

Український державний університет залізничного транспорту


Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»


## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МОБІЛЬНОГО КРАНУ З ТЕЛЕСКОПІЧНОЮ СТРІЛОЮ

Пояснювальна записка і розрахунки  
до дипломної роботи магістра

ДРМ.10.00.00.000 ПЗ

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

 Артем СІЧКАР

Керівник: канд. техн. наук, доцент  
 Євгеній РОМАНОВИЧ

Рецензент: канд. техн. наук, доцент  
Олексій ЛОБЯК



Харків – 2025

# 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

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

## ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ Січкарю Артему Олександровичу

1 Тема:

«Підвищення ефективності роботи мобільного крана з телескопічною стрілою»

та керівник роботи:

Романович Євгеній Валентинович, канд. техн. наук, доцент

затверджені розпорядженням по будівельному факультету

від « 30 » \_\_\_\_\_ 09 \_\_\_\_\_ 2024 року № 10

2 Строк подання студентом закінченої роботи « 04 » \_\_\_\_\_ січня \_\_\_\_\_ 2025 року

3 Вихідні дані:

3.1 Тип крана - кран на автомобільному шасі;

3.2 Вантажопідйомність 10 т;

3.3 Кількість секцій стріли 2 од.;

3.4 Швидкість телескопування 0,2 м/с;

3.5 Маса крана, не більше, 20 т;

3.6 Максимальний тиск в гідроприводі 16 МПа.

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

4.1 Аналіз існуючих конструкцій мобільних кранів з телескопічною стрілою;

4.2 Дослідження динаміки підйому вантажу автомобільним краном;

4.3 Розрахункова частина;

4.4 Техніко-економічні розрахунки;





4.5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях;

4.6 Висновки

## 5 Перелік графічного матеріалу

- 5.1 Мета і задачі кваліфікаційної роботи;
- 5.2 Аналіз конструкцій автокранів;
- 5.3 Теоретичні дослідження динамічних навантажень в механізмі підйому вантажу автомобільного крана;
- 5.4 Графіки зміни параметрів перехідного процесу підйому вантажу з жорсткої основи
- 5.5 Загальний вид крана;
- 5.6 Загальний вид телескопічної стріли крана.

## 6 Консультанти окремих розділів


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

7 Дата видачі завдання «21» жовтня 2024 року.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1 Аналіз існуючих конструкцій мобільних кранів з телескопічною стрілою;	01.11.2024	визначено
2 Дослідження динаміки підйому вантажу автомобільним краном;	15.11.2024	визначено
3 Розрахункова частина;	30.11.2024	визначено
4 Техніко-економічні розрахунки;	15.12.2024	визначено
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях;	30.12.2024	визначено
6 Графічна частина	04.01.2025	визначено

Студент  Артем СІЧКАР

Керівник  Євгеній РОМАНОВИЧ

## АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 10 слайдів презентації, 93 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 7 рисунків, 10 таблиць, 44 літературних джерела.

Ключові слова: ПІДНІМАННЯ ВАНТАЖУ, АВТОМОБІЛЬНИЙ КРАН, ТЕЛЕСКОПІЧНА СТІЛОА, ВАНТАЖ, ДИНАМІКА.

Об'єктом дослідження є динамічні процеси в механізмі підйому вантажу автомобільного крана з телескопічною стрілою.

Метою дослідження є підвищення ефективності роботи мобільного крана з телескопічною стрілою за рахунок удосконалення його механізму підйому вантажу.

Розглянуті сучасні конструкції мобільних кранів з телескопічною стрілою. Виконано огляд ринку автомобільних кранів в Україні. Наведено опис об'єкту модернізації – автомобільного стрілового вантажопіднімального крана з телескопічною стрілою.

Проведено теоретичні дослідження динаміки підйому вантажу автомобільним краном. Доведено, що одними з визначальних чинників, що впливає на динамічність металоконструкції крана є механічна характеристика приводу і швидкість підйому на початку вантаження канатів, а величина динамічних навантажень металоконструкцій кранів залежить від швидкості підйому вантажу. Встановлено, що динамічні зусилля в металоконструкції крана досягають максимальних значень вже через 0,3 – 0,4 с після початку вантаження канатів, тому демпфування істотно не позначається на цих зусиллях.

Виконані розрахунки основних вузлів та механізмів крану. Встановлений економічний ефект від впровадження результатів досліджень. Розглянуті питання охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях під час експлуатації запропонованого крана.

## ABSTRACT

This qualification work includes 10 presentation slides, 93 pages of A4 explanatory note, including 7 figures, 10 tables, 44 references.

Keywords: LIFTING OF CARGO, TRUCK CRANE, TELESCOPIC BOOM, LOAD, DYNAMICS.

The object of study is the dynamic processes in the mechanism of lifting the load of a truck crane with a telescopic boom.

The purpose of the research is to increase the efficiency of a mobile crane with a telescopic boom by improving its load lifting mechanism.

Modern designs of mobile cranes with a telescopic boom are considered. An overview of the market of truck cranes in Ukraine is made. A description of the object of modernization is given - a telescopic boom mobile crane.

Theoretical studies of the dynamics of lifting cargo by a truck crane are carried out. It is proved that one of the determining factors affecting the dynamism of the crane's metal structure is the mechanical characteristic of the drive and the lifting speed at the beginning of rope loading, and the magnitude of the dynamic loads of crane metal structures depends on the speed of lifting. It was found that the dynamic forces in the crane's metal structure reach their maximum values within 0.3 to 0.4 s after the start of rope loading, so damping does not significantly affect these forces.

Calculations of the main components and mechanisms of the crane were performed. The economic effect of the implementation of the research results is determined. The issues of labor protection and safety in emergency situations during the operation of the proposed crane are considered.

## ЗМІСТ

	Вступ	6
	1 Аналіз існуючих конструкцій мобільних кранів з телескопічною стрілою	8
	1.1 Огляд ринку автомобільних кранів	8
	1.2 Короткий опис об'єкту модернізації	15
	2 Дослідження динаміки підйому вантажу автомобільним краном	17
	3 Розрахунок основних механізмів крану	25
	3.1 Розрахунок механізму підйому вантажу	25
	3.2 Визначення гальмівного моменту та вибір гальм механізму підйому	32
	3.3 Розрахунок механізму обертання крана. Вибір ОПК та гідромотора	34
	3.4 Визначення гальмівного моменту та вибір гальма механізму обертання крана	40
	3.5 Розрахунок механізму телескопування секцій стріли	41
	3.6 Розрахунок гідрофікованого механізму керування виносними опорами крану	44
	3.7 Розрахунок основних параметрів гідроприводу стріли	45
	4 Техніко-економічні розрахунки	53
	4.1 Вихідні дані	53
	4.2 Розрахунок продуктивності машин	54
	4.3 Розрахунок вартості машино-години роботи машин	56
	4.4 Розрахунок економічного ефекту	59
	4.5 Висновки	66
	5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	67
	5.1 Коротка характеристика об'єкту дослідження	67
	5.2 Аналіз умов праці	67
	5.3 Заходи з охорони праці	69

*ДРМ.10.00.00.000 ПЗ*

Изм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Разраб.		Січкач	<i>Січкач</i>	
Пров.		Романович	<i>Романович</i>	
Н.контр.		Козар	<i>Козар</i>	
Утв.		Воронін	<i>Воронін</i>	

*Підвищення ефективності роботи мобільного крану з телескопічною стрілою*

Лит.	Лист	Листов
	4	93

*УкрДУЗТ*

5.4 Аналіз надзвичайних ситуацій	71
5.5 Пожежна безпека об'єкта дослідження	72
5.6 Розрахунок освітлення кабіни	73
Висновки	76
Список використаних джерел	77
Додаток А Ілюстративні матеріали	83

Інв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ДРМ.10.00.00.000 ПЗ	5 Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## ВИСНОВКИ

1 У результаті проведеного аналізу конструкцій існуючих кранів встановлено, що крани на шасі автомобільного типу не мають основного недоліку гусеничних та пневмоколісних кранів, а саме малої швидкості пересування, яка заважає швидкому переміщенню між будівельними об'єктами.

2 Одними з визначальних впливів на значення коефіцієнтів динамічності металоконструкції є механічна характеристика приводу і швидкість підйому на початку вантаження канатів.

3 Величина динамічних навантажень металоконструкцій залежить від номінальної швидкості підйому.

4 Динамічні зусилля в металоконструкції досягають максимальних значень вже через 0,3 – 0,4 с після початку вантаження канатів, тому урахування демпфування істотно не позначається на цих зусиллях.

5 Підвищення продуктивності мобільного крану за рахунок удосконалення механізму підйому вантажу.

6 Виконано розрахунки основних параметрів крану, механізму підйому вантажу, механізму телескопування секцій стріли, гідрофікованого механізму керування виносними опорами крану, основних параметрів гідроприводу стріли, загального ККД та основних параметрів гідроприводу.

7 Виконано розрахунок економічних показників, розглянуті питання охорони праці. Економічний ефект за 10 років експлуатації становитиме близько 3,8 млн. грн.

Отримані результати розрахунків підтверджують доцільність впровадження модернізованого крану.

## Список використаних джерел

- 1 Григоров О. В., Петренко Н. О. Вантажопідйомні машини : навч. посіб. Харків : НТУ «ХП», 2005. 304 с.
- 2 Ремарчук М. П., Козупиця С. В. Методичні вказівки до курсового проекту «Гідрофіковані стрілові самохідні крани» з дисципліни «Підйомно-транспортні машини» для студентів спеціальності 15.04. Харків: ХАДІ, 1993. 76 с.
- 3 Любін М. В., Гунько І. В., Цуркан О. В. Вантажопідйомні механізми та машини : навч. посіб. Вінниця : Едельвейс і К, 2015. 295 с.
- 4 Ремарчук М. П., Босик Д. В., Мудрий А. В. Визначення лінійних втрат тиску у гідроприводі машин // Автомобільний транспорт. Серія «Вдосконалення машин для земляних та дорожніх робіт». Харків : ХДАДТУ, 1999. Вип. 2. С. 31–33.
- 5 Поліщук Л. К., Слабкий А. В. Підйомно-транспортні машини та механізми : лаборатор. практикум. Вінниця : ВНТУ, 2018. 74 с.
- 6 Підйомно-транспортні машини: розрахунки підймальних і транспортувальних машин : підруч. для студентів вищих навч.закладів, які навчаються за напрямом «Інженерна механіка» / В. С. Бондарєв та ін. Київ : Вища школа, 2009. 734 с.
- 7 Тарасенко А. І., Піпа Б. Ф. Підйомно-транспортні пристрої: навч. посіб. Київ : КНУТД, 2008. 248 с.
- 8 Ракша С. В., Мелашич В. В., Колісник М.П. Розрахунки механізмів кранів мостового типу : навч. посіб. Дніпропетровськ : Пороги, 2006. 148 с.
- 9 Демідас С. В. Мінімізація динамічних навантажень в елементах баштового крана на основі оптимізації режиму руху механізма підйому : дис. ... канд. техн. наук. Київ, 2000. 193 с.
- 10 Солтус А. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля. Київ : Арістей, 2006. 175 с.



11 Деталі машин і підйомно-транспортне обладнання : навч. посіб. / В. О. Малащенко та ін. Рівне : НУВГП, 2017. 346 с.

12 Бойчик І. М. Економіка підприємства: підруч. Київ : Кондор, 2016. 378 с.

13 Ключан В. П., Вишневська О. М., Костаневич Н. І. Організація і методика економічного аналізу : навч. посіб. / Миколаїв. держ. аграр. ун-т. Миколаїв : Вид. центр Миколаїв. держ. аграр. ун-ту, 2010. 194 с.

14 Економіка підприємництва: підручник / За ред. Л. В. Фролової. Одеса: Бондаренко М.О., 2020. 708 с.

15 Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-ХІІ // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 31.10.2024).

16 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: 31.10.2024).

17 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: 31.10.2024).

18 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень : ДСН 3.3.6.042-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 31.10.2024).

19 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : ДСН 3.3.6.037-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Нормативно-директивні документи МОЗ України». URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1789> (дата звернення: 31.10.2024).

20 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: 31.10.2024).

21 ДСТУ prEN 12937–2002. Безпечність машин. Технічні правила та вимоги до підйимально-транспортних засобів. Чинний від 2003–07–01. URL: [http://ksv.do.am/GOST/DSTY\\_ALL/DSTY3/dsty\\_pren\\_12937-2002.pdf](http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY3/dsty_pren_12937-2002.pdf) (дата звернення: 31.10.2024).

22 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідйимальних кранів, підйимальних пристроїв і відповідного обладнання : НПАОП 0.00-1.80-18 : затв. Мінсоцполітики України 19.01.2018. // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18#Text> (дата звернення: 31.10.2024).

23 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: 31.10.2024).

24 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: 31.10.2024).

25 Мінімальні вимоги безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці : НПАОП 0.00-7.17-18 : затв. Мінсоцполітики України 29.11.2018 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1494-18#Text> (дата звернення: 02.11.2024).

26 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: 31.10.2024).

27 Правила охорони електричних мереж : затв. Кабінетом Міністрів України 27.12.2022 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1455-2023-%D0%BF#n11> (дата звернення: 02.11.2024).

28 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: 02.11.2024).

29 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень : ДСН 3.3.6.042-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 02.11.2024).

30 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : ДСН 3.3.6.037-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Нормативно-директивні документи МОЗ України». URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1789> (дата звернення: 02.11.2024).

31 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: 02.11.2024).

32 ДСТУ Б А.3.2-15:2011. Норми освітлення будівельних майданчиків. На заміну ГОСТ 12.1.046–85 : чинний від 2012–12–01. URL: [http://ksv.do.am/GOST/DSTY\\_ALL/DSTY4/dsty\\_b\\_a.3.2-15-2011.pdf](http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY4/dsty_b_a.3.2-15-2011.pdf) (дата звернення: 02.11.2024).

33 ДСТУ EN 1837:2009. Безпечність машин. Вмонтоване освітлення ; (EN 1837:1999+A1:2009 IDT). На заміну ДСТУ ГОСТ EN 1837:2003 : чинний від

2012–01–01. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=68874](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=68874)  
(дата звернення: 23.11.2023).

34 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: 02.11.2024).

35 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: 02.11.2024).

36 Про автомобільні дороги : Закон України від 08.09.2005 № 2862-IV // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2862-15#Text> (дата звернення: 02.11.2024).

37 Порядок затвердження програм навчання та інструктажів з питань пожежної безпеки, організації та контролю за їх виконанням : затв. МВС України 05.12.2019 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0108-20#Text> (дата звернення: 02.11.2024).

38 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: 02.11.2024).

39 Правила пожежної безпеки для підприємств і організацій автомобільного транспорту України : НАПБ В.01.054-2015/510 : затв. Мінінфраструктури України 21.05.2015 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0279-15> (дата звернення: 02.11.2024).

40 ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. Чинний від 2020–01–01 // База даних «Нормативна база». URL:

[https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu\\_8828\\_2019.pdf](https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_8828_2019.pdf) (дата звернення: 02.11.2024).

41 Норми оснащення вогнегасниками колісних транспортних засобів : НАПБ Б.06.005-97 : затв. Кабінетом Міністрів України 08.10.1997 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1128-97-%D0%BF> (дата звернення: 02.11.2024).

42 ДСТУ 3675-98. Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань. Зі Зміною № 1 (ПС № 8-2004). Чинний від 1999-01-01. URL: [https://dnaop.com/html/41026/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3\\_3675-98](https://dnaop.com/html/41026/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_3675-98) (дата звернення: 02.11.2024).

43 Охрана труда. Сборник задач : учеб. пособие / Б. В. Дзюндзюк и др. Харьков : ХНУРЭ, 2006. 244 с.

44 Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2018 : затв. Мінрегіонбудом України 03.10.2018. URL: [https://ledeffect.com.ua/images/\\_branding/dbn2018.pdf](https://ledeffect.com.ua/images/_branding/dbn2018.pdf) (дата звернення: 02.11.2024).