

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ ТЯЗІ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ БОРТОВИХ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ

В. П. НЕРУБАЦЬКИЙ¹, *к.т.н., доцент*

e-mail: NVP@i.ua

Д. А. ГОРДІЄНКО¹, *аспірант*

¹⁾ *Український державний університет залізничного транспорту,*

м. Харків

e-mail: D.Hordiienko@i.ua

Вступ

Завдяки стрімкому зростанню ринку акумуляторних батарей для використання на транспортних засобах, промисловості та інших сферах застосування в останні роки, продуктивність акумуляторних батарей (ємність і потужність) продовжує покращуватися, а витрати падають [1]. Це надає можливість для застосування поїздів з акумуляторними батареями, що можуть використовуватися на залізничних коліях з похилою місцевістю та невеликою довжиною неелектрифікованої лінії [2].

Перебуваючи на електрифікованих ділянках залізничної лінії, поїзди заряджають свої бортові акумуляторні батареї великої ємності, а потім використовують енергію для руху поїзда та живлення допоміжних систем. Оскільки це усуває потребу в двигуні внутрішнього згорання, поїзди мають бути значно енергоефективнішими, з кращими екологічними показниками та меншими вимогами до обслуговування, ніж дизельні поїзди.

Основна частина

Рекуперативне гальмування працює за допомогою використання тягового двигуна як генератора під час уповільнення. Рекуперативна енергія повертається до повітряних контактних ліній, щоб її можна було повторно використати для прискорення поїзда, що йде поруч [3, 4]. Однак ця рекуперативна енергія може не повністю використовуватися в період непікового навантаження, коли на лінії мало поїздів.

Енергоефективність досягається максимально, коли вся гальмівна сила, що необхідна для уповільнення поїзда до зупинки, забезпечується рекуперативним гальмом. Однак на високих швидкостях силу гальмування обмежено вихідними характеристиками двигуна. Оскільки ця складова гальмівної сили, яку рекуперативне гальмо не може забезпечити на високих швидкостях, забезпечується пневматичним гальмом, економія енергії є меншою, ніж могла б бути. Відповідно, проблема полягає в обмеженні продуктивності характеристики двигуна.

У випадку, коли немає поїздів, які можуть отримати рекуперативну електроенергію, для поглинання використовуються акумуляторні батареї. Потім збережена енергія повторно використовується під час наступного прискорення поїзда, щоб зменшити споживання енергії інвертором.

Можливо два потенційні місця для встановлення акумуляторних батарей – на рухомому складі або на узбіччі (рис. 1).

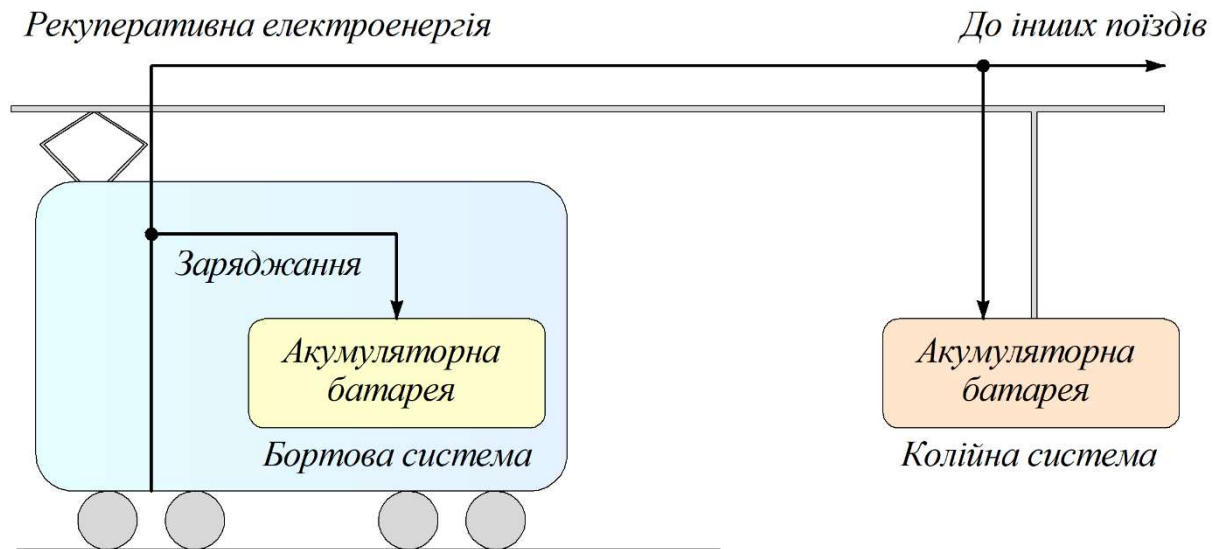


Рисунок 1 – Схема передачі рекуперативної електроенергії

Інвертор працює під невеликим навантаженням таким чином, щоб зменшити рекуперативний струм. Незважаючи на те, що це мінімізує зростання напруги фільтруючого конденсатора, при цьому зменшується сила рекуперативного гальмування, і відповідно, менше виробництво рекуперативної енергії.

За допомогою рекуперативного гальма з ефективною швидкістю розширюється робочий діапазон рекуперативного гальмування до вищих швидкостей за допомогою акумуляторних батарей для підвищення напруги постійного струму інвертора, тим самим збільшуючи вихідну потужність двигуна та інвертора без зміни струму через різні компоненти.

Висновки

Завдяки використанню бортових акумуляторних батарей на рухомому складі передбачається зменшення споживання палива дизель-поїздів, що курсують на неелектрифікованих залізничних лініях. Підвищення енергоефективності рухомого складу та економії енергії забезпечується поглинанням рекуперативної електроенергії та гальмуванням з ефективною швидкістю в процесі експлуатації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Plakhtii O., Nerubatskyi V., Mashura A., Hordiienko D. The analysis of mathematical models of charge-discharge characteristics in lithium-ion batteries. *2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO)*. 2020. P. 635–640. DOI: 10.1109/ELNANO50318.2020.9088827.
2. Nerubatskyi V. P., Plakhtii O. A., Hordiienko D. A., Syniavskyi A. V., Philipjeva M. V. Use of modern technologies in the problems of automation of data collection in intellectual power supply systems. *Modern engineering and innovative technologies*. 2022. Issue 19. P. 38–51. DOI: 10.30890/2567-5273.2022-19-01-058.
3. Khodaparastan M., Mohamed A., Brandauer W. Recuperation of Regenerative Braking Energy in Electric Rail Transit Systems. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 2019. Vol. 20, No. 8. P. 2831–2847. DOI: 10.1109/TITS.2018.2886809.
4. Chen Y., Chang Y., Cheng J., Yu W., Lin C. Regenerative braking-driving control system. *2018 13th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA)*. 2018. P. 887–892. DOI: 10.1109/ICIEA.2018.8397838.