

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»

РЕКОНСТРУКЦІЯ РЕМОНТНОГО ПІДПРИЄМСТВА З
ОБСЛУГОВУВАННЯ БУДІВЕЛЬНО-ДОРОЖНІХ МАШИН

Пояснювальна записка та розрахунки
до дипломної роботи магістра

РРП 140.000.000 ПЗ

Розробив студент групи 211-БКМ-Д24
спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування»
(роботу виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)

Руслан ШКАРУПА

Керівник: канд. техн. наук, доцент

Андрій БАБЕНКО

Рецензент: доктор техн. наук, професор

Дмитро ПЛУГІН

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

«___» _____ 2025р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ Шкарупі Руслану Олександровичу

1 Тема «Реконструкція ремонтного підприємства з обслуговування
будівельно-дорожніх машин»

керівник роботи Бабенко Андрій Олександрович, канд. техн. наук, доцент
затверджена розпорядженням по будівельному факультету
від « 27 » жовтня 2025 року № 15

2 Строк подання студентом закінченої роботи « 30 » грудня 2025 року

3 Вихідні дані: Ремонтне підприємство з технічного обслуговування та
поточного ремонту дорожніх машин передбачає проєктування ключових
відділень і виробничих ділянок з урахуванням оптимальної організації
переміщення машин у цілому, а також їхніх вузлів і агрегатів. Крім того,
пропонується здійснити перепланування відділення технічного
обслуговування та поточного ремонту машин і модернізувати діагностичне
відділення, в якому, поряд із виконанням регламентних робіт, планується
визначення електропровідності мастила.

Будівельно-дорожні машини, які підлягають обслуговуванню:

Автогрейдер ДЗ-122 – 10 од, Бульдозер ДЗ-54С – 20 од;

Екскатор ЕО-4321 – 60 од, Екскатор ЕО-4124 – 50 од,

Досліджувальне мастило І-Г-А-32;

Прилад для визначення електропровідності тераомметр МОМ-4.

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

1 Аналіз конструкції будувельно-дорожніх машин підприємства
2 Розрахунок підприємства з ремонту дорожніх машин
3 Використання електропровідності мастила, як діагностичного параметру
4 Техніко-економічний розрахунок
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5 Перелік графічного матеріалу

1 Генеральний план ремонтного підприємства – 1 аркуш;
2 Виробничий корпус – 1 аркуш;
3 Діагностичне відділення – 1 аркуш;
4 План розташування технологічного обладнання – 2 аркуша;
5 Пристрій для монтажу коліс – 1 аркуш;
6 Результати досліджень – 1 аркуш;
7 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 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1 Аналіз конструкції машин підприємства	01.11.2025	
2 Проєктування ремонтного підприємства	25.11.2025	
3 Методика та результати експлуатаційних досліджень	01.12.2025	
4 Розрахунок економічного ефекту	22.12.2025	
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	25.12.2025	
Графічна частина	28.12.2025	

Студент




Руслан ШКАРУПА

Керівник

Андрій БАБЕНКО

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 8 слайдів презентації, 114 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 13 рисунків, 24 таблиці, 34 літературних джерел.

Ключові слова: ПІДПРИЄМСТВО З РЕМОНТУ МАШИН, ДІАГНОСТИЧНЕ ВІДДІЛЕННЯ, ТЕРАОММЕТР, ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ, ЗМАЩУВАЛЬНЕ МАСТИЛО.

Об'єктом дослідження є діагностичне відділення ремонтного підприємства. Метою дослідження є перехід від системи планово-попереджувальних ремонтів, що переважно ґрунтується на фіксованих часових інтервалах, до системи технічного обслуговування за технічним станом, яка базується на фактичному стані обладнання.

У межах роботи проведено експериментальні дослідження з оцінювання електропровідності мастильних матеріалів. У процесі експлуатації в мастилі накопичуються частинки зносу, які негативно впливають на довговічність деталей машин та зумовлюють зміну електропровідності мастила. Це дає змогу використовувати електропровідність як діагностичний критерій для моніторингу процесів зношування.

Запропонований підхід дозволяє встановити кореляційний зв'язок між електропровідністю мастильних матеріалів і ступенем зносу деталей машин. Використання цього взаємозв'язку дає можливість розробити практичні рекомендації щодо підвищення ефективності діагностування, оцінювання довговічності деталей та оптимізації простоїв машин.

ABSTRACT

This qualification work includes 8 presentation slides, 114 pages of A4 explanatory note, including 13 figures, 24 tables, 34 references.

Keywords: MACHINE REPAIR COMPANY, DIAGNOSTIC DEPARTMENT, TERAOHMMETER, ELECTRICAL CONDUCTIVITY, LUBRICATING OIL.

The object of the study is the diagnostic department of a repair enterprise.

The aim of the study is to transition from a system of scheduled preventive repairs, which is mainly based on fixed time intervals, to a system of maintenance based on technical condition, which is based on the actual condition of the equipment.

Within the scope of the work, experimental studies were conducted to evaluate the electrical conductivity of lubricants. During operation, wear particles accumulate in the lubricant, which negatively affect the durability of machine parts and cause a change in the electrical conductivity of the lubricant. This makes it possible to use electrical conductivity as a diagnostic criterion for monitoring wear processes.

The proposed approach allows establishing a correlation between the electrical conductivity of lubricants and the degree of wear of machine parts. Using this correlation makes it possible to develop practical recommendations for improving the effectiveness of diagnostics, assessing the durability of parts, and optimising machine downtime.

Зміст

Вступ	7
1 Аналіз конструкції будівельно-дорожніх машин підприємства	11
2 Розрахунок підприємства з ремонту дорожніх машин	21
2.1 Вибір типу підприємства, методу та форми організації ремонту	21
2.2 Розрахунок річної виробничої програми підприємства	25
2.3 Схема технологічного процесу	35
2.4 Структура ремонтного підприємства	38
2.5 Розподілення річних об'ємів робіт по відділеннях і ділянках	39
2.6 Режим роботи підприємства	42
2.7 Розрахунок кількості устаткування і робочих місць	44
2.8 Розрахунок чисельності робітників	45
2.9 Розрахунок площ	48
2.10 Генеральний план і планування проектного підприємства	53
2.11 Реконструкція відділення технічного обслуговування і поточного ремонту	55
3 Використання електропровідності мастила, як діагностичного параметру	60
3.1 Визначення електропровідності мастила	60
3.2 Залежність зносу від електропровідності мастила	67
3.3 Встановлення електропровідності мастила як діагностичного параметру	70
4 Техніко-економічний розрахунок	74
4.1 Мета і зміст дипломної роботи	74
4.2 Визначення кошторису витрат	75
4.3 Розрахунок собівартості робіт	77

					РРП 140.000.000 ПЗ				
Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата					
Розроб.		Шкарупа			Реконструкція ремонтного підприємства з обслуговування будівельно-дорожніх машин		Літ.	Арк.	Аркушів
Перев.		Бабенко						5	123
Н. Контр.		Козар			УкрДУЗТ				
Затв.		Воронін							

4.4 Розрахунок економічного ефекту	82
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	91
5.1 Коротка характеристика об'єкта дослідження	91
5.2 Аналіз умов праці	92
5.3 Заходи з охорони праці	95
5.4 Надзвичайні ситуації та подолання їх наслідків	98
5.5 Розрахунок природного освітлення цеху	103
Висновки	107
Список використаних джерел	110
Додаток А Ілюстративний матеріал	115

					РРП 140.000.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		5

Висновки

Стала тенденція до зростання чисельності парку будівельно-дорожніх машин зумовлює необхідність розвитку та розширення мережі ремонтних підприємств. За таких умов пріоритетного значення набуває підвищення якості ремонтних робіт і покращення техніко-економічних показників діяльності підприємств, що потребує систематичного вдосконалення технологічних процесів технічного обслуговування та ремонту машин.

Зі збільшенням обсягів робіт з технічного обслуговування і ремонту дорожніх та будівельних машин актуалізується потреба в реконструкції окремих виробничих дільниць і структурних підрозділів ремонтних підприємств. Основним завданням такої реконструкції є раціоналізація використання виробничих площ і технологічного обладнання, що сприяє скороченню тривалості виробничого циклу та мінімізації простоїв техніки під час виконання ремонтно-обслуговувальних операцій.

Метою даної дипломної роботи є реконструкція ремонтного підприємства за рахунок впровадження знеособленого агрегатно-вузлового методу ремонту. Застосування зазначеного методу як елемента удосконалення організаційно-технологічної структури ремонтного процесу створює передумови для істотного скорочення часу простою машин — до 80 %, що позитивно впливає на загальну ефективність функціонування підприємства.

Запропоноване техніко-організаційне рішення передбачає перехід від традиційної системи планово-попереджувального технічного обслуговування, що ґрунтується на нормативних значеннях напрацювання в годинах, до системи обслуговування за фактичним технічним станом машин. Реалізація такого підходу спрямована на підвищення ефективності процесів технічного обслуговування шляхом використання об'єктивних діагностичних даних, що відповідає умовам інтенсивного зростання парку техніки та водночас забезпечує оптимізацію загального ремонтного процесу.

Водночас обґрунтовується доцільність удосконалення функціонування діагностичного відділу підприємства, оскільки сучасні методи технічної діагностики, зокрема безрозбірні, дають змогу суттєво скоротити тривалість простоїв машин у ремонті. Одним із перспективних напрямів є впровадження експрес-методів діагностування, зокрема швидкого тестування технічного стану мастила.

Запропонований експрес-тест базується на визначенні електропровідності мастила та дозволяє протягом незначного часу оцінити доцільність його подальшої експлуатації. Тобто значення електропровідності може розглядатися як діагностичний критерій для комплексної оцінки як стану самого мастила, так і інтенсивності зносу деталей машини. У процесі експлуатації в мастилі накопичуються металеві частинки зносу, концентрація та розмір яких зумовлюють зростання електропровідності мастильної плівки.

Існує пряма залежності між температурою мастила та його електропровідністю [11]. Водночас установлено, що в'язкісні характеристики мастила не чинять істотного впливу на значення електропровідності, що підкреслює доцільність використання цього показника як незалежного та інформативного діагностичного параметра. Електропровідність мастила забезпечує отримання об'єктивної інформації як щодо технічного стану самого мастила, так і щодо рівня зносу вузлів і агрегатів машини, у якій воно застосовується. Впровадження такого підходу в роботу діагностичного відділу створює передумови для прийняття обґрунтованих рішень у процесі технічного обслуговування та ремонту машин.

У процесі експлуатації машин спостерігається поступове зростання електропровідності мастила, завдяки накопиченням у ньому металевих частинок зносу [11]. Зазначене зростання електропровідності корелює з інтенсифікацією зносу деталей і вузлів машин. При досягненні граничного (критичного) рівня електропровідності відбувається суттєве погіршення експлуатаційних властивостей мастильного матеріалу, що негативно впливає на надійність, міцність і довговічність дорожніх і будівельних машин.

Тобто, електропровідність мастила може розглядатися як інформативний діагностичний показник, що характеризує процес його старіння. Досягнення критичного значення цього параметра є обґрунтованою підставою для своєчасної заміни мастильного матеріалу. Реалізація такого підходу в системі технічного обслуговування дозволяє підвищити експлуатаційну ефективність і продуктивність машин, подовжити термін їх служби та мінімізувати ризики простоїв, спричинених порушенням умов змащення.

Список використаних джерел

- 1 Сукач М. К. Будівельні машини і обладнання: підруч. Київ : Ліра-К, 2020. 386 с.
- 2 Сукач М. К., Горбатюк Є. В., Марченко О. А. Синтез землерийної і дорожньої техніки : підруч. / за ред. М. К. Сукача. Київ : Ліра-К, 2017. 376 с.
- 3 Качура А. О., Атинян А.О. Будівельна техніка: конспект лекцій. Харків: Харк. нац. акад. міськ. госп-ва, 2012. 108 с.
- 4 Клімов С.В. Експлуатація і обслуговування машин: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2010. 218 с.
- 5 Пимонов Г. Г., Романенко Л. Г. Повышение эффективности строительных машин диагностированием их гидроагрегатов при техническом обслуживании и ремонте // Строительство. Материаловедение. Машиностроение : сб. науч. тр. № 33 «Интенсификация рабочих процессов строительных и дорожных машин. Серия: Подъёмно – транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование. Днепропетровск : ПГАСА, 2005. С. 208-212.
- 6 Холодов А. М., Ничке В. В., Назаров Л. В. Землеройно-транспортные машины : справ. Харьков : Вища шк. : Изд-во при Харьк. ун-те, 1982. 191 с.
- 7 Севостьянов І. В. Експлуатація та обслуговування машин: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2006. 127 с.
- 8 Коновалов Є. В., Бабенко А. О. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Експлуатація та ремонт будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин». Харків: УкрДАЗТ, 2006. 58 с.
- 9 Джур Є.О. Проектування машинобудівних заводів та цехів. Загальна частина: навч. посіб. /Є.О. Джур, О.В. Бондаренко. Д.: “Інновація”, 2011. 109 с.
- 10 Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Электротехнические материалы». Харьков, 1983.

11 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 (дата звернення: 07.11.2025).

12 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.

13 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.

14 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: 10.11.2025).

15 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: 01.11.2025).

16 Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 01.11.2025).

17 ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. Чинний від 2015-05-01. URL: <http://surl.li/dvuvy> (дата звернення: 12.11.2025).

18 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 (дата звернення: 12.11.2025).

19 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: 20.11.2025).

20 ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. Чинний від 2017–04–01. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ettp/wp-content/uploads/sites/25/dstu-b-v.2.5-82-2016-elektrobezpeka-v-budivljah-i-sporudah.pdf> (дата звернення: 20.11.2025).

21 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: 20.11.2025).

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: 21.11.2025).

23 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних 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: 20.11.2025).

24 Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями : НПАОП 0.00-1.71-13 : затв. Міненерговугілля України 19.12.2013. // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0327-14#Text> (дата звернення: 22.11.2025).

25 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: 24.11.2025).

26 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: 24.11.2025).

27 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: 25.11.2025).

28 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: 26.11.2025).

29 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).

30 Правила улаштування електроустановок : затв. Міненерговугілля України 21.07.2017. URL: <http://surl.li/dvjek> (дата звернення: 26.11.2025).

31 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 (дата звернення: 26.11.2025).

32 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 (дата звернення: 28.11.2025).

33 ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. На заміну НАПБ Б.03.002-2007 : чинний від 2017.01.01. URL:

https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759 (дата звернення: 28.11.2025).

34 Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників : НАПБ Б.03.001-2018 : на заміну НАПБ Б.03.001-2004 : затв. МВС України 05.01.2018. // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text> (дата звернення: 29.11.2025).