

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА АВТОНОМНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано модернізовану систему електроприводу автономного транспортного засобу з використанням багатоканального перетворювача постійної напруги, використання якого сприяє покращенню тягових характеристик електроприводу та підвищує масогабаритні показники електромобіля, а також такий підхід дозволяє досягти оптимального балансу між напругою тягового джерела струму, кількістю акумуляторів у батареї та їх надійністю.

Ключові слова: електропривод, автономний транспортний засіб, перетворювач постійної напруги, електричний двигун.

Abstract

A modernized electric drive system for an autonomous vehicle is proposed using a multi-channel DC voltage converter, the use of which helps to improve the traction characteristics of the electric drive and increases the weight-and-dimensions of the electric vehicle, and this approach also allows achieving an optimal balance between the voltage of the traction current source, the number of batteries in the battery, and their reliability.

Key words: autonomous vehicle, DC/DC converter, electric motor.

Вступ

Основною проблемою електричних транспортних засобів сьогодні є малий запас автономного ходу на протидію традиційним транспортним засобам з двигунами внутрішнього згорання. Проблема реалізації автономного ходу зараз також актуальна для міського громадського електричного транспорту, такого як тролейбуси, трамваї та електробуси [1].

Існують різні підходи до вирішення цієї проблеми. Це і впровадження різноманітних накопичувачів енергії, реалізація гібридних енергоустановок, що поєднують у собі кілька різних джерел енергії, а також реалізація сучасних систем управління електричним тяговим приводом постійного та змінного струму.

Більшість фахівців робить висновок про те, що саме невеликий запас ходу транспортного засобу і є головною проблемою безрейкового електротранспорту. Ця проблема вирішується використанням сучасних типів накопичувачів енергії, реалізацією гібридних систем, чи реалізацією сучасних систем управління. Подальше вдосконалення систем тягового електроприводу можливе за рахунок розробки та дослідження нових алгоритмів керування. Розробка нових алгоритмів управління, дослідження особливостей їх використання в системі тягового електроприводу є актуальним завданням, яке стоїть перед фахівцями. Вирішення цього завдання призведе, зрештою, до розробки та створення енергоефективного транспортного засобу [2-3].

Мета роботи полягає в підвищенні енергетичної ефективності системи тягового електроприводу автономного транспортного засобу за рахунок раціонального вибору компонування тягової системи та використання сучасних алгоритмів керування системи електроприводу автономного транспортного засобу.

Результати дослідження

До компонентів електромобілів, як і до будь-яких інших транспортних засобів, пред'являються вимоги високої надійності безпеки. Тому до прямих перетворювачів напруги (ППН), які використовуються в схемі силового електрообладнання електромобіля також пред'являються

аналогічні вимоги при проектуванні та розрахунку. До таких вимог можна віднести такі:

- номінальна вхідна напруга перетворювача повинна відповідати напрузі блоку акумуляторної батареї;
- межі зміни вихідної напруги перетворювача повинні відповідати напрузі на вході трифазного інвертора;
- вихідна напруга перетворювача має бути стабілізованою незалежно від рівня заряду АБ;
- наявність сигнальних попереджень при підвищенні вхідних та вихідних напруг вище максимальної;
- наявність захисту та сигнальних попереджень при коротких замиканнях та перевантаженні;
- наявність системи охолодження (повітряне або рідинне);
- механічні та кліматичні чинники, при яких обернений перетворювач напруги (ОППН) повинен забезпечити безперебійну та надійну роботу;
- по функціональності ППН повинен бути двонаправленим для забезпечення зворотної передачі потужності рекуперації в гальмівних режимах електромобіля [4].

Крім перерахованих вимог система керування багатоканального перетворювача повинна мати можливість відключення будь-якого з паралельно працюючих каналів при коротких замиканнях без відключення інших працюючих перетворювачів. Дана специфічна вимога до ППН транспортного призначення пред'являється з метою забезпечення безперебійного електропостачання тягового електропривода електромобіля для того, щоб не створювати аварійні ситуації та в цілому з точки зору безпечної та надійної експлуатації.

Структурна блок-схема силової установки електромобіля з використанням ОППН приведена на рисунку 1. Важливою властивістю даних перетворювачів є оберненість, яка передає потужність рекуперації, що виробляється двигуном, назад на акумуляторну батарею.

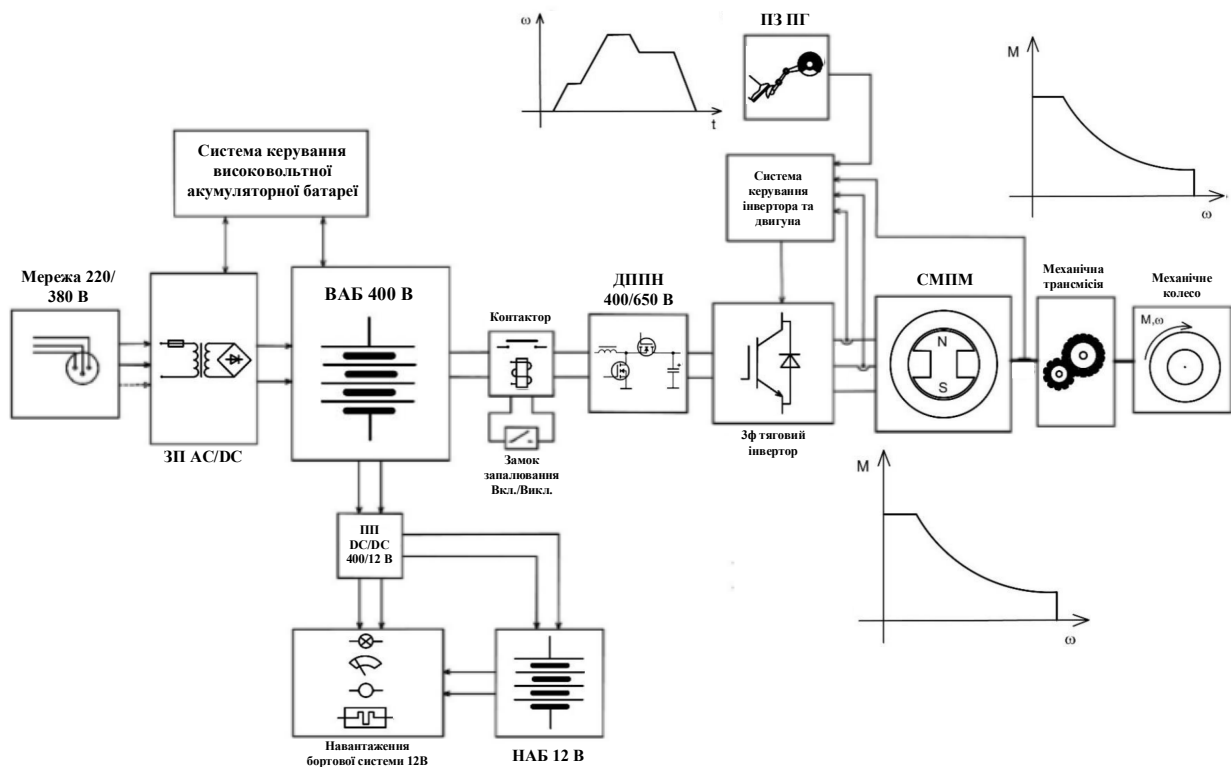


Рис. 1. Структурна блок-схема силової установки електромобіля з використанням ОППН

На рисунку 1 прийняті такі позначення: мережа 220/380 В – побутова мережа або станція швидкої зарядки; ЗП АС/DC – зарядний пристрій; ВАН 400 В – високовольтна акумуляторна батарея; ПП DC/DC 400/12В – проміжний перетворювач; ДППН – двонаправлений перетворювач постійної напруги; НАБ 12В – низьковольтна бортова акумуляторна батарея; СМММ – синхронна машина з постійними магнітами; ПЗПГ – пристрій завдання прискорення та гальмування.

Двонаправленість перетворювача постійної напруги (ППН) забезпечує можливість зворотної

передачі потужності, що виробляється тяговим електродвигуном (ТЕД) під час процесу рекуперації, назад в акумуляторну батарею (АБ) для накопичування та подальшого використання накопленої енергії. Це є важливою перевагою електричних транспортних засобів, оскільки рекуперація дозволяє значно підвищити енергоефективність транспортного засобу, знижуючи витрати енергії при гальмуванні або сповільненні.

Система, яка включає в себе двонаправлений перетворювач, дозволяє не тільки заряджати акумулятори під час рекуперації енергії, але й забезпечує зворотній процес – надання енергії в систему для живлення тягового двигуна, коли це необхідно. Це робить перетворювач ключовим елементом для оптимізації енергоспоживання та підвищення ефективності електричних транспортних засобів.

Висновки

Збільшення напруги джерела живлення за допомогою багатоканального перетворювача постійної напруги має кілька переваг. З одного боку, це сприяє покращенню тягових характеристик електроприводу та підвищує масогабаритні показники електромобіля. З іншого боку, такий підхід дозволяє досягти оптимального балансу між напругою тягового джерела струму, кількістю акумуляторів у батареї та їх надійністю. Крім того, використання багатоканального перетворювача дозволяє підвищити ефективність енергоспоживання, зменшити теплові втрати та покращити загальну довговічність електричних компонентів системи. Це, в свою чергу, позитивно впливає на зменшення витрат на обслуговування та збільшення часу роботи транспортного засобу на одному заряді.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Yu, H., Wang, Y., Bortoff, S.A., Ueda, K Energy-Efficient Trajectory Planning for a Mobile Agent by Using a Two-Stage Decomposition Approach // World Congress of the International Federation of Automatic Control (IFAC). – 2014.

2. Wang J., Yuan X., Atallah K. Design Optimization of a Surface-Mounted Permanent-Magnet Motor With Concentrated Windings for Electric Vehicle Applications // IEEE Transactions on Vehicular Technology. - 2013. - №62. - С. 1053-1064.

3. Jain M. Suitability analysis of in-wheel motor direct drives for electric and hybrid electric vehicles / M. Jain, S. S. Williamson // IEEE Electrical Power Energy Conference (EPEC). - 2009. - P. 1 - 5.

4. Migal V, Arhun S, Hnatov A, et. al (2019) Substantiating the Criteria For Assessing the Quality of Asynchronous Traction Electric Motors in Electric Vehicles and Hybrid Car. Journal of the Korean Society for Precision Engineering 10:989-999.

Шестопал Віталій Петрович — ст. гр. ЕПА-23м, Факультет електроенергетики та електромеханіки.

Вадим Сергійович Бомбик — ст. викл. кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vsbombyk@gmail.com.

Олександр Анатолійович Паянок — к.т.н., доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oapayanok@gmail.com.

Науковий керівник: **Вадим Сергійович Бомбик** — ст. викл. кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vsbombyk@gmail.com.

Schestopal Vitali P. — student of the group EPA-23m, Faculty of Electricity and Electromechanics.

Bombyk Vadym S. — senior lecturer, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vsbombyk@gmail.com.

Payanok Oleksandr A — Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oapayanok@gmail.com.

Supervisor: **Bombyk Vadym S.** — senior lecturer, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vsbombyk@gmail.com.