

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»
Кафедра машинобудування, транспорту і зварювання

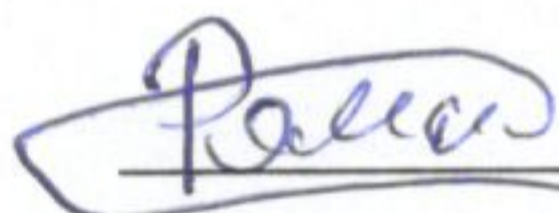
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

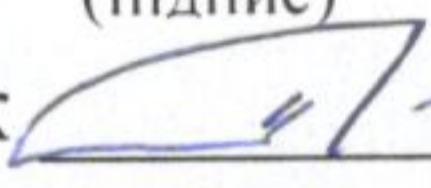
магістра на тему

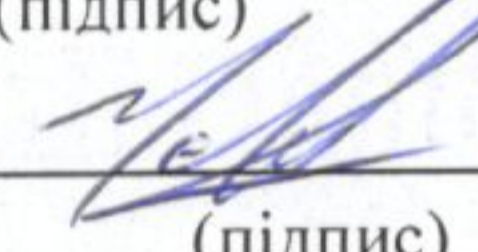
Вдосконалення стрілового самохідного крану на базі шасі автомобільного типу вантажопідйомністю 63т.

(тема кваліфікаційної роботи)

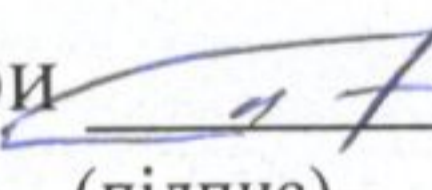
Виконав: студент 2 курсу, групи ДГМ-24мг
спеціальності: 133 Галузеве машинобудування
(код і найменування спеціальності)

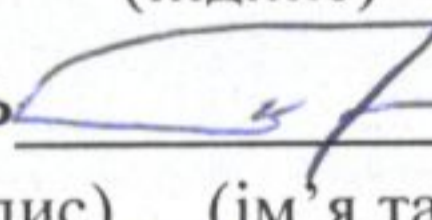
 /Ігор РОМАН
(підпис) (ім'я та прізвище)

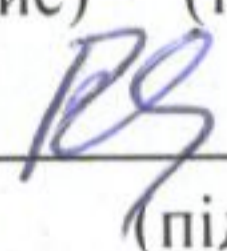
Керівник  /Олег ПОДОЛЯК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент  /Артем ЧЕРНЮК
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри  /Олег ПОДОЛЯК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль  /Олег ПОДОЛЯК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК  /Валентина СКОРКІНА
(підпис) (ім'я та прізвище)

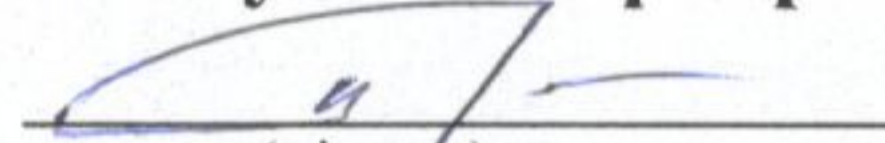
Харків – 2025 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В. Н.
КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»
Кафедра машинобудування, транспорту і зварювання
Спеціальність 133 Галузеве машинобудування
Освітньо-професійна програма Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри


(підпис)

к.т.н., доц. Олег ПОДОЛЯК

« 6 » 10 2025р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу (дипломну роботу/дипломний проєкт)
другого (магістерського) рівня вищої освіти

студенту (ці) Ігореві РОМАНУ

(ім'я, прізвище)

1. Тема: **Вдосконалення стрілового самохідного крану на базі шасі автомобільного типу вантажопідйомністю 63т.**

затверджена наказом по академії № _____ від « 6 » 10 2025р.

2. Термін здачі закінченої роботи « 10 » грудня 2025р.

Виконати вдосконалення стрілового самохідного крану на базі шасі автомобільного типу вантажопідйомністю 63т. (виконати модернізацію силової установки)

4. Зміст роботи/проєкту (перелік питань, що їх належить розробити):

Вступ; Призначення й область застосування крана; Розрахунково-конструкторська частина; Модернізація силової установки; Технологічна частина; Розробка заходів з охорони праці для робочого місця; Висновки; Список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу (презентаційний матеріал):


Презентація основних результатів виконаних досліджень. Роздатковий матеріал

6. Консультант:

Розділ	Консультант	Підпис, дата		Оцінка (бали)
		Завдання видав	Завдання прийняв	

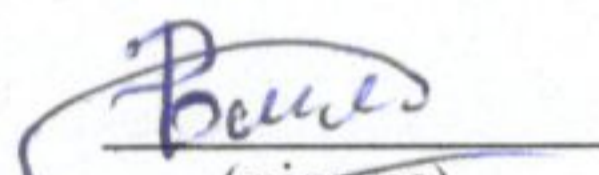
7. Дата видачі завдання «02» вересня 2025р.

Керівник роботи


(підпис)

Олег ПОДОЛЯК
(ім'я, прізвище)

Завдання прийняв до виконання

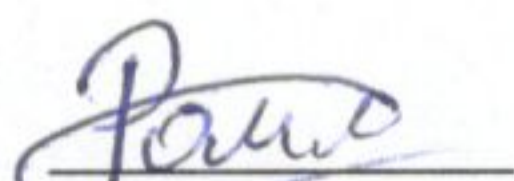

(підпис)

Ігор РОМАН
(ім'я, прізвище)

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК
виконання кваліфікаційної роботи
(дипломної роботи/дипломного проєкту)**

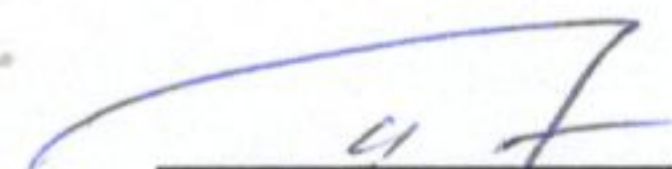
№ з/п	Назва етапів роботи та питань, які мають бути розроблені відповідно до завдання	Термін виконання	Позначки керівника про виконання завдань
1	Призначення й область застосування крана	10.09.2025	
2	Розрахунково-конструкторська частина	01.10.2025	
3	Модернізація силової установки	15.10.2025	
4	Технологічна частина	01.11.2025	
5	Оформлення і захист дипломного проєкту	10.12.2025	

Студент (ка)


(підпис)

Ігор РОМАН
(ім'я, прізвище)

Нормоконтроль


(підпис)

Олег ПОДОЛЯК
(ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Розрахунково-пояснювальна записка включає 79 сторінок основного тексту, 8 ілюстрацій, 9 таблиць, 21 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – кран стріловий самохідний на базі шасі автомобільного типу.

Новизна роботи полягає в удосконаленні силової установки крана

Тема магістерської кваліфікаційної роботи присвячена вдосконаленню стрілового самохідного крану на базі шасі автомобільного типу вантажопідйомністю 63т.

Було розглянуте питання про призначення й область застосування крана, розраховані і побудовані висотні та вантажні характеристики, розрахований об'ємний гідропривід, вантажна лебідка, модернізували силову установку польського виробництва шляхом заміни їх на більш потужну вітчизняного виробництва, що відбилося на здешевленні крана. Був зроблений розрахунок стійкості крана.

У технологічному розділі розроблено технологічний процес на виготовлення деталі типу шків, який служить для передачі крутного моменту із привідного вала силової установки на генератор і масляний насос вантажної платформи за допомогою пасової передачі.

Також в магістерській роботі були освітлені питання з охорони праці, промислової екології і санітарії.

Ключові слова: **СТРІЛОВИЙ КРАН, ШАСІ, ПОЛІСПАСТ, СТРИЛА, ЛЕБІДКА, СИЛОВА УСТАНОВКА, ШКІВ.**

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1. Розрахунково-конструкторська частина.....	6
1.1 Призначення й область застосування крана.....	6
1.2 Розрахунок і побудова висотних і вантажних характеристик.....	8
1.3 Розрахунок об'ємного гідроприводу.....	12
1.4 Розрахунок вантажної лебідки.....	19
1.5 Розрахунок механізму телескопування стріли.....	32
1.6 Розрахунок силової установки.....	36
1.7 Розрахунок стійкості крана.....	43
2. Технологічна частина.....	49
3. Розробка заходів з охорони праці для робочого місця при експлуатації крана стрілового самохідного в/п 63т.	62
Висновок.....	77
Список джерел.....	78

ВСТУП

Триває курс на підвищення технічної озброєності праці шляхом всесвітнього впровадження комплексної механізації й автоматизації виробничих процесів, впровадження принципово нової техніки, росту випуску машин великої одиничної потужності й продуктивності, закінчених систем машин. Значно підвищуються економічність і продуктивність машин, що випускають, їхня надійність і довговічність.

Виробництво вантажно-розвантажувальних і будівельно-монтажних робіт пов'язане з підйомом і переміщенням деталей, конструкцій і блоків високої заводської готовності, що вимагає застосування вантажопідйомних машин.

Поряд з відомими конструкціями вантажопідйомних кранів все більшу роль починають грати стрілові самохідні крани. Від їхньої надійності, працездатності й технічній готовності в значній мірі залежать продуктивність праці, загальний темп будівництва й вартість будівельно-монтажних робіт.

1. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

1.1 Призначення й область застосування крана

Проектований кран призначений для будівельно-монтажних, вантажно-розвантажувальних, аварійно-відбудовних робіт, пов'язаних із частими перебудуваннями при значних відстанях між об'єктами. Кран може працювати в районах з помірним кліматом в інтервалі температур від -40 до $+40^{\circ}\text{C}$.

Кран, що модернізується (рис. 1.1) змонтований на спеціальному шасі автомобільного типу, що забезпечує високу швидкість пересування й маневреність.[12]

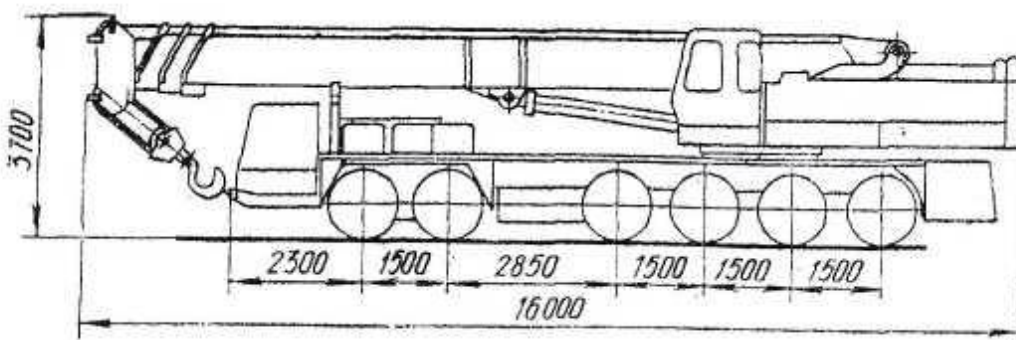


Рис. 1.1 Кран що модернізується

Кранові механізми, розташовані на поворотній частині, приводяться в дію за допомогою аксіально-поршневих гідромоторів або гідроциліндрів, що живляться від трьох аксіально-поршневих насосів, розташованих на ходовій частині. Насоси працюють від двигуна шасі й розвивають тиск у гідросистемі 16 мПа.

Кожний з насосів живить свій контур виконавчих механізмів. Застосування гідроприводу кранових механізмів забезпечує широкий діапазон регулювання робочих швидкостей і сполучення операцій.

Кран оснащений стріловим устаткуванням. Стрілове встаткування складається із чотирьохсекційної телескопічної стріли довжиною від 12,6 до 38,1 м і гуська 15 й 20 м, який можна встановлювати на стрілі як подовжувач або некерований гусак.

Телескопічна стріла може висуватися й втягуватися з вантажем на гаку, що значно розширює можливості крана на монтажних роботах.

Відповідно до вантажних характеристик кран може працювати на виносних опорах і без них. Пересуватися по площадці із твердим покриттям з вантажем на гаку при стрілі довжиною 10,5 м, спрямованої уздовж осі крана назад.

Шасі крана має чотири ведучих і два керованих мости. Підвіска передніх осей - ресорна, задніх - тверда. Розворот коліс здійснюється за допомогою гідропідсилювачів, що одержують рух від двох незалежних насосів. Шасі оснащено двома незалежними гальмовими системами й стоянковим гальмом.

Для аварійного опускання вантажу й робочого встаткування в гідросистемі передбачені вентиля. Для включення механізмів при раптовому обриві трубопроводу служать гідрозамки.

Керування крановими механізмами здійснюється за допомогою гідравлічних пристроїв з кабіни поворотної частини. Кабіна одномісна, металева, із внутрішньою обробкою із пластику, має більшу площу остекління, тепло- і звукоізоляцію, постачена сонцезахисним козирком, склоочисником, обладнана обігрівачем[12].

Технічна характеристика проектного крана:

Вантажопідйомність на виносних опорах

- min виліт стріли, т 63
- max виліт стріли, т 18

Вантажопідйомність без виносних опор

- min виліт стріли, т 10
- max виліт стріли, т 0,8

Довжина стріли	
- min , м	12,6
- max , м	38,1
Швидкість підймання-опускання гака, об/хв	
- найбільша	9
- посадкова	0,1
Швидкість телескопування стріли, м/хв	6,2
Швидкість пересування крана, км/ч	70
Силова установка	ЯМЗ-236
Маса крана в робочому положенні, т	36,5
Габаритні розміри в транспортному положенні, м	13X2,5x3,5

1.2 Розрахунок і побудова висотних і вантажних характеристик

Вантажопідйомність стрілових кранів перемінна. Більшим вильотам відповідають менші значення вантажопідйомності. Постійним приймається вантажний момент при номінальній вантажопідйомності на максимальному вильоті, що відповідає цієї вантажопідйомності.

Вантажні й висотні характеристики будуються з урахуванням забезпечення достатньої стійкості від перекидання, обумовленої вимогами [1] й ДЕРЖСТАНДАРТ 13994-81.

«Правила» вимагають дотримання умов стійкості для двох робітників (розрахункових) положень при дії: 1) тільки статичних навантажень; 2) дії статичних інерційних, відцентрових і вітрових навантажень із обліком найбільшого припустимого кута нахилу[1].

У першому розрахунковому положенні приймається, що кран установлений на горизонтальній площадці, стріла спрямована перпендикулярно до ребра перекидання під дією сил ваги вантажу.

Коефіцієнт статичної вантажної стійкості [9]

$$K = \frac{M_{кр}}{M_{сп}} \geq 1,4, \quad (1.1)$$

де $M_{кр}$ - момент сил ваги крана щодо ребра перекидання;

$M_{зр}$ - момент вантажу щодо того ж ребра, обумовлений з умови, що вантаж масою 1 т важить 10 кН.

У другому робочому положенні можуть бути два випадку: кран на площадці з максимально припустимим ухилом зі стрілою, спрямований у бік ухилу до ребра перекидання під кутом 90 й 45 градусів.

Коефіцієнт вантажної стійкості [9]

$$K = \frac{M_{кр} - M_{дон}}{M_{зр}} \geq 1,15, \quad (1.2)$$

де $M_{дон}$ - момент сил інерції, відцентрових сил, вітру з урахуванням максимального кута нахилу.

Позначивши [9]

$$M_{кр} = M_0 - M_c,$$

де M_0 - момент, що відновлює, крана, тобто момент сил ваги крана щодо ребра перекидання без урахування дії стрілового встаткування, одержали залежності у вигляді

$$K = \frac{M_0 - M_c}{M_{зр}} \geq 1,4, \quad (1.3)$$

$$K' = \frac{M_0 - M_c - M'_{дон}}{M_{зр}} \geq 1,15, \quad (1.4)$$

$$K'' = \frac{M_0 - M_c - M''_{дон}}{M_{зр}} \geq 1,15, \quad (1.5)$$

де $M'_{дон}, M''_{дон}$ - відповідно моменти додаткових навантажень при розташуванні стріли крана під кутом 90 й 45 градусів до ребра перекидання.

Виходячи зі значення вантажного моменту визначаємо значення поточної вантажопідйомності [9]

$$Q = \frac{M_{zp}}{A}, \quad (1.6)$$

де A - виліт гака при відповідному положенні стріли.

Виходячи з довжин основних стріл 10,6 м, максимальної вантажопідйомності $Q = 40$ т, відстаней від осі обертання крана до виносних опор 2,2 м, приймаємо мінімальний виліт гака $A_{\min} = 3,5$ м.

Визначаємо необхідний момент, що відновлює, сил ваги крана від вантажу й ваги стріли [9]

$$M_0 = \kappa \cdot M_{zp} + M_c, \quad (1.7)$$

де M_{zp} - момент, створюваний масою вантажу;

M_c - момент, створюваний вагою стріли;

$\kappa = 1,4$ - коефіцієнт статичної вантажної стійкості.

$$M_{zp} = Q \cdot 10 \left(A_{\min} - \frac{\kappa_1}{2} \right) = 400(3,5 - 2,9) = 240 \text{ кНм},$$

$$M_c = G_c \left(\frac{A_{\min}}{2} - \frac{\kappa_1}{2} \right) = 5,62 \left(\frac{3,5 + 1,5}{2} - \frac{5,8}{2} \right) = 0,$$

Це свідчить про те, що проекція центра ваги стріли перебуває над ребром перекидання.

По формулі 1.8, вирішивши відносно Q , одержимо

$$Q = \frac{M_0}{K \left(L_c \cos \alpha - r_1 - \frac{K_1}{2} \right) \cdot 10} - \frac{G_c \left(\frac{L_c \cos \alpha}{2} - r_1 - \frac{K_1}{2} \right)}{K \left(L_c \cos \alpha - r_1 - \frac{K_1}{2} \right) \cdot 10}, \quad (1.8)$$

де α - кут нахилу стріли;

r_1 - відстань від центра обертання поворотної частини крана до кореневого шарніра кріплення стріли;

$K_1 = 5,8$ м - відстань між виносними опорами.

Приймаючи значення вильоту, кута нахилу стріли, довжини стріли в утягнутому й витягнутому положеннях, нормативного коефіцієнта статичної вантажної стійкості 1,4 визначаємо величини вантажопідйомності. Дані зводимо в таблицю.

Таблиця 1.1 – Значення вантажопідйомності

Довжина стріли, L_c , м	Виліт гака			Вантажопідйомність Q
	Від осі обертання, м A	Від ребра перекидання, м $L_c \cos \alpha - r_1 - \frac{K_1}{2}$	$\cos \alpha = \frac{A + r_1}{L_c}$	
12,6	2,2	2,2	0,61	63,0
	6	4,0	0,83	31,0
	9	7,0	1,0	4,0
38,1	6	10,3	0,28	8,0
	16	16,7	0,49	4,0
	28	26,2	0,86	2,0

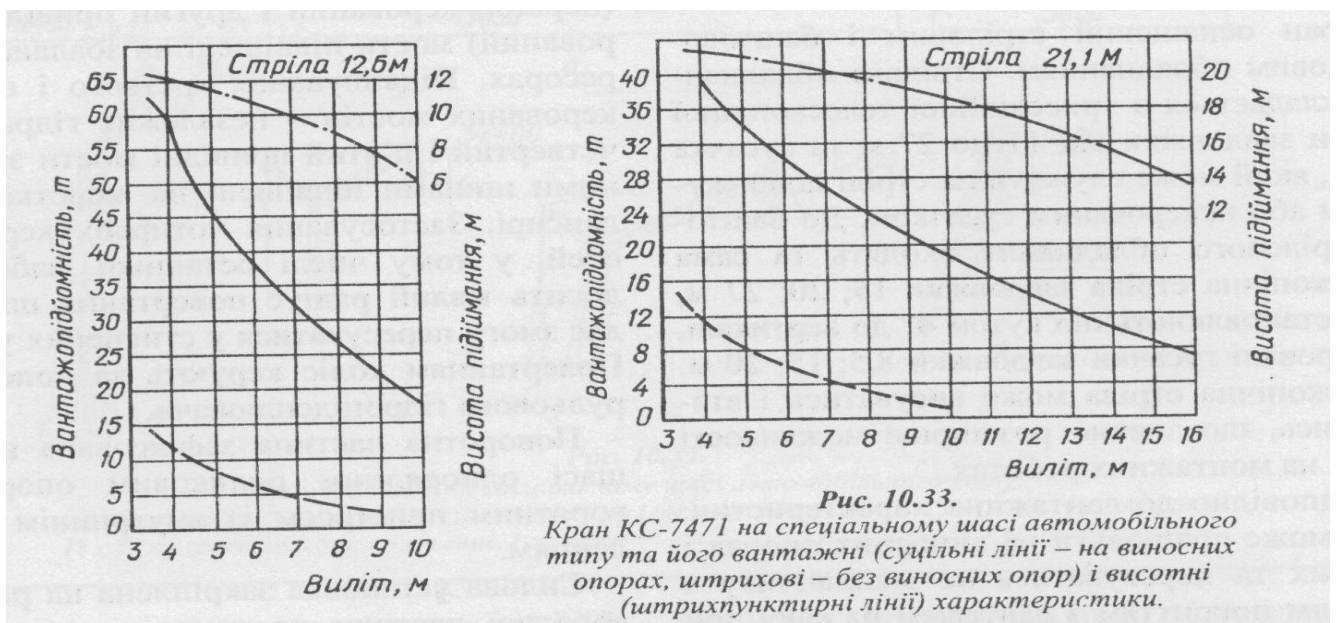


Рис. 1.2 - Вантажні та висотні характеристики проектного крана

1.3 Розрахунок об'ємного гідроприводу

На повністю гідрофікованих кранах принципові схеми гідроприводу можуть бути виконані окремо для поворотної частини й ходового пристрою, а також для рульового керування.

Принципова схема гідроприводу поворотної частини проектованого крана наведена на Рис. 1.3. Схема складається із силової системи й системи керування.

Силова система крана одержує живлення від трьох аксіально-поршневих нерегульованих насосів 210.25, установлених на шасі крана. Всі насоси одержують обертання від двигуна шасі. Кожен насос забезпечує роботу свого комплекту виконавчих механізмів.

Від першого насоса рідина подається гідромотору 2 механізми повороту й гідроциліндрам 9 механізму зміни довжини стріли. Другий насос пускає в хід гідромотор 12 лебідки допоміжного підйому й гідроциліндри 14 механізму підйому стріли. Цей насос також підвищує швидкість руху секцій телескопічної стріли й лебідки основного підйому. Третій насос живить гідромотор 16 лебідки основного підйому.

Робоча рідина від насосів до виконавчих механізмів і назад у гідробак надходить через шарнірне з'єднання 23.

Для керування виконавчими механізмами передбачені три гідророзподільники 17, 24 й 29 із запобіжними й зворотними клапанами. При установці золотників розподільників у нейтральне положення робоча рідина через проточні канали попадає в зливальну гідролінію й через фільтр 4 - у гідробак, змонтований на шасі крана. Рідина зливається з гідророзподільника 17 через калорифер 18, що обдувається вентилятором, або через вентиль (при відключеному калорифері) і попадає в бак.

Вантажна лебідка основного підйому приводиться в рух від гідромотора 16. Робоча рідина через відводи А1 або Б1 розподільника 17 подається в гідроциліндр 11 через клапан 6 типу АБО, розмикає гальмо лебідки, забезпечуючи підйом або спуск крюкової підвіски (вантаж). Від можливих коливань тиску рідини при пусках і зупинках у режимі опускання вантажу систему захищає запобіжний клапан 13. Гальмовий клапан 10 призначений для одержання рівномірної швидкості опускання. Якщо необхідно опускати вантаж при несправній гідросистемі (аварійний стан), використовують вентиль 8. При подачі рідини через відвід Б3 прискорювальної секції гідророзподільника 24 забезпечується підйом або опускання вантажу з підвищеною швидкістю. Підживлення напірної лінії при опусканні вантажу у випадку перевищення швидкості опускання, забезпечуваної потоком рідини, що надходить через розподільник, здійснюється зворотним клапаном зі зливної лінії [12].

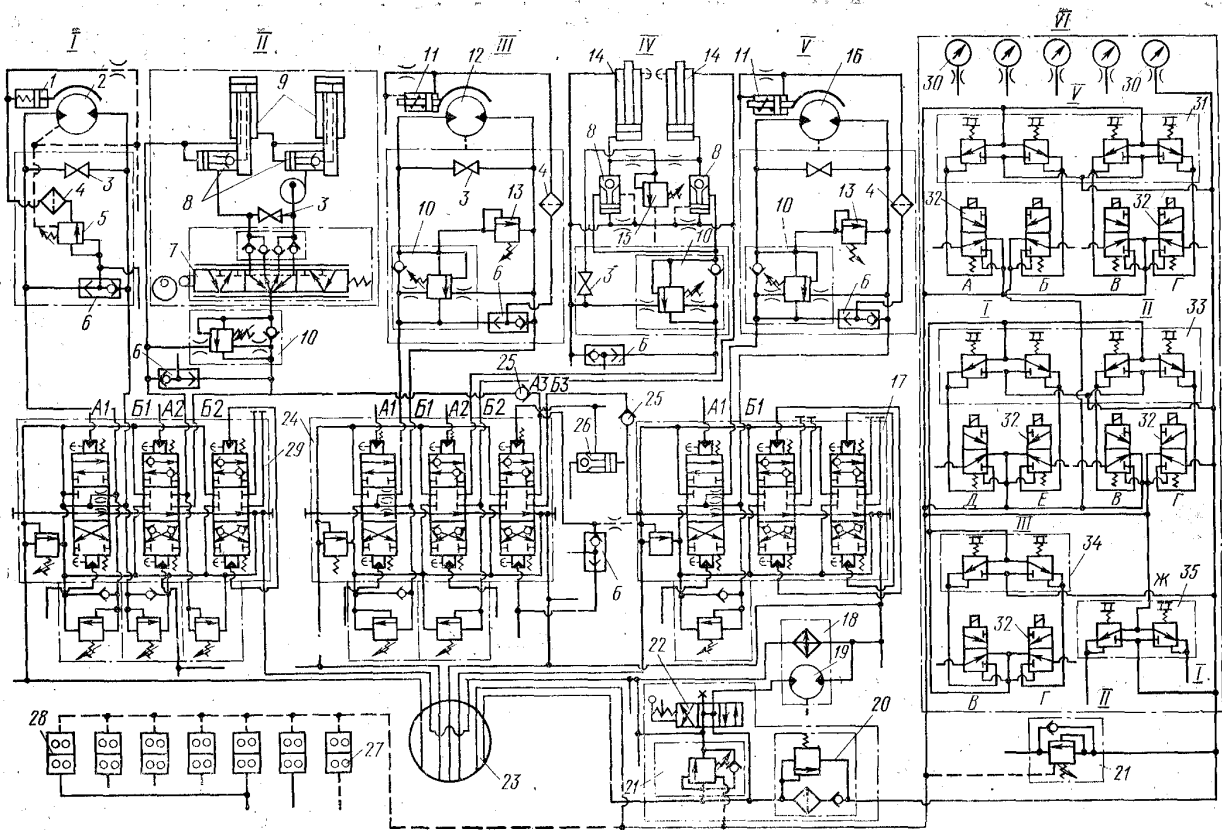


Рис. 1.3 Принципова схема гідроприводу поворотної частини крана.

Вантажна лебідка допоміжного підйому приводиться в рух від гідромотора 12 при подачі рідини через відводи А1 і Б1 розподільника 24. Схема керування лебідкою допоміжного підйому аналогічна схемі керування лебідкою основного підйому.

Механізм повороту приводиться в рух від гідромотора 2 й управляється через гідророзподільник 29. Робоча рідина передається через клапан АБО 6 і напірний клапан 5 гідроциліндру 1 гальма й розмикає його. Положення золотника гідророзподільника визначає напрямок повороту платформи зі стрілою вправо або вліво. Для захисту від можливого підвищення тиску в пуско-гальмовому режимі служать запобіжні клапани. Підживлення гідролінії при підвищенні частоти обертання гідромотора 2 виробляється клапанами гідророзподільника зі зливної лінії.

Механізм зміни довжини телескопічної стріли містить у собі два гідроциліндри 9. Він приводиться в рух рідиною, що надходить через відводи А2 і Б2 гідророзподільники 29 при підведенні тиску під торці відповідних золотників. Поршневі порожнини гідроциліндрів з'єднані з гідрозамками 8, що перешкоджають мимовільному втягуванню секцій стріли у випадку ушкоджень силової й керуючої ліній. Лінії, підведені до зворотних клапанів, з'єднані також із пристроєм 7 синхронізації висування секцій і далі об'єднані в загальну гідролінію, підведену до гальмового клапана 10. Цей клапан дозволяє одержувати рівномірну швидкість втягування секцій поза залежністю від маси вантажу й елементів стріли. Для прискорення висування секцій рідина подається через відвід А3 гідророзподільника 24.

Механізм підйому стріли приводиться в рух рідиною, що подається через відводи А2 і Б2 розподільники 24. Поршневі порожнини гідроциліндрів 14 з'єднані з гідрозамками 8 і гальмовим клапаном 10, що перешкоджають мимовільному опусканню стріли у випадку ушкодження гідроліній.

Ці ж клапани забезпечують зупинку стріли в будь-якому проміжному положенні, а також рівномірну швидкість опускання стріли. Термоклапаном 15 система запобігається від теплового розширення робочої рідини; для аварійного опускання стріли передбачений вентиль 3.

Система керування краном і гідромотор 19 калорифера 18 живляться від насоса 210.16, змонтованого на шасі. Перемиканням рукоятки або педалі одного із блоків керування 31, 33 або 34 з редуційними клапанами створюється тиск рідини на той золотник гідророзподільника 17, 24 або 29, що у цей момент управляє робочим рухом крана. При цьому величина відхилення важеля або педалі від нейтрального положення впливає на тиск у керованій гідролінії, що визначає зсув золотників гідророзподільника. Ступінь перекриття золотника, а отже й потік рідини від насоса до виконавчого механізму, визначає його робочу швидкість. При нейтральному положенні золотників весь потік рідини від насосів направляється в зливальну лінію[12].

Управляючи лебідкою основного підйому, її швидкість підвищують, натискаючи ліву педаль клапана 32. Внаслідок цього тиск підводиться до золотника гідророзподільника 24 і робоча рідина одночасно підводиться до входу гідророзподільника 17. При натисканні правої педалі відкривається гідрозамок 26. Тиск через відповідні гідролінії підводить до золотника гідророзподільника 24 і через зворотний клапан 25 направляється в гідролінію висування циліндрів зміни довжини стріли.

Керування й блокування гідравлічної схеми здійснюються за допомогою клапанів 32 з електромагнітом. Порожнини гідророзподільників 17, 24 й 29 з'єднані із клапанами блоків керування 31, 33 й 34 тільки в тому випадку, якщо на їхні електромагніти подана напруга.

Після зняття напруги з магніту будь-якого розподільника порожнина з'єднується з гідробаком й автоматично припиняється відповідний рух. Постійний тиск у системі керування створюється клапаном 20. Гідромотор 19 калорифера включається за допомогою розподільника 22. Із системою керування з'єднані наступні елементи: реле тиску 28 обмежника вантажопідйомності й кінцеві вимикачі. Сигнал від зазначених елементів через зворотні клапани надходить на гідророзподільники, золотники яких при цьому відкриваються. Система керування з'єднується зі зливальною лінією, а золотники гідророзподільників устанавлюються в нейтральне положення. При цьому робочі рухи припиняються.

При переході крана в транспортне положення реле 28 обмежує тиск при опусканні стріли на опорну стійку, а реле тиску 27 - зусилля натягу каната гака[7].

Реле тиску 27 блокує мимовільний рух робочих елементів крана при неповнім вимиканні золотників гідророзподільника 29, а реле 28 розподільника 17. Тиск у силовій системі й системі керування, а також в основній гідролінії визначають по манометрах 30.

1.3.1 Розрахунок основного механізму підйому

Вихідні дані:

номінальна вантажопідйомність	$Q_n = 63t$
кратність поліспасти	$a = 10$
натяг каната	$S_k = 45700H$
діаметр каната	$d_k = 19,5mm$
діаметр барабана	$D_o = 450mm$
число шарів каната	$n = 4$
передатне відношення редуктора	$i = 44,61$
КПД лебідки	$\eta_n = 0,96m/сек$
швидкість підйому вантажу	$v_o = 0,0833m/сек$

Визначаємо крутний момент гідромотора [4]

$$M_M = \frac{S_K [D_{\delta} + (2n-1) \cdot d_k]}{2 \cdot i \cdot \eta_n} = \frac{45700 [0,45 + 2 \cdot 4 - 1 \cdot 0,0195]}{2 \cdot 44,61 \cdot 0,96} = 312,9 \text{ Нм} \quad (1.9)$$

Визначаємо частоту обертання гідромотора [4]

$$n_M = \frac{v \cdot a \cdot i}{\pi (D_{\delta} + 5d_k)} = \frac{0,0833 \cdot 10 \cdot 44,61}{3,14 \cdot (0,45 + 5 \cdot 0,0193)} = 1296 \text{ об/мин} \quad (1.10)$$

Знаходимо об'єм гідромотора

$$V_{OM} = \frac{M_M}{159 \cdot \Delta P_M \cdot \eta} = \frac{312,9}{159 \cdot 20 \cdot 0,95} = 0,103 \text{ дм}^3$$

Вибираємо гідромотор 309.25 з параметрами:

$$V_{OM} = (25^0) = 0,107 \text{ дм}^3; \quad V_{OM} = (7^0) = 0,03089 \text{ дм}^3; \quad n_{номин} = 1500 \text{ об/мин}; \quad n_{макс} = 3500 \text{ об/мин};$$

$$n = 0,92 \quad n = 0,808$$

$$n_M = 0,95 \quad n_M = 0,86$$

$$P_{ном} = 20 \text{ МПа}; \quad P_{макс} = 28 \text{ МПа}; \quad \text{при } \alpha = 25^0 \quad n_o = 0,96 \quad \text{при } \alpha = 7^0 \quad n_o = 0,94$$

Визначаємо перепад тиску на гідромоторі

$$\Delta P = \frac{M_M}{1,59 \cdot V_{OM} \cdot \eta} = \frac{312,9}{1,59 \cdot 0,107 \cdot 0,95} = 19,3 \text{ МПа}$$

Визначаємо потрібну продуктивність насоса [4]

$$Q_H = \frac{n_m \cdot V_{OM}}{\eta_{OM}} = \frac{21,6 \cdot 0,107}{0,96} = 14,36 \text{ л/мин} \quad (1.11)$$

Приймаємо насос 210.25.16 з параметрами:

$$V_{OH} = 0,107 \text{ дм}^3; \quad n_{номин} = 1200 \text{ об/мин}; \quad n_{макс} = 1400 \text{ об/мин}; \quad P_{ном} = 16 \text{ МПа}; \quad P_{макс} = 25 \text{ МПа};$$

$$\eta = 0,91; \quad \eta_0 = 0,965$$

Визначаємо потрібну частоту обертання насоса

$$n_n = \frac{Q_n}{V_{OH} \cdot \eta_0} = \frac{3,39}{0,107 \cdot 0,965} = 23,1 \text{ сек}^{-1}$$

Приймаємо $n_{нз} = 23,33 \text{сек}^{-1}$ (1400 об/хв) при максимальних обертах двигуна.

При цьому продуктивність насоса визначаємо з [4]

$$Q_{нз} = n_{нз} \cdot V_{он} \cdot \eta_0 = 23,33 \cdot 0,107 \cdot 0,965 = 2,41 \text{дм}^3 / \text{сек} (144,6 \text{л} / \text{мин}) \quad (1.12)$$

Визначаємо мінімальний робочий обсяг гідромотора.

$$V_{OM \min} = \frac{Q_{нз}}{n_{\max} \cdot \eta_{oR}} = \frac{2,41}{58,33 \cdot 0,94} = 0,044 \text{дм}^3$$

при цьому кут нахилу визначаємо по формулі

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{V_{OM \min}}{V_{oM}} \cdot \sin 25^\circ\right) = \arcsin\left(\frac{0,044}{0,107} \cdot 0,4226\right) = 10^\circ$$

Визначаємо зусилля в канаті при $\Delta P_M = 19,3 \text{МПа}$ й $\alpha = 10^\circ$

$$S_{\kappa} = S_{\kappa} \cdot \frac{V_{OM \min} \cdot \eta_{Mu}}{V_{oM} \cdot \eta_M} = 45700 \cdot \frac{0,044 \cdot 0,86}{0,107 \cdot 0,95} = 17012 \text{Н} \quad (1.13)$$

Максимальна швидкість каната визначається

$$V_{\kappa \max} = \frac{\pi \cdot (D_{\sigma} + 7d_{\kappa}) \cdot n \cdot \max}{l} = \frac{3,14 \cdot (0,45 + 7 \cdot 0,0195) \cdot 58,31}{44,61} = 2,4 \text{м} / \text{сек} \quad (1.14)$$

Визначаємо тиск насоса при підйомі номінального вантажу

$$P'_{нз} = \Delta P_M + P_{\Pi} = 19,3 + 1 = 20,3 \text{МПа}$$

Визначаємо тиск насоса при опусканні номінального вантажу

$$P''_{нз} = P_{KT} + P_{\Pi} = 2 + 1 = 3 \text{МПа}$$

Приводна потужність насоса при підйомі номінального вантажу з [4]

$$N = \frac{P'_{нз} \cdot 2,41}{\eta_n} = \frac{20,3 \cdot 2,41}{0,91} = 53,8 \text{кВт} \quad (1.15)$$

Визначаємо ресурс насоса

$$l = \frac{1,6 \cdot 10^7}{P_{нз \text{сп}}^3} = \frac{1,6 \cdot 10^7}{8,53^3} = 26,9 \cdot 10^9 \text{ч}$$

1.4 Розрахунок вантажної лебідки

На стрілових самохідних кранах застосовують тільки лебідки з машинним приводом.

Вантажні лебідки (рис.1.2) основного підйому стрілових кранів призначені для підйому й опускання вантажів, лебідки допоміжного підйому - для підйому менших вантажів на гуську або грейфера.

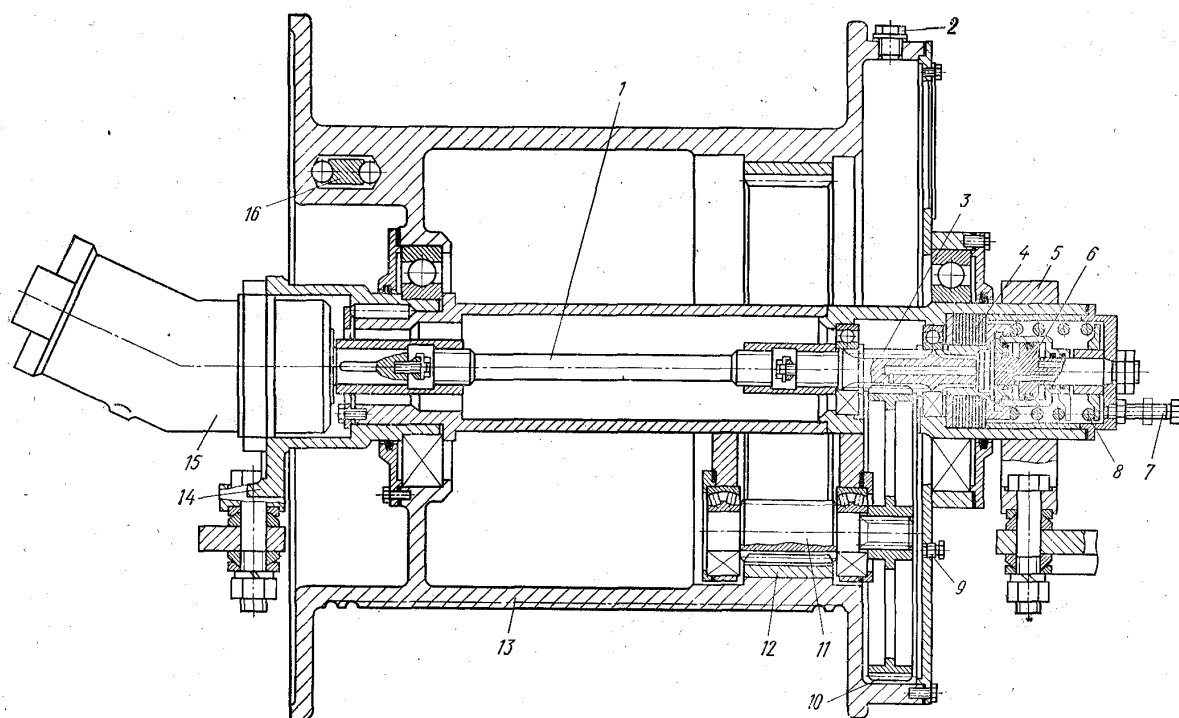


Рис. 1.4 Основна лебідка основного підйому:

1- вал, 2,9 - пробки, 3 - вал-шестірня, 4 - гальмо, 5 - кронштейн, 6 - гідроциліндр, 7 - болт, 8 - пружина, 10,11 - шестірня, 12 - вінець, 13 - барабан, 14 - кронштейн, 15 - гідромотор, 16 - клапан.

Вантажна лебідка основного підйому обладнана гідравлічним приводом. Лебідка приводиться в дію від гідромотора типу 210.25 потужністю 40 кВт, вмонтованого в барабан. Усередині моторредуктору змонтоване постійно замкнуте дискове гальмо. Для правильного укладання каната й запобігання сходу головна лебідка оснащена канатоукладником. Навивка каната на барабан чотирьохшарова[1].

Вихідні дані для розрахунку:

Вага вантажу	$G_{гр} = 400 \text{ кН}$
Вага крюкової обойми з канатом	$G_{кр} = 5,5 \text{ кН}$
Кратність поліспасти	$a = 10$
Довжина каната	$l_k = 195 \text{ м}$
Режим роботи	A3

1.4.1 Розрахунок і вибір каната

Найбільший натяг у канаті

$$S_{\max} = S_{\max p} = (G_{gp} + G_{nod}) \frac{1 - \eta}{(1 - \eta^a) \cdot \eta_n^t}$$

$$S_{\max} = (400 + 5,5) \cdot \frac{1 - 0,98}{(1 - 0,98^{10}) \cdot 0,985^3} = 46,4 \text{ кН}$$

де $\eta = 0,98$ - ККД блоку поліспасти на підшипнику кочення;

$\eta_n = 0,985$ - ККД блоку з кутом обхвату 90° ;

$t = 3$ - число напрямних блоків.

Необхідне розривне зусилля в канаті визначається з [4]

$$P_{\max} = m \cdot S_{\max}$$

(1.16)

$$P_{\max} = 5 \cdot 46,4 = 232 \text{ кН}$$

Приймаємо канат 21 мм із розривним зусиллям у цілому 295,5 кН

1.4.2 Розрахунок барабана

Визначаємо необхідний діаметр барабана з [4]

$$D_o \geq d_k \cdot (l - 1), \quad (1.17)$$

$$D_o \geq 21 \cdot (16 - 1) = 315 \text{ мм}$$

де $d_k = 21\text{мм}$ - діаметр прийнятого каната;

$l = 16$ - коефіцієнт, що залежить від типу вантажопідйомної машини й режиму її роботи.

Приймаємо діаметр барабана по дну канавки $D_o = 525\text{мм}$. Число шарів $z = 4$.

Визначаємо діаметр реборди

$$D_p = D_o + 2 \cdot 4d_k + 2 \cdot 2d_k,$$

$$D_p = 525 + 2 \cdot 4 \cdot 21 + 2 \cdot 2 \cdot 21 = 727\text{мм}.$$

Приймаємо діаметр реборди $D_p = 780\text{мм}$

Визначаємо довжину витка каната в першому шарі

$$C_1 = \pi \cdot (D_o + d_k),$$

$$C_1 = 3,14 \cdot (0,525 + 0,021) = 1,714\text{м}.$$

Визначаємо довжину витка каната в другому шарі

$$C_2 = \pi \cdot (D_o + 3d_k),$$

$$C_2 = 3,14 \cdot (0,525 + 3 \cdot 0,021) = 1,846\text{м}.$$

Визначаємо довжину витка каната в третьому шарі

$$C_3 = \pi \cdot (D_o + 5d_k),$$

$$C_3 = 3,14 \cdot (0,525 + 5 \cdot 0,021) = 1,978\text{м}.$$

Визначаємо довжину витка каната в четвертому шарі

$$C_4 = \pi \cdot (D_o + 7d_k),$$

$$C_4 = 3,14 \cdot (0,525 + 7 \cdot 0,021) = 2,11\text{м}.$$

Кількість витків у першому випадку з обліком двох запасних $n_1 = 24$. Кількість витків у наступних шарах $n_4 = n_3 = n_2 = 26$.

Визначаємо довжину каната в першому шарі

$$l_1 = n_1 \cdot C_1,$$

$$l_1 = 24 \cdot 1,714 = 41,136 \text{ м}.$$

Визначаємо довжину каната в другому шарі

$$l_2 = n_2 \cdot C_2,$$

$$l_2 = 26 \cdot 1,846 = 47,996 \text{ м}.$$

Визначаємо довжину каната в третьому шарі

$$l_3 = n_3 \cdot C_3,$$

$$l_3 = 26 \cdot 1,978 = 51,428 \text{ м}.$$

Визначаємо довжину каната в першому шарі

$$l_4 = n_4 \cdot C_4,$$

$$l_4 = 26 \cdot 2,11 = 54,86 \text{ м}.$$

Визначаємо конструктивну канатомісткість барабана з [4]

$$L = l_1 + l_2 + l_3 + l_4, \quad (1.18)$$

$$L = 41,136 + 47,996 + 51,428 + 54,86 = 195,42 \text{ м}.$$

Швидкість вантажу знаходимо з [4]

$$V_{zp} = \frac{C_x \cdot n_{\delta}}{a}, \quad (1.19)$$

де n_{δ} - число обертів барабана при підйомі вантажу

$$n_{\delta} = \frac{n_{\delta s}}{u_p} = \frac{1680}{63,16} = 26,60 \text{ об/мин},$$

де $u_p = 63,16$ - передатне відношення редуктора.

Визначаємо швидкість вантажу в першому шарі каната

$$V_1 = \frac{1,714 \cdot 26,6}{10 \cdot 60} = 0,076 \text{ м/с}.$$

Визначаємо швидкість вантажу в четвертому шарі каната

$$V_4 = \frac{2,11 \cdot 26,6}{10 \cdot 60} = 0,094 \text{ м/с}$$

Визначаємо середню швидкість вантажу

$$V_{cp} = \frac{V_1 + V_4}{2},$$

$$V_{cp} = \frac{0,076 + 0,094}{2} = 0,085 \text{ м/с}$$

Необхідна швидкість за ДСТ 9692-71 на крани стрілові самохідні для кранів вантажопідйомністю 63 т становить не менш 0,08 м/с

Проведемо перевірку стиску в стінці барабана з [4]

$$\sigma_{сж} = \frac{\xi \cdot \psi \cdot S_{\max p}}{\delta \cdot t \cdot \left(1 - \frac{\delta}{D_{\delta}}\right)}, \quad (1.20)$$

$$\sigma_{сж} = \frac{2,4 \cdot 0,75 \cdot 46400}{18 \cdot 22 \cdot \left(1 - \frac{18}{525}\right)} = 218,5 \text{ МПа}$$

де $\xi = 2,4$ - коефіцієнт, що враховує число шарів навивки з урахуванням ослаблення навитих шарів каната внаслідок його поперечного пружного стиску;

$\psi = 0,75$ - коефіцієнт, що враховує ослаблення натягу раніше навитих витків внаслідок стиску барабана при навіванні наступних витків;

$S_{\max p} = 46400 \text{ Н}$ - найбільший натяг у канаті;

$\delta = 18 \text{ мм}$ - товщина стінки барабана;

$t = 22 \text{ мм}$ - крок навивки.

1.4.3 Вибір гальма

Момент на вхідному валу редуктора без урахування ККД у блоках знаходимо з [4]

$$M_{ex} = \eta_0 \cdot \frac{(G_{zp} + G_{nd}) \cdot (D_{\delta} + 7d_k)}{2a \cdot i_p} \cdot \eta_p, \quad (1.21)$$

$$M_{ex} = 0,96 \cdot \frac{(40000 + 5500) \cdot (0,525 + 7 \cdot 0,021)}{2 \cdot 10 \cdot 63,16} \cdot 0,98 = 22,78 \text{ Нм}$$

де $\eta_0 = 0,98$ - ККД блоків;

$\eta_p = 0,96$ - ККД редуктора;

$i_p = 63,16$ - передаточне число редуктора.

Необхідний гальмовий момент знаходимо

$$M_T = \kappa \cdot M_{ex}, \quad (1.22)$$

$$M_T = 1,5 \cdot 22,78 = 34 \text{ Нм},$$

де $\kappa = 1,5$ - коефіцієнт запасу гальмування для механізму підйому при установці одного гальма на вхідному валу.

Установлено одне гальмо з осьовим стиском з регулюванням на гальмовий момент $M_T = 34 \text{ Нм}$

Момент гальмування обраний із запасом, тому що фактично наявність зворотного клапана в системі гідромотора може вважатися другим гальмом.

1.4.4 Навантаження, що діють на опори барабана від натягу каната

$$S_{\max}^6 = S_{\max} \cdot \cos \alpha,$$

$$S_{\max}^6 = 46,4 \cdot \cos 30 = 40,18 \text{ кН},$$

$$S_{\max}^z = S_{\max} \cdot \sin \alpha,$$

$$S_{\max}^z = 46,4 \cdot \sin 30 = 23,20 \text{ кН},$$

де $\alpha = 30$ - максимальний кут нахилу каната.

У дійсності при підйомі вантажу $Q=63\text{т}$ кут $\alpha=6^\circ$, що йде в запас міцності.

Розглянемо два випадки додатка навантаження:

Випадок 1-й - канат перебуває у лівої реборди. Реакції в опорах а й в.

У вертикальній площині.

$$R_a^e = \frac{-S_{\max}^e \cdot 70,8 + T_1 \cdot 18,4}{59,6} = \frac{-40,18 \cdot 70,8 + 27,25 \cdot 18,4}{59,6} = -39,3\text{кН}$$

$$R_b^e = \frac{-S_{\max}^e \cdot 11,2 - T_1 \cdot 41,2}{59,6} = \frac{40,18 \cdot 11,2 - 27,25 \cdot 41,2}{59,6} = -11,3\text{кН}$$

У горизонтальній площині

$$R_a^z = \frac{-S_{\max}^z \cdot 70,8 + P \cdot 18,4}{59,6} = \frac{-23,2 \cdot 70,8 + 74,9 \cdot 18,4}{59,6} = -4,4\text{кН}$$

$$R_b^z = \frac{-S_{\max}^z \cdot 11,2 - P \cdot 41,2}{59,6} = \frac{23,2 \cdot 11,2 + 74,9 \cdot 41,2}{59,6} = -47,4\text{кН}$$

Знаходимо реакції в опорах А і В.

У вертикальній площині

$$R_A^e = \frac{-R_a^e \cdot 68,8 + T_1 \cdot 27,6 + R_b^e \cdot 9,2}{87,5} = \frac{-39,3 \cdot 68,8 + 27,25 \cdot 27,6}{87,5} = -23,5\text{кН}$$

$$R_B^e = \frac{-R_a^e \cdot 18,7 + T_1 \cdot 59,9 + R_b^e \cdot 78,3}{87,5} = \frac{-39,3 \cdot 18,7 + 27,25 \cdot 59,9 - 11,3}{87,5} = 0,14\text{кН}$$

У горизонтальній площині

$$R_A^z = \frac{-P^z \cdot 27,6 + R_a^z \cdot 68,8 + R_b^z \cdot 9,2}{87,5} = \frac{-74,9 \cdot 27,6 + (-4,4 \cdot 68,8) + (-47,4 \cdot 9,2)}{87,5} = -32,1\text{кН}$$

$$R_B^z = \frac{-P^z \cdot 59,9 + R_a^z \cdot 18,7 + R_b^z \cdot 78,3}{87,5} = \frac{-74,9 \cdot 59,9 + (-4,4 \cdot 18,7) + (-47,4 \cdot 78,3)}{87,5} = -94,6\text{кН}$$

Сумарні реакції

$$R_a = \sqrt{(R_a^e)^2 + (R_a^z)^2} = \sqrt{39,3^2 + 4,4^2} = 39,5\text{кН}$$

$$R_b = \sqrt{(R_b^e)^2 + (R_b^z)^2} = \sqrt{11,3^2 + 47,4^2} = 48,7\text{кН}$$

У другому випадку канат перебуває в правої реборди. Реакції в опорах а й в

У вертикальній площині

$$R_a^e = \frac{-S_{\max} \cdot 12,4 + P^e \cdot 18,4}{59,6} = \frac{-40,18 \cdot 12,4 + 27,25 \cdot 18,4}{59,6} = 0,05 \text{ кН}$$

$$R_b^e = \frac{-S_{\max} \cdot 47,2 + P^e \cdot 41,2}{59,6} = \frac{-40,18 \cdot 47,2 + 27,25 \cdot 41,2}{59,6} = -12,98 \text{ кН}$$

У горизонтальній площині

$$R_a^z = \frac{-S_{\max} \cdot 12,4 + P^z \cdot 18,4}{59,6} = \frac{-23,2 \cdot 12,4 + 74,9 \cdot 18,4}{59,6} = 46,9 \text{ кН}$$

$$R_b^z = \frac{-S_{\max} \cdot 47,2 + P^z \cdot 41,2}{59,6} = \frac{-23,2 \cdot 47,2 + 74,9 \cdot 41,2}{59,6} = 33,4 \text{ кН}$$

Реакції в опорах А и В

У вертикальній площині

$$R_A^e = \frac{-T_1 \cdot 27,6 + R_a^e \cdot 68,8 + R_b^e \cdot 78,3}{87,5} = \frac{-27,25 \cdot 59,9 + 0,05 \cdot 68,8 - 12,98 \cdot 78,3}{87,5} = -20,2 \text{ кН}$$

$$R_B^e = \frac{-T_1 \cdot 59,9 + R_a^e \cdot 18,7 - R_b^e \cdot 9,2}{87,5} = \frac{-27,25 \cdot 59,9 + 0,05 \cdot 18,7 + 12,98 \cdot 9,2}{87,5} = -17,3 \text{ кН}$$

У горизонтальній площині

$$R_A^z = \frac{-P^z \cdot 27,6 + R_a^z \cdot 68,8 + R_b^z \cdot 9,2}{87,5} = \frac{-74,9 \cdot 27,6 + 46,9 \cdot 68,8 + 33,4 \cdot 9,2}{87,5} = 16,8 \text{ кН}$$

$$R_B^z = \frac{-P^z \cdot 59,9 + R_a^z \cdot 18,7 + R_b^z \cdot 78,3}{87,5} = \frac{-74,9 \cdot 59,9 + 46,9 \cdot 18,7 + 33,4 \cdot 78,3}{87,5} = -10,99 \text{ кН}$$

Сумарні реакції

$$R_A = \sqrt{(R_A^e)^2 + (R_A^z)^2} = \sqrt{20,2^2 + 16,8^2} = 26,3 \text{ кН}$$

$$R_B = \sqrt{(R_B^e)^2 + (R_B^z)^2} = \sqrt{17,3^2 + 10,99^2} = 20,5 \text{ кН}$$

1.4.5 Розрахунок кріплення барабана.

Зробимо розрахунок кріплення барабана. Кожна із планок барабана кріпитися 2-ма болтами М30. Матеріал болтів – сталь 40-Х, поліпшена: $\delta_B = 800 \text{ МПа}$; $\sigma_T = 640 \text{ МПа}$; матеріал гайок – сталь 35ДЕРЖСТАНДАРТ1050-80, клас міцності 6. Робоче навантаження на найбільш навантажений болт першої опори [4]

$$R_{\sigma}^A = \frac{R_A^B}{2} + \frac{R_A^z \cdot 15,6}{26} + \frac{M_{\sigma}}{26} = \frac{23,5}{2} + \frac{32,1 \cdot 15,6}{26} + \frac{15,6}{26} = 31,01 \text{кН}$$

де $R_A^B = -23,5 \text{кН}$ й $R_A^z = -32,1 \text{кН}$ - реакції відповідно вертикального й горизонтального складового навантаження на болт при проходженні каната у лівої реборди.

$$M_{\sigma} = \frac{S_{\max} \cdot P \cdot (D_{\sigma} + 7d_k)}{2} = \frac{46,4(0,525 + 7 \cdot 0,021)}{2} = 15,6 \text{кНм}$$

Навантаження на найбільш навантажений болт правої опори

$$R_{\sigma}^B = \frac{R_b^B}{2} + \frac{R_b^z \cdot 15,6}{26} = \frac{-17,3}{2} + \frac{-10,99 \cdot 15,6}{26} = -15,244 \text{кН}$$

де $R_b^B = 30,3 \text{кН}$ й $R_b^z = 14,75 \text{кН}$ - реакції відповідно вертикальної й горизонтальної складової навантаження при знаходженні каната у правої реборди.

Таким чином, найбільш навантажений болт перебуває у лівої опори $R_{\sigma}^A = 91 \text{кН}$. Максимально припустиме навантаження на болт визначається [4]

$$[P] = \frac{\sigma_T}{k} \cdot F_{\sigma} = \frac{640}{3,5} \cdot 0,54 = 98,75 \text{кН} \quad (1.23)$$

де $\sigma_T = 640 \text{МПа}$ - границя текучості матеріалу болта;

$k = 3,5$ - коефіцієнт запасу при неконтрольованому зтягуванні;

$F = 0,54 \text{м}^2$ - площа перетину болта.

Розрахунок кріплення лівої опори до осі барабана. Кріплення здійснюється 6 штифтами діаметром 16 мм. Матеріал штифтів - сталь 35. Матеріал корпусу - сталь 20Х.

$$\tau_{cp} = \frac{2M_{\sigma}}{6 \cdot 125 \cdot 960} = \frac{2 \cdot 15600 \cdot 10^3}{6 \cdot 125 \cdot 960} = 43,3 \text{МПа}$$

Напруга зминання визначається по формулі 1.46

$$\sigma_{cm} = \frac{2 \cdot 2M_{\bar{\sigma}}}{\Pi \cdot d \cdot l \cdot d_1} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 15600 \cdot 10^3}{6 \cdot 125 \cdot 60 \cdot 16} = 86,6 \text{ МПа}$$

де $l = 0,06 \text{ м}$ - довжина зминання штифта.

Напруги, що допускають:

- на зріз $[\tau]_{cp} = 120 \text{ МПа}$
- на зминання $[\sigma_{cp}] = 110 \text{ МПа}$

1.4.6 Розрахунок крюкової підвіски

У даному розрахунку перевіряється міцність крюкової підвіски при підйомі максимальних робочих й іспитових вантажів.

Вихідні дані:

Максимальний робочий вантаж	$G_{cp} = 400 \text{ кН}$
Іспитовий вантаж	$G_u = 560 \text{ кН}$
Кратність вантажного поліспада	$m = 10$
Вага крюкової підвіски	$G_{кр} = 5,65 \text{ кН}$
Діаметр каната	$d_k = 21 \text{ мм}$
Режим роботи	легкий

Зусилля в гілках каната поліспада знаходимо з [4]

$$S_{\max} = \frac{G_{cp} + G_{кр}}{m \cdot \eta_m \cdot \eta_1^t}, \quad (1.24)$$

де $\eta_m = 0,89$ - ККД 10-кратного поліспада;

$\eta_1^t = 0,985$ - ККД напрямного блоку;

$t = 3$ - кількість напрямних блоків.

Підйом номінального вантажу

$$S_{\max p} = \frac{(400 + 5,65) \cdot 10^3}{10 \cdot 0,89 \cdot 0,985^3} = 46400 \text{ Н}$$

Підйом іспитового вантажу

$$S_{\max u} = \frac{(560 + 5,65) \cdot 10^3}{10 \cdot 0,89 \cdot 0,985^3} = 64690 \text{ Н}$$

1.4.7 Розрахунок каната на міцність

Визначаємо зусилля каната з [4]

$$P \geq S_{\max} \cdot k = 47693 \cdot 5 = 238465 \text{ Н} \quad (1.25)$$

де $k=5$ - коефіцієнт запасу міцності каната.

Приймаємо канат 21,0-гп-в-л-о-н-180 ДЕРЖСТАНДАРТ 2588-72 з розривним зусиллям $P=248500$ (Н).

1.4.8 Розрахунок діаметра блоку

Допустимий діаметр блоку, що обгинає канат

$$D_{\delta} \geq d_k \cdot l = 21 \cdot 16 = 336 \text{ мм}$$

де D_{δ} - діаметр блоку, змінюваний по середній лінії навитого каната;

$l=16$ - коефіцієнт, що залежить від типу вантажопідйомної машини й режиму її роботи.

Прийнято блок із внутрішнім діаметром по дну канавки $D_{\delta l} = 350 \text{ мм}$.

1.4.9 Вибір упорного підшипника

Вибираємо підшипник упорний однорядний №8226

ДЕРЖСТАНДАРТ 6874-78 зі статичним допустимим навантаженням,

$$[Q_{ст}] = 56700 \text{ Н}$$

Визначаємо навантаження на підшипник у робочому випадку

$$P_p = Q_p + Q_{кр} = 400000 + 5650 = 405650 \text{ Н}$$

В іспитовому випадку

$$P_u = Q_u + Q_{кр} = 560000 + 5650 = 565650 \text{ Н}$$

Вибираємо підшипник №ГОСТ 8338-77

1.4.10 Розрахунок осі блоків

Вісь діаметром $d = 0,1\text{м}$ виконана зі сталі 40Х, поліпшеної до твердості НВ230...260с границею текучості $\sigma_T = 560\text{МПа}$

Визначаємо міцність осі в іспитовому випадку

$$P_x = S_x + S_x,$$

$$P_1 = S_1 + S_2 = 52187 + 53252 = 105439\text{ Н},$$

$$P_2 = S_3 + S_4 = 54339 + 55448 = 109787\text{ Н},$$

$$P_3 = S_5 + S_6 = 56579 + 57734 = 114313\text{ Н},$$

$$P_4 = S_7 + S_8 = 58912 + 60114 = 119026\text{ Н},$$

$$P_5 = S_9 + S_{10} = 61341 + 62593 = 123934\text{ Н}.$$

Визначаємо опорні реакції

$$R_A = \frac{P_1 \cdot 428,5 + P_2 \cdot 337,5 + P_3 \cdot 246,5 + P_4 \cdot 155,5 + P_5 \cdot 64,5}{493},$$

$$R_A = \frac{105439 \cdot 428,5 + 109787 \cdot 337,5 + 114313 \cdot 246,5 + 119026 \cdot 155,5 + 123934 \cdot 64,5}{493} = 277575\text{ Н},$$

$$R_B = \frac{P_1 \cdot 64,5 + P_2 \cdot 155,5 + P_3 \cdot 246,5 + P_4 \cdot 337,5 + P_5 \cdot 428,5}{493},$$

$$R_B = \frac{105439 \cdot 64,5 + 109787 \cdot 155,5 + 114313 \cdot 246,5 + 119026 \cdot 337,5 + 123934 \cdot 428,5}{493} = 294783\text{ Н}.$$

Максимальний згинальний момент

$$M_{\max} = R_A \cdot 0,2465 - P_1 \cdot 0,182 - P_2 \cdot 0,091 = 39242\text{ Нм}$$

Напруга в осі

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{0,1 \cdot 10^3} = \frac{39242}{0,1 \cdot 10^3} = 392\text{МПа}$$

Напруги, що допускають, знаходимо з [4]

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{\eta^4} = \frac{560}{1,2} = 467\text{МПа} \quad (1.27)$$

1.4.11 Розрахунок щоки

Матеріал щоки – сталь 09М2С с границею текучості $\sigma_T = 310 \text{ МПа}$

Максимальні напруги у вушку в перетині 1-1 знаходимо з [4]

$$\sigma_{\max} = k \cdot \frac{R_B}{F}, \quad (1.28)$$

де $k = 3,5$ - коефіцієнт концентрації напруги;

$F = (20 - 10) \cdot 2,8 = 0,28 \text{ см}^2$ - площа перетину;

$R_B = 214655 \text{ Н}$;

$$\sigma_{\max} = 3,5 \cdot \frac{214655}{2800} = 268 \text{ МПа}$$

$[\sigma] = 0,85 \cdot \sigma_T = 0,85 \cdot 310 = 263,5 \text{ МПа}$ - допустимі навантаження для вушка.

Напруги зминання у вушку

$$\sigma_{cm} = \frac{R_B}{d \cdot S} \quad (1.29)$$

У робочому випадку

$$\sigma_{cm} = \frac{214655}{10 \cdot 280} = 77 \text{ МПа} \leq [\sigma_{cm}] = 166 \text{ МПа}$$

В іспитовому випадку

$$\sigma_{cm} = \frac{294783}{10 \cdot 280} = 105 \text{ МПа} \leq [\sigma_{cm}] = 194 \text{ МПа}$$

1.4.12 Розрахунок траверси

Матеріал траверси – сталь 45 поліпшена твердості НВ 220...260с границею текучості $\sigma_m = 460 \text{ МПа}$.

Згинальний момент у перетині 1-1

$$M_u = \frac{\sigma_{zp} + \sigma_{kp}}{4} \cdot \left(l - \frac{d_1}{2} \right),$$

$$M_u = 24 \cdot 11 - 0,8 \cdot 19 - 12 \cdot 10,2 = 1,264 \text{ Нм},$$

$$y_0 = \frac{24 \cdot 11 - 55 \cdot 12 - 10,2 \cdot 5,1}{1,264} - \frac{19 \cdot 0,3 \cdot 10,6}{1,264} = 0,053 \text{ м},$$

$$y_{\max} = 0,057 \text{ м},$$

$$y_x = \frac{24 \cdot 11^3}{12} + 24 \cdot 11 \cdot 0,2^2 - \frac{19 \cdot 0,8^3}{12} - 19 \cdot 0,8 \cdot 5,3^2 - \frac{12 \cdot 10,2^3}{12} - 12 \cdot 10,2 \cdot 0,2^2 = 11,79 \text{ м};$$

$$W_x = \frac{1179}{5,7} = 2,068 \text{ см}^3.$$

Напруга в перетині знаходимо з [4]

$$\sigma = \frac{M_u}{W_x}$$

(1.30)

Робітник випадок

$$M_u = \frac{(400 + 5,65) \cdot 10^3}{4} \cdot \left(0,493 - \frac{0,19}{2} \right) = 403620 \text{ Нмм};$$

$$\sigma = \frac{403620}{2068} = 193 \text{ МПа}$$

$$[\sigma] = \frac{4600}{1,4} = 328 \text{ МПа}$$

Іспитовий випадок

$$M_u = \frac{(560 + 5,65) \cdot 10^3}{4} \cdot \left(0,5325 - \frac{0,215}{2} \right) = 597100 \text{ Нмм};$$

$$\sigma = \frac{597100}{1933} = 309 \text{ МПа}$$

$$[\sigma] = \frac{4600}{1,2} = 383 \text{ МПа}$$

1.5 Розрахунок механізму телескопування стріли (спеціальна частина)

На крані синхронізація висування секції стріли досягається за допомогою гідромеханічного пристрою (Рис 1.5). Принцип дії пристрою наступний. Загальний потік рідини

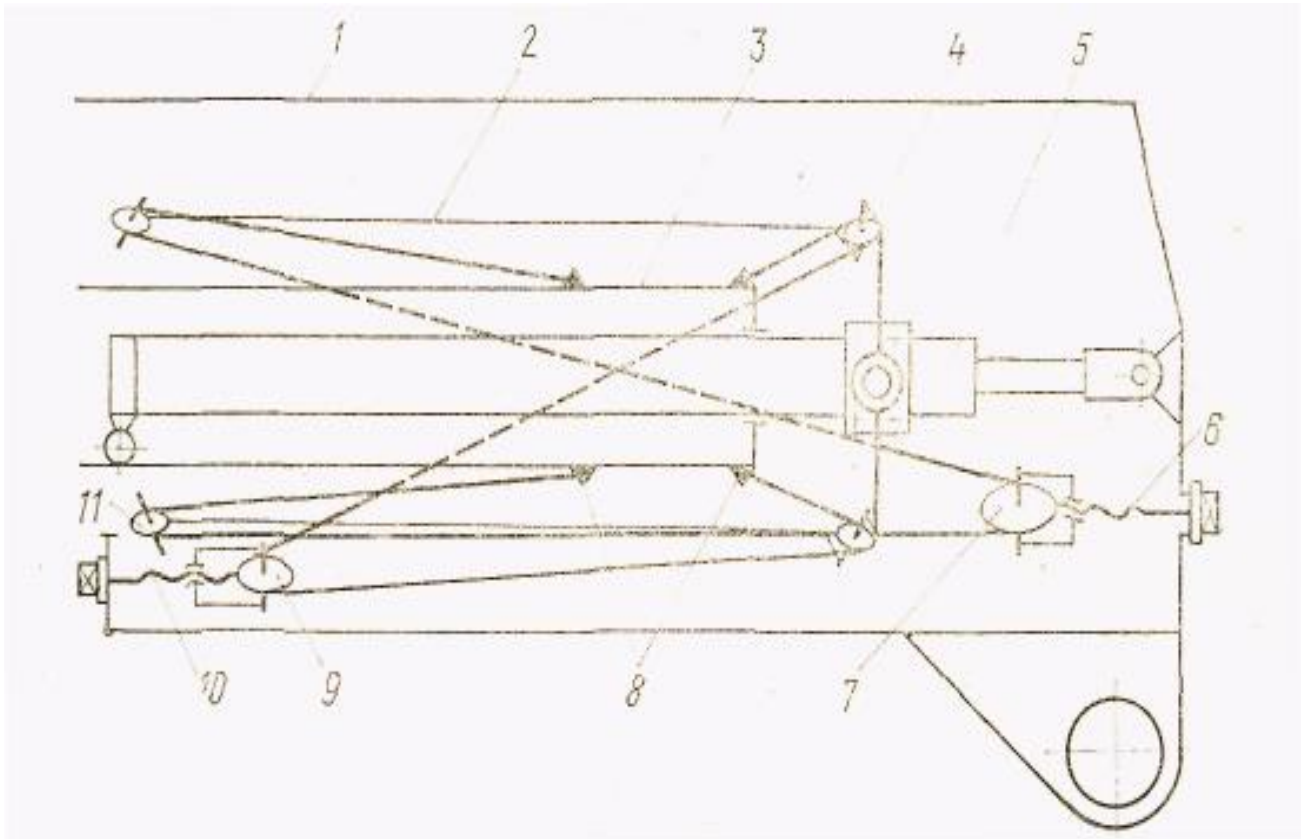


Рис. 1.5 Пристрій синхронізації з канатно-блоковою системою:
 / - основна секція стріли, 2,3 - висувні секції стріли, 4, // - напрямні блоки, 5 - гідроциліндр, 6, 10 - гвинти натяжних пристроїв, 1,9 - зрівняльні блоки, 8 - осі кріплення канатів

від одного насоса золотником синхронізації 11 розділяється на два однакових потоки, що направляють до гідроциліндрів 4 й 5 висувних секцій 7 й 8 стріли. Подібна схема роботи відбувається при рівномірному висуванні або втягуванні секцій, що забезпечується незмінною відстанню каната 1 між точкою його закріплення А до секції 8, блоком 9, установленим на секції 7, і барабаном-кулачком 3 на секції 6. Барабан-кулачок через ролик золотника 11 утримує його в нейтральному положенні. Завдяки цьому досягається синхронізація рухів[1,3].

При порушенні синхронізації відстань між точкою А, блоками 9 й 2 може змінюватися через різні швидкості руху секцій. При цьому канат 1 починає переміщатися, змотуючись або намотуючись на барабан-кулачок 3, повертає його, що викликає відповідне переміщення золотника 11 під дією барабана-кулачка. Рух золотника супроводжується різною подачею рідини в циліндри 4 й 5 і вирівнюванням руху секцій.

У крані використана гідравлічна система синхронізації. Всі три рухливі секції переміщуються трьома гідроциліндрами, потік рідини до яких надходить від трьох гідронасосів. Вали насосів з'єднані між собою через редуктори. Синхронізація переміщень забезпечується за допомогою клапанної системи.

1.5.1 Розрахунок механізму висування стріли

Приймаємо величину вантажу, з яким можливе висування стріли, рівну мінімальному значенню вантажопідйомності $Q_{\min} = 3$ т.

Силу ваги висувної секції приймаємо $G_v = 10$ кН. Тоді при мінімальному вильоті зусилля висування

$$P_g = (Q_{\min} + G_g) \frac{1}{\cos \alpha_{\max}}$$

де α_{\max} — максимальний кут підйому стріли,

$$P_g = \frac{(30 + 10)}{5.5/9} = 65.5 \text{ кН.}$$

Час висування приймаємо 20 с. Хід висувної частини $S = 15 - 9 = 6$ м.

1.5.2 Розрахунок гідроциліндра висування стріли.

Для висування телескопічної стріли приймаємо гідроциліндр із ходом поршня, рівним ходу висувної частини $S = 6$ м при зусиллі висування $P_v = 65,5$ кН і часу повного висування $t = 20$ с.[1,3]

Робоча порожнина гідроциліндра бесштокова, ущільнення манжетне ($\eta_m = 0.95, \eta_{об} = 1$).

Середня швидкість висування стріли

$$v = \frac{S}{t} = \frac{6}{20} = 0.3 \text{ м/з}$$

Внутрішній діаметр гідроциліндра

$$D = 1.13 \sqrt{\frac{P_s}{p \eta_m}} = 1.13 \sqrt{\frac{0.0655}{16 \cdot 0.95}} = 0.074 \text{ м}$$

Приймаємо гідроциліндр із внутрішнім діаметром 80 мм, тип 1.1-80X6550, $P_{max} = 81$ кн.

Фактичний тиск у робочій порожнині гідроциліндра

$$p_p = \frac{4P_s}{\pi D^2 \eta_m} = \frac{4 \cdot 0.0655}{3.14 \cdot 0.08^2 \cdot 0.95} = 13.717 \text{ МПа}$$

Витрата масла гідроциліндром

$$Q_1 = 0.785 \frac{vD^2}{\eta_{об}} = 0.785 \frac{0.3 \cdot 0.08^2}{1} = 0.0015 \text{ м}^3/\text{з}$$

Потужність, споживана насосом при висуванні секції стріли

($\Delta p_n = 0.5$ МПа, $\eta_n = 0.9$),

$$N_n = \frac{(p_p + \Delta p_n) Q_1}{\eta_n} = \frac{(13.717 + 0.5) \cdot 10^3 \cdot 0.015}{0.9} = 23.69 \text{ кВт.}$$

1.6 Розрахунок силової установки

Модернізація силової установки виявляє собою заміну польського дизеля на дизель вітчизняного виробництва ЯМЗ-236 (N=177 кВт, n = 2500 об/хв).

Кінематична схема силової установки представлена на Рис. 1.6

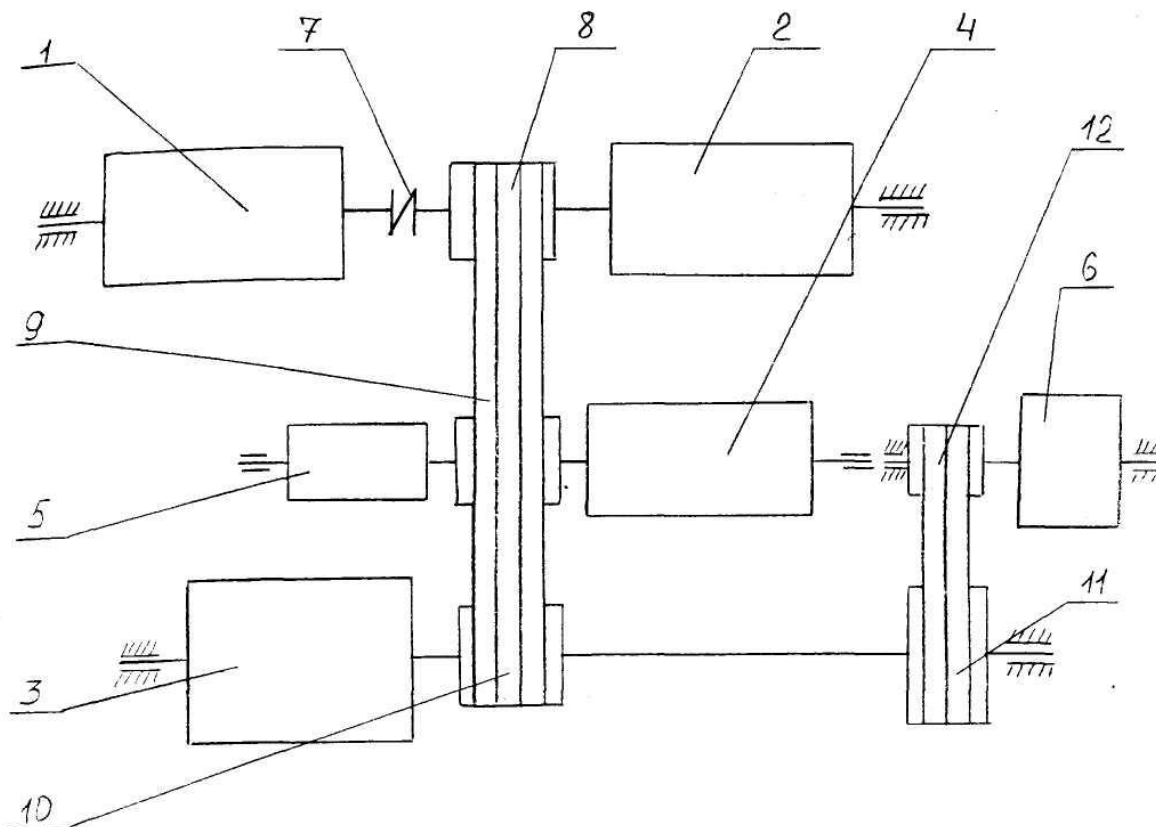


Рис 1.6 Кінематична схема силової установки

- 1 - двигун ЯМЗ - 236;
- 2 - Електродвигун ДК-309Б (генератор) ;
- 3 - електродвигун 4А-І80м;
- 4 - Насос 210-25.16, 21Б;
- 5 - Насос НШ-10Е;
- 6 - Генератор П-42 (допоміжний);

- 7 - Муфта відцентрова;
- 8 - Шків дизеля;
- 9 - Шків насосів;
- 10 - Шків електродвигуна 4А-І80М основного силового ланцюга
- 11 - Шків електродвигуна 4А-І80М ланцюга двигун-генератор П-42
- 12 - Шків генератора П-42

Вихідні дані:

двигун ЯМЗ-236

потужність = 177 кВт;

Число обертів $n = 2500$ об/хв.

Електродвигун ДК-309Б (генератор) $N = 50$ кВт.

Електродвигун асинхронний 4А-180М $N = 30$ кВт; $n = 1450$ об/хв.

Генератор допоміжний П-42 $N = 7.2$ кВт, $n = 2850$ об/хв.

Насос 210-25.16.21Б $q = 0.0548$ - витрата рідини;

$p = 8.0$ Мпа - тиск настроювання максимальне;

$n = 1740$ про/хв - частота обертання.

1.6.1. Розрахунок відцентрової муфти

Вихідні дані:

Матеріал колодки - Сталь 25Л-Ш ДЕРЖСТАНДАРТ 977-65.

Гальмова стрічка - азбестова, тип Б-60х6 ДЕРЖСТАНДАРТ 198-69.

$r = 17,5$ см.

$\beta_1 = 13$

$r_1 = 15,7$ см.

$\beta_2 = 180^\circ$

$r_2 = 16,9$ см.

$b = 5,5$ см.

$r_3 = 13$ см.

$b_1 = 1,2$ см.

$a = 14$ см.

$c = 6$ см.

$r/a = 17.5/14 = 1.25$

$d = 2$ см.

$\varphi_1 = 34,5^\circ$

$\varphi_2 = 180 - \varphi_1 = 142,5^\circ$

Питома вага сталі $\gamma_1 = 0,0078 \text{ Н/мм}^3$.

Питома вага гальмової стрічки $\gamma_2 = 0,002 \text{ Н/мм}^3$. Коефіцієнт тертя $f = 0,45$.

Рівняння моментів, сил діючих на колодку щодо точки О

$$-P_{\text{пр}} \cdot c - P_{\text{пр}} \cdot d + M_c - M_p + M_t = 0,$$

де M_c - момент відцентрових сил;

M_p - момент сил тиску;

M_t - момент сил тертя;

$P_{\text{пр}}$ - зусилля в пружині: $P_{\text{пр}} = 1,8 \text{ Н}$.

1.6.2. Момент відцентрових сил

Підставляючи зіпсовані значення в рівняння моментів сил, що діють на колодку й вирішивши його відносно P_{max} одержимо муфти, при якому відбувається початок включення ($P_{\text{max}} = 0$).

$$M_c = \frac{a \cdot \gamma \cdot \omega^2}{g} (\cos \beta_1 - \cos \beta_2) [b_1 (r_1^3 - r_3^3) + b (r^3 - r_1^3)]$$

$$M_c = \frac{14 \cdot 0,078 \cdot \omega^2}{3 \cdot 9,81} (\cos 13 - \cos 167) [1,2(15,7^3 - 13^3) + 6(17,5^3 - 15,7^3)] = 0,077 \cdot \omega^2$$

$$0,0772\omega^2 - 1942P_{\text{max}} + 1202,7P_{\text{max}} - P_{\text{пр}}(c + d) = 0$$

$$P_{\text{max}} = \frac{0,072\omega^2 - 5040}{\dots} = 0$$

Вирішивши його відносно ω одержимо:

$$w_0 \sqrt{\frac{5040}{0.0772}} = 80.8 \text{ І/сек}$$

Число обертів включення муфти

$$n = \frac{w \cdot 30}{\pi} = \frac{80.8 \cdot 30}{3.14} = 70 \text{ об/хв.}$$

Крутний момент переданий муфтою:

$$M_{кр} = M_k \cdot i$$

де M_k - момент, що повинен передаватися однією колодкою;

i - число колодок.

$$M_k = \frac{b \cdot f \cdot r^2 \cdot P \max(\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2)}{(\sin \varphi)_{\max}}$$

якщо прийняти $\varphi_2 = 180^\circ - \varphi_1$, а $\beta_2 = 180^\circ - \beta_1$

що відповідає симетричному розташуванню колодки, щодо вертикальної осі, то формула M_k спрощується

$$M_k = 2b \cdot f \cdot r^2 \cdot P \max \cdot \cos \varphi_1 = 120.8 \cdot P \max \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю.

Таблиця 1.2

про/хв	770	920	1000	1200	1400	1600	1750	1900
І/сік	80,8	96,2	104,5	125,5	146,5	167,5	183	198,8
Р, МПа	0	0,27	0,46	0,95	1,55	2,22	2,71	3,44
Мкр, Н·м	0	650	1100	2280	3730	5320	6540	8300

Момент сил тертя

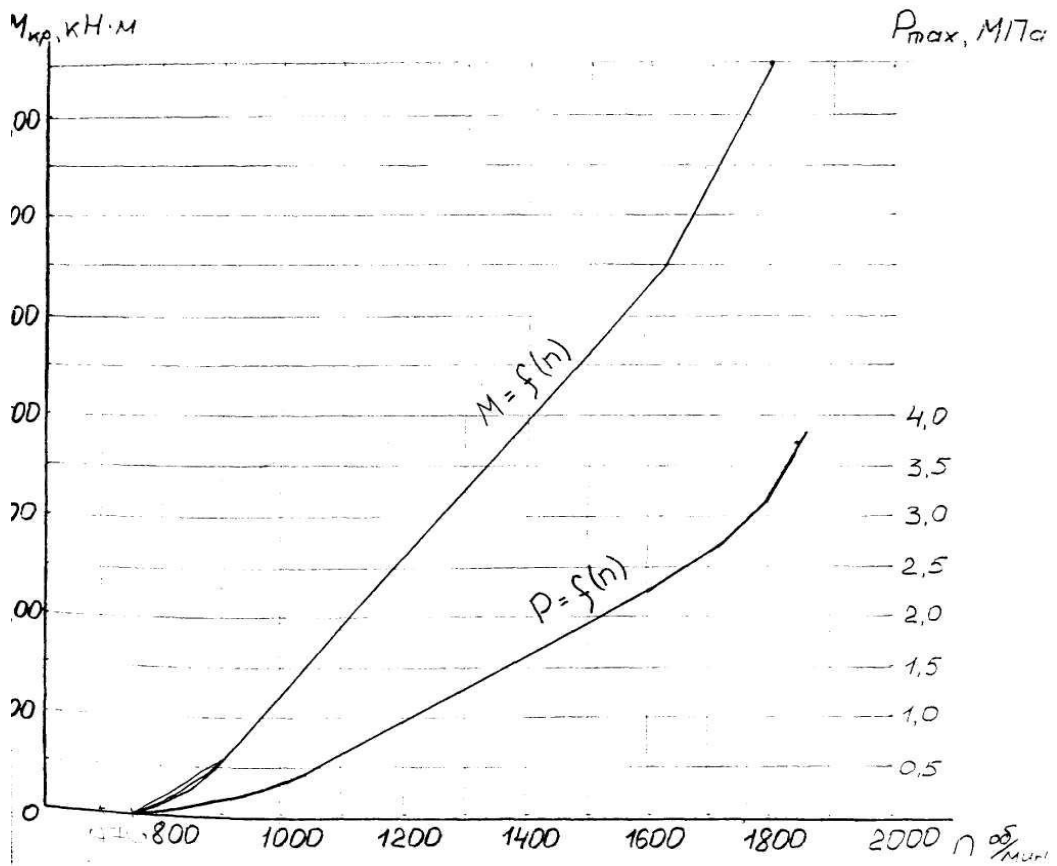
$$Mt = \frac{b \cdot r \cdot f \cdot P \max}{\sin \varphi_{\max}} \left[r(\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2) + \frac{a}{2} (\sin^2 \varphi_1 - \sin^2 \varphi_2) \right] =$$

$$= \frac{5.5 \cdot 17.5 \cdot 0.45 \cdot P_{\max}}{\sin 90^\circ} \left[17.5(\cos 37.5^\circ - \cos 142.5^\circ) + \frac{14}{2}(\sin^2 37.5^\circ - \sin^2 142.5^\circ) \right] = 120.268 \cdot P_{\max}$$

Момент сил тиску

$$M_p = \frac{a \cdot b \cdot r \cdot P_{\max}}{4 \sin \varphi_{\max}} (2\varphi_2 - 2\varphi_1 - \sin 2\varphi_2 + \sin 2\varphi_1) = \frac{1347.5 \cdot P_{\max}}{4} \cdot 5.78 = 194.6 \cdot P_{\max} \quad (\text{Н} \cdot \text{м})$$

1.6. 3. Графік залежності крутного моменту, переданого муфтою, і максимального питомого тиску, що діє на обкладки колодок, від числа обертів дизеля [12]



1.6. 4. Розрахунок пасової передачі привода генераторної групи

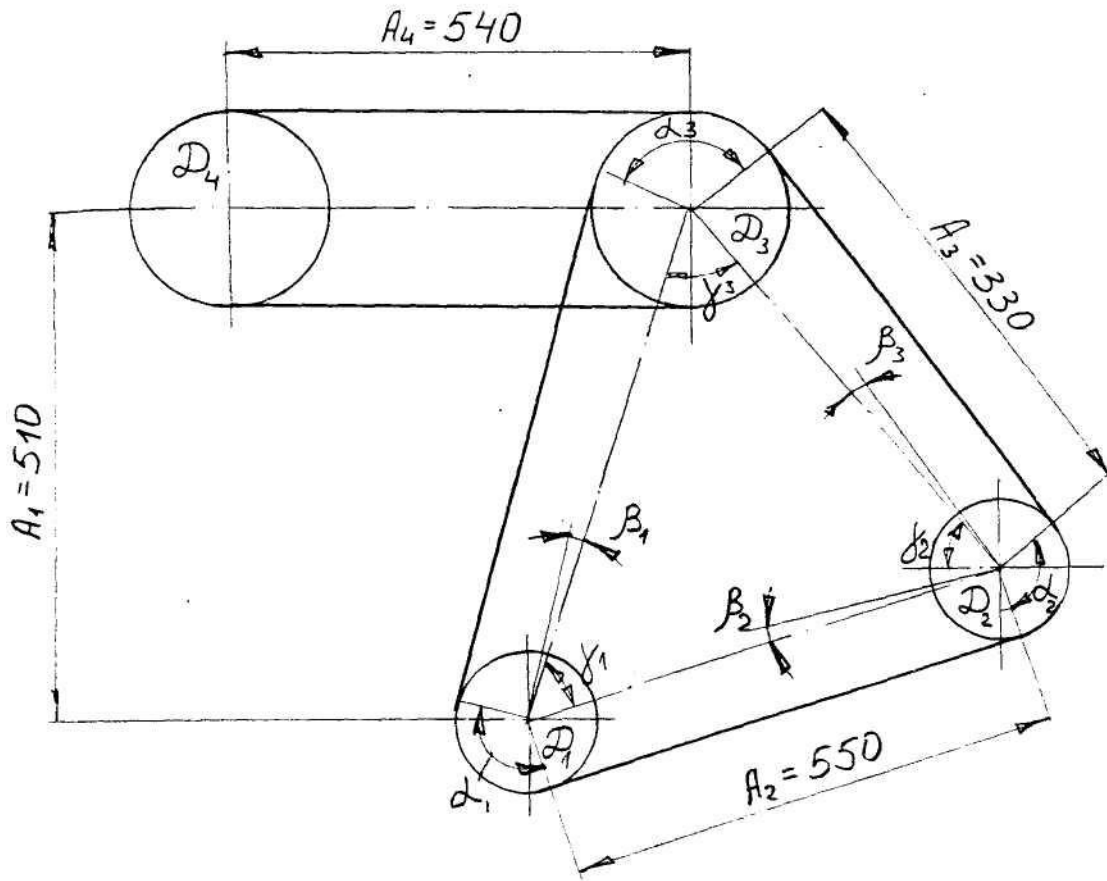


Рис. 1.7 Схема пасової передачі.

Для привода генераторної групи застосовується ремінь перетином У ДЕРЖСТАНДАРТ 1284-68.

кількість ременів $z=6$.

діаметр меншого шківа $D = 224$ мм (мінімальний припуска діаметр, що, шківа для ременя перетином В $D_{\min} = 200$ мм -табл.4 ДЕРЖСТАНДАРТ 1284-68.

Діаметр шківа двигуна ДК=309Б.

$D_1 = 224$ мм.

діаметр шківа А2-72-4 $D_3 = 258$ мм.

діаметр шківа насоса НШ-10 $D_2 = 238$

Потужність передана шківками

$$N_{расч} = N_0 \cdot D_0 \cdot K_1 \cdot D_02 \cdot z, \text{ кВт},$$

де N_0 - потужність, передана одним ременем, 6 кВт;

K_1 - коефіцієнт, що залежить від кута обхвата;

D_02 - коефіцієнт, що враховує характер навантаження й режим роботи; z - число ременів.

Швидкість ременя

$$V = 3,14 \cdot 0,224 \cdot 1450 = 17 \text{ м/сек.}$$

N_0 - 6,55 кВт (Додаток 2, табл.4 ДЕРЖСТАНДАРТИ284-6В)

$K_1 = 1,0$ (Додаток 2, табл.8 ДЕРЖСТАНДАРТ 1284-68).

$D_02 = 0,87$ (Додаток 2, табл.9 ДЕРЖСТАНДАРТ 1284-68).

$$N_{расч} = 6,55 \cdot 10 \cdot 0,87 \cdot 6 = 34 \text{ кВт.}$$

Фактична потужність, передана передачею

$$N_{факт} = 30 \text{ кВт} < N_{расч}$$

Визначаємо кути обхвата ременя

$$\sin \beta_1 = \frac{D_3 - D_1}{2A_1} = \frac{268 - 24}{2 \cdot 510} = 0,0431 \quad \beta_1 = 2^\circ 30,$$

$$\sin \beta_2 = \frac{D_2 - D_1}{2A_2} = 0,0127 \quad \beta_2 = 0^\circ 45,$$

$$\sin \beta_3 = \frac{D_3 - D_2}{2A_3} = 0,0454 \quad \beta_3 = 2^\circ 35,$$

де β - кути, утворені гілками ременя й лініями, що з'єднують

центри шківів

$$\cos \gamma_1 = \frac{A_2^2 + A_1^2 - A_3^2}{2A_2 \cdot A_1} = 0,809$$

$$\cos \gamma_2 = \frac{A_2^2 + A_3^2 - A_1^2}{2A_2 \cdot A_3} = 0,417$$

$$\gamma_1 = 36^\circ; \gamma_2 = 65^\circ 40'; \gamma_3 = 78^\circ 20'; \gamma_4 = 180^\circ;$$

де γ - кути, укладені між лініями, що з'єднують центри шківів.

$$\alpha_1 = 180^\circ - \gamma_1 - \beta_1 - \beta_2 = 180^\circ - 36^\circ - 2^\circ 30' - 45' = 140^\circ 45'$$

$$\alpha_2 = 180^\circ - \gamma_2 - \beta_3 - \beta_2 = 112^\circ 30'$$

$$\alpha_3 = 180^\circ - \gamma_3 + \beta_1 + \beta_3 = 106^\circ 45'$$

Довжина ременя.

$$L = A_1 + A_2 + A_3 + \pi/360(D_1 \gamma_1 + D_2 \gamma_2 + D_3 \gamma_3) = 2177 \text{ мм.}$$

По таблиці 2 ДЕРЖСТАНДАРТ 1284-68 приймаємо ремінь довжиною 2240 мм типл В.

Підрахуємо довжину ременя при роботі генераторної групи від електромережі

$$L = 2A + \frac{\pi}{\gamma}(D_3 + D_4) + \frac{(D_3 - D_4)^2}{4A} = 1911 \text{ мм}$$

$$D_3 = D_4 = 268 \text{ мм}$$

Приймаємо ремінь довжиною 1900 мм, типу В.

1.7 Розрахунок стійкості крана

Вільно стоячий кран випробовує дію наступних сил: маси крана маси вантажу, що піднімає, сили вітру, сили інерції, обумовленою величиною маси, що рухається, і швидкістю її руху.

Частина перерахованих сил у першу чергу маса вантажу, що піднімає, прагне перекинути кран. Інша частина сил протидіє перекидаючим силам; до таких сил, що відновлюють, ставиться маса крана. Інші сили залежно від умов роботи крана можуть бути перекидаючими й що відновлюють. Наприклад, вітрове навантаження являє собою перекидаючу, якщо її дія спрямована убік дії вантажу, що

піднімає, і, навпаки, що відновлює, якщо напрямок її дії протилежно дії маси вантажу. Аналогічно може бути розглянута дія сили інерції.

Ефект від дії тієї або іншої сили на кран залежить не тільки від її числового значення, але й від точки додатку. Чим далі перебуває сила від ребра перекидання, тим збільшується ефект від дії сили (ребром перекидання називається умовна лінія, що проходить через центр коліс). Величина добутку перекидаючої сили на відстань її від ребра перекидання, тобто на плече, називається перекидаючим моментом, а величина добутку сили, що відновлює, на плече - моментом, що відновлює (плече являє собою відстань від центра ваги вантажу до ребра перекидання). Звідси випливає, що кут нахилу крана, що впливає на величину переміщення точки дотику діючої сили, також може збільшувати або зменшувати ефект від дії тієї або іншої сили[1].

Обов'язковою умовою, що забезпечує стійкість крана, є перевищення суми моментів сил, що відновлюють, на суми моментів перекидаючих сил щодо ребра перекидання.

Відношення суми моментів сил, що відновлюють, M_v до суми моментів перекидаючих сил M_o називається коефіцієнтом стійкості K :

$$K = \frac{M_v}{M_o} .$$

У будь-яких несприятливих умовах як у робочому, так й у не робочому стані повинна бути забезпечена стійкість крана. При визначенні стійкості вітрове навантаження й ухил шляху в розрахунках завжди розглядаються як фактори, несприятливі для стійкості крана.

Коефіцієнтом вантажної стійкості крана називається відношення моментів щодо ребра перекидання, створюваного всіма утримуючими від перекидання силами, до моменту, створюваному перекидаючими силами (у тому числі масою вантажу), щодо того ж ребра.

Коефіцієнтом власної стійкості крана називається відношення моменту, створюваного утримуючими силами, до моменту,

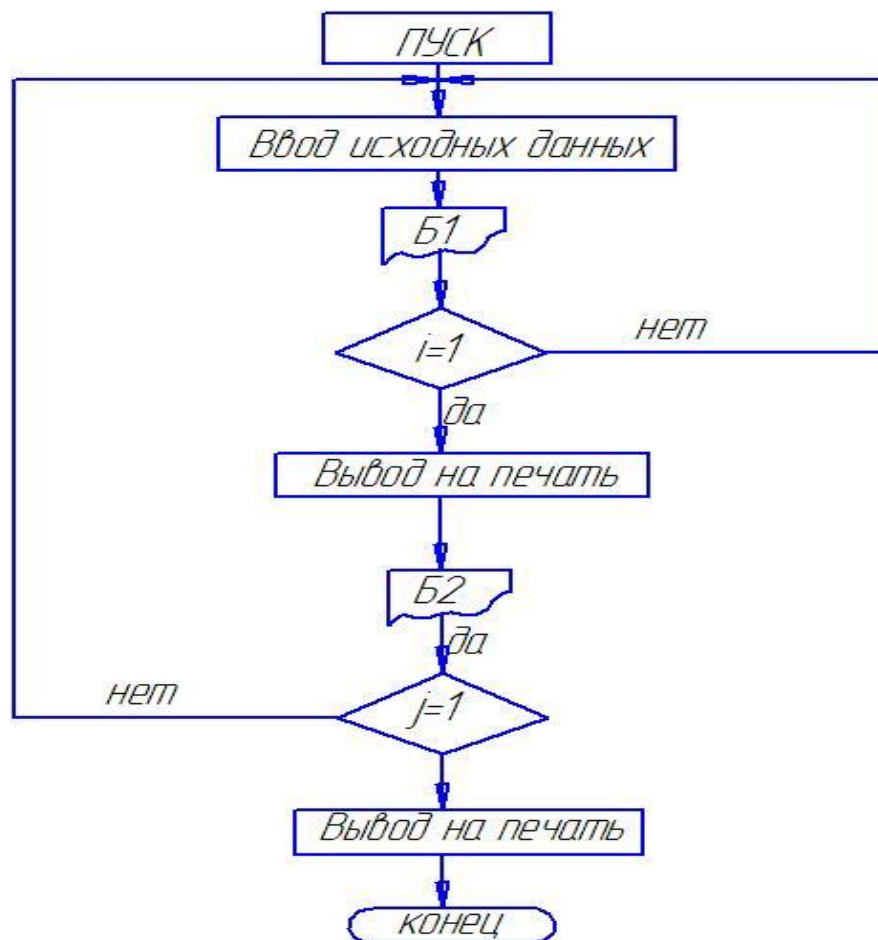
створюваного перекидаючими силами (у тому числі силою вітру). Вітрове навантаження приймається за ДСТУ 1451-77.

Числові й буквені значення коефіцієнтів вантажної й власної стійкості визначаються згідно «Правилам стійкості й безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів».

Користуючись схемою діючих на кран сил і знаючи, які з них є силами утримуючими, а які перекидаючими, машиніст може самостійно визначити ті умови роботи, які в найбільшій мірі забезпечують стійкість крана.

Використаю комп'ютерну програму розрахунку стійкості крана УГИК «Краян» м. Одеса розрахуємо стійкість крана для найнебезпечнішого випадку, коли піднімаємо максимальний вантаж 63 т на мінімальному вильоті стріли.

Блок - схема



Малюнок 1.8 - Блок - схема алгоритму розрахунку крана на стійкість.

Б1 - підпрограма розрахунку коефіцієнт стійкості крана на опорах,
 Б2 - підпрограма визначення граничних вантажопідйомностей,
 і, j - лічильник

Таблиця 1.5 – Розрахунок коефіцієнтів стійкості

Виліт	3,5	4,5	6,0	8,0	9,0	10,6
г/п	15,000	10,0	5,699	4,0	2,099	1,399
маса кр.	36,5	36,5	36,5	36,5	36,5	36,5
Хк	0,214	0,183	0,081	-0,072	-0,277	-0,379
Ук	2,638	2,625	2,573	2,468	2,249	2,075
Кут накл. Стріли	68,880	67,183	61,347	51,864	36,602	26,299
Висота оголовка	12,864	12,736	12,232	11,203	9,073	7,369
Ребро перекид.	1,049	1,049	1,049	1,049	1,049	1,049
Швидкість	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
Час	3,000	3,0	3,00	3,0	3,0	3,0
Час	3,000	3,0	3,00	3,0	3,0	3,0
Момент відн.	56,257	54,889	50,329	43,489	34,369	29,809
Момент інерції	0,053	0,048	0,048	0,049	0,036	0,027
Момент інерції	1,165	0,996	0,823	0,748	0,759	0,927
Момент інерції	0,792	0,686	0,603	0,515	0,291	0,176
-	0	0	0	0	0	0
w1p1	1,101	1,049	0,863	0,556	0,191	0,067
w2p2	0,503	0,503	0,503	0,503	0,503	0,503
w3p3	2,428	2,131	1,705	1,290	0,738	0,482
w4p4	0	0	0	0	0	0
Перекид. момент	21,5	19,600	19,664	19,799	14,594	11,129
Коеф. стійкий.	2,046	2,808	2,019	1,718	1,819	2,044
З урах дод. нав.	2,616	2,8	2,559	2,196	2,354	2,678
З обліком власн.	4,135	4,464	5,806	7,613	8,954	9,352

уст.	16,987	14,651	9,666	5,846	3,256	2,432
ДО1	18,690	16,002	10,420	6,275	3,532	2,678
К2						

Таблиця 1.6 – Розрахунок коефіцієнтів стійкості (стріла назад)

Виліт	3,5	4,5	6,0	8,0	9,0
г/п	15,000	10,0	5,699	4,0	2,099
маса кр.	36,5	36,5	36,5	36,5	36,5
Хк	1,285	1,183	1,029	0,824	0,721
Ук	2,625	2,573	2,468	2,249	2,075
Кут нах. Стріли	67,183	61,347	51,864	36,602	26,299
Висота оголовка	12,736	12,232	11,203	9,073	7,369
Ребро перекид	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Швидкість	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
Час	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Час	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Момент відн.	146,174	141,614	134,774	125,654	121,094
Момент інерції	0,149	0,198	0,218	0,193	0,174
Момент інерції	3,633	3,033	2,391	2,056	2,313
Момент інерції	3,430	3,385	2,836	1,802	1,262
-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
w1p1	1,049	0,863	0,556	0,191	0,067
w2p2	0,503	0,503	0,503	0,503	0,503
w3p3	5,074	4,321	3,234	1,972	1,391
w4p4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Перекид. момент	60,0	80,0	88,0	78,0	70,0
Перек. стійкий.	2,153	1,578	1,387	1,490	1,613
З ур. дод. нав	2,436	1,770	1,531	1,610	1,729
З обліком вл.	3,960	5,224	8,141	15,291	20,413
уст.					

	70,771	42,911	26,260	16,662	13,844
ДО1	69,607	40,461	24,066	14,958	12,356
К2					

Таблиця 1.7 – Розрахунок коефіцієнтів стійкості (стріла поперек)

Виліт	3,5	4,5	6,0	8,0	9,0
г/п	15,000	10,0	5,699	4,0	2,099
маса кр.	36,5	36,5	36,5	36,5	36,5
Хк	0,222	0,185	0,123	-0,0	-0,124
Ук	2,985	2,966	2,930	2,844	2,736
Кут накл. Стріли	63,641	61,892	58,912	52,635	45,770
Висота оголовка	12,510	12,353	12,064	11,373	10,497
Ребро перекид	1,064	1,064	1,064	1,064	1,064
Швидкість	0,071	0,071	0,071	0,071	0,0071
Час	1	1,0	1,0	1,0	1,0
Час	3	3,0	3,0	3,0	3,0
Момент відн.	9,602	48,170	45,783	41,009	36,235
Момент інерції	0,155	0,154	0,160	0,160	0,254
Момент інерції	2,648	2,405	2,197	1,904	1,774
Момент інерції	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
w1p1	0,833	0,783	0,696	0,517	0,340
w2p2	0,287	0,287	0,287	0,287	0,287
w3p3	1,967	1,802	1,625	1,309	1,047
w4p4	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00
Перекид. момент	21,349	21,184	22,012	22,035	21,220
Коеф. стійкий.	1,762	1,731	1,503	1,408	1,275
З ур. дод. нав.	2,323	2,273	2,079	1,861	1,707
З обліком вл. уст.	4,198	4,641	5,496	7,811	8,717
ДО1	14,728	12,654	10,072	6,766	4,738
К2	16,595	14,130	11,142	7,444	5,244

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Призначення і конструкція деталі

Деталь типу шків служить для передачі крутного моменту із привідного вала механізму на ведений вал за допомогою пасової передачі.

Шків виготовляється із чавуну марки СЧ 15 ДЕРЖСТАНДАРТ 1412-85, маса деталі 14,4 кг. [15]

Кріплення на валу здійснюється шляхом шпонкового з'єднання. На зовнішній поверхні шківа розташовані три канавки для розміщення клиноподібних ременів.

Балансування шківа роблять шляхом видалення металу з однієї з торцевих поверхонь.

2.2 Визначення типу виробництва

Визначимо тип виробництва для заданої програми виробництва ($N_T=1500$ шт)

По [1] визначимо такт випуску:

$$\tau=60 \cdot F_g/N_T, \quad (2.1)$$

де F_g - дійсний річний фонд часу;

$$F_g=F_y=F_H \cdot \eta;$$

$\eta=0,96$ - коефіцієнт втрат;

$$F_y=4140(0,96=3974,4 \text{ година};$$

$$\tau=60 \cdot 3974,4/1500=159 \text{ хв/шт.}$$

За ДСТ 1404-75 тип виробництва характеризується коефіцієнтом завантаження встаткування:

$$K_{3.ПРО} = \tau / T_{шт}^{CP}; \quad (2.2)$$

де $T_{шт}^{CP}$ – середня трудомісткість із [1]:

$$T_{шт}^{CP} = \frac{\sum_1^n t_{шт} \cdot i}{n}, \quad (2.3)$$

де $t_{шт} \cdot i$ – штучний час кожної операції, приймаємо по заводських нормах;

$\Sigma t_{шт} \cdot i = 25$ хв при числі операцій $n=3$;

$T_{шт}^{CP} = 25/4 = 6,25$ хв;

$K_{3.О.} = 159/6,25 = 25,44$ хв;

Відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТ 3.1122-84, при значенні $20 < K_{3.ПРО} < 40$ тип виробництва дрібносерійний.

2.3 Вибір заготовки

На вибір методу одержання заготовки впливають: матеріал деталі її призначення й технічні вимоги на виготовлення; обсяг і серійність випуску; форма поверхонь і розмір деталі.[20]

Для дрібносерійного типу виробництва з річною програмою випуску $N_{Г} = 1500$ шт для деталі 1-го класу складності приймаємо заготовок-виливок із ІЗ415 ДЕРЖСТАНДАРТ 1412-85 III класу точності з ручним формуванням у середніх опоках. Вид лиття - лиття в пісчано-глинисті форми по дерев'яних моделях.

Параметр шорсткості $R_z = 320 \dots 80$ мкм.

Визначаємо орієнтовану масу вилівка по [2]:

$$M_0 = M_g / K_{HM}, \quad (2.4)$$

де $m_g=14,4$ кг – маса деталі;

$K_{HM}= 0,4...0...0,55$ –коефіцієнт використання металу;

$M_0= 14,4/0,55=26,2$ кг.

2.4 Вибір варіанта маршрутного технологічного процесу

Технологічний процес являє собою сукупність різних операцій, у результаті виконання яких змінюється форма, розміри, притаманність предмета праці, здійснюється контроль технічних умов і вимог креслення.

Маршрутний технологічний процес виготовлення деталі “шків”:

005 операція. Заготівельна

Відлити в піщаній формі заготівлю з відхиленнями розмірів по III класу точності. Вимірювальний інструмент штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ДЕРЖСТАНДАРТ 166-80.

010 Токарська внутрішня операція.

Технологічне встаткування: верстат токарно-гвинторізний модель 16ДО20П.

Верстатне пристосування: 3-х кулачковий патрон.

Різальний інструмент: різець токарський підрізний ВК8 ДЕРЖСТАНДАРТ 18880-73; різець токарський прохідний відігнутий ВК8 ДЕРЖСТАНДАРТ 18868-73; зенкер ВК8 за ДСТ 3231-71.

Контрольний інструмент штангенциркуль ШЦ - 1 ДЕРЖСТАНДАРТ 166-80.

015 Токарська зовнішня операція.

Технологічне встаткування: верстат токарно-гвинторізний модель 16ДО20П.

Верстатне пристосування: циліндрична оправка.

Різальний інструмент: різець підрізний ВК8 ДЕРЖСТАНДАРТ 18860-73; різець прохідний ВК8 ДЕРЖСТАНДАРТ 18868-73.

Контрольний інструмент штангенциркуль ШЦ - 1 ДЕРЖСТАНДАРТ 166-80.

020 Протяжна операція.

Технологічне встаткування: верстат горизонтально-протяжний модель 7Б 510.

Різальний інструмент: протягання шпонкова ДЕРЖСТАНДАРТ 18217-80.

Контрольний інструмент штангенциркуль ШЦТ - 1 ДЕРЖСТАНДАРТ 166-80.

025 Токарська зовнішня операція.

Технологічне встаткування: верстат токарно-гвинторізний модель 16ДО20П.

Верстатне пристосування циліндричне оправка.

Різальний інструмент: різець фасонний ВК-8.

Контрольний інструмент штангенциркуль ШЦ - 1 ДЕРЖСТАНДАРТ 166-80.

030 Контрольна операція.

2.5 Розрахунок припусків на механічну обробку

Технологічний маршрут обробки отвору $\varnothing 32 \text{ H9}^{(+0,062)}$ складається із зенкування чорнового й чистового.

Сумарне відхилення для заготівлі з [1]:

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2}, \quad (2.5)$$

де $\rho_{\text{см}} = TE/2 = 220$ мкм – погрішність по зсуві осей

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta k D)^2 + (\Delta k l)^2} = \sqrt{(0,8 \cdot 32)^2 + (0,8 \cdot 80)^2} = 69 \text{ мкм},$$

де D й l - діаметр і довжина оброблюваних поверхонь

$$\rho_0 = \sqrt{220^2 + 69^2} = 231 \text{ мкм}.$$

Залишкова величина просторових відхилень при:

чорновій обробці:

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_0 = 0,06 \cdot 231 = 14 \text{ мкм}.$$

Погрішність установки при чорновій обробці:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (2.6)$$

$\varepsilon_B = 0$ – погрішність базування в самоцентруємому патроні;

$\varepsilon_3 = 600$ мкм – погрішність закріплення заготовлі [1];

$\varepsilon_1 = 140$ мкм.

Залишкова погрішність установки заготовлі при чистовому закріпленні

$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot \varepsilon_1 = 0,5 \cdot 140 = 7$ мкм.

Мінімальне значення міжопераційного припуску з [1]:

$$2Z_{\text{min}} = 2(RZ_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (2.7)$$

Мінімальний припуск для:

- чорнової обробки

$$2Z_{\min 1} = 2(600 + \sqrt{231^2 + 140^2}) = 1740 \text{ мкм}$$

- чистової обробки

$$2Z_{\min 2} = 2(50 + 50 + \sqrt{14^2 + 7^2}) = 232 \text{ мкм}$$

Результати розрахунків зводимо в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 Таблиця розрахункових припусків і розмірів

Технологічні переходи обробки отвору \varnothing 32Н9	Елементи припуску, мкм				$2Z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір D_p , мм	Допуск T , мкм	Граничний розмір, мм		Граничний припуск, мм	
	R_z	h	ρ	ϵ				D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
0. Лиття	600		231	-	-	30,09	2000	28,09	30,09	-	-
1. Зенкування чорнове	50	50	14	140	1740	31,83	160	31,67	31,83	1,74	3,58
2. Зенкування чистове	-	-	-	6	232	32,062	62	32,00	32,06	0,23	0,33

2.6 Розрахунок режимів різання

2.6.1 Токарська операція (обточування зовнішнього діаметра (208,4 h11))

По довіднику [2] призначаємо подачу $S_H=0,7$ мм/про при глибині різання $t=2,2$ мм.

Швидкість різання з [1]:

$$V=C_V \cdot K_V / T^m \cdot t^x \cdot S^Y \quad (2.8)$$

де $C_V=243$ [2];

$m=0,2$; $x=0,15$; $y=0,4$ - коефіцієнт і показники ступеня при обробці різцями;

$T=50$ хв - середні значення стійкості [2].

$$K_V=K_m \cdot K_n \cdot K_u \cdot K_T \cdot K_{T'} \cdot K_{\phi} \cdot K_{\Gamma}$$

де $K_m=0,94$ – коефіцієнт враховуючий матеріал заготовлі [2];

$K_n=0,85$ – коефіцієнт враховуючий стан заготовлі [2];

$K_u=0,83$ – коефіцієнт, що враховує матеріал інструмента [2];

$K_T=1$ – коефіцієнт стійкості;

$K_{T'}=1$;

$K_{\phi}=1$ - коефіцієнт залежний від головного кута різця;

$K_{\Gamma}=1$ - коефіцієнт, що залежить від радіуса при вершині різця.

$$K_V=0,94 \cdot 0,85 \cdot 0,83 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1=0,66;$$

$$V=243 \cdot 0,66 / 50^{0,2} \cdot 2,2^{0,15} \cdot 0,7^{0,4}=75 \text{ м/мм.}$$

Частота обертання шпинделя з [1]:

$$n=1000 V / (D=1000 \cdot 75 / 3,14 \cdot 213)=112 \text{ об/хв.}$$

Сила різання з [1]:

$$P_Z=C_P \cdot t^x \cdot S^Y \cdot K_P \cdot V^u \quad (2.9)$$

де $K_p = K_m \cdot K_u \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_r$;

$K_m = (HB/190)^n = (200/190)^{0.4} = 1,02$ – коефіцієнт враховуюча якість матеріалу з [2].

По табл. з [2] знаходимо:

$K_u = 1$; $K_{\gamma p} = 1,1$; $K_{\lambda p} = 1$; $K_r = 1$ – коефіцієнти враховуючу геометрію різця.

Потужність різання з [1]:

$$N_p = P_z \cdot V / 1000 \cdot 60 = 1735 \cdot 75 / 1000 \cdot 60 = 2,2 \text{ кВт} \quad (2.10)$$

Верстат 16Д020 задовольняє умові - $N_p = 2,2 \text{ кВт} < N_c = 11 \text{ кВт}$.

2.6.2 Токарська внутрішня операція (зенкування отвору)

По довіднику [2] призначаємо подачу $S = 1,3 \text{ мм/об}$.

Швидкість різання:

$$V = C_v \cdot D^q / T^m \cdot t^x \cdot S^y$$

де $C_v = 105$ з [2].

$m = 0,4$; $x = 0,15$; $y = 0,4$; $q = 0,4$ - коефіцієнт і показники ступеня при зенкуванні;

$T = 50 \text{ хв}$ - середні значення стійкості [2];

$$K_v = K_m \cdot K_{u_r} \cdot K_l$$

K_v – коефіцієнт впливу деталі оброблюваної поверхні.

$K_m = (190/HB)^{nv} = 0,94$ – коефіцієнт враховуючий матеріал заготовлі [2];

$K_{u_r} = 1$ – коефіцієнт враховуючий матеріал інструмента з [2];

$K_l = 1$ – коефіцієнт глибини оброблюваного отвору з [2].

$$K_v = 0,94 \cdot 0,83 \cdot 1 = 0,78.$$

$t = 1,5 \text{ хв}$;

$$V=105 \cdot 32^{0,4}/50^{0,4} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 1,3^{0,45}=57 \text{ м/мм.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n=1000 V/(D=1000 57/3,14 32=565 \text{ об/хв.}$$

Крутний момент:

$$M_{кр}=10C_m D^q S^y K_p.$$

де $C_m=0,169$; $q=0,85$; $x=0,8$; $y=0,7$ - коефіцієнти й показники ступеня певні [2],
 $K_p=K_m=(HВ/190)^n=(200/190)^{0,6}=1,03$ – коефіцієнт враховуюча якість матеріалу з [2].

$$M_{кр}=10 \cdot 0,169 \cdot 32^{0,85} \cdot 1,3^{0,7} \cdot 1,03$$

Осьова сила з [1]:

$$P_o=10C_p D^q S^y K_p$$

де $C_p=46$; $q=0$; $x=1$; $y=0,4$ - коефіцієнти й показники ступеня по [2],

$$P_o=10 \cdot 46 \cdot 32^0 \cdot 1,3^{0,4} \cdot 1,03=526 \text{ Н.}$$

Потужність різання:

$$N=M_{кр} n/9750=46,2 \cdot 565/9750=2,7 \text{ кВт.}$$

Обробку можна вести на верстаті 16Д020 при потужності $N=10$ кВт.

2.6.3 Протяжна операція

По таблиці 52, 53 [2] вибираємо швидкість різання для протягань зі сталі Р6М5.

$V=8,2$ м/хв при подачі $S_z=0$, хв/зуб з [2].

Настановну швидкість різання порівнюємо зі швидкістю робочого ходу верстата й швидкістю різання, що допускає по потужності двигуна верстата:

$$V=61200N\eta/P_z,$$

де: P_z - сила різання при протяганні $P_z=P\Sigma B$;

$N=17$ кВт - потужність двигуна верстата з [2];

$P=402$ Н/мм із [2] - сила різання 1 мм довгі леза;

ΣB - найбільша сумарна довжина лез всіх ріжучих одночасно зубів.

$$\Sigma B=U \cdot z_1/Z_C$$

де $B=16$ мм параметр різання;

$Z_C=1$ число зубів у секції протягання;

$z_1=l/t=80/4=20$ – найбільше число одночасно ріжучих зубів;

$l=80$ мм - довга протягання;

$t=4$ мм - крок протягання з [2].

$$\Sigma B=16 \cdot 20/1=320 \text{ мм},$$

$$P_z=402 \cdot 320=128640 \text{ Н},$$

$$V=61200 \cdot 17 \cdot 0,8/128640=6,5 \text{ м/мин.}$$

Для цієї операції верстат 7Б510 підходить.

2.7 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 $t_{шт}$ складається з елементів з [1]:

$$t_{шт} = t_0 + t_{вс} + t_{б} + t_{орг} + t_{п}, \quad (2.11)$$

де t_0 – основний час на виконання операції;

$t_{вс}$ – допоміжний час;

$t_{б}$ – час на технічне обслуговування робочого місця;

$t_{орг}$ – час на організацію робочого місця;

$t_{п}$ – час на перерви.

При обробці на верстатах основний час визначають по формулі:

$$t_0 = l \cdot i / S_M$$

$$t_0 = l \cdot i / S_n \cdot n$$

де $l = l + l_B + l_{сх}$ – розрахункова довжина обробки;

i - число робочих ходів інструмента;

S_M – хвилинна подача інструмента;

l - довжина обробки;

n - частота обертання шпинделя;

l_B – довжина врізання інструмента;

$l_{сх}$ – довжини сходу інструмента.

Час, витрачений на виконання кожної операції що представляє собою основну частину технічної норми називається оперативним часом:

$$t_{оп} = t + t_B$$

По наведених формулах визначимо норми часу для операцій:

Для токарської операції обточування зовнішнього діаметра $\varnothing 208,4$ h11:

$$t_0 = 69,4 \cdot 1/0,7 \cdot 112 = 0,89 \text{ хв}$$

де $l = l + l_B + l_{CX} = 65 + 2,2 + 2,2 = 69,4$ хв;

$n = 112$ об/хв - частота обертання шпинделя верстата:

$$t_B = 0,5 + 0,06 + 0,5 = 0,56 \text{ хв}$$

де $t = 0,5$ - час на установку й зняття заготівлі з [4];

$t = 0,06$ - час на підведення й відвід різця.

Штучний час:

$$t_{шт} = 1,95 \text{ хв.}$$

Для зенкування отвору:

$$t_0 = 80,6 \cdot 1/1,3 \cdot 565 = 0,11 \text{ хв,}$$

$$t_B = 0,5 + 0,03 + 0,5 = 1,03 \text{ хв,}$$

$$t_{шт} = 1,14 \text{ хв.}$$

Норма часу для протягання:

$$t_0 = l \cdot i/S_Z \cdot Z/V = 80,6 \cdot 5 \cdot 1000/0,2 \cdot 20/8,2 = 4,15 \text{ хв,}$$

$$t_B = 0,25 + 0,16 + 0,25 = 0,66 \text{ хв,}$$

$$t_{шт} = 4,81 \text{ хв.}$$

Норми часу для операції токарської при прорізанні канавок:

$$t_0 = 3 \cdot 15 \cdot 1/1,3 \cdot 110 = 3,34 \text{ хв,}$$

$$t_B = 0,47 + 0,18 + 0,47 = 1,12 \text{ хв,}$$

$$t_{\text{шт}} = 4,46 \text{ хв.}$$

3. Розробка заходів з охорони праці для робочого місця при експлуатації крана стрілового самохідного в/п 63т.

3.1. Техніка безпеки

3.1.1. В розділі з охорони праці розглядаються умови роботи для робочого місця при експлуатації крана стрілового самохідного в/п 60т.

Перед початком досліджень на робочому місці (дільниці) необхідно перевірити нормативну відповідність і безпечність умовам праці: площу, висоту і об'єм; ступінь небезпеки ураження електричним струмом, вибуховою, вибухово-пожежною та пожежною небезпекою; умови праці та їх відповідність санітарно-гігієнічним стандартам; температуру, швидкість руху повітря, відносну вологість, запыленість і загазованість, рівень шумів, вентиляцію, освітлення та захламленість приміщення та робочих місць; огорожі небезпечних зон; запобіжні, блокувальні та сигнальні пристрої; знаки безпеки, спецодяг та індивідуальні засоби захисту; вказівки про можливі причини травматизму, професійних захворювань та їх запобігання.

Аналіз результатів перевірки умов праці є підставою для введення в експлуатацію робочого місця (дільниці), розробки заходів по удосконаленню (створенню) безпечних, нешкідливих і максимально полегшених умов праці. Ці заходи можуть бути поділені на підгрупи: організаційні по поліпшенню умов праці і удосконаленню техніки безпеки; контроль за дотриманням норм і правил охорони праці[].

3.1.2. Рівень механізації і автоматизації в об'єкті

При виконанні роботи необхідно використати спеціально підібране устаткування яке забезпечує нам можливість виконання всіх діагностичних робіт. Рівень механізації – частковий. Проектом передбачені стенди діагностики, сканери і мотор тестери інструмент, пристосування, устаткуванняна якому передбачено захист, блокування управління, регулювання.

3.1.3. Средства запобіжної техніки

До організаційних належать заходи зі своєчасного обслуговування обладнання дільниці для підтримання його у технічно справному стані, навчання робітників безпечним прийомам праці, забезпечення робітників спецодягом та індивідуальними засобами захисту, встановлення і дотримання протипожежного режиму, забезпечення дільниці первинними засобами пожежогасіння, розміщення знаків і попереджувальних написів, забезпечення робітників пам'ятками та інструкціями з техніки безпеки.

До заходів, які сприяють поліпшенню умов праці, належать: удосконалення опалення приміщень; нормалізація вологості в них та ліквідація протягів; зниження заповишеності та загазованості повітря; поліпшення освітленості робочих місць; зниження шумів та вібрацій.

3.1.4. Забарвлення приміщень і устаткування. Сигнальні кольори і знаки безпеки

Інтер'єр проєктованої дільниці повинен відповідати санітарно-гігієнічним вимогам, оскільки раціональне пофарбування приміщень і обладнання робочих місць надають приємного вигляду приміщенню, позитивно впливають на працездатність, знижують втомлюваність, поліпшують настрій робітникам.

Наприклад, стелю, вікна, фрамуги доцільно фарбувати в білий колір; стіни і панелі – у світло-зелений чи світло-блакитний, обладнання – зелено-блакитним, рухомі частини обладнання – в кремовий.

Згідно ГОСТ 12.4.026-76 «ССБТ. Кольори сигнальні і знаки безпеки» встановлено чотири сигнальні кольори: червоний, жовтий, зелений і синій. На виробництві сигнальним кольором є жовтий, а контрастним – чорний. Сміслове значення кольору – попередження, можлива небезпека. Дані кольори попереджають персонал, про те, що елементи виробничого устаткування представляють небезпеку для тих, що працюють. На ємкості, що містять речовини з небезпечними і шкідливими властивостями забарвлення наноситься смугами шириною 50-150 мм залежно від розміру ємкості.

Також на виробництві передбачається установка заборонних сигнальних знаків, а саме:

- забороняється користуватися відкритим вогнем;
- забороняється палити;
- вхід (прохід) заборонений.

Установка застережливих знаків:

- Обережно! Легкозаймисті речовини;
- Обережно! небезпека вибуху;
- Обережно! Отруйні речовини

Установка знаків які вказують:

- працювати в захисному одязі;
- працювати в захисних окулярах;
- працювати із застосуванням засобів захисту органів дихання;
- Виходити тут!

А також, вказівні знаки такі, як: вогнегасник, розташування певного місця, об'єкту або засобу (наприклад, «Питна вода»)

3.1.5. Електробезпека при виконанні дослідних робіт

Нещасні випадки від дії електричного струму відбуваються при торканні робітника до струмоведучих частин, які знаходяться під напругою (проводи, шини, рубильники і т.ін.);

- при появі напруги на металевих частинах електрообладнання,
- верстатах тощо, які при нормальних умовах роботи не повинні
- знаходитись під напругою; при пошкодженні ізоляції електрообладнання – коротке замикання на корпус.

Основними заходами захисту від ураження електричним струмом є огороження, яке виключає можливість торкання до струмопровідних частин; заземлення обладнання; упровадження захисного відключення струмоприймачів; забезпечення індивідуальними засобами захисту робітників; застосування зниженої напруги.

Заземлення є ефективним засобом захисту людини від дії електричного струму, воно є обов'язковим до застосування джерела струму, струмоприймачів, розподільчих електрошаф і т.ін. Захисне заземлення для напруги до 1000 В повинно мати опір 0,4 Ом. Для захисту від блискавок, сила струму яких досягає 200 000 А, встановлюють блискавковідводи.

При обладнанні заземлення – необхідний контакт з землею забезпечується за допомогою сталевих стрижнів, труб або кутникової сталі довжиною 2,5...3 м, які забивають вертикально у землю. Потім торці стержнів з'єднують зварюванням смуговою або прутковою сталлю. Всі струмоприймачі, огорожі, кожухи трансформаторів, каркаси розподільчих щитів з'єднують з заземленням.

Коротке замикання – одна з головних причин пожеж. Щоб уникнути пожежі, потрібно своєчасно проводити профілактику електрообладнання і не порушувати правил його використання.

Забороняється торкатися струмом ведучих частин електротехнічного обладнання, яке перебуває під напругою. Наявність напруги в електричному колі перевіряють індикатором. Не можна користуватися електричними проводами з пошкодженою ізоляцією, вмикати і вимикати електричні прилади або ремонтувати їх мокрими руками.

Якщо під час роботи в електричних установках виникла несправність, негайно потрібно вимикати живлення, а потім усувати несправність.

Вмикати й вимикати електричні прилади потрібно однією рукою, не торкаючись при цьому водопровідних та газових труб чи іншої арматури.

Торкання людини до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою супроводжується судомим скороченням м'язів. З цієї причини людина не може звільнитись від дії струму. Якщо таке трапляється – необхідно терміново вимкнути електромережу або відтягти ураженого від електромережі, яка знаходиться під напругою. Якщо неможливо швидко відключити електромережу, необхідно перерубати проводи засобом, який не проводить струм. Відтягти ураженого від електромережі можна за його сухий одяг, якщо одяг вологий, потрібно надіти на руки діелектричні рукавиці або обмотати руки сухим одягом

(ганчіркою). Враженому потрібно дати понюхати нашатирний спирт, оббризкати водою, розтерти і зігріти тіло. Одночасно викликати швидку допомогу. Якщо уражений струмом погано дихає – необхідно робити штучне дихання, масаж серця.

Працюючи з ручними електричними машинами, перевіряють справність ізоляції кабелю живлення та заземлюючого проводу. Переносні машини (дрилі) вмикають через штепсельне з'єднання, що має контакти заземлюючого провідника. Живлення машин потужністю до 800 Вт відбувається за допомогою штепсельного роз'єднання. Більш потужніші – через рубильники закритого типу або безпосередньо від розподільних щитків.

Перед одягненням перевірити цілість гумових рукавиць. Електричні проводи до джерел живлення від верстатів, стендів тощо потрібно прокладати у захисних трубах, щоб виключити можливість дотику до них. Переносні струмоприймачі (зварювальні апарати) підключають гнучким ізолювальним кабелем відповідного перерізу.

3.1.6. Заходи безпеки при експлуатації, огляді і ремонті об'єкту

При експлуатації, проведенні оглядів устаткування і ремонтних робіт дотримувати технічні заходи безпеки:

- не допускати до роботи осіб молодше 18 років, не оформлених наказом про прийом на роботу;
- не допускати помилок при відключенні електроустановок;
- не допускати до роботи на відключені струм ведучи частини без перевірки напруги на них;
- не допускати порядку накладення, зняття і обліку переносних заземлень;
- своєчасно замінювати несправне або застаріле устаткування;
- використовувати захисні засоби; виконувати роботи тільки в урочний час;
- не порушувати виробничу дисципліну;
- дотримання правил безпеки кваліфікованим персоналом.

3.1.7. Організаційні заходи

До робіт допускаються особи, що досягли 18 років, пройшли спеціальне навчання в учбових закладах або у відділі технічного навчання при заводі і що отримали II кваліфікаційну групу по техніці безпеки. Допуск до самостійної роботи проводиться після проведення ввідного і первинного інструктажу і стажування на робочому місці в течії 15 змін. Навчання безпеки праці здійснюється по програмах, затверджених працедавцем по узгодженню із службою охорони праці і профкомом або іншими вповноваженому співробітнику представницьких органів. Навчання завершується перевіркою теоретичних і практичних навиків. Що пройшов перевірку знань видається посвідчення встановленої форми на право виконання робіт з підвищеною небезпекою.

Персонал зайнятий на роботах, до яких пред'являються додаткові вимоги безпеки праці, як правило, проходить повторну або чергову перевірку знань 1 раз на 12 місяців.

При допуску персоналу до роботи проводиться ввідний і первинний інструктаж.

На підставі чинних нормативних правових актів в організації з урахуванням специфіки виробництва, результатів атестації робочих місць за умовами праці складаються переліки професій і видів робіт, за виконання яких надаються ті або інші компенсації за роботи в несприятливих умовах.

3.2. Гігієна праці і виробнича санітарія

3.1.2. Виробничі шкідливості

Згідно ГОСТ 12.1.007-76 шкідливою речовиною є речовина, яка при контакті з організмом людини при порушень вимог безпеки може викликати виробничі травми, професійні захворювання або відхилення в стані здоров'я, що виявляються сучасними методами як в процесі роботи, так і у віддалені терміни сьогодення або подальших поколінь.

Основними шкідниками даного виробництва є пил і газу.

У проектах необхідно передбачити організоване відведення води, використовуваної при митті; її очищення та повторне використання. При

необхідності слід планувати розробку пристроїв для видалення осадів та речовин, які спливають, центрифугування, фільтрування та хімічне очищення миючих розчинів з метою одержання замкнутого зворотного циклу миття без зливання їх у каналізацію.

При змиванні відпрацьованих розчинів у загальну каналізацію необхідно спроектувати (запропонувати) пристрої для вловлювання нафтопродуктів, нейтралізації викидних розчинів кислот та лугів (наприклад, електролітів). При відсутності каналізації слід передбачити вивезення осадів, відпрацьованих мийних розчинів, електролітів та інших шкідливих речовин автоцистерною у спеціально відведені санітарно-епідеміологічною станцією місця утилізації.

На дільницях миття і фарбування машин, ковальсько зварювальному, полімерно-мідницькому, гальванічному, зарядки акумуляторних батарей, обкатки двигунів необхідно розробити примусову витяжку шкідливих, токсичних газоподібних середовищ з достатньою висотою витяжних труб[9].

3.2.2. Кліматичні умови.

Діяльність, вироблювана персоналом, відноситься до робіт середньої тяжкості, при якій витрата енергії складає від 150-200 ккал/ч – категорія IIa (робота пов'язана з ходьбою, переміщенням дрібних (до 1кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи і що вимагають певної фізичної напруги).

Для створення оптимальних кліматичних умов використовуються системи повітряного опалювання, суміщена з вентиляцією приточування

Таблиця 3.1. Нормовані параметри мікроклімату на робочому місці

Категорія робіт	Період року	Температура °С		Відносна вологість %		Швидкість руху повітря, м/с	
		оптимальна	допустима	оптимальна	допустима	оптимальна	допустима
Середній тяжкості - IIa	Холодний	18-20	17-23	40-60	75	0,2	не более 0,3
	Теплий	21-23	18-27	40-60	65- при 26°С	0,3	0,2-0,4

3.2.3. Освітлення

Природне значення нормується згідно ДНБ В 2.5-28-2006.

Природне освітлення може бути бічним, верхнім і комбінованим. Норми природного освітлення для даного виробництва приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. Норми природного освітлення

Характеристика зорової роботи	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Природне освітлення КЕО при освітленні $\% e_H^{III}$	
			Верхньому або верхньому і бічному	При бічному
Загальне спостереження за ходом виробничого процесу (постійне)	VIII	а	1	0,3

Система штучного освітлення: на виробництві загальне рівномірне освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно.

Джерело освітлення і тип світильників: газорозрядні лампи типу ДРЛ, що володіють високою світловою віддачею (до 60 лм/Вт) і терміном служби (до 15000 ч). Норми штучного освітлення згідно Сніп приведені в таблиці 3.

Для місцевого освітлення робочих місць у приміщеннях з підвищеною небезпекою потрібно користуватися світильниками напругою 36 В, а у особливо небезпечних – переносними світильниками 12 В. [9]

3.2.4. Шум і вібрація

Шуми діляться на механічні, виникаючі в результаті рухи окремих вузлів і деталей установок, і аеродинамічні, в результаті переміщення газоподібних середовищ з великою швидкістю, а також гідродинамічні і електромагнітні

Захист від шуму. Методи, які знижують шум безпосередньо на самому джерелі, підрозділяються на засоби, що знижують збудження шуму, і засоби, що

знижують здатність джерела шуму. А саме: звукоізоляція, звукопоглинання, віброізоляція, демпфування і глушники шуму.

Джерелами вібрації є різні технологічні процеси, верстати, вібростенди, установки, механізми, машини і їх робочі органи.

Захист від вібрації. Основними методами колективної віброзахисту є зниження вібрацій дією на джерело збудження; динамічне гасіння коливань і зміни конструктивних елементів установок і будівельних конструкцій.

Захист від ультразвуку. Існує декілька способів зниження рівня звукового тиску УЗК: зниження ультразвуку в джерелі, звукопоглинання і звукоізоляція. Найбільш ефективний засіб – звукоізоляція.

Основними джерелами інфразвуку є двигуни внутрішнього згорання, реактивні двигуни, вентилятори компресори, двигуни катерів, сталеплавильні печі, автомобілі, дизельні установки, машини і механізми, що здійснюють повернено - поступальне або обертальний рух з повторенням циклу менш ніж 20 разів в секунду.

Захист від інфразвуку. Зниження інтенсивності інфразвуку може бути досягнуте різними способами: зміна режиму роботи пристрою (збільшення швидкості), його конструкції, звукоізоляцією джерела, поглинанням звукової енергії, за допомогою глушників шуму, а також механічного перетворювача частоти. [9]

3.2.5. Спецодяг, спецвзуття. Індивідуальні захисні засоби

На виробництві для захисту персоналу на робочих місцях передбачені спецодяг і засоби індивідуального захисту: проти галасливі навушники, респіратори, захисні окуляри, головні убори, рукавиці і захисні костюми, протигази і т.п. Спецодяг виготовлений з брезентових тканин відповідно до ГОСТ 12.4.011 – 80.

3.2.6. Санітарно-побутове і медичне обслуговування обслуговуючого персоналу. Питне водопостачання.

Згідно Сніп 2.09.04-87 до допоміжних відносяться санітарно-побутові приміщення, приміщення громадського харчування, охорони здоров'я, культурного обслуговування, конструкторських бюро, для учбових занять, громадських організацій. Група виробничих процесів -1. Виробничі процеси, здійснюються в приміщеннях з незначними надлишками тепла, відсутні значні виділення вологи, пороши, особливо забруднюючих речовин.

Санітарно-побутові приміщення і пристрої: ножні ванни, душові і ножні ванни. Розміщуються в прибудовах до виробничих будівель.

На робочому місці передбачена аптечка і засоби надання першої допомоги.

Розрахунок санітарно-побутових приміщень проводиться залежно від санітарної характеристики виробничих процесів і кількості що працюють в найбільш численній зміні. [9]

3.3. Пожежна безпека

Пожежна безпека – це система заходів по попередженню пожежі і організації пожежегасіння, в які входять і профілактика, яка передбачає методи попередження пожеж. Припинення розповсюдження вогню під час пожеж залежить від вогнестійкості матеріалів, з яких побудоване приміщення і правильного розташування дільниць (цехів), дверей, протипожежних розривів.

Найчастіше причиною виникнення пожеж є недотримання вимог пожежної безпеки: умов зберігання легкозаймистих вибухонебезпечних речовин (матеріалів); неправильне улаштування або несправність електричних установок і мереж; невжиті заходи для нейтралізації електричних зарядів; необережне поводження з вогнем; паління в забороненому місці; несправність освітлювальної системи і вентиляції; порушення правил зберігання промасленого ганчір'я.

Швидке виявлення заpalення і термінове повідомлення про це працівників, пожежної дружини є важливою умовою усунення пожежі. Для цього виробниче підприємство (майстерня) повинні мати пожежну сигналізацію, телефонний зв'язок.

3.3.1. Пожеженебезпечність об'єкту

Можливі класи пожеж А, D.

Категорія приміщень по вибуховій і пожежній небезпеці: Б.

Клас пожеже- і вибухонебезпечних зон по ПУЭ: П-П, В-20.

При надмірному розрахунковому тиску вибуху газо-пароповітряної вибухонебезпечної суміші, рівному або менше 5 кПа, вибухонебезпечна зона займає частину об'єму приміщення і визначається відповідно до норм технологічного проектування або розраховується технологів по ГОСТ 12.1.004. За відсутності даних допускається приймати вибухонебезпечну зону в межах 5 м по вертикалі і горизонталі від технологічного апарату, з якого можливий викид горючих газів або пари.

Система запобігання пожежі і вибуху винна розроблятися по кожному конкретному об'єкту.

У випадку виникнення пожежі конструкція будівлі повинна забезпечувати:

- можливість евакуації людей;
- можливість порятунку людей;
- можливість доступу особового складу пожежних підрозділів і подачі засобів гасіння пожежі;
- нерозповсюдження вогню на сусідні будови;
- обмеження матеріального збитку від пожежі

3.3.2.Протипожежні заходи

Проектом передбачено:

- пожежне водопостачання;
- щити з протипожежним інвентарем;
- первинні засоби пожежегасіння;
- автоматичні засоби пожежегасіння.

Для гасіння твердих матеріалів і горючих речовин невеликої площі застосовують пінні вогнегасники ОП-М, ОП-9ММ і повітряно-пінні ОВВ-5, ОВП-9. Ці вогнегасники приводяться в дію натисканням пускового важеля.

Вуглекислотні вогнегасники типу ВВ застосовують для гасіння горючих рідких речовин, крім тих, що можуть горіти без доступу повітря, та електроустаткування під напругою до 1кВ.

Для приведення в дію потрібно видалити запобіжну чеку, натиснути важіль, при цьому розтруб вогнегасника має бути спрямований в осередок пожежі. До вуглекислотних вогнегасників відносять аерозольні – ОУ-2, ОУ-3, ОУ-8 та пересувні –ОУ-25, ОУ-80.

Вогнегасник брометило-хлодоновий ОБХ-3, хлодоновий ОХ-3, вуглекислотно брометиліві АУБ-3Аg і ОУБ застосовують для гасіння горючих речовин і матеріалів, електроустановок під напругою 380 В, у складських приміщеннях, на бензиноколонках і т.і.

Порошкові вогнегасники типу ОП-1, ОП-1Б, ОП-1В, ОПУ-2, ОПУ-5 та інші застосовують для гасіння горючих рідин, газів, електроустановок під напругою до 1 кВ.

3.3.3. Екологічна оцінка проекту.

Основними джерелами забруднення атмосфери і гідросфери є пил при виробництві керамічної плитки. Пил є частинками твердої речовини, здатного внаслідок малих розмірів знаходитися більш менш тривалий час в зваженому стані в повітрі. Разом із стічними водами пил потрапляє в гідросферу, зважена (що витає) в повітрі, - аерозоль, через системи пил потрапляє в атмосферу, що значно шкодить екосистемі.

Для очищення повітря від виробничого пилу на даному підприємстві встановлені пилові фільтри.

Електрофільтри – найбільш досконалий спосіб очищення газів від зважених частинок пороши розміром до 0,01 мкм при високій ефективності очищення газів (99,0 – 99,5%). Принцип роботи всіх типів електрофільтрів заснований на іонізації пило-газового потоку у поверхні коронуючих електродів. Набуваючи негативного заряду, порошок рухаються до електроду, що має знак, зворотний

заряду к електроду, що коронірує. При струшуванні електродів обложені частинки пороши під дією сили тяжіння падають вниз в збірку пороши.

На виробництві керамічної плитки для очищення стічних вод, для попередження від засмічення, забруднення і виснаження екосистеми проводять механічне очищення. При механічного очищення з виробничих стічних вод шляхом проціджування, відстоювання і фільтрації віддаляються до 90% нерозчинних механічних домішок різного ступеня дисперсності (пісок, глинисті частинки, окалину і ін.), а з побутових стічних вод – до 60%. Для цих цілей застосовують грати, піскоуловлювачі, піщані фільтри, відстійники різних типів[9].

3.4. Спеціальні теми

3.4.1. Розрахунок напруги дотику

Схеми включення людини в ланцюг струму може бути різними. Проте найбільш характерні дві схеми включення: між двома фазами електричної мережі і між однією фазою і землею. У іншому випадку передбачений електричний зв'язок поміж мережею і землею. Такий зв'язок може бути обумовлений недосконалістю ізоляції проводів відносно землі, наявність ємкості між проводами і землею і, нарешті, заземлення нейтралю джерелом струму, яка живить дану мережу[15].

Щодо мережі змінного струму двофазний дотик, як правило, небезпечніше, оскільки до тіла людини додається в даній мережі напруга – лінійне, а струм, який проходить через людину, виявляючись незалежним від схем мережі, режиму її нейтралі і інших чинників, має найбільше значення

$$I_{чел} = \frac{U_{л}}{R_{чел}} = \frac{U_{ф} \sqrt{3}}{R_{чел}},$$

де $U_{ф} = U_{л} \sqrt{3}$ - лінійна напруга, В; $U_{ф}$ - фазова напруга, В; $R_{люд}$ - опір тіла людини, Ом.

Випадки двофазного дотику відбуваються дуже рідко. Вони є, як правило, результатом роботи під напругою в електроустановках до 1000 В – на щитах, складках, повітряних лініях електропередачі (наприклад, при заміні згорілого

запобіжника на вході в будівлю) і т.п.; застосування несправних індивідуальних електрозахисних способів діелектричних рукавиць з проколами або розривами гуми, монтерський інструмент з пошкодженою ізоляцією рукояток і др.; експлуатація устаткування з необгородженими неізольованими струм ведучих частин (відкриті рубильники, пошкоджені штепсельні розетки, дрiт з пошкодженою ізоляцією, незахищені затиски зварювальних трансформаторів і т.п.)[15].

Однофазний дотик, як правило, менш небезпечне, чим двухфазное, тільки струм, який проходить через людину, обмежується впливом багатьох чинників.

Але однофазний дотик виникає у декілька разів частіше.

3.4.2. Розрахунок звукоізоляційної огорожі

За допомогою звукоізоляційних перешкод легко понизити рівень шуму на 30.40 дБ. Метод заснований на віддзеркаленні звукової хвилі, падаючої на огорожу. Проте звукова енергія не тільки відбивається від огорожі, але і проникає через нього, що викликає коливання огорожі, яка само стає джерелом шуму. Чим більше поверхнева щільність огорожі, тим важче привести його в коливальний стан, отже, тим вище його звукоізоляційна здатність. Тому ефективними звукоізоляційними матеріалами є метали, бетон, дерево, стекла, щільні пластмаси і т.п.[15].

Для оцінки звукоізоляційної здатності огорожі введено поняття звукопроникності, під якою розуміють відношення звукової енергії, що пройшла через огорожу, до падаючої на нього. Величина, зворотна звукопроникності, називається звукоізоляцією (дБ), вона пов'язана із звукопроникністю наступною залежністю:

$$R = 101g\left(\frac{1}{\tau}\right).$$

Необхідну звукоізоляційна здатність захищаючих конструкцій, вікон і дверей розраховують в октавних смугах з середніми частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц по наступних формулах:

$$R_{mpi} = L_{cum} - 10\lg B_{ui} + 10\lg S_i + 6 - L_{don} + 10\lg n - 10\lg B_n$$

або

$$R_{mpi} = L_{cp} - 10 \lg B_n + 10 \lg S_i - L_{\text{дон}} + 10 \lg n - 10 \lg n$$

де $L_{\text{сум}}$ - сумарний октавний рівень звукової потужності ИШ в приміщенні;
 L_{pk} - октавний рівень звукової потужності, що випромінюється даним ИШ; m - загальна кількість ИШ; B_u і B_n - відповідно постійні галасливого і ізольованого приміщень в даній октавній смузі частот, м^2 ; S_i - площа даної огорожі або його елементу, через яке шум потрапляє в приміщення, м^2 ; $L_{\text{дон}}$ - допустимий по нормах октавний рівень звукового тиску в розрахунковій точці ізольованого приміщення, дБ; n - загальна кількість окремих елементів огорож, що враховуються; L_{cp} - середній октавний рівень звукового тиску в галасливому приміщенні, визначуваний вимірюванням.

ВИСНОВОК

Тема магістерської кваліфікаційної роботи присвячена вдосконаленню стрілового самохідного крану на базі шасі автомобільного типу вантажопідйомністю 63т.

Було розглянуте питання про призначення й область застосування крана, розраховані і побудовані висотні та вантажні характеристики, розрахований об'ємний гідропривід, вантажна лебідка, модернізували силову установку польського виробництва шляхом заміни їх на більш потужну вітчизняного виробництва, що відбилося на здешевленні крана. Був зроблений розрахунок стійкості крана.

У технологічному розділі розроблено технологічний процес на виготовлення деталі типу шків, який служить для передачі крутного моменту із привідного вала силової установки на генератор і масляний насос вантажної платформи за допомогою пасової передачі.

Також в магістерській роботі були освітлені питання з охорони праці, промислової екології і санітарії.

Результати магістерської роботи можуть бути використані на машинобудівних і ремонтних підприємствах, які займаються виробництвом і ремонтом стрілових самохідних кранів.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Проектування транспортуючих машин. Навчальний посібник / В. Ф. Рідний [та ін.]. Харків : Міськдрук, 2015. 415 с.
2. Деталі машин і підйомно-транспортне обладнання. Навчальний посібник / В. О. Малащенко [та ін.]. Рівне : НУВГП, 2017. 346 с.
3. Вікович І. А. Транспортні навантажувально-розвантажувальні засоби. Підручник. Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2018. 678 с.
4. Будівельна механіка металевих конструкцій дорожно-будівельних, підйомних і транспортних машин: Підручник / В.Д.Шевченко, В.Г.Піскунов, Ю.М.Федорченко та інш. За ред.. В.Г.Піскунова, В.Д.Шевченко.-К.: Вища шк.,2004.-438с.
5. Бондарев В.С. Підйомно-транспортні машини / В.С.Бондарев, О.І.Дубинець, М.П.Колісник, С.В.Бондарев, Ю.П.Горбатенко, В.Я. Баранов.-К.:Вища шк.,2009.-734с.
6. Козуб Ю. Г., Маслійов С. В. Підйомно-транспортні машини. Підручник. – Старобільськ, 2018. 277 с.
7. Григоров О.В. Вантажопідйомні машини /О.В.Григоров, Н.О.Петренко.-Харків: НТУ «ХП», 2006.- 300с.
8. Розрахунки механізмів кранів мостового типу / С.В.Ракша, В.В.Мелашевич, М.П.Колесник.-Днепропетровськ: Пороги. 2006.-147с.
9. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів: ДНАОП 0.00-1.03-02.-Х.:Форт,2002.-416с.
12. Колісник М.П. Крани будівельні. Технічні характеристики /М.П.Колісник, А.Ф.Шевченко, В.В.Мелашеч, С.В. Ракша // Довідник.-Дніпропетровськ: Пороги, 2006.- 188с.
13. Григоров О.В. Раціональні приводи підйомно-транспортних, дорожніх машин та логістичних комплексів / О.В.Григоров, В.В.Стрижак, Н.О.Петренко та інш. // Монографія.-Харків: ХНАДУ, 2016.-352с.
14. Назаренко І. І., Німко Ф. О. Вантажопідіймальна техніка (конструкції, ефективне використання, сервіс): Навчальний посібник. –К.: Видавничий дім

«Слово», 2010. 400 с.

15. Полянський С. К., Білякович М. О. Технічна експлуатація будівельнодорожніх машин і спеціальних автомобілів. Навчальний посібник. Частина 2. Заправлення та мащення. Управління технічним станом машин. – К.: «Слово» – 2011. 448 с..

16. Туршин В.О. Машини промислового транспорту безперервної дії. /В.О.Туршин, В.В.Федорченко // Навчальний посібник.- Луганськ: Вид-во СНУ ім.Даля, 2009 – 134с.

17. Крани спеціальні: навч. посібник / Л. М. Мартовицький, В. І. Глушко. – Запоріжжя : Національний університет "Запорізька політехніка", 2023. – 396 с.

19. Розрахунок механізмів вантажопідіймальних машин: навч. посіб. /В.О. Волянюк, Є.В. Горбатюк. – Київ: КНУБА, 2021. – 136 с

20. Правила пристрою і безпечної експлуатації вантажопідійомних машин. Видавництво Харків, 1994. 267 с.

21. Бондарєв В.С. і інш. Підйомно-транспортні машини. Розрахунки піднімальних і транспортних машин. К.:Вища школа, -2009. 736с.