально допустиме значення температури 26 С, а відносна вологість не більше 75%.

Недостатня освітленість

Приміщення з постійним перебуванням людей розраховано, як правило, на природне освітлення. Без природного освітлення допускається проектування приміщень, які визначені державними будівельними нормами, затвердженими в установленому порядку.

Природне освітлення поділяється на бокове, верхнє і комбіноване (верхнє і бокове). Освітленість, створювана денним природним світлом, змінюється в надзвичайно широких межах. Зміни ці обумовлені часом дня, сезоном і метеорологічними чинниками, за короткий проміжок часу освітленість природного світла може змінюватися кілька разів. Тому природне освітлення приміщень не можна характеризувати, а отже, і нормувати абсолютною величиною освітленості.

Штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, охоронне, чергове. Аварійне освітлення поділяється на освітлення безпеки і евакуаційне. Для загального штучного освітлення приміщень слід використовувати, як правило, розрядні джерела світла, віддаючи перевагу за однакової потужності джерелам світла з найбільшою світловою віддачею і строком служби.

Штучне освітлення може бути двох систем - загальне та комбіноване. Правила і норми штучного освітлення розраховано на закономірностях, що визначають працездатність зору. ДБН Збірник 28. Природне і штучне освітлення. Штучне і суміщене освітлення проектується з урахуванням вимог до ультрафіолетового

									Арк.
									43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

випромінювання згідно з чинними нормативними документами, затвердженими МОЗ України.

У виробничих приміщеннях глибиною до 6 м при односторонньому боковому освітленні нормується мінімальне значення КПО в точці, розташованій на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні на відстані 1 м від стіни або лінії максимального заглиблення зони, найбільше віддаленої від світлових прорізів.

У великогабаритних виробничих приміщеннях глибиною більше ніж 6 м при боковому освітленні нормується мінімальне значення КПО в точці на умовній робочій поверхні, віддаленій від світлових прорізів:

- на 1,5 м висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи I - IV розрядів;
- на 2 м висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи V - VII розрядів;
- на 3 м висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи VIII розряду.

При верхньому або комбінованому природному освітленні приміщень різного призначення нормується середнє значення КПО в точках, розташованих на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні (або підлоги). Перша і остання точки приймаються на відстані 1 м від поверхні стін (перегородок) або осі колон. Допускається розподілення приміщень на зони з боковим освітленням (зони, які примикають до зовнішніх стін з вікнами) і зони з верхнім освітленням. Нормування та розрахунок природного освітлення в кожній зоні проводиться незалежно одне від одного.

У виробничих приміщеннях із зоровою роботою I-III розрядів передбачено суміщене освітлення. Допускається застосовувати верхнє природне освітлення у великопрогонових складальних цехах, де роботи виконуються в значній частині об'єму приміщення на різних рівнях підлоги і на різноорієнтованих у просторі робочих поверхнях.

									Арк.
									44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Робоче освітлення слід передбачати для всіх приміщень будинків, а також ділянок відкритих просторів, призначених для роботи, проходу людей та руху транспорту. Для приміщень, які мають зони з різними умовами природного освітлення та різними режимами роботи, повинно передбачатись окреме керування освітленням таких зон.

За необхідності частина світильників робочого або аварійного освітлення може бути вико-ристана для чергового освітлення.

Нормовані характеристики освітлення в приміщеннях і зовні будинків може забезпечуватись як світильниками робочого освітлення, так і спільним з ним освітленням світильниками безпеки і (або) евакуаційного освітлення.

4.2. Інженерно-технічні заходи з охорони праці

Основні небезпечні фактори

- а) Рух машин і механізмів.
- б) Рух виробничого матеріалу.
- в) Наявність високої напруги.

Рух машин і механізмів

У цеху встановлено різне основне і допоміжне обладнання, рушійні частини якого становлять певну небезпеку, так як непередбачений контакт з ними може викликати травми виробничого персоналу. Це прокатні валки, що тягнуть, що подають і напрямні ролики, контувателі, штовхачі, зштовхувачі, маніпулятори, рольганги, транспортери.

Частини та вузли прокатних машин (валки, маховики, з'єднувальні шпинделі, зубчасті колеса, барабани летючих ножиць, різні муфти, втулки, кулачки, ексцентрики) здійснюють обертальні рухи. Інші частини і вузли (важелі, елементи транспортерів, штовхачів маніпуляторів і контувателів) виконують зворотно - поступальний рух. Небезпека впливу визначається перш за все конструктивними проблемами.

									Арк.
									45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Так, небезпека зростає, якщо обертаючі частини устаткування містять виступаючі деталі кріплення (болти, шпильки, гвинти, гайки), а на їх поверхні є сліди нерівномірного зносу або дефекти (тріщини, задирки та ін.).

При обертанні назустріч один одному прокатних та інших валків виникають умови для захоплення кінцівок людини, його одягу. Рухомі злитки, блюми, сляби, заготовки, підкат і готовий продукт створюють можливість травмування персоналу під час непередбаченого контакту їх з людиною. З огляду на те, що швидкість обробки металу на механічному обладнанні прокатних цехів зростає, можливі викиди металу з валків, відображення напрямних, апаратів і т.д.

Тому для забезпечення безпеки експлуатації машин і механізмів прокатних цехів необхідно застосовувати різні системи захисту.

Це досягається насамперед механізацією і автоматизацією виробничих процесів, дистанційним керуванням механізмами і наглядом за їх роботою, заміною періодичних процесів безперервними, автоматизацією вимірювання параметрів процесу обробки металу.

Рухомі і оберткові частини механізмів прокатних станів, агрегатів, розташованих в важкодоступних місцях, прийнято огорожувати загальним огороженням із замикаючим пристроєм. Маховики мають бокове огороження у вигляді суцільного бар'єра чи поручнів з обшивкою по низу. Огороження маховиків по ободу виконується у вигляді суцільного щита не менше 2м.

Для безпечного переходу людей через рольганги чи конвеєри передбачено перехідні містки, огорожені поручнями. Містки для переходу через гарячий метал мають теплоізолюючий настил, а з боків екрановані щитами з листового заліза висотою не менше 1,8 м. Для забезпечення безпеки працівників при ремонтах осередків нагрівальних колодязів по краю майданчика встановлено знімні огорожі.

										Арк.
										46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Рух виробничого матеріалу

При виконанні операцій різання металу на ножицях потенційна небезпека виникнення травм у персоналу може виникнути при заміні ножів і видаленні з їх ріжучих поверхонь наварів, прибирання обрізків і окалини від ножиць, усунення заклинювання обрізу в жолобі ножиць і на конвеєрі, в процесі різання і відборі проб. У скрапному прольоті небезпека можлива при проведенні кантування коробок - контейнерів з обрізом, а також при перестановці вагонів під обріз, тому в процесі роботи проводять періодичний огляд устаткування, при якому також можливе ураження персоналу.

При проведенні прокатки на блюмінгу або слябінгу потенційна небезпека виникнення травм у персоналу виникає при транспортуванні злитків робочим рольгангом до стану, прокатці злитків в робочій кліті в перших проходах, проведенні перевалок і налаштування валків, очищенні жолобів гідрозмиву окалини, очищення рольгангів від даних пробок і скрапу, проведенні операцій з установки, прибирання та кантуванні коробок для скрапу.

Рольганги, що подають метал до ножиць, повинні мати борти що виключають можливість вильоту при подачі металу.

У випадках, якщо органи управління машин становлять небезпеку для людей і не можуть бути огорожені, передбачено сигналізацію, що попереджає про пуск машини в роботу, і засоби для зупинки і відключення від джерел енергії.

Наявність високої напруги

У цеху велика частина електроустаткування працює при напрузі до 1000В. Електричну небезпеку становлять: електроустановки, електродвигуни, електрообладнання та лінії електропередач.

									Арк.
									47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

У цеху є джерела електромагнітних і електричних полів, які використовуються для різних цілей: підігріву робочих валків, сушки покриттів, нанесених на поверхню виробів, нагрівання вихідних виробів для гарячої прокатки. Електромагнітне поле створюється при роботі високочастотних і надвисокочастотних установок. Норми по електромагнітному випромінюванню розраховано відповідно до ДСНіП № 476-2002.

Електродвигуни відкритого типу встановлено в приміщенні цеху без підвищеної небезпеки, їх струмоведучі та обертові частини не закриті і не захищені. Навколо встановлюють огорожі. Рубильники, встановлені у виробничих приміщеннях на розподільчі рахунки забезпечені захисними кожухами, виготовленими з вогнестійких матеріалів. Для захисту електроустановок від перевантажень застосовують плавкі запобіжники. Внутрішньо цехова електрична мережа виготовлена з ізольованих проводів або кабелів. Кабелі прокладають в підлозі в каналах і закривають зверху знімними покриттями з вогнестійких матеріалів.

Повітряну електричну мережу виконують на ізоляторах, на висоті не менше 6 м при напрузі до 1000В і не менше 7 м при напрузі понад 1000В. Захисне заземлення застосовують як при ізольованій так і при заземленій нейтралі.

Для захисту від електричних і електромагнітних полів встановлюють екрануючі пристрої, робітників забезпечують спеціальними екрануючими костюмами. Екрани представляють собою заземлені щити з струмопровідного матеріалу. Стаціонарні екрани призначені для захисту персоналу при огляді обладнання. В разі застосування НВЧ - коливань необхідно працювати в окулярах, збільшувати відстань між джерелами випромінювання і робочим місцем, зменшувати потужність випромінювання генератора.

									Арк.
									48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Методи контролю і способи засобів захисту повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.002-84 та відповідати вимогам ПДУ №5803-91.

4.3 Розрахунок освітлення

Частіше за все потрібно визначити потужність ламп, необхідну для отримання заданої освітленості, при обраному типі і розташуванні світильників.

У майстерні електриків довжиною 14м, шириною 8м і висотою 4,3м на висоті 3,8 м від підлоги підвішують світильники Шод з люмінесцентними лампами ЛБ; їх намічено встановити в два ряди, переважно - суцільне. Норма освітленості 200лк при $\hat{A}=1,5$.

Визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку світильників по формулі:

$$i = \frac{AB}{h(A + B)};$$

де А и В – довжина и ширина приміщення, м;
h – висота підвіса світильника, м.

$$i = \frac{14 \cdot 8}{3,8(14 \cdot 8)} = 1,34.$$

знаходимо коефіцієнт використання, тобто відносну частку потоку лампи, що подає на поверхню S; $\psi=0,4$.

Визначаємо потрібний світловий потік лампи за формулою:

$$F \cdot N = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{\varphi}$$

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Де:

E - найменша освітленість, лк;

k - коефіцієнт запасу;

S - площа приміщення, м²

Z - коефіцієнт для переходу від найменшої освітленості до середньої; (При Z = 1,1 Шод дає більш рівномірну освітленість)

N - кількість світильників

$$F \cdot N \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 14 \cdot 8 \cdot 1,1}{0,4} = 92500 \text{ лм.}$$

Лоток лампы ЛБ40 приймають 2480 лм, ЛБ-80-4320 лм.

Отже, потрібне число ламп

$$40\text{Вт} = \frac{92500}{2480} = 37; \quad 80\text{Вт} = \frac{92500}{4320} = 21.$$

Так як світильники дволампове і число рядів два, то в кожному ряду необхідно: 40Вт $\frac{37}{4} \approx 9$ світильників, при лампах 80Вт $\frac{21}{4} = 5$ світильників.

Довжина світильників з лампами 40 Вт близько 1250мм, з лампами 80Вт - близько 1550 мм.

Отже, при лампах 80Вт суцільні ряди не виходять, при лампах 40 Вт можна отримати суцільні ряди, встановивши в кожному з них по 10 світильників. Загальна довжина ряду складе близько 12,5 м, тобто ряди будуть на 0,75 не доходити до торцевих стін.

									Арк.
									50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

4.4. Пожежна безпека

Прокатне виробництво характеризується тим, що в обігу постійно знаходиться гарячий метал, при обробці якого виділяється значна кількість променистого тепла з розпеченого металу і окалини. Крім того, в цеху використовуються горючі гази в якості палива в нагрівальних колодязях і на машині вогневій зачистці. З вище перерахованих факторів, що характеризують прокатне виробництво, цех відноситься до категорії "Г" (згідно НПБ 105-03).

Але в цеху є приміщення, які можуть бути віднесені до вищої категорії пожежонебезпеки: маслоподвали, що характеризуються наявністю великої кількості масла для потреб табору, яке здатне займання, можна віднести до категорії "В"; проходи близько газопроводів, що подають паливо в піч, що характеризуються наявністю легкозаймистої газу, можна віднести до категорії "А".

За НПБ 105-03, при проектуванні до будівництва будівель і споруд необхідно враховувати категорію пожежної небезпеки виробництва, ступеня вогнестійкості цих будівель. Вогнестійкість обжимного цеху визначається, перш за все, стійкістю конструкцій зберігати свою несучу здатність при впливі високих температур. Оскільки основними матеріалами, використаними при будівництві цеху, є метал і бетон, цех має досить високу вогнестійкість і відповідно до СНиП 21.01.-97 відноситься до першого ступеня вогнестійкості.

У цеху передбачені протипожежні заходи: до будівель і до споруд цеху забезпечений під'їзд пожежних автомобілів з усіх боків; обладнання установками автоматичного пожежогасіння, пожежної сигналізації в особливо пожежонебезпечних приміщеннях.

Система пожежного захисту передбачає наступні заходи:

1. Максимально можливе застосування негорючих і важкогорючих речовин і матеріалів у виробничих процесах;

						Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Обмеження кількості горючих речовин і їх належне розміщення;
3. Ізоляцію займистою середовища;
4. Застосування засобів пожежогасіння;
5. Застосування конструкцій виробничих об'єктів з регламентованим межею їх вогнестійкості і горючості;
6. Евакуація людей на випадок пожежі;
7. Застосування засобів пожежної сигналізації та засобів сповіщення про пожежу;
8. Організацію пожежної охорони об'єкта;
9. Застосування засобів колективного та індивідуального захисту від вогню.

Для гасіння пожеж застосовуються кілька типів стаціонарних систем пожежогасіння. У складах застосовуються установки водяного пожежогасіння. Дана установка не тільки гасить пожежу, а й включає світлову і звукову системи сигналізації. У кабельному підвалі встановлені стаціонарні установки і автоматична пожежна сигналізація дренчерного пожежогасіння з дистанційним управлінням. В галереях, де розташовані електричні кабелі, застосовують установки газового пожежогасіння. У маслоподвалах застосовують установки гасіння пожеж парою. Введення в дію цих установок проводиться вручну засувками, що знаходяться поруч з маслоподвалом.

Для запобігання загибелі до роботи допускаються особи, які досягли 18 років, пройшли курс навчання, які пройшли інструктаж з техніки безпеки та змінний інструктаж, отримали доступ до виконання змінного завдання від керівника робіт (начальника зміни) також при виникненні пожежі кожен робітник повинен знати шляхи безпечного виходу зі свого приміщення. На малюнку .позначений план евакуації людей при пожежі з майстерні, а також нанесені засоби гасіння пожежі.

										Арк.
										52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця 6 Зведення капітальних витрат

№п/п	Найменування технічних засобів (комплектуючих виробів)	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн.
1	ДПС Тип: Д 810	1	340663	340663
2	ТЕП-500/460-1122-ЯВ-1П1-0 УХЛ4	1	21000	21000
			ВСЬОГО	361663

Ціна на устаткування на 07 травня 2020 року.

Джерела інформації;

<https://izi.ua/p-299816-tiristorniy-preobrazovatel-chastoty-tpch-100-bloki-upravleniya>

<http://te96.ru/catalog/elektrodivigateli-elektrodivigateli-tyagovye-postoyannogo-tokae/lektrodivigatel-d810-55kvt-55kvt-550ob-min-220v-parall>

Витрати на монтажні (Z_M) і налагоджувальні роботи (Z_H) можна визначити таким чином:

$$Z_M = Ч \cdot a \cdot t \cdot K_d \cdot K_{CM} \cdot K_{пр}$$

де Ч - чисельність працівників 1-го розряду, необхідних для виконання певного об'єму монтажних (налагоджувальних) робіт, 1 чол.

a_3 - часова тарифна ставка 3 - го розряду .

a_4 - часова тарифна ставка 4-го розряду станом на 7 травня 2020 р становить 28,63 грн./годину

t - час, необхідний для виконання певного об'єму монтажних (налагоджувальних робіт), год.;

t – 24 години.

K_d - коефіцієнт, що враховує розмір доплат 1,0. грн./год

K_{CM} - коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальні заходи

1,22

									Арк.
									55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$K_{пр}$ - коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт 1,0 грн./год

$$Z_m = 1 \cdot 28,63 \cdot 24 \cdot 1,1 \cdot 1,22 \cdot 1,0 = 838,28 \text{ грн}$$

Витрати на налагоджувальні роботи визначаються наступним чином;

$$Z_n = Ч \cdot a \cdot t \cdot K_d \cdot K_{см} \cdot K_{пр}$$

де, Ч – чисельність електрослюсарів 3 розряду, необхідних для виконання налагоджувальних робіт, чол.

a – годинна тарифна ставка електрослюсарів 3 розряду.

t – час, необхідний для виконання налагоджувальних робіт, год.

Але при розробці макету не було витрат на налагоджувальні роботи, тому витрати на налагоджувальні роботи було витрачено 0 Грн

$$K_{пр} = 361663 + 838,28 + 0 + 0 = 362501 \text{ грн}$$

Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати - це поточні витрати на експлуатацію і обслуговування об'єкту проектування за певний період (рік), виражені в грошовій формі.

До основних статей експлуатаційних витрат по електротехнічному устаткуванню відносяться:

1. Амортизаційні відрахування (Ca);
2. Заробітна плата обслуговуючого персоналу (Cз);
3. Відрахування на соціальні заходи від заробітної плати (Cс);
4. Витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт устаткування (Ст);
5. Вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування (Cэ);
6. Інші експлуатаційні витрати (Ci).

Таким чином, річні експлуатаційні витрати складуть:

						Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C = c_a + C_z + C_c + C_m + C_s + C_{np}$$

$$C = 441 + 0 + 22\% + 44.10 + 0 + 4\% = 136385 \text{ грн.}$$

Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи з терміну його корисного використання. Строк корисного використання (експлуатації) об'єктів основних засобів і нематеріальних активів визначається підприємством самостійно, виходячи з очікуваних економічних вигод, технічних і якісних характеристик основного засобу, морального і фізичного зносу, а також інших факторів, які можуть вплинути на можливість використання.

Амортизація об'єкта основних засобів нараховуються виходячи з терміну його корисного використання. Прийнято строк корисного використання об'єкта основних засобів, нарахуванням терміном 2 роки. Норма амортизації (На) становить 20%

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

$$\Phi_a = \Phi_p - Л, (4,4)$$

Де Φ_p – первісна (або переоцінена) вартість об'єкта основних засобів;

$Л$ – розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів.

Якщо визначати очікувану ліквідаційну вартість об'єкта основних засобів складно, то при прямолінійному методі амортизації дозволяється вважати її рівною нулю.

						Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом усього амортизаційного періоду і дорівнює 20%

$$AO = \frac{\Phi_n \cdot H_a}{100} = \frac{362501 \cdot 20}{100} = 72500 \text{ грн.}$$

Розрахунок річного фонду заробітної плати

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

Основна заробітна плата це - винагорода за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці (норми часу, виробітку, обслуговування, посадові обов'язки). Вона визначається у вигляді тарифних ставок (окладів) і відрядних розцінок для робітників та посадових окладів для службовців і керівників.

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

Єдиний соціальний внесок

Єдиний соціальний внесок визначається на підставі встановленого чинним законодавством відсотка від суми основної та податкової заробітної плат.

Станом на 06.05.2020 ЄСВ складає 22% від заробітної плати (інформація Мінфін станом на 06.05.2020).

Але в нашому випадку, як і заробітну плату та додаткову заробітну плату, розраховувати ЄСВ не має необхідності згідно з задачею дипломного проекту.

						Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт електротехнічного обладнання включають витрат на частини, заробітну плату ремонтним робітникам і можуть визначатися за фактичними даними підприємства.

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

$$Z_{т.р.} = Ri \cdot ti \cdot mi \cdot Rei + Si \cdot PiTi \cdot Tф$$

Ri - годинна ставка робітників, що виконують ремонт, грн.;

ti - трудомісткість одного ремонту при категорії складності ремонту в одну ремонтну одиницю залежно від виду ремонту, год/од.: од.: мполого -1,2;

mi - число ремонтів за рік;

Rei- сумарна категорія складності ремонту залежно від виду електроустаткування : 1,0;

Si - вартість однотипних замінюваних елементів, грн.;

П- кількість однотипних замінюваних елементів;

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

Tф- число годин роботи апаратури в рік, ч.

$$Z_{т.р.} = 28,63 \cdot 1,2 \cdot 1,0 + 97,5 \cdot 21000 \cdot 50 = 1023753 \text{ грн}$$

Визначення інших витрат

Інші витрати по експлуатації об'єкта проектування включають витрати з охорони праці, на спецодяг та ін. Згідно з практикою, ці витрати визначаються у розмірі 4% від річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу.

						Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

В економічній частині виконанно розрахунок техніко-економічних показників, що для введення і змісту нового обладнання необхідно 361663 грн і на експлуатаційні витрати 136385.грн

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті було розраховано автоматизований електропривод, а саме: обрано відповідний вимогам двигун та перетворювач частоти.

У проекті була розрахована система автоматичного керування. На базі цих розрахунків створена модель електропривода, з якої зняті характеристики перехідних процесів.

У відповідному розділі розглянуті питання щодо охорони праці, прийняті рішення щодо усунення небезпечних факторів.

У розділі економіки шляхом розрахунків встановлена доцільність обраної техніки.

Аналізуючи все вищезазначене можна сказати, що в дипломі була доведена доцільність використання розглянутої системи автоматичного керування.

						Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Колб А.А., Колб А.А. Теорія електроприводу: Навч. посібник. Д.: НГУ. – 2006.
2. Вешевский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе. М.: Энергия, 1977. – 432 с.
3. Яуре Я.Г., Певзнер Е.М. Крановый электропривод: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 344 с.
4. Народицкий А.Г. Современное и перспективное алгоритмическое обеспечение частотно-регулируемых электроприводов, М.: Энергия. 2004. 224 с.
5. Справочник по наладке электрооборудования промышленных предприятий/Под ред. М. Г. Зимеикова, Г. В. Розеиберга, Е. М. Феськова. М.: Энергоатомиздат, 1983. 480 с.
6. Справочник по кранам. В 2 т. Т. 2. Характеристики и конструктивные схемы кранов. Крановые механизмы, их детали и узлы. Техническая эксплуатация кранов [Текст]Т. 2. / М. П. Александров, М. М. Гохберг, А. А. Ковин, 1988. - 559 с.
7. Преобразователи частоты VACON. Руководство VAASA CONTROLLOY2000.

						Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

