

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

Електротехнічний факультет

Кафедра Електропривода
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
дипломного проекту (роботи)
бакалавра
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

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

напрямок підготовки 050702 Електромеханіка
(код і назва напрямку підготовки)

спеціальність 6.050702 Електромеханічні системи автоматизації та електропривод
(код і назва спеціальності)

освітній рівень бакалавр
(назва освітнього рівня)

кваліфікація фахівець у галузі електротехніки
(код і назва кваліфікації)

на тему: Електропривод робочого рольгангу чистової кліти стану по системі ПЧ-АД

Виконавець:

студент 4 курсу, групи ЕМ-14-2

_____ (підпис)

Васейко В.С.
(прізвище та ініціали)

Керівники проекту розділів:	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
Автоматизований електропривод	Бешта О.С.		
Дослідження динаміки електропривода	Сьомін А.О.		
Охорона праці	Сьомін А.О.		
економічного	Столбченко О.В.		
	Тимошенко Л.В.		

Рецензент			
-----------	--	--	--

Нормоконтроль	Казачковский М.М.		
---------------	-------------------	--	--

Дніпро
2018

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

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

електропривода

(повна назва)

Казачковський М.М.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2018 року

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект
бакалавра**

студенту ЕМ-14-2
(група)

Васейко В.С.
(прізвище та ініціали)

Тема дипломного проекту "Електропривод робочого рольгангу чистової кліті стану по системі ПЧ-АД"

затверджена наказом ректора ДВНЗ НТУ «Дніпропетровська політехніка» від
№ _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
Автоматизований електропривод	Аналіз технології роботи механізму та розрахунок потужності електроприводу.	20.11.17 – 18.01.18
Дослідження динаміки електропривода	Вибір комплектного електроприводу, синтез САУ і дослідження її роботи.	20.01.18 – 17.03.18
Охорона Праці	Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів.	19.03.18 – 28.04.18
Техніко-економічне обґрунтування	Встановлення економічної доцільності прийнятих технічних рішень. Розрахунок капітальних та експлуатаційних витрат.	29.04.18 – 11.05.18

Завдання видав _____

(підпис)

Сьомін А.О.

(прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Васейко В.С.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі завдання: 20.11.2018

Термін подання дипломного проекту до ЕК 10.06.2018

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 53 с., 11 рис., 9 табл., 25 джерел, 4 аркуші креслень.

Об'єкт детальної розробки: Електропривод робочого рольгангу чистової кліті стану по системі ПЧ-АД

Мета роботи: модернізація електроприводу робочого рольгангу.

Вибрані елементи силового кола (рольганговий асинхронний двигун с короткозамкнутим ротором типу AP 355SMC12, перетворювач частоти ATV 71HD75N4 зі скалярним керуванням). Розраховані параметри астатичної однозонної системи регулювання швидкості.

Здійснений розрахунок перехідних процесів в електроприводі в режимах пуску, прикладення навантаження, реверсу з використанням пакета MATLAB. Отримано діаграми навантаження та швидкості розробленої моделі. Проаналізовані небезпечні та шкідливі фактори.

Витрати на електроенергію та експлуатацію були скорочені приблизно на 20% за рахунок зменшення потужності електропривода та втрат електроенергії шляхом встановлення перетворювача частоти.

РЕВЕРСИВНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ЗМІННОГО СТРУМУ, ЧАСТОТНЕ КЕРУВАННЯ, ОДНОЗОННА СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ, ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, СИНТЕЗ САР, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка 53 с., 11 рис., 9 Табл., 25 источников, 4 листа чертежей.

Объект детальной разработки: Электропривод рабочего рольганга чистовой клетки стана по системе ПЧ-АД

Цель работы: модернизация электропривода рабочего рольганга.

Выбраны элементы силовой цепи (рольганговый асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором типа AP 355SMC12, преобразователь частоты ATV 71HD75N4 со скалярным управлением). Рассчитаны параметры астатической однозонной системы регулирования скорости.

Проведен расчет переходных процессов в электроприводе в режимах пуска, приложения нагрузки, реверса с использованием пакета MATLAB. Получены диаграммы нагрузки и скорости разработанной модели. Проанализированы опасные и вредные факторы.

Расходы на электроэнергию и эксплуатацию были сокращены примерно на 20% за счет уменьшения мощности электропривода и потерь электроэнергии путем установки преобразователя частоты.

РЕВЕРСИВНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ПЕРЕМЕННОГО ТОКА, ЧАСТОТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ, ОДНОЗОННАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ, ВЫБОР СИЛОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ, СИНТЕЗ САР, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ.

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ESSAY

Explanatory note 53 p., 11 fig., 9 Table, 25 sources, 4 sheets of drawings.

Design of the Induction Motor Vector Control System with Loss Minimization Functions

Purpose of work: modernization of the electric drive of the working roller table.

Selected elements of the power circuit (roller asynchronous motor with squirrel-cage rotor type AR 355SMC12, frequency converter ATV 71HD75N4 with scalar control). The parameters of the astatic single-zone speed control system are calculated.

The calculation of transients in the electric drive in the modes of start-up, load application, reverse with calculation of the MATLAB package is carried out. The load and speed diagrams of the developed model are obtained. Hazardous and harmful factors are analyzed.

Electricity and operation costs were reduced by approximately 20% due to the reduction of the power of the electric drive and the loss of electricity by installing a frequency converter.

REVERSIBLE ELECTRIC ACTUATOR, FREQUENCY CONTROL, SINGLE ZONE SPEED CONTROL SYSTEM, SELECTION OF POWER ELECTRICAL EQUIPMENT, SYNTHESIS OF SAR, ENERGY SAVING.

Зміст

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ	8
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	9
1.1 Загальна характеристика технологічного агрегату та його електрообладнання	9
1.2 Характеристика робочого рольгангу	10
1.3 Діаграми швидкостей та навантажень механізму в процесі обробки	11
2 АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД	13
2.1 Попередній вибір двигуна	13
2.2 Розрахунок перехідних процесів і побудова навантажувальної діаграми двигуна	16
2.3 Перевірка двигуна за нагрівом	18
2.4 Вибір перетворювача частоти	19
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА	27
3.1 Вибір структури САК ЕП, складання передаточних функцій	27
3.2 Розрахунок перехідних процесів	31
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	35
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників проєктованого технологічного процесу, об'єкту, системи або пристрою	35
4.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці	38
4.3 Розрахунок освітлення	40
4.4 Пожежна профілактика	41
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	42
5.1 Вступ	42
5.2 Розрахунок капітальних витрат	43
5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат	45
5.3.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань	46
5.3.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати	47
5.3.3 Розрахунок відрахувань на соціальні заходи	48
5.3.4 Розрахунок річних витрат на експлуатацію та обслуговування	48

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3.5 Розрахунок вартості спожитої електроенергії	49
5.3.6 Визначення інших витрат	50
Висновки	51
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	52

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

У металургійній промисловості прокатне виробництво, що є одним з основних технологічних процесів обробки металу тиском, найбільш широко використовується система автоматизованного електропривода. Прокатні цехи є основними при завершенні технологічної обробки металу в металургійній промисловості.

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.

У теперішніх 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 час.

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

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика технологічного агрегату та його електрообладнання

Рольганги виконуються з груповим або індивідуальним приводом. При груповому електроприводі секція рольганга, що складається з 3-10, а іноді і більше роликів має загальний електропривод від одного електродвигуна.

Груповий електропривод застосовується для рольгангів, які працюють у важкому режимі, з частими пусками або реверсами. Для цих станів початкова довжина злитка і довжина розкату в перших проходах близькі до величини кроку рольганга, внаслідок чого на один ролик доводиться майже весь вага металу, що прокочується. Це робить необхідним застосування групового електроприводу, що має в порівнянні з індивідуальним набагато меншу встановлену потужність електродвигунів і меншу собівартість.

Вибір роду струму і типу електропривода проводиться виходячи з цілого ряду умов, що висувуються до режиму роботи виконавчого механізму.

Для рольгангів з груповим електроприводом, що не потребують регулювання швидкості та мають частоту вмикань за годину не більше 500, використовуються асинхронні електродвигуни з фазним ротором. При необхідності регулювання швидкості роликів використовуються електродвигуни постійного струму, що живляться від окремого генератора або від тиристорного перетворювача, що забезпечує широкий діапазон регулювання швидкості зміною напруги на якорі, а також скороченням тривалості перехідних процесів.

Робочі рольганги служать для подачі металу до прокатних валків і відведення його від валків. Вони розташовуються безпосередньо у кліті. На великих обтискних станах частина роликів цих рольгангів (від 1 до 3)

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розміщується безпосередньо в станині кліті і називаються станинними роликами.

Робочий рольганг виконаний з використанням групового електропривода. Використання даного типу привода пов'язане з тяжким режимом роботи, а саме з частими пусками та реверсами. Рольганг працює в повторно-короткочасному режимі з ПВ 75%, кількість вмикань за годину 850. Для даних станів початкова довжина злитку і довжина розкату в перших проходах близька до значення шагу рольгангу, в наслідок чого на один ролик приходится майже вся маса прокатного металу. Це викликає необхідність використання групового електропривода, що має в порівнянні з індивідуальним набагато меншу встановлену потужність електродвигуна і меншу вартість.

Спеціальні асинхронні трьохфазні короткозамкнуті двигуни мають високий початковий момент та м'яку механічну характеристику. Ці двигуни внаслідок простоти та жорсткості конструкції, високої надійності та довговічності та нескладного догляду використовуються для приводу роликів нереверсивних та реверсивних прокатних станів як холодної, так і гарячої прокатки металу та транспортних рольгангів. При необхідності регулювання частоти обертання двигунів їх живлення здійснюється від електромашинних або статичних перетворювачів, що допускають зміну частоти та напруги .

Існують декілька шляхів отримання невеликої частоти обертання роликів від двигунів змінного струму: використанні багатополісних двигунів на промисловій частоті 50 Гц, двигунів з редукторами, двигунів з перетворювачами частоти, двигунів з редукторами та перетворювачами частоти.

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розгін рольгангу в зворотному напрямку вхолосту. Після другого пуску заготовка приймається на рольганг, котрий обертається в напрямку прокату зі сталою швидкістю. Після чого починається його гальмування, при чому момент початку гальмування обирається так, щоб швидкість рольгангу була рівна нулю при зупинці заготовки, викинутою кліттю, після чого починається розгін із заготовкою в напрямку до стану. Робота рольгангу при прокаті заготовки в третьому пропуску аналогічна його роботі при прокаті в першому пропуску.

Заготовка, викинута із кліті після прокату в четвертому пропуску, транспортується робочим рольгангом на розкатний. Робочий рольганг зупиняється, гальмування його починається в момент проходження заднього кінця полоси через вісь восьмого ролика.

Після паузи, тривалість якої визначається часом, необхідним для передачі розкату шпелером с першої чистової лінії на другу, і часом, необхідним для транспортування наступної заготовки до стану, після чого починається наступний цикл роботи рольгангу.

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

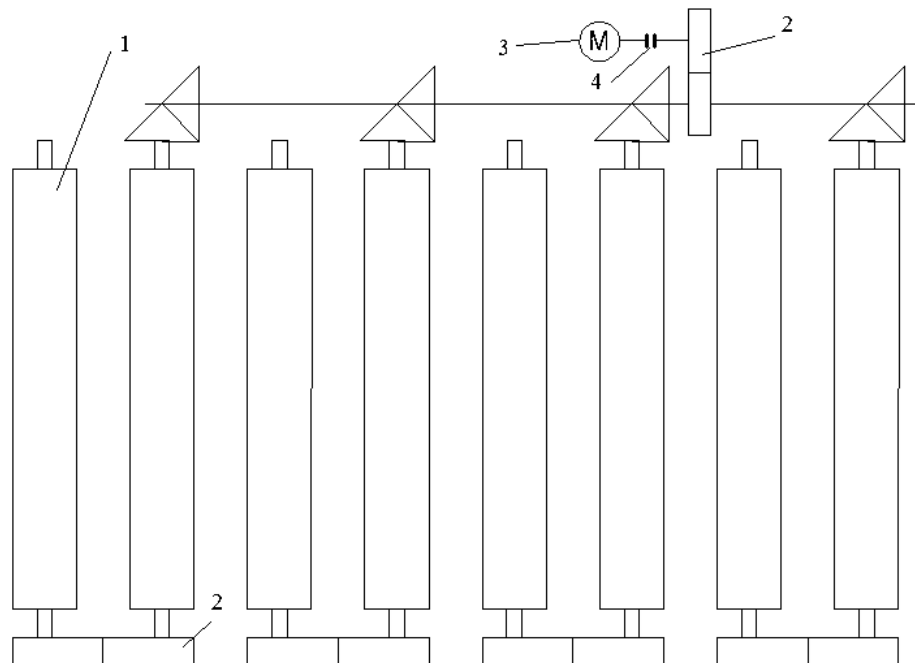


Рисунок 1.2. Кінематична схема робочого рольгангу.

1 - ролик; 2 - розподільчий редуктор; 3 - електродвигун; 4 - муфта.

1.3 Діаграми швидкостей та навантажень механізму в процесі обробки

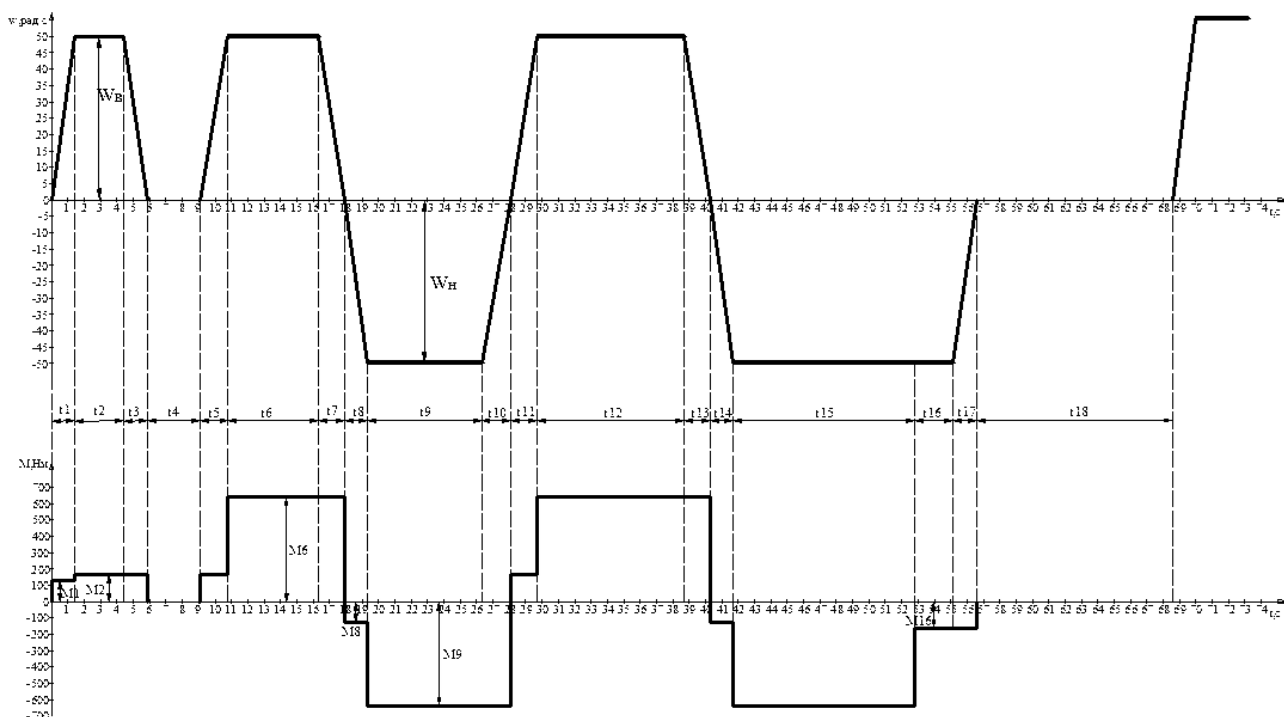


Рисунок 1.3 Діаграми швидкостей та навантажень механізму в процесі обробки

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні характеристики робочого рольгангу

Параметр	Значення
t_1, c	1,4
t_2, c	3
t_3, c	1,5
t_4, c	3,2
t_5, c	1,7
t_6, c	5,5
t_7, c	1,6
t_8, c	1,4
t_9, c	7
t_{10}, c	1,8
t_{11}, c	1,6
t_{12}, c	9
t_{13}, c	1,6
t_{14}, c	1,4
t_{15}, c	11,1
t_{16}, c	2,3
t_{17}, c	1,5
t_{18}, c	12
$M_1 = M_8, H \cdot m$	130
$M_2 = M_{16}, H \cdot m$	165
$M_6 = M_9, H \cdot m$	640
Приведений $\sum J$ при роботі в холосту	21,3
Приведений $\sum J$ з урахуванням заготовки	25,7

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Швидкість механізму ω , рад/с	50
Система електроприводу	ПЧ-АД (однозонний)
Режим роботи	Повторно- короткочасний

2 АВТОМАТИЗОВАНИЙ 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.

Потужність двигуна визначається за навантажувальною діаграмою механізму.

Еквівалентний момент на валу робочого органу:

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

де M_n - момент навантаження в i -й проміжок часу;

t_{pi} - проміжок часу.

$$M_{p.e.} = \sqrt{\frac{(16900 \cdot 7,5) + (27225 \cdot 8,3) + (409600 \cdot 37,6)}{53,4}} = 543,15 \text{ (Н} \cdot \text{м)}$$

Еквівалентна потужність на валу робочої машини:

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

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

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ω_p - швидкість обертання валу робочої машини.

$$P_{рм} = 543,151 \cdot 50 = 27 \text{ (кВт)}$$

Розрахунок еквівалентної потужності двигуна:

$$P_e = \frac{P_{рм}}{\eta_{редук}},$$

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

$$P_e = \frac{27}{0,95} = 28,4 \text{ (кВт)}$$

Розрахункова потужність двигуна:

$$P_{розр} = K_3 \cdot P_e,$$

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

P_e - еквівалентна потужності двигуна.

$$P_{розр} = 1,2 \cdot 28,4 = 34 \text{ (кВт)}$$

Розрахунок часу роботи:

$$t_p = \sum_i^n t_{pi} = 53.4 \text{ (с)}$$

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

Розрахунок часу робочого циклу рольганга:

$$t_{ц} = \sum t_i = 68.6 \text{ (с)}$$

де t_i - поточний проміжок часу

Тривалість вмикання двигуна визначається за формулою:

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$ПВ = \frac{t_p}{t_{\text{ц}}} \cdot 100\%,$$

де t_p - тривалість роботи електродвигуна;

$t_{\text{ц}}$ - тривалість циклу.

$$ПВ = \frac{53,4}{68,6} \cdot 100\% = 78\%$$

Каталожна потужність двигуна:

$$P_{\text{кат}} = P_{\text{розр}} \cdot \sqrt{\frac{ПВ}{ПВ_{\text{н}}}},$$

де ПВ - тривалість вмикання двигуна;

$ПВ_{\text{н}}$ - номінальне значення ПВ% (15%,25%,40%,60%).

$$P_{\text{кат}} = 34 \cdot \sqrt{\frac{78}{25}} = 60 \text{ (кВт)}$$

Попередньо обрано рольганговий асинхронний двигун с коротко замкнутим ротором типу AP 355SMC12

Таблиця 2.1

Технічні дані двигуна

Величина		Значення
Назва	Одиниця виміру	
Тип двигуна	-----	AP 355SMC12
Номінальна потужність	кВт	57
Номінальний струм	А	131

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Номинальна частота обертання ротора	Об/хв	491
cosφ	-----	0.71
ККД	%	94,1
Номинальний обертовий момент	Нм	1110
Максимальний обертовий момент	Нм	3400
Момент інерції ротора	Кг*м ²	12,4

2.2 Розрахунок перехідних процесів і побудова навантажувальної діаграми двигуна

Визначення сумарних моментів інерції:

Для в холосту:

$$J_{xx} = \Sigma J_{xx} + J_r,$$

де ΣJ_{xx} - момент інерції приведений до валу двигуна при роботі в холосту;

J_r - момент інерції двигуна.

$$J_{xx} = 21, +12,4 = 33,7 \text{ (кг * м}^2\text{)}$$

Для роботи з навантаженням:

$$J_n = \Sigma J_n + J_r,$$

де ΣJ_n - момент інерції приведений до валу двигуна при роботі з навантаженням .

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$J_H = 25,7 + 12,4 = 38,1 \text{ (кг} \cdot \text{м}^2\text{)}$$

Розрахунок моментів двигуна моментів двигуна розраховується по формулі:

$$M_{дв} = M_c + J \cdot \frac{\Delta\omega}{\Delta t},$$

де M_c - статичний момент навантаження;

J - сумарний момент інерції;

$\Delta\omega$ - приріст швидкості ω ;

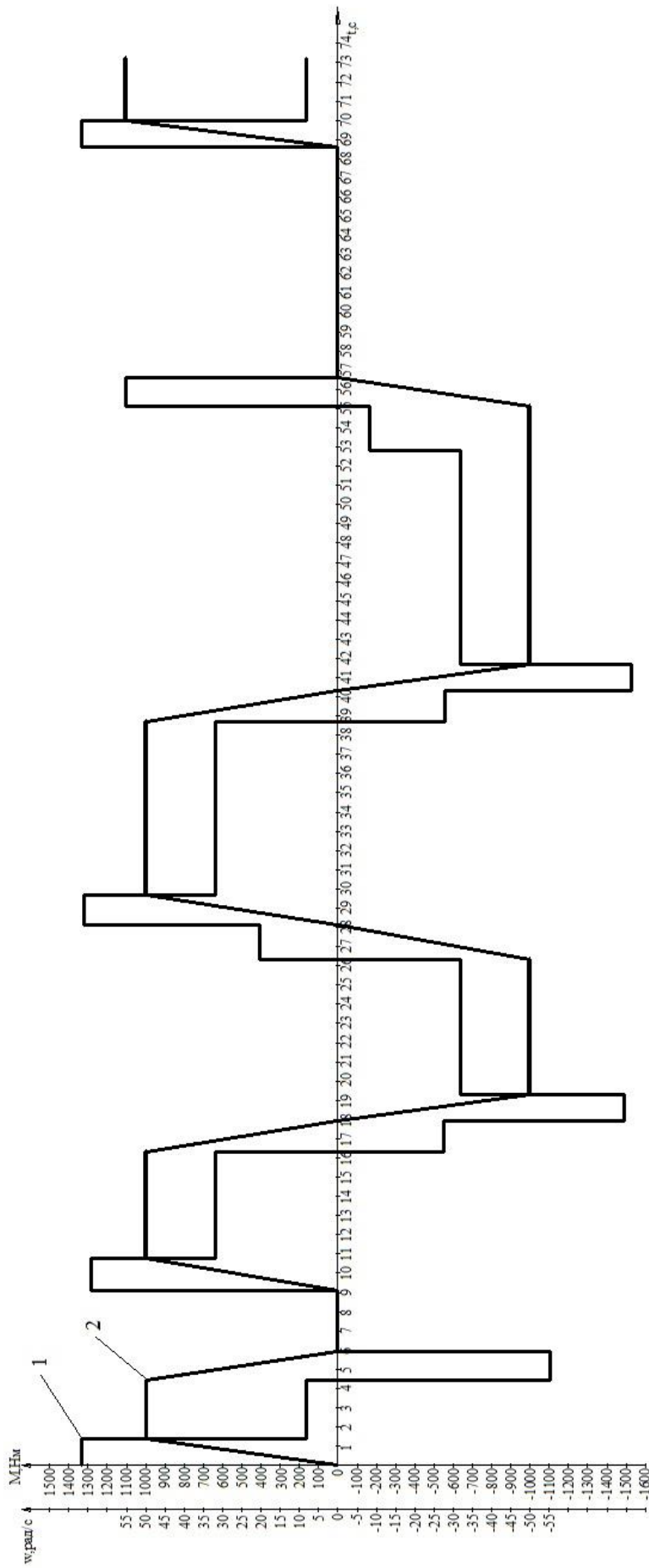
Δt - приріст часу.

Таблиця 2.2

Розрахункові моменти навантаження двигуна

№	$\Delta\omega$, рад/с	Δt , с	$M_{дв} = M_c + J \cdot \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$, Нм
1	50	1,4	1055
2	0	3	165
3	-50	1,5	-845
4	0	3,2	0
5	50	1,7	1056
6	0	5,5	640
7	-50	1,6	-307
8	-50	1,4	-1212
9	0	7	-640

10	50	1,8	202
11	50	1,6	1077
12	0	9	640
13	-50	1,6	-307
14	-50	1,4	-1247
15	0	11,1	-640
16	0	2,3	-165
17	50	1,5	845



1 - Момент навантаження двигуна
 2 - Швидкість обертання

Рис. 2.1 Навантажувальна діаграма електродвигуна

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.3 Перевірка двигуна за нагрівом

Розрахунок еквівалентного моменту двигуна здійснюється за формулою:

$$M_e = \sqrt{\frac{M_{\Pi}^2 \cdot \Sigma t_{\Pi} + M_{\Gamma}^2 \cdot \Sigma t_{\Gamma} + M_c^2 \cdot t_c}{\frac{1 + \beta}{2} \cdot (\Sigma t_{\Pi} + \Sigma t_{\Gamma}) + \Sigma t_y}},$$

де M_{Π} - пусковий момент;

t_{Π} - час пуску;

M_{Γ} - гальмівний момент;

t_{Γ} - 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).

$$M_e = \sqrt{\frac{(16900 \cdot 7,5) + (27225 \cdot 8,3) + (409600 \cdot 37,6)}{\frac{1 + 0,5}{2} \cdot 53,4}} = 906 \text{ (Нм)}$$

Розрахунок номінального моменту двигуна:

$$M_H = 9550 \cdot \frac{P_H}{n},$$

де P_H - номінальна потужність двигуна;

n - номінальна частота обертання ротора.

$$M_H = 9550 \cdot \frac{60}{491} = 1110 \text{ (Нм)}$$

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$M_n \geq M_e$$

$$1110 \text{ Нм} > 906 \text{ Нм}$$

Умова по нагріву виконується.

Виходячи з цього можна зробити висновок, що даний електродвигун типу AP 355SMC12 обраний правильно і його можна використовувати для приводу робочого рольгангу.

2.4 Вибір перетворювача частоти

Вибір перетворювача частоти робимо виходячи з номінальних даних двигуна, а саме за номінальною потужністю двигуна. Номінальна потужність двигуна 57 кВт. Найбільш підходящим являється перетворювач частоти компанії Schneider Electric, перетворювач частоти для асинхронних двигунів Altivar 71 UL типа 1/IP 20 (данні перетворювача наведені в таблиці 2).

Серія перетворювачів частоти Altivar 71 відповідає найсуворішим вимогам застосування. Завдяки використанню різноманітних законів управління двигуном і численним функціональними можливостями.

Вона адаптована для вирішення найбільш складних завдань електроприводу:

- момент і підвищена точність при роботі на дуже низькій швидкості і поліпшені динамічні характеристики з алгоритмами векторного управління потоком в розімкнутій або замкнутій системі електроприводу;
- розширений діапазон вихідної частоти для високошвидкісних двигунів;
- паралельне включення двигунів і спеціальні приводи з використанням скалярного закону управління;
- точність підтримки швидкості і енергозбереження для розімкнутого приводу з синхронним двигуном;

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- плавне, безударное управління незбалансованими механізмами за допомогою системи адаптації потужності (Energy Adaptation System # ENA);

Багатофункціональність перетворювача Altivar 71 збільшує продуктивність і гнучкість використання машин для багато чисельних застосувань. А саме для:

- Підйомно-транспортне обладнання.
- Вантажно-розвантажувальні операції.
- Фасувально-пакувальне обладнання.
- Текстильні машини.
- Деревообробні машини.
- Технологічне обладнання.
- Ліфти.

Серія перетворювачів частоти Altivar 71 призначена для двигунів потужністю від 0,37 до 500 кВт з трьома типами мережевого живлення:

- однофазне, 200 - 240 В, від 0,37 до 5,5 кВт, UL типу 1 / IP 20, (ATV 71HrppM3);
- трифазне, 200 - 240 В, від 0,37 до 75 кВт, UL типу 1 / IP 20, (ATV 71HrppM3 і ATV 71HrppM3X);
- трифазне, 380 - 480 В, від 0,75 до 500 кВт, UL типу 1 / IP 20, (ATV 71HrppN4).

Перетворювач частоти Altivar 71 має вбудовані протоколи Modbus і CANopen, а також значні функціональні можливості.

Також перетворювач цієї серії включаються в ланцюг безпеки виробничих установок. Він володіє захисною функцією блокування ПЧ, яка виключає несанкціонований пуск двигуна. Ця функція відповідає стандартам по машинам EN 954-1 категорії 3, електричних установок МЕК / EN 61508 SIL2 і силовим електроприводів МЕК / EN 61800-5-2.

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діалогові засоби

Перетворювач частоти Altivar 71 поставляється з виносним графічним терміналом який оснащений:

- навігаційної ручкою, що забезпечує простий і швидкий доступ до меню прокрутки;
- графічним екраном з текстовим відображенням на 8 рядках по 24 символу;
- розвиненими функціями відображення, що забезпечують легкий доступ до найскладніших функцій;
- екранами індикації, меню і параметрами, які можуть бути індивідуалізовані для користувача або механізму;
- довідковою системою;
- функцією збереження і пересилки конфігурацій (можуть бути збережені 4 конфігурації);
- роз'ємами для багатоточкової зв'язку з декількома ПЧ по мережі;
- комплектом для установки на дверцятах шафи зі ступенем захисту IP 54 або IP 65;
- інтерфейсом на 6 мовах (англійською, іспанською, італійською, китайською, німецькою, французькому). Є можливість перезапису інших мов.

Програмне забезпечення PowerSuite 3 дозволяє конфігурувати, налаштовувати і налагоджувати Altivar 71, як і всі інші пристрої приводної техніки Telemecanique. Воно може використовуватися при прямому підключенні, через Ethernet, за допомогою модему або за бездротовою технологією Bluetooth®.

Швидке програмування

- Макроконфігурація:

Перетворювач частоти Altivar 71 забезпечує просте і швидке програмування з використанням макроконфігурацій, що відповідаються різним видам застосування: пуск-зупинка, підйомно-транспортне обладнання, механізми загального призначення, підключення до

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

комунікаційних мереж, ПД-регулятор, режим "ведучий-ведений". При цьому будь-яка з конфігурацій залишається повністю модифікуємою.

- Меню спрощеного запуску:

Меню спрощеного запуску дозволяє в кілька етапів забезпечити функціонування установки, отримати найкращі характеристики приводу і його захист.

Структура, ієрархія параметрів і функції прямого доступу пропонують просте і швидке програмування навіть для дуже складних функцій.

Таблиця 2.3

Технічні дані перетворювача частоти UL типа 1/IP 20

Двигун		Мережа				Altivar 71					
Номинальна потужність двигуна		Лінійний струм		Повна потужність	Максимальний лінійний струм к.з.	Максимальний струм в сталом режимі		Максимальний перехідний струм на протязі		№ по каталогу	Маса
кВ Т	к.с.	380 В	480 В	380 В		380 В	460 В	60 с	2 с		кг
		А	А	кВА	кА	А	А	А	А		
75	100	167	137	109,9	22	160	124	240	264	ATV 71HD75 N4 (3)	44,000

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							23

Схема підключення відповідно до категорії 1 стандарту EN 954-1 і характеристикою SIL1 по МЭК / EN 61508, категорією зупинки 0 по МЭК/ EN 60204 1

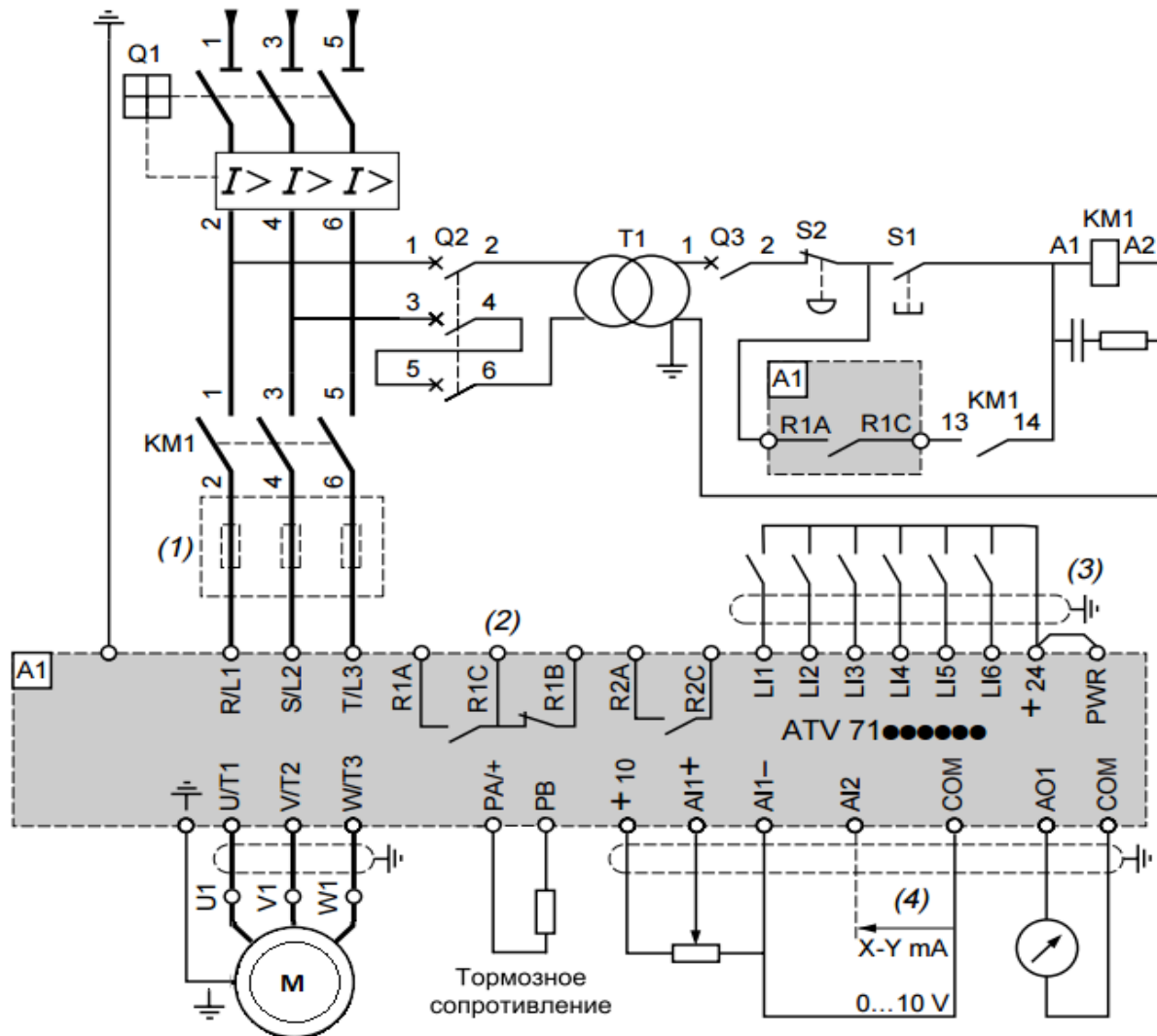


Рисунок 2.2 Схема підключення частотного перетворювача

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

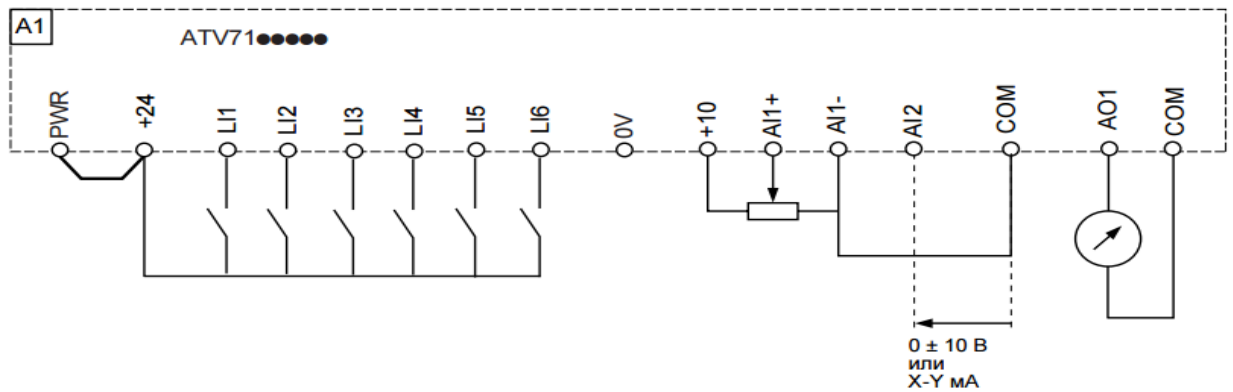


Рисунок 2.3 Схема підключення ланцюгів карти управління

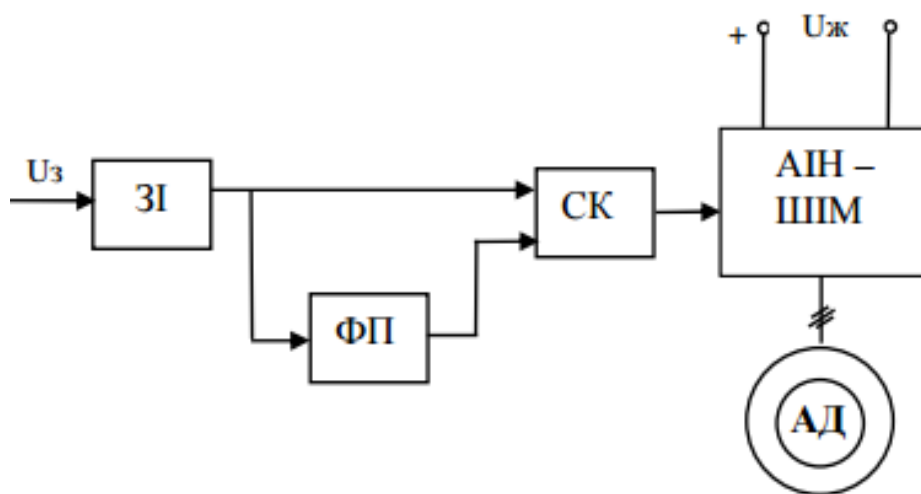


Рисунок 3.1 Функціональна схема частотного керування електроприводом.

ЗІ - задавач інтенсивності, ФП - функціональний перетворювач,

СК - система керування, АІН - автономний інвертор.

Таблиця 2.4

Характеристики та призначення клем управління

Клема	Призначення	Електричні характеристики
R1A R1B R1C	Релейний вихід з перемикаючим контактом (R1C) програмованого реле R1	Мін. перемикаюча здатність: 3 мА для 24 В пост. напруги Макс. перемикаюча здатність при активному навантаженні: 5 А для 250 В змінної або 30 В пост. напруги
R2A	Програмоване реле R2 з НВ	

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

LI6	Залежить від стану перемикача SW2: LI або PTC	SW2 = LI: характеристики аналогічні входам LI1 - LI5 SW2 = PTC: поріг спрацьовування 3 кОм, поріг повернення в вихідний стан 1,8 кОм; поріг контролю к.з. <50 Ом
+24	Джерело живлення	Перемикач SW1 в положенні Source або Sink Int: внутрішнє джерело +24 В пост. напруги; ≤ 200 мА Переключатель SW1 в положенні Sink Ext: вхід для зовнішнього джерела +24 В с для живлення дискретних входів
PWR	Вхід захисної функції Power Removal	24 В пост. напруги (максимальне допустиме напруження 30 В) Повний опір 1,5 кОм

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА

3.1 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

$U_{\text{фн}}$, В	f , Гц	$P_{\text{н}}$, кВт	$n_{\text{н}}$, об/хв	$J_{\text{дв}}$, кг·м ²	η , %	$\cos \varphi$	r_1^*	x_1^*	$r_2'^*$	$x_2'^*$	x_{μ}^*
380	50	57	491	12,4	94,1	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:

Розрахунок індуктивностей:

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

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

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

Для виконання умови $\frac{U}{f} = const$ розраховуємо коефіцієнти передачі каналів напруги та частоти обертання поля статора наступним чином:

$$K_U = \frac{U_{\text{фнmax}}}{U_{\text{Кmax}}},$$

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

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

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

$$K_U = \frac{\omega_{\text{оелmax}}}{U_{\text{Кmax}}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot f_{\text{н}}}{U_{\text{Кmax}}},$$

де $\omega_{\text{оелmax}}$ - максимальне значення частоти обертання поля статора, рад/с;

f - номінальне значення частоти напруги мережі живлення, Гц.

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

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 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 рисунку 3.4.

Діаграма циклу роботи електропривода робочого рольгангу представлена на рисунку 3.5.

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

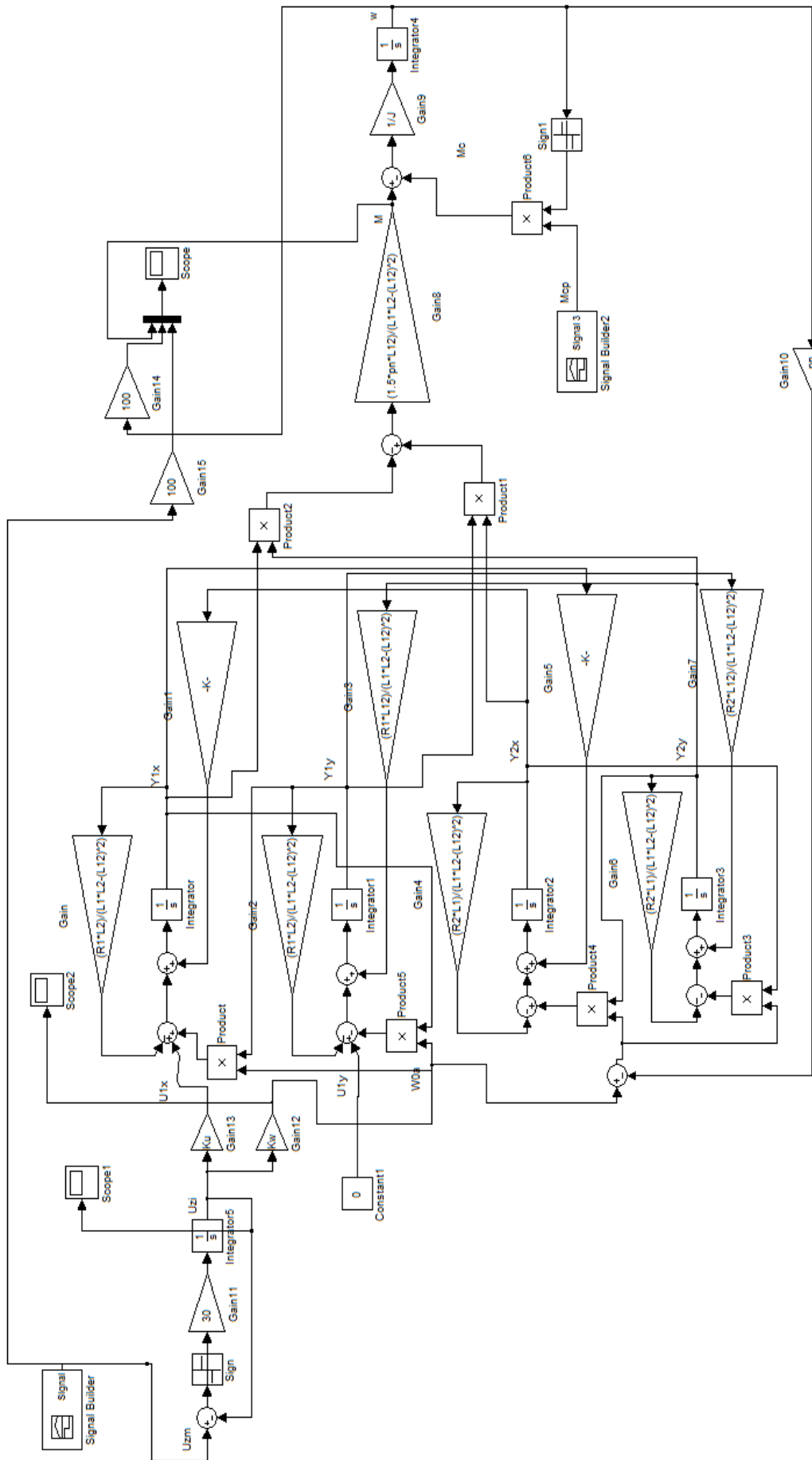


Рисунок 3.4 Схема набору в програмному середовищі Matlab

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ

Арк.

34

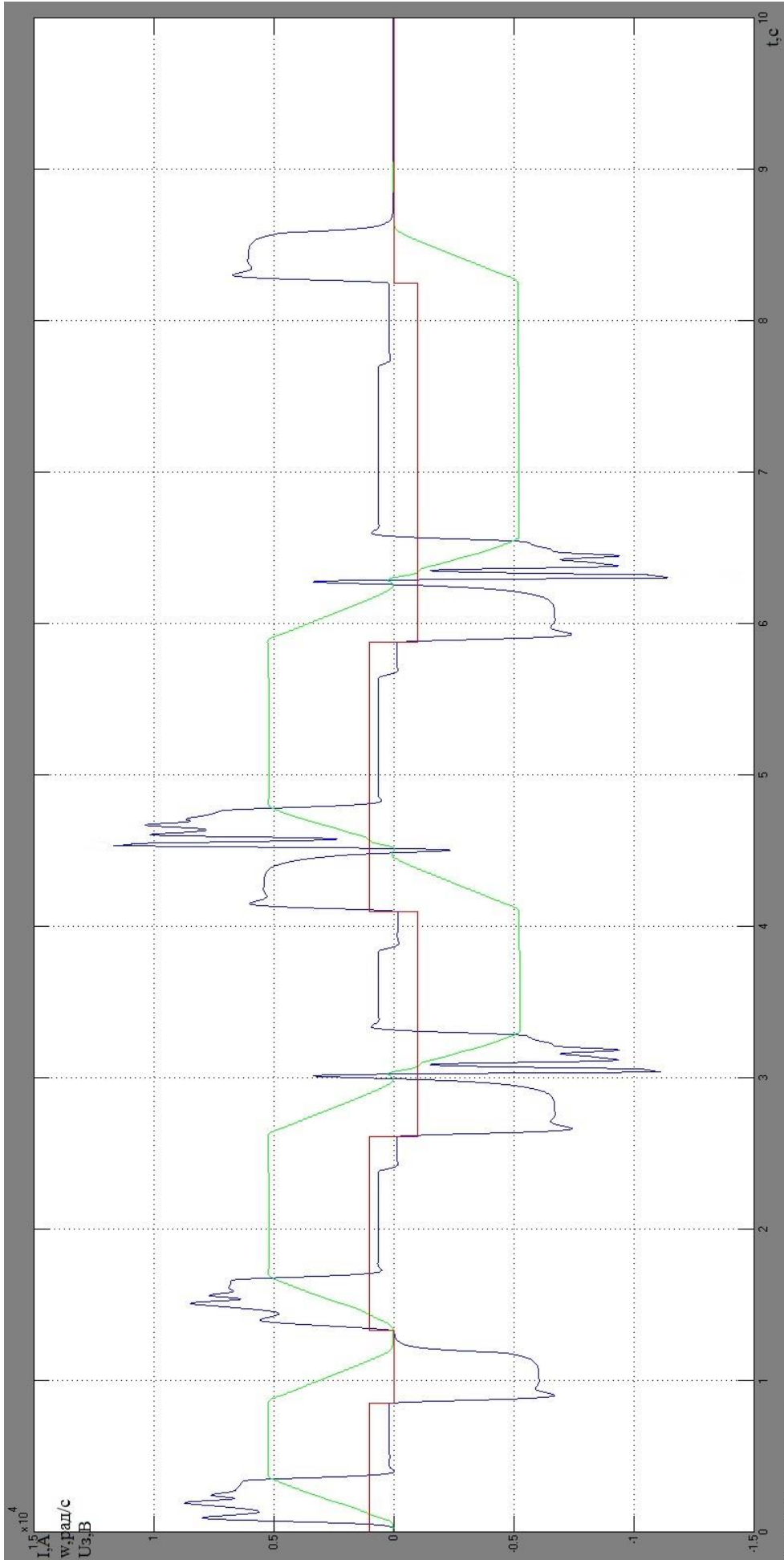


Рисунок 3.5 Діаграма циклу роботи електропривода робочого ролъгангу

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

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.14.04.1.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників проектованого технологічного процесу, об'єкту, системи або пристрою

При роботі рольгангу можливо виникнення шкідливих і небезпечних факторів. Це пов'язано з обробкою металу та роботою електроустаткування.

Основні шкідливі фактори[6]:

- Рухомі частини виробничого обладнання, переміщення заготовок.
- Шум і вібрація.
- Відхилення показників мікроклімату.
- Недостатня освітленість робочої зони.

Шум и вібрація

Шум надає багатоаспектний вплив на організм людини. Джерела механічних шумів в прокатних цехах це зубчасті передачі, підшипники, кривошипні механізми, ланцюгові передачі, процеси транспортування металу по рольгангу, його деформації, різання, вібрації поверхонь машин і устаткування. Термічний шум виникає при роботі газових пальників та нагрівальних пристроїв. Електромагнітний шум виникає при роботі 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 по СН № 3044-84[7].

Відхилення показників мікроклімату

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

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

холодильниках. В прокатних цехах повинні бути створені умови по СанПіН 2.2.4.548-96[8]. 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

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 в декілька разів. Тому природне освітлення приміщень не можна характеризувати, а отже, і нормувати абсолютною величиною освітленості. правила і норми штучного освітлення ґрунтуються на закономірності, що визначають працездатність зору.

Основні небезпечні фактори[6]:

- 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, тягнучі, подаючі і напрямні ролики, кантувателі, штовхачі, зіштовхувачі, маніпулятори, рольганги, транспортери. Частини та вузли прокатних машин (валки, маховики, з'єднувальні шпинделі, зубчасті колеса, барабани летючих ножиць, різні муфти, втулки, кулачки) здійснюють обертальні рухи. інші частини та вузли (важелі, елементи транспортерів, штовхачів маніпуляторів і кантователів) виконують зворотно - поступальний рух. Небезпека впливу визначається перш за все конструктивними проблемами. Так, небезпека зростає, якщо обертаючі частини обладнання містять виступаючі деталі кріплення (болти, шпильки, гвинти, гайки), а на їх поверхні є сліди нерівномірного зносу або дефекти (тріщини, задирки та ін.).

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При обертанні назустріч один одному прокатних та інших валків виникають умови для захоплення кінцівок людини, його одягу. Рухомі злитки, блюми, 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, направляючих лінійок, апаратів і т.д.

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 можливо 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 пробок і скрапу, проведенні операцій з установки, прибирання та кантуванні коробок для скрапу.

Наявність високої напруги

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

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Електромагнітне поле створюється при роботі високочастотних і надвисокочастотних установок. Норми по електромагнітного випромінювання по СанПіН № 5802-91[9].

4.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці

При експлуатації рольгангів виникає високий рівень шуму, обумовлений ударним впливом. Зниження шуму досягається зміною конструкції рольганга, а також застосуванням металевих матеріалів з високими демпфірувальними властивостями, виготовлення роликів рольганга зі сталі, що містить від 0,7 до 3,5% Марганцю, що знижує рівень звукового випромінювання на 12-15 дБ. Пости управління обтискними станами розташовують поблизу кліті. Отже, вони систематично знаходяться над гарячими злитками і прокатами, а також має місце шум високих рівнів. Тому пости керування повинні бути обладнані захисною теплоізоляцією і мають бути захищені від проникнення шуму в приміщенні поста. Рівні шуму повинні відповідати ДСТУ 2867-94.

Для боротьби з вібраціями в цеху застосовуються вібро-гасячі фундаменти. А використання дистанційного керування дозволяє вирішити проблему захисту людей від цього шкідливого фактора.

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 обертові частини механізмів прокатних станів, агрегатів, розташованих в важкодоступних місцях, допускається захищати загальним огородженням із замикаючим пристроєм[5]. Маховики повинні мати бокове огородження у вигляді суцільного бар'єра чи поручнів з обшивкою по низу. Огороження маховиків по ободу має виконуватися в вигляді суцільного щита не менше 2м[5].

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для безпечного переходу людей через рольганги, конвеєри, повинні бути побудовані перехідні містки, огорожені перилами. Містки для переходу через гарячий метал повинні мати теплоізолюючий настил, а з боків екрановані щитами з листового заліза висотою не менше 1,8 м. Для забезпечення безпеки робочих при ремонтах осередків нагрівальних колодязів по краю майданчика повинні встановлюватися знімані огорожі.

Рольганги, що подають метал до ножиць, повинні мати борти що виключають можливість вильоту подаваного металу. У випадках, якщо виконавчі органи машин представляють небезпеку для людей і не можуть бути огорожені, повинні бути передбачені сигналізація, що попереджає про пуск машини в роботу, і засоби для зупинки і відключення її від джерел енергії.

Якщо 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 розподільних шафах повинні бути 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[1]. Захисне заземлення застосовують як при ізольованою так і при заземленої нейтралі.

Для захисту від електричних і електромагнітних полів встановлюють екрануючі пристрої, що працівників забезпечують спеціальними екрануючими костюмами[4]. 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

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

випромінювання і робочим місцем, зменшувати потужність випромінювання генератора[4]. Методи контролю і способи засобів захисту повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.006-84 та відповідати вимогам ПУЕ.

4.3 Розрахунок освітлення

У майстерня електриків стану має довжину 14м, ширину 8м і висоту 3,8 м на висоті 3,5 м від підлоги підвішують світильники з люмінесцентними лампами; їх намічено встановити в два ряди. Норма освітленості 200лк при коефіцієнті запасу $K_3 = 1,5$.

Визначасмо коефіцієнт використання світлового потоку світильників по формулі:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{14 \cdot 8}{3,5 \cdot (14 + 8)} = 1,45$$

За таблицею знаходимо коефіцієнт використання, тобто відносну частку потоку лампи, що падає на поверхню S; $\eta = 0,4$.

Необхідний світловий потік лампи визначаємо за формулою:

$$F * N = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{\eta} = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 112 \cdot 1,1}{0,4} = 92400 \text{ (лм)}$$

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

Необхідна кількість ламп:

$$40\text{Вт} = \frac{92400}{2480} = 38 \text{ (шт)}$$

$$80\text{Вт} = \frac{92400}{4320} = 20 \text{ (шт)}$$

Так як світильники дволампові і число рядів два, то в кожному ряду необхідно:

$$\text{при } 40\text{Вт} = \frac{38}{4} \approx 10 \quad \text{при } 80\text{Вт} = \frac{20}{4} = 5$$

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

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 0,75м не доходити до торцевих стін.

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4 Пожежна профілактика

Цех відноситься до категорії "Г"(згідно НПБ 105-03) і для нього передбачені наступні протипожежні заходи: до будівель і до споруд цеху забезпечений під'їзд пожежних автомобілів з усіх боків; становлено обладнання автоматичного пожежогасіння, пожежна сигналізація в особливо пожежонебезпечних приміщеннях[1]. Для тушення пожаров применяются несколько типов стационарных систем пожаротушения.

Система пожежного захисту передбачає наступні заходи[2]:

1. Максимально можливе застосування негорючих і важкогорючих речовин і матеріалів у виробничих процесах.
2. Обмеження кількості горючих речовин і їх належне розміщення;
3. Ізоляцію займистою середовища;
4. Застосування засобів пожежогасіння;
5. Застосування конструкцій виробничих об'єктів з регламентованою межею їх вогнестійкості і горючості;
6. Наявність плану евакуації людей на випадок пожежі;
- 7.Обов'язковий інструктаж по техніці пожежної безпеки та не допуск робітників до роботи в цеху у випадку відсутності інструктажу[3].
8. Застосування засобів пожежної сигналізації та засобів сповіщення про пожежі;
9. Організацію пожежної охорони об'єкта;
10. Застосування засобів колективного та індивідуального захисту від вогню

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

5.1 Вступ

У металургійній промисловості прокатне виробництво, що є одним з основних технологічних процесів обробки металу тиском, найбільш широко використовується система автоматизованого електропривода. Сучасний прокатний стан характеризується високим рівнем продуктивності, механізацією трудомістких робіт і автоматизацією основних технологічних процесів. Для теперішніх механізованих прокатних станів 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.

Для економного використання енергії та плавного регулювання швидкості обґрунтовано використання асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором та частотного перетворювача із скалярним управлінням. В розділі "Техніко-економічне обґрунтування" необхідно визначити загальну вартість капітальних та річних експлуатаційних витрат.

5.2 Розрахунок капітальних витрат

Капітальні вкладення - це кошти, призначені для створення і придбання основних фондів та нематеріальних активів, що підлягають амортизації.

Для визначення проектних капіталовкладень застосовується формула:

$$K_{\text{пр}} = K_{\text{об}} \left(\sum_{i=1}^k C_i \right) + Z_{\text{тзс}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{пр}}$$

де $K_{\text{об}} \left(\sum_{i=1}^k C_i \right)$ – вартість придбання електрообладнання (засобів автоматизації, програмного забезпечення і т.д.) за проектом або сумарна вартість комплектуючих елементів і - го виду, необхідних для реалізації прийнятого технічного рішення;

к - кількість необхідних комплектуючих;

$Z_{\text{тзс}}$ - транспортно-заготівельні і складські витрати;

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З_м - витрати на монтажні роботи;

З_н - витрати на налаштувальні роботи;

З_{пр} - інші одноразові вкладення грошових коштів.

Таблиця 5.1

Зведення капітальних витрат

№	Найменування технічних засобів (комплектуючих виробів)	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн.	Поставщик
1	Асинхронний двигун с короткозамкнутим ротором AP 355SMC12	1	30349	30349	ТОВ Торгівельний дім Могилевський завод "Електродвигун"
2	Перетворювач частоти ATV 71HD75N4	1	180096	180096	Офіційний представник компанії "Schneider Electric" в Україні[11]

Продовження таблиці 7

3	Автоматичний вимикач NS250	1	6793	6793	Інтернет магазин "Аніта"[12]
4	Мережевий контактор LC1D150M7	1	8174	8174	ТПК "Промислові технології"[13]
Всього					225413 грн.

Витрати на монтаж обладнання:

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість робітників V розряду (Ч) - 2;

Годинна тарифна ставка монтажника 5 розряду (а) – 42,1 грн./год;

Час виконання робіт (t) - 8 годин;

Коефіцієнт що враховує розмір доплат (K_d) - 1,69;

Коефіцієнт що враховує відрахування на соціальні заходи ($K_{сз}$) - 1,22;

Коефіцієнт що враховує інші витрати ($K_{інш}$) - 1,1;

Витрати на монтажні і налагоджувальні роботи розраховуються за формулою:

$$V_M = \sum (Ч \cdot a \cdot t) \cdot K_d \cdot K_{сз} \cdot K_{інш}$$

$$V_M = (2 \cdot 42,1 \cdot 8) \cdot 1,69 \cdot 1,22 \cdot 1,1 = 1527 \text{ (грн.)}$$

Витрати на налаштування обладнання:

Кількість працівників (Ч) - 1

Годинна тарифна ставка наладчика 6 розряду (а) – 44,9 грн./год;

Час виконання робіт (t) - 5 годин;

Коефіцієнт що враховує розмір доплат - 1,69;

Коефіцієнт що враховує відрахування на соціальні заходи ($K_{сз}$) - 1,22;

Коефіцієнт що враховує інші витрати ($K_{інш}$)- 1,1;

$$V_H = (1 \cdot 44,9 \cdot 5) \cdot 1,69 \cdot 1,22 \cdot 1,1 = 509 \text{ (грн.)}$$

Витрати на демонтаж обладнання:

Кількість працівників - 2

Годинна тарифна ставка монтажника 4 розряду (а) – 39,3 грн./год;

Час виконання робіт - 3 годин;

Коефіцієнт що враховує розмір доплат - 1,69;

Коефіцієнт що враховує відрахування на соціальні заходи - 1,22;

Коефіцієнт що враховує інші витрати - 1,1;

$$V_d = (2 \cdot 39,3 \cdot 3) \cdot 1,69 \cdot 1,22 \cdot 1,1 = 802 \text{ (грн.)}$$

Транспортно-заготівельні і складські витрати розраховуємо згідно згідно цін кур'єрської фірми Ін Тайм[14]:

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Доставка зі складу в Києві до Дніпра складає:

Частотного перетворювача, автомата и контактора - 1035 грн.

Асинхронного двигуна - 1157 грн.

Демонтоване обладнання було частково реалізовано за ціною:

$$Ц_d = 50000 \text{ грн.}$$

Капіталовкладення проекту складають :

$$K_{пр} = 225413 + 1527 + 509 + 802 + 2192 - 50000 = 180443 \text{ (грн.)}$$

5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати - це поточні витрати на експлуатацію та обслуговування об'єкта проектування за певний період, виражений у грошовій формі.

До основних статей експлуатаційних витрат електротехнічного обладнання відносяться:

- Амортизаційні відрахування (C_a);
- Заробітна плата обслуговуючого персоналу ($C_з$);
- Відрахування на соціальні заходи від заробітної плати (C_c);
- Витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання (C_T);
- Вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування Вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування (C_e);
- Інші експлуатаційні витрати ($C_{інш}$).

Річні експлуатаційні виплати визначаються за формулою:

$$C = C_a + C_з + C_c + C_T + C_e + C_{інш}$$
$$C = 35774 + 7710 + 187897 = 231381 \text{ грн.}$$

Амортизаційна вартість основних фондів:

$$\Phi_a = \Phi_{п} - Л$$
$$\Phi_a = 180443 - 0 = 180443 \text{ (грн.)}$$

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

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Л - розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів. Якщо визначити очікувану ліквідаційну вартість об'єкта основних засобів складно, то при прямолінійному методі амортизації дозволяється вважати її рівною нулю.

Норма амортизації H_a при прямолінійному методі постійна протягом всього амортизаційного періоду і визначається за формулою:

$$H_a = \frac{\Phi_{\text{п}} - Л}{\Phi_{\text{п}} \cdot T_{\text{к}}} \cdot 100\%$$

де $T_{\text{к}}$ - строк корисного використання (амортизаційний період).

Електрообладнання відноситься до 4 групи основних засобів з мінімальним терміном корисного використання $T_{\text{к}} = 5$ років.

$$H_a = \frac{180443 - 0}{180443 \cdot 5} \cdot 100\% = 20\%$$

Таблиця 5.2

Найменування	Капітальні затрати, грн	Норма амортизації, %	Сума амортизації, грн.
Проектний варіант	180443	20	36088

Розрахунок річного фонду заробітної плати здійснюється за категоріями персоналу (робочі, РСС), який обслуговує об'єкт проектування, відповідно до їх чисельності, режиму роботи, вартівими тарифними ставками, посадовими окладами, що застосовуються на підприємстві формами і системами оплати праці та преміювання.

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

Додаткова заробітна плата - це винагорода за працю понад установлені норми, за особливі умови праці. До додаткової заробітної плати відносяться

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій, доплати і надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством.

Номінальний річний фонд робочого часу одного працівника визначається відповідно до режиму роботи (кількістю робочих днів, числом і тривалістю змін).

Розрахунок номінального річного фонду робочого часу одного працівника можна визначити за формулою:

$$T_{\text{НОМ}} = T_p \cdot t_{\text{ЗМ}}$$

де T_p - кількість робочих днів (у відповідності до режиму роботи підприємства на 2017 рік - 245 днів);

$t_{\text{ЗМ}}$ - час зміни;

$$T_{\text{НОМ}} = 245 \cdot 8 = 1960 \text{ год.}$$

$$B_{\text{т.р.}} = \sum_{i=1}^n (R \cdot t \cdot m \cdot R_{\Sigma} + \frac{S \cdot \Pi}{T} \cdot T_{\Phi}),$$

де R - годинна ставка робітників, що виконують ремонт, грн;

t - трудомісткість одного ремонту (для малого приймаємо 1,2 год / од.);

m - кількість ремонтів в рік;

R_{Σ} - сумарна категорія складності ремонту (приймаємо 10);

S - вартість однотипних замінних елементів, грн;

Π - кількість однотипних замінних елементів, грн;

T - середній термін служби деталей одного типу, ч;

T_{Φ} - число годин роботи обладнання в рік, годин.

Номінальний річний фонд робочого часу електрообладнання становить

$$T_{\text{Н}} = T_p \cdot K_{\text{ЗМ}} \cdot t_{\text{ЗМ}}$$

де $K_{\text{ЗМ}}$ - кількість робочих змін;

$$T_{\text{Н}} = 245 \cdot 1 \cdot 8 = 1960 \text{ год.}$$

(245 робочих днів, зміна 8 годин, робота в 1 зміну)

Час на проведення ремонтних попереджувальних робіт

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{п.рем.} = 6 \cdot 8 = 48 \text{ год.}$$

Технічна зупинка на обслуговування становить приблизно 1 год. в зміну тобто 245 годин.

$$\text{Загальний час обслуговування } T_{обсл} = 48 + 245 = 293 \text{ год.}$$

Загальний час роботи обладнання становить:

$$T_p = 1960 - 293 = 1667 \text{ год.}$$

Загальні витрати на експлуатацію і ремонт складають:

$$B_{т.р.} = 28,95 \cdot 1,2 \cdot 3 \cdot 10 + \frac{200 \cdot 6}{300} \cdot 1667 = 7710 \text{ грн}$$

Розрахунок вартості спожитої електроенергії

Вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування протягом року, визначається виходячи з його встановленої потужності і річного фонду робочого часу об'єкта проектування по формулі:

$$C_e = W_p \cdot C_e, \text{ грн}$$

де W_p - кількість спожитої за рік електроенергії, кВт год;

C_e - тариф на електроенергію станом на конкретну дату, грн / кВт год.

Ціна електроенергії для I класу споживачів станом на 1.05.2018 складає 1,86 грн/кВт·год.

Річний фонд робочого часу об'єкта проектування 1667 год.

Кількість спожитої електроенергії за рік об'єкта проектування:

$$W_p = P_{сп} \cdot T_p = 60,6 \cdot 1667 = 101020 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування протягом року складає:

$$C_e = 101020 \cdot 1,86 = 187897 \text{ грн.}$$

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У даному розділі була визначена загальна вартість капітальних витрат на впровадження розробленого технологічного рішення яка складає 180443грн. Річні експлуатаційні витрати складаюь 231381 грн.

Встановлення нового обладнання дозволило споживати електроенергію більш раціонально. Досягнуто це за рахунок сучасних технологій управління електродвигуном за допомогою перетворювача частоти.

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Завданням даного дипломного проекту являється розробка і модернізація електроприводу робочого рольгангу.

В систему автоматичного керування електропривода робочого рольгангу входять: електродвигун та частотний перетворювач, що разом представляють складку електромеханічну структуру. Крім того на характер роботи цієї структури суттєвий вплив має специфіка прокатного виробництва, що додатково пред'являє цілий ряд вимог до електроприводу робочого рольгангу. Електромеханічні характеристики системи повністю відповідають встановленим вимогам та енергетичним показникам.

Динамічні показники якості роботи системи у всьому діапазоні регулювання швидкості повністю задовольняють вимогам технічного завдання.

Електропривод робочого рольганга забезпечений системою захистів і сигналізації, що забезпечують безаварійну і безпечну роботу.

					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Зеленов А.Б. Выбор мощности электропривода механизмов прокатных станов: Учебное пособие. – К.: – УМК ВО, - 1990. – 200 с.
2. Altivar 71. Преобразователи частоты: Каталог DIA2ED2050104UA. – К. Schneider Electric, 2009. – 334 с.
3. Бешта О.С., Балахонцев О.В., Бородай В.А. Автоматизований електропривод у прокатному виробництві: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2011. – 182 с.
4. Вешеневский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе. Изд. 6-е, исправленное. М., "Энергия", 1977. - 432 с.
5. Методичні вказівки до виконання розділу „Охорона праці“ в дипломних проектах (роботах) бакалаврів інституту електроенергетики / В.І. Голінько, В.Ю. Фрундін, Ю.І. Чеберячко, М.Ю. Іконніков. – Д.: Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», 2012. – 8 с.
6. Охорона праці в галузі електротехніки та електромеханіки: навч. посібник / В.І. Голінько, В.Ю. Фрундін; за ред. В.І. Голінька. Д.: Національний гірничий університет, 2011. - 235 с.
7. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з нормативної дисципліни «Теорія електропривода» для студентів напрямку 0922 “Електромеханіка” / Упорядник А. А. Колб - Днепропетровск: НГУ, 2010. – 35 с.
8. Методические указания к выполнению экономической части дипломной работы для студентов направления подготовки 6.050702 «Электромеханика» / Составители: Л.В. Тимошенко, И.В. Шереметьева – Днепропетровск: НГУ, 2015. – 15 с.

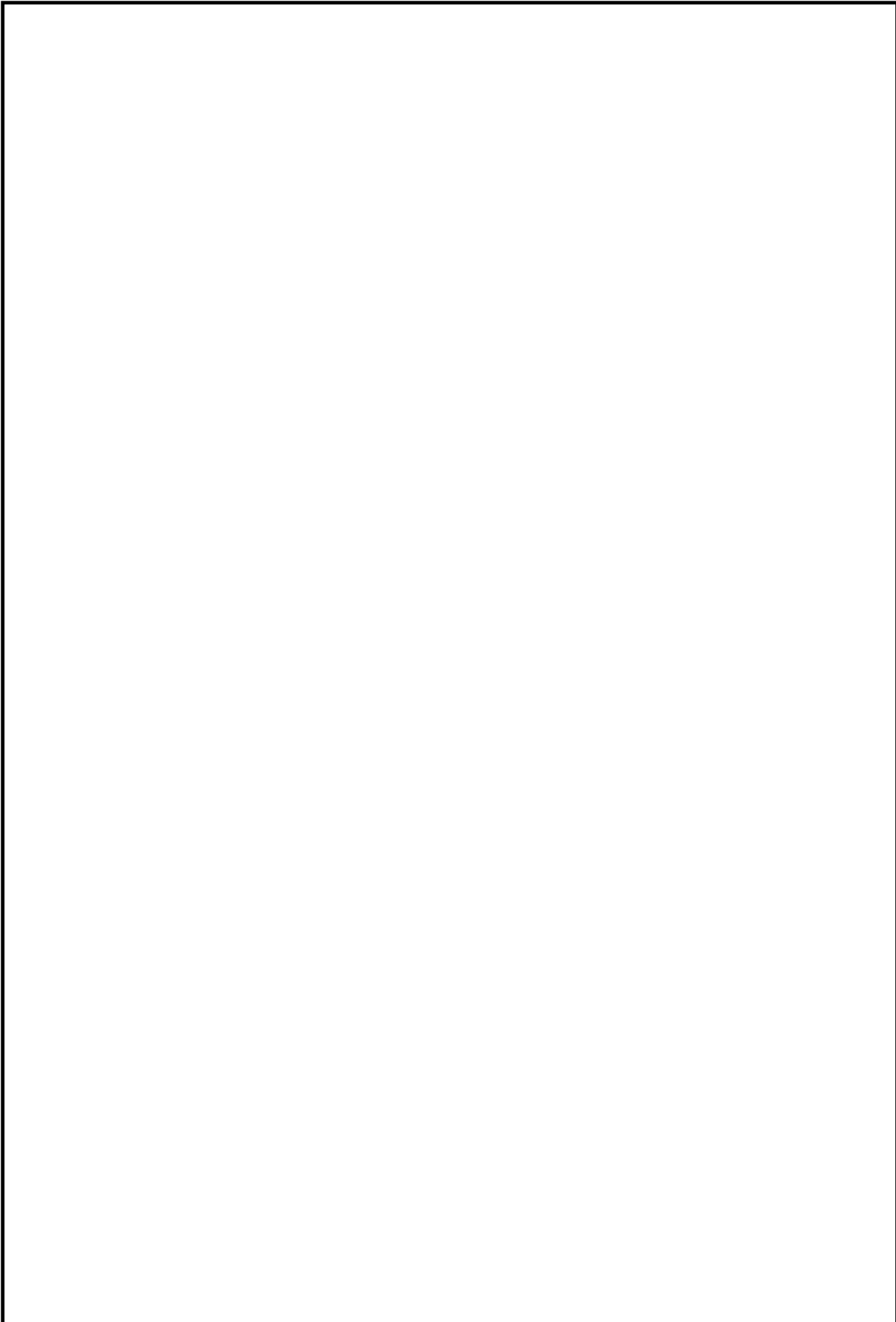
					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Стандарт вищого навчального закладу. Кваліфікаційні роботи випускників. Загальні вимоги до дипломних проектів і дипломних робіт/ Упорядн.: В.О.Салов, О.М.Кузьменко, В.І.Прокопенко. – Дніпропетровськ: НГА України, 2000. – 52 с.

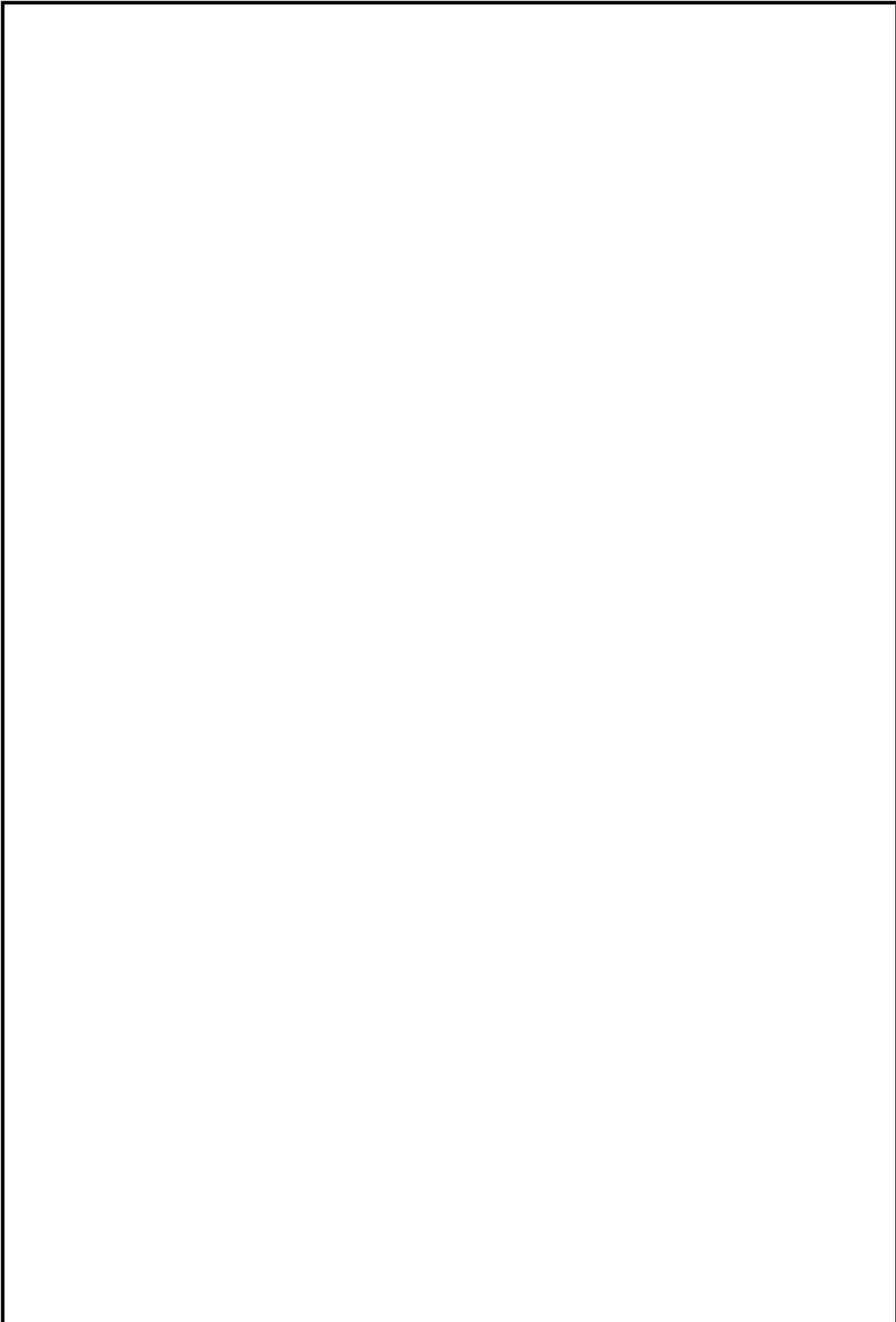
Інтернет посилання

1. https://znaytovar.ru/gost/2/RD_1533400330100_Pravila_pozha.html
2. http://studme.org/11390708/bzhd/sistema_obespecheniya_pozharnoy_bezopasnosti
3. http://www.pbint.narod.ru/6_1.htm
4. http://studme.org/15950210/bzhd/sposoby_zaschity_vrednogo_vozdeystviya_elektromagnitnyh_poley_izlucheniya_opticheskogo_diapazona_dlin_voln
5. http://ohrana-bgd.narod.ru/mashin/mashin_089.html
6. https://znaytovar.ru/gost/2/GOST_12000374_SSBT_Opasnye_i_v.html
7. <http://www.vashdom.ru/sanpin/224-218562-96/>
8. <http://www.vashdom.ru/sanpin/224548-96/>
9. https://znaytovar.ru/gost/2/SanPiN_224119103_Elektromagnit.html
10. <http://kleversvet.com/d/461854/d/sanpin-2.2.12.1.1.1278-03.pdf>
11. http://www.kuebler.com.ua/?inc=products/01_encoders/01_incremental
12. <http://www.schneider-electric.ua/ru/>
13. <http://cabel.com.ua>
14. <http://prom-t.kiev.ua>
15. http://www.kranros.ru/products/roller_motors_series_ap_k_f.php
16. <http://intime.ua>

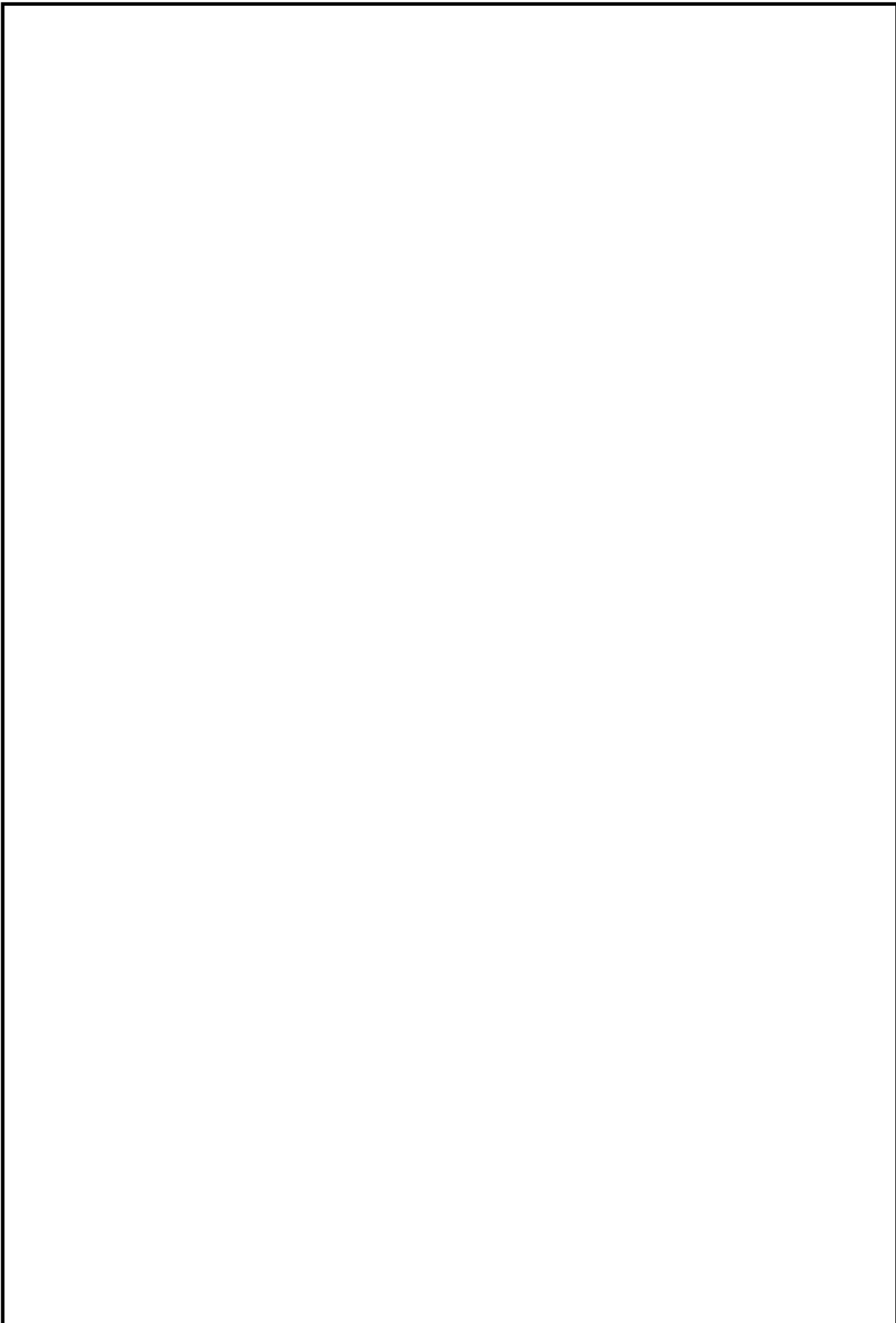
					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



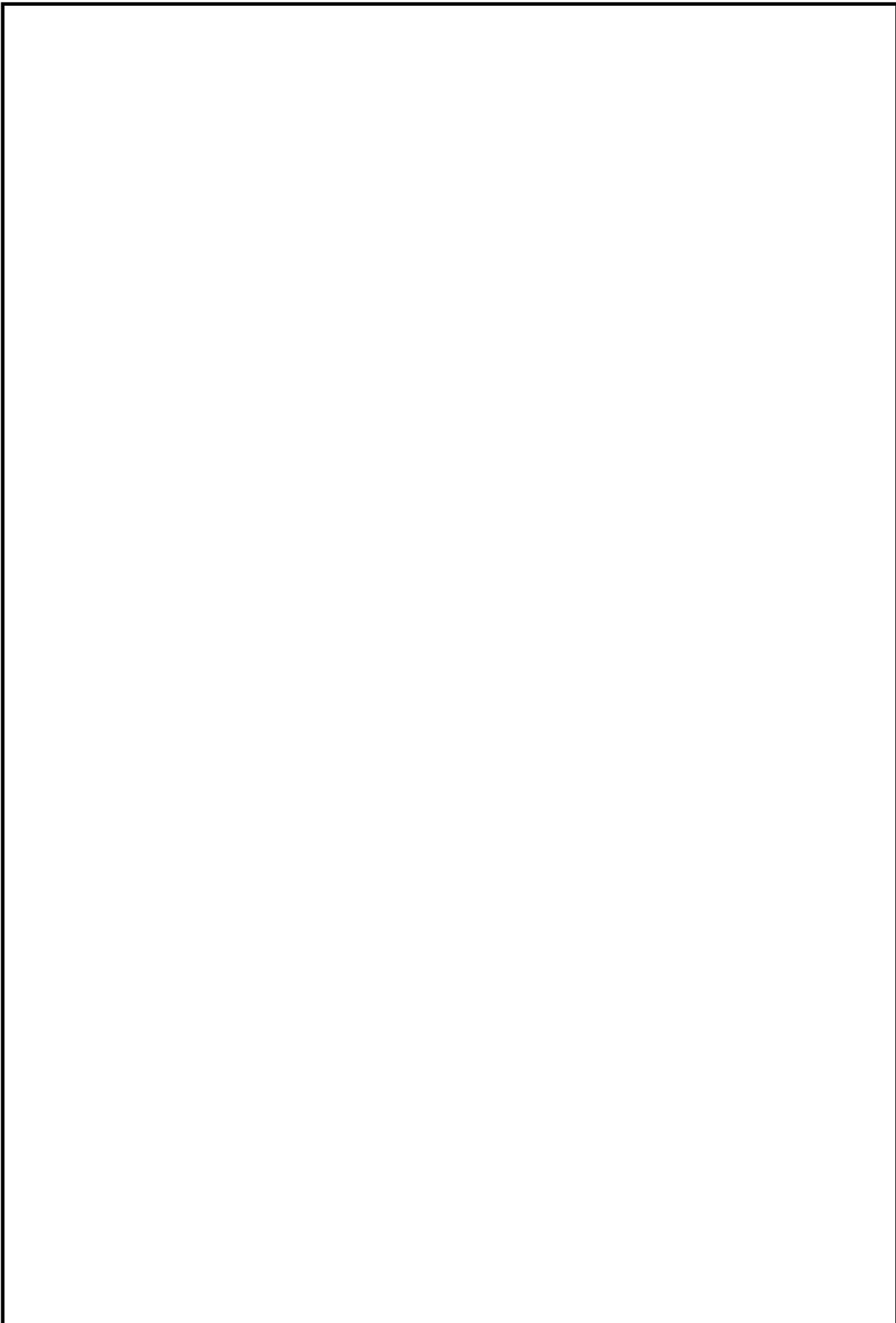
					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55



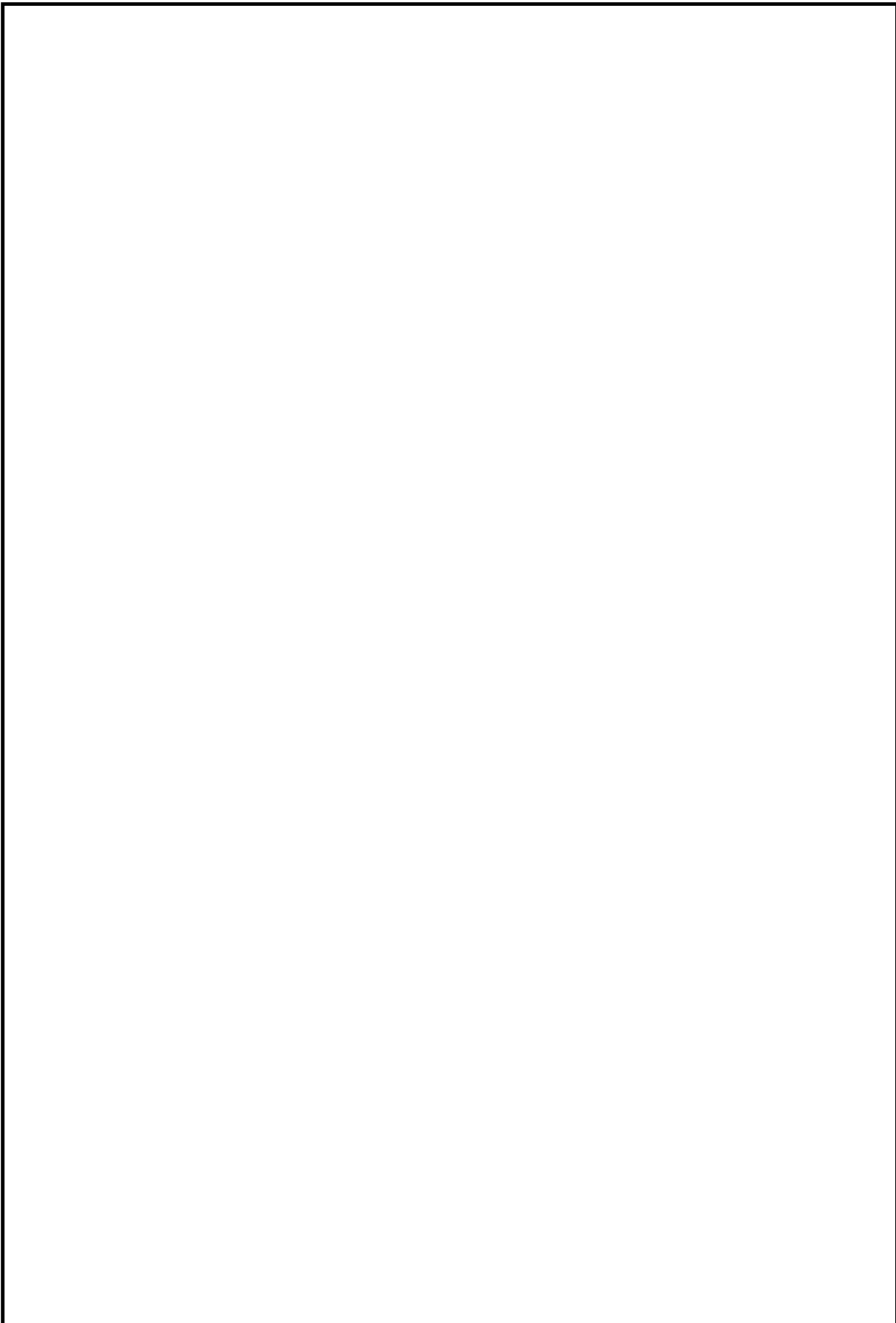
					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56



					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57



					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58



					ЕП.ПД.14.04.1.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59