

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра інженерії вагонів та якості продукції

ПІДВИЩЕННЯ ГОТОВНОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ НА ОСНОВІ
УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ
КОЛІСНИХ ПАР

Пояснювальна записка і розрахунки
до кваліфікаційної роботи магістра

ВДП 00430.05.00 ПЗ

Розробив здобувач групи 213-ВВГ-323
спеціальності 273 «Залізничний
транспорт» (роботу виконано самостійно,
відповідно до принципів академічної
добросовісності)

(підпис)

Золотухін І.С.

Керівник:
доцент, канд. техн. наук
Бондаренко В.В.

Рецензент:
професор кафедри, доктор техн. наук,
Мартинів І.Е.

Харків – 2025 р.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет механіко-енергетичний

Кафедра інженерії вагонів та якості продукції

Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр

Спеціальність: 273 Залізничний транспорт (Вагони та вагонне господарство)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук

І. Е. Мартинов

«_____» _____ 2024р.

ЗАВДАННЯ

ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Золотухін Ігор Сергійович

1 Тема «Підвищення готовності пасажирських вагонів на основі
удосконалення методів контролю технічного стану колісних пар»

керівник Бондаренко В.В., канд. техн. наук, доцент

затверджена розпорядженням по механіко-енергетичному факультету
від 30. 09. 2024 року № 7/24

2 Строк подання студентом закінченого проекту «20 » грудня 2024 року

3 Вихідні дані отримати на базі практики: програма ремонту 430 вагонів

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

Аналіз діяльності вагонних господарств;

Забезпечення безпеки руху на залізницях світу. Неруйнівний контроль;

Загальні відомості про систему технічного діагностування вагонів;

Характеристика методів діагностування дефектів на поверхні катання колісних пар, можливості застосування нейронних мереж;

Дослідження процесів взаємодії колеса з рейкою;

Підвищення експлуатаційної готовності пасажирських вагонів на основі системи акустичного контролю колісних пар;

Обґрунтування економічної ефективності від впровадження інноваційного заходу.

5 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічне обґрунтування	Куделя В.І., к.е.н., доцент		

6 Дата видачі завдання «1» вересня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1. Аналіз матеріалу, отриманого на базовому підприємстві	1.09-10.09	Виконав
2. Розробка основних розділів пояснювальної записки	11.09-11.10	Виконав
3. Розробка та написання проектної частини роботи	12.10-20.10	Виконав
4. Розробка графічного матеріалу роботи	21.10-25.10	Виконав
5. Розробка дослідного розділу	26.10-01.11	Виконав
6. Розробка економічної частини роботи	02.11-08.11	Виконав
7. Підпис економічного розділу у консультанта	09.11-16.11	Виконав
8. Комплектування пояснювальної записки	17.11-19.11	Виконав
9. Нормоконтроль	20.11-22.11	Виконав
10. Отримання рецензії	23.11-25.12	Виконав

Студент _____ І.С.Золотухін

Керівник  _____ В.В.Бондаренко

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 16 слайдів презентації, 141 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 46 рисунків, 17 таблиць, 18 літературних джерел.

Ключові слова: ВАГОН, КОНТРОЛЬ, ТЕХНІЧНИЙ СТАН, НАДІЙНІСТЬ, ГОТОВНІСТЬ.

Об'єктом дослідження є коливання колісної пари при русі з короткою нерівністю на поверхні кочення колеса.

Метою дослідження є удосконалення технології технічного обслуговування та діагностики колісних пар пасажирського вагона за рахунок своєчасного виявлення пошкоджень коліс під час руху за допомогою бортової автоматичної системи акустичного контролю.

У кваліфікаційній роботі проведено доопрацювання науково-технічних рішень щодо технології дистанційного моніторингу пасажирських вагонів, яка дозволяє під час руху контролювати технічний стан колісних пар вагонів на основі вібро-акустичного контролю.

Проведено аналіз технічного стану пасажирських вагонів та виявлено вузли що підлягають контролю.

У економічній частині проекту розраховано економічний ефект від впровадження системи діагностики, який є вже у першому році.

ABSTRACT

This qualification work includes 16 presentation slides, 141 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 46 figures, 17 tables, and 18 literature references.

Keywords: WAGON, CONTROL, TECHNICAL CONDITION, RELIABILITY, READINESS.

The object of the study is the oscillation of the wheelset when moving with a short unevenness on the wheel rolling surface.

The purpose of the study is to improve the technology of technical maintenance and diagnostics of wheelsets of a passenger car due to the timely detection of wheel damage during movement using an on-board automatic acoustic control system.

In the qualification work, scientific and technical solutions were finalized regarding the technology of remote monitoring of passenger cars, which allows controlling the technical condition of the wheelsets of cars during movement based on vibro-acoustic control.

An analysis of the technical condition of passenger cars was carried out and nodes subject to control were identified.

The economic part of the project calculates the economic effect of implementing the diagnostic system, which is already in the first year.

Зміст

Вступ	7
1 Аналіз транспортних подій на залізничному транспорті	10
1.1 Класифікація транспортних подій	10
1.2 Статистичний аналіз транспортних подій та причин їх виникнення	13
1.3 Теоретичні основи організації технічного обслуговування та ремонту пасажирських вагонів	19
Висновки та постановка задачі	23
2 Діагностування технічного стану вагонів	25
2.1 Види технічного стану вагонів	26
2.2 Системи технічної діагностики та їх структурні схеми	30
2.3 Структурні параметри технічного стану вагонів	34
3 Технічне утримання пасажирського рухомого складу на закордонних залізницях	
Висновки	49
4 Методи діагностування колісних пар вагонів	50
Висновки	57
5 Теоретичні основи дослідження процесів взаємодії колесо-рейка	58
5.1 Умови виникнення тертя у контактній парі колесо-рейка	58
5.2 Експериментальні дослідження процесів взаємодії колеса-рейки	60
5.3 Контактна поверхня колеса з рейкою та вплив прокату на площу майданчика контакту	67
Висновки	70

					ВДП. 00430. 05.00 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб.	Золотухін				Підвищення пасажирських вагонів на основі удосконалення методів контролю технічного стану колісних пар	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Бондаренко					У	5	
Реценз.	Мартинов					УкрДУЗТ		
Н. контр.	Шовкун							
Затверд.	Мартинов							

6 Підвищення експлуатаційної готовності пасажирських вагонів на основі системи акустичного контролю колісних пар	72
6.1 Поїзна автоматизована інформаційно-діагностична система	72
6.2 Розробка нової системи акустичного контролю колісних пар пасажирських вагонів. Вузол проекту.	78
6.3 Розрахунок експлуатаційної готовності пасажирських вагонів	83
6.4 Експериментальні дослідження	86
6.5 Класифікація акустичних даних на основі алгоритмів глибинного машинного навчання та нейронних мереж	88
7 Обґрунтування економічної ефективності від впровадження інноваційного заходу	92
Висновки	98
Загальні висновки по роботі	99
Список використаних джерел	100

Вступ

Залізничний транспорт виконує ключову роль у розвитку господарства, забезпечуючи ефективне перевезення вантажів та пасажирів. Для підвищення ефективності транспортної системи необхідне постійне вдосконалення вагонобудівної галузі, яка включає виробництво вагонів та організацію їх технічного обслуговування й ремонту.

Сьогодні основні фонди залізничної галузі становлять значну частину ресурсів залізничного транспорту. Покращення структури вагонного парку дозволяє підвищити надійність, вантажопідйомність і безпеку перевезень. Однак знос та пошкодження елементів ходових частин, таких як колісні пари, створюють значні ризики для стабільної роботи залізничного транспорту, знижуючи економічну ефективність і безпеку перевезень.

Аналіз функціонування вагонних підрозділів виявив основні причини аварійних ситуацій, серед яких ключовими є порушення технологічних вимог у вантажно-пасажирському господарстві. Для запобігання інцидентам запропоновано впровадження інноваційного контрольно-діагностичного обладнання для моніторингу стану ходових частин вагонів.

У рамках дослідження розроблено теоретичну модель системи технічної діагностики вагонів, що враховує їх технічний стан, експлуатаційні характеристики та критерії оцінки. Основну увагу приділено ходовій частині, особливо колісним парам, як найважливішим компонентам, що впливають на безпеку руху.

Описано сучасні методи діагностики дефектів поверхонь кочення коліс та запропоновано перспективний підхід до виявлення пошкоджень. Продемонстровано графічну схему роботи системи контролю поверхні коліс за допомогою автоматизованої бортової діагностичної системи.

Діагностика ходових частин вагонів є ключовим елементом забезпечення безпеки та безперебійної роботи залізничного транспорту.

Системи діагностики сприяють своєчасному виявленню дефектів, підвищенню ефективності обслуговування та продовженню строку служби обладнання.

Впровадження автоматизованих систем, оснащених технологіями штучного інтелекту, дозволяє значно оптимізувати процеси діагностики. Ці системи здатні аналізувати великі обсяги даних, ідентифікувати аномалії та надавати рекомендації для швидкого реагування на виявлені проблеми.

Застосування передових технологій у діагностиці вагонів сприяє забезпеченню їх технічної справності, підвищенню безпеки перевезень і подовженню строку експлуатації, що позитивно впливає на розвиток залізничної галузі.

У дослідженні також розглянуто взаємодію коліс і рейок та проведено оцінку економічного ефекту від запропонованих заходів, а також розроблено рекомендації щодо охорони праці в умовах залізничного транспорту України.

Список використаних джерел

1. Балака, Є.І. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті [Текст]: навчальний посібник / Є.І.Балака, О.І. Зоріна, І.М.Писаревський. – Х.: УкрДАЗТ, 2005 – 210 с.
2. Борзилов, І.Д. Технологія технічного обслуговування та ремонту вагонів [Текст]: підручник для вищих навчальних закладів. В 3-х томах. Т. 1. /І.Д.Борзилов. – Х.: УкрДАЗТ, 2003. - 246 с.
3. Борзилов, І.Д. Конспект лекцій з дисципліни “ Технологія вагонобудування та ремонту вагонів ” . Частина 1.[Текст] / І.Д.Борзилов. – Х.: УкрДАЗТ, 1999 – 32 с.
4. Борзилов, І. Д. Технічне обслуговування вагонів [Текст] / І.Д.Борзилов. – Х.: УкрДАЗТ, 2004 – 42 с.
5. Борзилов, І. Д. Розробка технологічного процесу та організації роботи дільниці вагонного депо [Текст] / І.Д.Борзилов. – Х.: УкрДАЗТ, 2004 – 34 с.
6. Борзилов, І.Д. Удосконалення технології технічного обслуговування та ремонту вагонів засобами технічної діагностики [Текст]: навчальний посібник / І.Д.Борзилов. – Х.: УкрДАЗТ, 2003. – 91 с.
7. Волошин, Д.І. Організація, планування та логістика на вагоноремонтних підприємствах [Текст]: конспект лекцій. Частина 1. / Д.І.Волошин, Л.В.Волошина. – Х.: УкрДАЗТ, 2005. – 50 с.
8. Волошин, Д.І. Організація, планування та логістика на вагоноремонтних підприємствах [Текст]: конспект лекцій. Частина 1. / Д.І.Волошин, Л.В.Волошина. – Х.: УкрДАЗТ, 2005. – 70 с.
9. Головка, В.Ф. Конспект лекцій з дисципліни «Технічне обслуговування та ремонт електрообладнання вагонів». Частина 1.–Харків: ХарДАЗТ, 2002.–68с.
10. Головка В.Ф. Конспект лекцій з дисципліни “Технічне обслуговування та ремонт електрообладнання вагонів”. Частина 2 [Текст] / В.Ф.Головка. – Х.: ХарДАЗТ, 2002. – 34с.

15. Крючков, В.Я. Правила оформлення дипломних (курсів) проектів(робіт) [Текст]: методичні вказівки / В.Я.Крючков. - Х.: УкрДАЗТ, 2003 – 30с.

17. Наливайко, П.М. Будівельно-архітектурна частина вагоноремонтного підприємства [Текст]: методичні вказівки до дипломного та курсового проектування / П.М.Наливайко, І.Д.Борзилов, В.В.Репко. – Х.: УкрДАЗТ, - 2009.- 34 с.

18 Audio Deep Learning Made Simple: Sound Classification, Step-by-Step [<https://towardsdatascience.com/audio-deep-learning-made-simple-sound-classification-step-by-step-cebc936bbe5>].