

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
Український державний університет залізничного транспорту

# РУХОМИЙ СКЛАД НОВОГО ПОКОЛІННЯ: ІЗ ХХ В ХХІ СТОРІЧЧЯ

Тези ІІІ міжнародної науково-практичної конференції



Харків 2023 р.

III міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 22–23 листопада 2023 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2023. – 123 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та машинобудівної галузей за трьома напрямками:

- вагони: конструкція та експлуатація;
- енергозбереження на залізничному транспорті;
- тяговий рухомий склад.

## ЗМІСТ

### Секція

## ВАГОНИ: КОНСТРУЮВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ

Підконтрольна експлуатація рухомого складу. Актуальні питання <i>М. О. Багров</i> .....	9
Підконтрольна експлуатація як складова оцінки відповідності рухомого складу вимогам технічного регламенту <i>Н. П. Герко, К. Л. Жихарцев, Ж. О. Семко</i> .....	11
Дослідження технічного стану несучих металоконструкцій вагонів тягового електрорухомого складу залізниці Грузії <i>Ю. С. Павленко, О. М. Білецький, О. І. Войтенко</i> .....	13
Дослідження міцності вантажних вагонів із зварною хребтовою балкою <i>А. О. Сулим, П. О. Хозя, С. О. Столетов, О. О. Мельник</i> .....	15
Проблемні питання подальшого розвитку галузі вантажного вагонобудування <i>О. М. Сафронов, А. О. Сулим, В. В. Ільчишин</i> .....	17
Перспективи удосконалення конструкції вантажних вагонів <i>А. О. Сулим, А. М. Стринжа, В. М. Полулях, В. В. Федоров</i> .....	19
Способи керування енергетичними процесами на рухомому складі метрополітену з конденсаторними накопичувачами <i>А. О. Сулим</i> .....	21
Simulation of the dynamics of oscillations of one model of the rail carriage <i>V.V. Kovalchuk</i> .....	23
Аналіз можливості використання термоелектричних елементів для рухомого складу залізниць <i>А. Л. Пуларія</i> .....	24
Прогнозування відмов буксових вузлів вантажних вагонів <i>І. Е. Мартинов, О. Л. Шарий</i> .....	26

**СПОСОБИ КЕРУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ НА  
РУХОМОМУ СКЛАДІ МЕТРОПОЛІТЕНУ З КОНДЕНСАТОРНИМИ  
НАКОПИЧУВАЧАМИ**

**METHODS OF ENERGY PROCESSES MANAGEMENT ON METRO  
ROLLING STOCK WITH CAPACITOR ENERGY STORAGES**

*К.т.н., А. О. Сулим*

*Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут  
вагонобудування» (ДП «УкрНДІВ») (м. Кременчук)*

*В. О. Sulym PhD (Tech.)*

*State Enterprise “Ukrainian Scientific Railway Car Building  
Research Institute” (SE “UkrNDIV”) (Kremenchuk)*

Першочерговим напрямком поліпшення техніко-економічних характеристик рухомого складу метрополітену є впровадження на ньому енергозберігаючих технологій, енергоощадних систем і обладнання. Особливо актуальним питання заощадження енергоресурсів постало після повномасштабного вторгнення військ російської федерації, коли розпочалось знищення об'єктів енергетичної інфраструктури. Одним із перспективних напрямків подальшого розвитку рухомого складу метрополітену є впровадження на ньому конденсаторних накопичувачів. Впровадження цих накопичувачів дозволить заощадити на рівні 8–40 % обсягів електроенергії, що споживається цим рухомим складом [1, 2].

Встановлено, що останнім часом роботи за цим напрямком активно публікуються та є актуальними. За результатами цих досліджень визначено, що на даний час найбільш перспективним виглядає застосування конденсаторних накопичувачів незначної потужності та енергоемності. При цьому одним із важливих завдань подальших досліджень є розробка ефективної системи керування енергетичними потоками. Детальний аналіз існуючих досліджень [1–4] дозволив встановити, що питанню синтезу способів керування енергетичними процесами на рухомому складі метрополітену достатньої уваги не приділялось. Тому, в цій роботі поставлено за мету розглянути саме це питання.

За результатом проведення робіт за цим напрямком виконано наступне.

1. Вперше запропоновано нову концепцію керування енергетичними процесами на рухомому складі метрополітену з конденсаторними накопичувачами, яка передбачає можливість використання накопиченої енергії як за штатної роботи системи енергозабезпечення, так і аварійної за відсутності живлення в контактній мережі, що в цілому дозволить підвищити безпеку руху та ефективність перевізного процесу в метрополітені.

2. Синтезовано три способи керування енергетичними процесами під час

руху поїзда метрополітену в режимі тяги за штатної роботи системи енергозабезпечення:

- за максимального використання накопиченої електроенергії та мінімального споживання електроенергії з контактної мережі;

- за швидкістю руху поїзда метрополітену або обмеження споживання електроенергії з контактної мережі;

- за обмеження споживання електроенергії з контактної мережі залежно від заданої сили тяги, завантаженості та кількості накопиченої енергії.

Проаналізовано переваги і недоліки кожного із синтезованих способів керування. Встановлено, що найбільш перспективними є способи, за яких відбувається максимальне використання накопиченої електроенергії та обмежується споживання електроенергії з контактної мережі залежно від заданої сили тяги, завантаженості та кількості накопиченої енергії.

Також синтезовано способи керування енергетичними процесами під час руху поїзда в режимі гальмування за штатної роботи системи енергозабезпечення та в режимі тяги – за аварійної роботи (відсутнє живлення в контактній мережі).

3. Розроблено алгоритм керування енергетичними процесами для синтезованих способів керування під час руху поїзда метрополітену з конденсаторними накопичувачами в режимі тяги, вибігу, рекуперативного гальмування за штатної та аварійної роботи системи енергозабезпечення метрополітену.

4. Досліджено енергетичні процеси на прикладі характеристик заданого типу конденсаторного накопичувача та поїзда метрополітену, що складається з вагонів моделей 81-7080, 81-7081, 81-7081-01, що дозволило визначити закономірності енергообмінних процесів між контактною мережею, силовим електричним обладнанням поїзда та конденсаторними накопичувачами залежно від застосованого способу керування та режиму ведення поїзда з урахуванням прийнятих ідеалізованих припущень.

Подальші дослідження необхідно зосередити на розробці імітаційної моделі в середовищі MATLAB для дослідження енергетичних процесів на рухомому складі з конденсаторними накопичувачами як за штатної, так і аварійної роботи системи енергозабезпечення метрополітену, з метою оцінки ефективності кожного із синтезованих способів керування енергією.

[1] Сулим, А.О. (2023). Підвищення ефективності використання електроенергії рекуперативного гальмування поїздів метрополітену шляхом впровадження бортових ємнісних накопичувачів енергії : монографія / А.О. Сулим. Кременчук: ДП «УкрНДІВ», 105 с.

[2] Khodaparastan M., Mohamed Ahmad A., Brandauer W. (2019). Recuperation of regenerative braking energy in electric rail transit systems. *IEEE Transaction on Intelligent Transportation Systems*, 20, 8, 2831–2847. <https://doi.org/10.1109/TITS.2018.2886809>

[3] Yatsko, S., Sidorenko, A., Vashchenko, Ya., Lyubarskyi, B., Yeritsyan, B. (2019). Method to improve the efficiency of the traction rolling stock with onboard energy storage. *International journal of renewable energy research*, 9, 2, 848–858.

[4] Ratniyomchai, T., Hillmansan, S., Tricoli, P. (2014). Recent developments and applications of energy storage devices in electrified railways. *IET Electr. Syst. Transp.*, 4, 1, 9–20. <https://doi.org/10.1049/iet-est.2013.0031>