

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

Інститут Електроенергетики
(інститут)
Електротехнічний факультет
(факультет)
Кафедра електропривода
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студента **Несмеянова Микити Денисовича**
(ПІБ)

академічної групи **141-17-4**
(шифр)

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

спеціалізації¹ **141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

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

(офіційна назва)

на тему **Автоматизований електропривод механізму переміщення козлового крану**
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи				
розділів:				
Технологічна частина	Колб А.А			
Автоматизований електропривод	Колб А.А			
Дослідження динаміки електропривода	Колб А.А			
Охорона праці	Столбченко О.В			
Техніко-економічне обґрунтування	Тимошенко Л.В			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

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

Дніпро
2021

					<i>ЕП.ПД.21.15.1</i>	Лист
	001					1
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
електропривода
(повна назва)

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

«_____» _____ 20__ року

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

Студенту Несмеянова М.Д академічної групи 141-17-4
(прізвище та ініціали)

(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

спеціалізації¹ _____

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему Автоматизований електропривод механізму переміщення козлового крану

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

Розділ	Зміст	Термін виконання

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

Дата видачі 02 квітня 2021

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

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

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: с, рис., табл., источников, 4 листа чертежей.

Объект детальной разработки: электропривод козлового крана

Цель работы: разработать современный автоматизированный электропривод механизма передвижения крана

В разделе «Технологическая часть» описаны основные технические данные крана, приведена кинематическая схема электропривода механизма передвижения крана.

В разделе «Автоматизированный электропривод» описан привод передвижения крана, найдены статические и динамические моменты, произведен выбор электродвигателей и преобразователей частоты.

В разделе «Исследование динамики электропривода» была собрана модель электропривода переменного тока с векторным управлением и произведено моделирование.

В разделе «Охрана труда» произведено описание территории объекта проектирования, анализ вредных факторов и мер противопожарной безопасности.

В разделе «Технико-экономическое обоснование» произведен расчет капитальных затрат на реализацию проекта, расчет эксплуатационных расходов. Также была определена годовая экономия, показатели экономической эффективности и произведен их анализ.

КОЗЛОВОЙ КРАН, МЕХАНИЗМ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ, СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, АД с К.З. РОТОРОМ, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ, МОДЕЛИРОВАНИЕ

					<i>ЕП.ПД.21.15.1</i>	Лист
	003					3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: с, рис., табл., джерел, 4 листа креслень.

Об'єкт детальної розробки: електропривод козлового крана

Мета роботи: розробити сучасний автоматизований електропривод механізму пересування крана

В розділі «Технологічна частина» описані основні технічні дані крана, приведена кінематична схема електроприводу механізму пересування крана.

У розділі «Автоматизований електропривод» описаний привод переміщення крану, знайдені статичні та динамічні моменти, проведений вибір електродвигунів і перетворювачів частоти.

У розділі «Дослідження динаміки електропривода» була зібрана модель електропривода змінного струму з векторним керуванням і проведено моделювання.

У розділі «Охорона праці» проведено опис території об'єкта проектування, аналіз шкідливих факторів і мір пожежної безпеки.

У розділі «Техніко-економічне обґрунтування» проведений розрахунок капітальних затрат на реалізацію проекту, розрахунок експлуатаційних витрат. Також була визначена річна економія, показники економічної ефективності і проведений їх аналіз.

КОЗЛОВИЙ КРАН, МЕХАНІЗМ ПЕРЕМІЩЕННЯ, СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, АД з К.З. РОТОРОМ, ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЧАСТОТИ, МОДЕЛЮВАННЯ

					<i>ЕП.ПД.21.15.1</i>	Лист
	004					4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ABSTRACT

Explanatory note: pages, tables, pictures, sources.

The object of detailed design: electric gantry crane

Objective: To develop a modern automated electric movement of the crane mechanism KCK-20.

In "The technological part" describes the basic technical data tap, given kinematics actuator mechanism of movement of the crane.

In the section "Automatic Electric," described the drive movement of the crane, found static and dynamic moments, made the choice of electric motors and frequency converters.

In the "study of the dynamics of the electric" was assembled model AC Motors with vector control and produced by simulation.

In the "Occupational Safety" produced a description of the territory of the facility design, analysis of hazards and fire safety.

In the "feasibility study" calculated the capital cost for the project, the calculation of operating costs. It was also determined by the annual savings, economic performance and produced their analysis.

GANTRY CRANE, MECHANISM OF LIFTING, CONTROL SYSTEM,
ASYNCHRONOUS MOTOR WITH THE ROTOR OF SHORT CIRCUIT,
TRANSFORMER OF FREQUENCY, SIMULATION

СОДЕРЖАНИЕ

					<i>ЕП.ПД.21.15.1</i>	Лист
	005					5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Вступ... 5 лист

1. Технологічна частина... 6 арк

1.1 Загальні відомості про козлових кранах, вимоги до приводів

1.2 Технічна характеристика крана КСК20

2. Автоматизований електропривод... 15 арк

3. Дослідження динаміки електроприводу... 28 арк

4. Техничо – экономическое обоснование ... 36 арк

4.1 Розрахунок капітальних витрат 38 арк

4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат..... 40 арк

4.2.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань.... 40 арк

4.2.4 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт... 41 арк

4.2.5. Розрахунок вартості спожитої електроенергії.... 42 арк

4.2.6. Визначення інших витрат..... 43 арк

Висновок... 44 арк

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів при експлуатації системи управління козлового крана КСК20

5.2 Инженерно-технические и организационные мероприятия по защите от вредных факторов

5.2.1 Електробезпека

5.2.2 Захист від шуму і вібрації

5.2.3 Стан забруднення атмосфери гірничо-збагачувальних комбінатів

5.2.4 Механічні травми

5.3 Пожежна профілактика

5.4 Розрахунок освітлення робочого місця оператора козлового крана

					<i>ЕП.ПД.21.15.1</i>	Лист
	006					6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВСТУП

Переміщення вантажів в процесі господарської діяльності здійснюється з використанням вантажопідіймальних машин різного призначення.

Вантажопідійомні машини за призначенням об'єднуються в наступні групи:

1. Універсальні машини для підйому і переміщення вантажу за допомогою гака на гнучкому підвісі (вантажному канаті). До них відносяться різні крани, кран-балки, лебідки, талі. Варіантом цієї групи є машини зі спеціальним вантажозахватним органом на вантажному канаті.
2. Різні вантажопідійомні крани для перевантаження сипучих вантажів за допомогою грейфера.
3. Вантажопідійомні машини для переміщення вантажу за допомогою захоплення, що переміщається по жорстких напрямних. До них відносяться крани-штабелери, технологічні крани металургії, штирові крани кольоровий металургії.
4. Спеціалізовані крани для зведення будівель і споруд. До них належать будівельні баштові крани, судосборочні крани і са-мопод'ємні будівельні крани.
5. Крани з несучими канатами (кабель-крани).

Вантажопідійомні машини виготовляються для різних умов іспль-зовання за ступенем завантаження, часу роботи, інтенсивності ведення опе-рацій, ступеня відповідальності вантажопідійомних операцій і кліматичних факторів експлуатації. Ці умови забезпечуються основними параметрами вантажопідіймальних машин.

					<i>ЕП.ПД.21.15.1</i>	Лист
	007					7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

					<i>ЕП.ПД.21.15.1</i>	Лист
	008					8
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

1.1. Загальні відомості про козлових кранах, вимоги до приводів

Козлові крани відносяться до кранів мостового типу і по режиму роботи не відрізняються від них.

Особливістю конструкції козлових кранів, що пред'являє вимоги до електроприводу механізмів пересування, є велика навітряна площа і відповідно більша вітрове навантаження, що діє поперек прогонової будови. Крім того, при великих довжинах прольоту, щоб уникнути поломки металоконструкції, буває необхідно синхронізувати роботу механізмів пересування опор крана.

Козлової кран, що розглядається в дипломному проекті, встановлений на Дніпровському металургійному комбінаті ім. Ф.Е. Держинського і виконує функцію завантаження транспорту металопрокатом.

Область навантажень і вимоги до механічних характеристиках кранових електроприводів:

Електропривод вантажопідіймальних кранів має ряд особливостей, що відрізняють його від електроприводів інших загальнопромислових і спеціальних механізмів:

- механічні характеристики електроприводу розташовані у всіх чотирьох квадрантах;
- відносно невисокий діапазон регулювання швидкості (в більшості випадків не вище 10: 1 при Однозонна регулювання швидкості);
- відсутність високих вимог до жорсткості механічних характеристик;
- відсутність високих вимог до швидкодії;
- температура навколишнього середовища змінюється від -40 до $+40$ ° С. У металургійних цехах інтервал зміни температури навколишнього середовища становить від 10 до $+50$ ° С;
- відносна вологість повітря характеризується середнім рівнем 90% при температурі навколишнього середовища $+25$ ° С;

					<i>ЕП.ПД.21.15.1</i>	Лист
	009					9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- осадження пилу з повітря 5 г / м² на добу;
- осадження парів кислот з повітря 500 мг / м² на добу;
- механічні дії: вібрації і удари, викликані пересуванням механізмів; характеризуються частотою 50 Гц і прискоренням 5 м / с²; поодинокі повторювані удари з прискоренням до 30 м / с².
- часта відсутність кваліфікованого обслуговування;
- жорсткі вимоги щодо простоти експлуатації та надійності роботи.

1.2. Технічні характеристики крана КСК20

Таблиця 1.1 - Основні технічні дані і характеристики крана

Тип крана	Козлової електричний спеціальний г / п 20т
індекс крана	КСК20
призначення крана	Обслуговування відкритих майданчиків, складів та монтаж будівельних конструкцій
Група класифікації (режиму) крана по ІСО4301 / 1	A4
Група класифікації (режиму) механізмів по ІСО4301 / 1 головного підйому пересування крана пересування візка	M3 M3 M3
тип приводу	електричний
Навколишнє середовище, в якій може експлуатуватися кран	Діапазон температур: -40 - +40 С
Нижня температура для неробочого стану крана	-40 С
Відносна вологість повітря	Верхнє значення 98% при температурі <25 С без конденсації вологи
вибухонебезпечність	вибухобезпечна
пожежонебезпека	пожежобезпечна

Допустима швидкість вітру, м / с: для робочого стану (з урахуванням поривів вітру), відповідна порогу спрацьовування анемометра, встановленого на крані, для робочого стану крана на висоті 27 м	18,5
для неробочого стану крана, на висоті 10 м	30
Обмеження одночасного виконання робочих операцій: забороняється	Виробляти краном більше двох операцій одночасно; • підйом (спуск) вантажу величиною більш 0,6номінальної вантажопідйомності з одночасним пересуванням крана або візка
ланцюг: ланцюг силова: ланцюг управління: ланцюг робочого освітлення: ланцюг ремонтного освітлення:	Рід електричного струму, напруга і число фаз: змінний, 380 В, трифазний; змінний, 380 В, однофазний; змінний, 220 В, однофазний; змінний, 12 В, однофазний
Вантажопідйомність головного підйому, т	20
Висота підйому максимальна, м	14
Глибина опускання максимальна, м	-
Проліт крана, м	24
Виліт консолей, м: ліва права	16 6,48
База, м	10,44
Швидкість, м / хв: підйому вантажу опускання вантажу посадки вантажу	7 ... 8 1,3 ... 2,4 7 ... 8
кратність поліспасти	8

Продовження табл. 1.1.

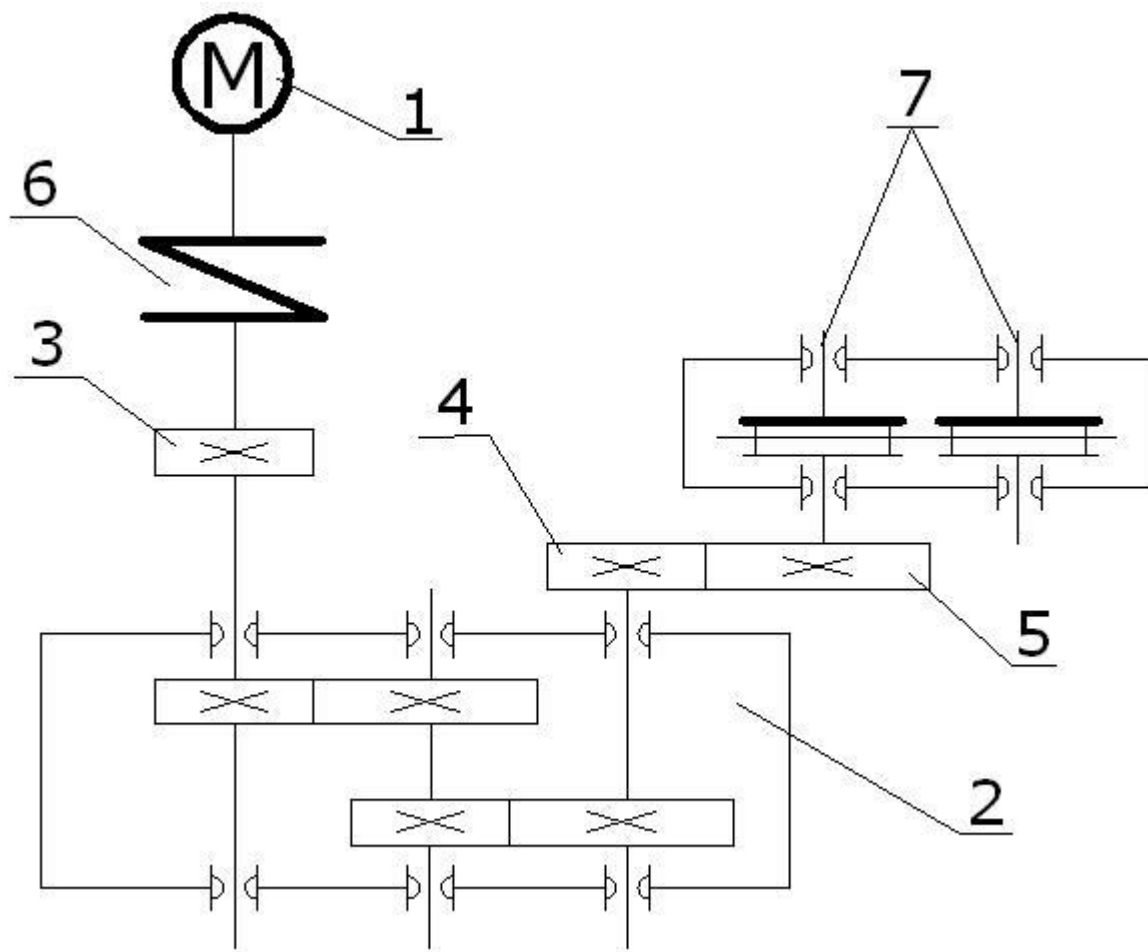
Швидкість пересування, м / хв:	
Крана з вантажем на гаку	37
Вантажного візка з вантажем максимальної маси	33
Здолати ухил шляху, радий (град)	0 , 003 (0 10`)
Місце управління: при роботі	і з кабіни
при монтажі і випробуванні	з виносного пульта
спосіб управління	електричний
Спосіб струмопроводу до крана і механізмам	гнучкий кабель
Маса крана та його основних частин, т:	
конструктивна маса крана	80,3
маса баласту	10
Розрахункове навантаження ходового колеса на рейку, кН (тс)	289 (28,9)
Тип підкранової рейки	по ГОСТ173 - Р43
Сумарна номінальна потужність електродвигунів, (без урахування електродвигуна талі електричної), кВт	78

Таблиця 1. 2 - Технічні дані і характеристики складальних вузлів і деталей

параметри	Електродвигун приводу механізму	Електродвигун приводу механізму	Електродвигун приводу механізму
Призначення (механізм, на якому встановлений двигун)	Механізм підйому вантажу		
Тип і умовне позначення	4МТМ225L8	МТФ311-6 У 1	МТФ311-8 У 1 4 шт.
рід струму	змінний	змінний	змінний
Напруга, В	220/380	220/380	220/380
Номінальний струм, А	89	30.5	22.8 * 4
Частота, Гц	50	50	50
Номінальна потужність, кВт	37	11	7.5 * 4

Продовження табл. 1.2.

Частота обертання, рад / с (об / хв) ПВ,% за 10 хв	74 (725) 40	108 (945) 40	74.5 (695) 40
Виконання (нормальне, влагозахисне, вибухо - пожарозахисне, морське і т.п.)	нормальне	нормальне	нормальне
Ступінь захисту по ГОСТ 17494	IP44	IP44	IP44



Мал. 2. Кінематична схема механізму пересування крана

- 1 - Електродвигун;
- 2 - Редуктор 1Ц2У-250-20-22У1;
- 3 - гальмо ТКГ-160У2;
- 4 - Шестерня;
- 5 - Вінець зубчастий;
- 6 - Муфта втулично-пальцева;
- 7 - Підшипник 3524 ГОСТ 5721 .

	0015			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЕП.ПД.21.15.1

Лист

15

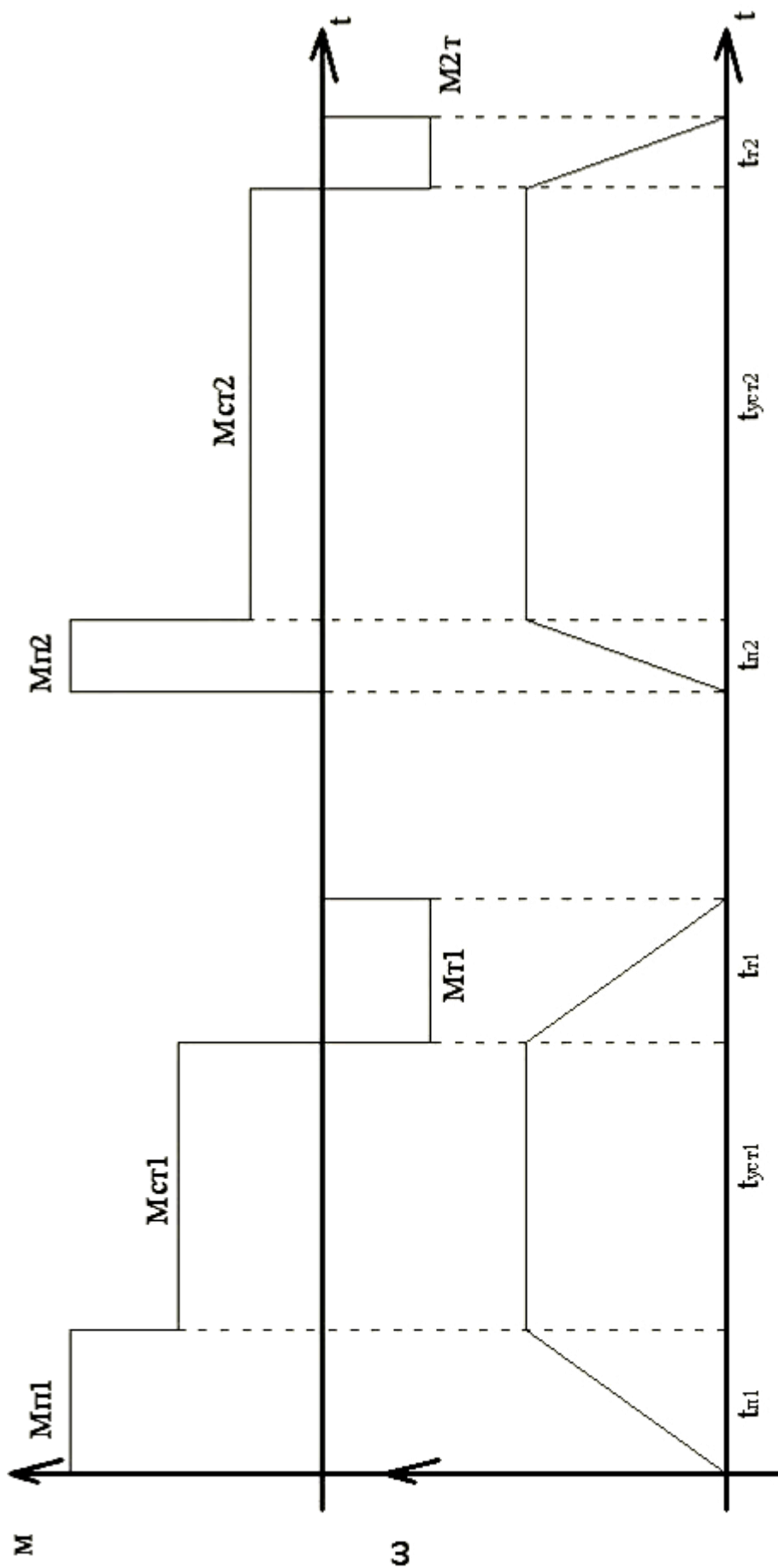


Рис.3. Общий вид нагрузочной диаграммы электропривода передвижения крана

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
	16			

ЕП.ПД.21.15.1

2. АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВІД

					<i>ЕП.ПД.21.15.2</i>	Лист
	17					17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

P_H , кВт	U_H , В	n_H , Об/хв	$I_{H.c.}$, А	η_H , %	$I_{H.p.}$, А	U_p , В	M_{max} , Н*м	J_H , кг * м ²
7,5	380	695	22,8	73	21	245	265	0,275

Для визначення доцільності установки даних двигунів на механізм потрібно перевірити двигуни на нагрів. Вихідними даними для перевірки є здатність навантаження діаграма $M_{рм} = f(t)$ і діаграма швидкості $\omega_{рм} = f(t)$ робочої машини за цикл роботи. Для побудови цих залежностей зробимо необхідні розрахунки.

Визначимо номінальну кутову частину:

$$\omega_H = \frac{\pi * n_H}{30};$$

$$\omega_H = \frac{3,14 * 695}{30} = 72,7 \text{ (рад/с)}.$$

					<i>ЕП.ПД.21.15.2</i>	Лист
	18					18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Про межах номінальної кутової частоти обертання одного колеса . Для цього номінальну кутову частоту двигуна потрібно розділити на передавальне число редуктора:

$$\omega_{н.к.} = \frac{\omega_n}{i};$$

$$\omega_{н.к.} = \frac{72,7}{20} = 3,635 \text{ (рад/с)}.$$

Визначимо лінійну швидкість руху крана: $v = \omega_{н.к.} * R$;

$$v = 3,635 * 0,2 = 0,727 \text{ (м/с)};$$

де R - радіус колеса.

Швидкісні параметри визначають продуктивність механізмів, їх енергоємність і технологічні умови роботи. Для мостових і козлових кранів вироблені наступні швидкісні параметри: швидкість пересування крана лежить в діапазоні 0,6 - 0,8 м / с. Певна нами швидкість лежить в цих рамках.

Розрахуємо номінальний момент двигуна:

$$M_n = \frac{9550 * P_n}{n_n};$$

$$M_n = \frac{9550 * 7,5}{695} = 103,1 \text{ (Н * м)}.$$

Визначимо необхідні параметри крана при роботі в завантаженому стану.

Визначимо момент інерції , приведений до валу двигуна, крана, що працює з вантажем :

$$J_3 = J_{дв} + \frac{m_3 * v^2}{\omega^2};$$

$$J_3 = 0,275 + \frac{27,6 * 10^3 * 0,727^2}{72,7^2} = 3,04 \text{ (кг * м}^2\text{)};$$

де m_3 маса, яка припадає на одну опору крана при роботі з вантажем .

					<i>ЕП.ПД.21.15.2</i>	Лист
	19					19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Визначимо статичний момент, що розвивається двигуном в сталому режимі :

$$M_{\text{ст.з.}} = \frac{k_p * (G + G_0) * (\mu * \frac{d_{\text{ц}}}{2} + f)}{i * \eta_M * N};$$

$$M_{\text{ст.з.}} = \frac{1,75 * (90,3 * 10^3 + 20 * 10^3) * (0,015 * \frac{0,2}{2} + 0,5 * 10^3)}{20 * 0,97 * 4} = 48,8 \text{ (Н * м)};$$

де k_p – коефіцієнт, що враховує тертя реборд коліс об рейки, що виникає внаслідок можливого перекосу конструкції моста або візки (для кранового моста з індивідуальним приводом ходових коліс з циліндричним ободом і підшипниками кочення дорівнює $k_p = 1,75$);

G – вантаж крану;

G_0 – вантаж грузу;

μ – коефіцієнт тертя в опорах ходових коліс (для кулькових і роликових підшипників ходових коліс механізмів пересування дорівнює: $\mu = 0,015$);

f коефіцієнт тертя кочення ходових коліс (для ходових коліс діаметром 400 мм, що пересуваються по сталевих рейках з плоскою головкою дорівнює: $f = 0,5 * 10^3$);

η_M – КПД передач механізма;

$d_{\text{ц}}$ - діаметр цапф (підшипників) коліс;

N – кількість двигунів.

Знайдем час розгону механізму при роботі з вантажем:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{M_{\text{дв}} - M_{\text{ст.з.}}}{J_3};$$

$$t_{\text{разг.з.}} = \frac{\Delta\omega * J_3}{M_{\text{дв}} - M_{\text{ст.з.}}};$$

$$t_{\text{разг.з.}} = \frac{72,7 * 3,04}{1,5 * 103,1 - 48,8} = 2,1 \text{ (с)},$$

де $M_{\text{дв}}$ – момент, що розвивається двигуном при наборі швидкості з вантажем;

$M_{\text{ст.з.}}$ – статичний момент, що розвивається двигуном в сталому режимі при роботі з вантажем;

					<i>ЕП.ПД.21.15.2</i>	Лист
	20					20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

J_3 - момент інерції механізму з вантажем .

Знайдемо час гальмування механізму при роботі з вантажем:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{M_{дв} + M_{ст.з.}}{J_3};$$

$$t_{\text{торм.з.}} = \frac{\Delta\omega * J_3}{M_{дв} + M_{ст.з.}};$$

$$t_{\text{торм.з.}} = \frac{72,7 * 3,04}{1,5 * 103,1 + 48,8} = 1,1 \text{ (с)}.$$

Знайдемо шлях, пройдений колесом за час розгону:

$$\varepsilon = \frac{\omega_n}{t_{\text{разг.з.}}};$$

$$\varepsilon = \frac{72,7}{2,1} = 34,8 \text{ (рад/с}^2\text{)} \text{ кутове прискорення при розгоні з вантажем};$$

$$\varphi_{\text{разг.з.}} = \frac{\varepsilon * t_{\text{разг.з.}}^2}{2 * i};$$

$$\varphi_{\text{разг.з.}} = \frac{34,8 * 2,1^2}{2 * 20} = 3,8 \text{ (рад)} \text{ - кут, пройдений колесом при розгоні .}$$

Довжина кола колеса:

$$C = 2 * \pi * R;$$

$$C = 2 * 3,14 * 0,2 = 1,256 \text{ (м)}.$$

Знайдемо шлях , пройдений краном при розгоні з вантажем;

$$x_{\text{разг.з.}} = \frac{3,8 * 1,256}{3,14} = 0,76 \text{ (м)}.$$

Знайдемо шлях, пройдений колесом за час гальмування:

$$\varepsilon = \frac{\omega_n}{t_{\text{торм.з.}}};$$

$$\varepsilon = \frac{72,7}{1,1} = 66,9 \text{ (рад/с}^2\text{)} \text{ - кутове прискорення при гальмуванні з вантажем};$$

$$\varphi_{\text{торм.з.}} = \frac{\varepsilon * t_{\text{торм.з.}}^2}{2 * i};$$

$$\varphi_{\text{торм.з.}} = \frac{34,8 * 1,1^2}{2 * 20} = 2,02 \text{ (рад)} \text{ - кут, пройдений колесом при гальмуванні};$$

Знайдемо шлях , пройдений краном при гальмуванні з вантажем:

					<i>ЕП.ПД.21.15.2</i>	Лист
	21					21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$x_{\text{торм.з.}} = \frac{2,02 \cdot 1,256}{3,14} = 0,4 \text{ (м)}.$$

Визначимо необхідні параметри крана при роботі в розвантаженому стані.

Визначимо момент інерції:

$$J_p = J_{\text{дв}} + \frac{m_p \cdot v^2}{\omega^2};$$

$$J_p = 0,275 + \frac{22,6 \cdot 10^3 \cdot 0,727^2}{72,7^2} = 2,54 \text{ (кг} \cdot \text{м}^2\text{)};$$

де m_p - маса, яка припадає на одну про пору крана при роботі без вантажу.

Визначимо статичний момент, що розвивається двигуном в сталому режимі:

$$M_{\text{ст.р.}} = \frac{k_p \cdot (G) \cdot (\mu \cdot \frac{d_{\text{ц}}}{2} + f)}{i \cdot \eta_M \cdot N};$$

$$M_{\text{ст.р.}} = \frac{1,75 \cdot (90,3 \cdot 10^3) \cdot (0,015 \cdot \frac{0,2}{2} + 0,5 \cdot 10^3)}{20 \cdot 0,97 \cdot 4} = 39,95 \text{ (Н} \cdot \text{м)}.$$

Знайдемо час розгону механізму при роботі без вантажу:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{M_{\text{дв}} - M_{\text{ст.р.}}}{J_p};$$

$$t_{\text{разг.р.}} = \frac{\Delta\omega \cdot J_p}{M_{\text{дв}} - M_{\text{ст.р.}}};$$

$$t_{\text{разг.р.}} = \frac{72,7 \cdot 2,54}{1,5 \cdot 103,1 - 39,95} = 1,6 \text{ (с)}.$$

Знайдемо час торможення механізму при роботі без вантажу :

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{M_{\text{дв}} + M_{\text{ст.з.}}}{J_3};$$

$$t_{\text{торм.р.}} = \frac{\Delta\omega \cdot J_3}{M_{\text{дв}} + M_{\text{ст.р.}}};$$

$$t_{\text{торм.р.}} = \frac{72,7 \cdot 2,54}{1,5 \cdot 103,1 + 48,8} = 0,95 \text{ (с)}.$$

Знайдемо шлях, пройдений колесом за час розгону:

					<i>ЕП.ПД.21.15.2</i>	Лист
	22					22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\varepsilon = \frac{\omega_H}{t_{\text{разг.р.}}};$$

$$\varepsilon = \frac{72,7}{1,6} = 45,16 \text{ (рад/с}^2\text{)} - \text{кутове прискорення при розгоні без вантажу}$$

$$\varphi_{\text{разг.р.}} = \frac{\varepsilon * t_{\text{разг.р.}}^2}{2 * i};$$

$$\varphi_{\text{разг.р.}} = \frac{45,16 * 1,6^2}{2 * 20} = 2,9 \text{ (рад)} - \text{кут, пройдений колесом при розгоні .}$$

Знайдемо шлях пройдений краном при розгоні без вантажу:

$$x_{\text{разг.р.}} = \frac{2,9 * 1,256}{3,14} = 0,58 \text{ (м)}.$$

Знайдемо шлях, пройдений колесом за час гальмування:

$$\varepsilon = \frac{\omega_H}{t_{\text{торм.р.}}};$$

$$\varepsilon = \frac{72,7}{0,95} = 76 \text{ (рад/с}^2\text{)} - \text{кутове прискорення при гальмуванні з вантажем .}$$

$$\varphi_{\text{торм.р.}} = \frac{\varepsilon * t_{\text{торм.р.}}^2}{2 * i};$$

$$\varphi_{\text{торм.р.}} = \frac{76 * 0,95^2}{2 * 20} = 1,71 \text{ (рад)} - \text{кут, пройдений колесом при гальмуванні .}$$

Знайдемо шлях , пройдений краном при гальмуванні без вантажу;

$$x_{\text{торм.р.}} = \frac{1,71 * 1,256}{3,14} = 0,342 \text{ (м)}.$$

Майданчик , на якій працює кран , має довжину $x = 20$ (м).

Знайдемо шлях, пройдений краном в сталому режимі при роботі з вантажем:

$$x_{\text{уст.з.}} = x - x_{\text{разг.з.}} - x_{\text{торм.з.}};$$

$$x_{\text{уст.з.}} = 20 - 0,76 - 0,4 = 18,84 \text{ (м)}.$$

Знайдемо час роботи крана в усталеному режимі при роботі з вантажем:

$$t_{\text{уст.з.}} = \frac{x_{\text{уст.з.}}}{v};$$

$$t_{\text{уст.з.}} = \frac{18,84}{0,727} = 25,9 \text{ (с)}.$$

					<i>ЕП.ПД.21.15.2</i>	Лист
	23					23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Знайдемо шлях, пройдений краном в сталому режимі при роботі без вантажу:

$$x_{\text{уст.р.}} = x - x_{\text{разг.р.}} - x_{\text{торм.р.}};$$

$$x_{\text{уст.р.}} = 20 - 0,58 - 0,342 = 19,078 \text{ (м)}.$$

Знайдемо час роботи крана в усталеному режимі при роботі без вантажу:

$$t_{\text{уст.р.}} = \frac{x_{\text{уст.р.}}}{v};$$

$$t_{\text{уст.р.}} = \frac{19,078}{0,727} = 26,2 \text{ (с)}.$$

Ми отримали всі необхідні значення параметрів, які потрібні нам для перевірки обраного двигуна на нагрів.

Зробимо перевірку двигуна на нагрів методом еквівалентних моментів:

$$M_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{M_{\text{п1}} * t_{\text{разг.з.}} + M_{\text{ст.з.}} * t_{\text{уст.з.}} + M_{\text{т1}} * t_{\text{торм.з.}} + M_{\text{п2}} * t_{\text{разг.р.}} + M_{\text{уст.р.}} * t_{\text{уст.р.}} + M_{\text{торм.р.}} * t_{\text{торм.р.}}}{t_{\text{раб.1}} + t_{\text{раб.2}}}} * \frac{\text{ПВ}}{\text{ПВ}_н},$$

де $M_{\text{п1}}, M_{\text{п2}} = 1,5M_{\text{н}};$

$$M_{\text{т1}}, M_{\text{т2}} = -1,5M_{\text{н}};$$

Знайдемо час роботи механізму при роботі з вантажем:

$$t_{\text{раб.1}} = t_{\text{разг.з.}} + t_{\text{уст.з.}} + t_{\text{торм.з.}};$$

$$t_{\text{раб.1}} = 2,1 + 25,9 + 1,1 = 29,1 \text{ (с)}.$$

Знайдемо час роботи механізму при роботі без вантажу:

$$t_{\text{раб.2}} = t_{\text{разг.р.}} + t_{\text{уст.р.}} + t_{\text{торм.р.}};$$

$$t_{\text{раб.2}} = 1,6 + 26,2 + 0,95 = 28,75 \text{ (с)}.$$

Знайдемо час першої паузи:

$$t_{\text{п1}} = \frac{t_{\text{раб.1}} * (1 - \text{ПВ}_н)}{\text{ПВ}_н};$$

					<i>ЕП.ПД.21.15.2</i>	Лист
	24					24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$t_{п1} = \frac{29,1 \cdot 0,6}{0,4} = 43,65 \text{ (с)}.$$

Знайдемо час другої паузи:

$$t_{п2} = \frac{t_{раб.2} \cdot (1 - ПВ_H)}{ПВ_H};$$

$$t_{п2} = \frac{28,75 \cdot 0,6}{0,4} = 43,125 \text{ (с)}.$$

Знайдемо час циклу:

$$T_{ц} = t_{раб.1} + t_{п1} + t_{раб.2} + t_{п};$$

$$T_{ц} = 29,1 + 43,65 + 28,75 + 43,125 = 145 \text{ (с)}.$$

Знайдемо ПВ:

$$ПВ = \frac{t_{раб.1} + t_{раб.2}}{T_{ц}} * 100;$$

$$ПВ = \frac{29,1 + 28,75}{145} * 100 = 39,8.$$

І так знайдемо еквівалентний момент:

$M_{экв}$

$$= \sqrt{\frac{50224,86 + 61679,2 - 26308,26 + 38226,56 + 45885 - 22720,77}{57,85}} * 0,995$$

=

$$= 50,3 \text{ (Н * м)}.$$

Для проходження двигуна по нагріванню має виконатися умова:

$$M_H > M_{экв}.$$

У нашому випадку:

$$103,1 \text{ (Н * м)} > 50,3 \text{ (Н * м)}.$$

Висновок: двигун підходить за нагріванням.

Вибір системи управління двигунами

					<i>ЕП.ПД.21.15.2</i>	Лист
	25					25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

У системах кранових електроприводів застосовують різні способи управління. Розглянемо деякі з них .

Системи управління з магнітними контролерами застосовують для кранового електроустаткування, що працює на постійному і змінному струмі щодо великої потужності (на постійному до 180 кВт). На змінному струмі ці система застосовують для управління одно- і двошвидкісними асинхронними електродвигунами з короткозамкненим ротором і асинхронними електродвигунами з фазним ротором.

Ці системи з магнітними контролерами для керування асинхронними електродвигунами з коротко- замкненим ротором застосовують зазвичай на кранах при потужності електродвигунів до 40 кВт, а для асинхронних електродвигунів з фазним ротором - в діапазоні потужностей 11-200 кВт (для механізмів підйому) і 3,5 100 кВт (для механізмів пересування).

Системи управління крановими електроприводами змінного струму з тиристорним перетворювачем напруги знаходять застосування для асинхронних електродвигунів з фазним ротором кранових механізмів різного призначення. Тиристорний перетворювач напруги включається в ланцюг обмотки статора і служить для регулювання напруги, що підводиться до цієї обмотці. Основні переваги цієї системи управління: можливість отримання стійких малих посадочних швидкостей при діапазоні регулювання до 10: 1, забезпечення бестокової комутації статорних ланцюгів електродвигуна, що збільшує зносостійкість і термін служби електрообладнання.

Система управління крановими електроприводами постійного струму Г-Д (генератор-двигун) широко застосовувалася в кранових електроприводах до 60-70-х років через наступних основних її переваг: значного діапазону регулювання швидкості (20: 1 і більше), плавного і економічного регулювання швидкості і гальмування, довгий час служби, відносно невисокій вартості.

Системи управління з перетворювачами частоти (ПЧ - АД) дозволяють в кранових електроприводах при застосуванні асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором отримати високий діапазон регулювання швидкості при хороших динамічних показниках електроприводу.

Крім того система управління з перетворювачем частоти дозволяє вести точний контроль швидкості і моменту асинхронного двигуна (АД) без

					<i>ЕП.ПД.21.15.2</i>	Лист
	26					26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

використання датчика швидкості. Також система перетворювач частоти - двигун має такі переваги: виключаються помилкові спрацьовування систем захисту, оскільки струм і момент АД регулюються безпосередньо; відсутні резонансні явища, які породжують небажані звуки при роботі приводу; підвищена жорсткість механічної характеристики у всьому діапазоні зміни швидкості.

Крім всіх цих переваг система ПЧ-АД споживає менше електроенергії, ніж управління іншими способами.

Прийmemo для проектованої установки систему управління ПЧ-АД.

Вибір перетворювача частоти проводиться по струму повної потужності.

$$S_{н.дв.} = \sqrt{3} * I_{н.с.} * U_{н.};$$

$$S_{н.дв.} = \sqrt{3} * 22,8 * 380 = 14,7 \text{ кВА} .$$

Віберемо перетворювач частоти Серії Altivar 71 фірми Schneider Electric: ATV71HD11N4 (Схема Підключення приведена на 3 Аркуші графічної частини).

Таблиця 2.1. Параметри преобразователь частоты ATV71HD11N4

$P_{н}, \text{кВт}$	$I_{л}, \text{А}$	$I_{м.уст.}, \text{А}$	S
11	36,6	27	24,1

Серія перетворювачів частоти Altivar 71 відповідає найсуворішим вимогам застосувань 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 характер Істик з алгоритмами векторного управління потоком в розімкнутої або замкнутій системі приводу;
- розширений діапазон вихідної частоти для високошвидкісних двигунів;

- паралельне включення двигунів і спеціальні приводи з використанням скалярного закону управління;
- точність підтримки швидкості і енергозбереження для разомкнутого приводу з синхронним двигуном;
- 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 численних застосувань.

Підйомно-транспортне обладнання:

- у правління гальмом, адаптоване для приводів переміщення, підйому і повороту.
- в есоізмереніе ;
- п од'єм з підвищеною швидкістю ;
- до онтроль стану гальма ;
- у правління впливом кінцевих вимикачів закінчення ходу ;
- в ибор слабини тросів.

Перетворювач частоти Altivar 71 має вбудовані протоколи Modbus і CANopen, а також значні функціональні можливості. Функціональність перетворювача може бути збільшена за допомогою додаткових карт розширення входів / виходів, комунікаційних карт і інтерфейсних карт датчика зворотного зв'язку по швидкості. Перетворювач частоти Altivar 71 включається в ланцюг безпеки виробничих установок. Він володіє захисною функцією блокування ПЧ, яка виключає несанкціонований пуск двигуна.

Перетворювач Altivar 71 може встановлюватися різними способами для інтеграції в виробничі механізми.

Перетворювач частоти Altivar 71 забезпечує просте і швидке програмування з використанням макроконфігурацій, що відповідають різним видам застосування: пуск / зупинка, підйомно / транспортне обладнання, механізми загального призначення, підключення до комунікаційних мереж, ПД-регулятор, режим "провідний / ведений". При цьому будь-яка з конфігурацій залишається повністю модифікується.

					<i>ЕП.ПД.21.15.2</i>	Лист
	28					28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 . ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРО ПРИВОДУ

					<i>ЕП.ПД.21.15.2</i>	Лист
	29					29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Метою досліджень динаміки розробленої системи керування електроприводом механізму пересування козлового крана є про-верка якості перехідних процесів в системі автоматичного регулювання-вання в характерних для даного електроприводу режимах. Розрахунок перехідних процесів повинен продемонструвати задовільний якість перехідних процесів при прийнятих параметрах регуляторів.

Найбільш зручним з точки зору технічної реалізації є структурний моделювання з використанням передавальних функцій дослідюемо об'єкта. Одним з широко застосовуваних сучасних пакетів, реалізовуючих структурний моделювання, є MATLAB.

Виходячи з структурної схеми САР (рис. 4 і рис. 5), розрахованих параметрів електроприводу і регуляторів, розроблено математичну модель електроприводу механізму пересування козлового крана стосовно до додатка Simulink пакета MATLAB.

Схема моделі АД з векторним керуванням для дослідження динаміки приведена на малюнку 7 і на аркуші 4 графічної частини.

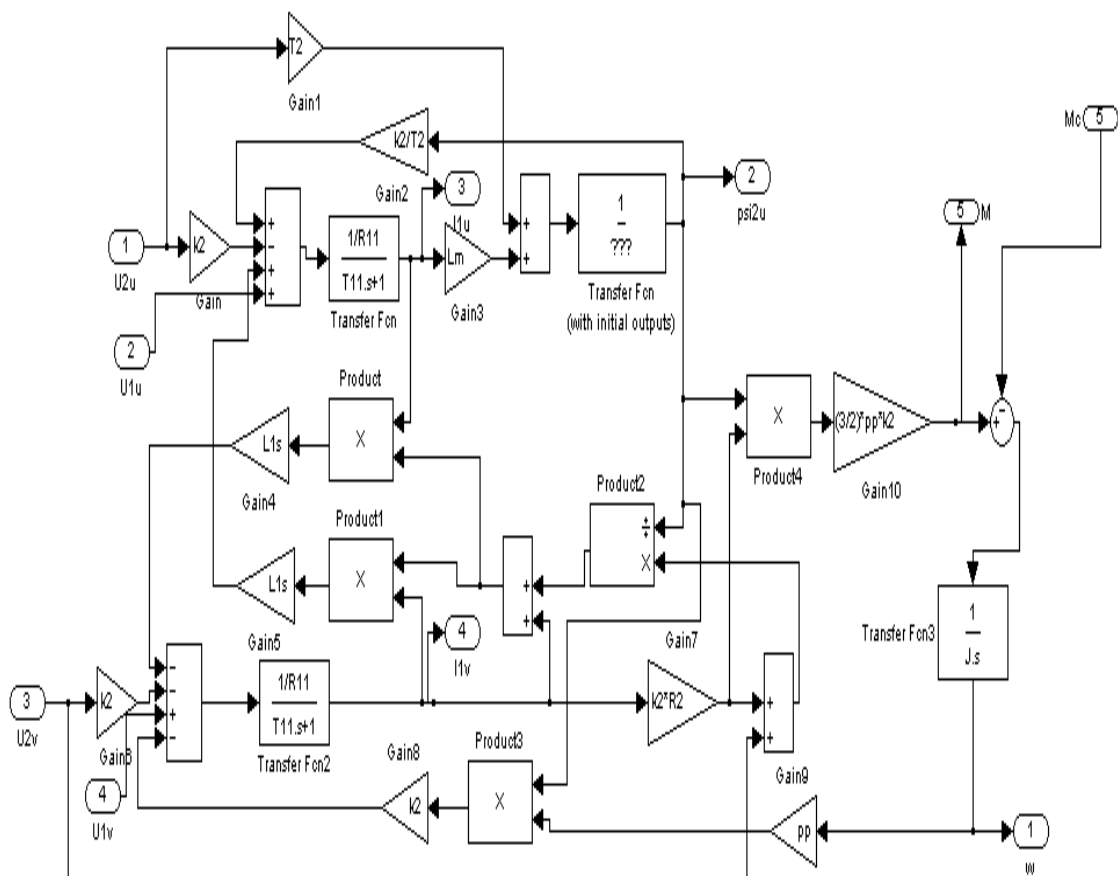
За допомогою осцилографа знімаються графіки швидкості і моменту дві-гатель.

Графіки перехідних процесів швидкості і моменту при дослідженні динаміки електроприводу наведені на малюнках 8-9 і на аркуші 4 графіческой частини.

Була досліджена типова для даного електроприводу нагрузочная діаграма (рис.3, технологічна частина).

Результати моделювання роботи механізму переміщення представлені на рис. 8 (без навантаження). На інтервалі 0,3-0,4 с відбувається розгін дві-гатель до номінальної частоти обертання тривалістю 0,1 с. На інтервалі часу 0,4-0,65 з здійснюється обертання (переміщення) з постійного швидкістю. У точці $t = 0,65$ з починається гальмування і в

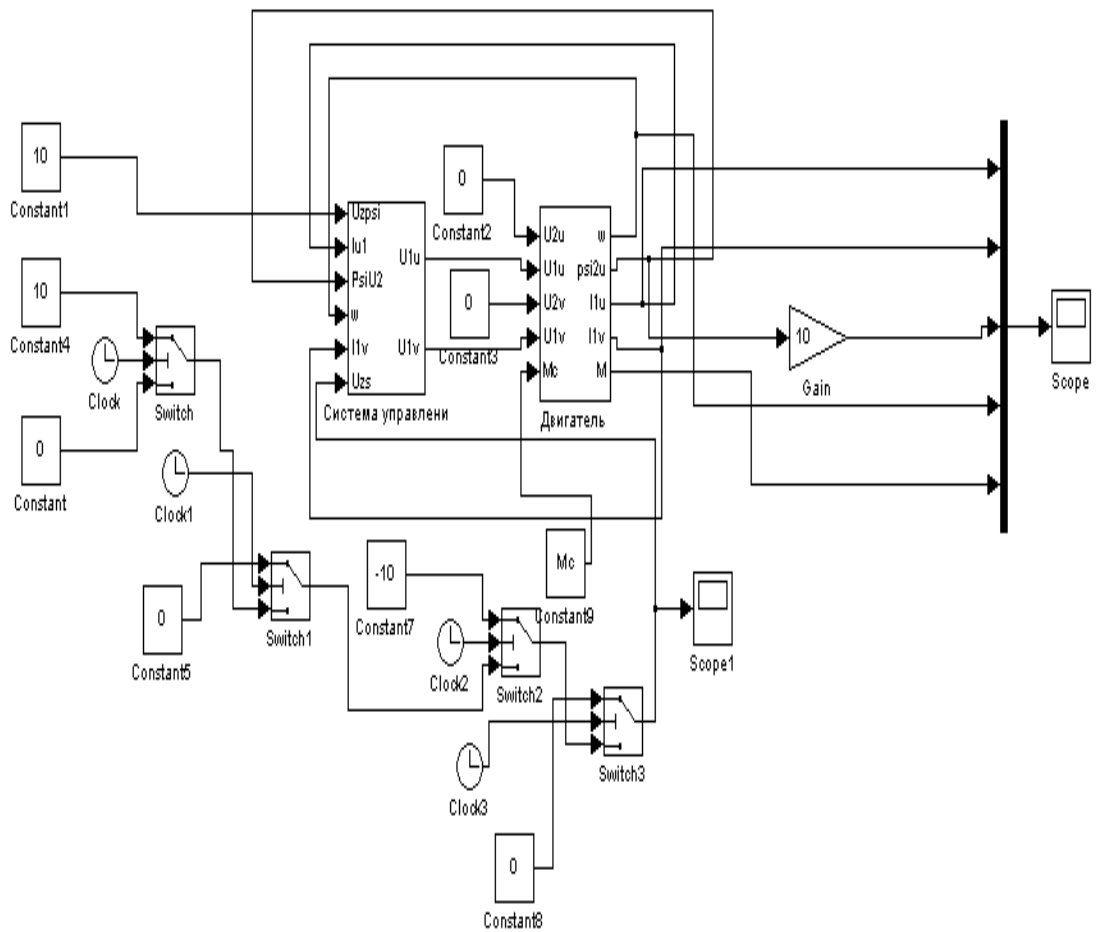
					<i>ЕП.ПД.21.15.2</i>	Лист
	30					30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



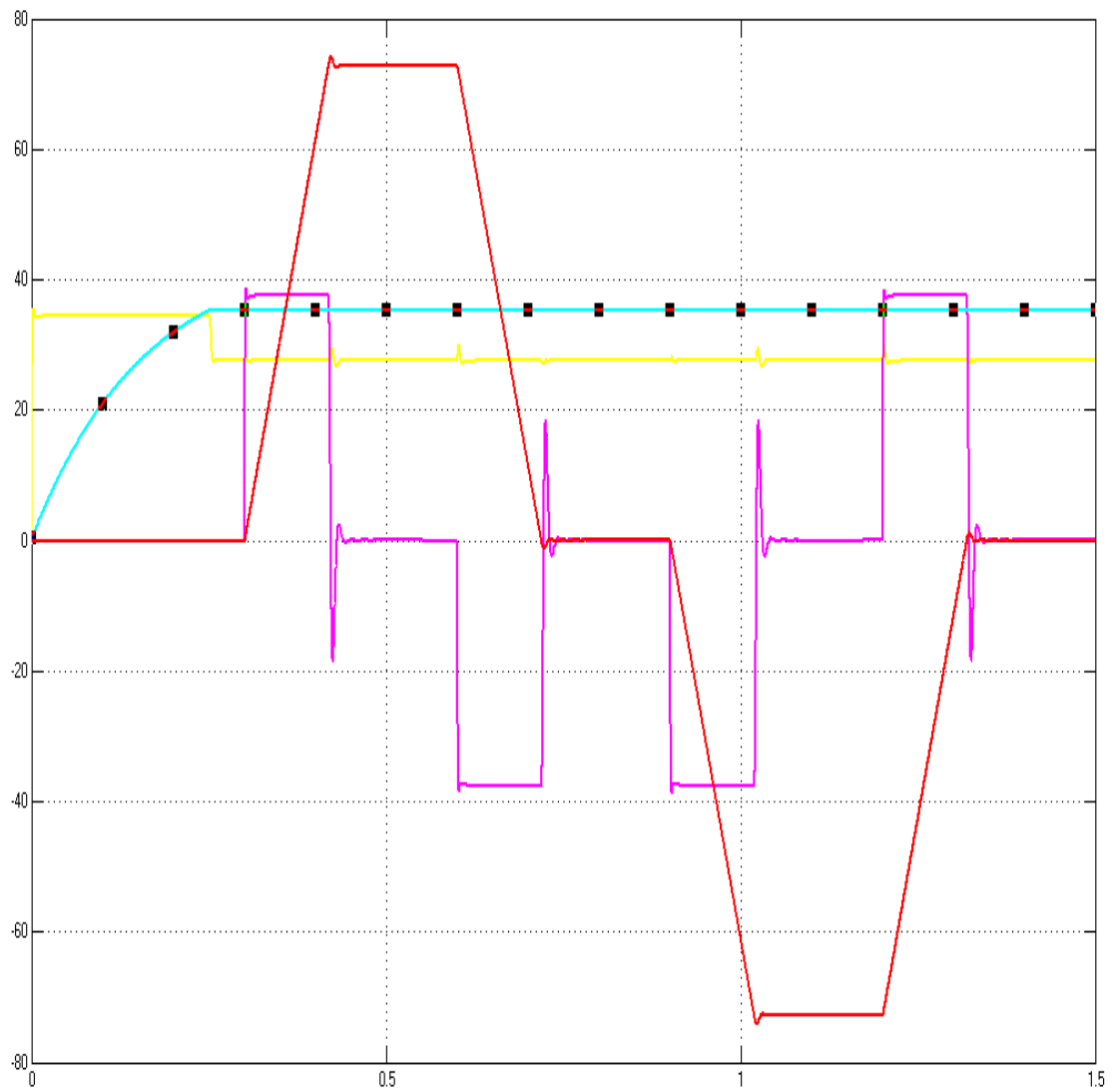
Мал. 6 Модель АД в додатку Simulink пакета MATLAB

	33			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

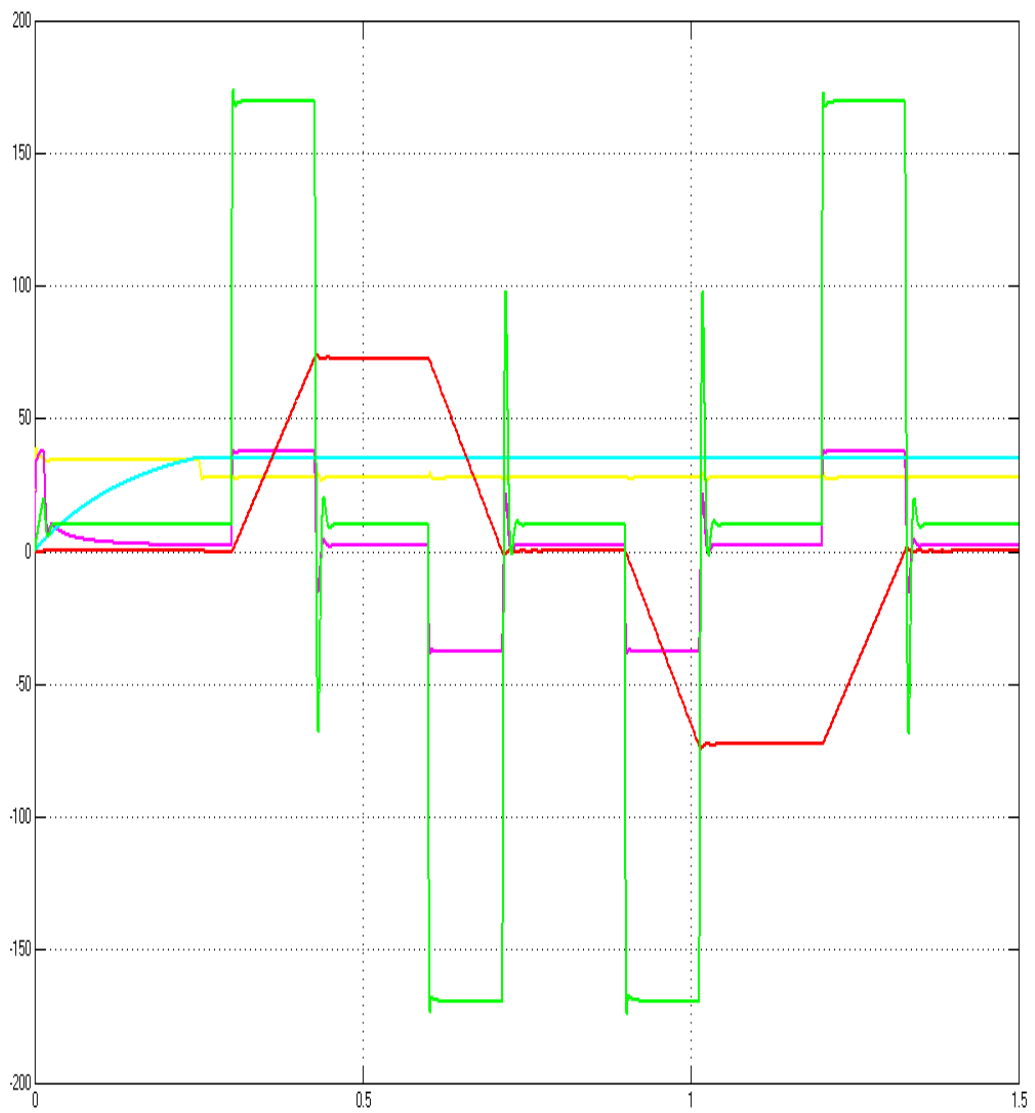
ЕП.ПД.21.15.2



Мал. 7 Модель АД з векторним керуванням в додатку Simulink пакета MATLAB



Мал. 8 Графіки перехідних процесів $M_c = 0$



Мал. 9 Графіки перехідних процесів з навантаженням

	36			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЕП.ПД.21.15.2

4. ЕКОНОМІКО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

4. ЕКОНОМІКО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Вступ.

Основною проблемою в даний час є зниження споживання електричної енергії підприємствами. Морально і технічно застаріле електрообладнання має низьку надійність роботи, малий коефіцієнт корисної дії, вимагає великих витрат на обслуговування в порівнянні з сучасними системами електроприводу. Тому до нього пред'являються великі вимоги по надійності роботи, та скороченню часу обслуговування технічним персоналом.

В даному дипломному проекті розглядається модернізація електроприводу пересування козлового крана КСК20, яка дозволить знизити споживання енергії та більш раціонально використовувати двигуни.

Пропоноване рішення: оснащення старих двигунів перетворювачами частоти. Оснащення двигунів перетворювачами частоти компанії Schneider Electric серії Altivar 71.

Для обґрунтування економічної доцільності пропонується:

в дипломному проекті модернізації обладнання необхідно вирішити такі завдання:

1. Розрахувати обсяг капітальних витрат;

	38				<i>ЕП.ПД.21.15.4</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

4.1. Розрахунок капітальних витрат.

Для визначення капітальних витрат можна скористатися формулою

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

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

k - кількість необхідних комплектуючих елементів;

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

$Z_{\text{м}}$ – витрати на монтажні роботи;

$Z_{\text{н}}$ - витрати на налагоджувальні роботи;

$Z_{\text{пр}}$ – інші одноразові вкладення грошових коштів.

Таблиця 4.1 Зведення капітальних витрат.

Сводка капитальных затрат

№п/п	Найменування технічних засобів (комплектуючих)	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
1	Altivar 71 ATV930U22M3	4	19 928,20	79 712,8
2	Доставка обладнання з м.Дніпро на комбінат	1	70	70
3	Виконання монтажно-налагоджувальних робіт	4	161,73	646,94
4	Інші супутні витрати			984
				81 875

$K_{об} = 19\,928,20$ (грн) – ціна одного Altivar 71 ATV930U22M3

$Z_{тзс} = 70$ (грн) – вартість упаковки і доставки обладнання

Витрати на монтажні (Зм) роботи:

$$Z_m = \sum (C_i \cdot a_i \cdot t_i) \cdot K_d = 1 \cdot 94 \cdot 8 \cdot 1,15 \cdot 1,22 \cdot 1,05 = 1\,107 \text{ грн}$$

де $C_i = 1$ – чисельність робітників, необхідних для виконання монтажу чотирьох Altivar 71 на кран, комутації їх з двигунами і налагодження системи;

$a_i = 94$ (грн/год) – годинна тарифна ставка робітника, який виконує монтаж і налагодження

$t_i = 8$ (год) - час, необхідний для виконання монтажних-налагоджувальних робіт;

$K_d = 1,15$ - коефіцієнт, що враховує розмір доплат;

$K_{СМ} = 1,22$ - коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальні заходи;

$K_{пр} = 1,05$ - коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт.

$Z_{пр} = 984$ (грн) - на придбання комутаційних кабелів і монтажних ящиків.

Розрахуємо капітальні витрати:

$$K_{пр} = 4 \cdot 19\,928 + 70 + 1\,107 + 984 = 81\,875 \text{ (грн)}$$

					<i>ЕП.ПД.21.15.4</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат.

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

До основних статей експлуатаційних витрат електротехнічного устаткування відносяться:

- амортизаційні відрахування (C_a);
- заробітна плата обслуговуючого персоналу (C_3);
- єдиний соціальний внесок (C_c);
- витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж (C_m);
- вартість електроенергії, що буде споживана об'єктом проектування або втрат електроенергії ($C_э$);
- інші експлуатаційні витрати (C_{np}).

Таким чином, річні експлуатаційні витрати складуть:

$$C = C_a + C_3 + C_c + C_m + C_э + C_{np}, \text{ грн.}$$

4.2.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань

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

Так як встановлюється нами обладнання не потребує постійного втручання кваліфікованих працівників, то розрахунок річного фонду заробітної плати здійснюватися не буде.

№	Найменування показників	Капітальні витрати, грн.	Норма амортизації, %	Сума амортизації, грн.
1	Придбання, доставка, монтаж і налагодження Altivar 71	81 875	50	40 937

4.2.4. Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт.

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

Витрати на поточний ремонт апаратури автоматики і систем автоматизації можна розрахувати за формулою:

$$Z_{m.p.} = \sum_{i=1}^n \left(R_i \cdot t_i \cdot m_i \cdot R_{\Sigma i} + \frac{S_i \cdot \Pi_i}{T_i} \cdot T_{\phi} \right) \quad (4.9)$$

де $n = 4$ – число пристроїв автоматики, що підлягають ремонту;

$R_i = 80$ – годинна ставка робітників, що виконують ремонт, грн;

$t_i = 2$ (год) – трудомісткість одного ремонту при категорії складності ремонту в одну ремонтну одиницю залежно від виду ремонту год./ од. :

$m_i = 1$ – число ремонтів за рік

$R_{\Sigma} = 2.1$ – сумарна категорія складності ремонту в залежності від виду електрообладнання (Так як наше електротехнічне обладнання обслуговує асинхронні двигуни номінальною потужністю 11 кВт, то приймемо R_{Σ} рівним 2,1);

S_i – вартість однотипних замінних елементів, грн.;

Π – кількість однотипних замінних елементів;

T – середній термін служби деталей даного типу, год.;

T_{ϕ} – число годин роботи апаратури на рік, год.

Так як встановлене обладнання не має замінних елементів, а в разі виходу з ладу замінюється цілком, проведемо розрахунок для ревізійних робіт.

Тоді вихідна формула набуде вигляду:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Капітальні ремонти розраховуються:

$$Z_{\text{тр}} = 4 * (80 * 2 * 1 * 2,1) = 1\,344 \text{ (грн)}$$

Эксплуатационные расходы составят:

$$C = 40\,937,308 + 1\,344 = 42\,281 \text{ (грн)}$$

4.2.5. Розрахунок вартості спожитої електроенергії

Вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування протягом року, визначається виходячи з його встановленої потужності, річного фонду робочого часу об'єкта проектування, втрат електроенергії та тарифу за формулою:

$$C_{\text{э}} = P_{\text{вст}} * t_{\text{п}} * k_{\text{втр}} * Ц_{\text{п}} + P_{\text{вст}} * t_{\text{пп}} * k_{\text{втр}} * Ц_{\text{пп}} + t_{\text{н}} * k_{\text{втр}} * Ц_{\text{н}};$$

где $t_{\text{п}}$, $t_{\text{пп}}$, $t_{\text{н}}$ – кількість спожитої в пік, напівпік і вночі за рік електроенергії, кВт * год;

$k_{\text{втр}}$ – коефіцієнт, що враховує електричні витрати;

$Ц_{\text{п}}$, $Ц_{\text{пп}}$, $Ц_{\text{н}}$ - тариф на електроенергію станом на 01.01.2021, грн / кВт * год.

Тариф на електроенергію станом на травень 2021 року згідно даним сайту dr.yasno.com.ua) : 3,8 грн/кВт * год .

Тариф полупіковий на електроенергію станом на травень 2021 року згідно даним сайту dr.yasno.com.ua) : 3,8 грн/кВт * год .

Нічний: 1,9 грн/кВт * год .

Згідно даним сайту:

<https://axiomplus.com.ua/news/nochnoj-tarif-na-elektroenergiyu-v-ukraine/>

Кран працює:

в напівпік: 6 годин,

ніч: 8 годин;

У рік кран працює: в напівпік: 2184 години; вночі: 2912 год.

$$C_{\text{э.н.м}} = 70 * 2184 * 3,8 * 1,15 + 70 * 2912 * 1,9 * 1,15 = 1\,026\,334$$

- оплата за спожиту електроенергію не модернізованим обладнанням.

									Арк.
	43								42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ЕП.ПД.21.15.4

$$C_{\text{э.м.}} = 46 * 2184 * 3,8 * 1,15 + 46 * 2912 * 1,9 * 1,15 = 408\,218 - \text{оплата за}$$

спожиту енергію модернізованим обладнанням.

Визначимо річну економію за формулою:

$$\text{Э} = C_{\text{э.н.м.}} - C_{\text{э.м.}};$$

$$\text{Э} = 1\,026\,334 - 408\,218 = 618\,116 \text{ грн економія в рік}$$

—

4.2.6. Визначення інших витрат

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

$$C_{\text{інш}} = 0,04 \cdot C_z = 0,04 \cdot 42\,281,308 = 1\,691 \text{ (грн)}$$

.

					<i>ЕП.ПД.21.15.4</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Висновок.

Капітальні витрати складають 81 875 грн. Річні експлуатаційні витрати 1559057 грн, зокрема амортизаційні відрахування 42 281 грн, річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт 1 344 грн, економія на електроенергії при модернізації 618 116 грн на рік

	45			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕП.ПД.21.15.4

Арк.

44

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

					<i>ЕП.ПД.21.15.5</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Охрана труда	Лит.	Лист	Листов
Разраб.							45	
Провер.								
Реценз.								
Н. Конф.								
Зав. каф.								

5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів при експлуатації системи управління козлового крана КСК20

У дипломному проєкті розробляється модернізація електроприводу пересування козлового крана КСК20. Небезпечні і шкідливі фактори, що діють на оператора який керує механізмом:

1. підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини
2. підвищений рівень шуму і вібрації на робочому місці;
3. стан забруднення атмосфери гірничо-збагачувальних комбінатів;
4. механічні травми.

5.2 Инженерно-технические и организационные мероприятия по защите от вредных факторов

5.2.1 Електробезпека

Відповідно до ПУЕ приміщення операторної за ступенем небезпеки ураження електричним струмом відносяться до приміщень з підвищеною небезпекою, так як можливе одночасне зіткнення людини з наявними сполуками металоконструкцій з одного боку і з металевими корпусами електроустаткування з іншого боку. Приміщення операторної за способом захисту людини від уражень електричним струмом відповідає І класу

Електробезпека на виробництві забезпечується перш за все відповідною конструкцією електроустановок; застосуванням технічних способів і засобів електрозахисту технологічного обладнання; організаційними і технічними заходами (ГОСТ 12.1.030-81).

Найбільш поширеними технічними засобами захисту, які використовуються на металорізальних верстатах, є захисне заземлення та занулення.

Організаційні та технічні заходи щодо забезпечення електробезпеки в основному полягають у відповідному навчання, інструктаж і допуск до роботи осіб, які пройшли медичне огляд; виконанні ряду технічних заходів при

проведенні робіт з відключенням напруги в діючих верстатах або поблизу них (зняття з запобіжників, від'єднання кінців живильних ліній; установка огорож і знаків безпеки; перевірка наявності заземлення і т.п.); дотриманні особливих вимог при роботах на струмопровідних частинах, що знаходяться під напругою, або поблизу них (виконання робіт за нарядом не менше ніж двома особами, організація нагляду за проведенням робіт, застосування електрозахисних засобів і т.п.).

5.2.2 *Захист від шуму і вібрації*

Технічний процес видобутку руди пов'язаний з використанням різних машин, механізмів, інструментів, експлуатація яких супроводжується інтенсивним шумом, що значно погіршує умови праці. Джерела механічного шуму - коливання, які виникають під час роботи робочих органів ходової частини коробки передач, трансмісій пересувних і стаціонарних машин і механізмів

Захист від шуму, створюваного на робочих місцях здійснюється наступним чином:

- зменшення шуму в самому джерелі;
- застосування засобів колективного захисту;
- розміщення джерела шуму на можливо більш віддаленій відстані;
- використання коштів звукопоглинання при виконанні акустичної обробки галасливих приміщень;
- застосування засобів індивідуального захисту;
- раціональне планування приміщень.

Застосовуємо засоби індивідуального захисту навушники 82S125 навушники захисні TOPEX.

Застосовуємо для боротьби з вібрацією:

1. відбудова від режимів резонансу шляхом раціонального вибору маси або жорсткості коливних систем

2. зниження вібрації в джерелі - винятком резонансних режимів роботи обладнання
3. виброгашення
4. віброізоляція - дорогий метод
5. вібродемпфірованіє індивідуальні
6. засоби захисту (спец. рукавиці, взуття та ін.)

Для боротьби з вібрацією застосовуємо спеціальну віброгасящую взуття, черевики робочі з металлоподноском НОВИЙ "МАЙСТЕР" стандарт захисту S1 EN-345 (EN ISO 20345), так само щоденний огляд технічного стану крана для усунення можливих режимів резонансу.

5.2.3 Стан забруднення атмосфери гірничо-збагачувальних комбінатів

Атмосфера гірничо-збагачувальних комбінатів забруднюється пилом ко-торая є наслідком процесу виробничої діяльності. Інтенсивність забруднення залежить від: технології і техніки, яка використовується у виробничому процесі, кліматичних і погодних умов, ефективності застосування способів і заходів по оздоровленню атмосфери. Концентрація пилу на робочих місцях на збагачувальних фабриках може коливатися в великих межах.

Інженерно-технічні заходи включають якісне рас-сеяніє шкідливих виділень, пиловловлювання. Встановлюємо агрегат пиловловлювальний ЗІЛ-900. Так ж застосовуємо респіратор Росток-2ПК, видається раз на тиждень.

5.2.4 Механічні травми

Так як козловий кран являє з собою великий рухомий механізм, який має незахищені обертові частини (колеса), то можуть мати місце механічні травми персоналу.

Щоб уникнути таких травм потрібне використання засобів індивідуального захисту: каски, рукавички, спецодяг, захисні окуляри.

І загального захисту: захисні кожухи, встановлюється для запобігання травм від механічних частин; сітки, встановлюються для захисту персоналу від ураження осколками породи.

5.3 Пожежна профілактика

За пожежною безпекою дане виробництво відноситься до категорії Г., будівля по вогнестійкості відноситься до III ступеня, де стіни, колони - вогнетривкі, несучі конструкції міжповерхових і горищних перекриттів - важкозгораємі, плити, настили тощо. Несучі конструкції покриттів - спаленні.

Всі електропроводки на установці проходять в захисних трубах і коробах. З метою виявлення початкової стадії пожежі у виробничих приміщеннях встановлюються системи електричної пожежної сигналізації (ЕРС) GST-IFP8.

Застосовуємо вогнегасник ОУ-5 (2 шт.), Один розташований в кабіні оператора, другий у сходового трапа. Так само щоденний огляд справності стану обладнання, облік ведеться щозмінне в журналі технічного стану крана, і підписується начальником зміни.

5.4 Розрахунок освітлення робочого місця оператора козлового крана

Вихідні дані для розрахунку:

Геометричні розміри ділянки: довжина А = 1,5 м; ширина В = 1 м; висота приміщення Н = 2,5 м.

Розрахунок штучного освітлення виконую методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Необхідний світловий потік ламп в кожному світильнику визначимо за формулою

$$\Phi = \frac{ESkz}{N\eta},$$

де E - нормована мінімальна освітленість, лк; S - освітлювана площа, м²; k - коефіцієнта запасу; z - коефіцієнт мінімальної освітленості; N - кількість світильників у приміщенні, шт.; η - коефіцієнт використання світлового потоку.

Передбачаю використання як джерела світла люмінесцентних ламп

Приймаємо: $E = 250$ лк.

Освітлювана площа ділянки:

$$S = 1.5 \times 1 = 1.5 \text{ (м}^2\text{)}$$

Коефіцієнт запасу для приміщення, який утримує в робочій зоні 0,5 мг / м³ пилу і диму, при використанні світлодіодних ламп становить $k = 1,5$.

Коефіцієнт мінімальної освітленості, при оптимальному співвідношенні відстані між світильниками до розрахованою висоті підвісу і використанні світлодіодних ламп становить $z = 1,15$.

Для визначення числа світильників в приміщенні визначимо розрахункову висоту підвісу:

$$h = H - h_{св} - h_{рп}$$

де H - висота приміщення 2,5 м; $h_{св}$ - висота звису світильника 0,7 м; $h_{рп}$ - висота робочої поверхні над підлогою, 0,8 м.

$$h = 2,5 - 0,7 - 0,8 = 1,2 \text{ (м);}$$

Відстань між світильниками:

$$L_m = \lambda h = 0,6 * 1,2 = 0,72 \text{ (м)}$$

де $\lambda = 0,6$ найбільш вигідне співвідношення відстані між світильниками до розрахункової висоті підвісу, для світильників типу ДСТ з концентрованою типової кривої світла

- число світильників в приміщенні:

$$N = \frac{S}{L^2} = \frac{1,5}{0,72^2} \approx 1$$

Для визначення коефіцієнта використання η знаходять індекс приміщення:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)} = 1,1$$

Виходячи з наведеної характеристики поверхні приміщення, яка відображає, визначаємо коефіцієнт відбиття поверхні: стелі $\rho_n = 70\%$; стін $\rho_c = 50\%$; полу $\rho_2 = 10\%$.

Для зазначених раніше світильників, з урахуванням отриманих значень i індексу приміщення визначимо коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,72$.

Тоді світловий потік ламп в світильнику складе:

$$\Phi = \frac{ESkz}{N\eta} = 898,4$$

Виходячи з отриманого світлового потоку вибираємо криву люмінесцентну лампу з виправленої передачею кольору типу ДСТ з наступними технічними даними:

потужність лампи - 20 Вт;

світловий потік після 1000 годин роботи - 32000 лм;

термін служби - 4000 годин.

ВИСНОВКИ

Об'єктом детальної розробки був електропривод козлового крана КСК-20. Описано привід пересування крана, знайдені статичні і Діна-вів моменти, зроблений вибір електродвигунів й перетворювач-лей частоти

Розроблено модель АД з векторним керуванням, з використанням-му додатки Simulink пакета MATLAB, здійснено розрахунок перехідних процесів в типових для даного електроприводу режимах. Отримані графіки підтверджують правильність проведених розрахунків налаштувань регуляторів. Якість переходних процесів задовольняє пропонованим вимогам.

Проаналізовано небезпечні і шкідливі фактори, з охорони праці.

В економічному розділі проведено техніко-економічне обосновання доцільності проектного рішення. Виконано розрахунок економічного ефективности проектного об'єкта модернізації. Проведено порівняння базового та проектного варіантів. Загальна річна економія від впровадження системи складає 618 116 (грн).