

Міністерство освіти і науки України
 Національний технічний університет
 «Дніпровська політехніка»
Інститут Електроенергетики
 (інститут)

Електротехнічний
факультет
 (факультет)

Кафедра електроенергетики
 (повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню _____ бакалавра
 (бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Племенник Станіслав Вікторович
 (ПІБ)

академічної групи 141-17-1
 (шифр)

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

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

на тему Техніко-економічне обґрунтування вибору енергоефективних режимів роботи електромеханічних пристроїв
 (назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Ковальов О.Р.			
розділів:				
Технологічний розділ	Ковальов О.Р.			
Спеціальний розділ	Ковальов О.Р.			
Охорона праці	Столбченко О.В.			
Економічний розділ	Тимошенко Л.В.			

Рецензент				
------------------	--	--	--	--

Нормоконтролер	Олішевський Г.С.			
-----------------------	------------------	--	--	--

Дніпро
 НТУ «ДП»
 2021

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
Електроенергетики

_____ Рогоза М. В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню бакалавра

студенту Племеннику С.В. _____ академічної групи 141-17-1
спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка
на тему «Техніко-економічне обґрунтування вибору енергоефективних
режимів роботи електромеханічних пристроїв», затверджену наказом ректора
НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ р. № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
1 Технологічний розділ	Характеристика об'єкту дослідження та попередній вибір типу двигуна.	4.05.2020-10.05.2020
2 Спеціальний розділ	Розрахунок та вибір двигуна, розрахунок навантажень вибір ТП та вибір додаткового обладнання.	11.05.2020-31.05.2020
3 Економічний розділ	Техніко-економічне обґрунтування розроблених заходів та оцінка показників проекту	01.06.2020-07.06.2020
4 Охорона праці	Небезпечні та шкідливі фактори на об'єкті розробки.	08.06.2020-14.06.2020

Завдання видано _____ Ковальов О.Р.
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

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

Реферат

Пояснювальна записка: 60 ст., 15 рис., 4 табл., 18 джерел.

Об'єкт дослідження: Цех намотування та відвантажування металу.

Предмет дослідження: Розробка та впровадження енергоефективних режимів роботи двигуна кантувача .

Мета роботи: Вибір двигуна за його енергоефективними показниками .

У технологічному розділі розглянуті різні типи електродвигунів та зазначенні їх недоліки та переваги . Також в даному розділі розглянуто принцип роботи кантувача.

У спеціальному розділі було проведено розрахунок та вибір електродвигуна та вибір перетворювача частоти, також був здійснений вибір додаткового обладнання. Також ми розраховували навантаження цеху та вибрали КТП та компенсуючі пристрої.

У економічному розділі розраховано капітальні та експлуатаційні витрати які необхідні для впровадження даного проекту.

У розділі, присвяченому охороні праці розглянуті небезпечні та шкідливі фактори на об'єкті розробки. Перераховані засоби захисту персоналу від ураження електричним струмом та від інших небезпечних факторів.

Практичне завдання проекту полягає в зменшенні використання електричної енергії.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1. Технологічна частина:	
1.1 Огляд електроприводу візка кантувача рулонів.....	8
1.1.1 Електропривод постійного струму.....	8
1.1.2 Синхронний електропривод.....	8
1.1.3 Привід змінного струму.....	8
1.2 Опис технологічного процесу та послідовності роботи системи та в особистості механізму пересування візка.....	8
2. Спеціальний розділ	
2.1 Обґрунтування вибору типу струму та типу електромеханічного пристрою.....	12
2.1.1 Розрахунок моментів статичних опорів і попередній розрахунок потужності електромеханічного пристрою.....	12
2.1.2 Попередній вибір електромеханічного пристрою	18
2.1.3 Визначення передавального числа і попередній вибір редуктора.....	20
2.1.4 Приведення статичних моментів до валу двигуна.....	22
2.1.5 Приведення моментів інерції до валу двигуна.....	24
2.2 Вибір та опис системи керування.....	25
2.2.1 Вибір перетворювача частоти.....	25
2.2.2 Схема з'єднання силових ланцюгів і ланцюгів управління обраного перетворювача частоти.....	29
2.2.3 Захист передбачений в перетворювачі.....	31
2.3 Вибір додаткового обладнання.....	32
2.4 Розрахунок електричних навантажень.....	37
2.4.1 Розрахунок потужності освітлювальних установок.....	37
2.4.2 Розрахунок потужності.....	38
2.4.3 Вибір силового трансформатору.....	38

2.4.4 Вибір перерізу провідників і автоматів для цехової КТП.....	40
2.4.5 Вибір компенсуючої установки.....	43
3.Економічна частина	
3.1 Введення в економічну частину.....	47
3.2 Розрахунок капітальних витрат.....	48
3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат.....	51
3.3.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань.....	51
3.3.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати.....	52
3.3.3 Розрахунок відрахувань на соціальні заходи.....	53
3.3.4 Визначення інших витрат.....	54
4. Охорона праці	
4.1 Характеристика об'єкту проектування.....	55
4.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці.....	55
4.3 Пожежна безпека і протипожежний захист для ТП.....	55
4.4 Захисне заземлення візка кантувача.....	56
4.5 Охорона праці та заходи з безпечної експлуатації обладнання.....	58
4.6 Висновок з охорони праці.....	59
ВИСНОВОК.....	60
Перелік посилань.....	

Вступ

Кранове електрообладнання є одним з основних засобів комплексної механізації усіх галузей. Переміщення вантажів, пов'язане з вантажопідйомними операціями, здійснюється різними вантажопідйомними машинами.

Кантувачі призначені для охайного зміни положення вантажа у просторі при проведенні зварювальних, фарбувальних, та інших робіт, а також при проведенні логістичних операцій та операцій по перевантаженню вантажів.

Двигуни усіх вантажопідйомних машин характеризується повторно-короткочасним режимом роботи при більшій частоті включень, широкому діапазоні регулювання швидкості і постійно виникаючих значних перевантажень при розгоні та гальмуванні механізмів. Особливі умови використання електромеханічних пристроїв у вантажопідйомних машинах стали основою для створення спеціальних серій електричних двигунів.

До недавнього часу управління приводами механізмів кантувачів частіше всього здійснювалось релейно-контакторними схемами управління з застосуванням асинхронних двигунів з фазним ротором. Основним завданням даного дипломного проекту є розробка енергоефективного, сучасного, частотно-автоматизованого, регульованого двигуна кантувача рулонів на базі асинхронного двигуна з коротко замкнутим ротором з частотним керуванням швидкості від перетворювача частоти та з програмованим контролером. Також буде проведено перевірка техніко-економічних показників запропонованого механізму.

1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Огляд електроприводу візка кантувача рулонів

1.1.1 Електропривод постійного струму

Вибір типу двигуна за родом струму та принципу дії для регульованих електроприводів зумовлено діапазоном регулювання швидкості, характером зміни навантаження, точністю регулювання і т.п., тобто всім тим, що визначає техніко-економічні показники системи електромеханічних пристроїв в цілому. Переважний вибір віддається тій системі приводу, яка при мінімальній відповідності технічним вимогам забезпечує найвищий ефект. При виборі роду струму електродвигуна слід також керуватися вказівкою «Правил улаштування електроустановок», згідно з якими двигуни постійного струму дозволяється використовувати тільки у випадках, якщо двигуни змінного струму не здатні забезпечити необхідних характеристик механізму, або не є енергоефективними.

1.1.2 Синхронний електропривод

При тривалій роботі механізму рідкісних включеннях і малих навантаженнях припуску розумніше зробити вибір в сторону синхронного двигуна, регулювання збудження якого дозволяє забезпечити високі енергетичні показники в процесі експлуатації.

1.1.3 Привід змінного струму

Найпоширенішими електричними двигунами є асинхронні двигуни. Вони є основним засобом перетворення електричної енергії в механічну. Для початку розглянемо електромеханічний пристрій, двигун якого має коротко-замкнений ротор. Цей варіант відповідає найбільш простому випадку та мінімуму встановленого обладнання. Якщо даний варіант не здатний забезпечити необхідний пусковий момент, або призводить до неприпустимого збільшення пускового струму, або не дозволяє отримати необхідну частоту включень, то слід використовувати асинхронний двигун з фазним ротором.

Згідно тому що вище було сказано для проектного автоматизованого електромеханічного пристрою візка найбільш енергоефективним є електропривод змінного струму.

1.2 Опис технологічного процесу та послідовності роботи системи та в особистості механізму пересування візка.

Прокатані на листовому стані гарячої прокатки смуги змотуються в рулони. Стан має три намотувальних пристрої, зняття з яких здійснюється на загальний приймальний конвеєр.

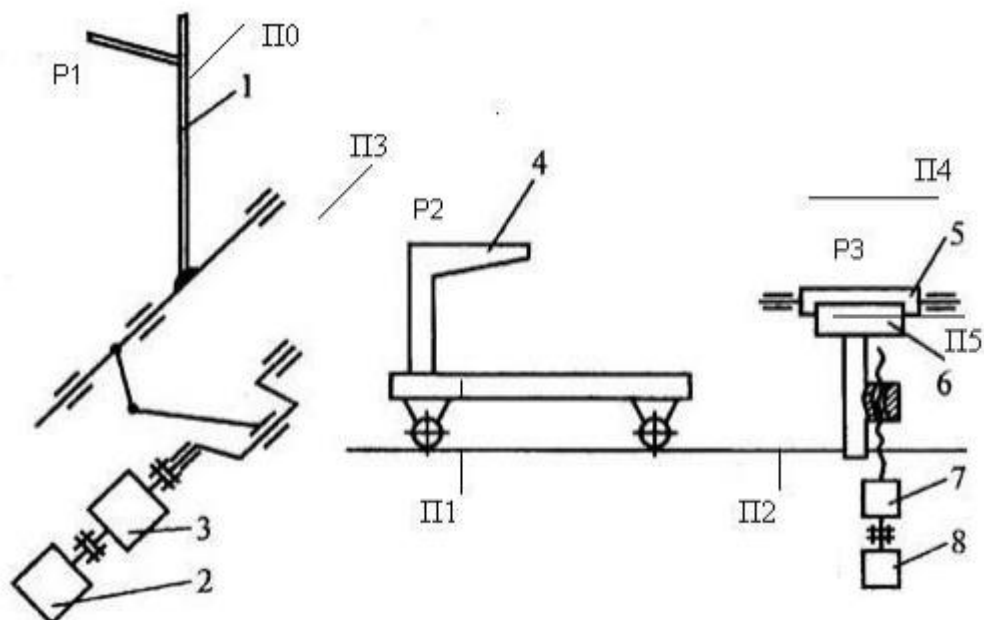


Рисунок 1.1 – схема ділянки зняття та передачі рулонів

Об'єкт автоматизації має зіштовхувач, кантувач 1, візок 4 та підйомний стіл 6, які здійснюють передачу рулону з намотуючого пристрою на приймальний конвеєр 5 (рис. 1.1).

Намотаний рулон зіштовхується на горизонтально розташований ріг кантувача. Про наявність рулона на розі кантувача свідчить датчик Р1. При знаходженні вільного візка в крайньому лівому положенні П1 і кантувача у вихідному положенні П0 включається електродвигун 2 кантувача К1, який через редуктор 3 і кривошипно-шатунну передачу призводить в рух кантувач. При повороті роги кантувача на 88° , рулон ставиться на візок, але поворот триває до кута 125° (П3), при якому ріг кантувача виходить з рулону. Для зменшення швидкості обертання двигуна включається команда П (повільно). Наявність рулону на візку показує датчик Р2. Рух візка до приймального конвеєра здійснюється електродвигуном Т і можливо лише в тому випадку якщо на даний момент часу немає перешкоди від рулонів, що переміщуються по прийомному конвеєру від сусідніх моталок, про що сигналізує датчик знаходження рулону на конвеєрі (Р3).

При правому крайньому положенні візка П2 рулон розташовується над прийомним конвеєром. Вмикається двигун 8 (С1 - стіл вгору), який через редуктор 7 здійснює підйом столу 6. Рулон піднімається над візком до положення П4, тобто візок звільняється від рулону і повертається у вихідне

положення до кантувача (рух назад ТН). Після від'їзду візка стіл опускається в крайнє нижнє положення П5 (С2 - стіл вниз). При опусканні стола рулон встановлюється на приймальний конвеєр 5, спрацьовує датчик Р3 (датчик знаходження рулону на конвеєрі), і конвеєр здійснює переміщення рулону у відділення обробки.

Кантувач повертається у вихідне положення ПО (вмикається двигун К2) за умови, що візок знаходиться в крайньому правому положенні П2. При поверненні кантувача в початкове положення передбачено підвищення частоти обертання двигуна в 2 рази (номінальний режим: немає команди П). Положення вала двигуна кантувача при відключеному живленні фіксується електромеханічним гальмом S.

Кантувач і стіл наводяться в рух електродвигунами змінного струму напругою 380 В і потужністю відповідно 1,5 кВт і 4 кВт.

Система автоматизації повинна забезпечувати роботу в автоматичному і ручному режимах.

Кінематична схема механізму пересування візка кантувача рулонів зображена на малюнку 2.2, де 1 - ходові колеса, 2 - електродвигун, 3 - гальмівний шків, 4 - редуктор.

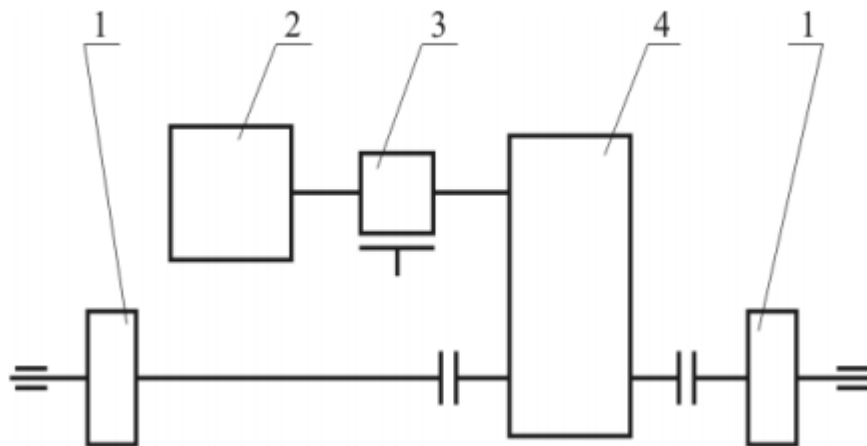


Рисунок 1.2 – Кінематична схема механізму пересування

2. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Обґрунтування вибору типу струму та типу електромеханічного пристрою

2.1.1 Розрахунок моментів статичних опорів і попередній розрахунок потужності електромеханічного пристрою.

Найбільш простий метод попереднього розрахунку потужності двигуна заснований на обліку статичних навантажень. При цьому для рівномірності навантаження декількох ділянок навантажувального графіка (розрізняються як значеннями сил опору, так і швидкостями руху робочої машини) використовується метод середньоквадратичного моменту. Даний розрахунок не передбачає точного результату, тому ми отримаємо орієнтовні значення потужності двигуна, що підлягають надалі перевірці .

Технічні дані механізму пересування візка представлені в таблиці 2.1

Позначення	Найменування показника	Розмірність	Дані
m	Маса візка	Т	5
m_г	Маса вантажу	Т	10
D	Діаметр колеса	М	0,2
dc	Діаметр ступиці	ММ	50
μ	Коефіцієнт тертя ковзання	-	0,02
f	Коефіцієнт тертя кочення	Мм	0,5
L	Довжина переміщення візка	М	5
V_p	Швидкість руху з вантажем	м/с	0,5
V_в	Швидкість без вантажа	м/с	0,7
a	Граничне прискорення	м/с ²	0,5
Z	Число циклів в годину	-	75
tp	Сумарний час роботи, не більше	С	23

При завданні допустимого прискорення виконавчого органу робочої машини представляється можливим на стадії попереднього розрахунку потужності двигуна визначити не тільки статичні навантаження, але й частину динамічних навантажень електромеханічного пристрою, обумовлених змінами швидкості рухомих мас робочої машини.

Спочатку ми знайдемо час пуску (гальмування) з вантажем і без нього до сталої швидкості з допустимим прискоренням, гальмування від сталої швидкості до зупинки за формулою:

$$t_n = t_T = \frac{V_y}{a}$$

$$t_{n1} = t_{T1} = \frac{0,5}{0,5} = 1 \text{ с}$$

$$t_{n2} = t_{T2} = \frac{0,7}{0,5} = 1,4 \text{ с}$$

Знайдемо шлях, прохідний за час пуску(гальмування) робочої з вантажем за формулою:

$$a_n = a_t = \frac{V_y^2}{2 \cdot a}$$

$$a_{n1} = a_{t1} = \frac{0,5^2}{2 \cdot 0,5} = 0,25 \text{ м}$$

$$a_{n2} = a_{t2} = \frac{0,7^2}{2 \cdot 0,5} = 0,49 \text{ м}$$

Для того щоб визначити час сталого режиму руху з вантажем та без нього скористаємося наступною формулою:

$$t_y = \frac{L - (a_n + a_T)}{V_y}$$

$$t_{y1} = \frac{5 - (0,25 + 0,25)}{0,5} = 9 \text{ с}$$

$$t_{y2} = \frac{5 - (0,49 + 0,49)}{0,7} = 6,74 \text{ с}$$

Статичний опір руху в робочих машинах створюється силами тертя ковзання в підшипниках при поступальному русі по горизонтальній площині, силами тертя кочення коліс по рейках і силою тяжіння підіймаючих та опускаючихся тіл.

Щоб обчислити динамічні моменти робочої машини розраховуємо моменти інерції робочої машини (або робочого органу) за формулою:

$$J_{po} = (m_1 + m_2) \cdot \frac{D^2}{4}$$

где m_1, m_2 - маси поступово рухомих тіл, кг;

D - діаметр колеса, що знаходиться на вихідному валу редуктора і перетворює обертання вала в поступальний рух робочої машини, м.

$$J_{po1} = (5000 + 10000) \cdot \frac{0,2^2}{4} = 150 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$J_{po2} = 5000 \cdot \frac{0,2^2}{4} = 50 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

При завданій величині допустимого прискорення для кожного режиму робочої машини визначаються динамічні моменти:

$$M_{\text{родин}} = J_{po} \cdot \frac{2a}{D}$$

$$M_{\text{родин1}} = 50 \cdot \frac{2 \cdot 0,5}{0,2} = 750 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{родин2}} = 50 \cdot \frac{2 \cdot 0,5}{0,2} = 250 \text{ Нм}$$

Складові статичних моментів на валу робочих органів розраховуються як:

Для початку сил тертя в підшипниках визначимо за формулою:

$$M_{\text{ТП}} = \frac{m_{12} \cdot d_{\text{ш}} \cdot \mu_{\text{п}} \cdot g}{2}$$

Де m_{12} - маса деталей та вузлів, спричаючихся на підшипник, кг;

$d_{\text{ш}}$ - діаметр осі або шийки вала, м;

$\mu_{\text{п}}$ - коефіцієнт тертя ковзання в підшипниках

$g=9,81 \text{ м/с}^2$ - прискорення сили тяжіння ,

$$M_{\text{ТП1}} = \frac{(5000+10000) \cdot 0,05 \cdot 0,02 \cdot 9,81}{2} = 73,575 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{ТП2}} = \frac{5000 \cdot 0,05 \cdot 0,02 \cdot 9,81}{2} = 24,525 \text{ Нм}$$

Момент сил тертя качення визначається:

$$M_{\text{ТК}} = m \cdot f \cdot g$$

Где m - маса рухомого тіла, маса деталей, спираючих на вузол качення, маса піднімаємого або опускаємого вантажу, кг;

f - коефіцієнт тертя качення, м.

$$M_{\text{ТК2}} = 5000 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81 = 24,525 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{ТК1}} = 15000 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81 = 73,575 \text{ Нм}$$

Момент сил тертя, враховуючий тертя реборду коліс об рейки знайдемо за формолою:

$$M_{\text{рост}} = k_p \cdot (M_{\text{ТП}} + M_{\text{ТК}})$$

Де k_p - коефіцієнт враховуючий тертя реборд коліс об рейки, виникаючий внаслідок можливого перекоосу візку, $k_p=1,5$.

$$M_{\text{рост1}} = 1,5 \cdot (73,575 + 73,575) = 220,725 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{рост2}} = 1,5 \cdot (24,525 + 24,525) = 73,575 \text{ Нм}$$

Отже, повний момент робочої машини для кожного участка:

Перша ділянка - розгін візка с грузом

$$M_{\text{ро1}} = M_{\text{рост1}} + M_{\text{родин1}} = 220,725 + 750 = 970,725 \text{ Нм}$$

Друга ділянка – рівномірний рух візка з вантажем:

$$M_{\text{ро2}} = M_{\text{рост1}} = 220,725 \text{ Нм}$$

Третя ділянка – гальмування візка з вантажем:

$$M_{p03} = M_{pост1} - M_{pодин1} = 220,725 - 750 = -529,275 \text{ Нм}$$

Четверта ділянка – час паузи:

$$M_{p04} = 0$$

П'ята ділянка – розгін візка без вантажу:

$$M_{p05} = M_{pост2} + M_{pодин2} = 73,575 + 250 = 323,575 \text{ Нм}$$

Шоста ділянка – рівномірний рух візка без вантажу:

$$M_{p06} = M_{pост2} = 73,575 \text{ Нм}$$

Сьома ділянка – гальмування візка без вантажу:

$$M_{p07} = M_{pост2} - M_{pодин2} = 73,575 - 250 = -176,425 \text{ Нм}$$

Знаки повного моменту і його складових залежать від напрямку руху і режиму роботи (пуск, гальмування). За отриманими розрахунками з урахуванням часу пуску, гальмування і сталого руху побудуємо навантажувальну діаграму моментів робочої машини для кожного режиму роботи.

Навантажувальні діаграми робочої машини представлені на малюнку 2.1

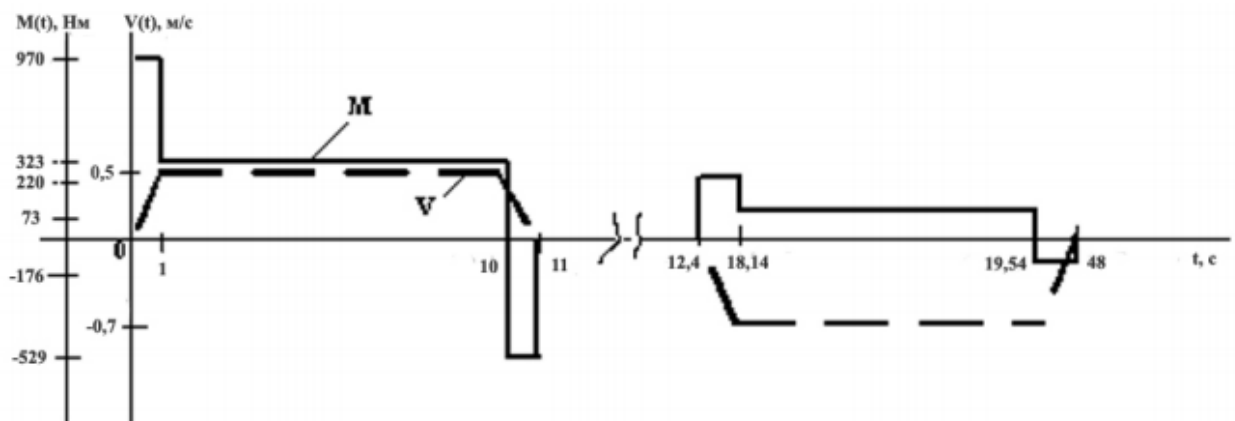


Рисунок 2.1 – Навантажувальні діаграми робочої машини

На основі побудованої навантажувальній діаграми моменту робочої машини можливо розрахувати середньоквадратичне значення моменту за формулою:

$$M_{\text{сркв}} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^m M_k^2 t_k}{\sum_{k=1}^m t_k}}$$

Де M_k - момент двигуна на k -ій ділянці, де під ділянкою приймається проміжок часу, протягом якого відбувається розгін, або гальмування, або робота з постійною швидкістю;

t_k – тривалість k -ої ділянки.

$$M_{\text{сркв}} = \sqrt{\frac{970,725^2 \cdot 1 + 220,725^2 \cdot 9 + (-529,275)^2 \cdot 1 + 323,575^2 \cdot 1,4 + 73,575^2 \cdot 5,74 + (-176,425)^2 \cdot 1,4}{1 + 9 + 1 + 1,4 + 5,74 + 1,4}} = 310 \text{ Нм}$$

Отже, попередня потужність двигуна може бути визначена як:

$$P_{\text{дв}} = k_1 \cdot M_{\text{сркв}} \cdot \frac{2V_0}{D} \sqrt{\frac{ПВ_{\text{ф}}}{ПВ_{\text{кат}}}}$$

Де k_1 – коефіцієнт, враховуючий динамічні навантаження, обумовлені обертаючимися елементами електромеханічного пристрою (двигун, редуктор), а також втратами потужності у редукторі, $k_1=1,5$;

V_0 – основна швидкість руху, м/с;

D – діаметр шестерні вихідного валу редуктора, м;

$ПВ_{\text{ф}}$ – фактичне значення відносної тривалості ввімкнення електромеханічного пристрою

$ПВ_{\text{кат}}$ – найближче до $ПВ_{\text{ф}}$ каталожне значення відносної тривалості включення для електродвигуна вибраної серії.

Час циклів $t_{\text{ц}}$, в час визначимо за формулою:

$$t_{\text{ц}} = \frac{3600}{Z}$$

де Z – число циклів роботи машини в годину.

$$t_{\text{ц}} = \frac{3600}{75} = 48 \text{ вкл. час.}$$

Фактичне значення відносної тривалості ввімкнення $\text{ПВ}_{\text{ф}}$ визначимо за формулою:

$$\text{ПВ}_{\text{ф}} = \frac{1}{t_y} \cdot \sum_{k=1}^m t_k$$

$$\text{ПВ}_{\text{ф}} = \frac{1}{48} \cdot (1 + 9 + 1 + 1,4 + 5,74 + 1,4) = 0,41$$

Найближче до $\text{ПВ}_{\text{ф}}$ каталожне значення відносної тривалості ввімкнення для електродвигуна вибраної серії $\text{ПВ}_{\text{кат}} = 0,4$.

З формули (10) визначимо попередню потужність двигуна:

$$P_{\text{дв}} = 1,5 \cdot 310 \cdot \frac{2 \cdot 0,5}{0,2} \cdot \sqrt{\frac{0,41}{0,4}} = 3354 = 3,3 \text{ кВт}$$

2.1.2 Попередній вибір електромеханічного пристрою

Електропостачання промислових підприємств зазвичай здійснюється трифазною напругою частотою 50 Гц. При необхідності отримання постійного струму неминуче доводиться вдаватися до перетворювачів. В першу чергу, саме перетворення енергії пов'язано з додатковими капіталовкладеннями (вартість перетворювачів, машинних приміщень, апаратури управління) і експлуатаційними витратами (втрати енергії при перетворенні, обслуговування перетворювачів). Тому, вартість одиниці енергії постійного струму на промисловому підприємстві завжди перевищує номінальну вартість одиниці енергії змінного струму, що не є енергоефективним.

Електродвигуни змінного струму, синхронні і особливо асинхронні значно дешевше двигунів постійного струму, а також, у зв'язку з більшою простотою конструкції їх обслуговування набагато простіше. І з боку надійності роботи варто також віддати перевагу двигунам змінного струму, так як вони в нашому випадку є більш енергоефективними.

На основі отриманих даних ми вибираємо двигун типу потужністю 4кВт. АИР 112МВ6 (Беларусь)

Основні переваги:

- поліпшені вібро-шумові характеристики, в середньому рівень звуку нижче на 5дБ;
- мають підвищену надійність сервіс фактор 2,5;
- більш високий пусковий момент на 35%;
- менші пускові струми на 35%;
- більший мінімальний момент на 35%;
- більший максимальний момент на 20%;
- ККД та \cos близький до номінального в діапазоні навантажень від 25 до 150%;
- більш «м'яка» механічна характеристика;
- велика перевантажувальна здібність;

Двигуни розраховані для роботи в умовах:

1. частих пусків;
2. важких пусків;
3. «затяжних» пусків;
4. великих (більш 10%) падінь напруги живлення.

При роботі спільно з частотним регулятором він забезпечує механічні характеристики недосяжні для інших серій двигунів.

При роботі з регулярно змінним навантаженням, при роботі з не номінальним навантаженням, при перепадах напруги живлення двигуни дозволяють знизити споживання електроенергії на 50%, що для нас є важливим критерієм енергоефективності.

Технічні дані обраного електродвигуна з короткозамкненим ротором, 380 В, 50 Гц представлені в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Технічні данні електродвигуна АИР 112МВ6 (Беларусь)

$P_n, \text{кВт}$	$n_n, \text{об/хв}$	$I_n, \text{А}$	$\cos \varphi$	$I_n, \text{А}$	КПД, %
4	950	9,2	0,81	37,2	81,4



Рисунок 2.2 – Електродвигун АІР 112МВ6

2.1.3 Визначення передавального числа і попередній вибір редуктора

Передавальне число редуктора ми визначимо за номінальною швидкістю обертання обраного двигуна, та за основною швидкістю руху виконавчого органу за формулою:

$$J_p = \frac{\omega_H \cdot D}{2V_0}$$

$$\omega_H = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_H}{60} = \frac{2 \cdot 870 \cdot 3,14}{60} = 91,06 \text{ 1/с}$$

$$J_p = \frac{91,06 \cdot 0,2}{2 \cdot 0,5} = 18$$

Виберемо редуктор, виходячи з того, що передавальне число повинне бути рівним або трішки меншим розрахованого, при цьому ми враховуємо умови роботи механізму, номінальну потужність і швидкість двигуна. Режим роботи редуктора в заданому механізмі є важким, тому приймаємо при виборі редуктора коефіцієнт умов роботи $k = 1.5$ для важкого режиму роботи. Згідно з цим розрахункова потужність редуктора розраховується як:

$$N_p = k \cdot N_M$$

Где N_M – найбільша потужність, передана робочою машиною, Вт.
Знаходиться як:

$$N_M = M_{\text{ромакс}} \cdot \frac{2V_0}{D}$$

$$N_M = 970,725 \cdot \frac{2 \cdot 0,5}{0,2} = 4853,6 \text{ Вт}$$

Звідси:

$$N_p = 1,5 \cdot 4853,6 = 7280,4 \text{ Вт}$$

За отриманою потужністю обираємо мотор-редуктор 4МЦ2С-125-56-7,5-G310-ЦУ3-2-380

N, кВт	$N_{\text{швид.}}^{\text{об/хв}}$	j	η	$M_{\text{mux.}}$, Нм
7,5	До 1000	25	0,95	До 1500

Двоступеневі співвісні циліндричні мотор-редуктори 4МЦ2С - найбільш поширене провідне обладнання загального призначення. Незмінно високий попит на дані агрегати обумовлений їх високими експлуатаційними характеристиками, енергоефективністю та універсальністю. Мотор-редуктори даної серії розраховані на тривалу експлуатацію до 24 годин на добу. Пристрої оснащуються електродвигунами, що живляться від мережі напругою 380 В і частотою 50 Гц. Також можлива комплектація двигунами, розрахованими на інші напруги. Осі розташовані паралельно.

Основні переваги:

- великий ресурс;
- сумісність з різними типами двигунів (загальнопромисловими, редукторними);
- можливість монтажу в різних положеннях;
- стійкість до тривалих навантажень.
- Енергоефективність

На тихохідний вал редуктора можливо встановлювати деталі, що створюють консольне навантаження. Щоб змастити редуктор рекомендується легке циліндрове масло.



Рисунок 2.3 – Мотор-редуктор серії 4МЦ2С

2.1.4 Приведення статичних моментів до валу двигуна

Статичні моменти робочої машини, приведені до валу двигуна, знаходяться за наступною формулою:

$$M_{pc} = \frac{M_{рост}}{J_p}$$

$$M_{pc1} = \frac{220,725}{25} = 8,829 \text{ Нм}$$

$$M_{pc2} = \frac{73,575}{25} = 2,943 \text{ Нм}$$

У зв'язку з втратами в редукторі статичні моменти на валу розраховують залежно від режиму роботи електромеханічного пристрою.

Статичний момент на валу в руховому режимі знайдемо за формулою:

$$M_{всд} = \frac{M_{pc}}{\eta_p}$$

Где η_p – ККД редуктора.

$$M_{всд1} = \frac{8,829}{0,95} = 9,29 \text{ Нм}$$

$$M_{всд2} = \frac{2,943}{0,95} = 3,097 \text{ Нм}$$

При роботі електроприводу в гальмівних режимах втрати в редукторі викликають зменшення навантаження двигуна, при цьому навантаження на валу двигуна визначимо за формулою:

$$M_{вст} = M_{рс} \cdot \eta_p$$

$$M_{вст1} = 8,829 \cdot 0,95 = 8,38 \text{ Нм}$$

$$M_{вст2} = 2,943 \cdot 0,95 = 2,79 \text{ Нм}$$

Наведені статичні моменти системи робочої машини - електромеханічного пристрою ми розраховуємо для кожної ділянки з урахуванням режиму роботи електромеханічного пристрою за формулою:

$$M_c = M_{вс} + M_{хх}$$

Где $m_{хх}$ – момент втрат холостого ходу двигуна.

Нехай $m_{хх}$ буде рівним 5% від номінального:

$$M_{хх} = \frac{P_H}{\eta_H} \cdot 9,55 \cdot 0,05 = \frac{3700}{870} \cdot 9,55 \cdot 0,05 = 2,03 \text{ Нм}$$

Режим двигуна при русі з вантажем та без нього:

$$M_{сд1} = 9,29 + 2,03 = 11,32 \text{ Нм}$$

$$M_{сд2} = 3,097 + 2,03 = 5,127 \text{ Нм}$$

Гальмівний режим при русі з вантажем та без нього:

$$M_{ст1} = 8,38 - 2,03 = 6,35 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{ст}2} = 2,79 - 2,03 = 0,76 \text{ Нм}$$

Встановлений режим швидкості двигуна для кожної ділянки роботи електромеханічного пристрою визначимо як:

$$\omega_c = \frac{2V_0}{D} \cdot J_p$$

$$\omega_{c1} = \frac{2 \cdot 0,5}{0,2} \cdot 25 = 125 \text{ рад/с}$$

$$\omega_{c2} = \frac{2 \cdot 0,7}{0,2} \cdot 25 = 175 \text{ рад/с}$$

2.1.5 Приведення моментів інерції до валу двигуна

Наведений до валу двигуна сумарний момент інерції рухомих виконавчих органів робочої машини і пов'язаних з ними рухомими масами визначимо за формулою:

$$J_{\text{пр}1} = \frac{J_{\text{р}01}}{J_p^2}$$

$$J_{\text{пр}1} = \frac{150}{25^2} = 0,24 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$J_{\text{пр}2} = \frac{50}{25^2} = 0,08 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Сумарний приведений момент до валу двигуна інерції системи визначимо як:

$$J = \delta \cdot J_d + J_{\text{пр}}$$

где J_d – момент інерції ротора двигуна;

δ – коефіцієнт, врахування моменту інерції інших елементів електромеханічного пристрою: муфт, гальмівного шківів, редуктора $\delta=1,5$

$$J_1 = 1,5 \cdot 0,045 + 0,24 = 0,31 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$J_2 = 1,5 \cdot 0,045 + 0,08 = 0,15 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Динамічний момент визначимо за формулою:

$$M_{\text{дин}} = J \cdot \frac{2a \cdot J_p}{D}$$

$$M_{\text{дин1}} = 0,31 \cdot \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 25}{0,2} = 38,75 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{дин2}} = 0,15 \cdot \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 25}{0,2} = 18,75 \text{ Нм}$$

Необхідні пускові моменти двигуна, при яких забезпечується можливість розгону електромеханічного пристрою, знайдемо за формулою:

$$M_{\text{п}} = M_{\text{сд}} + M_{\text{дин}}$$

$$M_{\text{п1}} = 11,32 + 38,75 = 50,07 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{п2}} = 5,127 + 18,75 = 23,877 \text{ Нм}$$

Необхідні гальмівні моменти двигуна, при яких забезпечується можливість гальмування електромеханічного пристрою, знайдемо як:

$$M_{\text{т}} = M_{\text{дин}} - M_{\text{ст}}$$

$$M_{\text{т1}} = 38,75 - 6,35 = 32,4 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{т2}} = 18,75 - 0,76 = 17,99 \text{ Нм}$$

Середній момент двигуна ми приймемо рівним моменту, допустимому відносно прискорення, так як живлення отримуємо від перетворювача з задатчиком інтенсивності:

а) пуск: $M_{\text{ср}} = M_{\text{п}}$

б) торможение: $M_{\text{ср}} = M_{\text{т}}$

2.2 Вибір та опис системи керування

2.2.1 Вибір перетворювача частоти

Різноманітні системи управління механізмами можна класифікувати за призначенням, способом управління, і умов регулювання. Класифікація представлена в таблиці 3.1.

Таблиця 2.3 – Класифікація систем управління крановими механізмами

Призначення	Механізм підйому
	Механізм пересування та обертання
Спосіб керування	З силовим кулачковим контролером
	Кнопковий з комплектними пристроями (наприклад, з магнітним контролером і перетворювачем енергії або без нього)
Умови регулювання	З регулюванням швидкості нижче номінальної
	З регулюванням швидкості вище та нижче номінальної
	З регулюванням прискорення та замедлення

З урахуванням вищеописаних вимог, що пред'являються до проектованої системи і порівняльного аналізу двигунів різного типу, будемо застосовувати асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором з регульованою частотою обертання від перетворювача частоти.

Привід з такою конфігурацією дозволить отримати високий діапазон регулювання швидкості і хороші динамічні показники.

ПЧ - це електронний статичний пристрій, який на виході формує електричну напругу зі змінними частотою і амплітудою.

У ПЧ використовується частотний метод регулювання швидкості асинхронного двигуна. Даний метод полягає в тому, що, змінюючи частоту живлячої напруги, можливо змінювати углову швидкість обертання магнітного поля статора.

При цьому забезпечується плавне регулювання швидкості обертання в широкому діапазоні при збереженні досить жорстких механічних характеристик. Також регулювання швидкості не викликає збільшення коефіцієнта ковзання асинхронного двигуна, тому втрати потужності при регулюванні малі. Але для того, щоб забезпечити високі показники економічності асинхронного двигуна - коефіцієнт потужності, коефіцієнт корисної дії, здатність до перевантажень - одночасно з частотою має змінюватися і напруга, що наводиться.

Для механізму пересування візка відповідно до потужності і режимом обраного двигуна вибираємо перетворювач частоти Unidrive SP1405



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд перетворювача частоти Unidrive SP

ПЧ Unidrive SP працює не тільки з асинхронними двигунами в різних режимах (вольт - частотний, векторний з датчиком ОС і без нього), але і з сервомоторами. Також Unidrive SP здатний працювати як рекуператор, і скидувати згенеровану при роботі електромеханічного пристрою енергію в мережу, що дозволяє істотно збільшити енергоефективність підприємства.

Головні особливості Unidrive SP:

- функція авто налаштування дозволяє створити точну модель електромеханічного пристрою, вимірявши моменти інерції і навантаження без обертання валу і з обертанням;
- відкрита архітектура конструкції дозволяє без праці розширити функції електромеханічного пристрою за допомогою підключення додаткових модулів - модулів входів / виходів, вбудованого контролера, комутаційних модулів;
- ПЧ працює від постійної напруги (48-96 В), що дозволяє застосовувати їх в підйомно - транспортному обладнанні;
- є вбудований ЕМС - фільтр в корпусах з типорозмірами від першого до шостого, є можливість підключення зовнішнього ЕМС - фільтра;
- частину перетворювачів Unidrive SP мають вбудований дросель на ланці постійного струму;

- можливість доступу до базового і розширеного меню за допомогою вбудованої панелі;
- функція зміни частоти комутації від 3 до 18 КГц;
- наявність вбудованого гальмівного транзистора;
- наявність п'яти аналогових входів, семи цифрових входів / виходів.

Ще в електромеханічному пристрої є функція захисного вимкнення, яка забезпечує запобігання подачі електромеханічним пристроєм обертового моменту в двигун з дуже високим рівнем надійності .

Температура навколишнього середовища для роботи ЗЧ Unidrive SP може бути від - 15 до +50 ° С. Для зберігання: від -40 до +50 ° С .

Ступінь захисту ЗЧ - може бути IP20, IP21, IP23, IP54 в залежності від габариту.

Для нормальної роботи ЗЧ необхідно правильно його встановити, дотримуючись вимог, а саму велику роль в монтажі мають розміри клем і моменти затягування і максимальна довжина кабелю, яка залежить від частоти.

Необхідні дані перетворювача представлені в таблиці 2.4

Таблиця 2.4 – Характеристики преобразувача частоти (ПЧ) Unidrive SP

Режим роботи	Параметри	Значення
Нормальний	Максимальний безперервний вихідний струм, А	8,8
	Номінальна потужність при 380 В для нормального режиму роботи, кВт	4
	піковий струм	9,6
Тяжкий	Максимальний безперервний вихідний струм, А	7,6
	Піковий струм при розімкнутому контурі,	4,4
	Піковий струм при замкнутому контурі, А	13,3
	Номінальна потужність при 380 В для важкого режиму роботи, кВт	3

2.2.2 Схема з'єднання силових ланцюгів і ланцюгів управління обраного перетворювача частоти

Щоб зробити налаштування електромеханічного пристрою, потрібно правильно підключити перетворювач, його силові ланцюги і ланцюги управління.

Керуючі підключення до Unidrive SP містять входи, які представлені в

Таблиця 2.5 – Підключення керуючих ланцюгів

Функція	Кількість	Клеми
Диференціальний аналоговий вхід	1	5 - не інвертує; 6 - інвертується
Одинарний аналоговий	2	7; 8
Аналоговий вихід	2	9; 10
цифровий вхід	3	27; 28; 29
Цифровий вхід - вихід	3	24; 25; 26
Вихід користувача +10	1	4
Вихід користувача +24	1	22
Загальний 0В	6	1; 3; 11; 21; 23; 30
Зовнішній вхід + 24В	1	2
Включення електромеханічного пристрою (функція захисне відключення)	1	31
Реле стану	1	41; 42

Функції аналогових і цифрових клем відповідно програмується в меню 7 перетворювача частоти.

Підключення керуючих ланцюгів перетворювача частоти представлено на рисунку 2.4

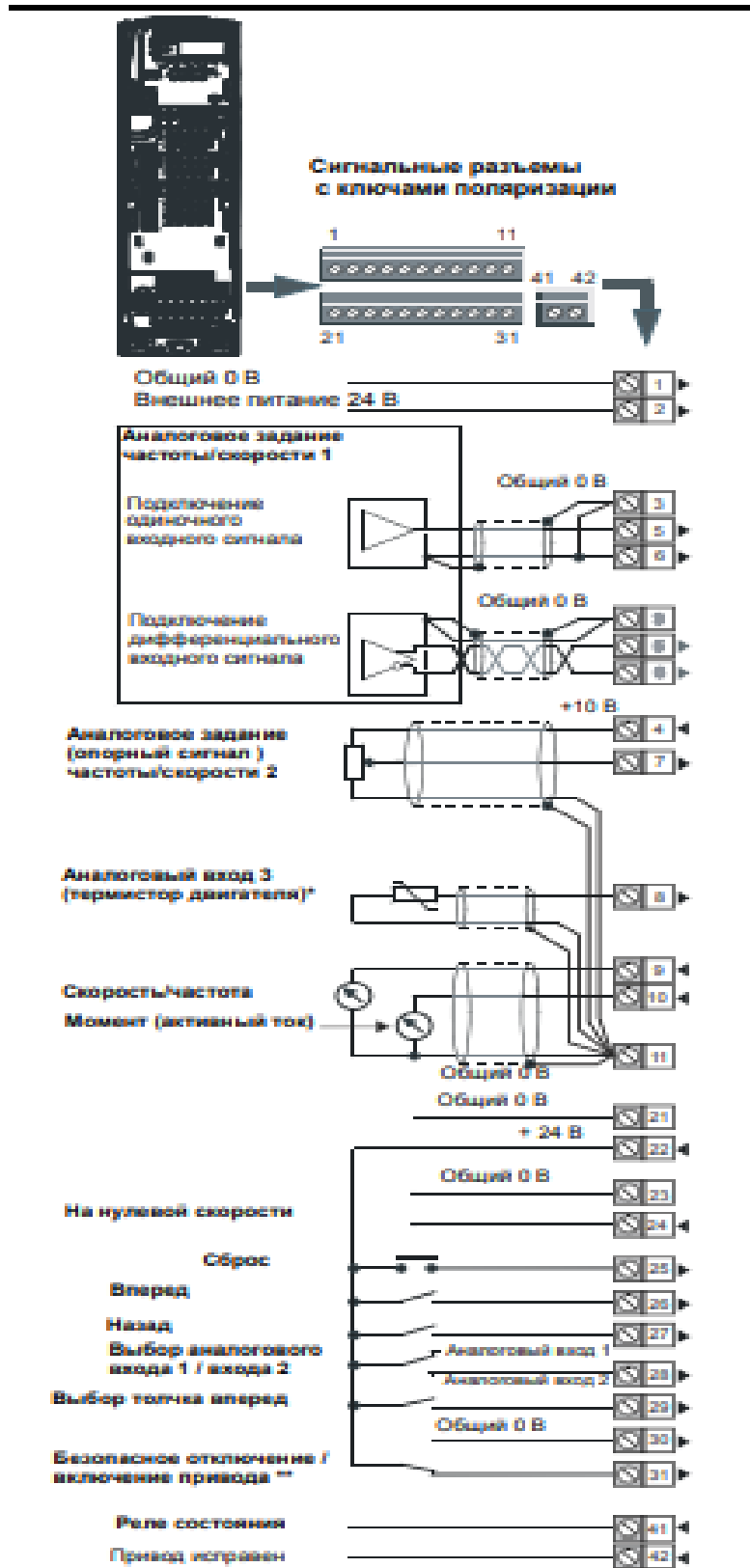


Рисунок 2.4 – Підключення управління ланцюгів перетворювача

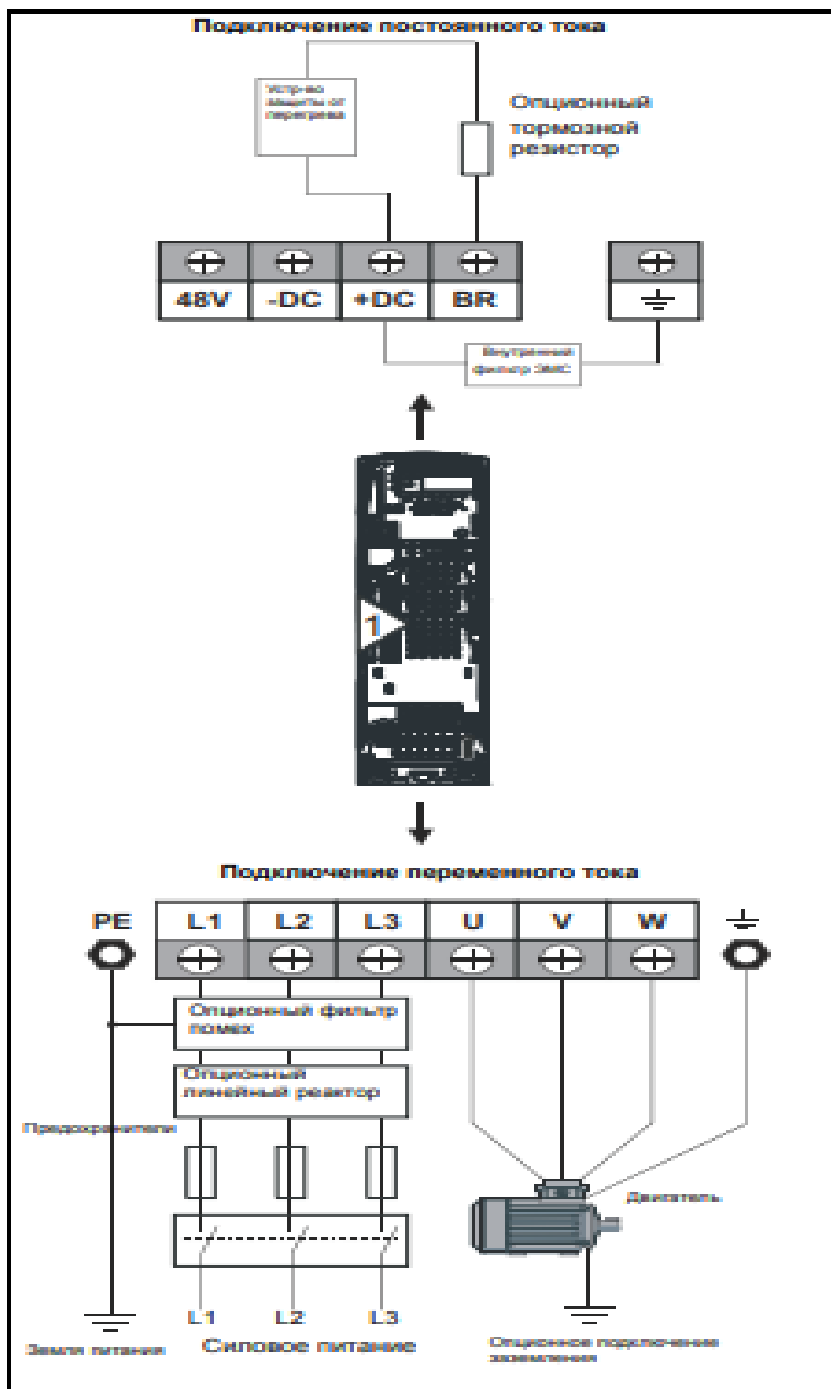


Рисунок 2.5 – Підключення живлення

2.2.3 Захист передбачений в перетворювачі

У перетворювачі також передбачені вбудовані види захистів:

- незалежний термозахист додаткових пристроїв, органів управління, силової частини, гальмівного резистора і двигуна;

- інтелектуальна теплова модель дозволяє регулювати частоту включення і швидкість обертання вентилятора що дозволяє підвищити надійність електромеханічного пристрою і виключити перегрів;
- відновлення після збоїв енергопостачання: обрив фази, дисбаланс, просадки напруги;
- зручні, високонадійні з'ємні роз'єми управління із захистом від неправильного з'єднання.

2.3 Вибір додаткового обладнання

Кінцеві вимикачі ПП 744 необхідні для комутації ланцюгів управління в кранових електромеханічних пристроях.

У вимикачів є дві незалежні електричні кола і можуть працювати як на змінному, так і на постійному струмі в повторно-короткочасному режимі.

Головні переваги:

- Струм тривалого режиму 10 А.
- Номінальна напруга змінного струму 220, 380 В.
- Номінальна напруга постійного струму 110, 220, 440 В.
- Експлуатаційна частота увімкнень 600 в год.
- Температура навколишнього середовища від – 40 до + 40 оС.
- Механічна зносостійкість 1 000 000 циклов.
- Вимикачі мають два електричних кола.

Кінцеві вимикачі застосовуються в схемах управління для обмеження лінійного пересування механізмів з будь-якою величиною вибігу.

Органом впливу на привід вимикачів служить штир.

Конструкцією передбачений будь-який порядок замикання контактів, який може бути отриманий шляхом перебирання кулачкового барабана на місці експлуатації. Основні технічні характеристики наведені в таблиці 2.6

Таблиця 2.6 - Характеристика кінцевого вимикача ПП-744

Найменування характеристики	Одиниці виміру	величина
Номінальна напруга живлення	В	220
струм навантаження	А	10



Рисунок 2.6 - Кінцевий вимикач ПП-744

Для забезпечення живлення датчиків необхідно вибрати блок живлення. Необхідна потужність блоку живлення визначається сумою потужностей споживачів, навантажених на нього. Для спрощення вибору, а також для забезпечення запасу, блоку живлення вибирається за сумарною потужністю всіх споживачів.

Таблиця 2.7 – Розрахунок споживаної потужності

Найменування споживача	Струм, А	Кількість споживача , шт	Потужність, Вт
Безконтактний датчик	0.5	5	60
Вхідні ланцюги	0.005	24	2
Обмотки вихідних	0.28	9	40.32
Оптичні датчики	0.05	10	14
Світлодіоди	0.01	9	1.68
Сумарна потужність споживачів			118

За значенням сумарної споживаної потужності обраний блок живлення типу DR 120-24 на номінальний струм 5 А і вихідною напругою 24 В.

Опис блоку живлення:

- Вихідна потужність(ном): 120 Вт;
- Вихід: 24В;
- Конструктивне виконання: на DIN рейку;
- Тип захисту: КЗ, перевантаження, перегрів;
- Виконання: IP20;
- Напруга ізоляції вхід-вихід: 3кВ;
- Напруга ізоляції вхід-земля: 1.5 кВ;

- Застосування: промавтоматика;
- ККД: 84%;
- Робоча температура: -10...+60 °С
- Вага: 0.79 кг;
- Розмір: 65.5x125.2x100.0 мм.



Рисунок 2.7 – Блок живлення DR 120-24

За заданою потужністю механізмів необхідно вибрати електродвигуни, що приводять в рух систему. Для електромеханічних пристроїв всіх механізмів виберемо приводи змінного струму. У таблиці 2.8 представлені основні характеристики наявних двигунів

Таблиця 2.8 - Характеристики наявних двигунів

Обозначення	Місце встановлювання	Тип двигуна	P_n , кВт	n_n , об/мин	U_n , В
М1	Привод кантувача	АИР 100 L8	1,5	750	380
М3	Привод стола	АИР 112 МВ6	4	950	380

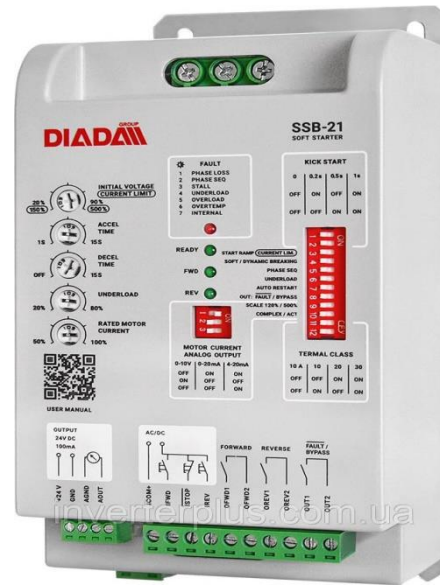
В якості управління двигуном змінного струму вибрано пристрій плавного пуску SSB-21-18.

Режими роботи пристрою:

- Пуск з лінійною зміною напруги. В даному режимі пристрій формує лінійну траєкторію напруги на обмотках статора, що призводить до плавної зміни значень пускового струму і моменту. Це дозволяє мінімізувати вплив пуску двигуна на електричну мережу за рахунок зменшення стрибків струму та падіння напруги в мережі.
- Пуск з обмеженням максимального струму. Це ефективний режим пуску асинхронного двигуна, в якому автоматично підтримується задане значення струму на протязі всього часу розгону, що гарантує надійний запуск навіть в умовах обмеженої потужності мережі.
- Режим пуску з початковим поштовхом. Призначений для подолання початкового моменту тертя при початку руху з місця. Пуск реалізується короткочасною (частки секунди) подачею напруги мережі на обмотки двигуна, після чого починається режим плавного розгону.
- Захист двигуна. Пристрої плавного пуску SSB-21 захищають двигун і механізм від впливу таких негативних явищ, як: перебіг надструмів, тривалих перевантажень, аварійного холостого ходу, перегріву перетворювача, а також проблем з живленням або заклинюванням ротора.

Виробництво даного пристрою відбувається в Україні

Рисунок 2.8 - Пристрій плавного пуску SSB-21-18



Для фіксації вала двигуна кантувача ми вибираємо електромагнітне гальмо змінного струму ТКТ - 100. У таблиці 2.9 представлені його характеристики

Таблиця 2.9 - Характеристики електромагнітного гальма змінного

Тип гальма	Тормозной момент, Нм	Живлення, В
ТКТ - 100	39	380

Головними особливостями гальма є:

- 1) гарантована взаємозамінність;
- 2) високий гальмівний момент, незалежний від напрямку обертання і забезпечується оптимальною геометрією важільного механізму;
- 3) простота регулювання;
- 4) можливість заміни гальмівної колодки без розбирання гальма.

Гальмо з електромагнітним приводом складається з електромагніту і механічної частини. При вимкненому електромагніті під дією стислої головної пружини важелі притискають колодки до поверхні гальмівного шківів.

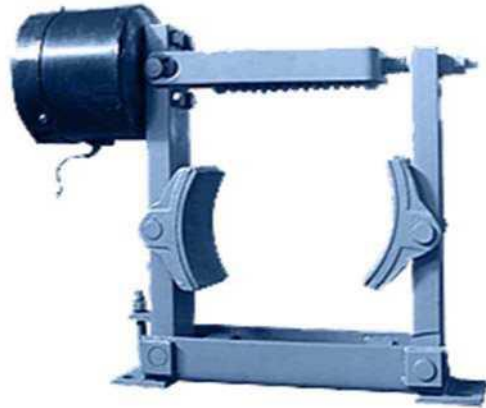


Рисунок 2.9 – Електромагнітне гальмо ТКТ-100

2.4 Розрахунок електричних навантажень

2.4.1 Розрахунок потужності освітлювальних установок

Приймаємо, що це сталеплавильний цех. Тоді з довідкових таблиць нормована освітленість $E_{\text{норм}}=150$ Люм.

Площа цеху:

$$S_{\text{цех}} = 2600 \text{ м}^2$$

Приймаємо для освітлення люмінесцентні лампи.

Згідно з ПУЕ, світильники з люмінесцентними лампами розміщуємо в шаховому порядку. З таблиць питомої потужності люмінесцентних світильників для даного приміщення знаходимо питому потужність при освітленості 100 Лк:

$$W_{100} = 4,5 \text{ Вт/м}^2 .$$

Тоді питома потужність, необхідну для створення освітленості

визначаємо як:

$$W_x = \frac{W_{100} \cdot E_{\text{норм}}}{100} = \frac{4,5 \cdot 150}{100} = 6,75 \text{ Вт/м}^2$$

Потужність освітлювальної установки приміщення:

$$P = W_x \cdot S = 6,75 \cdot 2600 = 17550 \text{ Вт}$$

В якості джерел освітлення вибираємо люмінесцентні світильники для промислових приміщень типу ЛПП 12-4x80-701 У5 (1000 Вт, 1850 мм, 440 мм, 130 мм, 19 кг, для висоти від 9 метрів).

Кількість джерел освітлення:

$$N = \frac{P}{P_{\text{св}}} = \frac{17550}{1000} = 18 \text{ шт}$$

2.4.2 Розрахунок потужності

Найменування вузлів живлення і груп струмоприймачів	Кількість СП	Встановлена потужність, приведена до ТВ=100%, кВт		Коефіцієнт використання Кв	cosφ	tgφ	Середнє навантаження за максимально навантажену зміну		Ефективна кількість СП Ne	Коефіцієнт розрахункової активної потужності Кр	Максимальне навантаження			Ім, А	Груповий коефіцієнт використання Кв	п*рн*рн	Іном.ма х, А	Іпк, А	
		рн	Рн				Рзм, кВт	Qзм, квар			Pr, кВт	Qr, квар	Sp, кВА						
Візок	1	11,2	11,2	0,6	0,75	0,88	6,72	5,93	8	0,715	122,3	86,9	150,0	227,9	0,55			125,4	22,7
Привод стола	1	4	4	0,6	0,75	0,88	2,40	2,12										16,0	8,1
Конвеєр	1	1,5	1,5	0,75	0,65	1,17	1,13	1,32										2,3	3,5
Намотувач	1	4,5	4,5	0,75	0,6	1,33	3,38	4,50										20,3	11,4
Електроtermічне устаткування	2	60	120	0,75	0,9	0,48	90,00	43,59										7200,0	101,3
Металорізальні верстати	2	22	44	0,3	0,65	1,17	13,20	15,43										968,0	51,4
Металорізальні верстати важким режимом роботи	1	60	60	0,22	0,65	1,17	13,20	15,43										3600,0	140,2
Зварювальні трансформатори ручного зварювання	1	28	28	0,3	0,5	1,73	8,40	14,55										784,0	85,1
Вентилятори	3	7,5	22,5	0,65	0,8	0,75	14,63	10,97										168,8	14,2
Освітлення	18	1	18	1	0,92	0,43	18,00	7,67										18,0	1,7

Таблиця 2.10- Розрахунок навантаження цеху

Найменування вузлів живлення і груп струмоприймачів	Кількість СП	Встановлена потужність, приведена до ТВ=100%, кВт		Коефіцієнт використання Кв	cosφ	tgφ	Середнє		Ефективна кількість СП Ne	Коефіцієнт розрахункової	Максимальне			Ім, А	Груповий коефіцієнт	п*рн*рн	Іном, А	Іпк, А	
		рн	Рн				Рзм, кВт	Qзм, квар			Pr, кВт	Qr, квар	Sp, кВА						
Візок	1	11,2	11,2	0,6	0,75	0,88	6,72	5,93	3	0,72	57,1	40,9	70,3	106,8	0,64			125,4	22,689
Привод стола	1	4	4	0,6	0,75	0,88	2,40	2,12										16,0	8,1032
Конвеєр	1	1,5	1,5	0,75	0,65	1,17	1,13	1,32										2,3	3,5062
Намотувач	1	4,5	4,5	0,75	0,6	1,33	3,38	4,50										20,3	11,395
Зварювальні трансформатори ручного зварювання	1	28	28	0,3	0,5	1,73	8,40	14,55										784,0	85,083
Вентилятори	1	7,5	7,5	0,65	0,8	0,75	4,88	3,66										56,3	14,244
Електроtermічне устаткування	1	60	60	0,75	0,9	0,48	45,00	21,79										3600,0	101,29
Освітлення	8	1	8	1	0,92	0,43	8,00	3,41										8,0	1,6515

Таблиця 2.11- Розрахунок навантаження першої ділянки цеху

Найменування вузлів живлення і груп струмоприймачів	Кількість СП	Встановлена потужність, приведена до ТВ=100%, кВт		Коефіцієнт використання Кв	cosφ	tgφ	Середнє навантаження за максимально навантажену зміну		Ефективна кількість СП Ne	Коефіцієнт розрахункової активної потужності Кр	Максимальне навантаження			Ім, А	Груповий коефіцієнт використання Кв	п*рн*рн	Іном, А	Іпк, А	
		рн	Рн				Рзм, кВт	Qзм, квар			Pr, кВт	Qr, квар	Sp, кВА						
Металорізальні верстати	2	22	44	0,3	0,65	1,17	13,20	15,43	5	0,72	65,2	45,9	79,7	121,1	0,48			968,0	51,424
Металорізальні верстати важким режимом роботи	1	60	60	0,22	0,65	1,17	13,20	15,43										3600,0	140,25
Вентилятори	2	7,5	15	0,65	0,8	0,75	9,75	7,31										112,5	14,244
Електроtermічне устаткування	1	60	60	0,75	0,9	0,48	45,00	21,79										3600,0	101,29
Освітлення	10	1	10	1	0,92	0,43	10,00	4,26										10,0	1,6515

Таблиця 2.12- Розрахунок навантаження другої ділянки цеху

2.4.3 Вибір силового трансформатору

Приймаємо $\beta = 0,7$ - коефіцієнт завантаження трансформаторів, тому що для двохтрансформаторних ТП з переважаючим навантаженням І категорії коефіцієнт повинен бути в межах 0,65-0,7

Знаходимо мінімальну кількість трансформаторів:

$$N_0 = \frac{P_m}{\beta \cdot S_{ном.Т}} + \Delta N = \frac{122,3}{0,7 \cdot 100} + 0,26 = 2 \text{ шт}$$

де ΔN - добавка до найближчого цілого числа;

β - коефіцієнт завантаження трансформаторів;

$S_{ном.Т}$ - номінальна потужність рекомендованого трансформатора;

P_m - середня активна потужність за найбільш завантажену зміну.

До установки на КТП приймаємо трансформатори ТМ-100/6, паспортні дані яких зазначено в таблиці №2.13.

Таблиця 2.13 - Паспортні дані ТМ-100/6

Тип	Номінальна напруга	Напруга КЗ у % від $U_{ном}$	Втрати холостого ходу $P_{хх}$, кВт	Втрати короткого замикання $P_{кз}$, кВт	Струм холостого ходу, %	Вартість тис. грн.
ТМ-100/6	0,4	4,5	0,2	1,3	2,5	54

2.4.4 Вибір перерізу провідників і автоматів для цехової КТП.

Переріз кабелю 6 кВ вибираємо за нагрівом.

Приймаємо кабель з паперовою пропитаною ізоляцією марки ААШв-3х10, $I_{\text{доп}} = 60 \text{ А}$.

Перевіряємо кабель по нагріву в післяаварійному режимі (при виході з ладу одного кабелю, і живленню навантаження по залишеним двом):

$$I_{\text{аб}} \leq I'_{\text{доп}}$$

$20,21 < 62,64 \text{ А}$ – умова виконується,

де $I_{\text{аб}}$ - струм після аварійного режиму, А;

$I'_{\text{доп}}$ - допустимий струм, А.

$$I'_{\text{доп}} = k_1 k_2 k_3 I_{\text{доп}} = 1 \cdot 0,87 \cdot 1,2 \cdot 60 = 62,64 \text{ А}$$

де $k_1 = 1$ - коефіцієнт, який враховує температуру навколишнього середовища (вважаємо, що температура не відрізняється від нормальної $= 15 \text{ C}$);

$k_2 = 0,87$ - коефіцієнт, який враховує число поруч прокладених у землі кабелів (три кабелі з відстанню 200 мм);

$k_3 = 1,2$ – коефіцієнт, який враховує допустиме перевантаження в після аварійному режимі. (при тривалості максимуму 6 год).

Струм в після аварійному режимі дорівнює:

$$I_{\text{аб}} = \frac{1,4 S_{\text{нт}}}{\sqrt{3} U_{\text{вн}}} = \frac{1,4 \cdot 150}{\sqrt{3} \cdot 6} = 20,21 \text{ А}$$

Перевіряємо кабелі на термічну стійкість при протіканні струмів КЗ.
Умова перевірки:

$$F_{\text{min}} \leq F$$

де F_{min} – мінімальний переріз провідника, що відповідає вимозі його термічної стійкості при короткому замиканні, мм^2 .

$$F_{\min} \leq \frac{I_{\infty} \sqrt{t_{\text{відк}} + T_a}}{C}$$

де I_{∞} – струм КЗ, А;

$t_{\text{відк}}$ – час протікання струму КЗ, с;

T_a – постійна часу затухання аперіодичної складової струму КЗ, рівна 0,01с для розподільчих мереж напругою 6-10 кВ;

C – постійна, що визначається в залежності від заданої ПУЕ кінцевої температури нагріву жил і напруги. Для кабелів з паперовою пропитаною ізоляцією при напрузі 6 кВ $C = 98 \text{ А} \cdot \text{с} \cdot 0,5/\text{мм}^2$.

Величину струму КЗ визначаємо по заданій потужності КЗ - $S_{\text{кз}}$ на шинах джерела живлення:

$$I_{\infty} = \frac{S_{\text{кз}}}{\sqrt{3}U_{\text{н}}} = \frac{37000}{\sqrt{3} \cdot 6} = 3560 \text{ А}$$

Згідно ПУЕ час дії струму КЗ складається з часу дії основного релейного захисту даного ланцюга $t_{\text{рз}}$ і повного часу відключення вимикача $t_{\text{відк.в}}$.

Приймаємо, що $t_{\text{відк.в}} = 0,055$ с (час відключення вимикача ВР).

Час дії релейного захисту приймаємо рівним $t_{\text{рз}} = 0,01$ с. Тоді:

$$t_{\text{відк}} = t_{\text{рз}} + t_{\text{відк.в}} = 0,01 + 0,055 = 0,065 \text{ с}$$

$$F_{\min} = \frac{3560 \sqrt{0,065 + 0,01}}{98} = 9,94$$

$9,94 < 10$ - умова виконується.

Остаточню приймаємо живлення цехової КТП кабелями марки ААШв-3х10 $I_{\text{доп}} = 60 \text{ А}$, $r_0 = 3,1 \text{ Ом/км}$; $x_0 = 0,073 \text{ Ом/км}$;

Вибираємо ввідний автоматичний вимикач на стороні 0,4 кВ.

Вибір ведемо за розрахунковим струмом після аварійного режиму (при виході з ладу одного трансформатора). Згідно ПУЕ допускається перевантаження трансформатора на 40%.

$$I_p = \frac{K_{зав} S_{н.т}}{\sqrt{3} U_{нн}} = \frac{1,4 \cdot 100}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 212,7 \text{ А}$$

Умови вибору:

- за номінальною напругою:

$$380 \leq 380 \text{ В};$$

- за номінальним струмом автомата:

$$I_p < I_{н.вим.}$$

$$212,7 < 250 \text{ А};$$

- за номінальним струмом розчеплювача:

$$I_{н.р} > I_p$$

$$1 \cdot 250 > 212,7 \text{ А}$$

$$250 > 212,7 \text{ А.}$$

Приймаємо автомат типу ВА55-37.

Вибираємо уставки автомата:

- 1) Струм спрацьовування захисту від перенавантаження:

$$I_{спр} = 1,25 \cdot 250 = 312,5 \text{ А}$$

- 2) Уставка струму спрацьовування захисту від КЗ:

$$I_{св} > 1,25 I_{нік}$$

$$500 > 265,6 \text{ A}$$

3) Уставка часу спрацьовування захисту при перевантаженні, рівному

$$I_{\text{спр}} = 1,25 \cdot 250 = 312,5 \text{ A}$$

А прийmemo $t_{\text{пер}} = 20 \text{ с}$.

4) Уставка часу спрацьовування захисту при струмах КЗ - $t_{\text{св}}$.

Приймаємо $t_{\text{св}} = 0,3 \text{ с}$, що в 3 рази більше часу спрацювання на найнижчому рівні розподілу електроенергії.

2.4.5 Вибір компенсуючої установки

За обраною кількістю трансформаторів визначаємо найбільшу реактивну потужність, яку доцільно передати через трансформатори в мережу напругою до 1 кВ:

$$Q_{\text{ТШМА1}} = \sqrt{(N_{\text{Т.ОПТ}} \cdot \beta \cdot S_{\text{Н.Т}})^2 - P_{\text{МШМА1}}^2} = \sqrt{(0,7 \cdot 100)^2 - 57,1^2} = 40,5 \text{ квар} \quad (33)$$

$$Q_{\text{ТШМА2}} = \sqrt{(N_{\text{Т.ОПТ}} \cdot \beta \cdot S_{\text{Н.Т}})^2 - P_{\text{МШМА2}}^2} = \sqrt{(0,7 \cdot 100)^2 - 65,2^2} = 25,4 \text{ квар}$$

Як основний засіб компенсації на промислових підприємствах застосовуються батареї статичних конденсаторів.

Сумарна потужність батарей конденсаторів напругою нижче 1 кВ для даної групи трансформаторів визначається:

$$Q_{\text{НК11}} = Q_{\text{ЗМ1}} - Q_{\text{ТШМА1}} = 40,9 - 40,5 = 0,4 \text{ квар} \quad (34)$$

$$Q_{\text{НК12}} = Q_{\text{ЗМ2}} - Q_{\text{ТШМА2}} = 45,9 - 25,4 = 20,4 \text{ квар}$$

Додаткова потужність БК напругою до 1 кВ, яка потрібна для оптимального зниження втрат у трансформаторах:

$$Q_{\text{НК12}} = Q_{\text{ЗМ1}} - Q_{\text{НК11}} - \gamma \cdot N_{\text{Т.опт}} \cdot S_{\text{НОМ.Т}} = 40,9 - 0,4 - 0,31 \cdot 1 \cdot 100 = 9,5 \text{квар, (35)}$$

$$Q_{\text{НК22}} = Q_{\text{ЗМ2}} - Q_{\text{НК11}} - \gamma \cdot N_{\text{Т.опт}} \cdot S_{\text{НОМ.Т}} = 45,9 - 20,4 - 0,31 \cdot 1 \cdot 100 = -5,5 \text{квар}$$

де γ - розрахунковий коефіцієнт, що визначається по кривим рис. 2.10 залежно від показників K_{p1} і K_{p2} .

З довідкових таблиць приймаємо для нашої країни при трьохзмінному графіку роботи: $K_{p1} = 11$. З довідкових таблиць приймаємо для нашої потужності трансформатору та довжини живлючої лінії: $K_{p2} = 7$.

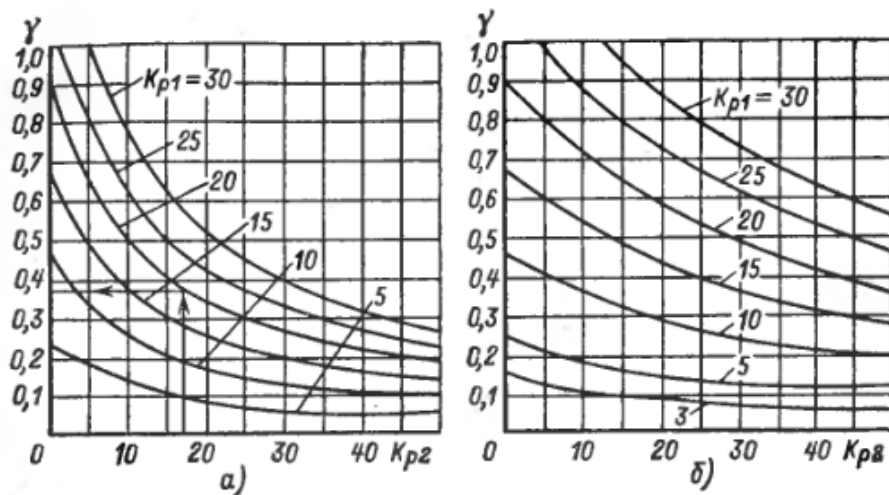


Рисунок 2.10- Криві визначення коефіцієнта γ для радіальної схеми живлення трансформаторів при напрузі мережі 6 (а) та 10 (б) кВ

Сумарна потужність БСК на напругу до 1 кВ:

$$Q_{\text{НК1}} = Q_{\text{НК11}} + Q_{\text{НК12}} = 0,4 + 9,5 = 9,9 \text{квар}$$

$$Q_{\text{НК2}} = Q_{\text{НК21}} + Q_{\text{НК22}} = 20,4 - 5,5 = 14,9 \text{квар}$$

Таблиця 2.14 – Технічні характеристики конденсаторних установок 0,4 кВ

Найменування	Потужність, квар	Габарити, мм	Вартість, грн
УКРМ 0,4 на 12,5 квар	12,5	500x400x220	9500
УКРМ 0,4 на 17 квар	17	500x400x220	10000

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Введення в економічну частину

Обґрунтування використання частотного електромеханічного пристрою в механізмі пересування візка кантувача рулонів, розрахунок собівартості, енергоефективність.

У світі існує два типи електричних машин: машини постійного струму і машини змінного струму.

Машини змінного струму діляться на синхронні і асинхронні. Кожен тип електричних машин має ряд недоліків і переваг. Так, наприклад, машини постійного струму прості в організації управління, але наявність колектора обмежує область їх застосування, сприяє подорожчання машин і труднощі в експлуатації. У свою чергу, машини змінного струму дешевші та простіші в експлуатації. Особливо асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором, але значно ускладнюється система управління. Вони компактні і підтримують високу точність електромеханічного пристрою, забезпечуючи великі діапазони регулювання.

Розроблюваний в дипломному проекті частотно-регульований електромеханічний пристрій задовольняє практично всім технічним вимогам, які до нього пред'являються. Крім того, в порівнянні зі старими релейно-контакторних схемами управління, даний частотно-регульований електромеханічний пристрій має ряд переваг:

а) економія електроенергії (в релейно-контакторної схемою управління відбувається зміною опору ротора, що викликає більше втрат електроенергії ніж при частотному управлінні, крім того в сучасних частотно-регульованих електромеханічних пристроях є функція енергозбереження (зниження напруги при зменшенні навантаження));

б) плавний пуск / зупинка (збільшує термін служби обладнання, а також, в свою чергу, зменшуються витрати на обслуговування обладнання (зміна тросів, обслуговування контактів і ін.));

в) можливість простої зміни параметрів настройки електромеханічного пристрою (часу пуску / зупинки, автоматична настройка параметрів двигуна при установці основних параметрів, автоматична настройка контуру струму і ін.);

д) можливість програмування;

е) можливість управління через послідовний інтерфейс;

ж) малі габарити.

3.2 Розрахунок капітальних витрат

Вартість монтажних робіт приймаємо рівною 10% від вартості обладнання.

Планові накопичення приймаємо 10% від вартості монтажних робіт.

Капітальні витрати розраховуються наступним чином:

$$K = K_{об} + K_{мн} + K_{п} + K_{т}$$

де, $K_{об}$ - вартість обладнання, грн;

$K_{мн}$ - витрати на монтажно-налагоджувальні роботи, грн;

$K_{п}$ - планові накопичення, грн.

№	Найменування	Питомі капітальні витрати грн./шт	Кількість, шт/м	Капітальні витрати, грн
1	Двигун АИР 112МВ6	8224	2	16448
2	Двигун- редуктор 4мц2с-125	21793	1	21793
3	Перетворювача частоти Unidrive SP1405	5689	2	11378
4	Двигун АИР 100 L8	5193	1	5193
5	Пристрій плавного пуску SSB-21-18	6525	1	6525
6	Кінцеві вимикачі ПП- 744	863	4	3452
7	Блок живлення DR 120-24	1130	1	1130

8	Тормоз ТКТ-100	1844	1	1844
9	Трансформатор ТМ-100/6	23830	2	47660
10	Кабель ААШВ-3х10	134	200	26800
11	Конденсаторна установка УКРМ 0,4 12,5	9479	1	9479
12	Конденсаторна установка УКРМ 0,4 12,5	10166	1	10166

Таблиця 3.1- Капітальні витрати на закупівлю обладнання

$$K_{об.} = 161868 \text{ грн}$$

Таблиця 3.2 – Транспортно-заготівельні витрати.

Найменування	Місце відправлення вантажа	Вартість доставки, тис. грн
Двигун АИР 112МВ6	Київ	2,5
Двигун- редуктор 4мц2с-125	Харків	2
Перетворювача частоти Unidrive SP1405	Львів	0,4

Двигун АИР 100 L8	Київ	1,7
Пристрій плавного пуску SSB-21-18	Запоріжжя	0,3
Кінцеві вимикачі ПП- 744	Дніпро	0,1
Блок живлення DR 120-24	Херсон	0,25
Тормоз ТКТ-100	Дніпро	1
Трансформатор ТМ-100/6	Запоріжжя	30
Кабель ААШв-3х10	Харьков	2
Конденсаторна установка УКРМ 0,4 12,5	Київ	1
Конденсаторна установка УКРМ 0,4 12,5	Київ	1

Всього $K_T=41,35$ тис.грн

Монтажно-налагоджувальні роботи:

Витрати на монтажні (Z_M) і на налагоджувальні роботи (Z_N) можна визначити наступним чином:

$$Z_{M(N)} = \sum (C_i \times a_i \times t_i) \times K_\delta \times K_{CM} \times K_{np}$$

де C_i – чисельність працівників і-го розряду, необхідних для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), чол.;

a_i – годинна тарифна ставка працівника i -го розряду, грн.;

t_i – час, необхідний для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), год.;

K_d – коефіцієнт, що враховує розмір доплат;

K_{cm} – коефіцієнт, що враховує єдиний соціальний внесок;

K_{pr} – коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт.

$$K_{M(H)} = (2 * 65 * 220) * 1,1 * 1,22 * 1 = 38381 \text{ грн.}$$

$$K = K_{об} + K_{MH} + K_T = 161868 + 38381 + 41350 = 241599 \text{ грн} \\ = 241,599 \text{ тис. грн}$$

3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

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

Основні статті витрат:

- амортизаційні відрахування (C_a);
- заробітна плата обслуговуючого персоналу (C_z);
- відрахування на соціальні заходи від заробітної плати (C_c);
- інші експлуатаційні витрат (C_{pr})

Таким чином загальні експлуатаційні витрати складуть:

$$Z_{екс} = C_a + C_z + C_c + C_{pr}, \text{ грн}$$

3.3.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Річні амортизаційні відрахування C_a на основні фонди обчислюються по балансовій вартості обладнання та мінімальному (регламентованому) терміну експлуатації.

Обладнання відноситься до 4 групи, з мінімальним корисним терміном експлуатації 5 років.

Сума річних амортизаційних відрахувань буде складати:

$$0,2 * 178,054 = 35,61 \text{ тис. грн}$$

3.3.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати

Розрахунок річного фонду заробітної плати здійснюється за категоріями персоналу (робітники, РСС), який обслуговує об'єкт проектування, відповідно з їх чисельністю, режимом роботи, годинними тарифними ставками, посадовими окладами, що застосовуються на підприємстві формами і системами оплати праці та преміювання.

Основна заробітна плата працівників – це винагороди за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці (норми часу, виробітку, обслуговування, посадові обов'язки). Вона визначається тарифними ставками і відрядними розцінками для робітників, посадовими окладами для спеціалістів, службовців і керівників.

Додаткова заробітна плата – це винагорода за роботу понад встановлених норм, за особливі умови праці. До додаткової заробітної плати належать премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій, доплати і надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством.

п/п	Найменування професій працівників	Списочний штат, чол.	Оклад, грн	Номінальний річний фонд робочого часу, год	Основна заробітна плата, тис. грн.
1.	Електромонтер	4	65	2100	546
Всього:					546

Таблиця 3.2- Розрахунок заробітної плати

Додаткова заробітна плата обслуговуючого персоналу визначається в розмірі 10-15% від основної заробітної плати.

$$З_{\text{доп}} = 0,15 * З_{\text{осн}} = 0,15 * 546 = 81,9 \text{ тис. грн.}$$

Загальна величина річного фонду заробітної плати становить:

$$С_3 = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} = 546 + 81,9 = 627,9 \text{ тис. грн.}$$

3.3.3 Розрахунок відрахувань на соціальні заходи

Відрахування на соціальні заходи (єдиний соціальний внесок) визначаються на підставі встановленого чинним законодавством відсотка від суми основної та додаткової заробітної плати . Ставка цього внеску складає 22% від фонду оплати праці.

$$C_c = 0,22 * C_з = 0,22 * 627,9 = 138,138 \text{ тис. грн.}$$

3.3.4 Визначення інших витрат

Інші витрати по експлуатації об'єкту проектування включають витрати з охорони праці, на спецодяг та ін. Відповідно до практики, ці витрати визначаються в розмірі 4% від річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу.

$$C_{пр} = 0,04 * C_з = 0,04 * 627,9 = 25,12 \text{ тис. грн}$$

Таким чином сумарні експлуатаційні витрати складуть:

$$\begin{aligned} Z_{екс} &= C_a + C_з + C_c + C_{пр} = 35,61 + 546 + 138,138 + 25,12 \\ &= 744,868 \text{ тис. грн.} \end{aligned}$$

Висновок

В економічному розділі було проведено:

- розрахунок капітальних витрат, які становлять 241,599 тис. грн.
- розрахунок суми витрат на експлуатацію, яка становить 744,868 тис.грн.

Підчас всього строку служби проекту необхідно сприяти:

- зменшенню вірогідності аварійних ситуацій;
- збільшенню строку служби обладнання;
- зменшенню витрат на технічне обслуговування та планові роботи.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Характеристика об'єкту проектування

Об'єкт дослідження для створення безпечних умов ведення робіт має зіштовхувач, кантувач, візок і підйомний стіл, які живляться від асинхронних двигунів змінного струму. На візок встановлені оптичні датчики, які визначають наявність заготовки. Прокатні на листовому стані гарячої прокатки смуги змотуються в рулони і проходять через стан, після чого здійснюється зняття на приймальний конвеєр. Управління системою здійснюється в автоматичному режимі, або оператором в ручному управлінні за допомогою ПК, що знаходяться в певному приміщенні.

4.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці

.Для забезпечення електробезпеки та безпеки праці на об'єкті потрібно:

- При прийомі на роботу повинен проводитися вступний інструктаж з техніки безпеки.
- Раз на півроку проводити черговий інструктаж.
- Перед виконанням особливо небезпечних робіт повинен проводитися позачерговий цільовий інструктаж.
- струмоведучі частини та механізми, що обертаються, огородити захисними огорожами та захисними кожухами;
- забезпечити контроль за станом стаціонарного заземлювача ТП шляхом вимірювання опору заземлення кожні півроку;
- на дверях шаф комплектного розподільчого пристрою має бути встановлене електромеханічне блокування та вивішені таблички з написом «об'єкт під напругою»; на підлозі біля дверей покласти гумові килими, у кімнаті з ТП організувати щит, на якому вивісити щонайменше 2 пари діелектричних гумових рукавиць, діелектричні штанги та переносний заземлювач; мають працювати всі сигнальні лампи шаф та комірок ТП;

4.3 Пожежна безпека і протипожежний захист для ТП

- з усіма працівниками регулярно проводяться періодичні інструктажі з пожежної безпеки;
- 50% працівників (від загальної чисельності), зайнятих на роботах підвищеної небезпеки, щорічно проходять навчання та перевірку знань з пожежної безпеки;
- об'єкти організацій забезпечуються первинними засобами пожежогасіння ;
- на всіх об'єктах встановлений протипожежний режим та порядок відключення напруги з електрообладнання на випадок

пожежі, наказами призначені відповідальні особи за стан пожежної безпеки;

- на територіях трансформаторних підстанцій (ТП) регулярно проводяться огляди на предмет виявлення течії трансформаторного масла, видалення трави та утримання її згідно вимог;

4.4 Захисне заземлення візка кантувача

Згідно ГОСТ 12.0.003-74 «Небезпечні та шкідливі виробничі фактори» можна виділити наступні шкідливі і небезпечні виробничі фактори, які стосуються цієї робочої машини. Рухомі частини виробничого обладнання, які перевозять заготовки, підвищена температура заготовки, підвищене значення напруги в електричному ланцюзі і т.п.

Присвоєння класу небезпеки небезпечного виробничого об'єкта здійснюється за його реєстрації в державному реєстрі. Візок кантувача рулонів є технічним пристроєм, що застосовуються на небезпечному виробничому об'єкті, яким присвоюється IV клас небезпеки.

В результаті розрахунків для пересування візка кантувача рулонів був обраний асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором АИР 112 МВ6 напругою 380 В, числом оборотів 870 об / хв, потужністю 4 кВт, який живиться від перетворювача частоти згідно схеми 7.2

Згідно глави 1.7 Правил улаштування та експлуатації (ПУЕ), вантажопідйомні електричні установки належать до електроустановок до 1 кВ.

Для даних електроустановок прийнято позначення системи, в якій нульовий захисний і нульовий робочий провідники розділені на всій її довжині. Дана система, в якій нейтраль джерела живлення глухо заземлена, а відкриті провідні частини електроустановки приєднано до глухозаземленої нейтралі джерела за допомогою нульових захисних провідників.

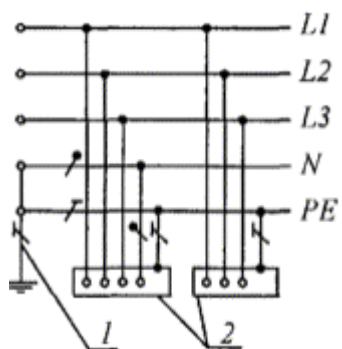


Рисунок 4.1 _ Система змінного струму:

1 – заземлювач нейтралі джерела живлення

2 – відкриті токоведучі частини.



Рисунок 4.2 – схема підключення

4.5 Охорона праці та заходи з безпечної експлуатації обладнання

Згідно ГОСТ 12.2.007.0-75 «Вироби електротехнічні. Загальні вимоги безпеки» механізм можна віднести до I класу захисту, тому що має елементи для заземлення. Також в самій конструкції передбачені засоби шумо- і віброзахисту, що забезпечують рівень шуму і вібрації на робочих місцях відповідно до затверджених санітарних норм. Електрична схема виробів виключає можливість самовільного включення і виключення об'єкта. Об'єкт також обладнаний сигналізацією, яка інформує про наявність заготовки на ньому.

ГОСТ 12.1.038-82 «Електробезпека. Гранично допустимі значення напруг дотику і струмів», в приміщенні з встановленим двигуном можливо дотик до системної установки і заземлення, тому допустимі значення не повинні перевищувати значень, зазначених в таблиці 7.1. При цьому напруги дотику і струми наведені при тривалості впливів не більше 10 хвилин на добу і встановлені, виходячи з реакції відчуття.

Таблиця 4.1 - Значення напруги прикосновения и токов

Рід струму	Напруга	Струм, мА
	Не більше	
Змінний, 50Гц	0,67	0,1
Змінний, 400Гц	1,0	0,13
Постійний	2,67	0,33

Оскільки робота ведеться з листами гарячої прокатки, то згідно ПБ 11-519-02 «Правила безпеки в прокатному стані» необхідно в місцях переходу робочих встановити перехідні містки з поручнями. Містки для переходу через зони з гарячим металом повинні мати теплоізолюючий настил, а з боків повинні бути перекриті щитами висотою не менше 1,8 м з листового заліза або густої металевої сітки. Візок повинна мати обортовку для виключення сходу виправляемого металу.

Огляд і розмітка листів повинні проводитися після їх охолодження до температури +60 ° С. Здійснювати усунення несправностей вузлів і механізмів станів під час прокатки металу забороняється.

Для визначення наявності листа на візку використовуються оптичні датчики. Згідно ГОСТ 12. 1.040-83 «Лазерна безпека. Загальні вимоги» можна віднести до класу 1. Лазери і лазерні системи дуже малої потужності, які не здатні створювати небезпечний для людського ока рівень опромінення. Випромінювання систем класу 1 не представляє ніякої небезпеки навіть при довготривалому прямому спостереженні оком.

За ГОСТ 12.1.005-88 «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони» значення температури, відносної вологості та швидкості руху повітря встановлюються для робочої зони приміщень в залежності від категорії тяжкості виконуваної роботи та періоду року.

Характер і рівень шумів нормується ГОСТ 12.1.003 "Шум. Загальні вимоги безпеки ». Виконувана робота класифікується як фізична робота, пов'язана з точністю, зосередженістю або періодичним слуховим контролем. Допустимий рівень звукового тиску і еквівалентний рівень звуку на робочому місці 80 дБл.

Для зниження рівня шуму в приміщенні оператор забезпечує: проведення організаційно-технічних заходів, пов'язаних з проведенням своєчасного ремонту, мастила візки, двигуна і т.п. Герметизацію всього приміщення і установки звукопоглинального матеріалу (вікон).

Для освітлення приміщення оператора використовується природне і штучне освітлення. Згідно ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» освітленість в приміщенні оператора повинна бути не менше 400 лк.

4.6 Висновок з охорони праці

У даному розділі були передбачені заходи безпеки при проведенні різних робіт з вантажопідйомними механізмами. Такі як захисні заземлення, знижена напруга, ведення робіт з гарячою прокаткою, оптичними вимикачами, визначені правила безпеки і експлуатації при роботах. Також розглянули розділ з пожежної безпеки

ВИСНОВОК

У процесі виконання дипломного проекту були розраховані моменти статичного опору. За попередньо розрахованої потужності був обраний енергоефективний високо моментний електродвигун з загальної серії АІР 112 МВ6 (виробництва Білорусь) змінного струму і мотор-редуктор 4МЦ2С-125-56-7,5-G310-ЦУЗ-2-380.

Розроблений двигун задовольняє вимогам перевірок на допустимі струми і моменти, забезпечує заданий режим роботи. Моменти статичного і динамічного опору були приведені до валу двигуна. В якості системи управління електромеханічним пристроєм обраний перетворювач частоти Unidrive SP1405 . В даному перетворювачі згідно пропонованим технологічним вимогам реалізується регулювання швидкості.

Для живлення споживачів був обраний блок живлення типу DR 120-24 на номінальний струм 5 А і вихідною напругою 24 В. Для управління двигунами встановлені пристрої плавного пуску SSB-21-18. Для фіксації валу був обраний електромагнітне гальмо ТКТ - 100.

У економічному розділі ми визначили капітальні витрати на реалізацію проекту які встановили 241599 грн. Для встановлення обладнання необхідно дві людини, один підйомний кран, та 220 годин роботи.

У розділі, який розглядає питання щодо охорони праці, були передбачені заходи безпеки при проведенні різних робіт з вантажопідйомними механізмами. Такі як захисні заземлення, знижена напруга , ведення робіт з гарячою прокаткою, оптичними вимикачами, визначені правила безпеки і експлуатації при роботах. Також розглянули розділ з пожежної безпеки.

У дипломному проекті ми розраховали КТП та нове обладнання яке є для більшої енергоефективності нашого підприємства.

Перелік посилань

1. «Правила устройства электроустановок», «Энергия», 1987
2. Неклепаев Б.Н. «Электрическая часть станции и подстанции», «Энергоатомиздат», 1984
3. Чернобров Н.В. «Релейная защита», «Энергия», 1971
4. Зімін Е.Н. «Электрооборудование промышленных предприятий и установок», «Энергоиздат», 1981
5. Ліпкін Б.Ю. «Электроснабжение промышленных предприятий и установок», «Высшая школа», 1981
6. Рожкова Л.Д., Козулін В.С. «Электрооборудование станций и подстанций», 1985
7. Борисов , А.М. Автоматизация технологических процессов и установок: учебное пособие / А.М. Борисов, А.С. Нестеров, А.Н. Горожанкин. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. - 160 с.
8. <http://nku04.com.ua/kondensatornye-ustanovki/kondensatornaya-ustanovka-ukrm-0-4-12-5-2-5-kvar>
9. <https://systemax.com.ua/p22840216-elektrodivigatel-air112mv6-air.html>
10. <https://220volt.com.ua/pereklyuchatel-kontsevoj-promfaktor-pp-744-shtampovka/>
11. <https://inverterplus.com.ua/p585537691-pristriy-plavnogo-pusku.html>
12. <https://www.sea.com.ua/ua/istochniki-pitaniya/acdc-preobrazovateli-na-din-rejku/dr-120-24/>
13. https://xn--80aqy.com.ua/motor-reduktory/cilindricheskie/mc2s-125/http://www.plasma.com.ua/power_transformers/tm/product4.html
14. http://www.plasma.com.ua/power_transformers/tm/product4.html
15. [https://k-ps.ru/spravochnik/kabeli-silovyye/s-pvx-izolyacziej-\(0,66;-1kv\)/avvg/](https://k-ps.ru/spravochnik/kabeli-silovyye/s-pvx-izolyacziej-(0,66;-1kv)/avvg/)