

3. Живлення обмотки збудження збуджувача здійснюється від бортової мережі або акумуляторної батареї тепловоза.

Для усунення цих недоліків пропонується розробити та впровадити блок регулювання напруги збуджувача типу ВС-650У2 – БРН-В.

Блок регулювання напруги збудника має забезпечувати:

- гальванічну розв'язку між вхідною та вихідною напругою на рівні не менше 1000 В;

- самозбудження збуджувача у всьому робочому діапазоні обертання колінчатого валу дизеля;

- підтримання напруги збудника залежно від частоти вхідної напруги в нормальному режимі роботи тепловоза;

- підтримка напруги збуджувача в залежності від частоти вхідної напруги в аварійному режимі роботи тепловоза;

- обмеження струму збудження збуджувача на рівні  $1,15I_{ном}$  за сигналом із шунта RS10;

- швидкодіючий захист від вихідних струмів короткого замикання, що перевищують  $1,25I_{ном}$ ;

- індикацію режимів роботи та захисту як на лицьовій панелі блоку за допомогою світлодіодів, так і зовнішню (індикатори на панелі машиніста).

При розробці блоку необхідно передбачити два виконання як з цифровою локомотивною мережею (блок обладнаний каналом зв'язку типу CAN), так і зі стандартною (релейно-контакторна схема управління).

[1] Курилкін Д.М. Визначення витрат енергії на збудження тягового генератора за даними мікропроцесорних систем управління для прогнозування тягової характеристики локомотива // Бюлетень результатів наукових досліджень. - 2022. - Вип. 1. - С. 103-117. DOI: 10.20295/2223-9987-2022-1-103-117

**УДК 629.42.016.2**

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ПОЇЗДІВ**

### **INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF THE USAGE OF HIGH- SPEED TRAINS**

*д. т. н. Д. С. Жалкін, магістри С. Л. Вальков,  
К. О. Москвицький, С. Л. Ткаченко*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*D. Zhalkin, D.Sc. (Tech.), S. Valkov, K. Moskvyytskyi,  
S. Tkachenko, master students*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

У всьому світі розвиток високошвидкісного руху тягне за собою обов'язковий розвиток регіону, який виражається у створенні нових робочих місць, регіональному розвитку прилеглих територій, освоєнні та розвитку інноваційних технологій, загальної задоволеності населення якістю та безпекою

транспортного забезпечення, збільшенні пасажирообігу та вантажообігу всередині країни та за її межами.

Закордонний досвід показує, що досягнення вищезазначених цілей можливе на основі організації комплексного підходу до створення інфраструктури та застосування сучасних технічних засобів, матеріалів та технологій для реалізації швидкісного та високошвидкісного руху.

Зниження енерговитрат на може бути досягнуто декількома шляхами: методами енергооптимального нормування, розробкою та впровадженням систем енергооптимального автоматичного ведення поїзда, підвищенням енергоефективності тягового рухомого складу, підвищенням енергоефективності джерел електропостачання тощо.

Важливим напрямом зменшення енерго-ресурсоспоживання та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище є впровадження енергоощадних режимів руху. При вирішенні задачі енергооптимального автоматичного ведення поїзда використовуються різні методи оптимізації: класичне варіаційне літочислення, принцип максимуму Л.С. Понтрягіна, дискретний варіант методу динамічного програмування, чисельні методи нелінійного програмування, методи штучних нейронних мереж (ШНС).

Для отримання найбільшого ефекту тягова система моторвагонного рухомого складу має будуватися з використанням енергоефективного тягового електрообладнання. На сьогодні найпоширенішим є застосування тягових асинхронних електродвигунів. У дослідній експлуатації знаходиться рухомий склад, обладнаний тяговими синхронними електродвигунами з постійними магнітами [3].

Щодо перетворювальної техніки, то покращення її енергетичних показників пов'язане як із застосуванням сучасної елементної бази, так і удосконаленням схемотехнічних рішень та алгоритмів управління, що в цілому впливає на енергетичні показники тягового електроприводу [5].

Ключовою технологією для зниження споживання паливно-енергетичних ресурсів є рекуперація енергії при електродинамічному гальмуванні. На електропоїздах та дизель-поїздах з електричною передачею потужності інтеграція накопичувача енергії до тягової системи здійснюється достатньо просто [4]. Для дизель-поїздів в гідравлічній передачі необхідно застосування допоміжного обладнання, наприклад, системи Hybrid PowerPack від MTU [2].

Застосування бортових накопичувачів дозволяє:

- виключити роботу первинного джерела енергії у режимах з високою витратою паливно-енергетичних ресурсів чи неякісним споживанням енергії;
- збільшити потужність силової енергетичної установки без збільшення потужності первинного джерела енергії;
- здійснити автономний рух з непрацюючим первинним джерелом енергії, включаючи повне його виключення зі складу тягової системи.

Специфікою електричного транспорту є підведення енергії через ковзний контакт між струмоприймачем і контактною підвіскою, тому з підвищенням швидкостей руху збільшується потужність рухомого складу, виникають

резонансні коливання, при цьому значення струмів, що знімаються полозом, зростають (особливо при постійному струмі), що вимагає вдосконалення існуючих елементів та вузлів струмоприймачів.

На підставі проведеного аналізу конструкцій відомих швидкісних струмоприймачів електрорухомого складу виявлено такі шляхи підвищення їх здатності витримувати механічні та електричні навантаження:

- підресорювання окремих рядів контактних елементів;
- збільшення числа контактних елементів на полозах;
- поліпшення електричних і динамічних властивостей контактних елементів струмоприймачів;
- покращення умов відведення струму, що знімається, з контактних елементів і каркасів полозів та охолодження контактних елементів.

Таким чином, для підвищення енергоефективності наявного моторвагонного рухомого складу необхідне застосування сучасного обладнання та бортової системи накопичення енергії, а також впровадження енергоощадних алгоритмів стратегій та алгоритмів управління тяговою системою та рухом поїзду.

[1] Leska, M. Comparative calculation of the fuel-optimal operating strategy for diesel hybrid railway vehicles: / M. Leska, H. Aschemann, M. Melzer, M. Meinert // Appl. Math. Comput. Sci. 2017. -Vol. 27. No. 2. P. 323-336.

[2] MTU HYBRID POWERPACK. MTU. URL: <https://www.mtusolutions.com/cn/en/applications/rail/railcar-powerpacks/hybrid-powerpack.html> (дата звернення: 13.11.2023)

[3] Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM). Toshiba. URL: <https://www.global.toshiba/ww/products-solutions/railway/rolling-stock/pmsm.html> (дата звернення: 13.11.2023).

[4] Hybrid Locomotive Equipped with Energy-Saving Electrical Equipment for European Market. Toshiba URL:[https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/migration/infraolution/www/infrastructure/en/railway/assets/pdf/Toshiba%20Review%20\(Hybrid%20Locomotive\).pdf](https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/migration/infraolution/www/infrastructure/en/railway/assets/pdf/Toshiba%20Review%20(Hybrid%20Locomotive).pdf) (дата звернення: 09.11.2023).

[5] Hou-Tsan Lee, Li-Chen Fu, Su-Hau Hsu Adaptive SPR speed/position control of induction motor / IFAC Proceedings Volumes, Volume 35, Issue 1, 2002, P. 513-518.

**УДК 629.42.016.2**

## **ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ РОБОТИ МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ**

### **INCREASING OF THE FUEL ECONOMY AND RELIABILITY OF OPERATION FOR THE SHUNTING LOCOMOTIVES**

***д. т. н. Д. С. Жалкін, магістри С. М. Карачун,  
М. С. Романченко***

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

***D. Zhalkin, D.Sc. (Tech.), S. Karachun,  
M. Romanchenko, master students***

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Для всіх умов експлуатації маневрових тепловозів характерна тривала робота силової установки при невеликому навантаженні та на холостому ході. Це пояснюється специфікою роботи маневрового тепловоза, що характеризується тривалою роботою в режимі прогріву та підтримки робочої