

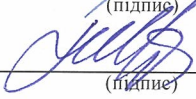


Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Управління енергетичними процесами»
Кафедра «Електротехніка та електромеханіка»

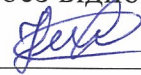
Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: «Проектування електроприводів мостового крану
вантажопід'ємністю 10 т»
за освітньою програмою: «Електромеханічні системи автоматизації та
електропривод»
зі спеціальності: «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Виконав: студент групи «ЕП1811»

	 _____ (підпис студента)	/Назар СІВАК/ _____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Керівник:	 _____ (підпис)	/доц. Олексій БАЛІЙЧУК/ _____ (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Нормоконтролер:	 _____ (підпис)	/доц. Оксана КАРЗОВА/ _____ (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Консультанти:		//
_____	_____	_____
(назва розділу)	(підпис)	(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
_____	_____	//
_____	_____	_____
(назва розділу)	(підпис)	(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
_____	_____	//
_____	_____	_____
(назва розділу)	(підпис)	(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
_____	_____	//
_____	_____	_____
(назва розділу)	(підпис)	(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: «Design of electric drives of the bridge crane with a loading capacity of 10 t»

according to educational curriculum «»

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

Done by the student of the group EП1811: /Nazar SIVAK/

Scientific Supervisor:

/Oleksii BALIICHUK/

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 30.05.22

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра
студенту Сівак Назар Геннадійович

1. Тема роботи: «Проектування електроприводів мостового крану
вантажопід'ємністю 10 т»

Керівник роботи: Балійчук Олексій Юрійович, доцент
затверджені наказом № 241 ст від 21.03.2022

2. Строк подання студентом роботи: 30.05.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: Стандартна методика розрахунку підйомно-
транспортних механізмів (мостових кранів)

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

4.1 Аналітична частина: Підбір елементів електроприводів мостового крану
у відповідності до результатів проектування, порівняння можливостей
класичної релейно-контакторної системи керування із системою керування
базі частотного перетворювача

4.2 Основна частина: Проектування електроприводів підйому вантажу та
переміщення мостового крану вантажопід'ємністю 10 т.

4.3 Охорона праці та захист навколишнього середовища: Розробка
рекомендацій стосовно охорона праці та безпека життєдіяльності при
обслуговуванні мостових кранів

4.4 Економічна частина: -

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових
креслень): 1. Вихідні дані до проектування. 2. Результати розрахунку

механізму підйому. 3. Результати розрахунку механізму переміщення візка.

4. Результати розрахунку механізму переміщення крану. 5. Вибір
принципової схеми керування електроприводами крану

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	Вступ	14.02.2022	5%
2	Розділ 1. Вихідні дані та розрахунок механізму підйому	28.02.2022	20%
3	Розділ 2. Розрахунок механізму переміщення візка	04.04.2022	20%
4	Розділ 3. Розрахунок механізму переміщення крану	18.04.2022	20%
5	Розділ 4. Вибір принципової електричної схеми керування крановими електроприводами	02.05.2022	25%
6	Розділ 5. Охорона праці та безпека життєдіяльності при роботі з мостовими кранами	23.05.2022	10%
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	30.05.2022	
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	16.06.2022	

Студент



(підпис)

Назар СІВАК

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи



(підпис)

доц. Олексій БАЛІЙЧУК

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

№ рядка	Формат	Позначення	Назва	Кільк. арк.	№ екз.	Прим
1			<u>Документація загальна</u>			
2			Заново розроблена			
3	A4	6.141.180096.ПЗ	Пояснювальна записка	50		
4						
5			Запозичена			
6						
7			<u>Графічна частина</u>			
8			Заново розроблена			
9	A4	6.141.180096.01	Вихідні дані до проектування	1		
10	A4	6.141.180096.02	Результати розрахунку	1		
11			механізму підйому			
12	A4	6.141.180096.03	Результати розрахунку	1		
13			механізму переміщення візка			
14	A4	6.141.180096.04	Результати розрахунку	1		
15			механізму переміщення крану			
16	A4	6.141.180096.05	Вибір принципової схеми	1		
17			керування електроприводом			
18						
19						
20						
21			Запозичена			
22						
23			<u>Електронна частина</u>			
24						

6.141.180096.ВР

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
Розробив		Сівак Н. Г.		06.06.22
Керівник		Балійчук О.Ю.		05.05.22
Консулт				
Н. Контр.		Карзова О.О.		
Зав.кафед		Муха А.М.		

Відомість
кваліфікаційної роботи

Літ.	Арк.	Аркушів
	5	70
МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП1811		

РЕФЕРАТ

Дипломна кваліфікаційна робота на тему «Проектування електроприводів мостового крану вантажопід'ємністю 10 т» містить 50 сторінок основного тексту, 10 таблиць, 17 рисунків, 9 літературних джерел, 2 додатки.

Метою роботи є набуття практичних навичок з проектування електроприводів мостового крану – механізму підйому, механізму переміщення візка, механізму переміщення крану.

В розділі 1 показано розрахунок та вибір потрібних комплектуючих для механізму підйому мостового крану.

Розділ 2 присвячено розрахунку електроприводу пересування візка мостового крану.

У розділі 3 міститься розрахунок та вибір потрібних складових для механізму пересування мостового крану.

В розділі 4 проводиться вибір і обґрунтування принципової електричної схеми керування крановими електроприводами та реалізація проекту на сучасній елементній базі з використанням частотних перетворювачів для керування електродвигунами з короткозамкненим ротором.

КЛЮЧОВІ СЛОВА МОСТОВИЙ КРАН, ЕЛЕКТРОПРИВОД, РЕДУКТОР, ГАЛЬМО, ЧАСТОТНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ, КОМАНДОКОНТРОЛЕР.

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		6

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ РОБОТІ З МОСТОВИМ КРАНОМ.....	42
5.1 Вимоги безпеки перед початком роботи	42
5.2 Вимоги безпеки під час роботи	44
5.3 Вимоги безпеки після закінчення роботи.....	47
5.5 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.....	47
ВИСНОВКИ І ЗГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	50
ПЕРЕЛІК ГРАФІЧНИХ РОБІТ	51
ДОДАТОК А.....	52
ДОДАТОК Б	65

ВСТУП

Мостовий кран – це кран що пересувається рейками на нерухомих опорах. Кран мостовий має широку сферу застосування – він призначений для підйому і переміщення вантажу в приміщенні або під навісом.

Згідно з ДСТУ 2986: п. 2.1.1.1 «мостовий кран — кран, несні елементи конструкції якого опираються безпосередньо на підкранову колію»; п. 5.11 «міст – несівна конструкція кранів мостового типу, призначена для руху по ній вантажного візка»; п. 2.6.1 «опорний кран — мостовий кран, що спирається на надземну кранову колію»; п. 2.6.2 «підвісний кран — мостовий кран, підвішений до нижніх полиць підкранової колії» [2].

На сьогоднішній день мостові крани є невід'ємною частиною будь-якого крупного виробництва і використовуються для виконання різного роду навантажувально-розвантажувальних робіт усередині виробничих і складських приміщень.

Існують також моделі кранів мостових, які використовуються на відкритій території, – на відкритих майданчиках заводів, складських терміналів тощо.

Найпотужніший на сьогоднішній день мостовий кран здатний піднімати вантаж до 600 тонн на висоту до 100 метрів [1].

Мостовий кран (рис. 1) складається з моста 11, що переміщується на ходових колесах 3, встановлених в кінцевих балках 4 моста крана, по підкрановим коліям 2. Ці колії укладені на підкранових повздовжніх балках, закріплених на консольних виступах колон цеха. Зверху моста поперек прольоту цеху переміщується крановий візок 8, обладнаний підйомним механізмом 7 з вантажозахватним пристроєм. На візку може розміщуватись декілька механізмів підйому, один з яких є головним –3, а інший –допоміжним –6. Механізм 13 переміщення крана встановлений на мосту крана, механізм 12 переміщення візка –безпосередньо на візку. Керування краном здійснюється з кабіни 1. Для обслуговування цехових тролей на крані передбачена спеціальна площадка 10. Для здійснення струмопідводу до двигунів розташованих на візку

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

використовується гнучкий кабель 5, що підвішений на дроті 9, який в свою чергу натягнутий між стійками крану [3].

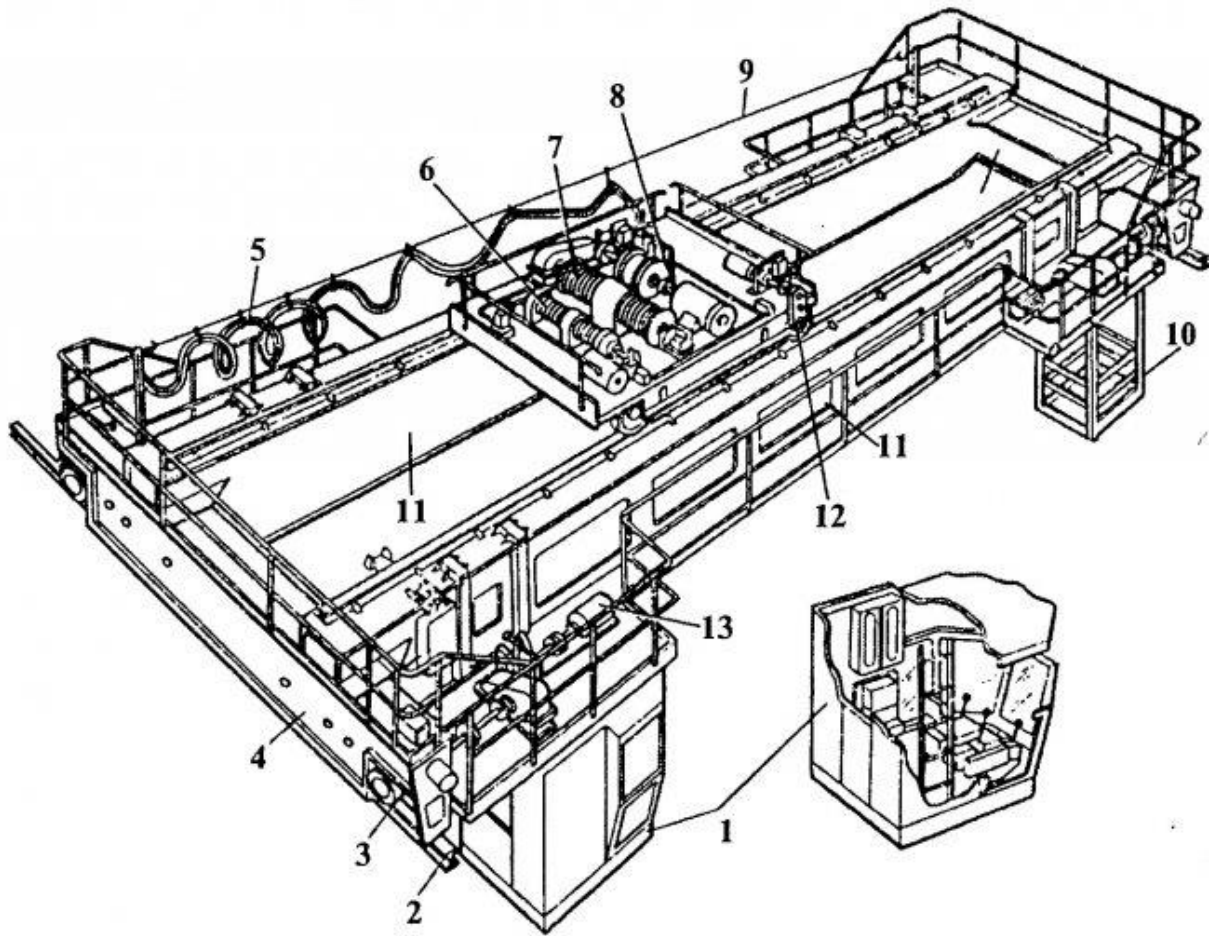


Рис. 1 – Мостовий кран. Загальний вигляд

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

6.141.180096.ПЗ

Лист

10

РОЗДІЛ 1

ВИХІДНІ ДАНІ ТА РОЗРАХУНОК МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ

1.1 Вихідні дані для проектування

Таблиця 1 – Вихідні данні до проектування

Параметри					
Вантажопід'ємність, Q , тс (режим роботи)	Ширина моста, м	Висота підйому H , м	Швидкість підйому V , м/с	Швидкість пересування візка V_B , м/с	Швидкість пересування крана V_K , м/с
10 (В – важкий)	14	13	0,12	0,6	1,3

Для вантажопід'ємних машин характерним є циклічність роботи механізмів з частими пусками, зупинками і реверсами. Інтенсивність роботи і умови експлуатації, тип та призначення машини визначають режим її роботи, правильний вибір якого необхідний для розрахунку механізмів. В залежності від режиму роботи приймають запаси міцності деталей, динамічні коефіцієнти при розрахунку механізмів, коефіцієнт запасу гальмування, параметри і тип електродвигуна. Від відношення часу роботи і пауз, характеру навантаження розрізняють наступні режими роботи електродвигунів: тривалий, короткочасний і повторно-короткочасний. Для кранових механізмів виготовляють електродвигуни повторно-короткочасного режиму, при якому двигун не встигає нагріватися до визначеної температури, а за час паузи не встигає охолонути до температури навколишнього середовища.

Для проектування заданий середній режим (В) роботи кранових механізмів і електрообладнання. Характеристика режимів роботи електрообладнання представлена в табл. 2.

									Лист
									11
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

6.141.180096.ПЗ

Таблиця 2 – Характеристика режимів роботи електрообладнання кранових механізмів

Режим роботи	Коефіцієнт використання механізму за вантажопідйомністю $k_{Гр}$	ТВ, %	Число ввімкнень за годину
В	1,00	40	240
	0,75	40	
	0,50	40	
	0,25	60	

Коефіцієнт використання механізму по вантажопідйомності:

$$k_{Гр} = \frac{Q_{ср}}{Q_{ном}}$$

де $Q_{ср}$ – середнє значення ваги вантажу (рис. 2);

$Q_{ном}$ – номінальна вантажопідйомність.

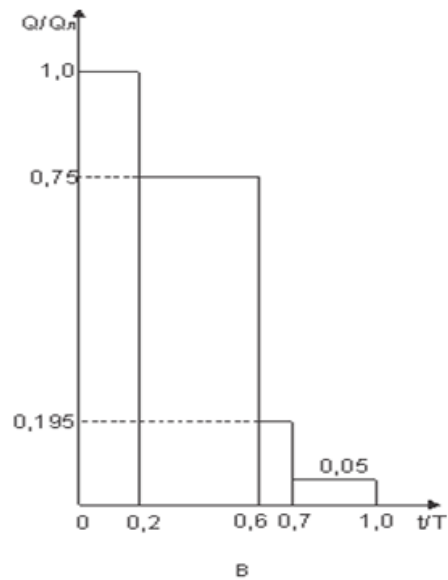


Рис. 2 – Графік навантаження механізму підйому крана для С режиму роботи

1.2 Вибір поліпасти, канату, діаметра барабана і блоків

Для крана, що проектується приймаємо механізм підйому, схема якого представлена на рис. 3.

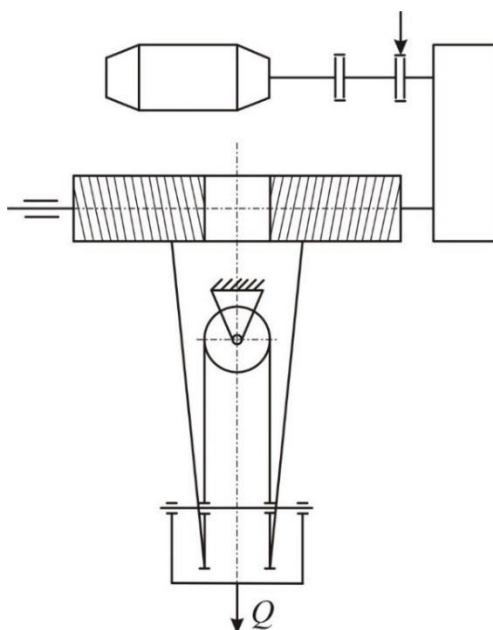


Рис. 3 – Схема механізму підйому

Максимальне натягування канату S_{\max} кгс, який набігає на барабан, при підйомі вантажу:

$$S_{\max} = \frac{Q}{z\eta_{\Pi}}, \quad (1)$$

де Q – вантажопідйомність крану, кгс;

z – кількість гілок, на яких висить вантаж;

η_{Π} – ККД (коефіцієнт корисної дії) поліпасти при збіганні канату з рухомого блоку.

$$S_{\max} = \frac{10000}{4 \cdot 0,99} = 2525 \text{ кгс},$$
$$z = ua, \quad (2)$$

де u – кратність поліпасти, $u = 2$;

a – тип поліпасти (здвоєний – $a = 2$).

$$z = 2 \cdot 2 = 4.$$

Обираємо здвоєний поліпасти ($a = 2$), та кратність поліпасти за табл. 2.

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

Таблиця 3 – Кратність поліспасту при різній вантажопідйомності

Тип поліспасту	u при вантажопідйомності в тс
Здвоєний	2; 3

ККД поліспасту визначається за наступною формулою:

$$\eta_{\Pi} = \frac{1 - \eta_{\zeta}^u}{(1 - \eta_{\zeta})u}, \quad (3)$$

де η_{ζ} – ККД блоку з урахуванням жорсткості канату; для блоку на підшипниках кочення $\eta_{\zeta} = 0,98 \dots 0,97$.

$$\eta_{\Pi} = \frac{1 - 0,98^2}{(1 - 0,98) \cdot 2} = 0,99.$$

При збіганні канату з нерухомого блоку (рис. 4), визначаємо η_{Π} :

$$\eta_{\Pi} = \frac{(1 - \eta_{\zeta}^u) \eta_{\zeta}^{n_{\zeta}}}{(1 - \eta_{\zeta})u}, \quad (4)$$

де $n_{\zeta} = 2$ – кількість напрямних блоків.

$$\eta_{\Pi} = \frac{(1 - 0,98^2) 0,98^2}{(1 - 0,98)2} = 0,951.$$

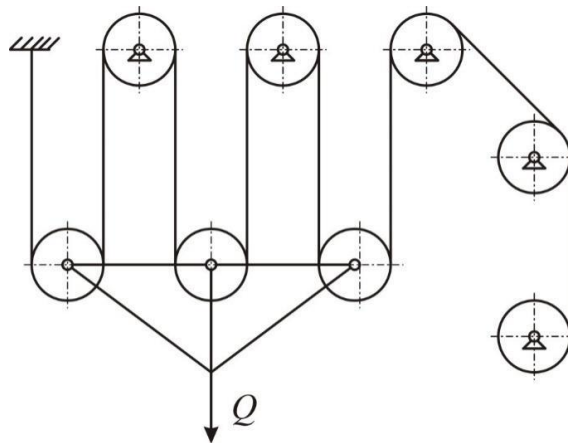


Рис. 4 – Схема поліспасту з двома напрямляючими блоками

При збіганні канату з нерухомого блоку максимальне натягування канату буде дорівнювати

$$S_{\max} = \frac{Q}{a} \frac{1 - \eta_6}{(1 - \eta_6^u) \eta_6^{n_6}}, \quad (5)$$

$$S_{\max} = \frac{10000}{2} \frac{1 - 0,98}{(1 - 0,98^2) \cdot 0,98^2} = 2525 \text{ кгс.}$$

Канат вибирається за розривним зусиллям:

$$S_p \geq S_{\max} n_k, \quad (6)$$

де n_k – коефіцієнт запасу міцності канату для середнього (В) – $n_k = 6,0$.

$$S_p \geq 2525 \cdot 6 = 15150 \text{ кгс,}$$

За значенням виразу (6) вибираємо канат сталевий, подвійної скрутки, типу ЛК-3, конструкції 6x25(1+6; 6+12)+1 о.с., (ГОСТ 7665-69) згідно дод. 1 [4].

Діаметр $d_k = 15,5$ мм та розривне зусилля $S_p = 15550$ кгс

$$15550 \geq 15150.$$

Діаметр блоку і барабана по центру канату:

$$D_{\text{бл}} \geq e d_k, \quad (7)$$

де e – коефіцієнт, який залежить від режиму роботи машини. Для В – $e = 30$.

$$e d_k = 30 \cdot 15,5 = 465 \text{ мм.}$$

Діаметр блоку і барабана по дну канавки

$$D \geq (e - 1) d_k, \quad (8)$$

$$D \geq (30 - 1) \cdot 15,5 = 449,5 \text{ мм.}$$

Діаметр блоку гакового підвісу приймаємо $D_{\text{бл}} = 630$ мм.

Діаметр зрівнювального блоку визначається за формулою:

$$D_{\text{зр}} = (0,6 \dots 0,8) D_{\text{бл}}, \quad (9)$$

$$D_{\text{зр}} = 0,8 \cdot 465 = 372 \text{ мм.}$$

1.3 Вибір гакового підвісу

За номінальною вантажопідйомністю Q і режимом роботи (В) обираємо відповідний гаковий підвіс (дод. 6, 7 [4]).

Номер заготовки гаку – 17. Однорогий гак. $D = 120$ мм $S = 90$ мм

						6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			15

$L = 600$ мм.(Тип Б). Вага 44,5 кгс. Гак виготовлений зі сталі 20.

1.4 Розрахунок вузла барабану

Довжина канату, який намотується на одну половину барабану

$$L_{\text{к}} = Hn, \quad (10)$$

де H – висота підйому, м.

$$L_{\text{к}} = 13 \cdot 2 = 26 \text{ мм.}$$

Число витків нарізки на одній половині барабану:

$$z = \frac{L_{\text{к}}}{\pi D_{\text{бл}}} + (1,5 \dots 2), \quad (11)$$

$$z = \frac{26}{3,14 \cdot 0,465} + 2 = 19,8.$$

Довжина нарізки на одній половині барабану:

$$l_{\text{н}} = z t_{\text{н}}, \quad (12)$$

де $t_{\text{н}} = 18$ – крок нарізки барабану (дод. 14 [4]),

$$l_{\text{н}} = 20 \cdot 18 = 360 \text{ мм.}$$

Повна довжина барабану:

$$L_{\text{б}} = 2(l_{\text{н}} + l_{\text{з}}) + l_{\text{т}}, \quad (13)$$

де $l_{\text{з}} = 4t_{\text{н}} = 72$ мм – довжина ділянки з кожної сторони барабану, яка використана для закріплення канату;

$l_{\text{т}}$ – відстань між правою і лівою нарізками,

$$L_{\text{б}} = 2 \cdot (360 + 72) + 200 = 1064 \text{ мм.}$$

$$l_{\text{т}} = b - 2h_{\text{мін}} \text{tg} \alpha, \quad (14)$$

Де $h_{\text{мін}} = 511$ мм – відстань між віссю барабану і віссю блоків в крайньому верхньому положенні (з дод. 11 [4]);

α – допустимий кут відхилення гілки канату, яка набігає на барабан від вертикального положення, $\alpha = 4 \dots 6^\circ$;

$b = 270$ мм – відстань між осями крайніх блоків (дод. 11 [4]).

$$l_{\text{т}} = 270 - 511 \cdot \text{tg}(4) = 200 \text{ мм.}$$

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		16

Крутний момент, який передається барабаном:

$$M_{кр} = 2S_{max} \frac{D_{бл}}{2}, \quad (15)$$

$$M_{кр} = 2 \cdot 2525 \frac{46,5}{2} = 117412,5 \text{ кгс}\cdot\text{м}.$$

1.5 Розрахунок потужності двигуна і вибір редуктора

При підйомі номінального вантажу потужність двигуна механізму підйому:

$$N_p = \frac{Qv}{102\eta_M}, \quad (16)$$

де $\eta_M = 0,85$ – ККД механізму підйому (дод. 33 [4]);

v – швидкість підйому вантажу.

$$N_p = \frac{10000 \cdot 0,12}{102 \cdot 0,85} = 13,8 \text{ кВт}.$$

При розрахунку фактична тривалість включення $T_{B\phi}$ електродвигуна (ЕД) співпала зі стандартною T_B кранових ЕД, приведених в каталозі, то фактичну потужність N_ϕ в усталеному режимі не потрібно визначати за формулою (17)

$$N_H = N_\phi \sqrt{\frac{T_{B\phi}}{T_{B_H}}}. \quad (17)$$

Обираємо ЕД з додатку 34 [4].

Дані двигуна: Тип МТФ 312-6.

Потужність $N = 15$ кВт.

Момент інерції ротора $J = 0,0318 \text{ кгс}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^2$.

Частота обертання $n = 955 \text{ хв}^{-1}$.

Максимальний момент $M_{max} = 48 \text{ кгс}\cdot\text{м}$.

Номінальний момент на валу двигуна:

$$M_{ном} = 975 \frac{N}{n}, \quad (18)$$

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		17

де N – номінальна потужність двигуна, кВт;

n – номінальна частота обертання, об/хв.

$$M_{\text{ном}} = 975 \frac{15}{955} = 15,3 \text{ кгс} \cdot \text{м.}$$

Визначення коефіцієнта перевантаження двигуна:

$$k_M = \frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}, \quad (19)$$

$$k_M = \frac{48}{15,3} = 3,1.$$

Передаточне число редуктора:

$$u_{\text{р.р}} = \frac{n}{n_{\text{б}}}, \quad (20)$$

де $n_{\text{б}}$ – частота обертання барабану, об/хв,

$$u_{\text{р.р}} = \frac{955}{18,7} = 51,$$

$$n_{\text{б}} = \frac{60v_{\text{и}}}{\pi D_{\text{б}}}, \quad (21)$$

де v – швидкість підйому, м/с;

$D_{\text{б}} = D$ – діаметр блоку і барабана по дну канавки, м.

$$n_{\text{б}} = \frac{60 \cdot 0,22 \cdot 2}{3,14 \cdot 0,4495} = 18,7 \text{ хв}^{-1}.$$

Редуктор механізму підйому вибираємо виходячи з розрахункової потужності (16), частоти обертання ЕД, передаточного числа і режиму роботи. Технічні дані (дод. 41-46 [4]).

Тип Ц2-500

Загальне передатне число $u_{\text{р}} = 50,94$.

Табличне значення моменту вибраного редуктора $M_{\text{ред}} = 27,78$ кгс.

Допустима величина граничного моменту, який передається редуктором:

$$M_{\text{доп.ред}} = k_{\text{п}} M_{\text{ред}}, \quad (22)$$

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		18

де $k_{\text{п}}$ – кратність пускового моменту, яка приймається в залежності від режиму роботи, а для В – $k_{\text{п}} = 2,0$;

$$M_{\text{доп.ред}} = 2,0 \cdot 27,78 = 55,6 \text{ кгс.}$$

Середній момент ЕД в період пуску:

$$M_{\text{п.ср}} = \frac{M_{\text{п.мах}} + k_{\text{п.мін}} M_{\text{ном}}}{2}, \quad (23)$$

де $k_{\text{п.мін}}$ – мінімальна кратність пускового моменту, $k_{\text{п.мін}} = 1,1 \dots 1,4$.

$$M_{\text{п.ср}} = \frac{48 + 1,4 \cdot 15,3}{2} = 34,7 \text{ кгс.}$$

Щоб редуктор задовольняв умову перевантаження двигуна в період пуску, повинна виконуватися наступна умова:

$$M_{\text{п.ср}} < M_{\text{доп.ред}}, \quad (24)$$

$$34,7 < 55,6$$

Фактична швидкість підйому вантажу :

$$v_{\text{ф}} = \frac{\pi D_{\text{б}} n_{\text{б}}}{60 u_{\text{р}}}, \quad (25)$$

де $n_{\text{б}} = n / n_{\text{б}} = 955 / 50,94 = 18,74$ – фактична частота обертання барабану, об/хв.

($u_{\text{р}}$ – загальне передатне число обраного редуктора).

$$v_{\text{ф}} = \frac{3,14 \cdot 0,4495 \cdot 18,74}{60 \cdot 2} = 0,22053 \text{ м/с.}$$

Статичний момент на валу двигуна при підйомі вантажу:

$$M_{\text{п}} = \frac{S a D_{\text{б}}}{2 u_{\text{р}} \eta_{\text{м}}}, \quad (26)$$

де $S = S_{\text{мах}}$;

a – кількість гілок, що навиваються на барабан ;

$\eta_{\text{м}}$ – ККД механізму підйому, приймаємо по експериментальному графіку

(рис. 36 [4]).

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		19

$$M_{\Pi} = \frac{2525 \cdot 2 \cdot 0,4495}{2 \cdot 50,94 \cdot 0,85} = 26,22 \text{ кгс.}$$

Зусилля канату при опусканні вантажу:

$$S_{\text{оп}} = \frac{Q}{2} \frac{1 - \eta_6}{1 - \eta_6^u} \eta_6^{u-1}, \quad (27)$$

$$S_{\text{оп}} = \frac{10000}{2} \frac{1 - 0,98}{1 - 0,98^2} 0,98^{2-1} = 2474,7 \text{ кгс,}$$

Статичний момент на валу двигуна при опусканні номінального вантажу:

$$M_{\text{оп}} = \frac{S_{\text{оп}} a D_6 \eta_M}{2 u_p}. \quad (28)$$

$$M_{\text{оп}} = \frac{2474,7 \cdot 2 \cdot 0,4495 \cdot 0,85}{2 \cdot 50,94} = 18,56 \text{ кгс.}$$

Час пуску приводу при підйомі і опусканні вантажу:

$$t_{\Pi} = \frac{J_{\text{пр}} \omega}{M_{\text{п.сп}} \pm M_{\text{ст}}}, \quad (30)$$

де $J_{\text{пр}}$ – приведений момент інерції до валу двигуна, при підйомі, або опусканні вантажу, $\text{кгс} \cdot \text{м}^2$;

ω – кутова швидкість ЕД;

$M_{\text{ст}}$ – статичний момент на валу ЕД при підйомі, або опусканні вантажу;

$$M_{\text{ст}} = M_{\Pi} \text{ або } M_{\text{ст}} = M_{\text{оп}}.$$

$$t_{\Pi} = \frac{0,105 \cdot 100}{34,7 + 18,56} = 0,197 \text{ с,}$$

$$t_{\Pi} = \frac{0,105 \cdot 100}{34,7 - 26,22} = 1,24 \text{ с.}$$

Момент інерції при підйомі вантажу:

$$J_{\text{пр.п}} = (1,05 \dots 1,25) (J_p + J_M) + m \frac{v_{\Phi}^2}{\omega^2 \eta_M}, \quad (31)$$

де J_p – момент інерції ротора ЕД;

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		20

J_M – момент інерції зубчатої муфти з тормозним шківом (додаток 47 [4]),
попередньо обраної по $M_{\text{доп.ред}}$;

m – маса вантажу, що піднімається.

$$J_{\text{пр.п}} = 1,05 \cdot (0,0318 + 0,0471) + 3800 \frac{0,22053^2}{100^2 \cdot 0,85} = 0,105 \text{ кгс} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2.$$

Прискорення пуску при підніманні вантажу:

$$\alpha_{\text{п}} = \frac{v_{\text{ф}}}{t_{\text{п}}}, \quad (32)$$

$$\alpha_{\text{п}} = \frac{0,22053}{1,24} = 0,178 \text{ м/с}^2.$$

Прискорення задовольняє рекомендації для кранів загального призначення (табл. 4).

Таблиця 4 –Орієнтовані значення прискорень в механізмах підйому

Крани	Рекомендаційні прискорення, м/с ²
Монтажні	0,1
Для підйому рідкого і розкладеного металу	0,1...0,2
Для машинобудівних заводів	0,2

1.6 Розрахунок гальм

Гальмо встановлено на швидкохідному валу редуктора.

Розрахунковий гальмівний момент:

$$M_{\Gamma} = k_{\Gamma} M_{\text{ст.Г}}, \quad (33)$$

де k_{Γ} – коефіцієнт запасу гальмування, для режиму В $k_{\Gamma} = 2,0$;

$M_{\text{ст.Г}}$ – статичний момент на валу двигуна при гальмуванні.

$$M_{\Gamma} = 2,0 \cdot 18,75 = 37,5 \text{ кгс} \cdot \text{м},$$

$$M_{\text{ст.Г}} = \frac{QD_{\text{б}}\eta_{\text{м}}}{2u_{\text{м}}}, \quad (34)$$

де $u_{\text{м}}$ – загальне передаточне число механізму.

$$M_{\text{ст.г}} = \frac{10000 \cdot 0,4495 \cdot 0,85}{2 \cdot 101,88} = 18,75 \text{ кгс},$$

$$u_{\text{м}} = u_{\text{р}} u = 50,94 \cdot 2 = 101,88. \quad (35)$$

З дод. 51 [4] обираємо гальмо ТТКТ-300м, з гальмівним моментом $M_{\Gamma} = 80 \text{ кгс}\cdot\text{м}$

Час гальмування механізму підйому:

$$t_{\Gamma} = \frac{J_{\text{пр.г}} \omega}{M_{\Gamma} \pm M_{\text{ст.г}}}, \quad (36)$$

де $J_{\text{пр.г}}$ – приведений момент інерції до валу гальма при гальмуванні;

при підйомі:

$$t_{\Gamma} = \frac{0,104825 \cdot 100}{37,5 + 18,75} = 0,186 \text{ с},$$

при опусканні:

$$t_{\Gamma} = \frac{0,104825 \cdot 100}{37,5 - 18,75} = 0,559 \text{ с},$$

$$J_{\text{пр.г}} = (1,05 \dots 1,25) J_{\text{р.м}} + \frac{m R_{\text{б}}^2}{u_{\text{м}}^2} \eta_{\text{м}}, \quad (37)$$

де $R_{\text{б}} = \frac{D_{\text{бл}}}{2} = \frac{0,4495}{2} = 0,22475 \text{ м}$ – радіус блоку і барабана по дну канавки.

$$J_{\text{пр.г}} = 1,05 \cdot 0,0789 + \frac{1274 \cdot 0,22475^2}{101,88^2} \cdot 0,85 = 0,104825 \text{ кгс}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^2.$$

В залежності від тормозного моменту приймають наступні діаметри гальмівних шківів $D = 300 \text{ мм}$ (табл. 5):

Таблиця 5 – Діаметр шківа при гальмівному моменті

Діаметр гальмівного шківа, мм	300
Гальмівний момент, кгс·м	25...50

Сила тертя між колодкою і шківом:

$$F_{\text{тр}} = \frac{M_{\Gamma}}{D}, \quad (38)$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{3750 \cdot 10^3}{300} = 12,5 \text{ кгс.}$$

Сила натиску колодки на шків:

$$N = \frac{F_{\text{тр}}}{f}, \quad (39)$$

де $f = 0,33$ – коефіцієнт тертя.

$$N = \frac{12,5}{0,33} = 37,87 \text{ кгс.}$$

Робота розгальмування при відході колодок:

$$A = \frac{2N\varepsilon}{\eta}, \quad (40)$$

де $\eta = 0,9 \dots 0,95$ – ККД важільної системи;

$\varepsilon = 0,1$ – максимально можливий відхід колодки, з додатку 51 [4].

$$A = \frac{2 \cdot 37,87 \cdot 0,1}{0,95} = 7,97 \text{ кгс}$$

За додатком 53 [4] обираємо електромагніт типу МО-200Б з робочим моментом $M = 400$ кгс·см, $l = 40$ мм., орієнтуючись на значення роботи розгальмування при відході колодок.

Зусилля, яке прикладене до штоку, при розгальмуванні:

$$P_{\text{ш}} = \frac{M_{\text{е}}}{l_3}, \quad (41)$$

де l_3 – плече штоку.

$$P_{\text{ш}} = \frac{400}{4,0} = 100.$$

Передаточне число гальмівної важільної системи:

$$u_{\Gamma} = \frac{N}{P_{\text{ш}}}, \quad (42)$$

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$u_{\Gamma} = \frac{37,87}{100} = 0,3787.$$

Висота гальмівної колодки:

$$H_{\text{к}} = (0,5 \dots 0,8) D, \quad (43)$$

$$H_{\text{к}} = 0,7 \cdot 300 = 210 \text{ мм.}$$

Ширина колодки, при умові, що її тиск на шків рівномірно розподілений по поверхні (після розрахунку прийняти кратною 5-ти в більшу сторону).

$$B_{\text{к}} = \frac{N}{p H_{\text{к}}}, \quad (44)$$

де p – кількість гальмівних колодок (приймаємо три гальмівні колодки).

$$B_{\text{к}} = \frac{37,87}{3 \cdot 21} = 0,6 \text{ см,}$$

$$B_{\text{к}} = 0,6 \cdot 5 = 3 \text{ см.}$$

Розрахункове зусилля основної пружини:

$$P_{\text{р.пр}} = P_{\text{ш}} + P_{\text{доп}} + P_{\text{я}}, \quad (45)$$

де $P_{\text{доп}}$ – зусилля допоміжної пружини, приймають $P_{\text{доп}} = 2 \dots 6$ кгс;

$P_{\text{я}}$ – зусилля, яке необхідне для подолання моменту від ваги якоря.

$$P_{\text{р.пр}} = 100 + 4 + 9 = 113 \text{ кгс,}$$

$$P_{\text{я}} = \frac{M_{\text{я}}}{l_3} = \frac{36}{4,0} = 9 \text{ кгс,} \quad (46)$$

де $M_{\text{я}} = 36$ кгс – момент від ваги якоря з додатку 53 [4].

1.7 Вибір муфти

Між двигуном і редуктором встановлюють зубчасту муфту з гальмівним шківом D_{Γ} (дод. 47 [4]), діаметр якого відповідає діаметру гальмівного шківа D з табл. 4.

Обираємо муфту з гальмівним шківом діаметром $D_{\Gamma} = 300$ мм, та моментом інерції $J = 0,0471$ кгс·м·с².

Крутний момент, який передається муфтою в період пуску двигуна, при

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		24

опусканні вантажу:

$$M_{п.о} = \frac{J'_{р.м}\omega}{t_{оп}}, \quad (47)$$

де ω – кутова швидкість ЕД з пункту 1.6;

$J'_{р.м}$ – сумарний момент ротора ЕД і напівмуфти, насадженої на вал ЕД.

$$M_{п.о} = \frac{0,0439 \cdot 100}{0,197} = 22,28 \text{ кгс}\cdot\text{м}.$$

$$J'_{р.м} = J_p + J_{п.м}, \quad (48)$$

де $J_{п.м} = 0,0121 \text{ кгс}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^2$ – момент напівмуфти.

$$J'_{р.м} = 0,0318 + 0,0121 = 0,0439 \text{ кгм}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^2.$$

Крутний момент, який передається муфтою в період гальмування ЕД при підйомі номінального вантажу:

$$M_{г.п} = \frac{J'_{р.м}\omega}{t_{г.п}}, \quad (49)$$

$$M_{г.п} = \frac{0,0439 \cdot 100}{0,186} = 23,6 \text{ кгс}\cdot\text{м}.$$

Максимальний крутний момент при пуску ЕД:

$$M_{п.п} = M_{п.мак} - M_{п}, \quad (50)$$

$$M_{п.п} = 48 - 25,22 = 21,78 \text{ кгс}\cdot\text{м}.$$

Крутний момент від сил інерції, який передається муфтою:

$$M_{ін} = M_{п.п} \frac{J_M}{J_{пр}}, \quad (51)$$

де J_M – момент інерції машини.

$$M_{ін} = 21,78 \frac{0,0611}{0,0439} = 30,31 \text{ кгс}\cdot\text{м},$$

$$J_M = J_{пр} - J'_{р.м}, \quad (52)$$

$$J_M = 0,105 - 0,0439 = 0,0611 \text{ кгс}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^2.$$

Крутний момент, який передається муфтою, в період пуску:

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$M_{\max} = M_{\Pi} + M_{\text{ін}}, \quad (53)$$

$$M_{\max} = 24,22 + 30,31 = 56,53 \text{ кгс}\cdot\text{м.}$$

Розрахунковий крутний момент для муфти:

$$M_{\text{розр}} = k_1 M_{\max}, \quad (54)$$

де $k_1 = 1,3$ – коефіцієнт, який враховує ступінь відповідності муфти (додаток 54 [4]).

$$M_{\text{розр}} = 1,3 \cdot 56,53 = 73,439 \text{ кгс}\cdot\text{м.}$$

Між барабаном і редуктором встановлена зубчата муфта.

Крутний момент, який передається муфтою:

$$M_{\delta} = \frac{S_{\max} D_{\delta}}{\eta_{\delta}}, \quad (55)$$

де η_{δ} – ККД барабана.

$$M_{\delta} = \frac{2525 \cdot 0,4495}{0,98} = 1158,15 \text{ кгс}\cdot\text{м.}$$

Розрахунковий момент для вибору муфти:

$$M_{\text{розр}} = M_{\delta} k_1 k_2, \quad (56)$$

де $k_1 = 1,3 \cdot 1,25 = 1,625$ – збільшений на 20%;

$k_2 = 1,3$ – коефіцієнт, який враховує умови роботи муфти (дод. 54 [4]).

$$M_{\text{розр}} = 1158,15 \cdot 1,625 \cdot 1,3 = 2446,6 \text{ кгс}\cdot\text{м.}$$

За таблицею (дод.55[4]) обираємо стандартну зубчату муфту (ГОСТ 5006-55) №9 з модулем $m = 6$ мм., число зубців $z = 46$ та найбільшим моментом передаваним муфтою який дорівнює 3000 кгс·м.

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		26

По каталогу (дод. 62 [4]) обираємо редуктор ВКН-560 з передаточним числом 20.

Остаточню вибираємо двигун МТФ 111-6.

2.2 Перевірка двигуна по нагріву за еквівалентним навантаженням

Еквівалентну потужність двигуна механізму переміщення візка, пропонується визначити за методикою ВНШПТмаша.

Потужність, яка необхідна для переміщення візка з номінальним вантажем:

$$N_{н.в} = \frac{M_{ст}n}{975}, \quad (57)$$

$$N_{н.в} = \frac{1,519 \cdot 870}{975} = 1,36 \text{ кВт.}$$

Середній час пуску приводу візка переміщення вантажів Q , $0,5Q$, $0,25Q$ і незавантаженого:

$$t_{п} = \frac{2t_{п}(Q) + t_{п}(0,5Q) + t_{п}(0,25Q) + 4t_{п}(0Q)}{8}, \quad (58)$$

$$t_{п} = \frac{2 \cdot 2,009 + 1,307 + 0,968 + 4 \cdot 0,665}{8} = 1,12 \text{ с.}$$

Щоб провести розрахунки формули (58), необхідно перерозрахувати значення формул з дод. А ((А.1), (А.14), (А.15) і (А.18)) для різних підіймаємих вантажів і заповнити табл. 5.

Таблиця 5 – Перерахунок значень для різних вантажів

Показник розрахунку	Вантаж, що піднімається			
	Q	$0,5Q$	$0,25Q$	$0Q$
Вантажопідйомність, кгс	10000	5000	2500	0
Опір переміщення візка при встановленому режимі $W_{ст}$, кгс	196,1	131,6	99,35	67,09
Статичний момент опору при переміщенні візка, приведений до вала двигуна $M_{ст.п}$, кгс·м	1,519	1,18	0,89	0,603

Продовження табл. 5

Момент інерції приведений до вала двигуна, при пуску, $J_{пр}$, $\text{кгс}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^2$	0,1087	0,0758	0,0593	0,0429
Час пуску t_{II} , с	2,009	1,307	0,968	0,665

Середній час робочої операції переміщення візка:

$$t_p = \frac{L_p}{v_{в.ф}} = \frac{6}{0,654} = 9,17 \text{ с}, \quad (59)$$

де L_p – середній робочий шлях візка, приймаємо $L_p = 6$ м (табл. 17 [4]).

За відношенням середнього часу пуску візка до середнього часу робочої операції $\frac{t_{II}}{t_p} = \frac{1,12}{9,17} = 0,122$, із графіка (рис. 45 [4], крива Б) знаходять значення

коефіцієнта $\gamma = \frac{N_e}{N_{н.г}} = 1,05$, а потім розраховують:

$$N_e = \gamma N_{н.г} = 1,05 \cdot 1,36 = 1,428 \text{ кВт.}$$

Для відповідного режиму роботи з відповідним ТВ, еквівалентна потужність двигуна:

$$N_{e(ТВ)} = K N_e, \quad (60)$$

де K – коефіцієнт, який приймається в залежності від режиму роботи (при номінальній потужності двигуна по каталогу при відповідному ТВ), вибирають з табл. 7.

$$N_{e(ТВ)} = 0,75 \cdot 1,428 = 1,071 \text{ кВт.}$$

Далі обираємо гальмо ТТ-160 з дод. 49 [4] за найбільшим гальмівним моментом 10 кгс·м. Та визначаємо $W_{ст.г}$, $M_{ст.г}$, $J_{пр.г}$, t_T та α_T при гальмуванні візка з вантажем Q , $0,5Q$, $0,25Q$, $0Q$ (перерозрахунок формул з дод. А (А.22), (А.23), (А.29), (А.27), (А.28)). Результати розрахунку привів в табл. 6.

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		29

Таблиця 6 – Перерахунок значень для різних вантажів при гальмуванні

Показник розрахунку	Вантаж, що піднімається			
	Q	0,5Q	0,25Q	0Q
Вантажопідйомність, кгс	10000	5000	2500	0
Опір переміщення візка при гальмуванні $W_{ст.Г}$, кгс	41,96	28,16	21,26	14,36
Статичний момент опору при гальмуванні візка, приведений до вала двигуна $M_{ст.Г}$, кгс·м	0,24	0,16	0,122	0,083
Момент інерції приведений до вала двигуна, при гальмуванні, $J_{пр.Г}$, кгс·м·с ²	0,073	0,0519	0,0414	0,0309
Час гальмування візка $t_{Г}$, с	2,05	0,147	1,193	0,777
Прискорення візка при гальмуванні $\alpha_{Г}$, м/с ²	0,319	0,452	0,584	0,842

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК МЕХАНІЗМУ ПЕРЕМІЩЕННЯ КРАНУ

3.1 Вибір кінематичної схеми

Обраємо механізм переміщення крану з тихохідним трансмісійним валом (рис. 6). Він складається з електродвигуна 5, муфти 4 і редуктора 3. Вихідний вал редуктора з'єднують з трансмісійним валом 2, який зібраний з окремих секцій. Секції з'єднані між собою муфтами і встановлені на підшипниках. За допомогою муфт трансмісійний вал також з'єднується з валами приводних ходових коліс 1. Гальмо встановлюють на муфті 4 або на вільному кінці вала електродвигуна.

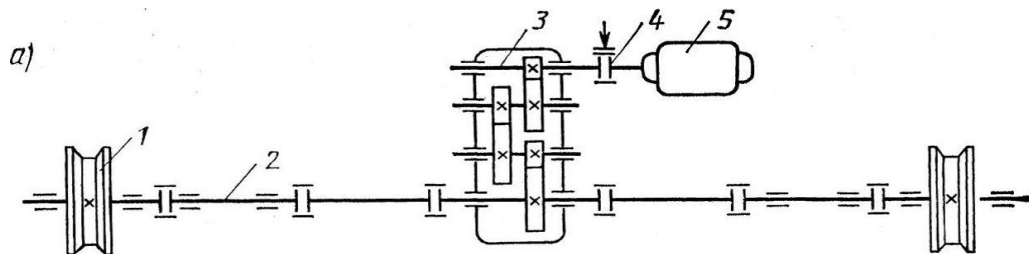


Рис. 6 – Схема механізму переміщення крану

3.2 Вибір електродвигуна, редуктора та гальма

Методика розрахунку переміщення крану схожа з методикою переміщення візка, всі розрахунки представлені в дод. А.

Після проведення розрахунків обираємо двигун МТФ 312-6.

Дані двигуна: Тип МТФ 312-6.

ТВ=40%.

Потужність $N = 15$ кВт.

Момент інерції ротора $J = 0,00318$ кгс·м·с².

Частота обертання $n = 955$ хв⁻¹.

Максимальний момент $M_{\max} = 48$ кгс·м.

Номінальний момент $M_H = 15,31$ кгс·м.

Обираємо редуктор Ц2-250 з дод. 45 [4]. З передатнім числом 24,9.

Обираємо гальмо ТТ-200(Тип ТЕГ-25) з дод. 49 [4] з найбільшим гальмівним моментом 25кгс.

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		31

РОЗДІЛ 4

ВИБІР ПРИНЦИПОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ КЕРУВАННЯ КРАНОВИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ

4.1 Вибір типової схеми з силовим контролером

Більшість промислових підйомних кранів обладнанні двигунами постійного і змінного струму з реостатним регулюванням швидкості і моменту. Спеціальні крани, від яких вимагається особливо точна робота, мають систему електроприводу з регульованим джерелом живлення двигуна. При реостатному регулюванні використовують типові схеми з силовими, або магнітними контролерами. Тип контролера визначається потужністю двигуна і режимом роботи (табл. 7).

Таблиця 7 – Типи контролерів в залежності від потужності двигуна та режиму роботи

Потужність двигуна, кВт	Тип контролера в режимі роботи		
	Легкий	Середній	Важкий
До 10	Силовий	Силовий	Силовий
» 30	»	»	Магнітний (силовий)
Вище 30	»	Магнітний (силовий)	Магнітний

Згідно табл. 7, обираємо силовий контролер для механізму переміщення візка. Потужність двигуна механізму переміщення візка складає 3,5 кВт, потужність двигуна переміщення крану – 15 кВт. Для механізму переміщення візка і крану обираємо контролер ККТ-61. Характер навантаження симетричний, контролер застосовують для керування асинхронним двигуном з фазним ротором [6].

Креслення та габаритні розміри показані на рис. 7.

Електрична схема кулачків – рис. 8.

Схема підключення до електроприводу – рис. 9.

Включення контактів – рис. 10.

Механічні характеристики ККТ-61 – рис. 11.

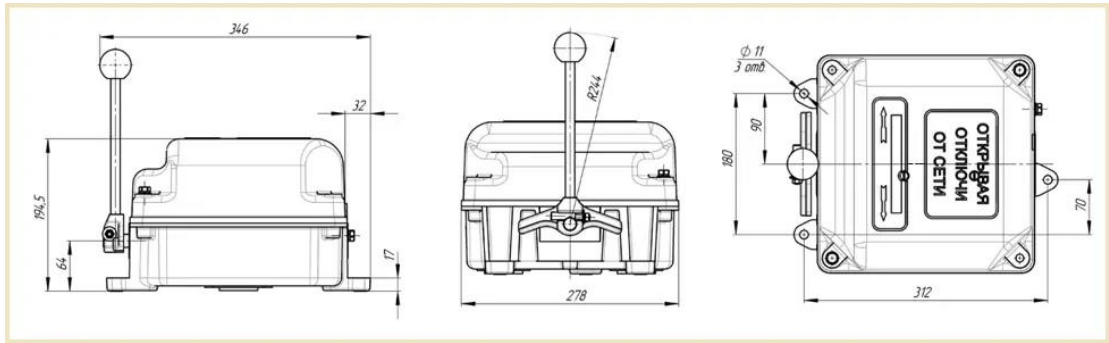


Рис. 7 – Загальний вид та розміри контролера ККТ-61

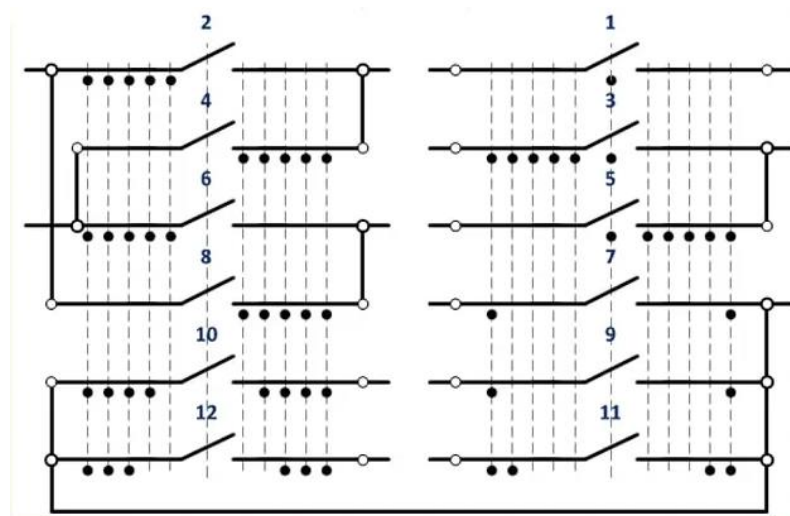


Рис. 8 – Електрична схема кулачків контролера ККТ-61

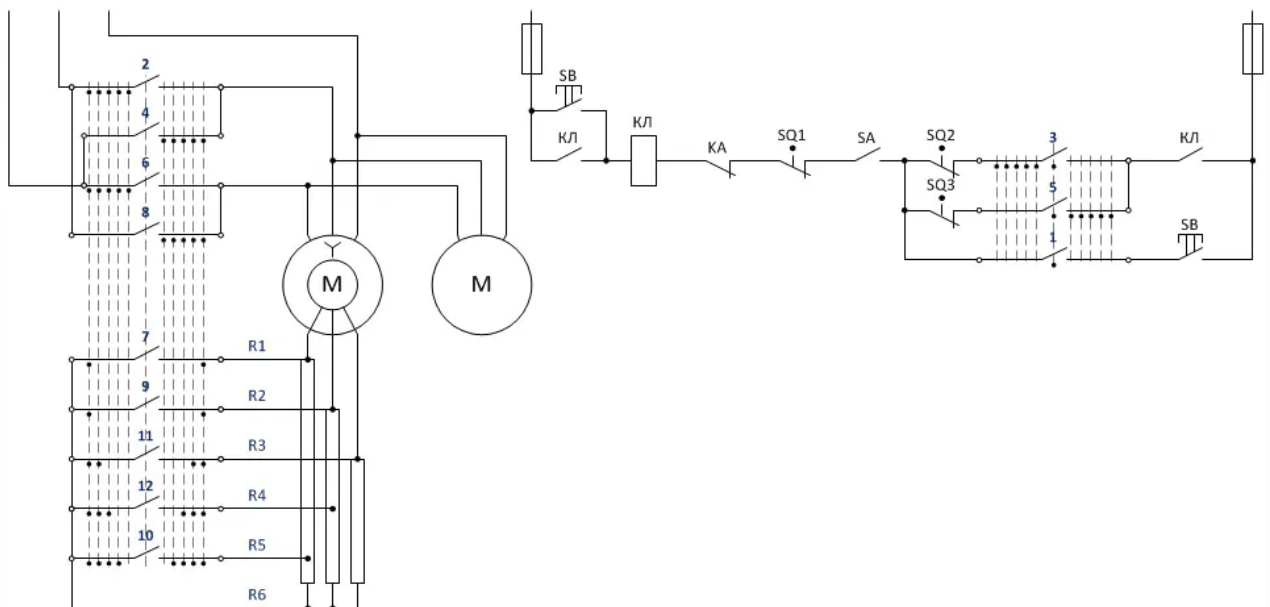


Рис. 9 – Схема підключення до електроприводу контролера ККТ-61

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

6.141.180096.ПЗ

Лист

33

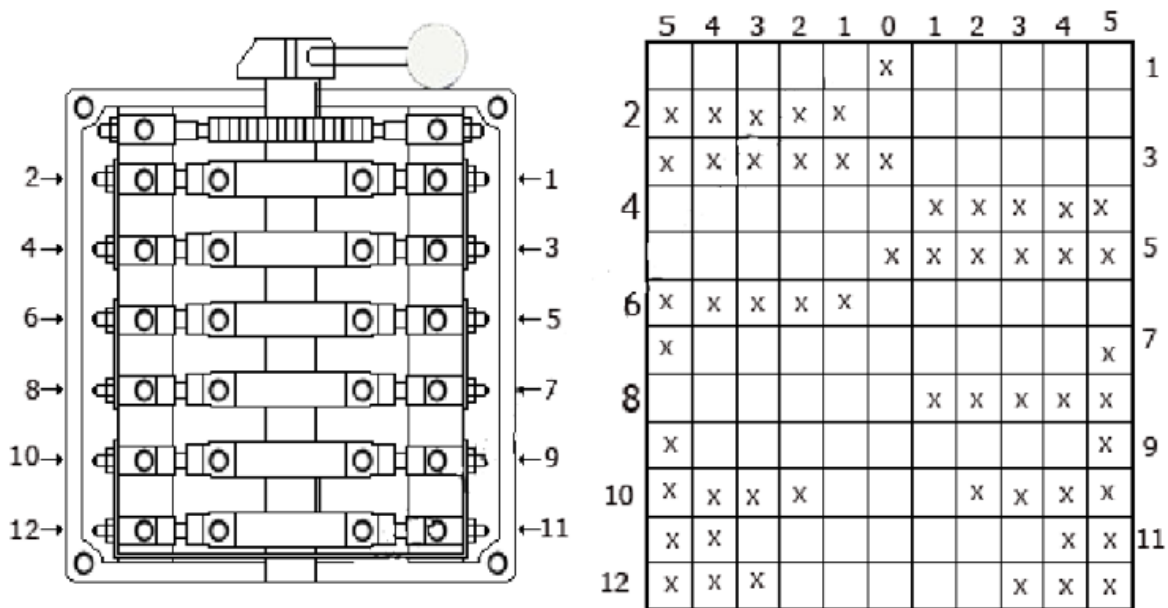


Рис. 10 – Схема і таблиця включень контактів ККТ-61

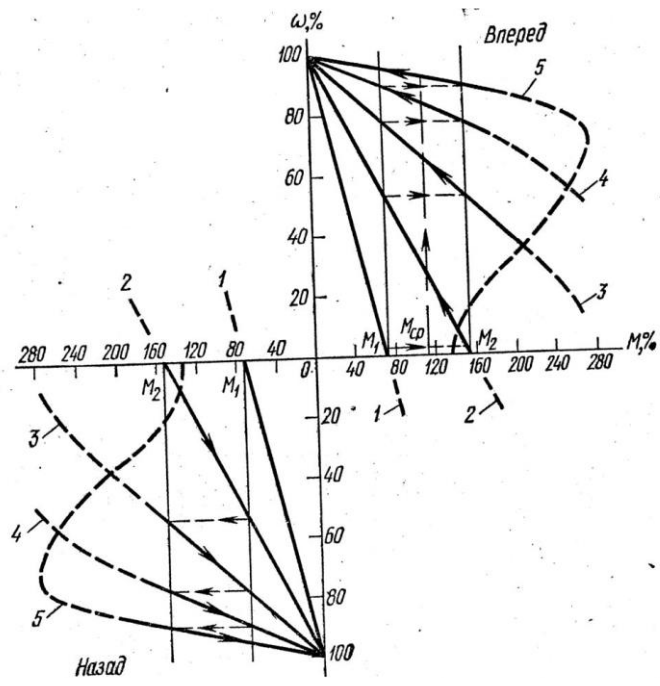


Рис. 11 – Механічні характеристики АД, що керуються контролером ККТ-61

Для механізму підйому вантажу обираємо контролер ККТ-63.

Електрична схема кулачків – рис. 12.

Схема підключення до електроприводу – рис. 13.

Включення контактів – рис. 14.

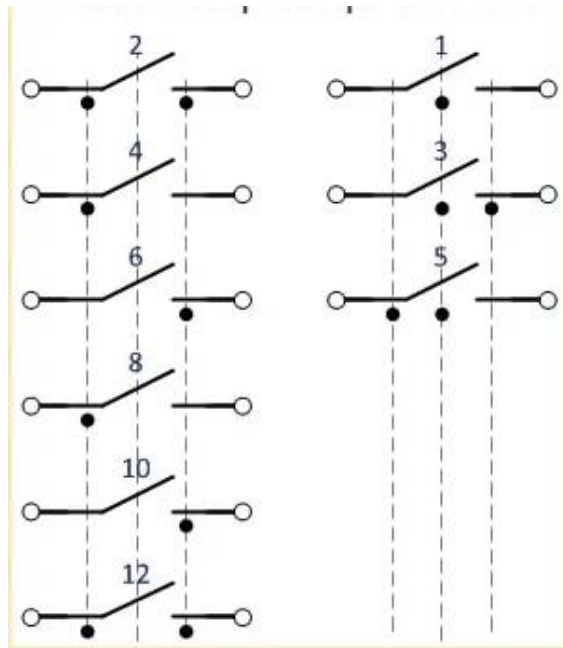


Рис. 12 – Електрична схема кулачків контролера ККТ-63

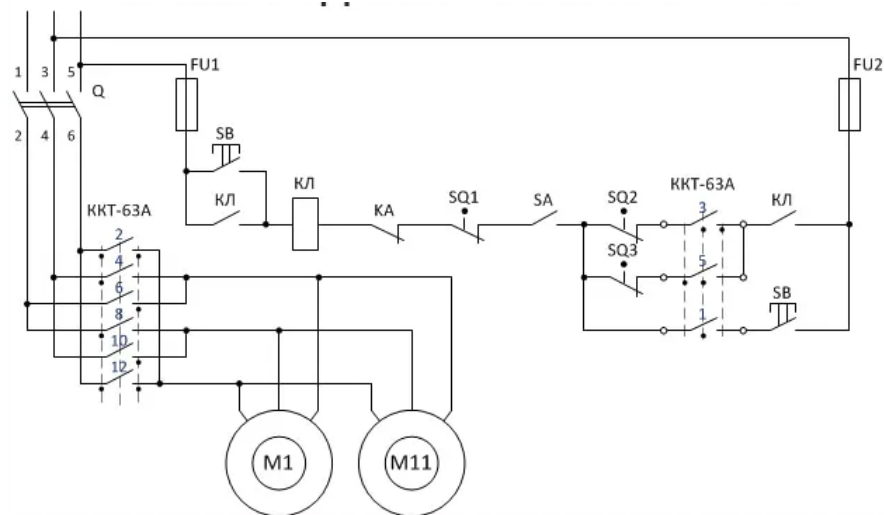


Рис. 13 – Схема підключення до електроприводу контролера ККТ-63

	←	→	
	1	0	1
		X	1
2	X	X	3
4	X	X	5
6		X	7
8	X		9
10		X	11
12	X	X	

Рис. 14 – Таблиця включень контактів ККТ-61

4.2 Реалізація проекту на сучасній елементній базі

Якщо говорити про недоліки дипломного проекту, то можна підкреслити вибір силових контролерів. На даний момент можливе вдосконалення системи керування електроприводом застосуванням в ній частотного перетворювача на базі асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором. На сьогоднішній день асинхронний двигун є найпоширенішим і одним з найнадійніших пристроїв для приводу різних механізмів і машин. Але в ньому є кілька недоліків. По-перше, регулювання швидкості за допомогою реостатів. По-друге, пусковий струм асинхронного двигуна в 5-7 разів перевищує номінальний. Все це призводить до непередбачених енергетичних витрат та величезних навантажень, при використанні виключно механічного пристрою регулювання.

З розвитком електроніки з'явився інноваційний продукт, який допоміг вирішити вищезазначені проблеми. Частотний перетворювач з широтно - імпульсним управлінням дає можливість знизити навантаження на пускові струми в чотири-п'ять разів. Він дозволяє здійснити плавний пуск асинхронного двигуна і дозволяє керувати приводом за необхідним законом регулювання.

Даний пристрій дозволяє значно заощадити використання енергії. На даному етапі з'явилася можливість самостійно налаштувати обладнання під потрібні задачі і змінювати роботу системи в цілому. Частотний перетворювач з широтно-імпульсним управлінням включає в себе інвертор з подвоєним перетворенням напруги. На початку мережева напруга в 220-380 Вт випрямляється вхідним діодним мостом, а після стабілізується і фільтрується за допомогою конденсаторів. У наслідок чого створюється широтно-імпульсна взаємодія потрібної частоти і шпаруватості. Відбувається це за допомогою мікросхем управління і вихідних мостових IGBT ключів.

Вибір частотного перетворювача для кожного двигуна здійснюється за потужністю та номінальним струмом цих двигунів.

В тому випадку, якщо не використовувати частотний перетворювач, можливо зіткнутись з деякими недоліками, а саме :

складність зупинки крана в заданому місці з необхідною точністю;

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		36

підвищений механічний знос робочих вузлів механізму крана під час початку руху і при зупинці крана;

вихід з ладу механізмів, розрив троса, знос колодок гальма;

відсутність зміни інтервалу швидкості.

Для усунення вище зазначених недоліків використовують частотні перетворювачі. Їх перевагами є:

можливість програмування швидкості роботи механізмів;

підвищення безпеки роботи крана;

точність зупинки крана і візка, плавність підняття і опускання вантажу;

функція плавний пуск і гальмування;

виключає ривки, коливання і розгойдування вантажу.

Завдяки такому варіанту вдосконалення, рівень обладнання підвищиться, а також зростуть показники виробництва і продукції та збільшиться строк служби обладнання, полегшиться керування електроприводом [7].

Для переміщення крану і підйому вантажу було прийняте рішення обрати електродвигуни серії АІР, а саме АІР160М6 характеристики якого приведені в табл. 8. Креслення і розміри показані на рис. 15 [6].

Таблиця 8 – Характеристики двигуна АІР160М6

Потужність, кВт	15
Частота обертів поля статора, об/хв	1000
Частота обертів валу, об/хв	970
Тип	Асинхронний
Напруга живлення, В	380/660
Монтажне виконання	Лапи
Номінальний струм, А	31,6
ККД, %	89,0
Співвідношення моментів струму $\frac{M_{II}}{M_H}$	2,0

Продовження табл. 8

Співвідношення моментів сили $\frac{M_{\max}}{M_H}$	2,1
Співвідношення струму $\frac{I_{II}}{I_H}$	7,0
Момент інерції, кг·м ²	0,077
Діаметр валу, мм	48
Вага, кг	157,3

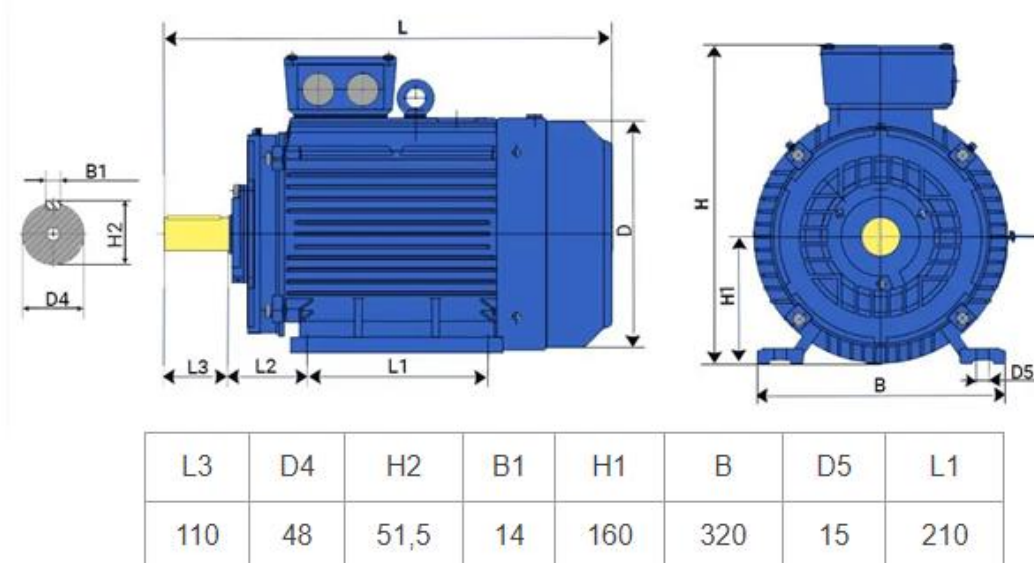


Рис. 15 – Креслення і розміри АІР160М6

Для переміщення візка обираємо двигун АІР112МВ6 потужністю 4 кВт. Характеристики якого вказані у табл. 9. Креслення і розміри на рис. 16 [6].

Таблиця 9 – Характеристики двигуна АІР112МВ6

Потужність, кВт	4
Частота обертів поля статора, об/хв	1000
Частота обертів валу, об/хв	960
Тип	Асинхронний
Напруга живлення, В	380
Монтажне виконання	Лапи

Продовження табл. 9

Номінальний струм, А	9,75
ККД, %	82,0
Співвідношення моментів струму $\frac{M_{II}}{M_H}$	2,1
Співвідношення моментів сили $\frac{M_{max}}{M_H}$	2,1
Співвідношення струму $\frac{I_{II}}{I_H}$	6,5
Момент інерції, кг·м ²	0,0425
Діаметр валу, мм	32
Вага, кг	59,0

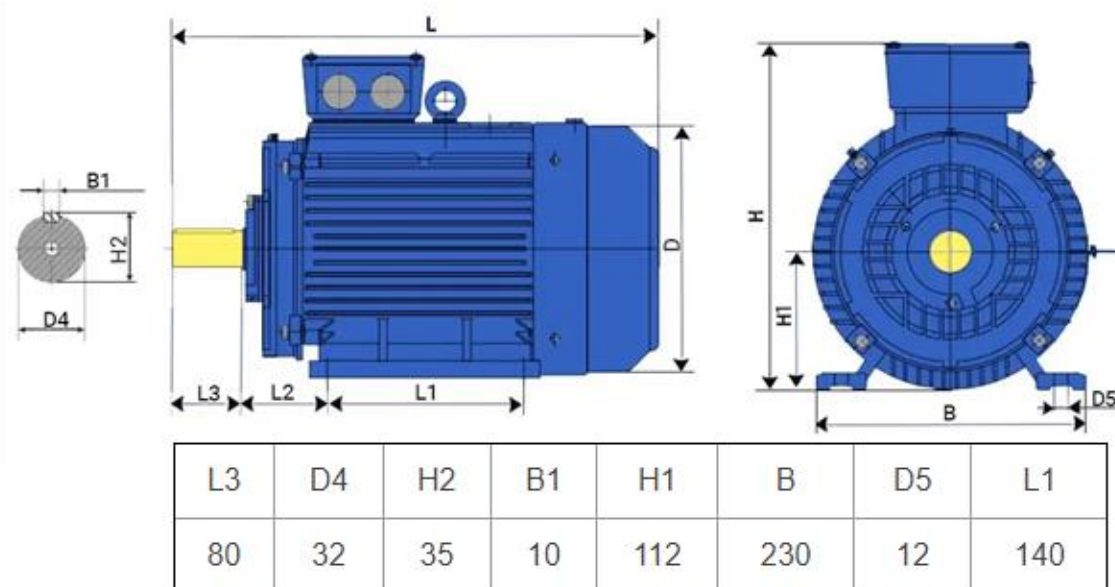


Рис. 16 – Креслення і розміри АІР112МВ6

Для керування електродвигунами серії АІР було вирішено обрати перетворювач частоти VLT® Automation Drive FC301/FC 302 0,25-75 кВт. Основні технічні характеристики показані в табл. 10. Принципова схема частотного перетворювача показана на рис. 17 [7].

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

6.141.180096.ПЗ

Лист

39

Таблиця 10 – Основні технічні характеристики перетворювача частоти

Характеристика	FC 301	FC 302
Регулювання: управління вектором напруги (VVC +), управління вектором потоку (Flux), управління сервоприводами з постійними магнітами (Servo)	VVC+	VVC+ Flux Servo
Вихідна частота, Гц	0,2 - 1000	0 - 1000
Пусковий момент	160% - 1 хв.,	180% - 0,5 сек
Довжина неекранованого/екранованого моторного кабелю, м	75/50	300/150
Аналогові входи (напруга або струм)	2	
Програмовані Pulse / Encoder входи	2/1	
Програмований струмовий аналоговий вихід	1	
Дискретні/імпульсні виходи	2	
Програмовані релейні виходи	1	2
Діапазон регулювання швидкості	1:100 (відкритий контур), 1:1000 (закритий контур)	
Точність підтримки швидкості (відкритий контур)	30-4000 об/хв	
Точність підтримки швидкості (закритий контур)	0-6000 об/хв	

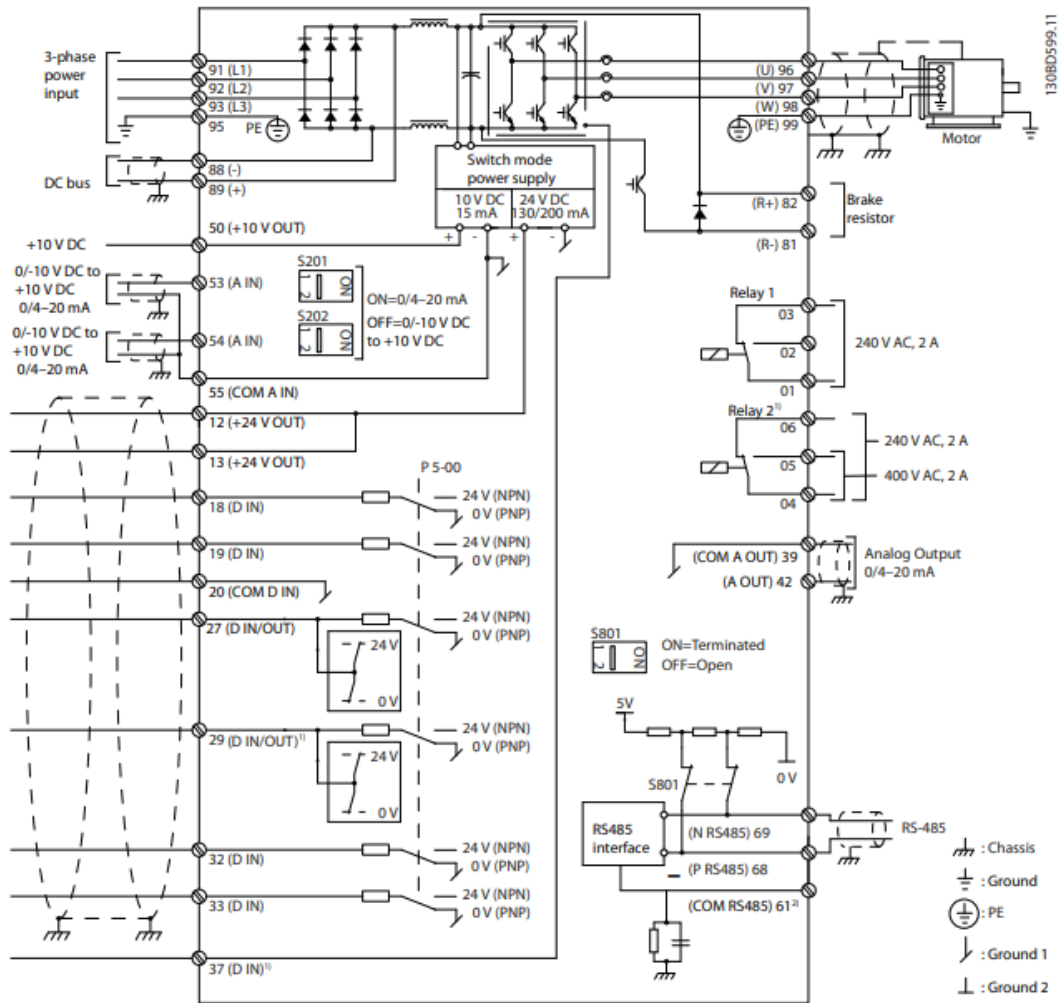


Рис. 17 – Принципова схема основних підключень

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

6.141.180096.ПЗ

Лист

41

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ РОБОТІ З МОСТОВИМ КРАНОМ

5.1 Вимоги безпеки перед початком роботи

Ознайомитися зі станом крана за записами у вахтовому журналі. Під час приймання крана, що перебував до цього в роботі, з'ясувати його стан у кранівника, який здає зміну.

Оглянути механізми крана, гальма, ходову частину, буферні пристрої та їх кріплення.

Перевірити наявність та справність огорож механізмів, перехідних майданчиків і галерей.

Перевірити змащування передач, підшипників і канатів, стан пристроїв для змащування та сальників.

Перевірити стан канатів та їх кріплення на барабані, а також укладання канатів у рівчаках блоків і барабанів.

Оглянути гак і його кріплення в обоймі, ланцюги та кільця підвіски вантажопідіймального магніту (на магнітних кранах) і змінні вантажозахоплювальні органи.

Провести зовнішній огляд електричних апаратів — рубильників, контакторів, контролерів, гальмових електромагнітів, кінцевих вимикачів, командоконтролерів, магнітних контролерів і кабелів, якщо кран живиться від мережі за допомогою кабелю.

Перевірити наявність та справність робочого й ремонтного освітлення шляхом вмикання світильників, а також звукового сигнального пристрою.

Перевірити наявність діелектричних килимків і рукавичок та переконатися у їх придатності.

Переконатися у відсутності на крані сторонніх предметів, що можуть впасти вниз під час його руху.

Переконатися у відсутності на крані та кранових коліях ремонтного персоналу або сторонніх осіб.

										Лист
										42
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

Разом зі стропальником перевірити справність знімних вантажозахоплювальних пристроїв і тари та наявність на них бирок або клейм.

Разом із кранівником, який здає зміну, оглянути кран, що працював у попередній зміні.

Оглядати кран лише при непрацюючих механізмах і вимкненому рубильнику в кабіні кранівника, гнучкий кабель — при вимкненому рубильнику, що подає напругу на кабель.

Оглядаючи кран за недостатньої освітленості, користуватися переносною лампою напругою не вище ніж 42 В.

Після огляду, перед пуском крана в роботу випробувати всі його механізми на холостому ході. Зробити про це запис у вахтовому журналі машиніста вантажопідіймального крана.

Якщо виявили несправності, що заважають безпечній роботі крана, не стаючи до роботи, зробити відповідний запис у вахтовому журналі. Доповісти про це особі, відповідальній за утримання вантажопідіймальних кранів у справному стані, й особі, відповідальній за безпечне проведення робіт із переміщення вантажів кранами.

Заборонено працювати на крані за наявності таких несправностей:

тріщини та деформації металоконструкцій крана;

тріщини в елементах змінних вантажозахоплювальних органів, якщо відсутні шплінти, затискувачі або послаблені елементи кріплень канатів;

гак не обертається в обоймі; гайка, яка кріпить гак, не має пристрою, що запобігає її самовідгвинчуванню;

вантажний канат має обірвану сталку, місцеве пошкодження або спрацювання, що перевищує встановлену норму;

деталі гальм механізмів підіймання вантажу мають пошкодження;

відсутні огорожі механізмів і голих струмовідних частин електроустаткування;

ненадійно закріплені редуктори, гальмові шківи, підшипники, електродвигуни й інше устаткування крана;

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

корпуси контролерів та іншого електрообладнання, а також металоконструкції крана перебувають під напругою;

тролеї, розміщені на мосту крана, стикаються між собою або з металоконструкціями крана; струмознімники торкаються суміжних тролей; гнучкі тролей сильно звисають; ізоляція електропроводників пошкоджена; заземлювальні провідники обірвані;

відсутній діелектричний килимок у кабіні кранівника;

не діють кінцеві вимикачі або їх важелі не повертаються в початкове положення; не діють блокувальні контакти люка, дверей входу в кабінку тощо, не працює нульове блокування контролерів; не діють автоматичні протиугонні пристрої;

несправний звуковий сигнальний пристрій.

Керувати вантажопідіймальними кранами може лише машиніст або працівник, який отримав в установленому суб'єктом господарювання порядку спеціальний ключ від індивідуального контактної замка пульта (поста) керування чи захисної панелі, що дає змогу вмикати/вимикати електричне коло керування вантажопідіймальним краном, машиною чи підйомником із метою унеможливити їх несанкціонований пуск.

5.2 Вимоги безпеки під час роботи

На місці проведення робіт, а також на вантажопідіймальних кранах і машинах не мають перебувати сторонні особи.

Входити на крани мостового типу й пересувні консольні та сходити з них через посадковий майданчик або прохідну галерею.

За потреби огляду, ремонту, регулювання механізмів, електрообладнання, виходу на настил моста крана, огляду та ремонту металоконструкцій вимикати ввідний пристрій.

На кранах мостового типу, в яких рейки вантажного візка розміщені на рівні настилу, перед виходом обслуговувального персоналу на галерею візок установлюють посередині моста. Виняток — вихід на настил пов'язаний

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44

із необхідністю оглянути сам візок. У цьому разі візок необхідно установлювати в безпосередній близькості від виходу з кабіни на настил.

Під час підймання, переміщення та опускання вантажу, установленого поблизу стіни, колони, штабеля, залізничного вагона, верстата тощо, не мають перебувати люди, зокрема й працівники, які зачіплюють вантаж, між вантажем, що підіймається, і зазначеними частинами споруди або обладнанням.

Не можна підіймати, переміщувати й опускати вантаж, якщо під ним перебувають люди. Стропальник може перебувати біля вантажу під час його підймання або опускання, якщо вантаж піднято на висоту не більше ніж 1 м від рівня робочого майданчика, на якому стоїть стропальник.

Під час переміщення вантажу, а також вантажозахоплювального органа та знімних вантажозахоплювальних пристроїв без вантажу в горизонтальному напрямку вони мають бути попередньо підняті на 500 мм вище предметів, що трапляються на шляху.

Опускати вантаж дозволяється лише на призначене для цього місце, де неможливе його падіння, перекидання або сповзання. На місце встановлення вантажу мають бути попередньо покладені підкладки відповідного розміру та міцності.

Знімати вантажні стропи можна тільки після того, як установили у стійке положення чи надійно закріпили вантаж, що унеможлиблює його падіння, перекидання або сповзання.

Заборонено виконувати вантажно-розвантажувальні роботи з небезпечними вантажами, якщо виявлено несправну тару, а також за відсутності на ній маркування і попереджувальних написів.

. Після закінчення або під час перерви в роботі вантаж не має залишатися у підвішеному стані. Ввідний пристрій у кабіні або на порталі баштового крана має бути вимкненим і замкненим. Після закінчення роботи баштового, порталного, козлового кранів і перевантажувача має бути замкнена кабіна та кран закріплений усіма наявними на ньому протиугонними пристроями.

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		45

Підіймати й переміщувати вантаж декількома кранами допускається лише у виняткових випадках і тільки під керівництвом особи, відповідальної за безпечне проведення робіт із переміщення вантажів кранами. При цьому вантажні канати мають зберігати вертикальне положення, а навантаження, що припадає на кожний кран, не має перевищувати його вантажопідіймальність, та швидкості підймання, опускання і переміщення мають бути однаковими.

Кранівник повинен опустити вантаж і припинити роботу краном, якщо:

зламався або зіпсувався кран;

канати спадають із барабана або блоків, на канатах утворилися петлі або виявили пошкодження канатів;

вийшли з ладу прилади та пристрої безпеки;

корпуси електроустаткування або металеві конструкції крана перебувають під напругою;

часто спрацьовує струмовий або тепловий захист електродвигунів.

У разі пожежі кранівник повинен вимкнути струм на крані й почати гасити пожежу, одночасно викликавши за допомогою одного з членів бригади, яка обслуговує кран, пожежну охорону.

За раптового припинення живлення або зупинки крана з інших причин кранівник повинен поставити штурвал або рукоятки контролерів у нульове положення та вимкнути рубильник у кабіні.

Підхід крана до лінійок кінцевих вимикачів має здійснюватися лише на уповільненій швидкості. Використовувати кінцеві вимикачі як робочі органи відключення електродвигунів не дозволяється.

За потреби перемістити вантажі над перекриттям, під яким розміщені виробничі, житлові або службові приміщення, де перебувають люди, кранівник може стати до роботи лише після того, як отримає письмове розпорядження керівництва підприємства, ознайомиться із заходами з безпечного транспортування вантажів і під безпосереднім керівництвом особи, відповідальної за безпечне проведення робіт із переміщення вантажів кранами.

						6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			46

При завантаженні та розвантаженні автомашин і причепів до них, залізничних платформ та напіввагонів працювати на крані дозволяється лише за відсутності людей на транспортних засобах.

Мастильні й обтиральні матеріали зберігати в металевому посуді, закріпленому у зручних місцях крана, у кількості, що не перевищує добової потреби.

5.3 Вимоги безпеки після закінчення роботи

Вивільнити від вантажу гак або інший вантажозахоплювальний орган. Залишати вантаж у всякому положенні не дозволяється.

Поставити кран біля посадкового майданчика або на місце, призначене для його стоянки.

Підняти гак у верхнє положення, а підймальний електромагніт, грейфер або інший вантажозахоплювальний орган опустити на землю на відведеній для цього ділянці.

Штурвали та рукоятки всіх контролерів і командоконтролерів перевести в нульове положення й вимкнути рубильник у кабіні крана.

Оглянути кран, очистити все його устаткування. Зробити запис про стан крана у вахтовому журналі.

Кран, що працює на відкритому повітрі, надійно закріпити за допомогою протиугонних захватів.

Кранівник, який здав зміну, повинен повідомити своєму зміннику про всі несправності в роботі крана.

Коли в прольоті встановлений лише один кран, при роботі крана в одну або дві зміни кранівник після завершення роботи крана зобов'язаний вимкнути головні тролєї та замкнути шафу з рубильником.

5.4 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

Кожен працівник, що першим виявив загрозу виникнення або при виникненні аварійної ситуації, повинен припинити роботу та подати команду «СТОП!».

										Лист
										47
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					6.141.180096.ПЗ	

Працівник повинен негайно повідомити про те, що сталося, безпосередньому керівнику, огородити небезпечну зону та не допускати до неї сторонніх осіб. Якщо керівника немає на місці, повідомити працівнику, який його заміщує.

Якщо з працівником стався нещасний випадок, а також за раптового захворювання, необхідно усунути дію на організм небезпечних чинників, які загрожують здоров'ю і життю потерпілого, — вивільнити від дії електричного струму, винести із зараженої території, загасити одяг, що горить, тощо.

За потреби надати потерпілому домедичну допомогу згідно з інструкцією з надання домедичної допомоги, що діє на Підприємстві. За подальшого погіршення самопочуття потерпілого не припиняти надавати домедичну допомогу та викликати за телефоном «103» швидку допомогу.

За загрози виникнення або при виникненні інших аварійних ситуацій діяти відповідно до вказівок керівника або особи, яка його заміщує.

Зберегти місце події таким, яким воно було на момент нещасного випадку, якщо це не загрожує життю і здоров'ю інших працівників та довкіллю [8].

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		48

ВИСНОВКИ І ЗГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Під час виконання кваліфікаційної роботи було зроблено розрахунок роботи механізмів підйому, переміщення візка та крану.

За визначеними розрахунками було обрано відповідне обладнання. З додаткових джерел знайдені типи та характеристики: двигунів, муфт, редукторів та гакового підвісу. Було забезпечено необхідний запас коефіцієнту зчеплення. Також не перевищують допустимі значення: потужність, розривні зусилля, моменти, діаметри. Двигуни обрані з невеликим запасом по потужності для усунення перегріву механізмів.

Результати розрахунків при пуску та гальмуванні для різних режимів навантаження (від максимально допустимого (Q) до незавантаженого ($0Q$)) представлені у вигляді таблиць. Були визначені відповідні характеристики цих режимів: час пуску та гальмування, статичний момент опору, момент інерції та прискорення візка.

Також були обрані принципові електричні схеми керування крановим електроприводом. Застосовані силові та магнітні системи керування за допомогою контролерів ККТ-61 та ККТ-63, що забезпечують ступінчатий пуск, регулювання швидкості, реверс та гальмування.

Для вдосконалення систем керування крановими механізмами на сучасну систему керування було прийнято рішення обрати електродвигуни з короткозамкнутим ротором та частотні перетворювачі. Це значно покращить роботу всіх систем крану та економічні показники.

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

6.141.180096.ПЗ

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основні технічні характеристики мостового крану [Електрон. ресурс]: мостовий кран.–Режим доступу: <https://kzpto.com.ua/uk/mostovi-krani/>.
2. ДСТУ 2986-95 Крани вантажопідіймальні. Частина 1. Терміни та визначення основних понять. [Чинний від 01.01.1996], виданий Держстандарт України. Київ, 1995. 73с.
3. Підйомно-транспортні машини та обладнання [Електрон. ресурс]: конструктивні схеми кранів. –Режим доступу: <https://budtehnika.pp.ua/7624-konstruktivn-shemi-kranv.html>.
4. Іванченко Ф. К. та інші. Розрахунок вантажопід'ємних і транспортуючих машин. Київ: Вид-во Вища школа 1975. 576с.
5. Контролери ККТ [Електрон. ресурс]: контролер ККТ-61. –Режим доступу: <https://air.com.ua/dlya-krana/kontrolery-kkt/kkt-61/>.
6. Електродвигуни 1000 об/хв [Електрон. ресурс]: каталог. – режим доступу: https://air.com.ua/katalog_elektrodivigatelei_air/1000-ob-min/.
7. Частотний перетворювач, як інструмент управління асинхронним електродвигуном [Електрон. ресурс]: Частотний перетворювач. – Режим доступу: <https://k-r.com.ua/dovidnyk/item/113-chastotnyi-peretvoriuvach-iak-instrument-upravlinnia-asykhronnym-elektrodvyhunom>.
8. Зразки інструкцій з охорони праці за професіями [Електронний ресурс]: Інструкція з охорони праці для кранівників (машиністів) кранів мостового типу. – Режим доступу: <https://www.sop.com.ua/article/1301-instruktsiya-z-ohoroni-prats-dlya-kranvnikv-mashinstv-kranv-mostovogo-tipu>.
9. М. П. Александров, М. М. Гохберг, А. А. Ковш та інші. Довідник по кранам. В 2 т. Т.2. Характеристики та конструктивні схеми кранів. Москва. Вид-во Машинобудівництво, 1988. 559 с.

						6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			50

ПЕРЕЛІК ГРАФІЧНИХ РОБІТ

1. Вихідні дані до проектування.
2. Результати розрахунку механізму підйому.
3. Результати розрахунку механізму переміщення візка.
4. Результати розрахунку механізму переміщення крану.
5. Вибір принципової схеми керування електроприводами крану.

					6.141.180096.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		51

ДОДАТОК А

А.1 Розрахунок опору переміщення візка

Найбільший опір переміщення візка з номінальним вантажем в усталеному режимі:

$$W_{\text{ст}} = (Q + G_{\text{в}}) \left(\frac{fd + 2\mu k_{\text{р}}}{D_{\text{к}}} + \alpha \right), \quad (\text{А.1})$$

де Q – номінальна вага вантажу, що підіймається, кгс;

$G_{\text{к}}$ – власна вага кранового візка, кгс;

$D_{\text{к}}$ – діаметр ходового колеса візка, мм (табл А. 1);

$d = (0,25 \dots 0,30) D_{\text{к}}$ – діаметр цапфи, мм;

f – коефіцієнт тертя в підшипниках (обираємо підшипники з найменшим значенням коефіцієнта тертя з таблиці 26 [4]);

μ – коефіцієнт кочення колеса по плоскій рейці з таблиці 27 [4];

$k_{\text{р}}$ – коефіцієнт, який враховує опір від тертя реборд коліс від рейок і від тертя струмоприймачів від тролєї з таблиці 28 [4];

$\alpha = 0,001$ – розрахунковий нахил підкранової рейки.

$$W_{\text{ст}} = (10000 + 5200) \left(\frac{0,015 \cdot 69 + 2 \cdot 0,03}{230} 2,5 + 0,001 \right) = 196,1 \text{ кгс.}$$

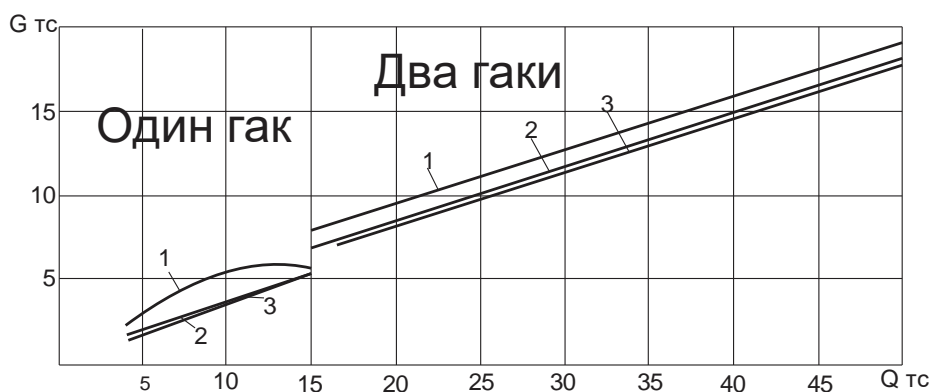


Рис. А. 1 – Графіки залежності ваги візка від вантажопідйомності крана:

1, 2 і 3 – відповідно для В, С та Л режимів роботи.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6.141.180096.ПЗ

Аркуш

52

Таблиця А. 1 –Орієнтовані значення діаметрів ходових коліс візків і мостових кранів

Вантажопідйомність крана, тс	Візок		Міст	
	Діаметр, мм			
	колеса	цапфи	колеса	цапфи
5...10	200–250	60...70	600—800	80...100
12,5...20	250–320	70...100	700—900	100...120
20...50	400–500	90...120	700–900	120...150

А.2 Розрахунок потужності двигуна і вибір редуктора

Двигун механізмів переміщення візків і кранів вибирається за пусковим моментом. Значення пускового моменту повинно бути таким, при якому відсутня пробуксовка ведучим коліс порожнього візка (крана) по рейкам, а коефіцієнт запасу зчеплення повинне бути не менше 1,2.

Для попереднього вибору двигуна визначив опір переміщення навантаженого візка в пусковий період:

$$W_0 = W_{ст} + (1,1...1,3) \frac{G_B + Q}{g} \alpha, \quad (A.2)$$

де α – середнє прискорення візка (крана) під час пуску, $\alpha = 0,2 \text{ м/с}^2$.

$$W_0 = 196,1 + 1,2 \frac{5200 + 10000}{9,81} 0,2 = 568 \text{ кгс.}$$

Потужність попередньо вибраного двигуна, кВт:

$$N_p = \frac{W_0 v_B}{102 \eta_M \psi_{ср}}, \quad (A.3)$$

де $\psi_{ср}$ – середня кратність пускового моменту;

$\psi_{max} + \psi_{min}$ – максимальна і мінімальна кратність пускового моменту;

η_M – ККД механізму переміщення (дод. 33 [4]).

$$N_p = \frac{568 \cdot 0,6}{102 \cdot 0,85 \cdot 1,6} = 2,46 \text{ кВт,}$$

$$\psi_{\text{cp}} = \frac{\psi_{\text{max}} + \psi_{\text{min}}}{2} \quad (\text{A.4})$$

$$\psi_{\text{cp}} = \frac{2 + 1,2}{2} = 1,6.$$

Розрахункова потужність двигуна механізмів переміщення, визначена з урахуванням інерційних навантажень, повинна задовольняти умову:

$$N_p \geq N_{\text{ст}}, \quad (\text{A.5})$$

де $N_{\text{ст}} = \frac{W_{\text{ст}} v_B}{102 \eta_M}$ – для механізму переміщення.

$$N_{\text{ст}} = \frac{196,1 \cdot 0,6}{102 \cdot 0,85} = 1,36 \text{ кВт.}$$

$$2,46 \geq 1,36.$$

Обираємо ЕД з додатку 34 [4].

Середній пусковий момент двигуна для розгону порожнього візка за умови відсутності буксування привідних коліс і наявності необхідного запасу зчеплення:

$$M_{\text{п.ср}} = M_{\text{ст.пх}} + \frac{J_{\text{пр.пх}} \omega}{t_{\text{пх}}}. \quad (\text{A.6})$$

Частота обертання колеса, хв^{-1} :

$$n_K = \frac{60 v_B}{\pi D_K}, \quad (\text{A.7})$$

$$n_K = \frac{60 \cdot 0,6}{3,14 \cdot 0,23} = 49,82 \text{ об/хв.}$$

Розрахункове передаточне число редуктора:

$$u_{\text{р.р}} = \frac{n}{n_K}, \quad (\text{A.8})$$

де n – частота обертання попередньо обраного двигуна.

$$u_{\text{р.р}} = \frac{870}{49,82} = 17,46.$$

Фактична частота обертання колеса:

					6.141.180096.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$$n_{к.ф} = \frac{n}{u_p}, \quad (A.9)$$

$$n_{к.ф} = \frac{870}{16} = 54,375 \text{ об/хв.}$$

Фактична швидкість переміщення візка з номінальним вантажем:

$$v_{в.ф} = \frac{\pi D_k n_{к.ф}}{60}, \quad (A.10)$$

$$v_{в.ф} = \frac{3,14 \cdot 0,23 \cdot 54,375}{60} = 0,654 \text{ м/с.}$$

Мінімальний час пуску двигуна порожнього візка:

$$t_{пх} = \frac{v_{в.ф}}{\alpha_{п.мах}}, \quad (A.11)$$

де $\alpha_{п.мах}$ – максимальне допустиме прискорення порожнього візка.

$$t_{пх} = \frac{0,654}{0,723} = 0,903 \text{ с.}$$

Для забезпечення запасу зчеплення ($k_{зч} = 1,2$) при пуску порожнього візка прискорення його повинно бути не більше за значення, розрахованого за формулою:

$$a_{п.мах} = \left[\frac{G_{зч}}{G_B} \left(\frac{\varphi}{k_{зч}} + \frac{fd}{D_K} \right) - \frac{2\mu + fd}{D_K} k_p \right] g, \quad (A.12)$$

де φ – коефіцієнт зчеплення ведучого колеса з рейкою; для кранів, які працюють в закритому приміщенні $\varphi = 0,2$;

$G_{зч}$ – зчеплений вантаж візка.

$$a_{п.мах} = \left[\frac{2600}{5200} \left(\frac{0,2}{1,2} + \frac{0,015 \cdot 69}{230} \right) - \frac{2 \cdot 0,03 + 0,015 \cdot 69}{230} \cdot 2,5 \right] 9,81 = 0,723,$$

$$G_{зч} = G_B \frac{n_{пр}}{n_K}, \quad (A.13)$$

де $n_K = 4$ – загальне число ходових коліс; $n_{пр} = 2$ – число ведучих коліс.

$$G_{зч} = 5200 \frac{2}{4} = 2600 \text{ кгс.}$$

Приведений до валу ЕД статичний момент опору переміщення порожнього візка:

$$M_{ст.пх} = \frac{W_{ст.пх} D_K}{2u_p \eta_M}, \quad (A.14)$$

де η_M – ККД механізму переміщення візка (рис. 36 [4]);

$$M_{ст.пх} = \frac{196,1 \cdot 0,23}{2 \cdot 16 \cdot 0,8} = 1,519 \text{ кгс.}$$

Приведений момент інерції рухомих мас візка:

$$J_{пр.х} = (1,05 \dots 1,25) J_{р.м} + \frac{m_B R_K^2}{u_p^2 \eta_M}, \quad (A.15)$$

де $J_{р.м}$ – момент інерції ротора двигуна і муфт, в тому числі з гальмівним шківом. Прийmemo значення моменту інерції муфт $0,0075 \text{ кгс} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$;

$$m_B = \frac{G_B}{g} = \frac{5200}{9,81} 530,07 \frac{\text{кгс} \cdot \text{с}^2}{\text{м}} \text{ – маса візка.}$$

$$J_{пр.х} = 1,15 \cdot 0,0075 + \frac{530,07 \cdot 0,115^2}{16^2 \cdot 0,8} = 0,0429 \text{ кгс} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2,$$

$$M_{п.ср} = 1,519 + \frac{0,0429 \cdot 87,9}{0,905} = 5,686 \text{ кгс} \cdot \text{м.}$$

Розрахункова потужність, кВт:

$$N = \frac{M_{п.ср}^n}{9750 \psi_{ср}}, \quad (A.16)$$

$$N = \frac{5,686 \cdot 870}{9750 \cdot 1,6} = 3,17 \text{ кВт.}$$

Середній пусковий момент обраного двигуна :

$$M_{п.ср} = \psi_{ср} M_{ном}, \quad (A.17)$$

$$M_{п.ср} = 1,6 \cdot 3,922 = 6,276 \text{ кгс} \cdot \text{м.}$$

					6.141.180096.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Фактичний час пуску двигуна незавантаженого візка:

$$t_{\text{пх}} = \frac{J_{\text{пр.х}} \omega}{M_{\text{п.сп}} - M_{\text{ст.пх}}}, \quad (\text{A.18})$$

$$t_{\text{пх}} = \frac{0,0429 \cdot 87,9}{6,276 - 0,603} = 0,665 \text{ с.}$$

Фактичний коефіцієнт запасу зчеплення приводних коліс з рейками:

$$k_{\text{зч}} = \frac{\varphi}{\left(\frac{v_{\text{т.ф}}}{t_{\text{пг}}} + \frac{fd + 2\mu k_{\text{р}}}{D_{\text{к}}} \right) \frac{n_{\text{к}}}{n_{\text{пр}}} - \frac{fd}{D_{\text{к}}}}, \quad (\text{A.19})$$

$$k_{\text{зч}} = \frac{0,2}{\left(\frac{0,654}{0,793 \cdot 9,81} + \frac{0,015 \cdot 69 + 2 \cdot 0,015}{230} \cdot 2,5 \right) \frac{4}{2} - \frac{0,015 \cdot 69}{230}} = 1,067.$$

Фактичне прискорення при розгоні порожнього візка:

$$\alpha_{\text{п.х}} = \frac{v_{\text{в.ф}}}{t_{\text{п}}} = \frac{0,654}{0,793} = 0,82 \text{ м/с}^2. \quad (\text{A.20})$$

А.3 Розрахунок гальмівного моменту і вибір гальма

Таблиця А. 2 –Значення коефіцієнтів K та K'

Режим роботи	$K = N_{25} / N_e$	$K' = N_{40} / N_e$
В	1	0,75

Щоб вибраний двигун задовольняв умову нагріву, потрібно щоб виконувалась наступна умова:

$$N_{\text{е(ТВ)}} \leq N_{\text{н.г}}, \quad (\text{A.21})$$

$$1,071 \leq 1,36.$$

При гальмуванні візка без вантажу допустиме максимальне прискорення, при якому забезпечується запас зчеплення коліс з рейками 1,2, визначають за наступною формулою:

$$\alpha_{\Gamma} = \left[\frac{G_{3\text{ч}}}{G_{\text{В}}} \left(\frac{\varphi}{k_{3\text{ч}}} - \frac{fd}{D_{\text{К}}} \right) + \frac{2\mu + fd}{D_{\text{К}}} - \frac{W_{\text{В}}}{G_{\text{В}}} \right] g. \quad (\text{A.22})$$

де $W_{\text{В}}$ – опір пересування від дії вітрового навантаження для мостового крану, що працює в закритому приміщенні.

$$\alpha_{\Gamma} = \left[\frac{2600}{5200} \left(\frac{0,2}{1,2} - \frac{0,015 \cdot 69}{230} \right) + \frac{2 \cdot 0,03 + 0,015 \cdot 69}{230} - \frac{0}{5200} \right] 9,81 = 0,842 \text{ м/с}^2.$$

Час гальмування візка без вантажу виходячи з максимально допустимого прискорення:

$$t_{\Gamma} = \frac{v_{\text{В.Ф}}}{a_{\Gamma}}, \quad (\text{A.23})$$

$$t_{\Gamma} = \frac{0,654}{0,842} = 0,777 \text{ с.}$$

Допустима величина гальмівного шляху:

$$S_{\Gamma} = \frac{v_{\text{В.Ф}}^2}{k_{\Gamma}}, \quad (\text{A.24})$$

де $v_{\text{В.Ф}}$ – фактична швидкість переміщення візка, м/хв;

k_{Γ} – коефіцієнт гальмівного шляху, м/хв² (див. табл. 8).

$$S_{\Gamma} = \frac{39,24^2}{5400} = 0,285 \text{ м.}$$

Таблиця А. 3 – Значення коефіцієнтів гальмівного шляху

Значення коефіцієнта зчеплення	k_{Γ} при загальмованих ходових колесах		
	всіх: $\frac{G_{3\text{ч}}}{G} = 1$	половині: $\frac{G_{3\text{ч}}}{G} = \frac{1}{2}$	четверті: $\frac{G_{3\text{ч}}}{G} = \frac{1}{2}$
0,12	6500	3250	1650
0,20	11000	5400	3000

Зауваження: G – вага візка.

Мінімально допустимий час гальмування:

$$t_{\Gamma} = \frac{2S_{\Gamma}}{v_{\Gamma.ф}}, \quad (A.25)$$

$$t_{\Gamma} = \frac{2 \cdot 0,285}{0,654} = 0,872 \text{ с.}$$

Гальмівний момент:

$$M_{\Gamma} = \frac{J_{\text{пр.в}} \omega}{t_{\Gamma}} - M_{\text{ст.}\Gamma}, \quad (A.26)$$

$$M_{\Gamma} = \frac{0,0309 \cdot 87,9}{0,872} - 0,083 = 3,032 \text{ кгс}\cdot\text{м.}$$

Приведений статичний момент опору переміщенню порожнього візка при гальмуванні:

$$M_{\text{ст.ГХ}} = \frac{W_{\text{ст}} R_{\text{к}} \eta_{\text{м}}}{u_{\text{р}}}, \quad (A.27)$$

$$M_{\text{ст.ГХ}} = \frac{14,36 \cdot 0,115 \cdot 0,8}{16} = 0,083 \text{ кгс}\cdot\text{м},$$

$$W_{\text{ст.ГХ}} = G_{\text{в}} \left(\frac{fd + 2\mu}{D_{\text{к}}} - \alpha \right), \quad (A.28)$$

$$W_{\text{ст.ГХ}} = 5200 \left(\frac{0,015 \cdot 69 + 2 \cdot 0,03}{230} - 0,002 \right) = 14,36 \text{ кгс},$$

$$J_{\text{пр.ГХ}} = (1,05 \dots 1,25) J_{\text{р.м}} + \frac{m_{\text{в}} R_{\text{к}}^2 \eta_{\text{м}}}{u_{\text{р}}^2}, \quad (A.29)$$

$$J_{\text{пр.ГХ}} = 1,2 \cdot 0,0075 + \frac{530,07 \cdot 0,115^2 \cdot 0,8}{16^2} = 0,0309 \text{ кгс}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^2.$$

А.4 Розрахунок опору переміщення крану

За графіком рис. А. 2 визначається загальна вага крану $G_{\text{к}}$.

Опір переміщенню крану з номінальним вантажем:

$$W_{\text{ст}} = (Q + G_{\text{к}}) \left(\frac{fd + 2\mu}{D_{\text{к}}} k_{\text{р}} + \alpha \right), \quad (A.30)$$

де $D_K = 500$ мм – діаметр ходових коліс крану (табл. 5);

$d = (0,2 \dots 0,25) D_K = 125$ мм. – діаметр цапфи вала. Приймаємо, що колеса сталеві дворебордні.

$$W_{CT} = (10000 + 21000) \left(\frac{0,015 \cdot 125 + 2 \cdot 0,06}{D_K} 1,5 + 0,001 \right) = 216,535 \text{ кгс.}$$

Відповідно до цього перебираємо значення коефіцієнтів k_P та μ з таблиць 28 [4] та 27 [4].

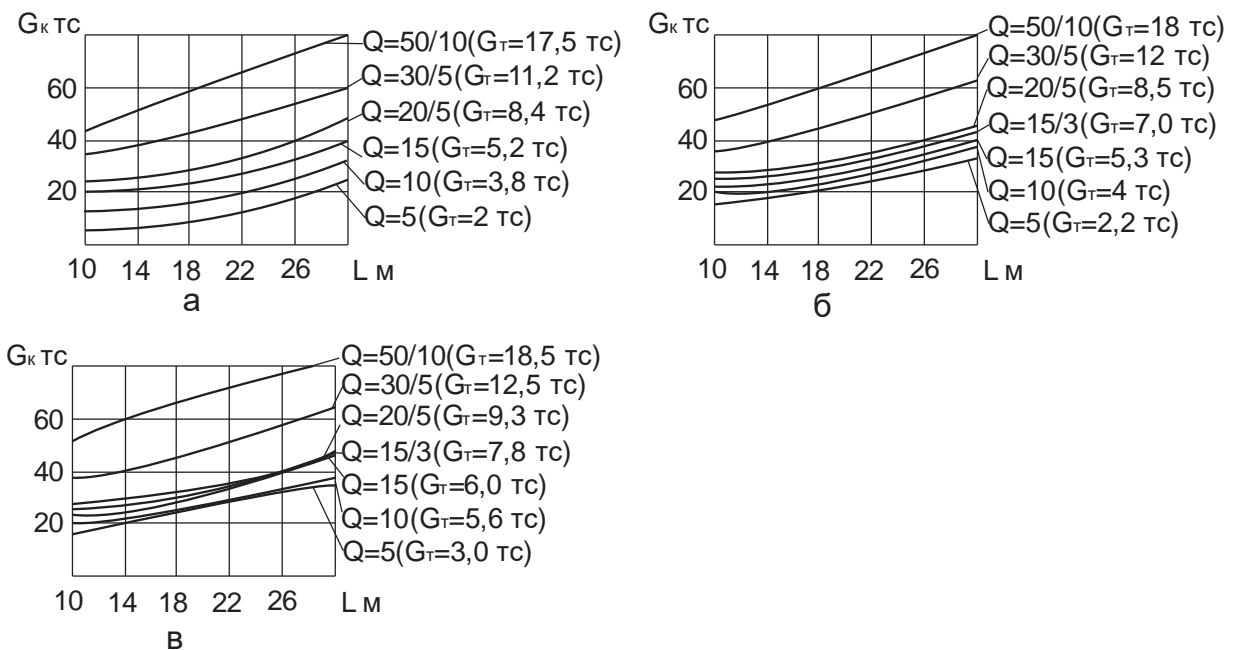


Рис. А. 2 – Загальна вага крану в залежності від вантажопідйомності і довжини прольоту:

а – для легкого; б – для середнього; в – для важкого режимів роботи

А.4 Розрахунок потужності двигуна і вибір редуктора

Визначаємо опір переміщення незавантаженого крану

$$W_0 = W_{CT} + (1,1 \dots 1,3) \frac{G_K + Q}{g} \alpha, \quad (\text{A.31})$$

де α – середнє прискорення візка (крану) під час пуску, $\alpha = 0,2 \text{ м/с}^2$ – при гнучкому підвішуванні вантажу;

$$W_0 = 216,535 + 1,2 \frac{21000 + 10000}{9,81} 0,2 = 974,94 \text{ кгс.}$$

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

6.141.180096.ПЗ

Аркуш

60

Потужність двигуна визначають з урахуванням інерційних навантажень

$$N_p = \frac{W_0 v_k}{102 \eta_M \psi_{cp}}, \quad (\text{A.32})$$

$$N_p = \frac{974,94 \cdot 1,6}{102 \cdot 0,8 \cdot 1,6} = 11,94 \text{ кВт.}$$

Попередньо обираємо двигун з дод. 34 [4].

Частота обертання колеса:

$$n_k = \frac{60 v_k}{\pi D_k}, \quad (\text{A.33})$$

$$n_k = \frac{60 \cdot 1,6}{3,14 \cdot 0,5} = 61,14 \text{ об/хв.}$$

Розрахункове передатне число редуктора:

$$u_{p.p} = \frac{n}{n_k}, \quad (\text{A.34})$$

де n – частота обертання обраного двигуна.

$$u_{p.p} = \frac{955}{61,14} = 15,62$$

Розрахункова потужність редуктора:

$$N_{ред} = k'_p \frac{W_{ст} v_B}{102 \eta_M}, \quad (\text{A.35})$$

де $k'_p = 1,2$ – для механізму з центральним приводом.

$$N_{ред} = 1,2 \frac{216,535 \cdot 1,6}{102 \cdot 0,8} = 5,26 \text{ кВт.}$$

Після вибору відповідного типу редуктора, фактична частота обертання колеса:

$$n_{к.ф} = \frac{n}{u_p}, \quad (\text{A.36})$$

$$n_{к.ф} = \frac{955}{24,9} = 38,35 \text{ об/хв.}$$

					6.141.180096.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Фактична швидкість переміщення крану з номінальним вантажем:

$$v_{к.ф} = \frac{\pi D_k n_{к.ф}}{60}, \quad (A.37)$$

$$v_{к.ф} = \frac{3,14 \cdot 0,5 \cdot 38,35}{60} = 1,003 \text{ м/с.}$$

Час пуску привода (за умови забезпечення зчеплення):

$$t_{пх} = \frac{v_{к.ф}}{\alpha_{п.мах}}, \quad (A.38)$$

$$t_{пх} = \frac{1,003}{0,729} = 1,38 \text{ с.}$$

Статичний момент опору:

$$M_{ст.х} = \frac{W_{ст.х} D_k}{2u_p \eta_M}. \quad (A.39)$$

$$M_{ст.х} = \frac{216,535 \cdot 0,5}{2 \cdot 24,9 \cdot 0,8} = 2,72 \text{ кгс}\cdot\text{м}$$

Приведений момент інерції обертальних і поступально рухомих мас незавантаженого крану:

$$J_{пр.х} = (1,05 \dots 1,25) J_{р.м} + \frac{m_k R_k^2}{u_p^2 \eta_M}, \quad (A.40)$$

де $J_{р.м}$ – момент інерції ротора двигуна і муфт;

$$m_k = \frac{G_k}{9,81} = 2141 \text{ кгс} – \text{маса крану.}$$

$$J_{пр.х} = 1,2 \cdot 0,042 + \frac{2141 \cdot 0,25^2}{24,9^2 \cdot 0,8} = 0,320179 \text{ кгс}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^2,$$

$$J_{р.м} = J_M + \sum J_M = 0,032 + 0,01 = 0,042 \text{ кгс}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^2. \quad (A.41)$$

Необхідний середній пусковий момент двигуна:

$$M_{п.ср} = M_{ст.х} + \frac{J_{пр.х} \omega}{t_{пх}}, \quad (102)$$

$$S_{\Gamma} = \frac{v_{\text{к.ф}}^2}{k_{\Gamma}}, \quad (\text{A.47})$$

де $v_{\text{к.ф}}$ – фактична швидкість переміщення крану, м/хв.

$$S_{\Gamma} = \frac{60,000463^2}{5400} = 0,667 \text{ м.}$$

Час гальмування:

$$t_{\Gamma} = \frac{2S_{\Gamma}}{v_{\text{к.ф}}}, \quad (\text{A.48})$$

$$t_{\Gamma} = \frac{2 \cdot 0,667}{60,000463} = 1,33 \text{ с.}$$

Статичний момент, приведений до валу двигуна, при гальмуванні незавантаженого крана:

$$M_{\text{ст.гх}} = \frac{W_{\text{ст.гх}} D_{\text{к}} \eta_{\text{м}}}{2u_{\text{р}}}, \quad (\text{A.49})$$

$$\text{де } W_{\text{ст.гх}} = 21000 \left(\frac{0,015 \cdot 125 + 2 \cdot 0,06}{500} - 0,001 \right) = 62,79 \text{ кгс.}$$

$$M_{\text{ст.гх}} = \frac{62,79 \cdot 0,5 \cdot 0,8}{2 \cdot 24,9} = 0,504 \text{ кгс}\cdot\text{м.}$$

Гальмівний момент:

$$M_{\Gamma} = J_{\text{пр}} \frac{\omega}{t_{\Gamma}} - M_{\text{ст.гх}}, \quad (\text{A.50})$$

$$\text{де } J_{\text{пр}} = (1,05 \dots 1,25) J_{\text{р.м}} + \frac{m_{\text{к}} R_{\text{к}}^2 \cdot \eta_{\text{м}}}{u_{\text{р}}^2}.$$

$$M_{\Gamma} = 0,2225 \frac{100,007}{1,33} - 0,504 = 16,43 \text{ кгс}\cdot\text{м},$$

$$J_{\text{пр}} = 1,25 \cdot 0,042 + \frac{2141 \cdot 0,25^2 \cdot 0,8}{24,9^2} = 0,2252 \text{ кгс}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^2.$$

ДОДАТОК Б

					6.141.180096.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

ВИХІДНІ ДАНІ ДО ПРОЕКТУВАННЯ

Таблиця Б 1 – Вихідні дані.

Параметри					
Вантажопідйомність, Q , тс (режим роботи)	Ширина моста, м	Висота підйому H , м	Швидкість підйому V , м/с	Швидкість пересування візка V_B , м/с	Швидкість пересування крану V_K , м/с
10 (В – важкий)	14	13	0,12	0,6	1,3

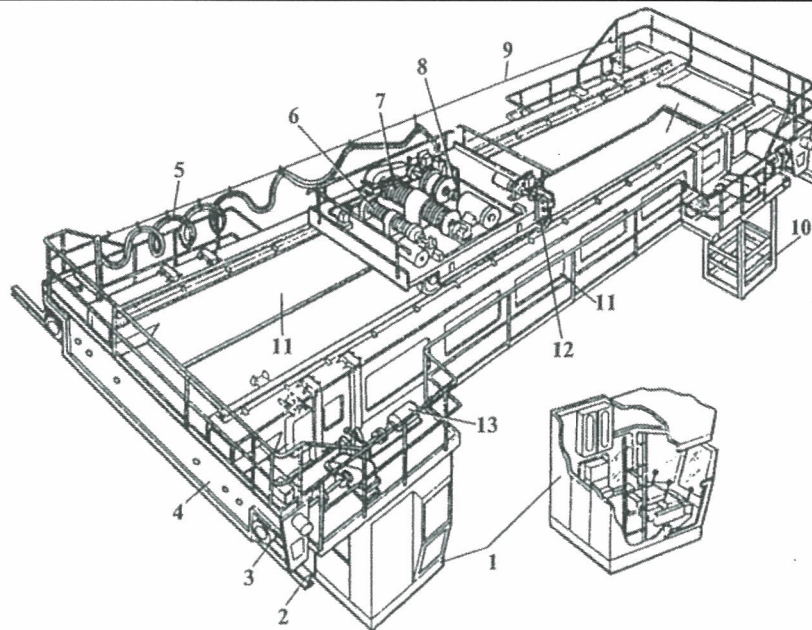


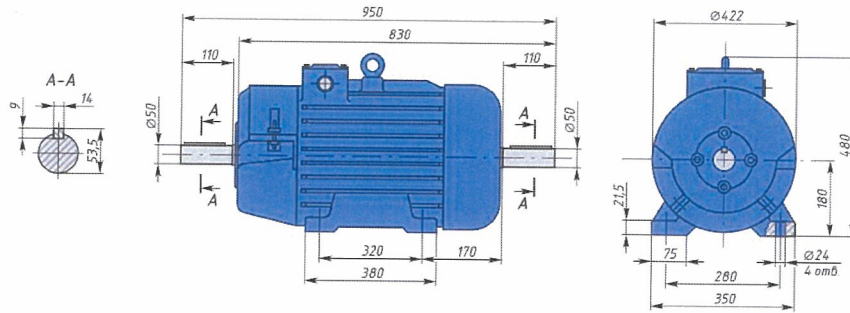
Рисунок Б 1. Загальний вид мостового крану

- 1.Кабіна. 2.Підкранові колії. 3.Колеса. 4.Кінцеві балки. 5.Гнучкий кабель. 6.Допоміжний механізм підйому. 7.Механізм підйому. 8.Крановий візок. 9.Дріт. 10.Площадка для обслуговування тролей. 11.Мост. 12.Механізм переміщення візка. 13.Механізм переміщення крану.

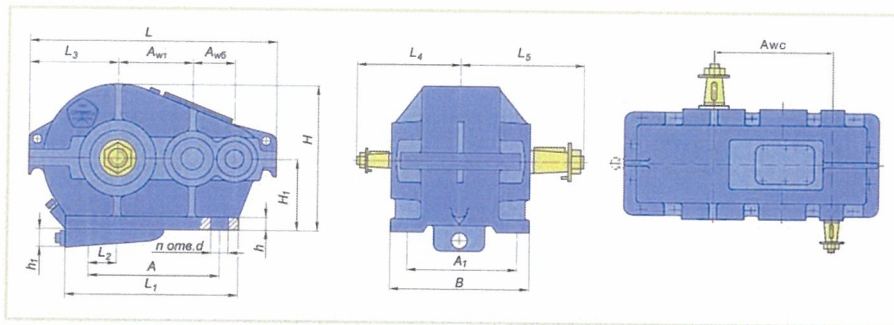
					Вихідні дані до проектування				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проектування електроприводів мостового крану вантажопідйомністю 10 т		Літ.	Маса	Масштаб
					6.141.180096.ПЗ			1	1 : 1
							Арк. 66	Аркушів 70	
Розроб.		Сівак Н. Г.	<i>[Signature]</i>	06.06.22	6.141.180096.ПЗ		МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП1811		
Перевір.		Балійчук О.Ю.	<i>[Signature]</i>	15.06.22					
Т. Контр.									
Реценз.					6.141.180096.ПЗ		МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП1811		
Н. Контр.		Карзова О.О.	<i>[Signature]</i>	15.06.22					
Затверд.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	15.06.22	6.141.180096.ПЗ		МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП1811		

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ

Базовий варіант. Двигун МТФ 312-6

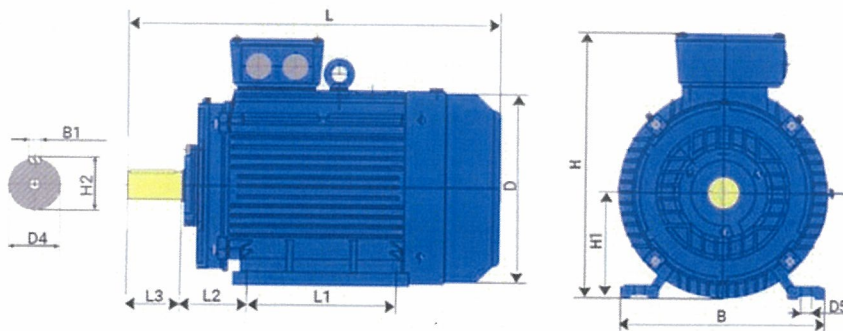


Редуктор Ц2-500



awc	awt	awb	A	A1	B	H	H1	h	h1	L	L1	L2	L3	L4	L5	d	п.шт
500	300	200	640	360	440	598	315	30	-	985	785	190	340	390	445	39	6

Рекомендований двигун серії АІР160М6

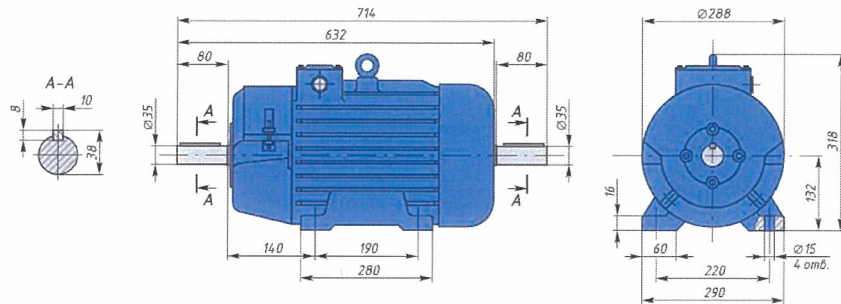


L3	D4	H2	B1	H1	B	D5	L1
110	48	51,5	14	160	320	15	210

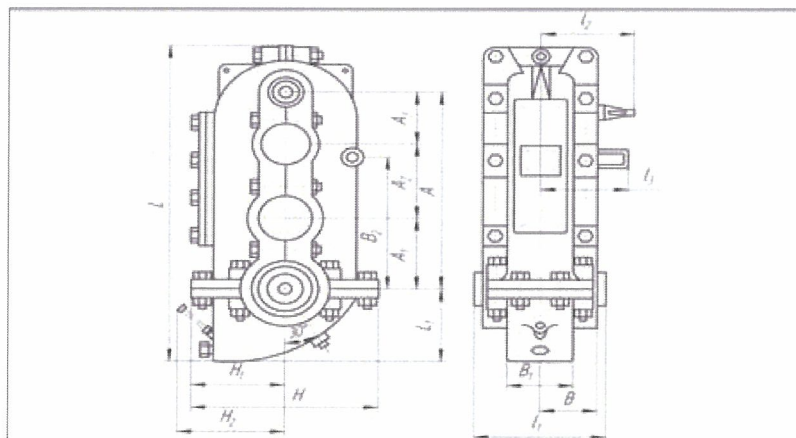
Результати розрахунку механізму підйому					Проектування електроприводів мостового крану вантажопідйомністю 10 т		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Сівак Н. Г.	<i>[Signature]</i>	06.08.22		1	1 : 1
Перевір.		Балійчук О.Ю.	<i>[Signature]</i>	06.08.22			
Т. Контр.					Арк.	67	Аркушів 70
Реценз.					МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП1811		
Н. Контр.		Карзова О.О.	<i>[Signature]</i>		6.141.180096.ПЗ		
Затверд.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>				

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ МЕХАНІЗМУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВІЗКА

Базовий варіант. Двигун МТФ 111-6

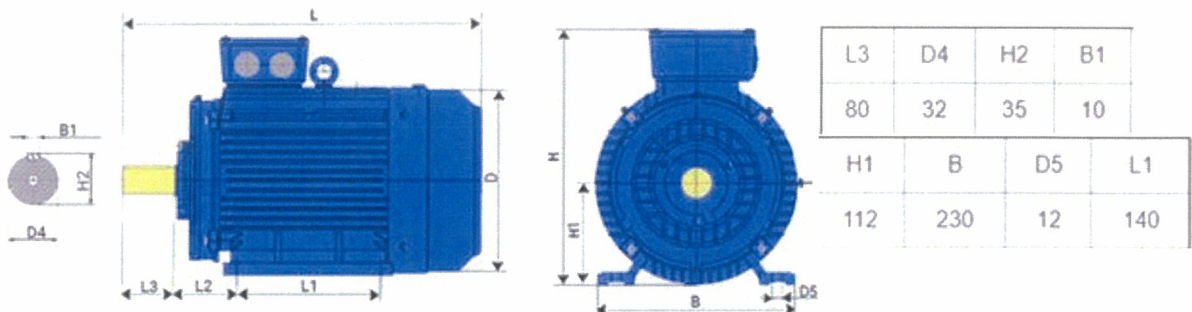


Редуктор ВКН-560



Типорозмір редуктора	A	A ₁	A ₂	A ₃	B	B ₁	B ₂	B ₃
ВКН - 560	560	210	200	150	255	156	410	180
	H	H ₁	H ₂	L	L ₁	l ₁	l ₂	l ₃
ВКН - 560	448	224	280	860	195	257	215	203

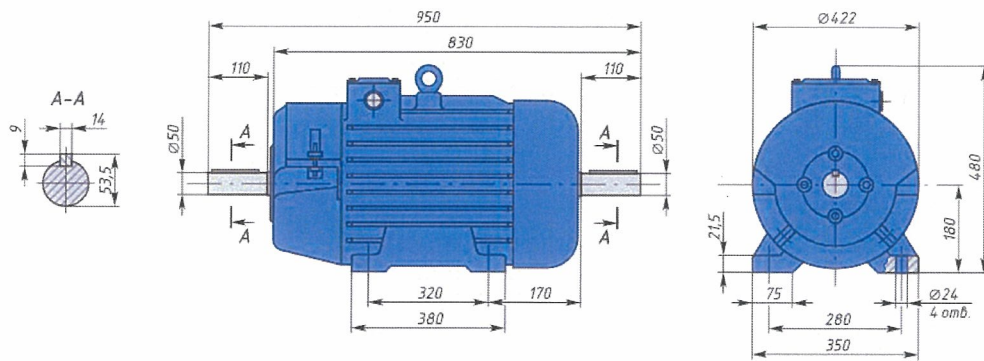
Рекомендований двигун серії АІР



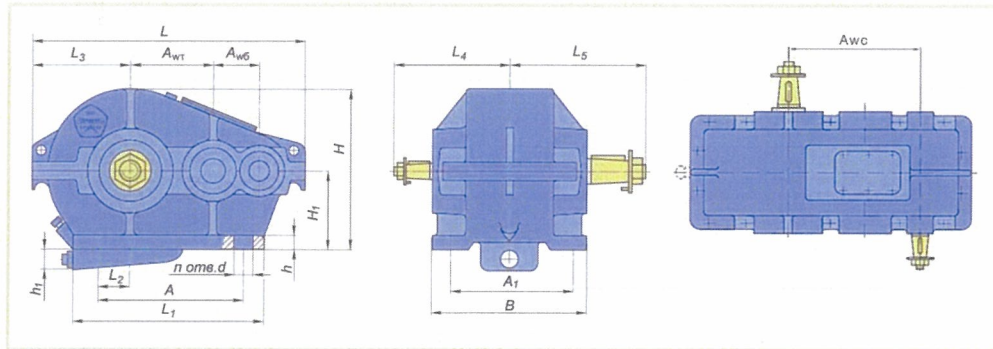
					Результати розрахунку механізму переміщення візка			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проектування електроприводів мостового крану вантажопідйомністю 10 т	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.	Сівак Н. Г.		<i>[Signature]</i>	06.06.22			1	1 : 1
Перевір.	Балійчук О.Ю.		<i>[Signature]</i>	05.05.22		Арк. 68	Аркушів 70	
Т. Контр.						МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП1811		
Реценз.						6.141.180096.ПЗ		
Н. Контр.	Карзова О.О.		<i>[Signature]</i>	05.05.22				
Затверд.	Муха А.М.		<i>[Signature]</i>	05.05.22				

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ МЕХАНІЗМУ ПЕРЕМІЩЕННЯ КРАНУ

Базовий варіант .Двигун МТФ 312-6

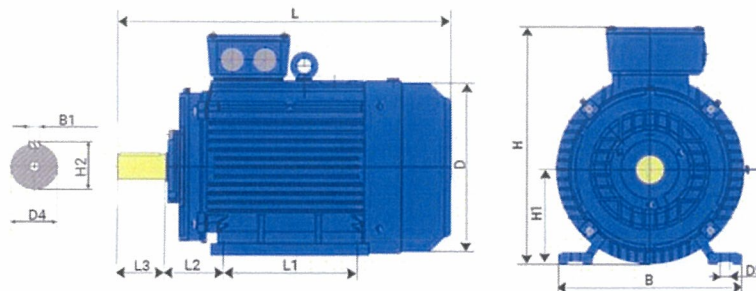


Редуктор Ц2-250



awc	awt	awb	A	A1	B	H	H1	h	h1	L	L1	L2	L3	L4	L5	d	n,шт
250	150	100	285	210	260	310	160	18	-	515	400	75	183	220	280	22	4

Рекомендований двигун серії АІР160М6



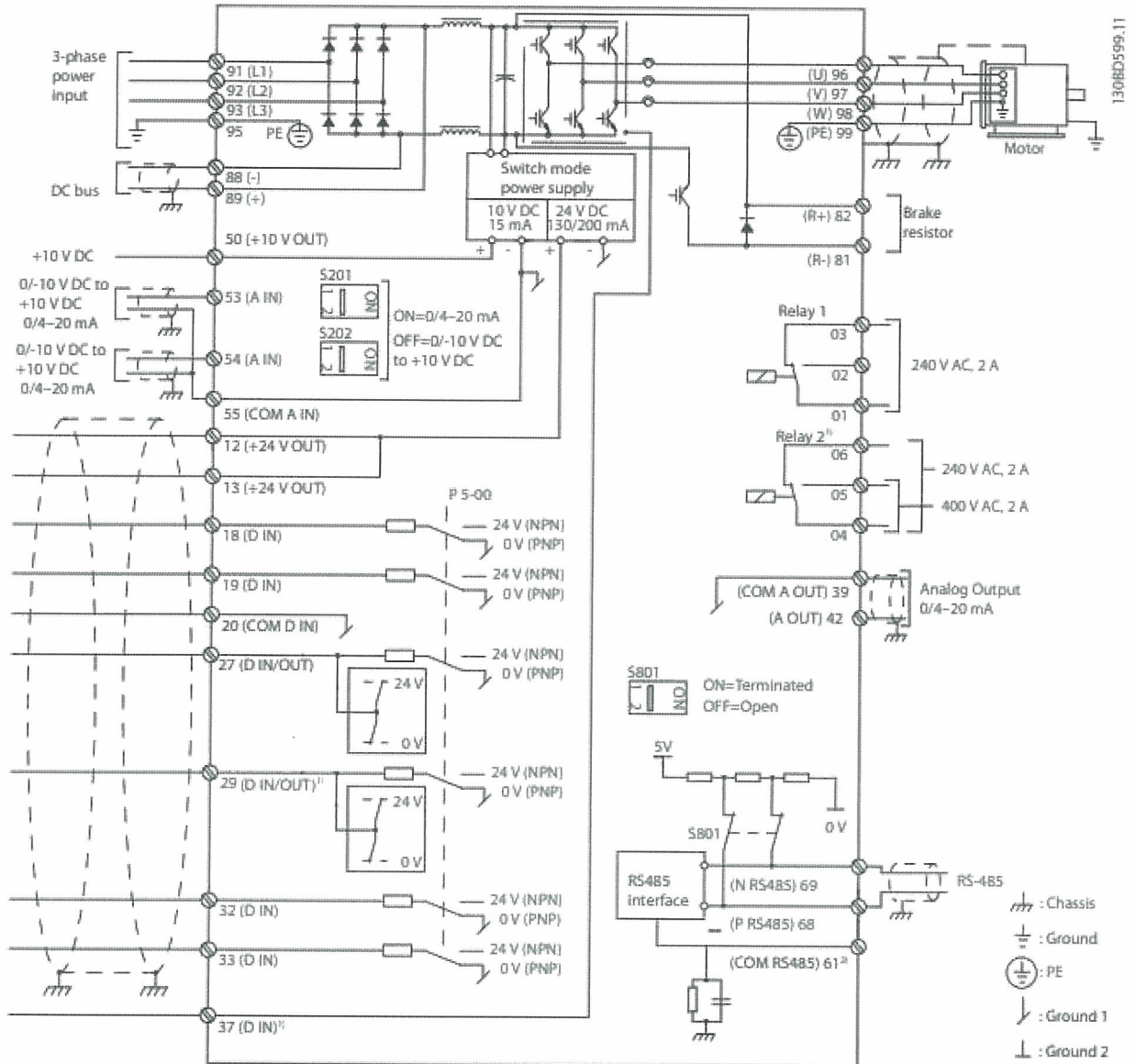
L3	D4	H2	B1	H1	B	D5	L1
110	48	51,5	14	160	320	15	210

Результати розрахунку механізму переміщення крану

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проектування електроприводів мостового крану вантажопідйомністю 10 т	Літ.	Маса	Масштаб
								1
Розроб.	Арк.	Сівак Н. Г.	<i>[Signature]</i>	06.06.22	6.141.180096.ПЗ	Арк.	69	Аркушів 70
Перевір.	Балійчук О.Ю.	<i>[Signature]</i>	06.06.22	МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП1811				
Т. Контр.								
Реценз.								
Н. Контр.	Карзова О.О.	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	06.06.22				
Затверд.	Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	06.06.22				

ВИБІР ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ КРАНУ

Схема підключення частотного перетворювача



Вибір принципової схеми керування електроприводами крану					Літ.	Маса	Масштаб
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
						1	1 : 1
Розроб.		Сівак Н. Г.	<i>[Signature]</i>	06.06.22			
Перевір.		Балійчук О.Ю.	<i>[Signature]</i>	06.06.22			
Т. Контр.					Арк. 70	Аркушів 70	
Реценз.					МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕП1811		
Н. Контр.		Карзова О.О.	<i>[Signature]</i>		6.141.180096.ПЗ		
Затверд.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>		6.141.180096.ПЗ		