

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»

**ОСНОВНІ МЕХАНІЗМИ МОБІЛЬНИХ СТІЛОВИХ
ГІДРОФІКОВАНИХ КРАНІВ І ОСОБЛИВОСТІ ЇХ
РОЗРАХУНКУ**

Пояснювальна записка і розрахунки
до дипломної роботи магістра

ОММК 00.00.00.000 ПЗ

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

Роман ТОПЧІСВ

Керівник: професор, д-р техн. наук
Микола РЕМАРЧУК

Рецензент: доцент, канд. техн. наук
Євген ОРЕЛ

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



С.В. Воронін

«01» жовтня 2024 р.





ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Топчієв Роман Олександрович

1. Тема проекту «Основні механізми мобільних стрілових гідрофікованих кранів і особливості їх розрахунку» та керівник роботи Ремарчук Микола Парфенійович, д-р техн. наук, професор затверджені розпорядженням по будівельному факультету від « 30 » вересня 2024 р. № 10
2. Строк подання слухачем закінченої роботи « 30 » грудня 2024 року.
3. Початкові дані:
 - 3.1 Використання довідкових параметрів механізмів підйому вантажу і на цій основі визначення рівня їх навантаження та ефективність роботи інших механізмів крана
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
 - 4.1 Аналітичний огляд наукових джерел з питання визначення рівня навантаження основних механізмів мобільних стрілових гідрофікованих кранів
 - 4.2 Визначення основних лінійних і вагових параметрів крана на стадії його проектування.
 - 4.3 Розрахунок додаткових механізмів крану
 - 4.4 Розрахунок економічного ефекту
 - 4.5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях
5. Перелік графічного матеріалу (презентації)

- 5.1 Титульний лист – (слайд 1)
- 5.2 Сучасна схема стрілового крана – (слайд 2)
- 5.3 Кінематичні схеми механізмів крана – (слайд 3)
- 5.4 Механізми телескопування стріли –(слайд 4)
- 5.5 Механізм управління виносними опорами – (слайд 5)
- 5.6 Вантажна характеристика крана – (слайд 6)
- 5.7 Мета роботи і задачі дослідження – (слайд 7)
- 5.8 Параметри входу і виходу для всіх механізмів крана – (слайд 8)
- 5.9 Схеми гідравлічні всіх механізмів крана – (слайди 9-12)
- 5.10 Загальний ККД механізму управління стрілою – (слайд 13)
- 5.11 Результати економічного розрахунку – (слайд 14)
- 5.12 Основні висновки – (слайд 15)
- 5.8 Додатки – (слайди 16-17)

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічний розрахунок	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 «30» вересня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналітичний огляд досліджень за темою роботи	24.10.2024 – 12.11.2024	виконано
2	Результати основних досліджень за темою роботи	16.10.2024 – 08.11.2024	виконано
3	Розрахунок економічного ефекту	12.10.2024 – 16.11.2024	виконано
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	10.10.2024 – 16.11.2024	виконано
5	Графічна частина роботи	10.11.2024 – 16.12.2024	виконано

Студент



Роман ТОПЧІВ

Керівник роботи



Микола РЕМАРЧУК

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 17 слайдів презентації, 131 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 6 рисунків, 14 таблиць, 46 літературних джерел.

Ключові слова: СТІЛОВІ КРАНИ ОСНОВНІ МЕХАНІЗМИ, НАВАНТАЖЕННЯ, ПОТУЖНІСТЬ, ПАРАМЕТРИ ВХІДНІ, ВИХІДНІ, ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ.

Об'єктом дослідження є основні механізми мобільних стрілових гідрофікованих кранів і особливості їх розрахунку.

Метою дослідження є розгляд основних механізмів стрілових гідрофікованих кранів і особливостей їх розрахунку..

Представлені схемні рішення основних механізмів сучасних стрілових кранів, які дозволили виявити взаємозв'язок процесу функціонування між механізмами крана і бажану послідовність їх включення для забезпечення максимальної продуктивності роботи.

За результатами визначення вхідних і вихідних параметрів для кожного із механізмів крана становиться можливим встановити їх внутрішній стан за величиною загального коефіцієнта корисної дії.

На підставі розрахунків на прикладі сучасного крану виявлений найбільш навантажений його механізм.

Встановлена величина економічного ефекту для стрілового крану при запровадженні високомоментного тихохідного гідромотора..

ABSTRACT

This qualification work includes 11 presentation slides, 131 pages of A4 explanatory note, including 6 figures, 14 tables, 46 references.

Keywords: JIB CRANES, BASIC MECHANISMS, LOAD, POWER, INPUT AND OUTPUT PARAMETERS, WORK EFFICIENCY.

The object of study is the main mechanisms of mobile hydro fueled jib cranes and features of their calculation.

The purpose of the study is to consider the main mechanisms of hydro fueled jib cranes and features of their calculation.

Schematic solutions of the main mechanisms of modern jib cranes are presented, which made it possible to identify the relationship of the functioning process between the crane mechanisms and the desired sequence of their inclusion to ensure maximum productivity.





Based on the results of determining the input and output parameters for each of the crane mechanisms, it becomes possible to establish their internal state by the value of the overall efficiency.

Based on calculations using the example of a modern crane, the most loaded mechanism was identified.

The value of the economic effect for a jib crane with the introduction of a high-torque low-speed hydraulic motor has been determined.

Зміст

Вступ.....	7
1 Аналітичний огляд наукових джерел з питання визначення рівня навантаження основних механізмів мобільних стрілових гідрофікованих кранів.....	9
1.1 Загальні положення.....	9
1.2 Аналіз роботи стрілових гідрофікованих кранів в умовах експлуатації при функціонуванні механізму підйому вантажу за величиною загального коефіцієнта корисної дії	14
1.3 Аналіз роботи стрілових гідрофікованих кранів при функціонуванні механізму підйому вантажу за величиною загального коефіцієнта корисної дії	17
1.4 Аналіз роботи стрілових кранів спеціального призначення при роботі механізму підйому вантажу.....	26
1.5 Застосування системного підходу до розгляду рівня навантаження основних механізмів гідрофікованих кранів.....	27
2. Визначення основних лінійних і вагових параметрів крана на стадії його проектування.....	29
2.1. Короткий опис крану.....	29
2.2 Лінійні та вагові параметри крана.....	31
2.3 Розрахунок та побудова вантажної характеристики крана.....	32
2.4 Визначення зусилля, яке сприймається гідроциліндром зміни кута нахилу стріли.....	41

					<i>ОММК 00.00.00.000 ПЗ</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розраб.		Топчієв			Літ.	Арк.	Аркушів		
Проверил		Ремарчук				5	131		
Реценз.					<i>УкрДУЗТ</i>				
Н. Контр.		Козар			ОСНОВНІ МЕХАНІЗМИ МОБІЛЬНИХ СТРІЛОВИХ ГІДРОФІКОВАНИХ КРАНІВ І ОСОБЛИВОСТІ ЇХ РОЗРАХУНКУ				
Затверд.		Воронін							

2.5	Визначення параметрів для структури «стріла – гідроциліндр - рама» механізму зміни кута нахилу стріли	51
2.6	Визначення конструктивних параметрів гідроциліндра механізму зміни кута нахилу стріли (вильоту крюка).....	58
3.	Розрахунок додаткових механізмів крана	62
3.1	Розрахунок механізму підйому вантажу.....	62
3.2	Розрахунок механізму обертання крана. Вибір ОПП та гідромотора.....	70
3.3	Розрахунок механізму телескопування секцій стріли крана	78
3.4	Розрахунок гідрофікованого механізму керування виносними опорами крана	80
4.	Техніко-економічний розрахунок.....	81
4.1	Модернізація механізму підйому вантажу крана в порівнянні з базовим.....	81
4.2	Розрахунок капітальних вкладень.....	82
4.3	Розрахунок продуктивності машини.....	84
4.4	Розрахунок собівартості	86
4.5	Розрахунок економічної ефективності капітальних вкладень у заходи науково-технічного прогресу.....	90
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	96
5.1	Короткий опис об'єкта дослідження	96
5.2	Аналіз умов праці.....	96
5.3	Заходи з охорони праці.....	98
5.4	Надзвичайні ситуації та подолання їх наслідків.....	100
5.5	Розрахунок місткості захисної споруди для укриття працівників в умовах надзвичайної ситуації унаслідок аварії з радіоактивним джерелом іонізуючого випромінювання.....	104
	Основні висновки.....	107
	Список використаних джерел.....	108
	Додаток А.....	114

Основні висновки

1. За результатами аналітичного огляду наукових джерел сформовано мету роботи і задачі дослідження для досягнення даної мети.
2. Представлені схемні рішення основних механізмів сучасних стрілових кранів дозволили виявити взаємозв'язок процесу функціонування між механізмами крана і бажану послідовність їх включення для забезпечення максимальної продуктивності роботи.
3. На підставі визначення вхідних і вихідних параметрів для кожного із механізмів крана становиться можливим визначення їх внутрішнього стану за величиною загального коефіцієнта корисної дії.
4. За результатами розрахунків на прикладі сучасного крану виявлений найбільш навантажений його механізм.
5. Встановлена величина економічного ефекту за результатами заміни серійного високообертового гідромотора на серійний високомоментний гідромотор в структурі механізму підйому вантажу крана.

Список використаних джерел

1. Хмара Л.А., Колісник М. П., Голубченко О. І. Будівельні крани. Конструкції та експлуатація. – К.: Техніка, 2001. – 300 с.
2. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Будівельна техніка». / (для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і заочної форми навчання) / Укл.: В.Б. Ігнатська. – Тернопіль: вид-во ТНТУ ім. І. Пулюя, 2021 – 40 с.
3. Ремарчук, М.П. Проектування мобільних гідрофікованих кранів з телескопічною стрілою: Част. 1. Розрахунок механізмів, стійкість, прилади безпеки: навч. посібник / М.П. Ремарчук. – Харків: УкрДУЗТ, 2018 – 181 с.
4. Неженцев, О.Б. До питання побудови систем моніторингу енергоспоживання вантажопідйомних кранів [Текст] / О.Б. Неженцев // Abstracts of III International Scientific and Practical Conference «MODERN CHALLENGES TO SCIENCE AND PRACTICE» (January 24 – 26, 2022). – Varna, Bulgaria, 2022 – С. 576–577.
5. Ремарчук М.П., Кебко О.В., Галицький О.О., Рассоха В.П. Визначення стану кранових механізмів для підйому вантажу за даними їх технічних параметрів. Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст», серія «Технічні науки та архітектура». – Х.: Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, – 2022. Т. 6 Випуск 173. С. 9-15.
6. Ремарчук М.П., Кебко О.В., Галицький О.О. Визначення стану кранових механізмів для підйому вантажу на стадіях їх проектування та експлуатації. Матеріали XXII-ої Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні аспекти модернізації науки: стан, проблеми, тенденції розвитку». 07 липня 2022 року, у м. Любляна (Словенія), дистанційно. С. 477-491

7. Ремарчук, М.П. Визначення стану гідросистем мобільних машин по рівню зниження коефіцієнта корисної дії / М.П. Ремарчук // Науковий вісник будівництва, – Харків: ХДТУБА, 2004. – Вип. 28. – С. 146-156.

8. Майский М.І., Богуславський Д.К. Трактори і автомобілі Державне видавництво сільськогосподарської літератури К.: 1961 484 с.

9. <https://железный-конь.рф/technicheskie-xarakteristiki-traktora-t-100m-dizelnyj-dvigatel-d-108.html>

10. <https://os24.com.ua/ua/p1192405932-dvigatel-buldozera-130.html>

11. <http://алтайский-моторный-завод.рф/katalog/dvigateli-amz/a-01/a-01mk/>

12. <https://железный-конь.рф/technicheskie-xarakteristiki-traktora-t-100m-dizelnyj-dvigatel-d-108.html>

13. <https://www.ess-ltd.ru/elektro/tehnicheskie-harakteristiki-stacionarnyh-neavtomatizirovannyh-des.html>

14. <https://spbdiesel.ru/uslugi/postavka-dizelnyh-dvigatelej/6ch12-14/>

15. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiqse7B942GAxXrGRAIHTraCIYQFnoECBEQAw&url=http%3A%2F%2Fwww.spec->

[service.com.ua%2Fcomponent%2Fcontent%2Fcategory%2F15-dizelnye-dvigateli.html&usg=AOvVaw1JMW2v9hxm30ZVbs9BCDOF&opi=89978449](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiqse7B942GAxXrGRAIHTraCIYQFnoECBEQAw&url=http%3A%2F%2Fwww.spec-service.com.ua%2Fcomponent%2Fcontent%2Fcategory%2F15-dizelnye-dvigateli.html&usg=AOvVaw1JMW2v9hxm30ZVbs9BCDOF&opi=89978449)

16. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi8nbC_-I6GAxVLBNsEHV-zC-

[IQFnoECBMQAw&url=http%3A%2F%2Fwww.ruskt.ru%2FPrice%2FTraktora%2Fsmd-14ng.htm&usg=AOvVaw3g84Ksy-IUF3duQnHqj2Qs&opi=89978449](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi8nbC_-I6GAxVLBNsEHV-zC-IQFnoECBMQAw&url=http%3A%2F%2Fwww.ruskt.ru%2FPrice%2FTraktora%2Fsmd-14ng.htm&usg=AOvVaw3g84Ksy-IUF3duQnHqj2Qs&opi=89978449)

17. <https://buldozerspec.com/buldozer-t-330/>

[.https://kran-master74.ru/heavy/zheleznodorozhnye_krany/zheleznodorozhnye_krany_kde/zheleznodorozhnye_krany_kde](https://kran-master74.ru/heavy/zheleznodorozhnye_krany/zheleznodorozhnye_krany_kde/zheleznodorozhnye_krany_kde)

18. <https://neva-diesel.com/zapasnye-chasti-dvigatelya-vd-14,5/>

19. Ремарчук М.П., Чмуж Я.В., Галицький О.О., Стефанов С.О., Кебко О.В. Проблеми і перспективи розвитку системи технічного діагностування землерийних і вантажопідйомних машин. Ways of Science Development in Modern Crisis Conditions: Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Internet Conference, June 8-9, 2023. FOP Marenichenko V.V., Dnipro, Ukraine, 481 p. PP 365-368.

20. Ладанюк А.П. Основи системного аналізу: навч. посібник. Вінниця: Нова книга, 2004. 176 с.

21. Ворожбіян М. І., Шапка О. В., Козодой Д. С. Методичні вказівки до розроблення розділу «Охорона праці» в дипломних проектах. Харків: УкрДАЗТ, 2010. 17 с.

22. Ворожбіян М. І., Костиркін О. В., Гармаш Б. К. Методичні вказівки для студентів усіх спеціальностей і форм навчання при виконанні підрозділу «Надзвичайні ситуації та подолання їх наслідків» в дипломному проекті. Харків : УкрДАЗТ, 2012. 11 с.

23. ГОСТ 12.0.003-74. Система стандартів безпеки праці. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Введ. 1976–01–01 URL: <http://helpnik.college.ks.ua/standart/gost/Catalog/Index/41/41131.htm> (дата звернення: 15.11.2021).

24. 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: 15.11.2021).

25. ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартів безпеки праці. Шум. Общие требования безопасности. Введ. 1984-07-01 // База даних «Библиотека ГОСТов – главная». URL: <http://vsegost.com/Catalog/80/803.shtml> (дата звернення: 15.11.2021).

26. 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: 15.11.2021)

27 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації : ДСН 3.3.6.039-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Нормативно-директивні документи МОЗ України». URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1862> (дата звернення: 15.11.2021).

28 Порядок проведення медичних оглядів працівників певних категорій : затв. МОЗ України 21.05.2007. // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0846-07> (дата звернення: 15.11.2021).

29 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці : НПАОП 0.00-4.12-05 : затв. Держнагляд охорони праці 26.01.2005 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05> (дата звернення: 20.11.2021).

30 Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту : НПАОП 0.00-4.01-08 : затв. Держпромгірнаглядом 24.03.2008. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0446-08#Text> (Дата звернення: 20.11.2021).

31 ДСТУ EN 953:2014. Безпечність машин. Огорожі. Загальні вимоги до проектування і конструювання нерухомих та рухомих огорож. Чинний від 2016–01–01. URL: http://document.ua/bezpechnist-mashin_-ogorozhi_-zagalni-vimogi-do-proektuvannj-std28443.html (дата звернення: 20.11.2021).

32 Правила охорони електричних мереж : затв. Кабінетом Міністрів України 04.03.1997 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/209-97-%D0%BF> (дата звернення: 15.11.2021).

33 Правила охорони ліній електрозв'язку : затв. Кабінетом Міністрів України 29.01.1996 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/135-96-%D0%BF> (дата звернення: 20.11.2021).

34 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 (дата звернення: 15.11.2021).

35 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 (дата звернення: 15.11.2021).

36 ДСТУ ГОСТ EN 1837:2003. Безпечність машин. Внутрішнє освітлювання машин. Чинний від 2004-07-01 // База даних «Библиотека ГОСТов – главная». URL: <http://vsegost.com/Catalog/60/6000.shtml> (дата звернення: 15.11.2021).

37 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: 09.11.2021).

38 Національний класифікатор України. Класифікатор надзвичайних ситуацій : ДК 019:2010 : чинний від 2011-01-01 // Інформ.-правова система «ЛІГА-ЗАКОН». URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/ST001982.html (дата звернення: 15.11.2021).

39 Положення про класифікацію транспортних подій на залізничному транспорті : затв. Мінінфраструктури України 03.07.2017 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0904-17#Text> (дата звернення: 15.11.2021).

40 Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій : затв. МНС України 12.12.2012 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0969-18#Text> (дата звернення: 15.11.2021).

41 Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення : ДБН В.1.1-46:2017 : на заміну ДБН В.1.1-3-97 : затв. Мінрегіоном України 25.04.2017. URL: <http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/08/V1146.pdf> (дата звернення: 15.11.2021).

42 ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартів безпеки праці. Пожарная безопасность. Общие требования. Введ. 1992-07-01. // База данных «Библиотека ГОСТов – главная». URL: <http://vsegost.com/Catalog/32/3254.shtml> (дата звернення: 20.11.2021).

43 ГОСТ 12.1.010-76. Система стандартів безпеки праці. Взрывобезопасность. Общие требования. Введ. 1978-07-01 // База данных «Библиотека ГОСТов – главная». URL: <http://vsegost.com/Catalog/34/34434.shtml> (дата звернення: 20.11.2021).

44 Система стандартів безпеки праці. Промислова безпека у будівництві : ДБН А.3.2-2-2009 (НПАОП 45.2-7.02-12) : затв. Мінрегіонбудом України 30.12.2011. https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn_dbn_a322_2009/1-1-0-945 (дата звернення: 15.11.2021).

45 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: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1128-97-%D0%BF#Text> (дата звернення: 20.11.2021).

46 Михайлюк В. О., Халмурадов Б. Д. Цивільна безпека : навч. посіб. для студентів вищ. навч. закладів. Київ : Центр учбової літератури, 2008. 158 с.