

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»

## УДОСКОНАЛЕННЯ БАШТОВОГО КРАНУ

Пояснювальна записка та розрахунки  
до дипломної роботи магістра

ДРМ 100.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 211-БКМ-Д23  
спеціальності 133 «Галузеве  
машинобудування»  
(роботу виконано самостійно, відповідно до  
принципів академічної доброчесності)

Віталій ВЛАСОВ

Керівник: канд. техн. наук, доцент

Андрій БАБЕНКО

Рецензент: доктор техн. наук, професор

Дмитро ПЛУГІН

Харків – 2024

# Український державний університет залізничного транспорту

Факультет будівельний

Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма: «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, колійні машини та обладнання»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри,  
професор, д-р техн. наук

 Сергій ВОРОНІН

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Власову Віталію Олександровичу

1 Тема «Удосконалення баштового крану»

керівник роботи Бабенко Андрій Олександрович, канд. техн. наук, доцент  
затверджена розпорядженням по будівельному факультету  
від «30» вересня 2024 року № 10

2 Строк подання студентом закінченої роботи «30» грудня 2024 року

3 Вихідні дані: Баштовий кран

Максимальний виліт стріли – 30м;

Вантажопідйомність при максимальному вильоті стріли – 3000 кг;

Швидкість підйому вантажу – 10 м/хв;

Швидкість пересування крану – 20 м/хв;

Досліджувальне мастило: редукторне мастило ИТД-320;

Прилад для визначення електропровідності: тераомметр МОМ-4.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Огляд існуючих конструкцій баштових кранів

2 Розрахунок основних параметрів крана

3 Методика і результати досліджень

4 Техніко-економічний розрахунок

5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5 Перелік графічного матеріалу

1 Загальний вид баштового крану – 1 аркуш;

2 Платформа обертальна – 1 аркуш;

3 Механізм повороту башти – 1 аркуш;

4 Оголовок башти – 1 аркуш;





5 Візок приводний – 1 аркуш;

6 Підвіска гакова – 1 аркуш;

7 Результати досліджень – 1 аркуш;

8 Порівняльна таблиця техніко-економічних показників – 1 аркуш.

6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розрахунок економічного ефекту від модернізації автогрейдера	Токмакова І.В., проф, доктор. екон. наук		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Козар Л.М., доцент, канд. техн. наук		

7 Дата видачі завдання «30» вересня 2024 року.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1 Огляд існуючих конструкцій баштових кранів	01.11.2024	
2 Вибір та розрахунок параметрів крана	28.11.2024	
3 Методика та результати досліджень	30.11.2024	
4 Розрахунок економічного ефекту	15.12.2024	
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	20.12.2024	
Графічна частина	27.12.2024	

Студент  Віталій ВЛАСОВ

Керівник  Андрій БАБЕНКО

## АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 8 слайдів презентації, 98 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 23 рисунки, 8 таблиць, 34 літературних джерел.

Ключові слова: БАШТОВИЙ КРАН, ВАНТАЖОПДІЙОМНІСТЬ, ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ, ДІАГНОСТУВАННЯ, ТЕРАОМЕТР, ЗМАЩУВАЛЬНЕ МАСТИЛО.

У роботі розглянуті основні типи баштових кранів, які використовуються на будівельних майданчиках. Запропонована методика проектування баштового крану, яка включає в себе вибір масових і геометричних параметрів, визначення навантажень, які діють на кран та розрахунки механізмів підйому вантажу та механізму обертання крану.

Крім того, розроблена методика оцінки стану змащувального мастила, яке використовується в редукторах механізму повороту башти, механізму поворотної платформи і приводного візка крана.

Встановлено кореляцію між електропровідністю та зносом деталей вузлів та механізмів баштових кранів. На основі якої можна стверджувати, що електропровідність може бути ключовим показником для визначення терміну служби мастила, особливо в умовах підвищеного забруднення частинками зносу.

## ABSTRACT

This qualification work includes 8 presentation slides, 98 pages of A4 explanatory note, including 23 figures, 8 tables, 34 references.

Keywords: TOWER CRANE, LIFTING CAPACITY, ELECTRICAL CONDUCTIVITY, DIAGNOSTICS, TERRAOMETER, LUBRICATING OIL.

The paper considers the main types of tower cranes used on construction sites. A methodology for designing a tower crane is proposed, which includes the selection of mass and geometric parameters, determination of loads acting on the crane and calculations of the load lifting mechanisms and the crane rotation mechanism.

In addition, a methodology has been developed for assessing the condition of the lubricating oil used in the gearboxes of the tower rotation mechanism, the rotating platform mechanism, and the crane drive trolley.

A correlation between electrical conductivity and wear of parts of tower crane components and mechanisms has been established. Based on this, it can be argued that electrical conductivity can be a key indicator for determining the service life of a lubricant, especially in conditions of increased contamination with wear particles.

## Зміст

Вступ	7
1 Огляд існуючих конструкцій баштових кранів	11
2 Розрахунок основних параметрів крана	25
2.1 Розрахунок розмірних параметрів крана	25
2.2 Розрахунок масових характеристик	30
2.3 Розрахунок механізму підйому вантажу	34
2.4 Розрахунок механізму повороту крану	38
3 Методика і результати досліджень	47
3.1 Електропровідність мастила залежно від ступеня їх відпрацьованості	47
3.2 Залежність зносу від електропровідності змащувального мастила	53
4 Розрахунок економічного ефекту	60
4.1 Мета роботи	60
4.2 Розрахунок собівартості модернізації машини	60
4.3 Розрахунок продуктивності машин	64
4.4 Розрахунок вартості машино – часу роботи машини	66
4.5 Розрахунок економічного ефекту	69
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	77
5.1 Коротка характеристика об'єкта дослідження	77
5.2 Аналіз умов праці	77
5.3 Заходи з охорони праці	79
5.4 Надзвичайні ситуації та подолання їх наслідків	81
5.5 Розрахунок кондиціонеру для кабіни баштового крану	83

					<b>ДРМ 100.00.000 ПЗ</b>			
Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	<b>Удосконалення баштового крану</b>	Лім.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Власов		27.12.24				
Перев.		Бабенко		27.12.24			5	106
Н. Контр.		Козар		27.12.24		<b>УкрДУЗТ</b>		
Затв.		Воронін		27.12.24				

Висновки	91
Список використаних джерел	93
Додаток А Ілюстративний матеріал	98

					<i>ДРМ 100.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		6

## Висновки

У сучасній промисловості підйомно-транспортна техніка стала незамінною, особливо в будівельному секторі, який продовжує стрімко розвиватися. Сучасне будівництво передбачає створення великомасштабних конструкцій, включаючи висотні будівлі та великі промислові об'єкти.

Серед основних машин у будівництві баштовий кран є самим важливим механізмом для вертикального підйому. Його значення особливо помітне при будівництві висотних будівель, мостів та інших інфраструктурних об'єктів. Оскільки архітектурні амбіції спонукають до розробки більш високих і складних конструкцій, виникла нагальна проблема: підвищення вантажопідйомності баштових кранів.

Баштові крани відіграють ключову роль у забезпеченні ефективного будівництва висотних споруд, сприяючи безперебійному монтажу складних архітектурних об'єктів. Їх незамінний внесок у будівництво розгалуженої інфраструктури та висотних будівель підкреслює їх критичну важливість для будівельної галузі.

Доступні в широкому діапазоні типів, конфігурацій і вантажопідйомності, сучасні баштові крани розширили сферу свого застосування за межі традиційного будівництва до різних галузей промисловості. Сучасні крани характеризуються зручним інтерфейсом управління, суворим дотриманням високих стандартів безпеки та дизайном.

Широкий асортимент моделей кранів різної конструкції та вантажопідйомності дозволяє вибрати обладнання, яке найкраще відповідає їхнім конкретним виробничим потребам. Така адаптивність і універсальність підкреслює незамінну роль кранової техніки в сучасному будівництві та інших

галузях промисловості, значно підвищуючи операційну ефективність і полегшуючи досягнення конкретних цілей проекту.

Для підвищення ефективності експлуатації баштових кранів у конкретних умовах експлуатації та підвищення їх продуктивності пропонується розробка методики розрахунку основних параметрів крана. Ця методика охоплює визначення зовнішніх навантажень, що діють на кран, вибір масових і геометричних параметрів, і розрахунок його основних механізмів, включаючи підйом вантажу, пересування візка, пересування крана і поворот крана.

Крім того, загальна довговічність крана залежить від злагодженої та безперебійної роботи всіх його механізмів і вузлів. Для цього в механізмах повороту платформи, повороту башти та приводу візка використовуються двоступеневі циліндричні редуктори. У цих редукторах використовується трансмісійне мастило ИТД-320, яке забезпечує ефективне змащування зубчастих коліс, що сприяє надійній і тривалій роботі.

Згідно з рекомендацій заводу-виробника, кожне мастило має свій моторесурс. І відповідно, при досягненні якого, мастило необхідно замінити на нове, щоб запобігти зносу пар тертя, наприклад, зубців шестерень, і уникнути відмов у роботі як редуктора так і механізмів, в яких він встановлений. Однак ці рекомендації та норми зовсім не враховують реальні умови експлуатації крана.

У цьому дослідженні представлена методика оцінки електропровідності мастила - важливого діагностичного параметра для оцінки зносу і довговічності деталей редуктора. Електропровідність також може слугувати ключовим показником для визначення терміну служби мастила, особливо в умовах підвищеного забруднення частинками зносу.



## Список використаних джерел

- 1 Григоров О. В., Петренко Н. О. Вантажопідйомні машини: навч. посіб. Харків : ХНУ «ХП», 2005. 304 с.
- 2 Слободян Н. М., Пономарчук І.А. Вантажопідйомні машини: навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2020. 87 с.
- 3 Кравець А. М., Євтушенко А. В., Погребняк А.В. Будівельні та колійні машини. Ч. 2. Будівельна техніка : навч. посіб. Харків: УкрДУЗТ, 2016. 274 с.
- 4 Жигулін О. А., Махмудов І. І., Жигшуліна Н. О. Підйомно-транспортні машини: навч. посіб. Ніжин: ВП БУПіП України «Ніжинський агротехнічний інститут», 2020. 150 с.
- 5 Іванов Г. О., Бабенко Д. В., Полянський П. М. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів вищої освіти ступеня «Бакалавр» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання. Миколаїв : МНАУ, 2020. 156 с.
- 6 Токар О. С. Будівельна техніка : конспект лекцій. Любешів : Любешівський технічний коледж ЛНТУ, 2018. 114 с.
7. Шаповал С. В., Болотських О. М. Будівельна техніка та виробнича база будівництва : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. 140 с.
- 8 Колісник М. П., Шевченко А. Ф., Ракша С. В., Мелашич В. В. Розрахунки будівельних стрілових кранів: навч. посіб. Дніпропетровськ : Пороги, 2015. 816 с.
- 9 Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Электротехнические материалы». Харьков, 1983.
- 10 Бабенко А. О. Діагностування зносу та довговічності деталей машин по електропровідності змащувального мастила: автореф. дис. ... канд.. техн.. наук. Харків, 2002. 20 с. Також доступний у PDF: URL:

[https://revolution.allbest.ru/manufacture/00400836\\_0.html](https://revolution.allbest.ru/manufacture/00400836_0.html) (дата звернення: 10.11.2024).

11 Венцель Є. С., Бабенко А. О. Електропровідність мастила як критерій оцінки його строків служби та зношування деталей машин // Зб. наук. пр. Харк. держ. акад. залізнич. трансп. Харків : ХарДАЗТ, 2001. Вип. 45. С. 94-100.

12 Березняков А. І., Венцель Є. С., Бабенко А. О. Електропровідність мастила як бракувальний показник його протизношувальних властивостей // Зб. наук. пр. Харк. держ. акад. залізнич. трансп. Харків : ХарДАЗТ, 2000. Вип. 42. С. 37-40.

13 Боровик Ю. Т., Назаренко І. Л. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту для студентів спеціальності 7.090214 «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини та обладнання». Харків: УкрДАЗТ, 2012. 32 с. Також доступний у PDF: URL : <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/5842> (дата звернення: 20.11.2024).

14 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях : методичні вказівки до виконання розділу в дипломному проекті спеціалістів і магістрів / М. І. Ворожбіян, О. В. Костиркін, Д. С. Козодой, Б. К. Гармаш. УкрДАЗТ, 2014. 22 с. Також доступний у PDF: URL: <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/7368> (дата звернення: 01.11.2024).

15 ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. Чинний від 2015–05–01. Київ : Мінекономрозвитку, 2015. 18 с. Також доступний у PDF: URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=61781](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=61781) (дата звернення: 02.11.2024).

16 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : ДСН 3.3.6.037-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text> (дата звернення: 02.11.2024).

17 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації : ДСН 3.3.6.039-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99#Text> (дата звернення: 10.11.2024).

18 Гігієнічні регламенти хімічних речовин у повітрі робочої зони : затв. МОЗ України 04.07.2020 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0741-20#Text> (дата звернення: 15.11.2024).

19 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів : НПАОП 40.1-1.21-98 : затв. Держнаглядохоронпраці 09.01.1998. // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0093-98#Text> (дата звернення: 22.11.2024).

20 Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2018 : затв. Мінрегіонбудом України 03.10.2018. Київ : Мінрегіон України, 2018. 133 с. Також доступний у PDF: URL: [https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dbn\\_v\\_2.5-28\\_2018.pdf](https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dbn_v_2.5-28_2018.pdf) (дата звернення: 22.11.2024).

21 Порядок проведення медичних оглядів працівників певних категорій : затв. МОЗ України 21.05.2007. // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0846-07#Text> (дата звернення: 23.11.2024).

22 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці : НПАОП 0.00-4.12-05 : затв. Держнаглядохоронпраці 26.01.2005 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text> (дата звернення: 23.11.2024).

23 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання : затв. Мінсоцполітики України 19.01.2018 // База даних «Законодавство України» / Верховна рада

України URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18#n13> (дата звернення: 23.11.2024).

24 ДСТУ EN 953:2014. Безпечність машин. Огорожі. Загальні вимоги до проектування і конструювання нерухомих та рухомих огорож ; (EN 953:1997+A1:2009, IDT). Чинний від 2016–01–01. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=89715](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=89715) (дата звернення: 23.11.2024).

25 ДСТУ EN 626-1:2014. Безпечність машин. Зниження ризику для здоров'я, спричинюваного небезпечними речовинами, що їх виділяють машини. Частина 1. Принципи і технічні вимоги для виробників машин. Чинний від 2016–01–01. URL: [http://ksv.do.am/GOST/DSTY\\_ALL/DSTY3/dsty\\_en\\_626-1-2003.pdf](http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY3/dsty_en_626-1-2003.pdf) (дата звернення: 25.11.2024).

26 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень : ДСН 3.3.6.042-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Нормативно-директивні документи МОЗ України». URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972> (дата звернення: 25.11.2024).

27 ДСТУ EN 1837:2022. Безпечність машин. Вбудоване освітлення; (EN 1837:2020, IDT) : чинний від 2022–09–15. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=99130](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=99130) (дата звернення: 26.11.2024).

28 Кодекс цивільного захисту України : затв. Верховною Радою України 02.10.2012 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення: 26.11.2024).

29 Національний класифікатор України. Класифікатор надзвичайних ситуацій : ДК 019:2010 : чинний від 2011–01–01 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va457609-10#Text> (дата звернення: 26.11.2024).

30 Правила пожежної безпеки в Україні : НАПБ А.01.001-2014 : затв. МВС

України 30.12.2014 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text> (дата звернення: 26.11.2024).

31 Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій : затв. МВС України 06.08.2018 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0969-18#Text> (дата звернення: 02.12.2024).

32 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд : ДБН В.1.2-14:2018 : затв. Мінрегіоном України 02.08.2018. URL: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn\\_v\\_1\\_2\\_14/1-1-0-1826](https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_1_2_14/1-1-0-1826) (дата звернення: 02.12.2024).

33 Будівництво у сейсмічних районах України : ДБН В.1.1-12:2014. На заміну ДБН В.1.1-12:2006 : затв. Мінрегіоном України 16.05.2014 : чинний від 2014-10-01. URL: [http://seismos-u.ifz.ru/documents/Ukraine\\_norm\\_DBN-B\\_1\\_1-12\\_2014.pdf](http://seismos-u.ifz.ru/documents/Ukraine_norm_DBN-B_1_1-12_2014.pdf) (дата звернення: 03.12.2024).

34 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення : ДБН А.3.2-2-2009 (НПАОП 45.2-7.02-12) : затв. Мінрегіонбудом України 27.01.2009. . Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 116 с. Також доступний у PDF: URL: [http://ohoronapraci.org.ua/wp-content/uploads/2012/06/dbn\\_a\\_3\\_2\\_2\\_2009.pdf](http://ohoronapraci.org.ua/wp-content/uploads/2012/06/dbn_a_3_2_2_2009.pdf) (дата звернення: 05.12.2024).

