

Український державний університет залізничного транспорту

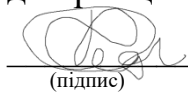
Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

МОДЕРНІЗАЦІЯ РАМИ ВІЗКА ВАГОНА МЕТРОПОЛІТЕНУ

Пояснювальна записка і розрахунки
до кваліфікаційної роботи бакалавра

КРБ.141.26.04.25.01 ПЗ

Розробив: здобувач групи 104-ЕТ-Д21
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
освітньої програми «Електричний транспорт»
(роботу виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)



(підпис)

Федір ФАЛІЄВ

Керівник: к.т.н., доцент, доцент кафедри
Володимир НЕРУБАЦЬКИЙ

Рецензент: к.т.н., доцент, доцент кафедри
Катерина ІВАКІНА

Харків – 2025 р.

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 59 аркушів пояснювальної записки формату А4, у тому числі 12 рисунків, 5 таблиць, 12 літературних джерел, 1 додаток (7 слайдів презентації).

Ключові слова: рама візка, вагон метрополітену, конструкція, динамічне навантаження.

Об'єктом дослідження є конструкторсько-технічні та експлуатаційні процеси і характеристики рам візків вагонів метрополітену.

Метою дослідження є виявлення причин несправності рам візків вагонів метрополітену та проведення модернізації з метою продовження терміну служби та тривалості експлуатації.

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз виходу з ладу рам візків вагонів метрополітену України на прикладі КП «Харківський метрополітен». Наведено фотографії характерних пошкоджень рам візків, що дає змогу значно уявити масштаби та види дефектів. Наведено опис конструкції рами візка вагона 81-714/81-717 базової комплектації, включно з її схемами. Запропонована нова конструкція рами візка вагона серій 81-717/81-714, що активно експлуатується Харківським метрополітеном. Здійснено опис нової конструкції з обґрунтуванням її переваг порівняно з наявними моделями. Виконано розрахунок для семи окремих режимів навантаження і двох сумарних експлуатаційних режимів.

ABSTRACT

This qualification work includes 59 sheets of explanatory note in A4 format, including 12 figures, 5 tables, 12 literary sources, 1 appendix (7 presentation slides).

Keywords: trolley frame, subway car, structure, dynamic loading.

The object of the research is the design, technical and operational processes and characteristics of subway bogie frames.

The purpose of the study is to identify the causes of malfunction of subway carriage frames and to carry out modernization in extend the service life and operating time.

The article analyses the failure of bogie frames of Ukrainian subway cars on the example of the Kharkiv Metro. Photos of typical damages of bogie frames are presented, which allows to significantly imagine the scale and types of defects. The article describes the design of the bogie frame of the 81-714/81-717 basic configuration, including its diagrams. A new design of the bogie frame of the 81-714/81-717 series carriage, which is actively used in the Kharkiv subway, is proposed. The new design is described with justification of its advantages in comparison with existing models. In addition, strength and reliability calculations are presented to assess the performance of the new frame under operational loads.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет: механіко-енергетичний

Кафедра: електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітня програма: «Електричний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук

_____ Михайло БАБАЄВ
(підпис)

« ____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ Фалєєву Федору Романовичу

- 1 Тема «Модернізація рами візка вагона метрополітену», керівник Нерубацький Володимир Павлович, к.т.н., доцент, затверджені розпорядженням по механіко-енергетичному факультету від 12 травня 2025 року № 26.
- 2 Строк подання студентом закінченої роботи: 9 червня 2025 року.
- 3 Вихідні дані: вагони метрополітену серії 81-714 та 81-717; візок вагона серії 81-714/81-717; рама візка вагона серії 81-714/81-717.
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки
 - 1) Аналіз несправностей рам візків вагонів метрополітену.
 - 2) Конструкція рами візка вагону серії 81-717/81-714 базової комплектації.
 - 3) Розробка нової конструкції рами візка вагона серії 81-714/81-717.
- 5 Перелік ілюстративного матеріалу
 - 1) Титульний аркуш презентації – один слайд.
 - 2) Загальна характеристика кваліфікаційної роботи – один слайд.
 - 3) Аналіз несправностей рам візків вагонів метрополітену – один слайд.
 - 4) Опис базової конструкції рами візка вагона серії 81-714/81-717 – один слайд.
 - 5) Концепт нової конструкції рами вагона 81-714/81-717 – один слайд.
 - 6) Опис розрахунку нової рами візка 81-714/81-717 – один слайд.
 - 7) Висновки до кваліфікаційної роботи – один слайд.

6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Ім'я, прізвище, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7 Дата видачі завдання: 28 квітня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1 Отримання завдання на кваліфікаційну роботу. Формування змісту та етапів виконання роботи.	28.04.–29.04.25	
2 Збирання та обробка статистичної інформації.	30.04.–12.05.25	
3 Виконання кваліфікаційної роботи за розділами.	13.05.–09.06.25	
4 Перевірка виконаних завдань у керівника кваліфікаційної роботи, виправлення помилок.	10.06.–11.06.25	
5 Оформлення ілюстративного матеріалу до кваліфікаційної роботи.	12.06.–13.06.25	
6 Нормоконтроль. Перевірка випускної кваліфікаційної роботи на наявність текстових збігів.	14.06.–15.06.25	
7 Підготовка до захисту.	16.06.–17.06.25	

Здобувач


 (підпис)

Федір ФАЛІСЄВ

Керівник

 (підпис)

Володимир НЕРУБАЦЬКИЙ

Зміст

Вступ	6
1 Аналіз несправностей рам візків вагонів метрополітену	8
2 Конструкція рами візка вагону серії 81-717/81-714 базової комплектації	20
3 Розробка нової конструкції візка та рами вагона 81-714/81-717	27
3.1 Концептуальний опис нової конструкції	27
3.2 Розрахунок нової рами візка вагону 81-714/81-717	32
Висновки до кваліфікаційної роботи	50
Список використаних джерел	51
Додаток А. Ілюстративний матеріал до кваліфікаційної роботи	52

					<i>КРБ.141.26.04.25.01 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Модернізація рами візка вагона метрополітену УкрДУЗТ		
Розробив	Фалєєв						
Перевірів	Нерубацький						
Рецензент	Івакіна						
Н. контр.	Нерубацький						
Затвердив	Бабасєв						
					Літ.	Аркуш	Аркушів
						5	59

Вступ

В умовах стрімкого зростання пасажиропотоків у найбільших містах України, таких як Київ, Харків і Дніпро, дедалі актуальнішим стає завдання ефективної організації міської транспортної системи. Існуючі види громадського транспорту насилу справляються із забезпеченням своєчасного, безпечного і комфортного переміщення великої кількості пасажирів, особливо в сучасних умовах.

Однією з ключових складових міського транспорту в цих містах є метрополітен. Завдяки своїй незалежності від наземного вуличного руху та високій пропускній спроможності, метро відіграє провідну роль у забезпеченні масових перевезень.

Однак, на відміну від наземного транспорту, метрополітен висуває підвищені вимоги до надійності рухомого складу. Це пов'язано з особливостями його функціонування: рух поїздів у тунелях із мінімальними інтервалами та обмеженим колійним розвитком. У таких умовах навіть одинична відмова вагона може призвести до збою в розкладі на всій лінії, а в разі серйозних наслідків – до порушення роботи всього метрополітену і транспортної системи міста загалом.

Таким чином, однією з ключових характеристик рухомого складу метрополітену є показники надійності, насамперед - безвідмовність. В умовах інтенсивної експлуатації українських метрополітенів, особливо в таких містах, як Київ, Харків та Дніпро, це набуває особливої актуальності. На сьогоднішній день, у метрополітенах України, де продовжують використовуватися електропоїзди вітчизняного виробництва, однією з найбільш вразливих і найменш надійних конструктивних одиниць вагонів старих серій залишаються рами візків.

У вагонів більш нових моделей, що експлуатуються в метрополітенах України, наприклад, вагони серії 81-718 та 81-719 незважаючи на відносно надійну конструкцію рам візків, залишаються вразливими інші вузли – зокрема, редукторні вузли та вузли підвіски тягового приводу. Крім технічних складнощів, виникають і

техніко-економічні проблеми, пов'язані з високими витратами на обслуговування і ремонт цих компонентів.

Очевидно, що проведення серйозної модернізації візка неможливе без зміни або, щонайменше, глибокого аналізу його основного несучого елемента - рами.

Недостатня надійність візків і їхніх рам істотно позначається:

- на безпеку руху поїздів;

- на техніко-економічному стані метрополітенів, оскільки призводить до значних витрат на ремонт і заміну вузлів, виведених з експлуатації.

Важливим фактором, що впливає на технічний стан рухомого складу є старіння рам візків - одного з основних несучих елементів вагона. Значна частина вагонів, що експлуатуються в Харкові (наприклад, серій ЕжЗ, Єм-508Т, 81-717/714), була вироблена в 1970-1980-х роках і вже перевищила або наближається до призначеного терміну служби. При цьому термін служби рами візка часто можна порівняти з ресурсом самого вагона, тобто близько 30...35 років.

Метою даної роботи є виявлення причин несправності рам візків вагонів метрополітену та проведення модернізації з метою продовження терміну служби та тривалості експлуатації.

Об'єктом дослідження є конструкторсько-технічні та експлуатаційні процеси і характеристики рам візків вагонів метрополітену.

Предметом дослідження є рами візків вагонів метрополітену, що експлуатується в умовах інтенсивних та тривалих навантажень на лініях Харківського метрополітену.

Висновки до кваліфікаційної роботи

1. Проведено аналіз виходу з ладу рам візків вагонів метрополітену України на прикладі КП «Харківський метрополітен». Розглянуто серії вагонів, які використовуються в Україні, проаналізовано інвентарний парк Харківського метрополітену та наведено діаграму, що ілюструє кількість рам візків, списання та ремонти. Наведено фотографії характерних пошкоджень рам візків, що дає змогу значно уявити масштаби та види дефектів. Аналіз проблеми вказує на необхідність більш ефективного технічного обслуговування та модернізації рам візків вагонів метрополітену для забезпечення безпеки та надійності перевезень.

2. Детально розглянуто базові рами візків вагонів моделей 81-717/81-714. Представлено схеми візка і рами, включно з конструкцією поперечної балки та інших компонентів. Усі елементи рами детально описані, що дає змогу отримати уявлення про конструкцію і принципи роботи базової рами візка. Цей аналіз дає можливість краще зрозуміти експлуатаційні особливості рам візків і потенційні проблемні місця, які потребують уваги під час технічного обслуговування та ремонту.

3. Запропоновано нову конструкцію рами вагона серії 81-717/81-714, які використовуються в Харківському метрополітені. Здійснено опис нової конструкції з обґрунтуванням її переваг порівняно з наявними моделями. Основна увага приділяється підвищенню міцності, зниженню маси конструкції, поліпшенню ремонтпридатності та довговічності. Крім того, наводяться розрахунки на міцність і надійність для оцінки роботи нової рами під експлуатаційними навантаженнями. Таким чином, запропоновано інженерну основу для можливої модернізації парку вагонів метрополітену та поліпшення їх експлуатаційних характеристик.

Список використаних джерел

1. Панченко С. В., Бабаєв М. М., Блиндюк В. С., Нерубацький В. П. Конструкція та динаміка електричного рухомого складу. Ч. 1: підручник. Харків: УкрДУЗТ, 2018. 280 с.
2. Панченко С. В., Бабаєв М. М., Блиндюк В. С., Нерубацький В. П. Конструкція та динаміка електричного рухомого складу. Ч. 2: підручник. Харків: УкрДУЗТ, 2018. 204 с.
3. Дворецький В. І., Демченко Ю. В., Явощина О. Ф., Федоренко В. І. Технологія відновлювального ремонту і модернізації рам візків вагонів метрополітену. *Наука та інновації*. 2007. Т. 3, № 2. С. 29–33.
4. Басов Г. Г., Яцько С. І. Розвиток електричного моторвагонного рухомого складу. Ч. 2: навч. посіб. Харків: Апекс+, 2005. 248 с.
5. Гетьман Г. К., Голік С. М. Тягові передачі електрорухомого складу. Дніпро: Акцепт ПП, 2020. 296 с.
6. Попов А. Ф., Пахар Т. В., Паржницький О. В., Шулепіна Г. Ю. Основи слюсарної справи: навчальний посібник. Чернівці: Букрек, 2020. 224 с.
7. ЦШ-0001 Інструкція з сигналізації на залізницях України. Київ, 2008. 159 с.
8. ЦД-0058 Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України. Київ, 2005. 462 с.
9. Збірник нормативних документів для локомотивних бригад. Київ, 2004. 176 с.
10. Гетьман Г. К. Теорія електричної тяги : підручник: у 2 т. Дніпро: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2014. Т. 1. 578 с.
11. Гетьман Г. К. Теорія електричної тяги : підручник: у 2 т. Дніпро: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2015. Т. 2. 490 с.
12. Правила технічної експлуатації залізниць України. Київ, 2002. 132 с.