

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет (ННІ) КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
конструювання машин і обладнання
_____ проф. В.С. Ловейкін
« ____ » _____ 2025 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему: РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ
ВАНТАЖУ БАШТОВОГО КРАНА

Спеціальність 133-Галузеве машинобудування_____

Гарант освітньої програми

д.т.н., проф. _____

Булгаков В.М.

Керівники бакалаврської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доц. _____

Коробко М. М.

PhD., асист. _____

Стехно О.В.

Виконав _____

Лиманчук Андрій Олександрович

Київ – 2025

Додаток Д
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Конструювання машин і обладнання

д.т.н., проф. Ловейкін В.С.

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

“ ” 2025р.

ЗАВДАННЯ

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Лиманчук Андрій Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133- Галузеве машинобудування

(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи _____

Розробка конструкції механізму підйому вантажу баштового крана

затверджена наказом ректора НУБіП України від “16” грудня 2024р. № 2265“С”

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру 29.05.2025

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи

Перелік питань, які потрібно розробити:

Перелік графічних документів (за потреби) _____

Дата видачі завдання “13” лютого 2025р.

Керівники бакалаврської кваліфікаційної роботи

Коробко М.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Стехно О.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

Лиманчук А. О.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. Аналіз існуючих конструкцій механізмів підйому вантажу та загальні відомості про баштові крани.....	7
1.1. Загальні відомості про баштові крани.....	7
1.2. Типові конструкції стрілових систем баштових кранів.....	8
1.3. Типові конструкції приводів механізму підйому вантажу баштових кранів.....	14
РОЗДІЛ 2. Удосконалення конструкції приводного барабану механізму підйому вантажу.....	15
РОЗДІЛ 3. Типовий розрахунок механізму підйому вантажу баштового крана.....	17
3.1. Кінематичний розрахунок механізму підйому вантажу баштового крана.....	17
3.2. Перевірка електродвигуна механізму підйому вантажу.....	22
3.3. Визначення гальмівного моменту та вибір типу гальма.....	23
РОЗДІЛ 4. Заходи техніки безпеки при роботі механізму підйому вантажу та баштового крана загалом.....	24
4.1. Загальні положення з охорони праці під час роботи стрілового баштового крана.....	24
4.2. Попередній технічний огляд та перевірка стану кранового обладнання.....	26
4.3. Вимоги до організації безпечного робочого простору на будівельному майданчику.....	28
4.4. Допуск і кваліфікаційні вимоги робочого персоналу.....	31
4.5. Контроль технічного стану вузлів механізму підйому (барабан, редуктор, гальма).....	34
4.6. Електрообладнання та порядок дій у разі обриву кабелів.....	37
4.7. Взаємодія оператора крана з наземним персоналом і комунікація.....	39
4.8. Алгоритм безпечного підйому вантажу.....	41
4.9. Системний підхід до запобігання аваріям і забезпечення безаварійної роботи.....	44
РОЗДІЛ 5. Техніко-економічні показники.....	47
ВИСНОВКИ	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	50
ДОДАТКИ	51

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лиманчук А.О.			ЗМІСТ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Стехно О.В					4	51
Реценз.								
Н. Контр.		Коробко М. М.						
Затверд.								
						НУБіП		

РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота та тему: «Розробка конструкції механізму підйому вантажу баштового крана» - складається із п'яти розділів (4), які розміщені на п'ятдесяти одній (51) сторінці друкованого тексту формату А4, одинадцяти (11) рисунків, двох (2) таблиць, висновків та десяти (10) джерел використаної літератури, додатків, а також графічної частини.

Розрахунково – пояснювальна записка містить такі розділи:

- Вступ.
- Аналіз існуючих конструкцій механізмів підйому вантажу та загальні відомості про баштові крани.
- Удосконалення конструкції приводного барабану механізму підйому вантажу.
- Типовий розрахунок механізму підйому вантажу баштового крана.
- Заходи техніки безпеки при роботі механізму підйому вантажу та баштового крана загалом.
- Техніко-економічні показники.
- Висновки.
- Список використаних джерел.
- Додатки.

Галуззю використання розробленої конструкції є вантажопідіймальне машинобудування.

Ключові слова: баштовий кран, механізм підйому, вантаж, канатний барабан, розрахунок, безпека, економічна ефективність.

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лиманчук А.О.			РЕФЕРАТ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Стехно О.В.					5	51
Реценз.						НУБіП		
Н. Контр.		Коробко М. М.						
Затверд.								

ВСТУП

В умовах стрімкого будівництва (відбудови) будівельних споруд різного типу та складності значного поширення набули баштові крани. У якості ключового механізму, який наявний у баштовому крані на ряду із механізмами зміни вильоту та повороту виступає механізм підйому закріпленого на гнучкому підвісі вантажу.

Механізм підйому вантажу баштового крана дозволяє здійснювати підймання/опускання вантажу на необхідну відстань, що задана технологічним процесом.

Одним із основних недоліків при роботі механізму підйому вантажу є значні небажані динамічні навантаження, які виникають під час перехідних режимів руху (пуск та гальмування) у його складових компонентах. Значні небажані динамічні навантаження мають негативний вплив на продуктивність та надійність роботи як механізму підйому вантажу так і баштового крана загалом.

Мінімізувати величину небажаних динамічних навантажень у компонентах досліджуваного механізму підйому вантажу баштового крана можливо за рахунок модернізації його елементів конструкції.

У рамках даної бакалаврської кваліфікаційної роботи запропоновано виконати модернізацію канатного барабану механізму підйому вантажу баштового крана, яка за своїм технічним рішенням дозволить мінімізувати небажані динамічні навантаження у компонентах досліджуваного механізму. Даний тематиці присвячена бакалаврська кваліфікаційна робота.

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лиманчук А. О.			ВСТУП	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Стехно О. В.					6	51
Реценз.						НУБіП		
Н. Контр.		Коробко М.М.						
Затверд.								

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ МЕХАНІЗМІВ ПІДЙОМУ ВАНТАЖУ ТА ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАШТОВІ КРАНИ

1.1. Загальні відомості про баштові крани

Баштовий кран - це стріловий поворотний кран, у якого стріла закріплена у верхній частині вертикальної башти [1].

Залежно від конструкції башти, такі крани поділяються на два типи:

- з **поворотною баштою** (наприклад, моделі КБ-1000, КБ-403, КБ-503, КБ-408), у яких опорно-поворотний механізм розміщений у нижній частині;
- з **неповоротною баштою** (моделі КБ-473, КБ-676, КБ-674), де цей механізм встановлено у верхній частині крана.

У кранах з неповоротною баштою остання спирається на ходові візки, які дозволяють пересувати кран по спеціальних рейках.

При зведенні будівель висотою 110–150 метрів і більше складно забезпечити стійкість пересувного баштового крана. Тому в таких випадках застосовують **приставні баштові крани**. До певного рівня будівництва вони працюють як звичайні пересувні крани, рухаючись уздовж будівлі по направляючих рейках. Але коли висота башти перевищує допустиме значення для вільностоячого крана, її фіксують до будівлі за допомогою жорстких тяг, що запобігають перекиданню [1].

У технічному паспорті кожного баштового крана вказується, для якого **вітрового району** він призначений, а також **максимально допустима швидкість вітру** під час експлуатації (так звана швидкість вітру в робочому стані).

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лиманчук А. О.			РОЗДІЛ 1	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Стехно О.В.					7	51
Реценз.						НУБіП		
Н. Контр.		Коробко М. М.						
Затверд.								

Якщо фактична швидкість вітру перевищує зазначене значення - роботу крана припиняють.

Режим роботи крана характеризує ступінь навантаження як на сам кран, так і на його окремі механізми в умовах експлуатації. Згідно з чинними «Правилами будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів» [2], для кранів і механізмів встановлені окремі класифікаційні групи:

- для кранів — 8 груп (А1–А8),
- для механізмів — також 8 груп (М1–М8).

Класифікація для кранів базується на максимально можливій кількості робочих циклів протягом строку служби та типі навантаження (легке, середнє, важке, дуже важке).

Для механізмів режим визначається загальною тривалістю роботи в годинах і характером навантаження.

Основні технічні характеристики баштових кранів включають: виліт стріли, вантажопідйомність, вантажний момент, висоту підйому, глибину опускання, діапазон підйому, колію, базу, швидкість підйому й опускання вантажу, частоту обертання поворотної частини у сталому режимі, швидкість пересування, швидкість зміни вильоту, встановлену потужність, конструктивну масу, загальну масу та допустиму швидкість вітру.

1.2. Типові конструкції стрілових систем баштових кранів

Зміна вильоту баштового крана здійснюється за допомогою робочої стріли. Як робоча стріла може використовуватись молотовидна або підвісна конструкція - з жорстким розчалом, виконаним із окремих тяг, або з гнучким канатним підвісом. За конструкцією стріла може бути балочною, підйомною, телескопічною або комбінованою шарнірно-зчленованою, виготовленою з труб малого чи великого діаметра, гнутого профілю або куточків.

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

За конструкцією стріла може бути балочною, підйомною, телескопічною або комбінованою шарнірно-зчленованою, виготовленою з труб малого чи великого діаметра, гнutoго профілю або куточків. Зазвичай стріли виробляють секційно, що спрощує їх монтаж, транспортування та забезпечує універсальність у виконанні різних операцій [3].

Підйомна маневрова стріла (рис. 1.1) - це просторовий металевий каркас із квадратним, трикутним або прямокутним поперечним перерізом. Вона кріпиться до башти за допомогою опорного шарніра. На кінці стріли розташовані канатні блоки, які можуть бути рознесені за допомогою балансира, з'єднаного з головною частиною стріли. Вантаж при цьому постійно підвішений до канатних блоків, обладнаних вантажними канатами.

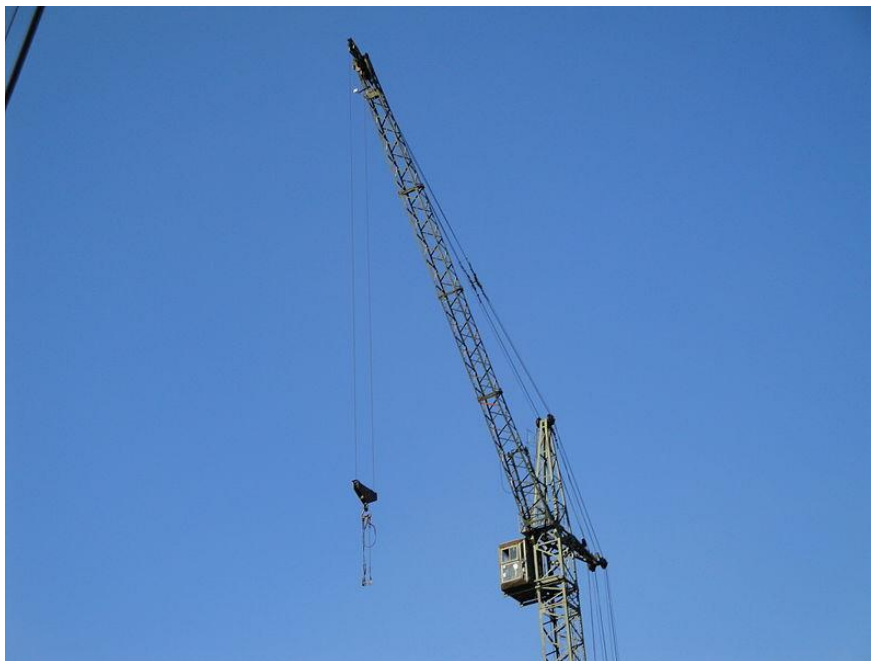


Рис. 1.1. Кран баштовий з підйомною маневровою стрілою

Стріла цього типу встановлюється під нахилом до горизонту. Змінювання вильоту відбувається шляхом переміщення стріли разом із вантажем, підвішеним до канатних блоків, у межах допустимого кута нахилу. Для приводу стріли можуть використовуватися електричні або гідравлічні механізми

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До основних переваг такого типу стріл належать: проста конструкція порівняно з кранами, оснащеними балочними стрілами; підйомні стріли забезпечують кращу маневреність у обмеженому просторі; вони більш технологічні, а також зручніші у виробництві та експлуатації. За рівних технічних характеристик такий баштовий кран є легшим приблизно на 20% у порівнянні з краном із балочною стрілою.

Недоліки полягають у тому, що при зміні вильоту стріла не здатна горизонтально переміщувати вантаж. Якщо таке переміщення все ж відбувається, швидкість буде нерівномірною і досить низькою. Крім того, стріли цього типу не можуть охопити всю зону обслуговування з одного місця стоянки крана.



Рис. 1.2. Кран баштовий із стріловою системою шарнірно-зчленованою типу

Виліт шарнірно-зчленованої стрілової системи змінюється або шляхом підйому всієї стріли, або комбінацією підйому та переміщення вантажного візка вздовж стріли. Такі стріли застосовуються для збільшення висоти підйому гака та розширення робочого вильоту крана.

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Існують також баштові крани з шарнірно-зчленованою стрілою, у яких зміна вильоту здійснюється виключно за рахунок переміщення стріли, при цьому забезпечується горизонтальне переміщення вантажу, підвішеного на гнучкому канаті. Прикладом крана з подібною конструкцією є модель Cobra 263С, розроблена у Швейцарії (рис. 1.3).

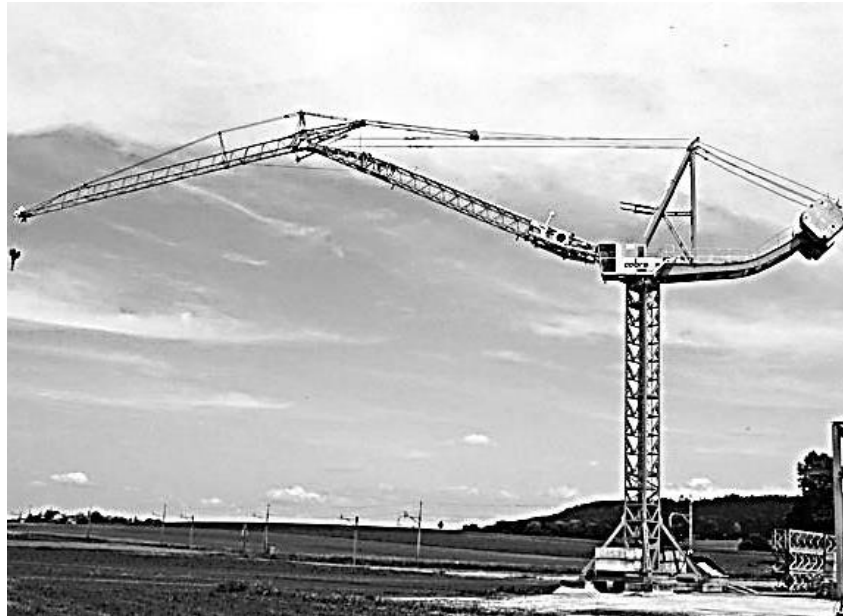


Рис. 1.3. Кран баштовий Cobra 263С

Кран оснащений противагою, яка з'єднана з основною секцією стрілової системи за допомогою утримувальних канатів. Основна стріла переміщується по радіальних напрямних.

До недоліків шарнірно-зчленованих стрілових систем належать складна конструкція, ускладнене складання та монтаж, необхідність у потужному приводі для зміни вильоту, а також значний діапазон змін перекидного моменту. Водночас серед переваг слід відзначити хорошу маневреність і можливість використання стріли як балочної, що дозволяє забезпечити горизонтальне переміщення вантажу [4].

Телескопічна стрілова система являє собою горизонтальну балку з поперечним перерізом у формі трикутника, прямокутника або квадрата.

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

У верхній частині стріли розміщені дві горизонтальні поворотні напрямні, по яких переміщується стріла крана, змінюючи тим самим виліт. Однією з цікавих інженерних реалізацій телескопічної стрілової системи є кран SGME K100, створений бельгійською компанією, що спеціалізується на виробництві баштових кранів і обладнання для обробки арматурної сталі. Розроблений наприкінці 1950-х - на початку 1960-х років, цей кран мав максимальний виліт до 42 метрів і здатен був піднімати вантаж масою до 2,5 тонн. Найбільша вантажопідйомність у 10 тонн досягалася при використанні подвійної запасовки каната (рис. 1.4).

До основних недоліків цієї моделі відносились обмежена маневреність, невисока вантажопідйомність і потреба у потужнішому приводі для зміни вильоту порівняно з балочними системами. Через незвичну конструкцію та технічні обмеження, подібні крани не набули широкого розповсюдження [4].

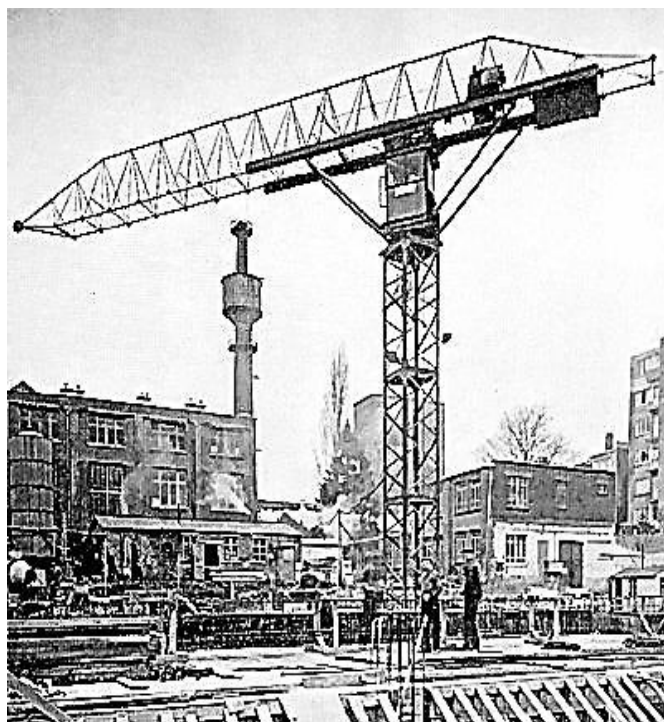


Рис. 1.4. Кран баштовий із телескопічною стріловою системою SGME K100

Балочна стріла - це металева конструкція з поперечним перерізом у формі квадрата, трикутника або прямокутника. Вона складається з двох основних поясів, вздовж нижнього з яких пересувається вантажний візок.

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Підйом вантажу здійснюється за допомогою намотування та розмотування канату з барабану

Стріла може монтуватися як у горизонтальному положенні, так і під нахилом - зазвичай у межах 30° - 45° . Якщо стрілу встановлено під кутом, вантажний візок може або переміщуватися по напрямних рейках, або бути жорстко закріпленим на її кінці.

Одним із відомих прикладів баштових кранів із подібною конструкцією стріли є модель КБ-674, загальний вигляд якої представлено на рис. 1.5.

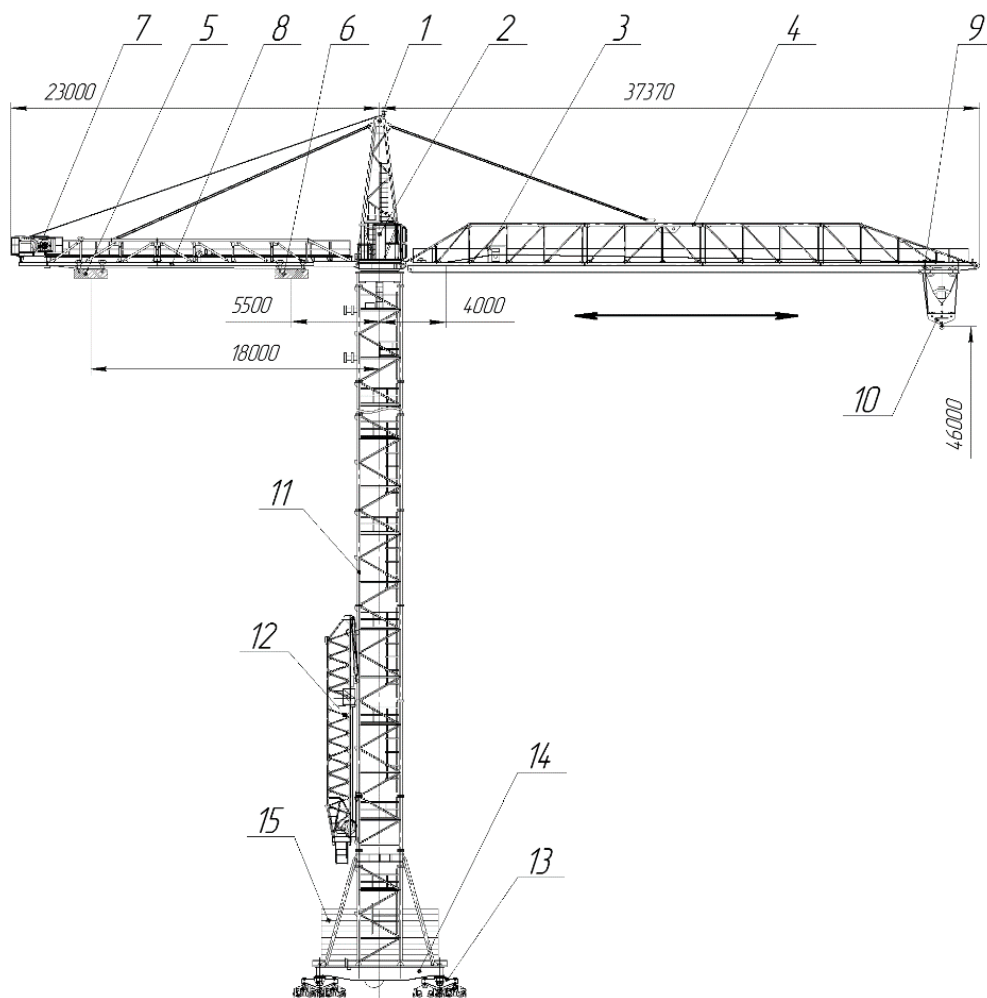


Рис. 1.5. Загальний вигляд баштового крана КБ-674:

1 – оголовок; 2 – кабіна оператора крана; 3 – лебідка візка; 4 – стріла; 5, 6 – противага; 7 – вантажна лебідка; 8 – консоль противаги; 9 – вантажний візок; 10 – гакова підвіска; 11 – башта; 12 – конструкція монтування башти; 13 – ходовий візок; 14 – ходова рама; 15 – баласт

					01.09.КР.2265"С".2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

РОЗДІЛ 2

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИВІДНОГО БАРАБАНА МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ ВАНТАЖУ

Проведем модернізацію канатного барабана приводу підйому вантажу. Недоліком існуючої конструкції канатного барабана, який використовується при підйомі вантажу є те, що вихідний вал редуктора має жорсткий механічний зв'язок із циліндром канатного барабана [1]. Це може призводити до суттєвих небажаних динамічних навантажень у компонентах приводу досліджуваного механізму під час перехідних режимів пуску та гальмування.

Суть модернізації канатного барабана полягає в створенні конструкції такого канатного барабана, яка дозволить утворити пружний механічний зв'язок між ланками його складових частин.

Загальний вигляд запропонованої конструкції канатного барабана зображено на рис. 2.1 [1].

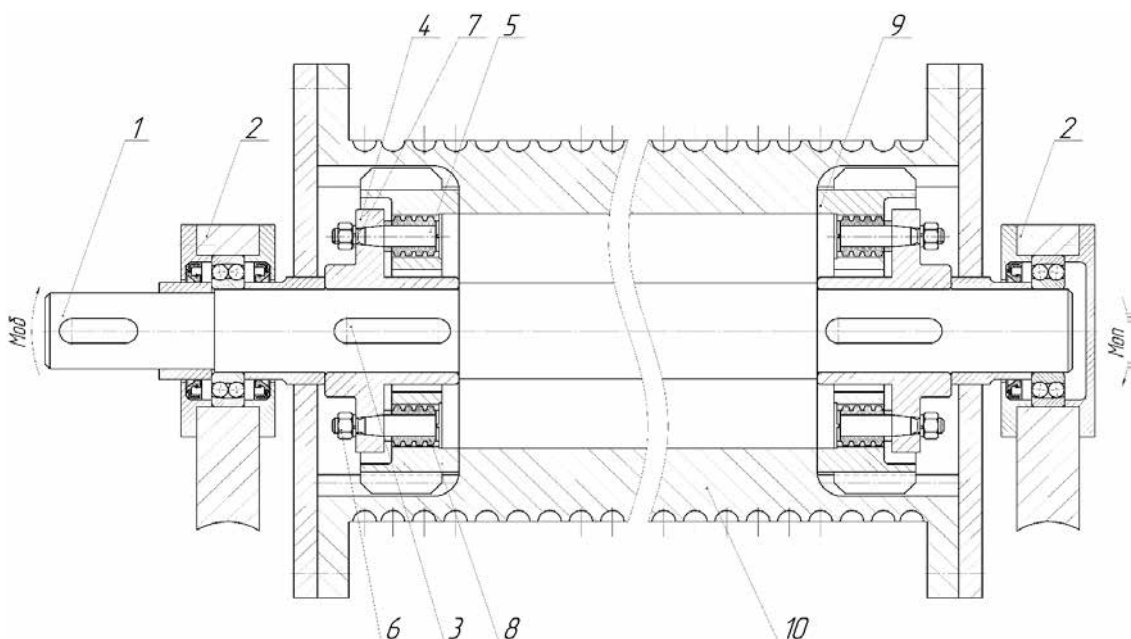


Рис. 2.1. Загальний вигляд розробленої конструкції канатного барабана

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Лиманчук А. О.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Стехно О.В.				15	51
Реценз.					НУБіП		
Н. Контр.		Коробко М. М.					
Затверд.							
					РОЗДІЛ 2		

Канатний барабан (рис. 2.1) складається із приводного валу *1*, який розміщений на виносних опорах *2*. На приводний вал за допомогою шпонкового з'єднання *3* встановлена маточина *4*, яка має отвори конічної форми. У отвори маточини встановлено гвинти *5* відповідної форми, які із одного боку закріплено до маточини через гайки *6* та шайби *7*. Із іншого боку на гвинти встановлено футеровані гумові вставки циліндричної форми *8*. Футеровані гумові вставки циліндричної форми вставляються у відповідні отвори зубчастої муфти *9*, яка встановлюється у циліндр канатного барабана *10* [1].

Робота канатного барабана відбувається наступним чином. Під час роботи механізму підйому вантажу, відбувається передача обертового моменту $M_{об}$ від приводу механізму на приводний вал канатного барабана *1* та через шпонкове з'єднання *3* до маточини *4*, у якій закріплені відповідної форми гвинти *5*. На гвинти *5* встановлено футеровані гумові вставки циліндричної форми *8*, які мають властивість змінатись під дією моменту опору $M_{оп}$, який діє на циліндр канатного барабана *10* у відповідних отворах зубчастої муфти *9* [1].

Встановлення футерованих гумових вставок *8* на відповідних гвинтах *5*, між маточиною *4* та зубчастою муфтою *9*, дозволяє створити умови, при яких небажані динамічні навантаження, що діють на канатний барабан, знижуються [1].

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

РОЗДІЛ 3

ТИПОВИЙ РОЗРАХУНОК МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ ВАНТАЖУ БАШТОВОГО КРАНА

3.1. Кінематичний розрахунок механізму підйому вантажу баштового крана

Вихідні дані:

Вантажопідйомність – 10 т; висота підйому – 40 м; максимальний виліт – 30 м; швидкість підйому вантажу – 30 м/хв; частота повороту башти – 1 об/хв; швидкість пересування крана – 20 м/хв; швидкість пересування вантажного візка – 20 м/хв; режим роботи – легкий, ПВ = 15 %; кран працює на відкритому повітрі; струм трифазний 220/380 В.

Приймаємо поліспаст простий (рис. 1.1), кратність $u = 4$; режим роботи - легкий, ПВ = 15 %.

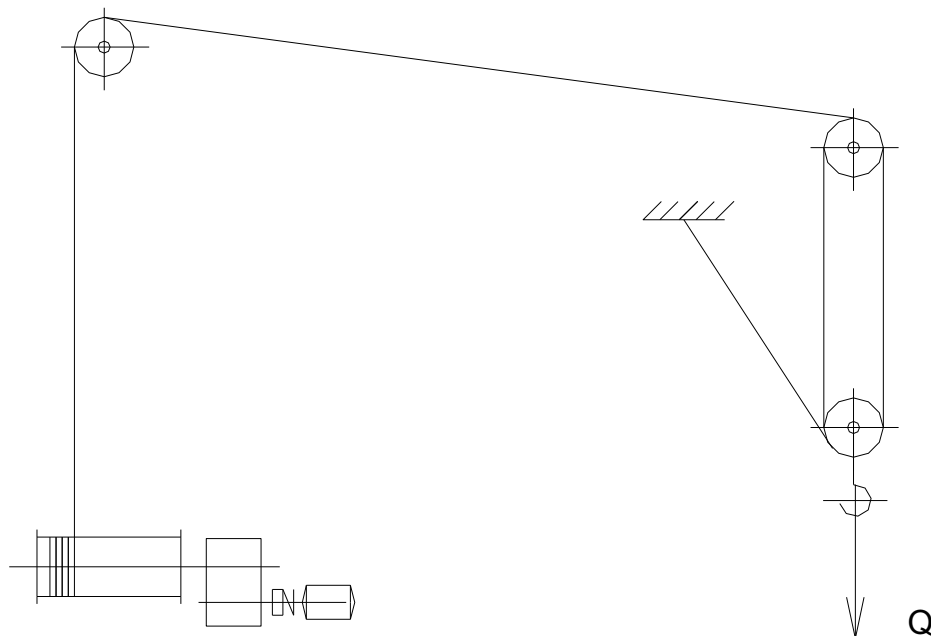


Рис.3.1. Типова схема механізму підйому баштового крана.

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лиманчук А. О.			РОЗДІЛ 3	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Стехно О.В.				17	51	
Реценз.					НУБіП			
Н. Контр.		Коробко М. М.						
Затверд.								

ККД поліспасту визначається за наступною залежністю:

$$\eta_{II} = \frac{1 - \eta_0^u}{u(1 - \eta_0)} = \frac{1 - 0,99^4}{4(1 - 0,99)} = 0,985, \quad (3.1)$$

де $\eta_0 = 0,99$ – ККД блоку.

Сумарний ККД канатно-блокової системи механізму становить:

$$\eta_0 = \eta_{II} \eta_0 = 0,985 \cdot 0,99 = 0,975. \quad (3.2)$$

Максимальне зусилля у гілці каната, намотуваного на приводний барабан:

$$S_{\max} = \frac{Q}{z \eta_0} = \frac{100000}{4 \cdot 0,975} = 25640 \text{ Н}, \quad (3.3)$$

де $z = 4$ – загальне число гілок, на яких висить вантаж.

Розривне зусилля в канаті становить:

$$S_p = S_{\max} n_K = 25640 \cdot 5 = 128200 \text{ Н}, \quad (3.4)$$

де $n_K = 5$ – коефіцієнт запасу міцності каната.

Обираємо тяговий канат ТЛК-0, 6х31+1 о.с. із органічним сердечником діаметром $d_k = 16$ мм із розривним зусиллям $S_p = 128500$ Н і межею міцності $\sigma_B = 1600$ н/мм² за ГОСТ 7679 – 69.

Мінімальний діаметр барабана (по центру намотуваного каната):

$$D_0 \geq e d_k = 16 \cdot 16 = 320 \text{ мм}, \quad (3.5)$$

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $e = 16$.

Діаметр блоків визначається за наступним виразом:

$$D_{\text{бл}} = 1,2D_{\text{б}} = 1,2 \cdot 320 = 384 \text{ мм.} \quad (3.6)$$

Приймаємо $D_{\text{б}} = D_{\text{бл}} = 500 \text{ мм}$ (по центру намотуваного каната).

Робоча довжина каната, намотуваного на барабан, при підйомі вантажу становить:

$$l_{\text{раб}} = Hu = 40 \cdot 4 = 160 \text{ м.} \quad (3.7)$$

Кількість робочих витків складає:

$$z_{\text{раб}} = \frac{l_{\text{раб}}}{\pi D_{\text{б}}} = \frac{160}{3,14 \cdot 0,5} = 102. \quad (3.8)$$

Загальне число витків становить:

$$z_{\text{общ}} = z_{\text{раб}} + z_{\text{зан}} + z_{\text{закр}} = 102 + 1,5 + 2 = 105,5; \quad (3.9)$$

де $z_{\text{зан}} = 1,5$ - мінімальна кількість запасних витків на барабані;

$z_{\text{закр}} = 2$ - кількість витків на закріплення каната.

Довжина барабана складає:

$$l_{\text{б}} = z_{\text{общ}} t + 4d_{\text{к}} = 105,5 \cdot 18 + 4 \cdot 16 = 1963 \text{ мм,} \quad (3.10)$$

де t - шаг каната; $t = d_{\text{к}} + (2..3)\text{мм}$ для барабана з нарізкою.

$4d_{\text{к}}$ - запасна відстань від останніх витків каната до кінців барабана.

					01.09.КР.2265"С".2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо барабан із двошаровою навивкою $l_0=1000$ мм.

Визначаємо статичну потужність при підйомі номінального вантажу:

$$N_p = \frac{Qv}{102\eta_m} = \frac{10000 \cdot 0,333}{102 \cdot 0,85} = 38,4 \text{ кВт}. \quad (3.11)$$

Обираємо асинхронний електродвигун із коротко замкнутим ротором SIEMENS типу 1LA5 220-4AA11, потужністю $N = 37$ кВт, $n = 1500$ об/хв, $M_{п.маx}=630$ н·м, $J_p= 0,32$ н·м·с². Загальний вигляд обраного електродвигуна представлено на рис. 3.2.

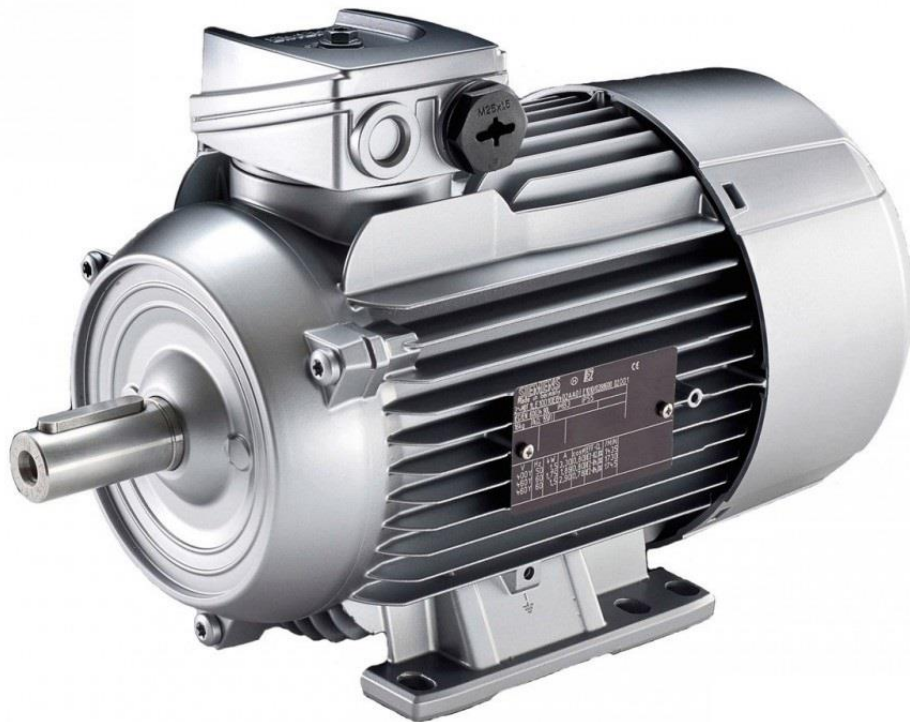


Рис. 3.2. Загальний вигляд електродвигуна SIEMENS типу 1LA5 220-4AA11

Швидкість намотування каната на барабан:

$$v_K = vu = 0,333 \cdot 4 = 1,33 \text{ м/с}. \quad (3.12)$$

					01.09.КР.2265''С'' .2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Частота обертання канатного барабана становить:

$$n_{\phi} = \frac{v_K}{\pi D_{\phi}} = \frac{60 \cdot 1,33}{3,14 \cdot 0,5} = 50,8 \text{ об / хв.} \quad (3.13)$$

Передаточне число редуктора визначається за наступною залежністю:

$$u_{p.p} = \frac{n}{n_{\phi}} = \frac{1500}{50,8} = 29,5. \quad (3.14)$$

За каталогом редукторів вибираємо редуктор Ц2-350 передаточне число $u_p = 32,42$. Загальний вигляд якого представлено на рис. 3.3.



Рис. 3.3. Загальний вигляд редуктора Ц2-350

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Фактична швидкість підйому вантажу становить:

$$v_{\phi} = 0,333 \cdot \frac{29,5}{32,42} = 0,3 \text{ м/с} . \quad (3.15)$$

3.2. Перевірка електродвигуна механізму підйому на пуск

Визначаємо середній час пуску при підйомі номінального вантажу:

$$t_{\Pi} = \frac{J_{np} \omega}{M_{n.cp} - M_{cm}} , \quad (3.16)$$

де J_{np} - приведений момент інерції системи;

$$J_{np} = \delta(J_P + J_M) + \frac{mR_{\sigma}^2}{u^2 u_P^2 \eta_M} = 1,2(0,32 + 0,472) + \frac{10194 \cdot 0,25^2}{4^2 \cdot 32,42 \cdot 0,85} = 2,4 \text{ н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2; \quad (3.17)$$

$M_{n.cp}$ - середньо пусковий момент,

$$M_{n.cp} = \frac{M_{\Pi.max} + 1,1M_H}{2} = \frac{630 + 1,1 \cdot 241}{2} = 448 \text{ н} \cdot \text{м}; \quad (3.18)$$

$M_H = 9750 \frac{N}{n} = 9750 \cdot \frac{37}{1500} = 241 \text{ н} \cdot \text{м}$ - номінальний момент двигуна.

$$m = \frac{Q}{g} = \frac{100000}{9,81} = 10194 \text{ н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}; \quad (3.19)$$

$$M_{CT} = \frac{QD_{\sigma}}{2u_M \eta_M} = \frac{100000 \cdot 0,5}{2 \cdot 4 \cdot 32,42 \cdot 0,85} = 227 \text{ н} \cdot \text{м} . \quad (3.20)$$

Час пуску електродвигуна становить:

					01.09.КР.2265''С''.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{II} = \frac{2,4 \cdot 157}{448 - 227} = 1,7 \text{ с.} \quad (3.21)$$

Середнє прискорення при пуску:

$$a_{cp} = \frac{v_{\phi}}{t_{II}} = \frac{0,3}{1,7} = 0,18 \text{ м/с}^2. \quad (3.22)$$

3.3. Визначення гальмівного моменту та вибір типу гальма

Гальмівний момент на валу електродвигуна становить:

$$M_T = k_T \frac{QD_{\phi}}{2u_M} \eta_M = 1,5 \cdot \frac{100000 \cdot 0,5}{2 \cdot 4 \cdot 32,42} \cdot 0,85 = 246 \text{ н} \cdot \text{м.} \quad (3.23)$$

За каталогом вибираємо гальмо типу ТКТ-200 з гальмівним моментом $M_T = 250 \text{ н} \cdot \text{м}$. Загальний вигляд представлено на рис. 3.4.

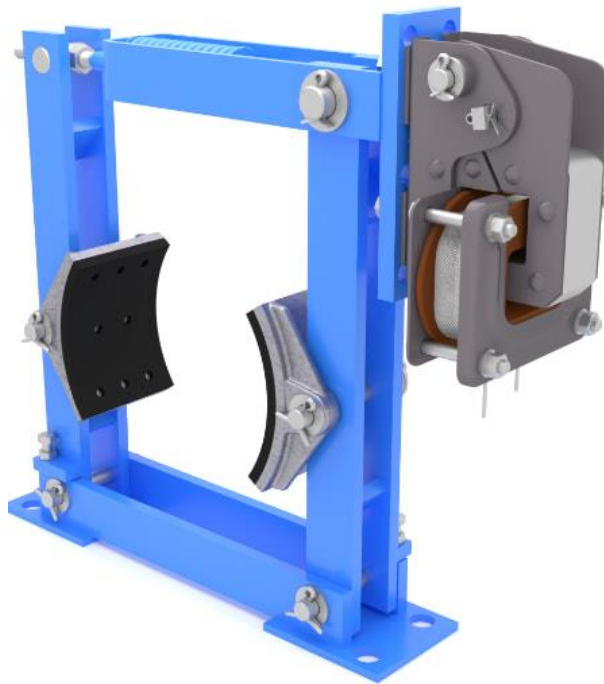


Рис. 3.4. Загальний вигляд гальм типу ТКТ-200

					01.09.КР.2265"С".2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

РОЗДІЛ 4

ЗАХОДИ ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ ВАНТАЖУ ТА БАШТОВОГО КРАНА ЗАГАЛОМ

4.1. Загальні положення з охорони праці під час роботи стрілового баштового крана

Забезпечення охорони праці під час експлуатації стрілового баштового крана є одним з базових елементів організації безпечного виробничого процесу при виконанні вантажопідйомних робіт, особливо в умовах будівництва промислових або сільськогосподарських об'єктів. Ефективна система охорони праці вимагає чіткого дотримання технічних регламентів, послідовної реалізації норм безпеки та належної підготовки персоналу, який залучений до обслуговування і експлуатації вантажопідйомальних механізмів.

Загальні вимоги безпеки передбачають, що до експлуатації баштового крана допускаються лише працівники, які пройшли спеціальне навчання, отримали відповідне посвідчення, пройшли медичний огляд та в повному обсязі опанували інструкції з охорони праці. Кожен оператор повинен бути ознайомлений із технічними характеристиками кранового обладнання, алгоритмами безпечного пуску, зупинки та режимами роботи.

Перед початком кожної зміни необхідно здійснювати візуальну та функціональну перевірку справності основних вузлів крану. До них належать: лебідка підйому, гальмівний механізм, електропривод, редуктор, системи обмеження вантажопідйомності та повороту стріли. Особливу увагу приділяють справності тросів і їх правильному укладанню на барабан, відсутності дефектів на гаку та його запірному елементі.

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лиманчук А. О.			РОЗДІЛ 4	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Стехно О.В.					24	51
Реценз.								
Н. Контр.		Коробко М. М.						
Затверд.								
						НУБіП		

Організаційні заходи з охорони праці на об'єктах будівництва, де застосовується стріловий баштовий кран, повинні враховувати схему розміщення техніки, наявність вільних проїздів для транспорту, чітке маркування небезпечних зон та запровадження системи попереджувальних сигналів. Для забезпечення безпеки сторонніх осіб, зони переміщення вантажу мають бути огорожені відповідно до затвердженого проекту організації будівництва.

Кожен вантажопідіймальний механізм повинен мати інструкцію з експлуатації, затверджену технічним керівництвом підприємства. Оператор крану повинен мати вільний доступ до документації, де вказані граничні навантаження, порядок змащування та технічного обслуговування, інтервали перевірок і перелік допустимих ремонтних операцій. Всі аварійні ситуації мають бути документально зафіксовані із подальшим аналізом причин та розробкою запобіжних заходів.

Технічні вимоги передбачають регулярне обслуговування стрілових систем, особливо за наявності змін кліматичних умов, інтенсивного навантаження та вібрацій. Елементи металоконструкції крану повинні бути очищені від корозії, тріщин, деформацій та залишків мастила. Рухомі з'єднання необхідно регулярно змащувати, а у разі виявлення ознак зносу – замінювати з дотриманням технічного регламенту.

Важливу роль відіграє контроль за роботою електросистем крана. Усі з'єднання повинні бути виконані згідно з електромонтажними стандартами, ізоляція кабелів – цілою, а заземлення – справним. Заборонено експлуатацію крана при виявленні іскріння, нагрівання електрообладнання, стороннього шуму в електродвигунах чи наявності запаху перегрітої ізоляції.

Для ефективної взаємодії між наземним персоналом та крановим оператором застосовуються стандартизовані сигнали, які передаються за допомогою радіозв'язку або візуальних систем керування. Усі учасники вантажопідіймального процесу мають дотримуватися одних і тих самих

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

сигналів, що виключає можливість неправильного трактування команд і забезпечує чітку координацію дій.

До обов'язків відповідального за охорону праці входить організація періодичного інструктажу, перевірка знань інструкцій з техніки безпеки, а також контроль за дотриманням порядку та умов експлуатації крана. Усі заходи мають відповідати чинному законодавству України, включаючи ДНАОП, ДСТУ, ГОСТ та інші нормативно-правові акти, що регламентують безпечну роботу підйомно-транспортного обладнання.

Особливо важливим аспектом є правильна організація дій у надзвичайних ситуаціях. Оператор крана повинен мати чіткий алгоритм дій у разі відмови гальм, обриву вантажного каната, втрати керування стрілою або виявлення задимлення електрообладнання. Усі працівники повинні бути ознайомлені з порядком евакуації, місцями розташування вогнегасників, аптечок, аварійних виходів та електрощитів.

4.2. Попередній технічний огляд та перевірка стану кранового обладнання

Попередній технічний контроль та аналіз справності кранового обладнання є невід'ємною складовою підготовки до його експлуатації, особливо у сфері будівництва об'єктів аграрного призначення. Комплекс перевірочних дій, які здійснюються перед запуском баштового крана, передбачає детальну оцінку його вузлів, систем і конструкційних елементів, що безпосередньо впливають на безпечність і функціональність механізму підйому та інших частин підйомно-транспортної установки.

Першочергово проводиться оцінка загального стану металоконструкцій, включаючи стрілу, платформу обертання, секції вежі та стабілізаційні елементи. Поверхневий огляд доповнюється перевіркою зварних швів, болтових з'єднань та стану лакофарбового покриття, що слугує

					01.09.КР.2265''С''.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

антикорозійним захистом. Зношені або деформовані елементи мають бути замінені до початку експлуатаційного циклу.

Далі виконується діагностика підйомного приводу, що включає електродвигун, гальмівну систему, редукторний вузол та барабан з канатом. Електродвигун перевіряється на відсутність стороннього шуму, перегріву та стабільність частоти обертання. Увага приділяється також стану підшипникових опор і наявності належної змазки. Гальмівний механізм має забезпечувати повну фіксацію барабана при припиненні живлення, без прослизання чи інерційного прокручування.

Редуктор контролюється на наявність люфту в зубчастій передачі, герметичність корпусу та рівень мастила. Будь-яке витікання масла може свідчити про несправність сальників або перевищення допустимих навантажень у попередніх робочих циклах. Барабан повинен мати рівномірний натяг троса по всій ширині витків, а сам трос – бути без пошкоджень, зламів, розпушень та слідів корозії. Допускається не більше визначеної кількості дротів, що обірвані, згідно з нормами безпечної експлуатації.

Наступним етапом є тестування систем автоматичного обмеження навантаження, кінцевих вимикачів, обмежувачів підйому, а також приладів сигналізації. Дані пристрої відіграють ключову роль у запобіганні перевантаженню конструкцій, самовільному опусканню вантажу або перевищенню допустимої висоти підйому. Їх налаштування повинно відповідати технічній документації крана, з урахуванням фактичних параметрів монтажного об'єкта.

Критичною умовою перед введенням крана в експлуатацію є перевірка стану електротехнічної частини. До огляду входять кабельні траси, блоки управління, комутаційна апаратура, заземлення і система аварійного знеструмлення. Провідники не повинні мати пошкоджень ізоляції, обривів або слідів термічного навантаження. Спрацьовування аварійного вимикача має бути оперативним, навіть у випадку втрати напруги.

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також перевіряється функціональність систем зв'язку між крановим оператором і наземним персоналом. Використання радіозв'язку або візуально-акустичних сигналів має бути ефективним, стабільним та зрозумілим для обох сторін. У разі виявлення непорозуміння чи відсутності зворотного контакту, робота крану не повинна розпочинатись до усунення причин.

Стан підкранових шляхів та платформи розміщення є ще одним аспектом технічної перевірки. Поверхня має бути горизонтальною, ущільненою, без провалів або перепадів висоти, що можуть спричинити перекіс конструкції крана та виникнення динамічних перевантажень. Також має бути передбачено наявність заземлення конструкції вежі та блискавкозахисту у разі роботи на відкритому майданчику.

При попередньому огляді перевіряються не тільки технічні характеристики, а й наявність чинної документації, сертифікатів відповідності та протоколів випробувань. Відсутність або просоченість даних документів є підставою для недопущення крана до роботи.

Фінальним етапом перевірки є холостий запуск механізму підйому без навантаження. Такий тест дозволяє виявити сторонні вібрації, нестабільну роботу механізмів, наявність тертя або заклинювань. При цьому оцінюється плавність ходу, час реакції на сигнали управління, відповідність напрямку обертання і стану елементів керування.

4.3. Вимоги до організації безпечного робочого простору на будівельному майданчику

Організація безпечного середовища на будівельному майданчику є фундаментальною умовою для ефективного функціонування підйомно-транспортних систем, зокрема стрілових баштових кранів, що використовуються при спорудженні аграрних об'єктів. Формування умов, які відповідають вимогам нормативно-технічних документів з охорони праці,

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

дозволяє значно зменшити рівень виробничого травматизму, а також забезпечити сталу роботу обладнання в межах допустимих навантажень.

Насамперед необхідно забезпечити чітке зонування території будівельного майданчика, відповідно до функціональних ділянок: зона роботи крана, складування вантажів, переміщення персоналу, під'їзні шляхи тощо. Межі цих зон мають бути позначені візуально – за допомогою сигнальних бар'єрів, стрічок, дорожніх знаків, огорожувальних конструкцій. Вхід сторонніх осіб на територію, де виконується монтаж або переміщення елементів за допомогою крана, повинен бути обмежений відповідно до регламентованих правил безпеки.

Ключовою умовою для безпечного проведення робіт із застосуванням баштового крану є забезпечення надійної поверхні для монтажу та встановлення опорного обладнання. Грунт у зоні розташування крана має бути ущільнений і перевірений на здатність витримувати навантаження, які створюються від маси обладнання та вантажу. В разі виявлення слабких ґрунтів або нерівностей здійснюється попереднє підсилення основи за допомогою плит, бетонних підстав або зміцнювальних елементів.

Безпечна експлуатація крана вимагає врахування особливостей логістичного потоку на майданчику. Маршрути пересування вантажів мають бути оптимізовані таким чином, щоб мінімізувати перетини з маршрутами пересування персоналу. Перевагу слід надавати маршрутам, що мають мінімальну кількість поворотів, зменшену відстань до місця монтажу та достатню оглядовість для оператора крана. В місцях перетину транспортних і пішохідних маршрутів встановлюють попереджувальні знаки та світлові сигнальні пристрої.

Важливим аспектом є дотримання вимог щодо організації зон маневрування стріли. Простір, у межах якого відбувається поворот башти крана, повинен бути повністю звільнений від стаціонарних і тимчасових об'єктів. В усіх напрямках слід витримувати встановлені безпечні відстані до будівель, інженерних мереж, інших кранів та людей. У разі неможливості

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дотримання таких відстаней мають бути запроваджені додаткові технічні заходи безпеки, зокрема обмежувачі кута повороту стріли, кінцеві вимикачі або дистанційні бар'єри.

Всі роботи повинні проводитися за наявності достатнього рівня освітлення. Зокрема, у темний час доби або за умов недостатньої природної освітленості, на будівельному майданчику повинні бути встановлені автономні або стаціонарні джерела світла, що забезпечують освітленість не менше 50 лк на відкритій робочій поверхні та щонайменше 20 лк у зонах переміщення вантажів. Оператор крана має чітко бачити гак, вантаж, маршрут переміщення, а також персонал у межах небезпечної зони.

З метою зниження ризиків пов'язаних із метеорологічними впливами (вітер, опади, ожеледиця), доцільно встановити на будівельному майданчику метеостанцію або погодний пост. Оператор крана повинен своєчасно отримувати інформацію про зміну погодних умов. У разі перевищення граничного швидкісного режиму вітру, встановленого для конкретної моделі крана, всі операції з підйому вантажів негайно припиняються, а обладнання переводиться в безпечний режим.

Відповідно до чинних стандартів охорони праці, на майданчику повинні бути організовані засоби аварійного доступу до крана, місця розташування обладнання для пожежогасіння, аптечки першої допомоги, а також шляхи евакуації. Усі відповідні зони повинні бути позначені схемами, табличками, інформаційними стендами та кольоровим маркуванням згідно з ГОСТ 12.4.026-76.

Персонал, що бере участь у роботах, повинен бути забезпечений повним комплектом засобів індивідуального захисту: каски, захисне взуття, рукавиці, сигнальний жилет, окуляри та інші засоби залежно від виду виконуваних операцій. Заборонено знаходитись на території будівництва у звичайному одязі без відповідної екіпіровки. Крім того, всі особи зобов'язані пройти інструктаж з техніки безпеки, результати якого фіксуються в журналі інструктажів.

					01.09.КР.2265"С".2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Не менш важливим є дотримання регламенту з технічного обслуговування обладнання, що використовується на майданчику. Має бути забезпечений оперативний доступ до електропостачання, заземлення, систем захисту від перенапруг та короткого замикання. Підключення електричних пристроїв дозволяється тільки через сертифіковані пристрої, із застосуванням відповідних автоматичних вимикачів та запобіжників.

Особливу увагу слід приділити впровадженню засобів дистанційного контролю параметрів кранової системи, включаючи контроль навантаження, вібраційних коливань, положення стріли та кута її нахилу. Інформація з таких систем має бути доступною не лише оператору, але й особам, відповідальним за технічну безпеку майданчика. Дані повинні зберігатися для подальшого аналізу можливих аварійних сценаріїв та удосконалення інструкцій.

Організація безпечного робочого простору також включає в себе планування зон відпочинку та санітарно-гігієнічних умов для працівників. На території майданчика мають бути передбачені місця для прийому їжі, туалети, приміщення для зберігання змінного одягу. Усі споруди повинні відповідати санітарним нормам, бути захищеними від атмосферних впливів та обладнаними засобами вентиляції і освітлення.

4.4. Допуск і кваліфікаційні вимоги до обслуговуючого персоналу

Для забезпечення безпечної та ефективної експлуатації стрілового баштового крану з підйомним механізмом, особливе значення має допуск до обслуговування обладнання лише тих осіб, які відповідають встановленим кваліфікаційним вимогам. Допуск до виконання робіт із керування та обслуговування вантажопідіймальної техніки передбачає дотримання комплексу нормативно-правових, організаційно-технічних і санітарно-медичних вимог, що визначені чинними галузевими стандартами.

Ключовою передумовою для отримання дозволу на самостійне обслуговування баштового крана є наявність відповідної технічної освіти або

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

проходження спеціалізованого навчання з підтвердженням кваліфікації. Оператори повинні опанувати теоретичну базу, що охоплює принципи дії вантажопідіймальних механізмів, особливості конструкції стрілових систем, принципи електроприводного керування, правила технічного огляду та елементи охорони праці. Додатково обов'язковим є практичне навчання під керівництвом досвідченого інструктора з подальшою перевіркою рівня знань і навичок.

Поряд із освітніми критеріями, працівники повинні відповідати визначеним медичним вимогам. До роботи не допускаються особи з хронічними захворюваннями опорно-рухового апарату, серцево-судинної системи, а також із порушеннями координації рухів, зору, слуху чи психоемоційного стану. Перед допуском до роботи проводиться первинний медичний огляд, а в подальшому — періодичні перевірки згідно з графіком. У разі виявлення відхилень працівника тимчасово відсторонюють від обов'язків.

Працівники, залучені до керування або технічного обслуговування підйомного обладнання, повинні пройти вступний інструктаж з охорони праці та вивчити посадові обов'язки. При цьому наголос робиться на знанні меж зон небезпеки, обов'язковому застосуванні засобів індивідуального захисту, послідовності дій під час підйому вантажу, заборонених операціях та методах реагування у разі виявлення несправностей. Усі працівники проходять інструктаж на робочому місці перед першим допуском до обладнання, а також позапланово - при впровадженні нових технологій чи зміні конструкції механізмів.

Необхідною умовою для подальшого виконання робіт є проходження іспиту перед комісією з представників технічної служби підприємства, служби охорони праці та, за потреби, представника експлуатаційної організації. За результатами перевірки знань працівникові видається посвідчення про допуск до самостійного виконання робіт. Дія цього документа обмежена строком, після якого працівник зобов'язаний пройти повторне навчання та перевірку.

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

У структурі підприємства повинна функціонувати служба охорони праці, яка відповідає за організацію перевірок дотримання інструкцій, реєстрацію допусків, ведення журналів інструктажу, оформлення нарядів-допусків на виконання робіт підвищеної небезпеки. Окремо регламентується облік і зберігання документів, які підтверджують кваліфікацію персоналу та його допуск до обслуговування підйомного обладнання.

Працівник, який має чинне посвідчення, допускається до експлуатації баштового крана тільки за наявності робочого одягу відповідного стандарту, включаючи захисний касковий головний убір, рукавиці, взуття з твердим носком і протиковзкою підошвою, сигнальний жилет та при необхідності — засоби захисту органів слуху та зору. Усі елементи захисного спорядження мають бути сертифіковані та не мати пошкоджень.

Кваліфікований фахівець повинен володіти знаннями про конструкцію, принцип дії та регламент обслуговування елементів крана, включаючи механізм підйому, стрілову систему, гальмівні пристрої, блоки захисту, електрообладнання та канатну частину. Додатково необхідно мати навички орієнтації на місцевості, визначення меж зони небезпеки та користування засобами зв'язку з іншими учасниками монтажних робіт.

Особливе значення має розуміння дій у разі виникнення позаштатних ситуацій. Обслуговуючий персонал повинен бути обізнаним із порядком безпечної зупинки крана, виведення його з робочого стану, а також процедурою виклику аварійної служби. У випадках електричного короткого замикання, відмови системи гальмування чи механічного заклинювання канатів оператор повинен діяти згідно з інструкцією, передбаченою в експлуатаційній документації, та негайно повідомити про інцидент відповідального інженера або керівника дільниці.

Важливою складовою кваліфікаційного рівня є також здатність вчасно виявляти несправності. Для цього персонал має вміти аналізувати зміну звукового фону, сторонні вібрації, нестабільність руху або перегрів вузлів. Такі ознаки можуть свідчити про зношування компонентів і вимагати

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

проведення технічного огляду або профілактичного обслуговування. Для цього необхідно знати базові принципи роботи вимірювальних приладів і технічної діагностики.

Для підвищення професійного рівня обслуговуючого персоналу доцільно проводити періодичні тренінги, в рамках яких моделюються аварійні ситуації, аналізуються типові помилки, надаються рекомендації щодо підвищення надійності та безпеки виконання робіт. Навчальні програми формуються на основі чинних нормативів, включаючи державні стандарти, правила експлуатації підйомно-транспортного обладнання та локальні інструкції підприємства.

Підвищені вимоги висуваються до осіб, які здійснюють технічний нагляд або виступають інструкторами для молодих спеціалістів. Вони повинні мати значний досвід роботи в галузі, вільно орієнтуватися в нормативно-технічній документації, а також демонструвати високу дисципліну та відповідальність за результати роботи підлеглих.

Загалом, система допуску до обслуговування баштового крана з механізмом підйому має бути чітко регламентованою і забезпечувати високий рівень професійної компетентності обслуговуючого персоналу. Всі дії повинні базуватися на діючих законодавчих актах, нормативно-технічних документах і правилах безпечної експлуатації вантажопідйомного обладнання. Комплексний підхід до перевірки кваліфікації та організації умов праці є запорукою зниження виробничого травматизму та підвищення ефективності функціонування машинобудівних систем у будівельній сфері.

4.5. Контроль технічного стану вузлів механізму підйому (барабан, редуктор, гальма)

Контроль технічного стану складових підйомного механізму баштового крана, зокрема таких вузлів, як підйомний барабан, передавальний редуктор і гальмівна система, є важливою складовою забезпечення його безпечної та

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

ефективної експлуатації. Надійність цих елементів визначає не лише стабільність функціонування усього підйомного комплексу, але й напряду впливає на рівень виробничої безпеки в зоні виконання монтажно-будівельних робіт.

Підйомний барабан, як частина лебідкового вузла, є основним елементом, на який намотується сталевий канат під час вертикального переміщення вантажу. У процесі експлуатації необхідно регулярно здійснювати візуальний огляд барабана на предмет появи тріщин, зношення канавок, нерівномірного накладання витків та відхилень осевого положення. Будь-які механічні пошкодження чи деформації корпусу можуть призвести до передчасного зносу троса, що створює ризик його обриву при навантаженні. Тому важливим є проведення періодичної дефектоскопії матеріалу барабана, а також перевірка на наявність залишкових деформацій.

Редуктор механізму підйому забезпечує трансформацію частоти обертання і крутного моменту, передаючи енергію від електродвигуна до барабана. Надійність цього вузла визначається точністю зачеплення зубчастих коліс, станом підшипників, змащенням та герметичністю корпусу. У процесі огляду необхідно перевіряти відсутність сторонніх шумів, вібрацій, перегріву корпусу, а також наявність слідів витікання мастильного матеріалу через ущільнювачі. Додатково слід здійснювати перевірку на наявність задирок, зносу та тріщин на зубцях шестерень, що може свідчити про перевищення робочих навантажень або недостатнє технічне обслуговування. Своєчасна заміна зношених елементів редуктора дозволяє запобігти раптовому виходу з ладу вузла в процесі експлуатації.

Гальмівний механізм відповідає за стабілізацію вантажу в нерухомому положенні та запобігає його неконтрольованому переміщенню при зупинці електродвигуна. Контроль технічного стану гальма включає перевірку стану гальмівних накладок, притискних пружин, муфт зчеплення та системи розчеплення. Гальмівні колодки повинні мати рівномірне зношення та відповідати встановленим допускам. Важливо також здійснювати діагностику

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

ефективності дії гальм за допомогою вимірювальних стендів або функціональних випробувань у штатних умовах. Особливу увагу слід приділяти електромагнітним вузлам у разі застосування електромагнітних гальмівних систем, оскільки втрата сили притягання призводить до зниження ефективності гальмування.

Загальна оцінка технічного стану вузлів підйому проводиться відповідно до вимог експлуатаційної документації та діючих норм з технічного нагляду. Результати перевірок повинні фіксуватись у відповідних журналах або актах технічного стану, що є обов'язковими при проходженні планових або позапланових інспекцій. У випадку виявлення несправностей будь-який елемент механізму підйому підлягає заміні або ремонту до початку подальшої експлуатації.

Для покращення точності оцінювання стану механізмів доцільним є застосування діагностичних систем на основі сенсорів вібрації, температури, зносу та навантаження. Встановлення таких систем дозволяє виявляти аномальні зміни у функціонуванні вузлів на ранніх стадіях, що підвищує загальну надійність конструкції та дозволяє здійснювати обслуговування за фактичним станом, а не лише за календарним графіком. Це особливо важливо при інтенсивній експлуатації кранів у складних умовах будівельних об'єктів.

Крім цього, при проведенні огляду вузлів підйому слід враховувати специфіку навантажувальних режимів, тип вантажу, тривалість безперервної роботи механізму, кліматичні умови, зокрема сезонні коливання температури та вологість повітря. Усі ці фактори можуть впливати на швидкість зношування, особливо при роботі у відкритому середовищі.

Підвищення ефективності діагностики та контролю стану підйомного барабана, редуктора і гальмівної системи можливе лише за умови належної підготовки технічного персоналу, що здійснює обслуговування крана. Особи, відповідальні за технічний стан обладнання, повинні володіти знаннями з механіки, електромеханіки, мати навички діагностики несправностей та користування контрольно-вимірювальними приладами.

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

4.6. Електробезпека та порядок дій у разі обриву кабелів

Електробезпека та організація дій у разі порушення цілісності силових кабелів або проводів є ключовим елементом загальної системи охорони праці під час експлуатації баштових кранів на будівельних об'єктах. Усі роботи, пов'язані з електроживленням, повинні здійснюватися відповідно до норм, викладених у чинних нормативно-технічних документах, зокрема ДСТУ EN 60204-1:2015, ГОСТ 12.1.019-79 та Правилах улаштування електроустановок (ПУЕ).

Перед початком експлуатації баштового крана слід забезпечити його підключення до електромережі із використанням справних захисних пристроїв, включаючи автоматичні вимикачі, диференціальні реле та пристрої захисного відключення. Всі кабелі живлення мають бути прокладені у спеціальних ізоляційних каналах або металевих лотках, а їх з'єднання з обладнанням – герметизовані та закріплені механічно. Підключення до електричної мережі дозволяється лише після перевірки цілісності обмоток електродвигунів, а також після перевірки опору ізоляції та заземлення.

Особливу увагу необхідно приділяти системі заземлення баштового крана. Вона повинна забезпечувати безперервний електричний контакт між струмопровідними елементами та контуром захисного заземлення. Вимірювання опору заземлення повинні проводитись до введення крана в експлуатацію, а надалі – не рідше одного разу на рік. Нормативне значення опору не повинно перевищувати 4 Ом для електроустановок до 1000 В.

У разі виявлення обірваного кабелю або відкритого струмопровідного елемента, роботу крана слід негайно зупинити, відключити джерело живлення, забезпечити охоронну зону навколо місця пошкодження та повідомити відповідальну особу за електрогосподарство. Ні в якому разі не допускається самостійне усунення обриву неавторизованим персоналом. Всі відновлювальні дії виконуються виключно електротехнічним фахівцем, що

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

має відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче III (відповідно до НПАОП 40.1-1.21-98).

Електротехнічний персонал, що обслуговує будівельні крани, повинен проходити регулярну атестацію та інструктажі з питань електробезпеки. Працівники повинні мати посвідчення про допуск до роботи з електрообладнанням, знати порядок дій у разі виявлення аварійних ситуацій, зокрема обриву проводів, короткого замикання або перегріву контактних з'єднань. Візуальна діагностика кабелів та контактної арматури має бути обов'язковим елементом щоденного технічного огляду.

Контроль стану ізоляції виконується із застосуванням мегаомметрів з напругою 1000 В. При зниженні опору ізоляції нижче встановленого значення (зазвичай 0,5 МОм для електромереж до 1000 В) експлуатація обладнання забороняється. Також забороняється експлуатація крана у разі виявлення механічних пошкоджень зовнішньої оболонки кабелів, оголених проводів або ознак пробою ізоляції (іскріння, характерний запах, перегрів).

Ефективність електробезпеки також залежить від впровадження автоматизованих систем моніторингу, які забезпечують контроль за напругою, струмом навантаження, температурою електродвигунів і контактних з'єднань у режимі реального часу. У разі перевищення допустимих параметрів спрацьовує система аварійного відключення з одночасним оповіщенням відповідального оператора.

Робота в умовах атмосферних опадів, високої вологості або конденсації в електрошкафах потребує додаткових заходів захисту. Корпуси електричних шаф мають бути захищені відповідно до класу IP54 або вище. Вентиляційні отвори мають бути захищені від проникнення вологи. Рекомендується встановлення нагрівачів або термореле, які запобігають утворенню вологи усередині електрообладнання.

Наявність діелектричних засобів захисту, таких як діелектричні рукавички, килимки, ізолюючі штанги та покажчики напруги, є обов'язковою для проведення будь-яких робіт, пов'язаних із технічним обслуговуванням або

					01.09.КР.2265"С".2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

відновленням кабельної інфраструктури. Усі засоби захисту повинні мати чинні протоколи випробувань та відповідати вимогам ДСТУ EN 60903.

Кожен випадок виявлення обриву кабелів підлягає реєстрації у спеціальному журналі обліку аварійних ситуацій, з обов'язковим зазначенням дати, часу, місця, характеру пошкодження, прізвища особи, яка виявила дефект, та заходів, вжитих для усунення. Аналіз накопичених записів дозволяє проводити профілактичну роботу, виявляти повторювані проблеми, коригувати графіки обслуговування та удосконалювати схеми прокладання кабельних ліній.

4.7. Взаємодія оператора крана з наземним персоналом і комунікація

У процесі експлуатації стрілового баштового крану на об'єктах аграрного чи промислового призначення ключове значення має ефективна взаємодія між оператором крану та персоналом, який виконує роботи на землі. Від злагодженості цієї взаємодії залежить не лише оперативність технологічного процесу, а й безпосередній рівень виробничої безпеки. У межах регламентованих норм охорони праці особливу увагу приділяють стандартам комунікації, які забезпечують передачу команд і зворотного зв'язку між крановиком і працівниками, що перебувають у зоні переміщення вантажів.

Відповідно до технічних вимог, оператор баштового крану зобов'язаний підтримувати постійний контакт із сигнальником або відповідальною особою, яка координує виконання монтажних операцій. У сучасних умовах рекомендується використовувати радіозв'язок або інші засоби електронної комунікації, що забезпечують двосторонню передачу інформації в режимі реального часу. Це значно знижує ризик помилок, пов'язаних із неправильним тлумаченням сигналів або недостатньою видимістю в зоні виконання робіт.

В умовах обмеженої видимості, при ускладненому доступі до місця монтажу або при відсутності радіозв'язку допускається застосування

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

візуальної сигналізації за допомогою встановлених жестів. Однак таке рішення має використовуватися виключно як тимчасовий захід, оскільки ефективність і точність команд у такому випадку значною мірою залежать від погодних умов і фізичного стану працівників. Використання жестової комунікації можливе лише в разі, коли збережено безперервний зоровий контакт між оператором і сигнальником.

Усі працівники, які залучаються до спільної роботи з баштовим краном, повинні бути належним чином проінструктовані щодо процедури подачі сигналів, порядку взаємодії, черговості виконання дій, а також меж допустимих дій у разі непередбачених ситуацій. Окрім цього, обов'язковим є проходження інструктажу з питань охорони праці та дотримання регламентів безпеки, визначених у технічній документації до кранового обладнання.

Оператор крану не має права виконувати жодну команду, якщо вона не відповідає стандартним сигналам або суперечить умовам безпечної експлуатації. У разі виникнення двозначності або неповного отримання інформації підйом вантажу повинен бути припинений до моменту повного з'ясування обставин. Така позиція узгоджується з принципом пріоритету безпеки над виробничими показниками, що задекларований у системі управління охороною праці підприємства.

З технічної точки зору, кабіна оператора баштового крана має бути обладнана сучасними засобами візуального контролю (оглядові камери, цифрові дисплеї), а також пристроями фіксації команд та логів переміщення вантажу. Такі інструменти дозволяють не лише оперативно реагувати на зміну умов навколишнього середовища, а й забезпечують документальне підтвердження дій у разі технічного аудиту чи розслідування інциденту.

Варто враховувати, що значна частина аварійних ситуацій на будівельних майданчиках пов'язана з порушенням комунікації між учасниками підйомно-монтажних операцій. Помилки у розпізнаванні сигналів, затримки в передачі команд, несвоєчасна зупинка механізму підйому або неправильне розташування наземного персоналу щодо траєкторії руху

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

вантаж - усе це може мати критичні наслідки як для техніки, так і для здоров'я людей.

З метою уніфікації системи сигналізації, в межах підприємств запроваджуються внутрішні стандарти комунікації, які визначають перелік команд, їх значення, форму передачі (вербальну, радіосигнали, світлові індикатори тощо) і відповідальних осіб за їх подачу. Відповідальні за безпечне проведення робіт особи зобов'язані періодично перевіряти знання цих сигналів працівниками, а також оцінювати їхнє застосування в реальних виробничих умовах.

Окремо варто згадати про використання цифрових технологій для підтримки зв'язку між оператором і наземними виконавцями. Наприклад, застосування планшетів, мобільних додатків або спеціалізованих систем диспетчеризації дозволяє передавати не лише короткі сигнали, а й технічні параметри навантаження, вектор руху, залишкову вантажопідйомність механізму тощо. Це особливо актуально в умовах високої складності монтажу та потреби в багатоступеневій координації дій.

4.8. Алгоритм безпечного підйому вантажів

Забезпечення безпечного виконання підйомних операцій баштовими кранами, оснащеними механізмом вертикального переміщення, вимагає чіткого дотримання ряду взаємопов'язаних дій, що мають на меті запобігання пошкодженням вантажу, обладнання та усунення ризику для життя та здоров'я обслуговуючого персоналу. Усі процедури мають виконуватися згідно з чинними стандартами технічної експлуатації і нормативно-правовими актами з охорони праці в галузі будівництва та машинобудування.

На етапі підготовки до підйому вантажу оператор крану разом із стропальником та іншими членами бригади повинен здійснити візуальну перевірку робочого простору. Визначається відповідність погодних умов нормам безпеки, аналізується траєкторія руху вантажу, перевіряється

					01.09.КР.2265"С".2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

наявність сторонніх предметів або осіб у межах зони дії вантажопідіймального обладнання. Простір під вантажем повинен бути вільний і маркований відповідним чином. У разі наявності перешкод експлуатація механізму підйому забороняється.

Перед початком робіт здійснюється інспекція вантажозахоплювальних пристроїв. Стропи, гаки, скоби та інші елементи кріплення повинні бути в справному стані, без тріщин, деформацій, слідів корозії або зносу, що перевищує граничні значення. При виявленні пошкоджень використання таких пристроїв категорично забороняється. Особливу увагу звертають на правильність вибору типу стропування відповідно до маси та габаритів вантажу.

У подальшому здійснюється фіксація вантажу до гака механізму підйому. Під час цього етапу необхідно забезпечити рівномірне розподілення маси по всіх точках підвісу та уникнути перекосу. Фіксація проводиться з урахуванням центра ваги, що дозволяє досягти стабільного положення об'єкта в процесі вертикального транспортування. Після завершення стропування оператор крана подає сигнал про готовність, і тільки після підтвердження від наземного персоналу дозволяється починати підйом.

На момент старту вертикального переміщення оператор повинен здійснити пробне навантаження: відрив вантажу від опори на незначну висоту з подальшим оцінюванням балансу, стабільності та стану стропів. Якщо всі параметри в нормі, рух продовжується. У разі виявлення перекосів або нестабільності - вантаж опускається назад для корекції фіксації. Ніколи не допускається ривковий запуск або переміщення вантажу без упевненості в його надійному закріпленні.

Під час підйому оператор повинен забезпечити плавне та рівномірне нарощування висоти, контролюючи хід операції за допомогою візуального спостереження та даних з сенсорів навантаження, якщо система крана передбачає автоматизований моніторинг. Допускається використання

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

обмежувачів висоти та кінцевих вимикачів для запобігання перевищенню допустимих значень.

Рух вантажу в горизонтальній площині здійснюється виключно після досягнення потрібної висоти та стабілізації вантажу. За умов сильного бокового вітру або нестабільної погодної ситуації будь-які переміщення тимчасово призупиняються. Стріла крана не повинна змінювати положення раптово або з перевищенням допустимої швидкості повороту.

Особливу увагу приділяють точності розміщення вантажу в цільовій точці. Оператор крана за допомогою комунікації з наземним працівником повинен чітко отримувати координати для точного опускання елемента. Перед завершенням переміщення виконується зниження швидкості опускання для забезпечення плавного контакту вантажу з основою без ударних навантажень. У разі необхідності передбачено використання амортизаційних елементів.

Після завершення операції оператор фіксує механізми в нейтральному положенні, переконується у стабільному положенні вантажу на землі, лише після цього дозволяється від'єднання стропів. Відстібання фіксуючих елементів виконується лише вручну, за умови повної зупинки крана.

У системі експлуатації вантажопідіймальних механізмів повинен бути реалізований протокол обов'язкового звітування про кожен підйом, особливо якщо він супроводжувався позаштатними ситуаціями або змінами в режимі роботи. Такі дані фіксуються в журналі обліку операцій і надалі можуть бути використані для технічного аналізу та планування профілактичного обслуговування обладнання.

Комплекс дій, що складає алгоритм безпечного підйому, повинен розглядатися як єдина взаємопов'язана система, що включає технічну готовність крана, професійний рівень оператора, злагодженість комунікації та організацію простору виконання робіт. Всі компоненти алгоритму мають бути описані в локальній інструкції підприємства та доведені до відома всіх учасників монтажного процесу.

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

4.9. Системний підхід до запобігання аваріям і забезпечення безаварійної роботи

Забезпечення безперервного та безпечного функціонування технічних систем, зокрема підйомно-транспортного обладнання, вимагає впровадження системного підходу до запобігання аварійним ситуаціям. Такий підхід базується на поєднанні технічних, організаційних і профілактичних рішень, які дозволяють знизити ймовірність виникнення небезпечних подій, мінімізувати наслідки несправностей та підвищити експлуатаційну надійність обладнання в умовах виробничого навантаження.

У контексті експлуатації стрілових баштових кранів, які застосовуються на будівельних об'єктах аграрного призначення, системний підхід передбачає впровадження чітко структурованого комплексу дій. Основою є попередній аналіз ризиків, який охоплює ідентифікацію всіх можливих відмов вузлів та механізмів, а також оцінку критичності кожної потенційної несправності. На основі цього здійснюється розробка заходів з технічного контролю, регламентного обслуговування та модернізації обладнання.

Профілактика аварій полягає, насамперед, у регулярному моніторингу технічного стану відповідальних елементів конструкції, зокрема – барабанів, гальмівних пристроїв, редукторів та підшипникових опор. Для цього застосовуються як візуально-інструментальні методи діагностики, так і автоматизовані системи контролю параметрів навантаження, вібрації та температури. Виявлення навіть незначних відхилень від нормативних значень має бути приводом до перевірки функціонування всієї підсистеми.

Поряд із технічними аспектами, важливою складовою системного підходу є організація кваліфікованого персоналу. Оператор крана, монтажники, електротехнічний і обслуговуючий персонал повинні мати відповідні документи про навчання, проходити регулярні інструктажі, володіти навичками надання першої допомоги та дій у разі аварії. Доступ до

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

управління механізмами має бути дозволений лише за наявності посвідчення, підтвердженого медичного висновку та проходження стажування.

Систематичність у веденні технічної документації – ще один важливий фактор запобігання аваріям. Повинні бути впроваджені журнали обліку технічного обслуговування, діагностики та інцидентів. Аналіз записів дозволяє своєчасно виявляти повторювані збої, визначати слабкі місця конструкції та приймати рішення про заміну чи модернізацію елементів.

Крім того, при системному підході до забезпечення безпеки особлива увага приділяється зовнішнім умовам експлуатації. Погодні фактори, вплив агресивного середовища, сезонні зміни температури – усе це повинно бути враховано в експлуатаційних регламентах. Під час роботи на відкритих майданчиках повинні бути запроваджені метеозалежні обмеження на вантажопідіймальні операції, які автоматично активуються при досягненні критичних значень швидкості вітру, вологості або температури.

Запобігання аваріям також передбачає перевірку систем комунікації між учасниками процесу. Передача сигналів, управлінські команди, аварійне інформування – усі ці елементи мають функціонувати без збоїв, бути дубльованими різними засобами (радіозв'язок, сигнальні панелі, звукова сигналізація) та перевірятися перед кожним запуском кранового обладнання.

У випадках технічних збоїв чи критичних відхилень в роботі стрілового крана обов'язковим є миттєве зупинення операцій, знеструмлення системи та допуск ремонтного персоналу лише за наявності дозволу та засобів захисту. Кожен такий інцидент повинен бути розслідуваний, із встановленням причин, винуватців (якщо є), та розробленням рекомендацій для недопущення повторення ситуації.

На рівні підприємства має діяти єдина стратегія безпеки, яка охоплює питання планово-попереджувального обслуговування, навчання персоналу, закупівлі надійних комплектуючих та модернізації зношених елементів. Це дозволяє створити систему управління ризиками, яка в реальному часі

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

забезпечує гнучке реагування на зміну умов експлуатації, а також мінімізує наслідки помилок людського чинника.

У технічному аспекті пріоритетом стає запровадження інженерних рішень, які автоматично запобігають аварійним ситуаціям. Наприклад, встановлення обмежувачів навантаження, які не дозволяють перевищити граничні параметри вантажу; систем блокування руху при наближенні до перешкод; пристроїв аварійного гальмування та аварійного зниження вантажу у разі знеструмлення. Усі ці пристрої повинні бути інтегровані в загальну систему управління краном і перебувати під постійним контролем.

Таким чином, підхід до безпечної експлуатації підйомно-транспортних систем має спиратися на принцип системності, який охоплює не лише технічні засоби, але й управлінські, інформаційні, кадрові та нормативні складові. Скоординованість дій, безперервний моніторинг, прогнозування можливих відмов та готовність до їх усунення – це фундамент для створення безпечного виробничого середовища.

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

РОЗДІЛ 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Проведемо визначення економічного ефекту від проведеного удосконалення механізму підйому вантажу баштового крана. Для цього запишемо відповідні вихідні дані, які зведено до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1.

Різниця показників експлуатації механізму підйому вантажу баштового крана
до та після удосконалення

Показник	До модернізації	Після модернізації
Середня кількість аварій на рік	8	2
Середній час простою за одну аварію, год	10	6
Вартість ремонту однієї поломки, грн	13700	6900
Продуктивність крана, т/год	10	11,5
Вартість обробки 1 тони вантажу, грн	50	

Визначення економічного ефекту на ремонті виглядає наступним чином:

- До проведення удосконалення:

$$8 \text{ аварій} \times 13700 = 109600 \text{ грн/рік.} \quad (5.1)$$

- Після проведення удосконалення:

$$2 \text{ аварія} \times 6900 = 13800 \text{ грн/рік.} \quad (5.2)$$

01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Лиманчук А. О.		
Перевір.		Стехно О.В.		
Реценз.				
Н. Контр.		Коробко М. М.		
Затверд.				
РОЗДІЛ 5				
		Літ.	Арк.	Аркушів
		47	51	
НУБіП				

Економія на ремонтах становить:

$$109600 - 13800 = 95800 \text{ грн/рік.} \quad (5.3)$$

Визначимо економічну ефективність від простою баштового крана:

- До проведення удосконалення:

$$8 \text{ аварій} \times 10 = 80 \text{ годин простою.} \quad (5.4)$$

$$80 \text{ год} \times 10 \text{ т/год} \times 50 \text{ грн/т} = 40\,000 \text{ грн/втрата} \quad (5.5)$$

- Після проведення удосконалення:

$$2 \text{ аварія} \times 6 = 12 \text{ години простою.} \quad (5.6)$$

$$12 \times 11.5 \times 50 = 6900 \text{ грн/втрата} \quad (5.7)$$

Різниця економії на простої баштового крана становить:

$$40000 - 6900 = 33100 \text{ грн/рік} \quad (5.8)$$

Результаті розрахунку річної економічної ефективності зведено до таблиці 5.2.

Таблиця 5.2.

Річна економічна ефективність модернізованого механізму крана

Стаття економії	Сума, грн/рік
Менші витрати на проведення ремонтних робіт	95800
Зменшення втрат через простої	33100
Разом	128900

ВИСНОВКИ

Бакалаврська кваліфікаційна робота тема якої «Розробка конструкції механізму підйому вантажу баштового крана» наведена на п'яти розділах.

В першому розділі проведено аналіз типових конструкції стрілових систем баштових кранів, представлено кінематичні схеми приводів механізму підйому вантажу та представлено загальні відомості про баштові крани.

У розділі два проведено удосконалення конструкції механізму підйому вантажу баштового крана. Пропонувалося створити таку конструкцію канатного барабана механізму підйому вантажу, що дозволить утворити пружний механічний зв'язок між ланками його складових частин за рахунок чого відбувається мінімізація небажаних динамічних навантажень у конструкції механізму підйому при пуску та гальмуванні.

В третьому розділі проведено розрахунок конструкції механізму підйому вантажу баштового крана. Виконано кінематичний розрахунок, обрано тяговий канат, асинхронний електродвигун, редуктор та гальмівний пристрій. Проведено перевірку електродвигуна на нагрів.

У розділі чотири наведено заходи з техніки безпеки під час експлуатації як баштового крана, так і вантажопідіймального механізму загалом. Проведено аналіз можливих небезпек при роботі запропонованої конструкції, а також розглянуто питання контролю навантажень та інші аспекти безпечної експлуатації.

В розділі п'ять здійснено розрахунок економічного ефекту від впровадження розробленої конструкції механізму підйому вантажу баштового крана. У межах даного розрахунку сумарна економічно ефективність становить 128900 гривень за рік.

					01.09.КР.2265"С".2024.12.16.005.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лиманчук А. О.			ВИСНОВКИ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Стехно О.В.					49	51
Реценз.						НУБіП		
Н. Контр.		Коробко М. М.						
Затверд.								

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Хмара Л.А., Колісник М.П., Голубченка О.І. Будівельні крани конструкція та експлуатація. – К.: Техніка, 2001 – 291 с.
2. Інтернет ресурс – [https://uk.wikipedia.org/wiki/Баштовий кран](https://uk.wikipedia.org/wiki/Баштовий_кран).
3. Атлас конструкцій підйомно-транспортних машин. Навчальний посібник. Ч.І. Крани і кранові механізми. Харків 2008.
4. Афтанділянц Є. Г. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СТІЛОВИХ СИСТЕМ БАШТОВИХ КРАНІВ / Є. Г. Афтанділянц, В. С. Ловейкін, О. Г. Шевчук. // Техніка та енергетика АПК. – 2015. – С. 121–130.
5. Канатний барабан із пружними вставками: пат. 147361 Україна. № 202003663; заявл. 18.06.2020; опубл. 06.05.2021, Бюл. № 18. 4 с.
6. Моделювання динаміки механізмів вантажопідйомних машин / [Ловейкін В.С., Човнюк Ю.В., Діктерук М.Г., Пастушенко С.І.]. – К.-Миколаїв: РВВ МДАУ, 2004. – 286 с.
7. Механізм підйому вантажопідйомного крана для транспортування довгомірних вантажів: пат. 67732 Україна. № 201106991; заявл. 03.06.2011; опубл. 12.03.2012, Бюл. № 5. 3 с.
8. Механізм підйому ливарного крана: пат. 87867 Україна. № 201309649; заявл. 02.08.2013; опубл. 25.02.2014, Бюл. № 4. 4 с.
9. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів. – Х.: Вид-во „Форт”, 2007. – 256 с.
10. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті. – Х.: Вид-во „Форт”, 2007. – 120 с.

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лиманчук А. О.			СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Стехно О.В.					50	51
Реценз.						НУБіП		
Н. Контр.		Коробко М. М.						
Затверд.								

ДОДАТКИ

					01.09.КР.2265”С”.2024.12.16.005.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лиманчук А. О.			ДОДАТКИ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Стехно О.В.					51	51
Реценз.						НУБіП		
Н. Контр.		Коробко М. М.						
Затверд.								