

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра інженерії вагонів та якості продукції

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМОВИХ СИСТЕМ
ПАСАЖИРСЬКОГО РУХОМОГО СКЛАДУ НА ШЛЯХУ ПРЯМУВАННЯ**

Пояснювальна записка і розрахунки
до магістерської кваліфікаційної роботи

МКР. 00205. 10. 00 ПЗ

Розробила студентка групи

213-ВВГ-323

спеціальності 273 «Залізничний транспорт»

(Вагони та вагонне господарство)

ПЛЕСКАЧ І. Д.

Керівник доцент, д-р техн. наук

РАВЛЮК В. Г.

Рецензент: завідувач кафедри

транспортні системи та логістика

УкрДУЗТ, д-р техн. наук, професор

ЛОМОТЬКО Д. В.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет механіко-енергетичний

Кафедра інженерії вагонів та якості продукції

Спеціальність — 273 Залізничний транспорт

Освітня програма — Вагони та вагонне господарство

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук

_____ І. Е. МАРТИНОВ

«_____» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

ПЛЕСКАЧ Ірині Дмитрівні

1 Тема «Удосконалення технології діагностування гальмових систем

пасажирського рухомого складу на шляху прямування»

керівник РАВЛЮК Василь Григорович, доцент, д-р техн. наук

затверджені наказом по механіко-енергетичному факультету від

«30» вересня 2024 року №7/24.

2 Строк подання студентом закінченої роботи «27» грудня 2024 року.

3 Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи отримати при проход-

женні практики на базі експлуатаційного підприємства — пасажирської

вагонної дільниці. Ознайомитися з нормативно-технічною документацією

технічного обслуговування вузлів та деталей пасажирських вагонів у

технічному відділі вагонної дільниці. Провести екскурсійний огляд всіх

дільниць і відділень де виконується технічний огляд вузлів та деталей

пасажирських вагонів, а також екіпірування пасажирських вагонів. Особливу

увагу звернути на розташування технологічного обладнання. У планово-

економічному відділі пасажирської вагонної дільниці отримати вихідні дані для

виконання економічного розділу магістерської кваліфікаційної роботи.

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

розробити): 4.1 Організація технічного обслуговування пасажирських вагонів.

4.2 Дослідження технічного стану й огляд діагностичних систем гальмівного

обладнання пасажирських вагонів. 4.3 Дослідження інноваційного обладнання та

систем для діагностування гальмівного обладнання рухомого складу.

4.4 Застосування системи контролю електропневматичних гальм і реєстрації

параметрів руху поїзда. 4.5 Техніко-економічні розрахунки від впровадження

системи контролю ЕПГ і реєстрації параметрів руху пасажирського поїзда.

5 Перелік графічного матеріалу:

Графічний матеріал виконати у вигляді презентації (обсяг 15-20 слайдів).

6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічне обґрунтування	КУДЕЛЯ В. І. доцент, канд. екон. наук		

7 Дата видачі завдання «03» жовтня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Організація технічного обслуговування пасажирських вагонів	03.10.24	виконано
2 Дослідження технічного стану й огляд діагностичних систем гальмівного обладнання пасажирських вагонів	21.10.24	виконано
3 Дослідження інноваційного обладнання та систем для діагностування гальмівного обладнання рухомого складу	12.11.24	виконано
4 Застосування системи контролю електропневматичних гальм і реєстрації параметрів руху поїзда	29.11.24	виконано
5 Техніко-економічні розрахунки від впровадження системи контролю ЕПГ і реєстрації параметрів руху пасажирського поїзда	15.12.24	виконано
6 Розробка та оформлення слайдів	з 21.12.24 по 27.12.24	виконано
7 Отримання рецензії на МКР	31.12.24	виконано
8 Захист МКР в ДЕК		

Студентка _____ І. Д. ПЛЕСКАЧ

Керівник _____ В. Г. РАВЛЮК

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота включає в себе 17 слайдів презентації, 98 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 25 рисунків, 4 таблиці, 36 літературних джерел.

Ключові слова: ГАЛЬМОВА СИСТЕМА ВАГОНА, ДІАГНОСТИЧНА СИСТЕМА, ТРАНСПОРТНА МЕХАНІКА, ПАСАЖИРСЬКИЙ ВАГОН, ЕЛЕКТРОПНЕВМАТИЧНІ ГАЛЬМА.

Об'єктом дослідження є процес діагностування вузлів гальмового обладнання під час руху пасажирських вагонів.

Предметом дослідження є технологія діагностування вузлів гальмової системи й реєстрації параметрів поїзда під час руху пасажирських вагонів.

Метою роботи є дослідження параметрів гальмових систем пасажирського рухомого складу шляхом застосування сучасних систем діагностування вузлів гальмового обладнання й реєстрації параметрів поїзда під час руху в умовах експлуатації для підвищення ефективності гальм.

У кваліфікаційній роботі сформульовано заходи стосовно підвищення ефективності систем діагностування вузлів гальмового обладнання й реєстрації параметрів поїзда під час руху пасажирських вагонів в експлуатації.

Визначено імітаційні умови поїзда стосовно моделювання системи діагностування вузлів гальмового обладнання і реєстрації параметрів поїзда під час руху пасажирських вагонів. Розроблено імітаційну модель, яка дала можливість здійснити дослідження систем діагностування гальмового обладнання.

ABSTRACT

The qualification work includes 17 presentation slides and 98 pages of an explanatory note in A4 format, comprising 25 figures, 4 tables, and 36 references.

Keywords: BRAKE SYSTEM OF A WAGON, DIAGNOSTIC SYSTEM, TRANSPORT MECHANICS, PASSENGER WAGON, ELECTROPNEUMATIC BRAKES.

The object of the study is the process of diagnosing brake equipment components during the operation of passenger wagons.

The subject of the study is the technology for diagnosing brake system components and recording train parameters during passenger wagon operation.

The objective of this study is to investigate the parameters of braking systems in passenger rolling stock by employing modern diagnostic systems for braking equipment components and recording train parameters during operation, aiming to enhance braking efficiency.

The qualification work formulates measures to improve the efficiency of diagnostic systems for brake equipment components and train parameter recording during passenger wagon operation.

Simulation conditions for modeling the diagnostic system of brake equipment components and train parameter recording during passenger wagon operation were determined. A simulation model was developed, enabling the study of diagnostic systems for brake equipment.

Зміст

Вступ	6
1 Організація технічного обслуговування пасажирських вагонів	9
1.1 Призначення технічного огляду вагонів	9
1.2 Види технічного обслуговування	10
1.3 Організація огляду і технічного обслуговування з відчепленням вагонів в пунктах формування і обороту пасажирських поїздів	11
1.4 Обладнання пункту підготовки пасажирських вагонів до перевезень	13
1.5 Вибір схеми пасажирської технічної станції і розміщення на ній пристроїв вагонного господарства	14
2 Дослідження технічного стану й огляд діагностичних систем гальмівного обладнання пасажирських вагонів	20
2.1 Аналіз несправностей гальмівного обладнання пасажирських вагонів	20
2.2 Аналіз літературних досліджень пов'язаних з особливостями роботи гальм пасажирських вагонів	25
3 Дослідження інноваційного обладнання та систем для діагностування гальмівного обладнання рухомого складу	29
3.1 Особливості роботи пристроїв для контролю та випробовування гальмівного обладнання рухомого складу	29
3.2 Дослідження систем управління швидкістю руху	34
3.3 Гальмівна система вантажних вагонів ЕСР-4200	40
3.4 Система діагностування вузлів гальмівного обладнання й реєстрації параметрів поїзда	44

					<i>МКР. 00205. 10. 00 ПЗ</i>			
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Плескач				Удосконалення технології діагностування гальмових систем пасажирського рухомого складу на шляху прямування	Літер	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Равлюк							98
						УкрДУЗТ		
Н. контр.	Шовкун							
Затв.	Мартинів							

4 Застосування системи контролю електропневматичних гальм і реєстрації параметрів руху поїзда	51
4.1 Вимоги до системи контролю електропневматичних гальм і реєстрації параметрів руху поїзда та вибір критеріїв якості управління	51
4.2 Функціональна схема системи контролю електропневматичних гальм і реєстрації параметрів руху поїзда	54
4.3 Математичне моделювання системи контролю електропневматичних гальм і реєстрації параметрів руху поїзда	58
4.4 Алгоритм управління електропневматичним гальмуванням пасажирського поїзда	66
4.5 Імітаційна модель системи контролю електропневматичних гальм і реєстрації параметрів руху поїзда	69
5 Техніко-економічні розрахунки від впровадження системи контролю ЕПГ і реєстрації параметрів руху пасажирського поїзда	80
5.1 Коротка характеристика системи контролю електропневматичних гальм і реєстрації параметрів руху пасажирського поїзда	80
5.2 Вихідні дані для розрахунку економічного ефекту	82
5.3 Короткий опис методики розрахунку економічного ефекту	85
Загальні висновки магістерської кваліфікаційної роботи	94
Список використаних джерел	95

Вступ

Для забезпечення ефективної роботи АТ «Укрзалізниця» необхідно впроваджувати прогресивні рішення, які спрямовані на якісне перевезення пасажирів залізничним транспортом та гарантують безпеку руху [1 – 2]. Тому особлива увага повинна бути приділена гальмовій системі пасажирського рухомого складу, як одній з найбільш відповідальних за його експлуатацію.

Система обслуговування і ремонту вагонів розроблена так, щоб уникнути вимушених зупинок поїздів на шляху прямування. Всі несправності повинні бути виявлені та усунені в пунктах технічного обслуговування. Щодня через гарантійні ділянки проходить значна кількість поїздів, і під час цього процесу можуть виникати різні несправності. Впливають на перевізний процес відмови та несправності тих вузлів вагонів, які призводять до затримки поїзда понад встановлену норму або зупинка його на шляху прямування. Одним із таких вузлів пасажирського вагона є гальмове обладнання.

Актуальність роботи. Гальмове обладнання пасажирських вагонів відіграє критичну роль у забезпеченні безпеки руху та комфорту пасажирів під час залізничних перевезень. Воно відповідає за ефективне зупинення поїзда у різних умовах експлуатації, що включає як нормальні режими руху, так і аварійні ситуації. Ефективна експлуатація та своєчасне технічне обслуговування гальмової системи є запорукою надійності роботи пасажирських вагонів, а також збереження життя і здоров'я пасажирів та персоналу залізниці.

Забезпечення надійної роботи гальмової системи під час експлуатації пасажирських поїздів є одним із основних завдань системи технічного обслуговування і ремонту вагонів. Для запобігання несправностей гальмової системи необхідно створити бортову систему пасажирського вагона, яка дозволить діагностувати повітророзподільник, електроповітророзподільник та інші елементи гальм на шляху прямування. Своєчасне виявлення несправних елементів гальмової системи вагона дозволяє вжити заходів для покращення

безперебійної роботи всієї гальмової системи, що значно скорочує час на усунення несправностей на шляху прямування та покращує безпеку руху.

Існуючі системи діагностування гальмового обладнання вагонів, характеризуються значною трудомісткістю робіт й не завжди забезпечують надійність їх вузлів на високому рівні. У зв'язку з цим удосконалення технології діагностування гальмового обладнання в умовах експлуатації та убезпечення руху пасажирських поїздів є актуальним завданням.

Мета та задачі дослідження. Виконати дослідженням параметрів гальмівних систем пасажирського рухомого складу шляхом застосування сучасних систем діагностування вузлів гальмівного обладнання й реєстрації параметрів поїзда під час руху в експлуатації для підвищення ефективності гальм.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- виконати деталізовані дослідження діючої системи технічного обслуговування пасажирських вагонів на АТ «Укрзалізниця», вибрати й обґрунтувати пасажирську станцію з технологічним обладнанням, що використовується на ній;

- провести аналіз технічного стану гальмового обладнання й виконати літературні дослідження пов'язані з особливостями роботи гальм пасажирських вагонів;

- провести дослідження стану транспортних подій, які виникли через несправності вузлів пасажирських вагонів в умовах експлуатації;

- сформулювати заходи стосовно підвищення ефективності систем діагностування вузлів гальмівного обладнання й реєстрації параметрів поїзда під час руху пасажирських вагонів в експлуатації;

- визначити імітаційні умови поїзда стосовно моделювання системи діагностування вузлів гальмівного обладнання і реєстрації параметрів поїзда під час руху пасажирських вагонів;

- здійснити техніко-економічні розрахунки від застосування сучасної системи діагностування вузлів гальмівного обладнання і реєстрації параметрів

поїзда під час руху пасажирських вагонів.

Об’єкт дослідження – процес діагностування вузлів гальмівного обладнання під час руху пасажирських вагонів.

Предмет дослідження – технологія діагностування вузлів гальмівної системи й реєстрації параметрів поїзда під час руху пасажирських вагонів.

Наукова новизна магістерської кваліфікаційної роботи – розроблення процесу діагностування вузлів гальмівного обладнання і реєстрації параметрів поїзда під час руху пасажирських вагонів за рахунок впровадження інноваційних мікропроцесорних засобів і алгоритмів керування рухомими складом.

Практична цінність магістерської кваліфікаційної роботи полягає в упровадженні на існуючому парку пасажирських вагонів АТ «Укрзалізниця» перспективної системи діагностування вузлів гальм, яка дає змогу значно підвищити безпеку руху поїздів і виконувати контроль гальмівного обладнання пасажирського рухомого складу.

Список використаних джерел

1. Борзилов І. Д. Технологія технічного обслуговування та ремонту вагонів. Т. 1.: підруч. Харків: УкрДАЗТ, 2003. 246 с.
2. Борзилов І. Д., Равлюк В. Г., Шевченко К. В. Основи експлуатації та відновлення вагонів: консп. лек. Харків: УкрДАЗТ, 2009. 66 с.
3. Равлюк В. Г., Дерев'янчук Я. В. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Гальмові системи вагонів міжнародного сполучення» Харків: УкрДАЗТ, 2011. Ч. 1. 14 с.
4. Равлюк В. Г. Методичні вказівки до складання рівнянь передаточного числа гальмових важільних передач. Харків: УкрДАЗТ, 2011. 22 с.
5. Борзилов І. Д., Равлюк В. Г., Шевченко К. В. Методичні вказівки до практичних занять з дисциплін «Основи технічного обслуговування вагонів» та «Основи експлуатації та відновлення вагонів». Харків: УкрДАЗТ, 2011. 42 с.
6. Аналіз стану безпеки руху поїздів на залізницях України за 2022 рік. веб-сайт. URL: https://old.dsbt.gov.ua/sites/default/files/imce/Bezpeka_DTP/2023/analiz_avariynosti_2022_1.pdf (дата звернення: 16.11.2024).
7. Brake failures have been a problem for trains – since the 1880s, Bangor Daily News, July 11, 2013. URL: <https://www.bangordailynews.com/2013/07/11/news/brake-failures-have-been-a-problem-for-trains-since-the-1880s/> (дата звернення: 16.11.2024).
8. Günay M., Korkmaz M. E., Özmen R. An investigation on braking systems used in railway vehicles, Engineering Science and Technology, an International Journal, April 2020, Volume 23, Issue 2. Pages 421–431. URL: https://www.researchgate.net/publication/339036207_An_investigation_on_braking_systems_used_in_railway_vehicles (дата звернення: 16.12.2024).
9. Sharma R. Ch., Dhingra M., Pathak R. K. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), ISSN: 2278-0181 Attribution 4.0 International License, – 2015. Vol. 4 Issue 01, January. P. 206–211. URL: <https://www.ijert.org/research/braking-systems-in-railway-vehicles->

IJERTV4IS010360.pdf (дата звернення: 16.11.2024).

10. Фомін О. В., Туровець Д. А. Використання протиюзних пристроїв з електропневматичним клапаном та систем контролю їх технічного стану на пасажирських вагонах внутрішнього сполучення. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2023. Випуск 1 (38). https://journals.pdu.khmelnitskiy.ua/index.php/podilian_bulletin/article/view/149 (дата звернення: 29.11.2024).

11. Горбунов М.І., Герліці Ю., Кравченко К.О., Лак Т., Просвірова О.В. Оцінка методів підвищення експлуатаційних характеристик залізничних гальмових систем. Вісник східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2017, №4 (234). С. 81–85.

12. Pugi L., Palazzolo A., Fioravanti D. Simulation of railway brake plants: an application to SAADKMS freight wagons. The manuscript was received on 11 October 2006 and was accepted after revision for publication on 10 March 2008. JRRT118 Proc. IMechE 2008, Vol. 222, Part F: J. Rail and Rapid Transit, Issue 4, P. 321–329 <https://doi.org/10.1243/09544097JRRT118>

13. Nasr A., Mohammadi S. The effects of train brake delay time on in-train forces. The manuscript was received on 16 August 2009 and was accepted after revision for publication on 30 March 2010. JRRT306 Proc. IMechE Vol. 224 Part F: J. Rail and Rapid Transit, Issue 6, P. 523–534. <https://doi.org/10.1243/09544097JRRT306>

14. Sebeșan I., Crăciun C., Maria A. The use of ringfeder characteristics for evaluation of longitudinal dynamic forces in train. U.P.B. Sci. Bull., Series D, Vol. 76, Iss. 2, 2014. P. 77–88.

15. Etwell M. W. J. Advances in rail wagon design, Proc Instn Mech Engrs, 1990. Vol 204, Volume 204, Issue 1. P. 45–54. https://doi.org/10.1243/PIME_PROC_1990_204_185_02 (дата звернення: 29.11.2024).

16. Schlake B.W., Todorovic S., Edwards J. R., Hart J. M., Ahuja N., Barkan C. P. L. Machine vision condition monitoring of heavy-axle load railcar structural underframe components. The manuscript was received on 10 December 2009 and was accepted after revision for publication on 18 June 2010. JRRT376, Proc. IMechE, 2010, Volume 224, Issue 5, Part F: J. Rail and Rapid Transit. P. 499–511.

<https://doi.org/10.1243/09544097JRRT376> \ (дата звернення: 29.11.2024).

17. Nasr A. The effects of train brake delay time on in–train forces [Text] / A. Nasr, S. Mohammadi // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit. – 2010 – Vol. 224, Issue 6. – P. 523–534. doi: 10.1243/09544097jrtr306 (дата звернення: 29.11.2024).

18. Milošević M. Modeling Thermal Effects in Braking Systems of Railway Vehicles [Text] / M Milošević, D. Stamenković, A. Milojević, M. Tomić // Thermal Science. – 2012. – Vol. 16, Issue 2. – P. 515–526. doi: 10.2298/tsci120503188m (дата звернення: 29.11.2024).

19. Равлюк В. Г., Глущенко А. С. Визначення динамічних характеристик вагонів при випробуваннях на каткових стендах. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2012. Т. 5, № 7(59). С. 49–52. Режим доступа: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/4158/3921> (дата звернення: 29.11.2024).

20. Шелест Д. А. Совершенствование тормозных средств грузовых поездов постоянного формирования: проводной и беспроводной электропневматические тормоза грузового вагона. Вагонный парк. 2013. №1. С. 19-26.

21. Бондаренко В. В., Дерев'янчук Я. В. Спосіб дистанційного контролю автоматичних гальм рейкового рухомого складу. Патент України на корисну модель №55429 – власник Українська державна академія залізничного транспорту; Дата публікації 10.12.2010, Бюл. № 23.

22. Бабаєв А. М., Дмитрієв Д. В. Принцип дії, розрахунки та основи експлуатації гальм рухомого складу залізниць: навч. посіб. Київ: ДЕТУТ, 2007. 176 с.

23. Інструкція з ремонту гальмового обладнання вагонів: ЦВ – ЦЛ – 0013: затв. нак. Укрзалізниці від 25.01.2005 р. № 022-ЦЗ. 2004. 160 с.

24. Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України: ЦТ – ЦВ – ЦЛ – 0015: затв. нак. Укрзалізниці від 28.10.1997 р. № 264-Ц. 2004. 146 с.

25. Камкіна Л. В., Надточій А. А., Гришин А. М., Стогній Ю. Д. Основи наукових досліджень: навчальний посібник. Дніпропетровськ: НМетАУ, 2013. 89 с.

26. Ravluyk V., Derevianchuk I., Afanasenko I., Ravluyk N. Development of

electronic diagnostic system for improving the diagnosis reliability of passenger car brakes. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. 2(9(80). P. 35–41. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.66007> (дата звернення: 29.11.2024).

27. Катренко Л. А., Кіт Ю. В., Пістун І. П. Охорона праці: навч. посіб. 3-тє вид., перероб. і доп. Суми: ВТД «Університетська книга», 2009. 540 с

28. Балака Є. І., Зоріна О. І., Колесникова Н. М., Писаревський І. М. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: навч. посіб. Харків; УкрДАЗТ, 2005. 210 с.

29. Равлюк В. Г., Дерев'янчук Я. В. Обґрунтування доцільності розробки системи контролю гальм пасажирських вагонів // Зб. наук. пр. / Укр. держ. універ. залізнич. трансп. Харків: 2015. Вип. 153. С. 243 – 251.

30. Мартинов І. Е., Равлюк В. Г. Вагоноремонтні машини та обладнання: навч. посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2012. Ч. 1. 156 с.

31. Мартинов І. Е., Равлюк В. Г. Вагоноремонтні машини та обладнання: навч. посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2013. Ч. 2. 108 с.

32. Равлюк В. Г., Афанасенко І. М. Завдання на курсовий проект з методичними вказівками з дисципліни «Автоматичні гальма та безпека руху»: метод. вказівки. Харків: УкрДАЗТ, 2012. 70 с.

33. Равлюк В. Г., Равлюк М. Г., Урсатий С. Д. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Вагоноремонтні машини та обладнання» : метод. вказівки. Харків: УкрДАЗТ, 2013. 57 с.

34. Равлюк В. Г. Методичні вказівки та завдання до виконання самостійної (контрольної) роботи з дисципліни «Основи експлуатації та відновлення вагонів»: метод. вказівки. Харків: УкрДАЗТ, 2013. 53 с.

35. Равлюк В. Г. Вагоноремонтні машини та обладнання: конс. лекцій. Харків: УкрДАЗТ, 2014. Ч. 3. 158 с.

36. Равлюк В. Г. Основи експлуатації та відновлення вагонів конс. лекцій. Харків: УкрДАЗТ, 2014. Ч. 1. 71 с.