

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет Конструювання та дизайну

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
конструювання машин і обладнання
_____ проф. В.С. Ловейкін
«_____» _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему: РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ РОБОТИЗОВАНОГО
МЕХАНІЗМУ ЗМІНИ ВІЛЬОТУ БАШТОВОГО КРАНА З
ГОРИЗОНТАЛЬНОЮ СТРІЛОЮ

Спеціальність 133-Галузеве машинобудування _____

Гарант освітньої програми

д.т.н., проф. _____

Булгаков В.М.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

PhD., асистент _____

Стехно О.В.

Виконав _____

Вовк Богдан Михайлович

Київ – 2026

Додаток Д
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет Конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Конструювання машин і обладнання

д.т.н., проф Ловейкін В.С.

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

“ ” 2026р.

З А В Д А Н Н Я

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Вовк Богдан Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133- Галузеве машинобудування

(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи _____

Розробка конструкції роботизованого механізму зміни вильоту баштового
крана з горизонтальною стрілою.

затверджена наказом ректора НУБіП України від “15” квітня 2026р. № 1044“С”

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру 28.05.2025

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи

Перелік питань, які потрібно розробити:

Перелік графічних документів (за потреби)

Дата видачі завдання “18” квітня 2026р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

Стехно О.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

Вовк Б.М.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. Аналіз існуючих різновидів баштових кранів та конструкцій вантажних візків.....	8
1.1. Призначення баштових кранів і сфера їх застосування.....	8
1.2. Особливості режимів роботи баштових кранів.....	14
1.3. Умови безпечної експлуатації баштових кранів.....	14
1.4. Типові конструкції вантажних візків баштових кранів.....	15
1.5. Конструкції лебідок приводу вантажних візків баштових кранів.....	17
1.6. Типові схема запасовки тягових канатів переміщення вантажного візка баштового крана.....	21
РОЗДІЛ 2. Розробка конструкції приводу механізму зміни вильоту баштового крана.....	22
РОЗДІЛ 3. Розрахунок роботизованої конструкції механізму зміни вильоту баштового крана з горизонтальною стрілою.....	27
3.1. Кінематичний розрахунок механізму зміни вильоту баштового крана з горизонтальною стрілою.....	27
3.2. Розрахунок циліндричної гвинтової пружини.....	33
РОЗДІЛ 4. Заходи охорони праці при експлуатації механізму зміни вильоту стріли та баштового крана.....	38
4.1. Аналіз потенційних загроз при роботі механізму зміни вильоту.....	38
4.2. Основні вимоги до технічного стану вузлів механізму зміни вильоту баштового крана.....	40
4.3. Забезпечення безпеки відповідного персоналу під час процесу зміни вильоту вантажу.....	41
4.4. Відповідний порядок технічного обслуговування досліджуваного механізму з урахуванням вимог техніки безпеки.....	42
4.5. Контроль відповідної навантаженості і обмеження під час процесу зміни вильоту стріли.....	44
4.6. Вплив кінцевих вимикачів при безаварійній роботі механізму зміни вильоту стріли.....	46
4.7. Проведення інструктажу персоналу перед роботами із механізмом зміни вильоту стріли.....	47
РОЗДІЛ 5. Техніко-економічне обґрунтування розробленої конструкції механізму зміни вильоту стріли.....	50
ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕЛІЛ	54
ДОДАТКИ	55

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ							
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Вовк Б.М.			ЗМІСТ				Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Стехно О.В									4	
Реценз.									НУБіП України			
Н. Контр.		Ловейкін В.С.										
Затверд.												

РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота та тему: «Розробка конструкції роботизованого механізму зміни вильоту баштового крана з горизонтальною стрілою» - складається із п'яти розділів (5), які розміщені на п'ятдесяти п'яти (55) сторінках друкованого тексту формату А4, двадцяти двох (22) рисунків, однієї (1) таблиці, висновків та десяти (10) джерел використаної літератури, додатків, а також графічної частини.

Розрахунково-пояснювальна записка містить наступні розділи:

- Вступ.
- Аналіз існуючих різновидів баштових кранів та конструкцій вантажних візків.
- Розробка конструкції приводу механізму зміни вильоту баштового крана.
- Розрахунок роботизованої конструкції механізму зміни вильоту баштового крана з горизонтальною стрілою.
- Заходи охорони праці при експлуатації механізму зміни вильоту стріли та баштового крана.
- Техніко-економічне обґрунтування розробленої конструкції механізму зміни вильоту стріли.
- Висновки.
- Список використаних джерел.
- Додатки.

Галуззю використання розробленої конструкції є вантажопідіймальне машинобудування.

Ключові слова: баштовий кран, зміна вильоту, горизонтальна стріла, вантаж, демпфери, розрахунок, безпека, техніко-економічні показники.

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Вовк Б.М.			РЕФЕРАТ			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Стехно О.В.								5	55
Реценз.								НУБіП України			
Н. Контр.		Ловейкін В.С.									
Затверд.											

ВСТУП

Бурхливий розвиток сучасного будівництва характеризується зростанням темпів виконання робіт, збільшенням висоти споруд та ускладненням монтажних процесів. У таких умовах особливого значення набуває використання ефективної підйимальної техніки, здатної забезпечити безперервне та головне точне транспортування вантажів у межах будівельного майданчика. Одним із найбільш розповсюджених видів вантажопідйимального обладнання в висотному будівництві є баштові крани, що забезпечують виконання широкого спектра технологічних операцій при монтажі конструкцій, подачі матеріалів і обслуговування будівельних процесів.

Ефективність роботи баштового крана значною мірою визначається характеристиками механізму зміни вильоту балочної стріли. Саме цей механізм забезпечує переміщення вантажного візка вздовж стріли і формує робочу зону крана. Для кранів із горизонтальною стрілою точність і плавність зміни вильоту мають особливе значення, оскільки від них залежить стійкість вантажу, рівень навантаження на металоконструкцію і безпечність проведення монтажних робіт. Нерівномірність руху або недостатня точність керування можуть призводити до розгойдування вантажу, збільшення навантажень на елементи крана та ускладнення роботи кранівника.

Сучасний розвиток техніки і безпосередньо цифрових технологій сприяє активному впровадженню автоматизованих технічних систем у сферу підйимально-транспортуючого обладнання. Роботизація окремих механізмів баштових кранів дозволяє значно покращити якість виконання робочих операцій, забезпечити автоматичний контроль параметрів роботи та підвищити точність позиціонування вантажів.

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Вовк Б.М.			ВСТУП			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Стехно О. В.								6	55
Реценз.								НУБіП України			
Н. Контр.		Ловейкін В.С.									
Затверд.											

Особливо актуальним це є для механізму зміни вильоту, який працює в умовах змінних навантажень та потребує високої стабільності руху. Використання роботизованих систем керування дає можливість оптимізувати режими роботи електроприводу, зменшити вплив людського фактора та забезпечити контроль за технічним станом механізму у режимі реального часу. Застосування сучасних датчиків, електронних систем керування, моніторингу й програмованих контролерів дозволяє реалізувати більш точне керування переміщенням вантажного візка та підвищити загальну ефективність експлуатації баштового крана.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи обумовлена необхідністю створення сучасних конструктивних рішень для механізмів зміни вильоту баштових кранів, що відповідатимуть вимогам надійності, точності, а також безпеки. В умовах постійної модернізації будівельних технологій підвищується потреба в кранах із високим рівнем автоматизації й можливістю інтеграції роботизованих систем керування.

При розробці конструкції роботизованого механізму зміни вильоту необхідно враховувати особливості кінематичної схеми баштового крана, характер дії навантажень, режими роботи електроприводу і умови експлуатації обладнання. Важливим завданням є забезпечення плавності переміщення вантажу, зменшення коливань стріли та підвищення точності позиціонування. Раціональний вибір конструктивних елементів і систем керування дозволяє покращити технічні характеристики крана і підвищити ефективність його використання для будівельної галузі.

Таким чином, розробка конструкції роботизованого механізму зміни вильоту баштового крана з горизонтальною стрілою є важливим напрямом удосконалення сучасної вантажопідіймальної техніки, це сприяє підвищенню продуктивності будівельних робіт, покращенню безпеки експлуатації та впровадженню новітніх технологій автоматизації в сферу вантажопідіймального обладнання.

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІЗНОВИДІВ БАШТОВИХ КРАНІВ ТА КОНСТРУКЦІЙ ВАНТАЖНИХ ВІЗКІВ

1.1. Призначення баштових кранів і сфера їх застосування

Баштові крани рис. 1.1 є спеціалізованими вантажопідіймальними машинами, що застосовуються переважно в будівельній галузі для транспортування й монтажу будівельних конструкцій, матеріалів та відповідного технологічного обладнання. Використання таких кранів дозволяє значно підвищити продуктивність будівельних робіт, а також скоротити терміни спорудження об'єктів [1].



Рис. 1.1. Загальний вигляд баштового крана.

					01.09.КР.1044"С"2026.04.15.037.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Вовк Б.М.			РОЗДІЛ 1		Літ.	Арк.
Перевір.		Стехно О.В.						8
Реценз.								55
Н. Контр.		Ловейкін В.С.					НУБіП України	
Затверд.								

Особливо ефективними баштові крани (рис. 1.1), є під час будівництва багатоповерхових житлових комплексів, промислових споруд, мостових переходів та інженерних конструкцій. Завдяки значній висоті підйому та великому радіусу обслуговування баштові крани можуть забезпечувати подачу вантажів у будь-яку точку будівельного майданчика [1-2].

Основними функціями баштового крана є:

- вертикальне переміщення вантажів;
- горизонтальне транспортування;
- монтаж великогабаритних конструкцій;
- подача будівельних матеріалів на висоту.

Конструктивне виконання баштових кранів визначається умовами їх безпосередньої експлуатації, параметрами будівельного об'єкта та необхідною вантажопідймальністю [1-2].

У баштових кранах із поворотною баштою (рис. 1.2.), поворот здійснюється разом із баштою та стрілою. Такі конструкції відзначаються простотою будови та відносно невеликими габаритами.



Рис. 1.2. Загальний вигляд баштового крана з поворотною баштою

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До переваг кранів з поворотною баштою належать:

- спрощений монтаж;
- зручність транспортування;
- невелика маса конструкції.

Недоліком є обмежена висота підйому та менша стійкість при роботі з великими вантажами [2-3].

У баштових кранів із поворотною оголовкою, нерухомою залишається башта, а обертається лише верхня частина зі стрілою. Така схема дозволяє збільшити висоту підйому та забезпечити кращу стійкість баштового крана.

Подібні баштові крани широко використовуються у висотному будівництві завдяки наступним показникам:

- високій вантажопідймальності;
- можливості нарощування башти;
- стабільності виконання робіт при суттєвих навантаженнях.



Рис. 1.3. Загальний вигляд баштового крана з поворотною оголовкою

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Швидкокомтовані баштові крани застосовуються на об'єктах із невеликим терміном будівництва. Вони транспортуються у складеному вигляді та швидко приводяться у робочий стан [2-3].

Основними перевагами таких кранів є:

- мобільність;
- мінімальний час монтажу;
- економічність використання.

На рис. 1.4, представлено зображення одного із різновидів швидкокомтованих баштових кранів.



Рис. 1.4. Швидкокомтовані баштові крани

Баштовий кран складається із металоконструкцій, механізмів пересування та електричного обладнання.

Типовий приклад із існуючих баштових кранів з відповідною конструкцією стріли зображено на рис. 1.5 [2-3].

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

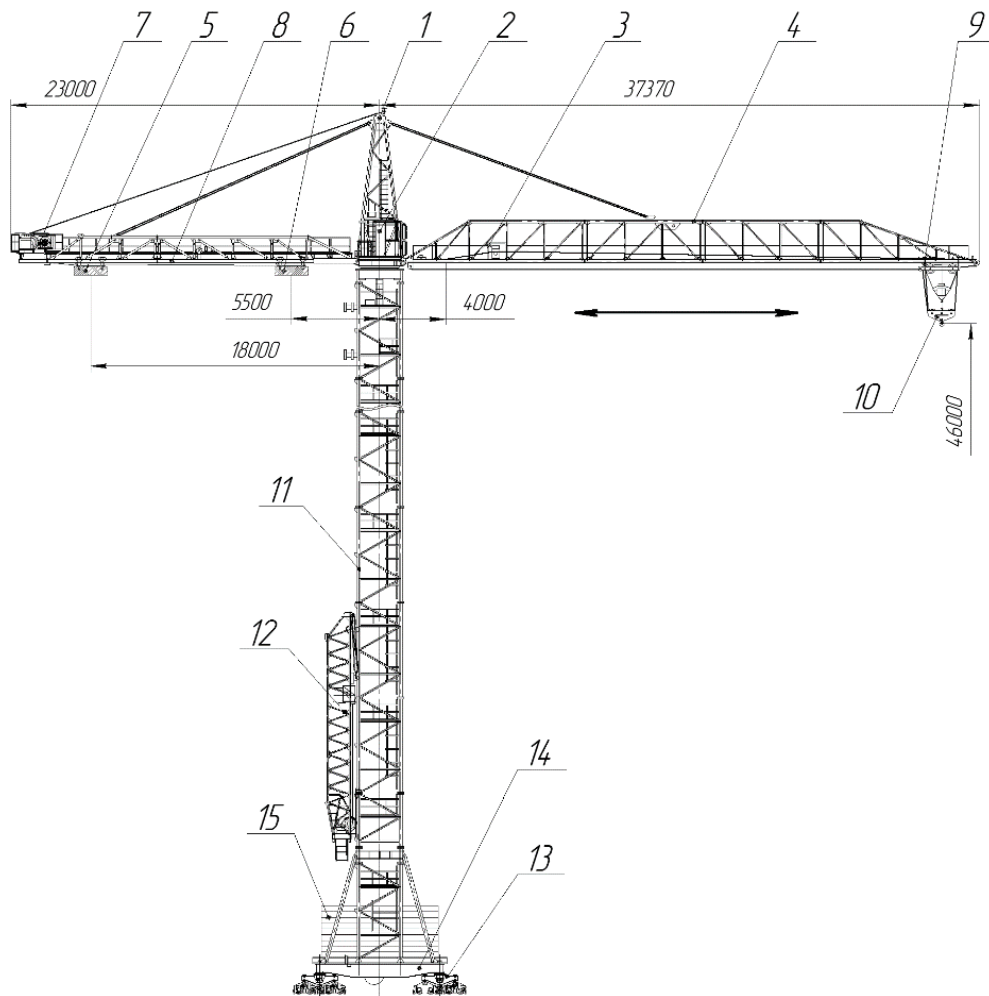


Рис. 1.5. Зображення баштового крана: 1 оголовок; 2 кабіна оператора крана; 3 лебідка візка; 4 стріла; 5, 6 противага; 7 вантажна лебідка; 8 консоль противаги; 9 вантажний візок; 10 гакова підвіска; 11 башта; 12 конструкція монтування башти; 13 ходовий візок; 14 – ходова рама; 15 баласт

Механізм зміни вильоту стріли призначений для зміни положення вантажу відносно башти крана. Залежно від конструкції крана виліт може змінюватися [2-3]:

- переміщенням вантажного візка вздовж напрямних рейок кранової стріли;
- підйманням стріли;
- телескопічним висуванням стріли.

Приклад конструкції зміна вильоту, якої відбувається шляхом переміщення вантажного візка по стрілі баштового крана наведена на рис. 1.5.

					01.09.КР.1044"С"2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Приклад типової конструкції зміна вильоту, якої відбувається за рахунок підймання стріли представлено на рис. 1.6 [2-3].

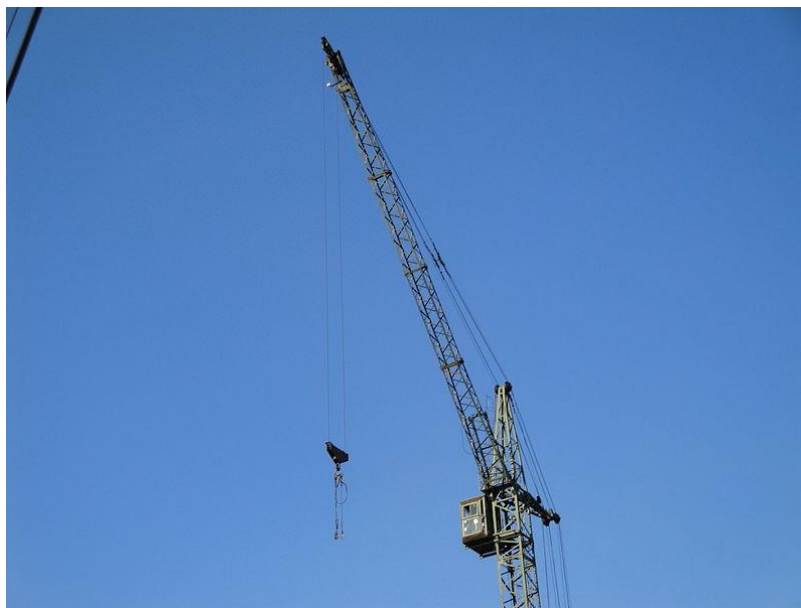


Рис. 1.6. Зображення крана виліт у якому здійснюється шляхом підймання стріли

На рис. 1.7, представлено зображення крана виліт у якому виконується шляхом телескопічного висування стріли [2-3].

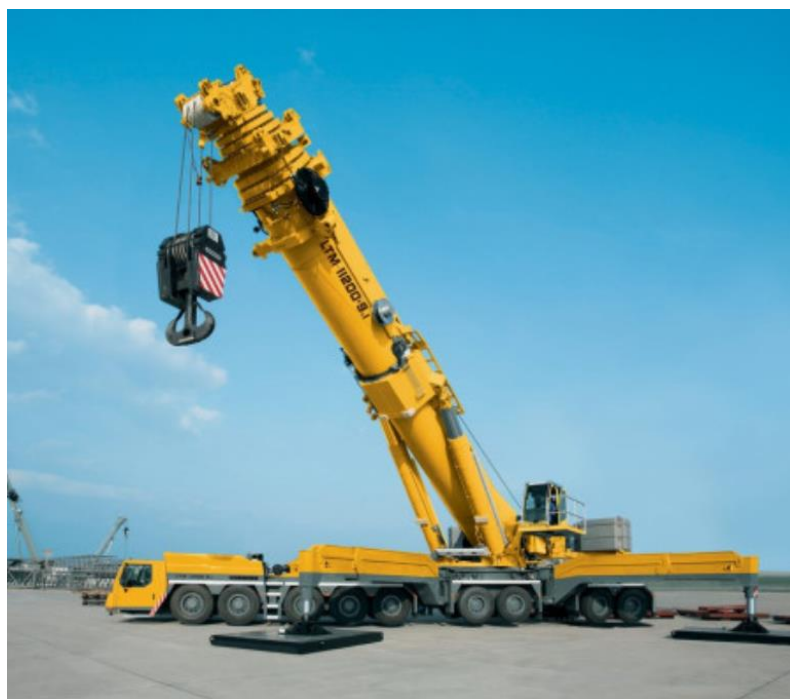


Рис. 1.7. Зображення крана виліт якого здійснюється шляхом телескопічного висування стріли

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Особливості режимів роботи баштових кранів

Експлуатаційний режим баштового крана визначає ступінь навантаження механізмів та інтенсивність виконання технологічних операцій.

На режим роботи впливають [2-3]:

- маса закріпленого вантажу;
- кількість циклів підйому;
- тривалість роботи за одну зміну;
- особливості кліматичних умов;
- швидкість вітру.

При помірному режимі експлуатації кран працює періодично з невеликими навантаженнями. Такий режим характерний для малоповерхового будівництва [2-3].

За нормального режиму роботи, передбачається стабільна робота механізмів із середньою інтенсивністю. Використовується у типовому цивільному будівництві.

Напружений режим характеризується високою інтенсивністю виконання вантажних операцій та частими пусками механізмів. В цьому режимі працюють баштові крани на великих промислових об'єктах.

Режим підвищених навантажень передбачає експлуатацію крана у складних умовах із максимально допустимими навантаженнями та тривалим робочим циклом [2-3].

1.3. Умови безпечної експлуатації баштових кранів

Безпечність експлуатації баштових кранів залежить від технічного стану обладнання, правильності монтажу і дотримання правил експлуатації [3-4].

Основними небезпечними факторами експлуатації баштового крана є:

- перевантаження;

					01.09.КР.1044"С"2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- втрата стійкості;
- обрив тягового каната;
- дія сильного вітру;
- несправність механізмів.

Для забезпечення безпечної роботи застосовуються:

- прилади контролю навантаження;
- системи автоматичного блокування;
- вітрові датчики;
- аварійні вимикачі;
- пристрої контролю гальмівної системи.

Регулярне технічне обслуговування та своєчасна діагностика обладнання дозволяють підвищити надійність роботи баштових кранів і зменшити ризик виникнення аварійних ситуацій [3-4].

1.4. Типові конструкції вантажних візків баштових кранів

Конструкція вантажного візка (рис. 1.8), баштового крана залежить від типу стріли та способу зміни вильоту. Головне завдання цього вузла агрегату, переміщення вантажу вздовж стріли за допомогою тягового канату та утримання вантажної підвіски [3-4].



Рис. 1.8. Конструкція вантажного візка баштового крана

					01.09.КР.1044"С"2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 1.9. Конструкція візка стрілового

До складу вантажного візка (рис. 1.8 та 1.9), баштового крана входять наступні компоненти: рама це зварна металева конструкція зі швелерів, кутиків або труб. Вона сприймає всі навантаження. Опорні колеса оснащені ребордами для фіксації на таврах стріли. Зазвичай використовують 4 або 8 коліс [3-4].

Вантажні обвідні шківни (блоки), через них проходить тяговий канат від вантажної лебідки до гакової підвіски. Тягові блоки до них кріпиться тяговий канат візкової лебідки, яка рухає сам вантажний візок у зворотно-поступальному напрямку. Канатні затискачі виконують фіксацію кінці канатів на рамі візка. Опорні та напрямні ролики запобігають перекосу вантажного візка та зменшують тертя об бокові поверхні стріли [3-4].

До систем безпеки на вантажному візку можна віднести: Обмежувач висоти підйому, який вимикає лебідку, коли гакова підвіска підходить впритул до вантажного візка. кінцеві вимикачі вильоту дозволяють зупинити вантажний візок у крайніх положеннях стріли (біля вежі і на кінці стріли).

					01.09.КР.1044"С"2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пристрій проти обриву канатів канатно-блокової системи, що блокує вантажний візок на стрілі в разі розриву тягового канату. Відбійники це відповідні гумові чи пружинні амортизатори для пом'якшення удару об тупикові упори [3-4].

Особливості сучасних конструкцій вантажних візків є візки зі змінною кратністю поліспада, що дозволяють дистанційно (з кабіни) змінювати кількість ниток канату з 2 на 4 чи навпаки. Це дозволяє подвоїти вантажопідйомність за рахунок зменшення швидкості. Вбудовані механізми переміщення мають деякі важкі візки із власною лебідкою переміщення, встановленою прямо на рамі візка, а не на контрстрілі.

1.5. Конструкції лебідок приводу вантажних візків баштових кранів

Найпоширенішими типами конструкції лебідок приводу вантажних візків баштових кранів є: барабанні, фрикційні та реверсивні.

Принцип роботи барабанної лебідки, що наведена рис. 1.10 полягає у наступному. У процесі зміни вильоту тяговий канат намотується на канатний барабан, під час обертання, якого вантажний візок переміщується вздовж стріли [5-7].

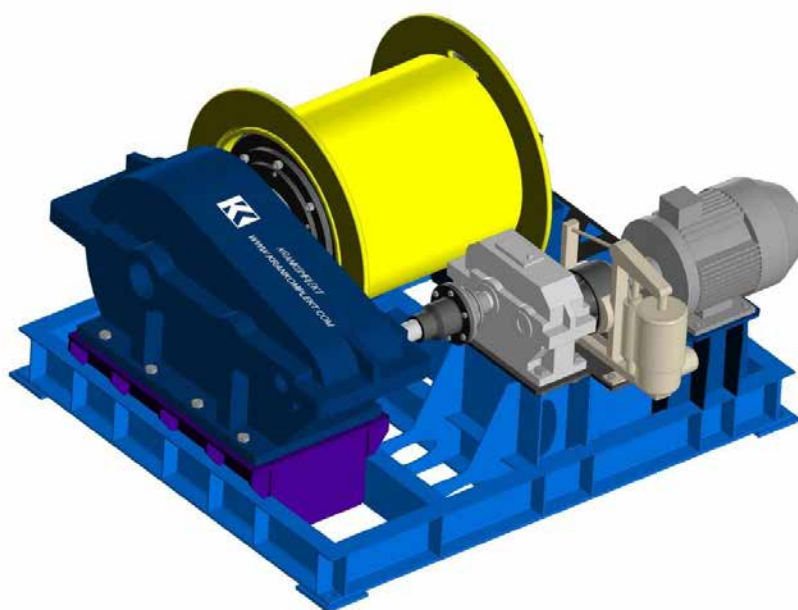


Рис. 1.10. Загальний вигляд барабанної лебідки приводу вантажного візка

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Особливості барабанної лебідки (рис. 1.10) полягають у наступному:

- проста конструкція;
- висока надійність;
- зручність обслуговування.

Зазвичай лебідки бувають однобарабанні та двобарабанні (для складних поліспастних систем) [5-7].

У фрикційних лебідках, які представлено на (рис. 1.11), передача тягового зусилля здійснюється безпосередньо через тертя тягового каната об шків чи канатний барабан [5-7].

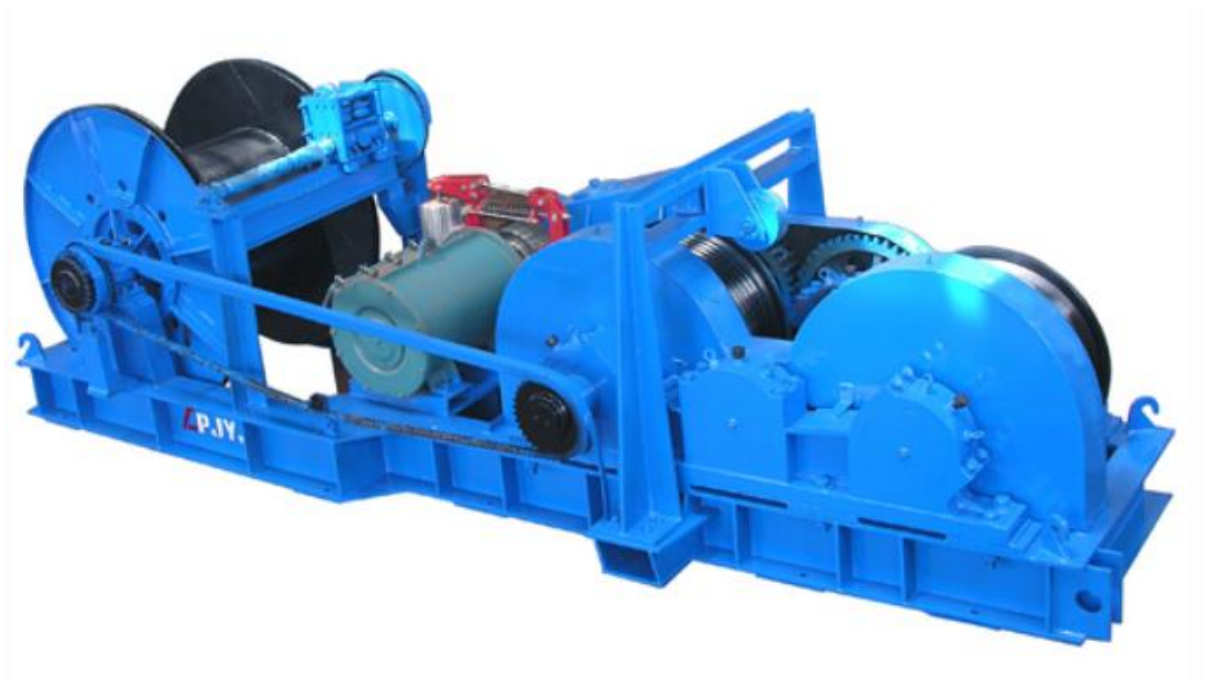


Рис. 1.11. Загальний вигляд фрикційної лебідки приводу вантажного візка

Основні переваги фрикційної лебідки полягають у наступному [5-7]:

- плавність руху механізму;
- менше ударних навантажень.

До недоліків слід віднести:

- можливе проковзування тягового каната;
- нижча точність позиціювання закріпленого вантажу.

Фрикційні лебідки застосовуються рідше у важких баштових кранах.

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Реверсивні лебідки мають у своєму складі механізм зміни напрямку обертання. Зазвичай використовуються для:

- руху візка вперед та назад;
- точного позиціонування вантажу.

Реверс може бути: електричний та механічний.

За типом приводу лебідки приводу вантажного візка є електричні та гідравлічні. Електричні лебідки (рис. 1.10), є найпоширенішими для сучасних баштових кранів. Складаються з [5-7]:

- електродвигун;
- редуктор;
- гальмо;
- канатний барабан.

Основні переваги електричних лебідок:

- автоматизація;
- досить висока точність;
- дистанційне керування.

Гідравлічні лебідки рис. 1.12, у більшості випадків працюють від гідромотора.



Рис. 1.12. Загальний вигляд гідравлічної лебідки

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Основні переваги гідравлічних лебідок [5-7]:

- великий пусковий момент;
- плавність роботи системи;
- компактність.

До основних недоліків гідравлічної лебідки можна віднести:

- складніша гідросистема;
- дорожче обслуговування [5-7].

За режимом роботи лебідки бувають швидкохідні та тихохідні. Швидкохідні використовуються для швидкого переміщення візка без великого навантаження. Тихохідні (силові) лебідки застосовуються для транспортування важких вантажів.

За типом кінематичної схеми лебідки бувають із редуктором та без редукторні. Редукторні лебідки є більш поширеними ніж безредукторні. Зазвичай в редукторних лебідках найбільш поширеними є наступні типи редукторів [5-7]:

- циліндричний редуктор;
- черв'ячний редуктор (дуже рідко);
- планетарний редуктор.

У безредукторних типах лебідок (рис. 1.13) електродвигун напряму приводить у дію канатний барабан.



Рис. 1.13. Зображення безредукторного типу вантажної лебідки

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основними перевагами безредукторних типів вантажних лебідок є:

- менше втрат;
- відносно тихіша робота.

До недоліків можна віднести:

- відносна собівартість;
- потреба в спеціальних двигунах.

1.6. Типові схема запасовки тягових канатів переміщення вантажного візка баштового крана

Зазвичай на сучасних баштових кранах для переміщення вантажного застосовуються наступні схеми відповідного запасування тягових канатів. Типові схеми запасовки тягових канатів, представлено на рис. 1.14 [5-7].

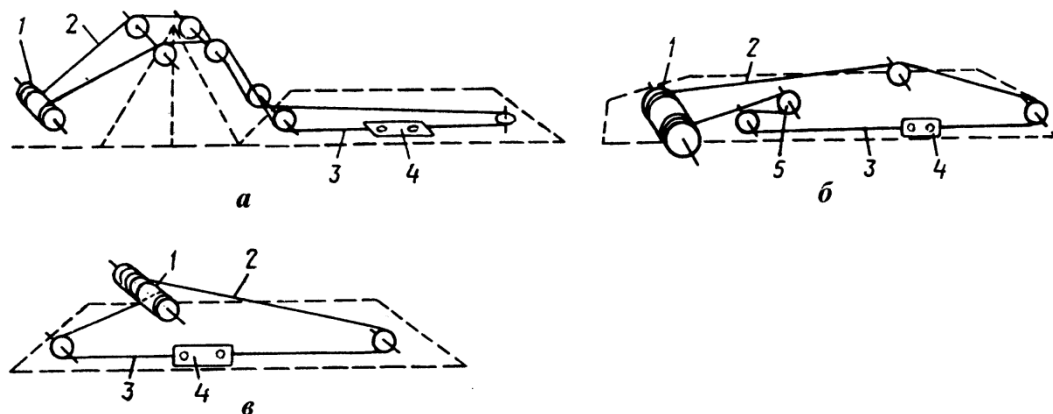


Рис. 1.14. Різновиди схем запасовки тягового каната механізмів зміни вильоту стріли баштових кранів: *а* із розміщенням противагової консолі; *б* та *в* і розміщенням лебідки на стрілі; 1 канатний барабан; 2 і 3 тягові канати; 4 вантажний візок; 5 обвідний блок

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРИВОДУ МЕХАНІЗМУ ЗМІНИ ВИЛЬОТУ БАШТОВОГО КРАНА

Виконаємо розробку конструкції приводу механізму зміни вильоту баштового крана. Основним недоліком сучасних конструкцій механізмів зміни вильоту баштового крана є те, що приводний барабан пересування вантажного візка, є жорстко закріплений на відповідних виносних опорах [8].

Монтування канатних барабанів на конструкції приводу механізму зміни вильоту відповідним чином призводить до виникнення суттєвих небажаних динамічних навантажень, збільшення величини зусилля у тяговому канаті, що виникає при перехідних режимах пуску та гальмування досліджуваного механізму [8].

Суттєві динамічні навантаження призводять до зменшення терміну роботи складових частин механізму зміни вильоту та зменшують надійність баштового крана загалом [8].

Запропоновано створити таку конструкцію приводу механізму зміни вильоту баштового крана, котра дала змогу утворити відповідний пружно-дисипативний зв'язок між приводним барабаном та виносними опорами. За рахунок чого мінімізувати величину небажаних динамічних навантажень у тяговому канаті, які виникають у перехідні моменти пуску [8].

Згідно запропонованої конструкції, механізм зміни вильоту баштового крана до складу приводу якого входить двигун, пружна муфта, конструкція гальмівного механізму, відповідну виносну опору на який розміщений приводний барабан. Приводний барабан через жорстко-компенсуючу муфту під'єднаний до циліндричного редуктора [8].

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Вовк Б.М.				РОЗДІЛ 2	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Стехно О.В.						22	55
Реценз.						НУБіП України		
Н. Контр.	Ловейкін В.С.							
Затверд.								

У відповідності до пропонованого технічного рішення приводний механізм оснащений канатним барабаном, що нерухому через вал ступінчастого типу встановлений на рухомих повзунах, що монтуються до нерухомих шпильках і через рухомо, встановлені напрямні штоки, з'єднані до вмонтованих малих і великих опор [8].

При цьому повзуни та опори з'єднані через циліндричні пружини та демпфери з конструкцією привода механізму зміни вильоту, в свою чергу, приводний барабан через карданний вал під'єднано до вихідного вала редуктора [8].

На рис. 2.1, представлено загальний вигляд розробленої конструкції механізму зміни вильоту баштового крана. На рис. 2.2, зображено *Вид А*, рис. 2.1. На рис. 2.3, представлено *Вид Б* рисунка 2.1 [8].

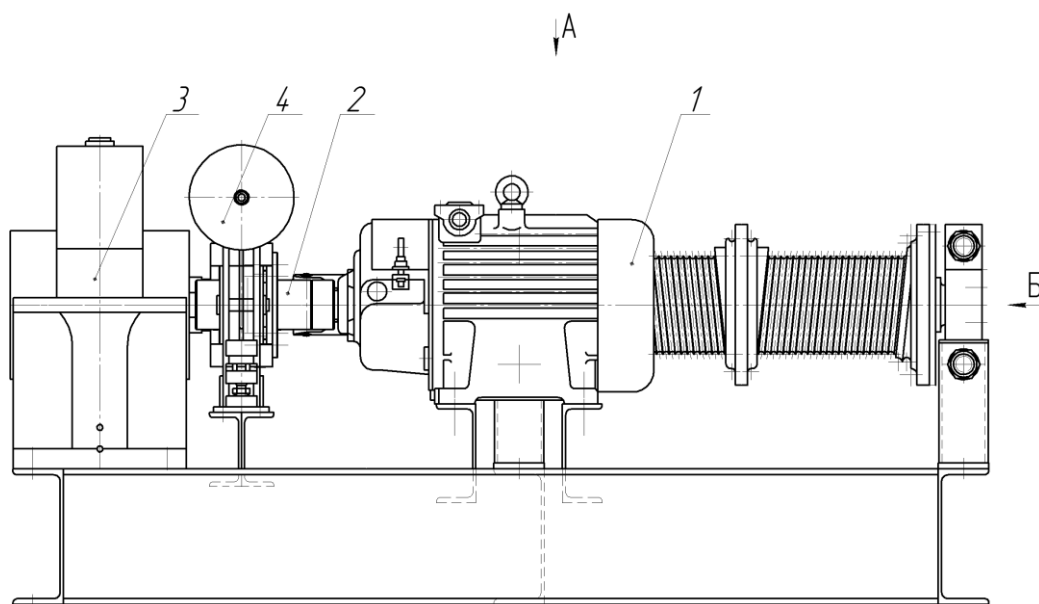


Рис. 2.1. загальний вигляд розробленої конструкції механізму зміни вильоту баштового крана: 1 електродвигун; 2 пружна муфта; 3 циліндричний редуктор; 4 конструкція гальмівного механізму

Пропонована конструкція механізму зміни вильоту (рис. 2.1), складається із електродвигуна 1, який за допомогою пружної муфти 2 з'єднаний із вхідним валом циліндричного редуктора 3 та конструкцією гальмівного механізму 4.

					01.09.КР.1044"С"2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

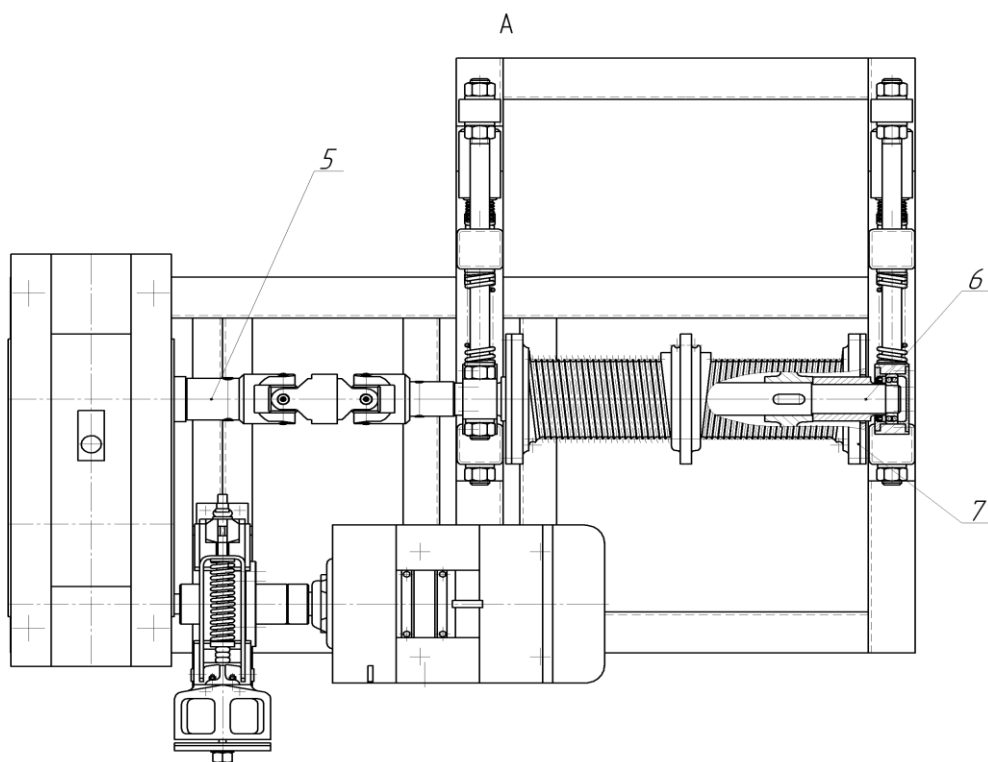


Рис. 2.2. Вид А (рис. 2.1), розробленої конструкції механізму зміни вильоту баштового крана. 5 карданний вал; 6 ступінчастий вал; 7 приводний барабан

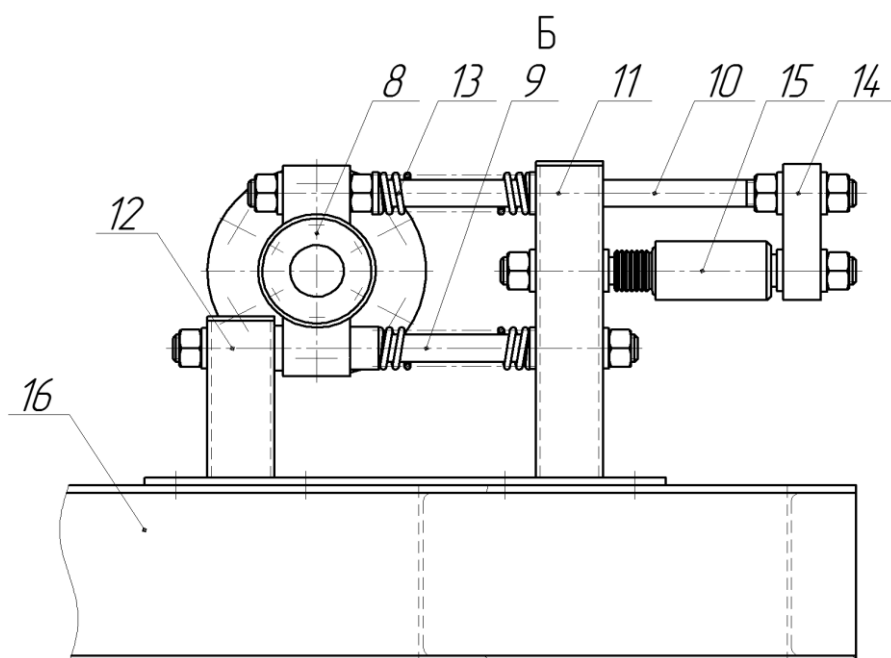


Рис. 2.3. Вид Б (рис. 2.1), конструкції механізму зміни вильоту: 8 повзуни; 9 шпильки; 10 штоки; 11 великі опори; 12 малі опори; 13 циліндричні пружини; 14 кронштейн; 15 демпфери; 16 рама

					01.09.КР.1044"С"2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

До вихідного вала циліндричного редуктора, через карданний вал 5 з'єднано ступінчастий вал 6, на якому монтується приводний барабан 7 (рис. 2.2). Ступінчастий вал 6 кріпиться до повзунів 8, що рухомим чином монтуються до нерухомо прикріплених напрямних шпильках 9 і через рухомо встановлені штоки 10 з'єднані до малих 12 і великих 11 опор. Поміж повзунами 8 й великими опорами 11 монтуються пружини 13. В кінці напрямних штоків 10 змонтовано кронштейни 14, до яких закріплено відповідні демпфери 15, які з'єднані з великими опорами 11. Пропонована конструкція приводного барабану механізму зміни вильоту баштового крана кріпиться до рами (рис. 2.3) [8].

Робота пропонованого механізму зміни вильоту здійснюється наступним чином. При роботі кранових механізмів зміни вильоту (рис. 2.1 - 2.3), відбувається передача обертового моменту від двигуна 1, через пружну муфту 2, циліндричний редуктор 3, карданний вал 5 і ступінчастий вал 6 на приводний барабан 7, котрий здійснює обертання навколо власної осі за рахунок чого намотується тяговий канат [8].

В гілках тягового каната виникають небажані динамічні навантаження, які передаються до приводного барабана 7, ступінчастого валу 6 й повзунів 8 приводного барабана 7. Найбільша інтенсивність динамічних сили досягається при перехідних режимах (пуску чи гальмування) механізму зміни вильоту вантажу, тут вектор максимального зусилля діє перпендикулярно до поздовжньої осі обертання приводного барабана [8].

Дана сила врівноважується силою пружності відповідних циліндричних пружин 13, дисипативною силою демпферів 15, а також силою інерції складових, які мають контакт з тяговим канатом (приводний барабан 7, ступінчастий вал 6, повзуни 8) і частиною самого тягового канату, який контактує із приводним барабаном. Із сторони великих 11 і малих 12 опор діє сила реакції, відповідний вектор котрої направлений в протилежний, відносно діючої динамічної сили, напрямок [8].

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення величина сили реакції опори дорівнює сумі сил пружності циліндричних пружин 13, а також силі дисипації відповідних пружних демпферів 15 (рис. 2.3) [8].

Монтування поміж великими 11 й малими 12 опорами повзунів 8, на котрих за допомогою відповідного ступінчастого вала 6 нерухомо встановлений приводний барабан 7, циліндричні пружини 13 і демпфери 15, дозволяє створити умови, за яких динамічні навантаження, які діють на приводний барабан, механізм і стрілову систему баштового крана суттєво мінімізуються.

Технічним рішенням пропонованої розробленої конструкції приводу механізму зміни вильоту є те, що вона створює умови при яких можливо зменшити величину небажаних динамічних навантажень (зусилля у тяговому канаті), які сприймаються елементами приводного барабана, механізму та стрілової системи баштового крана. Даний фактор має можливість підвищити надійність, і безпосередньо збільшити тривалість експлуатації механізмів зміни вильоту баштових кранів [8].

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК РОБОТИЗОВАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ МЕХАНІЗМУ ЗМІНИ ВІЛЬОТУ БАШТОВОГО КРАНА З ГОРИЗОНТАЛЬНОЮ СТРІЛОЮ

3.1. Кінематичний розрахунок механізму зміни вильоту баштового крана з горизонтальною стрілою

Для початку розрахунку представимо зображення кінематичної схеми механізму зміни вильоту баштового крана рис. 3.1.

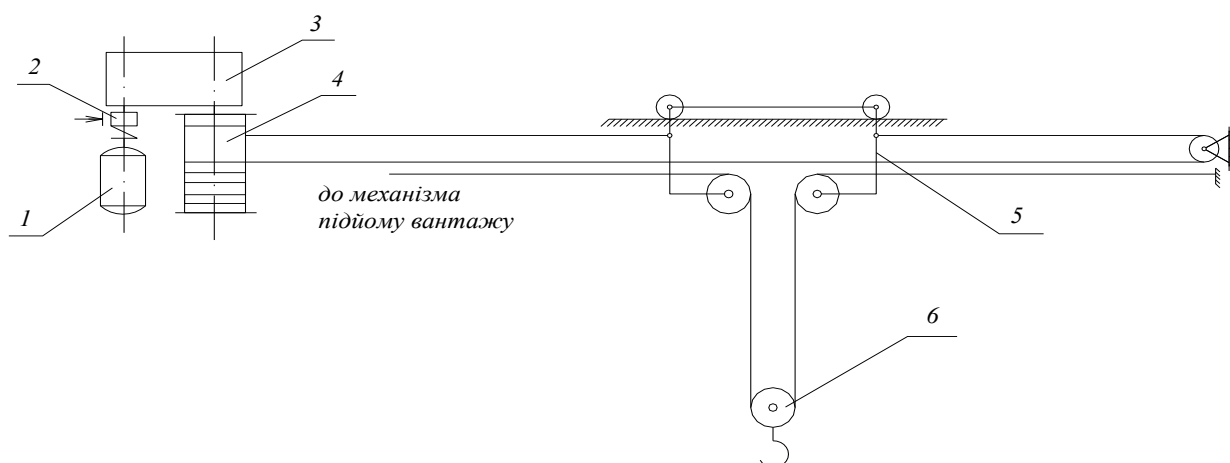


Рис. 3.1. Зображення кінематичної схеми механізму зміни вильоту баштового крана: 1 електродвигун; 2 гальмівний механізм; 3 циліндричний редуктор; 4 канатний барабан; 5 вантажний візок; 6 гакова підвіска

Сумарний опір переміщення вантажного візка, що зведений до канатного барабана лебідки визначається за наступною залежністю:

$$F_t = (W_m + W_{ук} + W_6)k^n; \quad (3.1)$$

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Вовк Б.М.				РОЗДІЛ 3		
Перевір.	Стехно О.В.						
Реценз.							
Н. Контр.	Ловейкін В.С.						
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Аркушів
						27	55
					НУБіП України		

тут W_m - опір від тертя у відповідних котках;

$W_{ук}$ - опір, який виникає від нахилу шляху;

W_v - опір, що виникає від дії вітрових поривів;

k - коефіцієнт опору одного блоку;

n - сумарна кількість блоків.

Опір переміщення від тертя у відповідних котках визначається за наступним виразом:

$$W_m = (G_{m+n} + Q) \frac{fd + 2\mu}{D_k} k_p = (15000 + 100000) \frac{0,04 \cdot 0,06 + 2 \cdot 0,0006}{0,2} \cdot 1,5 = 3,1 \text{ кН}; \quad (3.2)$$

тут $G_{т+п} = 15000 \text{ Н}$ – власна вага кранового візка та гакової підвіски;

$Q = 100000 \text{ Н}$ – номінальна вага закріпленого вантажу;

$D_k = 0,2 \text{ м}$ – діаметр ходового колеса вантажного візка;

$d = (0,25 \dots 0,3) D_k$ – діаметр цапфи,

$d = (0,25 \dots 0,3) \cdot 0,2 = 0,05 \dots 0,06 \text{ м}$. Приймаємо $d = 0,06 \text{ м}$;

$f = 0,04$ – коефіцієнт тертя в підшипниках ходових коліс;

$\mu = 0,0006$ – коефіцієнт тертя катання колеса на плоскій рейці;

$k_p = 1,5$ - коефіцієнт, який враховує опір тертя від реборд коліс по напрямних рейках.

Визначимо опір переміщення від ухилу шляху:

$$W_{ук} = (Q + G_{m+n}) \alpha = (100000 + 15000) \cdot 0,001 = 0,115 \text{ кН}; \quad (3.3)$$

$\alpha = 0,001$ - розрахунковий кут підкранової колії, для візкових шляхів.

Визначимо опір від дії вітрового навантаження на систему:

$$W_v = P \cdot F_{cp} = 250 \cdot 10 = 2,5 \text{ кН}; \quad (3.4)$$

де $P = 250 \text{ Н/м}^2$ – тиск від вітру;

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$F_{зр} = 10 \text{ м}^2$ - підвітрова площа закріпленого вантажу.

$$F_t = (W_m + W_{ук} + W_e)k^n = (3,1 + 0,115 + 2,5) \cdot 1,02^4 = 6,2 \text{ кН}; \quad (3.5)$$

тут $k = 1,02$.

З врахуванням додаткового опору від натягу тягового каната та величини його провисання, тягове зусилля в канаті буде становити:

$$S = 1,2F_t = 1,2 \cdot 6,2 = 7,44 \text{ кН}. \quad (3.6)$$

Розривне розрахункове навантаження на тяговий канат становить:

$$P_{раз}^p = kS = 5,5 \cdot 7,44 = 40,92 \text{ кН}. \quad (3.7)$$

$k = 5,5$ – коефіцієнт запасу міцності каната.

Відповідно до виконаного розрахунку обираємо тяговий канат подвійного звивання типу ЛК-Р конструкції 6×19 ГОСТ 2688-69, діаметр каната $d = 9,1$ мм, розривне зусилля 42 кН.

Діаметр канатного барабана становить:

$$D_{мб} \geq ed_k \quad (3.8)$$
$$D_{мб} = 20 \cdot 9,1 = 182, \text{ мм},$$

де $e = 20$ – коефіцієнт, який залежить від групи режиму роботи та типу вантажопідіймальної машини. Приймаємо $D_{мб} = 300$ мм.

Визначаємо частоту обертання канатного барабана:

$$n_{мб} = \frac{V_t}{\pi(D_{мб} + d_k)} = \frac{20}{3,14(0,3 + 0,0091)} = 20,6 \text{ об/хв} \quad (3.9)$$

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Частота обертання канатного барабана становить $n_{mб}=20,6$ об/хв.

Необхідна потужність приводного електродвигуна механізму переміщення становить:

$$N_{дв}^p = \frac{S V_t}{60 \eta_{мех} \eta_{б}^n} = \frac{7,44 \cdot 20}{60 \cdot 0,9 \cdot 0,98^4} = 3,0 \text{ кВт} \quad (3.10)$$

Тут $\eta_{мех} = 0,9$ - ККД приводу (механічне);

$\eta_{б} = 0,98$ - ККД канатного блоку;

n - число блоків $n=4$.

Згідно проведених розрахунків обираємо електродвигун 1LA7 133-8AB12, марки SIEMENS, номінальної потужністю $N = 3$ кВт, частота обертання ротора $n = 700$ об/хв ($\omega = 73,3$ рад/с), момент інерції ротора $J_p = 0,02$ кг·м², максимальний пусковий момент $M_{пмакс} = 104$ Н·м, номінальний момент $M_{пном} = 40$ Н·м.

Загальний вигляд електродвигуна 1LA7 133-8AB12 наведено на рис. 3.2.

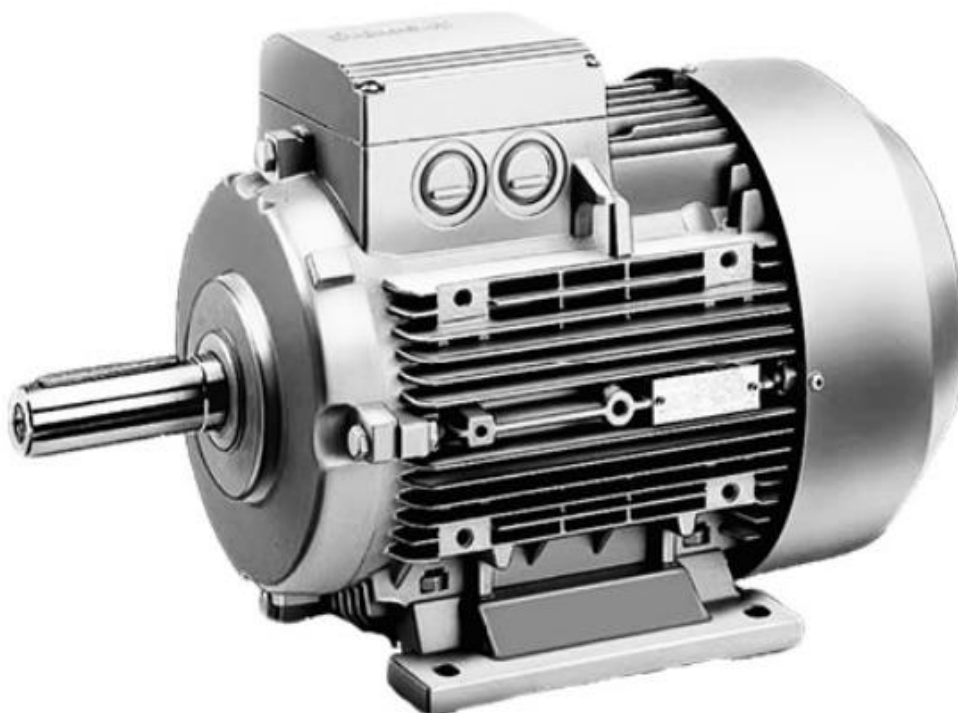


Рис. 3.2. Загальний вигляд електродвигуна 1LA7 133-8AB12 марки SIEMENS

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідне передатне число приводного механізму становить:

$$i_{mn} = \frac{n_{дв}}{n_6} = \frac{700}{20,6} = 34 \quad (3.11)$$

В результаті розрахунку, приймаємо циліндричний двоступінчастий редуктор Ц2-350.

Потужність на швидкохідному валу редуктора, становить 20,0 кВт.

Передаточним число $u = 32,42$.

Частота обертання швидкохідного вала $n = 750$ об/хв.

Зображення циліндричного редуктора Ц2-350, наведено на рис. 3.3.



Рис. 3.3. Зображення циліндричного двоступінчастого редуктора Ц2-350

Згідно проведених розрахунків, обираємо зубчасту муфту МЗ-1, крутний момент, якої становить $M_{кр} = 700$ Н·м, момент інерції муфти $J=0,0763$ кг·м².

Зубчаста муфта МЗ-1, наведена на рис. 3.4.

					01.09.КР.1044"С"2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 3.4. Зображення муфти зубчастої МЗ-1

Фактична швидкість пересування вантажного візка становить:

$$v_{пер}^{\phi} = v_{пер} \cdot \frac{u}{u_p} = 0,333 \cdot \frac{34}{32,42} = 0,35, \text{ м / с} \quad (3.12)$$

Вибір гальмівного механізму.

Гальмівний момент на валу приводного електродвигуна становить:

$$M_T = M_{б\text{уд. } m} + M'_{б\text{уд. } \tau} + M_{в. m} + M_{у. m} - M_{тр. m} \quad (3.13)$$

У виразі (3.13) наведені відповідно моменти сил інерції поступальних мас, та обертових мас, які рухаються, сил вітру та ухилення шляху без моменту від сил тертя, оскільки він сприяє гальмуванню.

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В результаті відповідних підстановок, величина гальмівного моменту на валу приводного електродвигуна становить:

$$\begin{aligned}
 M_T &= \frac{(m + m_{T+П}) R_{m0}^2 \omega \eta_m}{u_p^2 t_T} + \frac{\delta(J_p + J_M) \omega}{t_T} + \frac{(S - W_m - W_m \eta_M) D_0}{u_p} \frac{D_0}{2} = \\
 &= \frac{(10000 + 1500) 0,15^2 \cdot 73,3 \cdot 0,85}{32,42^2 \cdot 0,7} + \frac{1,1(0,02 + 0,0763) 73,3}{0,7} + \\
 &+ \frac{(7440 - 3100 - 3100 \cdot 0,85)}{32,42} \cdot \frac{0,3}{2} = 40,1 \text{ Н} \cdot \text{м}
 \end{aligned}
 \tag{3.14}$$

Обираємо гальмівний механізм типу ТКП -160 із діаметром гальмівного шківів $D_m = 160$ мм та максимальним гальмівним моментом $M_m = 100$ Н·м.

Загальний вигляд обраного гальмівного механізму наведено на рис. 3.5.



Рис. 3.5. Загальний вигляд гальмівного механізму ТКП -160

3.2. Розрахунок циліндричної гвинтової пружини

Згідно проведених у попередньому пункті розрахунків, значення розрахункового зусилля циліндричної пружини становить 3,1 кН - 3100 Н.

Згідно каталогу обираємо пружину зі сталі 60С2А, $\sigma_B = 1600 \cdot 10^6$ Н/м, межа текучості під час кручення становить $\tau_m = 1000 \cdot 10^6$ Н/м.

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Враховуючи те, що сумарна кількість циліндричних пружин у розробленій конструкції приводу механізму зміни вильоту (рис. 2.1 – 2.3) складає 4 одиниці, в такому випадку розрахункове значення буде становити:

$$P_n = \frac{3100}{4} = 775 \text{ Н.} \quad (3.15)$$

Виконаємо розрахунок по максимальному зусиллю для повністю стиснутої пружини:

$$P_{\text{пп}} = P_n \cdot k_3 = 775 \cdot 1.4 = 1085 \text{ Н,} \quad (3.16)$$

тут k_3 коефіцієнт запасу, який враховує певну необхідність зміни зусиль циліндричної пружини.

Визначимо діаметр дроту циліндричної пружини за умови деформації на кручення:

$$d = 1.6 \cdot \sqrt{\frac{k \cdot P_{\text{пп}} \cdot \lambda}{[\tau]}} = \sqrt{\frac{1.14 \cdot 1085 \cdot 6}{900 \cdot 10^6}} = 0.003 \text{ м,} \quad (3.17)$$

тут k – коефіцієнт кривизни для обраного значення $\lambda = 6$.

Величина допустимого напруження при максимальному зусиллі становить:

$$[\tau] = 0.9 \cdot \tau_T = 0.9 \cdot 1000 \cdot 10^6 = 900 \cdot 10^6 \text{ Н / м}^2. \quad (3.18)$$

Із відповідного довідника (ГОСТ 18793-80) обираємо циліндричну пружину діаметр дроту, якої становить $d = 5 \text{ мм}$.

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середній діаметр циліндричної пружини визначається за наступною залежністю:

$$D_{cp} = h \cdot d = 6 \cdot 5 = 30 \text{ мм.} \quad (3.19)$$

Для приводу механізму зміни вильоту робочу довжину циліндричної пружини обираємо $L_p = 90$ мм.

Мінімальний зазор між витками циліндричної пружини у робочому стані становить:

$$\delta \geq 0,25 \cdot d = 0,25 \cdot 5 = 1.25 \text{ мм.} \quad (3.20)$$

Крок робочих витків циліндричної пружини складає:

$$t = d + h = 5 + 1,25 = 6.25 \text{ мм.} \quad (3.21)$$

Кількість робочих витків циліндричної пружини складає:

$$z_p = \frac{L_p}{t} = \frac{90}{6.25} = 14.4 \text{ мм.} \quad (3.22)$$

Обираємо кількість робочих витків $z_p = 14$.

Довжина циліндричної пружини в повністю стиснутому стані становить:

$$L_{пп} = z_p \cdot d = 14 \cdot 5 = 70 \text{ мм.} \quad (3.23)$$

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Максимальна відстань на яку стискається циліндрична пружина визначається за наступним виразом:

$$\Delta L = \frac{L_P - L_{\text{ПП}}}{1 - \frac{P_P}{P_{\text{пр}}}} = \frac{90 - 70}{1 - \frac{775}{1085}} = 70 \text{ мм.} \quad (3.24)$$

Максимальна довжина циліндричної пружини у вільному стані визначається за наступним виразом:

$$L_{\text{в}} = L_{\text{ПП}} + \Delta L = 70 + 70 = 140 \text{ мм.} \quad (3.25)$$

Величина кроку витків циліндричної пружини, що не навантажена, визначається за наступним виразом:

$$t_n = \frac{L_{\text{в}}}{z_p} = \frac{140}{14} = 10 \text{ мм.} \quad (3.26)$$

Уточнена максимальна довжина циліндричної пружини у вільному стані становить:

$$L_{\text{в.в}} = (L_{\text{в}} + 1.5) \cdot d = (140 + 1.5) \cdot 5 = 147.5 \text{ мм.} \quad (3.27)$$

Оскільки шпилька 9 та шток 10 (рис. 2.3) виступають у якості напрямних циліндричної пружини, тому для її стійкості в конструкції має виконуватися відповідна умова:

$$\Delta = L_{\text{в.в}} / D_{\text{ср}} = 147.5 / 30 = 4.9 \leq 9. \quad (3.28)$$

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Умова стійкості циліндричної пружини виконується.

Максимальна довжина циліндричної пружини при відсутності зусиль складає:

$$L_{p.в} = L_p - h = 90 - 4.4 = 85.6 \text{ мм.} \quad (3.29)$$

Максимальне зусилля у циліндричній пружині при значенні виразу (3.29) становить:

$$P_{p.в} = P_p \cdot \frac{L_{\epsilon} - L_{p.в}}{L_{\epsilon} - L_p} = 775 \cdot \frac{140 - 85.6}{140 - 90} = 843.2 \text{ Н.} \quad (3.30)$$

Величина найбільшого зусилля у матеріалі циліндричної пружини становить:

$$\begin{aligned} \tau_{\max} &= \frac{2.55 \cdot P_{p.в} \cdot D_{cp} \cdot k}{0.005^3} = \frac{2.55 \cdot 843.2 \cdot 0.03 \cdot 1.14}{0.005^3} = \\ &= 588 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \leq 900 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}. \end{aligned} \quad (3.31)$$

Умова міцності на найбільше зусилля в матеріалі виконується.

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4

ЗАХОДИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МЕХАНІЗМУ ЗМІНИ ВІЛЬОТУ СТІЛИ ТА БАШТОВОГО КРАНА

4.1. Аналіз потенційних загроз при роботі механізму зміни вильоту

У процесі експлуатації баштового крана, обладнаного механізмом переміщення вантажного візка, на будівельних майданчиках можуть виникати різноманітні небезпечні ситуації, пов'язані як із технічним станом обладнання, так і з помилками персоналу. Проведення аналізу потенційних ризиків дає можливість своєчасно впроваджувати профілактичні та організаційні заходи, спрямовані на підвищення безпеки виконання вантажопідіймальних робіт.

Механізм переміщення вантажного візка призначений для горизонтального транспортування вантажної каретки вздовж напрямних стріли. У процесі роботи на елементи механізму діють значні навантаження, які передаються на ходову каретку, тягові канати, напрямні елементи, електроприводи, вузли з'єднання та конструкцію стріли. Порухення рівномірного розподілу цих зусиль може стати причиною механічних пошкоджень, перегріву окремих вузлів або втрати стійкості конструкції.

Однією з найбільш поширених небезпек є заклинювання вантажного візка на напрямних. Причинами цього можуть бути потрапляння сторонніх предметів у зону руху, корозійне пошкодження рейкових елементів або помилки під час монтажу механізму. У таких випадках відбувається раптове припинення руху каретки, що створює додаткові динамічні навантаження на канати та з'єднувальні вузли, підвищуючи ймовірність їх деформації або обриву [9-10].

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Вовк Б.М.			РОЗДІЛ 4			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Стехно О.В.								38	55
Реценз.								НУБіП України			
Н. Контр.		Ловейкін В.С.									
Затверд.											

До небезпечних факторів також відноситься пошкодження або розволокнення тягового каната, яке може виникати внаслідок перевищення допустимого навантаження, зношення матеріалу чи порушення правил експлуатації обладнання [9-10].

Подібне пошкодження може спричинити неконтрольоване переміщення вантажної каретки, що створює небезпеку втрати керування вантажем, падіння предметів та травмування працівників, які перебувають у зоні виконання робіт.

Для запобігання таким ситуаціям необхідно регулярно проводити технічний огляд тягових канатів, контролюючи наявність зношення, перегинів, корозійних пошкоджень і стан мастильних матеріалів.

Важливе значення має забезпечення електробезпеки механізму переміщення. У разі пошкодження ізоляції силових кабелів можливе виникнення короткого замикання або появи напруги на металевих частинах конструкції, що становить небезпеку ураження електричним струмом [9-10].

Особливо високий ризик виникає в умовах підвищеної вологості або значного накопичення пилу. Для захисту від подібних небезпечних факторів застосовують герметизовані електричні з'єднання, автоматичні захисні вимикачі промислового типу та системи захисного заземлення.

Ще однією потенційною небезпекою є перевантаження приводу механізму переміщення каретки. У випадку перевищення допустимої маси вантажу зростають навантаження на вали, редуктори та муфти, що призводить до прискореного зношення елементів і підвищує ймовірність аварійного виходу обладнання з ладу. Для контролю таких режимів роботи використовуються системи обмеження навантаження, які подають сигнал при досягненні критичних значень [9-10].

Не менш важливим фактором є вплив людського чинника. Помилки оператора, зокрема неправильне керування механізмом, несвоєчасне виконання команд, помилкове трактування сигналів або недотримання вимог

					01.09.КР.1044"С"2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інструкцій з охорони праці, можуть стати причиною аварійних ситуацій та травмування персоналу [9-10].

Зменшення ризику виникнення таких ситуацій забезпечується шляхом регулярного проведення інструктажів, перевірки професійних навичок працівників та допуску до роботи лише кваліфікованого персоналу, який пройшов відповідну підготовку та перевірку знань.

4.2. Основні вимоги до технічного стану вузлів механізму зміни вильоту баштового крана

Для забезпечення надійної, безпечної та довготривалої роботи механізму зміни вильоту стріли баштового крана необхідно суворо дотримуватись технічних вимог до основних елементів його конструкції. До найважливіших вузлів належать каретка переміщення, напрямні рейкові елементи та канатна система. Справний технічний стан цих компонентів підтримується завдяки регулярному технічному контролю, плановим оглядам і своєчасному проведенню обслуговування [9-10].

Каретка механізму переміщення повинна рухатися по напрямних плавно, без перекосів, ривків, заїдань чи появи сторонніх вібрацій. Особливу увагу слід приділяти стану ходових коліс, які не повинні мати тріщин, сколів, деформацій або інших дефектів, що можуть негативно вплинути на безпечність роботи механізму. Усі рухомі елементи каретки повинні регулярно змащуватися відповідно до вимог технічного регламенту [9-10].

Напрямні рейки, по яких здійснюється рух каретки, мають бути правильно вирівняні у горизонтальній та вертикальній площинах. Не допускається наявність корозійних пошкоджень, механічних дефектів або накопичення пилу й абразивних частинок на поверхні рейок. З'єднання рейкових елементів повинні бути надійно закріплені з дотриманням встановлених технічних допусків. У разі виявлення люфтів, перекосів або

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нерівномірного зношення необхідно негайно провести регулювання чи заміну пошкоджених ділянок [9-10].

Канатна система, що забезпечує зміну положення стріли та переміщення вантажного візка, підлягає обов'язковому візуальному контролю. Під час огляду перевіряється наявність обривів окремих дротів, ознак скручування, надмірного стирання або зменшення діаметра каната. Канати повинні проходити через блоки з дотриманням правильного осевого розташування, а самі блоки не повинні мати люфтів чи пошкоджених посадочних місць. Використання канатів із дефектами, що перевищують допустимі нормативні значення, категорично забороняється [9-10].

4.3 Забезпечення безпеки відповідного персоналу під час процесу зміни вильоту вантажу

Під час експлуатації баштового крана, обладнаного механізмом зміни положення вантажної каретки, особливе значення має дотримання вимог безпеки обслуговуючим персоналом. Переміщення каретки вздовж стріли супроводжується складними динамічними навантаженнями, які впливають на рейкову систему, канатні тяги, приводи та інші конструктивні елементи механізму. Порушення правил технічного обслуговування або неправильне виконання операцій із переміщення каретки може призвести до аварійних ситуацій та створити небезпеку для працівників [9-10].

Для мінімізації ризику травмування необхідно обмежити доступ сторонніх осіб і персоналу до зони дії рухомих механізмів під час роботи крана. Працівники, які беруть участь у виконанні вантажопідіймальних операцій, повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту, зокрема захисними касками, спеціальним взуттям із посиленням носком, сигнальними жилетами та рукавицями, стійкими до механічних пошкоджень. У зоні руху каретки необхідно встановлювати попереджувальні знаки, а перед початком переміщення механізму подавати світлові або звукові сигнали.

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливим елементом забезпечення безпечної роботи є регулярний контроль технічного стану вузлів, які відповідають за переміщення вантажної каретки. Особливу увагу слід приділяти перевірці напрямних рейок, виявленню тріщин або деформацій каретки, а також контролю справності гідравлічної чи електричної системи приводу. У разі виявлення несправностей або відхилень від нормальної роботи експлуатація механізму повинна бути негайно припинена до повного усунення дефектів [9-10].

Окремого контролю потребує стан канатів, що використовуються у системі переміщення каретки. Пошкодження, розриви або деформації канатів можуть становити серйозну загрозу як для справності конструкції, так і для безпеки працівників. У зв'язку з цим необхідно регулярно проводити огляд канатів на наявність обривів дротів, розшарування, корозії та інших ознак зношення [9-10].

Для ефективної координації роботи між оператором крана та працівниками на майданчику повинна бути організована надійна система зв'язку. З цією метою можуть застосовуватись радіостанції, сигнальні панелі або інші засоби оперативного обміну інформацією. Наявність чіткої комунікації дозволяє своєчасно координувати дії персоналу та уникати небезпечних ситуацій у зоні роботи механізмів.

З метою попередження аварійних ситуацій необхідно впровадити систему регулярних технічних оглядів обладнання із фіксацією результатів у журналі експлуатації. Крім того, перед кожним запуском механізму працівники повинні проходити інструктаж щодо безпечного виконання робіт, з урахуванням особливостей конкретного будівельного об'єкта та умов експлуатації крана [9-10].

4.4. Відповідний порядок технічного обслуговування досліджуваного механізму з урахуванням вимог техніки безпеки

					01.09.КР.1044"С"2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Забезпечення належного технічного стану механізму переміщення вантажного візка передбачає впровадження чітко визначених процедур технічного обслуговування, спрямованих на підтримання працездатності обладнання та гарантування безпечних умов праці для персоналу. Зважаючи на складність конструкції, значні експлуатаційні навантаження та специфічні умови роботи, обслуговування механізму повинно виконуватись систематично, із дотриманням установлених технічних вимог та організаційних заходів [9-10].

Перед проведенням будь-яких ремонтних або профілактичних робіт необхідно повністю відключити обладнання від джерел живлення відповідно до вимог інструкцій з безпечного виконання робіт. Зона проведення технічного обслуговування повинна бути обмежена для сторонніх осіб, огорожена та оснащена попереджувальними знаками. Відповідно до чинних нормативних документів роботи виконуються лише за наявності наряду-допуску, у якому зазначаються перелік робіт, склад виконавців, відповідальні особи та заходи безпеки [9-10].

Перевірка технічного стану напрямних рейок і рейкових елементів здійснюється шляхом візуального огляду та із застосуванням спеціальних вимірювальних приладів. Під час контролю оцінюється наявність деформацій, корозії, тріщин у зварних швах, а також ступінь зношення робочих поверхонь. У випадку виявлення критичних дефектів пошкоджені елементи демонтуються для подальшого ремонту або заміни. Каретки та елементи їх кріплення перевіряються на надійність фіксації, відсутність люфтів і відповідність технічним параметрам, передбаченим проєктною документацією [9-10].

Окрему увагу приділяють канатним системам, які забезпечують передачу зусиль під час переміщення вантажної каретки. Огляд включає перевірку канатів на наявність обривів дротів, розтягнення, пошкодження мастильного шару, а також контроль стану гаків та інших з'єднувальних елементів. Гранично допустима кількість пошкоджених дротів визначається

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технічною документацією, а перевищення встановлених норм є підставою для негайної заміни каната. Додатково перевіряються блоки, шків та підшипникові вузли на предмет зношення та наявності люфтів [9-10].

Після завершення технічного обслуговування всі вузли та механізми, що проходили перевірку або ремонт, повинні бути випробувані у холостому режимі. Під час тестування контролюється рівномірність переміщення каретки, правильність натягу канатів, відсутність сторонніх шумів, ривків або вібрацій. Результати виконаних робіт фіксуються у журналі технічного контролю та підтверджуються підписами відповідальних осіб [9-10].

Дотримання графіка планово-профілактичного обслуговування є необхідною умовою для тривалої та безпечної експлуатації механізму зміни вильоту. Періодичність технічних оглядів визначається залежно від режиму роботи обладнання, інтенсивності навантажень, температурних умов та рівня вологості навколишнього середовища. Усі роботи з технічного обслуговування повинні виконуватись відповідно до рекомендацій виробника та вимог чинних галузевих стандартів

4.5. Контроль відповідної навантаженості і обмеження під час процесу зміни вильоту стріли

Для забезпечення безпечної та надійної роботи стрілового баштового крана особливе значення має контроль навантаження під час переміщення вантажної каретки вздовж стріли. Перевищення допустимої маси вантажу або нерівномірний розподіл навантаження під час його транспортування можуть спричинити перевантаження окремих елементів конструкції, втрату стійкості крана, деформацію вузлів або виникнення аварійних ситуацій. Саме тому системи контролю та обмеження навантаження повинні бути обов'язковою складовою експлуатації підйимально-транспортного обладнання [9-10].

Механізм переміщення каретки, який входить до складу системи зміни вильоту стріли, під час роботи зазнає значних динамічних навантажень,

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

викликаних переміщенням вантажу вздовж стрілової конструкції. Це вимагає постійного контролю поточного навантаження з урахуванням допустимих параметрів, передбачених технічною документацією. Для цього застосовуються електронні або електромеханічні системи обмеження навантаження, які контролюють масу вантажу та автоматично блокують подальше переміщення у разі перевищення допустимих значень [9-10].

Оснoву систем контролю складають тензoметричні датчики, встановлені на вузлах каретки або механізмах її пересування. Вони безперервно вимірюють навантаження, що діє на привід і напрямні елементи, та передають отримані дані до блоку керування. У сучасних моделях баштових кранів використовуються автоматизовані системи моніторингу, які відображають інформацію на дисплеях операторського пульта, дозволяючи оператору контролювати параметри роботи в режимі реального часу та оперативно реагувати на зміну умов експлуатації [9-10].

Важливим елементом системи безпеки є механічні обмежувачі ходу каретки, які запобігають її виходу за встановлені межі переміщення по стрілі. Їх застосування дозволяє уникнути ударів каретки об кінцеві опори, що може призвести до пошкодження стріли або втрати вантажу. Додатково використовуються кінцеві вимикачі, які автоматично відключають електропривод у разі досягнення граничного положення механізму [9-10].

У сфері охорони праці важливе значення має обізнаність оператора щодо навантажувальних характеристик стріли на різних ділянках її довжини. Для цього використовуються спеціальні вантажні діаграми, які показують допустиму масу вантажу залежно від положення каретки. Дотримання цих параметрів дозволяє запобігати перевантаженню конструкції та втраті її стійкості. Інструкції з експлуатації також повинні містити чіткий порядок дій у випадку спрацювання систем захисту або виникнення нестандартних навантажень [9-10].

Періодичний технічний контроль механізмів переміщення каретки включає перевірку стану роликів, напрямних елементів, приводних вузлів та

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електропроводки, пов'язаної із системами контролю навантаження. Окремо контролюється точність роботи вимірювальних приладів, наявність пломб та чинних сертифікатів відповідності засобів вимірювання [9-10].

Усі роботи, пов'язані із забезпеченням безпечного переміщення вантажної каретки вздовж стріли, повинні виконуватись відповідно до затверджених інструкцій підприємства та вимог нормативної документації. Працівники, які керують краном або обслуговують його механізми, повинні проходити спеціальне навчання та інструктажі щодо безпечної експлуатації обладнання, зокрема з питань динаміки навантажень при переміщенні вантажів. У разі виявлення несправностей система керування має бути негайно відключена від електроживлення, а експлуатація механізму припинена до повного усунення виявлених дефектів[9-10]/

4.6. Вплив кінцевих вимикачів при безаварійній роботі механізму зміни вильоту стріли

Кінцеві вимикачі є одним із ключових елементів системи автоматичного контролю переміщення та відіграють важливу роль у забезпеченні безпечної роботи механізму зміни вильоту стріли баштового крана. Основною функцією цих пристроїв є визначення крайніх положень робочих механізмів і автоматичне відключення електроживлення приводу після досягнення встановленої межі переміщення. Завдяки цьому вдається запобігти перевантаженню вузлів каретки, пошкодженню гідроциліндрів та виходу елементів конструкції за допустимі межі ходу [9-10].

Робота кінцевих вимикачів тісно пов'язана з функціонуванням автоматизованої системи керування стрілою крана. У механізмах зі змінним вильотом, зокрема при телескопічному висуванні або рейковому переміщенні вантажної каретки, ці пристрої забезпечують точне обмеження діапазону руху. Це дозволяє уникнути зіткнення вантажонесучих елементів із кінцевими упорами стріли або іншими частинами конструкції крана.

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Несправність або неправильне налаштування кінцевих вимикачів може спричинити аварійні ситуації, пов'язані з перевантаженням приводу, деформацією напрямних елементів або порушенням правильного центрування вантажу. Саме тому під час введення крана в експлуатацію проводиться первинне калібрування цих пристроїв, а в процесі подальшої роботи регулярно технічне обслуговування із перевіркою точності та чутливості їх спрацювання. За потреби виконується повторне регулювання з урахуванням температурних змін, робочих навантажень і ступеня зношення деталей [9-10].

За конструктивним виконанням кінцеві вимикачі можуть бути механічними контактними пристроями або працювати на основі індуктивних чи оптичних датчиків. Вибір конкретного типу залежить від умов експлуатації, рівня запиленості, вологості та можливого впливу зовнішніх факторів. Надійність роботи таких елементів визначається ступенем захисту корпусу, стійкістю до вібраційних навантажень, механічних ударів та здатністю стабільно функціонувати в умовах змінного кліматичного середовища.

Одним із напрямів підвищення надійності системи керування механізмом вильоту є використання резервних засобів захисту, зокрема дублюючих кінцевих вимикачів або систем контролю технічного стану вузлів. У момент спрацювання кінцевого вимикача відбувається не лише припинення подачі живлення до виконавчих механізмів, але й передача сигналу до системи керування з автоматичною реєстрацією події в електронному журналі. Такий підхід дає можливість своєчасно попереджати аварійні ситуації, аналізувати причини виникнення несправностей та вдосконалювати заходи щодо їх запобігання у подальшій експлуатації обладнання [9-10].

4.7. Проведення інструктажу персоналу перед роботами із механізмом зміни вильоту стріли

Проведення інструктажу працівників перед виконанням робіт, пов'язаних зі зміною вильоту стріли баштового крана, є важливою складовою

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системи охорони праці на будівельному майданчику. Такий захід спрямований на попередження аварійних ситуацій, зниження ризику травматизму та формування відповідального ставлення персоналу до виконання робіт із підйимально-транспортним обладнанням [9-10].

Перед початком виконання операцій зі зміною вильоту стріли всі працівники повинні пройти обов'язковий цільовий інструктаж. Його основним завданням є ознайомлення персоналу з особливостями роботи механізму, технічним станом вузлів, які піддаються навантаженню, а також із вимогами нормативної документації та правилами безпечної експлуатації обладнання. Під час інструктажу пояснюється порядок взаємодії між оператором крана та допоміжним персоналом, правила подачі команд, послідовність виконання технологічних операцій і допустимі межі переміщення вантажної каретки.

При розгляді технічних особливостей механізму зміни вильоту особливу увагу необхідно приділяти стану приводної системи, роботі гідроциліндрів (за їх наявності), справності напрямних рейок, канатних механізмів та каретки. Працівникам також надаються інструкції щодо дій у випадку виявлення відхилень у роботі обладнання, зокрема появи сторонніх шумів, підвищених вібрацій або заклинювання елементів механізму. Усі подібні несправності є підставою для негайного припинення робіт до повного усунення причин їх виникнення [9-10].

Важливе місце під час проведення інструктажу займають питання безпеки працівників у зоні можливого переміщення вантажу або елементів стріли крана. Усі працівники повинні бути забезпечені необхідними засобами індивідуального захисту, зокрема захисними касками, спеціальним взуттям, сигнальними жилетами та рукавицями з підсиленням захистом. Категорично забороняється перебування персоналу в зоні руху каретки або під піднятим вантажем під час виконання операцій зі зміни вильоту стріли [9-10].

У ході інструктажу працівникам також роз'яснюють порядок дій у разі виникнення аварійних або нестандартних ситуацій. Це стосується випадків втрати керування механізмом, появи ознак технічної несправності або

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

порушення зв'язку між оператором та іншими працівниками. Кожен член бригади повинен чітко знати свої обов'язки, порядок подачі аварійних сигналів та алгоритм дій у межах власної відповідальності [9-10].

Після завершення інструктажу проводиться перевірка рівня засвоєння працівниками отриманої інформації. Контроль знань може здійснюватися у формі усного опитування або практичної демонстрації навичок безпечного виконання робіт. До виконання робіт допускаються лише ті працівники, які підтвердили достатній рівень підготовки та знання вимог охорони праці [9-10].

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ МЕХАНІЗМУ ЗМІНИ ВІЛЬОТУ СТІЛИ

У розробленій конструкції передбачено удосконалення приводу механізму, що дозволяє підвищити коефіцієнт корисної дії, зменшити втрати енергії та скоротити витрати на технічне обслуговування.

Метою економічного розрахунку є визначення ефективності впровадження запропонованого технічного рішення. На початку розрахунку зведемо відповідні дані для розрахунку до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. Основні дані при розрахунку економічного ефекту

Показник	Значення
Вантажопідіймальність, т	10
Швидкість зміни вильоту, м/хв	20
Потужність електродвигуна, кВт	3
Річний фонд праці	2500
Маса механізму	1200
ККД серійного механізму	0.83
ККД розробленого механізму	0,90
Вартість електроенергії, кВт · год/грн	6

На етапі дипломного проектування вартість конструкції може бути оцінена за питомою вартістю одного кілограма виробу.

Приймемо середньо ритому вартість виготовлення:

$$C_m = 180, \text{ грн/кг.} \quad (5.1)$$

					01.09.КР.1044"С"2026.04.15.037.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Вовк Б.М.			РОЗДІЛ 5	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Стехно О.В.					50	55
Реценз.						НУБіП України		
Н. Контр.		Ловейкін В.С.						
Затверд.								

Тоді орієнтовна вартість розробленого механізму буде становити:

$$C_2 = 1200 \cdot 180 = 216000, \text{ грн.} \quad (5.2)$$

Вартість базового аналога приймається:

$$C_1 = 216000, \text{ грн} \quad (5.3)$$

Розрахуємо додаткові інвестиції для реалізації проєкту:

$$K = C_2 - C_1 = 216000 - 216000 = 31000, \text{ грн.} \quad (5.4)$$

Річне споживання електроенергії серійним механізмом визначається за виразом:

$$W_1 = N \cdot t = 3 \cdot 2500 = 7500, \text{ кВт/год.} \quad (5.5)$$

Для модернізованого механізму річне споживання становить:

$$W_2 = W_1 \cdot 0.83/0.90 = 7500 \cdot 0.82/0.90 = 6912, \text{ кВт/год.} \quad (5.6)$$

Економія електроенергії становить:

$$\Delta W = W_1 - W_2 = 7500 - 6912 = 583, \text{ кВт/год.} \quad (5.7)$$

Економічний ефект від зменшення витрат електроенергії визначається як:

$$E_c = \Delta W \cdot T = 583 \cdot 6 = 3498, \text{ кВт/год.} \quad (5.8)$$

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, річна економія електроенергії становить приблизно 3500 кВт/год. Внаслідок застосування вдосконалених конструктивних рішень зменшується зношування канатної системи та редуктора приводу. Це забезпечує зниження витрат на профілактичні та ремонтні роботи.

Річну економію на технічному обслуговуванні приймаємо:

$$Er = 10000, \text{ грн/рік.} \quad (5.9)$$

Повний річний економічний ефект від впровадження конструкції визначається сумою окремих складових:

$$E = Ec + Er = 3500 + 10000 = 13500, \text{ грн/рік.} \quad (5.10)$$

Термін повернення вкладених коштів визначається співвідношенням додаткових інвестицій до отриманого економічного ефекту:

$$T_{ок} = K/E = 31000/13500 = 2.3 \text{ роки.} \quad (5.11)$$

Коефіцієнт економічної ефективності визначається за формулою:

$$E_k = 1/T_{ок} = 1/2.3 = 0.43 = 43 \%. \quad (5.12)$$

Виконаний техніко-економічний аналіз показав, що запропонована конструкція механізму зміни вильоту стріли баштового крана вантажопідйомністю 10 т забезпечує зменшення експлуатаційних витрат та підвищення енергоефективності обладнання. За рахунок зниження споживання електроенергії та скорочення витрат на технічне обслуговування досягається річний економічний ефект у розмірі 13.5 тис. грн.

Додаткові капітальні вкладення на впровадження конструкції становлять 31 тис. грн, а розрахунковий термін окупності дорівнює 2.3 року. Значення коефіцієнта економічної ефективності 0.43 підтверджує економічну доцільність застосування розробленого механізму в складі баштових кранів.

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Бакалаврська кваліфікаційна робота тема якої «Розробка конструкції роботизованого механізму зміни вильоту баштового крана з горизонтальною стрілою» виконана на п'яти розділах.

В розділі один наведено аналіз існуючих різновидів баштових кранів, сфера їх застосування, призначення і особливості режимів роботи. Також представлено типові конструкції приводних лебідок та вантажних візків.

У другому розділі два проведено розробку конструкції приводу вантажного візка баштового крана. У ході технічного рішення запропоновано закріплювати канатний барабан приводу вантажного візка до конструкції приводу через відповідні пружини та демпфери. Дане технічне рішення дозволить мінімізувати величину небажаних динамічних навантажень в компонентах конструкції та збільшити ресурс тягового каната під час пуску досліджуваної системи.

В розділі три проведено розрахунок конструкції механізму зміни вильоту. Виконано кінематичний розрахунок, в процесі якого розраховано опір руху системи, обрано електродвигун (1LA7 133-8AB12), редуктор, муфту та гальмівний механізм ТКП-160. Проведено розрахунок циліндричної гвинтової пружини на стиск.

У четвертому розділі представлено заходи охорони праці під час експлуатації механізму зміни вильоту баштового крана. Встановлено аналіз потенційних загроз, основні вимоги до технічного стану вузлів та агрегатів, заходи забезпечення безпеки персоналу, відповідний порядок технічного обслуговування та контроль відповідної навантаженості в процесі зміни вильоту.

У розділі п'ять виконано техніко-економічне обґрунтування розробленої роботизованої конструкції механізму. Встановлено, що максимальний термін окупності системи становить 2.3 роки.

					01.09.КР.1044"С"2026.04.15.037.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Вовк Б.М.			ВИСНОВКИ		Літ.	Арк.
Перевір.		Стехно О.В.						Аркушів
Реценз.							53	55
Н. Контр.		Ловейкін В.С.					НУБіП України	
Затверд.								

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕЛІЛ

1. Вантажопідйомні машини : навч. посіб. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/34643> (дата звернення: 21.04.2026).
2. Будівельні крани (конструкції, технічні характеристики, вибір та експлуатація). URL: <https://pgasa.dp.ua/literatures/zbirniki-naukovih-prats-erm/> (дата звернення: 20.04.2026).
3. Інтернет ресурс – [https://uk.wikipedia.org/wiki/Баштовий кран](https://uk.wikipedia.org/wiki/Баштовий_кран).
4. Пат. 66617 Україна, МПК В66С 11/00 (2011. 01). Вантажний візок крана Ловейкін В.С.; Шумілов Г.В. Заявник та патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. Заявлено 20.06.2011. Дата публікації 10.01.2012, Бюл №1.
5. Атлас конструкцій підйомно-транспортних машин. Навчальний посібник. Ч.І. Крани і кранові механізми. Харків 2008.
6. Подоляк О.С. Підвищення техніко-експлуатаційних показників стрілових самохідних кранів застосуванням гідравлічних гасителів коливань : автореф. дис. канд. техн. наук. Спец. 05.05.05. «Піднімально-транспортні машини». Харків: 2010. С. 18.
7. Вантажний візок із пружними демпферами: пат. 145001 Україна. № 202003664; заявл. 18.06.2020; опубл. 11.11.2020, Бюл. № 21. 4 с.
8. Пат. 111104 Україна, МПК В66С 23/00. Механізм зміни вильоту баштового крана / Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Стехно О.В.; власник Національний університет біоресурсів і природокористування України. - № u 2016 06572; заявл. 15.05.2016; опубл. 25.10.2016. Бюл. №20.
9. Крайнюк О. В., Богатов О. І. Охорона праці : навч. посіб. Харків : ХНАДУ, 2022. URL: <https://dspace.khadi.kharkov.ua/items/edac2a33-3001-41c2-8f82-4a6e8ab5a9cd> (дата звернення: 21.05.2026).
10. Вимоги охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів. URL: <https://pro-op.com.ua/article/930-pravila-ohoroni-prats-pd-chas-ekspluatats-vantajopdymalnih-kranv> (дата звернення: 21.05.2026).

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ			
Розроб.		Вовк Б.М.						
Перевір.		Стехно О.В.						
Реценз.								
Н. Контр.		Ловейкін В.С.						
Затверд.								
					Літ.	Арк.	Аркушів	
							54	55
					НУБіП України			

ДОДАТКИ

					01.09.КР.1044”С”2026.04.15.037.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ДОДАТКИ			
Розроб.		Вовк Б.М.						
Перевір.		Стехно О.В.						
Реценз.								
Н. Контр.		Ловейкін В.С.						
Затверд.								
						Літ.	Арк.	Аркушів
							55	55
						НУБіП України		