

Український державний університет залізничного транспорту
Механіко – енергетичний факультет
Кафедра: «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ТЯГОВИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ЕЛЕКТРИЧНОГО МОТОРВАГОННОГО
РУХОМОГО СКЛАДУ З БОРТОВИМ НАКОПИЧУВАЧЕМ ЕНЕРГІЇ

Пояснювальна записка і розрахунки

до кваліфікаційної роботи

МРМ. 273.52.03.25.01 ПЗ

Розробив студент групи 214-ЕЕ-Д24

Рівень вищої освіти: другий

Ступінь вищої освіти: магістр

Спеціальність: 273 Залізничний транспорт

Освітня програма: Електровози та електропоїзди

Глемба А.А.

Керівник: доцент Яцько С.І.

Рецензент: доцент Карпенко Н.П.

2025

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет: механіко-енергетичний

Кафедра: електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

Другий (магістерський) рівень вищої освіти

Спеціальність: 273«Залізничний транспорт»

Освітня програма: «Електровози та електропоїзди»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук

_____ М.М. Бабаєв
(підпис)

« ____ » _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Глемби Андрія Андрійовича

1 Тема «Тяговий електропривод електричного моторвагонного рухомого складу з бортовим накопичувачем енергії», керівник Яцько Сергій Іванович, доцент, затверджені наказом по механіко - енергетичному факультету від 06 жовтня 2025 року № 52.

2 Строк подання студентом закінченої роботи «10»січня 2026 року.

3 Вихідні дані Електричний рухомий склад (електропоїзд) типу ЭР, ЕПЛ призначений для експлуатації на електрифікованих ділянках змінного та постійного струму. Основне обладнання тягового електроприводу електропоїздів розміщено на моторному вагоні. Тягові колекторні електричні двигуни послідовного збудження. Швидкість руху регулюється зміною напруги на ТЕД і ослабленням їхнього магнітного поля. Електричне гальмування реостатне та рекуперативно-реостатне.

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

1) Електричний моторвагонний рухомий склад приміського сполучення залізниць України та перспективи його удосконалення

2) Оцінка впливу умов експлуатації на співвідношення спожитої енергії на тягу і отриманої при рекуперації

3) Вибір схеми модернізованого тягового електроприводу

4) Система електричного гальмування з бортовим накопичувачем енергії

5) Економічний розділ

5 Перелік графічного матеріалу

1 Основні технічні характеристики електропоїздів (2 ілюстрації);

2 Схеми тягового електроприводу електричного рухомого складу;

3 Схема тягового електроприводу підвищеної ефективності(2 ілюстрації);

4 Імітаційна модель системи тягового електроприводу

5 Результати досліджень системи тягового електроприводу на імітаційній моделі (2 ілюстрації)

6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний розділ	Уткіна Ю.М., доцент,к.е.н..		

7 Дата видачі завдання «__» вересня 202 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1 Електричний моторвагонний рухомий склад приміського сполучення залізниць України та перспективи його удосконалення	15.10.2025	
2 Оцінка впливу умов експлуатації на співвідношення спожитої енергії на тягу і отриманої при рекуперації	15.11.2025	
3 Вибір схеми модернізованого тягового електроприводу	30.11.2025	
4 Система електричного гальмування з бортовим накопичувачем енергії	20.12.2025	
5 Економічний розділ	30.12.2025	

Студент _____ А. А. Глемба

Керівник _____ С.І. Яцько

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 85 аркушів пояснювальної записки формату А4, у тому числі 45 рисунків, 15 таблиць, 12 літературних джерела.

Ключові слова: електричний моторвагонний рухомий склад, система керування, тяговий двигун, накопичувач енергії.

Об'єктом дослідження є процес функціонування тягового електроприводу електричного рухомого складу в режимі приміського сполучення.

Метою дослідження є пошук рішень по модернізації штатного тягового електроприводу електричного рухомого складу з метою його удосконалення.

У кваліфікаційній роботі розглянуто варіанти модернізації електричного рухомого складу з тяговим електроприводом. Запропоновано схему тягового електропривода з живленням від контактної мережі як постійного струму, так і змінного промислової частоти та систему з накопиченням енергії в режимі електричного гальмування.

ABSTRACT

This qualification paper includes 94 sheets of A4 explanatory note, including 46 pictures, 6 tables, 8 literary sources.

Keywords: electric multiple unit rolling stock, control system, traction motor, energy storage.

The object of the study is the process of functioning of the traction electric drive of electric rolling stock in suburban service mode.

The purpose of the study is to find solutions for the modernization of the standard traction electric drive of electric rolling stock in order to improve it.

The qualification work considers options for the modernization of electric rolling stock with a traction electric drive. A scheme of a traction electric drive powered by a contact network of both direct current and alternating industrial frequency and a system with energy storage in the electric braking mode are proposed.

Зміст

		Стор.
	Вступ.....	6
1	Електричний моторвагонний рухомий склад приміського сполучення залізниць України та перспективи його удосконалення	7
1.1	Основа конструктивних концепцій електропоїздів	7
1.2	Аналіз характеристик тягового електропривода електричного моторвагонного рухомого складу приміського сполучення	8
1.3	Визначення пріоритетів щодо підвищення привабливості приміського електричного моторвагонного рухомого складу.	20
2	Оцінка впливу умов експлуатації на співвідношення спожитої енергії на тягу і отриманої при рекуперації.....	25
3	Вибір схеми модернізованого тягового електроприводу.....	49
4	Система електричного гальмування з бортовим накопичувачем енергії.....	58
5	Економічний розділ	74
	Висновки.....	82
	Перелік використаних джерел.....	84
	Додаток.....	85

МРМ. 273.52.03.25.01 ПЗ				
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Глемба</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Яцько</i>		
<i>Реценз.</i>		<i>Капченко</i>		
<i>Н. Контр.</i>				
<i>Затверд.</i>		<i>Бабаєв</i>		
Тяговий електропривод електричного моторвагонного рухомого складу з бортовим накопичувачем енергії			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>
			<i>УкрДУЗТ</i>	

ВСТУП

В даній кваліфікаційній роботі розглянуто питання удосконалення тягового електроприводу існуючого парку електропоїздів приміського сполучення. Відомо, що залізницями України використовуються системи живлення електричної тяги як постійного, так і змінного струму промислової частоти 50 Гц, і при цьому електропоїзди обладнані лише однією з названих систем живлення. Це звужує поле використання конкретного електропоїзда.

Для поліпшення послуг, що надаються споживачам, доцільно в місцях сполучення різних систем застосовувати електропоїзди обладнані електроприводом двосистемного живлення. Слід зазначити, що двосистемне живлення передбачено на сучасних електропоїздах міжрегіонального швидкісного сполучення.

Крім цього, актуальним є питання зниження витрат електроенергії на тягу. Одним з варіантів рішення його може бути використання накопичувачів енергії для реалізації акумулювання енергії в режимі електричного гальмування та повторного її використання.

ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи показано, що тяговий електропривод електропоїздів приміського сполучення, який експлуатується залізницями України, потребує модернізації із-за зростання експлуатаційних витрат.

На основі проведених досліджень запропоновано варіант переобладнання електропоїздів в електропоїзди з двосистемним живленням, впровадження тягових трансформаторів підвищеної частоти, імпульсне регулювання напруги живлення тягових електродвигунів та акумулювання енергії в накопичувачі при гальмуванні з подальшим її використанням для забезпечення умов комфорту споживачів.

При цьому пропонується впровадження плавного регулювання струму якоря тягових електродвигунів як в режимі тяги так і в режимі гальмування шляхом заміни електромеханічного комутатора (силового контролера) на статичний перетворювач.

Проведені в середовищі програмного середовища MATLAB дослідження запропонованої схеми модернізованого електроприводу електропоїзда підтвердили її працездатність. Крім того, представлена імітаційна модель дозволяє оцінити завантаженість обладнання модернізованого тягового електроприводу та перспективність запропонованого технічного рішення.

Список використаних джерел

1. Басов Г.Г., Яцько С.І. Розвиток електричного мотовагонного рухомого складу. Ч.2 – Харків: «Апекс+», 2005.- 248с.
2. Електропоїзд ЕПЛ9Т. Технічні умови ТУ У 35.2-05763797-027-2002
3. Електропоїзд ЕПЛ2Т. Технічні умови ТУ У 35.2-05763797-024-2002
4. Кірпа Г.М. Інтеграція залізничного транспорту України у європейську транспортну систему: Монографія.- 2-ге вид., переробл. і допов. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. В. Лазаряна, 2004. – 248 с.
5. <https://geniusrevive.com/aleks-osborn-avtor-brejnstorminga-i-metoda-tvorcheskogo-resheniya-problem/>
6. Пойа Д. Как решать задачу / Д.Пойа. - Львов : журнал «Квантор», 1991. - 214 с.: ил.
7. <https://gemini.google.com/app/895920ae9ffdbaf9?hl=uk>
8. https://www.szcorey.com/energy-storage-system.html?gad_source=1&gad_campaignid=23023922532&gbraid=0AA AABBcBwlnMLGwkF9Ju6Fjq6Se7P4MQM&gclid=Cj0KCQiApL7KBhC7ARIsAD2Xq3BFeY7EW8Ilqm16FrGDr82hsdpb5GvXHt_2Ke3exeCFUeIQ9TxP7oUaAp0pEALw_wcB
9. Забарилло Д.О. Підвищення ефективності електрорухомого складу подвійного живлення з асинхронним тяговим приводом: автореф. дис. канд. техн. наук 05.22.09/ Забарилло Дмитро Олександрович - Дніпропетровськ, 2014.- 28
10. Системи електропостачання рухомого складу залізниць і метрополітенів [Текст]: підручник /С.В. Панченко, В.С. Блиндюк, М.М. Бабаєв, С.І. Яцько, Я.В. Ващенко – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – 308 с., рис. 254, табл..4. ISBN 978-617-654-093-9
11. Yatsko S. Development of strategies for reducing traction energy

consumption by electric rolling stock / Serhiy Yatsko, Yaroslav Vashchenko, Anatoliy Sydorenko // Computational Problems of Electrical Engineering. — Lviv : Lviv Politechnic Publishing House, 2019. — Vol 9. — No 1. — P. 44–52.

12. <https://gemini.google.com/app/0f6c164fe2bff72a?hl=uk>

Додаток

Ілюстративний матеріал до кваліфікаційної роботи
«ТЯГОВИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ЕЛЕКТРИЧНОГО МОТОРВАГОННОГО
РУХОМОГО СКЛАДУ З БОРТОВИМ НАКОПИЧУВАЧЕМ ЕНЕРГІЇ»

МРМ. 273.52.03.25.01 ПЗ

Розробив студент групи 214-ЕЕП-Д24

Рівень вищої освіти: другий

Ступінь вищої освіти: магістр

Спеціальність: 273 Залізничний транспорт

Освітня програма: Електровози та електропоїзди

Галемба А.А.