

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

Електро-технічний 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: **Модернізація електропривода підйому мостового грейферного
двобалкового крану вантажністю 16т**

Виконавець:

студент 4 курсу, групи **ЕМ-14-2**

(підпис)

Михайленко Д.О.
(прізвище та ініціали)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
проекту	Балахонцев О.В.		
розділів:			
Технологічна частина	Балахонцев О.В.		
Автоматизований електропривод	Балахонцев О.В.		
Дослідження динаміки електропривода	Балахонцев О.В.		
Охорона праці	Столбченко О.В.		
Економічного	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)

Михайленко Д.О.
(прізвище та ініціали)

Тема дипломного проекту "Модернізація електропривода підйому
мостового грейферного двобалкового крану вантажністю 16т "

затверджена наказом ректора ДВНЗ НТУ «Дніпропетровська політехніка» від

№ _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічна частина	Вимоги до електроприводу.	20.01.18 – 28.01.18
Автоматизований електропривод	Аналіз технології роботи механізму та розрахунок потужності електроприводу.	29.01.18 – 12.02.18
Дослідження динаміки електропривода	Вибір комплектного електроприводу, синтез САУ і дослідження її роботи.	16.02.18 – 15.03.18
Охорона Праці	Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів.	17.03.18 – 26.04.18
Техніко-економічне обґрунтування	Встановлення економічної доцільності прийнятих технічних рішень. Розрахунок капітальних та експлуатаційних витрат.	29.04.18 – 30.05.18

Завдання видав _____

(підпис)

Балахонцев О.В.

(прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Михайленко Д.О.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі завдання: 20.01.2018

Термін подання дипломного проекту до ЕК 19.06.2018

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 48 стор., 13 рис., 7 табл., 7 джерел, 4 листа графічної частини.

Об'єкт детальної розробки.

Модернізація електропривода підйому мостового крану.

Мета роботи.

Надбання необхідних навичок по технічному рішенню завдань при проектуванні системи автоматизованого електроприводу підйому мостового рейферного крану, економічного обґрунтування при проектуванні електропривода крану та захід з питань охорони праці.

Загальні відомості щодо проекту.

В проекті зроблений аналіз заходів щодо об'єкту детальної розробки:

- Обґрунтована номінальна потужність двигуна.
- Обрано перетворювач частоти і компоненти силової частини електропривода.
- Виконаний розрахунок системи автоматичного регулювання і проведено дослідження динаміки електромеханічної системи
- Представлені рекомендації щодо програмного пакету для перетворювача частоти.
- Розроблені заходи щодо охорони праці на виробництві.
- Доведена економічна ефективність впровадження технічних рішень.

МОСТОВИЙ КРАН, РЕГУЛЬОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, АСИНХРОННИЙ ДВИГУН, ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЧАСТОТИ.

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
						1
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: 48 стр., 13 рис., 7 табл., 7 ист., 4 листа графической части.

Объект детальной разработки.

Модернизация электропривода подъема мостового крана.

Цель работы.

Приобретение необходимых умений по техническому решению заданий при проектировании системы автоматизированного электропривода подъема мостового грейферного крана, экономическое обоснование при проектировании электропривода крана и рассмотрение вопросов охраны труда

Общие сведения касательно проекта.

В проекте сделан анализ мероприятий касательно объекта детальной разработки:

- Обоснована номинальная мощность двигателя.
- Выбран преобразователь частоты и компоненты силовой части электропривода.
- Произведен расчет системы автоматического регулирования и проведено исследование динамики электромеханической системы.
- Представлены рекомендации касательно программного пакета для преобразователя частоты.
- Мероприятия касательно вопросов охраны труда.

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		1

- Доказана экономическая целесообразность внедрения технических решений.

МОСТОВОЙ КРАН, РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД, АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ.

ABSTRACT

The explanatory note: 48 pages., 13 figures., 7 tables., 7 references, 4 graphical sheets.

Detailed design of the object: the modernization of the main electric lifting crane.

Project goal: To acquire the necessary skills for solving technical problems in the design of automated electric overhead crane. The project analyzed the modernization of the electric lifting crane, grounded nominal motor power. Selected components of the frequency converter and the power of the drive. The project shows the calculation of the parameters of the electric switchgear. Actions on safety in the workplace. We prove the economic feasibility of the developed solutions.

BRIDGE CRANE, REGULATED ELECTRIC DRIVE,
ASYNCHRONOUS MOTOR, FRIQUENCY CONVERTER

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
						1
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

- 1.1 Вимоги до електроприводу кранових механізмів
- 1.2 Кінематична схема підйому мостового крана.
- 1.3 Особливості проєктованого електроприводу
- 1.4 Вихідні дані до проєктування

2 АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД

- 2.1 Вибір типу електроприводу
- 2.2. Вибір електродвигуна.
- 2.3 Вибір перетворювача
- 2.4 Рекомендації щодо вибору програмного забезпечення для ПЧ

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

- 4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих чинників
- 4.2 Інженерно-технічні заходи
- 4.3 Пожежна безпека
- 4.4 Заходи щодо надзвичайних ситуацій

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

- 5.1 Розрахунок капітальних витрат
- 5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

ВИСНОВКИ

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

ВСТУП

Метою дипломного проекту є надбання необхідних навичок по технічному рішенню завдань при проектуванні системи автоматизованого електроприводу. Об'єктом проектування в цій роботі є головний привод підйому мостового крану. Завданнями цього проекту є:

- Розрахунок по діаграмі навантаження необхідної потужності електродвигуна і вибір перетворювача частоти
- Розрахунок математичної моделі рівнянь руху механічної частини мостового крану і перетворювача енергії
- Синтез САК електроприводу
- Створення моделі електроприводу
- Розрахунок техніко-економічної ефективності від застосування розробленої системи

1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Вимоги до електроприводу кранових механізмів.

Мостові крани можуть поділятися на крани загального призначення та спеціального призначення. До кранів спеціального призначення можна віднести механізми, які призначені для певних видів промисловості, крани загального призначення об'єднують в собі задачу підйому і переміщення, незалежно від промисловості, в якій він використовується. Якщо ж розглянути відмінність у режимі роботи цих двох типів, можна виявити, що крани загального призначення не перевищують режим роботи в 5К, а крани спеціального призначення практично завжди понад 5К. Кран мостового типу з грейфером - це кран з вантажозахватним механізмом, підвішений до вантажної талі або візку, який переміщається по пересувний сталевій конструкції або мосту. В состав мостового крана входить механізм підйому, підйому для грейфера и пересування крана. Особливості, котрі необхідно врахувати при проектуванні електропривода мостового крана:

- Необхідність забезпечення можливості плавної зміни рухового режиму електродвигуна на генераторний під час спуску.
- Експлуатація характеризується невисоким діапазоном, в якому повинна регулюватися швидкість (часто не більше 10: 1 - для однозонного регулювання).
- Невисокі вимоги щодо швидкодії.

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

- Забезпечення необхідної жорсткості механічних характеристик приводу.

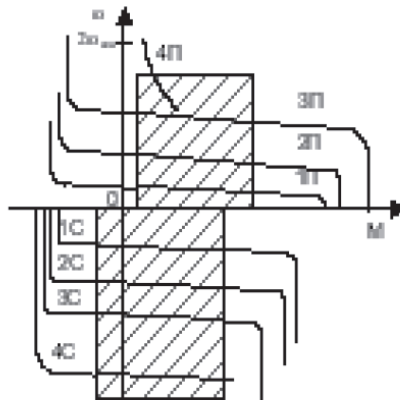


Рис.1.1. Бажані механічні характеристики електроприводу механізму електроприводу механізмів підйому

1.2. Кінематична схема підйому мостового крана.

Механізм складається з чотирьох основних модулів, пов'язаних між собою муфтами:

- Електричного двигуна.
- Тормоза.
- Редуктора.
- Барабана.

Муфти між модулями необхідні для компенсації недоліків під час виготовлення, а також деформації під час роботи крана. Кінематична схема механізму підйому мостового крана зображена на малюнку 1.2.

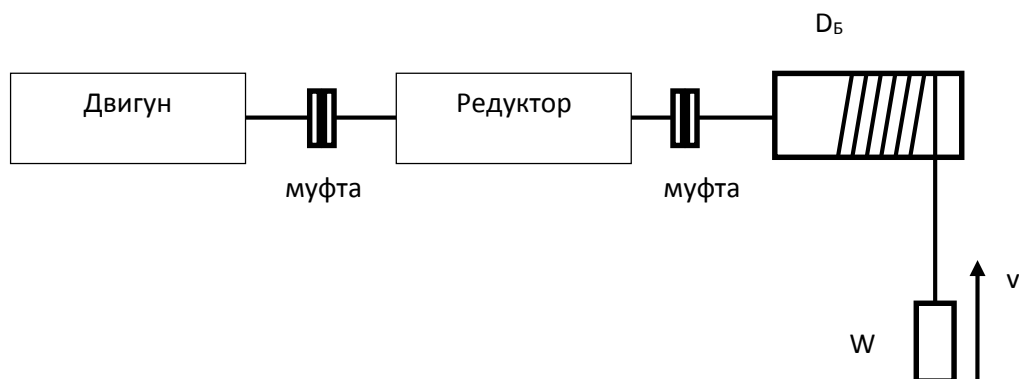


Рис. 1.2. Кінематична схема підйому мостового крана.

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1.3. Особливості проектного електроприводу.

Традиційно, основне використання в кранових електроприводах доводиться на асинхронний двигун з фазним ротором. Кранові двигуни розраховані для роботи в повторно-короткочасному режимі, який характерний довготою включення ПВ 15, 25, 40 і 60 при тривалості циклу не більше 10 хвилин. Через високі вимоги в перехідних процесах пусків і гальмування, зниження споживаної енергії, двигуни проектується таким чином, щоб момент інерції був ротора був, по можливості, мінімальним. Це досягається шляхом зменшення висоти осі обертання при заданій потужності двигуна. Регулювання швидкості і моменту в електроприводах з такими двигунами проводиться включенням в ланцюг ротора пускорегулювальних резисторів. Для отримання знижених (посадочних) швидкостей опускання вантажу застосовується режим противовмикання. Так само можлива робота асинхронних двигунів в системах частотного регулювання. При частотному регулюванні зменшуються витрати енергії в двигуні. Це дозволяє здійснити перехід на більш високооборотні двигуни і при проектуванні двигунів основну увагу приділяти зниженню втрат в обмотках двигуна в номінальному режимі. При проектуванні двигунів для системи частотного регулювання враховується наступне:

- Основні співвідношення між геометричними розмірами, прийняті для кранових асинхронних двигунів, зберігаються, оскільки визначальним тут є режим роботи, а не система регулювання.
- У сучасних частото-регульованих електроприводах з векторним керуванням механічні характеристики формується системою управління перетворювача. Тому при проектуванні електродвигунів, призначених для роботи тільки з перетворювачами частоти, можна не вживати спеціальні заходи для підвищення перевантажувальної здатності і пускового моменту.
- Оптимальні частоти обертання двигунів в системах приватного регулювання, як уже було сказано, вище, ніж у звичайних системах, і складають 1900 - 1800 об / хв для легкого і середнього режимів роботи і до 1500 - 800 об / хв - для важкого режиму. Однак при проектуванні слід узгоджувати максимальну частоту обертання розроблювального електроприводу і максимальну допустиму частоту обертання редуктора.
- З метою зниження втрат обмотка ротора двигуна заливається чистим алюмінієм або виконується мідної, ковзання при цьому - мінімальне. Регулювання вихідної напруги і частоти двигуна дозволяє

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

- оптимізувати використання його активних частин і забезпечити роботу двигуна в режимі мінімальних втрат.

Всі ці заходи, а також оптимальне розмежування зон регулювання, дозволяють при однаковому навантаженні знизити в 1,5 - 1,8 рази потужність двигуна в частото-регульованому приводі.

1.4. Вихідні дані до проектування.

Таблиця 1.4.

Параметр	Позначення	Од. вим.	Значення
Вантажопідйомність лебідки головного крана	G1	т	200
Вага захватного пристрою	G0	т	0,6
Діаметр барабана	D _б	м	1
Швидкість підйому і спуску вантажів головним краном	V _{Н1}	м/с	0,052
Швидкість підйому і спуску вантажів допоміжним краном	V _{Н2}	м/с	0,14
Прискорення / уповільнення при роботі з вантажем	a ₁	м/с ²	0,0191
Прискорення / уповільнення при роботі без вантажу	a ₀	м/с ²	0,038
Кратність поліспасти	k _п	-	5
Передавальне число редуктора	i _р	-	300
ПВ механізму	ПВ	%	25
Тривалість циклу	t _ц	с	1800
ККД редуктора	η _р	-	0,87
ККД поліспасти	η _п	-	0,96
ККД барабана	η _б	-	0,94
Висота підйому	H	м	10

2 АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД

2.1 Вибір типу електроприводу

З розвитком силової напівпровідникової і мікропроцесорної техніки стало можливим створення пристрою частотного регулювання електроприводом, яке дозволяє точно управляти швидкістю і моментом електродвигуна по заданих параметрах в точній відповідності з характером навантаження. Це у свою чергу, дозволяє здійснювати точне регулювання практично будь-якого процесу в найбільш економічному режимі, без важких перехідних процесів в технологічних системах і електричних мережах.

2.2. Вибір електродвигуна.

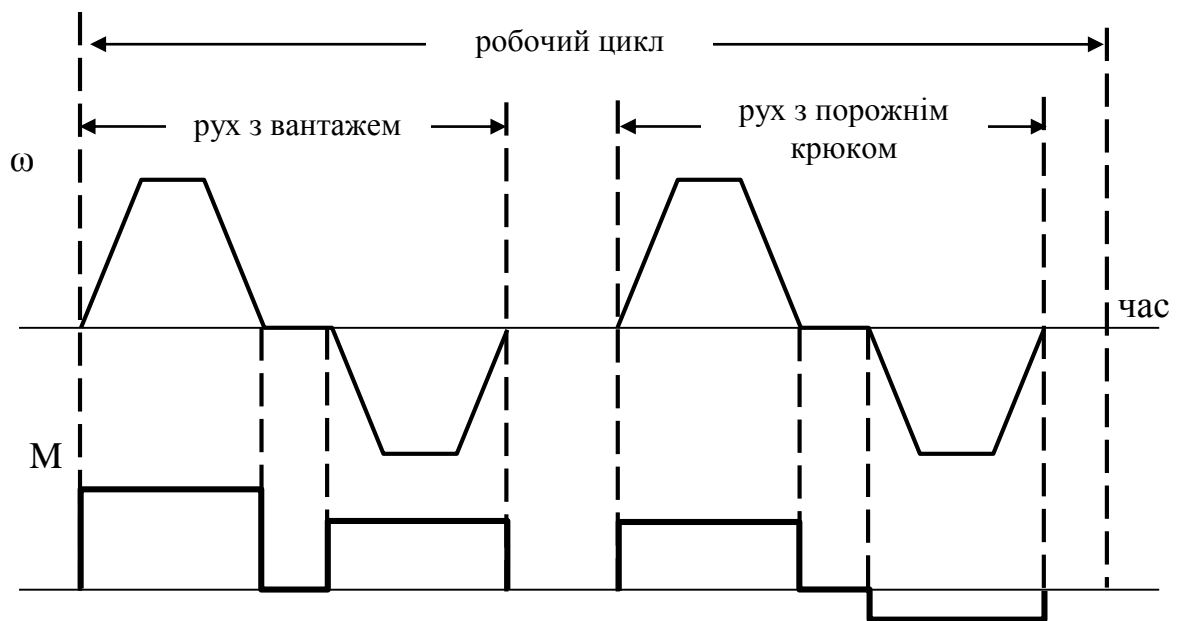


Рис. 2 Діаграми моменту та швидкості головного підйому крана

Час гальмування двигуна з вантажем:

$$t_{п1,2} = t_{г1,2} = \frac{V_H}{a_1} = \frac{0,052}{0,0191} = 2,72c;$$

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Час гальмування двигуна без вантажу:

$$t_{п3,4} = t_{г3,4} = \frac{V_H}{a_0} = \frac{0,052}{0,038} = 1,368 \text{ с};$$

Середня швидкість пересування вантажу за час пуску і гальмування:

$$V_{01,2} = \frac{a_1 \cdot t_{п1,2}}{2} = \frac{0,0191 \cdot 2,72}{2} = 0,025 \text{ м/с};$$

$$V_{03,4} = \frac{a_0 \cdot t_{г3,4}}{2} = \frac{0,038 \cdot 1,368}{2} = 0,026 \text{ м/с};$$

Шлях, пройдений вантажем за час пуску і гальмування:

$$l_{п1,2} = 2 \cdot V_{01,2} \cdot t_{п1,2} = 2 \cdot 0,025 \cdot 2,72 = 0,136 \text{ м};$$

$$l_{п3,4} = 2 \cdot V_{03,4} \cdot t_{г3,4} = 2 \cdot 0,026 \cdot 1,368 = 0,071 \text{ м};$$

Шлях, який припадає на рух вантажу (захватного пристрою) при сталій швидкості:

$$l_{усм1,2} = H - l_{п1,2} = 12 - 0,136 = 11,864 \text{ м};$$

$$l_{усм3,4} = H - l_{п3,4} = 12 - 0,071 = 11,92 \text{ м};$$

Час підйому вантажу (захватного пристрою) з усталеною швидкістю:

$$t_{у1,2} = \frac{l_{усм1,2}}{V_H} = \frac{11,864}{0,052} = 228,15 \text{ с};$$

$$t_{у3,4} = \frac{l_{усм3,4}}{V_H} = \frac{11,92}{0,052} = 229,23 \text{ с};$$

Вага вантажу та захватного пристрою при підйомі и спуску вантажу, кН,

$$G = G_0 + G_1 = 6 + 2000 = 2006 \text{ кН};$$

Момент статичного навантаження при русі з вантажем і без вантажу (для випадків підйому і спуску):

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

$$M_{ст} = \frac{G \cdot D_{\sigma}}{2 \cdot i_p \cdot k \cdot \eta_{пер}} \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{ст} = \frac{G' \cdot D_{\sigma}}{2 \cdot i_p \cdot k} \cdot \eta_{пер} \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$G' = G_0$ - вага вантажозахватного пристрою при піднятті і опусканні гака, кН,
де:

i_p - передавальне число редуктора;

k - кратність поліспасти;

$\eta_{пер}$ - ККД передачі;

$$\eta_{пер} = \eta_{ред} \cdot \eta_{п} \cdot \eta_{\sigma};$$

де $\eta_{ред} = 0,87$, $\eta_{п} = 0,96$, $\eta_{\sigma} = 0,94$

$$\eta_{пер} = 0,87 \cdot 0,96 \cdot 0,94 = 0,78;$$

Підйом з вантажем:

$$M_{ст1} = \frac{G_1 \cdot D_{\sigma}}{2 \cdot i_p \cdot k \cdot \eta_{пер}} \cdot 10^3 = \frac{2000 \cdot 1}{2 \cdot 300 \cdot 5 \cdot 0,78} \cdot 10^3 = 854,70 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Спуск з вантажем:

$$M_{ст2} = M_{ст1} \cdot \eta_{пер} = 0,78 \cdot 854,70 = 666,66 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Визначаємо ККД передачі ($\eta_{пер}$) для моментів статичного навантаження при підйомі та спуску захватного пристрою. Для цього необхідно визначити η , відхилення:

$$\eta_{пер} = \frac{G_0}{G_1 + G_0} = \frac{6}{2006} = 0,0029;$$

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

З графіка в книзі "Електропривод і автоматизація загальнопромислових механізмів". Енергія, 1980 визначаємо, $\eta_{пер} = 0,14$;

Підйом захватного пристрою:

$$M_{ст3} = \frac{G' \cdot D_{\sigma}}{2 \cdot i_p \cdot k \cdot \eta_{пер}} \cdot 10^3 = \frac{6 \cdot 1}{2 \cdot 300 \cdot 5 \cdot 0,014} \cdot 10^3 = 142,8 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Спуск захватного пристрою:

$$M_{ст4} = M_{ст3} \cdot \eta_{пер} = 142,8 \cdot 0,014 = 1,988 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Повний час підйому (опускання) з вантажем:

$$t_1 = t_{п1} + t_{y1} + t_{т1} = 2,5 + 228,15 + 2,5 = 233,15 \text{ с};$$

$$t_2 = t_{п2} + t_{y2} + t_{т2} = 2,6 + 229,23 + 2,6 = 234,4 \text{ с};$$

Повний час підйому (опускання) без вантажу:

$$t_3 = t_{п3} + t_{y3} + t_{т3} = 1,1 + 284,6 + 1,1 = 286,8 \text{ с};$$

$$t_4 = t_{п4} + t_{y4} + t_{т4} = 1,1 + 284,6 + 1,1 = 286,8 \text{ с};$$

Сумарний час роботи:

$$\Sigma t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = 285,72 \cdot 2 + 286,8 \cdot 2 = 1145 \text{ с};$$

Визначаємо статичний, середньоквадратичний (еквівалентний) момент:

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n M_i^2 \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}};$$

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{\frac{854,70^2 \cdot 228,15 + 666,66^2 \cdot 229,23 + 142,8^2 \cdot 286,8 + 1,988^2 \cdot 286,8}{1030,98}} = 516,07 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Попередній вибір потужності двигуна проводиться з урахуванням коефіцієнта запасу K_3 . Приймаємо $K_3 = 1,15$

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

$$M_{\text{эв.расч}} = M_{\text{эв}} \cdot K_3 = 397,878 \cdot 1,15 = 593,49 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Дійсна тривалість включення:

$$PВ_{\text{расч}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{t_{\text{ц}}} \cdot 100\% = \frac{1145}{1800} \cdot 100\% = 57,22\%;$$

Необхідна номінальна швидкість двигуна:

$$n_H = \frac{V_H \cdot i_p \cdot k \cdot 60}{D_б \cdot \pi} = \frac{0,042 \cdot 300 \cdot 5 \cdot 60}{1 \cdot 3,14} = 716,19 \text{ об / хв};$$

$$\omega_H = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_H}{60} = \frac{\pi \cdot n_H}{30} = \frac{3,14 \cdot 1203,21}{30} = 74,96 \text{ рад / с};$$

Еквівалентна розрахункова потужність двигуна:

$$P_{\text{эв}} = M_{\text{эв.расч}} \cdot \omega_H \cdot 10^{-3} = 593,49 \cdot 126 \cdot 10^{-3} = 44,48 \text{ кВт};$$

Перерахована на стандартну тривалість включення потужність:

$$P_{\text{эвс.м}} = P_{\text{эв}} \sqrt{\frac{PВ_{\text{расч}}}{PВ_H}} = 44,48 \sqrt{\frac{57,22}{25}} = 67,29 \text{ кВт};$$

Номінальна потужність двигуна (P_n) визначається з умови $P_n \geq P_{\text{эвс.м}}$

За розрахованої швидкості обертання і номінальної потужності з урахуванням прийнятої системи електропривода вибирається двигун марки

Sg 315S4 з такими параметрами:

Таблиця 2.1

Номінальна потужність P_N	кВт	110
Номінальна швидкість n_N	об/хв	1480
Номінальний момент M_N	Н·м	710

Коефіцієнт потужності $\cos\phi_N$	-	0,92
Номинальний струм I_N	А	193
Момент інерції J	кг·м ²	1,67
2p	-	4
Активний опір фази статора R1	Ом	0,078
Індуктивний опір фази статора X1	Ом	0,152
Активний опір фази ротора R2	Ом	0,185
Індуктивний опір фази ротора X2	Ом	0,291

2.3 Вибір перетворювача

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

При виборі перетворювача частоти (ПЧ) необхідно враховувати можливість почергової роботи двох двигунів різної потужності з забезпеченням необхідних динамічних характеристик. Цім вимогам відповідає перетворювач частоти Vacon NXP. Перетворювачі частоти серії Vacon NXP випускаються в діапазоні потужностей від 0,25 кВт до 5000 кВт і напруг 208-690 В. Основні характеристики перетворювача частоти Vacon NXP:

- Широкий діапазон потужностей і напруг;
- Векторне управління з розімкненим і замкнутим контуром
- Статична помилка за швидкістю <0.01%
- Вбудований гальмівний преривач (до 30 кВт).
- Повне управління моментом у всьому діапазоні швидкостей
- Високошвидкісні застосування (до 7200 Гц)
- широкий набір комунікаційних опцій і плат вводу-виводу;
- швидкодіючий зв'язок між приводами по системній шині;

Конструктивно перетворювач частоти складається з двох основних блоків - силового блоку і блоку управління. На вході, з боку мережі, трифазний дросель змінного струму і конденсатор ланки постійного струму утворюють LC-фільтр, який в поєднанні з випрямним мостом забезпечує постійну напругу постійного струму на вході IGBT-інверторного моста. Дросель змінного струму фільтрує як високочастотні перешкоди з боку мережі, так і перешкоди, що генеруються перетворювачем. Крім того, дросель змінного струму покращує форму кривої струму на вході перетворювача частоти. Потужність, споживана перетворювачем частоти з мережі, є практично активною. IGBT-інверторний міст створює симетричну 3-фазну змінну напругу живлення двигуна, регульовану методом широтно-імпульсної модуляції (ШІМ). Параметри перетворювача частоти Vacon NXP.

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Таблиця 2.3

Параметр	Одиниця вимірювання	Значення
Тип	-	NXP 0061 5
Номінальна потужність (двигуна)	кВт	110
Вихідна напруга	В	3×380
Номінальний вихідний струм	А	200
Діапазон зміни частоти	Гц	0,5..300

Обраний перетворювач реалізує векторний закон регулювання. Суть векторного регулювання полягає в незалежному управлінні двома складовими струму статора, орієнтованими по осях d , q ротора. Складова по осі d являється потокостворюючою, по осі q - моментостворюючою. Характеристики векторного асинхронного електроприводу, таким чином, по точності і швидкодії наближаються до характеристик двозонного електроприводу постійного струму.

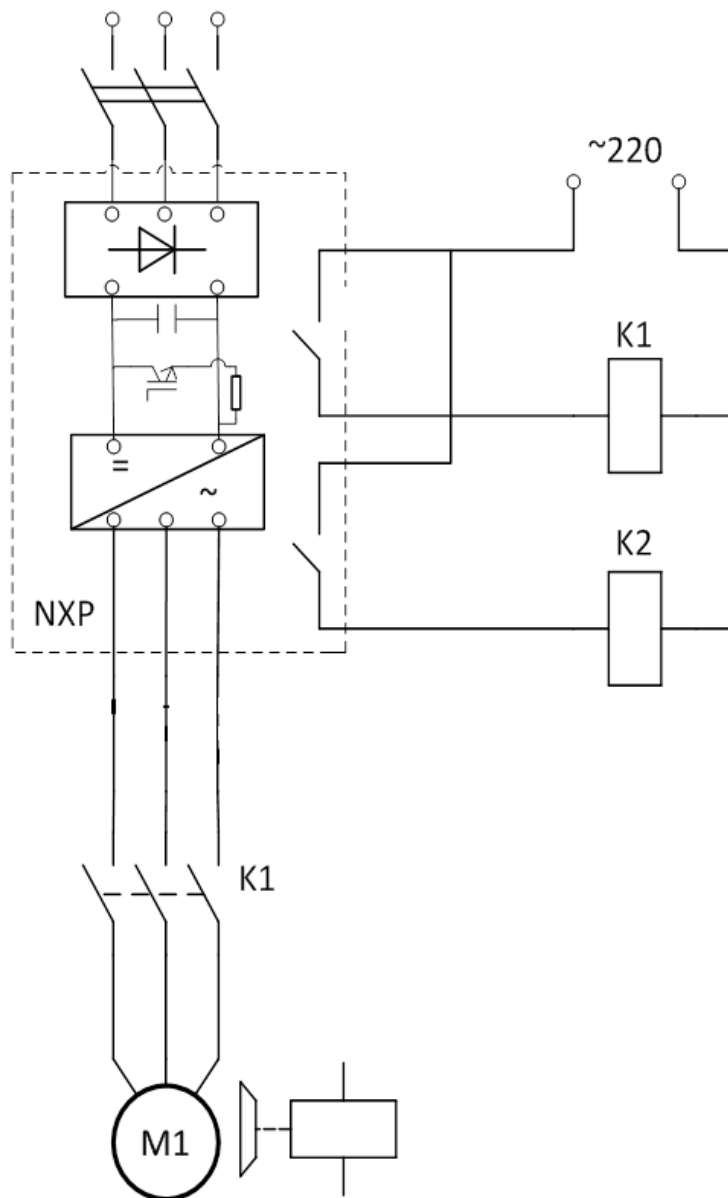


Рис.2.1 Функціональна схема підключення перетворювача частоти до двигунів.

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2.4 Рекомендації щодо вибору програмного забезпечення для ПЧ

Control Brake Application - це програмний пакет, який використовується для перетворювача частоти Vacon NX - серії, як функція, де необхідне механічне гальмування. Для реалізації цієї функції, у перетворювач частоти необхідно вмонтувати плату розширення (NXOPTAA1).

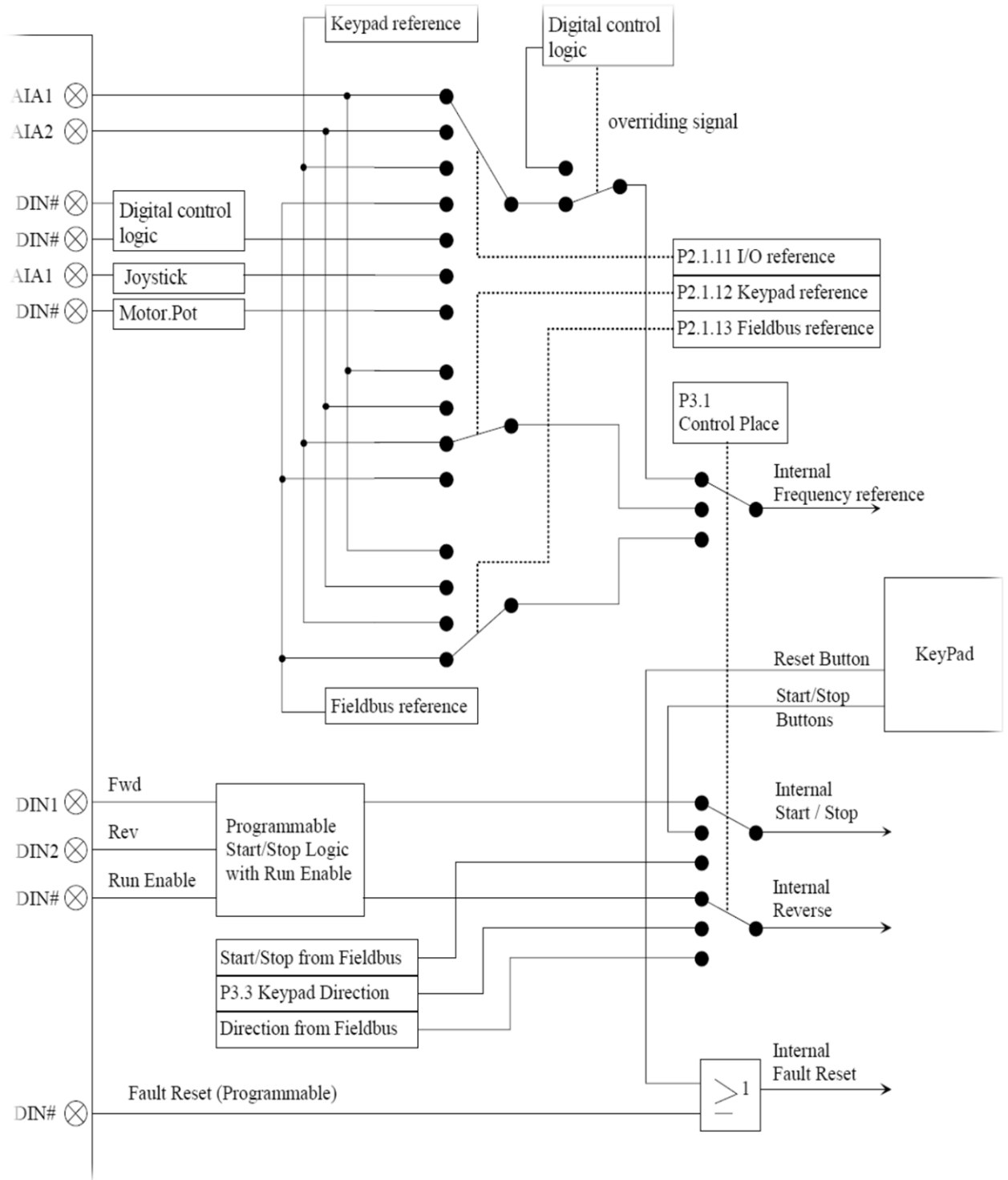
Всі виходи на платі вільно програмовані. Виходи прямого сигналу управління і зворотного зв'язку кріпляться до входу DIN1 і DIN2

Додаткові функції:

- Програмування пуску / зупинки і сигналу зворотного логіки;
- Масштабування завдання;
- Один межа частоти контролю;
- Програмуюча S-подібна рампа;
- Гальмування постійним струмом при зупинці;
- Один заборону частотній області;
- Програмована U / F крива;
- Автоматичний перезапуск;
- Тепловий захист і захист від перекидання;
- Управління механічним гальмом;
- 8 цифрових уставок швидкості, 3 цифрових входи;
- FWD і REV безпечної швидкості вибираються за допомогою цифрових входів (NC);
- Обмеження швидкості з програмованого цифрового входу;

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Рис. 2.7. Управління входами/виходами плати розширення NXОРТАА1 перетворювача частоти.



3 ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

Розрахунок параметрів САР і моделювання проводимо у відносних одиницях. Параметри ланок, використувані в моделі :

Базовий опір:

$$Z_b = \frac{U_m}{I_m \cdot \sqrt{3}} = \frac{380}{193 \cdot \sqrt{3}} = 1,13 \text{ Ом}$$

Опори в ланцюзі статора:

$$R_{1b} = R_1 \cdot Z_b = 0,078 \cdot 1,13 = 0,887 \text{ Ом}$$

$$X_{1b} = X_1 \cdot Z_b = 0,152 \cdot 1,13 = 0,172 \text{ Ом}$$

Опори в ланцюзі ротора:

$$R_{2b} = R_2 \cdot Z_b = 0,185 \cdot 1,13 = 0,209 \text{ Ом}$$

$$X_{2b} = X_2 \cdot Z_b = 0,291 \cdot 1,13 = 0,329 \text{ Ом}$$

Коефіцієнт зворотного зв'язку по струму:

$$k_t = \frac{U_b}{2 \cdot I_H} = \frac{10}{2 \cdot 193} = 0,026$$

Коефіцієнт зворотного зв'язку за швидкістю:

$$k_s = \frac{U_b}{\omega_{\max}} = \frac{10}{1480 \cdot \pi / 30} = 0,0645$$

Коефіцієнт електромагнітного зв'язку ротора:

$$k_2 = \frac{L_m}{L_2} = \frac{0,313}{0,338} = 0,927$$

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Постійна часу ротора:

$$T_2 = \frac{L_2}{R_2} = \frac{0,338}{0,185} = 1,83 \text{ с}$$

Номінальне потокозчеплення:

$$\Psi_H = \frac{I_H}{1,5 \cdot \sqrt{2} \cdot I_H \cdot 2p \cdot k_2} = \frac{193}{1,5 \cdot \sqrt{2} \cdot 193 \cdot 4 \cdot 0,927} = 0,127$$

Коефіцієнт зворотного зв'язку по потокозчепленню:

$$k_\Psi = \frac{U_b}{\Psi_H} = \frac{10}{0,127} = 78,74$$

Передаточна функція регулятора швидкості :

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

Тоді пропорційна частина РШ :

$$W_{PC\Pi}(p) = \frac{J k_t k_\Psi}{6T_\mu k_C k_2 p_n} = \frac{1,67 \cdot 0,026 \cdot 78,74}{6 \cdot 0,001 \cdot 0,0645 \cdot 0,927 \cdot 4} = 2382$$

Інтегральна частина:

$$W_{PCИ}(p) = \frac{J k_t k_\Psi}{48T_\mu^2 k_C k_2 p_n} = \frac{1,67 \cdot 0,026 \cdot 78,74}{48 \cdot 0,001^2 \cdot 0,0645 \cdot 0,927 \cdot 4} = 297813$$

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Передаточна функція регулятора потокозчеплення

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

Пропорційна частина регулятора потокозчеплення

$$W_{P\Psi\Pi}(p) = \frac{k_t T_2}{4 T_\mu k_\Psi L_m} = \frac{0,026 \cdot 1,83}{4 \cdot 0,001 \cdot 78,74 \cdot 0,313} = 0,483$$

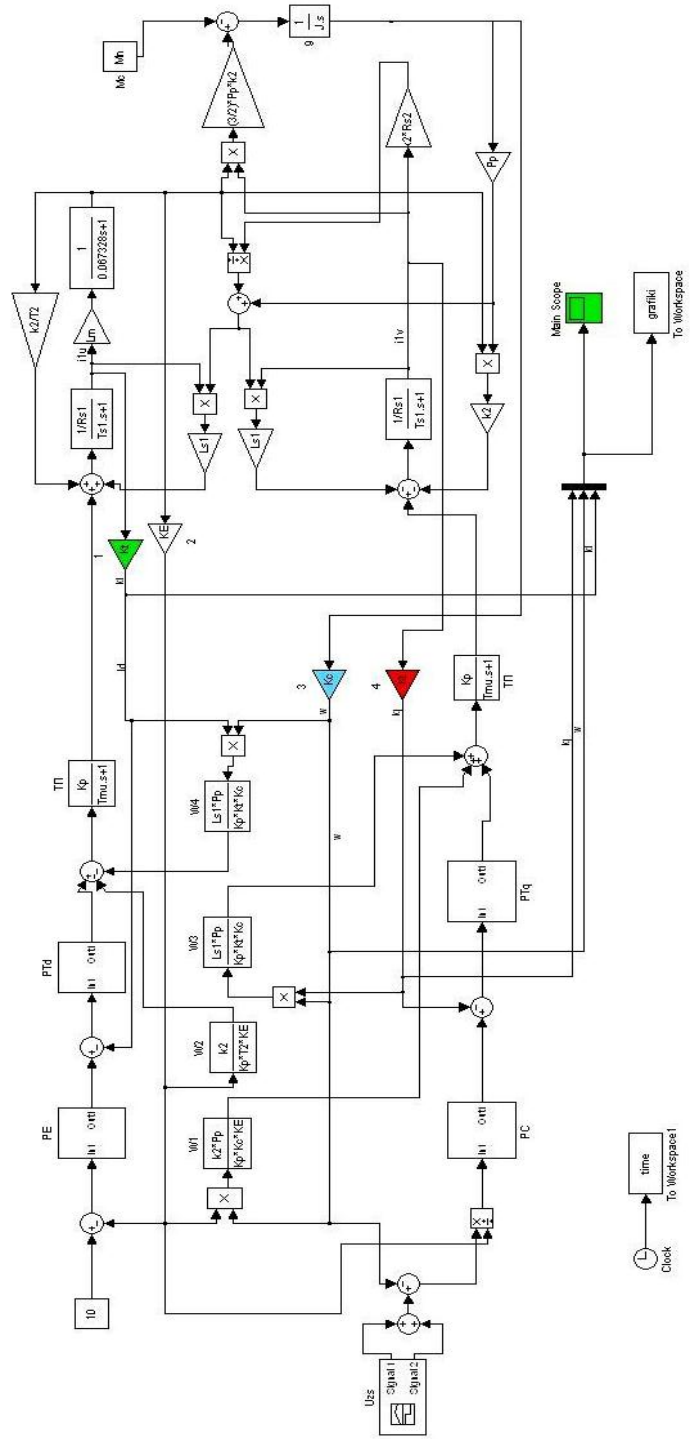
Інтегральна частина регулятора потокозчеплення

$$W_{P\Psi I}(p) = \frac{k_t (T_2 p + 1)}{4 T_\mu k_\Psi L_m} = \frac{0,026}{4 \cdot 0,001 \cdot 78,74 \cdot 0,313} = 0,263$$

Розрахункові параметри САР використовуються для програмування перетворювача частоти.

Рис 3.1. Модель електроприводу у середовищі MATLAB/Simulink

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕП.18.15.5.ПЗ

Арк.

25

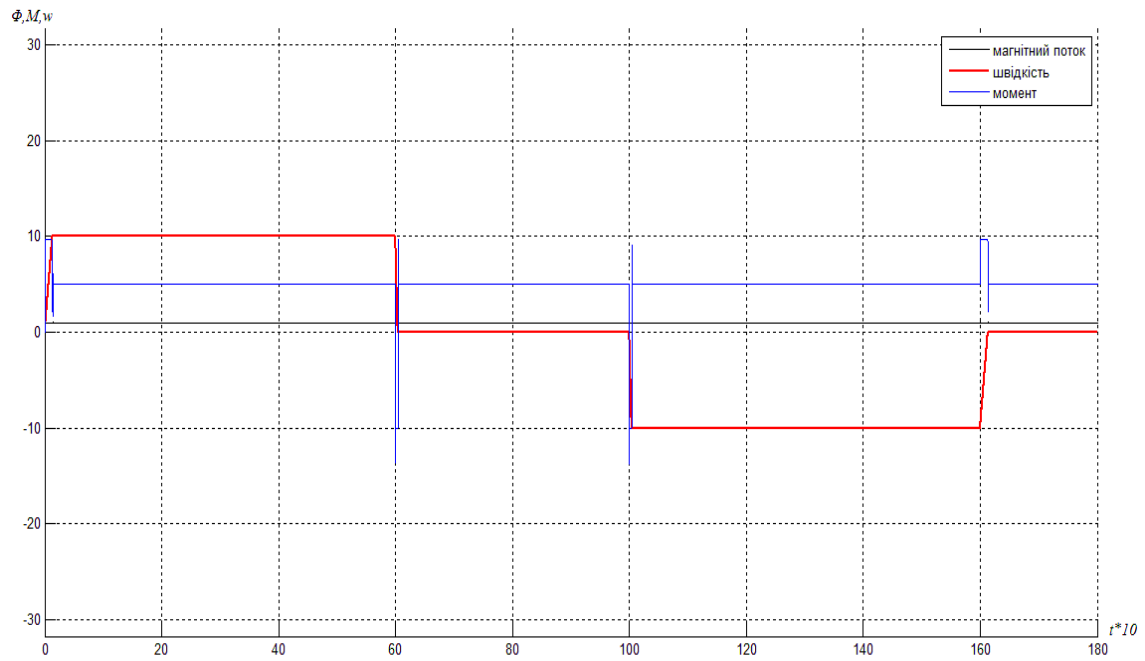


Рис. 3.2 Графіки перехідних процесів

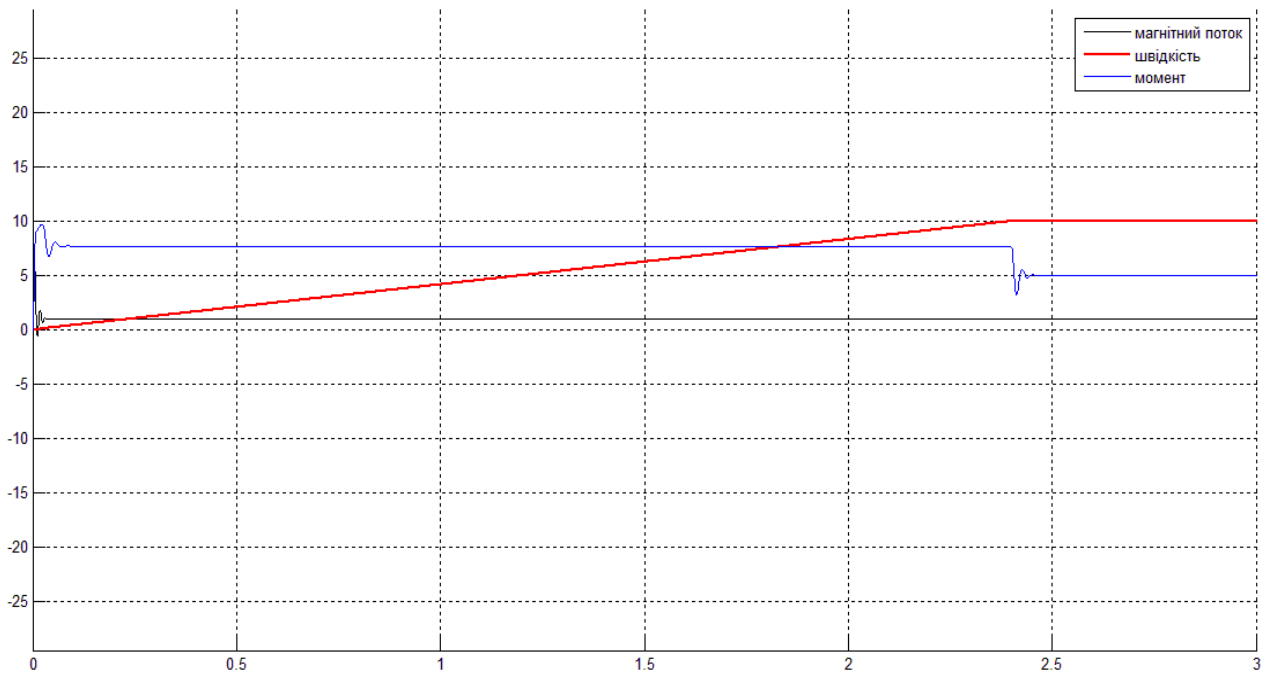


Рис. 3.3 Графіки перехідних процесів при пуску двигуна

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕП.18.15.5.ПЗ

Арк.

26

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

У розділі розглянуті питання охорони праці, пов'язані з роботою двобалкового мостового крану, а саме з безпекою роботи персоналу, який знаходиться у робочій зоні дії крану.

4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих чинників

При роботі крану на машиніста та персонал можуть впливати небезпечні та шкідливі виробничі чинники. До небезпечних фізичних чинників відносяться:

- Незахищені рухливі елементи виробничого устаткування
- Різні підйомно-транспортні пристрої і вантажі, що переміщуються

Ці чинники призводять до травмування людей, які знаходяться у зоні дії крану. В процесі роботи крану може статися:

- Обрив канату
- Схід крану з рейки
- Обрив дроту
- Порушення ізоляції

Дві останні причини є основними небезпечними через напругу в електричних ланцюгах. Перебуваючи в кабіні управління, машиніст піддається впливу шуму і вібрацій. Шум виникає при роботі електродвигунів і механізмів крана, ударах на стиках рейок кранової колії. Вібрації при роботі мостового крана виникають як у вертикальній, так і в горизонтальній площинах. Під впливом вібрації у персоналу набуваються професійні захворювання, а механізми швидше виходять з ладу. Також до небезпечних чинників відноситься недостатня освітленість, що може призвести до травм та порушення зору персоналу.

4.2 Інженерно-технічні заходи щодо охорони праці

З метою попередження обслуговуючого персоналу, що знаходиться в безпосередній близькості від працюючого крану, при його пересуванні включається автоматично звуковий сигнал.

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Небезпека, що виникає при знаходженні людей на проїзній будові крану, виключається за допомогою автоматичного блокування дверей під час роботи крану.

З метою безпеки доступу до механізмів, запобіжним пристроєм, електроустаткуванню передбачені майданчики, сходи, обгороджування по конструкції. Для унеможливлення попадання людини в зону роботи механізмів, усі висувні частини механізмів і електроустаткування міцно закріплені і закриті обгороджуваннями. Для унеможливлення угону крану при сильному вітрі, на крані встановлюється протиугінний пристрій, буфера чи обмежувачі пересування. Захват примусової дії з ручним приводом і постійним зусиллям гальмування встановлюється в кінцевій балці і складається з двох важелів, шарнірно пов'язаних з сержками. Їх верхні кінці, виконані у вигляді двосторонніх вилок, взаємодіють з цапфами гайок. Останні мають праву і ліву різьбу і можуть переміщатися по гвинту при обертанні його через зірочку ланцюгом. Для виключення можливості пуску крана при включених протиугінних захопленнях на кожному з них змонтований кінцевий вимикач, який розмикає електричний ланцюг механізму пересування до моменту повного відходу губок важелів від головки рейки. Наявність ручного ланцюгового приводу дозволяє включення захоплення виробляти дистанційно. Також на крані встановлюються прилади, що включають попереджувальний звуковий сигнал і сигнальну лампу при швидкості вітру 20 м/с і більше.

Для виключення обриву каната, при підйомі вантажу, вага якого перевищує номінальну вантажопідйомність більш ніж на 10%, передбачений обмежувач вантажопідйомності, що автоматично відключає механізм підйому при перевищенні номінальної вантажопідйомності, а також при збільшенні навантаження на вантажні канати вище за допустиме, для виключення натягу і обриву каната при підйомі вантажу на неприпустиму висоту передбачений обмежувач висоти підйому.

Для уникнення сходу крану з рейок, у кінці шляху передбачені кінцеві вимикачі механізму пересування крану, які встановлені таким чином, що привід відключається дещо раніше, ніж відбувається контакт коліс крану з обмежувальним пристроєм. Ця відстань дорівнює половині гальмівного шляху крану.

Для зниження рівня загальної вібрації встановлюють амортизуючі прокладки в місцях кріплення кабіни до основної металоконструкції крану. Також можна встановити віброізолюючі сидіння.

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Для унеможливлення попадання людини під напругу при огляді і техобслуговуванні крану рубильник має бути відключений.

У крані передбачено захисне заземлення, що є умисним з'єднанням із землею металевих частин устаткування, що знаходяться під напругою в звичайних умовах, але які можуть виявитися під ним в результаті порушення електроізоляції установки. Захист головних електричних ланцюгів крану здійснюється захисними пристроями з використанням автоматичних включень з високою комутаційною захисною здатністю.

Шини та інші неізольовані струмопровідні частини огорожені. Також встановлені сигнальні лампи, які вказують на наявність напруги на струмопровідних частинах.

Щодо освітленості, то виробничі будівлі проектують з природним освітленням по нормах освітленості. Штучне освітлення буває двох типів: робоче і аварійне. При використанні електроосвітлення в цеху при роботі мостового крану незалежно від кольору фону і контрастності об'єкту з фоном приймається освітленість, рівна 14 лк (робоче) і 0,5 лк (аварійне).

4.3 Пожежна безпека

Для мостового крана, для забезпечення пожежної безпеки використовуються наступні заходи:

- Уся апаратура управління розміщена в герметичному контейнері
- Електродвигуни усіх механізмів мають ступінь захисту від зовнішнього середовища.

Вибуховість можна оцінити за допомогою показників:

- А - Горючі гази, легкозаймісті рідини з температурою спалаху не більше 28 ° С в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, у разі спалахування яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа.

Б - Горючі пил або волокна, легкозаймісті рідини з температурою спалаху більше 28 ° С, горючі рідини в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, у разі спалахування яких

Таблиця 1.1 Параметри діаграм

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа.
- В1 - В4 - Горючі і важкогорючі рідини, тверді горючі і важкогорючі речовини і матеріали (в тому числі пил та волокна), речовини і матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним тільки горіти за умови, що приміщення, в яких вони є в наявності або обертаються, не належать до категорій А або Б.
- Г - негорючі речовини і матеріали в гарячому, розпеченому або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променевої теплоти, іскор і полум'я; горючі гази, рідини і тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо.
- Д - Негорючі речовини і матеріали в холодному стані.

Простір з мостовим краном належить до показників “В1 - В4”.

В цілях забезпечення пожежної безпеки, в кабіні передбачений вуглекислотний вогнегасник (ВУ-2), який використовується в цілях гасіння електропроводки і електроустаткування.

До роботи на мостовому крані допускаються особи, які досягли 18 років, пройшли курс навчання та мають посвідчення машиніста мостового крану, які пройшли інструктаж з техніки безпеки та змінний інструктаж, отримали доступ до виконання змінного завдання від керівника робіт (начальника зміни).

4.4 Заходи щодо надзвичайних ситуацій

Як правило, техногенні НС виникають внаслідок аварій, що супроводжуються мимовільним виходом у навколишній простір речовини і (або) енергії. Одним з основних способів захисту є своєчасний і швидкий вивіз або вивід людей з небезпечної зони, тобто евакуація. Вид евакуації визначається видом, характером і умовами НС.

У числі заходів щодо захисту персоналу підприємства зазначаються дії по евакуації працюючої зміни, як у випадку загрози, так і при виникненні НС.

Виходячи з прогнозованої можливості виникнення аварій, катастрофи

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

або стихійного лиха, які можуть спричинити за собою людські жертви, завдати шкоди здоров'ю людей, порушити умови їх життєдіяльності, намічаються наступні заходи і тимчасові параметри з евакуації:

Превентивні заходи щодо запобігання (зниження можливості виникнення) НС передбачаються за такими напрямками:

- Виключення (зниження частоти) подій, ініціюючих НС;
- Зниження ймовірності переростання небезпечного явища в НС (ініціюючого події в стихійне лихо або аварію)
- Зниження частоти подій, ініціюючих НС (небезпечних природних, техногенних і соціальних явищ)

До заходів щодо зниження ймовірності переростання небезпечного явища в НС належать:

- Фізичний захист потенційно небезпечних об'єктів від небезпечних соціальних явищ, проведення заходів по підвищенню надійності
- Забезпечення захищеності об'єктів (зниження рівнів навантажень, що виникають від небезпечних явищ)
- Забезпечення фізичної стійкості будівель і споруд;

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Вступ

Метою даного розділу дипломного проекту є розрахунок економічних показників технічного рішення щодо модернізації електропривода головного підйому мостового крану. Суть технічного рішення полягає у впровадженні перетворювача частоти замість релейно-контакторної системи регулювання. Впровадження частотного регулювання електроприводів (ЧРП) дозволяє:

- підвищити надійність роботи систем
- автоматизувати виробництво

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

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

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

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

5.1 Розрахунок капітальних витрат

Для визначення капітальних витрат можна скористатися формулою

$$K_{пр} = K_{об} (\sum Ci) + Z_{тзс} + Z_{м} + Z_{н} + Z_{пр} \text{ грн.}$$

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

де $K_{об}(\sum Ci)$ - вартість придбання електроустаткування (двигун і перетворювач), необхідного для реалізації прийнятого технічного рішення.

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

$Z_{м}$ - монтажні витрати;

$Z_{н}$ - налагоджувальні витрати;

$Z_{пр}$ - інші одноразові вкладення грошових коштів.

Свідка капітальних витрат занесена до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. Зведення капітальних витрат

№п/п	Найменування технічних засобів (комплектуючих виробів)	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн.
№	АД Тип: Sg 180L-4	1	15332	15332
1	АД Тип: Sg 315S4	1	84710	84710
2	Перетворювач частоти NXP та гальмівний пристрій (у комплекті)	1	92363	92363
	ВСЬОГО			192405

Це ціна на устаткування на 07 березня 2018 року.

Вартість транспортно-заготівельних і складських витрат ($Z_{тзс}$) визначається виходячи з:

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

1. Відстані доставки устаткування від місця придбання до місця експлуатації.
2. Кількості, маси і габаритів устаткування.
3. Виду транспортних засобів.
4. Транспортних тарифів.
5. Розцінок на навантажувально-розвантажувальні роботи.
6. Витрат на складську обробку.

Вартість перевезення устаткування із Польщі (місто Краків) в Дніпропетровськ, входить у вартість електроустаткування. Витрати на монтажні (Z_m) і налагоджувальні роботи (Z_n) можна визначити таким чином:

$$Z_m = \sum (C_i \cdot a_i \cdot t_i) \cdot K_{\partial} \cdot K_{cm} \cdot K_{np} = 4 \cdot 39,3 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 1,375 \cdot 1,1 + 1500 = 3778,34 \text{ грн.}$$

$$Z_n = \sum (C_i \cdot a_i \cdot t_i) \cdot K_{\partial} \cdot K_{cm} \cdot K_{np} = 2 \cdot 39,3 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 1,375 \cdot 1,1 + 1500 = 2637,5 \text{ грн.}$$

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

a_i - часова тарифна ставка i -го розряду, грн.

a_i - часова тарифна ставка 4-го розряду станом на 7 березня 2018 р становить 39,3 грн./годину

t_i - час, необхідний для виконання певного об'єму монтажних (налагоджувальних) робіт, години

K_{∂} - коефіцієнт, що враховує розмір доплат;

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$K_{сз}$ - коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальні заходи;

K_i - коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт.

Інші одноразові вкладення грошових коштів ($^3_{np}$) можуть включати витрати:

1. На демонтаж застарілого устаткування;
2. На проведення проектно-конструкторських робіт;
3. На підготовку персоналу;
4. На придбання готового програмного забезпечення.

Капітальні витрати:

$$K_{np} = 192405 + 3778,34 + 2637,5 = 198820,84 \text{ грн.}$$

5.2 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 (Са);
2. Заробітна плата обслуговуючого персоналу (Сз);

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

3. Відрахування на соціальні заходи від заробітної плати (C_c);
4. Витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт устаткування (C_t);
5. Вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування (C_e);
6. Інші експлуатаційні витрати (C_i).

Таким чином, річні експлуатаційні витрати складуть:

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

Розрахунок експлуатаційних витрат ведеться по проектному і базовому варіанту паралельно.

5.2.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Річний фонд амортизаційних відрахувань визначається у відсотках від суми капітальних витрат по видах основних фондів і нематеріальних активів по розділах зведення капітальних витрат для проектного варіанту і за даними підприємства про балансову вартість замінюваного устаткування для базового варіанту. Дані розрахунку занесені до таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Розрахунок амортизаційних відрахувань

Найменування показників	Капітальні витрати, грн.	Норма амортизації, %	Сума амортизації, грн.
Проектний варіант	192405	20	38481
Базовий варіант	38538,18	20	7707,64

Базова балансова вартість замінюваного устаткування узяті за даними відділу основних засобів підприємства, що складають 38538,18.

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

5.2.2 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт електротехнічного устаткування включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтним робітником і можуть визначатися за фактичними даними підприємства.

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

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

де n - число пристроїв автоматики, що підлягають ремонту;

R_i - годинна ставка робочих, виконуючих ремонт, грн. (12,07 грн)

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

m_i - число ремонтів за рік;

R_Σ - сумарна категорія складності ремонту залежно від виду електроустаткування :

Асинхронні двигуни від 50 до 150 кВт – 2,5;

S_i - вартість однотипних замінюваних елементів, грн.;

Π - кількість однотипних замінюваних елементів;

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

T_ф - число годин роботи апаратури в рік, ч.

$$З_{m.p.} = 12,07 \cdot 7 \cdot 1 \cdot 2,5 + \frac{213 \cdot 3}{1600} \cdot 1800 = 930,1 \text{ грн.}$$

$$З_{m.p.} = 12,07 \cdot 7 \cdot 1 \cdot 2,5 + \frac{456 \cdot 4}{1000} \cdot 1800 = 3587,36 \text{ грн.}$$

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2.3 Розрахунок вартості спожитої електроенергії

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

$$C_{e.пр} = W_p \cdot C_e = 253440 \cdot 1,216 = 308183,04 \text{ грн.}$$

$$C_{e.баз} = W_p \cdot C_e = 288000 \cdot 1,216 = 350208 \text{ грн.}$$

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

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

Станом на 24 травня 2018р цэ = 1.68 грн

Кількість спожитої за рік електроенергії, кВт·год розраховуємо по формулі:

$$W_{з.пр.} = t_d \cdot t_h \cdot t_n \cdot P_n = 20 \cdot 8 \cdot 12 \cdot 110 = 253440 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$W_{з.баз.} = t_d \cdot t_h \cdot t_n \cdot P_n = 20 \cdot 8 \cdot 12 \cdot 150 = 288000 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

де t_d - кількість робочих днів в місяць.

t_h - кількість робочих годин в зміну.

t_n - кількість місяців на рік.

P_n - потужність електродвигуна.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу:

$$C_z = Z_{осн} + Z_{дод} = 23174,4 + 8690,4 = 31864,8 \text{ грн}$$

де $Z_{осн}$, $Z_{дод}$ - основна і додаткова заробітна плата відповідно, грн.

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2.3 Розрахунок вартості спожитої електроенергії

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

$$C_{e.пр} = W_p \cdot C_e = 253440 \cdot 1,216 = 308183,04 \text{ грн.}$$

$$C_{e.баз} = W_p \cdot C_e = 288000 \cdot 1,216 = 350208 \text{ грн.}$$

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

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

Станом на 24 травня 2018р цэ = 1.68 грн

Кількість спожитої за рік електроенергії, кВт·год розраховуємо по формулі:

$$W_{з.пр.} = t_d \cdot t_h \cdot t_n \cdot P_n = 20 \cdot 8 \cdot 12 \cdot 110 = 253440 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$W_{з.баз.} = t_d \cdot t_h \cdot t_n \cdot P_n = 20 \cdot 8 \cdot 12 \cdot 150 = 288000 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

де t_d - кількість робочих днів в місяць.

t_h - кількість робочих годин в зміну.

t_n - кількість місяців на рік.

P_n - потужність електродвигуна.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу:

$$C_z = Z_{осн} + Z_{дод} = 23174,4 + 8690,4 = 31864,8 \text{ грн}$$

де $Z_{осн}$, $Z_{дод}$ - основна і додаткова заробітна плата відповідно, грн.

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_p = \frac{\mathcal{E}}{K}$$

$$E_p = \frac{43319,6}{196456,54} = 0,221$$

де \mathcal{E} - загальна річна економія від впровадження об'єкту проектування, тисяч грн.

K - капітальні витрати по варіанту, що викликали економію, тисяч грн.;
Термін окупності капітальних витрат T_p показує, за скільки років вони окупляться за рахунок загальної економії від впровадження варіанту :

$$T_p = \frac{K}{\mathcal{E}} = \frac{196456,54}{43319,6} = 4,5 \text{ роки}$$

Проект капітальних вкладень визнається доцільним за умови

$$E_p > E_k$$

При E_p (E_k варіант є збитковим і економічнішим признається відмова від його реалізації.

Нормативне значення коефіцієнта ефективності визначається з наступних міркувань.

1. Якщо підприємство здійснює фінансування капітальних витрат за рахунок позикових засобів, тобто за рахунок банківського кредиту, то як нормативне значення E_k слід приймати величину плати за кредит (кредитної ставки) $N_{кр}$.

Варіант визнається економічно доцільним, якщо розрахунковий коефіцієнт ефективності перевищує величину банківської кредитної ставки :

$$E_p > (N_{кр} + N_{інф}) / 100$$

$$0,221 > (20 + 9,1) / 100 = 0,291$$

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $N_{кр}$ - банківська кредитна ставка, %;

$N_{інф}$ - річний рівень інфляції, %.

1. Якщо підприємство здійснює фінансування капітальних витрат за рахунок реінвестування власних засобів (частини прибули і амортизаційних відрахувань), то як E_n слід приймати можливу норму прибутковості альтернативних варіантів вкладення засобів $K_{пр}$ (у цінні папери, інші проекти, на депозитний рахунок в банку і ін.) з урахуванням інфляції і ризику.

При цьому варіант визнається економічно доцільним, якщо розрахунковий коефіцієнт ефективності перевищує річний рівень прибутковості альтернативного варіанту :

$$E_p > (N_{деп} - N_{інф})(1 - N_{пр}/100)/100$$
$$0,221 > (13-9,1)(1-20/100)/100=0,034$$

де $N_{деп}$ - річна депозитна ставка, %;

$N_{інф}$ - річний рівень інфляції, %;

$N_{пр}$ - ставка податку на прибуток, %.

2. Визначити нормативне значення коефіцієнта ефективності можна також виходячи з прийнятної для підприємства індивідуальної норми прибутковості :

$$E_n = 1/T_{оч}$$

$$E_n = 1/5=0,2$$

де $T_{оч}$ - очікуваний, прийнятний для підприємства термін окупності капітальних вкладень, років.

При цьому варіант визнається економічно доцільним за умови

$$E_p > 1/T_{оч}$$

$$0,221 > 0,2$$

З порівнюваних варіантів вибирається той, який забезпечує найбільше значення E_p , що задовольняє одній з умов.

					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Для обраного варіанту визначається розрахунковий термін окупності капітальних витрат Тр.

Якщо варіанти економічно рівноцінні, то приймається варіант, що забезпечує вищу надійність, безпеку, поліпшення умов праці. Результати техніко-економічного обґрунтування ефективності впровадження результатів дипломного проекту оформляю у вигляді таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Порівняльна оцінка техніко-економічних показників

№	Найменування	Од. виміру	Базовий варіант	Проектний варіант	Зміна в порівнянні з базовим варіантом (грн/%)	
1	Капітальні витрати	грн.	38538,18	196456,54	57876,5	-80
2	Експлуатаційні витрати		389780,04	359329,44	30450,6	+17
3	Річна економія			30450,6		
4	Розрахунковий коефіцієнт	од.		0,221		
5	Термін окупності	років		4,5		
6	Економія електроенергії	кВт×год	288000	253440		+13,6

Висновок:

У розрахунках цього розділу були отримані значення проектних капіталовкладень, витрат на монтажні і налагоджувальні роботи, річних експлуатаційних витрат, вартості електроенергії, споживаної автоматики і систем автоматизації, річній економії від впровадження прийнятого

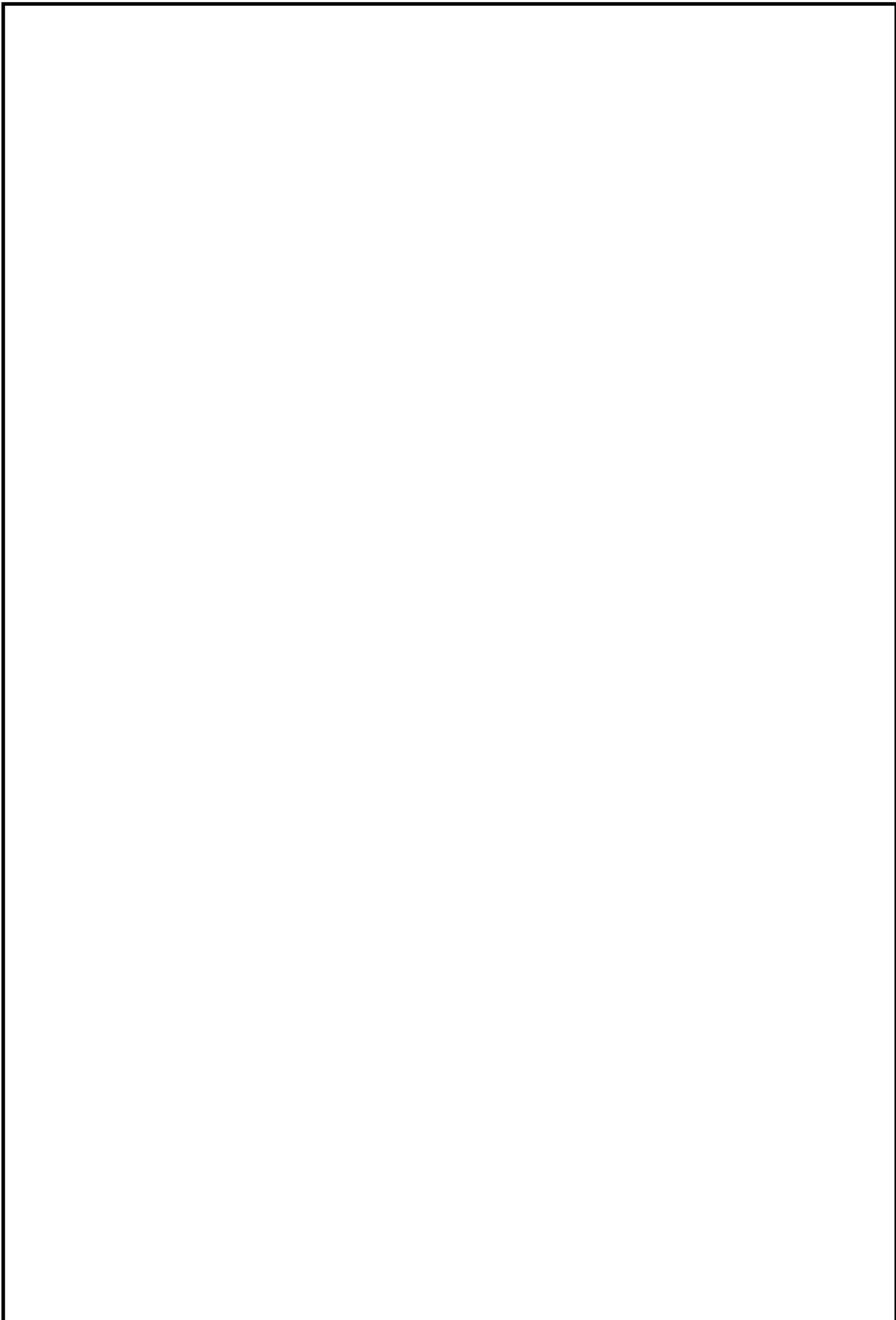
технічного рішення, коефіцієнта ефективності капітальних витрат, терміну окупності капітальних витрат.

Річна економія від модернізації пропонованого устаткування складає 30450,6 гривень, розрахунковий коефіцієнт ефективності складає 0,221 і розрахунковий термін окупності капітальних вкладень складає 4,5 року.

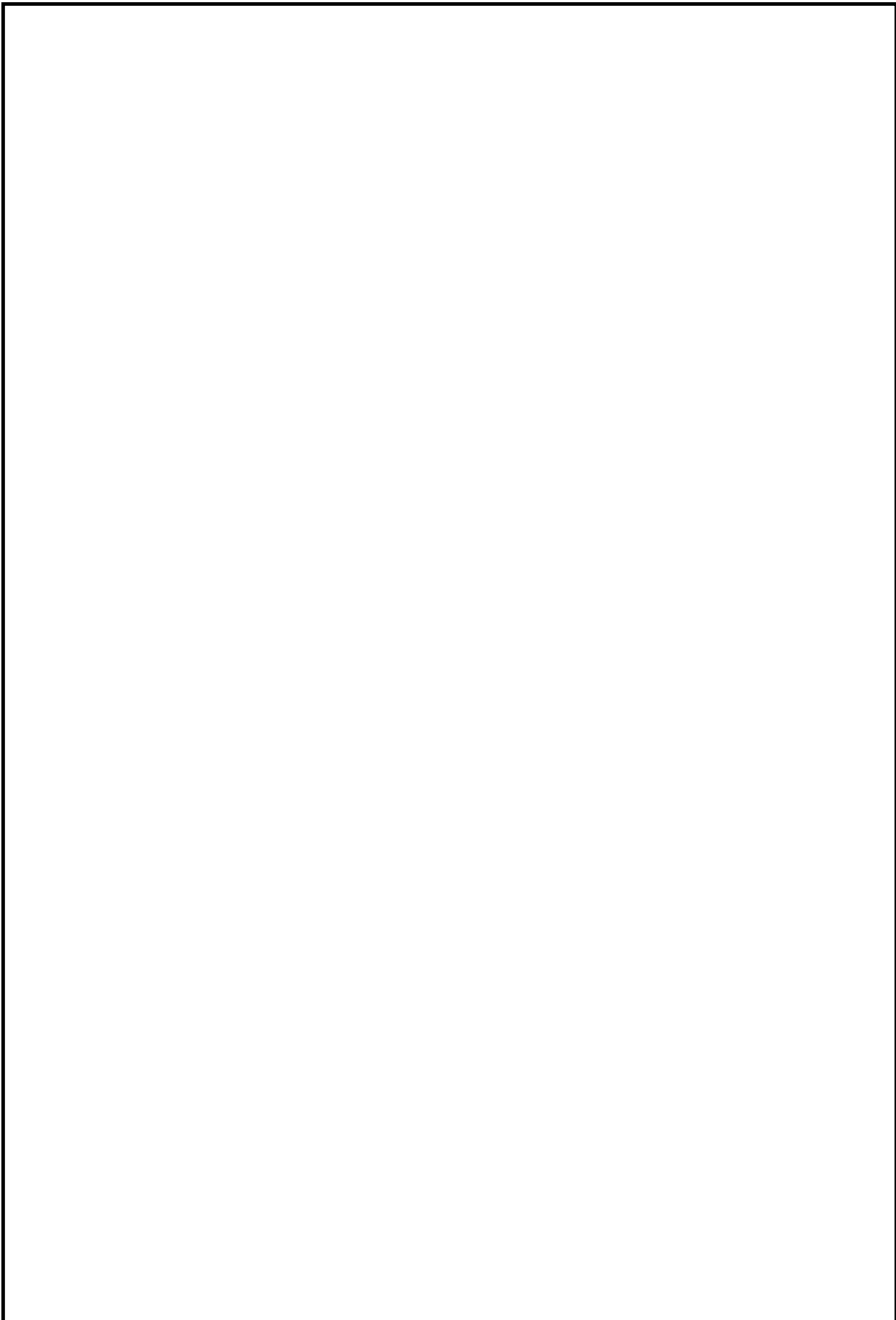
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

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.

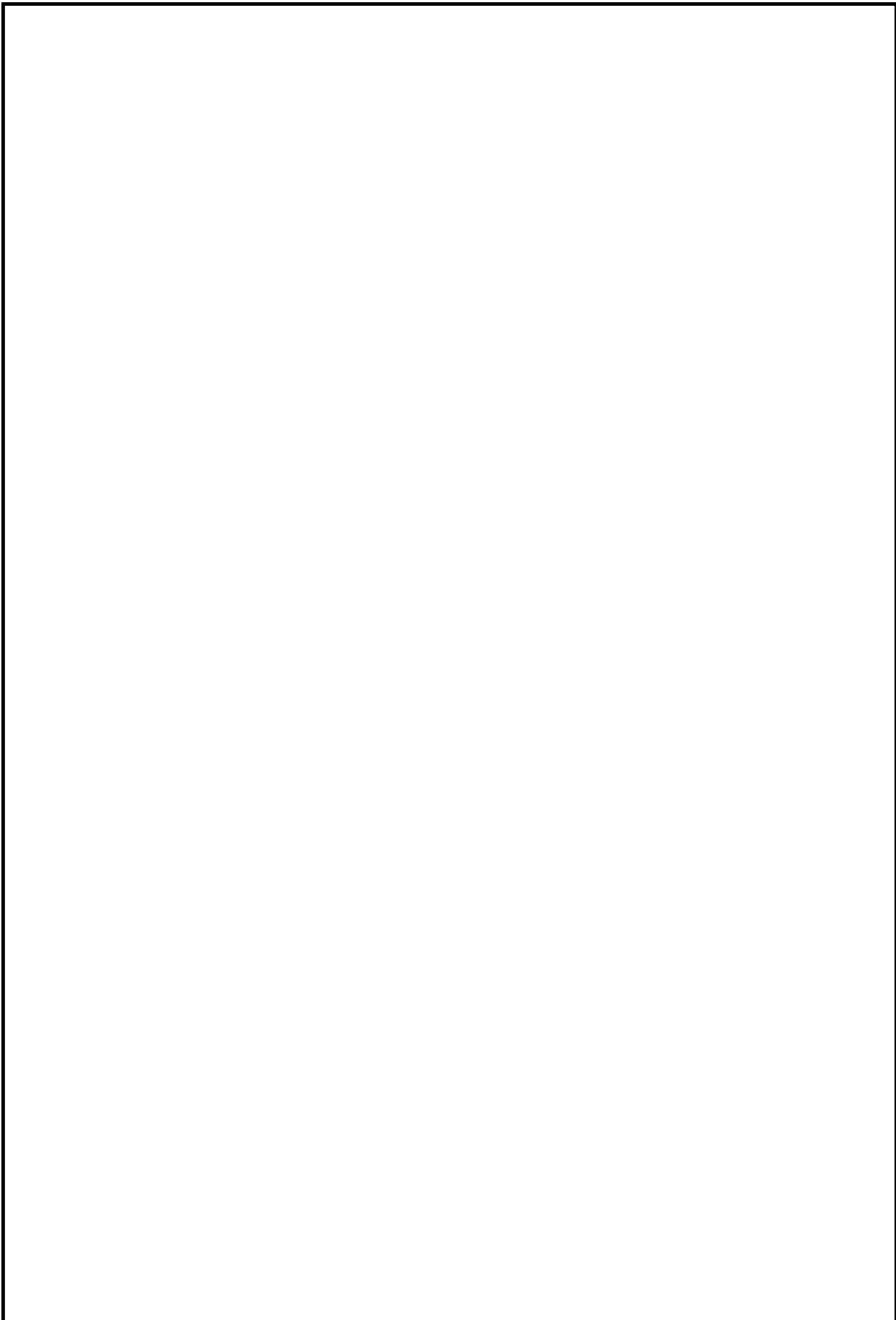
					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43



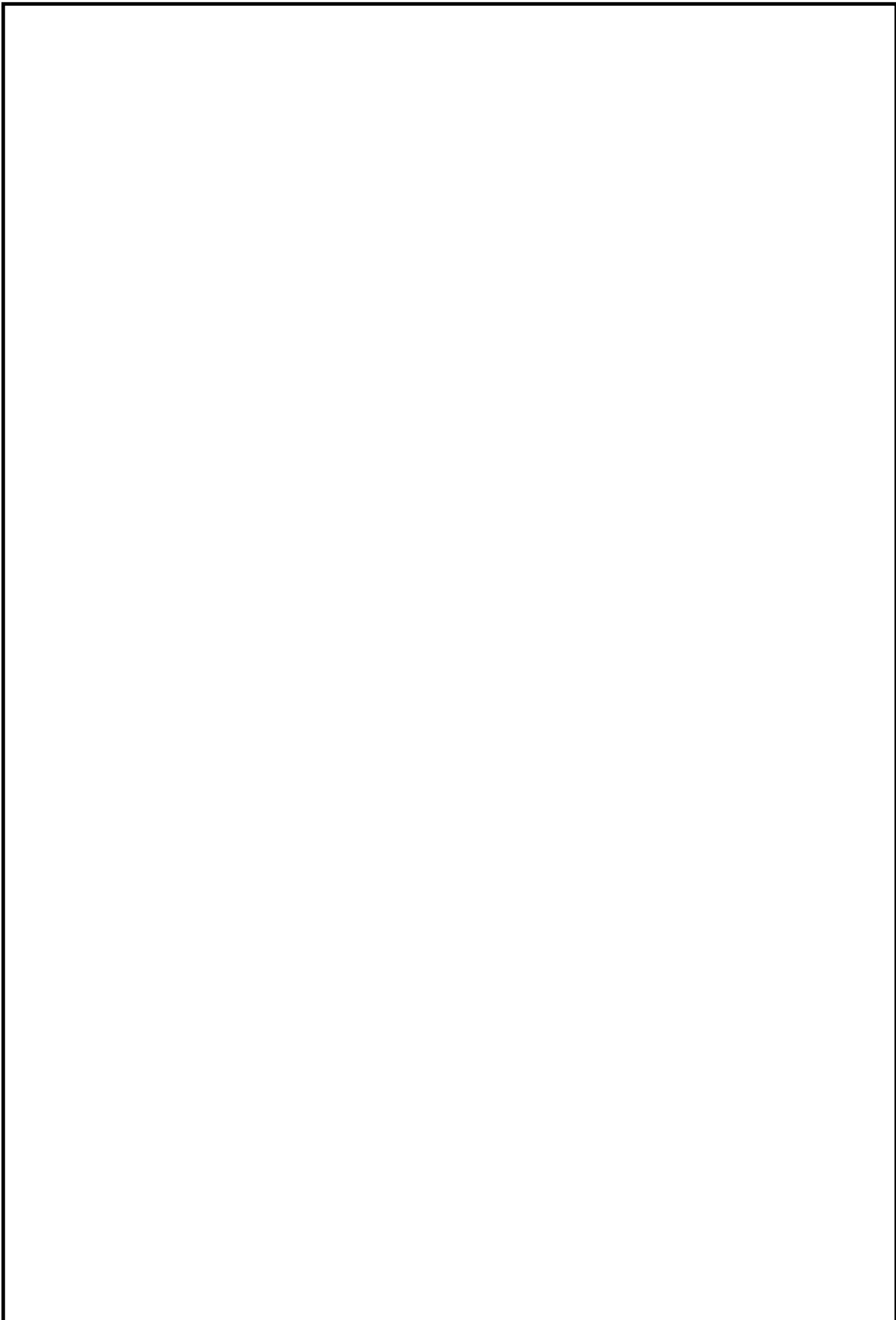
					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44



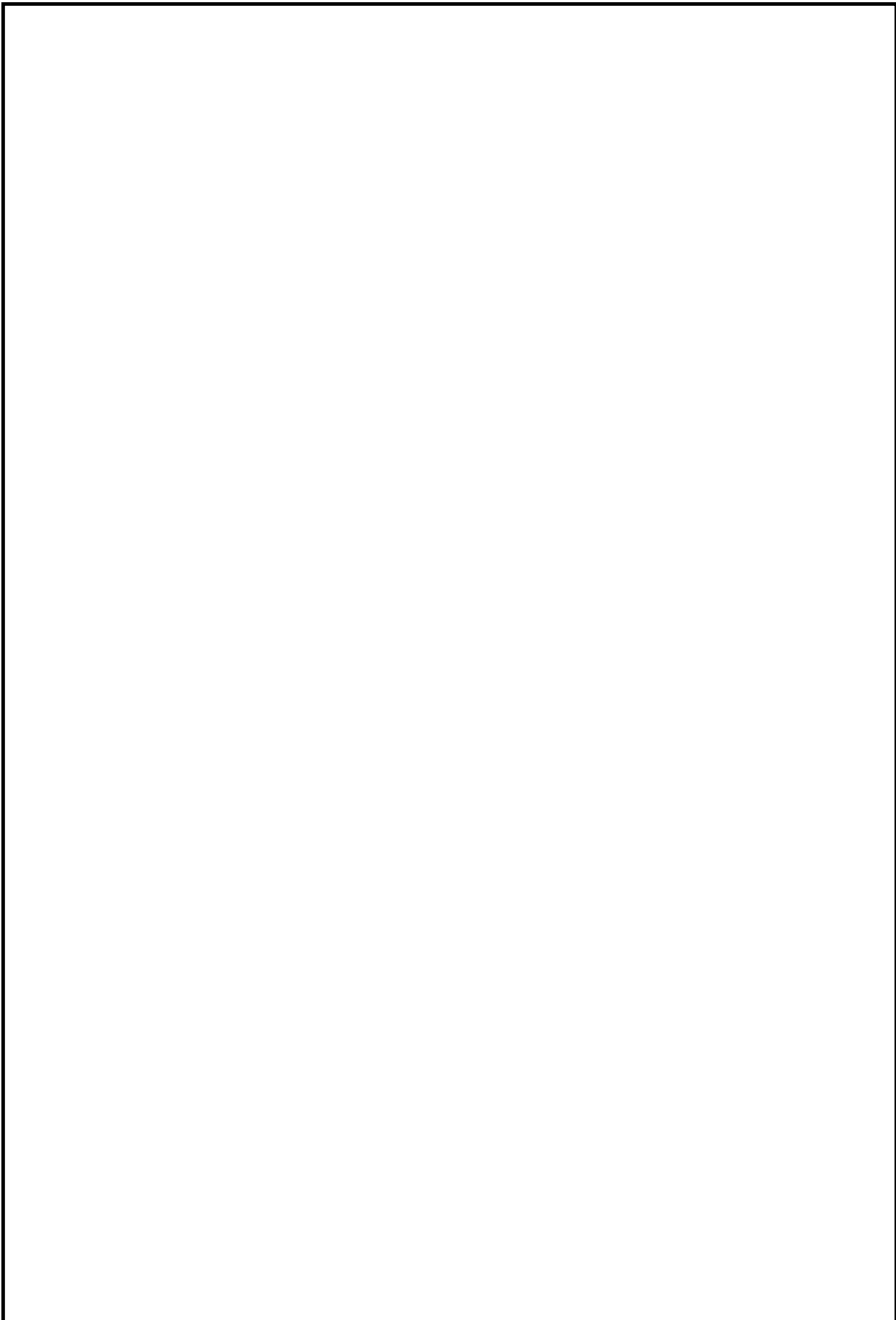
					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45



					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46



					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47



					ЕП.18.15.5.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48