Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОПОЗИЦІЙ З УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ШАТУННО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ТЕПЛОВОЗУ ЧМЕ3

Пояснювальна записка і розрахунки
до кваліфікаційної роботи магістра

МКРМЕ 540.10.01 ПЗ

Розробив студент групи 211-ЛЛГ-З24
спеціальності 273. Залізничний транспорт
Освітня програма: «Локомотиви та локомотивне господарство»
(роботу виконано самостійно, відповідно до принципів академічної доброчесності)
_____Валентин КОСОВСЬКИЙ

Керівник: старший викладач
_____Олександр АНАЦЬКИЙ

Рецензент: д.т.н., професор каф. ЕРРС
_____Олександр КРАШЕНІНІН

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
Косовському Валентину Олексійовичу

1. Тема «Розроблення пропозицій з удосконалення технології ремонту шатунно-поршневої групи тепловозу ЧМЕ3»
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 тепловозів. Характеристики тепловоза ЧМЕ3, правила ремонту, інструкція з експлуатації. Показники надійності роботи поршнів, шатунів. Характеристики поршнів та шатунів дизелів. Характеристики ділянки для ремонту поршнів та шатунів та обладнання для ремонту. Результати діагностичних випробувань.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Вступ; 1. Аналіз умов роботи шатунно-поршневої групи (ШПГ) дизеля. 2. Конструкція та основні несправності

ШПГ дизеля K6S310DR. 3. Розробка технології очищення та ремонту ШПГ. 4. Організація ремонту ШПГ. 5. Економічне обґрунтування Висновки

5. Перелік графічного матеріалу 1. Аналіз надійності роботи ШПГ. 2-4. Поршень шатун та гільза циліндра, їх основні несправності. 5. Машина мийна для ШПГ.6. Стенд для розбирання та збирання ШПГ. 7. Стенд для перевірки ШПГ. 8. Організація процесів ремонту ШПГ. 9. Стенд місцевого хромування з наступним хонінгуванням. 10. Розміщення обладнання на дільниці ремонту ШПГ. 11. Контроль стану ШПГ за допомогою АГЦ 2. 12. 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 _____ В.О. Косовський
(підпис)

Керівник _____ О.О. Анацький
(підпис)

Зміст

Вступ	6
1 Конструкція шатунно–поршневої групи дизеля K6S310DR та характерні несправності	8
1.1 Конструкція поршня	8
1.2 Шатун і шатунні підшипники	14
1.3 Будова кришки циліндрів і привода клапанів дизеля	17
1.4 Конструкція гільзи циліндра	23
1.5 Основні несправності шатунно–поршневої групи та кришки циліндра	27
1.6 Розрахунок надійності роботи шатунно–поршневої групи	29
2 Ремонт шатунно–поршневої групи дизеля K6S310DR	34
2.1 Ремонт шатуна та поршня	34
2.2 Ремонт гільзи ціліндра	46
2.3 Ремонт кришки циліндра	48
3 Організація ремонту шатунно-поршневої групи	50
3.1 Розрахунок програми ремонту тепловозів	50
3.2 Визначення інвентарного парку та розрахунок відсотка несправних тепловозів	53
3.3 Розрахунок кількості технологічного обладнання для ремонту	55
3.4 Організація роботи ділянки ремонту шатунно-поршневої групи	62

4. Обладнання для ремонту та відновлення шатунно-поршневої групи 65
4.1 Обладнання для ремонту 65
4.2 Удосконалення контролю стана шатунно-поршневої групи за допомогою аналізатора герметичності циліндрів АГЦ-2 81
5 Економічне обґрунтування застосування пристрою для ультразвукового очищення поршнів 89
5.1 Характеристика впроваджуємого інноваційного заходу 89
5.2 Методика розрахунку економічного ефекту 90
5.3 Визначення капітальних витрат 92
5.4 Розрахунок експлуатаційних витрат при використанні обладнання 94
5.5 Економічний ефект від впровадження ультразвукового очищення 100
Список використаних джерел 101
Додатки 103
Додаток А - Публікації за темою роботи 104

Вступ

Ремонтне виробництво постійно розвивається й удосконалюється за рахунок удосконалення організації ремонту й впровадження прогресивних технологій.

При ремонті тепловозів велику увагу приділяють ремонту шатунно–поршневих груп. Це один з найбільш уразливих вузлів на рухомому складі. Підтримка шатунно–поршневих груп у справному стані – одна з обов'язкових умов для забезпечення працездатності тепловоза.

Метою роботи є розробка та обґрунтування комплексу заходів, спрямованих на підвищення ефективності, надійності та економічності процесу відновлення працездатності шатунно-поршневої групи (ШПГ) тепловоза ЧМЕ3.

Для досягнення даної мети були поставлені наступні завдання:

- проведення аналізу сучасних методів діагностування ШПГ дизелів;
- проведення аналізу сучасних методів дефектоскопії ШПГ дизелів;
- аналіз методів прийняття рішення про технічний стан ШПГ;
- розробки технології ремонту ШПГ дизелів з застосуванням засобів автоматизації процесів ремонту та ультразвукової дефектоскопії вузлів;

Об'єкт дослідження - підвищенні надійності роботи тепловозних дизелів K6S310DR

Предмет дослідження – технологія ремонту шатунно-поршневої групи

Розроблення пропозицій щодо удосконалення технології ремонту шатунно-поршневої групи тепловозу ЧМЕ3 передбачає аналіз наявних дефектів та особливостей зношування деталей, оптимізацію технологічних процесів відновлення геометричних параметрів, застосування сучасних методів діагностики й контролю якості, а також впровадження нових матеріалів та обладнання з метою підвищення ресурсу вузла, зниження трудомісткості ремонту та покращення експлуатаційної надійності тепловоза.

Теоретична та практична значущість роботи полягає в систематизації знань про типові проблеми ремонту ШПГ тепловозів даного типу та розробці науково обґрунтованих, практично реалізованих рекомендацій, які можуть бути впроваджені в умовах локомотивних депо та ремонтних заводів для підвищення ефективності їхньої діяльності.

Наукова новизна полягає в розробці удосконаленого процесу ремонту ШПГ, с використанням автоматизованої ультразвукової дефектоскопії вузлів ШПГ (шатунного пальця, поршневого пальця, шатунного болта), який не залежить від кваліфікації фахівця, та обладнання та стендів механізованого розбирання та складання поршнів.

Апробація результатів: доповідь і тези доповідей на 85-й студентській науково-технічній конференції. УкрДУЗТ, 2025 (Україна, м. Харків).

АНОТАЦІЯ

Дана магістерська кваліфікаційна робота включає в себе 16 слайдів презентації, 104 аркуша пояснювальної записки формату А4, що включає 23 рисунки, 20 таблиць, 11 літературних джерел.

Ключові слова: ДИЗЕЛЬНИЙ ДВИГУН ТЕПЛОВОЗУ, РЕМОНТ, ШПГ.

Метою роботи є розробка та обґрунтування комплексу заходів, спрямованих на підвищення ефективності, надійності та економічності процесу відновлення працездатності шатунно-поршневої групи (ШПГ) тепловоза ЧМЕ3.

Об'єкт дослідження - підвищенні надійності роботи тепловозних дизелів К6S310DR

Предмет дослідження – технологія ремонту шатунно-поршневої групи

В магістерській роботі розглядається дизельний двигун тепловоза ЧМЕ3, який внаслідок тривалого часу експлуатації й нерівномірних навантажень піддається частому виникненню несправностей у вигляді тріщин прогарів робочих поверхонь і зламів деталей. Інтерес представляє пропозиції щодо впровадження провідного діагностувального устаткування, що надасть можливість підвищити якість виконання ремонту та його контроль на завершених етапах та в експлуатації, на потужностях ремонтного депо. Опрацьована можливість удосконалення планування ремонтних дільниць.

ABSTRACT

This master's qualification work includes 16 presentation slides, 104 sheets of explanatory notes in A4 format, including 23 figures, 20 tables, 11 literary sources.

Keywords: DIESEL ENGINE OF A DIESEL LOCOMOTIVE, REPAIR, SHPG.

The purpose of the work is to develop and substantiate a set of measures aimed at increasing the efficiency, reliability and cost-effectiveness of the process

of restoring the working capacity of the connecting rod and piston group (SHPG) of the ChME3 diesel locomotive.

The object of the study is to increase the reliability of the operation of diesel locomotive diesel engines K6S310DR

The subject of the study is the technology of repairing the connecting rod and piston group

The master's thesis considers the diesel engine of the ChME3 locomotive, which, due to a long period of operation and uneven loads, is subject to frequent malfunctions in the form of cracks, burnouts of working surfaces and breakage of parts. Of interest are proposals for the introduction of leading diagnostic equipment, which will make it possible to improve the quality of repair performance and its control at the completed stages and in operation, at the facilities of the repair depot. The possibility of improving the planning of repair areas has been studied.

Список використаних джерел

1. Про вдосконалення системи технічного обслуговування, експлуатації, поточного та капітального ремонтів тягового рухомого складу. [Текст]: Наказ № 429-ЦОД від 15.10.2015 р. - Київ: Укрзалізниця, 2010. –16с.
2. Правила технічного обслуговування та поточних ремонтів тепловозів ЧМЕ3, ЧМЕ3т, ЧМЕ3е. [Текст]: Наказ № 367-Ц. –Київ: Укрзалізниця, 2009. – 205с.
3. Положення про планово-попереджувальну систему ремонту і технічного обслуговування рухомого складу АТ «Укрзалізниця» (локомотиви та моторвагонний рухомий склад) [Текст]: ухвалене на засіданні правління АТ «Укрзалізниця» від 01.05.2023
4. Правила капітальних ремонтів КР-1, КР-2 тепловозів серії ЧМЕ3, ЧМЕ3Т, ЧМЕ3Е (ЦТ-0124), які затверджені наказом Укрзалізниці від 13.12.2005 № 691-ЦЗс.
5. Вплив сезонних факторів на техніко-експлуатаційні показники тепловозних дизелів типу Д-80 [Текст] / Звіт про НДР №ГР 0199U003100, ХарДАЗТ, 2001. – 103 с.
6. Тартаковський Е.Д., Жалкін Д.С. Системний підхід до сезонного регулювання локомотивних енергетичних установок [Текст] // Зб. наук. праць/ ХарДАЗТ, 2000. –Вип.44. - С.48-55.
7. Калабухін Ю.Є., Фалендиш О.П. Визначення економічної ефективності при курсовому та дипломному проектуванні. [Текст]: Методичні вказівки для студентів спеціальності "Локомотиви". –Харків. ХарДАЗТ, 1996. -26 с.
8. Методичні вказівки по збору статистичної інформації в локомотивних депо (№471) [Текст]. – Х.:ХарДАЗТ, 2001. – 14 с.