

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Управління енергетичними процесами»

Кафедра «Електротехніка та електромеханіка»

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: «Вибір електропривода поворотного круга та дослідження його енергетичних показників»

за освітньою програмою: «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»


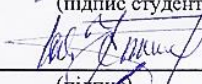
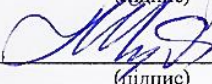
зі спеціальності: «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Виконав: студент групи «ЕП19120»

Керівник:


Нормоконтролер:

Консультанти:

<hr/>	 (підпис студента)	<hr/>	/Олександр ЛІНЬОВ/ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
<hr/>	 (підпис)	<hr/>	/доц. Дмитро УСТИМЕНКО/ (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
<hr/>	 (підпис)	<hr/>	/доц. Оксана КАРЗОВА/ (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
<hr/>	<hr/>	<hr/>	//
(назва розділу)	(підпис)	<hr/>	(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
<hr/>	<hr/>	<hr/>	//
(назва розділу)	(підпис)	<hr/>	(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
<hr/>	<hr/>	<hr/>	//
(назва розділу)	(підпис)	<hr/>	(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
<hr/>	<hr/>	<hr/>	//
(назва розділу)	(підпис)	<hr/>	(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент


(підпис)

Дніпро – 2022 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Faculty «Energy Process Control»

Department «Electrical engineering and electromechanics»

Explanatory Note
to Bachelor's Thesis

on the topic: «Selection of the electric drive for turntable and study of its energy indicators»

according to educational curriculum «Electromechanical automation systems and electric drive»

in the Speciality: «141 Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics»

Done by the student of the group ЕП19120: /Oleksandr LINOV/

Scientific Supervisor:



/Dmytro USTYMENKO/

Normative controller:

/Oksana KARZOVA/

Supervisors

(Chapter title heading)

// _____
(position, name, surname)

(Chapter title heading)

// _____
(position, name, surname)

(Chapter title heading)

// _____
(position, name, surname)

(Chapter title heading)

// _____
(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Факультет «Управління енергетичними процесами»

Кафедра: «Електротехніка та електромеханіка»

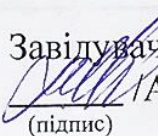
Рівень вищої освіти: бакалавр

Освітня програма: «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»

Спеціальність: «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕТЕМ

 Андрій МУХА/

(підпис)

Дата 07.02.22

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

студенту Ліньов Олександр Володимирович

1. Тема роботи: «Вибір електропривода поворотного круга та дослідження його енергетичних показників»

Керівник роботи: Устименко Дмитро Володимирович, доцент
затверджені наказом № 135 ст від 07.02.2022

2. Строк подання студентом роботи: 30.05.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: Електропривод повинен забезпечити реалізацію обертового руху поворотної платформи з/без локомотива в

напівавтоматичному режимі. Маса платформи з локомотивом $m=170$ т, діаметр круга катання платформи $D_n = 21$ м, поворот на 180° на протязі 60 с

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

4.1 Аналітична частина:

Аналіз існуючих поворотних кругів рейкового залізничного транспорту

4.2 Основна частина:

Розробка опорно-поворотної платформи для розвороту локомотива в умовах обмеженого простору. Алгоритм роботи системи керування електроприводом поворотного круга. Електрична принципова схема електроустановки, розрахунок та вибір основних вузлів системи.

4.3 Охорона праці та захист навколишнього середовища:

Порядок дій при експлуатації установки, безпека обслуговуючого персоналу

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Характеристики асинхронного двигуна поворотної платформи.

2. Загальний вигляд і габарити асинхронного двигуна типу 4AM180 S4.

3. Схема електроживлення приводів поворотної платформи.

4. Електропривод поворотного круга. Схема електрична принципова

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

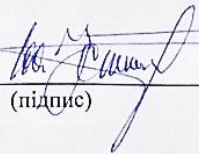
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Аналіз існуючих поворотних кругів рейкового залізничного транспорту	07.02.2022	10%
2	Розділ 2. Розробка опорно-поворотної платформи для розвороту локомотива в умовах обмеженого простору	14.02.2022	15%
3	Розділ 3. Алгоритм роботи системи керування електроприводом поворотного круга	28.02.2022	20%
4	Розділ 4. Електрична принципова схема електроустановки, розрахунок та вибір основних вузлів системи	18.04.2022	30%
5	Розділ 5. Порядок дій при експлуатації установки, безпека обслуговуючого персоналу	09.05.2022	20%
6	Загальні висновки і рекомендації	23.05.2022	5%
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	30.05.2022	100%
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії		

Студент


(підпис)

Олександр ЛІНЬОВ
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи


(підпис)

доц. Дмитро УСТИМЕНКО
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Відгук керівника
кваліфікаційної роботи бакалавра

Студент групи «ЕП19120» Ліньов Олександр Володимирович

Тема випускної роботи: «Вибір електропривода поворотного круга та дослідження його енергетичних показників»

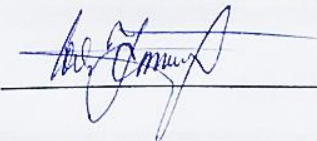
1. Якісні відмінності кваліфікаційної роботи: автор провів аналіз існуючих підходів та методик, що застосовуються при побудові електропривода поворотного круга для рейкових транспортних засобів. В центрі платформа опирається на стандартний крановий опорно-поворотний пристрій, краї платформи лежать на стандартних кранових візках з колесом діаметром 400 мм. Таке рішення дозволяє уніфікувати несучу конструкцію круга, що дозволяє суттєво зменшити капітальні затрати. Привод платформи редукторний і має два асинхронних двигуна, по одному на візок. Живлення двигунів забезпечує керований напівпровідниковий перетворювач, система керування якого тісно інтегрована в систему керування механізмом в цілому. Застосування сучасного контролера в купі з регульованим електроприводом та з безконтактними давачами положення платформи дозволило побудувати високоефективну, функціональну та надійну систему.

2. Зауваження: В роботі не розкрито питання енергетичних показників розробленого електропривода поворотного круга.

3. Висновок щодо дотримання академічної доброчесності в роботі для виконання поставленої задачі використовуються стандартні методики та підходи, які висвітлені у відкритих джерелах, робота не містить запозичень без відповідних посилань, висновки сформульовано автором власноруч.

Комплексна оцінка кваліфікаційної роботи: В цілому робота виконана на задовільному рівні у відповідності до вимог стосовно кваліфікаційних робіт, містить необхідні розділи. Робота, за умови відповідного захисту, заслуговує на оцінку «задовільно», а її автор, Ліньов Олександр Володимирович, присудження кваліфікації бакалавр з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки за освітньо-професійною програмою «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод».

Керівник: доц. Дмитро УСТИМЕНКО



Дата: 13.06.2022р.

№ рядка	Формат	Позначення	Назва	Кільк. арк.	№ екз.	Прим
1			<u>Документація загальна</u>			
2			Заново розроблена			
3	A4	6.141.190462.ПЗ	Пояснювальна записка	48		
4			Запозичена			
5						
6			<u>Графічна частина</u>			
7			Заново розроблена			
8	A4	6.141.190462.01	Характеристики			
9			асинхронного двигуна			
10			поворотної платформи	1		
11	A4	6.141.190462.02	Загальний вигляд і габарити	1		
12			асинхронного двигуна типу			
13			4AM180 S4			
14	A4	6.141.190462.03	Схема електроживлення	1		
15			приводів поворотної			
16			платформи			
17	A4	6.141.190462.04	Електропривод.	1		
18			поворотного кола.			
19			Схема електрична			
20			принципова			
21			Запозичена			
22						
23			<u>Електронна частина</u>			
24						

					6.141.190462.ВР		
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Відомість кваліфікаційної роботи		
Розробив		Ліньов О.В.	<i>Ліньов</i>	13.06			
Керівник		Устименко Д.В.	<i>Устименко</i>	13.06			
Консульт							
Н. Коопр.		Карзова О.О.	<i>Карзова</i>	13.06			
Зав. кафедр		Муха А.М.	<i>Муха</i>	13.06	Літ.	Арк.	Аркунів
						6	48
					МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП19120		

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра: «Вибір електропривода поворотного круга та дослідження його енергетичних показників» складається з п'яти розділів та містить: 48 сторінок основного тексту, 3 таблиць, 15 рисунків, 18 літературних джерел.

Об'єкт розробки — електропривод поворотного круга рейкового транспорту.

Мета роботи — вибір електропривода поворотного круга та дослідження його енергетичних показників.

В першому розділі приведено аналіз існуючих типів поворотних кругів, сформульовано завдання для виконання поставленої мети.

В другому розділі розроблено опорно-поворотний круг для розвороту локомотиву в умовах обмеженого простору.

В третьому розділі дано алгоритм роботи системи управління приводом поворотного круга.

В четвертому розділі розраховано механізм переміщення поворотного круга і крана, обрано схему керування крановим електроприводом поворотного круга.

В п'ятому розділі описано порядок дій і правила безпеки обслуговуючого персоналу при роботі з поворотним кругом.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПОВОРОТНИЙ КРУГ, ПОВОРОТНА ПЛАТФОРМА, ЕЛЕКТРОПРИВОД, СХЕМА УПРАВЛІННЯ, АЛГОРИТМ.

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

5.1 Порядок дій персоналу під час експлуатації електроприводу	41
5.2 Техніка безпеки	43
ВИСНОВКИ.....	46
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	47
СПИСОК ГРАФІЧНИХ РОБІТ	49
ДОДАТКИ.....	50

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

ВСТУП

Електричний привод (ЕП) відіграє значну роль у реалізації завдань підвищення продуктивності праці в різних галузях народного господарства, автоматизації та комплексної механізації виробничих процесів. Близько 70% електроенергії, що виробляється, перетворюється на механічну енергію електродвигунами (ЕД), які приводять у рух різні верстати та механізми. Сучасний ЕП відрізняються широкою різноманітністю застосовуваних засобів управління – від звичайної комутаційної апаратури до електронних обчислювальних машин (ЕОМ), великим діапазоном потужностей двигунів, діапазоном регулювання швидкостей до 10000:1 і більше, застосуванням як тихохідних, так і надшвидкісних ЕД [1-6].

Електричний привід є єдиною електромеханічною системою, електрична частина якої складається з електрорухомого, перетворювального, керуючого та інформаційного пристроїв, а механічна частина включає в себе всі пов'язані рухомі маси приводу та механізму [1].

Широке впровадження електричного приводу у всі галузі промисловості та на залізничному транспорті, все зростаючі вимоги до статичних та динамічних характеристик електроприводів висувають підвищені вимоги до професійної підготовки фахівців у галузі електричного приводу.

Наприклад, в умовах обмеженого простору на залізницях України застосовують поворотний круг для рейкових транспортних засобів, що складається з двох паралельних подовжніх балок, середні частини яких з'єднані за допомогою поперечної балки, що опирається на центральну опору, а кінцеві частини виконані такими, що опираються на ведені візки і повідні візки з приводами, платформи із змонтованою на ній рейковою колією і фіксаторами положення поворотного круга з приводами, і системи керування, виконаної з можливістю керування приводами повідних візків і зазначених фіксаторів, при цьому ведені і повідні візки шарнірно з'єднані з кінцевими

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

частинами подовжніх балок, центральна опора виконана у вигляді самоустановлювального балансира, платформа закріплена на подовжніх балках, а згадані візки виконані з можливістю руху по круговій рейці, який відрізняється тим, що центральна опора закріплена на опорному підшипнику кочення [3-6].

Поворотне коло є спеціальною металевою фермою, що має рейковий шлях, на який встановлюється локомотив або інша одиниця рухомого складу. Ферма поворотного кола може бути з їздою внизу або з поверховою їздою. Розрізняють два типи поворотних кіл: врівноваженого типу та нерівноваженого типу. Врівноважене поворотне коло спирається в центрі на спеціальну опору, таке поворотне коло вимагає точної установки рухомого складу. Неврівноважене поворотне коло спирається на колеса, розташовані по кінцях ферми (для цих коліс прокладається особливий рейковий шлях) [2-6].

Розробкою поворотних кругів рейкових транспортних засобів в Україні займались Рахлін О. В., Малюйсенко В. М., Ранковський С. В., Пономарьов В. М., Мотрін А. М., Алієвіч М. І., Маковєєв В. В., Чайко І. Л., Сорокін П. Я., Козловський Ю. С., Охримович В. М., Кобільник М. С. [3-15].

Отже, на Укрзалізниці і підприємствах України існує задача розвернути локомотив в рамках обмеженого простору, наприклад в депо, на заводі, на залізничній станції. Технологічний процес призначений для виконання цієї операції потребує автоматизації та механізації, а значить, і розв'язання таких задач:

- вибір типу електроприводу і дослідження його аналітичних характеристик;
- вибір схеми управління роботою електропривода поворотного круга;
- розробка алгоритму роботи системи керування електроприводом поворотного круга.

Це дозволяє скоротити час і пробіг локомотиву при виконанні маневрів. Поворотна платформа (круг) дозволяють розвернути локомотив на 180° чи виконати поворот та скоректувати рух локомотива на декілька напрямків.

Сучасний розвиток машинобудування, застосування нових типів електродвигунів і схем управління, побудованих на сучасній електронній базі дозволяють підвищити енергоефективність поворотних платформ для пересування рейкових транспортних засобів. Отже тема бакалаврської роботи є актуальною.

Метою кваліфікаційної роботи є вибір електропривода поворотного круга та дослідження його енергетичних показників.

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		12

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПОВОРОТНИХ КРУГІВ РЕЙКОВОГО ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

1.1 Поворотні платформи і круги. Аналіз актуальності питання

Перші поворотні круги, які виникли на початку XIX і застосовувалися до середини XX сторіччя, дозволяли розвернути паровоз вручну, рис. 1.1 [8]. Така технологічна операція була достатньо важкою і займала багато часу. Отже, процес розвороту локомотиву потребував механізації і автоматизації.



Рис. 1.1. Перше поворотне коло, яке обертається вручну

Розробкою поворотних кругів та платформ рейкових транспортних засобів в Україні займалися Рахлін О. В., Малюйсенко В. М., Ранковський С. В., Пономарьов В. М., Мотрін А. М., Алієвіч М. І., Маковєєв В.В., Чайко І. Л. Сорокін П. Я., Козловський Ю. С., Охримович В. М., Кобільник М. С. [3-15].

Поворотний круг для рейкових транспортних засобів, що складається з двох паралельних подовжніх балок, середні частини яких з'єднані за допомогою поперечної балки, що опирається на центральну опору, а кінцеві

частини виконані такими, що опираються на ведені візки і повідні візки з приводами, платформи із змонтованою на ній рейковою колією і фіксаторами положення поворотного круга з приводами, і системи керування, виконаної з можливістю керування приводами повідних візків і зазначених фіксаторів, при цьому ведені і повідні візки шарнірно з'єднані з кінцевими частинами подовжніх балок, центральна опора виконана у вигляді самоустановлювального балансира, платформа закріплена на подовжніх балках, а згадані візки виконані з можливістю руху по круговій рейці, який відрізняється тим, що центральна опора закріплена на опорному підшипнику кочення [3].

Поворотна платформа, яка відрізняється тим, що подовжні балки виконані складовими з двох балок, з'єднаних між собою болтовими з'єднаннями, а їх кінцеві частини виконані з вирізами для розміщення ведених і повідних візків. Поворотна платформа відрізняється і тим, що самоустановлювальний балансір, виконаний у вигляді шарнірно з'єднаних між собою верхнього і нижнього балансірів, при цьому верхній балансір з'єднаний з опорною поверхнею поперечної балки, а нижній балансір закріплений на зазначеному опорному підшипнику кочення [3-6].

Поворотна платформа для розвороту рейкових транспортних засобів складається з двох паралельних подовжніх балок, середні частини яких з'єднані за допомогою поперечної балки, що опирається на центральну опору, а кінцеві частини виконані такими, що опираються на ведені візки і повідні візки з приводами, платформи із змонтованою на ній рейковою колією і фіксаторами положення поворотного круга з приводами, і системи керування, виконаної з можливістю керування приводами повідних візків і зазначених фіксаторів, при цьому ведені і повідні візки шарнірно з'єднані з кінцевими частинами подовжніх балок, центральна опора виконана у вигляді самоустановлювального балансира, платформа закріплена на подовжніх балках [3-6].

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14

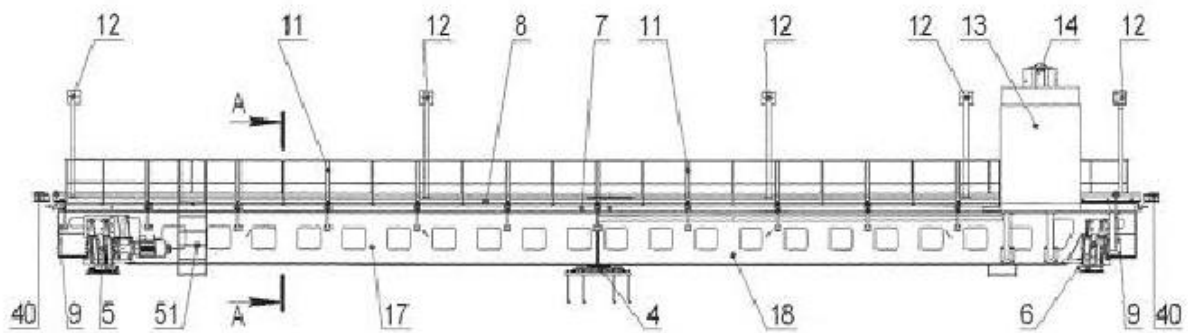


Рис. 1.2. Поворотна платформа:

1,2 – подовжні балки; 3 – поперечна балка; 4 – щити; 5, 6 – візки; 7 – закріплена платформа; 8 – рейкові колії; 9 – фіксаторів; 10 – настил; 11 – огорожа; 12 – світильник; 13 – кабіна оператора; 14 – світлофори; 15 - 16 – щити; 21 – кронштейни; 22 – додаткові кронштейни

Отже, на Укрзалізниці і підприємствах України існує задача розвернути локомотив в рамках обмеженого простору, наприклад в депо, на заводі, залізничній станції. Технологічний процес, призначений для виконання цієї операції, потребує автоматизації та механізації, а значить, і дослідження таких питань: вибір сучасного типу електроприводу і дослідження його аналітичних характеристик; вибір схеми управління роботою електропривода поворотного круга; розробка алгоритму роботи системи керування електроприводом поворотного круга.

1.2 Опорно-поворотний пристрій, поворотне коло крана КДЕ-163

Опорно-поворотний пристрій 17-03000Б для залізничних кранів КДЕ-161, КДЕ-163, КДЕ-251, КДЕ-253.

Опорно-поворотний пристрій крана КДЕ-161 (рис. 1.2, а) має кулькове дворядне поворотне коло, що складається з трьох кілець. Зовнішня обойма складається з двох кілець: верхнього 1, яке кріпиться болтами 8 до поворотної рами, та нижнього 4, з'єднаного болтами з верхнім. Внутрішня обойма, яка є одночасно зубчастим вінцем 2 повороту, кріпиться болтами 9 до рами ходової платформи. Зовнішня та внутрішня обойми мають бігові доріжки для двох

рядів кульок 3, розділених пластмасовими або сталевими сухарями 11. Поверхні катання загартовані струмами високої частоти.

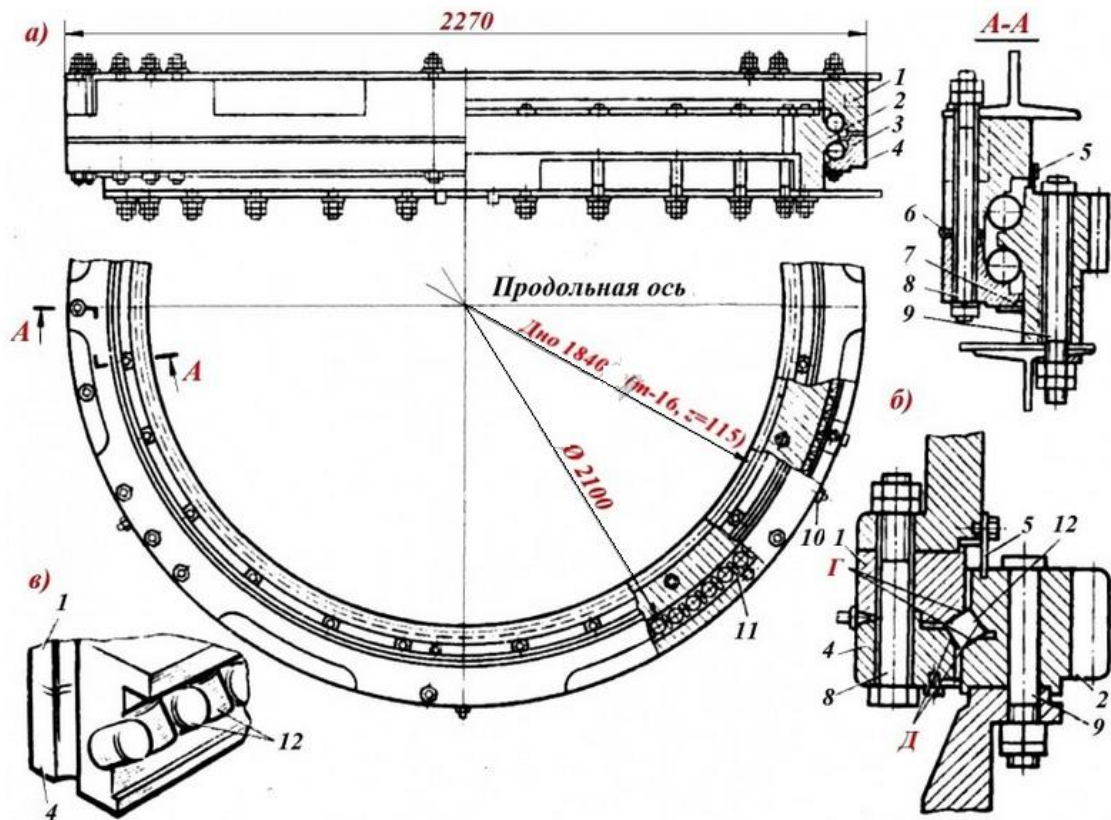


Рис. 1.3. Схема опорно-поворотного пристрою 17-03000Б для залізничних кранів КДЕ-161, КДЕ-163, КДЕ-251, КДЕ-253:

1, 2, 4 – кільця верхнє, середнє та нижнє; 3 – кулька; 5 – верхнє гумове ущільнення; 6 - прокладки регульовальні; 7 – нижнє гумове ущільнення; 8 та 9 – болти; 10 – масляка; 11 – сепараторні прокладки; 12, 13 – кільця середнє та верхнє; 14 – ролик; 15 – кільце нижнє зубчастий вінець

Опорно-поворотний пристрій сприймає навантаження від маси поворотної рами з розташованими на ній механізмами, а також перекидальний момент під час підйому вантажу.

Для регулювання зазорів між кульками та обоймами є прокладки 6, що фіксуються скобами. Мастило в підшипник подається через шість рівномірно розподілених по колу верхнього кільця прес-маслюк 10. опорно-поворотний пристрій має повстяні 7 і 5 гумові ущільнення.

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

На крані КДЕ-163 встановлюється роликовий опорно-поворотний пристрій (рис.1.3, б), який має більшу вантажопідйомність, меншу масу і більш рівномірно передає навантаження.

Замість двох рядів кульок між трьома кільцями знаходяться ролики 12, осі яких взаємно перпендикулярні (рис.1.3, в) та нахилені до вертикалі під кутом 60 або 30 градусів. Ролики, які катаються по доріжках Г, сприймають навантаження, що діють вниз, а катаються по доріжках Д утримують верхню частину від перекидання.

Технічні характеристики опорно-поворотного пристрою 17-03000Б для залізничних кранів КДЕ - 161, КДЕ - 163, КДЕ - 251, КДЕ - 253 дано в табл. 1.1.

Опорно-поворотна установка (ОПУ) – це вузол для передачі різного роду навантажень, що включають вантажний момент, вертикальні та горизонтальні сили, від неповоротної частини крана на його поворотну частину, що забезпечує обертання останньої, тобто безпосередньо всієї кранової установки зі стрілою. У групу ОПУ входить поворотна платформа, оснащена лебідками та безпосередньо поворотний механізм, вони забезпечують обертальні рухи поворотної частини вежі щодо основи. Поворотна платформа, незалежно від типу крана (автокран, кран гусеничний або баштовий кран), несе на собі такі елементи: вежа, з оголовком або без, розпірки, за рахунок яких утримується стріла, електротехнічне оснащення та противагу, в якості якого нерідко використовуються залізобетонні плити. Враховуючи високі навантаження (динамічні та статичні), можна зрозуміти, наскільки високі вимоги до основного елемента, тобто ОПУ крана.

Усього існує чотири види таких пристроїв: ОПУ з кульковими колами, ОПУ з роликовими колами та ОПУ з рознесеними опорами двох типів, названих «дзвін» і «стакан».

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		17

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики опорно-поворотного пристрою залізничних кранів

Найменування показника	Величина
Зацеплення	Внутрішнє
Найменування опори	17-03000Б
Габаритний діаметр опори, D, мм	2220
Кількість отворів венців і полу обійм, n, од.	36
Модуль зубців, ш, мм	16
Кількість зубців	115
Маса ш, кг	1592

Перші два види компактніші за рахунок відносно невеликої висоти і вільним внутрішнім простором, більш надійні і прості в обслуговуванні, як наслідок, найбільш поширені. Компанія «Кран-Майстер» пропонує будь-які опорно-поворотні пристрої для баштових кранів, так само ОПУ для кранів інших видів, що використовуються у будівництві за прийнятними цінами, з гарантією. Але щоб ОПУ працювало довго і безвідмовно, необхідно пам'ятати про низку правил при встановленні та обслуговуванні.

Установка та технічне обслуговування ОПУ крана. Обслуговування зводиться, якщо двома словами, до перевірки затяжки з'єднувальних болтів при установці ОПУ баштового крана і періодичного мастила внутрішньої порожнини і зубів зацеплення.

При установці болтів кожен з них перевіряється шляхом навантаження, приблизно рівного моменту, що крутить, що виникає в процесі роботи, після чого проводиться комплексна перевірка затягування всіх болтів перед початком експлуатації машини. Далі перевірка повинна відбуватися не рідше ніж через 240 годин робочого часу баштового крана.

Для мастила використовуються мастильні речовини ЦИАТИМ 201 і ЛТОЛ 24. Процедура мастила така: опора обертається на повні 360 градусів, і мастило з маслянки рівномірно розподіляється по всьому колу внутрішньої

порожнини. Консистентне мастило наноситься на робочі поверхні зубів після встановлення опори на робоче місце. Періодичність мастила – близько 400 годин роботи баштового крана.

Будь-який капітальний ремонт баштового крана включає обов'язкове промивання ОПУ, після її демонтажу, з установкою на місце, якщо технічний стан опори дозволяється.

1.3 Висновки до розділом 1

Поворотне коло є спеціальною металевою фермою, що має рейковий шлях, на який встановлюється локомотив або інша одиниця рухомого складу. Використання поворотних платформ (кругів) дозволяє скоротити час на виконання технологічної операції з розвороту локомотиву і виключити зайвий пробіг локомотиву, необхідний для маневрів. Поворотна платформа (круг) дозволяють розвернути локомотив на 180° чи виконати поворот та скоректувати рух локомотива на декілька напрямків.

В останні 20 років розробкою та модернізацією поворотних кругів рейкових транспортних засобів в Україні займались Рахлін О. В., Малюйсенко В. М., Ранковський С. В., Пономарьов В. М., Мотрін А. М., Алієвіч М. І., Маковеев В. В., Чайко І. Л. Сорокін П. Я., Козловський Ю. С., Охримович В. М., Кобільник М. С. [3-15].

Отже, на Укрзалізниці і підприємствах України задача, яка полягає в необхідності розвернути локомотив в рамках обмеженого простору, досить є актуальною. Технологічний процес призначений для виконання цієї операції потребує модернізації механічних засобів та автоматизації, а значить, і розв'язання таких задач: вибір типу електроприводу і дослідження його аналітичних характеристик; вибір схеми управління роботою електропривода поворотного круга; розробка алгоритму роботи системи керування електроприводом поворотного круга.

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		19

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ОПОРНО-ПОВОРОТНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ РОЗВОРОТУ ЛОКОМОТИВА В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ПРОСТОРУ

2.1 Опорно-поворотна платформа

Існують круги поворотні (КП) різних модифікацій неврівноваженого типу з верховою їздою призначені для розвороту або повороту локомотивів масою до 300 т при в'їзді їх у бокси депо віялового типу або виїзді з них. Поворотні круги відрізняються один від одного довжиною прогонової будови, розташуванням струмоприймача та приводом фіксаторів. Круг поворотний є сталеву фермою з встановленим залізничним шляхом по верху конструкції, яка може повертатися в горизонтальній площині на 360° навколо центральної опори, що дозволяє встановити локомотив в бокс в будь-якому напрямку.

Сталева ферма (прогонова будова) являє собою одну поперечну та дві поздовжні балки, з'єднані між собою болтами, на яких розташовуються шпали, рейки та елементи кріплення. Кожна кінцева частина прогонової будови спирається на два ходові візки – ведучу і ведену, що спираються на кругову рейку і забезпечують обертання конструкції кола. Привод руху ходових візків здійснюється двома електродвигунами трифазного змінного струму, напругою 380 В, потужністю 22 кВт кожен. Для виключення неплоскостності кругової рейки та виключення деформації несучих балок кожен візок має шарнірні з'єднання з балками, що несуть. КП оснащений електроприводом з тиристорними регуляторами швидкості, що дозволяє забезпечити плавність руху та точність позиціонування кола щодо підведених залізничних колій. Для безпечної роботи в конструкції КП передбачено: резервний ручний привід, фіксуючі пристрої, сигнальні покажчики готовності кола до прийому локомотива, прожектор для освітлення робочої зони. Резервний ручний привід необхідний для обертання КП за відсутності електричного струму, а також при монтажі нового кола на місці експлуатації. Управління КП здійснюється із

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		20

комфортабельної кабіни машиніста. Кабіна обладнана калорифером, що має високу тепловіддачу, що дозволяє встановити необхідний мікроклімат за мінімальний проміжок часу, а завдяки внутрішньому облицюванню стін кабіни теплоізоляційним матеріалом тривалий час підтримувати створений мікроклімат. За бажанням замовника кабіна керування може бути обладнана кондиціонером. КП можуть виготовлятися з нижнім або верхнім розташуванням струмоприймача, з ручним або електромеханічним приводом фіксаторів. Також поворотний круг може бути укомплектований круговою рейкою та верхньою будовою (шпалами, рейками, кріпильними елементами та огорожами). Обладнання КП забезпечує його роботу при температурі навколишнього середовища від -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$ відносної вологості повітря 98% при температурі $+35^{\circ}\text{C}$. Можлива розробка КП для експлуатації за більш низьких температур навколишнього середовища.

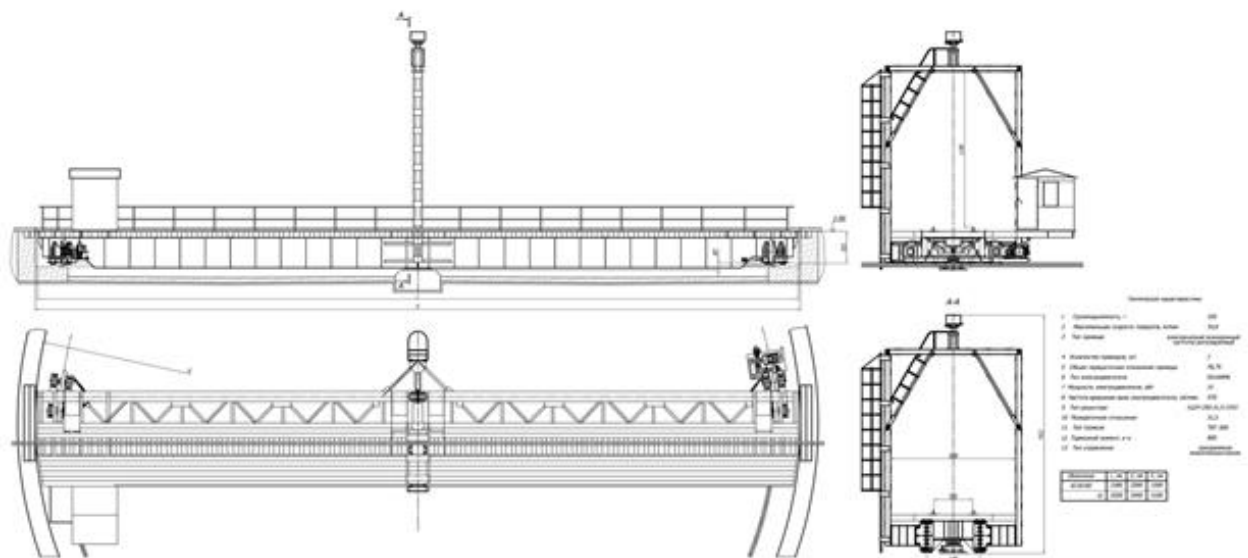


Рис. 2.1. Опорно-поворотний круг

2.2 Конструкція рамного візка

Рама візка, як правило, складається із зварних поздовжніх балок і поперечних балок із сталевих пластин. Рама візка повинна витримувати повну вагу підйому та власну вагу кожного тіла, а також мати достатню міцність і жорсткість, водночас зменшуючи власну вагу, наскільки це можливо, щоб зменшити тиск на колесо та навантаження на міст. Рама візка крана тепер являє собою зварену конструкцію, виготовлену зі сталевих пластин або зварених між собою секцій. Відповідно до розподілу зусиль на візку рама візка складається з двох поздовжніх балок та їх з'єднаних поперечок у напрямку доріжки, щоб утворити жорстке ціле, два кінці поздовжнього барвника ліворуч з прямим кутом консолі для встановлення коробка кутового підшипника колеса.

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

РОЗДІЛ 3

АЛГОРИТМ РОБОТИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ПОВОРОТНОГО КРУГА

Опис принципу дії системи керування електроприводом. Система управління електроприводом поворотної платформи поворотного кола програмно-керована зі зворотним зв'язком за положенням. Основою системи управління є контролер Siemens SIMATIC SIPLUS S7-300 CPU314C-2PN/DP.

Система керування електроприводом поворотного кола забезпечує два режими керування:

- управління платформою у стаціонарному режимі – автоматичне;
- управління платформою в нестаціонарному режимі – ручне від окремої кнопкової станції з обмеженим доступом.

Алгоритм управління в стаціонарному режимі:

- 1) перевірка блокування механізму фіксації платформи;
- 2) перевірка натискання кнопки «пуск» на лицьовій панелі шафи управління;
- 3) при натисканні кнопки «стоп», на лицьовій панелі шафи управління, у процесі повороту платформи, відбувається її аварійна зупинка, для подальшої роботи потрібен перехід до управління в нестаціонарному ручному режимі.

Робота асинхронного приводу в стаціонарному режимі розбита на три фази.

1. Від початкового положення (відстежується станом блокувальних контактів початкового/кінцевого положення платформи) починається фаза розгону з виходом на номінальну робочу швидкість.

2. При досягненні проміжного положення (відстежується за станом блокувальних контактів проміжного положення платформи) привід переходить у режим динамічного гальмування зі зниженням швидкості до мінімального значення.

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23

3. Відключення приводу, фіксація платформи в кінцевому положенні механізмом блокування і колодковим гальмом для досягнення кінцевого положення (відстежується за станом блокувальних контактів початкового/кінцевого положення платформи).

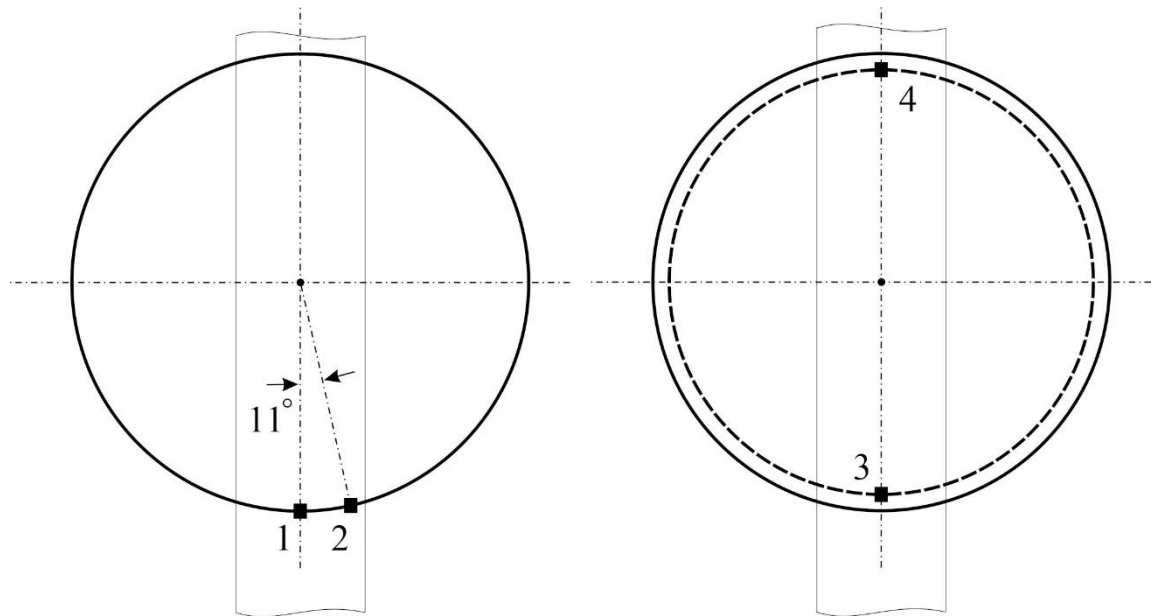


Рис. 3.1. Схема розміщення датчиків початкового/кінцевого та проміжного положення платформи

Датчик 1 визначає початкове/кінцеве положення платформи і встановлюється її поздовжньої осі. Датчик 2 визначає момент переходу приводу від ходової швидкості до зниженої швидкості, що забезпечує точну зупинку платформи та відсутність небезпечних динамічних навантажень у запірному механізмі. Датчик 2 встановлюються зі зміщенням щодо осі платформи на 11 геометричних градусів проти руху (напрямок руху платформи за годинниковою стрілкою). Датчики 1 та 2 розміщуються на нерухомій частині механізму, розташування показано на рис. 3.1.

Датчик спрацьовує, коли в його чутливій зоні виявляється металева частина у відповідь (3 і 4), звана маркером. Маркери розміщуються на рухомій частині платформи згідно з рис. 3.1.

Як датчик положення вибраний індуктивний безконтактний датчик Turck NI10U-M12E-VP6X (3 од.), зовнішній вигляд і схема підключення якого наведена на рис. 3.2.

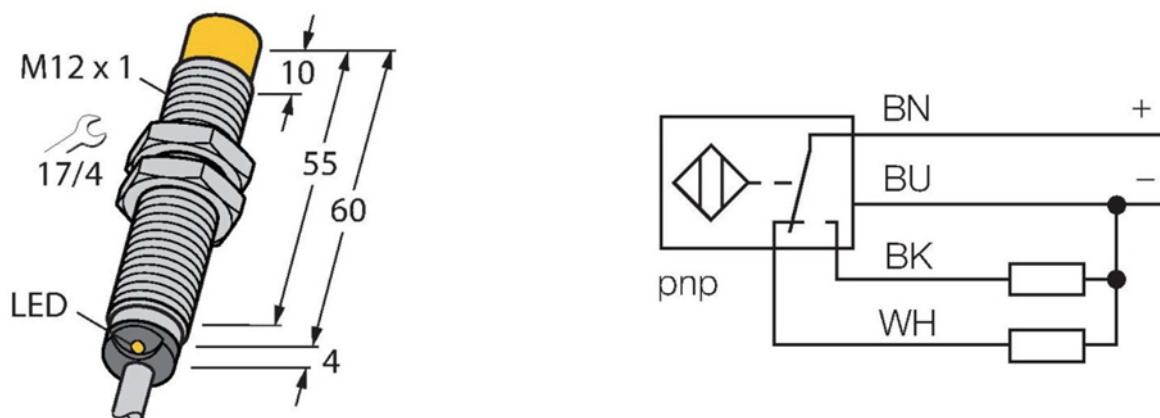


Рис. 3.2. Зовнішній вигляд та схема підключення датчика Turck NI10U-M12E-VP6X

Основні характеристики датчика Turck NI10U-M12E-VP6X:

- циліндр з різьбленням M12×1;
- ступінь захисту IP68;
- умови монтажу не задовільно;
- довжина 64 мм;
- максимальний момент затягування корпусної гайки 10 Н·м;
- індикація LED (жовтий);
- кабель електричний діаметром 5,2 мм, LifYY, ПУР, 2 м;
- поперечний переріз провідника 4×0,34 мм².

Маркер являє собою металеву пластину (куток), встановлену на рухомій частині (А, рис. 3.3). Між маркером та чутливим елементом датчика має бути відстань 3...8 мм.

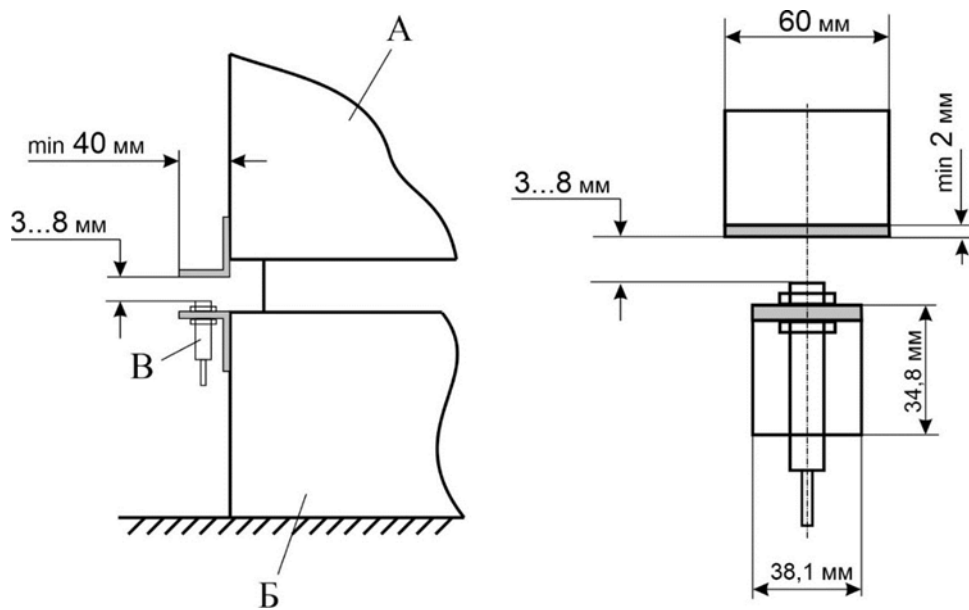


Рис. 3.3. Схема установки датчиків 1, 2

Сам датчик (В) встановлюється на нерухомій частині (Б) опорно-поворотного пристрою за допомогою монтажного кронштейна MW-12 (рис. 3.4).

MW-12

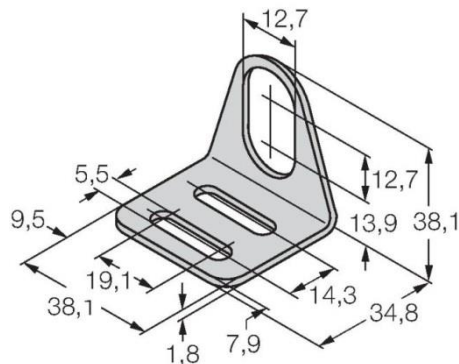


Рис. 3.4. Монтажный кронштейн MW-12

Датчик у запірному механізмі визначає спрацювання останнього. При повороті валу запірного механізму (Г, рис. 3.5) його вал повертається, підводячи тим самим розташовану на ньому пластину область чутливого елемента датчика.

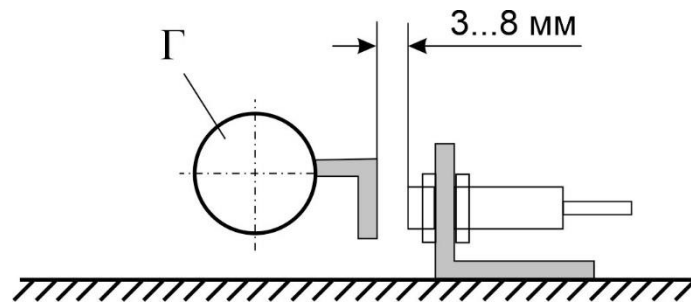


Рис. 3.5. Схема розміщення датчика на запірному механізмі

Алгоритм управління у нестационарному режимі. Робота в цьому режимі допускається тільки після з'ясування та усунення причин, що його викликали. Робота приводу можлива проти годинникової стрілки (реверс) шляхом натискання та утримання відповідної кнопки «Реверс» встановленої на DIN-рейці всередині шафи управління. Поворот платформи відбувається з малою швидкістю лише при утриманні кнопки в натиснутому положенні. Вихід із аварійного режиму – при спрацюванні датчика початкового/кінцевого положення платформи (датчик 1), коли платформа займає вихідне/кінцеве робоче положення.

Система управління переходить у цей режим у таких ситуаціях:

- натиснута кнопка «стоп»;
- після аварійного відключення електроживлення у процесі повороту платформи (зупинка платформи у проміжному положенні);
- після аварійного відключення частотного перетворювача.

РОЗДІЛ 4

ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА СХЕМА ЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ, РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ОСНОВНИХ ВУЗЛІВ СИСТЕМИ

4.1 Розрахунок механізму переміщення

Вихідні дані для розрахунку: вантажопідйомність, $Q = 17$ тс, режим роботи – Л (легкий), ширина моста (діаметр круга) $D_{\Pi} = 21$ м, швидкість пересування крана $V_k = \frac{\pi D_k}{2 \cdot 60} = \frac{21\pi}{120} = 0,55$ м/с, швидкість пересування візка $V_B = 0,2$ м/с.

4.1.1 Вибір кінематичної схеми

Розрахунок механізму переміщення візка передбачує його виконання за кінематичною схемою, що зображена на рис. 4.1. Для передачі обертового моменту від двигуна до приводу коліс використовується редуктор типу ВКН. Вал двигуна з'єднаний із швидкохідним валом редуктора втулково-пальцевою муфтою, на одній половині якої встановлено колодкове гальмо з електрогідроштовхачем.

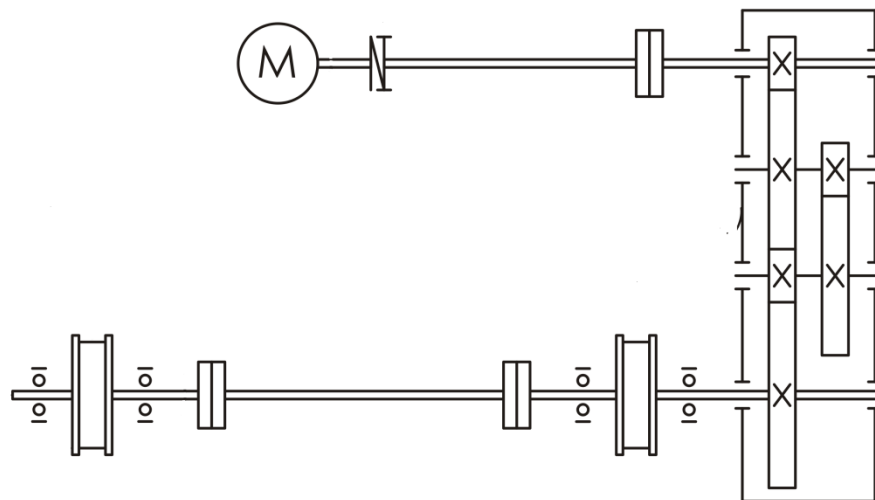


Рис. 4.1. Кінематична схема механізму пересування візка

4.1.2 Система електроприводу поворотної платформи у напівавтоматичному режимі. Загальні положення. Призначення

Розроблена система електроприводу призначена для реалізації обертального руху за заданою програмою або у напівавтоматичному режимі поворотної платформи з локомотивом. Привод забезпечує поворот платформи на кут 180 геометричних градусів протягом 60 сек.

Застосований асинхронний частотно-регульований привід фірми Danfoss з керуванням від програмованого логічного контролера фірми Siemens, що забезпечує високі показники енергоефективності та надійності системи.

Автоматичний режим є основним режимом роботи. Платформа центральною частиною спирається на опорно-поворотний пристрій (типове рішення, що застосовується в кранових механізмах), по обидва краї платформи встановлено стандартні кранові візки з діаметром ходового колеса $D_K = 400$ мм та діаметром цапфи $d_{ц} = 0,09$ м. Усього ходових візків 4 од., по 2 на кожному кінці платформи. Моторизованих візків 2 од., по одному на кожному краї поворотної платформи. Загальна маса платформи та вантажу $m = 170$ т. Коло катання платформи має діаметр $D_{п} = 21$ м.

4.2 Режими роботи електроприводу. Вибір приводного електродвигуна

Структура електроприводу ходового візка: асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором і синхронною швидкістю обертання $n1 = 1500$ об/хв обертає ходові колеса через редуктор. Фіксація механізму здійснюється фрикційним гальмом із боку валу електродвигуна.

Режим роботи електроприводу – короткочасний.

Лінійна швидкість переміщення візка:

$$V_{\tau} = \frac{\pi D_{п}}{t}. \quad (4.1)$$

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		29

$$V_{\tau} = \frac{21\pi}{120} = 0,5498 \text{ м/с.}$$

Кутова швидкість ходового колеса візка:

$$\omega_{\kappa} = \frac{2V_{\tau}}{D_{\kappa}}. \quad (4.2)$$

$$\omega_{\kappa} = \frac{2 \cdot 0,55}{0,4} = 2,625 \text{ с}^{-1}.$$

Передатне відношення передачі (редуктор):

$$i = \frac{\omega_1(1-s)}{\omega_{\kappa}} = \frac{\pi n_1(1-s)}{30\omega_{\kappa}}, \quad (4.3)$$

де s – номінальне ковзання асинхронного двигуна (прийнято $s = 0,02$).

$$i = \frac{\pi \cdot 1500 \cdot (1 - 0,02)}{30 \cdot 2,625} \approx 56.$$

Момент опору, що створюється силами опору в колесах:

$$M'_{\kappa} = F_{\kappa} \frac{D_{\kappa}}{2}, \quad (4.4)$$

$$F_{\kappa} = \frac{2m_{\tau}g}{D_{\kappa}} \left(\mu + f \frac{d_{\text{ц}}}{2} \right) k_p. \quad (4.5)$$

де F_{κ} – сили опору, що діють у колесі (на одному боці платформи), Н;

m_{τ} – маса, що припадає від платформи з вантажем у точці з'єднання платформи з візками. Для візків А і В $m_{\tau A} = \frac{3}{8}m = \frac{3}{8}170 = 63,75 \text{ т}$,

$$m_{\tau B} = \frac{3}{8}m = \frac{3}{8}170 = 63,75 \text{ т};$$

μ – коефіцієнт тертя ковзання в опорах коліс візка (в цапфах), $\mu = 0,08$;

f – коефіцієнт тертя кочення коліс по рейках, $f = 0,03 \text{ см}$;

k_p – коефіцієнт, що враховує опір тертя реборд коліс візка про головку рейки, маточок і струмознімачів по троляях, $k_p = 2,5$.

$$F_k = \frac{2(63,75 + 63,75) \cdot 10^3 \cdot 9,8}{40} \cdot \left(0,08 + 0,03 \frac{9}{2}\right) \cdot 2,5 = 33614,6 \text{ Н,}$$

$$M'_k = 33614,6 \frac{0,4}{2} = 6722,92 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Момент опору, що створюється силами опору в колесах, наведений до швидкості обертання валу електродвигуна

$$M'_k = \frac{M'_k}{i \cdot \eta_{\Pi}}, \quad (4.6)$$

$$M'_k = \frac{6722,92}{56 \cdot 0,85} = 141,23 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Відповідно потужність, що витрачається на втрати від сил опору в колесах візків:

$$P_k = M'_k \omega_{\text{дв}}, \quad (4.7)$$

де $\omega_{\text{дв}}$ – кутова швидкість обертання валу двигуна, с^{-1} .

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{\pi \cdot n_1 \cdot (1-s)}{30}, \quad (4.8)$$

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{\pi \cdot 1500 \cdot (1-0,02)}{30} = 153,86 \text{ с}^{-1},$$

$$P_k = 141,23 \cdot 153,86 = 21,7 \text{ кВт.}$$

Момент опору в опорно-поворотному пристрої (ОПП) платформи:

$$M'_{\text{опп}} = m_{\text{опп}} g \left(\frac{2\mu \frac{D_{\Pi}}{2}}{d_p} + \frac{bf}{4} \right), \quad (4.9)$$

де $m_{\text{опп}}$ – маса, що припадає від платформи з вантажем в ОПП, т;

$$m_{\text{опп}} = \frac{5}{4} m = \frac{5}{4} 170 = 212,5 \text{ т;}$$

μ – коефіцієнт тертя кочення ролика по напрямній ОПП, $\mu = 0,002$ см;

f – коефіцієнт тертя ковзання ролика по напрямній, $f = 0,012$;

d_p – діаметр ролика ОПП, $d_p = 5$ см;

b – ширина робочої частини ролика, $b = 4,94$ см.

$$M'_{\text{опп}} = 212,5 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot \left(\frac{0,002 \cdot 200}{5} + \frac{4,94 \cdot 0,012}{4} \right) = 197664,1 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Момент опору в опорно-поворотному пристрої (ОПП) платформи, наведений до швидкості обертання валу електродвигуна:

$$M_{\text{опп}} = \frac{M'_{\text{опп}} \frac{D_k}{2}}{\frac{D_{\text{п}}}{2} i \eta_{\text{п}}}, \quad (4.10)$$

$$M_{\text{опп}} = \frac{197664,1 \frac{0,4}{2}}{\frac{21}{2} \cdot 56 \cdot 0,85} = 79,1 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Відповідно потужність, що витрачається на втрати від сил опору в ОПП:

$$P_{\text{опу}} = M_{\text{опп}} \omega_{\text{дв}}, \quad (4.11)$$

$$P_{\text{опу}} = 79,1 \cdot 153,86 = 12,17 \text{ кВт}.$$

Сумарний момент від сил опору становить:

$$M = M_k + M_{\text{опп}} = 141,23 + 79,1 = 220,33 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Сумарна потужність, що витрачається на втрати від сил опору в ОПП та колесах візків: $P = P_k + P_{\text{опп}} = 21,7 + 12,17 = 33,87$ кВт.

Привід платформи має два електродвигуни, таким чином потужність одного приводного двигуна повинна бути не меншою за $P_{\text{дв}} = P/2 = 33,87 \cdot 0,5 = 19,395$ кВт. Також, для того, щоб забезпечити нормальний розгін електродвигуна механізму пересування, пусковий момент повинен бути:

$$M_{\text{пуск}} \geq 1,5M/2, \quad (4.12)$$

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$M_{\text{пуск}} = 1,5M / 2 = 1,5 \cdot 220,33 / 2 = 162,525 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Цим вимогам відповідає наступний асинхронний двигун із короткозамкненим ротором. Тип двигуна 4AM180 S4 (необхідно 2 одиниці). Номінальні характеристики та масогабаритні показники двигунів дано в табл. 4.1, табл. 4.2. Ескізи асинхронного двигуна обраного типу дано на рис. 4.1.

Таблиця 4.1 – Номінальні параметри асинхронного двигуна 4AM180 S4

Потужність, кВт	Ковзання, %	ККД, %	Коефіцієнт потужності $\cos \varphi$	$M_{\text{max}}/M_{\text{ном}}$	$M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}}$	$I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}}$
22	2	90,5	0,89	2,5	1,6	6,5

Таблиця 4.2 – Масогабаритні дані асинхронного двигуна 4AM180 S4

Тип електродвигуна	IP	lхh31xd24, мм	Вал, мм		Лапи, мм		Фланец, мм		Вага, кг
			d1	l1	l10	b10	d20	d22	
4AM 180S4	IP44	662x470x410	55	110	203	279	350	19	175

Номінальний струм двигуна (схема з'єднання обмоток – трикутник):

$$I_{\text{H}} = \frac{P_{\text{H}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{H}} \cos \varphi_{\text{H}} \eta_{\text{H}}}, \quad (4.10)$$

$$I_{\text{H}} = \frac{22000}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,89 \cdot 0,905} = 71,7 \text{ А.}$$

Струм споживаний двома електродвигунами в номінальному режимі:

$$I = 2I_{\text{H}} = 2 \cdot 71,7 = 143,4 \text{ А.}$$

Вартість одного електродвигуна 4AM 180S4 виробництва Слобожанського електромеханічного заводу «СЛЕМЗ», м. Харків: 15000 грн.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	6.141.190462.ПЗ					33

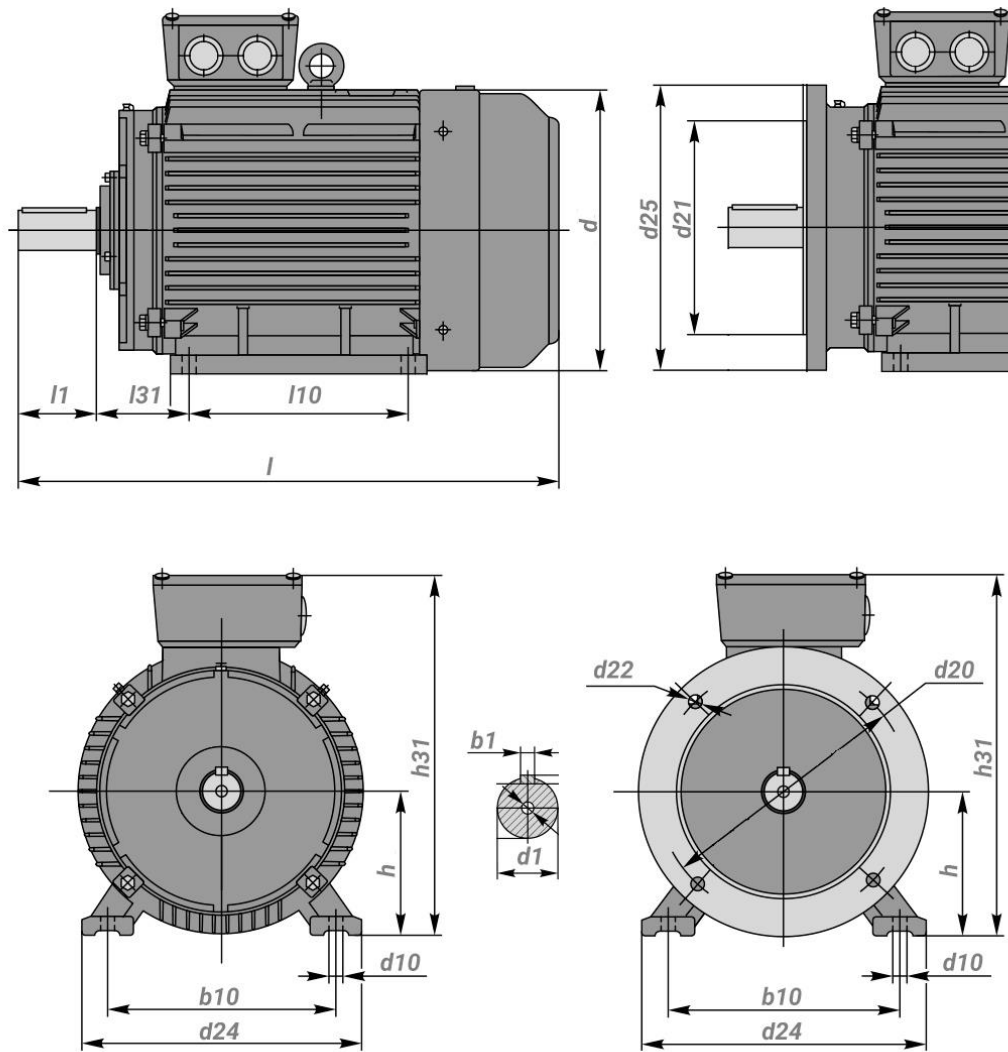


Рис. 4.2. Габарити асинхронного двигуна 4AM180 S4

4.3 Електрична принципова схема. Основні вузли

Силові обладнання, апаратура управління, апаратура захисту змонтовані в силовій шафі – атмосферостійкій, підлоговому виконанні RITTAL VX25.

Силові обладнання включає наступну апаратуру:

- перетворювач частоти Danfoss VLT AutomationDrive FC 300 номінальною потужністю 55 кВт;
- фільтр силових кіл Danfoss MCC 102 du/dt Filter;
- кільцевий струмоприймач-струмознімач К-3109А-УХЛ2 діаметр

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

6.141.190462.ПЗ

Лист

34

колони 60 мм;

- привідні асинхронні двигуни 4AM180 S4 номінальною потужністю 22 кВт кожен (2 шт.).

Перетворювач частоти Danfoss VLT AutomationDrive FC 300 перетворює (випрямляє) мережну напругу змінного струму в напругу постійного струму, яке потім перетворюється на змінний струм зі змінною амплітудою і частотою. На двигун подаються напруга/струм і частота, що змінюються, завдяки чому забезпечується плавне регулювання швидкості обертання стандартних трифазних двигунів змінного струму.

FC 300 – це перетворювач частоти загального призначення, призначений для застосування, що вимагають регульованої швидкості обертання. Принцип управління базується на векторному управлінні напругою (VVCplus).

VLT® AutomationDrive FC 300 оснащений такими функціями, як моніторинг стану обмотки статора двигуна, моніторинг механічної вібрації та моніторинг периметра навантаження. У перетворювачі частоти є можливість встановлювати різні порогові значення та автоматично або вручну визначати параметри базової кривої моніторингу — різними методами та відповідно до чинних стандартів та рекомендацій, таких як стандарт ISO 13373 «Контроль стану та діагностика машин» або рекомендації VDMA 24582 щодо моніторингу.

VLT MCC 102 du / dt Filter вихідний фільтр призначений для зниження величини du / dt на клеммах двигуна лінійної напруги – це важливо для коротких моторних кабелів. VLT MCC 102 знижує навантаження на ізоляцію обмоток двигуна, перешкоджаючи їх електричному пробою, зменшує рівень поширення магнітних перешкод.

Кільцеві струмоприймачі серії K3100 призначені для підведення постійного струму напругою до 440 В і змінного струму напругою до 660 А частотою 50 і 60 Гц нерухомого джерела до рухомих частин повертаються або

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		35

обертаються механізмів вантажопідйомних кранів.

Струмоприймач складається з корпусу та сердечника. Сердечник являє собою набір ізольованих один від одного струмовідних кілець з струмопровідними шпильками та двох підстав. Корпус є двома підставами скріпленими чотирма стійками, на двох з яких кріпляться щіткотримачі. З кожного кільця знімання електричного струму проводиться одним щіткотримачем. При обертанні корпусу навколо нерухомого сердечника контактний елемент щіткотримача ковзає по нерухомому кільцю.

Асинхронний двигун із короткозамкненим ротором 4AM180 S4 описаний у п. 4.2 даної роботи.

Апаратура управління включає наступне обладнання:

- програмований контролер Siemens SIMATIC SIPLUS S7-300 CPU314C-2PN/DP;

- блок живлення Siemens SIPLUS S7-300 PS 307 10 A;

- датчики положення платформи та замка стопорного пристрою тип Turck NI10U-M12E-VP6X;

- кнопки та світлова сигналізація режимів роботи приводу.

Siemens SIMATIC SIPLUS S7-300 CPU314C-2PN/DP універсальний модульний програмований контролер застосовується для вирішення задач автоматичного керування відносно низького та середнього ступеня складності, в тому числі охоплює автоматизацію спеціальних транспортних засобів та дозволяє будувати системи автоматичного регулювання та позиціонування.

Програмовані контролери серії S7-300 з процесором CPU314C-2PN/DP забезпечує швидкісну обробку інформації, має робочу пам'ять 192 Кбайт, до 31 модуля S7-300 на систему локального вводу-виводу, 24 вбудованих дискретних входів, 16 дискретних вихідів вимірювання уніфікованих сигналів, 1 аналоговий вхід для підключення датчика температури та 2 аналогових виходи, вбудований комбінований інтерфейс

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		36

MPI/DP та інтерфейс PROFINET.

Програмовані контролери серії S7-300 на базі стандартних центральних процесорів.

1. Дозволяють вирішувати стандартні завдання автоматичного керування різного ступеня складності.

2. Мають модульну конструкцію. Широкий спектр сигнальних, функціональних та комунікаційних модулів для максимальної адаптації до вимог вирішуваного завдання.

3. Підтримують системи локального та розподіленого введення-виводу.

4. Мають широкі комунікаційні можливості.

5. Мають зручну конструкцію, відсутні буферні батареї, працюють із природним охолодженням, мінімальні витрати на експлуатацію.

6. Вільно збільшують можливості при модернізації системи.

У центральних процесорах S7-300 відсутня вбудована пам'ять, що завантажується. Функції завантажуваної пам'яті виконує мікрокарта пам'яті (3 В NVFlash-EEPROM). У мікрокарті зберігаються:

- усі блоки програм користувача;
- архіви;
- параметри конфігурації.

Мікрокарта пам'яті використовується для збереження даних (станів прапорів, таймерів, лічильників, вмісту блоків даних) при перебоях в живленні центрального процесора, що дозволило відмовитися від буферної батареї і істотно підвищити експлуатаційні властивості.

Мікрокарту категорично забороняється форматовувати.

Блок живлення Siemens SIPLUS S7-300 PS 307 10 А стабілізований з вхідною змінною напругою, з вихідною напругою 24 В DC і струмом 10 А, для забезпечення живлення програмованого контролера Siemens SIMATIC S7-300, станцій розподіленого вводу-виводу SIMATIC ET пристроїв та кіл датчиків.

Блок живлення має:

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		37

- вбудований електронний захист ланцюгів навантаження від коротких замикань та перенапруг;

- контакти із затискачами під гвинт для підключення ланцюгів вхідної та вихідної напруги, а також ланцюгів заземлення, закриті захисною пластиковою кришкою;

- монтаж на стандартну профільну шину S7-300, у крайній лівій позиції монтажної стійки;

- підключення до встановлюваних праворуч від блока живлення центрального процесора/інтерфейсного модуля контролера за допомогою силової перемички (входить до комплекту поставки кожного джерела живлення);

- установка на DIN-рейку 35 мм через спеціальні монтажні адаптери.

Датчики положення платформи та замка стопорного пристрою тип Turck NI10U-M12E-VP6X описані в розділі 3 .

Для світлової сигналізації режимів роботи використані світлодіодні лампи Schneider Electric серії Harmony XB4 з діаметром лінзи 22 мм та живленням від джерела DC 24 В:

HL2 – жовта («Готовий до роботи»);

HL3 – зелена («Привод у роботі»);

HL4 – червона («Стоп»);

HL1 – синя, Harmony XB4 живлення AC230 В 50/60 Гц.

Для керування приводом платформи, а також включення/вимкнення освітлення застосовуються кнопкові вимикачі Schneider Electric серії Harmony XB4 з діаметром кришки 22 мм:

SB1 – сіра, (кнопка ручного керування);

SB2 – зелена, («Пуск»);

SB3 – червона, («Стоп»).

Освітлення робочих зон поворотної платформи включається шляхом натискання кнопок, розміщених на лицьовій панелі шафи управління:

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		38

SB4 – чорна, («Включити прожектор»);

SB5 – червона, («Вимкнути прожектор»).

Світлодіодний прожектор ilumia 090 FL-200-NW (2 од.) забезпечує освітлення поворотної платформи у темну пору доби.

Апаратура захисту (рис. А.1 додатку А) представлена автоматичними вимикачами.

QF1 – автоматичний триполюсний вимикач EasyPact CVS 250В 25кА 3P TM250D забезпечує максимально струмовий захист основного введення. Номінальний струм розчіплювача 250 А за 40 °С, тип розчіплювача – тепломагнітний.

QF2, QF5, QF6 – автоматичний вимикач Acti 9 iC60N 1P 2A C однополюсний з номінальним струмом 2 А (3 од.) та призначені для захисту відповідно до входних кіл блоку живлення контролера, гальмівного пристрою та освітлювальних прожекторів.

QF3 – автоматичний двополюсний вимикач Acti 9 C60H-DC = 500 D 2A 2P C призначений для захисту ланцюгів живлення контролера. Номінальний струм тепломагнітного розчіплювача 2 А за 25 °С.

QF4 – Автоматичний вимикач Acti 9 C60H-DC =500 D 6A 2P C призначений для захисту ланцюгів живлення датчиків, кнопок та світлової сигналізації. Номінальний струм тепломагнітного розчіплювача 6 А за 25 °С.

Схеми електроживлення електроприводу поворотної платформи дано на рис. 4.3, 4.4.

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		39

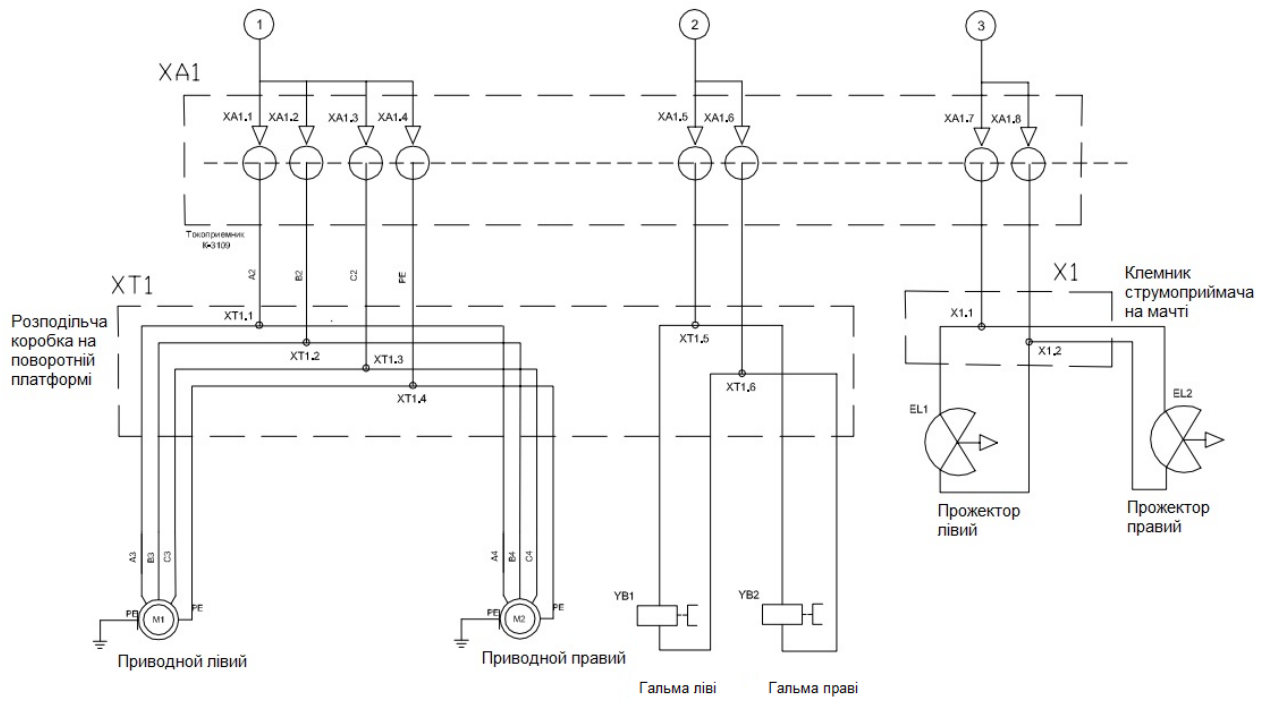


Рис. 4.3. Схема електроживлення приводів поворотної платформи

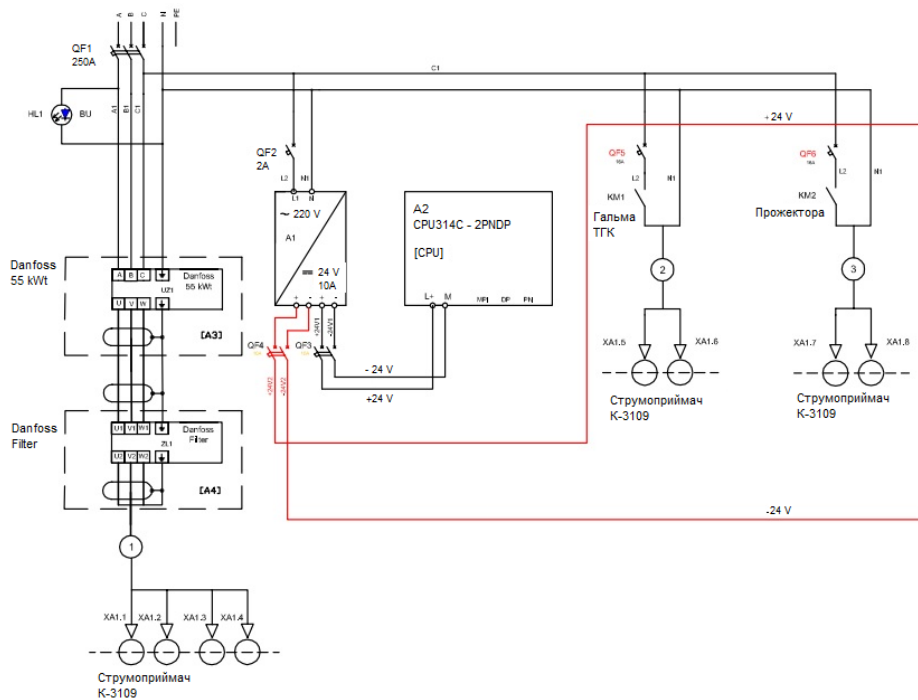


Рис. 4.4. Електропривод поворотного кола. Схема електрична принципова

РОЗДІЛ 5

ПОРЯДОК ДІЙ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ УСТАНОВКИ, БЕЗПЕКА ОБСЛУГОВУЮЧОГО ПЕРСОНАЛУ

5.1 Порядок дій персоналу під час експлуатації електроприводу

Для запуску поворотної платформи в роботу персоналом має бути подана напруга на відповідне електрообладнання:

- включення вступного автомата QF1 призводить до подачі напруги на силову та інформаційну частини системи (горить синя лампа HL1-BU);

- включення QF2, QF3, QF4 забезпечує подачу напруги, відповідно на блок живлення +24 В SIPLUS S7-300 PS 307, контролер SIMATIC SIPLUS S7-300 CPU314C-2PN/DP, лінію +24 В для живлення датчиків положення платформи та світлової сигналізації;

- включення QF5 подає напругу живлення на систему фрикційних гальм;

- увімкнення QF6 забезпечує подачу напруги на систему освітлення робочої зони поворотного кола.

Після замикання всіх вище перерахованих рубильників на панелі управління спалахує жовта лампа HL2-YLW, що сигналізує про готовність приводу платформи до роботи.

Порядок дії персоналу під час запуску платформи в роботу:

- до в'їзду на поворотну платформу, помічник машиніста переконується, що платформа знаходиться в робочому положенні, а запірний пристрій закритий і надійно фіксує її в такому положенні. Після чого подає напругу на електрообладнання, якщо роботи виконуються у темний час доби, то натисканням кнопки SB4 «Прожектор увімк.» включається висвітлення робочої зони поворотного кола;

- машиніст локомотива отримавши від помічника сигнал в'їжджає на поворотну платформу;

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41

- помічник машиніста переконавшись, що локомотив знаходиться посередині платформи у загальмованому стані розблокує запірний пристрій після чого переходить до шафи керування та попередивши машиніста натискає кнопку SB2 «Пуск»;

- платформа в автоматичному режимі здійснює розворот локомотива на 180°, в процесі роботи електроприводу горить зелена лампа HL3-GN. Після закінчення робочого циклу привід зупиняється, платформа загальмовується, а зелена лампа HL3-GN гасне;

- при повороті платформи в автоматичному режимі помічник машиніста знаходиться біля шафи і спостерігає за роботою приводу, якщо в процесі відбувається аварія, натисканням кнопки SB3 «Стоп» привід екстрено зупиняється (при цьому загоряється червона лампа HL4-RD);

- після зупинки помічник машиніста блокує платформу, опускаючи запірний механізм. Переконавшись у надійній фіксації механізму блокування поворотної платформи, помічник дає сигнал машиністу. Локомотив залишає платформу;

- після з'їзду з платформи локомотива помічник машиніста знімає живлення з поворотного кола.

Порядок дії персоналу в умовах аварійного відключення електроприводу поворотної платформи:

- після натискання кнопки SB3 «Стоп» система переводиться в ручний режим управління, який активується кнопкою SB1 (кнопка SB1 знаходиться всередині шафи і має блокування доступу);

- персонал поворотного кола після усунення причини аварії відкриває доступ до кнопки SB1 і її натисканням переводить електропривод платформи в ручний режим управління. У режимі ручного управління платформа на зниженій швидкості припадає на нульове/стартове положення;

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

- у нульовому/стартовому положенні система керування переводиться в автоматичний режим керування. Шафа закривається і система готова до наступного робочого циклу.

5.2 Техніка безпеки

Найголовнішим засобом для забезпечення безпеки роботи з порталного крану являється застосування обмежувача вантажопідйомності, що складається з силовимірювального осередку, вимірювального підсилювача і електронного пристрою для сприйняття отримуваних сигналів, показує через індикаторне облаштування (світлове табло) значення вантажу, що піднімається порталним краном. Найважливішим завданням електронного облаштування вантажопідйомності крану є заборона перевантаження порталного крану у разі виникнення підйому надмірних вантажів, що перевищують вантажопідйомність крану, що допускається, і дозволяє усього лише опустити на землю вантаж, що піднімається. Інших важливих облаштувань безпеки крану належить анемометр, що постійно вимірює і реєструє тиски вітру. Принцип дії вживаного анемометра ґрунтований на лопатевому облаштуванні виміру швидкості вітру. Досягши налагодженого в пристрої значення швидкості вітру і при перевищенні значення швидкості вітру, що допускається, облаштування анемометра спочатку видає оповіщаючий, застережливий сигнал, а потім видає команду для зупинки рухів і відключення крану. У разі досягнення тиску вітру, що перевищує значення тиску, врахованого при проектуванні крану, облаштування анемометра приводить в дію рейкові протиугінні захоплення і зупиняє механізм пересування крану. Портальний кран має спеціальну систему електричного захисту вживаних електричних пристроїв і апаратури, що, у разі виникнення неполадок в мережі служить для захисту електричних пристроїв і апаратури.

До числа подальших облаштувань захисту і безпеки крану слід віднести різні облаштування блокування, облаштування механічного захисту, кінцеві вимикачі і обмежуючі вимикачі, спрацьовування яких відбувається під дією і

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

спільне з програмованою системою управління приводних облаштувань крану, вони в основному виконують роль захисту механізмів і вузлів крану і у разі виникнення крайній або аварійний ситуація обмежує крайній положення або видає сигнал заборона на виконання те або інший функція. У разі виникнення аварійної ситуації на порталному крані його робота може бути зупинена також кнопкою аварійного виключення з кабіни кранівника, що, у свою чергу також означає свого роду захисний захід по захисту облаштувань крану. В інтересах безпеки експлуатації порталного крану на нім застосовані наступні облаштування безпеки і сигналізації.

Механічні засоби захисту:

- облаштування електричного рейкового протиугінного захоплення;
- обмежувач від вискакування каната із струмка канатних блоків.

Облаштування електричного захисту крану :

- система захисту від дотику;
- система захисту від перевантажень струмів;
- захист від струмів короткого замикання;
- захист від нульової напруги;
- внутрішній захист від блискавки;
- захист від перевантаження крану;
- захист від нульового положення командо контролера;
- аварійний вимикач;

Вживані на крані вимірювальні прилади:

- вольтметр;
- амперметри;
- анемометр для виміру тиску вітру;
- вимірник навантаження (обмежувач вантажопідйомності).

Сигналізації на крані:

- звукова і світлова сигналізація при переміщенні крану;

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44

- сигнальний гудок;
- сигнальна сирена;
- індикаторний пристрій (дисплей) і операторська панель на пульті управління краном (для цілей функції перевірки режимів і параметрів роботи, індикації помилок і неполадок системи).

З метою забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу поворотного кола він обладнаний захисним заземленням та блискавкозахисту.

Захисне заземлення платформи забезпечує усунення небезпеки ураження електричним струмом у разі торкання корпусу електроустановки, що опинилася під напругою внаслідок замикання на корпус та з інших причин відповідно до вимог ПУЕ 7-е видавництво [18].

Блискавкозахист поворотного кола виконується відповідно до ПУЕ 7-е вид. з метою забезпечення захисту споруд, матеріальних цінностей та людей. Зовнішня система захисту від блискавки повинна забезпечувати перехоплення блискавки та відведення її в землю [17, 18].

ВИСНОВКИ

На Укрзалізниці і підприємствах України існує задача розвернути локомотив в рамках обмеженого простору, наприклад в депо, на заводі, на залізничній станції. Для реалізації цього технологічного процесу було розроблено засоби автоматизації та механізації, обрано тип електроприводів поворотної платформи, досліджено його електромеханічні характеристики, обрана система керування і запропоновано алгоритм її функціонування.

Розв'язок поставлених задач дозволив скоротити час і пробіг локомотиву при виконанні маневрів. Поворотна платформа (круг) дозволяють розвернути локомотив на 180° чи виконати поворот та скоректувати рух локомотива на декілька напрямків.

Сучасний розвиток машинобудування, застосування нових типів електродвигунів і схем управління, побудованих на сучасній електронній базі дозволив підвищити енергоефективність поворотних платформ для пересування рейкових транспортних засобів. Отже тема бакалаврської роботи є актуальною.

В процесі виконання роботи було вибрано електроприводи поворотного круга та досліджено його енергетичні показники.

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		46

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 2313-93. Електроприводи. Терміни та визначення [текст]. – Київ.– 1993.
2. Пат. №50925 Україна В61J1/00. Поворотний круг для рейкових транспортних засобів: Пат. 80636 Україна 80636, _ В61J1/00/ [текст] / Рахлін О.В., Малюйсенко В.М., Ранковський С.В., Пономарьов В.М., Мотрін А.М. - № u2012 13074; Заявлено 16.12.2012; Опубл. 10.06.2013, Бюл. № 11.– 6 с.
3. Пат. №12935 Україна В60D5/00. Поворотний круг зчленованого транспортного засобу: Пат. 80636 Україна 80636, _ В61J1/00/ [текст] / Алієвіч М. І., Маковеев В.В., Чайко І. Л. - № u200506209; Заявлено 23.06.2005; Опубл. 15.03.2006, Бюл. № 3.– 4 с.
4. Пат. №17638 Україна В61J1/00. Трансбордер для поперечного переміщення рейкових транспортних засобів на паралельні колії: Пат. 80636 Україна 80636, _ В61J1/00/ [текст] / Сорокін П.Я., Козловський Ю.С. - № u200602102; Заявлено 27.02.2006; Опубл. 16.10.2006, Бюл. № 10.– 4 с.
5. Пат. №72939. Поворотний круг зчленованого транспортного засобу: Пат. 72939 Україна В66С 23/84 / [текст] / Кобільник М.С.- № u200506209; Опубл. 16.05.2005. – 4 с.
6. Пат. №56202 Україна В66С 23/62, В66С 23/84. Опорно-поворотний круг з пристроєм для кріплення: Пат. 56202 Україна 560202, _ В66С 23/62, В66С 23/84. [текст] / Охримович В.М. - № u99074059; Заявлено 15.07.199; Опубл. 15.05.2003, Бюл. № 5.– 4 с.
7. Савинкин В.В., Кузнецова В.Н., Яковлев В.Г. Разработка гибридной системы управления энергосберегающим приводом поворотной платформы одноковшового экскаватора [текст] // Транспортне, гірниче та будівельне машинобудування. Вісник СибАДІ, випуск 2 (48), 2016, С. 18-25.

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		47

8. Поворотний круг. [Електрон. ресурс]/ Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D1%80%D1%83%D0%B3
9. Крупко І.В. Спеціальні крани. [текст] / Крупко І.В. – Краматорськ, 2019. – 131 с.
10. Ісьєміні І. І. Визначення опору пересування крана під час його наїзду на тупикові упори [текст] // Машинобудування, 2017, №19 – С. 44-48
11. Ананін В. Г. Функціональне моделювання приводів і робочого обладнання будівельних і дорожніх машин [текст] / В. Г. Ананін // Механізація будівництва. – 2002. –№12. С.12-18.
12. Розрахунки вантажопідйомних та транспортуючих машин. Іванченко Ф. К. та ін. [текст] / Київ, видавниче об'єднання «Вища школа», Головне вид-во, 1978, 576 с.
13. Редуктори. Довідковий посібник [текст] / Л. Машинобудування, 1972.
14. Довідник з електричних машин [текст]: Навч. посібник для студ. образ-ват. установ середовищ. проф. освіти/М. М. Кацман. - М: Видавничий центр «Академія», 2005.
15. Чилікін М. Г., Сандлер А. С. Загальний курс електроприводу [текст]: Підручник для вузів. - 6-те вид. дод. та перероб. - М: Енерговидав, 1981.
16. Капунцов Ю. Д., Єлісеєв В. А., Ілляшенко Л. А. Електрообладнання та електропривод промислових установок: Підручник для вузів [текст] / За ред. проф. М. М. Соколова. - М.: Вища школа, 1979.
- 17.СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» [текст].
18. Правила улаштування електроустановок [текст] / Київ: Міненерговугілля України, –2017. – 617 с.

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		48

СПИСОК ГРАФІЧНИХ РОБІТ

- 1) Характеристики асинхронного двигуна поворотної платформи;
- 2) Загальний вигляд і габарити асинхронного двигуна типу 4AM180 S4;
- 3) Схеми електроживлення електроприводів поворотного кругу;
- 4) Електропривод поворотного кругу. Схема електрична принципова.

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		49

ДОДАТОК А

					6.141.190462.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		50

ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПОВОРОТНОЇ ПЛАТФОРМИ

Таблиця А.1 – Номінальні параметри асинхронного двигуна 4АМ180 S4

Потужність, кВт	Ковзання, %	ККД, %	Коефіцієнт потужності $\cos \varphi$	Mmax/Mном	Mпуск/Mном	Iпуск/Iном
22	2	90,5	0,89	2,5	1,6	6,5

Таблиця А.2 – Масогабаритні дані асинхронного двигуна 4АМ180 S4

Тип електродвигуна	IP	lхh31xd24, мм	Вал, мм		Лапи, мм		Фланец, мм		Вага, кг
			d1	l1	l10	b10	d20	d22	
4АМ 180S4	IP44	662x470x410	55	110	203	279	350	19	175

Таблиця А.3 – Технічні та експлуатаційні характеристики асинхронного двигуна 4АМ180 S4

Технічні характеристики. Найменування	Величина	Експлуатаційні характеристики. Найменування	Величина
Потужність, кВт	22	Напруга, В	220
Частота обертання, об/хв	1500	Номінальний струм, А	44
Кількість фаз	трьохфазний	Гарантія, міс.	12
Число полюсів	4	Режим роботи	S1, тривалий
Ступінь захисту	IP44	Кліматичне виконання	У1, У2, У3

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Характеристики асинхронного двигуна поворотної платформи			
Розробив		Ліньов О.В.	<i>[Підпис]</i>	13.06	Додаток А 6.141.190462.01	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Устименко Д.В.	<i>[Підпис]</i>	13.06.			51	55
Консульт						МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП19120		
Н. Коитр.		Карзова О.О.	<i>[Підпис]</i>					
Зав.кафед		Муха А.М.	<i>[Підпис]</i>					

ЗАГАЛЬНИЙ ВИГЛЯД І ГАБАРИТИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА
ТИПУ 4AM180 S4

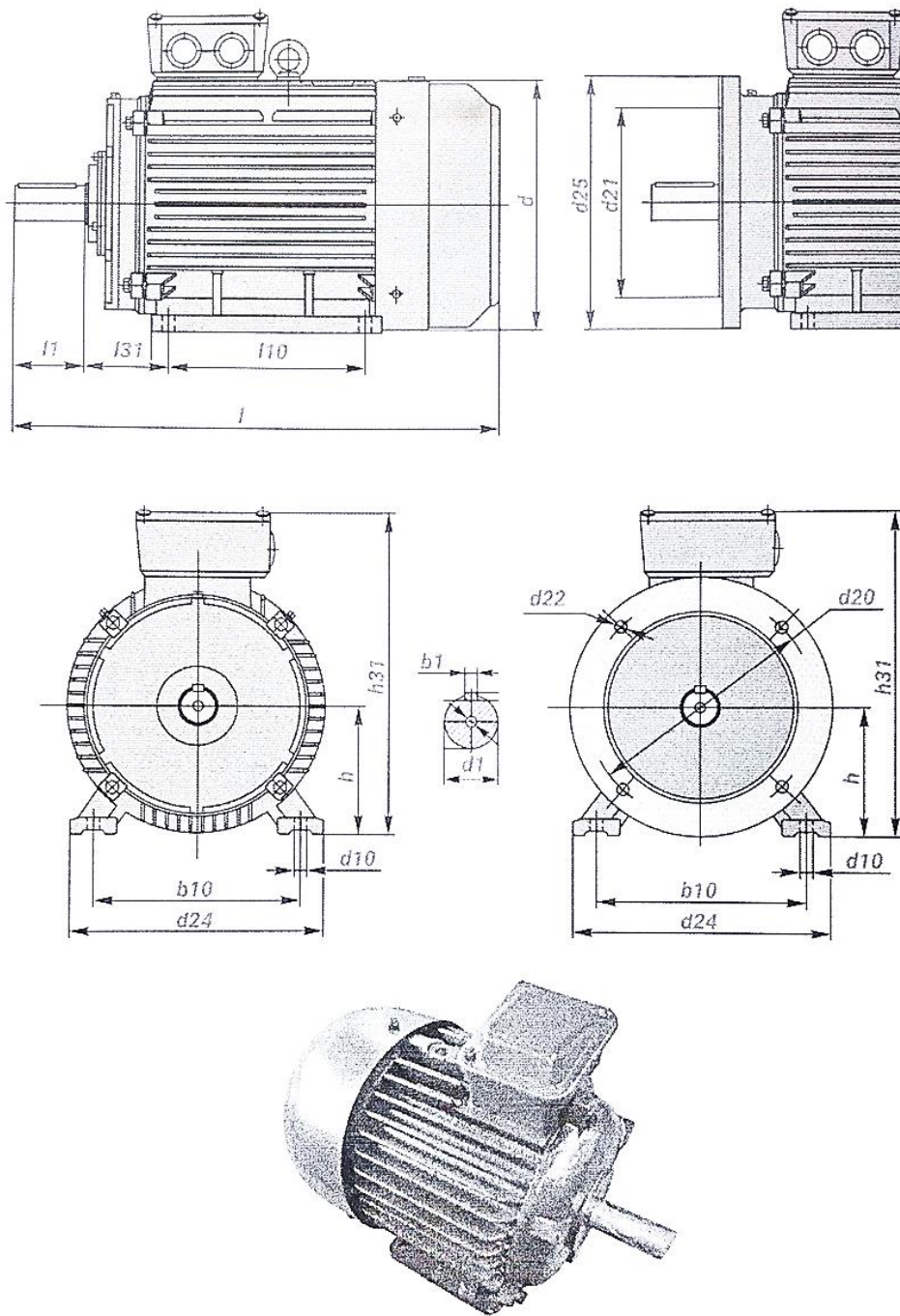


Рис. А.2. Загальний вигляд і габарити асинхронного двигуна типу
4AM180 S4

Загальний вигляд і габарити асинхронного двигуна типу 4AM180 S4					Лит.		
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		Арк.	Аркушів
Розробив		Ліньов О.В.	<i>[Signature]</i>	13.06	Додаток А 6.141.190462.02	52	55
Керівник		Устименко Д.В.	<i>[Signature]</i>	13.06			
Консульт							
Н. Коопр.		Карзова О.О.	<i>[Signature]</i>	13.06			
Зав.кафед		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	13.06	МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП19120		

ДОДАТОК Б

					6.141.190057.ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

СХЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ПОВОРОТНОГО КРУГУ

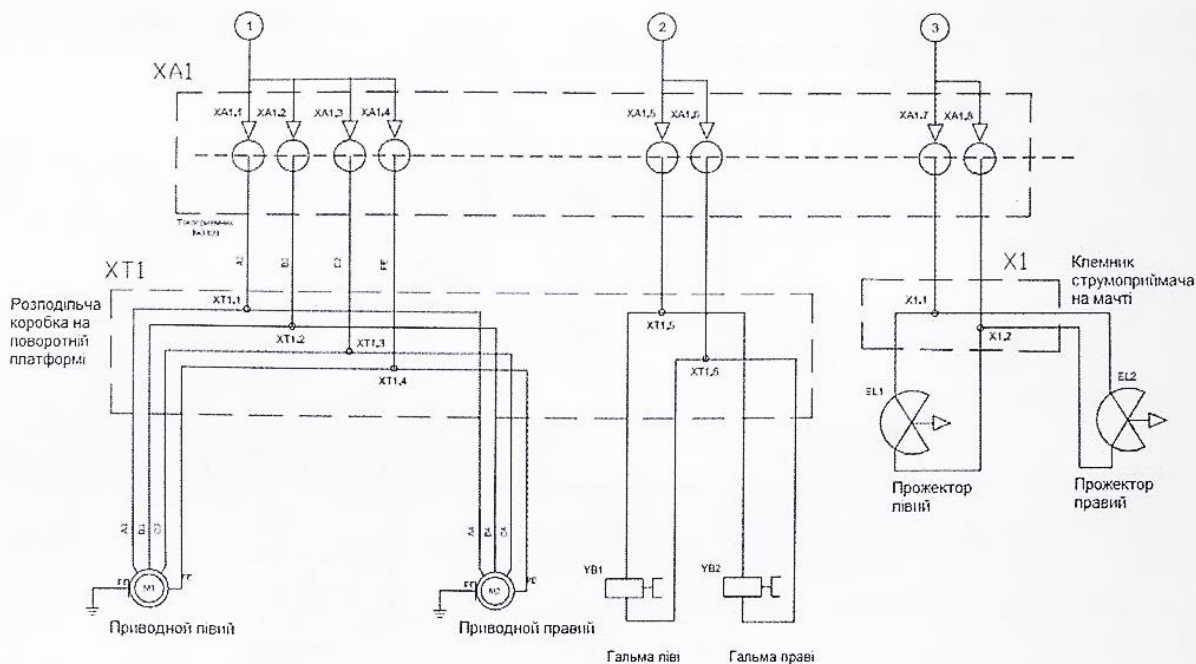


Рис. Б.1. Схема електроживлення приводів поворотної платформи

Схема електроживлення приводів поворотної платформи				
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
Розробив		Ліньов О.В.	<i>[Signature]</i>	13.06
Керівник		Устименко Д.В.	<i>[Signature]</i>	13.06
Консульт				
Н. Контр.		Карзова О.О.	<i>[Signature]</i>	
Зав.кафед		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	

Додаток Б 6.141.190462.03		
Літ.	Арк.	Аркушів
1	54	55
МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП19120		

ЕЛЕКТРОПРИВОД ПОВОРОТНОГО КРУГУ. СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА

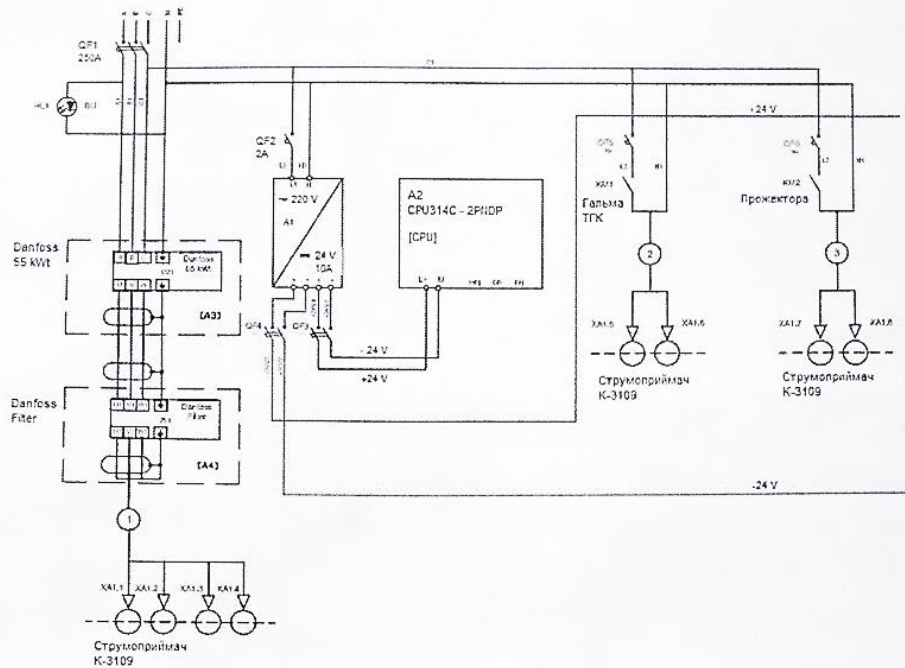


Рис. Б.2. Електропривод поворотного кругу. Схема електрична принципова

Електропривод поворотного кругу. Схема електрична принципова				
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
Розробив		Ліньов О.В.	<i>[Signature]</i>	11.06.
Керівник		Устименко Д.В.	<i>[Signature]</i>	13.06.
Консульт				
Н. Коопр.		Карзова О.О.	<i>[Signature]</i>	
Зав.кафед		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	
Додаток Б 6.141.190462.04				
		Літ.	Арк.	Аркушів
			55	55
МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП19120				