

Пояснювальна записка до дипломного проєкту

на тему: **Кран козловий для перевантаження великогабаритних вантажів в
портах і на залізничних станціях**

Київ – 2021 р.

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

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри
_____Олександр ЛУГОВСЬКИЙ

«___» _____2021 р.

**Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Автоматизовані та роботизовані
механічні системи»
спеціальності 131 Прикладна механіка**

**на тему: Кран козловий для перевантаження великогабаритних вантажів в
портах і на залізничних станціях**

Виконав: студент 4 курсу, групи ММ-71

_____Година Артем Олександрович_____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник доцент, к.т.н., доцент Неженцев О.Б._____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

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

Студент _____
(підпис)

Київ – 2021 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

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

В.о. завідувача кафедри

Олександр ЛУГОВСЬКИЙ

(підпис)

«_____» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Годині Артему Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Кран козловий для перевантаження великогабаритних вантажів в портах і на залізничних станціях

Керівник проєкту Неженцев О.Б., к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від «___» _____ 2021 року № _____

2. Термін подання студентом проєкту 31 травня 2021

3. Вихідні дані до проєкту: вантажопідйомність – 180+20 т; проліт – 80 м; група класифікації крана – А2; швидкість підйому вантажу 100 т – 0,044 м/с; швидкість підйому вантажу 20 т – 0,25 м/с; швидкість пересування візку в/п 20 т – 0,5 м/с; висота підйому – 70 м; швидкість пересування крана – 0,5 м/с.

4. Зміст пояснювальної записки: Вступ; розрахунок механізмів головного та допоміжного підйому; розрахунок механізму пересування крана; інноваційна частина; охорона праці; технологічний процес обробки деталі. Висновки. Список літератури. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Кран козловий в/п 180+20 т - 2×А1. 2. Візок 180 т - А1. 3. Візок вантажний 20 т - А1. 4. Механізм пересування крана – А1. 5. Механізми підйому в/п 180 – А1. 6. Технологічний процес обробки деталі. 7. Інноваційна частина - 1 х А1.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 12.02.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
	1. Виконання розрахунково-пояснювальної записки:		
	1.1 Розрахунково-конструкторська частина	15.02.21 – 21.03.21	
	1.2 Інноваційна частина проекту	22.03.21 – 18.04.21	
	1.3 Розділ з охорони праці	19.04.21 – 02.05.21	
	1.4 Розділ з технології обробки деталі	03.05.21 – 23.05.21	
	2. Виконання графічної частини проекту	22.02.21 – 01.06.21	
	3. Оформлення розрахунково-пояснювальної записки	24.05.21 – 31.05.21	
	4. Захист дипломного проекту	15.06.21	

Студент

(підпис)

Артем Година
(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту

(підпис)

Олексій Неженцев
(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення			Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4				Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	ПГМ.ПД.21.04.00.00.000.ПЗ			Пояснювальна записка	97	
3	A1	ПГМ.ПД.21.04.00.00.000.СК			Кран козловий вантажопідйомністю 180+20 т	2	
4	A1	ПГМ.ПД.21.04.02.00.000.СК			Механізми підйому в/п 180 т	1	
5	A2x4	ПГМ.ПД.21.04.03.00.000.СК			Візок вантажопідйомністю 20 т	1	
6	A1	ПГМ.ПД.21.04.04.00.000.СК			Механізм пересування крана	1	
7	A1	ПГМ.ПД.21.04.04.00.000.СХ			Удосконалення гальмівних колодок кранових механізмів	1	
8	A1	ПГМ.ПД.21.04.02.00.001.СХ			Схеми технологічних наладок обробки барабана	1	

АНОТАЦІЯ

Година А.О. Кран козловий для перевантаження великогабаритних вантажів в портах і на залізничних станціях / Дипломний проект. - К.: КПІ ім. І.Сікорського, 2021 р.

Пояснювальна записка: 97 стор., 14 рисунків, 1 додаток, 12 джерел.

Об'єкт проектування - козловий кран вантажопідйомністю 180+20 т для перевантажувальних робіт в портах і на залізничних станціях.

Мета роботи – спроектувати основні механізми козлового крана вантажопідйомністю 180+20 т та удосконалити гальмівні колодки кранових механізмів.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- Зробити опис характеристик козлового крана вказавши його призначення.
- Виконати розрахунок механізму підйому в/п 100 т.
- Розрахувати механізм пересування крана.
- Виконати розрахунок механізму підйому в/п 20 т.
- Розробити технологічний процес обробки деталі крана.
- Виконати дослідження по удосконаленню пристрою контролю величини зносу фрикційної накладки колодкового гальма.
- Розробити розділ з охорони праці.
- Сформулювати висновки по дипломному проекту.

У бакалаврському дипломному проекті наведені розрахунки механізмів підйому, пересування крана. Розроблені розділи з технології обробки деталі, удосконалення пристрою контролю величину зносу фрикційної накладки колодкового гальма, а також з охорони праці.

КРАН, ВІЗОК ВАНТАЖНИЙ, МЕХАНІЗМ ПІДЙОМУ, МЕХАНІЗМ ПЕРЕСУВАННЯ, КАНАТ, БАРАБАН, ПРИСТРОЇ ГАЛЬМУВАННЯ

					ПГМ.ПД.21.00.000.А.ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Анотація			Літ.	Арк.	Аркуші	
Розроб.	Година							п	д		1
Перевір.	Неженцев							КПІ ім. І. Сікорського Кафедра ПГМ			
Реценз.											
Н. контр.											
Затверд.	Луговський										

SUMMARY

Godyna A. The gantry crane for reloading of superheavy cargoes in ports and at railway stations / Diploma project. - K.: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2021

Explanatory note: pp90, 14 figures, 1 appendix, 12 sources.

The object of design is a gantry crane with a capacity of 180 + 20 tons for trans-shipment works in ports and railway stations.

The purpose of the work is to design the main mechanisms of the gantry crane with a load capacity of 180 + 20 tons and to improve the brake pads of the crane mechanisms.

To achieve this goal, the following tasks were set:

- Make a description of the characteristics of the gantry crane, indicating its purpose.
- To calculate the lifting mechanism with a capacity of 100 tons.
- Calculate the mechanism of movement of the crane.
- To calculate the lifting mechanism with a capacity of 20 tons.
- To develop the technological process of processing the crane part.
- To Perform research to improve the device for monitoring the amount of wear of the friction lining of the brake pad.
- Develop a section on labor protection.
- To formulate conclusions on the diploma project.

In the bachelor's diploma project calculations of mechanisms of lifting, movement of the crane are resulted. Sections on technology of processing of a detail, improvement of the device of the control of size of wear of a frictional overlay of a shoe brake, and also on labor protection are developed.

CRANE, TRUCK, LIFTING MECHANISM, MOVING MECHANISM, ROPE, DRUM, BRAKING DEVICES

					ПГМ.ПД.21.00.000.А.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Година				Summary		
Перевір.	Нєженцев						
Реценз.							
Н. контр.							
Затверд.	Луговський						
					Літ.	Арк.	Аркушіє
					П	Д	1
					КПІ ім. І. Сікорського Кафедра ПГМ		

ЗМІСТ

Т

Стор.

Вступ	10
1 Призначення і характеристики козлового крана	11
2 Розрахунок механізмів і вузлів козлового крана	13
2.1 Розрахунок механізму допоміжного підйому в/п 20 т	13
2.1.1 Вибір каната	13
2.1.2 Визначення розмірів блоків і барабану	15
2.1.3 Розрахунок потужності двигуна і вибір редуктора	16
2.1.4 Вибір гальма	19
2.1.5 Вибір зубчастої муфти	20
2.2 Розрахунок механізму пересування крану	22
2.2.1 Визначення навантажень від ваги крана та вантажу	22
2.2.2 Розрахунок вітрових навантажень	23
2.2.3 Визначення тиску на ходові колеса з урахуванням інерційних навантажень	27
2.2.4 Розрахунок опору пересування крану	28
2.2.5 Вибір електродвигуна	30
2.2.6 Вибір гальма	36
2.3. Розрахунок механізму підйому в/п 100 т	37
2.3.1 Опис механізму головного підйому	37
2.3.2 Вибір каната	38
2.3.3 Розрахунок барабана	38
2.3.4 Розрахунок осі барабана	41
2.3.5 Розрахунок вузла кріплення каната до барабана	42
2.3.6 Вибір електродвигуна	43
2.3.7 Вибір гальма	45
2.3.8 Вибір зубчатих муфт	45
2.3.9 Розрахунок підшипників	46
3 Розробка технологічного процесу обробки деталі	48
3.1 Призначення і конструкція	48
3.2 Визначення типу виробництва	48
3.3 Вибір заготовки	50

					ПГМ.ПД.21.00.000.3.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Зміст		
Розроб.	Година						
Перевір.	Неженцев						
Реценз.							
Н. контр.							
Затверд.	Луговський				КПІ ім. І. Сікорського Кафедра ПГМ		
					Лім.	Арк.	Аркуші
					П	Д	1 2

3.4 Розробка маршрутного технологічного процесу механічної обробки деталі	52
3.5 Розрахунок припусків на обробку	58
3.6 Розрахунок режимів різання	60
3.7 Розрахунок норм часу	62
4 Удосконалення пристрою контролю величини зносу фрикційної накладки	64
5 Охорона праці	78
5.1 Правові основи охорони праці	78
5.2 Класифікація причин і методи аналізу виробничого травматизму та профзахворювань	81
5.3 Основи фізіології, гігієни праці та виробничої санітарії	82
5.4 Основи техніки безпеки на виробництві	85
5.5 Основи пожежної безпеки	86
Висновки	88
Список літератури	89
Додаток	90

					ПГМ.ПД.21.00.000.3.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		2

ВСТУП

Однією з основних задач, що стоять перед майбутнім інженером-конструктором і механіком, є створення нових більш досконалих машин і установок, що відповідають вимогам сучасних умов і забезпечують повну механізацію та автоматизацію трудомістких робіт з підйому і переміщення вантажів.

За своїм рівнем нові машини повинні бути досконаліше своїх попередників, відповідати високим вимогам науково-технічного прогресу. Особливо високі вимоги пред'являються до унікальних вантажопідйомних машин, що виконують відповідальні задачі в різних галузях народного господарства.

Широке розповсюдження козлових кранів - одного із засобів механізації виробничих операцій, навантажувально-розвантажувальних і ремонтних робіт вимагає удосконалення їх конструкцій, підвищення продуктивності, а також зниження ваги на одиницю вантажопідйомності або продуктивності.

За місцем установки і характеру використання ПТМ діляться на пересувні і стаціонарні, що значною мірою визначає конструкцію, впливає на організацію і технологію їх монтажу, експлуатації і ремонту.

Спеціальні конструкторські бюро ведуть роботу по подальшому удосконаленню машин, що серійно випускаються, підвищенню їх техніко-економічних показників, поліпшенню умов праці машиністів.

В процесі модернізації машин, що випускаються, підвищується їх вантажопідйомність, в конструкціях застосовують уніфіковані механізми.

В дипломному проекті спроектовано та удосконалено козловий кран вантажопідйомністю 180+20 т для перевантажувальних робіт в портах та на залізничних станціях.

					<i>ПГМ.ПД.21.00.000.В.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Година</i>				<i>ВСТУП</i>			
<i>Перевір.</i>	<i>Нєженцев</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>	<i>Луговський</i>							
						<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						<i>П</i>	<i>Б</i>	
							<i>1</i>	<i>1</i>
						<i>КПІ ім. І. Сікорського Кафедра ПГМ</i>		

1 ПРИЗНАЧЕННЯ І ХАРАКТЕРИСТИКИ КОЗЛОВОГО КРАНА

Козлові крани застосовують для обслуговування відкритих складів і навантажувальних площадок (крани загального призначення), монтажу збірних будівельних споруджень і устаткування промислових підприємств (будівельно-монтажні крани), обслуговування гідротехнічних споруджень, перевантаження великотоннажні контейнерів і довгомірних вантажів (крани спеціального призначення).

Кран козловий вантажопідйомністю 180+20 т., призначений для перевантажувальних робіт на залізничних станціях.

Кран складається з двохбалочної, двохконсольної металоконструкції коробчастого перетину, затягування опор якої з'єднуються за допомогою осей з головними балансирами механізму пересування крана.

На верхньому поясі пролітної балки металоконструкції встановлені рейки, по яких пересуваються вантажні візки.

Тупикові упори і кінцеві вимикачі обмежують хід і розташовані відносно один одного візків.

Електроживлення візків здійснюється за допомогою гнучких токопроводів, розташованих між балками моста.

Для безпечної роботи крана і запобігання його уgonу вітром встановлені протиугінні захвати, що спрацьовують від сигналу анемометра при досягненні гранично-припускну швидкості вітру або за сигналом крановика.

Кран обладнаний допоміжними металоконструкціями, сходами і площадками для входу на кран і доступу до механізмів.

Кабіна оператора прикріплена до візка. Кран обладнаний радіозв'язком і гучномовним зв'язком між стропальником і крановиком.

Електроустаткування встановлене в окремому приміщенні встановленому на верхньої будівлі.

Кран обладнаний буферами, кінцевими вимикачами та іншими пристроями, що забезпечують його безпечну роботу.

					ПГМ.ПД.21.00.001.ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Призначення і характеристики козлового крана				Літ.	Арк.	Аркуші		
Розроб.	Година								П	Д		1	2
Перевір.	Неженцев								КПІ ім. І. Сікорського Кафедра ПГМ				
Реценз.													
Н. контр.													
Затверд.	Луговський												

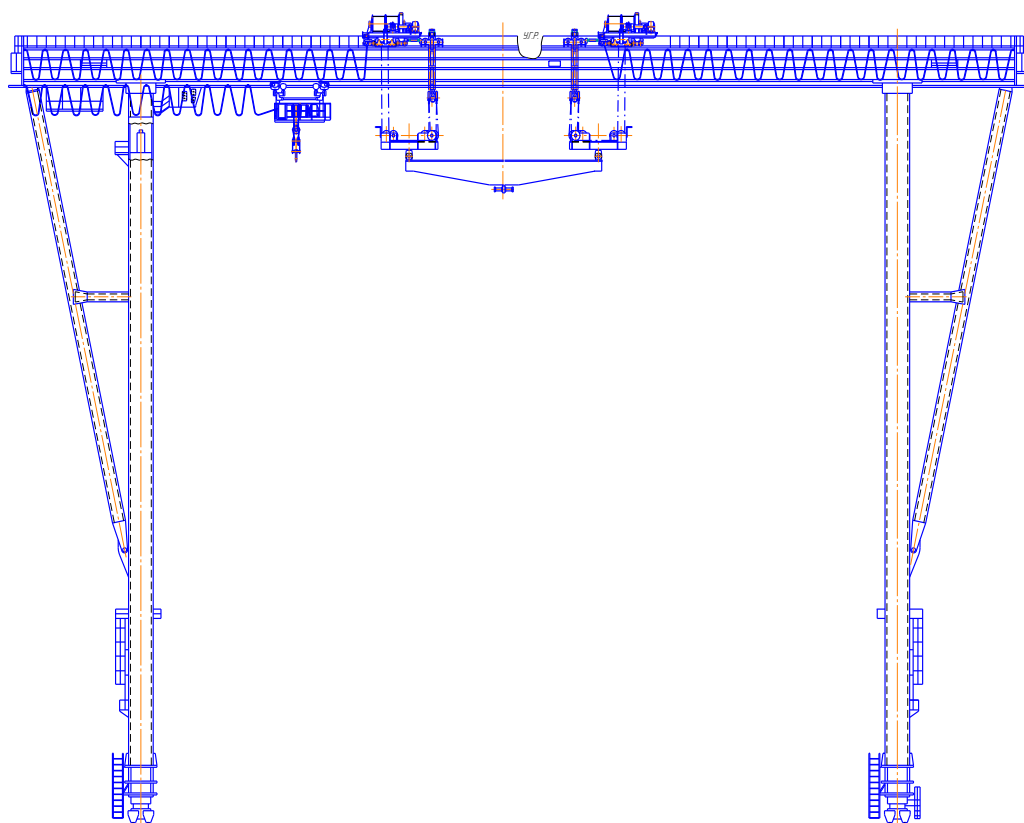


Рисунок 1.1 - Козловий кран вантажопідйомністю 180+20 т для перевантажувальних робіт на залізничних станціях

Мета роботи – спроектувати основні механізми козлового крана вантажопідйомністю 180+20 т та удосконалити гальмівні колодки кранових механізмів.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- Виконати розрахунок механізму підйому в/п 100 т.
- Розрахувати механізм пересування крану.
- Виконати розрахунок механізму підйому в/п 20 т.
- Розробити технологічний процес обробки деталі крана.
- Виконати дослідження по удосконаленню пристрою контролю величини зносу фрикційної накладки колодкового гальма.
- Розробити розділ з охорони праці.
- Сформулювати висновки по дипломному проекту.

					ПГМ.ПД.21.00.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		2

2 РОЗРАХУНОК МЕХАНІЗМІВ І ВУЗЛІВ КОЗЛОВОГО КРАНУ

2.1 Розрахунок механізму допоміжного підйому в/п 20 т.

На крані встановлений вантажний візок $Q = 20$ т, що виконує роль допоміжного підйому.

Кінематична схема механізму представлена на рис. 2.1.

На візку застосований здвоєний двократний поліспаст.

Вихідні дані:

Вантажопідйомність $Q = 20$ т.

Швидкість підйому: $V = 0,25$ м/с.

Висота підйому $H = 70$ м.

Група класифікації $A2$.

2.1.1 Вибір каната

Для механізму допоміжного підйому вибраний двократний ($i_{\pi} = 2$), здвоєний ($K_d = 2$) поліспаст.

Число гілок каната, на яких підвішений вантаж (Z):

$$Z = i_{\pi} \cdot K_d;$$

$$Z = 2 \cdot 2 = 4 \text{ (гілки).} \quad (2.1)$$

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Година				РОЗРАХУНОК МЕХАНІЗМІВ І ВУЗЛІВ КОЗЛОВОГО КРАНУ		
Перевір.	Неженцев						
Реценз.							
Н. контр.							
Затверд.	Луговський						
					Літ.	Арк.	Аркушів
					П	Д	1 35
					КПІ ім. І. Сікорського Кафедра ПГМ		

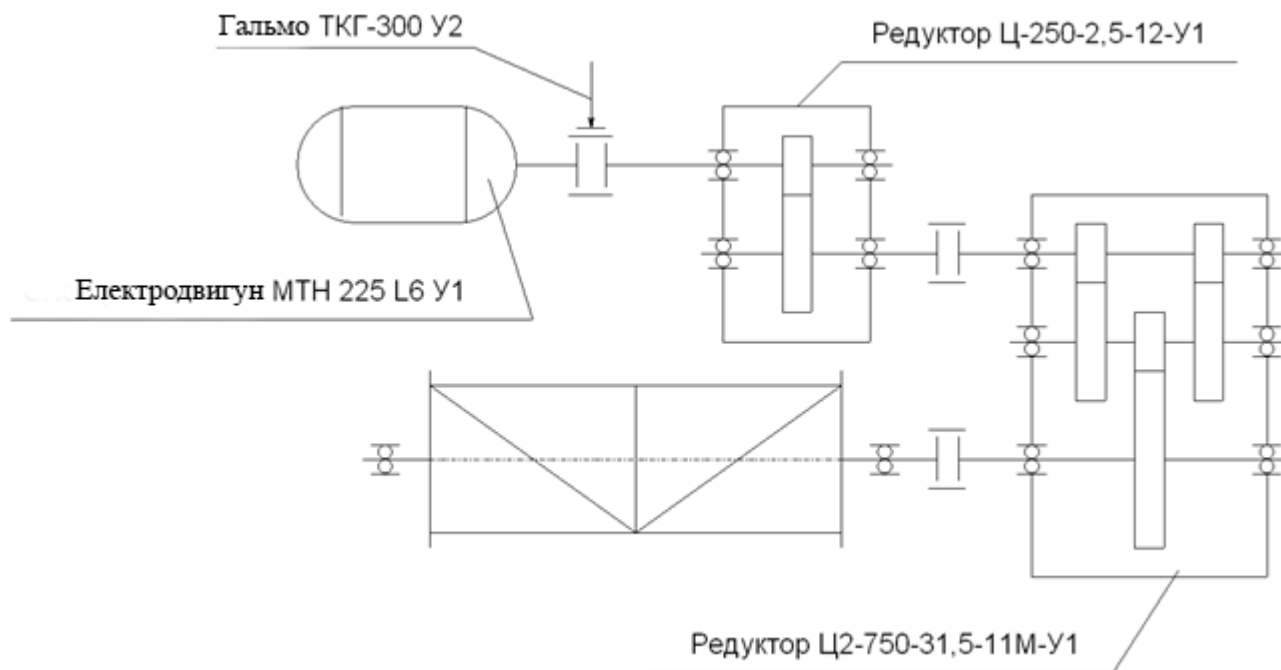


Рисунок 2.1 - Кінематична схема механізму підйому в/п 20 т

Максимальне зусилля в канаті, що набігає на барабан при підйомі вантажу (S_{\max}):

$$S_{\max} = \frac{Q + G_{\Pi}}{Z \cdot \eta_{\Pi}}, \quad (2.2)$$

де G_{Π} - вага підвіски;

η_{Π} – К.К.Д. поліспасту при збіганні каната з нерухомого блоку.

$$\eta_{\Pi} = \frac{1 - \eta_{\delta}^i}{(1 - \eta_{\delta})^i} = \frac{1 - 0,97^2}{(1 - 0,97)^2} = 0,985, \quad (2.3)$$

де η_{δ} - К.К.Д. блоку з урахуванням жорсткості каната, для блоку на підшипниках кочення $\eta_{\delta} = 0,97$.

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		2

$$S_{\max} = \frac{(200000 + 7000)}{4 \cdot 0,985} = 52538 \text{ Н.}$$

Вибір каната виробляється відповідно до Правил Держпраці по допустимому розривному зусиллю S_p :

$$S_p \geq S_{\max} \cdot Z_p = 52538 \cdot 3,35 = 176002 \text{ Н,} \quad (2.3)$$

де Z_p – мінімальний коефіцієнт використання каната (мінімальний коефіцієнт запасу міцності каната), для А2 $Z_p = 3,35$, [3, 8].

Вибираємо канат 17,5-Г-I-H-1764 (180) ГОСТ 7669-80 з діаметром каната $d = 17,5$ мм, розрахунковій межі міцності дротів $\sigma = 1570 \text{ Н/мм}^2$, з розривним зусиллям каната $S_{pk} = 181,5 \text{ кН}$ [3, 8].

Фактичний запас міцності каната ($Z_{pф}$):

$$Z_{pф} = \frac{S_{pk}}{S_{\max}} = \frac{181500}{52538} = 3,45. \quad (2.4)$$

2.1.2 Визначення розмірів блоків і барабана

Припустимий мінімальний діаметр барабана по осі навитого каната визначимо по формулі за правилами Держпраці [3, 8]:

$$D_{\sigma} \geq d_k \cdot h_1 = 17,5 \cdot 12,5 = 218,75 \text{ мм,} \quad (2.5)$$

де $d_k = 17,5$ мм – діаметр каната;

$h_1 = 12,5$ – коефіцієнт вибору діаметра барабана, що залежить від групи класифікації механізму.

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		3

Прийmemo діаметр барабана по дну канавки рівним $D_{\text{бд}} = 800$ мм.

Тоді діаметр барабана по осі намотуваного каната $D_{\text{б}} = 821$ мм.

Найменший допустимий діаметр навивки каната на барабан:

$$D_{\text{б}} = 0,6 \cdot D_{\text{бд}} = 0,6 \cdot 800 = 480 \text{ мм.} \quad (2.6)$$

Приймаємо діаметр блоку підвіски крюка по осі намотуваного каната $D = 500$ мм.

Діаметр зрівняльного блоку:

$$D_y = (0,6 \div 0,8) \cdot D = (0,6 \div 0,8) \cdot 500 = 300 \div 400. \quad (2.7)$$

Приймаємо $D_y = 450$ мм.

2.1.3 Розрахунок потужності двигуна і вибір редуктора

Потужність двигуна механізму допоміжного підйому при сталому режимі, при підйомі номінального вантажу:

$$N_{\text{ст}} = \frac{(Q + G) \cdot V}{1000 \cdot \eta_{\text{мех}}} \text{ кВт,} \quad (2.8)$$

де $\eta_{\text{мех}}$ - загальне ККД механізму підйому;

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		4

$$\eta_{\text{мех}} = \eta_{\text{пол}} \cdot \eta_{\text{бар}} \cdot \eta_{\text{р}} \cdot \eta_{\text{м}} = 0,99 \cdot 0,98 \cdot 0,94 \cdot 0,99 = 0,894;$$

$$\eta_{\text{пол}} = 0,99 - \text{ККД поліспаста};$$

$$\eta_{\text{бар}} = 0,98 - \text{ККД барабана};$$

$$\eta_{\text{ред}} = 0,94 - \text{ККД редуктора};$$

$$\eta_{\text{м}} = 0,98 - \text{ККД муфти};$$

$$N_{\text{ст}} = \frac{(200000 + 7000) \cdot 0,25}{1000 \cdot 0,894} = 57,9 \text{ кВт.}$$

Вибираємо електродвигун МТН 612-10, $N = 70 \text{ кВт}$, $n = 560 \text{ об/хв}$.

Номінальний момент при ТВ 25%:

$$M_{\text{н}} = \frac{9550 \cdot N}{n} = \frac{9550 \cdot 70}{560} = 1193,8 \text{ Нм.} \quad (2.9)$$

Завантаження двигуна при ТВ 25%:

$$\alpha = \frac{M_{\text{дв}}}{M_{\text{н}}} = 0,68. \quad (2.10)$$

Передавальне число редуктора:

$$i_{\text{р}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{б}}} = \frac{560}{11,9} = 47,06, \quad (2.11)$$

де $n_{\text{б}}$ - частота обертання барабана:

$$n_{\text{б}} = \frac{V_{\text{к}}}{\pi D_{\text{бд}}} = \frac{V}{\pi D_{\text{бд}}} = \frac{2 \cdot 0,25 \cdot 60}{3,14 \cdot 0,8} = 11,9 \text{ об/хв.} \quad (2.12)$$

Для забезпечення необхідної швидкості вибираємо редуктор Ц2-750-50,94 з передавальним відношенням 50,94, який з'єднаний з електродвигуном через про-

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		5

міжний редуктор Ц-250-2,5, з передавальним відношенням 2,54. Загальне передавальне відношення механізму $i = 129,4$.

Допустима величина граничного моменту переданого редуктором:

$$M_{\text{пред}} = \Psi \cdot M_p = 9550 \frac{N_p}{n_p};$$

$$M_{\text{пред}} = 1,6 \cdot 9550 \frac{90}{510} = 2696 \text{ Н} \cdot \text{м},$$
(2.13)

де $\Psi = 1,6$ - кратність пускового моменту вибраного редуктора.

Число зворотів барабана:

$$n_{\text{б}} = \frac{n_{\text{дв}}}{i} = \frac{560}{129,4} = 4,3 \text{ об/хв}.$$
(2.14)

Дійсна швидкість підйому вантажу:

$$V = \frac{\pi \cdot D_{\text{бд}} \cdot n_{\text{б}}}{2 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 0,8 \cdot 4,3}{2 \cdot 60} = 0,09 \text{ м/с}.$$
(2.15)

Статистичний момент на валу двигуна при підйомі вантажів, різних по вазі:

$$M_{\text{п}} = \frac{S_{\text{max}} \cdot m \cdot D_{\text{бд}}}{2 \cdot i \cdot \eta_{\text{мех}}^1},$$
(2.16)

де m - число гілок каната, що навивається на барабан.

$$M_{\text{п}} = \frac{52538 \cdot 2 \cdot 0,8}{2 \cdot 129,4 \cdot 0,9} = 361 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		6

Час пуску двигуна при підйомі вантажу:

$$t_{\Pi} = \frac{9,55 \frac{(Q+G)V^2}{n_d \cdot \eta_{\text{мех}}} + \frac{n}{375} \cdot 1,2(GD^2 + GD_M^2)}{M_{\Pi}^{\text{ср}} - \frac{(Q+G)D_{\text{бд}}}{2_{\text{мір}} \eta_{\text{мех}}}}; \quad (2.17)$$

$$t_{\Pi} = \frac{9,55 \frac{(200000 + 7000) \cdot 0,25^2}{560 \cdot 0,894} + \frac{560}{375} \cdot 1,2(21 + 28)}{2148,8 - \frac{(200000 + 7000) \cdot 0,8}{2 \cdot 2 \cdot 129,4 \cdot 0,894}} = 0,19 \text{с},$$

$M_{\Pi}^{\text{ср}}$ - середній пусковий момент двигуна;

$$M_{\Pi}^{\text{ср}} \approx (1,7 \div 1,8) M_H = 1,8 \cdot 1193,8 = 2148,8 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (2.18)$$

Середнє прискорення

$$a_{\text{ср}} = \frac{V}{t_{\Pi}} = \frac{0,25}{0,19} = 1,32 \text{ м/с}^2 \quad (2.19)$$

2.1.4 Вибір гальма

Гальмівний момент механічного підйому вибирається виходячи з умови надійності утримання вантажу на вазі:

$$M_T = K \cdot M_{\text{ст}}, \quad (2.20)$$

де $K = 1,75$ – коефіцієнт запасу гальмування.

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Статичний момент на валу двигуна при гальмуванні:

$$M_{cm.m} = \frac{(Q + G)D_{\delta\delta} \cdot \eta_{Mex}}{2i \cdot m}, \quad (2.21)$$

$$M_{cm.m} = 1,75 \frac{(200000 + 7000) \cdot 0,8 \cdot 0,894}{2 \cdot 2 \cdot 129,4} = 501 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Вибираємо гальмо ТКГ-300 з гальмівним моментом $M_{Tmax} = 800 \text{ Нм}$

$$t_T = \frac{9,55 \frac{(Q + G)V^2}{n_D} \cdot \eta + 1,2 \cdot \frac{n_D}{375} (GD_P^2 + GD_M^2)}{M_T - \frac{(Q + G)D_{\delta\delta} \cdot \eta_o}{2mi}}; \quad (2.22)$$

$$t_T = \frac{9,55 \frac{(200000 + 7000) \cdot 0,25^2}{560} \cdot 0,894 + 1,2 \frac{560}{375} (21 + 28)}{\left(877 - \frac{(200000 + 7000) \cdot 0,8 \cdot 0,894}{2 \cdot 2 \cdot 129,4} \right)} = 0,48 \text{ с}.$$

Середнє уповільнення:

$$a_{T.c.p} = \frac{V}{t_T} = \frac{0,25}{0,48} = 0,52 \text{ м/с}^2.$$

2.1.5 Вибір зубчастої муфти

Момент M_1 переданий зубчастою муфтою обмежується умовою:

$$M_1 \leq \frac{M_{max}}{k_1}, \quad (2.27)$$

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		8

де M_{\max} - найбільший крутний момент переданий муфтою, ГОСТ 5006-85;

k_1 - коефіцієнт запасу, що враховує ступінь відповідальності передачі [2],
 $k_1 = 1,8$.

Обрано муфту М38-Н140-ДО140 з наступними параметрами:

$$M_1 = \frac{23600}{1,8} = 13111 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad n_{\max} = 1900 \text{ об/хв}; \quad M_{\max} = 23600 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент робочий: $M_{\text{н}} = 1193,8 \text{ Н} \cdot \text{м} < M_{\text{м}}$.

Момент максимальний: $M_{\text{дв.}}^{\max} = 3200 \text{ Н} \cdot \text{м} < M_{\text{м}}$.

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		9

2.2 Розрахунок механізму пересування крану

Кран переміщується по 4-ом рейкам: під кожним з двох порталів розташовується двоколійна дорога з ж/д колією з рейкою Р50. Відстань між осями обох колій складає проліт крану - 80 м. Кожен портал спирається на 2 два головні балансири механізму пересування, всього на крані 4 головних балансира механізму пересування. Кожен головний балансір у свою чергу спирається на 4 візки.

Таким чином, механізм пересування крану має 16 приводних візків, всього 32 ходових коліс, з яких половина - приводні.

Кінематична схема приводної візка механізму пересування крану наведена на рис. 2.2.

Вихідні дані:

Вага крану	$G_k = 11297000 \text{ Н}$
Вага візків	$G_v = 1648500 \text{ Н}$
Вага вантажу	$G_r = 1800000 \text{ Н}$
Режим роботи	A2
Число ходових коліс	32
Діаметр ходового колеса	$D_{х.к.} = 0,75 \text{ м}$
Тип рейки	P 50
Рід струму	змінний
Проліт крану	80 м.

2.2.1 Визначення навантажень від ваги крану і вантажу

Вага крану без візка:

$$G_k - G_v = 11297000 - 1648500 = 9648500 \text{ Н.} \quad (2.28)$$

Вага крану, що доводиться на кожен опору:

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_k^1 = \frac{G_k - G_T}{2} = \frac{9648500}{2} = 4824250 \text{ Н.} \quad (2.29)$$

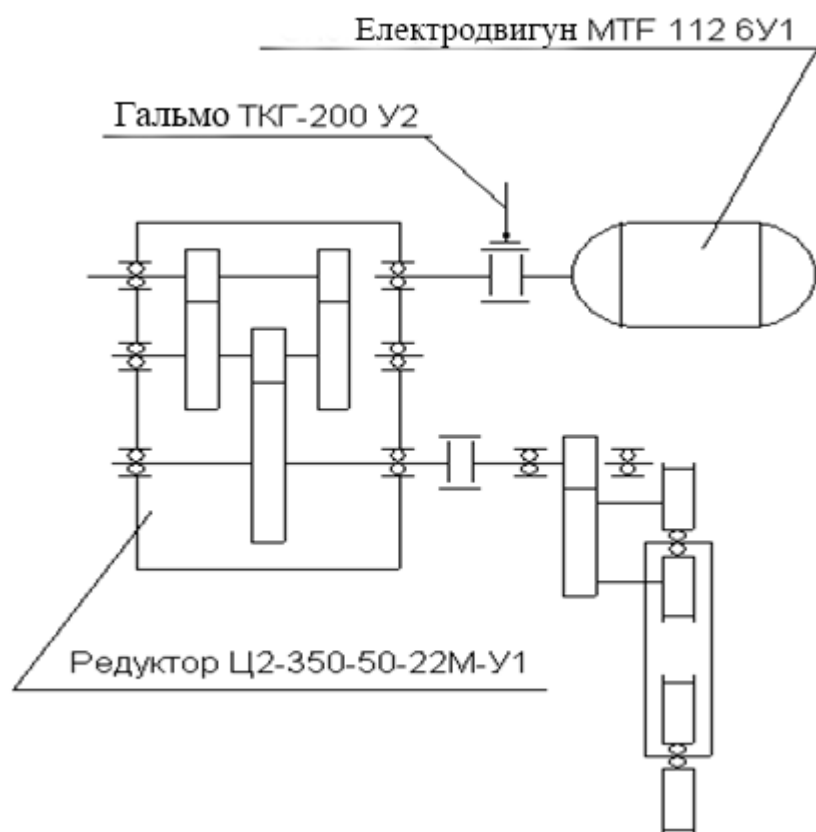


Рисунок 2.2 - Кінематична схема механізму пересування крану

2.2.2 Розрахунок вітрових навантажень

Вітер уздовж підкранових доріг навітряна площа опори: $F_o = 45,9 \text{ м}^2$.

Навітряна площа балки: $F_b = 82,5 \text{ м}^2$.

Навітряна площа візка: $F_T = 50 \text{ м}^2$.

Навітряна площа крану без вантажу:

$$F_k = 2F_o + F_b + F_T = 2 \cdot 45,9 + 82,5 + 50 = 224 \text{ м}^2. \quad (2.30)$$

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ

Арк.

11

Навітряна площа вантажу: $F_2 = 97 \text{ м}^2$.

Навітряна площа крану з вантажем: $F_{к.з} = 224 + 97 = 321 \text{ м}^2$.

Визначимо статичну складову вітрового навантаження для робочого і неробочого стану крану.

Навантаження робочого стану.

Вітрове навантаження на 2 опори:

$$\begin{aligned} P_{\text{BO}} &= 2 \cdot (P'_{\text{BO}} + P''_{\text{BO}}) \\ P_{\text{BO}} &= g_{\text{к.с}} F_{\Pi}^0 \end{aligned} \quad ; \quad (2.31)$$

$n = 1$ - коефіцієнт перевантаження [2];

$g_{\text{к.с}} = 125 \text{ Па}$ - динамічний тиск вітру;

$K_1 = 1$ – коефіцієнт враховує зміну динамічного тиску по висоті [2],

$K_1 = 1,2$;

$C = 1,4$ - коефіцієнт аеродинамічної сили [2].

$$P'_{\text{BO}} = \frac{125}{9,8} \cdot 1,0 \cdot 1,4 \cdot 15,9 = 284 \text{ Н},$$

$$P''_{\text{BO}} = \frac{125}{9,8} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 30 = 643 \text{ Н},$$

$$P_{\text{BO}} = 2 (284 + 643) = 1854 \text{ Н}.$$

Вітрове навантаження на балку:

$$P_{\text{Бб}} = \frac{125}{9,8} \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 97 = 1710 \text{ Н}. \quad (2.32)$$

Вітрове навантаження на візок:

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		12

$$P_{\text{вт}} = \frac{125}{9,8} \cdot 1,5 \cdot 1,4 \cdot 50 = 1350 \text{ Н.} \quad (2.33)$$

Вітрове навантаження на кран без вантажу:

$$P_{\text{кр}} = P_{\text{во}} + P_{\text{вб}} + P_{\text{вт}} = 1854 + 1710 + 1350 = 4915 \text{ Н.} \quad (2.34)$$

Вітрове навантаження на кран з вантажем:

$$P_{\text{кр.г}} = P_{\text{кр}} + P_{\text{гр}} = 4915 + 1610 = 6919 \text{ Н.} \quad (2.35)$$

Навантаження неробочого стану.

Вітрове навантаження на опори [2]:

$$P_{\text{воН}} = P_{\text{в.о.}} \cdot \frac{g_{\text{Н}}}{g}; \quad (2.36)$$

$$g_{\text{Н}} = 450 \text{ Па;}$$

$$P_{\text{воН}} = 1854 \cdot \frac{450}{125} = 6674 \text{ Н.}$$

Вітрове навантаження на балку:

$$P_{\text{вб.Н}} = P_{\text{вб}} \cdot \frac{g_{\text{Н}}}{g_{\text{к.с}}} = 2005 \cdot \frac{450}{125} = 7218 \text{ Н.} \quad (2.37)$$

Вітрове навантаження на візок:

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		13

$$P_{\text{ВТН}} = P_{\text{ВТ}} \cdot \frac{g_{\text{Н}}}{g_{\text{К.С}}} = 1350 \cdot \frac{450}{125} = 4860 \text{ Н.} \quad (2.38)$$

Вітрове навантаження на кран в неробочому стані:

$$P_{\text{ВКН}} = P_{\text{ВОН}} + P_{\text{ВОН}} + P_{\text{ВТН}} \\ P_{\text{ВКН}} = 6674 + 7218 + 4860 = 18752 \text{ Н.} \quad (2.39)$$

Вітер направлено в торець крану.

Навітряна площа: $F = 118,7 \text{ м}^2$.

Навантаження робочого стану.

Вітрове навантаження на опору:

$$P'_{\text{В.О.Т}} = \frac{125}{9,8} \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 71,5 = 1277 \text{ Н;} \\ P''_{\text{В.О.Т}} = \frac{125}{9,8} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 47,2 = 1011 \text{ Н;} \\ P'''_{\text{В.О.Т}} = 1277 + 1011 = 2288 \text{ Н.} \quad (2.40)$$

Вітрове навантаження на візок:

$$P_{\text{В.Т.Т}} = \frac{125}{9,8} \cdot 1,5 \cdot 1,4 \cdot 56 = 1500 \text{ Н.} \quad (2.41)$$

Вітрове навантаження на вантаж:

$$P_{\text{В.Г.Т}} = \frac{125}{9,8} \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 97 = 1710 \text{ Н.} \quad (2.42)$$

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		14

Вітрове навантаження на кран:

$$P'_{\text{в.к}} = 2288 + 1500 + 1710 = 5498 \text{ Н.} \quad (2.43)$$

2.2.3 Визначення тиску на ходові колеса з врахуванням інерційних навантажень

2.2.3.1. Горизонтальні навантаження на опору А, що діють уздовж підкранової колії, виникають при гальмуванні крану:

$$H_i = \frac{(G_m \cdot G_T \cdot G_r) \cdot V_{\text{пр}}}{60 \cdot g \cdot t}, \quad (2.44)$$

де G_m - вага металоконструкції крану;

$G_T = 1648500$ Н вага візка;

$G_r = 1800000$ Н вага вантажу;

$V_{\text{пр}} = 0,257$ м/с швидкість пересування крану;

$t = 6$ с - час гальмування.

а) Навантаження від ваги візка з вантажем:

$$H_{T+r} = \frac{(1648500 + 1800000) \cdot 0,257}{9,81 \cdot 6} = 15057 \text{ кН.} \quad (2.45)$$

Навантаження, що прикладене на рівні підвізкової рейки.

б) Навантаження від ваги моста крану і устаткування розташованого на ньому:

$$H_{M+O} = \frac{950000 \cdot 0,257}{2 \cdot 9,81 \cdot 6} = 2074 \text{ кН.} \quad (2.46)$$

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		15

Навантаження, що прикладене на рівні осі моста.

в) Навантаження від ваги опори:

$$H_{m+o} = \frac{1500000 \cdot 0,257}{2 \cdot 9,81 \cdot 6} = 3275 \text{ кН} . \quad (2.47)$$

Навантаження на колеса найбільш навантаженої опори від інерційної сили, що діє на кран:

$$H = \frac{\sum H_i \cdot h_s}{\frac{\Pi}{2} \cdot B} ; \quad (2.48)$$

$$H = \frac{15057 + 2074 \cdot 24,4 + 3275 \cdot 14,68}{\frac{10}{2} \cdot 9,4} = 24,2 \text{ кН} .$$

2.2.4 Розрахунок опору пересуванню крану

Статичний опір пересування на рейковому шляху для механізму:

$$W_i = W_{тр} \pm W_y \pm P_{в.с} \quad (2.49)$$

де $W_{тр}$ - опір від тертя в ходових частинах на прямолінійних ділянках;

$\pm W_y$ - опір пересуванню під уклон шляху з кутом γ , («+» - при русі крана на підйом, «-» - при спуску під уклон);

$\pm P_{в}$ - опір пересуванню від сили тиску вітру («+» - при русі проти вітру, «-» - при русі за вітром).

Опір від тертя, на прямолінійних ділянках:

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		16

$$W_{\text{тр}} = G_{\text{к}} \frac{\mu d + 2k}{D} \cdot C. \quad (2.50)$$

Розрахунок потужності електродвигуна ведемо з умови, що візок з вантажем розташований посередині прольоту крану.

$G_{\text{к}}$ - навантаження від ваги крану з вантажем;

$$G_{\text{к}} = 11297000 \text{ Н};$$

D і d - діаметри колеса і його цапфи;

μ - коефіцієнт тертя підшипників:

$$\mu = 0,015:0,02;$$

k - плече тертя кочення, $k = 0,5-0,6$;

$C = 1,5$ – коефіцієнт, що враховує тертя реборд коліс об рейки та тертя елементів струмопідводу.

$$W_{\text{тр}} = 11297000 \cdot \frac{0,02 \cdot 200 \cdot 2 \cdot 0,6}{1000} \cdot 1,5 = 81338 \text{ Н}.$$

Опір від уклону підкранової колії:

$$W_{\text{у}} = G_{\text{к}} \cdot i_{\text{у}}, \quad (2.51)$$

де $i_{\text{у}}$ – уклон в тисячних долях, $i_{\text{у}} = 0,002$

$$W_{\text{у}} = 11297000 \cdot 0,002 = 22594 \text{ Н}.$$

Опір пересуванню від сили тиску вітру:

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{\text{BC}} = 0,6P_{\text{B}}; \quad (2.52)$$

$$P_{\text{B}} = 0,6 \cdot 69190 = 41510 \text{ Н}.$$

Опір пересуванню крану:

$$W_{\text{c}} = 81338 + 22594 + 41510 = 145442 \text{ Н}, \quad (2.53)$$

2.2.5 Вибір електродвигуна

Статична потужність електродвигуна:

$$N_{\text{c}} = \frac{W_{\text{c}} \cdot V}{1000\eta}, \text{ кВт}, \quad (2.54)$$

де V - швидкість пересування крана в м/с, $V = 0,257$ м/с;

$\eta = 0,97$ - ККД механізму пересування.

$$N_{\text{c}} = \frac{145442 \cdot 0,257}{1000 \cdot 0,97} = 38,5 \text{ кВт}.$$

Потужність одного електродвигуна:

$$N_{\text{дв}} = \frac{38,5}{8} = 4,8 \text{ кВт}, \quad (2.55)$$

де 8 – загальна кількість електродвигунів, встановлених на механізмі пересування крану (по 4 на кожній опорі).

Вибираємо електродвигун типу МТФ 112-6У1, $N = 5$ кВт при ТВ 40%,
 $n = 930$ об/хв⁻¹.

Вибираємо редуктор Ц2-350-50 з передавальним відношенням $i_p = 50,94$ і відкриту зубчасту передачу з передавальним відношенням 2,8. Загальне передавальне відношення механізму $i = 142,63$.

Фактична швидкість пересування крану складе:

$$V = \pi \frac{n_{\phi} \cdot d_B}{i} \cdot D, \text{ м/с};$$

$$V = 3,14 \cdot \frac{930}{142,63 \cdot 60} \cdot 0,75 = 0,256 \text{ м/с.} \quad (2.56)$$

Потужність електродвигуна при ТВ25% складає:

$$N = 5 \sqrt{\frac{40}{25}} = 6,32 \text{ кВт.} \quad (2.57)$$

Вибраний двигун перевіряється на час пуску з вантажем вгору по уклону проти вітру:

$$t_{\pi} = \frac{1,2(GD_p^2 + GD_M^2)n_{\phi_{дв}}}{375(M_{\pi}^{cp} - M_H)} + \frac{9,55 \cdot G_K \cdot V^2}{n_{\phi_{дв}} \eta (M_{\pi}^{cp} - M_c) \cdot K} \quad (2.59)$$

де GD_p^2 і Gd_d^2 - махові моменти ротору двигуна і муфти

$$GD_p^2 = 40 \text{ Н} \cdot \text{м}^2; \quad GD_M^2 = 22,76 \text{ Н} \cdot \text{м}^2;$$

$M_{\pi}^{cp} \approx (1,7 : 1,8)M_H$ – середній пусковий момент ;

$$M_H = 9550 \cdot \frac{N}{n} = 9550 \cdot \frac{6,32}{930} = 64,95 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\pi}^{cp} = 1,8M_H = 1,8 \cdot 64,95 = 116,9 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$k = 8$ - кількість двигунів.

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Статичний момент на валу кожного двигуна:

$$M_c = \frac{W_c \cdot D}{2i\eta}; \quad (2.60)$$

$$M_c^1 = \frac{145442 \cdot 0,75}{2 \cdot 73,6 \cdot 0,91} = 814 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (2.61)$$

Статичний момент на валу одного двигуна:

$$M_c = \frac{814}{8} = 101,8 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$t_n = \frac{1,2 \cdot (4 + 2,276) \cdot 494}{375 \cdot (116,9 - 101,8)} + \frac{9,55 \cdot 1129700 \cdot 0,256^2}{494 \cdot 0,91(116,9 - 64,95) \cdot 8} = 0,66 + 3,78 = 4,44 \text{ с} \quad (2.62)$$

Електричною схемою має бути забезпечений час пуску, який приблизно дорівнює 6 с., тоді прискорення

$$a_n = \frac{v}{t_n} = \frac{0,256}{6} = 0,04 \text{ м/с}^2. \quad (2.63)$$

Визначимо запас зчеплення ходових коліс з рейками.

При пуску крана вгору проти вітру:

$$n = \frac{N_{\text{пр}} (\mu_0 + f_0^{\min})}{P_u + W_c}, \quad (2.64)$$

де $N_{\text{пр}}$ – навантаження на приводні колеса;

μ_0 – коефіцієнт зчеплення приводного колеса з рейкою, $\mu_0 = 0,12$;

$f_{0\min}$ – коефіцієнт опору пересуванню;

P_u – сила інерції маси крана з вантажем або без вантажу.

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

а) кран з вантажем:

$$N_{\text{пр}} = \frac{G_{\text{к}} \cdot \Pi_{\text{пр}}}{n}, \quad (2.65)$$

де $\Pi_{\text{пр}}$ – загальне число приводних коліс.

$$\begin{aligned} N_{\text{пр}} &= \frac{11297000 \cdot 16}{32} = 7410000 \text{H}; \\ P_{\text{у}}^{\text{гр}} &= \frac{G_{\text{к}} \cdot V}{d \cdot t_{\text{n}}}; \\ P_{\text{у}}^{\text{гр}} &= \frac{11297000 \cdot 0,257}{9,8 \cdot 6} = 49376 \text{H}; \\ W_{\text{с}}^{\text{гр}} &= W_{\text{тр}}^{\text{max}} + W_{\text{y}} + P_{\text{в}}; \end{aligned} \quad (2.66)$$

$$\begin{aligned} W_{\text{с}}^{\text{гр}} &= 96330 + 24700 + 69190 = 190220 \text{H}; \\ n &= \frac{741000 \cdot (0,12 + 0,006)}{49376 + 19022} = 1,4. \end{aligned}$$

б) кран без вантажу:

$$\begin{aligned} N_{\text{пр}} &= \frac{6050000 \cdot 16}{32} = 3025000 \text{H}; \\ P_{\text{у}}^{\text{б.гр}} &= \frac{6050000 \cdot 0,257}{9,8 \cdot 6} = 26443 \text{H}; \\ W_{\text{с}}^{\text{б.гр}} &= W_{\text{пр}}^{\text{max}} + W_{\text{y}}^{\text{б.гр}} + P_{\text{в.к}}; \\ W_{\text{тр}}^{\text{б.г. max}} &= G_{\text{к}}^{\text{б.гр}} \cdot \frac{\mu d + 2_{\text{к}}}{D} \cdot C; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
W_{TP}^{6.г. max} &= 6050000 \cdot \frac{0,02 \cdot 200 + 2 \cdot 0,6}{1000} \cdot 1,5 = 47190 \text{ Н}; \\
W_y^{6.г} &= G_k^{6.г} \cdot i = 6050000 \cdot 0,002 = 121000 \text{ Н}; \\
P_{B.K} &= 520900 \text{ Н}; \\
W_c^{6.г} &= 47190 + 121000 + 52090 = 220280 \text{ Н}; \\
n &= \frac{3025000 \cdot (0,12 + 0,006)}{26443 + 220280} = 1,5.
\end{aligned}
\tag{2.67}$$

При гальмуванні при русі вниз під уклон за вітром:

$$n = \frac{N_{пр} (\mu_o - f_o^{\min})}{P_u - W_c} \tag{2.68}$$

а) кран з вантажем:

$$\begin{aligned}
W_c &= W_{TP}^{\min} - W_y \cdot P_B; \\
W_{TP}^{\min} &\text{ при } C = 1; \\
W_{TP}^{\min} &= 11297000 \frac{0,02 \cdot 200 + 2 \cdot 0,6}{1000} \cdot 1 = 58744 \text{ Н}; \\
P_B^T &= P_B = 69190 \text{ Н}; \\
N_c &= 58744 - 24700 - 69190 = 35146 \text{ Н}; \\
n &= \frac{7410000 \cdot (0,12 - 0,006)}{49376 + 35146} = 10;
\end{aligned}
\tag{2.69}$$

б) кран без вантажу:

$$\begin{aligned}
W_{TP}^{\min} &= 6050000 \frac{0,02 \cdot 200 + 2 \cdot 0,6}{1000} \cdot 1 = 31460 \text{ Н}; \\
P_B^e &= P_{B.K} = 52090 \text{ Н}; \\
n &= \frac{3025000 \cdot (0,12 - 0,006)}{26443 + 45330} = 5.
\end{aligned}
\tag{2.70}$$

Запас зчеплення, що допускається: $K_{сц} \geq 1,2$.

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		22

Розрахуємо прискорення (уповільнення) при пуску і гальмуванні крана.

Найбільші допустимі прискорення при пуску і гальмуванні обмежуються умовою відсутності буксування приводних ходових коліс:

$$\gamma^{\max} < \left[N_{\text{пр}} (\lambda_o \pm f_o^{\min}) \mp W_c \right] \cdot \frac{g}{G_k}, \quad (2.71)$$

де G_k - вага крану з вантажем або без вантажу;

g - прискорення сили тяжіння.

1. Прискорення при пуску:

а) з вантажем:

$$\gamma < [7410000 \cdot (0,12 + 0,006) - 190220] \cdot \frac{9,8}{11297000} = 0,65 \text{ м/с}^2; \quad (2.72)$$

б) без вантажу:

$$\gamma < [3025000 \cdot (0,12 + 0,006) - 220228] \cdot \frac{9,8}{6050000} = 0,26 \text{ м/с}^2. \quad (2.73)$$

2. Уповільнення при гальмуванні:

а) з вантажем:

$$\gamma < [7410000 \cdot (0,12 - 0,006) - 35146] \cdot \frac{9,8}{11297000} = 0,7 \text{ м/с}^2; \quad (2.74)$$

б) без вантажу:

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$\gamma < [3025000 \cdot (0,12 - 0,006) - 45330] \cdot \frac{9,8}{6050000} = 0,49 \text{ м/с}^2;$$

$$\gamma = \frac{V_n}{t_n} = \frac{0,257}{6} = 0,04 \text{ м/с}^2. \quad (2.75)$$

2.2.6 Вибір гальма

Гальмівний момент на валу двигуна при часі гальмування t_T і русі за вітром під уклон на прямій ділянці (без врахування гнучкого підвісу):

$$M_n = M_c + \frac{1}{t_n} \cdot \left[9,55 \cdot \frac{G_k V^2}{P_{д.в}} \cdot \eta + \frac{P_{д.в}}{375} \cdot (GD_p^2 + GD_m^2) \cdot k \right], \quad (2.76)$$

$k = 8$ - число двигунів.

$$M_c = \frac{P_B + W_y - W_{тр}^{min} \cdot D \cdot \eta}{2i};$$

$$M_c = \frac{(69190 + 22594 - 58774) \cdot 1 \cdot 0,91}{2 \cdot 73,6} = 204 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad (2.77)$$

$$M_T = 204 + \frac{1}{6} \cdot \left[9,55 \cdot \frac{11297000 \cdot 0,257^2}{494} \cdot 0,91 + \frac{494}{375} \cdot (4 + 22,76) \cdot 8 \right] = 718,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Для одного гальма:

$$M_T^1 = \frac{718,5}{6} = 119 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (2.78)$$

Вибираємо гальмо ТКГ-200 з гальмівним моментом $M_T = 300 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		24

2.3 Розрахунок механізму підйому в/п 100 т

2.3.1 Опис механізму головного підйому

Початкові дані:

Вантажопідйомність –	180 т;
Вага траверси з крюком –	70 000 Н;
Висота підйому –	67,135 м;
Швидкість підйому –	0,044 м/с;
Група класифікації (режим роботи)	M2;
Кратність полиспаста –	4 (здвоєний).

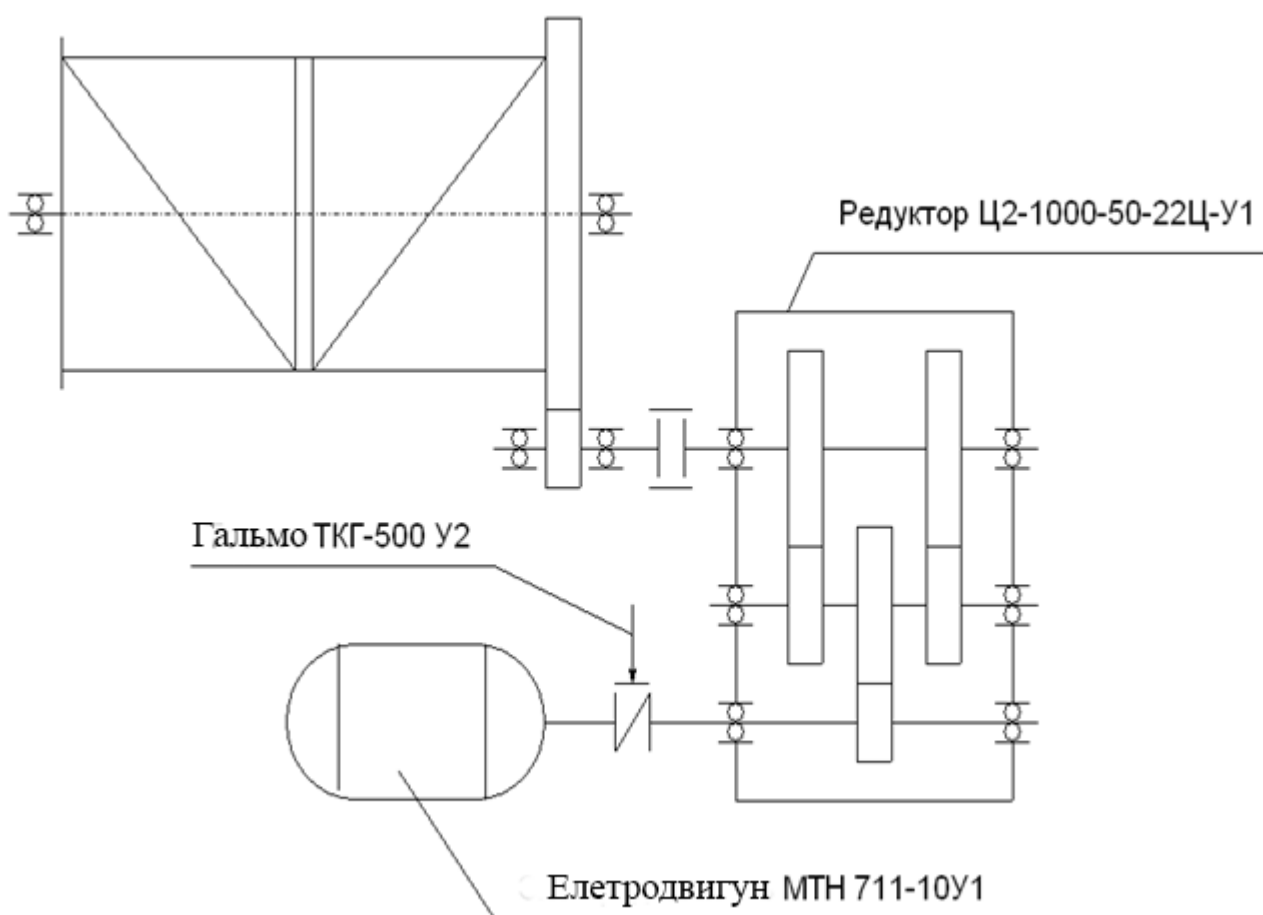


Рисунок 2.3 - Кінематична схема механізму підйому вантажного візка Q=100 т

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ

Арк.

25

2.3.2 Вибір каната

Натягнення гілки каната, що набігає на барабан, визначається по формулі:

$$S_{\max} = \frac{Q}{2m \cdot \eta}, \quad (2.79)$$

де $Q = G_{\text{гр}} + G_{\text{подв}} + G_{\text{кан}}$ – вага вантажу;
 $2m = 4$ – кратність полиспаста;
 $\eta = 0,9$ – ККД канатних полиспастов.

Натягнення каната дорівнює:

$$S_{\max} = \frac{1800000 + 70000 + 32570}{2 \cdot 4 \cdot 0,9} = 264246 \text{ Н.}$$

Розрахунок ведемо відповідно кінематичній схемі механізму (рис. 2.1).

Розрахунок каната ведеться по розривному зусиллю

$$S_{\text{разр}} = n \cdot S_{\max}, \quad (2.8)$$

де $n = 5,5$ – коефіцієнт запасу міцності каната.

$$S_{\text{разр}} = 5,5 \cdot 264246 = 1443353 \text{ Н}$$

По каталогу вибираємо канат типу ТЛК-60 45,5-Г-I-H-1764 (180) конструкції 6х36 (1+7+717+14) 7, 6 (1+6) з розривним зусиллям $S_{\text{разр}} = 1505000 \text{ Н}$.

Фактичний запас міцності:

$$\Pi_{\text{факт}} = \frac{1505000}{236857} = 6,35. \quad (2.91)$$

2.3.3 Розрахунок барабана

Найменший діаметр барабана, що допускається, визначений раніше, прийнятий по дну канавки 1600 мм.

Корисна довжина каната, що навивається на нижній шар барабана:

$$L_{\text{нижн}} = H \cdot m / 2 = 80 \cdot 4 / 2 = 160 \text{ м.} \quad (2.92)$$

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		26

Число витків нарізки на барабані для нижнього шару каната (без урахування запасних витків):

$$Z = \frac{L \cdot m}{\pi \cdot D} = \frac{160 \cdot 4}{3,14 \cdot 1,6455} = 123,87 \text{ (витка)} \quad (2.93)$$

Довжина нарізки барабана:

$$l = Z \cdot t = 123,87 \cdot 50 = 6193,5 \text{ мм}, \quad (2.94)$$

де $t = 50 \text{ мм} = 0,05 \text{ м}$ – крок нарізки.

Фактична довжина нарізки:

$$l_{\phi} = 6200 \text{ мм.}$$

Число витків фактичне:

$$Z_{\text{факт}} = \frac{l}{t} = \frac{6200}{50} = 124 \text{ (витків)}. \quad (2.95)$$

Число запасних витків на нижньому шарі:

$$Z_{\text{зап}} = Z_{\text{факт}} - Z = 124 - 123,87 = 0,13 \text{ (витка)}. \quad (2.96)$$

Довжина каната, що навивається на другий шар барабана:

$$L_{\text{верх}} = H \cdot m / 2 = 67,135 \cdot 4 / 2 = 134,3 \text{ м.} \quad (2.97)$$

Число витків другого шару каната:

$$Z = \frac{L \cdot m}{\pi \cdot D} = \frac{134,3 \cdot 4}{3,14 \cdot 1,6455} = 103,97 \text{ (витка)}. \quad (2.98)$$

Загальне число витків другого шару:

$$Z_{\text{факт}} = \frac{l}{t} = \frac{6200}{50} = 124 \text{ (витка)}. \quad (2.99)$$

$$L_6 = l_H + 2l_3 = 6200 + 2 \cdot 50 = 6300 \text{ мм.}$$

Напруга в стінці барабана визначається від стискування:

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$\sigma = \frac{\varepsilon \cdot \psi \cdot S}{\delta \cdot t} \leq [\sigma_{\text{сж}}], \quad (2.100)$$

де $\varepsilon = 0,8$ – коефіцієнт, що залежний від числа шарів навивки;

$\psi = 0,75$ – коефіцієнт, що враховує ослаблення раніше навитих витків, унаслідок стискування барабана;

$[\sigma_{\text{сж}}] = \frac{\sigma_T}{2}$ - допустима напруга стискування для сталевих барабанів.

$$[\sigma_{\text{сж}}] = \frac{290}{2} = 145 \text{ МПа},$$

де $\sigma_T = 290$ МПа - для сталі 09Г2С-12;

$t = 50$ мм – крок нарізки;

$\delta = 65$ мм – товщина стінки.

Напруга стискування дорівнює:

$$\sigma = \frac{\varepsilon \cdot \psi \cdot S}{\delta \cdot t} = 0,8 \cdot 0,75 \cdot 2 \cdot 264246 = 97,57 \text{ МПа}. \quad (2.101)$$

Зварний барабан перевіряється на стійкість стінок при стискуванні.

Зовнішній тиск визначається:

$$q = \varepsilon \psi \frac{2 \cdot S}{D \cdot t} \leq \frac{q_{\text{кр}}}{h}, \quad (2.101)$$

де $q_{\text{кр}}$ - критичний тиск;

$q_{\text{кр}} = 14,0$ МПа для сталевих барабанів;

$h = 1,5$ - коефіцієнт запасу.

$$[q] = \frac{q_{\text{кр}}}{h} = \frac{14}{1,5} = 9,33 \text{ МПа}. \quad (2.102)$$

Зовнішній тиск дорівнює:

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q = 0,8 \cdot 0,75 \frac{2 \cdot 2 \cdot 264246}{174,55 \cdot 5} = 7,267 \text{ МПа}$$

$$q = 7,267 \text{ МПа} < [q] = 9,33 \text{ МПа}$$

Стійкість барабана забезпечується.

2.3.4 Розрахунок осі барабана

Розрахунок осі барабана робимо при верхньому положенні захвата з вантажем, що викликає максимальні навантаження на вісь барабана.

Знаходимо реакції в маточині барабана з умови:

$$\Sigma M_A = S_{\max} \cdot a + S_{\max} \cdot (l_1 - b) - R_A \cdot l_1 = 0; \quad (2.103)$$

звідси

$$R_A = \frac{S_{\max} \cdot a + S_{\max} \cdot (l_1 - b)}{l_1} = \frac{264,25 \cdot 400 + 264,25 \cdot (3750 - 350)}{3750} = 267,8 \text{ кН};$$

$$\Sigma P_y = 2 \cdot S_{\max} + R_B + R_A = 0;$$

$$R_B = 2 \cdot S_{\max} - R_A = 2 \cdot 264,25 - 267,8 = 260,7 \text{ кН}; \quad (2.104)$$

$$R_C = R_A + R_B - R_D = 267,8 + 260,7 - 227,2 = 301,3 \text{ кН}. \quad (2.105)$$

Визначаємо згинальні моменти в точках «А» і «В»:

$$M_A = R_A \cdot l_5 = 267,8 \cdot 0,200 = 53,56 \text{ кНм}; \quad (2.106)$$

$$M_B = R_B \cdot l_4 = 260,7 \cdot 0,250 = 65,175 \text{ кНм}. \quad (2.107)$$

З умов вигину знаходимо діаметр осі барабана:

$$d_0 = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{и}}}{0,1 \cdot [\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{5,73 \cdot 10^7}{0,1 \cdot 60}} = 212 \text{ мм}; \quad (2.108)$$

Приймаємо діаметр осі барабана рівним 220 мм.

Матеріал осі: сталь 45.

$[\sigma] = 60 \text{ МПа}$ – напруження, що допускаються.

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.5 Розрахунок вузла кріплення каната до барабана

Зусилля, що розтягує болти, знаходиться з умови:

$$N = \frac{2 \cdot S_{\max}}{(\mu + \mu_1) \cdot (e^{\mu \cdot \alpha} + 1) \cdot e^{\mu \cdot \alpha}} = \frac{2 \cdot 264246}{(0,1 + 0,2) \cdot (e^{0,1 \cdot 4\pi} + 1) \cdot e^{0,1 \cdot 4\pi}} = 111,05 \text{ кН}; \quad (2.109)$$

Напруження в одному болті з урахуванням дії напруження вигину і розтягування:

$$\sigma = \frac{\alpha \cdot N \cdot 4 \cdot k}{\pi \cdot d_1^2 \cdot z} + \frac{k_z \cdot M_{\text{и}}}{0,1 \cdot d_1^3 \cdot z} = \frac{1,25 \cdot 111050 \cdot 4 \cdot 1,5}{3,14 \cdot 34^2 \cdot 14} + \frac{1,5 \cdot 5640000}{0,1 \cdot 34^3 \cdot 14} = 16,4 + 153,7 = 170,1 \text{ МПа}, \quad (2.110)$$

де $[\sigma] = 174 \text{ МПа}$ – напруження, що допускається, для Ст. 4;

$z = 14$ — кількість болтів, що утримують канат на тілі барабана;

$k_z = 1,5$ — коефіцієнт запасу;

$\alpha = 1,25$ — коефіцієнт, що враховує напруження від крутіння, що виникає в болтах при затягуванні.

$M_{\text{и}}$ — згинальний момент:

$$M_{\text{и}} = \frac{S_{\max}}{e^{0,1 \cdot 4 \cdot \pi}} \cdot l_p = \frac{264,25}{e^{0,1 \cdot 4 \cdot \pi}} \cdot 75 = 5640 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad (2.111)$$

$d_1 = 34 \text{ мм}$ – діаметр болта притискної планки.

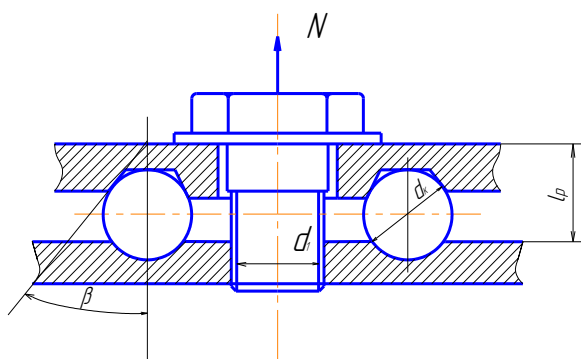


Рисунок 2.4 - Розрахункова схема вузла кріплення каната

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		30

2.3.6 Вибір електродвигуна

Статична потужність двигуна при підйомі вантажу:

$$N = \frac{Q \cdot V}{1000 \cdot \eta_o}, \quad (2.112)$$

де $V = 0,044$ м/с – швидкість підйому вантажу;

η_o - загальний коефіцієнт корисної дії механізму підйому вантажу:

$$\eta_o = \eta_{\text{пол}} \eta_{\text{бор}} \cdot \eta_{\text{ред}} \cdot \eta_{\text{зуб}} \cdot \eta_{\text{муф}} = 0,9 \cdot 0,98 \cdot 0,96 \cdot 0,94 \cdot 0,99 = 0,79.$$

Статична потужність приводу:

$$N = \frac{1800000 \cdot 0,044}{1000 \cdot 0,79} = 100 \text{ кВт}.$$

Вибираємо двигун МТН 711-10У1, при ТВ40%. $N=100$ кВт и $n_{\text{дв}} = 584$ об/хв.

Потужність двигуна при ТВ25%:

$$N_{25} = 70 \sqrt{\frac{40}{25}} = 100 \cdot 1,6 = 160 \text{ кВт}.$$

Номінальний момент на валу при ТВ25%:

$$M_H = 9550 \cdot \frac{160}{584} = 2676 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Номінальний момент на валу двигуна при ТВ40%:

$$M_H = 9550 \frac{100}{510} = 1338,2 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Статичний момент на валу двигуна визначається з формули:

$$M_{\text{ст}} = \frac{4 \cdot S_{\text{max}} \cdot D_{\text{бар}}}{2i_{\text{мех}} \cdot \eta_{\text{мех}}} = \frac{2S_{\text{max}} \cdot D_{\text{бар}}}{i_{\text{мех}} \cdot \eta_{\text{мех}}}, \quad (2.113)$$

де $D_{\text{бар}}$ - діаметр барабана визначається з формули:

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		31

$$D_{\text{бар}} > d(l - 1) = 45,5 (25 - 1) = 1492 \text{ мм},$$

де $l = 25$ – для середнього режиму роботи ТВ – 25%.

$$i_{\text{мех}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{бар}}} - \text{передавальне відношення.}$$

Конструктивно приймаємо діаметр барабана по дну канавки рівним 1600 мм, а по осі навитого каната - 1645,5 мм.

$$n_{\text{бар}} = \frac{V \cdot m \cdot 60}{3,14 \cdot D_{\text{бар}}} = \frac{0,044 \cdot 4 \cdot 60}{3,14 \cdot 1,6455} = 2,04;$$

$$i_{\text{мех}} = \frac{584}{2,04} = 285,74;$$

$$i_{\text{мех}} = i_{\text{ред}} \cdot i_{\text{откр.пары}} = 50,94 \cdot 5,75 = 292,9.$$

Фактичне число оборотів барабана:

$$n_{\text{бар}} = \frac{584}{292,9} = 1,99 \text{ хв}^{-1}$$

Фактична швидкість підйому:

$$V = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{m \cdot 60} = \frac{1,99 \cdot 3,14 \cdot 1,6455}{4 \cdot 60} = 0,043 \text{ м/с.} \quad (2.114)$$

Підставляючи, отримані дані у формулу статистичного моменту отримали:

$$M_{\text{ст}} = \frac{2 \cdot 264246 \cdot 1,6455}{292,9 \cdot 0,79} = 3758 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Вибраний двигун перевіряємо на час пуску при підйомі вантажу:

$$t_n = \frac{9,55 \frac{QV^2}{n_d \eta_0} + \frac{n_{\text{дв}}}{375} \cdot 1,2 (GD_d^2 + GD_m^2)}{M_{\text{п}}^{\text{сп}} - \frac{QD_{\text{бар}}}{2m_i \eta_0}}, \quad (2.115)$$

де $M_{\text{п}}^{\text{сп}}$ – середній пусковий момент двигуна;

$$M_{\text{п}}^{\text{сп}} = (1,7 + 1,8)M_{\text{п}} = 1,8 \cdot 2676 = 4816,8 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$(GD_d^2 + GD_m^2 = 280 + 230 = 510 \text{ Н} \cdot \text{м}^2)$ – маховий момент двигуна і муфти.

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		32

Час пуску рівний: $t_n = 0,351$ с.

Час пуску, що рекомендується: $[t_n] = 2 \div 5$ с.

Електричним регулюванням встановлюється час пуску $t_n = 2$ с.

Середнє прискорення при пуску:

$$a_{cp} = \frac{V}{t_n} = \frac{1}{60 \cdot 0,35} = 0,0477 \text{ м/с}^2. \quad (2.116)$$

Допустиме прискорення при пуску має бути не більш $0,1 \text{ м/сек}^2$

Задана вимога виконується:

$$a_{cp} = 0,048 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \leq 0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

2.3.7 Вибір гальма

Гальмівний момент на валу гальма визначається з умови утримання вантажу, що нерухомо висить, з коефіцієнта запасу гальмування [2]:

$$M_T = k \cdot M_{ct} = k \frac{2 \cdot S_{\max} \cdot D_{\text{бар}} \cdot \eta_o}{i_{\text{мех}}} = 1,75 \frac{2 \cdot 264246 \cdot 1,44 \cdot 0,75}{724,299} = 1379 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (2.117)$$

Вибираємо гальмо ТКГ-500 з гальмівним моментом $M_T = 2500 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Фактичний запас гальмування:

$$k_{\text{факт}} = \frac{M_T}{M_{ct}} = \frac{2500}{856} = 1,752. \quad (2.118)$$

2.3.8 Вибір зубчастих муфт

Вибір муфти проводиться по максимальному моменту, який передається муфтою, та визначається по наступному виразу:

$$M_3 = \frac{S_{\max} \cdot D_6}{2 \cdot \eta_6} = \frac{264246 \cdot 160}{2 \cdot 0,96} = 22020500 \text{ Н} \cdot \text{см}. \quad (2.119)$$

Знаходимо розрахунковий момент, що крутить, по формулі:

$$M_p = M_3 \cdot \kappa_1 \cdot \kappa = 220,2 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 314,9 \text{ кН} \cdot \text{м} < |M_p| \quad (2.120)$$

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		33

де $k_1 = 1,1$ - коефіцієнт, що враховує групу режиму роботи механізму;
 $k = 1,3$ - коефіцієнт, що враховує ступінь відповідальності з'єднання.

Обрано муфту М38-Н140-ДО140:

$$M_T = \frac{23600}{1,8} = 13110 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad n_{\max} = 1900 \text{ об/хв}; \quad M_{\max} = 23600 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент робочий: $M = 5484 \text{ Нм} < M_m$.

Момент номінальний: $M_H = 6440 < M_m$.

Найбільший короткочасний момент не повинен перевищувати подвійний момент M :

$$M_{\text{дв}}^{\max} = 18000 \text{ Н} \cdot \text{м} < 2 \cdot 23600 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

2.3.9 Розрахунок підшипників

Підшипники вибираються по статичному навантаженню $n < 10 \text{ об/хв}$.

$$Q = R \cdot K_k \cdot K_\sigma \cdot K_T. \quad (2.121)$$

Блок канатний

$$R = 2S_{\max}$$

де S - натяг каната.

$$Q = 2 \cdot 264246 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 = 634190 \text{ Н}.$$

Обрано підшипник 2097952 ГОСТ 6364-82: $C = 1440000$; $Q = 1400000 \text{ Н}$

Навантаження розподіляються на два підшипники.

Тоді на один підшипник :

$$Q = \frac{Q}{2} = \frac{634190}{2} = 317095 \text{ Н}.$$

Обрано підшипник 42234 за ГОСТ 8328-87: $Q = 405000 \text{ Н}$.

Оскільки $n < 10$ робимо розрахунок підшипників на статичну вантажопідйомність.

Для роликотпідшипників радіальних з короткими циліндричними роликами (при $l/d = 143$):

					ПГМ.ПД.21.00.002.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{ст}} = 2,2 \cdot z \cdot d_p \cdot l, \quad (2.122)$$

де z - число тіл кочення ($z = 20$);

$d_p = 32$ мм - діаметр ролика;

$l = 32$ мм - довжина ролика.

$$\frac{l}{d} = 1Q_{\text{ст}} = 2,2 \cdot 32 \cdot 32 \cdot 20 = 45056. \quad (2.123)$$

Роликотілопідшипники радіальні з кінцевими роликами:

$$Q_{\text{ст}} = 2,2 \cdot z \cdot d_p \cdot l \cdot \cos \beta = 2,2 \cdot 34 \cdot 24,3 \cdot 40,5 \cdot 0,9816 = 72259,9; \quad (2.124)$$

$$z = 34;$$

$$l = 40,5;$$

$$d = 24,3;$$

$$\beta = 11^\circ.$$

3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

3.1 Призначення і конструкція

Вантажні барабани на зовнішній поверхні мають гвинтові канавки для укладання каната. Найбільш поширені барабани діаметром від 350 до 800мм і довжиною 1500-2500 мм. Для машин з більшою висотою підйому вантажу застосовуються барабани діаметром 2000-4000 мм і більше; довжина барабана часто перевищує 5000мм. Барабани виконують литими з чавуну марок від СЧ15-32 до СЧ28-48, литими зі сталі 25Л і зварними з листової сталі Ст3.

Характерною конструктивною особливістю барабанів, ускладнює технологічні процеси виконання заготовок і механічної обробки, є їх тонкостінних. Так, у литого барабана діаметром 1000 мм, довжиною 5000 мм і масою більше 4 т товщина стінки складає 30 мм при допускайте відхиленні мм.

Найбільш відповідальні поверхні барабанів, за якими вони сполучаються із зубчастим колесом або маточиною, обробляють по 8-му квалітету.

Торцеве биття поверхонь прилягання маточини або шестерні щодо осі барабана не повинно перевищувати 0,1 мм для каната, виконується за 12-му квалітету. Отвір під болти для установки шестерні і маточини обробляються

За 7-му квалітету при забезпеченні точного збігу з сопрягаемой деталлю по кроці.

3.2 Визначення типу виробництва.

Залежно від виробничої програми, характеру продукції, а також технічних і економічних умов здійснення виробничого процесу всі різноманітні виробництва діляться на три основних види: одиничне, серійне і масове [1].

Одиничне виробництво характеризується широтою номенклатури виготовляємо або ремонтуються виробів і малим обсягом випуску виробів.

					ПГМ.ПД.21.00.003.ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.	Година				Розробка технологічного процесу обробки деталі			Літ.	Арк.	Аркуші	
Перевір.	Неженцев							П	Д	1	16
Реценз.								КПІ ім. І. Сікорського Кафедра ПГМ			
Н. контр.											
Затверд.	Луговський										

Масове виробництво характеризується вузькою номенклатурою і великим обсягом випуску виробів, безперервно виготовляються або ремонтуються протягом тривалого часу.

Серійне виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються або ремонтуються періодично повторюваними партіями, і порівняно великим обсягом випуску.

Визначаємо величину такту випуску: по [3].

$$t_{\text{с}} = \frac{F_{\text{д}} \cdot 60}{N}, \quad (4.1)$$

де $F_{\text{д}} = 1 \cdot 2070$ - в однозмінному режимі роботи підприємства;
 N - річна програма випуску деталей:

$$N = N_1 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100}\right), \quad (4.2)$$

де $N_1 = 160$ шт. – річна програма випуску деталей;
 $m = 1$ - кількість деталей даного найменування на виріб;
 $\beta = 20\%$ - кількість деталей, які необхідно виготовити в якості запасних частин.

Маємо:

$$N = 160 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 192 \text{ шт.}$$

Середній штучний час за операціями:

$$T_{\text{шт}} = t_0 + t_{\text{в}} + t_{\text{нв}} + t_{\text{ос}} + t_{\text{то}} = t_0 + t_{\text{доп}},$$

де t_0 – основний час;
 $t_{\text{доп}}$ – допоміжний час.

Так як основний час становить:

$$t_0 = 14 \text{ хв.}, \text{ то } t_{\text{доп}} = (20 \dots 25\%) \cdot t_0 = 0,2 \cdot 14 = 2,8 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{шт}} = 2,8 + 14 = 16,8 \text{ хв.}$$

Знайдемо величину такту випуску:

$$t_{\text{с}} = \frac{2070 \cdot 60}{192} = 646 \frac{\text{мин}}{\text{шт.}}$$

					ПГМ.ПД.21.00.003.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		2

Визначимо вид виробництва залежно від коефіцієнта серійності:

$$K_C = \frac{t_s}{T_{um}} = \frac{646}{16,8} = 38 \text{ хв.};$$

Таким чином, ми отримали коефіцієнт серійності більше 20, і таким чином визначили вид виробництва – дрібносерійне або одиничне.

3.3 Вибір заготовки

При виборі заготовки для заданої деталі призначають метод її отримання, визначають конфігурацію, розміри, допуски, припуски на обробку і формують технічні умови на виготовлення. Принаймні ускладнення конфігурації заготовки, зменшення напусків і припусків, підвищення точності розмірів і параметрів розташування поверхонь ускладнюється і дорожчає технологічне оснащення заготівельного цеху і зростає собівартість заготовки, але при цьому знижується трудомісткість і собівартість подальшої механічної обробки заготовки, підвищує коефіцієнт використання матеріалу.

Технологічні процеси отримання заготовок визначаються технологічними властивостями матеріалу, конструктивними формами і розмірами деталі і програмою випуску.

Прогресивними є сварнолітє заготовки. Застосовувати їх найбільш доцільно, коли при виготовленні суцільнолітє заготовки спостерігається великий ливарний шлюб через не технологічності конструкції, коли лише окремі частини заготовки, що працюють в особливо важких умовах, потребують застосування більш дорогих металів або складної обробки. Зварні заготовки слід використовувати при конструкції деталі з виступаючими частинами, коли для її виготовлення потрібні великогабаритна форма, багато формувальних матеріалів і великі витрати робочого часу в ливарному цеху.

Вступники на обробку заготовки повинні відповідати затвердженим технічним умовам. Тому заготовки піддають технічному контролю за відповідною інструкцією, яка встановлює метод контролю, періодичність, кількість перевірених заготовок у відсотках до випуску і т. д. Перевірці піддають хімічний склад і меха-

					ПГМ.ПД.21.00.003.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		3

нічні властивості матеріалу, структуру, наявність внутрішніх дефектів, розміри, масу заготовки.

У заготовок складної конфігурації з отворами і внутрішніми порожнинами (типу корпусних деталей) в заготівельному цеху перевіряють розміри і розташування поверхонь. Для цього заготовку встановлюють на верстаті, використовуючи її технологічні бази, імітуючи схему установки, прийняту для першої операції обробки. Відхилення розмірів і форми поверхонь заготовки повинні відповідати вимогам креслення заготовки. Заготовки повинні бути виконані з матеріалу, зазначеного на кресленні, володіти відповідними йому механічними властивостями, не повинні мати внутрішніх дефектів (для виливків - рихлоти, раковини, сторонні включення; для поковок - пористість і розшарування, тріщини по шлаковим включенням, «шиферний» злам, крупнозернистий, шлакові включення; для зварних конструкцій - НЕ провар, пористість металу шва, шлакові включення).

$$K_{и.м.} = \frac{m_d}{m_z}, \quad (4.3)$$

де m_d – маса деталі;

m_z – маса заготовки.

Орієнтовна маса для ливарних заготовок знаходиться в межах

$$m_z = m_d + (m_d \cdot (0,2-0,4)).$$

Отримаємо:

$$m_z = 240;$$

$$K_{и.м.} = 240 / 300 = 0,8.$$

					ПГМ.ПД.21.00.003.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		4

3.4 Розробка маршрутного технологічного процесу механічної обробки деталі.

Розробка технологічних процесів (ТП) входить основним розділом в технологічну підготовку виробництва і виконується на основі принципів «Єдиної системи технологічної підготовки виробництва» (ГОСТ 14.001-83).

ГОСТ 14.301-83 цієї системи встановлює види і загальні правила розробки технологічних процесів, вихідну інформацію і перелік галузевим стандартам, облік прийнятих перспективних розробок. До довідкової інформації належать досвід виготовлення аналогічних виробів, методичні матеріали та нормативи, результати наукових досліджень.

Для розробки технологічного процесу обробки деталі потрібно попередньо вивчити її конструкцію і функції, що їх у вузлі, механізмі, машині, проаналізувати технологічність конструкції і проконтролювати креслення. Робоче креслення деталі повинен мати всі дані, необхідні для вичерпного й однозначного розуміння при виготовленні та контролі деталі, і відповідати чинним стандартам.

Технологічність конструкції деталі аналізують з урахуванням умов її виробництва, розглядаючи особливості конструкції і вимоги якості як технологічні завдання виготовлення. Виявляють можливі проблеми забезпечення параметрів шорсткості поверхні, розмірів, форм і розташування поверхонь, роблять ув'язку з можливостями методів остаточної обробки, можливостями устаткування і метрологічних засобів. Звертають увагу на конфігурацію і розмірні співвідношення деталі, встановлюють обґрунтованість вимог точності, виявляють можливість тих чи інших змін, які не впливають на параметри якості деталі, але полегшують виготовлення її, що відкривають можливості застосування високопродуктивних технологічних методів і режимів обробки.

Розміри елементарних поверхонь деталей (ширини канавок і пазів, різблення, фасок і т. п.) повинні бути уніфіковані. Обмеження при проектуванні можуть виникнути, наприклад, у випадку занадто близького розташування осей отворів у деталі, неможливості наскрізного проходу інструменту.

					ПГМ.ПД.21.00.003.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		5

Аналізують спеціальні технічні вимоги (балансування, підгонку по масі, термічну обробку, покриття і т. п.), передбачають умови їх виконання в технологічному процесі і місце перевірки. Зміни затверджують в установленому порядку і вносять (відділ головного конструктора) в робочі креслення і технічні вимоги на виготовлення.

Для кількісної оцінки технологічності конструкції застосовують показники, передбачені ГОСТ 14.202-83. Показники, що характеризують трудомісткість, матеріаломісткість, уніфікацію конструкцій елементів деталі, вимоги до точності виготовлення, дають конкретні уявлення при порівнянні з аналогічними деталями, прийнятими в якості базових.

Заготовку вибирають виходячи з мінімальної собівартості готової деталі для заданого річного випуску. Чим більше форма і розміри заготовки наближаються до форми і розмірів готової деталі, тим дорожче вона у виготовленні, але тим простіше і дешевше її подальша механічна обробка і менше витрата матеріалу. Завдання вирішується на основі мінімізації сумарних витрат коштів на виготовлення заготовки та її подальшу обробку.

При виборі заготовки слід враховувати, що керівним положенням про економію матеріалів, створенні безвідходної і малоотходної технології та інтенсифікації технологічних процесів у машинобудуванні відповідає тенденція використання більш точної і складною заготовки. Для таких заготовок потрібно більш дорога технологічне оснащення в заготівельному цеху (складні штампи або комплекти модельного оснащення), витрати на яку можуть виправдати себе лише при досить великому обсязі річного випуску заготовок. Для того щоб застосувати точні гарячі штамповані заготовки в серійному виробництві, при технологічній підготовці виробництва передбачають застосування однієї групової (комплексної) заготовки для декількох близьких по конфігурації і розмірам деталей. Таким чином, в результаті підсумовування випуску всіх деталей групи збільшується обсяг річного випуску заготовок, і стає економічно доцільним застосовувати складні штамповані заготовки замість прокату. Розміри, припуски на обробку та механічні властивості матеріалу надходять на обробку заготовок повинні відповідати ве-

					ПГМ.ПД.21.00.003.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		6

личинам, прийнятим при проектуванні і викладеним у затверджених технічних умовах.

Стабільність характеристик якості заготовок суттєво впливає на протікання технологічних процесів. В автоматизованому виробництві при цьому створюються умови для здійснення статистично керованого технологічного процесу (ГОСТ 15895-87), що забезпечує здобуття деталей із заданими параметрами якості при мінімальних витратах часу на регулювання ходу технологічного процесу.

Застосування прогресивних заготовок зі стабільними характеристиками якості є важливою умовою організації гнучкого автоматизованого виробництва, що вимагає швидкого переналагодження устаткування і оснащення.

При низькій точності розмірів заготовки, збільшених припусках, великих коливаннях твердості матеріалу, поганому стані необроблених баз порушується безвідмовність роботи пристосувань, погіршуються умови роботи інструментів, знижується точність обробки, зростають простой обладнання.

Вибір заготовки після відповідають техніко-економічних обґрунтувань оформляють призначенням класу точності за відповідним стандартом на заготовки і вказівкою на кресленні заготовки технологічних баз. Після визначення припусків на обробку на креслення заготовки наносять загальні припуски і позначають отвори, які утворюються в результаті обробки, а у заготівлі відсутні.

Маршрутну технологію розробляють, вибираючи технологічні бази та схеми базування для всього технологічного процесу. Вибирають дві системи баз - основні бази і чорні бази, використовувані для базування при обробці основних баз.

Всю механічну обробку розподіляють по операціях і, таким чином, виявляють послідовність виконання операцій та їх число; для кожної операції вибирають обладнання та визначають конструктивну схему пристосування. У поточному виробництві на даній стадії проектували тривалість виконання операцій розміряється з раніше розрахованим тактом випуску (синхронізація операцій з такту буде проведена при розробці операційної технології).

					ПГМ.ПД.21.00.003.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		7

На першому однієї - двох операціях при базуванні по чорним баз обробляють основні технологічні бази. Потім виконують операції формоутворення деталі до стадії чистової обробки (точність 7 - 9 -го квалітету). Далі здійснюють операції парною обробки на раніше оброблених поверхнях (фрезерують канавки і лиски, нарізають різьблення і зуби, свердлять отвори і т. д.). Потім виконують оздоблювальну обробку основних, найбільш відповідальних поверхонь (точність 7 -го квалітету); при необхідності за цим слід додаткова обробка найвідповідальніших поверхонь з точністю 6 - 7 -го квалітету і параметром шорсткості поверхні $Ra = 0,32$ мкм і менше.

Побудова маршрутної технології багато в чому залежить від конструктивно - технологічних особливостей деталі і вимог точності, що пред'являються до її основні, найбільш відповідальним поверхнях. Для основних поверхонь з урахуванням точності обраної заготовки і досяжних коефіцієнтів уточнення при обробці, вибирають методи обробки, призначають число і послідовність виконуваних переходів, визначають зміст операцій. Місце обробки менш відповідальних поверхонь визначається конкретними умовами і не є принципово важливим. Якщо обробку цих поверхонь по розташуванню і видами застосовуваних інструментів можна вписати в основні операції, то її включають до складу цих операцій в якості переходів, виконуваних на чорнової і чистової стадіях обробки.

Розподіл усього обсягу обробки на операції, вибір устаткування, формування операцій за змістом залежать також від умов виробництва. У поточному виробництві штучний час будь-якої операції має відповідати такту випуску, а для цього в деяких випадках потрібно застосовувати спеціальні пристосування, інструментальні наладки і верстати. При обробці на універсальних верстатах прагнуть до більш повного використання їхніх можливостей. Найбільш точні верстати використовують для чистової й оздоблювальної обробки, що виділяється в окремі операції. Щоб уникнути трудомістких переустановлень великогабаритних і важких заготовок, чорнову і чистову обробку таких заготовок виконують за одну операцію. Таке ж побудова маршрутної технології характерно для будь-яких деталей в дрібносерійному виробництві. У всіх випадках виконання чорнової і чистової об-

					ПГМ.ПД.21.00.003.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		8

робки за одну операцію рекомендується спочатку провести чорнову обробку всіх поверхонь, а потім виконати чистову обробку тих поверхонь, для яких вона необхідна.

У маршрутній технології в процесі обробки передбачають контроль з метою технологічного забезпечення заданих параметрів якості оброблюваної деталі. Технолог встановлює об'єкт контролю і його місце, звертаючи увагу на операції, при яких точність забезпечується найбільш важко; призначає методи і засоби контролю, видає завдання на їх конструювання.

У масовому виробництві необхідну якість обробки забезпечується встановленням умов статистичного управління і регулювання технологічного процесу (ГОСТ 15895-87).

При проектуванні нових виробництв в основі технологічних розробок і вибору обладнання повинні знаходитися прогресивний технологічний процес і техніко - економічні обґрунтування, які підтверджують вигідність застосування нового високопродуктивного обладнання, складних і дорогих засобів технологічного оснащення. На діючих заводах необхідно враховувати наявне обладнання, однак це не повинно надавати вирішального впливу на розроблювальний технологічний процес, якщо умови виробництва (наприклад, збільшений за рахунок виробничого кооперування річний випуск) забезпечує раціональне використання спеціального устаткування, досягнення високої продуктивності праці, зниження собівартості деталей.

Операційну технологію розробляють з урахуванням місця кожної операції в маршрутній технології. До моменту проектування кожної операції відомо, які поверхні і з якою точністю були оброблені на попередніх операціях, які поверхні і з якою точністю потрібно обробляти на даній операції.

Проектування операцій пов'язано з розробкою їх структури, із складанням схем наладок, розрахунком настроювальних розмірів і очікуваної точності обробки, з призначенням режимів обробки, визначенням норми часу і зіставленням її з тактом роботи (у поточному виробництві). При розрахунках точності та перевірці

					ПГМ.ПД.21.00.003.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		9

продуктивності може виникнути необхідність у деяких змінах маршрутної технології, вибору обладнання, змісту операції або умов її виконання.

Операційна технологія дозволяє видати завдання на конструювання спеціального обладнання, засобів механізації та автоматизації, на розробку засобів технологічного оснащення та метрологічного забезпечення процесу.

Проектування операції - завдання багатоваріантна; варіанти оцінюють по продуктивності і собівартості, керуючись техніко - економічними принципами проектування, маючи на увазі максимальну економію часу і високу продуктивність.

Для даної деталі складаємо технологічний процес:

005 Заготівельна операція

Відлити заготовку в піщану форму.

Верстат: фрезерно-відрізний 8Б66.

Пристосування: кокіль

Вимірювальний інструмент: штангенциркуль ШЦ-П-0, 05 500 ГОСТ4381-85 шаблон для контролю довжини.

010 Розточна операція

Розточити отвір 8, зробити виточку 9,10, зняти фаску 11.

Верстат: токарний горизонтально - розточний 2650 Ф1 , потужність N = 8,5 кВт.

Пристосування: патрон, гідролюнет.

Ріжучий інструмент: токарно – розточувальні різці з твердосплавними пластинами з ВК8.

Вимірювальний інструмент: штангенциркуль ШЦ -П- 0, 05 500 за ГОСТ 4381-85

Радіусомір.

015 Токарна операція

Точити поверхню 1, обрізати прибуток 2, підрізати торець 7;

Верстат: токарно - гвинторізний 16К4ОП, потужність N = 8,5 кВт.

Пристосування: патрон, центровий диск.

					ПГМ.ПД.21.00.003.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		10

Ріжучий інструмент: Токарний прохідний прямий різець ГОСТ 18878-83, токарний відрізний різець ГОСТ 18884-83, токарний прохідний відігнутий різець 18868 - 73, з пластинами з твердого сплаву ВК8.

Вимірювальний інструмент: штангенциркуль 500 ШЦ -П- 0, 05 ГОСТ 4381-85, лінійка.

020 Свердлувальна операція

Просвердлити отвір 12, зенкерувати і розгорнути отвір 12, просвердлити отвір 13.

Верстат: Радіально - свердлильний 2Р53, потужністю N = 15 кВт.

Пристосування: Кондуктор

Ріжучий інструмент: Свердло спіральне зі швидкорізальної сталі з конічним посиленням хвостиком ГОСТ 10903-87, діаметром $d = 20$ мм, свердло з конічним хвостиком ГОСТ 10903-87, діаметр $d = 8$ мм, зенкер оснащений пластинами з твердого сплаву з конічним хвостиком ГОСТ 3231-81 $d = 21$ мм, розгортка машинна з конічним хвостиком ГОСТ 11175-80 $d = 20$ мм.

Вимірювальний інструмент: штангенциркуль 150 ШЦ- П- 0, 05 ГОСТ 4381-85.

025 Слюсарна : зняти задирки

Інструмент: напилек.

030 Контрольна

Перевірка всіх розмірів, відхилення кутових заходів, похибки кінцевих мір.

Вимірювальний інструмент: штангенциркуль ШЦ-П-0, 05 250 ГОСТ4381-85, набір інструментальних плиток.

Радіусомір.

3.5 Розрахунок припусків на обробку.

$$2z_{\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) = 2 \cdot (500 + 500 + \sqrt{760^2}) = 3520 \text{ мкм} \quad (3.4)$$

Rz - величина шорсткості;

T – величина дефектного поверхневого шару;

ρ – сумарне відхилення розташування поверхонь;

ε - похибка установки заготовки.

					ПГМ.ПД.21.00.003.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		11

Так як в даному випадку обробка ведеться в центрах, то похибка установки в радіальному напрямку дорівнює нулю.

Сумарне значення відхилення розташування поверхні для заготовки даного виду (прокат) визначаємо за формулою:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{Ц}}^2 + \rho_K^2} = \sqrt{390^2 + 8^2} = 390 \text{ мкм}, \quad (3.5)$$

де $\rho_K = \Delta_K \cdot D = 1 \cdot 310 = 310 \text{ мкм}$ - похибка заготовки по зсуву;

$\Delta_K = 1$ - кривизна профілю сортового прокату:

$$z_{\min} = \frac{3520}{2} = 1760 \text{ мкм}$$

Визначаємо $2z_{\max}$:

$$2z_{\max} = 2z_{\min} + \delta_{i-1} - \delta_i = 5300 \text{ мкм} \quad (3.6)$$

Визначаємо значення припуску на чистове розточування:

$$Rz = 80 \text{ мкм}, \quad h = 40 \text{ мкм},$$

$$\Delta \varepsilon = \Delta \varepsilon_i \cdot 0,03 = 5,7 \text{ мкм},$$

$$\Delta 2z_{\min} = 180 \cdot 40 \cdot 5,7 = 251,5 \text{ мкм}.$$

Визначаємо значення припуску на попереднє шліфування:

$$Rz = 20 \text{ мкм}, \quad h = 35 \text{ мкм} [4],$$

$$2z_{\min} = 2120 \cdot 35 = 110 \text{ мкм}.$$

Визначаємо значення припуску на чистове шліфування:

$$Rz = 20 \text{ мкм}, \quad h = 25 \text{ мкм} [4],$$

$$2z_{\min} = 2120 \cdot 25 = 60 \text{ мкм}.$$

					ПГМ.ПД.21.00.003.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		12

Визначаємо максимальний припуск на кожну операцію:

$$2z_{\max}=90+46-30=106 \text{ мкм}, \quad 2z_{\max}=110+74-46=128 \text{ мкм},$$

$$2z_{\max}=231+200-74=377 \text{ мкм}, \quad 2z_{\max}=489,2+740-200=1029,2 \text{ мкм},$$

$$2z_{\max}=4720+3700-740=7680 \text{ мкм}.$$

3.6 Розрахунок режимів різання.

При призначенні елементів режимів різання враховують характер обробки; тип і розміри інструмента, матеріал його ріжучої частини; матеріал і стан заготовлі, тип і стан обладнання.

У даному проекті розрахунок режиму різання зробимо на наступні операції:

- розточування;
- точіння;
- свердління.

Токарна операція

Глибину різання t при чорновому точінні приймаємо рівною припуску на обробку, $t = 4$

Подача S при чорновому точінні приймаємо залежно від подачі і потужності, обладнання, так за рекомендацією [4] для токарно-гвинторізного верстата $S = 0,6 \text{ мм/об.}$

Визначення швидкості різання при зовнішньому точінні за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} = \frac{340 \cdot 2,91}{45^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,6^{0,2}} = 422 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}, \quad (3.7)$$

де $T=45$ – середнє значення стійкості;

$x = 0,15$;

$y = 0,45$;

$m = 0.2$;

					ПГМ.ПД.21.00.003.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		13

$$C_v = 340.$$

$$K_v = K_M \cdot K_{II} \cdot K_H \cdot K_{TC} \cdot K_{TH} \cdot K_\phi \cdot K_r = 1,36 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,91 - \text{поправочний коефіцієнт,}$$

де $K_M = 1,36$ - коефіцієнт, враховує вплив матеріалу заготовки;

$$K_{II} = 0,8 - \text{коефіцієнт, враховує стану поверхні;}$$

$$K_H = 1,0 - \text{коефіцієнт, враховує матеріалу інструмента;}$$

$$K_{TC} = 1,0 - \text{коефіцієнт;}$$

$$K_{TH} = 1,0 - \text{коефіцієнт;}$$

$$K_\phi = 1,0 - \text{коефіцієнт, залежний від кутів у плані різця;}$$

$$K_r = 1,0 - \text{коефіцієнт, залежний від радіуса при вершині різця.}$$

Сила різання при зовнішньому точінні.

$$P_z = P \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2 \cdot 1,3^{0,75} \cdot 127^{0,15} \cdot 1,4 = 1755, \quad (3.8)$$

де K_p - поправочний коефіцієнт, що враховує умови різання;

$$K_p = K_{\mu p} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,95 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,93,$$

$$\text{де } K_{\mu p} = \frac{0,7}{0,75} = 0,95,$$

$$K_{\phi p} = 0,89,$$

$$K_{\gamma p} = 1,1,$$

$$K_{\lambda p} = 1,0,$$

$$K_{rp} = 1,0, \text{ коефіцієнти, враховують фактичні умови різання.}$$

Потужність різання розраховують за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1755 \cdot 141}{1020 \cdot 60} = 6,8 \text{ кВт} \quad (3.9)$$

Потужність електродвигуна токарно-гвинторізного верстата $N_q = 8,5 \text{ кВт}$.

Подальші операції розраховуються аналогічно.

					ПГМ.ПД.21.00.003.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		14

3.7 Розрахунок норм часу

Під технічно обґрунтованою нормою часу розуміється час, необхідний для виконання заданого обсягу робіт (операцій) за певних умов і найбільш ефективному використанні засобів виробництва.

Для неавтоматизованого виробництва штучний час складається:

$$T_0 = l_{p.x} / n \cdot S \quad (3.10)$$

де $l_{p.x}$ - довжина робочого ходу;

n – число обертів;

S – подача.

Також необхідно висвітлити формулу знаходження штучного часу:

$$t_{um} = t_0 + t_e + t_m + t_{opz} + t_n$$

де t_0 - основний час;

t_e - допоміжний час;

t_{opz} - організаційний час;

t_n - час на перерву.

Для токарної операції (оброблення зовнішнього діаметра)

$$t_0 = 1920 / 0,6 \cdot 1000 = 3,4 \text{ мкм},$$

де $l_p = 1920 \text{ мм}$, $n = 1000$; $t^e = 0,5 + 0,06 = 0,56$

$t = 0,06$ – час на підведення і відведення різця;

$t = 0,5$ – час на установку і зняття заготовки;

$t^{um} = 1,95 \text{ хв.}$

Зенкерування отворів.

$$t_0 = 90 \cdot 1 / 1,3 \cdot 363 = 0,22 \text{ хв.};$$

					ПГМ.ПД.21.00.003.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t^s = 0,5 + 0,05 + 0,5 = 1,05 \text{ хв.};$$

$$t^{um} = 1,14 \text{ хв.}$$

Норми часу для прорізання канавки.

$$t_0 = 3 \cdot 151 / 1,3 \cdot 110 = 3,8 \text{ хв.};$$

$$t^s = 0,47 \cdot 0,10 \cdot 0,47 = 1,12 \text{ хв.};$$

$$t^{um} = 4,46 \text{ хв.}$$

					ПГМ.ПД.21.00.003.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		16

4 УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ВЕЛИЧИНИ ЗНОСУ ФРИКЦІЙНОЇ НАКЛАДКИ ГАЛЬМА

Для удосконалення пристрою, призначеного для контролю величини зносу фрикційної накладки гальм механізмів крана мною було проведено патентний пошук. Після аналізу результатів зазначеного пошуку були виділені для опрацювання в дипломному проекті наступні технічні рішення:

4.1 Дискове гальмо за а.с. №2136982

Винахід відноситься до пристроїв контролю за робочим станом фрикційного шару колодки дискового гальма і використовується в гальмівних системах транспортних засобів.

Пристрій за а.с. №2136982 містить сигналізатор, виконаний із сталеві стрічки і закріплений на гальмівній колодці дискового гальма за допомогою штифта (рис. 4.1). Це технічне рішення відрізняється тим, що отвір кріплення сигналізатора виконано у вигляді шестикутника, вписаний діаметр якого збігається з діаметром отвору на гальмівній колодці, а штифт кріплення сигналізатора має рифлену циліндричну поверхню з діаметром для пресового з'єднання з гладким отвором гальмівної колодки, при цьому штифт кріплення виконаний з матеріалу, твердість якого нижче твердості матеріалу сигналізатора.

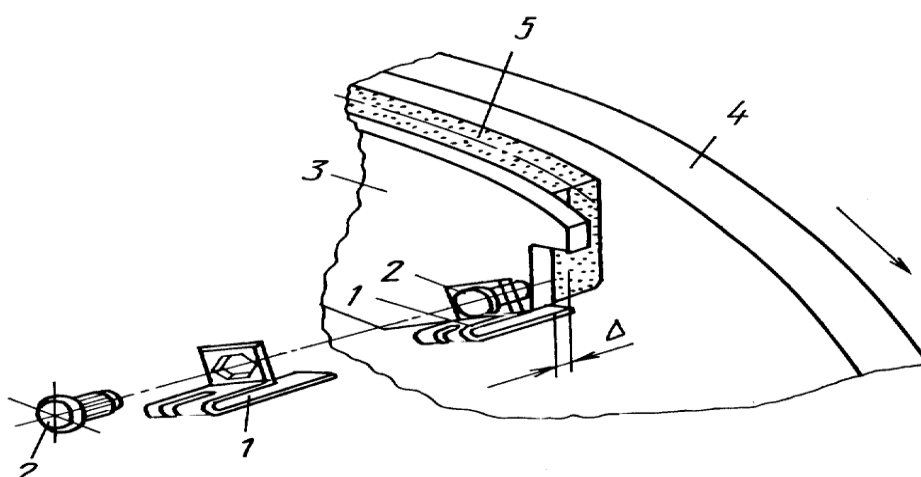


Рисунок 4.1 - Пристрій сигналізації зносу фрикційної накладки за а.с. №2136982

					ПГМ.ПД.21.00.004.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення пристрою для контролю величини зносу фрикційної накладки КПІ ім. І. Сікорського Кафедра ПГМ		
Розроб.		Година					
Перевір.		Неженцев					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Луговський					
					Літ.	Арк.	Аркуші
						1	14

Метою винаходу є підвищення надійності роботи пристрою сигналізації та поліпшення експлуатаційної можливості гальмівного пристрою.

Зазначена мета досягається тим, що кріпильний отвір сигналізатора виконано за формою шестикутника, а штифт кріплення має рифлену циліндричну форму, при цьому штифт кріплення виконаний з матеріалу, твердість якого нижче твердості матеріалу сигналізатора, забезпечуючи тим самим з'єднання, що виключає проворот сигналізатора відносно осі штифта при впливі крутного моменту диска гальма.

На рис. 4.1 представлено пристрій сигналізації зносу фрикційної накладки. Пристрій містить сигналізатор 1 і штифт кріплення 2. При запресовуванні штифта 2 в отвір гальмівної колодки 3 кромки шестикутного отвори сигналізатора формують гладкі грані на рифленій поверхні штифта, забезпечуючи кріплення сигналізатора, що виключає проворот щодо осі штифта при впливі крутного моменту диска гальма 4.

При зносі фрикційної накладки 5 до величини пристрій сигналізації своїм торцем вступає в контакт з обертовим диском гальма 4 і видає звуковий сигнал.

Таким чином, пропонується пристрій дозволяє без ускладнень конструктивної форми надійно сигналізувати звуком про знос фрикційної накладки при впливі на нього крутного моменту диска гальма і тим самим поліпшити експлуатаційні можливості гальмівного пристрою.

4.2 Пристрій інформування водія про граничний знос гальмівної накладки за а.с. №2452880

Винахід відноситься до пристроїв для контролю за робочим станом гальм транспортних засобів. Пристрій інформування водія про граничний знос гальмівної накладки містить гальмівний барабан, гальмівну колодку з двошаровою фрикційною накладкою. Гальмівна колодка має струмопровідний шар, ключ замикання, пов'язаний за допомогою струмоприймача із звуковою та світловою сигналізацією і розташований на відстані. Пристрій відрегульовано відповідно до гранично до-

					ПГМ.ПД.21.00.004.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

пустимого зносу фрикційної накладки. В результаті досягається підвищення рівня безпеки транспортного засобу при експлуатації в періоди гальмування.

Технічний результат від використання пропонованого винаходу полягає, насамперед, у підвищенні рівня безпеки транспортного засобу при експлуатації, тому що при настанні моменту гранично допустимого зносу гальмівної накладки в кабіні транспортного засобу відбувається миттєве, одночасне включення світлової та звукової сигналізації.

Вказаний результат досягається тим, що пристрій інформування водія про граничний знос гальмівної накладки містить гальмівний барабан, гальмівну колодку з двошаровою фрикційною накладкою, що забезпечена струмопровідним шаром, ключем замикання, пов'язаним за допомогою струмоприймача із звуковою та світловою сигналізацією і розташованим на відстані. При цьому пристрій відрегульовано відповідно до гранично допустимого зносу фрикційної накладки.

На рис. 4.2 зображено пристрій інформування водія про граничний знос гальмівної накладки, що містить барабан 6, гальмівну колодку (не позначено), що містить основу 1, двошарову фрикційну накладку, один з шарів якої 2 має товщину, рівну гранично допустимому зносу накладки, а другий 7 (основний робочий шар гальмівної накладки) відділений від першої струмопровідним шаром 9, що є ключем замикання, напиленим на клейову основу (ізоляція від зовнішнього середовища) і складається з порошкового електропровідного матеріалу, який за допомогою струмоприймача 8 електрично з'єднаний зі світловим 4 і звуковим 5 сигналізаторами зносу. Світловий індикатор встановлюється червоною або помаранчевою лампою на приладову панель в прямої видимості водія, а звуковий сигналізатор встановлюється біля лівої верхньої кромки лобового скла або на дзеркало заднього виду, якщо таке є.

Гальмівна колодка працює таким чином.

При зносі другої гальмівної накладки 7 до граничного значення (відкривається струмопровідний шар 9) в момент гальмування при натисканні на педаль гальма відбувається контакт струмопровідного шару 9 з гальмівним барабаном 6 і миттєво замикається електричний ланцюг (див. рис. 4.2) індикаторів зносу, які

					ПГМ.ПД.21.00.004.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

відповідно подають світловий і звуковий попереджувальні сигнали водієві. У зв'язку з дублюванням сигналу і розташуванням сигналізаторів в кабіні транспортного засобу виключається неправильне трактування звуків і світлових індикацій, а також збільшується надійність самої системи індикації. Внаслідок того, що струмопровідний шар 9 напильюється на всю поверхню поділу між першим шаром 2 і другим шаром 7 частин гальмівної накладки, індикація зносу відбудуватиметься і при його нерівномірності.

На рис. 4.3 представлена електричний ланцюг індикатора, що складається з акумуляторної батареї 10, індикаторів зносу 4, 5; струмоприймача 8 та електричного ключа 11, що представляє собою напильний струмопровідний шар на гальмівному барабані.

Застосування даної гальмівної колодки дозволить збільшити рівень безпеки транспортного засобу при його експлуатації, а також допоможе знизити витрати на експлуатацію шляхом миттєвого точного визначення моменту настання граничного зносу гальмівних накладок.

					ПГМ.ПД.21.00.004.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

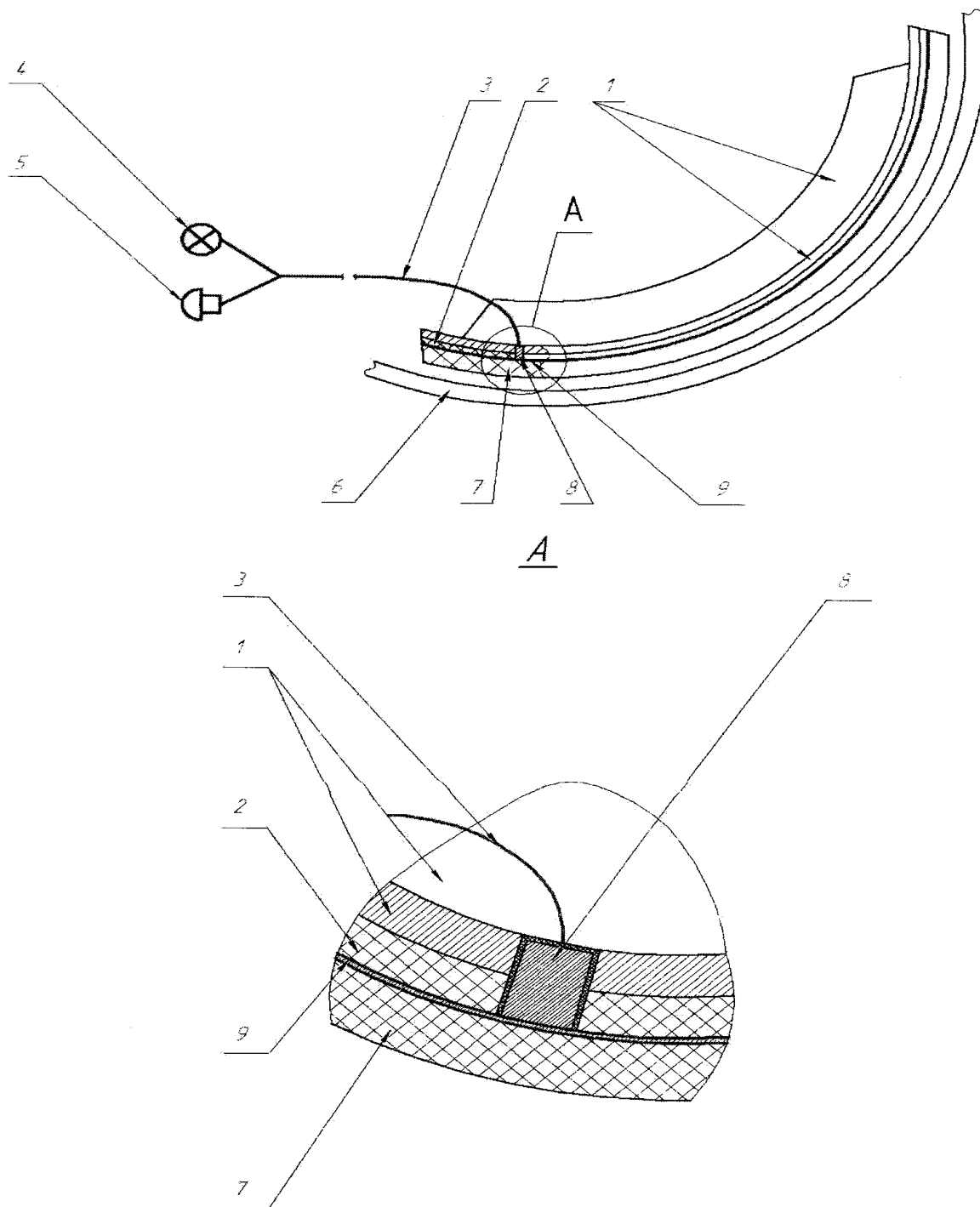


Рисунок 4.2 - Пристрій інформування водія про граничний знос гальмівної накладки за а.с. №2452880

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ПГМ.ПД.21.00.004.ПЗ

Арк.

5

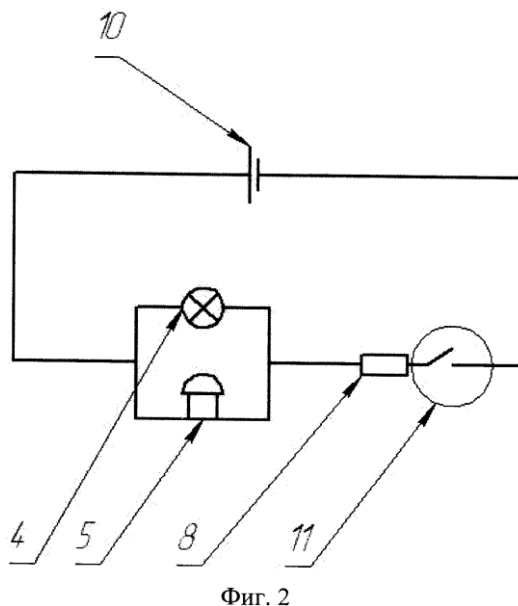


Рисунок 4.3 - Електричний ланцюг індикатора

4.3 Пристрій для визначення величини зносу фрикційної накладки за патентом №469014

Винахід відноситься до вантажопідйомного обладнання, а саме до пристроїв для контролю за технічним станом гальм.

Відомі пристрої для визначення величини зносу фрикційних накладок гальм, містять встановлені в тілі накладки контактні датчики лінійного зносу, пов'язані з електричною сигнальною системою. Їх недоліком є невідомість наближення зносу фрикційної накладки.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення фрикційної накладки. Для цього датчики виконані у вигляді електропровідних стрижнів, встановлених в циліндричному корпусі, який угвинчений в наскрізний отвір гальмівної колодки, а електропровідний стержень ізолюваний від корпусу діелектричною втулкою.

Конструкція пропонованої фрикційної накладки показана на рис. 4.4, де зображена установка датчика лінійного зносу в гальмівну колодку, а на рис. 4.5 - електрична схема включення датчика в сигнальну ланцюг пристрою.

Контактний датчик лінійного зносу фрикційної накладки складається з корпусу 1, в якому укріплений проводить стрижень 2, ізолюваний від корпусу діелектричною втулкою 3. Корпус 1 кріпиться на різьбленні в тілі гальмівної колодки 4,

					ПГМ.ПД.21.00.004.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

а контр-гайка 5 виключає мимовільне переміщення датчика в гальмівній колодці 4. Проводить стрижень 2 контактного датчика лінійного зносу включений в сигнальну ланцюг пристрої, що складається з блоку живлення 6 і сигнального елемента 7. По мірі зносу фрикційної накладки відбувається взаємне зближення проводить стрижня 2 і гальмівного шків 8, і при досягненні лінійного зносу граничної величини, на яку налаштований датчик, електричний ланцюг пристрої замикається на металевий гальмовий шків. При цьому загоряється сигнальна лампа.

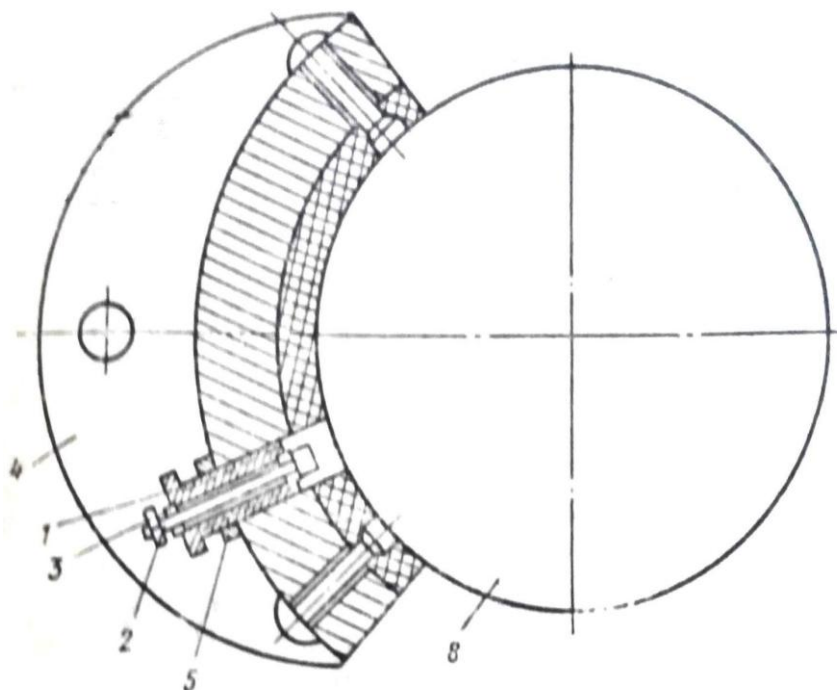


Рисунок 4.4 - Установка датчика лінійного зносу в гальмівну колодку за патентом №469014

Формула винаходу за патентом №469014

Пристрій для визначення величини зносу фрикційних накладок, переважно колодкових гальм, що включає встановлені в тілі накладки контактні датчики лінійного зносу, пов'язані з електричною сигнальною системою, що відрізняється тим, що, з метою забезпечення багатократного використання датчика та регулювання глибини його закладення в фрикційній накладці, датчики виконані у вигляді електропровідних стрижнів, встановлених в циліндричному корпусі, який угвин-

					ПГМ.ПД.21.00.004.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

чений в отвір гальмівної колодки, а електропровідний стержень ізольований від корпусу діелектричної втулкою.

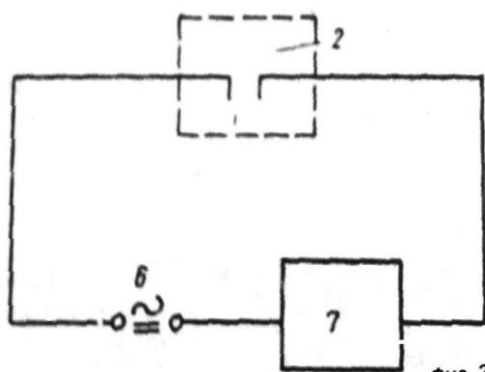


Рисунок 4.5 - Електрична схема включення датчика в сигнальний ланцюг пристрою за патентом №469014

4.4 Футеровка колодкового гальма за а.с. № 438608

Відомі футеровки неможливо уніфікувати, так як кожний типорозмір гальма має свій, відмінний від інших, радіус розточення фрикційних накладок. Виготовлення їх трудомістко і вимагає спеціального верстатного обладнання. З метою уніфікації фрикційних накладок для різних типорозмірів гальм поверхня тертя футеровка утворена великими і малими підставами фрикційних накладок, набраних упереміж, а кожна фрикційна накладка виконана з перетином у площині, яка перпендикулярна осі гальмівного обода, у вигляді рівнобедреної трапеції (див рис. 4.6).

Фрикційна накладка 1 виконана у формі прямої призми шириною В, перетин якої в площині, перпендикулярній осі гальмівного обода, має форму рівнобедреної трапеції. Фрикційні накладки набрані на корпусі гальмівної колодки 2 і утворюють футеровку закріплену на корпусі одним з відомих способів. Упереміж з фрикційними накладками 1, що утворюють поверхню тертя меншими підставами *а*, встановлені накладки, які утворюють поверхню тертя великими підставами *в*. Таке розташування фрикційних накладок дозволяє отримати різні радіуси поверхні тертя фрикційної футеровки при застосуванні уніфікованої фрикційної накладки.

					ПГМ.ПД.21.00.004.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

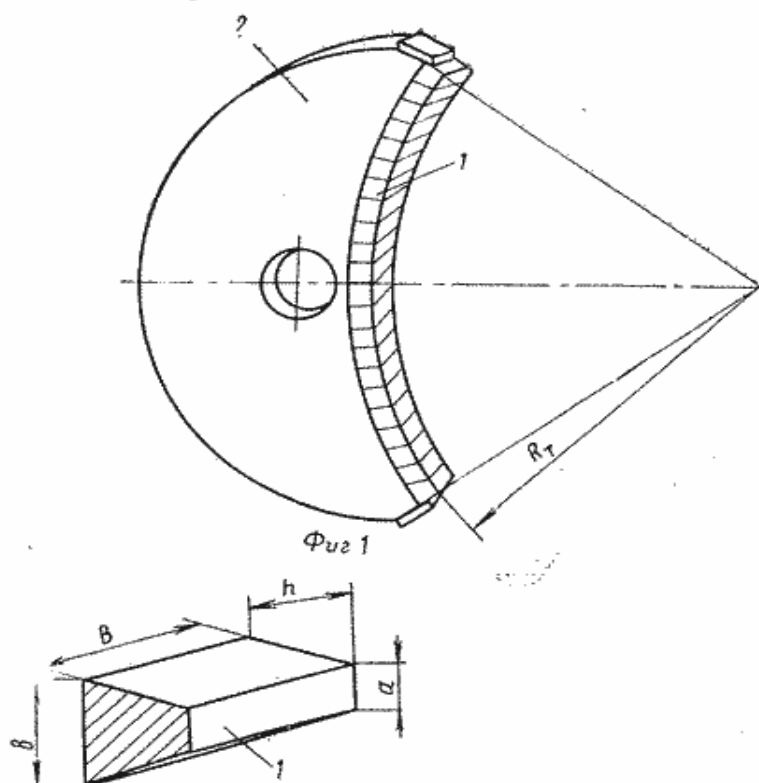


Рисунок 4.6 – Гальмівна колодка з фрикційною накладкою за а.с. № 438608

4.5 Гальмівна колодка за а.с. № 524027

Винахід відноситься до гальм і може знайти застосування в гальмах підйомно-транспортних машин. Відомі гальмівні колодки, містять корпус з двома боковими щокми, фрикційні нахил, поміщені в утворену щокми постіль, і гвинти, встановлені в отворах одній з бічних щок корпусу і входять до отвору у фрикційних накладках.

Недоліком таких колодок є наявність зазорів між гвинтами і закріплюваними накладками, що обумовлює низьку надійність кріплення. З метою усунення цього недоліку отвори в накладках виконані у формі клиновидних поглиблень, стінки яких розташовані під кутом 45-60° до основи накладки, а кінцівки гвинтів, що контактують зі згаданими стінками, виконані сферичними. Внутрішню поверхню бічної щок корпусу, що не несе гвинтів, доцільно виконати рифленою. Можна також, не виконуючи на згаданій щокі рифлень, встановити в ній гвинти з

					ПГМ.ПД.21.00.004.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сферичними кінцями, що входять в аналогічні описаним вище клиновидні поглиблення, які утворені на звернених до цієї щоді поверхнях накладок.

На рис. 4.7 зображена гальмівна колодка, загальний вигляд; на рис. 4.8 розріз по А-А на рис. 4.7.

Гальмівна колодка містить корпус 1, бічні щоки 2 якого, з'єднані підставкою 3, що виконана концентричною окружністю гальмівного обода 4, і знімні торцеві упори 5 утворюють порожнину. У цій порожнині розміщені фрикційні накладки 6, що зібрані в пакет і утворюють фрикційну поверхню тертя.

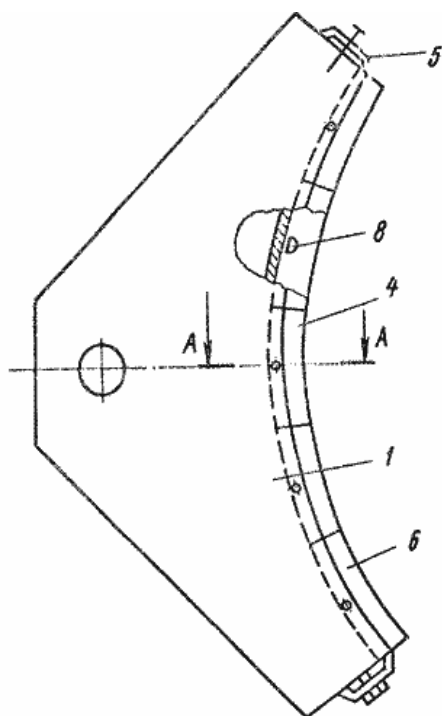


Рисунок 4.7

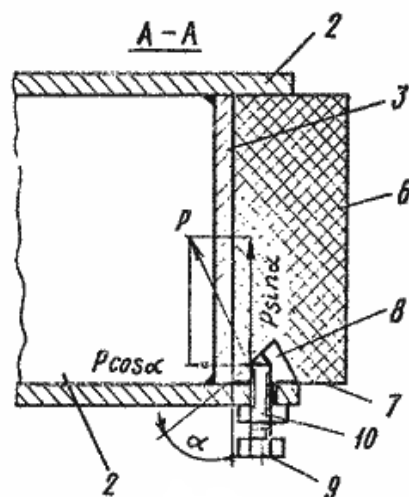


Рисунок 4.8

Кожна фрикційна накладка 6 має прямокутний перетин в площині, перпендикулярній боковим щокам 2. У бічному торці 7 накладки 6 утворено клиновидне поглиблення 8, робоча поверхня якого утворює з основою накладки гострий кут $45-60^\circ$.

У бічній щоді 2 корпусу 1 є різьбові отвори в яких встановлені гвинти 9 зі сферичними шліцами, контактуючими з робочими поверхнями гнізд 8 фрикційних накладок 6. Гвинти 9 стопоряться в робочому положенні за допомогою контргайок 10.

					ПГМ.ПД.21.00.004.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У процесі роботи гальмівна колодка взаємодіє фрикційними накладками 6 з гальмівним ободом 4. Фрикційні накладки 6 фіксуються на підставці 3 корпусу 1 за допомогою гвинтів 9 зі сферичними головками. Зусилля Р в точці контакту гвинта 9 і накладки 6 розкладається на складові які надійно притискають накладку 6 до підставки 3 і до внутрішньої поверхні бічної щоки 2 корпусу 1. Остання може мати рифлення. Від зміщення в поздовжньому напрямку фрикційної накладки 6 утримуються торцевими упорами 5.

При необхідності заміни фрикційних накладок 6 знімають один з торцевих упорів 5, звільняють контргайки 10, відгвинчують гвинти 9 так щоб їх сферичні кінці сховалися в тілі щоки 2, і виймають фрикційні накладки 6, зміщуючи їх по підставці 3 в бік знятого упору 5. Установу нового комплекту фрикційних накладок 6 виконують у зворотній послідовності.

4.6 Гальмівна колодка за а.с. № 709870

Винахід відноситься до машинобудування, зокрема до колодкових гальм шахтних підйомних машин, і може бути використане в гальмівних системах інших підйомно-транспортних механізмах.

Відома гальмівна колодка, у якої кріплення фрикційних накладок здійснюється цілими планками, жорстко з'єднаними з корпусом і встановленими в пазах, виконаних на бічних, звернених до сусідніх накладкам сторонах.

Така конструкція колодки дозволяє проводити заміну зношених фрикційних накладок без часткового розбирання гальмівного пристрою.

Істотний недолік цієї колодки полягає в тому, що при змінанні опорних поверхонь фрикційних накладок під планками або через ослаблення затягування болтів, що кріплять планки до корпусу, утворюється зазор між планкою і накладкою, в результаті чого можливі зміщення фрикційних накладок від дії на них поперечних навантажень, що значно знижує надійність роботи гальма.

Мета винаходу підвищення надійності роботи гальмівної колодки шляхом виключення можливості зміщення фрикційних накладок від дії поперечних сил.

					ПГМ.ПД.21.00.004.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ця мета досягається тим, що у пропонованій гальмівній колодці планки виконані розрізними, що складаються з двох частин, кожна з яких з одного кінця має виступ, що контактує з торцевими поверхнями сусідніх накладок (див. рис. 4.9).

На корпусі 1 гальмівної колодки встановлені фрикційні накладки 2. На бічних сторонах, звернених до сусідніх накладок, виконані вирізи, що утворюють між суміжними накладками 2 пази, в кожному з яких розташовані розрізні планки 4, що складаються з двох частин.

У планках 4 виконані різьбові отвори 5, в які угвинчені болти 6, що кріплять планки 4 до корпусу 1. Планки 4 розташовані в пазах 3 так, що своїм виступом 7 на одному з кінців контактують з торцевими поверхнями сусідніх фрикційних накладок 2, виключаючи тим самим їх зміщення від дії поперечних навантажень.

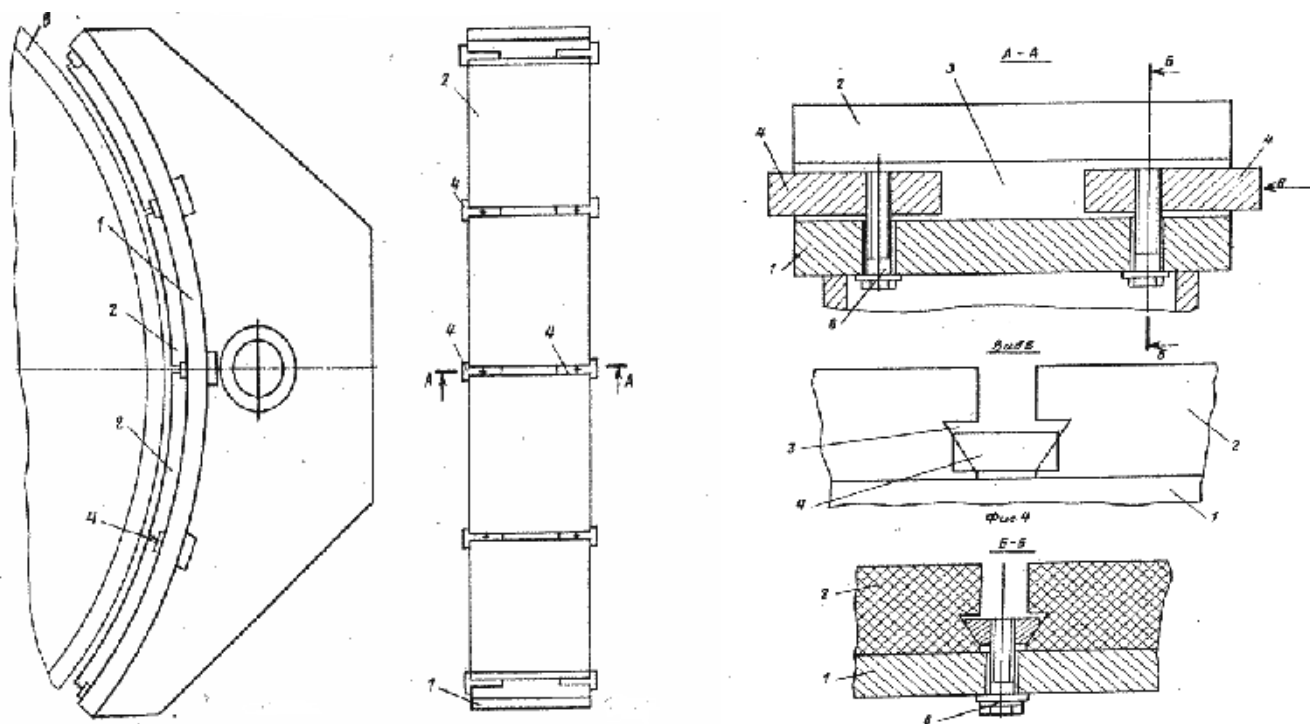


Рисунок 4.9 – Гальмівна колодка за а.с. № 709870

У процесі гальмування фрикційні накладки 2 за допомогою корпусу 1 накладаються на гальмівний обід 8 підйомної машини.

У порівнянні з відомою пропонована гальмівна колодка підвищує надійність і безпеку роботи гальма шахтної підйомної машини завдяки усуненню мож-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ПГМ.ПД.21.00.004.ПЗ

Арк.

12

ливості зміщення фрикційних накладок при дії поперечних навантажень; зменшує витрати металу на виготовлення планок і знижує трудомісткість їх виготовлення, так як довжина двох розрізних планок вдвічі менше однієї на відомій гальмівній колодці.

4.7 Технічне рішення гальмівної колодки

Гальмівна колодка відноситься до галузі підйомно-транспортних машин.

Відома конструкція гальмівної колодки містить фрикційні накладки прикріплені до корпусу за допомогою заклепок (див. книгу Александров М.П. Гальма підйомно-транспортних машин. - М.: Машинобудування 1985. - с. 113). Недоліком конструкції колодки є нерівномірний знос фрикційної накладки і не достатній тепловідвід.

В основу нової конструкції гальмівної колодки поставлене завдання підвищення ефективності експлуатації гальмівних накладок а саме збільшення терміну служби.

Поставлена задача досягається тим, що фрикційна накладка виконана з трьох частин у кожній з яких з тильного боку виконаний паз у вигляді «ластівкин хвіст», а з внутрішньої сторони колодки виконані три трапецеїдальної форми виступи на які кріпляться частини фрикційної накладки, а між тильною стороною фрикційної накладки і внутрішньою поверхнею колодки є повітряний зазор.

На рис. 4.10 наведена конструкція колодки, яка складається з корпусу 1 прикріпленого до стійки за допомогою пальця, і трьох частин накладки 2, зв'язаного з корпусом за допомогою паза 3 в накладці й виступу трапецеїдальної форми 4.

Заміна накладок відбувається наступним чином: при повному або частковому зносі, частини накладки або одна із складових знімаються а на їх місце кріпляться нові. Процес заміни полегшується за рахунок роз'ємного з'єднання «ластівкин хвіст».

					ПГМ.ПД.21.00.004.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

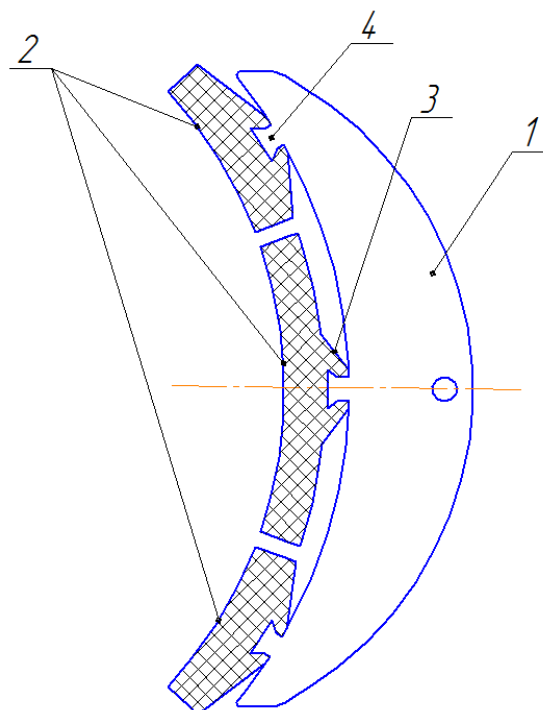


Рисунок 4.10 – Гальмівна колодка

За рахунок відсутності кріпильних заклепок (розташованих на глибині 50% в фрикційної накладці), і заміні на більш ефективне кріплення, час експлуатації збільшено в два рази. Колодка виконана з основи і знімних частин фрикційної накладки.

Процес тепловідведення відбувається за рахунок нецілісної фрикційної накладки. Частина тепла, що виділяється проходить між секціями фрикційної накладки і тим самим збільшує тепловідвід.

Аналіз розглянутих конструкцій гальмівних колодок з фрикційними накладками показав, що найбільш ефективним технічним рішенням є конструкція гальмівної колодки за патентом №469014 з установленим датчиком лінійного зносу. Його впровадження в гальмах козлового крана дозволило підвищити надійність гальм та безпеку перевантажувальних операцій з великогабаритними вантажами в портах і на залізничних станціях.

					ПГМ.ПД.21.00.004.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Виходячи з того, що в житті, а тим більше у виробничому процесі, абсолютної безпеки не існує, нерозумно було б вимагати від реального виробництва повного викорінення травматизму, виключення можливості будь-якого захворювання. Але реальним і розумним є ставити питання про зведення до мінімуму впливу об'єктивно існуючих виробничих небезпек. На досягнення цієї мети спрямована охорона праці – система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Наведене вище визначення охорони праці, яке встановлене Законом України «Про охорону праці», свідчить, що охорона праці являє собою сукупність законів, нормативно-правових актів, а також комплекс різноманітних заходів та засобів, які забезпечують безпеку праці, збереження життя, здоров'я та працездатності людей при виконанні ними трудових обов'язків.

Мета розділу – дати загальні наукові основи безпечних методів роботи, забезпечення нормальних умов для високопродуктивної праці співробітників, що запобігають виробничому травматизму, профзахворюванням, аваріям, пожежам і т.д. в виробничих приміщеннях та на робочих місцях підприємства.

5.1.Правові основи охорони праці

5.1.1Гарантії прав на охорону праці, пільги і компенсації за шкідливі та небезпечні умови праці

Права громадян (у тому числі працівників), закріплені у відповідних нормативно-правових актах, можуть бути реалізовані тільки за умови, якщо в нормативному порядку будуть установлені для цього необхідні гарантії.

					ПГМ.ПД.21.00.005.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона праці		
Розроб.	Година						
Перевір.	Неженцев						
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.	Луговський						
					Літ.	Арк.	Акрушіє
						1	11
					КПІ ім. І. Сікорського Кафедра ПГМ		

Закон України "Про охорону праці" передбачає цілий ряд гарантій прав громадян на охорону праці як при укладанні трудового договору, так і під час роботи на підприємстві.

Установлено, що умови трудового договору не можуть містити положення, які не відповідають законодавству України про охорону праці.

Громадянин при укладанні трудового договору має бути проінформований власником під розписку про умови праці на підприємстві, наявність на робочому місці небезпечних та шкідливих виробничих факторів, можливі наслідки їх впливу на здоров'я, про права на пільги та матеріальну чи інші види компенсації за роботу в таких умовах. Забороняється укладання трудового договору з громадянином, якому згідно з медичним висновком протипоказана запропонована робота за станом здоров'я.

Усі працівники згідно із Законом підлягають загальнообов'язковому державному соціальному страхуванню від нещасних випадків та професійних захворювань, які можуть спричинити втрату працездатності.

Однією з гарантій є те, що працівник має право розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо роботодавець не виконує законодавства про охорону праці, не додержується умов колективного договору з цих питань.

У цьому разі працівникові виплачується вихідна допомога в розмірі, передбаченому колективним договором, але не менше тримісячного заробітку.

Працівника, який за станом здоров'я відповідно до медичного висновку потребує надання легшої роботи, роботодавець мусить перевести за згодою працівника на таку роботу на термін, зазначений у медичному висновку, і в разі потреби встановити скорочений робочий день та організувати проведення навчання працівника з набуття іншої професії відповідно до законодавства.

На час зупинення експлуатації підприємства, цеху, дільниці, окремого виробництва або устаткування органом державного нагляду за охороною праці чи службою охорони праці за працівником зберігається місце роботи, а також середній заробіток.

					ПГМ.ПД.21.00.005.ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Працівникам, зайнятим на роботах важких і зі шкідливими умовами праці, надається право на додаткові пільги і компенсації. Вони безкоштовно забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням чи молоком або рівноцінними харчовими продуктами, мають право на оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення, на скорочення тривалості робочого часу, додаткову оплачувану відпустку, пільгову пенсію й інші пільги та компенсації, надані в передбаченому законодавством порядку. Роботодавець також може за свої кошти додатково встановлювати за колективним договором (трудовим договором) працівникам пільги і компенсації, не передбачені законодавством. Протягом дії трудового договору, укладеного між робітником та роботодавцем, останній має не пізніш як за два місяці письмово проінформувати працівника про зміни виробничих умов та розміри пільг і компенсацій.

Роботодавець зобов'язаний забезпечити за свій рахунок придбання, комплектування, видачу та утримання засобів індивідуального захисту відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці і колективного договору.

У разі передчасного зношення цих засобів не з вини працівника роботодавець зобов'язаний замінити їх за свій рахунок. У разі придбання працівником спецодягу, інших засобів індивідуального захисту, миючих та знезаражуючих засобів за свої кошти роботодавець зобов'язаний компенсувати всі витрати на умовах, передбачених колективним договором.

Згідно з колективним договором роботодавець може додатково, понад установлені норми, видавати працівникові певні засоби індивідуального захисту, якщо фактичні умови праці цього працівника вимагають їх застосування.

Працівники, зайняті на роботах з важкими та шкідливими умовами праці, безоплатно забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, газованою солоною водою, мають право на оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення, скорочення тривалості робочого часу, додаткову оплачувану відпустку, пільгову пенсію, оплату праці у підвищеному розмірі та інші пільги і компенсації, що надаються в порядку, визначеному законодавством.

					ПГМ.ПД.21.00.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

У разі роз'їзного характеру роботи працівникові виплачується грошова компенсація на придбання лікувально-профілактичного харчування, молока або рівноцінних йому харчових продуктів на умовах, передбачених колективним договором.

Роботодавець може за свої кошти додатково встановлювати за колективним договором (угодою, трудовим договором) працівникові пільги і компенсації, не передбачені законодавством.

Протягом дії укладеного з працівником трудового договору роботодавець повинен, не пізніше як за 2 місяці, письмово інформувати працівника про зміни виробничих умов та розмірів пільг і компенсацій, з урахуванням тих, що надаються йому додатково.

5.2 Класифікація причин і методи аналізу виробничого травматизму та профзахворювань.

5.2.1 Шкідливі і небезпечні виробничі чинники та їх класифікація

Шкідливими називаються чинники, що чинять негативний вплив на працездатність або викликають професійні захворювання і інші професійні наслідки. Небезпечними - чинники, здатні при відповідних умовах викликати гостре порушення здоров'я або загибель організму.

Організм людини може пристосуватися до виробничих умов лише тоді, коли шкідливі або небезпечні чинники не досить активні і їх рівень знаходиться в межах гранично допустимих нормативних значень. Якщо ж шкідливі і небезпечні чинники виробничого середовища досить активні, тоді організм людини не в змозі до них пристосуватися і його нормальне функціонування порушується, а стан здоров'я погіршується внаслідок чого виникають виробничі травми або професійні захворювання.

Відповідно до державного стандарту шкідливі і небезпечні чинники за дією та природою впливу поділяються на чотири класи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

До фізичних небезпечних і шкідливих виробничих чинників належать такі:

					ПГМ.ПД.21.00.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

- рухливі машини, механізми, частини устаткування і тому подібне;
- будівлі, конструкції, матеріали, предмети, які руйнуються або падають;
- підвищені рівні шуму, вібрації, електромагнітних випромінювань і тому подібне;

- загазованість, запилення;
- електричний струм, електромагнітні поля;
- недолік або відсутність освітлення і тому подібне.

До хімічних небезпечних і шкідливих чинників належать шкідливі речовини в твердому, рідкому або газоподібному стані. Вони можуть діяти безпосередньо на тіло людини, потрапляти через дихання або піщевод, викликаючи отруєння, алергію і інші захворювання.

До біологічних небезпечних і шкідливих факторів належать мікроорганізми (бактерії, віруси, мікроби тощо) і макроорганізми (деякі рослини і тварини), контакт з якими може привести до погіршення стану здоров'я.

Психофізіологічними шкідливими і небезпечними факторів є фізичні і нервово – психічні перевантаження.

Фізичні перевантаження можуть бути статичними, динамічними і гіподинамічними.

До нервово – психічних перевантажень належать: розумові перевантаження, монотонність праці, емоційні перевантаження.

5.3 Основи фізіології, гігієни праці та виробничої санітарії.

5.3.1 Повітря робочої зони

На машинобудівних підприємствах, у цехах гарячої холодної обробки металів, повітря виробничих приміщень потрапляє значна кількість пилу, токсичних та дратівливих газів.

Широке застосування на машинобудівних підприємствах знайшли пластмаси, які містять у своєму складі нітроакрилову кислоту, фенол та інші шкідливі речовини. При їхній обробці різними методами у повітря виробничих приміщень виділяються отруйні пари, газу та пил.

					ПГМ.ПД.21.00.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Шкідливі речовини можуть проникати в організм людини через органи дихання, травлення, а також крізь шкіру та слизові оболонки.

У санітарно - гігієнічній практиці розділяють шкідливі речовини на хімічні речовини та промисловий пил.

Хімічні речовини (шкідливі та небезпечні) відповідно до ГОСТ12.0.003 - 74 за характером впливу на організм людини підрозділяються на:

- загальнотоксичні, такі, що викликають отруєння всього організму (ртуть, толуол, аналін);
- дратівливі, такі, що викликають подразнення дихальних шляхів і слизових оболонок (хлор, аміак, сірководень);
- сенсibiliзуючі, що діють як алергени (альдегіди, розчинники лаки на основі нітросполук);
- канцерогенні, такі, що викликають ракові захворювання (азбест, аміносполуки, ароматичні вуглеводні);
- мутагенні, що призводять до зміни спадкоємної інформації (свинець, радіоактивні речовини, формальдегід);
- ті, що впливають на репродуктивну (відтворення потомства) функцію (бензол, свинець, марганець, нікотин).

Для сучасного підприємства найбільш розповсюдженим інженерним методом впливу на атмосферу є організація повітрообміну (вентиляція) у приміщеннях, а також локалізація джерел викидів з наступним видаленням забрудненого повітря і його очищенням (аспірація).

Проводимо оціночний розрахунок вмісту пилу у повітрі виробничого приміщенні

При заданих умовах визначимо фактичну концентрацію пилу у повітрі виробничого приміщення, порівняємо з відповідними гранично допустимими концентраціями (ГДК) пилу у відповідності з ГОСТ 12.1.007-88 ССБТ [18].

					ПГМ.ПД.21.00.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Вихідні дані:

Параметр	Варіант
	3
Вага фільтра до відбору проби, P_1 (мг)	130
Вага фільтра після відбору проби, P_2 (мг)	138
Об'ємна швидкість відбору проби, Q_t (л/хв)	4
Час відбору проби, T (хв)	13
Температура повітря в приміщенні, t ($^{\circ}\text{C}$)	17
Барометричний тиск, B (мм.рт.ст.)	755
Склад пилу	Баріт
ГДК пилу ($\text{мг}/\text{м}^3$)	6,00

1.Обсягпропущеного через фільтр повітря (V_t):

$$V_t = \frac{Q_t \cdot T}{1000} = \frac{4 \cdot 13}{1000} = 0,052 \text{ м}^3, \quad (5.1)$$

2 Обсяг повітря, приведений до нормальних умов:

$$V_o = \frac{V_t \cdot 273 \cdot B}{(273 + t) \cdot 760} = \frac{0,052 \cdot 273 \cdot 755}{(273 + 17) \cdot 760} = 0,049 \text{ м}^3, \quad (5.2)$$

3. Розрахунок концентрації пилу:

$$C_{\Pi} = \frac{P_2 - P_1}{V_o} = \frac{138 - 130}{0,049} = 164,5 \text{ мг}/\text{м}^3, \quad (5.3)$$

4. Коефіцієнт відповідності умов праці нормативним вимогам:

$$K_c = \frac{C_{\Pi}}{\text{ГДК}_{\Pi}} = \frac{164,5}{6} = 27,42, \quad (5.4)$$

де ГДК_{Π} — гранично – допустима концентрація пилу ($6 \text{ мг}/\text{м}^3$).

Концентрація пилу у даному випадку значно перевищує допустиму норму. Для видалення пилу широко застосовують вентиляцію. Місцева вентиляція у боротьбі з пилом більш ефективна, ніж загальна. Стіни та підлога повинні бути гладкими для зручнішого видалення пилу. Індивідуальними засобами захисту від пилу

					ПГМ.ПД.21.00.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

являються противогази, респіратори, окуляри, спецодяг.

5.4 Основи техніки безпеки на виробництві

5.4.1 Вимоги техніки безпеки до виробничого обладнання і технологічних процесів

Основними вимогами безпеки, що пред'являються до конструкції машин і механізмів, є: безпека для здоров'я і життя людини, надійність, зручність експлуатації. Загальні вимоги безпеки до виробничого обладнання встановлені ГОСТ 12.2.003-74 *. Їх виконання робить машини і механізми безпечними не тільки при експлуатації, але і при монтажі, ремонті, транспортуванні і зберіганні. Згідно з цим стандартом безпеку виробничого обладнання повинна забезпечуватися:

- Вибором принципів дії, конструктивних схем, безпечних елементів конструкції і т. п.;
- Застосуванням в конструкції засобів механізації, автоматизації та дистанційного керування;
- Застосуванням в конструкції засобів захисту;
- Виконанням ергономічних вимог;
- Включенням вимог безпеки в технічну документацію з монтажу, експлуатації, ремонту, транспортування та зберігання;
- Застосуванням в конструкції відповідних матеріалів.

Основними вимогами безпеки до технологічних процесів є:

- усунення безпосереднього контакту працюючих з вихідними матеріалами, заготовками, напівфабрикатами,
- комплексна механізація та автоматизація виробництва
- впровадження систем контролю та керування технологічним процесом
- застосування дистанційного керування технологічними процесами
- раціональна організація праці та відпочинку
- застосування засобів колективного захисту працюючих;

					ПГМ.ПД.21.00.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

- використання системи попереджувальної сигналізації.
- відповідність рівнів небезпечних вимогам стандартів безпеки за видами небезпечних та шкідливих факторів.
- впровадження систем контролю та керування технологічним процесом
- своєчасне видалення і знешкодження відходів виробництва,

5.5 Основи пожежної безпеки

5.5.1 Пожежна безпека на виробництві

Пожежа – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується у часі і просторі [16,20].

Пожежна безпека об'єкта – стан об'єкта, за яким з регламентованою імовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Засоби пожежної профілактики:

- використанням машин, механізмів, устаткування, пристроїв, при експлуатації яких не утворюються джерела запалювання;
- використанням швидкодійних засобів захисного відключення можливих джерел запалювання;
- улаштуванням блискавкозахисту і захисного заземлення інженерних комунікацій та устаткування;
- використанням технологічних процесів і устаткування, що задовольняє вимогам статичної іскробезпеки;
- підтриманням температури нагріву поверхні машин, устаткування, пристроїв, речовин і матеріалів, які можуть увійти в контакт з горючим середовищем, нижче гранично допустимої, яка не повинна перевищувати 80% температури самозаймання горючого середовища;
- виключенням можливості появи іскрового розряду в горючому середовищі з енергією, яка дорівнює або перевищує мінімальну енергію запалювання;

					ПГМ.ПД.21.00.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

- використанням інструменту, робочого одягу і взуття, які не викликають іскроутворення при виконанні робіт;
- ліквідацією умов теплового, хімічного, мікробіологічного самозаймання речовин та матеріалів, що обертаються, виробів і конструкцій, виключенням їх контакту з відкритим полум'ям;
- зменшенням розміру горючого середовища, яке є визначальним, нижче гранично допустимого за горючістю;
- усуненням контакту з повітрям пірофорних речовин;
- виконанням вимог чинних стандартів, норм та правил пожежної безпеки;
- використання електроустаткування, що відповідає за своїм виконанням пожежонебезпечним та вибухонебезпечним зонам, групам та категоріям вибухонебезпечних сумішей

Відповідно до НАПБ Б.07.005186 приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою поділяють на п'ять категорій (А, Б, В, Г, Д) [21].

Для локалізації невеликих загорянь обслуговуючий персонал цеху до прибуття пересувних засобів використовує первинні засоби гасіння: пожежні стволи (водяні та повітряно-пінні) відвнутрішнього пожежного водопроводу; ручні і стаціонарні вогнегасники; сухий пісок; азбестові ковдри і т.ін.

Для локалізації та ліквідації розвинених пожеж використовують пересувні засоби пожежогасіння. До них відносяться пожежні автомобілі водо-пінного та порошкового гасіння, спеціального призначення і т.ін.

Висновки за розділом

У даному розділі бакалаврського дипломного проекту розглянуто питання охорони праці техніки безпеки виробничих приміщеннях та на робочих місцях по створенню безпечних та комфортних умов праці, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності, проведена оцінка вмісту пилу у повітрі в виробничому приміщенні.

					ПГМ.ПД.21.00.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

ВИСНОВКИ

Виконано дипломний проект по розробці та удосконаленню козлового крана вантажопідйомністю 180+20 т, призначеного для перевантажувальних операцій з великогабаритними вантажами в портах і на залізничних станціях.

В проекті було виконано розрахунки кранових механізмів з необхідними перевірками та вибрано відповідні комплектуючі:

- для механізму допоміжному підйому в/п 20 т обрано двигун МТН 612-10 з номінальною потужністю $N_d=70$ кВт, редуктор Ц2-750-50,94 та гальма ТКГ-300;
- для механізму підйому в/п 100 т обрано двигун МТН 711-10У1 потужністю $N_d=100$ кВт, та гальма ТКГ-500.
- для механізму пересування крана обрано електродвигуни МТФ112-6У1, редуктори типу Ц2-350-50.

В інноваційній частині проекту проведено удосконалення пристрою для контролю величини зносу фрикційних накладок гальм механізму пересування крана. Це дозволило підвищити надійність гальм та безпеку перевантажувальних операцій з великогабаритними вантажами в портах і на залізничних станціях.

Також були розглянуті питання технології обробки деталей і вузлів крана, а саме - розроблені технологічні процеси обробки барабана механізму підйому. Крім того, в розділі з охорони праці дано загальні основи безпечних методів роботи, забезпечення нормальних умов для високопродуктивної праці співробітників, що запобігають виробничому травматизму, профзахворюванням, аваріям, пожежам на робочих місцях підприємства.

У графічній частині проекту виконані креслення загального виду крану вантажопідйомністю 180+20 т, механізму пересування крану, механізму головного підйому, візка вантажопідйомністю 20 т, схем пристрою для контролю величини зносу фрикційних накладок гальм механізму пересування крана.

					ПГМ.ПД.21.00.000.В.ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.	Година				ВИСНОВКИ				Літ.	Арк.	Аркушів		
Перевір.	Неженцев								П	Д		1	1
Реценз.													
Н. контр.													
Затверд.	Луговський												
					КПІ ім. І. Сікорського Кафедра ПГМ								

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Абрамович И. И., Котельников Г. А. Козловые краны общего назначения. – Изд. 2-е. – М.: Машиностроение, 1983, - 232 с.
2. Александров М. П. Подъемно-транспортные машины. Изд. 6-е. Учебник для машиностр. спец. вузов. - М.: Высш. школа, 1985. 520 с.
3. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підйимальних і транспортувальних машин: Підручник /В.С. Бондарєв, О. І. Дубінець, М. П. Колісник та ін. – К.: Вища школа, 2009. – 734 с.
4. Основи розробки, виробництва, монтажу, випробувань та обстежень підйомно-транспортних машин: навч. посіб. / М.П. Колісник, А.Ф. Шевченко, В.В. Мелашич. - Дніпропетровськ: Пороги, 2007. - 191 с.
5. Справочник по кранам: В 2 т. Характеристики материалов и нагрузок. Основы расчета кранов, их приводов и металлических конструкций /В.И. Брауде, М.М.Гохберг, И.Е.Звягин и др.; Под общ. ред. М.М.Гохберга. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988. – 536 с.
6. Федосеев В.Н. Приборы и устройства безопасности грузоподъемных машин: Справочник. – М.: Машиностроение, 1990.- 320 с.
7. Вантажопідйомні механізми та машини : навч. посіб. / М.В. Любін, І.В. Гунько, О.В. Цуркан. - Вінниця : Едельвейс і К, 2015. - 292 с.
8. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідйимальних кранів: НАОП 0.00-1.03-07. – К.: Основа, 2007. – 312 с.
9. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. – К.: Наукова думка, 1975. – 704 с.
- 10.Ивашков И.И. Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин: Учебник для машиностроительных вузов. – М.: Машиностроение, 1981. – 335 с.
- 11.Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. – М.: Машиностроение, 1979. – Т.1 – 728 с.; Т.2 – 559 с.; Т.3 – 557 с.
- 12.Підйомно-транспортні пристрої: навч. посібник / О.М. Хомяк, Б.Ф. Піпа, А.І. Марченко. – К.: КНУТД, 2014. - 163 с.

					ПГМ.ПД.21.00.000.СЛ.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Година						
Перевір.	Неженцев						
Реценз.							
Н. контр.							
Затверд.	Луговський						
					СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ		
					Літ.	Арк.	Аркуші
					П	Д	1
					КПІ ім. І. Сікорського Кафедра ПГМ		

ДОДАТОК
(специфікації)

[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
Перв. примен.						
				Документація		
	A1		ПГМПД2104.04.00.0000.СК	Складальне креслення	1	
				Складальні одиниці		
		1	ПГМПД2104.04.01.0000.СК	Візок привідний	2	
		2	ПГМПД2104.04.02.0000.СК	Привід механізму пересування	2	
		3	ПГМПД2104.04.03.0000.СК	Балка опорна	2	
Стор. №		4	ПГМПД2104.04.04.0000.СК	Пристрій поворотний	1	
		5	ПГМПД2104.04.05.0000.СК	Балансир головний	1	
		6	ПГМПД2104.04.06.0000.СК	Установка буфера	2	
		7	ПГМПД2104.04.07.0000.СК	Установка захватів		
				протиугінних ручних	4	
				Деталі		
		8	ПГМПД2104.04.00.0001	Столик	2	
		9	ПГМПД2104.04.00.0002	Вісь	1	
Підп. и дата		10	ПГМПД2104.04.00.0003	Вісь	2	
		11	ПГМПД2104.04.00.0004	Опора балансира	2	
		12	ПГМПД2104.04.00.0005	Планка вісітримача	16	
				Стандартні вироби		
		13		Болт М20х40.46		
				ГОСТ 7796-70	32	
	Інв. № докл.					
Взам. инв. №						
Підп. и дата						
Інв. № подл.						
Лист						
Листов						
Листов						

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
Перв. примен.						
				Документація		
	A1		ПГМПД.2104.02.00.000.СК	Складальне креслення	1	
				Складальні одиниці		
Стор. №		1	ПГМПД.2104.02.01.000.СК	Траверса ліва Q = 180 т	2	
		2	ПГМПД.2104.02.02.000.СК	Траверса права Q = 180 т	2	
		3	ПГМПД.2104.02.03.000.СК	Установка метельника	2	
		4	ПГМПД.2104.02.04.000.СК	Зчіпка	2	
		5	ПГМПД.2104.02.05.000.СК	Установка обмежувача висоти підйому ліва	1	
		6	ПГМПД.2104.02.06.000.СК	Установка обмежувача висоти підйому права	1	
		7	ПГМПД.2104.02.07.000.СК	Візок грузовий Q = 100 т	2	
		8	ПГМПД.2104.02.08.000.СК	Візок	2	
		9	ПГМПД.2104.02.09.000.СК	Столик зчіпний	2	
		10	ПГМПД.2104.02.10.000.СК	Столик зчіпний	2	
Підп. і дата		11	ПГМПД.2104.02.11.000.СК	Рама противаги	2	
		12	ПГМПД.2104.02.12.000.СК	Підвіска	2	
		13	ПГМПД.2104.02.13.000.СК	Балка підвісна	2	
Инд. № дубл.						
Взам. инв. №						
Підп. і дата						
Инд. № подл.						
Изм. Лист						
Разр. Година						
Пров. Неженцев						
Н.контр.						
Утв. Луговський						
ПГМПД.2104.02.00.000.СП						
Механізми підйому				Лит. Лист Листов		
В/п 180 т				п\д 1 2		
				КПІ ім. І.Сікорського		
				каф. ПГМ		

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	При- мітка	
Справ. №	A1			ПГМПД2104.03.000.СК	Складальне креслення	2		
					Складальні одиниці			
			1	ПГМПД2104.03.01.000.СК	Рама візка	1		
			2	ПГМПД2104.03.02.000.СК	Установка обмежувача висоти підйому	1		
			3	ПГМПД2104.03.03.000.СК	Підвіска	1		
			4	ПГМПД2104.03.04.000.СК	Огорожа візка	1		
			5	ПГМПД2104.03.05.000.СК	Механізм підйому	1		
			6	ПГМПД2104.03.06.000.СК	Механізм пересування правий	1		
			7	ПГМПД2104.03.07.000.СК	Механізм пересування лівий	1		
			8	ПГМПД2104.03.08.000.СК	Установка зрівняльного блоку	1		
			9	ПГМПД2104.03.09.000.СК	Установка тяги	1		
Інв. № докл.					Деталі			
Взам. інв. №				10	ПГМПД2104.03.00.001	Вісь	2	
				11	ПГМПД2104.03.00.002	Вантаж	10	
				12	ПГМПД2104.03.00.003	Планка вісітримача	2	
Підп. і дата								
Інв. № подл.				ПГМПД.2104.03.00.000.СП				
	Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата			
	Разроб.	Година						
	Проб.	Неженцев						
	Н.контр.							
	Утв.	Луговський						
Візок вантажопідйомністю 20 т						Лит.	Лист	Листов
						П Д	1	2
						КПІ ім. І.Сікорського каф. ПГМ		

[illegible]

<i>Инд. №</i>	<i>подп.</i>	<i>Взам. инд. №</i>	<i>Инд. №</i>	<i>Подп.</i>

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПГМ.ПД.21.04.03.00.000.СП

2