

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»

**Підвищення ресурсу універсальної будівельної машини на базі
трактора Т-150К**

Пояснювальна записка та розрахунки

до дипломного проекту магістра

ДБМ.150.00.00.000 ПЗ

Розробив:

студент групи 211-БКМ-Д24

спеціальності 133 – галузеве машинобудування
(роботу виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)

Костянтин КУРІПКА

Керівник: канд. техн. наук

Олексій СУРАНОВ

Рецензент: доцент, канд. техн. наук

Андрій НИКИТИНСЬКИЙ

Харків – 2025

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет «Будівельний»

Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машини»

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма «Будівельні, колійні, гірничі та нафтопромислові машини»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,

професор, д-р техн. наук

_____ Сергій Воронін

«__» _____ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ**

Куріпка Костянтин Віталійович

1. Тема роботи «Підвищення ресурсу універсальної будівельної машини на базі трактора Т-150К».

Керівник роботи: Суранов Олексій Олексійович канд.. техн.. наук, затверджено розпорядженням по будівельному факультету від «27» 10.2025 р. № 15.

2. Строк подання студентом закінченої роботи «30» 12. 2025 року.

3. Вихідні дані:

3.1 Потужність, кВт 95,6

Тиск в гідросистемі, МПа 25

Найбільша швидкість переміщення, км/год. 20

3.2 Патентні дані по конструкціям універсальних будівельних машин

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

4.1 Аналітичний огляд досліджень за темою роботи;

4.2 Розрахункова конструкторська та дослідницька частина;

4.3 Техніко-економічний розрахунок;

4.4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях;

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Плакат з результатами огляду відомих конструкцій екскаваторів (1 х А1); креслення загального вигляду трактора Т-150К (1 х А1); креслення основних вузлів та деталей універсальної будівельної машини (3 х А1); гідро схема машини (1 х А1), плакат з результатами економічних розрахунків (1хА1)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічний розрахунок	Токмакова І.В., професор, д.е.н.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Козар Л.М., доцент, к.т.н.		

7. Дата видачі завдання: 30.09.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналітичний огляд досліджень за темою роботи	5.11.2025 – 15.11.2025	виконано
2	Розрахункова конструкторська та дослідницька частина	20.11.2025 – 25.11.2025	виконано
3	Техніко-економічний розрахунок	30.11.2025 – 10.12.2025	виконано
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	20.12.2025– 25.12.2025	виконано

Студент

 К.В. Куріпка

Керівник роботи

 О.О. Суранов

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 14 слайдів презентації, 114 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 38 рисунків, 17 таблиць, 37 літературних джерел.

Ключові слова: ФРОНТАЛЬНІ НАВАНТАЖУВАЧІ, ТРАКТОРИ, РЕСУРС ДВИГУНА, МАСТИЛО, НАНОТЕХНОЛОГІЇ.

Об'єктом удосконалення є трактор з метою збільшення ресурсу, зниження тертя та зносу основних вузлів машини за рахунок впровадження нанотехнологій.

Метою роботи є підвищення ресурсу основних вузлів та машини в цілому. Проведений патентний пошук серед відомих конструкцій фронтальних навантажувачів показав, що однією з провідних машин є трактор типу Т-150К.

Одним із перспективних напрямків рішення цієї актуальної задачі є використання наночастинок вуглецю та поліпшення якості мастильних матеріалів й підвищення довговічності трибосистем, а також підвищення ресурсу тракторів типу Т-150К.

Проведені дослідження ефективності нової нанодобавки показали, що нова присадка забезпечує підвищення ресурсу машини.

ABSTRACT

This qualification work includes 14 presentation slides, 114 sheets of explanatory note in A4 format, including 38 figures, 17 tables, 37 literary sources.

Keywords: FRONT LOADERS, TRACTORS, ENGINE LIFE, LUBRICANT, NANOTECHNOLOGIES.

The object of improvement is a tractor in order to increase the life, reduce friction and wear of the main components of the machine through the introduction of nanotechnologies.

The purpose of the work is to increase the life of the main components and the machine as a whole. A patent search among known designs of front loaders showed that one of the leading machines is the T-150K tractor.

One of the promising directions for solving this urgent problem is the use of carbon nanoparticles and improving the quality of lubricants and increasing the durability of tribosystems, as well as increasing the life of T-150K tractors.

Studies of the effectiveness of the new nanoadditive have shown that the new additive provides an increase in the machine's service life.

Зміст

Вступ	4
1 Аналіз технічної та патентної документації по конструкціям тракторних навантажувачів	6
1.1 Використання методу агрегатування при проектуванні і створенні дорожньо-будівельних машин	6
1.2 Навантажувальна техніка	8
1.3 Навантажувальні машини закордонних виробників	16
2 Кінематичний аналіз робочого устаткування навантажувача	23
2.1 Призначення, область застосування і технічні характеристики машини	23
2.2 Пристрій і робота виробу та його складових частин	25
2.3 Розрахунок основних параметрів навантажувача	31
2.3.1 Визначення гідроприводу зворотно-поступального руху	31
2.4 Визначення ресурсу трактора Т-150К	39
2.4.1 Підвищення ресурсу двигуна СМД-62 за рахунок використання нових присадок до паливно-мастильних матеріалів	40
2.5 Використання наночастинок вуглецю у якості присадок до моторних олів	44
2.5.1 Аналіз досліджень по вивченню впливу НЧВ на мастильну здатність олів	45
2.5.1.1 Поверхневий шар матеріалу	45
2.5.1.2 Граничний шар	45
2.5.1.3 Нижній шар	47
2.5.2 Аналіз досліджень по вивченню впливу НЧВ на фізико-механічні властивості металу	48
2.5.3 Аналіз досліджень по вивченню впливу НЧВ на тертя та знос в технічних системах	52
2.5.4 Математична модель впливу вуглецевої сажі на зношування трибосистем ковзання	57
3 Економічний розрахунок	63
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	82
Висновки	94
Перелік використаних джерел	95
Додаток А Участь в науково-технічній конференції	100
Додаток Б Ілюстративний матеріал	102

					ДБМ.150.00.00.000 ПЗ			
Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата				
Розробив	Куріпка							
Перевірів	Суранов							
Т. контр.								
Н. контр.	Козар							
Затвер.	Воронін							
					Літера			Листов
					у			4
					УкрДУЗТ			

*Підвищення ресурсу
універсальної будівельної машини
на базі трактора Т-150К*

Висновки

1. Проведений огляд та критичний аналіз конструкцій фронтальних колісних навантажувачів вітчизняного та закордонного виробництва показав, що серед розмаїття конструкцій замало універсальних машин. В основному вони спеціалізовані та орієнтовані на один, два типа вантажно-розвантажувальних робіт. У той час, коли сучасне становище держави потребує використання універсальних машин, обрана тема дипломного проекту по підвищенню ресурсу та створенню універсальної будівельної машини на базі трактора Т-150К – являється актуальною.

2. Для досягнення мети були проведені розрахунки основних параметрів навантажувача, розроблена та розрахована гідравлічна схема, визначена продуктивність навантажувача з ківшевим обладнанням, виконано розрахунки стійкості машини, розроблена нова конструкція механізму газорозподілення двигуна трактора, яка дозволяє економити паливо при роботі машини на номінальному режимі навантаження, запропоновано використання наночастинок вуглецю у якості присадки до мастильних матеріалів, що використовують на даній машині.

3. Проведений розрахунок економічної ефективності показав, що впровадження даної розробки дає економічний ефект.

4. Розроблені заходи щодо безпечної експлуатації навантажувача.

					ДБМ.150.00.00.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

Список використаних джерел

1 Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навч. посіб. для студентів машинобуд. спеціальностей усіх форм навчання. Харків : НТУ «ХПІ», 2020. 275 с. Також доступний у PDF: URL: https://web.kpi.kharkov.ua/dmpm/wp-content/uploads/sites/86/2020/09/Navchalnij_posibnik_DETALI-MASHIN.pdf (дата звернення: 26.11.2025).

2 Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення: метод. посіб. з додержання вимог нормоконтролю у студент. навч. звітності. 3-тє вид., допов. і перероб. / Л. М. Козар та ін. ; за заг. ред. Л. М. Козара. Харків : УкрДАЗТ, 2007. 46 с. Також доступний у PDF: URL: <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/3454> (дата звернення: 26.11.2025).

3 Євтушенко А. В., Стефанов Б. М., Погребняк А. В. Сучасні машини для очищення щебеневої баластної призми: конспект лекцій з дисципліни «Колійні машини». Харків : УкрДАЗТ, 2009. Ч. 1. 30 с.

4 Комплект прикладних програм з основних дисциплін кафедри БКВРМ : метод. вказівки / О. В. Суранов та ін. Харків: УкрДАЗТ, 2001. 36 с.

5 Iijima, S. (1991) Helical Microtubules of Graphitic Carbon. Nature, 354, 56-58. URL: <http://dx.doi.org/10.1038/354056a0> (last access: 15.10.2025).

6 Harris, P.J. (1999) Carbon Nanotubes and Related Structures. Cambridge Univertsity, Cambridge.

7 Dresselhaus, M.S., Dresselhaus, G. and Saito, R. (1992) Carbon Fibers Based on C60 and Their Symmetry. Physical Review B, 45, 6234. URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevB.45.6234> (last access: 11.10.2025).

8 Hamada, N., Sawada, S. and Oshiyama, A. (1992) New One-Dimensional Conductors: Graphitic Microtubules. Physical Review Letters, 68, 1579. URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.68.1579> (last access: 11.10.2025).

					ДБМ.150.00.00.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

9 Iijima, S. and Ichihashi, T. (1993) Single-Shell Carbon Nanotubes of 1-nm Diameter. Nature, 363, 603-605. URL: <http://dx.doi.org/10.1038/363603a0> (last access: 17.10.2025).

10 Ebbesen, T.W. and Ajayan, P.M. (1992) Large-Scale Synthesis of Carbon Nanotubes. Nature, 358, 220-222. URL: <http://dx.doi.org/10.1038/358220a0> (last access: 04.12.2025).

11 Charlier, J.-C. and Iijima, S. (2001) Growth Mechanisms of Carbon Nanotubes. Topics in Applied Physics, 80, 55-81. URL: http://dx.doi.org/10.1007/3-540-39947-X_4 (last access: 27.11.2025).

12 Krause, B., Ritschel, M., Taschner, Ch., Oswald, S., Gruner, W., Leonhardt, A. and Petschke, P. (2010) Comparison of Nanotubes Produced by Fixed Bed and Aerosol-CVD Methods and Their Electrical Percolation Behaviour in Melt Mixed Polyamide 6.6 Composites. Composites Science and Technology, 70, 151-160. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compscitech.2009.09.018> (last access: 12.10.2025).

13 Mayne, M., Grobert, N., Terrones, M., Kamalakaran, R., Ruhle, M., Kroto, H.W. and Walton, D.R.M. (2001) Pyrolytic Production of Aligned Carbon Nanotubes from Homogeneously Dispersed Benzene-Based Aerosols. Chemical Physics Letters, 338, 101-107.

14 Суранов О. О. Підвищення мастильної здатності індустриальних олив шляхом додавання в них продуктів електродугового випаровування графіту / О.О. Суранов // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів 2018. № 13. С. 158 -164. URL: [Suranov.pdf](#) (дата звернення: 16.12.2025).

15 Аналіз досліджень з отримання наночастинок вуглецю та їхнього застосування в трибологічних системах / С. В. Воронін та ін. // Зб. наук. пр. Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп. Харків 2023. Вип. 206. С. 7-24. Також доступний у PDF: URL: <http://csw.kart.edu.ua/article/view/296617> (дата звернення: 16.12.2025).

16 Суранов О. О. Покращення мастильної здатності індустриальних олив шляхом використання продуктів випаровування графіту : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.02.04. Харків : 2018. 20 с. Також доступний у PDF: URL:

					ДБМ.150.00.00.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/28296/1/aref_Suranov.pdf (дата звернення: 16.12.2025).

17 Суранов О. О. Покращення мастильної здатності індустриальних олив шляхом використання продуктів випаровування графіту : дис. ... канд. техн. наук : 05.02.04. Харків : 2018. С. 6-7, 148-165, 166-202.

18 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: 26.11.2025).

19 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: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=61781 (дата звернення: 26.11.2025).

20 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: 26.11.2025).

21 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: 26.11.2025).

22 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: 26.11.2025).

23 Порядок проведення медичних оглядів працівників певних категорій: затв. МОЗ України 21.05.2007 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада

					ДБМ.150.00.00.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0846-07#Text> (дата звернення: 22.11.2025).

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: 26.11.2025).

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 29.11.2018, Наказ № 1804 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1494-18> (дата звернення: 26.11.2025).

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 (дата звернення: 26.11.2025).

27 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: 26.11.2025).

28 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: 26.11.2025).

29 ДСТУ ГОСТ 12.4.041:2006.Засоби індивідуального захисту органів дихання фільтрувальні. Загальні технічні вимоги. Чинний від 2007-01-01. URL: https://dnaop.com/html/1728/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_12.4.041_2006 (дата звернення: 17.12.2025).

					ДБМ.150.00.00.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

30 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: 26.11.2025).

31 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: 26.11.2025).

32 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: 26.11.2025).

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: <https://dbn.com.ua/ru/base/dbn> (дата звернення: 17.12.2025).

34 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення : ДБН В.1.1-25-2009: затв. Мінрегіонбудом України 02.12.2009: чинний від 2011-10-01. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25686 (дата звернення: 17.12.2025).

35 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 (дата звернення: 26.11.2025).

36 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: 26.11.2025).

37 Норми оснащення об'єктів і рухомого складу залізничного транспорту пожежною технікою та інвентарем : ЦУО-0023 НАПБ 03.004-2002 : затв. Мінтрансом України 09.07.2002. URL: http://wmzdoroga.at.ua/_ld/1/122_O-0023.pdf (дата звернення: 26.11.2025).

					ДБМ.150.00.00.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		