Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу

Розроблення пропозицій з підвищення надійності роботи паливної апаратури тепловозного дизеля

Пояснювальна записка і розрахунки
до кваліфікаційної роботи магістра

МКРМЕ 410.10.01 ПЗ

Розробив: студент групи 211-ЛЛГ-Д23
Спеціальності 273 Залізничний транспорт
Хохлов Д.В.

Керівник: Проф., д.т.н.
Дацун Ю.М.

Рецензент: к.т.н.
Михалків С.В.

2025

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет механіко-енергетичний
Кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу
Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр
Спеціальність: 273. Залізничний транспорт («Локомотиви та локомотивне господарство»)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук
_____В.Г. Пузир
(підпис)
«___» _____2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Хохлова Дмитра Володимировича

1. Тема «Розроблення пропозицій з підвищення надійності роботи паливної апаратури тепловозного дизеля»
керівник Дацун Юрій Миколайович, проф., д.т.н.
затверджено розпорядженням по механіко-енергетичному факультету
від «30» вересня 2024 року № 38.
2. Строк подання студентом закінченої роботи «11» січня 2025 року.
3. Вихідні дані Методичні вказівки по збору статистичної інформації в локомотивних депо (№471)
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: - Аналіз причин відмов основних вузлів і агрегатів тепловозних дизелів; - Методи підвищення паливної економічності дизелів тепловозів; - Розроблення пропозицій з підвищення надійності роботи паливної апаратури тепловозного дизеля; - Визначення економічного ефекту від регулювання кута впорскування палива.
5. Перелік графічного матеріалу - Аналіз причин відмов основних вузлів і агрегатів тепловозних дизелів; - Спеціалізована програмна для точного розрахунку показників і характеристик двигунів «GT-Power»; - Схема основних елементів дизеля і розташування вимірювальних датчиків; - Оцінка впливу кількості отворів у форсунці розпилювача на техніко-економічні та екологічні показники дизеля; - Оцінка впливу діаметра отворів форсунки розпилювача на техніко-економічні та екологічні показники дизеля; - Оцінка впливу кута випередження впорскування палива на техніко-економічні та екологічні показники двигуна; - Модернізація паливного насоса високого тиску та його приводу; - Кут випередження впорскування палива та поршень насоса.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічне обґрунтування	Яковенко В.Г, доц., к.е.н.		

7 Дата видачі завдання «20» вересня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання завдання на кваліфікаційну роботу. Формування змісту та етапів роботи.	20.09–06.10	Виконано
2	Збирання та обробка статистичної інформації	07.10–31.10	Виконано
3	Виконання роботи по розділам дипломного проекту. Аналіз одержаних даних, їх розрахунок та обробка	1.11–08.11	Виконано
4	Перевірка виконаних завдань у керівника дипломного проекту, виправлення помилок, виконання робіт по розділам консультантів	09.11–20.11	Виконано
5	Робота над оформленням графічної частини, проведення розрахунків та створення на їх підставі графічних матеріалів	21.11–01.12	Виконано
6	Перевірка виконаних робіт у керівника проекту, виправлення помилок, чистове виконання розділів дипломного проекту	02.12–06.12	Виконано
7	Нормоконтроль, виправлення помилок та підготовка до захисту	07.12–15.12	Виконано

Студент _____Хохлов Д.В.

(підпис)

Керівник _____Дацун Ю.М.

(підпис)

Зміст

Вступ	6
1 Аналіз причин відмов основних вузлів і агрегатів тепловозних дизелів	8
1.2 Завдання технічної діагностики й основні терміни	15
1.3 Класифікація діагностичних систем	19
1.4 Режими роботи маневрових тепловозів ЧМЕ3	26
1.5 Методи оцінки паливної економічності дизелів тепловозів	28
2 Методи підвищення паливної економічності дизелів тепловозів	31
2.1 Напрями підвищення енергоефективності на залізничному транспорті, скорочення споживання палива рухомим складом	33
2.2 Оцінювання показників паливної економічності дизелів тепловозів	51
3 Розроблення пропозицій з підвищення надійності роботи паливної апаратури тепловозного дизеля	57
3.1 Об'єкт дослідження та постановка задачі	59
3.2 Результати математичного моделювання	67
3.3 Модернізація паливного насоса високого тиску та його приводу	73
3.4 Кут випередження впорскування палива та поршень насоса	78
4 Визначення економічного ефекту від регулювання кута впорскування палива	84
4.1 Коротка характеристика технічного рішення	84
4.2 Методика розрахунку економічного ефекту	84
4.3 Визначення собівартості системи регулювання	86
4.4 Розрахунок експлуатаційних витрат	87
4.5 Економія при впровадження електронного регулювання	88
4.6 Економічний ефект від впровадження системи сезонного регулювання паливної апаратури	90
Список використаних джерел	91

АНОТАЦІЯ

Хохлова Дмитра Володимировича на тему «Розроблення пропозицій з підвищення надійності роботи паливної апаратури тепловозного дизеля»

Дана магістерська кваліфікаційна робота включає в себе 11 слайдів презентації, 95 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 27 рисунків, 15 таблиць, 20 літературних джерел.

Ключові слова: НАДІЙНІСТЬ, ПАЛИВНА АПАРАТУУРА ТЕПЛОВОЗ, ДИЗЕЛЬ.

Мета роботи полягає є покращення екологічних та економічних показників дизельних двигунів при мінімальних фінансових витратах.

Об'єктом дослідження є системи дизеля K6S310DR та системи тепловоза ЧМЕ3, що впливають на витрати палива.

У магістерській роботі наведено огляд основних досліджень з удосконалення подачі, змішування та спалювання палива. Також коротко описані особливості роботи двигуна. Описано технічні рішення, які дозволили покращити подачу палива. Запропоновано нову конструкцію приводу паливного насоса високого тиску. Визначено оптимальні кути випередження впорскування палива. Розроблено оригінальну конструкцію плунжера насоса. Запропоновані технічні рішення дозволили знизити споживання палива до 3% і викиди NOx в два рази.

ABSTRACT

Dmitry Volodimirovich Khokhlov on the topic “Expansion of propositions by increasing the reliability of the combustion equipment of a locomotive diesel engine”

This master's qualification work includes 11 presentation slides, 95 explanatory notes in A4 format, which includes 27 drawings, 15 tables, 20 literary pieces.

Keywords: RELIABILITY, FILLING EQUIPMENT DIESEL LOCOMOTIVE, DIESEL.

The goal is to improve the environmental and economic performance of diesel engines with minimal financial investment.

The object of investigation is the K6S310DR diesel engine system and the ChME3 diesel locomotive system, which is connected to the heating system.

The master's work carried out a review of the main research on the improvement of feeding, mixing and burning. The characteristics of the engine's operation are also briefly described. The technical solutions that made it possible to paint the fire supply are described. A new design has been introduced for the drive of the high vise firing pump. It was determined that the optimum results were obtained from the burning process. It is broken up by the original design of the pump plunger. Proposed technical solutions made it possible to reduce the burning rate to 3% and reduce NOx by half.

Вступ

Актуальність роботи. Зменшення шкідливих викидів від вихлопних газів та підвищення енергоефективності є актуальними завданнями при проектуванні поршневих двигунів внутрішнього згоряння. В даній магістерській роботі удосконалено паливну систему тепловоза, що працює за циклом Міллера.

Зараз на залізницях АТ «Укрзалізниця» у структурі парку маневрових тепловозів близько 90 % посідає на тепловози серій ЧМЕ3. Зношення тепловозів цих серій досягає 98 %. Такий стан парку пояснюється наступним: маневровий тяговий склад серії ЧМЕ3 поставлявся в період із 1963 по 1991 роки. При цьому нормативний термін служби маневрового тепловоза становить 32 роки.

Критичне старіння та незадовільний технічний стан парку маневрових тепловозів є основним фактором низької ефективності транспортних підприємств. Однак економічна ситуація в країні не дозволяє з достатньою мірою оновлювати тяговий рухомий склад.

Ситуація, що склалася, свідчить про необхідність пошуку нових підходів і технологій на підтримку у працездатному стані парку маневрових тепловозів. Особливої актуальності набувають питання, пов'язані з пошуком методів та засобів підвищення енергетичної ефективності дизелів тепловозів.

Мета роботи полягає є покращення екологічних та економічних показників дизельних двигунів при мінімальних фінансових витратах.

Об'єктом дослідження є системи дизеля K6S310DR та системи тепловоза ЧМЕ3, що впливають на витрати палива.

Предметом дослідження є пропозиції з підвищення паливної економічності дизелів тепловозів ЧМЕ3.

Задачі дослідження. У магістерській роботі наведено огляд основних досліджень з удосконалення подачі, змішування та спалювання палива.

Також коротко описані особливості роботи двигуна. Перед початком стендових випробувань було проведено чисельне моделювання робочого циклу дизеля. Експерименти проводились на повнорозмірному дизельному двигуні потужністю 1200 кВт. Описано вимірювальне обладнання та методика експерименту. Описано технічні рішення, які дозволили покращити подачу палива. Запропоновано нову конструкцію приводу паливного насоса високого тиску. Визначено оптимальні кути випередження впорскування палива. Розроблено оригінальну конструкцію плунжера насоса. Запропоновані технічні рішення дозволили знизити споживання палива до 3% (з 217,8 до 211,4 г/кВт•год) і викиди NOx в два рази (з 19,4 до 8,8 г/кВт•год).

1. Жалкін, Д.С., Програма сезонного регулювання кута випередження подачі палива тепловозних двигунів 6ТД [Текст] / Минко А.І. // Зб. наук. праць. – Х.: УкрДАЗТ, 2004. –Вип.59. –С.5-10.

2. Жалкін, С.Г. Основи підготовки тепловозів до сезонної експлуатації. Навч. посіб. (1-3 частини). Х. ХІІТ, 1986, 1988, 1989. – 182 с.

3. Інструктивні вказівки по підготовці, експлуатації та обслугованою тепловозів і дизель-поїздів у зимових умовах. ЦТ-0070. [Текст] –К: Укрзалізниця, 2003. -34с.

4. Інструкція щодо обліку наявності, стану й використання локомотивів та моторвагонного рухомого складу. [Текст] –К. Укрзалізниця, 2002. – 29с.

5. Марченко, А. П., Двигуни внутрішнього згорання. [Текст] / Рязанцев М. К., Шеховцов А. Ф. – Харків, 2004. – 344 с.

6. Могила, В.И., Использование бросовой энергии торможения тепловоза для повышения эффективности тепловозных дизелей [Текст] / Ноженко Е.С. // Локомотив - Інформ. -2007. -№5.-С. 5 – 7.

7. Правила технічного обслуговування та поточного ремонту тепловозів ЧМЕ3. ЦТ-0043. [Текст] –К. Укрзалізниця, 2002. –323с.

8. Про вдосконалення системи технічного обслуговування, експлуатації, поточного та капітального ремонтів тягового рухомого складу. Наказ № 030-Ц від 30.01.2005р. [Текст] – К. Укрзалізниця, 2001. –12с.

9. Тартаковський, Е.Д., Системний підхід до сезонного регулювання локомотивних енергетичних установок [Текст] / Жалкін Д.С. // Зб. наук. праць/ ХарДАЗТ, 2000. –Вип.44.- С.48-55.