

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОПОЗИЦІЙ З УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ
ДОПОМІЖНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ЕЛЕКТРОВОЗІВ

Пояснювальна записка і розрахунки
до кваліфікаційної роботи магістра

МКРМЕ 410.14.01 ПЗ

Розробив студент групи 211-ЛЛГ-324
спеціальності 273. Залізничний транспорт
Освітня програма: «Локомотиви та
локомотивне господарство»
(роботу виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)

_____ Артем ШЕІН

Керівник: старший викладач

_____ Олександр АНАЦЬКИЙ

Рецензент: д.т.н., доцент каф. ЕТЕМ

_____ Владислав ПАНЧЕНКО

Харків 2026

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет механіко-енергетичний

Кафедра «Експлуатація та ремонт рухомого складу»

Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр

Спеціальність: 273 «Залізничний транспорт»

Освітня програма: «Локомотиви та локомотивне господарство»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,

професор, д-р техн. наук

_____ В.Г. Пузир

(підпис)

«_____» _____ 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

Шеїну Артему Ігоровичу

1. Тема «Розроблення пропозицій з удосконалення технології ремонту допоміжних електричних машин електровозів»

керівник Анацький Олександр Олександрович, старший викладач

затверджені розпорядженням по механіко-енергетичному факультету

від «24» лютого 2025 року № 16/25

2. Строк подання студентом проекту «06» січня 2026 року.

3. Вихідні дані до проекту: Статистична звітність по роботі електровозів.

Характеристики електровоза ВЛ8, правила ремонту, інструкція з експлуатації. Показники надійності роботи електричних машин.

Характеристики ділянки для ремонту електричних машин та обладнання для ремонту. Результати діагностичних випробувань.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Вступ; 1. Аналіз конструкції та надійності електровозів. 2. Аналіз методів та засобів технічної діагностики електричних машин електровозів. 3. Вдосконалення технології технічного

обслуговування електричних машин в умовах депо. 4. Визначення економічного ефекту від використання комплексу для діагностики електричних машин

Висновки

5. Перелік графічного матеріалу 1. Загальна характеристика роботи. 2. Електровоз ВЛ8. 3. Допоміжні електричні машини. 4. Аналіз надійності електричних машин електровозів ВЛ8. 5. Класифікація відмов електричних машин. 6. Методи неруйнівних випробувань для виявлення дефектів ізоляції. 7. Обладнання для контролю стану ізоляції. 8. Загальний вигляд та основні параметри індикатора ИДП-06. 9. Зони оцінки вібрації індикатором ИДП-06. 10. Технологічна позиція з розбирання- збирання електричних машин. 11. Структурно технологічна схема електромашинної дільниці . Висновки

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічне обґрунтування пропозицій	Калабухін Ю.Є. професор, д.е.н		

7. Дата видачі завдання «2» жовтня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1. Збирання та обробка статистичної інформації	02.10- 09.10.2025	Виконано
2. Розробка основних розділів пояснювальної записки	10.10- 19.10.2025	Виконано
3. Розробка та написання проектної частини роботи	20.10- 30.10.2025	Виконано
4. Розробка графічного матеріалу роботи	01.11- 11.11.2025	Виконано
5. Розробка дослідного розділу	12.11- 30.11.2025	Виконано
6. Розробка економічної частини роботи. Підпис економічного розділу у консультанта	01.12- 15.12.2025	Виконано
7. Комплектування пояснювальної записки	16.12- 31.12.2025	Виконано
8. Нормоконтроль	01.01- 06.01.2026	Виконано

Студент _____ А.І. Шеїн
(підпис)

Керівник _____ О.О. Анацький
(підпис)

Зміст

Вступ		6
1	Аналіз конструкції та надійності електровозів	8
1.1	Загальні відомості про електровоз ВЛ8 та його електричні машини	8
1.2	Технічне обслуговування тягових двигунів і допоміжних машин в експлуатації	46
1.3	Аналіз надійності електричних машин електровозів ВЛ8 в локомотивному депо	49
2	Аналіз методів та засобів технічної діагностики електричних машин електровозів	59
2.1	Класифікація відмов	59
2.2	Аналіз методів визначення технічного стану ізоляції	62
2.3	Аналіз засобів для визначення технічного стану ізоляції	69
3	Вдосконалення технології технічного обслуговування електричних машин в умовах депо	75
3.1	Загальна характеристика індикатора ИДП-06	75
3.2	Принцип роботи індикатора. ИДП-06	79
3.3	Вдосконалення технологічного процесу ремонту тягових електродвигунів	85
4	Визначення економічного ефекту від використання комплексу для діагностики електричних машин	92

					МКРМЕ.400.12.04.ПЗ							
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Листів</i>		
<i>Розроб.</i>		Шейн А.І.			Розроблення пропозицій з удосконалення технології ремонту допоміжних електричних машин електровозів				4	102		
<i>Перевір.</i>		Анацький О.О.										
<i>Реценз.</i>		Панченко В.В.						УкрДУЗТ, 211-ЛЛГ-324				
<i>Н. Контр.</i>		Анацький О.О.										
<i>Затверд.</i>		Пузир В.Г.										

4.1	Коротка технічна характеристика діагностичного комплексу	92
4.2	Розрахунок економічної ефективності від впровадження діагностичного комплексу електричних машин	93
	Висновки	100
	Перелік використаних джерел	101

Вступ

Локомотивне господарство відіграє основну роль в забезпеченні перевізного процесу на залізницях. Від стану рухомого складу та ефективності його використання першу чергу залежить підвищення конкурентоздатності галузі у порівнянні з іншими видами транспорту, особливо з автомобільним. Комплексною програмою розвитку та оновлення рухомого складу передбачається поступово оновлення електровозного парку шляхом закупівлі нових серій та продовження строку служби деяких наявних. Серію ВЛ8 планувалося поступово списати через високий ступінь морального та фізичного зносу. Однак через кризові явища в економіці України темпи закупівлі нових електровозів значно впали. Тому для забезпечення достатнього рівня перевезень постала нагальна потреба в покращенні експлуатаційної надійності наявних електровозів, особливо серії ВЛ8 [2, 3].

Мета і задачі дослідження. Мета роботи полягає в розробці пропозицій з удосконалення технології ремонту допоміжних електричних машин електровозів.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

- проаналізувати конструкції електричних машин електровозу постійного струму;
- проаналізувати методи та засоби технічної діагностики електричних машин;
- вибір обладнання для діагностики вузлів електричних машин;
- вдосконалити технологічний процесу проведення технічного обслуговування електричних машин електровозів;
- розрахунок економічного обґрунтування.

Об'єкт дослідження – електровози постійного струму.

Предмет дослідження – допоміжні електричні машини електровозів

постійного струму.

Інформація про використання інформаційних технологій. При виконання магістерської роботи застосовувалися програмні комплекси: MS Word, MS Excel та MS PowerPoint.

Розроблення пропозицій з удосконалення технології ремонту допоміжних електричних машин електровозів передбачає удосконалення процесів діагностики, дефектації та відновлення обмоток і механічних вузлів, впровадження сучасних методів ізоляційного контролю, автоматизованих технологій балансування та випробування, а також оптимізацію використання матеріалів і оснащення. Це спрямовано на підвищення надійності, довговічності та енергоефективності допоміжних машин, зниження трудомісткості ремонту та покращення експлуатаційної готовності електровозів.

Теоретична та практична значущість роботи полягає в систематизації знань про проблематику ремонту ДЕМ та розробці науково обґрунтованих, практично реалізованих рекомендацій, які можуть бути впроваджені в умовах локомотивних депо та ремонтних заводів для підвищення ефективності їхньої виробничої діяльності.

АНОТАЦІЯ

Дана магістерська кваліфікаційна робота включає в себе 13 слайдів презентації, 102 аркуша пояснювальної записки формату А4, що включає 40 рисунки, 16 таблиць, 15 літературних джерел.

Ключові слова: ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ, РЕМОНТ, ЕЛЕКТРОВОЗ ВЛ8.

Мета і задачі дослідження. Мета роботи полягає в розробці пропозицій з удосконалення технології ремонту допоміжних електричних машин електровозів.

Об'єкт дослідження – електровози постійного струму.

Предмет дослідження – допоміжні електричні машини електровозів постійного струму.

Розроблення пропозицій з удосконалення технології ремонту допоміжних електричних машин електровозів передбачає удосконалення процесів діагностики, дефектації та відновлення обмоток і механічних вузлів, впровадження сучасних методів ізоляційного контролю, автоматизованих технологій балансування та випробування, а також оптимізацію використання матеріалів і оснащення. Це спрямовано на підвищення надійності, довговічності та енергоефективності допоміжних машин, зниження трудомісткості ремонту та покращення експлуатаційної готовності електровозів.

ABSTRACT

This master's qualification work includes 13 presentation slides, 102 sheets of explanatory notes in A4 format, including 40 figures, 16 tables, 15 literary sources. Keywords: ELECTRIC MACHINES, REPAIR, ELECTRIC LOCOMOTIVE VL8. Purpose and objectives of the study. The purpose of the work is to develop proposals for improving the technology of repairing auxiliary electric machines of electric locomotives.

The object of research is direct current electric locomotives. The subject of research is auxiliary electric machines of direct current electric locomotives. The development of proposals for improving the technology for repairing auxiliary electric machines of electric locomotives involves improving the processes of

diagnostics, troubleshooting and restoration of windings and mechanical components, the introduction of modern methods of insulation control, automated balancing and testing technologies, as well as optimizing the use of materials and equipment. This is aimed at increasing the reliability, durability and energy efficiency of auxiliary machines, reducing the labor intensity of repairs and improving the operational readiness of electric locomotives.

Перелік використаних джерел

1. Комплексна програма оновлення рухомого складу України на 2008 – 2020 роки. К.:Укрзалізниця, 2009. 300 с.
2. Правила технічного обслуговування та поточних ремонтів електровозів постійного струму ВЛ8, ВЛ10, ВЛ11. К.: Укрзалізниця, 2013. 334 с.
3. B.Yazici On-line statistical conditional monitoring and fault diagnosis for motors with applications to rotor bars and bearings / B.Yazici, G.B.Kliman, W.J.Premarlani, R.A.Koegl, A.Abdel-Malek, G.B.Robinson - GE Research & Development center, September 1997.
4. Ahmed Y Detection of induction motor rotor bar faults using instantaneous angular speed / Ahmed Y Ben Sasi, Devon C Parchment, Andrew D – Ball MARCON 2002, Gatlinburg, Tennessee, USA.
5. Aditya Korde B.E. On-line condition monitoring of motors using electrical signature analysis // presented at ‘Recent advances in condition-based plant maintenance’ seminar 17-18 May 2002.
6. Jero Ahola Applicability of power-line communications to data transfer of on-line condition monitoring of electrical drives // thesis for the degree of Doctor of Science (Technology), 29th August, 2003.
7. Michelle Vieira, Celine Theys Bayesian analysis for the fault detection of three-phase induction machine // ICASSP, 1998.
8. Электровоз ВЛ8. Руководство по эксплуатации. М.: Транспорт, 1982. 320 с.
9. Чумак В.В. Распределение перенапряжений в обмотках электрических машин при импульсных испытаниях изоляции в режиме короткого замыкания и холостого хода // Чумак В.В., Дао Фи Шанг. - Вісник

Кременчуцького державного політехнічного університету. – Кременчук: КДПУ, 2005. – Вип. 4/2005(33). – С. 93-95.

10. Мокін Б. І. Математичні моделі та системи технічної діагностики основних електротехнічних систем міських трамваїв: монографія / Мокін Б. І., Розводюк М. П. – Вінниця: УНІВЕРСУМ - Вінниця, 2005. - 126 с.

11. Розводюк М. П. Математичні моделі для вдосконалення методів оцінки стану та відновлення основних електротехнічних систем міських трамваїв: монографія / М.П. Розводюк. – Вінниця: УНІВЕРСУМ - Вінниця, 2004. - 115 с.

12. Индикатор дефектов подшипников электрических машин ИДП-06. Руководство по эксплуатации. ИДП-06.00.000.РЭ. Х.: Тэтра, 2012 18 с.

13. До питання технічної діагностики тягового електродвигуна. Матеріали II міжнародної науково-технічної конференції «Оптимальне керування електроустановками». Режим доступу: <http://conf.vntu.edu.ua/energoefekt/2015/>

14. Панченко В.В. Вибір раціональної стратегії обслуговування електрообладнання / О.І. Акімов, Д.Л. Сушко, В. В. Панченко, Д.А. Стояновський // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. Вип.153, 2015.

15. Панченко В.В. Планування профілактичних заходів з обслуговування електрообладнання / О.І. Акімов, Д.Л. Сушко, В. В. Панченко // Тези доповідей 77-ї міжнародної науково-технічної конференції державної академії залізничного транспорту. Вип.151 – Х.:2015..іі «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті». Збірник наукових праць Українськ