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

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри
_____ Олександр ЛУГОВСЬКИЙ

“____”_____2023 р.

Дипломний проект

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

на тему: Удосконалення стрілового крана для аварійно-відновлювальних робіт

Виконав: студент 4 курсу, групи МА-93
Топольницький Єгор Вікторович _____
(прізвище, ім’я, по батькові) (підпис)

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

Консультант з охорони праці ст.викл., к.т.н. Ковтун А.І. _____
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант з технології машинобудування к.т.н., доц. Корєньков В.М. _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

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

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____
(підпис)

Київ – 2023 року

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

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 131 Прикладна механіка

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

_____ Олександр ЛУГОВСЬКИЙ
(підпис)

«____» _____2023 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту

Топольницькому Єгору Вікторовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення стрілового крана для аварійно-відновлювальних робіт

керівник проєкту Нєженцев Олексій Борисович, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від « 25 » 05 2023 року №1951-с

2. Термін подання студентом проєкту: 12.06.2023 року

3. Вихідні дані до проєкту: вантажопідйомність на виносних опорах максимальна - 100 т; виліт стріли 3,5 - 11 м; довжина стріли 13,7 – 47,7 м; швидкість підйому-опускання гака 0,25 5,0 м/с; швидкість телескопування стріли – 6,6 м/с; маса крана в робочому стані – 87 т; габаритні розміри в транспортному положенні 17,6 х 3 х 3,95 м

4.Зміст пояснювальної записки: галузі в яких використовується кран; логістичні ділянки з вантажами великої маси; призначення та будова крана; визначення лінійних та вагових параметрів крана; опис схеми об'ємного гідроприводу; розрахунок вантажної лебідки; удосконалення гальма механізму повороту крана; модернізація стрілового устаткування крана; розрахунок механізму телескопування стріли; розрахунок стійкості крана; технологічна частина проєкту; охорона праці; висновки; список літератури; додатки

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

1. Кран стріловий на шасі автомобільного типу в/п 100 т – ф. 1,5хА1;
2. Башено-стрілове обладнання – ф. А1;
3. Механізм повороту – ф. А1;
4. Стріла телескопічна – ф. 1,5хА1;
5. Поворотна платформа – ф. А1;
6. Технологія обробки деталі - ф. А1.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Охорона праці	ст.викл. Ковтун А.І.		
2. Технологія машинобудування	доц. Корєньков В.М.		

7. Дата видачі завдання: 17.04.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Виконання розрахунково-пояснювальної записки:		
1.1	Розрахунково-конструкторська частина	20.05.2023	
1.2	Розділ з охорони праці	30.05.2023	
1.3	Розділ з технологія машинобудування	10.06.2023	
1.4	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки	15.06.2023	
2	Виконання графічної частини проекту	01.04. - 10.06. 2023	
3	Захист дипломного проекту	22.06.2023	

Студент _____ Єгор Топольницький
(підпис) (Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту _____ Олексій Нєженцев
(підпис) (Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	А4	ПГМ.ПД.23.10.00.00.000 ПЗ	Пояснювальна записка		
2	А1	ПГМ.ПД.23.10.00.00.000.СК	Кран на спеціальному шасі автомобільного типу в/п 100 т. Складальне креслення	1,5	
3	А1	ПГМ.ПД.23.10.12.00.000.СК	Башено-стрілове обладнання. Складальне креслення	1	
4	А1	ПГМ.ПД.23.10.02.00.000.СК	Стріла телескопічна. Складальне креслення	1,5	
5	А1	ПГМ.ПД.23.10.11.00.000.СК	Механізм повороту. Складальне креслення	1	
6	А1	ПГМ.ПД.23.10.10.00.000.СК	Поворотна платформа. Складальне креслення	1	
7	А1	ПГМ.ПД.23.10.00.00.000.Сх	Технологія обробки деталі для редуктора крана	1	

	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Топольницький			Відомість дипломного проєкту	Лист	Листів
Керівн.	Нєженцев					1
Консульт.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ПГМ, гр.МА-93	
Н/контр.						
Зав.каф.	Луговський					

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту

на тему: **Удосконалення стрілового крана для аварійно-відновлювальних робіт**

Київ – 2023 рік

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект містить: 78 сторінок, 6 таблиць, 32 рисунка, 16 джерел

Об’єкт проектування: стріловий кран вантажопідйомністю 100 т для аварійно-відновлювальних робіт.

В дипломному проекті зроблено опис призначення та області застосування крана; визначено лінійні та вагові параметри крана; виконано розрахунок і побудова висотних і вантажних характеристик крана; розраховано об'ємний гідропривід; виконано розрахунок вантажної лебідки; проведено розрахунок стійкості крана; розраховано механізм телескопування стріли.

В інноваційній частині дипломного проекту розглянуті питання удосконалення гальма механізму повороту крана та модернізації стріли.

Також у дипломному проекті розроблено технологічний процес обробки деталі стакан для редуктора стрілового крана; розглянуті норми та заходи з охорони праці під час експлуатації крана.

КРАН СТРІЛОВИЙ, ЛОГІСТИЧНА ДІЛЯНКА, ВАНТАЖНА ЛЕБІДКА, МЕХАНІЗМ ТЕЛЕСКОПУВАННЯ СТРІЛИ, ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЬ, ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ, ОХОРОНА ПРАЦІ

ABSTRACT

The diploma project contains: 78 pages, 6 tables, 32 figures, 16 sources

Design object: a jib crane with a load capacity of 100 tons for emergency and recovery works. The diploma project describes the crane's purpose and scope of application; the linear and weight parameters of the crane are determined; the calculation and construction of the height and load characteristics of the crane were performed; volumetric hydraulic drive is calculated; the calculation of the cargo winch has been completed; the stability of the crane was calculated; the boom telescoping mechanism is calculated.

In the innovative part of the diploma project, the issues of improving the brake of the crane turning mechanism and modernizing the boom are considered.

Also, in the diploma project, the technological process of processing the cup part for the reducer of the jib crane was developed; the rules and measures for labor protection during the operation of the crane are considered.

JIB CRANE, LOGISTICS SECTION, CARGO WINCH, BOOM TELESCOPING MECHANISM, LOAD CAPACITY, PART MANUFACTURING TECHNOLOGY, LABOR PROTECTION

ЗМІСТ

Вступ…….……

1. Розрахунково-конструкторська частина……

1.1 Галузі в яких використовується кран……..…….

1.2 Логістичні ділянки з вантажами великої маси……..……..……

1.3 Призначення та будова крана……..……..

1.4 Визначення лінійних та вагових параметрів крана……

1.5 Побудова вантажних та висотних характеристик крана……...

1.6 Опис схеми об'ємного гідроприводу …….….

1.7 Розрахунок вантажної лебідки…….……..

1.7.1 Розрахунок і вибір канату……..

1.7.2 Розрахунок барабана……..

1.7.3 Вибір гальма……

1.7.4 Навантаження, що діють на опори барабана від натягнення каната.

1.7.5 Розрахунок кріплення каната……

1.7.6 Вибір підвіски гака ……...…….

1.7.7 Розрахунок діаметру блоку……...

1.7.8 Вибір упорного підшипника…….…

1.7.9 Удосконалення гальма…….…….

1.8 Модернізація стрілового устаткування крана……

1.9 Розрахунок механізму телескопування стріли……...…

1.10 Розрахунок стійкості крана……..

2. Технологічна частина……

2.1 Аналіз службового призначення та умов роботи деталі у вузлі…….....

2.2 Розробка маршрутного технологічного процесу…….

2.3 Типові технологічні послідовності оброблення поверхонь деталі…….
2.4 Вибір різального інструменту. Розрахунок режимів різання……
2.5 Оснащення операцій ……..……..
2.6 Технологічний процес……..
3. Охорона праці……..…
3.1 Оцінка небезпечних і шкідливих виробничих факторів при роботі з краном……..
3.2 Пожежна безпека ……..……...
3.3 Безпека роботи систем під тиском …….
3.4 Засоби пожежогасіння……..
3.5 Охорона праці при навантажувальних та розвантажувальних роботах…….
Висновки…….…….
Перелік літератури……..…….
Додаток А……..

ВСТУП

Продовжується курс на підвищення технічної озброєності праці шляхом впровадження комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів, упровадження принципово нової техніки, зростання випуску машин великої одиничної потужності і продуктивності. Значно підвищуються економічність і продуктивність машин, що випускаються, їхня надійність і довговічність.

Виробництво вантажно-розвантажувальних, будівельно-монтажних та аварійно-відновлювальних робіт пов'язано з підйомом і переміщенням вузлів, конструкцій і блоків високої заводської готовності, що вимагає застосування вантажопідйомних машин великої вантажопідйомності з відповідними вантажними і висотними характеристиками.

Разом з відомими конструкціями вантажопідйомних кранів все більшу роль починають грати стрілові самохідні крани. Від їхньої надійності, працездатності і технічної готовності в значній мірі залежать продуктивність праці, загальний темп будівництва та відновлювальних робіт, а також - вартість будівельно-монтажних робіт.

Серед великої номенклатури вантажопідйомних машин як найповніше відповідають вказаним вимогам стрілові самохідні крани, оснащені широкою лінійкою робочого обладнання. Тому при виробництві багатьох монтажних, навантажувально-розвантажувальних і інших робіт на будівництві також, ці машини є ведучими. Зі всього різноманіття працюючих монтажних кранів при аварійно-відновлювальних роботах, зведенні будівельних споруд, а також для виконання будівельно-монтажних, навантажувально-розвантажувальних, транспортно-складських, найбільшою мірою задовольняють умовам роботи стрілові самохідні крани великої вантажопідйомності.

Стрілові самохідні крани підрозділяються на автомобільні, пневмоколісні, на спеціальному шасі автомобільного типу, гусеничні, залізничні і тракторні крани.

Мета даного дипломного проекту: спроектувати стріловий кран вантажопідйомністю 100 т на спеціальному шасі автомобільного типу та виконати удосконалення гальма механізму повороту крана і стрілового устаткування.

Для досягнення поставленої мети виконання такі задачі:

- Зроблено опис призначення та область застосування крана.
- Визначено лінійні та вагові параметри крана.
- Виконано розрахунок і побудова висотних і вантажних характеристик крана.
- Розраховано об'ємний гідропривод.
- Виконано розрахунок вантажної лебідки.
- Проведено розрахунок стійкості крана.
- Розраховано механізм телескопування стріли.
- В інноваційній частині дипломного проєкту було розглянуто питання модернізації стріли крана та удосконалення гальма механізму повороту.

1 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

1.1 Галузі в яких використовується кран

Кран автомобільного типу вантажопідйомністю 100 тон (рис.1.1) може використовуватись у різних сферах, де потрібне перевантажування вантажів великої маси.

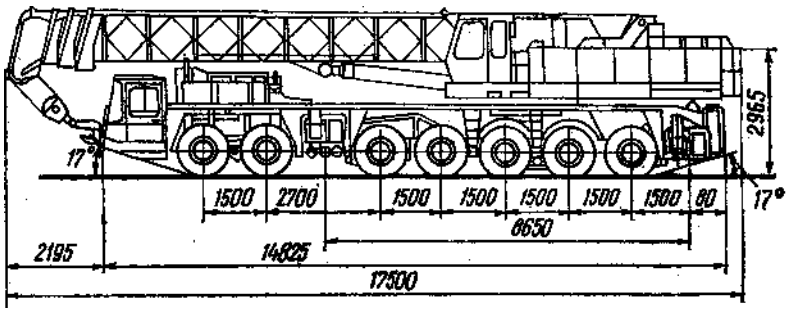


Рисунок 1.1- Стріловий кран вантажопідйомністю 100 т

Приклади галузей, де можуть використовуватися такі крани:

Будівництво будівель та споруд: Підйом будівельних матеріалів, таких як сталеві конструкції, бетонні блоки та інші матеріали.

Монтаж обладнання: Встановлення великогабаритного обладнання з великою масою, наприклад, на промислових об'єктах або на місцях, де потрібне перевантаження обладнання.

Роботи на нафтових та газових родовищах: Підіймання та переміщення важкого обладнання та матеріалів на родовищах.

Енергетичні роботи: Встановлення обладнання на енергетичних об'єктах, таких як вітряні електростанції та генератори великої потужності.

Металургійні підприємства: Підйом та переміщення важких металевих заготовок, наприклад, на сталеливарних заводах та складах .

Хімічна промисловість: Підйому та переміщення великих ємностей з хімічними речовинами.

Стрілові крани широко використовуються на заводах для навантажувальних та розвантажувальних робіт з різними матеріалами, обладнання та інших важких вантажів. Заводи мають великі склади, в яких необхідно здійснювати регулярні операції з переміщення матеріалів на

відповідні складські майданчики.

Вони дозволяють операторам з легкістю піднімати та переміщувати важкі вантажі на висоті, забезпечуючи безпечну та ефективну роботу. Крім того, стрілові крани дозволяють здійснювати операції з переміщенням великих вантажів на великі відстані, що забезпечує ефективність та продуктивність виробничих процесів.

Крім того, стрілові крани дозволяють здійснювати операції з перевантаження великих вантажів що забезпечує ефективність та продуктивність виробничих процесів.

1.2 Логістичні ділянки з вантажами великої маси

Логістичні ділянки з вантажами великої маси є важливою складовою ланцюжка постачання в сучасному глобальному економічному середовищі. Завдяки розвитку технологій та зростанню виробництва, вимоги до перевезення та обробки великих та важких вантажів стають все більш високими. Такі вантажі включають машини, обладнання, будівельні конструкції та інші великогабаритні предмети. Оптимізувати логістичну ділянку можна за допомогою стрілового крану автомобільного типу і саме він є ключовим фактором для забезпечення швидкого та ефективного руху товарів, зменшення часу витрат та мінімізації ризиків пошкоджень. Технології автоматизації та вдосконалені системи управління логістичними процесами дозволяють досягти більшої точності, безпеки та продуктивності.

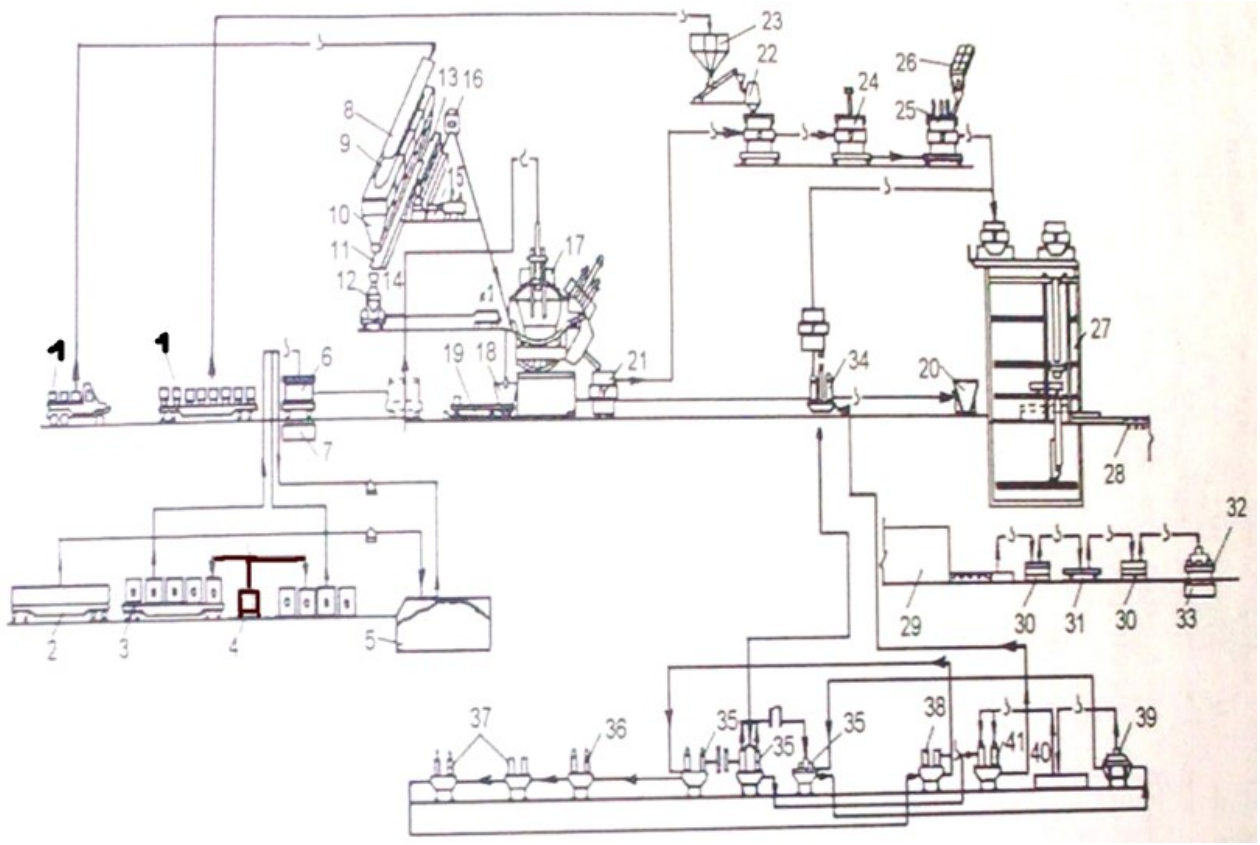


Рисунок 1.2 – Логістична схема сталеплавильного цеху:

1 - подача сипких матеріалів в пічний проліт і на вакууматор; 2 - металевий лом насипом; 3- металевий лом в контейнерах; 4 - кран стріловий; 5 - засіки для металевого лому і чавуну; 6 - кошик завалки; 7 – ваги; 8 – конвеєр; 9 - конвеєр реверсивний; 10 - система бункерів; 11 – конвеєр; 12 - завалочна машина; 13 – конвеєр реверсивний; 14 - проміжні бункери; 15 - мульдо завалочна машина; 16 - піч для прожарення феросплавів; 17 - дугова піч; 18 - шлаковий ківш; 19 – візок; 20 – шлаковоз; 21 – ківш сталерозливальний; 22 – вакууматор; 23 - система бункерів вакууматора для феросплавів; 24 - установка обробки сталі порошками в ковші; 25 - установка підігрівання сталі в ковші; 26 - система подачі феросплавів в ківш; 28 - роликовий конвеєр; 29 - термічна піч; 30 – стелаж; 31 - верстат механічної обробки; 32 - залізнична платформа; 33 - ваги платформені; 34 - склад з виливницями; 35 - роздягання зливків; 36 - нагрівальні колодязі; 37 - охолодження і чищення виливниць; 38 - склад з виливницями; 39 - склад з надставками; 40 - підготовка прибуткових надставок; 41 - набір складу

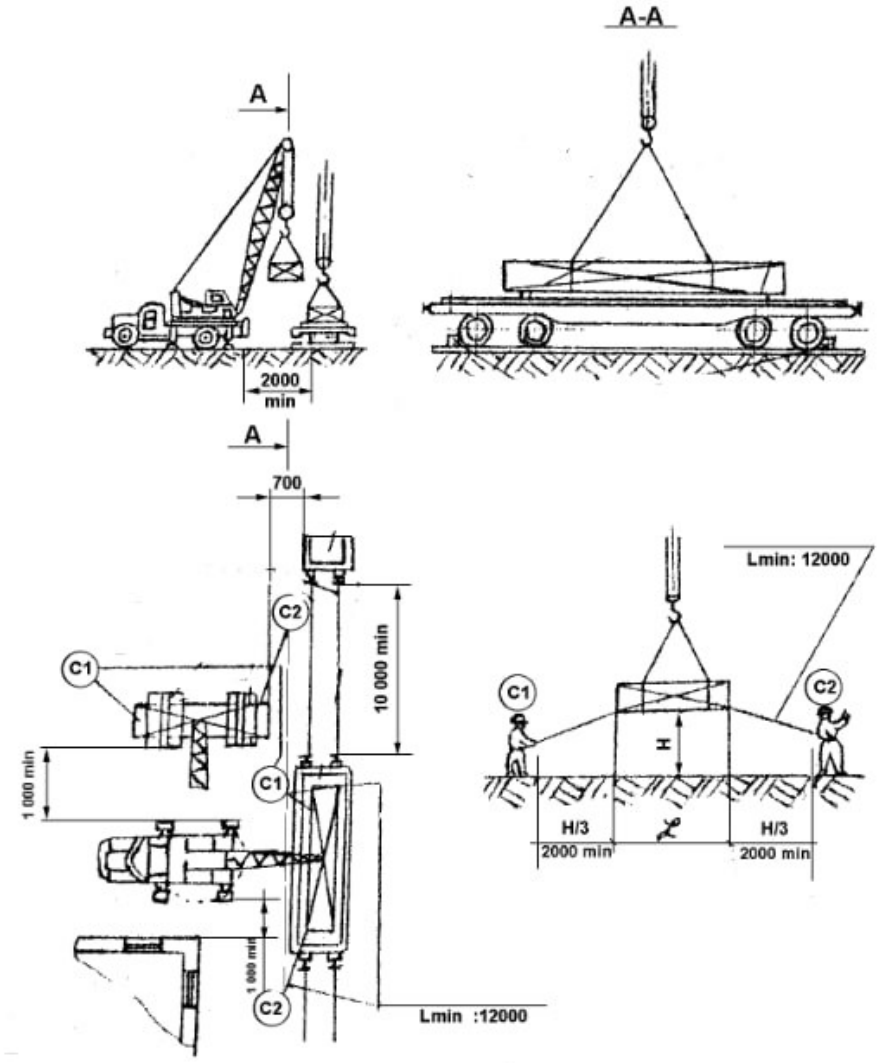


Рисунок 1.3 – Види завантажень при роботі крана

Металобрухт і матеріали для виплавки сталі повинні постачатись для роботи заводу. Для цього використовують централізований відділ підготовки матеріалів. Матеріали доставляються на завод залізничним або конвеєрним транспортом з централізованого складу. Далі вони розподіляються за допомогою різних пристроїв в залежності від їх виду, таких як конвеєри, бункери, машини завалок тощо. Металобрухт постачається в шихтовий проліт на залізничних платформах або в контейнерах. Контейнери можуть бути розвантажені на спеціальний майданчик або ж в кошики завалок. Для транспортування насипного лому використовується кран, який перевантажує його в ямні бункери і потім в

кошики завалок. Контейнери можуть бути розміщені на контейнерному майданчику або негайно розвантажені в кошики завалок. Після зважування на платформених вагах, кошики завалок переносяться до пічного прольоту за допомогою транспортних візків. Далі, за допомогою крана завалки, цебри направляються до печей, де вони розвантажуються і повертаються на передатний візок. Виплавка сталі відбувається в дуговій сталеплавильній печі. Під час процесу плавки, утворений шлак зливається в шлакову чашу. Ця шлакова чаша переносяться до розливного прольоту за допомогою самохідного візка, а потім за допомогою ливарного крана вона встановлюється на шлаковоз і транспортується до шлакового відвалу або цеху шлакопереробки.

Маневреність стрілового крана автомобільного типу забезпечується кількістю керованих коліс. Щоб не збільшувати габаритні розміри крана за висотою, кабіну для керування в транспортному режимі прикріплюють консольно до рами ходового обладнання. Кабіна кранівника розташована на опорно-поворотному пристрої, який знаходиться на неповоротній рамі ходового обладнання. На цій рамі також розміщені поворотна рама, вантажна лебідка, гідроциліндри підйому стріли та інші елементи. Механізм повороту і вантажну лебідку оснащують приводом від гідродвигуна і нормально замкненим гальмом і гідравлічним розмикачем. Стріла шарнірно закріплена на поворотній рамі, а її секції можуть висуватися під навантаженням за допомогою гідроциліндрів всередині стріли. Піднімання і опускання стріли здійснюється гідроциліндром. Блоки на кінці стріли і гаковій підвісці утворюють вантажний поліспаст. У транспортному режимі стрілу вкладають на стояк, а щоб запобігти розгойдуванню гакової підвіски, її кріплять до буксирних гаків автомобіля за допомогою строп. Кабіна для керування краном розташовується на поворотній платформі під час переміщення вантажів. Зазвичай крани оснащують гідравлічними виносними опорами, якими керують з виносного пульта.

Рисунок 1.4

Кран піднімає вантаж за допомогою своєї стріли та вантажної підвіски. Під час підняття вантажу, стріла крана розгортається в потрібному напрямку, а гакова підвіска забезпечує надійне закріплення вантажу. Кран піднімає вантаж шляхом активування гідроциліндра, який керує підйомом стріли. Гідродвигун

забезпечує потужну гідравлічну силу для ефективного піднімання вантажу. Крім того, кабіна оператора, дозволяє керувати рухом крана та контролювати піднятий вантаж. Після підняття вантажу, кран може переміщати його в потрібне місце та опускати за допомогою гідроциліндра, що контролює опускання стріли.

1.3 Призначення та будова крана.

Стріловий кран, що проектується, призначений для будівельно-монтажних, аварійно-відновлювальних, вантажно-розвантажувальних робіт, пов'язаних з частими перебазуваннями при значних відстанях між об'єктами. Кран може працювати в районах з помірним кліматом в інтервалі температур від -40 до +40°С.

Стріловий кран (рис. 1.1) змонтований на спеціальному шасі автомобільного типу, що забезпечує високу швидкість пересування та маневреність.

Кранові механізми та шасі працюють окремо від двох дизельних двигунів. Кранові механізми розташовані на поворотній частині, приводяться в дію за допомогою аксіально-поршневих гідромоторів або гідроциліндрів, що одержують живлення від трьох аксіально-поршневих насосів, розташованих на ходовій частині. Насоси працюють від двигуна поворотної частини і розвивають тиск у гідросистемі: 16 МПа. Кожний з насосів живить свій контур виконавчих механізмів.

Застосування гідроприводу в кранових механізмах забезпечує широкий діапазон регулювання робочих швидкостей і поєднання операцій.

Кран оснащений стріловим устаткуванням, яке складається з чотирисекційної телескопічної стріли довжиною від 13,7 до 47,7 м і гусачка 20,7 м, який можна встановлювати на стрілі. Телескопічна стріла може висуватися і 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 з твердим покриттям з

нахилом не більше $3°$, та вантажем на гаку при стрілі довжиною 13,7 м, спрямованої уздовж осі крана назад.

Шасі автомобільного типу ПС-1002 шестивісне, перший і другий передні мости керовані, підвішені на балансирних ресорах. четверта вісь гідромеханічна, п'ята і шоста ведучі некеровані з балансирною підвіскою.

Розворот коліс здійснюється за допомогою гідро-підсилювачів, що одержують рух від двох незалежних насосів. Шасі забезпечено двома незалежними гальмовими системами та стоянковим гальмом.

Для аварійного опускання вантажу і робочого устаткування в гідросистемі передбачені вентилі. Для включення механізмів при раптовому обриві трубопроводу служать гідро замки.

Керування крановими механізмами здійснюється за допомогою гідравлічних пристроїв з кабіни поворотної частини. Кабіна одномісна, металева, із внутрішньою обробкою з пластику, має велику площу засклення, тепло- і звукоізоляцію, забезпечена сонцезахисним козирком, склоочисником, обігрівачем.

Технічна характеристика проектованого крана:

Довжина стріли, м

найменша……..……..…13,7

найбільша……...…47,7

Вантажопідйомність на виносних опорах, т:

Найменший виліт стріли……..100

найбільший виліт стріли……...34

Вантажопідйомність без виносних опор, т:

найменший виліт стріли……...20

найбільший виліт стріли……..0,6

Виліт стріли, м:

найменший…….3,5

найбільший…….....11

Швидкість підйому-опускання гака, $10^{-2} M/C$:

основного…….0,25-5

допоміжного……0,25-5

Швидкість телескопування стріли,$10^{-2} M/C$ ……...…..……6,6

Швидкість пересування крана, км/год:

робоча……....1,5

транспортна……....50

Силова установка……ММЗ Д-260

Потужність силової установки, кВт:

поворотної частини…….……..177

шасі…….335

База, м…….……7,2

Маса крана в робочому стані, т……..……87

Габаритні розміри в транспортному положенні, м……17,6х3х3,95

1.4 Визначення лінійних та вагових параметрів крану.

Орієнтовні геометричні и вагові характеристики стрілових самохідних кранів можна визначити по наступним формулам при заданій вантажопідйомності.

Довжина максимальної стріли + гусачок максимальний:

$$(0{,}95...1{,}05)\cdot(22\sqrt[3]{Q}-20)=1.05\cdot(22\cdot\sqrt[3]{100}-20)=86(м)$$

Висота підйому при максимальній стрілі:

$$(1{,}15...0{,}85)\cdot(17{,}5\cdot\sqrt[3]{Q}-15)=1.15\cdot(17.5\cdot\sqrt[3]{100}-15)=75.3(м).$$

Вантажопідйомність без виносних опор на мінімальному вильоті:

$$(0{,}95...1{,}05)\cdot 0{,}45\cdot Q=1.05\cdot 0.45\cdot 100=20(m)$$

Вантажопідйомність на максимальному вильоті основної стріли:

$$0{,}23\cdot Q=0.23\cdot 100=0{,}7(m)$$

Вантажопідйомність без виносних опор:

$(0,92...1,08)\cdot(0,47\cdot Q+2)=1.08\cdot(0.47\cdot 100+2)=5,3(m)$

Максимальний виліт при максимальній стрілі:

$(0,9...1,1)\cdot(12\sqrt[3]{Q}-12)=1.1\cdot(12\cdot\sqrt[3]{100}-12)=11(м)$

Максимальний виліт:

$5\sqrt{Q}=5\sqrt{100}=50(м)$

Вагові параметри:

Загальна маса:

$(0,95...1,05)\cdot 1,7Q=87(\text{т})$

Маса погонного метра довжини основної стріли:

$(0,95...1,05)\cdot(0,003Q+0.05)=0.33(m)$

Тиск на передню вісь (стріла повернута вперед):

$(0,95...1,05)\cdot 0,167Q=18,86(m)$

Тиск на задню вісь (стріла повернута вперед):

$(0,86...1,14)\cdot(0,58Q+8)=56,76(m)$

Тиск на передню вісь (стріла повернута назад):

$(0,83...1,17)\cdot 0,37Q=30,7(m)$

Тиск на задню вісь (стріла повернута назад):

$(0,9..1,1)\cdot(0,48Q+6)=48,6(m)$

Лінійні параметри:

Хвостовий радіус:

$(0,95...1,05)\cdot\sqrt[3]{Q}=0,95\cdot\sqrt[3]{100}=5.15(м).$

Відстань між виносними опорам:

$(0,95...1,05)\cdot(1,2\sqrt[3]{Q}+1)=1,05\cdot(1,2\cdot\sqrt[3]{100}+1)=8,5(м)$

База:

$(0,93..1,07)\cdot(1,3\sqrt[3]{Q}+1)=1,07\cdot(1,3\cdot\sqrt[3]{100}+1)=7,4(м)$

Висота від землі до осі п’яти стріли:

$(0,85..1,15)\cdot(0,13\sqrt[3]{Q}+0,5)=1,15\cdot(0,13\cdot\sqrt[3]{100}+0,5)=2,4(м)$

Відстань від осі обертання до п’яти стріли:

$$(0,92..1,08)\cdot(0,24\sqrt[3]{Q}+1,15)=1,08\cdot(0,24\cdot\sqrt[3]{100}+1,15)=2,45(м)$$

Колія передніх коліс:

$$(0,85...1,15)\cdot(0,85\cdot\sqrt[3]{Q})=0,85\cdot(0,85\cdot\sqrt[3]{100})=2,54(м)$$

Колія задніх коліс:

$$(0,82...1,15)\cdot(0,82\cdot\sqrt[3]{Q})=0,82(0,85\cdot\sqrt[3]{100})=2,15(м)$$

Транспортна довжина зі стрілою:

$$(0,9..1,1)\cdot(1,1\sqrt[3]{Q}+8)=1,1\cdot(1,1\cdot\sqrt[3]{100}+8)=17,5(м)$$

Ширина транспортна - 2,4…..2,5(м)

Висота транспортна:

$$(0,95..1,05)\cdot(0,4\sqrt[3]{Q}+2,5)=0,95\cdot(0,4\cdot\sqrt[3]{100}+2,5)=3,95(м)$$

Висота до осі блока порталу або монтажної стійки:

$$(0,95..1,05)\cdot(0,8\sqrt[3]{Q}+3)=0,95\cdot(0,8\cdot\sqrt[3]{100}+3)=3,95(м)$$

Силові параметри:

Навантаження на одну гілку поліспаста, кН:

$$(9..11)\cdot(1,2\sqrt[3]{Q}-2)=11\cdot(1,2\cdot\sqrt[3]{100}-2)=110(кН)$$

Кратність поліспасту:

$$(0,8...1,2)\cdot 1,2\sqrt{Q}=1\cdot 1,2\sqrt{100}=12$$

1.5 Побудова вантажних та висотних характеристик крана.

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

Вантажні і висотні характеристики будуються з урахуванням забезпечення достатньої стійкості від перекидання крана, що обумовлено вимогами [1] і ГОСТ 13994-81.

«Правила будови та безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів» [9] вимагають дотримання умов стійкості для двох робочих (розрахункових)

положень при дії:

1) тільки статичних навантажень;

2) дії статичних інерційних, відцентрових і вітрових навантажень з обліком найбільшого припустимого кута нахилу.

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]:

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

де $M_{кр}$ – момент сили ваги щодо ребра перекидання;

$M_{гр}$ – момент вантажу щодо того ж ребра, за умови, що вантаж масою 1т важить 10 кН.

В другому робочому положенні можуть бути два випадка: кран на площадці з максимально припустимим ухилом зі стрілою, спрямованою убік ухилу до ребра перекидання під кутом 90 і 45 градусів.

Коефіцієнт вантажної стійкості [9]:

$$K = \frac{M_{кр} - M_{доп}}{M_{гр}} \geq 1{,}15, \qquad (1.2)$$

де $M_{доп}$ – момент сил інерції, від центрових сил вітру з урахуванням максимального кута нахилу.

Позначивши:

$$M_{кр} = M_0 - M_c,$$

де M_0 – момент крана, що відновлює, тобто момент сил ваги крана щодо ребра перекидання без обліку дії стрілового устаткування, одержали залежності у виді:

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

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

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

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

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

$$Q = \frac{M_{гр}}{A}, \quad (1.6)$$

де А - виліт гака при відповідному положенні стріли.

Виходячи з довжини основної стріли 13,7 м, максимальної вантажопідйомності Q=100 т, відстаней від осі обертання крана до виносних опор 4,25 м, приймаємо мінімальний виліт гака $A_{\min} = 3.5м$.

Визначаємо необхідний момент сил, що відновлює, ваги крана від вантажу і ваги стріли:

$$M_0 = k \cdot M_{гр} + M_c, \quad (1.7)$$

де $M_{гр}$ – момент, створюваний масою вантажу;

M_c – момент, створюваний вагою стріли;

К=1,4 - коефіцієнт статичної вантажної стійкості.

$$M_{гр} = Q \cdot 10 \cdot (A_{\min} - \frac{k_1}{2}) = 1000 \cdot (5.5 - 4.25) = 1250кН$$

$$M_c = G_c(\frac{A_{\min}}{2} - \frac{k_1}{2}) = 5{,}62(\frac{3{,}5 + 1{,}5}{2} - \frac{8{,}5}{2}) = 0$$

По формулі (1.8), вирішивши відносно Q, одержимо:

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

де α – кут нахилу стріли;

r_1 – відстань від центра обертання поворотної частини крана до кореневого

шарніра кріплення стріли;

$K_1 = 8.5м$ – відстань між виносними опорами.

Приймаючи значення вилиту, кута нахилу стріли, довжини стріли в утягненому і витягненому положеннях, нормативний коефіцієнт статичної вантажної стійкості 1.4 визначаємо величини вантажопідйомності. Дані зводимо в (табл. 1.1).

Таблиця 1.1-Значення вантажопідйомності.

Довжина стріли L_c,м	Виліт гака, м			Вантажопідйомність Q, т
	Від осі обертання, А, м	Від ребра перекидання, $L_c \cos\alpha - r_1 - \frac{K_1}{2}$	$\cos\alpha = \frac{A + r_1}{L_c}$	
13.7	3,5 7 10	2,3 6,71 7,5	0,4 0,65 0,87	62,0 55,0 35,0
47.7	10 24 39	12,5 17,6 31,2	0,25 0,54 0,86	19,0 16,0 11,0

На рис.1.5 показані вантажні та висотні характеристики проектованого крана.

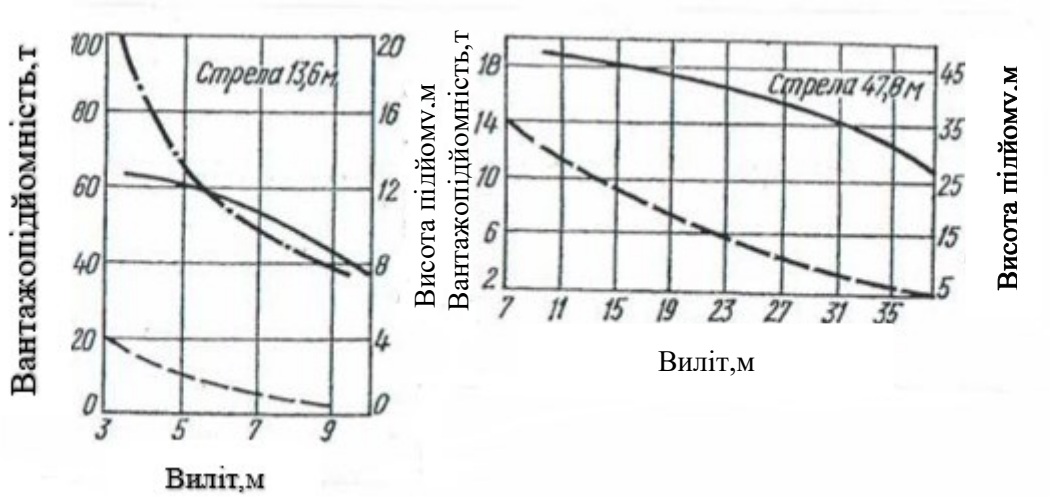


Рисунок 1.5- Вантажні та висотні характеристики проектованого крана:

суцільна лінія – вантажопідйомність на виносних опорах;

пунктир – вантажопідйомність без виносних опор;

штрих-пунктир – висота підйому.

1.6 Опис схеми об'ємного гідроприводу

Принципова схема гідроприводу поворотної частини проектованого крана наведена на рис.1.6. Схема складається із силової системи і системи керування.

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

Від першого насоса рідина подається гідромоторові 2 механізми повороту і гідроциліндрам 9 механізму зміни довжини стріли. Другий насос пускає в хід гідромотор 12 лебідки допоміжного підйому і гідроциліндри 14 механізму підйому стріли. Цей насос також підвищує швидкість руху секцій телескопічної стріли і 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 і 29 із запобіжними і зворотними клапанами. При установці золотників розподільників у нейтральне положення робоча рідина через проточні канали попадає в зливальну гідролінію і 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 ІЛІ, розмикає гальмо лебідки, забезпечуючи підйом або спуск гакової підвіски (вантажу). 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 БЗ 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 зливальної лінії. 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 і керується через гідророзподільник 29. Робоча рідина передається через клапан 6 і напірний клапан 5 гідроциліндрові 1 гальма і розмикає його. Положення золотника гідророзподільника визначає напрямок повороту платформи зі стрілою вправо

або вліво. Для захисту від можливого підвищення тиску в пуско-гальмівному режимі служать запобіжні клапани.

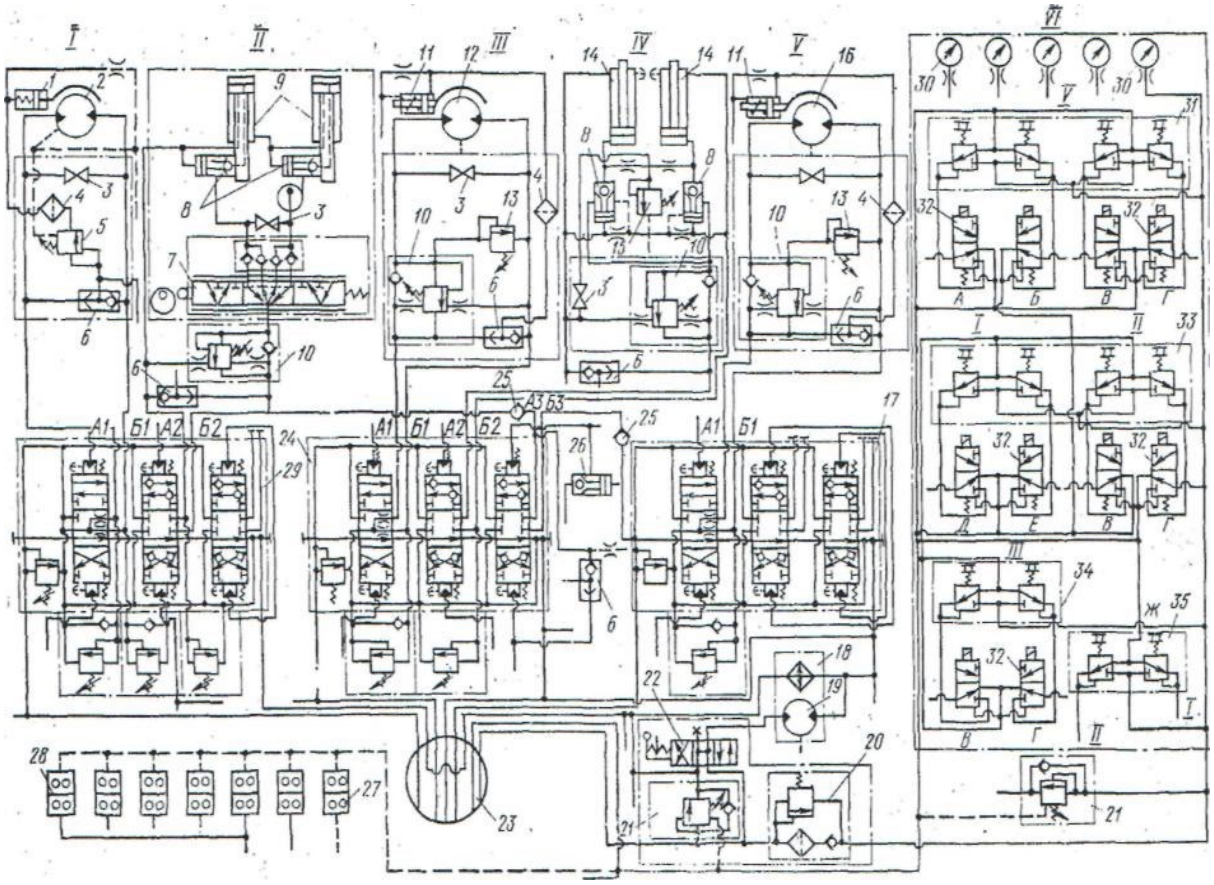


Рисунок 1.6 - Принципова схема гідроприводу

Підживлення гідролінії при підвищенні частоти обертання гідромотора 2 виробляється клапанами гідророзподільника зі зливальної 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 і 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

Гідромотор 19 калорифера включається за допомогою розподільника 22. Із системою керування з'єднані наступні елементи: реле тиску 28 обмежника вантажопідйомності і кінцевих вимикачів. 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 встановлюються в нейтральне положення. При цьому робочі рухи припиняються.

Реле тиску 27 блокує мимовільний рух робочих елементів крана при неповному вимиканні золотників гідророзподільника 29, а реле 28 розподільника 17.

Тиск у силовій системі і системі керування, а також в основній гідролінії визначають по манометрах 30.

1.7 Розрахунок вантажної лебідки

На стріловидних самохідних кранах застосовують тільки лебідки з машинним приводом.

Вантажні лебідки (рис. 1.7) основного підйому стрілових кранів призначені для підйому і опускання вантажів, лебідки допоміжного підйому - для підйому менших вантажів на гусачку або грейфері.

Вантажна лебідка основного підйому обладнана гідравлічним приводом. Лебідка приводиться в дію від гідромотора 210.25 потужністю 60 кВт, вмонтованого в барабан. Усередині мотор-редуктора змонтоване постійно замкнуте дискове гальмо. Для правильного укладання каната і запобігання сходу головна лебідка забезпечена канатоукладачем. Навивка каната на барабан чотиришарова.

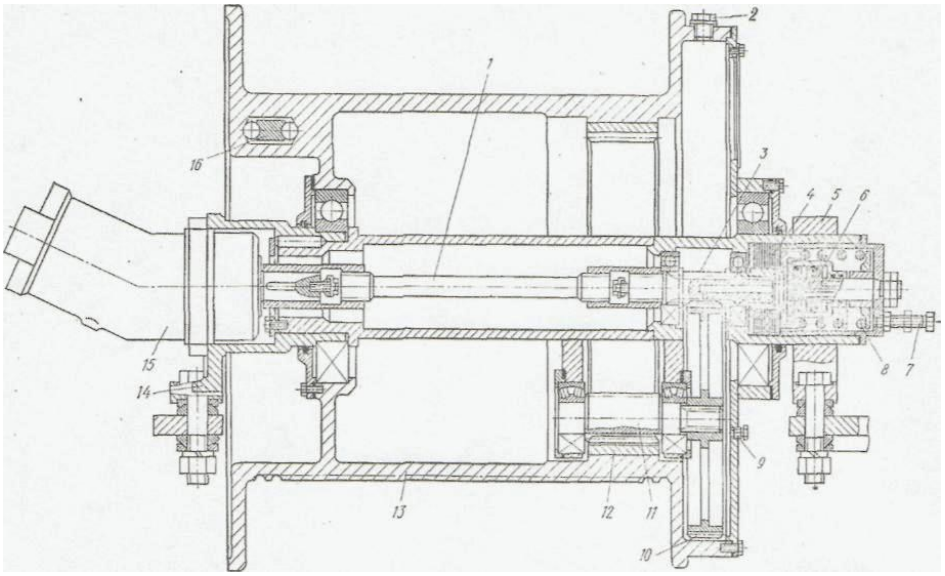


Рисунок 1.7 - Вантажна лебідка основного підйому:

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

Початкові дані для розрахунку:

Вага вантажу $G_{гр} = 1000кН$

Вага обойми крюка з канатом $G_{кр} = 15кН$

Кратність поліспаста . а = 12

Довжина каната .. $L_k = 350м$

Режим роботи А3

1.7.1 Розрахунок і вибір каната

Найбільше натягнення в канаті:

$$S_{\max} = S_{\max p} = (G_{гр} + G_{пд}) \cdot \frac{1-\eta}{(1-\eta^a) \cdot \eta_n^{'}}, \quad (1.9)$$

$$S_{\max} = (1000+15) \cdot \frac{1-0.98}{(1-0.98^{12}) \cdot 0.985^3} = 101.5кН$$

де $\eta = 0.98$ – ККД блоку поліспасту на підшипнику кочення;

$\eta_n = 0.985$ – ККД блоку з кутом обхвату $90°$;

t=3 – число направляючих блоків.

Необхідне розривне зусилля в канаті визначається з [4] :

$$P_{\max} = k \cdot S_{\max}, \tag{1.10}$$

$$P_{\max} = 5 \cdot 101{,}5 = 507.5 кН$$

де k=5 – коефіцієнт запасу міцності, який приймається в залежності від режиму роботи машини.

По ГОСТ2688-80 [4] обираємо канат $d = 31 мм$, с розривним зусиллям $\lfloor P_p \rfloor = 515.5 кН$, $\lfloor \sigma_p \rfloor = 1700 МПа$, $F = 370 мм^2$, $q = 3655 кг$, тип каната ЛК-РО

1.7.2 Розрахунок барабану

Визначений необхідний діаметр барабана з [4]:

$$D_б \geq d_k \cdot (l-1) \tag{1.11}$$

$$D_б \geq 31 \cdot (20-1) = 589 мм$$

де $d_k = 31$мм - діаметр прийнятого каната;

l=20 - коефіцієнт, залежний від типу вантажопідйомної машини і режиму її роботи.

Приймаємо діаметр барабана по дну канавки $D_б = 800 мм$. Число шарів навивки z=5.

Визначуваний діаметр реборди:

$$D_p = D_б + 2 \cdot 4 \cdot d_k + 2 \cdot 2 d_k = \tag{1.12}$$

$$D_p = 800 + 2 \cdot 4 \cdot 31 + 2 \cdot 2 \cdot 31 = 1105 мм$$

Приймаємо діаметр реборди: $D_p = 1125 мм$

Визначаємо довжину витка каната в першому шарі:

$$C_1 = \pi \cdot (D_б + d_k), \tag{1.13}$$

$$C_1 = 3.14 \cdot (0.8 + 0.031) = 2.609 м$$

Визначаємо довжину витка каната в другому шарі:

$$C_2 = \pi \cdot (D_б + 3 d_k), \tag{1.14}$$

$$C_2 = 3.14 \cdot (0.8 + 3 \cdot 0.031) = 2.804 м$$

Визначаємо довжину витка каната в третьому шарі:

$$C_3 = \pi \cdot (D_б + 5d_k), \quad (1.15)$$

$$C_3 = 3.14 \cdot (0.8 + 5 \cdot 0.031) = 3.0м$$

Визначаємо довжину витка каната в четвертому шарі:

$$C_4 = \pi \cdot (D_б + 7d_k), \quad (1.16)$$

$$C_4 = 3.14 \cdot (0.8 + 7 \cdot 0.031) = 3.2м$$

Визначаємо довжину витка каната у п’ятому шарі:

$$C_5 = \pi \cdot (D_б + 9d_k), \quad (1.17)$$

$$C_5 = 3.14 \cdot (0.8 + 9 \cdot 0.031) = 3.4м$$

Кількість витків в першому випадку з урахуванням двох запасних $n_1 = 24$.

Кількість витків в подальших шарах $n_5 = n_4 = n_3 = n_2 =$26.

Визначаємо довжину каната в першому шарі:

$$l_1 = n_1 \cdot C_1, \quad (1.18)$$

$$l_1 = 24 \cdot 2.609 = 62.6м.$$

Визначаємо довжину каната в другому шарі:

$$l_2 = n_2 \cdot C_2, \quad (1.19)$$

$$l_2 = 26 \cdot 2.804 = 72.9м.$$

Визначаємо довжину каната в третьому шарі:

$$l_3 = n_3 \cdot C_3, \quad (1.20)$$

$$l_3 = 26 \cdot 3 = 78м.$$

Визначаємо довжину каната в четвертому шарі:

$$l_4 = n_4 \cdot C_4, \quad (1.21)$$

$$l_4 = 26 \cdot 3.2 = 83.2мм.$$

Визначаємо довжину каната у п’ятому шарі:

$$l_5 = n_5 \cdot C_5, \quad (1.22)$$

$$l_5 = 26 \cdot 3.4 = 88{,}4мм.$$

Визначаємо конструктивну канатоємність барабана з [4]:

$$L = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5, \quad (1.23)$$

$$L = 62.6 + 72.9 + 78 + 83.2 + 88.4 = 385.1 м$$

Швидкість вантажу знаходимо з [4]:

$$V_{гр} = \frac{C_x \cdot n_б}{a}, \quad (1.24)$$

де $n_б$ – число обертів барабана при підйомі вантажу

$$n_б = \frac{n_{дв}}{u_p} = \frac{1680}{63.16} = 26.60 об/хв \quad (1.25)$$

де $u_p = 63.16$ – передавальне число редуктора.

Визначаємо швидкість вантажу в першому шарі каната

$$V_1 = \frac{2.609 \cdot 26.6}{12 \cdot 60} = 0.088 м/с, \quad (1.26)$$

Визначаємо швидкість вантажу в четвертому шарі каната

$$V_5 = \frac{3.4 \cdot 26.6}{12 \cdot 60} = 0.125 м/с, \quad (1.27)$$

Визначаємо середню швидкість вантажу

$$V_{ср} = \frac{0.088 + 0.125}{2} = 0.106 м/с, \quad (1.28)$$

Необхідна швидкість по ГОСТ 9692-71 на крани стрілові самохідні для кранів вантажопідйомністю 100т складає не менше 0,8 м/с.

Проведемо перевірку стиснення в стінці барабана з [4]:

$$\sigma_{сж} = \frac{\xi \cdot \psi \cdot S_{\max p}}{\delta \cdot t \cdot (1 \cdot \frac{\delta}{D_б})}, \quad (1.29)$$

$$\sigma_{сж} = \frac{2.4 \cdot 0.75 \cdot 101500}{25 \cdot 32 \cdot (1 - \frac{25}{800})} = 255.75 МПа,$$

де $\xi = 24$ – коефіцієнт, що враховує число шарів навивки з урахуванням ослаблення навитих шарів каната унаслідок його поперечного пружного стиснення;

$\psi = 0.75$ – коефіцієнт, що враховує ослаблює натягнення раніше навитих витків унаслідок стиснення барабана при навиванні подальших витків;

$S_{\max p} = 101500$ – найбільше натягнення в канаті;

$\delta = 25мм$ - товщина стінки барабана;

t=32 мм - крок навивки.

1.7.3 Вибір гальма.

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

$$M_{вх} = \eta_0 \cdot \frac{(G_{гр} + G_{пд}) \cdot (D_б + 7d_k)}{2a \cdot i_p} \cdot \eta_p \qquad (1.30)$$

$$M_{вх} = 0{,}96 \cdot \frac{(100000 + 1500) \cdot (0.8 + 7 \cdot 0.031)}{2 \cdot 12 \cdot 63.16} \cdot 0{,}98 = 64.06 Нм$$

де $\eta_0 = 0{,}98$ – ККД блоків;

$\eta_p = 0{,}96$ – ККД редуктора;

$i_p = 63.16$ – передавальне число редуктора.

Необхідний гальмовий момент знаходимо:

$$M_T = к \cdot M_{вх} \qquad (1.31)$$

$$M_T = 1.5 \cdot 64.06 = 96.09 Нм,$$

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

Встановлено одне гальмо з осьовим стисненням з регулюванням на гальмівний момент $M_T = 100 Нм$,

Момент гальмування вибраний із запасом, оскільки фактично наявність зворотного клапана в системі гідромотора може вважатися другим гальмом.

1.7.4 Навантаження що діють на опори барабана від натягнення каната.

Вісь барабану виготовляють зі сталі45 (ГОСТ1050-74) з границею міцності $\sigma_B = 610 МПа$.

При номінальному вантажу на гаку рівнодіюча від зусиль у гілках каната знаходиться на відстані 507,5мм від правої опори В.

$$R_A = \frac{S_{\max} \cdot l_B}{l} = \frac{101.5 \cdot 50.75}{101.5} = 50.75 кН \qquad (1.32)$$

$$R_B = S_{\max} - R_A = 101.5 - 50.75 = 50.75кН \quad (1.33)$$

Зусилля, діючі зі сторони маточин на вісь:

$$P_D = \frac{S_{\max}(l_C - l_D)}{l_C} = \frac{101.5 \cdot (101.5 - 36.25)}{101.5} = 62.25кН \quad (1.34)$$

$$P_C = S_{\max} - P_D = 101.5 - 62.25 = 39.25\,\text{кН} \quad (1.35)$$

Будуємо епюри вигинаючих моментів і перерізуючих сил:

$$M_C = R_A \cdot a = 50.75 \cdot 0.145 = 7358кН \cdot м \quad (1.36)$$

$$M_D = R_D \cdot b = 50.75 \cdot 0.145 = 7358кН \cdot м \quad (1.37)$$

При відомому згинаючому моменті діаметр вісі приблизно знаходиться по формулі:

$$d = 2.2 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_И}{[\sigma]}} = 2.2 \cdot \sqrt[3]{\frac{7358}{550}} = 56мм \quad (1.38)$$

де $[\sigma] = 550МПа$ - допускаєме напруження вигину для матеріалу вісі.

Для сталі 45, $[\sigma] = 550МПа$ приймаємо діаметр 75мм.

1.7.5 Розрахунок кріплення каната.

Прийнята конструкція кріплення канату до барабану притискною планкою, яка має трапецієвидні канавки. Канат тримається від переміщення за допомогою сили тертя, виникаючій від затягнення його між планкою та барабаном болтами.

Натягнення каната перед притискною планкою:

$$S = \frac{S_{\max}}{e^{f \cdot \alpha}} = \frac{101.5}{2.72^{0.15 \cdot 4 \cdot 3.14}} = 13.73кН \quad (1.39)$$

де е = 2,72- основа натурального логарифму;

f – коефіцієнт тертя між канатом та барабаном (f= 0,10…0,16);

α – кут обхвату канатом барабану, приймаємо $\alpha = 4\pi$

Сумарне зусилля розтягнення болтів:

$$P = \frac{2S}{(f + f_1) \cdot (e^{f\alpha} + 1)} = \frac{2 \cdot 13.73}{(0.15 + 0.233) \cdot (2.72^{0.15 \cdot 4 \cdot 3.14} + 1)} = 8.5кН \quad (1.40)$$

де f_1 – приведений коефіцієнт тертя між планкою і барабаном; при куті клиння $2\beta = 80°$

$$f_1 = \frac{f}{\sin\beta} = \frac{0.15}{\sin 40°} = 0.233 \qquad (1.41)$$

α_1 – кут обхвату барабана канатом при переході від одної канавки планки до іншої.

Сумарне напруження в болті при затяжці кріплення з врахуванням розтягуючи сил і згинаючих зусиль:

$$\sigma_C = \frac{1.3nP}{\pi d_1^2 \cdot \frac{1}{4}} + \frac{nP_u l}{0.1Zd_1^3} = \frac{1.3 \cdot 1.8 \cdot 8.5}{2 \cdot 3.14 \cdot 2.67^2 \cdot \frac{1}{4}} + \frac{1.8 \cdot 1.98 \cdot 2.6}{2 \cdot 0.1 \cdot 2.67^2} = 9.4 МПа \qquad (1.42)$$

де n- коефіцієнт запасу надійності кріплення каната до барабану(n=1,8)

z=2- кількість болтів;

$P_И$ – зусилля згинаюче болти:

$$P_И = P \cdot f_1 = 8.5 \cdot 0.233 = 1.98 кН \qquad (1.43)$$

d_1 – внутрішній діаметр болта М30,40Х ($\delta_B = 800 МПа$; $\sigma_T = 640 МПа.$); матеріал гайок –сталь 35 ГОСТ1050-80, клас міцності 6 ($d_1 = 26.7 мм$).

1.7.6 Вибір підвіски гака.

Виходячи з вантажопідйомності крана та його режиму роботи вибираємо гак №26, та підвіску гака КП-6 [7].

1.7.7 Розрахунок діаметру блоку.

Діаметр блоку, що допускається, огинається канатом:

$$D_б \geq d_k \cdot l = 31 \cdot 20 = 620 мм \qquad (1.44)$$

де $D_б$ – діаметр блоку, змінний по середній лінії навитого каната;

l=20- коефіцієнт, залежний від типу вантажопідйомної машини і режиму її роботи.

Прийнятий блок з внутрішнім діаметром по дну канавки $D_б = 660 мм$.

1.7.8 Вибір упорного підшипника.

Визначаємо навантаження на підшипник в робочому стані:

$$P_p = Q_p + Q_{кр} = 100000 + 1500 = 101500 Н. \qquad (1.45)$$

У випробувальному випадку:

$$P_и = Q_и + Q_{кр} = 125000 + 1500 = 126500H. \quad (1.46)$$

Вибираємо упорний підшипник однорядний №8226 ГОСТ 6874-78 із статичним навантаженням, що допускається $[Q_{ст}] = 126800H$.

Вісь діаметром *d=0,24*м, виконана із сталі 40Х, що покращується до твердості НВ 230.260 з межею текучості $\sigma_T = 560МПа$.

1.7.9 Удосконалення гальма

Для удосконалення гальма механізму повороту крана було проведено патентний пошук, за результатами якого обрано конструкцію колодкового гальма за патентом України №134339 [16].

Удосконалення гальма здійснюється таким чином, що на тязі затискної пружини під кронштейном важеля шляхом кріплення до нього встановлено стакан, в якому розміщено демпфірувальну пружину, а затискна пружина упирається своїм верхнім кінцем у стакан, що збільшить діапазон регулювання демпфірувальної пружини і приведе до зменшення динамічних навантажень при замиканні гальма.

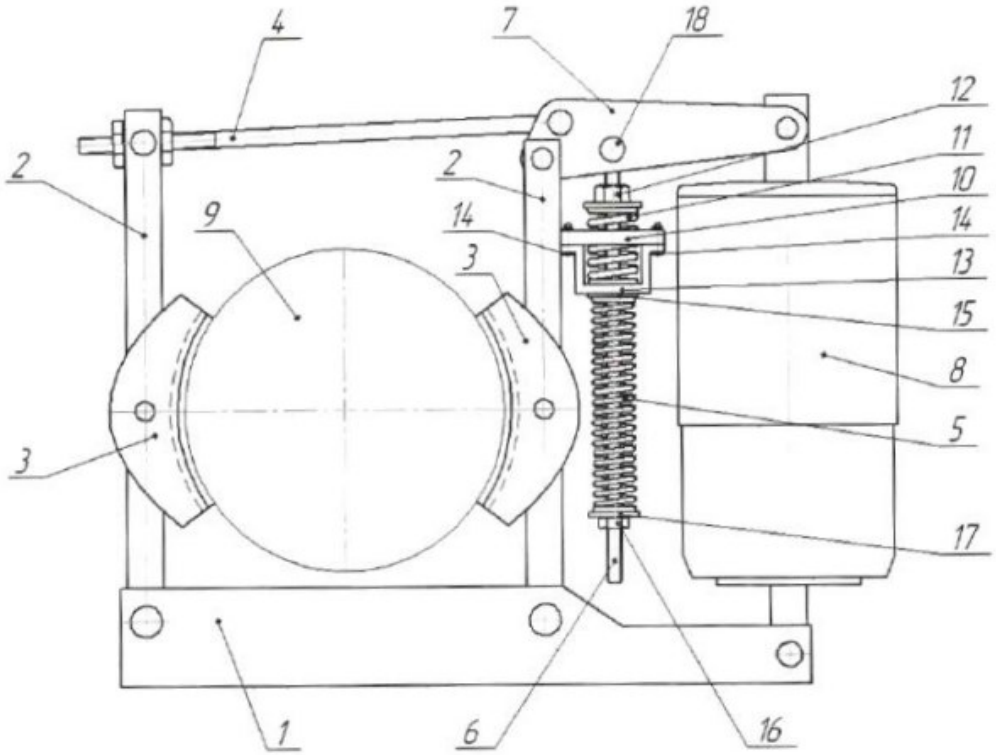


Рисунок 1.8

Гальмо (рис. 1.8) містить: основу 1, два гальмівні важелі 2, встановлені на основі 1, гальмівні колодки 3 з фрикційними накладками, з'єднувальну тягу 4, затискну пружину 5 з тягою 6, триплечий важіль 7, привід 8 і гальмівний шків 9. Правий гальмівний важіль 2 має кронштейн 10 (рис.1.9), через отвір якого проходить тяга 6 затискної пружини 5 і демпфірувальна пружина 11 з регулювальною гайкою-шайбою 12 зверху, а нижній кінець її упирається у стакан 13, закріплений елементами кріплення 14 до кронштейна 10. Через отвір у нижній частині стакана 13 проходить тяга 6, а верхній кінець затискної пружини 5 упирається через шайбу 15 у стакан 13 знизу. На нижньому кінці тяги 6 встановлено регулювальну гайку 16 гальмівного моменту з шайбою 17, а верхній кінець тяги 6 закріплено в шарнірі 18 триплечого важеля 7. Колодкове гальмо працює наступним чином.

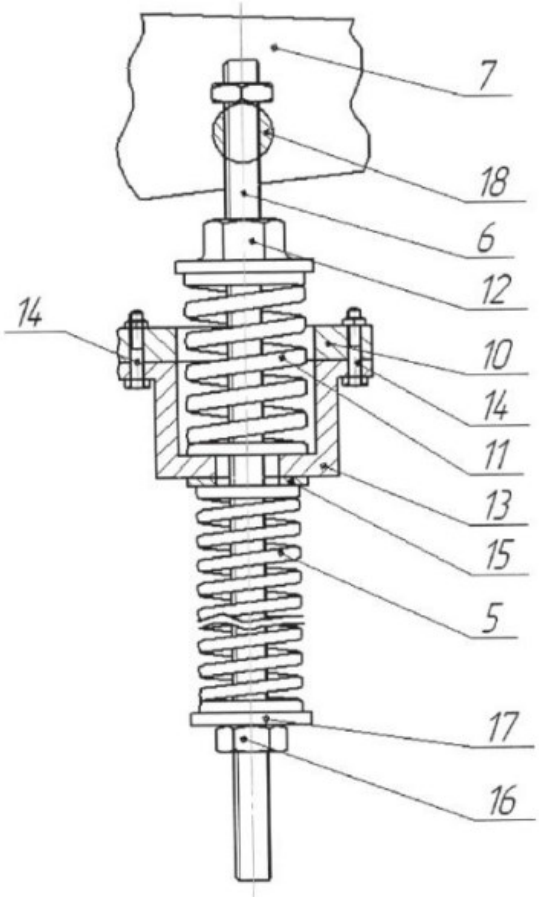


Рисунок 1.9

Розімкнення гальма. При подачі живлення на привід 8 гальма (рис.1.8, рис.1.9) праве плече триплечого важеля 7 підіймається штоком привода 8 вгору, а ліве плече обертається в шарнірі його кріплення до правого важеля 2, рухаючи при цьому з'єднувальну тягу 4 вліво, що призводить до відхилення від гальмівного шківа 9 колодок 3 разом з гальмівними важелями 2. При цьому тяга 6, яка закріплена у шарнірі 18 триплечого важеля 7, також рухається вгору, додатково стискуючи при цьому затискну пружину 5, яка не має змоги переміщуватися, адже упирається у стакан 15, а демпфірувальна пружина 11, що попередньо стиснута регулювальною гайкою-шайбою 12 - розтискується.

Замкнення гальма. При відключенні живлення від приводу 8 затискна пружина 5 через свою тягу 6, яка вільно переміщується у отворі кронштейна 10 гальмівного важеля 2, діє на шарнір 18 триплечого важеля 7, змушуючи його передати зусилля та привести у рух з'єднувальну тягу 4 та гальмівні важелі 2 з гальмівними колодками 3. Перш ніж зусилля від затискної пружини 5 передасться через гальмівні колодки 3 на гальмівний шків 9 і відбудеться його зупинка, зусилля затискної пружини 5 частково витрачається на додаткове стиснення розтисненої демпфірувальної пружини 11, що дозволить уникнути різкого стискання гальмівних колодок 3 з поверхнею гальмівного шківа 9 і, як наслідок, гальмівний момент зростає плавно і не спричиняє значних динамічних навантажень. Регулювання зусилля затискної пружини 5 (величини гальмівного моменту) здійснюється переміщенням гайки 16 та шайби 17, а демпфірувальна здатність пружини 11 регулюється переміщенням регулювальної гайкишайби 12 у стакані 13 на тязі 6.

Запровадження колодкового гальма за патентом України №134339 дозволить знизити динамічні навантаження при загальмовуванні механізму повороту крана та забезпечити плавне зростання гальмівного моменту.

1.8 Модернізація стрілового устаткування крана.

Суть модернізації стріловидного устаткування полягає в заміні трихсекційної стріли польського виробництва на чотирисекційну стрілу вітчизняного виробництва,

що дало позитивний економічний ефект в здешевленні проектованого крана.

Довжина телескопічної стріли змінюється від 13,7 до 47,7 метрів.

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

Розрахунок стріли на міцність була виконана за допомогою комп'ютерної програми, розробленої на кафедрі ПГМ

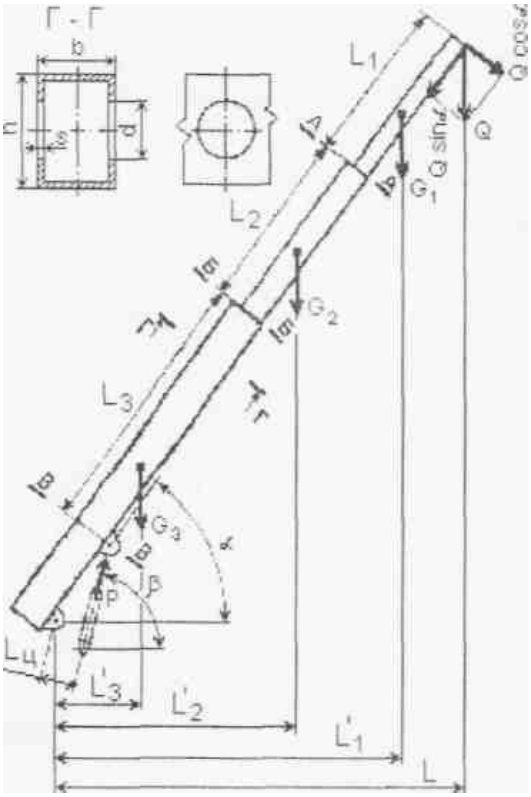


Рисунок 1.10 – Схема до розрахунку телескопічної стріли.

Дані для розрахунку стріли:

Вантажопідйомність	100 т
Загальна довжина стріли	47,7 м
Напруга, що допускається, на вигин	$[\sigma] = 260 МПа$
Мінімальний виліт	3,5 м
Матеріал стріли	Сталь 10ХСНД

Таблиця 1.2 – Розміри секцій стріли.

	L, м	h, мм	b, мм	**S, мм**
1 -а секція	13,7	820	500	15
2-а секція	11,5	780	450	15
3-а секція	11,5	610	400	15
4-а секція	11,5	535	335	10

Результати розрахунку:

1-а секція:

Найбільший вигинаючий момент M= 642868,09 Нм

Найбільша стискаюча сила T= 684208,56Н

Площа поперечного перетину F= 26100,00 $мм^2$

Момент опору вигину W= 3017125,00 $мм^3$

Найбільша сумарна напруга $\sigma \max = 239.29 Мпа \le [\sigma] = 260 МПа$

2-а секція:

Найбільший вигинаючий момент M= 1285736,17 Нм

Найбільша стискаюча сила T= 684208,56 Н

Площа поперечного перетину F= 40400,00 $мм^2$

Момент опору вигину W= 5312666,67 $мм^3$

Найбільша сумарна напруга $\sigma \max = 258.95 Мпа \le [\sigma] = 260 МПа$

3-а секція:

Найбільший вигинаючий момент M= 1928604,26 Нм

Найбільша стискаюча сила T= 684208,56 Н

Площа поперечного перетину F= 49200,00 $мм^2$

Момент опору вигину W= 8210666,67 $мм^3$

Найбільша сумарна напруга $\sigma \max = 248.80 Мпа \le [\sigma] = 260 МПа$

4-а секція:

Найбільший вигинаючий момент М= 2688357,45 Нм

Найбільша стискаюча сила Т= 684208,56 Н

Площа поперечного перетину F= 52800,00 $мм^2$

Момент опору вигину W= 9389333,33 $мм^3$

Найбільша сумарна напруга $\sigma \max = 258.3 Мпа \leq [\sigma] = 260 МПа$

1.9 Розрахунок механізму телескопування стріли.

Стрілове обладнання з жорсткою підвіскою виконують у вигляді телескопічної стріли, яка за допомогою гідравлічних циліндрів і п'яти з'єднується з поворотною платформою.

Телескопічна стріла- зварна коробчаста конструкція з листового чи фасонного прокату, яка складається з основної та двох-чотирьох висувних секцій. Секції висуваються гідроциліндрами при підвішеному на гаку вантажі в межах заданої вантажної характеристики.

До складу трисекційної телескопічної стріли (рис. 1.11) входять секції - основна 4 та висувні 2 і 3. Для їх висування застосовано гідроциліндри, штоки яких закріплені на осях. На основній секції закріплено шток циліндра 5, а на секції і - шток циліндра 6.

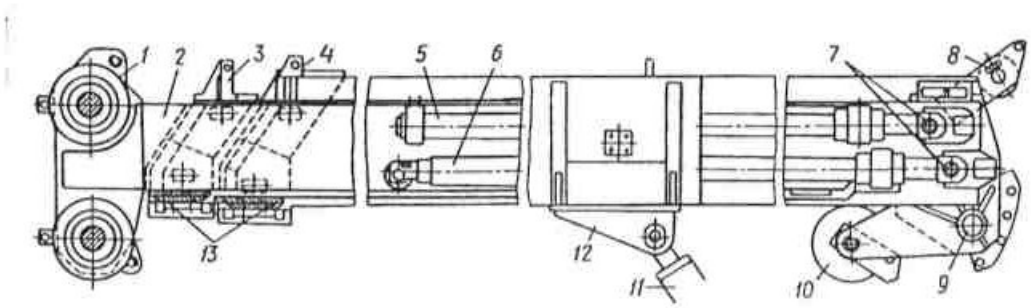


Рисунок 1.11 – Трисекційна телескопічна стріла.

Гідроциліндри приводяться в дію рідиною, що подасться через відводи гідророзподільника по шлангу, який накручується на барабан. Поршневі

порожнини кожного циліндра з'єднані з керованими зворотними клапанами, які запобігають самовтягуванню секцій стріли в разі пошкодження гідролінії.

Вантажний канат укладається на блоки 1 стріли та відвідний блок 8, а потім іде на поліспаст і лебідку.

Секції стріли під час висування опираються одна на одну за допомогою опор-повзунів (рис. 1.12). Нижні опори-повзуни розміщені в головних частинах основної та висувних секціях, а верхні - у хвостовій частині висувних секцій. За конструкцією опори-повзуни можуть бути нерухомими та рухомими (шарнірними).

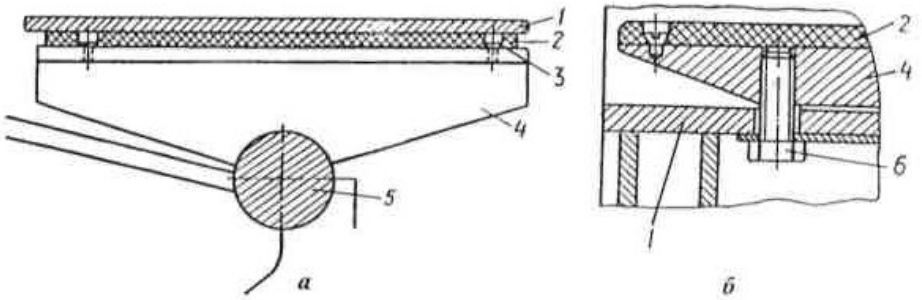


Рисунок 1.12 – Опори повзуни: а - рухома; б - нерухома;
1 - стріла; 2 - прокладка; 3 - гвинт; 4 - корпус; 5 - вісь; 6- болт

Для синхронного переміщення секцій стріли гідроциліндрами застосовують механічні, гідромеханічні та гідравлічні пристрої.

У проектованому крані використовують гідромеханічний пристрій (рис. 1.13), який працює за таким принципом. Загальний потік рідини від одного насоса паророзподільником синхронізації ділиться на два однакові потоки, спрямовані до гідроциліндрів 5 і 6 висувних секцій 8 і 9 стріли. Робота за такою схемою відбувається при рівномірному висуванні чи втягуванні секцій, що забезпечується незмінною довжиною каната між точкою його закріплення А до секції 9, блоком І, встановленим на секції 5, та барабаном-кулачком на секції 7. Барабан-кулачок через ролик утримує золотник гідророзподільника у нейтральному положенні. Завдяки цьому досягається синхронізація рухів. З

порушенням синхронізації відстань між точкою А та блоками 1 і 3 може змінюватися внаслідок пересування секцій з різними швидкостями. При цьому канат починає переміщуватися, змотуючись або намотуючись на барабан-кулачок, і повертає його, що викликає відповідне переміщення золотника гідророзподільника від дії барабана-кулачка. Рух золотника супроводжується подачею різного об'єму рідини в гідроциліндри і вирівнюванням ступеня висування секції.

У гідравлічній системі синхронізації всі три рухомі секції переміщуються трьома гідроциліндрами, потоки рідини до яких надходять від трьох гідронасосів. Вали насосів з'єднані між собою через редуктори. Синхронізація переміщень забезпечується клапанною системою.

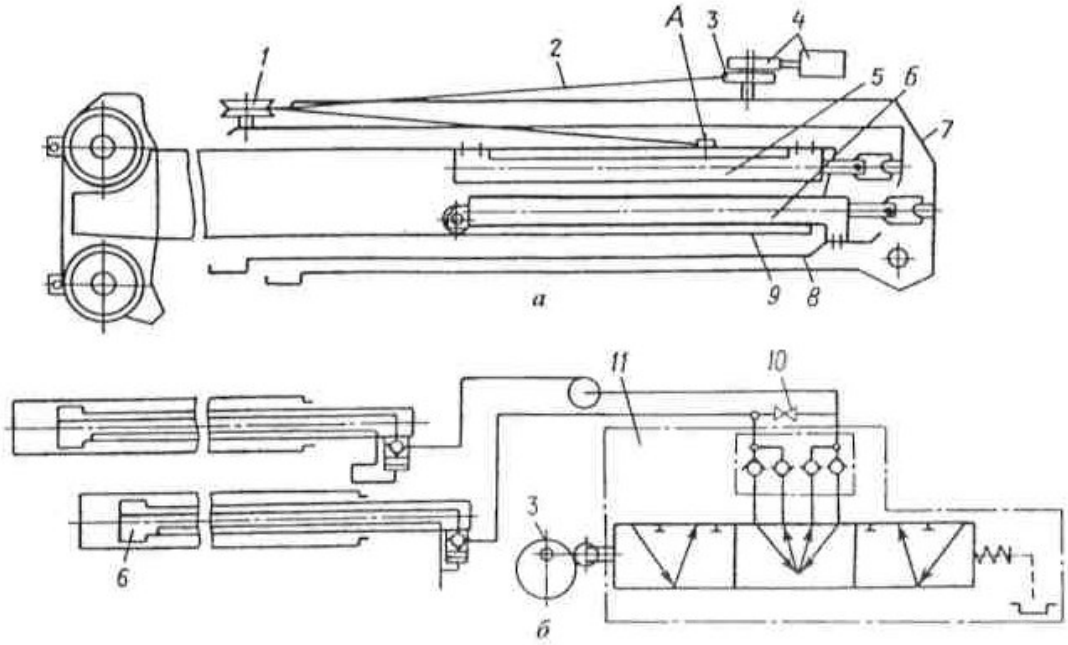


Рисунок 1.13 – Схеми гідромеханічного пристрою синхронізації.
а - загальна; б - кінематична; 1, 3 - блоки; 2 - канат; 4 - барабан-кулачок; 5,6 - гідроциліндри; 7…9-секції стріли; 10- вентиль; 11- гідро розподільник.

Механізм висунення стріли розраховується з [7]. Приймаємо величину вантажу, з яким можливе висунення стріли, рівну мінімальному значенню вантажопідйомності $Q_{\min} = 9m$.

Сила тяжіння висувної секції приймаємо $G_B = 10кН$. Тоді при мінімальному вильоті зусилля висунення:

$$P_B = (Q_{\min} + G_B) \cdot \frac{1}{\cos\alpha_{\min}} = (90+10) \cdot \frac{1}{\cos 85°} = 167кН \qquad (1.47)$$

Час руху висувної частини 20 с. Хід висувної частини S=47,7-13,7=30м.

Для висування телескопічної стріли приймаємо гідро циліндр с ходом поршня, що дорівнює ходу висувної частини S=10м при умові висунення $P_B = 167кН$ і часу повного висунення *t*=20с.

Робоча плоскість гідроциліндра безштокова, ущільнення манжетне $(\eta_м = 0{,}95, \eta_{об} = 1)$

Середня швидкість висунення стріли:

$$V = \frac{S}{t} = \frac{10}{20} = 0.5м/с. \qquad (1.48)$$

Внутрішній діаметр гідро циліндра:

$$D = 1.13\sqrt{\frac{P_B}{p\eta_м}} = 1{,}13\sqrt{\frac{0{,}167}{16 \cdot 0{,}95}} = 0{,}118м \qquad (1.49)$$

Приймаємо [7] гідроциліндр с внутрішнім діаметром 120 мм, тип 1.1-120*6550, $P_{\max} = 110кН$.

Фактичний тиск у робочій плоскості гідроциліндра:

$$P_p = \frac{4 \cdot P_b}{\pi D^2 \eta_B} = \frac{4 \cdot 0{,}167}{3{,}14 \cdot 0{,}11^2 \cdot 0{,}95} = 18{,}5МПа. \qquad (1.50)$$

Витрати мастила гідроциліндром:

$$Q_1 = 0.785\frac{V \cdot D^2}{\eta_{об}} = 0{,}785\frac{0{,}5 \cdot 0{,}11^2}{1} = 0{,}005м^3/с. \qquad (1.51)$$

Потужність, споживана насосом при висуванні секції стріли $(\Delta P_н = 0{,}5МПа, \eta_н = 0{,}9)$,

$$N_н = \frac{(p_p + \Delta p_н) \cdot Q}{\eta_н} = \frac{(18{,}5 + 0{,}5) \cdot 10^3 \cdot 0{,}05}{0{,}9} = 105{,}5кВт \qquad (1.52)$$

1.10 Розрахунок стійкості крана.

Вільно стоячи кран випробує дію наступних сил: маси крана, маси вантажу, що піднімається, сили вітру, сили інерції, обумовленою величиною маси, що рухається, і швидкістю її руху.

Частина перерахованих сил у першу чергу маса вантажу, що піднімається, прагнути перекинути кран. Інша частина сил протидіє перекидаючим силам; до таких сил, що відновлюють, відноситься маса крана. Інші сили в залежності від умов роботи крана можуть бути перекидаючими і що відновлюють. Наприклад, вітрове навантаження являє собою перекидаючу, якщо її дія спрямована убік дії вантажу, що піднімається, 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 і від крапки додатка. Ніж далі знаходиться сила від ребра перекидання, тим більше 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 крапки додатка діючої сили, також може збільшувати або зменшувати ефект від дії тієї або іншої сили.

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, Мв до суми моментів перекидаючих сил Мо називається коефіцієнтом стійкості:

$$K = \frac{Мв}{Мо} \qquad (1.53)$$

У будь-яких несприятливих умовах як у робочому, так і в 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 моментом 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 ГОСТ 1451-77.

Числові і буквені значення коефіцієнтів вантажної і власної стійкості визначаються згідно «Правилам будови і безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів» [9].

Користуючись схемою діючих на кран сил і знаючи, які з них є силами утримуючими, а які перекидаючими, машиніст може самостійно визначити ті умови роботи, що у найбільшій мері сприяють стійкості крана.

Використовуя комп'ютерну програму для розрахунку стійкості крана УГИК «Краян» (м. Одеса), розрахуємо стійкість крана зі стрілою 47,7 м, гусик 20 м, лебідка допоміжного підйому вантажопідйомністю 6,3 т, без опор, дані зведемо в табл.1.3.

Таблиця 1.3 - Розрахунки коефіцієнтів стійкості.

Виліт стріли, м	6,5	9	11	14	17	21
в/п	6	3,5	2,19	1,5	0,699	0,299
вага крана, т	24,448	24,448	24,448	24,448	24,448	24,488
Хк	1,066	0,783	0,579	0,33	0,070	-0,235
Ук	3,918	3,781	3,652	3,452	3,174	2,688
Кут нахилу стріли	67,85	60,606	55,056	47,703	38,937	25,698
Висота оголовку	23,013	21,798	20,659	18,89	16,439	12,145
Ребро перекидання	1,854	1,854	1,854	1,854	1,854	1,854
Швидкість	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090
Час	3	3	3	3	3	3
Момент відновл.	71,564	64,616	59,626	53,526	47,153	39,688
Момент інерції	0,085	0,077	0,060	0,051	0,029	0,014
Момент інерції	2,831	2,162	1,833	1,796	1,790	2,714
Момент інерції	2,057	1,569	1,119	0,836	0,397	0,146
w1p1	3,681	2,869	2,232	1,4860,419	0,789	0,184
w2p2	0,419	0,419	0,419	0,419	0,419	0,419
w3p3	4,132	2,57	2,57	1,141	0,814	0,288
w4p4	0	0	0	0	0	0
Перекидал. момент	27,87	25,007	19,678	16,171	9,411	4,843
Коеф. стійкості	2,002	2,099	2,525	2,709	4,341	7,053
З урахуванням дод. навантажень	2,567	2,563	3,029	3,201	5,010	8,190

Висновки по розділу

У розділі 1 в розрахунково-конструкторській частині дипломного проєкту були розглянуті наступні питання:

- Призначення та область застосування крана.
- Визначення лінійних та вагових параметрів крана.
- Розрахунок і побудова висотних і вантажних характеристик крана.
- Розрахунок об'ємного гідроприводу.
- Розрахунок вантажної лебідки.
- Розрахунок стійкості крана.
- Розрахунок механізму телескопування стріли.

У інноваційній частині дипломного проєкту було розглянуто питання модернізації стріли крана та удосконалення гальма.

2 Технологічна частина

2.1 Аналіз службового призначення та умов роботи деталі у вузлі.

Розробка технічного процесу виготовлення стакана - це складний і важливий проект, який передбачає вивчення різноманітних аспектів технології виготовлення кришок. У цьому дипломному проекті розглянуто всі етапи проектування технічного процесу виготовлення кришок, починаючи від аналізу вимог клієнтів і завершуючи створення кінцевого продукту.

Ми досліджуємо різні технології та матеріали, які можуть бути використані для виготовлення кришок, а також проаналізуємо ефективність та економічність кожного етапу процесу. У результаті нашого проекту ми розробляємо технічний процес виготовлення стакана ведучого валу, який буде ефективним, економічним та забезпечить високу якість кінцевого продукту. Присутність креслеників складальної одиниці, у яку входить деталь «корпус», дає можливість точно визначити клас точності кожного отвору та кожного виступу.

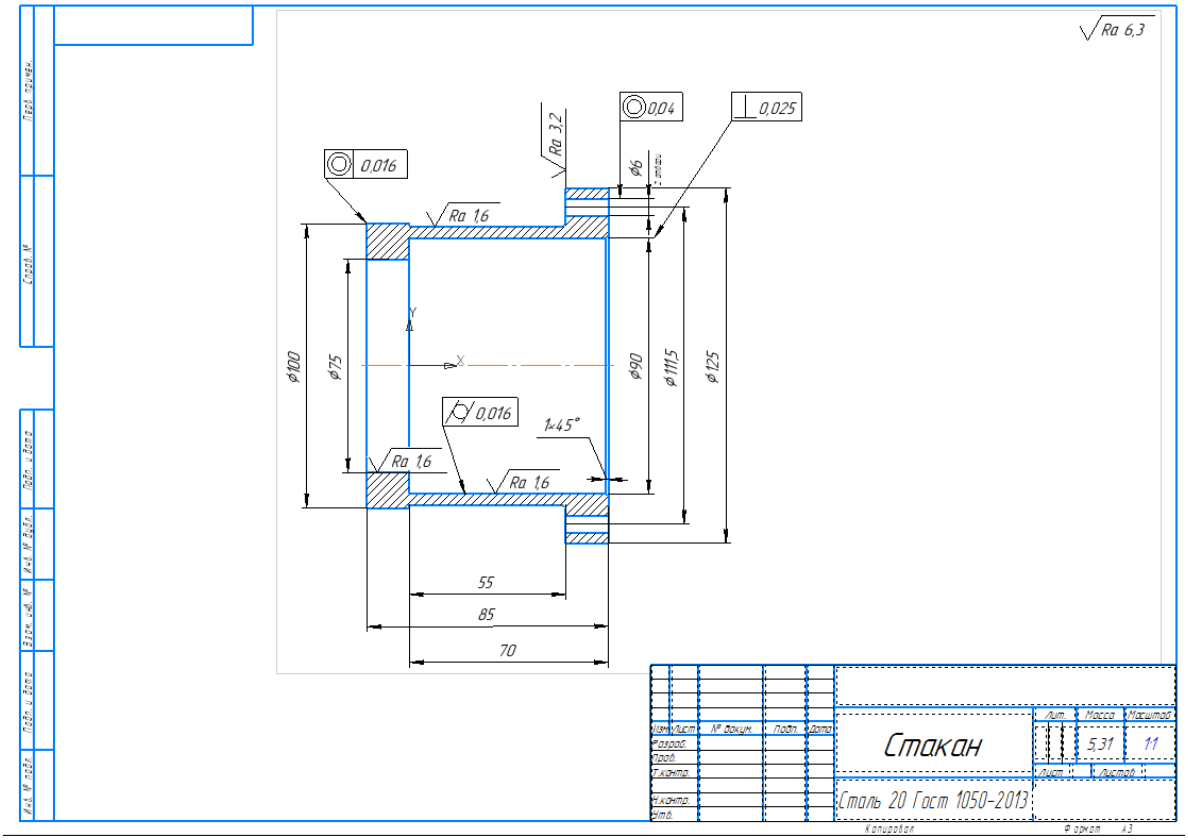


Рисунок 2.1 - Креслення деталі «Стакан»

Аналіз вибору конструкційного матеріалу.

Сталь 20 має відмінну оброблюваність, хорошу оброблюваність, високу міцність і може бути зроблений стійким до корозії за допомогою плакування, що робить його оптимальним вибором для застосування в літаках і транспортних засобах. Сталь 20 використовується в багатьох галузях промисловості. Отже, використання сталі 20 у виготовлених стаканах може забезпечити високу точність, міцність, зносостійкість та захист від корозії, що дозволяє отримати надійні та довговічні деталі.

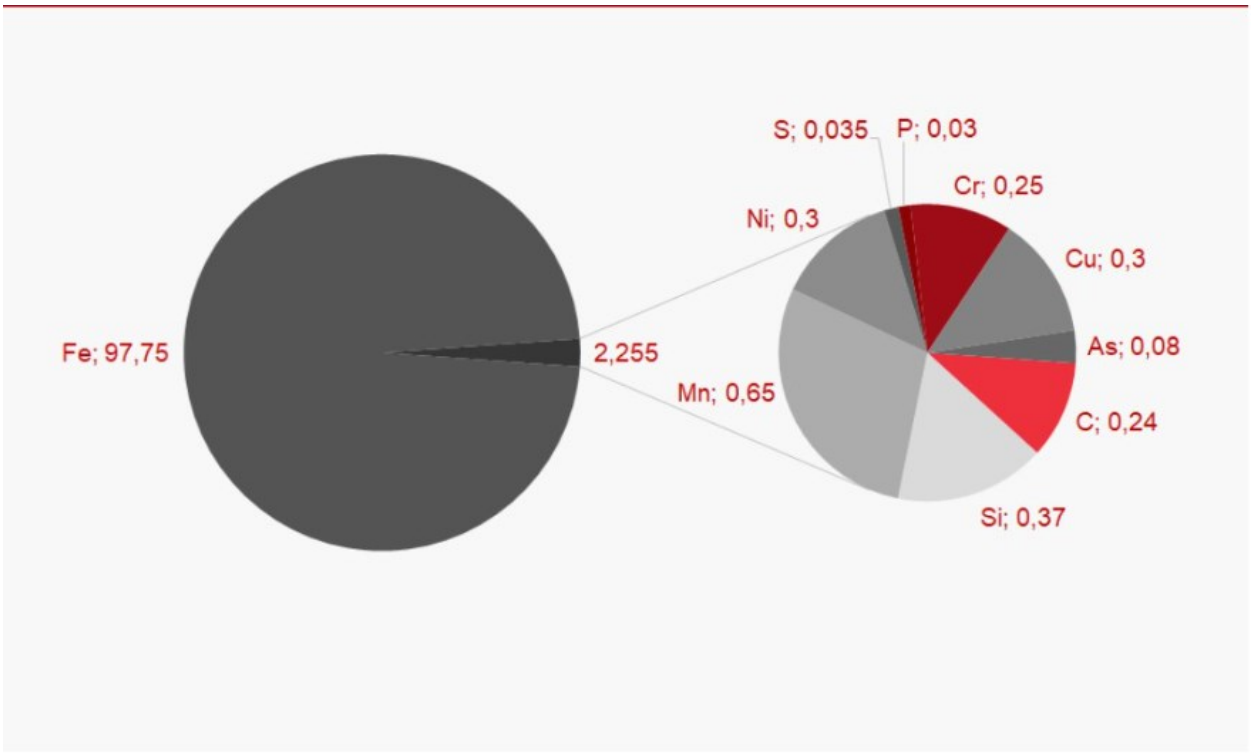


Рисунок 2.2-Хімічний склад сталі 20

Маса однієї деталі 1.596 кг

Вартість металу на 500 деталей

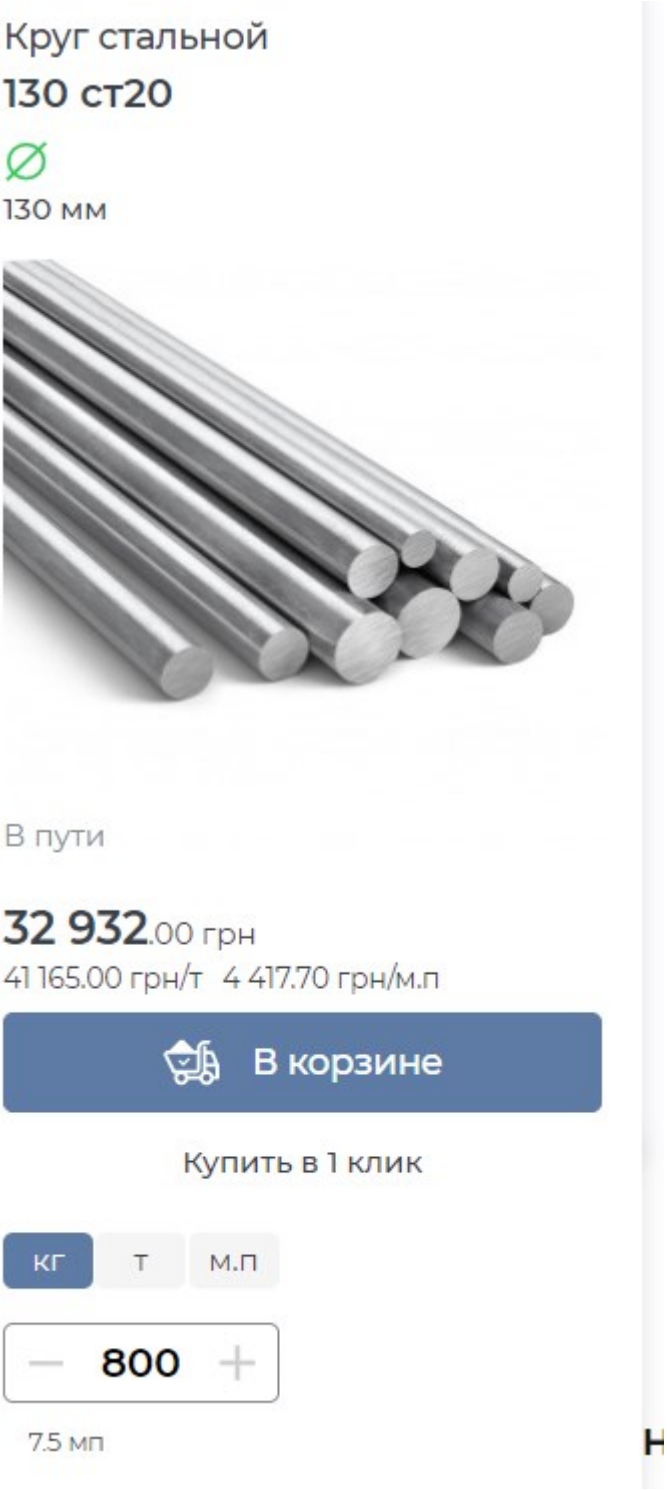


Рисунок 2.3

Вартість доставки коштує 11650 грн

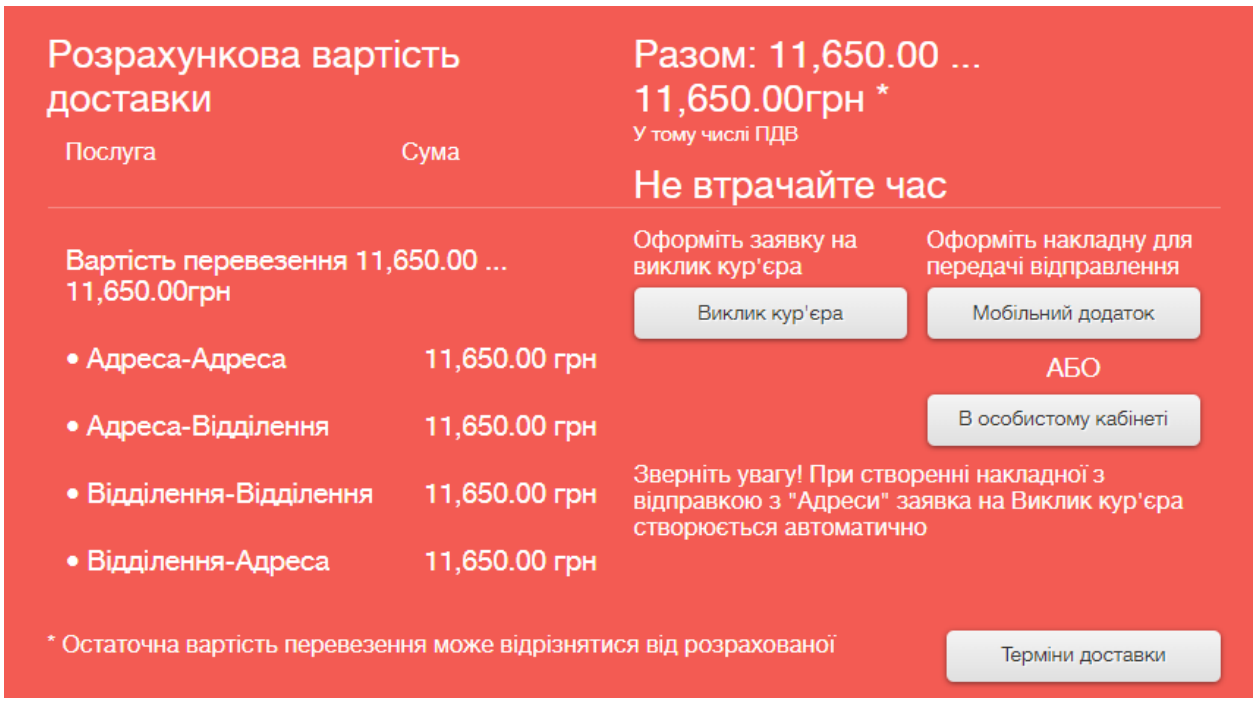


Рисунок 2.4

Розробка маршрутного технологічного процесу: 0-торцове відрізання заготовки;1- оброблення різцем прохідним упорним відігнутим; 2- обробка розточувальним різцем; 3- Обробка зовнішніх стінок; 4 – фрезерування чорнове; 5- свердління отвору

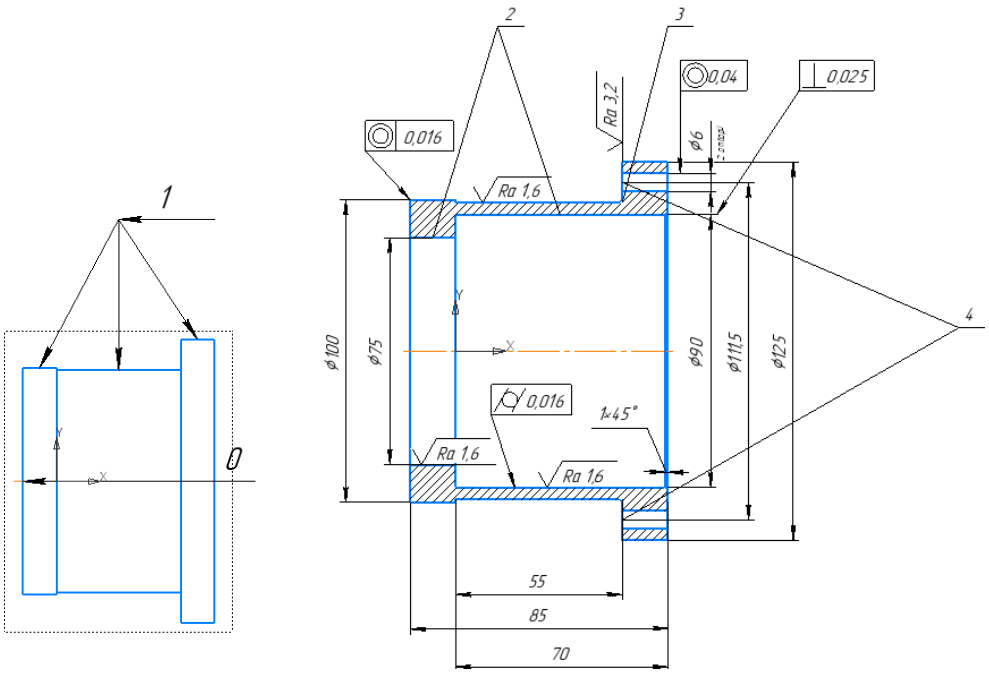


Рисунок 2.5

0. Заготовка відрізається від труби суцільного круглого профілю дисковою пилою, тому допуск на торець становить Rz(160…320)

1. Виріб виготовляється на токарному верстаті, обробка має допуск Ra(1.6…2), торці з обох боків- чорнова обробка з допуском Rz(80…40)

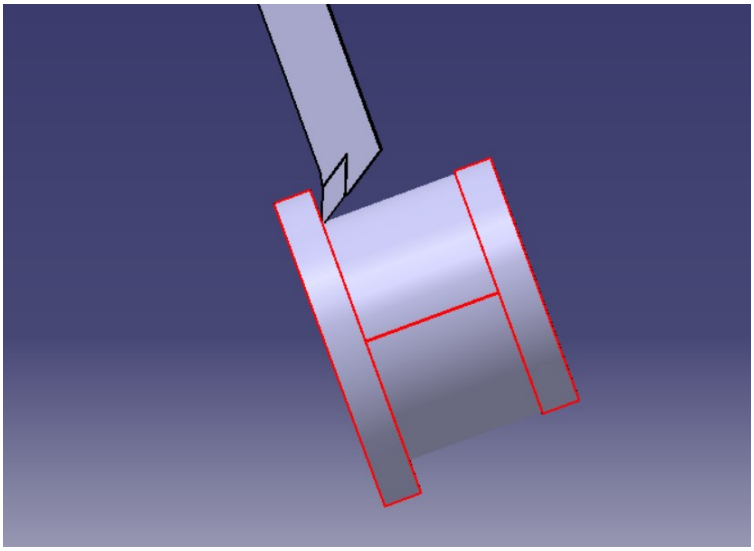


Рисунок 2.6

2. Для розточування посадочного місця необхідно дотримати допуск Rz(40…20)

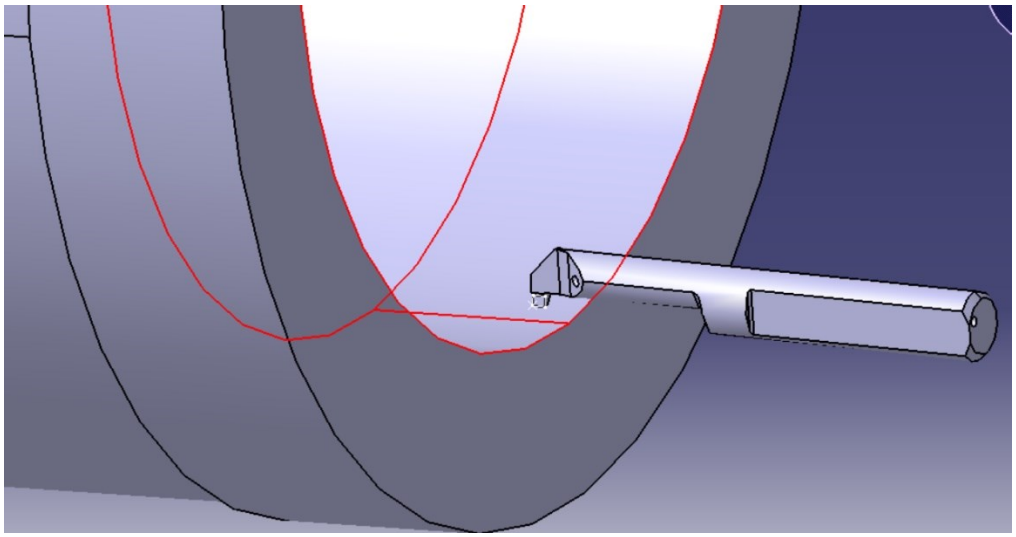


Рисунок 2.7

3.Обробка різцем із допуском Rz(40…20)

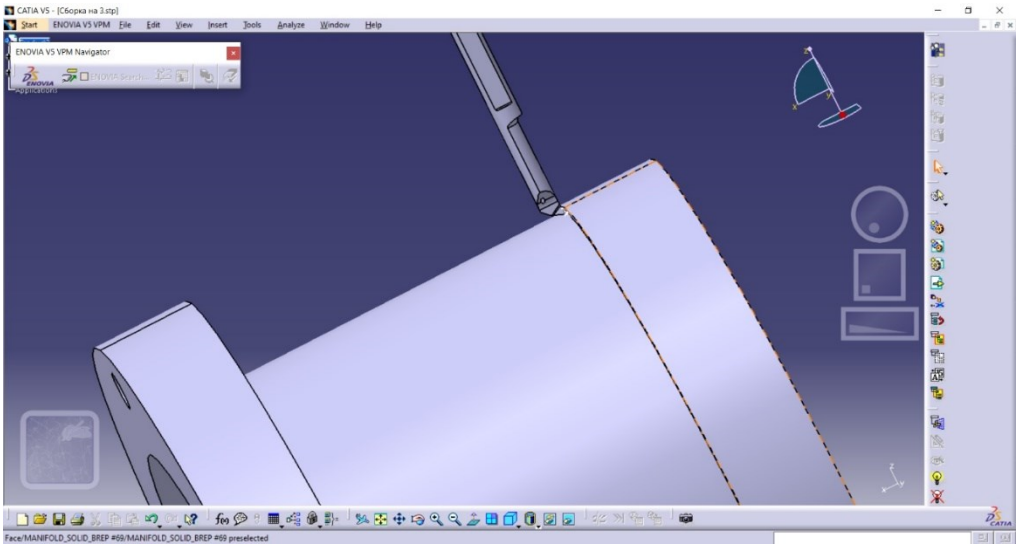


Рисунок 2.8

4. Фрезерування чорнове

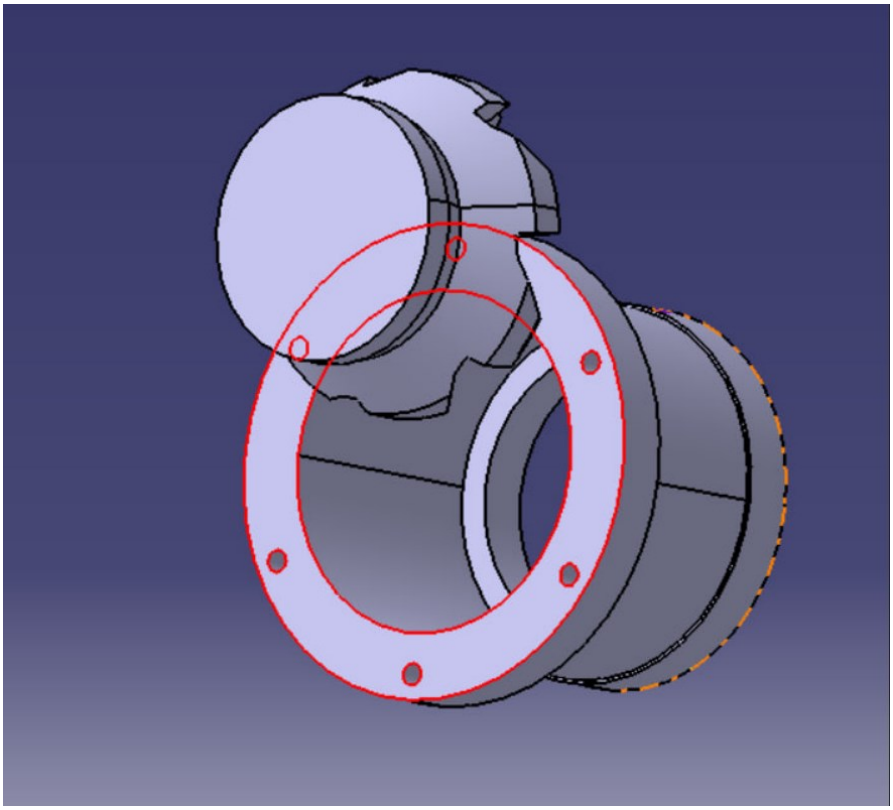


Рисунок 2.9

5.Деталь має отримати отвори зазначеного діаметру у суцільному металі, тому Rz(160…40)

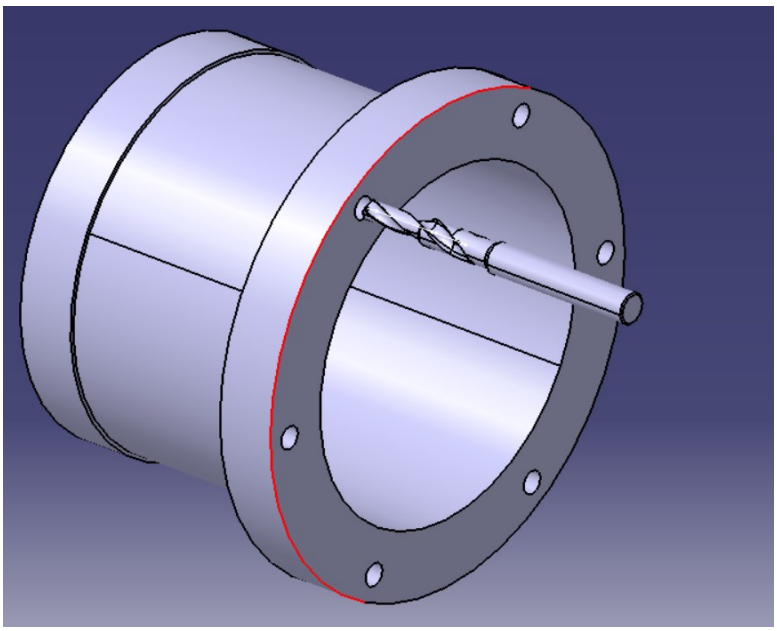


Рисунок 2.10

Типові технологічні послідовності оброблення поверхонь деталі

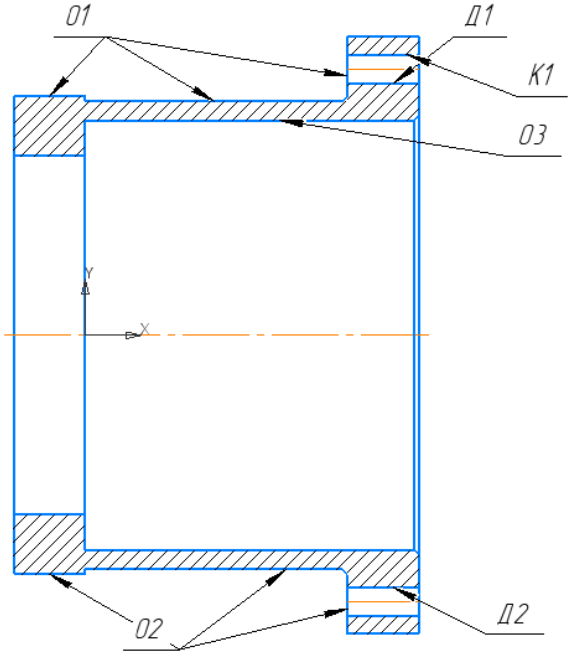


Рисунок 2.11

Таблиця 2.1- Характеристики якості поверхонь

Назва поверхні	Характеристики якості поверхонь за кресленником		Типова технологічна послідовність оброблення поверхні	Характеристики якості поверхонь після оброблення	
	Точність розмірів IT	Параметр шорсткості Ra, мкм		Точність розмірів IT	Параметр шорсткості Ra, мкм
О1 О2	12	6,3	Розточування Фрезерування чорнове Фрезерування чистове	14 12 12	12,5 12,5 12,5
О3	Н8	6.3	Свердління Кругове фрезерування (розточування) Фрезерування чорнове Фрезерування чистове	16 12 9 Н8	12.5 12.5 12.5 6.3
Д1 Д2	12	12,5	Центрування Свердлування Нарізання різьби (6 отворів)	12 12	12,5 12,5
К1	9	6,3	Профілювання	9	6,3

Таблиця 2.2 - Вибір різального інструменту та розрахунок режимів різання

	Поверхня	Інструмент	Режим різання	Час
0	Торцева поверхня	Ножівкове полотно машинне 400х32	F=60мм/хв, n=1500об/хв.	1250 хв/партія
1	Зовнішня поверхня	Прохідний упорний різець	F=15мм/хв, n=1500об/хв.	3000 хв/партія
2	Внутрішня поверхня	Розточувальний різець	F=10мм/хв, n=1500об/хв.	1750 хв/партія
3	Обробка зовнішньої поверхні	Різець кінцевий	F=10мм/хв, n=1500об/хв.	1400 хв/партія
4	Фрезерування зовнішньої поверхні	Фреза торцева D=80мм	F=400мм/хв n=1274об/хв	1000 хв/партія
5	Отвір	Свердло	F=170мм/хв, n=5000об/хв.	2000 хв/партія

Загальний час обробки приблизно 175 годин.

Таблиця 2.3- Підбір з каталогу інструментів для обробки деталі

	Артикул	Назва	Розмір	Кількість	Ціна, за 1 шт.
0	18322	Ножівкове полотно машинне	400x32	50	4.5 Є
1	3601088	Прохідний упорний різець 2525M-16	25x25x150	5	85 Є
2	3360823	Розточний різець	5x14x36	5	50 Є
3	3360911	Різець R050.20.4 16N	4	5	25 Є
4	262555	Фреза торцева SN.X 1206	D=80мм	2	310 Є
5	101060	Свердло Twist drill bit	D=6мм	3	3,94 Є

5.Оснащення операцій

Інструментальні пристрої: Для поверхневої обробки (1-3) нам знадобиться різцетримач

Type B1, right, short

Shank	d1 mm	b1 mm	b2 mm	h1 mm	b3 mm	h5 mm	h6 mm	l1 mm	l2 mm	art.no.	€
VDI 20	20	55	30	16	7	25	30	30	16	**446005** 0020	52,–
VDI 30	30	70	35	20	10	28	38	40	22	446005 0030	57,–
VDI 40	40	85	42.5	25	12.5	32.5	48	44	22	446005 0040	64,–
VDI 50	50	100	50	32	16	35	60	55	30	446005 0050	84,–
										4134	

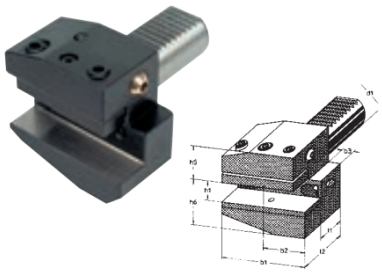


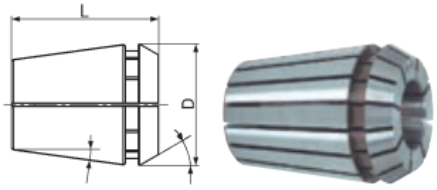
Рисунок 2.12

Цанги для фрез, свердл

ER collets, 8 µm

DIN 6499-B

- Collapse of 1 mm (for ER11; 0.5 mm for clamping diameters of 1 to 2 mm)
- True-running accuracy 8 µm



Individual

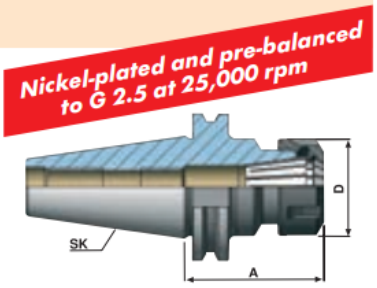
Ø mm	ER11 4008E D = 11.5 mm L = 18 mm art.no.	€	ER16 426E D = 17 mm L = 27.5 mm art.no.	€	ER25 430E D = 26 mm L = 34 mm art.no.	€	ER32 470E D = 33 mm L = 40 mm art.no.	€	ER40 472E D = 41 mm L = 46 mm art.no.	€
1	**433210** 0010	17,10	**433211** 0010	15,90						
1.5	433210 0015	17,10								
2	433210 0020	17,10	433211 0020	15,90	**433213** 0020	16,70				
2.5	433210 0025	17,10								
3	433210 0030	17,10	433211 0030	15,90	433213 0030	16,70	**433214** 0030	17,10	**433215** 0030	22,10
3.5	433210 0035	17,10								
4	433210 0040	17,10	433211 0040	15,90	433213 0040	16,70	433214 0040	17,10	433215 0040	22,10
4.5	433210 0045	17,10								
5	433210 0050	17,10	433211 0050	15,90	433213 0050	16,70	433214 0050	17,10	433215 0050	22,10
5.5	433210 0055	17,10								
6	433210 0060	17,10	433211 0060	15,90	433213 0060	16,70	433214 0060	17,10	433215 0060	22,10
6.5	433210 0065	17,10								
7	433210 0070	17,10	433211 0070	15,90	433213 0070	16,70	433214 0070	17,10	433215 0070	22,10
8			433211 0080	15,90	433213 0080	16,70	433214 0080	17,10	433215 0080	22,10
9			433211 0090	15,90	433213 0090	16,70	433214 0090	17,10	433215 0090	22,10
10			433211 0100	15,90	433213 0100	16,70	433214 0100	17,10	433215 0100	22,10
11					433213 0110	16,70	433214 0110	17,10	433215 0110	22,10
12					433213 0120	16,70	433214 0120	17,10	433215 0120	22,10
13					433213 0130	16,70	433214 0130	17,10	433215 0130	22,10
14					433213 0140	16,70	433214 0140	17,10	433215 0140	22,10
15					433213 0150	16,70	433214 0150	17,10	433215 0150	22,10
16					433213 0160	16,70	433214 0160	17,10	433215 0160	22,10
17							433214 0170	17,10		
18							433214 0180	17,10	433215 0180	22,10
19							433214 0190	17,10		
20							433214 0200	17,10	433215 0200	22,10
21									433215 0210	22,10
22									433215 0220	22,10
25									433215 0250	22,10
26									433215 0260	22,10
	4120		4120		4120		4120		4120	

Рисунок 2.13

Оправки

ATORN® ER collet chuck, nickel-plated and pre-balanced

- **For DIN 6499 ER collets**
- Alloyed case-hardened steel with a core tensile strength of min. 950 N/mm², case-hardened to HRc 60 ± 2 (HV 700 ± 50), case depth 0.8 mm ± 0.2 mm
- **Nickel-plated**
- **Pre-balanced to G 2.5 at 25,000 rpm**
- **With Balluff chip bore**
- Taper angle tolerance quality < AT3 in accordance with DIN 7187 and DIN 2080, max. true-running accuracy < 0.005 mm
- Supplied with clamping nut



- **ER16 / 426E* tool holding fixtures supplied with hexagonal nut**

DIN 69893 type A (HSK-A)

- Internal coolant supply
- When machining with internal coolant supply, a coolant transfer pipe with art.no. 431011... should be used

Shank	Clamping range mm	for collets	A mm	D mm	art.no.	€
HSK 63	1 - 10	ER16 *	100	32	**431119** 6310	125,–
HSK 63	1 - 10	ER16 *	160	32	431119 6410	162,–
HSK 63	2 - 16	ER25	100	42	431119 6316	125,–
HSK 63	2 - 16	ER25	160	42	431119 6416	166,–
HSK 63	2 - 20	ER32	100	50	431119 6320	130,–
HSK 63	2 - 20	ER32	160	50	431119 6420	171,–
HSK 63	3 - 26	ER40	120	63	431119 6326	139,–
HSK 63	3 - 26	ER40	160	63	431119 6426	178,–

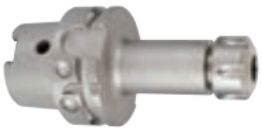


Рисунок 2.14

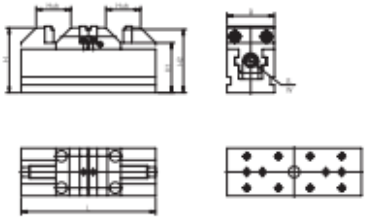
Механічні затискачі для затиску заготовки

SPREITZER Mechanical centric clamping vice *MZE*

- Centring accuracy 0.03 mm
- Precision 0.01 mm
- Perpendicularity 0.003 mm/100 mm
- Parallelism 0.003 mm/100 mm
- High clamping force
- Compact design with large span
- Maximum freedom in 5-sided and multi-sided machining
- Robust steel design; base body, base jaws and spindle surface-hardened, functional surfaces precision-ground
- High degree of natural rigidity due to a balanced height-to-width ratio and one-piece design.
- Specially for clamping and machining raw parts on multi-axis machining centres
- Used in palleting and automation systems as a cost-effective centric clamping vice solution
- Large range of clamping jaw options
- Attached via mounting surface with fastening thread and fitting bores to match the centre of the clamp, or via clamping claws.

- **Delivery includes:** 1 pair of hard stepped jaws with undercut, 1 operating key

- Centring pins, clamping claws and workpiece stops available on request, as well as various holding fixtures for machining centres



L mm	B mm	H mm	H1 mm	H2 mm	Clamp width mm	Clamp force kN	Wr. width mm	Weight kg	art.no.	€
80	36	50	39	48	4 - 40	16	8	1	**459015** 0036	499,–
170	60	82	63	80	18 - 90	30	12	4	459015 0060	939,–
280	100	114	90	112	50 - 190	50	15	15	459015 0100	1.349,–
360	125	140	110	138	58 - 250	70	18	30	459015 0125	2.079,–

4177

Short clamping jaws, hardened
- Allows workpieces to be clamped with a positive fit during rough machining
- 15° undercut (dovetail), maximum holding force on the workpiece

Jaw width mm	Clamping depth mm	art.no.	€
36	4	**459016** 0036	90,–
60	4	459016 0060	141,–
100	4	459016 0100	160,–
125	4	459016 0125	174,–

4177

Grip clamping jaws, hardened and coated
- For increasing the holding forces on raw workpiece parts through form-fitting during the clamping operation

Jaw width mm	Clamping depth mm	art.no.	€
36	4	**459017** 0036	134,–
60	4	459017 0060	162,–
100	4	459017 0100	215,–
125	4	459017 0125	275,–

4177

Top jaws, hardened and ground
- Raised clamping position, allows the use of short tools, especially with small workpieces
- Holds all standard clamping jaws as well as self-produced jaws

Jaw width mm	H1 mm	Clamp width mm	art.no.	€
60	20	7 - 62	**459019** 0060	260,–
100	28	7 - 146	459019 0100	345,–
125	40	7 - 195	459019 0125	470,–

4177

Base
- For reducing Z movement by the machine spindle; also enables short tools to be used without collision
- Supplied with 2 centring pins and fastening screws for the centric clamping vice

Jaw width mm	L mm	B mm	H mm	art.no.	€
60	170	160	78	**459018** 0060	375,–
100	280	160	78	459018 0100	465,–

4177

Fixing materials
- For attaching MZE and MZS centric clamping vices to the work table, T-slot size 14 mm
- 2x centring pins, d 14 mm; 4x clamping claws; 4x screws, M12; 4x T-slot nuts, 14 mm

suitable for jaw width mm	art.no.	€
60	**459025** 0060	145,–
100	459025 0100	155,–
125	459025 0125	165,–

4177

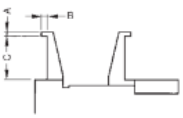
Рисунок 2.15

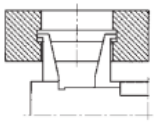
Вимірювальні пристрої

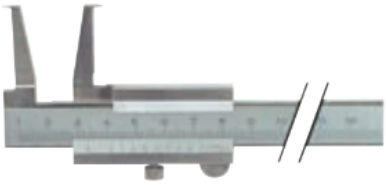
SARA Groove calliper

INOX

- For measuring the diameter of internal grooves
- Reading parts matt chrome-plated
- Error margin 0.1 mm







Measurement range mm	Vernier mm	A mm	B mm	C mm	art.no.	€	Calibration art.no.	€
10-160	0.05	2	3	26	**500805** 0160 5108	149,–	070101 0001	7,25

Рисунок 2.16

With fine adjustment

- Bevelled blade tips

Measurement range mm	Jaw length mm	Vernier mm/inch	Inside measurement from mm	art.no.	€	Calibration art.no.	€
300	90	0.05/1/128 inch	10	**500623** 0300	212,–	070101 0002	14,–
500	150	0.05/-	20	500623 0500	590,–	070101 0003	19,–
800	150	0.05/-	20	500623 0800	770,–	070101 0004	42,50
1000	150	0.05/-	20	500623 1000	930,–	070101 0004	42,50
1500	200	0.05/-	30	500623 1500	1.830,–	070101 0005	62,–

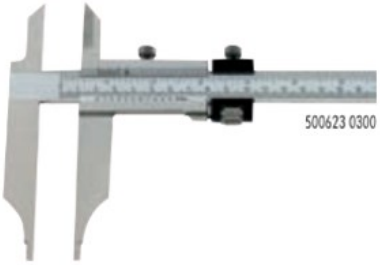


Рисунок 2.17

Технологічний процес обробки стакану в CAD-системі Catia

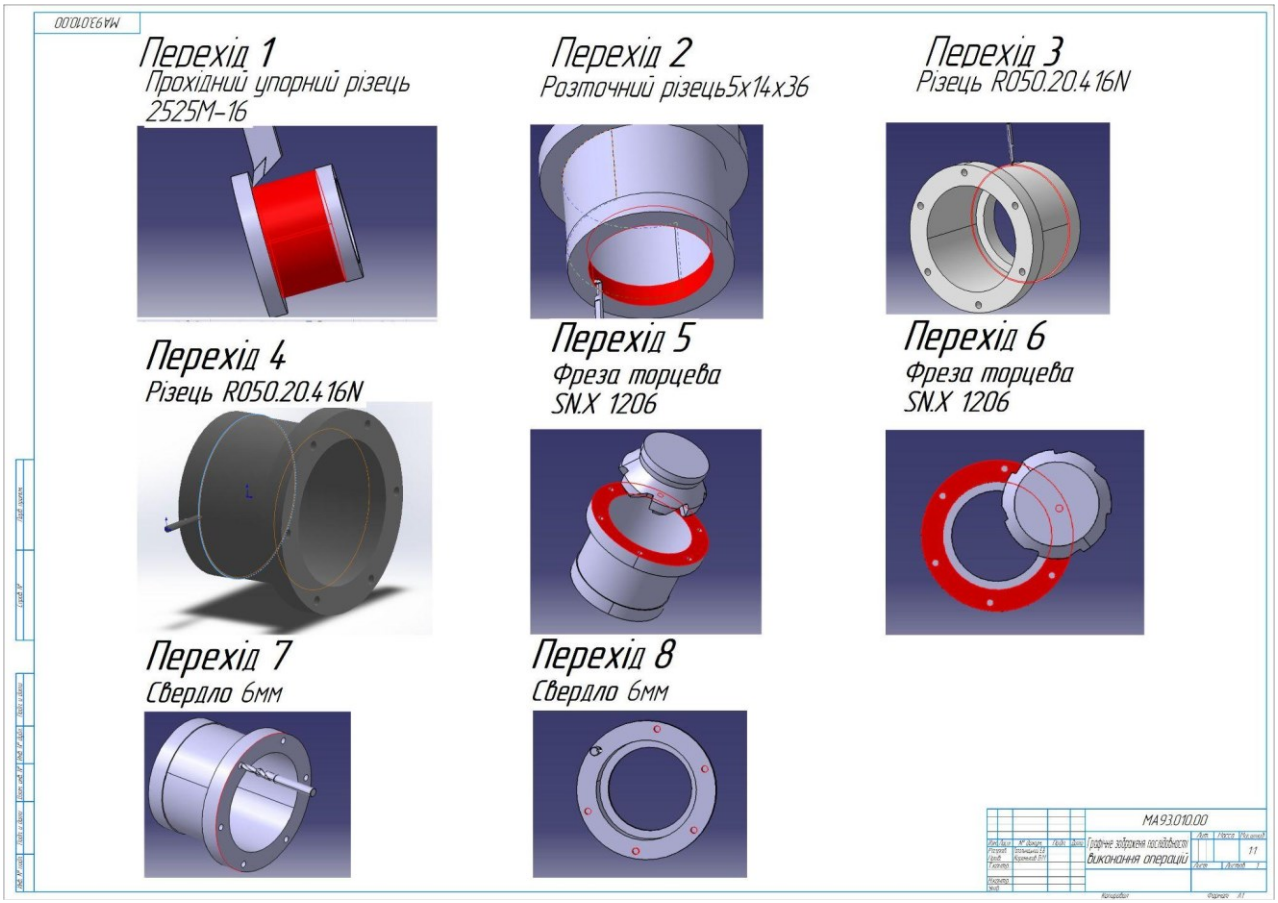


Рисунок 2.18

Висновки по розділу

У розділі 2 - технологічній частині дипломного проєкту розроблено технологічний процес оброблення деталі, який реалізується на 1-му токарному верстаті, 1-му шліфувальному, фрезерному. Сумарний час виготовлення однієї деталі 21 хв.

Для реалізації технологічного процесу використано ножівкове полотно, прохідний упорний різець, розточний різець, різець R050.20.416N, фреза торцева та свердло 6 мм загальною вартістю 478.5 €.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Оцінка небезпечних і шкідливих виробничих факторів при роботі з краном

Розглянемо джерела небезпечних і шкідливих факторів при роботі з даним стріловим краном (рис. 1.3)

1. При роботі стрілового крана можуть виникати вібрації, особливо під час підйому вантажу. Тривала вібрація тіла може спричинити захворювання опорно-рухової системи, наприклад, колінних суглобів або спини. Регулярні перерви та захисні засоби, такі як амортизуючи підкладки, можуть допомогти знизити ризик вібрації.

2. Робота стрілового крана може супроводжуватись високим рівнем шуму, особливо під час руху вантажу та роботи двигуна. Постійний шум може викликати пошкодження слуху. Потрібно використовувати захисні пристрої, наприклад навушники або ватні пробки, для захисту від шуму.

3. Робота зі стріловим краном біля колій включає роботу на відкритому повітрі під час різних погодних умов. Екстремальна спека, холод, дощ або сніг можуть створювати небезпеку для працівників. Необхідно використовувати відповідний захисний одяг та устаткування для захисту від погодних умов.

3.2 Пожежна безпека

Пожежна безпека є важливим аспектом при використанні крана. Під час експлуатації стрілового крана необхідно дотримуватись встановлених нормативних вимог щодо пожежної безпеки.

Це включає виконання вимог Пожежного кодексу України та інших нормативно-правових актів, які стосуються пожежної безпеки на виробничих об'єктах . Відсутність легкозаймистих матеріалів поруч з краном, правильне зберігання і обробка паливо-мастильних матеріалів та забезпечення належного рівня чистоти на робочій площадці є найкращими засобами запобігання загорянню.

Також кран повинен бути обладнаний вогнегасником, який відповідає вимогам пожежної безпеки. Для пожежогасіння підійде порошковий вогнегасник (ВГ) об'ємом 10 літрів згідно з вимогами та нормами експлуатації і наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці №784/14051.

На робочому місці повинен бути розроблений план евакуації та працівники повинні бути навчені процедурам безпеки та евакуації в разі пожежі. Це включає знання виходів, шляхів евакуації та правильного використання засобів індивідуального захисту.

Кран повинен регулярно піддаватись перевірці технічного стану, включаючи пожежну безпеку. Системи пожежного захисту, вогнегасники та інші засоби пожежогасіння повинні піддаватися регулярній перевірці, обслуговуванню та ремонту за потреби.

3.3 Безпека роботи систем під тиском

Безпека роботи систем стрілового крана під тиском є важливим аспектом, що потребує врахування різних факторів та дотримання відповідних нормативних вимог.

Система стрілового крана повинна відповідати вимогам безпеки та нормативним стандартам а також правилам охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання згідно наказу міністерством соціальної політики України а саме закон України ''Про охорону праці''. Вона повинна бути правильно встановлена, монтована та обслуговувана для забезпечення роботи. Перед початком роботи системи стрілового крана під тиском необхідно виконати випробування на міцність та стійкість. Це включає перевірку наявності та ефективності клапанів безпеки, гідравлічних затворів та інших системних компонентів. Система стрілового крана повинна працювати в межах встановлених робочих параметрів.

Надмірний тиск або надмірна температура можуть призвести до аварійних

ситуацій, тому необхідно дотримуватись встановлених обмежень. Регулярний контроль та обслуговування системи стрілового крана під тиском є необхідним для забезпечення безпеки роботи. Це включає перевірку герметичності, наявності пошкоджень, стану клапанів та інших компонентів.

3.4 Охорона праці при навантажувальних та розвантажувальних роботах

Перед початком робіт слід провести розрахунки, що включають визначення коефіцієнта вантажної стійкості (К1) та власної стійкості (К2) крана. Ці коефіцієнти враховують моменти, що виникають від навантаження, вітрових та інших додаткових навантажень, а також нахилу шляху. Значення К1 повинно бути не менше 1,15 або не менше 1,4, якщо не враховуються додаткові навантаження та нахил шляху. Всі вантажні, стрілові, вантові, несучі, тягові стропи-канати та інше обладнання повинні відповідати діючим державним стандартам і мати сертифікати. Це забезпечує використання безпечних та надійних матеріалів для підйому та розвантаження вантажів. Важливо видалити людей з небезпечних зон, забезпечення безпечної дистанції від рухомих частин крана, відключення електроживлення під час огляду та ремонту, використання спеціальних місць для опускання вантажу, уникання підйому вантажу над автомобілями з присутніми людьми.

Вантажні троси повинні регулярно перевірятися згідно вимог державних стандартів та технології відбраковування. Кількість обривів дротів на довжині одного кроку звивки служить критерієм для відбраковування тросів, що знаходяться в роботі.

Гальмо механізм під час підйому вантажу повинен забезпечувати необхідний гальмівний момент з урахуванням коефіцієнта запасу гальмування. Значення цього коефіцієнта повинно знаходитися в межах 1,5-2,5, залежно від режиму роботи механізму підйому. При швидкості вітру більше 12 м/с роботи з підйому та переміщення вантажу повинні бути припинені з метою забезпечення

безпеки.

Завершення робочого дня та вимкнення живильного пристрою: Наприкінці робочого дня чи в перервах на відпочинок вантаж повинен бути опущений на землю, а живильний пристрій вантажопідіймальної машини повинен бути вимкнений

ВИСНОВКИ

У даному дипломному проекті була виконана робота по проектуванню стрілового крана вантажопідйомністю 100 т на спеціальному шасі автомобільного типу. Було висвітлене питання про призначення та область застосуванні крана, розраховані і побудовані висотні і вантажні характеристики, розрахований об'ємний гідропривід, вантажна лебідка, модернізована поворотна рама, стріла і шасі шляхом заміни їх на складальні одиниці власного виготовлення, що відбилося на здешевленні крана. Був зроблений розрахунок стійкості крана.

У розділі технологічна частина були розроблені схеми технологічний налагоджень на виготовлення деталі “стакан” для редуктора проектованого стрілового крана

Також у дипломному проекті були розглянуті питання охорони праці щодо пожежної безпеки та безпеки при навантажувальних та розвантажувальних роботах.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Епіфанов С.П., Поляков В.И. Крани стрілові пневмоколісні і гусеничні. -М.: Вища. школа, 1979. - 168 с.

2. Розрахунки будівельних стрілових кранів: навчальний посібник / М.П. Колісник, А.Ф. Шевченко, С.В. Ракша, В.В. Мелашич. – Дніпропетровськ: Пороги, 2015. – 816.

3. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підіймальних і транспортувальних машин: Підручник /В.С. Бондарєв, О. І. Дубінець, М. П. Колісник та ін. – К.: Вища школа, 2009. – 734 с.

4. Гладков Ю.А., Колісник Н.П. Методика побудови вантажних характеристик стрілових кранів. - Будув, і дор. машини, 1980. - 45 с.

5. Розрахунки кранових механізмів і їхніх деталей / ВНИИПТМАШ. - М.: Машинобудування, 1971. - 496 с.

6. Огляд сучасної вантажопідйомної техніки. Назаренко І.І., Свідерський А.Т., Заліско І.І., Коваленко С.А., Кравчук Ю.І., Шепетько В.А., Кобижський М.Г. - Теорія і практика будівництва №6, 2010.

7. Зайцев Л.В. Полосин М.Д Автомобільні крани. - М., 1982.

8. Дусанюк Ж.П., Сивак І.О., Дусанюк С.В., Репінський С.В. - Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Об’ємне штампування

9. ДНАОП 0.00-1.03-02. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів. - Харків: ФОРТ, 2007. - 391 с.

10. Хмара Л.А., Колісник М.П., Голубченко О.І. Будівельні крани. Конструкції та експлуатація. – К.: Техніка, 2001. – 300 с.

11. Пітельгузов М.А. Засоби захисту від шуму і вібрації в машинобудуванні: Навч. посібник .- Луганськ: вид-во СНУ ім.. В.Даля, 2003.-148с.

12. Русаловський А.В. Правові та організаційні питання охорони праці: Навч. посіб. – К.: Універс. «Україна», 2009. – 295 с.

13. Основи охорони праці: Підручник / За ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського. – К.: Основа, 2006. – 448 с.

14. Екологія автомобільних двигунів внутрішнього згорання. Навчальний посібник/ В.О.Звонов, Л.С.Заіграєв, А.В.Козлов. - Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2004. - 268 с.

15. https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1355168

16. Патент України на корисну модель №134339, МПК B66D5/08. Колодкове гальмо / Бойко Г.О., Носко П.Л., Бойко Т.В., Либа А.О. - Опубл. 10.05.2019, Бюл. № 9.

Додаток А

(Специфікації)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документація		
А1			ПГМ.ПД.23.10.00.00.000.СК	Складальне креслення	1	А1×1,5
			ПГМ.ПД.23.10.00.00.000.ПЗ	Пояснювальна записка		
				Складальні одиниці		
		1	ПГМ.ПД.23.10.01.00.000.СК	Гідроциліндр	1	
		2	ПГМ.ПД.23.10.02.00.000.СК	Стріла телескопічна	1	
		3	ПГМ.ПД.23.10.03.00.000.СК	Підвіска крюкова	1	
		4	ПГМ.ПД.23.10.04.00.000.СК	Виносна опора	1	
		5	ПГМ.ПД.23.10.05.00.000.СК	Кабіна шасі крана	1	
		6	ПГМ.ПД.23.10.06.00.000.СК	Двигун	1	
		7	ПГМ.ПД.23.10.07.00.000.СК	Шасі	1	
		8	ПГМ.ПД.23.10.08.00.000.СК	Противага	1	
		9	ПГМ.ПД.23.10.09.00.000.СК	Подовжувач	1	
		10	ПГМ.ПД.23.10.10.00.000.СК	Поворотна частина крана	1	

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Топольницький		
Пров.		Неженцев		
Н.контр.				
Утв.		Луговський		

ПГМ.ПД.23.10.00.00.000.СП

Кран на спеціальному шасі автомобільного типу в/п 100т

Лит.	Лист	Листов
П | Д		1

КПІ ім. І.Сікорського каф. ПГМ

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документація		
A1			ПГМ.ПД.23.10.12.00.000.СК	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
		1	ПГМ.ПД.23.10.12.01.000.СК	Кран	1	
		2	ПГМ.ПД.23.10.12.02.000.СК	Стріла	1	
		3	ПГМ.ПД.23.10.12.03.000.СК	Гусачок	1	
		4	ПГМ.ПД.23.10.12.04.000.СК	Укосина	1	
		5	ПГМ.ПД.23.10.12.05.000.СК	Тяга	1	
		6	ПГМ.ПД.23.10.12.06.000.СК	Гакова підвіска	1	
				Матеріали		
		7		Вантажний канат		
				Канат 31-Г-В-О-Н		
				1770 (180) ГОСТ 7569 – 80		
				l=200-2 м	2	

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПГМ.ПД.23.10.12.00.000.СП		
Разраб.		Топольницький			Башено-стрілове обладнання	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Неженцев				П Д		1
Н.контр.						КПІ ім. І.Сікорського каф. ПГМ		
Утв.		Луговський						

Копировал Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документація		
			ПГМ.ПД.23.10.02.00.000.СК	Складальне креслення	1	А1×2
				Складальны одиниці		
		1	ПГМ.ПД.23.10.02.01.000.СК	Блок	2	
		2	ПГМ.ПД.23.10.02.02.000.СК	Секція стріли	1	
		3	ПГМ.ПД.23.10.02.03.000.СК	Секція стріли	1	
		4	ПГМ.ПД.23.10.02.04.000.СК	Секція стріли	1	
		5	ПГМ.ПД.23.10.02.05.000.СК	Гідроциліндр	1	
		6	ПГМ.ПД.23.10.02.06.000.СК	Гідроциліндр	1	
		7	ПГМ.ПД.23.10.02.07.000.СК	Вісь	2	
		8	ПГМ.ПД.23.10.02.08.000.СК	Блок отводной	1	
		9	ПГМ.ПД.23.10.02.09.000.СК	П'ята стріли	1	
		10	ПГМ.ПД.23.10.02.10.000.СК	Барабан	1	
		11	ПГМ.ПД.23.10.02.11.000.СК	Проушина	2	
		12	ПГМ.ПД.23.10.02.12.000.СК	Вушко	2	
		13	ПГМ.ПД.23.10.02.13.000.СК	Повзун	2	
		14	ПГМ.ПД.23.10.02.14.000.СК	Гідросистема стріли	1	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Топольницький		
Пров.		Неженцев		
Н.контр.				
Утв.		Луговський		

ПГМ.ПД.23.10.02.00.000.СП

Стріла телескопічна

Лит.	Лист	Листов
П Д	1	1

КПІ ім. І.Сікорського каф. ПГМ

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документація		
A1			ПГМ.ПД.23.10.11.00.000.СК	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
		1	ПГМ.ПД.23.10.11.01.000.СК	Рама неповоротна	1	
		2	ПГМ.ПД.23.10.11.02.000.СК	Стійка	1	
		3	ПГМ.ПД.23.10.11.03.000.СК	Кронштейн	1	
		4	ПГМ.ПД.23.10.11.04.000.СК	Редуктор	1	
		5	ПГМ.ПД.23.10.11.05.000.СК	Гідропровід	1	
		6	ПГМ.ПД.23.10.11.06.000.СК	Опорно-поворотне коло	1	
				Деталі		
		7	ПГМ.ПД.23.10.11.00.007	Трубка	1	
		8	ПГМ.ПД.23.10.11.00.008	Коліно	1	
		9	ПГМ.ПД.23.10.11.00.009	Трубка	1	
		10	ПГМ.ПД.23.10.11.00.010	Гайка М20х2	4	
		11	ПГМ.ПД.23.10.11.00.011	Клапан	1	
		12	ПГМ.ПД.23.10.11.00.012	Бігункова шестерня	1	
				Інші вироби		
		13		Гідромотор	1	
		14		Гальмо	2	

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПГМ.ПД.23.10.11.00.000.СП		
Разраб.		Топольницький			Механізм повороту	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Неженцев				П Д		1
Н.контр.						КПІ ім. І.Сікорського каф. ПГМ		
Утв.		Луговський						

Копировал Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документація		
A1			ПГМ.ПД.23.10.10.00.000.СК	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
		1	ПГМ.ПД.23.10.10.01.000.	Продольна балка(l=3100)	1	
		2	ПГМ.ПД.23.10.10.02.000.	Продольна балка(l=2500)	1	
		3	ПГМ.ПД.23.10.10.03.000.	Стойка	2	
		4	ПГМ.ПД.23.10.10.04.000.	Поперечна балка	1	
		5	ПГМ.ПД.23.10.10.05.000.	Основа кабіни	1	
		6	ПГМ.ПД.23.10.10.06.000.	Правий пол	1	
		7	ПГМ.ПД.23.10.10.07.000.	Середній пол	1	
		8	ПГМ.ПД.23.10.10.08.000.	Лівий пол	1	
		9	ПГМ.ПД.23.10.10.09.000.	Кронштейн		
		10	ПГМ.ПД.23.10.10.10.000.	Ухо	3	
		11	ПГМ.ПД.23.10.10.11.000.	Опорно-поворотне коло	1	
		12	ПГМ.ПД.23.10.10.12.000.	Ребра	4	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПГМ.ПД.23.10.10.00.000.СП			
Разраб.		Топольницький			Поворотна платформа	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Неженцев				П Д		1
						КПІ ім. І.Сікорського каф. ПГМ		
Н.контр.								
Утв.		Луговський						

Копировал

Формат А4