

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет
Факультет транспорту та механічної інженерії
Кафедра галузевого машинобудування

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

**МЕХАНІЗАЦІЯ ВАНТАЖНО-
РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ РОБІТ З
КОНСТРУКТОРСЬКОЮ РОЗРОБКОЮ
КОЗЛОВОГО КОНТЕЙНЕРНОГО КРАНА**

спеціальність 133 Галузеве машинобудування

освітня програма Галузеве машинобудування

Виконав: здобувач вищої освіти
Групи М-41

Сак Станіслав Ярославович

(підпис)

Керівник:

К.т.н., доцент

Мартинюк Віктор Леонідович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 20__ р.
К.т.н., доцент
Гарант освітньої програми:
Пуць Віталій Степанович

(підпис)

Луцьк – 2024 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет *транспорту та механічної інженерії*

Кафедра *галузевого машинобудування*

Ступінь вищої освіти: *бакалавр*

Галузь знань: *13 Механічна інж енерія*

Спеціальність: *133 Галузеве машинобудування*

Освітня програма: *«Галузеве машинобудування»*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *В. Пуць*

«___» _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Саку Станіславу Ярославовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи *«Механізація вантажно-розвантажувальних робіт з конструкторською розробкою козлового контейнерного крана»*

Керівник роботи: *к.т.н, доцент Мартинюк Віктор Леонідович*

затверджені наказом закладу вищої освіти від «30» грудня 2023 р. № 481/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «04» червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи *Технічна документація. Патентні матеріали. Технічні умови.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити):

Вступ. 1 Оглядова частина. Опис об'єкту. Типові схеми комплексної механізації вантажно-розвантажувальних робіт. Конструкції козлових кранів. Контейнерні крани (контейнерні перевантажувачі). Патентний аналіз. 2 Проектна частина. Опис конструкції. Розрахунок механізму підйому. Розрахунок механізму пересування перевантажувача. Розрахунок механізму пересування возика перевантажувача. 3. Технологічна частина. Технічний опис козлового контейнерного крана для перевантажування. Розробка технології виконання перевантажувальних робіт. Рекомендації з безпечної експлуатації. Висновки. Перелік джерел посилання. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу:

1. Загальний вид крану – 1 лист ф. А1

2. Механізм підйому – 1 лист ф. А1

3. Механізм пересування крану – 1 лист ф. А1

4. Механізму пересування возика – 1 лист ф. А1

5. Металоконструкція крана – 1 лист ф. А1

6. Конструкція стояка гідромотора – 1 лист ф. А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Мартинюк В.Л., к.т.н., доцент		
Розділ 2	Мартинюк В.Л., к.т.н., доцент		
Розділ 3	Мартинюк В.Л., к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання «30» грудня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Обґрунтування теми. Вступ.</i>	<i>29.01.2024 р.</i>	
2.	<i>1 Оглядова частина</i>	<i>27.02.2024 р.</i>	
3.	<i>2 Проектна частина</i>	<i>10.05.2024 р.</i>	
4.	<i>3 Технологічна частина</i>	<i>24.05.2024 р.</i>	
5.	<i>Формування списку використаних джерел</i>	<i>28.05.2024 р.</i>	
6.	<i>Оформлення пояснювальної записки та графічної частини та додатків</i>	<i>04.06.2024 р.</i>	
7.	<i>Нормоконтроль</i>	<i>04.06.2024 р.</i>	
8.	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	<i>04.06.2024 р.</i>	
9.	<i>Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту</i>	<i>14.06.2024 р.</i>	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

(Сак С.Я.)

(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

(Мартинюк В.Л.)

(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Сак С.Я. Механізація вантажно-розвантажувальних робіт з конструкторською розробкою козлового контейнерного крана. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Галузеве машинобудування» спеціальності 133 Галузеве машинобудування. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2024.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання, додатків.

У роботі удосконалено контейнерний козловий кран.

Ключові слова: КРАН, КОНТЕЙНЕР, НАВАНТАЖУВАЧ, СКЛАД, МЕХАНІЗМ.

ANNOTATION

Sak S.Ia. Mechanization of loading and unloading operations with design development of a gantry container crane. Manuscript.

Qualification work of the bachelor's degree program «Industrial Machinery Engineerig» in the specialty 0715 Mechanics and Metal Trades. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2024.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, three chapters, conclusions and recommendations, a list of references and appendices.

The container gantry crane has been improved in the work.

Keywords: CRANE, CONTAINER, LOADER, WAREHOUSE, MECHANISM.

					<i>КРБ 0021.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	<i>Сак</i>				<i>Механізація вантажно-розвантажувальних робіт з конструкторською розробкою козлового контейнерного крана</i>	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірив</i>	<i>Мартинюк</i>						<i>3</i>	<i>62</i>
<i>Н. Контр.</i>	<i>Мартинюк</i>					<i>ЛНТУ, ФТМІ, гр. Мс-21</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Пуць</i>							

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	3
ЗМІСТ	4
ВСТУП	5
1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА.....	7
1.1 Опис об'єкту	7
1.2 Типові схеми комплексної механізації вантажно-розвантажувальних робіт	9
1.3 Конструкції козлових кранів	11
1.4 Контейнерні крани (контейнерні перевантажувачі)	19
1.5 Патентний аналіз	21
2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	25
2.1 Опис конструкції	25
2.2. Розрахунок механізму підйому	26
2.3 Розрахунок механізму пересування перевантажувача	34
2.4 Розрахунок механізму пересування возика перевантажувача	41
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	48
3.1 Технічний опис козлового контейнерного крана для перевантажування	48
3.2 Розробка технології виконання перевантажувальних робіт	49
3.3 Рекомендації з безпечної експлуатації	53
ВИСНОВКИ	59
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	61

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

Механізація навантажувально-розвантажувальних робіт - використання машин та механізмів для завантаження вантажів на залізниці, та автомобільний рухомий склад, вивантаження з нього, перевантаження з одного виду транспорту на інший та переміщення вантажів усередині складських приміщень, на території вантажних районів, під'їзних коліях промислових підприємств тощо.

Основною метою механізації трудомістких та важких вантажно-розвантажувальних робіт є полегшення праці зайнятих з їхньої виконанні людей.

На залізничному транспорті під час переробки вантажів, що є одним з основних виробництв, етапів, що визначають якість та рівень роботи залізниць, механізація поряд із підвищенням продуктивності купа — важливий засіб скорочення часу простою рухомого складу, покращення збереження вантажів та вагонів.

Для здійснення механізації вантажно-розвантажувальних робіт застосовують різні підйомно-транспортні вантажно-розвантажувальні машини та обладнання, залежно від повноти використання яких у виконанні конкретних операцій розрізняють механізованим, комплексно-механізованим та автоматизованим вантажопереробку. До механізованої вантажопереробки відносять роботи, при виконанні яких тільки основні операції проводяться машинами (наприклад, захоплення та переміщення вантажу з вагона в кузов автомобіля вантажопідйомним краном), а допоміжні операції - застропка вантажу, його напрямок, відстропування, відтяжка при укладанні в штабель і т.д. п. здійснюються вручну.

В кваліфікаційній бакалаврській роботі розглянута комплексна механізація вантажно-розвантажувальних робіт на контейнерному складі з конструкторською розробкою козлового контейнерного крана, вантажопідйомністю 40 тон, який призначений для вертикального переміщення

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

контейнерів та їхнього транспортування в поздовжньому та поперечному напрямках.

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА

1.1 Опис об'єкту

Козловий кран – це вантажопідйомна машина, призначена для виконання вантажно-розвантажувальних робіт, що використовується на відкритих майданчиках промислових підприємств, вантажних дворів, полігонів з виробництва залізобетонних виробів та контейнерних майданчиках залізничних станцій [1].

Найбільш поширені козлові крани з двостойковими опорами. Одна з опор може бути жорстко з'єднана з мостом (жорстка або просторова опора), інша шарнірно (гнучка або плоска опора). У козлових кранів з прольотом (відстанню між осями кранових рейок) менше 25 м обидві опори виконують жорсткими. Рейковий шлях кожної з опор важкого крана (вантажопідйомністю 1000 т і більше) може складатися з двох і більше рейок. Ходові візки мають у цьому випадку просторову балансиру підвіску. У деяких випадках рейки укладають на різних рівнях за різної висоти опор. Кран називають напівкозловим, якщо міст однією стороною спирається на підкранову колію, а іншою — на опорні стійки. Вантажний візок переміщається мостом крана. Механізм пересування візка, як і механізм підйому, може бути встановлений на візку (автономний вантажний візок) або на металевій конструкції мосту. Нерідко механізм підйому встановлено на металокопункції, а візок лише забезпечений механізмом пересування. Козловий кран має металеву конструкцію, механізми підйому вантажу, пересування візка та пересування крана. Грейферні крани обладнані спеціальною грейферною лебідкою та за наявності механізму підйому мають механізм замикавання грейфера. Якщо є необхідність орієнтації вантажу, то візок постачають поворотною частиною, як візок металургійних кранів. Для зменшення розгойдування вантажу може бути використаний жорсткий підвіс вантажозахоплювального пристрою [1].

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1.2 Типові схеми комплексної механізації вантажно-розвантажувальних робіт

Схемою механізації вантажно-розвантажувальних робіт і складських операцій називається комплекс машин, пристроїв та обладнання, що забезпечує переробку вантажу за певним технологічним процесом. Для піску та середньо тонажних контейнерів вибираємо найбільш ефективну схему комплексної механізації ПРР з урахуванням заданих обсягів роботи вантажного пункту.

Рухомий склад забезпечується вантажем до перевезення, переважно на різних складах. Залежно від обсягу перевезень склади для тарно-штучних вантажів будують переважно криті одноповерхові, одно- та багатопрогонові. Вантажі, які не бояться температурних коливань та вітру, але потребують захисту від атмосферних опадів, зберігаються на критих майданчиках.

Контейнеризація – один із елементів технічного процесу в організації перевезень, складування та зберігання вантажів. Ефективність контейнерів та сфери їх найбільш економічного використання залежить від обсягу перевезень, розмірів окремих відправлень вантажу, структури вантажопотоків та виду вантажу, дальності перевезень, перевізних засобів та ін.

На залізницях контейнерні пункти розміщують на вантажних дворах станцій, що обслуговують адміністративні та промислові центри та підприємства, а також на опорних станціях. Контейнерні пункти на великих промислових підприємствах і базах розміщують, зазвичай, безпосередньо біля підприємства чи бази у місцях підходу транспортних комунікацій.

Контейнерні пункти, що виконують операції з перевантаження самих контейнерів, є відкритими майданчиками. Залізничні колії та автопід'їзди повинні бути розташовані так, щоб вони забезпечували найменші переміщення контейнерів. Більш стійким до експлуатації для контейнерних майданчиків є асфальтобетонне покриття. З боків майданчиків влаштовують дренажні канали для відведення дощових та талих вод. Майданчику надається ухил від середини до країв: при асфальтобетонному покритті – 0,02. Поздовжній ухил майданчика

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

допускається не менше 0,004 і не більше 0,06. Кювети роблять із поздовжнім ухилом 0,001 і включають у загальну мережу водовідведення.

Для перевантаження контейнерів застосовують козлові, мостові, стрілові крани, автотранспортувачі, контейнеровози та контейнеровози-штабелери.

Для роботи з середотоннажними контейнерами рекомендується використовувати козлові крани (К-05; К-09; ККДК-10; КК-6; КК-5М) оснащені автоматичними вантажозахоплювальними пристроями. Схема механізованого навантаження середотоннажних контейнерів з використанням козлового крана наведена на рис. 1.2.

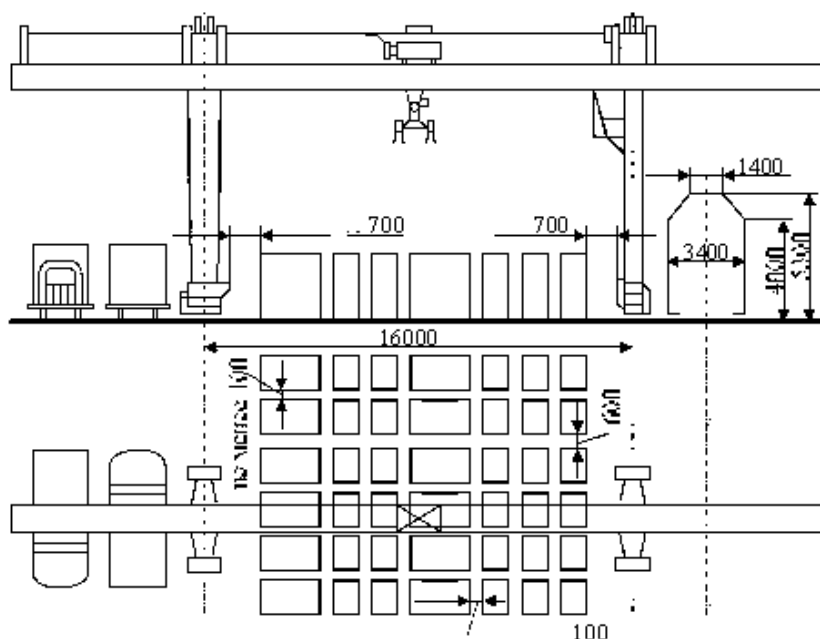


Рисунок 1.2 Схема механізованого перевантаження середньотоннажних контейнерів з використанням двоконсольного козлового крана

Основні параметри козлового крана для навантаження середньотоннажних контейнерів, тип КК - 6.

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Таблиця 1.1. Параметри крана

Вантажопідйомність на захваті, т	6,0
Проліт крана, м	16
Робочий виліт консолей, м	4,5
Висота підйому від рівня головки рейки, м	9
Швидкість, м/хв	
підйому	20
пересування візка	50
пересування крана	100
Встановлена потужність електродвигунів, кВт	51,4
Маса крана, т	32,5

1.3 Конструкції козлових кранів

Козлові крани найчастіше використовуються на відкритому повітрі для обслуговування великих виробничих або складських майданчиків, хоча, звичайно, їх використовують іноді і в закритих приміщеннях, де використання традиційних підвісних або опорних мостових кранів чомусь неможливо. Це пов'язано з конструктивною особливістю – адже колеса козлового крана переміщуються рейками, що прокладаються по забетонованій поверхні.

Варто уточнити, що наявність рейок не є обов'язковою для легких козлових кранів – [<https://kzpto.com.ua/kranu-kozlovye-legkie/>], розрахованих на роботу з вантажами до 16 тонн і здатних переміщатися по всій території підприємства - скрізь, де є рівна тверда поверхня. Ще один варіант - напівкозловий кран, один кінець мосту якого спирається на опору з одним або двома колесами внизу, що переміщається по рейці, прокладеній внизу, а другий кінець моста обладнаний ходовим візком і переміщається по підкрановій колії,

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

прикріпленій до верхньої частини стіни будівлі або іншої капітальної конструкції (аналогічно як у класичного підвісного мостового крана).

Як і будь-які інші крани мостового типу, козлові крани можуть бути ручними та електричними (тобто приводиться в дію за допомогою механічних приводів або електромоторів), комплектуватися різними вантажопідйомними пристроями бажаної вантажопідйомності (ручними або електричними талями), а також необхідними додатковими засобами безпеки (обмежувачами вантажопідйомності, кінцевими вимикачами пересування тощо).

Таким чином, завдяки різноманітності можливих конструкцій та комплектації, козлові крани можна використовувати практично у всіх технологічних процесах, за будь-яких погодних умов. Їх широко використовують на промислових підприємствах, транспортних вузлах, великих будівельних майданчиках. Правильний вибір козлового крана дозволяє забезпечувати швидке та ефективно завантаження та розвантаження транспортних засобів, а також переміщення продукції, заготовок та сировини.

Переваги козлових кранів:

комплектація основними компонентами, виготовленими провідними європейськими компаніями;

підвищена надійність та довговічність;

простота монтажу та демонтажу – за потреби кран можна легко розібрати, перевезти та змонтувати на новому місці;

зручність обслуговування;

низькі експлуатаційні витрати;

однакові показники вантажопідйомності протягом усієї довжини прольоту; тривалий гарантійний термін;

можливість післягарантійного сервісного обслуговування протягом усього терміну експлуатації.

Нижче наведемо деякі моделі козлових кранів.

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12



Рисунок 1.3 Мобільний козловий кран



Рисунок 1.4 Напівкозловий кран

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Конструкція крана козлового складається з моста, у якого може бути одна або дві консолі, і двох опор [1]. Міст зазвичай виконують у вигляді однієї або двох балок звареної конструкції, але можуть бути ферми. Великий діапазон розмірів прольоту, висоти підйому та вантажопідйомності забезпечується вказаними конструкціями.

Зокрема, зазначені параметри можуть становити:

вантажопідйомність від 3 до 50 т;

величина прольоту від 10 до 62 м;

висота підйому від 7,4 до 30 м-коду.

Для підвищення несучої здатності ригеля використовують попередню напругу, що створюється контрвантажом через вантові (тросові) розтяжки. Це дозволяє збільшити вантажопідйомність до 2-х разів або суттєво збільшити проліт.

Одним із основних елементів козлового крана є електропривід механізмів, від нього залежать продуктивність та надійність роботи. Можливість роботи з різними швидкостями підйому та пересування, швидке та плавне їх регулювання створює не тільки зручність у роботі, а й підвищує якість переміщення вантажів. Все це дає використання сучасного частотного перетворювача, в якому плавно регулюється частота потужного струму, що живить електродвигуни. Саме такої концепції дійшли розробники у всьому світі і назвали його частотним приводом.

Розглянемо механізм пересування найпоширеніших козлових кранів.

Як правило, чотири опори крана спираються на рейки чотирма, сімома, дванадцятьма, а важкі - 32 колесами. За наявності восьми або більшої кількості коліс їх поділяють на чотири групи, кожна з яких складається з декількох коліс, об'єднаних в балансові ходові (важільні) візки. Це роблять для того, щоб рівномірно розподілити навантаження від крана на всі колеса.

При жорсткому кріпленні (рис. 1.5 а) ходових коліс 2 за рахунок допустимих поздовжніх і поперечних ухилів шляхів і неоднакової жорсткості підстави кранового шляху і самих рейок може відбутися перевантаження

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

окремих коліс. При об'єднанні коліс у балансирні візки (рис. 1.5,б,в) навантаження сприймається всіма колесами 2. Для рівномірного розподілу цього навантаження співвідношення плечей важелів-балансирів 3 вибирають для двоколісного візка 1:2, для триколісного 1:3 і т.п.

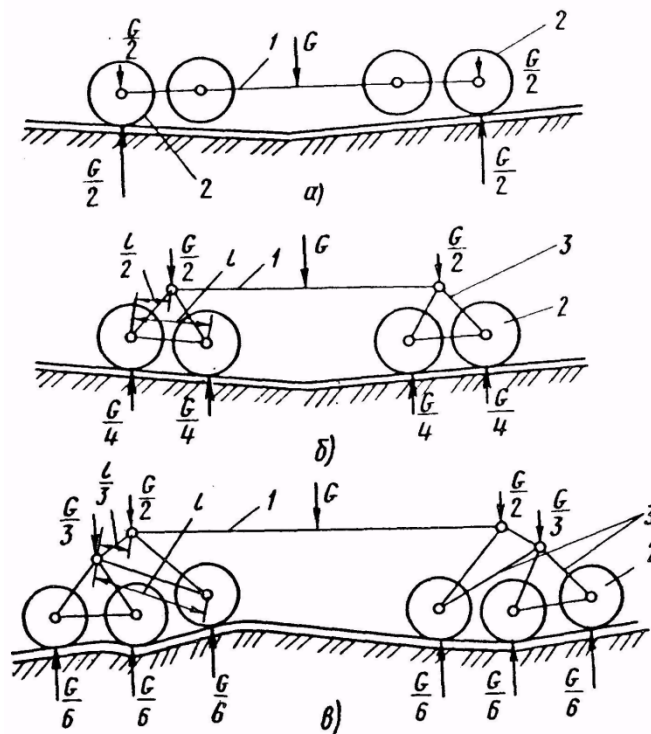


Рисунок 1.5 Схеми механізмів пересування рейкових кранів при способі кріплення коліс: а - жорсткому, б, в - балансирному; 1 - ходова рама, 2 - ходові колеса, 3 - балансири; G - навантаження від маси крана на ходову частину, l - відстань між осями коліс

Розташування приводних (ведучих) ходових коліс і візків буває двостороннім — на різних рейках і одностороннім — на одній рейці. При розташуванні провідних коліс на різних рейках кран рухається рівно, без перекосів. Однак при русі по коліях із закругленням ходові колеса, що рухаються по внутрішній рейці, пробуксовують і зношуються, тому частіше влаштовують привід на колеса, розташовані на одній рейці (односторонній).

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

При установці крана з одностороннім приводом на шляху, де є ділянка із закругленням, провідні колеса або візки розташовують на зовнішньому відносно центру закруглення колії. Це дозволяє знизити швидкість і потужність механізму пересування при проході кривими, підвищити плавність руху крана і зменшити знос реборд.

Невеликі крани, що спираються на рейки лише чотирма ходовими колесами (без візків), зазвичай мають привід на два колеса від одного механізму пересування. При більшій кількості коліс, коли їх доводиться об'єднувати в візки, привід зручніше розташовувати безпосередньо на візку. Таку візок називають ведучою, а без приводу - веденою. Зазвичай кран комплектують двома ведучими та двома відомими візками.

Механізм пересування козлових кранів мають плоску раму або П-подібний портал, виконаний у вигляді двох ведених і двох ведучих (рис. 1.6, а, б) ходових візків. Електродвигун 1 передає крутний момент через муфту на провідний вал двоступінчастого циліндричного зубчастого редуктора 3. На вихідному валу редуктора сидить шестерня 4, що знаходиться в зачепленні з зубчастим вінцем 9 одного з ходових коліс 5. шестірню 8. Всі передачі виконані на підшипниках кочення, що знижує знос передач, спрощує експлуатацію та зменшує втрати на тертя.

На торцях рами візки розміщені рейкові відкидні захоплення 11, що служать як протиугінний пристрій при дії вітрових навантажень на кран в неробочому стані. Захоплення являють собою пару губок, що вільно висять на поперечній горизонтальній осі. При штормовому попередженні або після закінчення зміни губки опускають донизу і за допомогою рукоятки та стяжного гвинта притягують один до одного. При цьому нижні кінці губок, що мають пази, міцно стискають головку рейки, перешкоджаючи викраденню крана вітром. Для роботи крана губки розводять убік і переводять у верхнє положення, спираючи їх гвинт на виїмки в щоках торця візка.

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

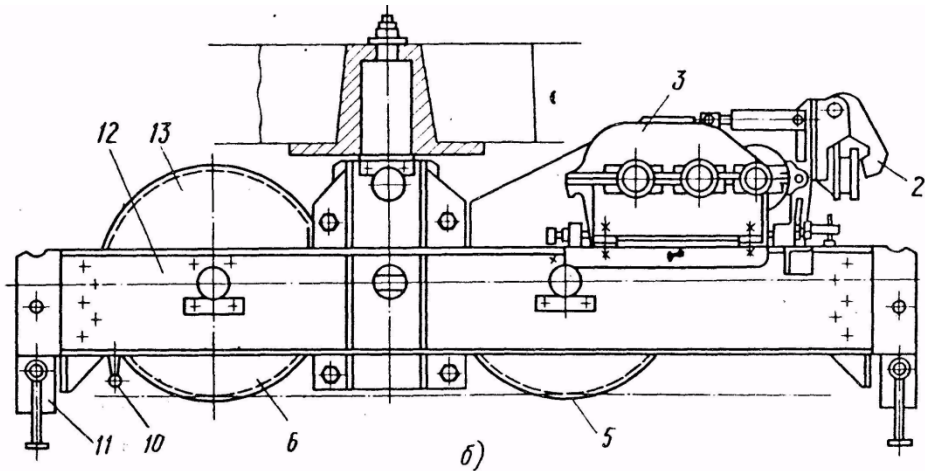
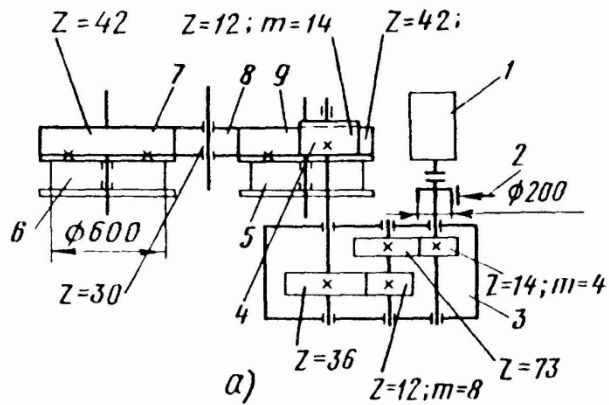


Рисунок 1.6 Ведучий ходовий візок (а. б) 1 - електродвигун, 2 - гальмо, 3 - редуктор, 4. 8 -шестерні, 5,6 колеса, 7. 9 - зубчасті вінці коліс. 10-кінцевий вимикач, 11 - рейкове відкидне захоплення, 12 - рама, 13 - кожух колеса

На одному з візків крана закріплений кінцевий вимикач 10 обмежувача пересування. При наїзді на колійну лінійку важіль вимикача повертається і розмикає ланцюг живлення приводу візка.

Недолік візка полягає в тому. що двигун і редуктор кріпляться до рами візка кожен самостійно і тому при роботі розбовтується кріплення редуктора, порушується центрування сполучної муфти, погіршується зачеплення провідної шестерні з вінцем колеса і т.п.

Механізми пересування деяких кранів мають моноблочну конструкцію з триопорним кріпленням, що самовстановлюється (рис. 1.7, а). Двома опорами 1 і 2 є підшипники вихідного валу редуктора (проміжного валу візка), причому

підшипник 2 зафіксований в осьовому напрямку. Третьою опорою 3 служить вушко 4 редуктора. Ця опора сприймає крутний момент і утримує механізм від провертання навколо вихідного валу 7. При неточності складання вала 7 і редуктора 6 можливі похитування редуктора компенсуються опорою 3, що дає два ступені свободи. Моноблок приводу (рис. 1.7, б) складається з фланцевого електродвигуна 5, глобоїдного редуктора 6 і гальма, змонтованих в єдиний агрегат ПК-5 (МТРГУ, ТКЧГ-125).

Однак трудомісткість виготовлення вбудованих механізмів змусила в кранах нових випусків відмовитися від їх застосування.

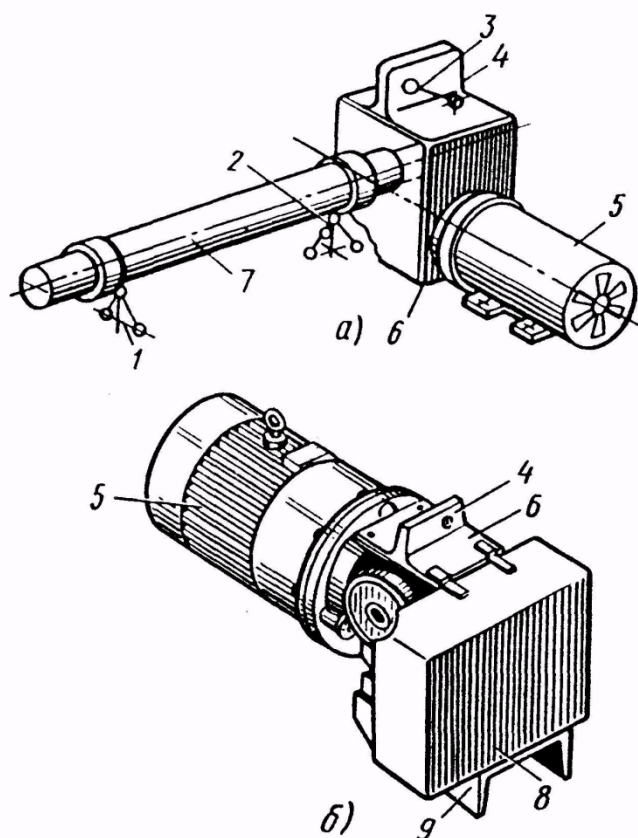


Рисунок 1.7 Привод механізму пересування крана:

а - триопорне кріплення, б - моноблок приводу: 1 ... 3 - опори, 4 - вуха редуктора, 5 - електродвигун, б - редуктор, 7 - вал, 8 - кожух гальма, 9 - рама кріплення гальма

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

1.4 Контейнерні крани (контейнерні перевантажувачі)

Контейнерний кран — це великий термінальний козловий кран, який також називають портовим козловим краном або краном «судно-берег», який використовується для завантаження і розвантаження контейнерів з корабля на берег або перевалки з суші на корабель.

Контейнерні крани складаються з несучої рами, яка може переміщатися залізничними коліями по всій довжині терміналу або станції. Замість гачків вони оснащені спеціальним пристроєм для переміщення, що називається розкидувачем. Розкидач можна розмістити зверху контейнера і зафіксувати в чотирьох точках фіксації контейнера за допомогою поворотного замикаючого пристрою. Виготовляють контейнерні козлові крани з різними характеристиками та різною вантажопідйомністю відповідно до потреб клієнта.

Існує два поширені типи козлових кранів для обробки контейнерів: один - піднятий, стріла шарнірно прикріплена до кромки води конструкції крана і піднімається в повітря, щоб звільнити шлях корабля.

У той час як інший тип є малоповерховим, стріла переміщається над кораблем, дозволяючи візку завантажувати та розвантажувати контейнери.

Низькопрофільні крани використовуються там, де вони можуть бути на траєкторії польоту літаків, наприклад, на контейнерних терміналах біля аеропортів. Тип крана, обраний у процесі проектування контейнерного терміналу, визначається судном, що проектується, і місцевими умовами.

					<i>КРБ 0021.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		19

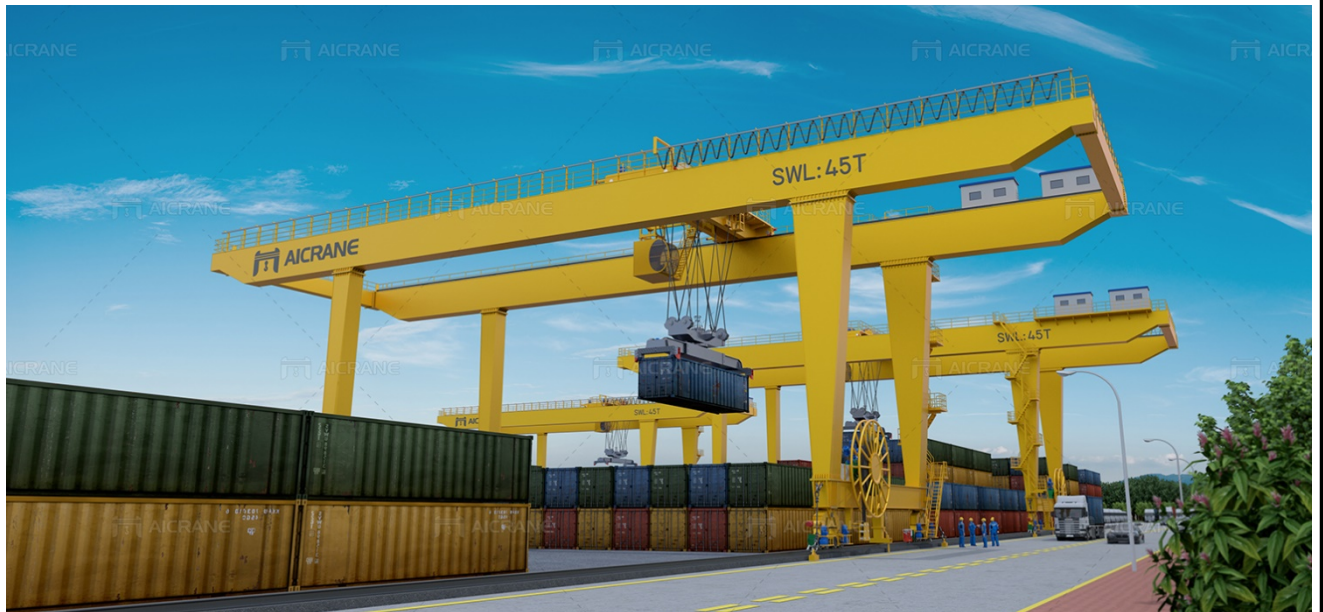


Рисунок 1.8 Козловий контейнерний кран Aicrane

Крани RMG працюють на залізничних коліях, забезпечуючи стабільність та ефективність операцій з перевантаження контейнерів. Ці крани можуть перекривати декілька залізничних колій, що робить їх придатними для терміналів з високою пропускнуою здатністю контейнерів. Їхня вантажопідйомність варіюється від середніх до важких вантажів.



Рисунок 1.8 Контейнерні крани RMG

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

1.5 Патентний аналіз

Автори [2] запропонували конструкцію крана великої вантажності. Авторами була вирішена задача підвищення його надійності та довговічності роботи. Кран (рис. 1.9) містить однобалковий міст 1, опори 2, портал 3, підкоси 4, які з'єднано з консолями моста. Кожен підкос 4 має натяжне устаткування і виконується з двох частин.

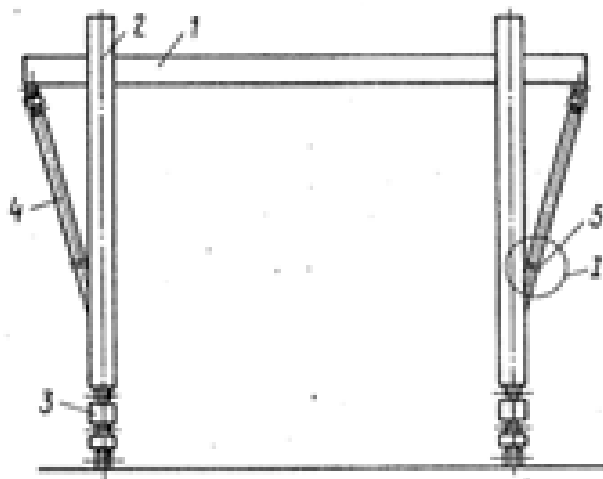


Рисунок 1.9 Кран згідно [2]

У [3] авторами подано конструкцію козлового крану в якому запропоновано стійки для забезпечення їхньої нерухомості додатково закріплювати важелями на поверхні мосту (рис. 1.10).

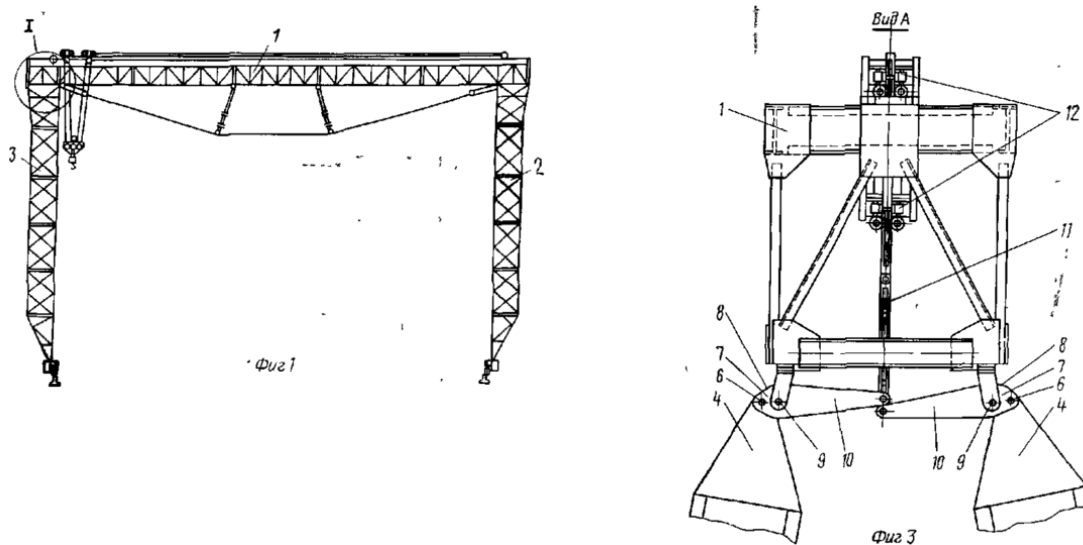


Рисунок 1.10 Кран згідно [3]

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

На рис. 1.10 маємо наступні елементи: 1 - міст, 2,3- опори; 4 – стійки; 5, 6 – шарніри; 7 – плече; 8 – важелі двоплечі; 9 – шарніри; 10 – плечі важелів; 11 – тягі; 12 – механізм захоплення.

За рахунок введення двоплечих важелів зміцнюється конструкція.

В основу даного винаходу, запропонованого Фроловим О. В., Беляковим Ю. І. та іншими [3] поставлена задача, вирішення якої забезпечує безрейкове дискретне переміщення монтажного пристрою, що приводить до підвищення надійності роботи козлового крану.

Вказаний технічний результат, за допомогою якого вирішується поставлена задача, досягається тим, що козловий самомонтуємий кран має пролітну споруду, з'єднану з двостоечними опорами, встановленими на ходових візках, обійми стяжного поліспасти, відповідно даного винаходу, ходові візки обладнані гідравлічним кроковим рушійним пристроєм, розташованим на горизонтальній вісі, що проходить між пневматичними колесами, які спираються на опорний башмак, встановлений з можливістю зворотньо-поступального руху і за допомогою підвісних тяг, роликів, тягового гідроциліндра з'єднані з балансірною рейкою, на кінцях якої розташовані опорні гідроциліндри, і вісь качання балансірної рейки співпадає з горизонтальною віссю пневматичних коліс, а одна двостоечна опора жорстко прикріплена до пролітної споруди, друга - з'єднана шарнірно з пролітною спорудою. Використання ходових візків з автомобільними пневматичними колесами і обладнання їх гідравлічним кроковим рушійним пристроєм, забезпечує переміщення крану в необхідному зворотньо-поступальному напрямку, а також забезпечує необхідну вантажопідйомність крану з урахуванням власної мети металоконструкції козлового крану, що дозволяє виключити застосування рейкових підкранових шляхів і металомістких ходових візків з електроприводом до них.

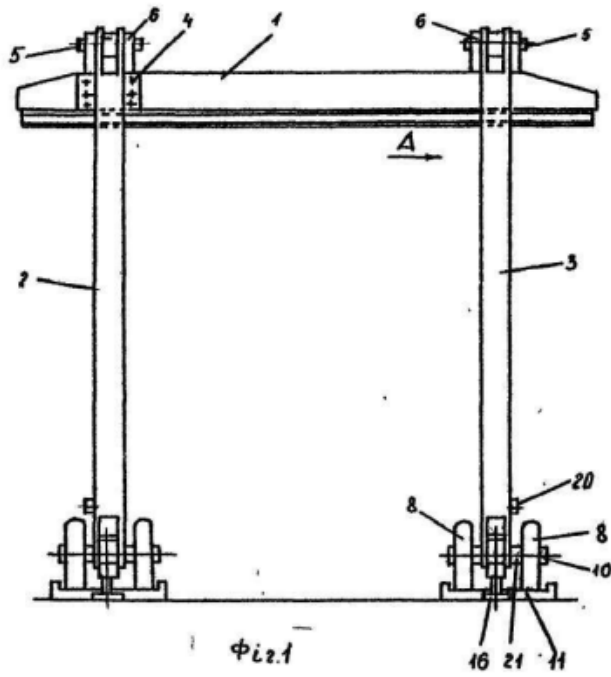
Ведені ходові візки з автомобільними колесами використовуються також при транспортуванні демонтованого козлового крану. При переміщенні

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

козлового крану по безгрунтовому шляху для виключення крутячих моментів, які викликають перекіс пролітної споруди, одна із двостойкових опор жорстко закріплена до пролітної споруди, а друга встановлена шарнірно з зазорами d до пролітної споруди з можливістю повороту на деякий кут навколо поздовжньої вісі шарнірного сполучення, розташованого над пролітною спорудою (рис. 1.11).

Козловий самомонтуєчий кран включає: пролітну споруду 1, що утримується двостойковими опорами 2 і 3. Опора 2 жорстко закріплена до пролітної споруди 1, кріпильними елементами 4, а опора 3, встановлена з зазорами d з можливістю повороту навколо поздовжньої осі 5 шарнірного сполучення 6, розташованого над пролітною спорудою. Опори 2 і 3 встановлені на два ведучі і два ведені одноосьові ходові візки 7 з автомобільними пневматичними колесами 8, а ведучі ходові візки 7 обладнані ще гідравлічним кроковим рушійним пристроєм 9, (гідравлічним механізмом переміщення) встановленим на горизонтальній осі 10, яка проходить між пневматичними колесами 8, що спираються на опорний башмак 11, який за допомогою підвісних тяг 12 і роликів 13 сполучений з двотавровою балансірною рейкою 14. Тяговий циліндр 15 шарнірно з'єднаний з опорним башмаком 11 балансірною рейкою 14, на кінцях останньої встановлені опорні гідроциліндри 16. Між ведучими і веденими ходовими візками 7 на двостойкових опорах 2,3 встановлені обидві стяжного поліспасти 17. Для зупинки ведених ходових візків 7 на період монтажу крану на ґрунтовій поверхні встановлені якірні упори 18, а для фіксації пролітної споруди 1 - шпальні клітки 19. В зібраному вигляді двостойкові опори 2 і 3 сполучені постійними стяжками 20. Вісь качання 21 балансірної рейки 14 співпадає з горизонтальною віссю пневматичних коліс 8.

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Фіз.1

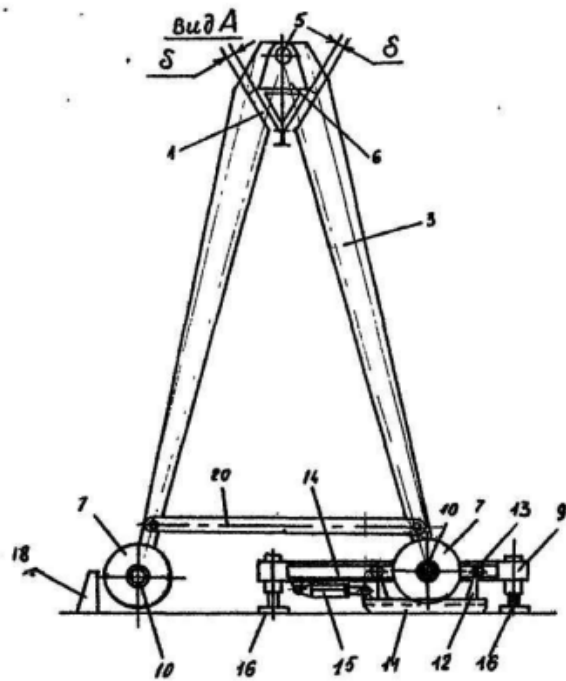


Рисунок 1.11 Кран згідно [3]

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

2. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

2.1 Опис конструкції

Контейнерний перевантажувач використовуються для обслуговування великих перевантажувальних пунктів - морських портів, контейнерних терміналів, залізничних станцій. Вантажозахоплюючим органом контейнерного перевантажувача є спеціальне захоплення (спредер) з автоматичними зачепами під фітинги та рим-вузли контейнерів.

Козловий перевантажувач складається з наступних частин:

- металевої конструкції;
- основних механізмів;
- допоміжного обладнання;
- електроустаткування;
- гідрообладнання.

Металева конструкція являє собою міст (прогонову будову), яким переміщається вантажний візок і опори (козли). До мосту крана кріпиться кабіна керування механізмами крана.

Головні механізми перевантажувача:

- механізм підйому;
- механізм пересування візка вздовж моста;
- механізм пересування перевантажувача по підкранових коліях.

Механізм пересування перевантажувача виконаний із роздільним приводом. На вал приводного колеса через відкриту передачу ставиться високомоментний гідромотор, який використовується без додаткової установки гальма та редуктора. Вантажний візок складається із зварної рами із встановленими механізмами підйому вантажу та пересування.

Механізм підйому складається з високомоментного гідродвигуна, барабана та поліспасти. (Для забезпечення при підйомі - опусканні вантажу лише його вертикального переміщення, створення рівномірного навантаження на опори

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

барабана та сприятливих умов для навантаження прогонової частини моста встановлюється здвоєний поліспаст). Гідродвигун з'єднаний з барабаном за допомогою зубчастої муфти. Механізм пересування візка виконаний з високомоментним гідромотором, який через відкриту передачу зубчастий з'єднаний з приводним колесом. Кабіна крана призначена для розміщення апаратів керування механізмами крана та є робочим місцем кранівника.

Гідрообладнання крана складається з гідромоторів, гідронасосів, регулюючої та запобіжної гідроапаратури, бака з гідравлічною рідиною та трубопроводів.

2.2 Розрахунок механізму підйому

Вихідні дані:

Перевантажувач козловий контейнерний.

Вантажопідйомність (Q) = 40 тон.

Швидкість підйому вантажу (V_п) = 0,6 м/с.

Висота підйому вантажу (H) = 10,5 м.

Група режиму роботи (режим) — 7М важкий [4] табл.2 за ГОСТ 25835-83.

2.2.1 Визначення розрахункового зусилля, що діє на канат

Розрахункове зусилля в канаті (S) при двох здвоєних поліспастах в кН:

$$S = 1,15 \cdot \frac{Q}{2 \cdot i \cdot \eta_n \cdot \eta_{н.б}} \quad (2.1)$$

де 1,15 - коефіцієнт, що враховує нерівномірність завантаження лебідок через можливе зміщення центру маси завантаженого контейнера; [3],

Q — вантажопідйомність перевантажувача, кН;

i - кратність поліспасту; i=6

η - ККД поліспасту, 0,95

[5]

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\eta_{нб}$ - ККД напрямних блоків, 0,98

[5] Стор.271, табл.V.2.16.

$$S = 1,15 \frac{400000}{2 \cdot 6 \cdot 0,95 \cdot 0,98} = 35,8 - \text{розрахункове зусилля в канаті.}$$

2.2.2 Вибір канату

Діаметр сталевого канату вибираємо за розривним зусиллям $S_{роз}$

$$S_{роз} = S \cdot K_{з.п.} \quad (2.2)$$

де $K_{з.п.}$ - коефіцієнт запасу міцності, (коефіцієнт використання каната) залежить від призначення каната та режиму роботи.

$$K_{з.п.} = 3,15 \dots 9,00 \text{ (Режим М1 ... М8)}$$

Група класифікації режиму роботи механізму ISO 4301/1 — М7 [4] стор.164, табл.20. Приймаємо $K_{з.п.} = 7,1$.

Розривне зусилля:

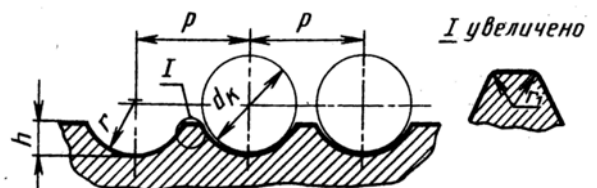
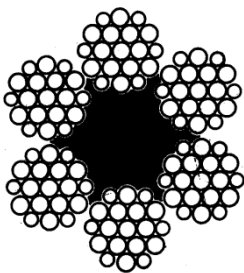
$$S_{роз} = S \cdot 7,1 = 35,8 \cdot 7,1 = 248,2 \text{ кН.}$$

Якщо $S_{роз} = 248,2$ кН приймемо канат ЛК-Р 6×19+Іо.с. (ГОСТ 2688-80), для якого $d_k = 22,5$ мм, а $S_{роз}^к = 251 > S_{роз}$

Канат вантажного призначення приймаємо правої хрестової звивки зі світлого дроту марки І, що не розкручується з тимчасовим опором розриву дротів

$$\sigma_B = 1568 \text{ МПа.}$$

Канат 25 О-Г-І-Н-1568 (160) ГОСТ 2688-80.



					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$r = 12,5 \text{ мм}, \quad h = 7 \text{ мм}, \quad P = 26 \text{ мм}$$

2.2.3 Визначення діаметрів блоків і барабана

Діаметри блоків і барабана визначаються залежно від діаметра каната, типу вантажопідіймальної машини та режиму її роботи.

Діаметр барабана ($D_{\bar{o}}$) в мм по дну канавки:

$$D_{\bar{o}} > d_k (h_1 - 1). \quad (2.3)$$

де h_1 – коефіцієнт, який залежить від типу вантажопідіймальної машини і режиму її роботи.

$$h_1 = 11,2 \dots 25.$$

$$h_1 = 22,4.$$

$$D_{\bar{o}} = 22,5 \cdot (22,4 - 1) = 481,5 \text{ мм}$$

Діаметр блоку

$$D_{\bar{o}l} \geq d_k (h_2 - 1). \quad (2.4)$$

$$h_2 = 12,5 \dots 28$$

$$h_2 = 25.$$

$$D_{\bar{o}l} = 22,5 \cdot (25 - 1) = 540 \text{ мм}$$

Діаметр барабана та блоків округляють до більшого десятка.

Приймаємо:

Діаметр барабана: $D_{\bar{o}} = 490 \text{ мм}$

Діаметр блоку: $D_{\bar{o}l} = 540 \text{ мм}$

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

2.2.4 Визначення довжини барабана

Барабани застосовуються з гвинтовою канавкою та одношаровою навивкою каната. Робоча кількість витків залежить від висоти підйому вантажу, кратності поліспасти, діаметра барабана та каната.

Крок нарізки вибирається залежно від діаметра каната.

Довжина барабана при подвійному нарізанні (правої та лівої) (L) у мм.

$$L = 2L_H + 2a + e. \quad (2.5)$$

де e – відстань між нарізками;

$$e = 50 \dots 100 \text{ мм};$$

$$a = (1.5 \dots 2.0) \cdot P = 2 \cdot 26 = 52 \text{ мм} - \text{довжина ненарізаної ділянки.}$$

Довжина нарізаної частини (L_H) в мм:

$$L_H = (Z_P + Z_3 + Z_K) \cdot P \quad (2.6)$$

де:

Z_P – робоче число витків;

Z_3 – число запасних витків: $Z_3 = 1.5 \dots 2.0$;

Z_K – число витків на закріплення канату: $Z_K = 1 \dots 3$.

Робоче число витків:

$$Z_P = \frac{H \cdot i}{\pi(D_\delta + d_k)}. \quad (2.7)$$

де:

H – висота підйому, м;

D_δ і d_k – діаметр барабану і канату, м;

i – кратність поліспасти.

Робоче число витків:

$$Z_P = \frac{10,5 \cdot 6}{3,14(0,49 + 0,0225)} = 34$$

Довжина нарізаної частини:

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_H = (34 + 2 + 1) \cdot 26 = 925 \text{ мм}$$

$$L_H = 925 \text{ мм}$$

Довжина барабану:

$$L = 2 \cdot 925 + 2 \cdot 52 + 70 = 2000 \text{ мм}$$

2.2.5 Розрахунок стінки барабану на міцність

Напруження стиску ($\sigma_{сж}$) в МПа

$$\sigma_{сж} = \frac{S}{\delta \cdot P} \leq [\sigma_{сж}], \quad (2.8)$$

де:

S – розрахункове зусилля в канаті, Н;

δ, P – товщина стінки і крок нарізки, мм

$$\delta = 0,01D_{\phi} + 0,3 \text{ см}$$

$$\delta = 0,01 \cdot 49 + 0,3 = 0,79 \text{ см} = 8 \text{ мм}$$

Допустимі напруження :

$$[\sigma_{сж}] = \frac{\sigma_T}{2}, \quad (2.9)$$

σ_T – межа текучості

Вибираємо Сталь 35ЛІ ГОСТ 977—75 [4].

$$\sigma_T = 350 \text{ МПа.}$$

$$[\sigma_{сж}] = \frac{350}{2} = 175 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{сж} = \frac{35800}{0,008 \cdot 0,026} = 172 \text{ МПа} \leq [\sigma_{сж}] = 175 \text{ МПа}$$

Напруження від згину:

$$\sigma_u = \frac{M_{из}^{\max}}{W_x}, \quad (2.10)$$

де:

$M_{из}^{\max}$ – найбільший згинальний момент, Нм.

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

$$M_{из}^{max} = \frac{S_{\kappa}(a + L_H)}{1000}; \quad (2.11)$$

$$M_{из}^{max} = \frac{35,8 \cdot (44,2 + 925,6)}{1000} = 34,7 \text{ Нм};$$

$$W_x = \frac{\pi(D_{\delta}^4 - D_{вн}^4)}{32D_{\delta}} = \frac{3,14(490^4 - 474^4)}{32 \cdot 490} = 1,436 \cdot 10^6 \text{ мм}^3;$$

W_x – момент опору поперечного перерізу барабану, мм³;

$D_{вн}$ – внутрішній діаметр барабану,

$$D_{вн} = D_{\delta} - 2\delta = 490 - 16 = 474 \text{ мм}$$

Згинальні напруження, МПа:

$$\sigma_u = \frac{34,7}{1,436 \cdot 10^6} \cdot 10^6 = 24,2 \text{ МПа}$$

Напруження кручення, МПа:

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{W_n}, \quad (2.12)$$

Полярний момент опору барабану, м³:

$$W_x = \frac{\pi(D_{\delta}^4 - D_{вн}^4)}{16D_{\delta}} = \frac{3,14(490^4 - 474^4)}{16 \cdot 490} = 2,872 \cdot 10^6 \text{ мм}^3;$$

Крутний момент, Нм:

$$M_{кр} = \frac{S_{\kappa} \cdot D_{\delta}}{1000}; \quad (2.13)$$

$$M_{кр} = \frac{35,8 \cdot 490}{1000} = 17,5 \text{ Нм};$$

Напруження від кручення:

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau_{кр} = \frac{17,5}{2,872 \cdot 10^6} \cdot 10^6 = 6,1 \text{ МПа}$$

Результуючі напруження для барабанів:

$$\sigma_{сум} = \sqrt{(\sigma_{сж} + \sigma_u)^2 + 3 \cdot \tau_{кр}^2}, \quad (2.14)$$

де:

σ_u – напруження від згину, МПа;

$\tau_{кр}$ – напруження від кручення, МПа.

$$\sigma_{сум} = \sqrt{(172 + 24,2)^2 + 3 \cdot 6,1^2} = 196,5 \text{ МПа}$$

2.2.6. Визначення частоти обертання барабану

$$n_{бар} = \frac{v_n \cdot i}{\pi(D_{\delta} + d_k)}, \quad (2.15)$$

$$n_{бар} = \frac{0,6 \cdot 6}{3,14(0,49 + 0,0225)} = 2,24 \text{ об / сек}$$

2.2.7. Визначення кутової швидкості барабану

$$\omega_{\delta} = 2\pi \cdot n_{\delta}, \quad (2.16)$$

$$\omega_{\delta} = 2 \cdot 3,14 \cdot 2,24 = 14,07 \text{ с}^{-1}$$

2.2.8. Визначення крутного моменту на барабані

$$M_{кр} = F_{кр} \cdot \frac{1}{2}(D_{\delta} + d_k), \quad (2.17)$$

$$F_{кр} = \frac{1}{i} \cdot Q \cdot \frac{1}{\eta_{пл}} = \frac{1}{6} \cdot 400000 \cdot \frac{1}{0,95} = 70175,4 \text{ Н}$$

$$M_{кр} = 70175,4 \cdot \frac{1}{2} \cdot (0,49 + 0,0225) = 17982 \text{ Нм}$$

Перевірка D_{δ} :

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$D_{\delta} = \frac{i \cdot v_n}{\pi \cdot n_{\text{бар}}} - d_{\kappa} = \frac{6 \cdot 0,6}{3,14 \cdot 2,24} - 0,0225 = 0,49 \text{ м}$$

2.2.9. Визначення потужності привода

Статична потужність привода механізму підйому:

$$N_{CT} = \frac{Q \cdot v_n}{2 \cdot \eta_{\text{обц}}} \quad (2.18)$$

де:

Q — номінальна вантажопідйомність перевантажувача, кН

v_n - швидкість підйому, м/с

$\eta_{\text{обц}} = \eta_n \cdot \eta_{\text{н.б.}} \cdot \eta_{\text{б.л}} = 0,95 \cdot 0,98 \cdot 0,985 = 0,88$ - загальний ККД привода

$$N_{CT} = \frac{400 \cdot 0,6}{2 \cdot 0,88} = 136 \text{ кВт}$$

Таблиця 2.2 Характеристики привода механізму підйому

Параметр	Значення
Статична потужність привода привода, кВт	136
Розрахункове зусилля в канаті, кН	35,8
Діаметр канату, мм	22,5
Діаметр барабану лебідки, мм	490
Довжина барабану, мм	2000
Частота обертання барабану, об/с	2,24
Кутова швидкість барабану, с ⁻¹	14,07
Крутний момент на барабані, Нм	17982

2.3 Розрахунок механізму пересування перевантажувача

Вихідні дані:

Вантажопідйомність (Q) = 40 тон

Швидкість пересування перевантажувача $v_{пер} = 1$ м/с

2.3.1 Опір тертя ковзання в цапфах коліс та тертя кочення коліс по рейці, Н.

$$W_T = 9,81 \cdot (m_{кр} + Q) \cdot f_o \quad (2.19)$$

де:

W_T – опір тертя ковзання в цапфах коліс і тертя колеса по рейці, Н.

$m_{кр}$ – маса крана, приймаючи за довідковими даними крана – аналога, кг, з коригуванням змінених параметрів.

$m_{кр} = 152000$ кг [2].

Q – маса вантажу та вантажозахоплювального пристрою, що відповідає номінальній вантажопідйомності крана, кг.

9.81 – прискорення вільного падіння, м/с²;

f_o – коефіцієнт опору руху:

$$f_o = \left(\mu \frac{d}{D_K} + \frac{2K}{D_K} \right) \cdot C \quad (2.20)$$

де:

μ – коефіцієнт тертя кочення в цапфах коліс.

$\mu = 0,01$ [3].

D_K і d – діаметр колеса та його цапфи, мм

Залежно від навантаження у кранах – $D_K = 500 - 1000$ мм та $\frac{d}{D_K} = \frac{1}{6} \div \frac{1}{8}$;

Приймаємо $D_K = 710$ мм $\rightarrow k = 0,5$ мм [5].

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Кранове двухребордне колесо діаметром $D_K = 710$ мм і шириною кочення $B = 150$ мм:

K2P – 710×150 ГОСТ 3569 – 74;

$$\frac{d}{710} = \frac{1}{6} \div \frac{1}{8}$$

$$\frac{d}{710} = \frac{1}{7},$$

Діаметр цапфи $d = 101$ мм.

C – коефіцієнт, що враховує додаткові опори в ребордах та маточинах коліс при перекосах;

Якщо колеса на підшипниках кочення – $C = 2,3 - 2,5$
[3] стор.34

$$f_o = \left(0,01 \cdot \frac{101}{710} + \frac{2 \cdot 0,5}{710} \right) \cdot 2,3 = 0,0065$$

$$W_T = 9,81 \cdot (152000 + 40000) \cdot 0,0065 = 12242,88 \text{ Н}$$

2.3.2. Вітрове навантаження на кран, Н.

$$P_s = qkcnA, \quad [6]$$

де:

q – динамічний тиск вітру;

$$q = 150 \text{ Па [6].}$$

k – коефіцієнт, що враховує зміни тиску по висоті;

$$k = 1 \text{ [4].}$$

c – коефіцієнт аеродинамічної сили;

$$c = 1,2 \text{ [4].}$$

n – коефіцієнт перевантаження;

$$n = 1 \text{ [4].}$$

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

A – розрахункова площа елемента конструкції;

$$A = 80 \text{ м}^2 \text{ [4].}$$

$$P_g = 150 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 80 = 12600 \text{ Н.}$$

2.3.2 Опір від ухилу шляху, Н.

(плюс – рух вгору, мінус – рух донизу)

$$W_{ук} = \pm V \cdot \sin \alpha,$$

де:

V – сила ваги з урахуванням його підйомної сили, Н

$$V = 9,81 \cdot (m_{кр} + Q)$$

α – ухил шляху, град;

$$\sin \alpha \approx 0,002 \div 0,003 \text{ [3].}$$

Сила ваги з урахуванням підйомної сили

$$V = 9,81 \cdot (152000 + 40000) = 1885482 \text{ Н}$$

Опір від ухилу шляху

$$W_{ук} = 1885482 \cdot 0,0025 = 4713,7 \text{ Н}$$

2.3.3 Опір пересування крана на прямолінійному рейковому шляху Н.

$$W_n = W_T + P_g + W_{ук}, \quad (2.20)$$

де:

W_T – опір тертя ковзання у цапфах коліс і тертя кочення коліс по рельсах, Н;

$W_{ук}$ – опір від ухилу шляху, Н.

P_g – вітрове навантаження на кран, Н.

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$W_n = 12242,88 + 12600 + 4713,7 = 29556 \text{ Н}$$

2.3.4 Розрахунок потрібного числа ходових коліс у балансірному возику:

$$n \geq \frac{P_{\max}}{[P]} \quad (2.21)$$

де:

P_{\max} – максимальне навантаження на опору, кН;

Допустиме навантаження на одне колесо $[P] = 200 - 340$ кН.

$$P_{\max} = \frac{9,81(m_{кр} + Q)K_{он}}{n_{он}}, \quad (2.22)$$

де:

Q – вантажопідйомність, кг;

$K_{он} = 1.4 \dots 1.6$ – коефіцієнт, який враховує нерівномірність навантаження на опори крана.

$n_{он}$ – число опор, $n_{он} = 4$.

$$P_{\max} = \frac{9,81(152000 + 40000) \cdot 1,4}{4} = 639232 \text{ Н}$$

$$n \geq \frac{639,23}{320} = 2$$

2.3.4 Перевірка ходових коліс на відсутність буксування

Для відсутності буксування необхідно, щоб сила зчеплення $F_{сц}$ приводних коліс з рейкою була більшою за тягове зусилля U на їхньому обіді.

$$F_{сц} = \mu_{сц} \cdot P_{пр} > U. \quad (2.23)$$

де:

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\mu_{сц} - 0,12 - 0,15$ коефіцієнт зчеплення приводних коліс з рейкою;

P_{np} – сумарне навантаження на приводні колеса. Н:

$$P_{np} = \frac{9,81 \cdot (m_{кр} + Q) \cdot m_{nk}}{m_k}.$$

де:

m_{nk} – число приводних коліс, $m_{nk} = 4$,

m_k – число ходових коліс, $m_k = 8$,

Сумарне навантаження на приводні колеса:

$$P_{np} = \frac{9,81 \cdot (152000 + 40000) \cdot 4}{8} = 941760 \text{ Н}$$

$$F_{сц} = 0,13 \cdot 941760 = 122428,8 \text{ Н}$$

Тягове зусилля на ободі приводних коліс, Н.

$$U = W_m^{HK} + W_{yк} + P_u \quad (2.24)$$

де:

W_m^{HK} – опір тертя в приводних колесах (холостих) колесах;

P_u – сила інерції поступального руху мас.

$$W_m^{HK} = W_m - P_{np} f_o^{\min} \quad (2.25)$$

опір тертя в приводних колесах (холостих) колесах

$$W_m^{HK} = 12242,88 - 941760 \cdot 4,6 \cdot 10^{-3} = 7910,8 \text{ Н}$$

де:

f_o^{\min} – коефіцієнт опору руху без додаткових опорів від перекосу возика з приводними колесами.

$$f_o^{\min} = \frac{f_o}{c},$$

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $c = 1,3 - 1,5$

Коефіцієнт опору:

$$f_o^{\min} = \frac{0,0065}{1,4} = 4,6 \cdot 10^{-3}$$

Сила інерції, Н:

$$P_u = (m_{кр} + Q) \cdot \frac{v_{np}}{t_p}. \quad (2.26)$$

де:

v_{np} – швидкість пересування, м/с;

t_p – час розгону: $t_p 3 - 5$ с.

$$P_u = (152000 + 40000) \cdot \frac{1}{4} = 48000 \text{ Н}$$

Тягове зусилля на ободі приводних коліс, Н.

$$U = 7910,8 + 4713,7 + 48000 = 60624,5 \text{ Н}$$

Коефіцієнт запасу:

$$n = \frac{F_{ци}}{U} \geq 1,1$$

$$n = \frac{122428,8}{60624,5} = 2,02$$

$$n = 2,02 \geq 1,1$$

2.3.5 Визначення потужності двигуна

$$N_{CT} = \frac{\sum N_{CT}}{Z} \quad (2.27)$$

Z – число двигунів для кранів Q понад 5т $Z = 4$.

$$\sum N_{CT} = \frac{W_{II} \cdot v_{np}}{\eta},$$

$$\eta = 0,85 \div 0,95$$

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$\sum N_{CT} = \frac{29556 \cdot 1}{0,94} = 31,4 \text{ кВт.}$$

$$N_{CT} = \frac{31,4}{4} = 7,9 \text{ кВт.}$$

2.3.6 Частота обертання приводного двигуна

Механізм пересування перевантажувача виконано без редукторів з високооборотними гідромоторами.

$$n = \frac{v_{np}}{\pi \cdot D_K}, \quad (2.28)$$

$$n = \frac{1}{3,14 \cdot 0,71} = 0,45 \text{ об/сек}$$

Крутний момент на валі двигуна:

$$M_{кр} = \frac{N_{CT}}{\omega_k} \quad (2.29)$$

$$\omega_k = 2\pi n = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,45 = 2,83 \text{ с}^{-1}$$

Крутний момент на валі двигуна:

$$M_{кр} = \frac{7,9}{2,83} = 2,79 \text{ кНм}$$

Таблиця 2.3 Характеристика привода механізму пересування перенавантажувача

Параметр	Значення
потужність, кВт	7,9
Момент на валу, Нм	2790
Частота обертання, об/сек	0,45
Кутова швидкість валу двигуна, с^{-1}	2,83

2.4 Розрахунок механізму пересування возика перевантажувача

Вихідні дані

Вантажопідйомність (Q) = 40 тон.

Швидкість пересування возика $v_{np} = 1,5$ м/с

2.4.1 Опір тертя ковзання в цапфах коліс та тертя кочення коліс по рейці, Н.

$$W_T = 9,81 \cdot (m_{мел} + Q) \cdot f_o \quad (2.30)$$

де:

W_T – опір тертя ковзання у цапфах коліс і тертя кочення по рейці, Н.

$m_{мел}$ – маса возика крана, $m_{мел} = 12600$ кг, [2].

Q – маса вантажу і вантажозахоплюючого устаткування, що відповідає номінальній вантажпідйомності крану, кг.

f_o – коефіцієнт опору руху

$$f_o = \left(\mu \frac{d}{D_K} + \frac{2K}{D_K} \right) \cdot C \quad (2.31)$$

де:

μ – коефіцієнт тертя кочення в цапфах коліс.

$\mu = 0,1$ [3] стор. 32.

D_K і d – діаметр колеса і його цапфи, мм

$$D_K = 200 - 400 \text{ мм та } \frac{d}{D_K} = \frac{1}{4} \div \frac{1}{6};$$

Приймаємо: Діаметр колеса: $D_K = 400$ мм.

Кранове одноробордне колесо діаметром $D_K = 400$ мм і шириною катання

$B = 100$ мм:

К1Р – 400×100 ГОСТ 3569 – 74;

$$\frac{d}{400} = \frac{1}{4} \div \frac{1}{6}$$

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$\frac{d}{400} = \frac{1}{5},$$

Діаметр цапфи: $d = 80$ мм.

C – коефіцієнт, який враховує додаткові опори в ребордах і маточинах коліс за умови перекоосу;

Якщо колеса на підшипниках кочення – $C = 1,3 - 1,5$ [3]

$$f_o = \left(0,01 \cdot \frac{80}{400} + \frac{2 \cdot 0,5}{400} \right) \cdot 2,3 = 0,01$$

$$W_T = 9,81 \cdot (12600 + 40000) \cdot 0,01 = 4375,26 \text{ Н}$$

2.4.2. Вітрове навантаження на возика

$$P_g = q k c n A, \quad [6]$$

де:

q – динамічний тиск вітру;

$$q = 150 \text{ Па} \quad [6] \text{ Стор. 35.}$$

k – коефіцієнт, що враховує зміну динамічного тиску за висотою;

$$k = 1 [4].$$

c – коефіцієнт аеродинамічної сили;

$$c = 1,2 [4].$$

n – коефіцієнт перевантаження;

$$n = 1 [4].$$

A – розрахункова площа елемента конструкції;

$$A = 30 \text{ м}^2 [4].$$

$$P_g = 150 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 30 = 3600 \text{ Н}$$

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

2.4.3_Опір від ухилу шляху

(плюс – рух на підйом, мінус – рух під ухил)

$$W_{ук} = \pm V \cdot \sin \alpha, \quad (2.32)$$

де:

V – сили ваги з урахуванням підйомної, Н

$$, V = 9,81 \cdot (m_{кр} + Q) \quad (2.32)$$

α – нахил шляху, град;

$$\sin \alpha \approx 0,002 [3]$$

Маємо

$$V = 9,81 \cdot (12600 + 40000) = 516006 \text{ Н}$$

Опір

$$W_{ук} = 516006 \cdot 0,002 = 875,05 \text{ Н}$$

2.4.4 Опір руху возика на прямолінійному шляху

$$W_n = W_T + P_\epsilon + W_{ук}, \quad (2.33)$$

де:

W_T – опір тертя ковзання в цапфах коліс і тертя кочення коліс по рельсі, Н;

$W_{ук}$ – опір через ухил шляху, Н.

$$W_n = 4375,26 + 3600 + 875,05 = 8850,31 \text{ Н}$$

2.4.5 Число ходових коліс у балансірному возику

$$n \geq \frac{P_{\max}}{[P]} \quad (2.34)$$

де:

P_{\max} – максимальне навантаження на опору, кН;

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допустиме навантаження на одне колесо $[P] = 200 - 320 \text{ кН}$

$$P_{\max} = \frac{9,81(m_{\text{мел}} + Q)K_{\text{он}}}{n_{\text{он}}}, \quad (2.35)$$

де:

Q – вантажопідйомність, кг;

$K_{\text{он}} = 1,4 \dots 1,6$ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність навантаження на опори возика.

$n_{\text{он}}$ – число опор, $n_{\text{он}} = 4$.

Максимальне навантаження на опору:

$$P_{\max} = \frac{9,81(12600 + 32000)1,5}{4} = 193502,25 \text{ Н.}$$

$$n \geq \frac{193,5}{250} = 1.$$

2.4.6_Перевірка на відсутність буксування

Для відсутності буксування необхідно, щоб сила зчеплення приводних коліс з рейкою була більшою за тягове зусилля на їхньому обіді.

$$F_{\text{сц}} = \mu_{\text{сц}} \cdot P_{\text{пр}} > U.$$

де:

$\mu_{\text{сц}} = 0,12 - 0,15$ коефіцієнт зчеплення приводних коліс з рейкою;

$P_{\text{пр}}$ – сумарне навантаження на приводні колеса. Н.

$$P_{\text{пр}} = \frac{9,81 \cdot (m_{\text{мел}} + Q) \cdot m_{\text{нк}}}{m_{\text{k}}}.$$

де:

$m_{\text{нк}}$ – число приводних коліс,

$$m_{\text{нк}} = 2$$

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Сумарне навантаження на приводні колеса

$$P_{np} = \frac{9,81 \cdot (12600 + 40000) \cdot 2}{4} = 258003 \text{ Н.}$$

Сила зчеплення:

$$F_{ц} = 0,12 \cdot 258003 = 30960,36 \text{ Н}$$

Тягове зусилля на ободі приводних коліс, Н:

$$U = W_m^{HK} + W_{ук} + P_u \quad (2.36)$$

де:

W_m^{HK} – опір тертя у приводних колесах (холостих) колесах;

P_u – сила інерції поступального руху мас.

$$W_m^{HK} = W_m - P_{np} f_o^{\min} \quad (2.37)$$

де:

f_o^{\min} – коефіцієнт опору руху без перекосів

$$f_o^{\min} = \frac{f_o}{c}, \quad (2.38)$$

де $c = 1,3 - 1,5$

$$f_o^{\min} = \frac{0,01}{1,4} = 7,1 \cdot 10^{-3}$$

Опір тертя в приводних) колесах:

$$W_m^{HK} = 4375,26 - (258003 \cdot 7,1 \cdot 10^{-3}) = 2543,46 \text{ Н}$$

Сила інерції, Н:

$$P_u = (m_{мел} + Q) \cdot \frac{v_{np}}{t_p}. \quad (2.39)$$

де:

v_{np} – швидкість руху, м/с;

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

t_p – час розгону t_p 3–5 с.

Сила інерції

$$P_u = (12600 + 40000) \cdot \frac{1,5}{4} = 19725 \text{ Н}$$

Тягове зусилля на ободі

$$U = 2543,46 + 875,05 + 19725 = 23143,51 \text{ Н}$$

Коефіцієнт запасу

$$n = \frac{F_{cu}}{U} \geq 1,1$$

$$n = \frac{30960,36}{23143,51} = 1,34$$

$$n = 1,34 \geq 1,1$$

2.4.7 Визначення потужності двигуна

$$N_{CT} = \frac{\sum N_{CT}}{Z} \quad (2.40)$$

$$\sum N_{CT} = \frac{W_{II} \cdot v_{np}}{\eta}, \quad (2.41)$$

$$\eta = 0,85 \div 0,95$$

$$\sum N_{CT} = \frac{8850,31 \cdot 1,5}{0,89} = 14,9 \text{ кВт}$$

$$N_{CT} = \frac{14,9}{2} = 7,5 \text{ кВт}$$

2.4.8 Частота обертання двигуна

$$n = \frac{v_{np}}{\pi \cdot D_K}$$

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$n = \frac{1,5}{3,14 \cdot 0,4} = 1,19 \text{ об/сек}$$

Крутний момент

$$M_{кр} = \frac{N_{СТ}}{\omega_{\kappa}}$$

$$\omega_{\kappa} = 2\pi n = 2 \cdot 3,14 \cdot 1,19 = 7,47 \text{ с}^{-1}$$

$$M_{кр} = \frac{7,5}{7,47} = 1 \text{ кНм}$$

Таблиця 2.4 Характеристики привода механізму пересування возика

Параметр	Значення
потужність, кВт	7,5
Момент на валу, Нм	1000
Частота обертання валу об/сек	1,19
Кутова швидкість валу, с^{-1}	7,47

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Технічний опис козлового контейнерного крана для перевантажування

Ми розглянули козловий контейнерний перевантажувач вантажопідйомністю 40 тон, який призначений для вертикального переміщення контейнерів та їхнього транспортування в поздовжньому та поперечному напрямках.

Контейнерний перевантажувач (козловий кран) використовуються для обслуговування великих перевантажувальних пунктів - морських портів, контейнерних терміналів, залізничних станцій. Вантажозахоплюючим органом контейнерного перевантажувача є спеціальне захоплення (спредер) з автоматичними зачепами під фітинги та рим-вузли контейнерів.

Козловий кран - перевантажувач складається з наступних частин:

- металевої конструкції;
- основних механізмів;
- допоміжного обладнання;
- електроустаткування;
- гідрообладнання.

Металева конструкція являє собою міст (прогонову будову), яким переміщається вантажний візок і опори (козли). До мосту крана кріпиться кабіна керування механізмами крана.

Головні механізми перевантажувача:

- механізм підйому;
- механізм пересування візка вздовж моста;
- механізм пересування перевантажувача по підкранових коліях.

Механізм пересування перевантажувача виконаний із роздільним приводом. На вал приводного колеса через відкриту передачу ставиться високомоментний гідромотор, який використовується без додаткової установки гальма та редуктора. Вантажний візок складається із зварної рами із

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

встановленими механізмами підйому вантажу та пересування. Механізм підйому складається з високомоментного гідродвигуна, барабана та поліспасти. (Для забезпечення при підйомі - опусканні вантажу лише його вертикального переміщення, створення рівномірного навантаження на опори барабана та сприятливих умов для навантаження прогонової частини моста встановлюється здвоєний поліспасти). Гідродвигун з'єднаний з барабаном за допомогою зубчастої муфти. Механізм пересування візка виконаний з високомоментним гідромотором, який через відкриту передачу зубчастий з'єднаний з приводним колесом. Кабіна крана призначена для розміщення апаратів керування механізмами крана та є робочим місцем кранівника.

Гідрообладнання крана складається з гідромоторів, гідронасосів, регулюючої та запобіжної гідроапаратури, бака з гідравлічною рідиною та трубопроводів.

3.2 Розробка технології виконання перевантажувальних робіт

Рейкові перевантажувачі є обладнанням виключно зони складування. Вони використовуються у поєднанні з тягачами-трейлерами (або, рідше, з автоконтейнеровозами), що здійснюють перевезення між зоною складування та причальною зоною, складом комплектації та інші термінальні операції. Тягачі пересуваються спеціальними транспортними коридорами, зазвичай під консоллю поза колією порталу. Сам перевантажувач переміщає контейнери до штабеля і від нього, і навіть переміщає контейнери в штабелі під час вибірки потрібного. Контейнерний козловий кран - навантажувач встановлений на контейнерному терміналі. Майданчик має склад, залізничні та автомобільні колії. На територію терміналу подаються контейнери на платформах. Контейнер захоплюється спредером. Включається механізм підйому перевантажувача на підйом, далі вмикається механізм пересування візка. Вантаж здійснює переміщення вздовж моста крана до кінця прольоту, під яким

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

знаходиться місцевий транспорт терміналу. Після завершення необхідного переміщення до поздовжньої осі транспорту (краю прольоту) вимикається механізм пересування візка. Механізм підйому відбувається опускання вантажу на трейлер, після чого проводять відпустку. Потім включається одночасно механізми пересування візка та перевантажувача. Кран переміщається до наступної платформи, а візок у вихідне положення під платформою та операція починається заново.

Характеристика перевантажувального обладнання:

Козловий контейнерний перевантажувач вантажопідйомністю 40 тон.

Проліт – 25 м

Виліт консолі – 10м

Швидкість підйому вантажу –0,6м/с

Швидкість пересування візка –1м/с

Швидкість пересування крана – 1,5 м/с

Характеристика вантажу:

Контейнер – великотоннажний 40-футовий з кутовими фітингами

Позначення типорозміру – 1А

Маса брутто, т - $R_{ном} = 30т$

$R_{макс} = 30,48 т$

Внутрішній об'єм – 61,3 м³

Розміри, мм

зовнішні

- довжина – 12192

- ширина - 2438

- висота - 2438

внутрішні

- Довжина - 11988

- ширина – 2330

- висота – 2197

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розміри дверних отворів, мм

- ширина - 2286

- висота - 2134

Варіанти: Вагон-Склад; Склад-автомобіль

Рухомий склад

Залізничний транспорт.

Контейнери встановлюються на спеціалізовані платформи для перевезення великотоннажних контейнерів так, щоб упорні головки, розташовані на платформах і попередньо наведені в робоче (вертикальне) положення, увійшли до отворів фітингів, що розташовані знизу контейнерів. Після встановлення контейнерів необхідно перевірити правильність розташування упорних головок у робочому положенні.

Технологія перевантажувальних робіт.

Варіант: Вагон - Склад

Технологічна схема: Вагон – перевантажувач (автоматичне захоплення) – склад

Опис технологічного процесу з операцій:

1. Вагонна
2. Внутрішньопортова
3. Складська

Вагонна – перевантажувачем розгорнути автоматичне захоплення у положення, зручне для захоплення контейнера на висоті 300-400 мм над контейнером. Опустити спредер на контейнер таким чином, щоб багнет спредера увійшли в отвори верхніх фітингів контейнера і здійснити захоплення вантажу з наступним підйомом. Підйом контейнер повинен бути спочатку

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

піднятий на висоту 0, 3м для перевірки правильності захоплення вантажу і надійності дії гальм.

Внутрішньопортова - хід з вантажем (виконується переміщення перевантажувачем контейнера на склад).

Складська – при опусканні контейнера перевантажувачем на висоті 300-400 мм над місцем установки розгорнути контейнер у положення, зручне для встановлення, опустити і віддати вантаж на склад (таким чином, щоб багнет спредера вийшли з отворів фітингів контейнера).

Варіант: Склад - Автомобіль

Технологічна схема: Склад – перевантажувач (автоматичне захоплення) – автомобіль

Опис технологічного процесу з операцій:

1. Складська
2. Внутріпортова
3. Автомобільна

Складська операція - перевантажувачем розгорнути автоматичне захоплення положення, зручне для захоплення контейнера на висоті 300-400 мм над контейнером. Опустити спредер на контейнер таким чином, щоб багнет спредера увійшли в отвори верхніх фітингів контейнера і здійснити захоплення вантажу з наступним підйомом. Підйом контейнер повинен бути спочатку піднятий на висоту 0, 3м для перевірки правильності захоплення вантажу і надійності дії гальм.

Внутрішньопортова - хід з вантажем (виконується переміщення перевантажувачем контейнера в зону завантаження автотранспорту).

Автомобільна операція – при опусканні контейнера перевантажувачем на висоті 300-400 мм над місцем установки розгорнути контейнер у положення, зручне для встановлення, опустити і віддати вантаж на трейлер (таким чином, щоб багнет спредера вийшли з отворів фітингів контейнера).

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

3.3 Рекомендації з безпечної експлуатації

Козловий контейнерний кран вантажопідйомністю 40 тон, встановлений на заводському контейнерному майданчику, експлуатується на відкритому повітрі.

Відсоток техногенних катастроф у світі неухильно зростає, незважаючи на жорсткі екологічні обмеження та оновлені стандарти безпеки. Причина цього полягає не тільки в застарілості технічної бази промисловості або у бажанні деяких власників заощадити на моніторингу загроз. Набагато частіше причиною різних аварій є елементарна непоінформованість власників про знос обладнання, будівель, споруд або інших складових матеріально-технічної бази підприємства.

Здавалося б, як таке можливо, адже з цим обладнанням щодня працює відповідний персонал, технічний стан будівель та споруд постійно контролюється, і сервісне обслуговування здійснюється регулярно. Однак, велике обладнання, таке як стріловий кран, доменна піч або ділянка магістрального трубопроводу, хоча й перебуває у всіх на виду, дати точний висновок про їх технічну справність неспеціалісту вкрай важко.

Справний стан (ГОСТ 27.002-89) – це стан крана, при якому він відповідає всім вимогам нормативних та конструкторських (проектних) документів.

Для отримання точного висновку необхідна експертиза промислової безпеки. Експертиза промислової безпеки – це оцінка відповідності об'єкта вимогам промислової безпеки. Вона проводиться групою фахівців, які оцінюють стан матеріально-технічних засобів та виносять висновок про технічну безпеку обладнання, комунікацій, будівель та споруд.

Серйозною проблемою великих промислових комплексів є неминуче вироблення проектного ресурсу устаткування, подальша експлуатація якого може призвести до великої аварії або навіть техногенної катастрофи.

Ресурс (ISO 11994) – це сумарне напрацювання виробу від початку його експлуатації або після ремонту до досягнення граничного стану.

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Важливу роль у вирішенні цього завдання відіграє питання проведення експертизи промислової безпеки на небезпечних виробничих об'єктах. Підвищення якості експертизи є основою для науково обґрунтованого прогнозу безпеки таких об'єктів, що дозволить підвищити ефективність превентивних заходів щодо запобігання аварійності та травматизму.

Якість проведення експертизи залежить від багатьох чинників:

- Виконання ліцензійних вимог;
- Своєчасність проведення експертизи;
- Правильність оцінки обсягу робіт та сукупності об'єктів експертизи;
- Організація проведення експертизи;
- Компетентність, рівень кваліфікації та правильний підбір складу експертної групи;
- Повнота та точність проведення інструментального контролю, використання сучасного контрольно-діагностичного обладнання;
- Повнота використання чинних нормативно-технічних документів;
- Правильність оформлення висновку експертизи.

Метою експертизи є встановлення фактичного технічного стану та умов експлуатації об'єкта, їх відповідності чинним Нормам та Правилам промислової безпеки, визначення можливості, параметрів та строку подальшої безпечної експлуатації об'єкта.

Експертиза проводиться спеціалізованою організацією, що має відповідну ліцензію та атестованих експертів. Відповідно до Положення з проведення експертизи промислової безпеки небезпечних виробничих об'єктів, на яких використовуються підйомні споруди, експертне обстеження (технічне діагностування) рекомендується проводити у таких випадках:

Після закінчення терміну служби;

Після аварії вантажопідйомної машини (за необхідності її відновлення);

При виявленні в процесі експлуатації дефектів, які викликають сумнів у міцності конструкції, або дефектів, причину яких важко встановити.

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Експертне обстеження включає оцінку відповідності вантажопідйомної машини вимогам нормативних технічних та експлуатаційних документів. Результатом є висновок про можливість або неможливість її подальшої експлуатації. Технічне діагностування, як частина експертного обстеження, визначає технічний стан об'єкта (ГОСТ 20911-89).

Термін служби вантажопідйомної машини (ВПМ) встановлюється заводом-виробником та вказується у паспорті. За відсутності таких даних у паспорті слід керуватися довідковим додатком 2 керівного документа РД 10-112-1-04.

Існують такі види експертного обстеження ВПМ з терміном служби, що минув:

Первинне: проводиться після закінчення терміну служби, встановленого виробником.

Повторне: проводиться у строки, встановлені експертною організацією.

Позачергове: може проводитись незалежно від терміну експлуатації на вимогу замовника або у разі виявлення небезпечних дефектів, підготовки дубліката паспорта, після модернізації, реконструкції, ремонту або аварії.

Кількість повторних обстежень визначається типом, призначенням та умовою експлуатації ВПМ, а також економічною доцільністю. Період, на який продовжується термін служби ВПМ, встановлюється експертною організацією відповідно до нормативної документації.

Періодичність обстеження залежить від:

Технічного стану ВПМ на час експертизи;

Відповідності фактичного режиму експлуатації паспортному;

Ступеня агресивності навколишнього середовища;

Кількості та якості ремонтів базових конструкцій;

Величини зношування, включаючи корозію, елементів конструкції;

Наявності залишкових деформацій несучих металоконструкцій;

Результатів розрахунку залишкового ресурсу.

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Перелічені фактори можуть бути підставою для скорочення періодичності обстежень, рекомендованої нормативною документацією.

Оцінка залишкового ресурсу за бальною системою проводиться всім ВПМ, що відпрацювали нормативний термін служби. Розрахунок базових конструкцій ВПМ на опір втомним руйнуванням для визначення можливості та терміну подальшої експлуатації з паспортними характеристиками виконує спеціалізована організація, яка має фахівців III рівня з технічної діагностики.

Для забезпечення безпечної експлуатації розрахунок залишкового ресурсу виконується для ВПМ, термін служби яких після встановленого виробником перевищує:

20 років для спеціальних кранів та кранів-перевантажувачів;

15 років для кранів загального призначення мостового типу та порталних кранів;

10 років для кранів стрілового та баштового типу, підйомників, вишок та будівельних підйомників.

Розрахунок залишкового ресурсу може бути виконаний незалежно від терміну експлуатації для будь-яких обставин, що вимагають даних про технічні можливості ВПМ. За наслідками розрахунків, експертна організація може продовжити термін експлуатації ВПМ. Запис про це вноситься до паспорта на підставі висновку експертної організації.

Експертному обстеженню повинні піддаватися ВПМ, які знаходяться у робочому стані. Таке обстеження рекомендується поєднувати з перемонтажем, проведенням поточного ремонту або технічного огляду, бажано у період зупинки. Строки до початку проведення обстежень для ВПМ, встановлених на відкритому повітрі або в неопалюваних приміщеннях, можуть збільшитися до 3 місяців.

Експертному обстеженню підлягають ВПМ імпортного виробництва незалежно від дати їх випуску для:

Встановлення відповідності їх конструкції та технічної документації нормам та вимогам;

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Внесення змін та доповнень щодо безпечної експлуатації (за потреби);
Підготовки (коригування) експлуатаційної документації відповідно до вимог;

Отримання дозволу на експлуатацію.

Експертне обстеження імпортової техніки виконують спеціалізовані організації, що мають фахівців-експертів з підйомно-транспортного обладнання та відповідні рекомендації. Програма експертного обстеження зазвичай передбачає три етапи виконання робіт: підготовчий, робочий та заключний.

Підготовчий етап включає:

Підбір нормативно-технічної документації для діагностики ВПМ;

Ознайомлення з сертифікатами, експлуатаційною, ремонтною, проектно-конструкторською документацією;

Підготовку виписок із паспорта ВПМ;

Складання картки огляду ВПМ;

Перевірку на відповідність довідки про характер роботи ВПМ;

Перевірку умов та організації робіт з підготовки місця проведення експертного обстеження та випробувань ВПМ;

Підготовку технічних засобів та приладів для обстеження;

Проведення інструктажу з техніки безпеки членів комісії.

Робочий етап включає:

Обстеження технічного стану металоконструкцій, механічного, гідро- та пневмообладнання, електроустаткування та приладів безпеки;

Обстеження стану кранових шляхів та тупикових упорів, підшляхових шляхів;

Проведення геодезичних вимірів конструкції;

Взяття контрольних зразків з елементів металоконструкцій для визначення хімічного складу та механічних властивостей металу;

Розрахунок фактичного режиму роботи ВПМ;

Проведення приладового контролю металоконструкцій та зварних з'єднань методами неруйнівного контролю;

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Проведення випробувань (динамічних, статичних, спеціальних).

Заключний етап:

Збір та аналіз результатів обстеження;

Складання відомості дефектів;

Оцінку залишкового ресурсу ВПМ за бальною системою;

Оформлення актів;

Розрахунок фактичного режиму роботи ВПМ;

Перевіркові розрахунки несучої здатності елементів конструкції;

Розрахунок залишкового ресурсу ВПМ;

Вироблення рішення щодо можливості та доцільності продовження терміну експлуатації ВПМ;

Рекомендації для забезпечення безпечної експлуатації ВПМ.

					<i>КРБ 0021.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		58

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті запропоновано розробку козлового контейнерного крана вантажопідйомністю 40 тон для механізації вантажно-розвантажувальних робіт.

Металоконструкція козлового крана перевантажувача аналогічна до перевантажувача з електричним приводом механізмів. Приводи всіх механізмів обладнані високомоментними гідромоторами, які живляться від насосної станції з двома аксіально-поршневими насосами.

Привод механізму підйому оснащений високомоментним гідромотором, який через зубчасту муфту передає крутний момент на барабан лебідки. Цей гідромотор забезпечує основне зусилля для підйому та опускання вантажу. Для підвищення надійності, гідролінія механізму підйому оснащена зворотними керованими клапанами (гідрозамками), які утримують вантаж у разі витоків робчої рідини з поршневої частини гідромотора.

Високомоментний гідромотор через зубчасту муфту, розташовану в барабані, передає крутний момент на барабан лебідки. Гідролінія оснащена зворотними керованими клапанами (гідрозамками). Ці клапани забезпечують утримання вантажу у разі витоків робчої рідини, гарантуючи безпеку. Вантаж опускається під дією власної ваги. Під час опускання робоча порожнина гідромотора заповнюється рідиною за допомогою підживлювального насоса. Підживлювальний насос заповнює холосту порожнину гідромоторів. Це забезпечує стабільну роботу гідравлічної системи та уникнення утворення вакууму в порожнині. Рідина, що витісняється з робчої порожнини гідромотора під час опускання вантажу, йде на зарядку акумулятора. Це дозволяє зберігати енергію та використовувати її для подальших операцій. Швидкість підйому та опускання вантажу регулюється налаштуванням механізму зміни подачі насоса та дросельних регуляторів витрати. Це дозволяє точно контролювати рух вантажу.

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Приводи механізмів пересування візка і крана оснащені високомоментними гідромоторами, що передають момент, що крутить, безпосередньо на ходові колеса крана через муфти. Механізми пересування немає редукторів і фрикційних гальм.

Час розгону механізмів визначається рівнем тиску в гідросистемі та налаштуванням дроселів регулятора подачі насоса та дроселів, що регулюють час спрацьовування золотника гідророзподільника.

У кваліфікаційній роботі розраховано всі механізми перевантажувача. Виконаний розрахунок міцності металоконструкції козлового контейнерного перевантажувача. Розроблено технологічну схему роботи перевантажувача в складській зоні контейнерного терміналу.

					<i>КРБ 0021.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		60

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Київський завод ПТО [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://kzpto.com.ua/uk/kozlovi-krani/?gclid>
2. Ситник Н.П., Белецький В.В., Іванов І.В. Козловий кран. Патент № 197898. Заявл.23.09.85. Опубл. 23.06.87.Бюл.7
3. Слінченко В. С, Фролов В. О., Чепурний В. В. та ін. Козловий саомонтований кран. Патент № 39745. Україна. Заявл. 30.01.2001.Опубл. 15.06.2001. Бюл. № 5.
4. Кролюк Ж.З. Консольний візок мостового однобалочного крана. Патент № 1691273. Заявл.30.05.88. Опубл. 15.11.91. Бюл.42.
5. Іванченко Ф. К. Підйомно-транспортні машини / Ф. К. Іванченко. – К. : Вища школа, 1993. – 413 с.
6. Атлас конструкцій підйомно-транспортних машин / В. О. Білостоцький, Д. І. Мазоренко, Л. М. Тіщенко та ін. – Харків: ХНТУСГ, 2008. – Ч. І. Крани і кранові механізми. – 2008. – 100 с. - Ч. ІІ. Транспортуючі машини. – 2009. – 98 с.
7. Курмаз Л. В. Основи конструювання деталей машин : навч. посібник / Л. В. Курмаз. – Харків : Видавництво «Підручник НТУ ХПІ», 2010. – 532 с.
8. НПАОП 0.00-1.80-18 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання
Дата прийняття 19.01.2018
9. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання <https://oppb.com.ua/news/pravy-la-ohorony-praci-pid-chas-ekspluatatsiyi-vantazhopidiymalnyh-kraniv-pidiymalnyh-prystroyiv>
10. <https://gorlovka.ua/News/Article/20027>
11. https://kzk.kiev.ua/helpful_and_interesting-ua/1052

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

ДОДАТКИ

					КРБ 0021.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

