

Висновки

Вдосконалення гальмівних систем сучасних автомобілів з одного боку веде до підвищення їх надійності та ефективності, зменшення кількості компонентів. З іншого боку, потребують модифікації і алгоритми керування виконавчими елементами гальмівної системи у різних режимах гальмування та реалізації систем допомоги водію. Робота присвячена аналізу математичних моделей електромеханічних виконавчих органів сучасних типів гальмівних систем.

Література

1. Schrade, Simon & Nowak, Xi & Verhagen, Armin & Schramm, Dieter. (2022). Short Review of EMB Systems Related to Safety Concepts. *Actuators*. 11. 214. 10.3390/act11080214.
2. Gong, Xiaoxiang & Ge, Weiguo & Yan, Juan & Zhang, Yiwei & Gongye, Xiangyu. (2020). Review on the Development, Control Method and Application Prospect of Brake-by-Wire Actuator. *Actuators*. 9. 15. 10.3390/act9010015.
3. Li, Wenfei & Wang, Ming & Huang, Chao & Li, Boyuan. (2024). A Survey of Hybrid Braking System Control Methods. *World Electric Vehicle Journal*. 15. 372. 10.3390/wevj15080372.
4. Vignati, Michele & Belloni, Mattia & Tarsitano, Davide & Sabbioni, Edoardo. (2021). Optimal Cooperative Brake Distribution Strategy for IWM Vehicle Accounting for Electric and Friction Braking Torques. *Mathematical Problems in Engineering*. 2021. 1-19. 10.1155/2021/1088805.
5. Yu, Peng & Sun, Zhaoyue & Xu, Haoli & Ren, Yunyun & Chan, Ruby. (2023). Design and Analysis of Brake-by-Wire Unit Based on Direct Drive Pump–Valve Cooperative. *Actuators*. 12. 360. 10.3390/act12090360.

МОДЕЛЮВАННЯ АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ СУМІЩЕНИХ ІНВЕРТОРІВ ДВОМОТОРНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Нечаус Андрій Олександрович, канд. техн. наук, доцент каф. АЕ,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: nechaus@ukr.net, ORCID: 0000-0001-8833-0802

Шевченко Олександр Владиславович, студент,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: shevchenko220603@gmail.com

Використання у складі силової установки електромобіля двох тягових двигунів, наприклад, у вигляді мотор-колеса вимагає застосування двох інверторів для їх роздільного керування. Однак, при цьому двократно збільшується

кількість компонентів, що відповідно призводить до збільшення маси, об'єму та вартості системи живлення. Для зменшення кількості компонентів були розроблені спеціальні схеми суміщених інверторів [1, 2], дві з яких наведені на рис. 1. Перша схема інвертора (рис. 1, а) являє собою три паралельні гілки складені з трьох послідовно ввімкнених керованих вентилів, між якими підключено виводи фазних обмоток трифазних двигунів. У іноземній літературі [3, 4] таку схему традиційно називають «nine-switch inverter».

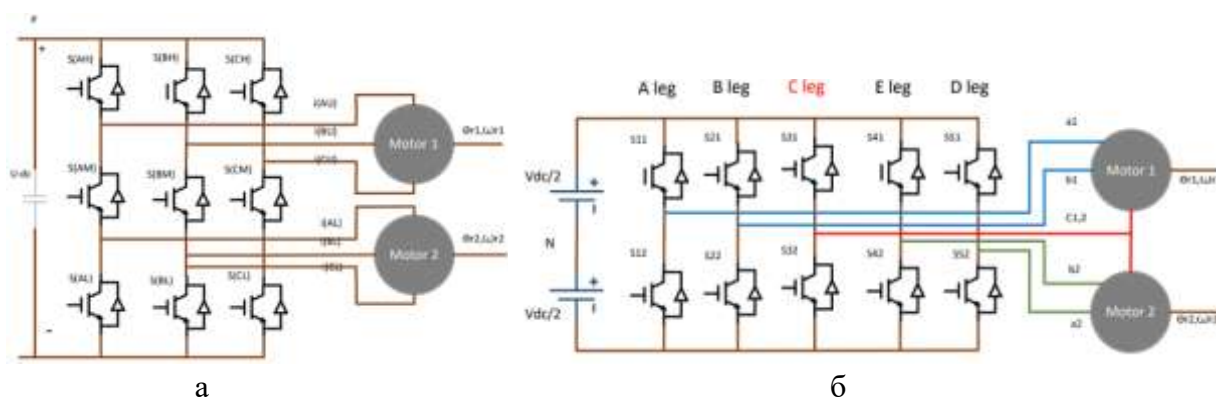


Рисунок 1 – Схеми суміщених інверторів для живлення двомоторної силової установки електромобіля [2]

Друга схема (рис. 1, б) являє собою два комплекти з чотирьох вентилів, зібраних за мостовою схемою, вони забезпечують роздільне живлення двох фаз кожної трифазної електричної машини, а окремі два вентиля утворюють фазу живлення загальну для третьої фази обох двигунів. У іноземній літературі [5-7] таку схему традиційно називають «five-leg inverter».

У проаналізованій літературі доводиться та обґрунтовується ефективність наведених схем суміщених інверторів при використанні їх не тільки у транспортному але і у промисловому використанні. Однак, аналізу надійності їх роботи у літературі не зустрічається. Запропоноване дослідження впливу на тягові характеристики електричних двигунів аварійних режимів роботи суміщеного інвертора, а також стійкості його роботи при виході з ладу окремих силових ключів, а також їх комбінацій. Як аварійні режими обрано коротке замикання у плечі схеми, та обрив плеча схеми. Дослідження проведене у програмному середовищі Matlab/Simulink. Отримані осцилограми аварійних режимів, проведено розрахунки тягових характеристик обох двигунів при різних комбінаціях аварійних станів суміщеного інвертора.

Висновки

Запропоновано реалізовану у програмному середовищі Matlab/Simulink модель, яка дозволяє проводити дослідження суміщених інверторів двомотор-

них силових установок електромобілів, включаючи їх роботу у різних режимах навантаження та аварійних режимах, пов'язаних з пошкодженнями окремих вентилів.

Література

1. Chau, K.T. (2015). Electric Vehicle Machines and Drives: Design, Analysis and Application. <https://doi.org/10.1002/9781118752555>.
2. Ghaderi Talkhab S, Asad R. (2023). Reviewing and Comparing Different Algorithms and Topologies to Control the Speed of Multi Electric Train Motors by a Drive System. IJRARE 2023; 10 (1) : 45-60. URL: <http://ijrare.iust.ac.ir/article-1-324-en.html>.
3. Li, Jinhui & Qiu, Zhijian. (2023). Research on Optimization SVPWM Method of Nine-switch Inverter for Bearingless Motor Based on Reducing Switching Times. Journal of Physics: Conference Series. 2450. 012036. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2450/1/012036>.
4. Gulbudak, Ozan & Gökdağ, Mustafa & Komurcugil, Hasan. (2021). Dual-sliding mode control of nine-switch inverter. International Transactions on Electrical Energy Systems. 31. <https://doi.org/10.1002/2050-7038.13185>.
5. Dangeam, Sirichai & Kinnares, Vijit. (2015). Five-leg voltage source inverter for driving two single-phase induction motors. 156-161. <https://doi.org/10.1109/ICEMS.2014.7013456>.
6. G. Jing and C. Zhou. (2020). Control Strategy for a Five-Leg Inverter Supplying Dual Three-Phase PMSM, in IEEE Access, vol. 8, pp. 174480-174488, 2020, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3025392>.
7. Chavan, Gayatri & S, Sridhar. (2020). Speed Control of Dual Induction Motor Using Five Leg Inverter. E3S Web of Conferences. 184. 01065. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202018401065>.

ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПУСКУ ДВЗ

Дзюбенко Олександр Андрійович, канд. техн. наук,

доцент кафедри автомобільної електроніки,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: dzyubenko.alan@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0387-4956

Лимаренко Сергій Романович, студент,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Розвиток автомобільної галузі вимагає впровадження нових технологій, які сприяють підвищенню ефективності, довговічності та екологічності транспортних засобів. Однією з ключових задач у цьому напрямку є оптимізація роботи двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ), зокрема процесу його запуску.

Система пуску повинна забезпечувати надійний запуск двигуна при різних температурних умовах експлуатації автомобіля, малу тривалість пуску, можливість повторних пусків і зручність керування.