

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки**

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО

Завідувач кафедри

_____ Олег Левченко

«___» _____ 2024 р.

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Автоматизовані та роботизовані
механічні системи»
Спеціальності 131 «Прикладна механіка»
на тему: «Удосконалення мостового крана шляхом запобігання перекосів
металоконструкції в горизонтальній площині»**

Виконав:

Студент IV курсу, групи МА-03

Торішній Антон Ігорович _____

Керівник:

Доцент

Неженцев Олексій Борисович _____

Консультант з технологій машинобудування:

Доцент

Кореньков Володимир Миколайович _____

Рецензент:

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті
немає запозичень із праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент _____ Торішній А. І.

Київ — 2024 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Навчально
Науковий механіко-машинобудівний інститут Кафедра прикладної
гідроаеромеханіки і механотроніки

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 131 Прикладна механіка

Освітньо-професійна програма: «Автоматизовані та роботизовані механічні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олег Левченко

« _____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

_____ Торішньому Антону Ігоровичу

1. Тема проєкту: Удосконалення мостового крана шляхом запобігання перекосів металоконструкції в горизонтальній площині

Керівник проєкту: Неженцев Олексій Борисович, к.т.н., доцент

затверджена наказом по університету від « _____ » _____ 2024 року № _____

2. Термін подання студентом проєкту:

3. Вихідні дані до проєкту: вантажність - 10 т; проліт – 34,5 м; швидкість підйому вантажу - 0,31 м/с; швидкість пересування візка - 1,1 м/с; висота підйому вантажу - 12 м; група класифікації (режим роботи) крана – А6.

4. Зміст пояснювальної записки: Вступ. Призначення та будова мостового магнітного крану. Розрахунок механізмів проєктованого крану: механізму підйому; механізму пересування візка. Інноваційна частина дипломного проєкту. Охорона праці. Технологічна частина проєкту. Висновки. Список літератури. Додаток.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо):

1. Кран мостовий магнітний в/п 10 т – ф. А1

2. Візок магнітний – ф. А1

3. Механізм пересування візка – ф. А1

4. Рама візка – ф. А1

5. Металоконструкція крана – ф. А1

6. Технологія обробки деталі для редуктора крана – ф. А1

7. Удосконалення конструкції мостового крану – ф. А1

6. Консультанти розділів проєкту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1. Охорона праці	доц. Неженцев О.Б.		
2. Технологія машинобудування	доц. Кореньков В.М.		

7. Дата видачі завдання: 17.05.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Виконання розрахунково-пояснювальної записки		
1.1	Розрахунково-конструкторська частина		
1.2	Розділ з охорони праці		
1.3	Розділ з технології машинобудування		
1.4	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки		
2	Виконання графічної частини проєкту		
3	Захист дипломного проєкту		

Студент _____

Антон Торішній

Керівник проєкту _____

Олексій Неженцев

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення			Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4	ПД.ПГМ.24.00.00.00.000 ПЗ			Пояснювальна записка	64	
2	A1	ПД.ПГМ.24.00.00.00.000 СК			Кран мостовий магнітний в/п 10 т. Складальне креслення	1	
3	A1	ПД.ПГМ.24.01.00.00.000 СК			Візок магнітний. Складальне креслення	1	
4	A1	ПД.ПГМ.24.01.03.00.000 СК			Механізм пересування візка. Складальне креслення	1	
5	A1	ПД.ПГМ.24.01.02.00.000 СК			Рама візка. Складальне креслення	1	
6.	A1	ПД.ПГМ.24.03.00.00.000 СК			Металоконструкція крана. Складальне креслення	1	
7.	A1	ПД.ПГМ.24.00.00.00.000 Сх			Технологія обробки деталі редуктора крана	1	
8.	A1	ПД.ПГМ.24.00.00.00.000 Сх			Удосконалення конструкції мостового крану	1	
		ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Торішній				Відомість дипломного проєкту	Лист	Листів
Керівн.	Неженцев						1
Консульт.						КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ПГМ, гр. МА-03	
Н./контр.							
Зав.каф.	Левченко						

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

на тему: Удосконалення мостового крана шляхом запобігання перекосів
металоконструкції в горизонтальній площині

Київ – 2024 року

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка: 64 сторінок , 20 рисунків, 3 таблиці, 23 джерела,
1 додаток

Об'єкт проектування – кран мостовий магнітний вантажопідйомністю 10 тон.

Мета проектування – спроектувати мостовий магнітний кран вантажопідйомністю 10 тон та удосконалити його конструкцію.

Виконано розрахунки механізмів підйому, пересування візка. Інноваційна частина проекту присвячена удосконаленню конструкції крану з метою запобігання перекосів його металоконструкції в горизонтальній площині.

В графічній частині проекту виконано п'ять складальних креслень основних механізмів і вузлів мостового крана, один лист зі схемами пристроїв для запобігання перекосів металоконструкції крана в горизонтальній площині та один лист з технологією обробки валу редуктора.

КРАН МОСТОВИЙ МАГНІТНИЙ, ВІЗОК ВАНТАЖНИЙ, МЕХАНІЗМ, ЕЛЕКТРОМАГНІТ, БАРАБАН, ЕЛЕКТРОДВИГУН, РЕДУКТОР, ГАЛЬМО.

					ПД.ПГМ.24.00.А.ПЗ							
Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата								
Розроб.		Торішній			АНОТАЦІЯ				Літ	Арк	Аркушів	
Перев.		Нсженцев										
Реценз.									НТУУ “КПІ ім. І. Сікорського” каф. ПГМ, гр. МА-03			
Н. Контр.												
Затвердив		Левченко										

ABSTRACT

Explanatory note: 64 pages, 20 figures, 3 tables, 23 sources, 1 appendix

Design object – magnetic overhead crane with a lifting capacity of 10 tons.

Design objective – to design a magnetic overhead crane with a lifting capacity of 10 tons and to improve its structure.

Calculations of the hoisting mechanisms and trolley movement have been performed. The innovative part of the project is dedicated to improving the crane's structure to prevent distortions of its metal framework in the horizontal plane.

The graphical part of the project includes five assemble drawings of the main mechanism and units of the overhead crane and a sheet detailing the processing technology of the reducer shaft.

MAGNETIC OVERHEAD CRANE, CARGO TROLLEY, MECHANISM, ELECTROMAGNET, DRUM, ELECTRIC MOTOR, REDUCER, BRAKE.

					ПД.ПГМ.24.00.А.ПЗ						
Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	ABSTRACT						
Розроб.		Торішній									
Перев.		Нсженцев									
Реценз.											
Н. Контр.											
Затвердив		Левченко									
					Літ		Арк		Аркушів		
					НТУУ “КПІ ім. І. Сікорського” каф. ПГМ, гр. МА-03						

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА БУДОВА МОСТОВОГО МАГНІТНОГО КРАНА.....	11
2 РОЗРАХУНОК МЕХАНІЗМІВ ПРОЄКТОВАНОГО КРАНА.....	14
2.1 Розрахунок механізму підйому магнітного візка.....	14
2.1.1 Кінематична схема механізм.....	14
2.1.2 Розрахунок і вибір каната.....	14
2.1.3 Визначення основних розмірів барабана.....	15
2.1.4 Розрахунок барабана на міцність.....	16
2.1.5 Розрахунок вузла кріплення каната до барабану.....	18
2.1.6 Вибір електродвигуна і редуктора.....	20
2.1.7 Перевірка двигуна на пусковий момент.....	21
2.1.8 Вибір і перевірка гальма.....	22
2.1.9 Розрахунок сполучної муфти редуктора з барабаном...	23
2.1.10 Розрахунок болтів, що з'єднують зубчасту муфту з тілом барабана.....	23
2.1.11 Розрахунок основних параметрів кабельного барабана...	24
2.1.12 Вибір вантажопідйомних електромагнітів.....	25
2.2 Розрахунок механізму пересування візка.....	27
2.2.1 Кінематична схема механізму.....	27
2.2.2 Вибір електродвигуна.....	28
2.2.3 Вибір редуктора.....	29
2.2.4 Перевірка двигуна на час розгону і умову відсутності буксування приводних коліс.....	30
2.2.5 Вибір гальма.....	32
3 УДОСКОНАЛЕННЯ МОСТОВОГО КРАНУ З МЕТОЮ ЗАПОБІГАННЯ ПЕРЕКОСІВ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ В ГОРИЗОНТАЛЬНІЙ ПЛОЩИНІ.....	34

					ПД.ПГМ.24.00.3.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

3.1	Актуальність теми.....	34
3.2	Причини виникнення перекосів.....	35
3.3	Аналіз технічних рішень для зменшення перекосів.....	36
3.4	Висновки до розділу.....	38
4	ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ.....	39
4.1	Завдання на розробку технологічного процесу.....	39
4.2	Вибір заготовки.....	40
4.3	Розробка маршрутного технологічного процесу.....	40
4.4	Вибір різального інструменту. Розрахунок режимів різання.....	47
4.5	Оснащення операцій.....	49
4.6	Висновки до розділу.....	52
5	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	53
5.1	Аналіз умов праці.....	53
5.2	Заходи безпеки та охорони праці.....	53
5.3	Пожежна безпека.....	54
5.4	Ергономіка кабіни.....	54
5.5	Нормативно правова база.....	55
5.6	Висновки до розділу.....	55
	ВИСНОВКИ.....	57
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	58
	ДОДАТКИ.....	61

ВСТУП

Мостові крани є широко поширеним типом підйально-транспортних машин. Вони застосовуються в багатьох галузях промисловості та призначені для виконання різноманітних вантажно-розвантажувальних і транспортувальних операцій у цехах промислових підприємств, на монтажних майданчиках, контейнерних терміналах, а також на відкритих і закритих складах. Завдяки своїй конструкції, мостові крани здатні здійснювати ефективну механізацію численних технологічних процесів і допоміжних робіт.

Ефективність використання мостових кранів значною мірою визначається їхньою продуктивністю, яка залежить від швидкості механізмів крана, техніко-експлуатаційних параметрів, професійних навичок роботи машиніста та інших факторів. Надійність експлуатації таких кранів, їхня довговічність і ремонтпридатність багато в чому залежать від грамотно виконаних розрахунків, продуманих компоновочних рішень при проектуванні, застосованих засобів і систем безпеки, а також від технології та якості виробництва, регулярного технічного обслуговування, своєчасної діагностики компонентів крана та дотримання правил техніки безпеки під час їх експлуатації.

Конструкція мостового крана включає кілька основних механізмів, які забезпечують три робочі рухи: підймання-опускання вантажу, пересування вантажного візка по мосту та переміщення самого крана вздовж робочого майданчика. Ці механізми дозволяють кранам здійснювати точне й безпечне переміщення вантажів, що значно підвищує ефективність виробничих процесів.

					ПД.ПГМ.24.00.В.ПЗ							
Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата								
Розроб.	Торішній				ВСТУП					Літ	Арк	Аркушів
Перев.	Нсженцев											
Реценз.												
Н. Контр.										НТУУ “КПІ ім. І. Сікорського” каф. ПГМ, гр. МА-03		
Затвердив	Левченко											

Безпека роботи мостових кранів забезпечується установкою приладів безпеки, таких як обмежники вантажопідйомності, висоти підйому вантажу, пересування крана та візка, буферні пристрої, системи електричного захисту та інші засоби. Ці заходи спрямовані на запобігання аварійним ситуаціям і забезпечення безпечної роботи кранів.

Метою даного проекту є проектування мостового крана вантажністю 10 тонн і удосконалення його конструкції для запобігання перекосів у горизонтальній площині.

В дипломному проєкті відповідно до завдання виконано:

- Розрахунково-конструкторська частина проєкту;
- Розділ з технології машинобудування;
- Розділ з охорони праці;
- Графічна частина проєкту

					ПД.ПГМ.24.00.В.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА БУДОВА МОСТОВОГО МАГНІТНОГО КРАНА

Мостові крани відіграють важливу роль у сучасній промисловості, забезпечуючи ефективне виконання вантажно-розвантажувальних робіт у різних галузях. Їх універсальність та потужність роблять їх незамінними інструментами на виробничих майданчиках, контейнерних терміналах та багатьох інших місцях. Основна мета використання мостових кранів полягає у підвищенні продуктивності праці, забезпеченні точності та безпеки під час транспортування важких та габаритних вантажів. Завдяки широкому спектру моделей та можливостям адаптації до специфічних потреб кожного підприємства, мостові крани знаходять застосування у найрізноманітніших виробничих процесах.

Однією з ключових переваг мостових кранів є їх здатність значно підвищити продуктивність праці. Завдяки високій швидкості підйому та переміщення вантажів, крани дозволяють скоротити час виконання робіт, знизити простой обладнання та підвищити загальну ефективність виробничих процесів. Можливість автоматизації багатьох операцій сприяє швидкому та точному виконанню завдань, що є особливо важливим у великих виробничих цехах та в контейнерних терміналах.

Універсальність мостових кранів є однією з важливих переваг, що робить їх популярними у різних галузях промисловості. Можливість адаптувати крани до специфічних умов експлуатації дозволяє використовувати їх для виконання широкого спектра завдань. Наприклад, крани можуть бути оснащені різними типами захватних пристроїв, що дозволяє працювати з вантажами різної форми, розмірів. Це особливо важливо в умовах виробництва, де різноманіття вантажів вимагає високої

					ПД.ПГМ.24.00.01.ПЗ							
Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата								
Розроб.	Торішній				Призначення та опис конструкції мостового крана				Літ	Арк	Аркушів	
Перев.	Неженцев										1	
Реценз.									НТУУ “КПІ ім. І. Сікорського” каф. ПГМ, гр. МА-03			
Н. Контр.												
Затвердив	Левченко											

гнучкості обладнання. Крім того, можливість точного позиціонування вантажів робить мостові крани незамінними при виконанні монтажних робіт, де важлива висока точність і надійність

Основною несучою конструкцією таких кранів є міст. Він складається з декількох паралельних балок на кінцях яких встановлено привід пересування крану.

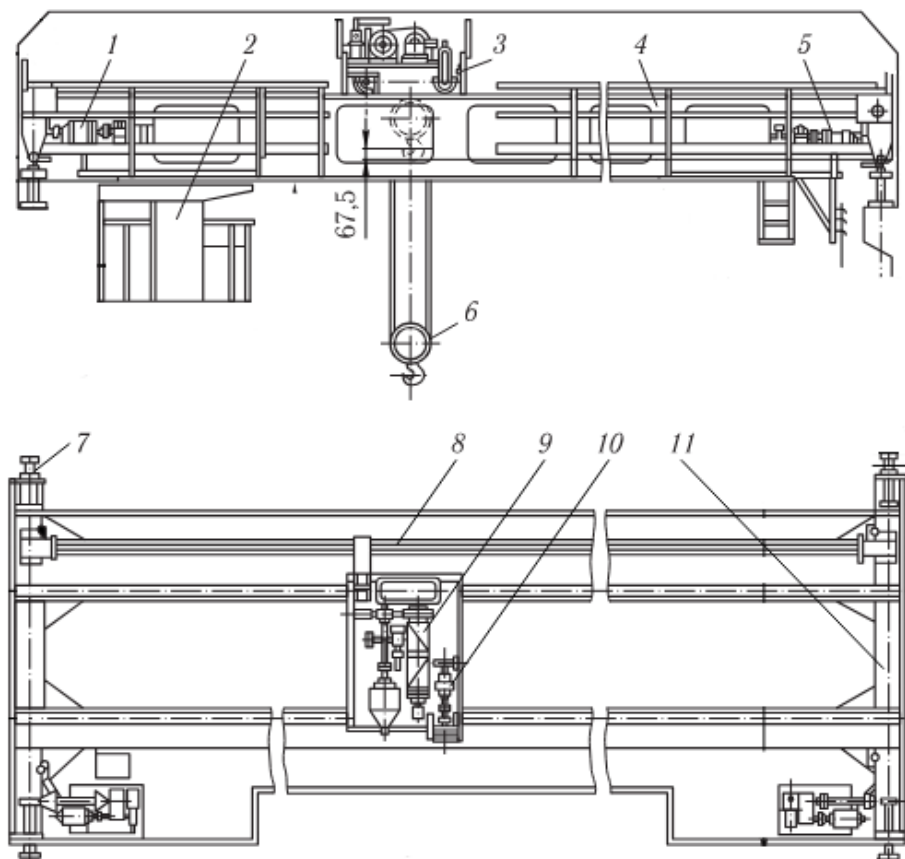


Рисунок 1.1 – Схема мостового крану

Міст пересувається по коліях що встановленні на опорах вздовж стін будівлі де розташований кран

Вздовж мостових балок пересувається вантажний візок. На вантажному візку встановлено механізм пересування і механізм підймання вантажу. Механізм підймання вантажу складається з електромотору, редуктору, барабану, поліспасту і каната.

					ПД.ПГМ.24.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

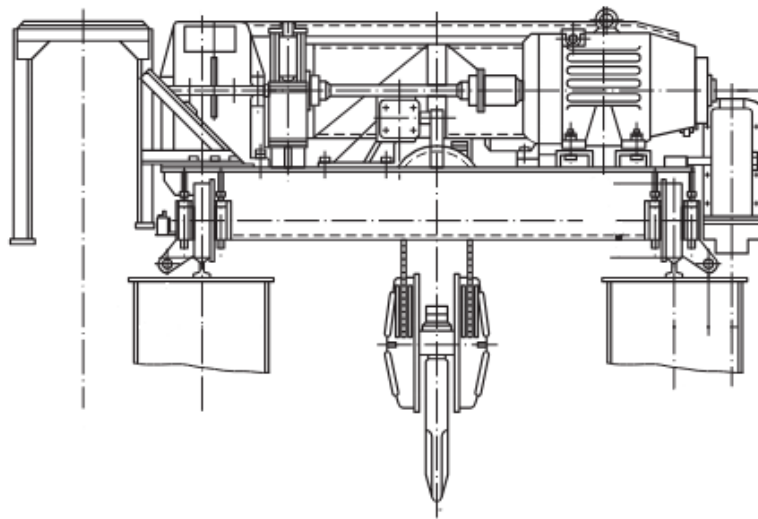


Рисунок 1.2 – Схема вантажного візка

До механізму підіймання вантажу кріпиться траверса з гаком або іншим захоплюючим пристроєм, наприклад грейфером або вантажним магнітом.

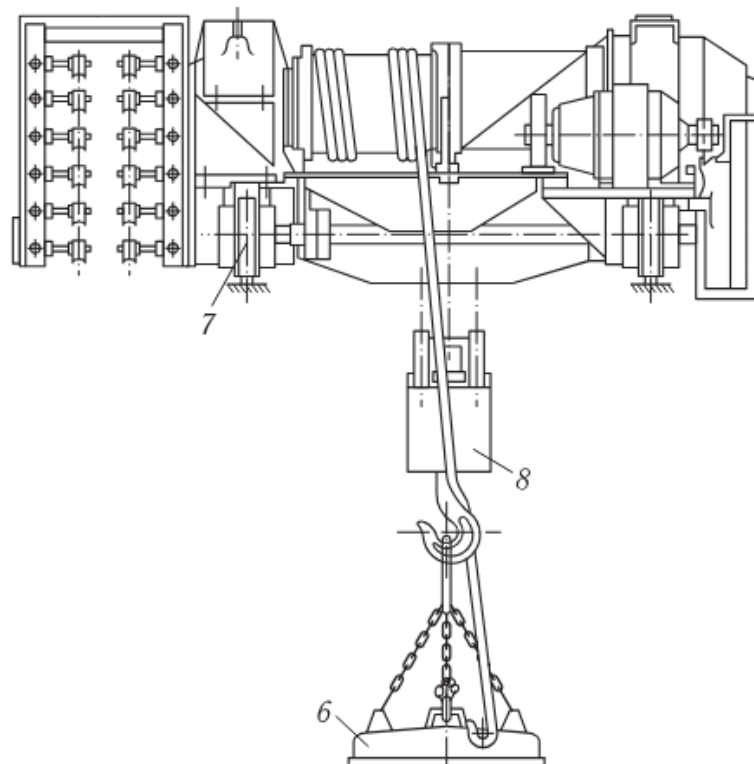


Рисунок 1.3 – Вантажопідіймальний візок з електромагнітом

2 РОЗРАХУНОК МЕХАНІЗМІВ ПРОЄКТОВАНОГО КРАНА

2.1 Розрахунок механізму підйому магнітного візка

2.1.1 Кінематична схема механізму

Механізм підйому вантажу (рис. 2.1) складається з електродвигуна 1, вал якого з'єднується із входним валом редуктора 2 за допомогою проміжного вала. Кабель намотується на кабельний барабан 5, що обертається від барабана 4 через ланцюгову передачу. Кабель укладається в один шар з рівномірним кроком кабелеукладачем, гвинт якого обертається від вала кабельного барабана через зубчасту передачу.

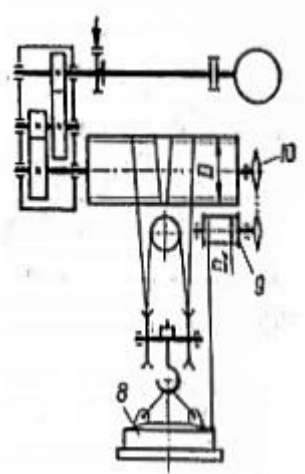


Рисунок 2.1 – Кінематична схема механізму підйому магнітного візка

2.1.2 Розрахунок і вибір каната

Максимальний натяг у канаті, що набігає на барабан при підйомі магніту, визначається по формулі

$$F_H = \frac{G}{m \cdot \eta_{\Pi}} , \quad (2.1)$$

					ПД.ПГМ.24.00.02.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Розрахунки механізмів мостового магнітного крану			
Розроб.	Торішній							
Перев.	Неженцев							
Реценз.								
Н. Контр.								
Затвердив	Левченко							
					Літ	Арк	Аркушів	
					П	Д	1	
					НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського" каф. ПГМ, гр. МА-03			

де m – кількість віток, на яких важить вантаж;

G – вага вантажу, Н;

$\eta_{\text{п}}$ – ККД поліспасти.

$$F_{\text{н}} = \frac{10000 * 9.81}{6 * 0.97} = 16850.5 \text{ Н}$$

Згідно наказу Міністерства соціальної політики України канати розраховуються на розтягання виходячи з тягового зусилля з коефіцієнтом k запасу міцності каната не менше 6 [2].

$$F_p = F_{\text{н}} * k = 16.85 * 6 = 101.102 \text{ кН}, \quad (2.2)$$

Вибираємо сталевий канат типу ЛК-3 конструкції 6 х 25(1 + 6; 6 + 12) + 1 о.о. ГОСТ 7667-80 діаметром 17.5 мм.

2.1.3 Визначення основних розмірів барабана

Мінімальний діаметр барабана, по центру каната, що обгинає барабан визначається по формулі:

$$D_{\text{б}} = e \cdot d_{\text{к}} = 35 * 17.5 = 612.5 \text{ мм}, \quad (2.3)$$

де $d_{\text{к}} = 17.5$ мм – діаметр каната;

$e = 36$ – коефіцієнт, що залежить від групи класифікації механізму [1].

З міркувань уніфікації приймаємо $D_{\text{б}} = 800$ мм.

Загальна довжина барабана дорівнює

$$L_{\text{б}} = 2 * (l_{\text{н}} + l_{\text{з}}) + l_{\text{г}} = 2 * (280 + 97.5) \cdot 106 + 200 = 972 \text{ (мм)}, \quad (2.4)$$

де $l_{\text{н}}$ – довжина нарізки на одній половині барабана:

$$l_{\text{н}} = z \cdot t = 16 \cdot 20 = 280 \text{ мм}$$

Число витків нарізки на одній половині барабана:

					ПД.ПГМ.24.00.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$z = \frac{h * u}{\pi \cdot D_6} + (1,5...2) = \frac{12 \cdot 3}{3,14 \cdot 0,8} + 2 = 16, \quad (2.5)$$

де (1,5...2) – число запасних витків, необхідних для зменшення натягу в місцях його кріплення до барабана;

$h = 12$ м – висота підйому вантажу;

$u = 3$ – кратність поліспаста;

$t = 20$ мм – крок нарізки [1];

$l_3 = d_k + 4 * t = 17.5 + 4 * 20 = 97.5$ – довжина частини барабана, необхідна для закріплення кінця каната.

$l_r = 1 + h_{min} * \tan(\alpha) = 1 + 1580 * \tan(4) = 111.484$ мм – середня, гладка, частина барабана

де $h_{min} = 1580$ мм – відстань між осями блоків гакової підвіски і барабана при крайньому верхньому положенні підвіски;

$\alpha = 4^\circ$ – допустимий кут відхилення від вертикалі вітки каната, яка набігає на барабан;

З міркувань уніфікації приймаємо $L_6 = 2000$ мм

2.1.4 Розрахунок барабана на міцність

Тіло барабана, під навантаженням (рис. 2.2), перебуває в складному напруженому стані, випробовує напруги стиску, крутіння й вигину. При довжині барабана більшої двох його діаметрів напруга крутіння мала і нею можна зневажити.

Напруга стиску в перетині барабана, дорівнює:

$$\sigma_{ст} = \frac{F_n}{\delta \cdot t} = \frac{16850.459}{26 * 20} = 32.405 \text{ МПа}, \quad (2.6)$$

					ПД.ПГМ.24.00.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

де $\delta = 0,02D_6 + (6...10) = 0,02 \cdot 800 + 10 = 26 \text{ мм}$ – товщина стінки барабана;

t – крок нарізки.

Барабан литий зі сталі Ст. 25Л.

Напруга, що допускається, визначиться по формулі:

$$[\sigma_{\text{ст}}] = \frac{\sigma_{\text{т}}}{k} = \frac{140}{1.5} = 93.333 \text{ МПа}$$

де

$\sigma_{\text{т}} = 140 \text{ МПа}$ – границя текучості для Ст. 25Л

$k = 1.5$ – коефіцієнт запасу міцності

Напруга вигину тіла барабана визначається по формулі:

$$\sigma_{\text{зг}} = \frac{F_{\text{н}} * L_6 * D_{\text{зов}}}{4 * 0.2 * (D_{\text{зов}}^4 + D_{\text{вн}}^4)} = \frac{16850.459 * 2000 * 800}{4 * 0.2 * (800^4 + 748^4)} = 0.047 \text{ МПа}, \quad (2.7)$$

де

$D_{\text{зов}} = D_6 = 800 \text{ мм}$ – зовнішній діаметр барабану;

$D_{\text{вн}} = D_{\text{зов}} - 2 * \delta = 800 - 2 * 26 = 748 \text{ мм}$ – внутрішній діаметр барабану

Сумарні, нормальні напруги в перетині барабана.

$$\sigma_{\text{сум}} = \sqrt{\sigma_{\text{ст}}^2 + \sigma_{\text{зг}}^2} = \sqrt{32.405^2 + 0.047^2} = 32.405 \text{ МПа}, \quad (2.8)$$

					ПД.ПГМ.24.00.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

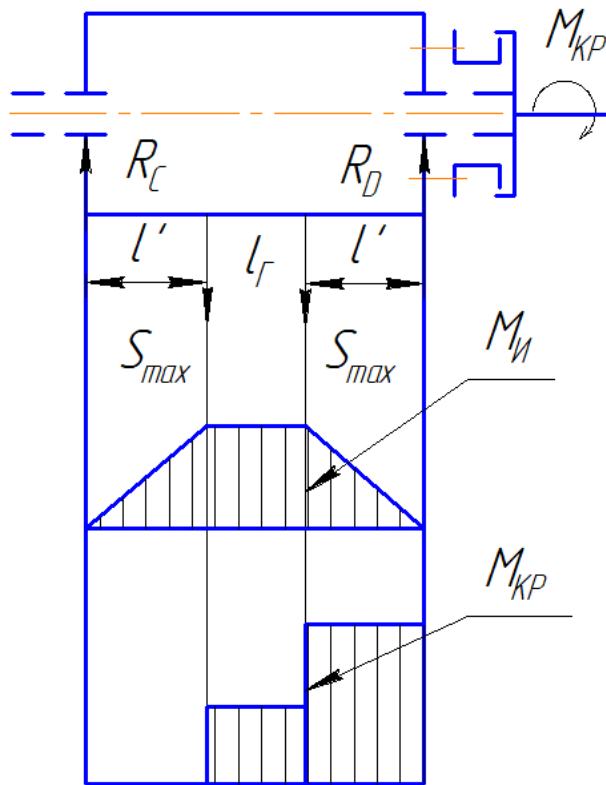


Рисунок 2.2 – Схема до розрахунку барабана

2.1.5 Розрахунок вузла кріплення каната до барабану

Зусилля, що розтягує болти (рис. 2.3), визначається з умови:

$$F = \frac{2 \cdot F_H}{(f + f_1) * (e^{f \cdot \alpha_1} + 1) * e^{f \cdot \alpha}} = \frac{2 * 16850.459}{(0.13 + 0.202) * (e^{0.13 \cdot 2\pi} + 1) * e^{0.13 \cdot 4\pi}} = 6068.128 \text{ Н (2.9)}$$

де

$f = 0.13$ – коефіцієнт тертя між канатом і барабаном [1];

$f_1 = \frac{f}{\sin(\beta)} = \frac{0.13}{\sin(40)} = 0.202$ – зведений коефіцієнт тертя між планкою і барабаном;

$\beta = 40^\circ$ – кут заклинювання канату

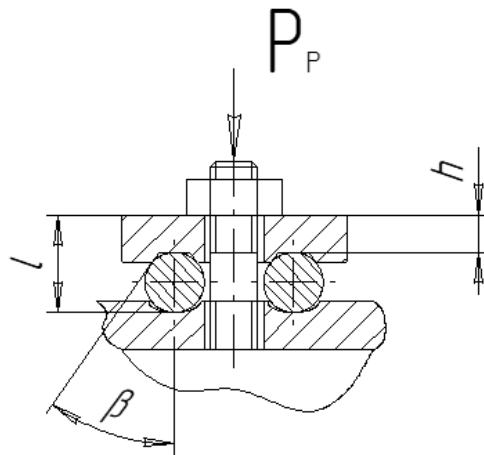


Рисунок 2.3 - Схема кріплення каната притискною планкою

Напруга в одному болті з урахуванням дії напруг вигину й розтягання буде:

$$\sigma = \frac{\alpha * F * 4k}{\pi * d_1^2 * z} + \frac{k * M_{зг}}{0,1 * d_1^3 * z} = \frac{1.25 * 6068.128 * 4 * 1.5}{\pi * 18.753^2 * 4} + \frac{1.5 * 53990}{0.1 * 18.753^3 * 4} = 29.489 \text{ МПа (2.10)}$$

де

$z = 4$ – кількість болтів, що утримують канат на тілі барабана;

$k = 1,5$ – коефіцієнт запасу;

$\alpha = 1.25$ – коефіцієнт, що враховує напругу крутіння, яка виникає в болтах при затягуванні;

$d_1 = 18.753$ мм – внутрішній діаметр болтів М22, що утримують канат;

$M_{зг}$ – момент, що згинає болт:

$$M_{зг} = F * f_1 * l = 97.09 * 27.5 = 53.99 \text{ кН * м (2.11)}$$

$l = d_k + 10 = 27.5$ мм – плече згину болта;

$[\sigma] = 174$ МПа – припустима напруга для Ст.4

					ПД.ПГМ.24.00.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

2.1.6 Вибір електродвигуна і редуктора

Потужність двигуна, яка необхідна для підйому навантаженого магніту при сталій швидкості підйому визначається по формулі:

$$P_p = \frac{G \cdot v_1}{1000 \cdot \eta_m} = \frac{98100 \cdot 0.31}{1000 \cdot 0.85} = 35.778 \text{ кВт}, \quad (2.12)$$

де

$$G = Q \cdot g = 10000 \cdot 9.81 = 98100 \text{ Н} - \text{вага вантажу};$$

$$v_1 = 0.31 \text{ м/с};$$

$$\eta_m = 0.86 - \text{ККД механізму.}$$

З каталогу [1] вибираємо двигун МТН512-8, який має, при ТВ=40%, номінальну потужність $P_d = 37 \text{ кВт}$, номінальну частоту обертання валу $n_n = 705 \text{ об/хв}$ ($\omega = \frac{\pi \cdot 705}{30} = 73.827 \text{ рад/с}$), максимальний пусковий момент $M_{п.мах} = 1400 \text{ Н}$, $I_p = 1.425 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, діаметр валу $d_d = 70 \text{ мм}$, маса двигуна 570 кг .

Знаходимо загальне передаточне число механізму:

$$U = \frac{n_n}{n_6} = \frac{705}{22.202} = 31.754$$

де

$$n_6 = \frac{60 \cdot v_1 \cdot u}{\pi \cdot D_6} = \frac{60 \cdot 0.31 \cdot 3}{\pi \cdot 0.800} = 22.202 \text{ об/хв} - \text{частота обертання барабана.}$$

З каталогу [3] вибираємо редуктор ELECON-ET SCA 250, з тихохідним валом у вигляді вінця для зубчастої муфти, передаточне число $u_p = 31.5$ потужність яку передає редуктор $P_p = 49 \text{ кВт}$, діаметр швидкохідного і тихохідного валів $d_{швх} = 50 \text{ мм}$ і $d_{тих} = 90 \text{ мм}$.

Як бачимо з кінематичної схеми механізму (рис. 2.1) вал двигуна з'єднується із вхідним валом редуктора за допомогою двох муфт і проміжного

					ПД.ПГМ.24.00.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

вала. По діаметрах валів, що з'єднуються, приймаємо муфту МЗП 5-К50-К90 [4], $I_M = 3.5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Придатність муфти перевіряємо по максимальному крутному моменту.

2.1.7 Перевірка двигуна на пусковий момент

У період розгону двигун переборює статичний момент опору від підйому вантажу й сил тертя, момент опору від сил інерції мас вантажу й приводу, що рухаються поступально й обертаються.

Необхідний пусковий момент при підйомі вантажу.

$$M_{\text{пуск}} = M_{\text{ст}} + M_{u1} + M_{u2} = 984.847 + 205.831 + 580.241 = 1770.919 \text{ Нм}, \quad (2.13)$$

де $M_{\text{ст}}$ – статичний момент від вантажу й сил тертя;

M_{u1} – момент опору від сил інерції мас вантажу, що рухаються поступально;

M_{u2} – момент від сил інерції мас приводу, що рухаються обертаючись.

$$M_{\text{ст}} = \frac{G * D_{\text{б}}}{2 * u_p * u * \eta_M} = \frac{98100 * 0.8}{2 * 25 * 3 * 0.85} = 615.529 \text{ Нм};$$

$$M_{u1} = \frac{Q * D_{\text{б}}^2 * n_H}{38.2 * t_{\text{п}} * u_p^2 * u^2 * \eta_M} = \frac{10000 * 0.800^2 * 565}{38.2 * 0.154 * 25^2 * 3^2 * 0.85} = 181.067 \text{ Нм};$$

$$M_{u2} = \frac{\delta * I_p * n_H}{38.2 * t_{\text{п}}} = \frac{1.15 * 5.25 * 565}{38.2 * 0.109} = 816.69 \text{ Нм};$$

де

$$t_{\text{п}} = \frac{n_H * \left(\frac{Q * D_{\text{б}}^2}{u_p^2 * u^2 * \eta_M} + \delta * (I_p + I_M) \right)}{38.2 * \left(M_{\text{н.сер}} - \frac{G * D_{\text{б}}}{2 * u_p * u * \eta_M} \right)}; \quad (2.14)$$

					ПД.ПГМ.24.00.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$t_{\Pi} = \frac{565 * (\frac{10000 * 0.8^2}{25^2 * 3^2 * 0.85} + 1.15 * (5.25 + 3.5))}{38.2 * (2157.747 - \frac{98100 * 0.8}{2 * 25 * 3 * 0.85})} = 0.109 \text{ с},$$

де $M_{n.cер}$ – середній пусковий момент двигуна,

$$M_{n.cер} = \frac{M_{n.max} + M_{n.min}}{2} = \frac{3200 + 1115.493}{2} = 2157.747 \text{ Нм}, \quad (2.15)$$

де $M_{n.min} = 1.1 * M_H = 1.1 * 1014.085 \text{ Нм}$ – мінімальний пусковий момент;

$$M_H = \frac{P_d * 10^3}{\omega} = \frac{60 * 10^3}{59.167} = 1014.085 \text{ Нм} \text{ – номінальний момент на валу}$$

двигуна;

Так як $M_{нyск} < M_{п.сер}$, то двигун обрано правильно, тобто забезпечує встановлені норми прискорення.

2.1.8 Вибір і перевірка гальма

Типорозмір гальма визначаємо по гальмівному статичному моменту з умови утримання вантажу у висячому положенні.

$$M_{\Gamma} = k M_{cm} = k \frac{G * D_6 * \eta_m}{2 * u_p * u} = 2 * \frac{98100 * 0.8 * 0.85}{2 * 31.5 * 3} = 705.905 \text{ Нм}, \quad (2.16)$$

де $k = 2$ – коефіцієнт запасу гальмування, для групи класифікації А6.

Вибираємо гальмо ТКТГ-400м здатне розвинути гальмівний момент не менш знайденого $M_{\Gamma} = 1500 \text{ Нм}$ [1].

Перевіряємо гальмівні колодки на питомий тиск.

$$q = \frac{N}{\frac{\pi * D_{ш}}{360} * \beta * B_{ш}} = \frac{5042.177}{\frac{\pi * 400}{360} * 70 * 140} = 0.147 \text{ МПа} \leq [q] =$$

$$= 0.6 \text{ МПа} \quad (2.17)$$

де

$$N = \frac{M_{\Gamma}}{\mu * D_{ш}} = \frac{889.44}{0.35 * 0.4} = 5042.177 \text{ Н} \text{ – сила притиснення колодок до шківів},$$

					ПД.ПГМ.24.00.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$[q] = 0.6$ МПа – припустимий питомий тиск для колодкових гальм;

$B_{\text{ш}} = 140$ мм – ширина гальмівного шківа;

$\beta = 70^\circ$ – кут обхвату шківа колодкою;

$D_{\text{ш}} = 400$ мм – діаметр гальмівного шківа.

2.1.9 Розрахунок сполучної муфти редуктора з барабаном

Вибір муфти робиться по максимальному моменту, переданому муфтою, який визначиться за наступною формулою:

$$M_{\text{м}} = \frac{F_{\text{н}} * D_{\text{б}}}{2 * \eta_{\text{б}}} = \frac{16850.459 * 0.8}{2 * 0.85} = 6.878 \text{ кНм.} \quad (2.18)$$

Знаходимо розрахунковий крутний момент по формулі:

$$M_{\text{р}} = M_{\text{м}} * \kappa_1 * \kappa_2 = 11.004 * 1.3 * 1.5 = 13.412 \text{ кНм,} \quad (2.19)$$

де $\kappa_1 = 1.3$ – коефіцієнт, що враховує групу класифікації механізму [1];

$\kappa_2 = 1.5$ – коефіцієнт, що враховує ступінь відповідальності з'єднання.

$$M_{\text{р}} = 13.412 \leq [M_{\text{р}}] = 32.5 \text{ кНм}$$

Необхідна умова придатності вибраної муфти: максимальний короткочасний момент не повинен перевищувати подвоєного значення моменту, на передачу якого розрахована муфта.

2.1.10 Розрахунок болтів, що з'єднують зубчасту муфту з тілом барабана

Зусилля, яке створює напругу зрізу тіла болта, визначається по формулі:

$$F_{\text{зр}} = \frac{2 * M_{\text{м}}}{D_{\text{м}} * z} = \frac{2 * 6.878}{0.17 * 4} = 20.229 \text{ кН,} \quad (2.20)$$

					ПД.ПГМ.24.00.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

де $D_m = 170$ мм – діаметр розташування болтів;

$z = 4$ – кількість болтів, що кріплять зубчасту муфту до тіла барабана.

З умов зрізу визначаємо діаметр болта:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{зр}}{\pi \cdot [\tau_{зр}]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 20229}{\pi \cdot 110}} = 15.302 \text{ мм}, \quad (2.21)$$

$[\tau_{зр}] = 110$ МПа – допустима напруга зрізу;

Приймаємо $d = 16$ мм

2.1.11 Розрахунок основних параметрів кабельного барабана

Для живлення електромагніту постійним струмом застосовують двожильний кабель із ізоляцією в гумовому шлангу. При підйомі (спуску) електромагніту кабель намотується (змотується) на барабан, розташований на крановому візку. У проектованому крані привід кабельного барабана здійснюється ланцюговою передачею від тихохідного валу редуктора механізму підйому, через зірочку насаджену на вісь барабана. При роботі крана тільки із гаковою підвіскою виникає необхідність відключення кабельного барабана. Із цією метою між піднімальним і кабельним барабанами вбудовують кулачкову муфту.

Діаметр кабельного барабана, відповідно до рекомендацій [1], приймають

$$D_k = (0.6 \dots 0.8) \cdot D = 0.7 \cdot 0.8 = 0.56 \text{ м}. \quad (2.22)$$

Швидкості руху гакової підвіски й кабелю менше швидкості намотування каната на барабан, тоді частота обертання, хв^{-1} , кабельного барабана й передаточне число передачі між барабанами будуть дорівнювати:

					ПД.ПГМ.24.00.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$n_k = \frac{60 * v_1}{\pi * D_k} = \frac{60 * 0.31}{3.14 * 0.56} = 10.572 \frac{\text{об}}{\text{хв}}; \quad (2.23)$$

$$u_k = \frac{n_6}{n_k} = \frac{22.202}{10.572} = 2.1, \quad (2.24)$$

де n_6 – обороти барабана, див. підрозділ 2.1.7.

2.1.12 Вибір вантажопідйомних електромагнітів

Вантажопідйомні електромагніти є серійною продукцією електромашинобудівних заводів.

Зусилля плоского якоря, яке притягує,

$$P_m = G * \beta = 98100 * 1.125 = 110362.5 \text{ Н}, \quad (2.25)$$

де G – вага вантажу, що піднімається, Н;

β – коефіцієнт запасу, який стосовно до підйому листового металу або болванок доцільно приймати рівним 1,1...1,15

Вихідні дані:

- вантажопідйомність $Q = 10 \text{ т}$;
- максимальна довжина вантажу $L = 12 \text{ м}$;
- масою однієї захоплюваної одиниці $q_v = 6 \text{ т}$;
- коефіцієнт динамічності механізму підйому крана $k_d = 1.1$

Виходячи з умови максимального використання крана по вантажопідйомності, визначаємо сумарну масу електромагнітів на траверсі.

$$z * q_{m.p} = k_{в.к} * Q - q_v - q_t, \quad (12.26)$$

де z – число електромагнітів на траверсі, (орієнтовно приймаємо $z = 3$), шт.;

$q_{m.p}$ – розрахункова власна маса одного електромагніта, т;

					ПД.ПГМ.24.00.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$k_{\text{в.к}}$ – коефіцієнт використання крана по вантажопідйомності (приймаємо $k_{\text{в.к}} = 1$);

$q_{\text{т}}$ – маса металоконструкції траверси без електромагнітів, $((40 \dots 100\%)q_{\text{м}}$, приймаємо $q_{\text{т}} = 0.5q_{\text{м}}$), т.

Тоді

$$q_{\text{м.р}} = \frac{k_{\text{в.к}} * Q - q_{\text{в}}}{z + 0.5} = \frac{1 * 10 - 6}{4 + 0.5} = 1.143 \text{ т}$$

Вибираємо у каталозі [5] електромагніт типу ЕРМ Н30 із власною масою $q_{\text{м}} = 2.7$ т

Визначаємо припустиму кількість електромагнітів $z_{\text{п}}$ для заданої вантажопідйомності крана:

$$z_{\text{п}} = \frac{Q - q_{\text{в}}}{q_{\text{м}}} = \frac{10 - 6}{2.7} = 1.481. \quad (2.27)$$

З урахуванням сили ваги траверси приймаємо $z = 2$ шт., що сприяє кроку h розташування електромагнітів на траверсі, м:

$$h = \frac{L}{z - 1} = \frac{12}{3 - 1} = 6 \text{ м.} \quad (2.28)$$

Максимальне значення притягання вантажу до захоплення

$$G_{\text{max}} = z * G_{\text{м}} = 3 * 294.3 = 882.9 \text{ кН}, \quad (2.29)$$

де $G_{\text{м}} = 294.3$ – вантажопідйомна сила електромагніта при захопленні [5], кН.

Коефіцієнт надійності роботи захоплення при підйомі максимального вантажу

$$k_{\text{н}} = \frac{z * G_{\text{м}} * \varphi_{\text{м}}}{g * q_{\text{в}} * k_{\text{д}}} = \frac{3 * 294.3 * 0.9}{9.81 * 6 * 1.1} = 12.273, \quad (2.30)$$

де $\varphi_{\text{м}}$ – коефіцієнт зниження вантажопідйомності захоплення при поганому контакті поверхні електромагніта з вантажем. При поганому контакті з

					ПД.ПГМ.24.00.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

вантажом зосередженої маси $\varphi_M = 1$; з довгомірними вантажами й розосередженими електромагнітами на вантажозахватній траверсі $\varphi_M = 0.9 \dots 1$; з довгомірними магнітними вантажами на обмеженій довжині в одному місці $\varphi_M = 0.3 \dots 0.5$; при захопленні сталевих скрапу $\varphi_M = 0.2 \dots 0.7$; чавунних паць $\varphi_M = 0.4 \dots 0.7$, лому чавунного $\varphi_M = 0.03$; стружки $\varphi_M = 0.02$.

Визначаємо фактичний коефіцієнт використання крана по вантажопідйомності:

$$k_{в.ф} = \frac{q_v + z * q_M + q_T}{Q} = \frac{6 + 2 * 2.7 + 0.5 * 2.7}{10} = 1.545$$

Для більш повного використання вантажопідйомності крана доцільно розглянути застосування інших типорозмірів електромагнітів зі збільшенням їхнього числа.

Для розрахунку параметрів одного електромагніту необхідну силу його тяги приймаємо з деяким запасом:

$$P = \beta * G_M = 1.125 * 294.3 = 331.088 \text{ кН.} \quad (2.31)$$

2.2 Розрахунок механізму пересування візка

2.2.1 Кінематична схема механізму

Механізм пересування візка вибираємо із центральним приводом, кінематична схема якого представлена на рис. 2.4. Електродвигун, з'єднаний муфтою з редуктором, передає крутний момент на ведучі колеса. Вал приводного колеса з'єднаний з тихохідним валом редуктора зубчастою муфтою. На напівмуфті швидкохідного валу редуктора встановлене гальмо.

					ПД.ПГМ.24.00.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

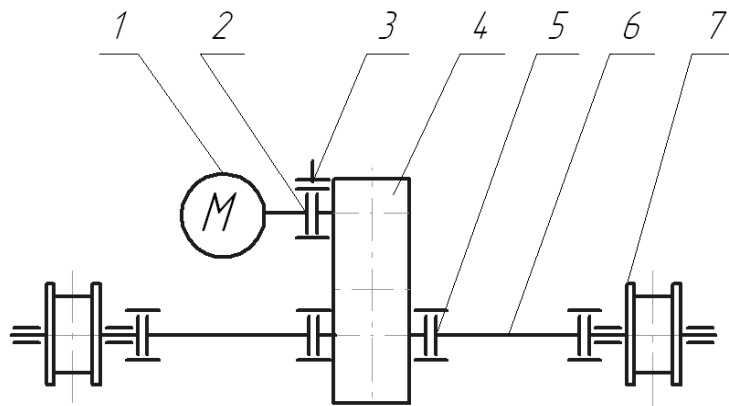


Рисунок 2.4 - Кінематична схема механізму пересування візка

2.2.2 Вибір електродвигуна

Для крана вантажністю 10 т. масу візка приймаємо приблизно $Q_B = 8$ т ($G_B = 8 * 9.81 = 78.48$ кН) [1]

За умови рівномірного розподілу між ходовими колесами вертикальних сил, що діють на візок, навантаження на одне колесо:

$$F_{1к} = \frac{G + G_B}{4} = \frac{98.1 + 78.48}{4} = 44.145 \text{ кН.} \quad (2.32)$$

Згідно рекомендацій орієнтовно приймаємо дворебордне колесо з діаметром $D_k = 400$ мм, діаметр цапфи під підшипник під підшипник $d = 95$ мм

Потужність двигуна механізму пересування візка визначається по опору пересування візка.

Опір пересуванню візка дорівнює:

$$W = W_{ст} + W_y = 2.897 + 0.449 = 3.346 \text{ кН,} \quad (2.33)$$

де $W_{ст}$ – статичний опір пересуванню візка;

W_y – опір пересуванню від ухилу рейкового шляху.

$$W_{ст} = \frac{k_p * (G + G_B)}{D_k} * (2 * \mu + f * d); \quad (2.34)$$

$$W_{ст} = \frac{2.5 * (98.1 + 78.48)}{0.4} * (2 * 0.0006 + 0.015 * 0.095) = 2.897 \text{ кН}$$

Прогин головної балки від ваги візка з номінальним вантажем:

					ПД.ПГМ.24.00.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$f_6 = 0.021 \text{ м}$$

Розрахунковий уклон підкранової колії:

$$\alpha_y = \frac{2 * f_6}{16.5} = 0.003$$

$$W_y = (G + G_b) * \alpha_y = (98.1 + 78.48) * 0.003 = 0.449 \text{ кН}, \quad (2.35)$$

де $k_p = 2.5$ – коефіцієнт, що враховує тертя реборд і маточин коліс;

$\mu = 0.0006$ – коефіцієнт тертя катання колеса по рейці;

$f = 0.015$ – наведений коефіцієнт тертя катання при роликівих

підшипниках кочення;

$d = 95 \text{ мм}$ – діаметр цапфи ходового колеса.

Потужність на валу двигуна, необхідна для пересування візка з вантажем дорівнює:

$$P_p = \frac{W * v_2}{\psi_{п.ср} * \eta_M} = \frac{3346 * 1.1}{1.6 * 0.85} = 2.7 \text{ кВт}, \quad (2.36)$$

де $\psi_{п.ср}$ – середня кратність пускового моменту. Для асинхронних двигунів з фазним ротором $\psi_{п.ср} = 1.5 \dots 1.7$, приймаємо $\psi_{п.ср} = 1.6$ [1]

З каталогу [1] вибираємо двигун МТФ 111-6, потужністю $P_d = 3.5 \text{ кВт}$, частотою обертання валу $n_d = 895 \text{ об/хв}$ ($\omega = \frac{\pi * 895}{30} = 93.724 \text{ рад/с}$), максимальним моментом $M_{max} = 87 \text{ Нм}$, моментом інерції ротора $I_p = 0.04875 \text{ кг * м}^2$

2.2.3 Вибір редуктора

Знаходимо загальне передаточне число механізму:

$$u_p = \frac{n_d}{n_k} = \frac{895}{53} = 17.041$$

					ПД.ПГМ.24.00.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

де

$$n_k = \frac{60 \cdot v_2}{\pi \cdot D_r} = \frac{60 \cdot 1.1}{\pi \cdot 0.4} = 52.521 \text{ об/хв} - \text{частота обертання колеса};$$

З каталогу [3] вибираємо редуктор ELECON-ET SBA 110 з передаточним числом $u_p = 16$. Потужність яку може передавати редуктор $P_p = 10$ кВт.

Як видно з кінематичної схеми механізму (рис. 4) вал двигуна з'єднується із вхідним валом редуктора за допомогою двох муфт і проміжного валу. По діаметрах валів, що з'єднуються, приймаємо муфту М1П 5-K50-K50, $I_p = 0.24 \text{ кг} \cdot \text{м}^3$. З'єднання вала двигуна зі швидкохідним валом редуктора за допомогою зубчастої муфти з гальмівним шківом 200 мм, маховий момент муфти $I_p = 0.3 \text{ кг} \cdot \text{м}^3$

2.2.4 Перевірка двигуна на час розгону і умову відсутності буксування приводних коліс

Номінальний момент обраного двигуна:

$$M_H = \frac{P_p \cdot 10^3}{\omega} = \frac{3.5 \cdot 10^3}{93.724} = 37.344 \text{ Нм.}$$

Середній пусковий момент обраного двигуна визначається по формулі:

$$M_{п.сер} = \frac{0.9 \cdot M_{п.мах} + M_{п.мін}}{2} = \frac{0.9 \cdot 2.92 \cdot M_H + 1.1 \cdot M_H}{2}; \quad (2.37)$$

$$M_{п.сер} = \frac{0.9 \cdot 2.92 \cdot 37.344 + 1.1 \cdot 37.344}{2} = 69.609 \text{ Нм}$$

Час розгону візка з вантажем буде дорівнювати:

$$t_n = \frac{n_d \cdot \left(\frac{(Q + Q_с) \cdot D_k^2}{u_p^2 \cdot \eta_m} + \delta \cdot (I_p + I_{m2}) \right)}{38.2 \cdot \left(M_{п.сер} + \frac{W \cdot D_k}{2 \cdot u_p \cdot \eta_m} \right)}; \quad (2.38)$$

$$t_n = \frac{895 \cdot \left(\frac{(10000 + 8000) \cdot 0.40^2}{16^2 \cdot 0.85} + 1.15 \cdot (0.04875 + 0.3) \right)}{38.2 \cdot \left(69.609 + \frac{3346 \cdot 0.40}{2 \cdot 16 \cdot 0.85} \right)} = 2.689 \text{ с}$$

					ПД.ПГМ.24.00.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Час розгону візка без вантажу буде дорівнювати:

$$t'_n = \frac{n_d \cdot \left(\frac{Q_\theta \cdot D_K^2}{u_p^2 \cdot \eta_M} + \delta \cdot (I_p + I_{M2}) \right)}{38.2 \cdot \left(M_{n.cep} + \frac{W_0 \cdot D_K}{2 \cdot u_p \cdot \eta_M} \right)}; \quad (2.39)$$

$$t'_n = \frac{895 \cdot \left(\frac{8000 \cdot 0.40^2}{16^2 \cdot 0.85} + 1.15 \cdot (0.04875 + 0.3) \right)}{38.2 \cdot \left(69.609 + \frac{1288 \cdot 0.40}{2 \cdot 16 \cdot 0.85} \right)} = 1.663 \text{ с},$$

де W_0 – сила опору без вантажу.

$$W_0 = \frac{k_p \cdot G_\theta}{D_K} \cdot (2 \cdot \mu + f \cdot d) = \frac{2.5 \cdot 78.48}{400} \cdot (2 \cdot 0.0006 + 0.015 \cdot 95) = 1.288 \text{ кН} \quad (2.40)$$

Середнє прискорення при розгоні візка без вантажу:

$$a_{cp} = \frac{v_2}{t'_n} = \frac{1.1}{1.288} = 0.662 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \quad (2.41)$$

Прискорення візка, що допускається, у процесі розгону без вантажу із забезпеченим запасом зчеплення приводних ходових коліс із рейкою визначається за формулою:

$$[a_{max}] = g \cdot \left(\varphi \cdot \frac{m}{n} \cdot \frac{1}{k_{зч}} - \frac{k_p}{D_K} \cdot \left(2 \cdot \mu + f \cdot d \cdot \left(1 - \frac{m}{n} \right) \right) \right); \quad (2.42)$$

$$[a_{max}] = 9.81 \cdot \left(0.2 \cdot \frac{2}{4} \cdot \frac{1}{1.2} - \frac{2.5}{0.4} \cdot \left(2 \cdot 0.0006 + 0.015 \cdot 0.095 \cdot \left(1 - \frac{4}{2} \right) \right) \right) = 0.7 \text{ м/с}^2,$$

де $\varphi = 0.12$ – коефіцієнт зчеплення колеса з рейкою, для кранів, що працюють на відкритому повітрі;

$k_{зч} = 1.2$ – коефіцієнт запасу зчеплення;

$m = 2$ – число приводних коліс;

$n = 4$ – загальне число коліс.

					ПД.ПГМ.24.00.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

2.2.5 Вибір гальма

Гальмо механізму пересування вибирають по гальмівному моменту з умови погашення кінетичної енергії мас приводу які рухаються поступально й обертаються. Величина гальмівного моменту визначається з урахуванням виключення ковзання приводних коліс по рейці (юзу) у процесі гальмування візка, що рухається з номінальною швидкістю без вантажу. Тому, максимальне припустиме уповільнення, що забезпечить зчеплення приводних коліс із рейкою із запасом 1.2, визначиться:

$$[\gamma_{max}] = g * \left(\varphi * \frac{m}{n} * \frac{1}{k_{зч}} - \frac{k_p}{D_k} * \left(2 * \mu + f * d * \left(1 - \frac{m}{n} \right) \right) \right); \quad (2.43)$$

$$[\gamma_{max}] = 9.81 * \left(0.2 * \frac{2}{4} * \frac{1}{1.2} - \frac{2.5}{0.4} * \left(2 * 0.0006 + 0.015 * 0.095 * \left(1 - \frac{4}{2} \right) \right) \right) \\ = 0.7 \text{ м/с}^2$$

Мінімальний припустимий час гальмування:

$$t_r = \frac{v_2}{[\gamma_{max}]} = \frac{1.1}{0.7} = 1.571 \text{ с} \quad (2.44)$$

Гальмівний момент дорівнює:

$$M_r = \frac{Q_b * D_k^2 * \eta_m}{38.2 * t_r * u_p^2} + \frac{\delta * (I_p + I_{m2})}{38.2 * t_r} - \frac{W_0 * D_k * \eta_m}{2 * u_p}; \quad (2.45)$$
$$M_r = \frac{8000 * 0.4^2 * 0.85}{38.2 * 1.571 * 16^2} + \frac{1.15 * (0.04875 + 0.3)}{38.2 * 1.571} - \frac{1288 * 0.4 * 0.85}{2 * 16} = \\ = -13.603 \text{ Нм}$$

Знак "-" означає що гальмування буде відбуватися противмиканням електродвигуна.

Вибираємо [1] колодкове гальмо з гідроприводом типу ТТ-160, найбільший гальмівний момент якого 100 Нм, діаметр гальмівного шків

					ПД.ПГМ.24.00.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$D_{\text{ш}} = 160$ мм, ширина шківів $B_{\text{ш}} = 75$ мм, з гідроприводом типу ТЕГ-16, тягова сила на штоку якого становить 160 Н.

Перевіряємо гальмівні колодки на питомий тиск

$$q = \frac{N}{\frac{\pi * D_{\text{ш}}}{360} * \beta * B_{\text{ш}}} = \frac{242.908}{\frac{\pi * 160}{360} * 70 * 75} = 0.033 \text{ МПа} \leq [q] = 0.6 \text{ МПа},$$

де

$$N = \frac{-M_{\text{г}}}{\mu * D_{\text{ш}}} = \frac{13.603}{0.35 * 0.16} = 242.908 \text{ Н} - \text{сила притиснення колодок до шківів};$$

$[q] = 0,6$ МПа – припустимий питомий тиск для колодкових гальм;

$\beta = 70$ – кут обхвату шківів колодкою;

					ПД.ПГМ.24.00.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

З УДОСКОНАЛЕННЯ МОСТОВОГО КРАНУ З МЕТОЮ ЗАПОБІГАННЯ ПЕРЕКОСІВ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ В ГОРИЗОНТАЛЬНІЙ ПЛОЩИНІ

3.1 Актуальність теми

Перекіс металоконструкції кранів в горизонтальній площині є досить актуальною проблемою для кранів мостового типу. Вказаний перекіс призводить до виникнення значних поперечних навантажень на ходову систему крану та підкранову колію [8, 15]. Це сприяє швидкому зносу ходових коліс та рейок, деформації та руйнуванню кінцевих балок. Перекіс має складну природу і виникає як наслідок ряду пов'язаних між собою факторів.

3.2 Причини виникнення перекосів

Основними причинами виникнення перекосів є неточності монтажу ходової частини крану і підкранової колії. Через те що мостові крани, зазвичай, мають досить велике значення відношення прольоту до бази, вони мають не дуже сприятливі ходові характеристики [8, 16]. Навіть невеликі неточності при монтажу ходової частини і колії призводять до перекосів і утворення значних бокових навантажень. Також значним фактором є деформація підкранових колій і просідання несучих опор.

Згідно правил охорони праці під час експлуатації вантажопідйомних кранів [2] для мостових кранів допускаються такі граничні відхилення кранових колій: різниця позначок головок рейок в одному поперечному перерізі – 40 мм; різниця позначок рейок на сусідніх колонах – 10 мм; звуження або розширення кранової колії – 15 мм; взаємне зміщення торців рейок що стикуються – 2 мм

					ПД.ПГМ.24.00.03.ПЗ						
Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата							
Розроб.	Торішній				Удосконалення конструкції мостового крану				Літ	Арк	Аркушів
Перев.	Неженцев										
Реценз.											
Н. Контр.									НТУУ “КПІ ім. І. Сікорського” каф. ПГМ, гр. МА-03		
Затвердив	Левченко										

З інших факторів виникнення перекосу можна згадати роздільний привід механізму пересування крану. В більшості сучасних кранів використовується роздільний привід пересування моста, оскільки використання центрального приводу пов'язано з необхідністю встановлення довгого трансмісійного валу і використання великої кількості проміжних опор і з'єднувальних муфт. При роздільному приводі привідні колеса не зв'язані між собою кінематично, але, через нерівномірне навантаження, це може призвести до виникнення перекосів і в довгостроковій перспективі до нерівномірного зносу поверхні ходових коліс, що також призводить до перекосу.

В результаті виникаючих бокових навантажень відбувається швидкий знос реборд колеса і ділянок колій які вступають в контакт з ребордами. Це призводить до необхідності частої заміни і ремонту, що в свою чергу спричиняє простої в роботі крану. Тому зменшення перекосів крану і збільшення строку служби його ходової частини є досить актуальною і важливою задачею.

3.3 Аналіз технічних рішень для зменшення перекосів

Одним з основних способів зменшення перекосів мостових кранів є збільшення точності монтажу і регулярна діагностика з подальшим ремонтом.

Використання точних вимірювальних приладів, наприклад лазерних вимірювачів [9], під час монтажу ходової частини крана і рейкових колій дозволяє забезпечити достатню точність щоб мінімізувати перекоси ходових коліс, а регулярне проведення геодезичного нівелювання дозволить завчасно виявити і виправити відхилення підкранових колій та просідання несучих опор.

					ПД.ПГМ.24.00.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

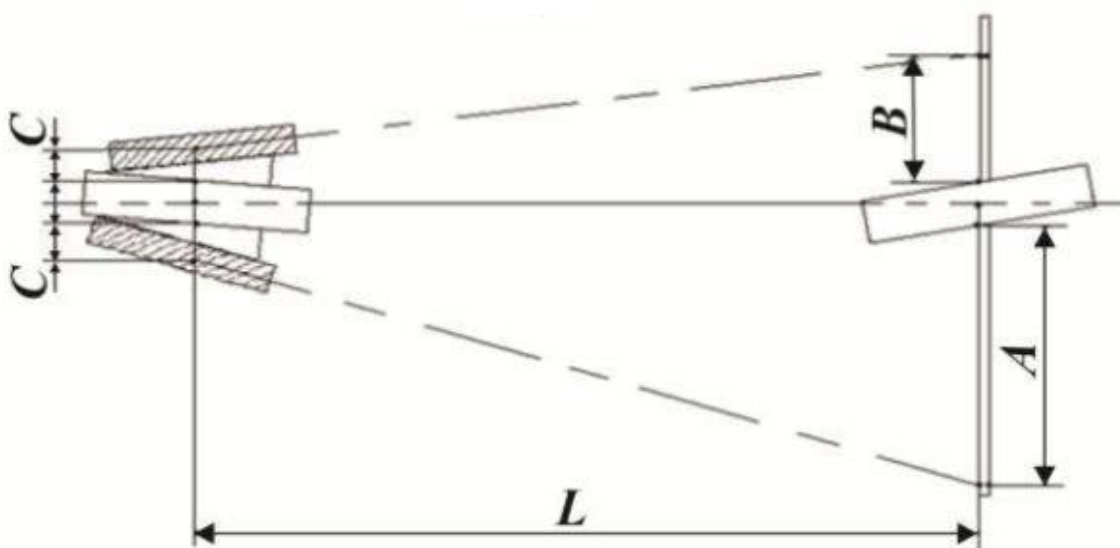


Рисунок 3.1 – Вимірювання відхилення ходового колеса за допомогою лазерного вказівника

Збільшити ресурс коліс і колій можна за рахунок збільшення зносостійкості їх поверхонь. Наприклад можна використовувати хіміко-термічні методи обробки поверхонь (цементування, азотування, борування, насичення хромом, нікелем тощо), методи поверхневого пластичного деформування, метод електроіскрового легування, тощо. Таким чином збільшується зносостійкість поверхневих шарів матеріалу ходових коліс та підкранової колії що збільшує їх ресурс.

Для зменшення перекосів що виникають під час руху мостового крану можна використовувати різні конструкції ходових коліс [12]:

Безребордні колеса – використання таких коліс допускають при наявності пристроїв що виключають можливість сходу колеса з рейки. Зазвичай такими пристроями є напрямні ролики що встановлюються на підшипники в горизонтальній площині. Такі ролики виконують туж саму функцію що і реборди але з меншими втратами на тертя.

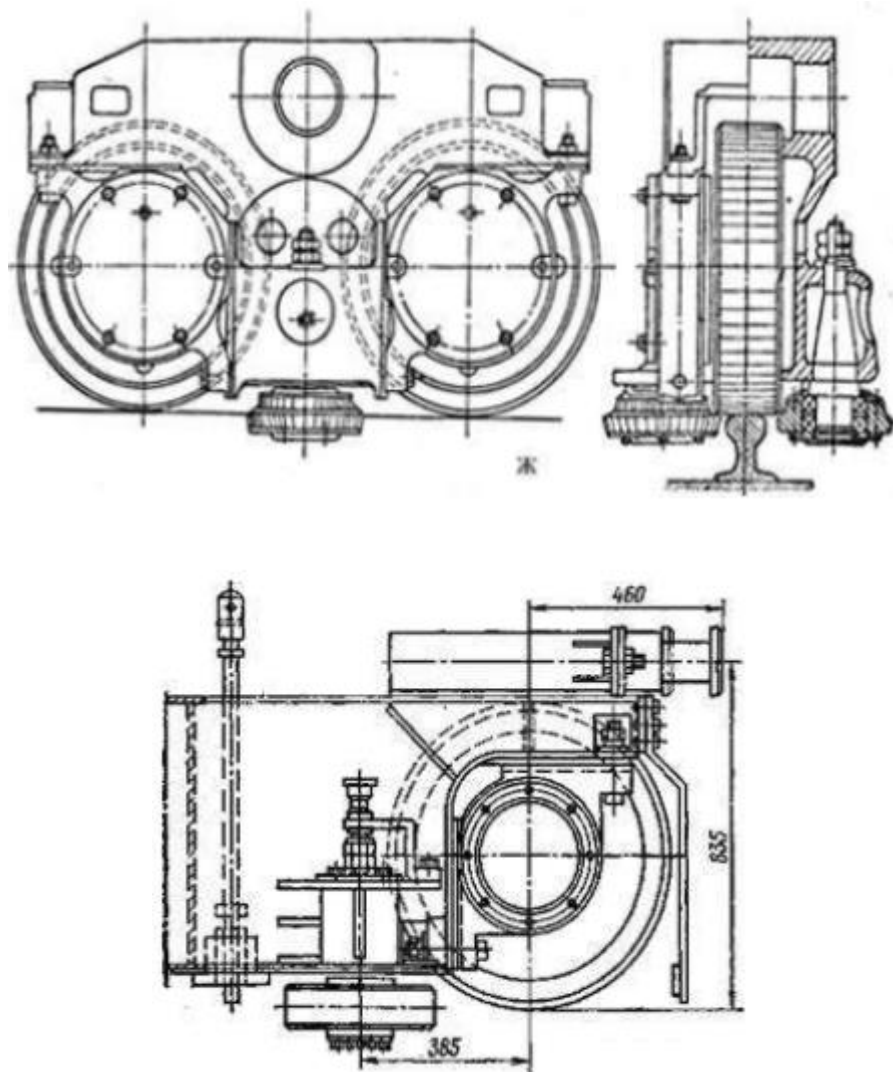


Рисунок 3.2 – Безребордні ходові колеса з горизонтальним напрямляючим роликом

Конічні колеса – такі ходові колеса дозволяють крану самоцентруватися оскільки у випадку перекосу, якщо одна сторона випереджає іншу, то повільніша сторона переходить на більший радіус колеса і її швидкість збільшується. Конічні колеса показують найкращі результати на кранах з центральним приводом і відносно невеликим прольотом. При використанні роздільного приводу і по мірі збільшення прольоту крану їх ефективність знижується.

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

ПД.ПГМ.24.00.03.ПЗ

Арк.

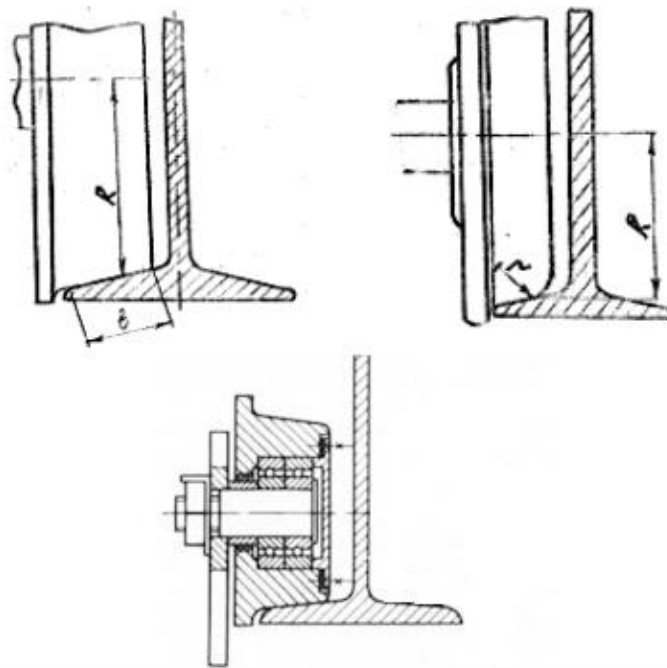


Рисунок 3.3 – Конічні ходові колеса

Головним недоліком конічних коліс є необхідність використання спеціалізованих рейок для досягнення максимальної ефективності.

Колеса з пружнім елементом [12] – на відміну від інших коліс ці не є суцільними і складаються з двох металевих кілець і прокладки з пружного, легкого матеріалу. За рахунок пружного елемента така конструкція колеса дозволяє значно зменшити динамічні навантаження, які виникають під час руху. Це значно покращує роботоздатність механізму пересування.

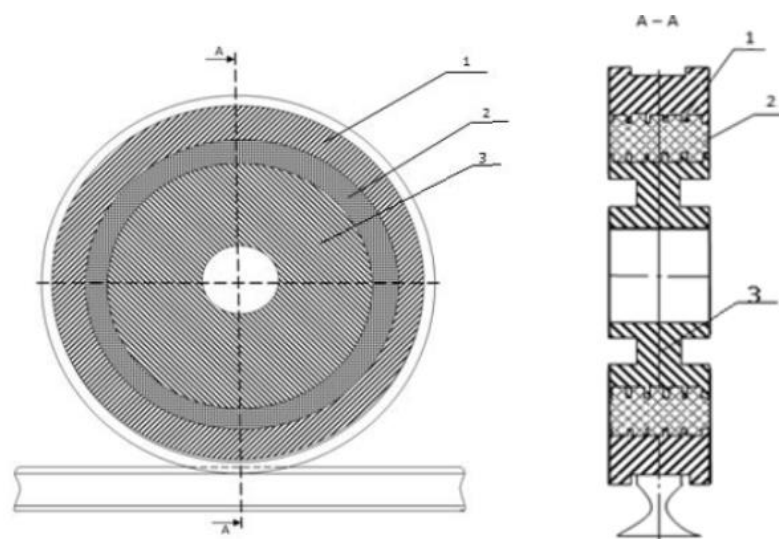


Рисунок 4.4 – Конструкція ходового колеса з пружнім елементом

					ПД.ПГМ.24.00.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

В сучасній техніці досить часто використовуються системи частотного керування приводом. Такі системи можна використати і для запобігання перекосу кранів. Обмежувачі перекосу можуть працювати за декількома принципами: 1) Порівняння шляху пройденого колесами з різних сторін; 2) Вимірювання перекосу металоконструкції крану.

В першому випадку вздовж рейки підкранової колії розташовані датчики, при проходженні колеса повз них система визначає відстань пройдену колесом. Якщо різниця відстані коліс з двох сторін перевищить певну задану величину то автоматична система частотного керування приводом пришвидшить відстаючу частину та сповільнить випереджаючу, таким чином вирівнюючи перекіс конструкції.

В другому випадку принцип дії досить схожий, але замість вимірювання відстані пройденої колесами, вимірюється перекіс металоконструкції. На мосту крана встановлюються спеціальні оптичні або тензометричні датчики які виміряють перекіс металоконструкції і подають сигнали на систему частотного керування приводом ходових коліс для протидії перекосу.

3.4 Висновки до розділу

В даному розділі було розглянуто технічні рішення для зменшення перекосів металоконструкції кранів в горизонтальній площині.

Враховуючи отриману інформацію робимо висновок що використання цих технічних рішень є доцільним при проєктуванні мостового крану оскільки вони збільшують ресурс його механізмів та вузлів і, відповідно, зменшують витрати і простої в роботі крану пов'язані з ремонтними роботами.

					ПД.ПГМ.24.00.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

4 ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

4.1 Завдання на розробку технологічного процесу

Назва деталі – «Вал»

Службове призначення – Деталь є елементом конструкції редуктора.
Застосовується: в вантажопідійомних установках; в механізмах пересування вантажопідійомних кранів

Матеріал – Довгомірний металопрокат круглого поперечного перерізу.
Матеріал - Сталь 45, ДСТУ 7809:2015

Замовлення – 1000 шт

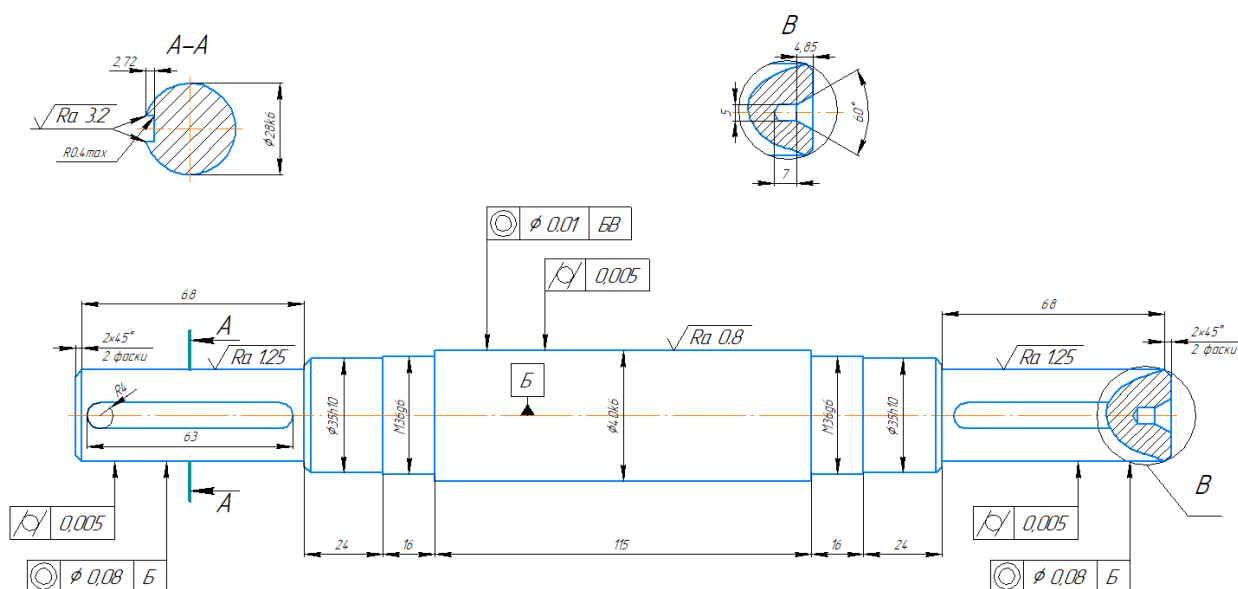


Рисунок 4.1 – Ескіз деталі «Вал»

					ПД.ПГМ.24.00.В.ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Висновки		
Розроб.	Торішній						
Перев.	Неженцев						
Реценз.							
Н. Контр.							
Затвердив	Левченко				Літ		
					Арк		
					Аркушів		
					НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» каф. ПГМ, гр. МА-03		

4.2 Вибір заготовки

При виборі методу отримання заготовки в першу чергу враховують матеріал деталі, тип виробництва, якість поверхонь заготовки та її точність, а також можливості наявного обладнання. В даному випадку найдоцільнішим є закупівля круглого металопрокату.

Замовляємо в компанії ТОВ "МЕТАЛ ХОЛДІНГ ТРЕЙД" металопрокат довжиною 6.5 м, діаметром 42мм, вартістю 496.27грн/м.
<https://metal-holding.ua/ua/cernyj-metall/krug-st/krug-42-st45>

Круг сталевий 42 (ст.45) - купити зі складу в Києві



ОПИС	ХАРАКТЕРИСТИКИ	ПОСЛУГИ	ВІДГУКИ
ОСНОВНІ			
Довжина макс.	5850		
Довжина	6050		
Діаметр	42		
ГОСТ	2590		
Марка	SAE 1045		

☆☆☆☆ [Всього відгуків: 0](#) - [Написати відгук](#)

✓ **В НАЯВНОСТІ**

• Модель: Ц0000002873

496.27 грн

43 150.00 грн/т 496.27 грн/м

📍 **Адреса:**

Максимальна кількість товару на складі:
Саперно-Слобідський проїзд, 4, м.Київ
[схема проїзду](#)

🕒 **Графік:**

Самовивіз доступний завтра з 8:00

Рисунок 4.2 – характеристики круглого металопрокату

Враховуючи довжину нашої деталі, 331мм, з одного прутка виходить 18 заготовок, відповідно для виготовлення партії в 1000шт нам знадобиться 56 прутків загальною вартістю 168135.65грн.

4.3 Розробка маршрутного технологічного процесу

Конструкцію деталі можна розділити на сукупність типових геометричних фігур, які об'єднані загальним службовим призначенням деталі. Типовими елементами конструкції є: циліндричні внутрішні поверхні та сукупність площин. Практикою машинобудівного виробництва накопичено

					ПД.ПГМ.24.00.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

виробничий досвід технологічних послідовностей оброблення типових поверхонь для забезпечення заданої точності розмірів і параметрів шорсткості робочих поверхонь [17-20].

Для опису маршруту оброблення деталі необхідно ідентифікувати поверхні (рис. 4.3).

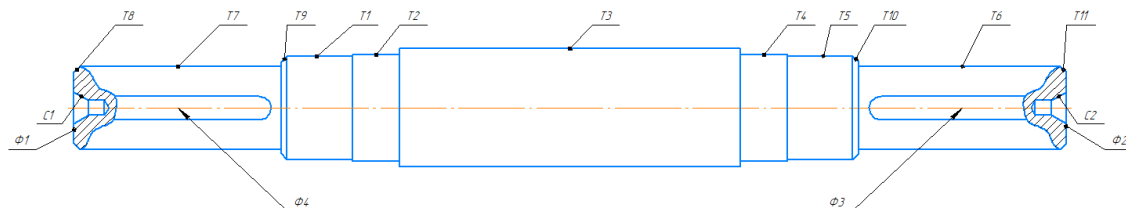


Рисунок 4.3 – Нумерація поверхонь деталі

Таблиця 4.1 - Типові технологічні послідовності оброблення поверхонь деталі

Назва поверхні	Характеристики якості поверхонь за креслеником		Типова технологічна послідовність оброблення поверхні	Характеристики якості поверхонь після оброблення	
	Точність розмірів IT	Параметр шорсткості Ra, мкм		Точність розмірів IT	Параметр шорсткості Ra, мкм
Ф1	U11	12,5	Фрезерування чорнове	12	12,5
Ф2			Фрезерування чистове	U11	12,5
C1	12	12,5	Центрування	12	12,5
C2					
T1	10	12,5	Точіння чорнове	12	12,5
T5			Точіння чистове	10	12,5
T2	g6	12,5	Точіння чорнове	12	12,5
T4			Точіння чистове	12	12,5
			Нарізання різьби	g6	12,5
T3	6	0,8	Точіння чорнове	12	12,5
			Точіння чистове	6	0,8
T6	6	1,25	Точіння чорнове	12	12,5
T7			Точіння чистове	6	1,25
T8	12	12,5	Точіння чорнове	12	12,5
T9					
T10					
T11					
Ф3	U11	3,2	Фрезерування чорнове	12	12,5
Ф4			Фрезерування чистове	U11	3,2

01 Заготівельна:

Верстат: стрічкова пилка

Заготовка: круглий металопрокат діаметром 42мм, довжиною 6050мм
n=18

02 Фрезерно центрувальна:

Верстат: фрезерно-центрувальний верстат МР-71М

Інструмент: фреза торцева

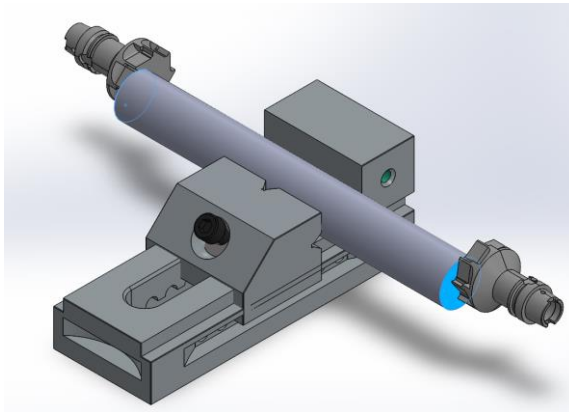


Рисунок 4.4 – Обробка торцевою фрезою

Інструмент: Центрувальне свердло #5А

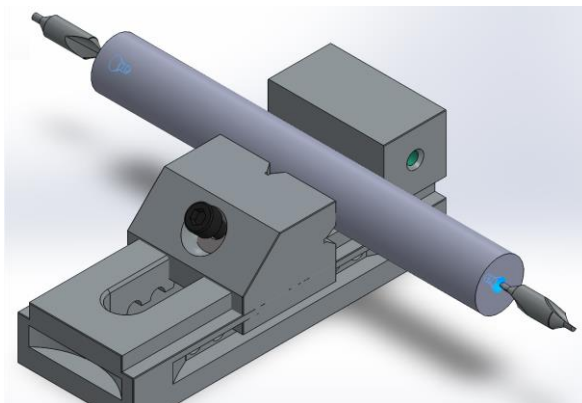


Рисунок 4.5 – Свердлування

03 Токарна (чорнова):

Верстат: токарно фрезерний верстат HAAS ST-20Y

Інструмент: токарний різець

					ПД.ПГМ.24.00.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

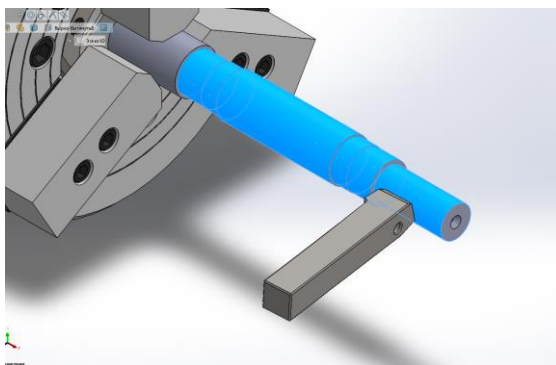


Рисунок 4.6 – Токарна обробка

04 Фрезерна:

Верстат: токарно фрезерний верстат HAAS ST-20Y

Інструмент: кінцева фреза

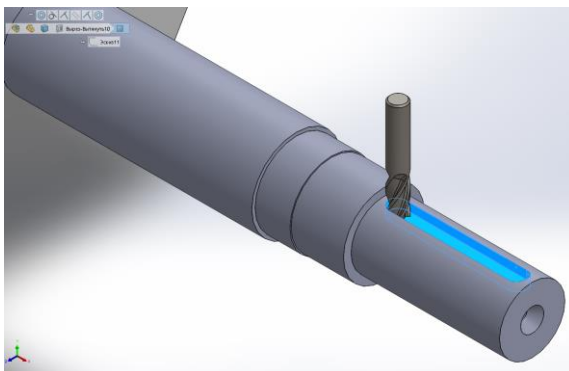


Рисунок 4.7 – Фрезування шпонкового пазу

05 Токарна (чорнова):

Верстат: токарно фрезерний верстат HAAS ST-20Y

Інструмент: токарний різець

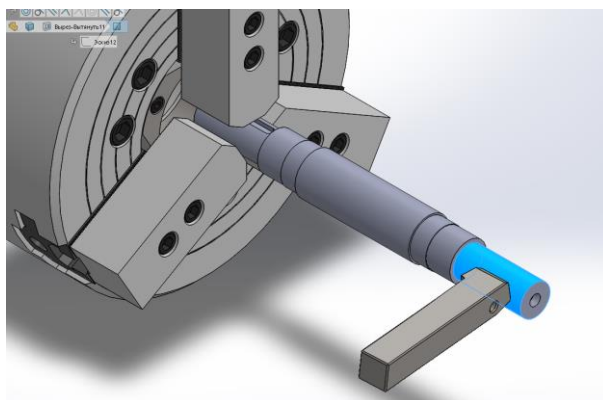


Рисунок 4.8 – Токарна обробка

					ПД.ПГМ.24.00.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

06 Фрезерна:

Верстат: токарно фрезерний верстат HAAS ST-20Y

Інструмент: кінцева фреза

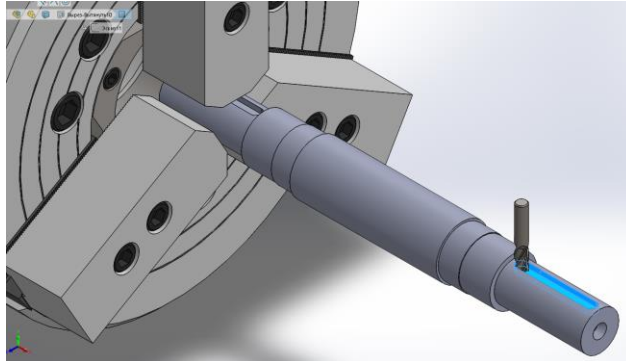


Рисунок 4.9 – Фрезування шпонкового пазу

07 Токарна (чистова):

Верстат: токарно фрезерний верстат HAAS ST-20Y

Інструмент: токарний різець

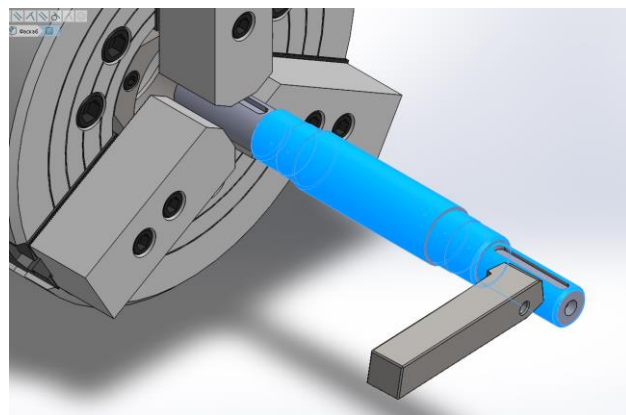


Рисунок 4.10 – Токарна обробка

					ПД.ПГМ.24.00.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

08 Токарна (різьбонарізна):

Верстат: токарно фрезерний верстат HAAS ST-20Y

Інструмент: різець для нарізання різьби

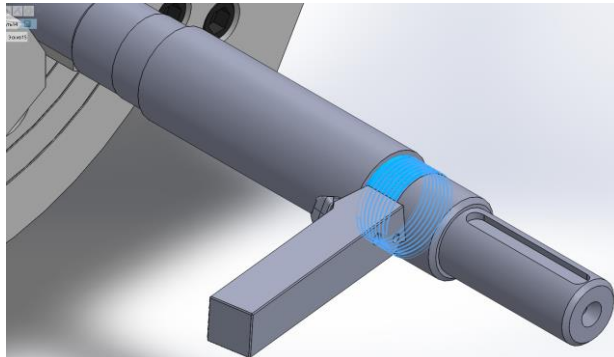


Рисунок 4.11 – Нарізання різьби

09 Токарна (різьбонарізна):

Верстат: токарно фрезерний верстат HAAS ST-20Y

Інструмент: різець для нарізання різьби

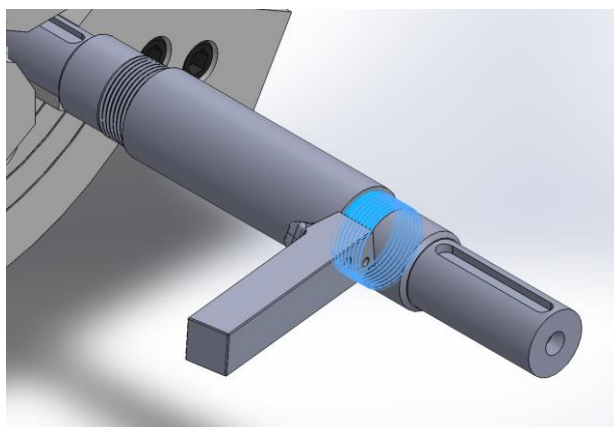


Рисунок 4.12 – Нарізання різьби

10 Токарна (чистова):

Верстат: токарно фрезерний верстат HAAS ST-20Y

Інструмент: токарний різець

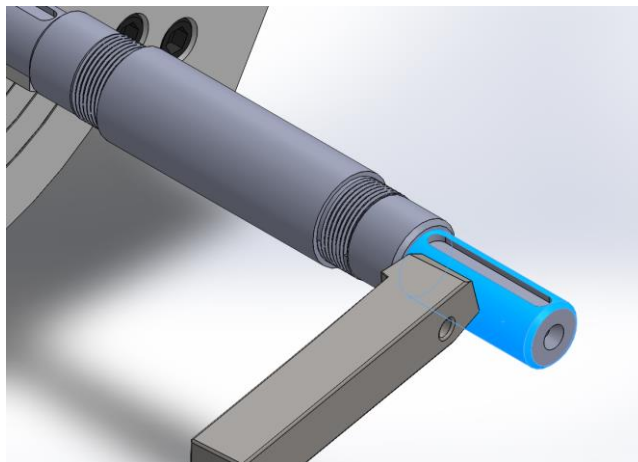


Рисунок 4.13 – Токарна обробка

4.4 Вибір різального інструменту. Розрахунок режимів різання

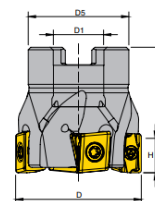
Визначаємо режими різання за каталогом та рекомендаціями наданими виробниками інструментів [23]:

palbit Tangential shoulder milling cutter 90° TGPLUS 90190



- for milling inserts LNX1 1306..
- maximum stability thanks to tangentially-arranged indexable inserts
- high feed rates for maximum removal rate
- internal coolant supply
- from Ø 80 mm special tightening screw for coolant

D	L	D5	D1	H	Z	Tightening torque max.	Designation	art.no.	€
mm	mm	mm	mm	mm		N·m			
40	40	32	16	11	4	3.0	040A90190-04-04-016040	A1 C1	260247 0040 355,-
40	40	32	16	11	5	3.0	040A90190-05-04-016040	A1 C1	260247 0041 395,-
50	40	42	22	11	5	3.0	050A90190-05-04-022040	A1 C1	260247 0050 490,-
50	40	42	22	11	6	3.0	050A90190-06-04-022040	A1 C1	260247 0051 539,-
63	40	52	22	11	6	3.0	063A90190-06-04-022040	A1 C1	260247 0063 539,-
63	40	52	22	11	8	3.0	063A90190-08-04-022040	A1 C1	260247 0064 639,-
80	50	60	27	11	7	3.0	080A90190-07-04-027050	A1 B1 C1	260247 0080 639,-
80	50	60	27	11	10	3.0	080A90190-10-04-027050	A1 B1 C1	260247 0081 749,-
100	50	80	32	11	9	3.0	100A90190-09-04-032050	A1 B2 C1	260247 0100 809,-
100	50	80	32	11	13	3.0	100A90190-13-04-032050	A1 B2 C1	260247 0101 1.079,-
125	63	90	40	11	11	3.0	125A90190-11-04-040063	A1 B3 C1	260247 0125 1.119,-
125	63	90	40	11	11	3.0	125A90190-16-04-040063	A1 B3 C1	260247 0126 1.419,-



ISO	PH5320	PH7740	PHP920	PH5740
ISO P steel		Vc = 110 - 170	Vc = 140 - 250	Vc = 110 - 170
ISO K cast iron	Vc = 100 - 270		Vc = 90 - 300	
Vc = (m/min) fz = (mm/Z) ap = (mm)	fz = 0.1 - 0.25	fz = 0.1 - 0.2 ap = 11	fz = 0.1 - 0.35	

Для зручності, всі дані заносимо у звітну таблицю.

Таблиця 4.2. Режими різання рекомендовані виробниками інструментів.

Інструмент	Глибина різання	Подача	Швидкість різання	Ціна
	h [мм]	F	V [м/хв]	грн
Фреза торцева D=50мм, z=6мм 260247 0051	11	0.1...0.2mm/z	110...170	22709,79
Центрувальне свердло, форма А D=5мм 100101 0500	7	0.07mm/rev	20	568,8
Фреза кінцева D=8мм, z=4 254111 0080	8	0.26mm/z	160	1514,75
Різець ISO designation CCGW 060202 390500 0001	0,01...1,5	0,01...0,5mm/rev	100...300	2583,49
Різець різьбонарізний ISO designation 11 ER 0.0ISO 342801 0903	0,01	0,01mm/rev	50...100	765,79

4.5 Оснащення операцій

Для реалізації технологічно процесу було обрано за каталогами інструментальні, верстатні та вимірювальні пристрої [23].

таблиця 4.3 – оснащення операцій

Інструмент	Артикул	Ціна, грн
Патрон токарний	405101 0200	17194,19
Центр токарний	401503 0002	16324,2
Патрон цанговий	433211 0080	844,51
Оправка для фрез	435403 4022	7248,01
Тримачі для різців	320270 0001	3756,74
	340101 0002	4657,84
Мікрометр	502505 0050	1449,57

4.6 Висновки до розділу

В даному розділі було розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Вал».

Для реалізації технологічного процесу використано торцеву фрезу, центрувальне свердло, кінцеву фрезу, різець прохідний, різець різьбонарізний, інструментальні, вимірювальні та верстатні пристрої загальною вартістю 51457,06 грн

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз умов праці

Умови праці на мостовому крані, як і в будь-якому промисловому середовищі, характеризуються специфічними факторами, що можуть впливати на здоров'я та безпеку працівників. Основні ризики включають:

1. Фізичні фактори такі як вібрація, шум, температура, освітленість робочої зони, робота на висоті, обмежена видимість.
2. Хімічні фактори – наявність пилу, випарів мастильних матеріалів, інших хімічних речовин.
3. Психофізіологічні фактори пов'язані з високою відповідальністю та необхідністю постійної концентрації.
4. Механічні фактори – ризик травмування при роботі з важкими вантажами та рухомими механізмами.

5.2 Заходи безпеки та охорони праці

Для забезпечення безпеки праці працівників рекомендується впровадити наступні заходи:

1. Регулярне технічне обслуговування та догляд крана для запобігання виникнення аварійних ситуацій.
2. Встановлення та дотримання інструкції з безпеки для операторів крана, які мають включати правила поведінки у небезпечних ситуаціях, порядок евакуації та використання захисних засобів.
3. Проведення навчань та атестації операторів крана.
4. Обов'язкове використання засобів індивідуального захисту, таких як

					ПД.ПГМ.24.00.05.ПЗ									
Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата										
Розроб.		Торішний			Охорона праці					Літ		Арк	Аркушів	
Перев.		Неженцев												
Реценз.														
Н. Контр.										НТУУ “КПІ ім. І. Сікорського” каф. ПГМ, гр. МА-03				
Затвердив		Левченко												

захисні каски, спеціальне взуття, рукавички, засоби захисту слуху.

5. Проведення курсів першої до медичної допомоги для працівників.

5.3 Пожежна безпека

Пожежна безпека включає наступні заходи:

1. Встановлення пожежної сигналізації та систем пожежогасіння
2. Оснащення робочих зон первинними засобами пожежогасіння
3. Проведення навчань та інструктажів: регулярні тренування з евакуації та використання засобів пожежогасіння для працівників

5.4 Ергономіка кабіни

Ергономіка кабіни оператора відіграє важливу роль у забезпеченні комфорту та безпеки праці, що значно підвищує ефективність роботи та знижує ризик виробничих травм. Основні аспекти ергономіки кабіни оператора включають наступні елементи:

1. Для забезпечення безпеки оператора кабіна має бути обладнана склом, яке не б'ється. Такий тип скла значно знижує ризик отримання травм у разі його пошкодження. Крім того, скло повинно забезпечувати достатній кругозір, щоб оператор мав змогу повноцінно контролювати всю робочу зону.

2. Кабіна повинна бути оснащена пристроями для очищення скла зовні та зсередини, такими як склоочисники та системи обдуву, що забезпечують підтримання чистоти скла та покращення видимості в будь-яких умовах.

3. Важливо забезпечити достатнє освітлення всередині кабіни для комфортної роботи оператора. Освітлення повинно бути рівномірним і не створювати відблисків на робочих поверхнях. Оператор повинен мати можливість регулювати інтенсивність освітлення в залежності від умов роботи.

					ПД.ПГМ.24.00.05.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

4. Кабіна повинна бути обладнана зручним кріслом з регулюванням висоти і нахилу, підлокітниками та підтримкою для спини. Крісло має забезпечувати правильну посадку оператора, зменшуючи навантаження на хребет і м'язи.

5. Панелі керування та інші контрольні пристрої повинні бути розташовані в межах досяжності оператора без необхідності нахилів або витягування рук. Це знижує фізичне навантаження і сприяє швидкому реагуванню на зміну робочих умов.

6. Прилади індикації та монітори повинні бути розташовані так, щоб оператор мав змогу легко зчитувати інформацію без зайвих зусиль, що знижує зорову напругу і підвищує швидкість реакції на критичні зміни

5.5 Нормативно правова база

Забезпечення охорони праці при експлуатації мостових кранів регулюється наступними нормативно-правовими актами:

1. Закон України "Про охорону праці" від 14 жовтня 1992 року № 2694-ХІІ.

2. Наказ Міністерства соціальної політики України " Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання " від 27 лютого 2018 року № 62.

5.6 Висновки до розділу

При проектуванні мостових кранів безпека праці працівників що будуть експлуатувати кран є одним з ключових аспектів. З метою забезпечення безпечних умов праці були розроблені рекомендації які включають заходи з охорони праці та вимоги до безпеки.

1. Потрібно забезпечити належну видимість і освітленість робочої зони.

					ПД.ПГМ.24.00.05.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

2. Рекомендується розробка ергономічної кабіни за для покращення умов роботи оператора і зменшення ризиків виникнення аварійних ситуацій та шкоди для здоров'я .

3. Необхідно враховувати ризики роботи з важкими, габаритними та небезпечними вантажами; можливість виникнення аварійних ситуацій.

4. Важливо проводити регулярні тренінги для працівників та діагностику обладнання.

					ПД.ПГМ.24.00.05.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У бакалаврському дипломному проєкті було удосконалено мостовий кран вантажністю 10 т. Наведено розрахунки механізмів підймання вантажу та пересування кранового візка.

Для удосконалення крану було проведено аналіз існуючих технологічних рішень для усунення перекосу металоконструкцій мостових кранів в горизонтальній площині. Удосконалення відбувається шляхом збільшення точності монтажу, зміцнення поверхонь контакту ходових коліс і підкранової колії а також використанням датчиків для відслідковування стану конструкції крану, компенсації перекосів за рахунок систем частотного керування приводами крану і своєчасного технічного обслуговування.

Розділ з технологій машинобудування присвячено деталі вал редуктора механізму пересування крана. Були розглянуті різні методи обробки та технології. Використані сучасні матеріали та інструменти. Для виготовлення валу застосовуються такі основні методи обробки: токарна обробка, фрезерування.

У розділі охорона праці проведено детальний аналіз умов праці та розроблено комплекс заходів, спрямованих на забезпечення безпечної та ефективної експлуатації крана.

					ПД.ПГМ.24.00.В.ПЗ						
Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Висновки				Літ	Арк	Аркушів
Розроб.	Торішній										
Перев.	Нєженцев										
Реценз.									НТУУ “КПІ ім. І. Сікорського” каф. ПГМ, гр. МА-03		
Н. Контр.											
Затвердив	Левченко										

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних і траспортувальних машин: Підручник / В.С.Бондарев, О.І. Дубинець, М.П. Колісник та ін. - К.: Вища школа, 2009. - 734 с.
2. НПАОН 0.00-1.80-18 Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підймальних пристроїв і відповідного обладнання [Чинний] - К. : Міністерство соціальної політики України.2018. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18#Text>
3. Каталог редукторів ELECON ET-SERIES. <https://www.desminunited.com/images/elecon/etseries.pdf>
4. Каталог зубчастих муфт типу МЗП. <https://xn--80aqy.com.ua/dlyakrana/mufta-zub-mz/mzp/>
5. Каталог вантажопідіймальних електромагнітів. <https://www.poltra.pl/catalogs/Assfalg-podnosniki-magnetyczne.pdf>
6. Розрахунки будівельних стрілових кранів: Навчальний посібник. / М.П. Колісник, А.Ф. Шевченко, С.В. Ракша, В.В. Мелашич. – Дніпропетровськ: Пороги, 2015. – 816 с.
7. Мартовицкий Л.М., Глушко В.І. Курсове проектування металоконструкцій: Навч. посібник / Л.М. Мартовицкий, В.І. Глушко, Запоріжжя: Кругозір, 2016. – 418 с.
8. Механізми пересування мостових кранів: монографія / Є.Д. Слепужніков, Н.М. Фідровська, І.С. Варченко. – Харків: НУЦЗУ, 2019. – 124 с.

					ПД.ПГМ.24.00.СЛ.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Список літератури			
Розроб.	Торішній							
Перев.	Неженцев							
Реценз.								
Н. Контр.								
Затвердив	Левченко							
						Літ	Арк	Аркушів
						НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського" каф. ПГМ, гр. МА-03		

9. http://eir.zp.edu.ua/bitstream/123456789/4267/1/MR_Mikhailov.pdf
10. Павлюк Б. С., Офій В. В. Шляхи усунення перекосів коліс мостових кранів : thesis. 2015. URL: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/25284> (дата звернення: 13.06.2024).
11. <https://core.ac.uk/download/323527654.pdf>
12. Слепужніков Є. Д. Поліпшення роботи механізму пересування мостового крана за рахунок застосування пружного елемента ходового колеса : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Харків, 2016. 20 с.
13. Слепужніков Є. ХОДОВЕ КРАНОВЕ КОЛЕСО З ЕЛАСТИЧНОЮ ВСТАВКОЮ. THEORETICAL AND EMPIRICAL SCIENTIFIC RESEARCH: CONCEPT AND TRENDS / chair Н. Фідровська. 2020. URL: <https://doi.org/10.36074/24.07.2020.v2.18> (дата звернення: 13.06.2024).
14. <https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/5190/1/5.pdf>
15. Григоров О. В., Обізний А. І., Короткий К. К. Методи зниження негативного впливу перекосів у кранів мостового типу : thesis. 2017. URL: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/38745> (дата звернення: 13.06.2024).
16. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А., Петраков Ю. В. Технологія машинобудування. Підручник.: Житомир, ЖДТУ – 2005. – 835 с.
17. Якимов О.В., Марчук В.І., Якимов О.О., Ларшин В.П. Технологія машино- та приладобудування. Підручник: Луцьк, ЛДТУ – 2005.-710с.

18. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування: навчально-методичний посібник/О.У. Захаркін.— Суми: Вид-во СумДУ, 2004. – 98 с.

19. Основи технології машинобудування / І. Назаренко, А.Т.Свідерський, Р.І. Рибалко, О.П.Дєдов / Навчальний посібник. Київ, КНУБА, 2010. – 165 с.

20. Технологія обробки на верстатах з ЧПК [Текст] : навч. посіб. для студ. машинобуд. спец. вищ. техн. навч. закл. / Гевко Б. М. [та ін.] ; Терноп. нац. техн. ун-т ім. Івана Пулюя, Каф. технології машинобуд. та автомобілів. - Т. : Крок, 2014. - 131 с. : табл., рис. - Бібліогр.: с. 126-128. - 300 прим. - ISBN 978- 617-692-168-4

21. Системи автоматизованого програмування верстатів з ЧПК [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / С. Л. Міранцов [и др.] ; Донбаська державна машинобудівна академія (Краматорськ). - Краматорськ : ДДМА, 2012. - 151 с. - Бібліогр.: с. 125. - ISBN 978-966-379-549-2

22. Технологічне обладнання з ЧПК: механізми і оснащення [Текст] : навч. посіб. для студентів ВНЗ напрямів підгот. 050502- "Інженерна механіка" та 050503 - "Машинобудування" / Ю. М. Кузнєцов [та ін.]. - Київ ; Кременчук ; Севастополь : Точка, 2014. - 499 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 487-492. - ISBN 978-617-669-149-5

23. <https://media.witglobal.net/bkmedia/sartorius/1511/en/GB/SW>
Katalog2023- 2024/#page_1 – оснастка/інструмент

ДОДАТКИ
(специфікації)

Формат Зона Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инв. № докл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	ПД.ПГМ.24.00.00.00.000 СП							
												Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
A1	ПД.ПГМ24.00.00.00.000 СК	Кран мостовий магнітний										Разраб.	Торішній			Кран мостовий магнітний	Лит.	Лист	Листов
		Документація										Проб.	Неженцев				п.к.		1
		Складальні одиниці										Н.контр.					КП ім. І.Сікорського каф. ПГМ		
												Утв.	Левченко						
	1 ПД.ПГМ24.01.00.00.000 СК	Магнітний візок	1													Копіюваль	Формат	A4	
	2 ПД.ПГМ24.02.00.00.000 СК	Механізм пересування	1																
	3 ПД.ПГМ24.03.00.00.000 СК	Металоконструкція	1																
	4 ПД.ПГМ24.04.00.00.000 СК	Електроустаткування крана	1																
	5 ПД.ПГМ24.05.00.00.000 СК	Люлька	1																
	6 ПД.ПГМ24.06.00.00.000 СК	Струмopідвід	1																
	7 ПД.ПГМ24.07.00.00.000 СК	Буфер	1																
	8 ПД.ПГМ24.08.00.00.000 СК	Кришка люка	4																
	9 ПД.ПГМ24.09.00.00.000 СК	Кабіна керування	4																
	10 ПД.ПГМ24.10.00.00.000 СК	Тросвіддійник	1																
	11 ПД.ПГМ24.11.00.00.000 СК	Струмознімачі	3																
	12 ПД.ПГМ24.12.00.00.000 СК	Кінцевий вимикач	2																

[illegible]

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					Документація		
	A1			ПД.ПГМ24.0103.00.000 СК	Механізм пересування візка		
					Складальні одиниці		
			1	ПД.ПГМ24.0103.01.000 СК	Установка ходового колеса	4	
			2	ПД.ПГМ24.0103.02.000 СК	Трансмісійний вал	4	
			3	ПД.ПГМ24.0103.03.000 СК	Кожух	2	
			4	ПД.ПГМ24.0103.04.000 СК	Підставка	2	
					Стандартні вироби		
Підп. и дата			5	Шпонка 12×8×40			
				ГОСТ 23360-78	2		
Инд. № ацкл.			6	Шпонка 22×14×55			
				ГОСТ 23360-78	2		
Взам. инв. №			7	Болт М20-6g×50.109			
				ГОСТ 7798-70	8		
Підп. и дата			8	Гайка М20-6Н12			
				ГОСТ 5918-73	8		
Инд. № подл.			9	Шайба 2065.Г.029			
				ГОСТ 5658-80	8		
Инд. № подл.	Изм./лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПД.ПГМ24.0103.00.000 СП		
	Разраб.	Торішній			Механізм пересування візка		
	Проб.	Неженцев					
	Н.контр.						
	Утв.	Левченко					
	Лит.	Лист	Листов				
	п/к	1	2	КПІ ім. І.Сікорського каф. ПГМ			

Копировал

Формат A4

