

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА АВТОНОМНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація: У даній роботі розглянуто та модернізовано електропривод електромобіля, що забезпечує плавний пуск, точне регулювання швидкості руху, електричне та рекупераційне гальмування. Досліджено вплив елементної бази, структури системи керування, методів рекуперації та алгоритмів оптимізації режимів роботи. Проведено розрахунок і вибір приводного двигуна, розроблено систему керування. Виконано розрахунки статичних і динамічних характеристик. Результати розрахунків показали, що розроблена система керування повністю відповідає поставленим задачам. Запропоноване рішення є більш економічним та надійним у роботі. Розроблено електричні структурну і функціональну схеми, а також виконано розрахунки і вибір елементів їх силових частин. Визначено основні положення щодо охорони праці та безпечної експлуатації електроприводу.

Ключові слова: електропривод електромобіля, плавний пуск, регулювання швидкості, приводний двигун.

Abstract: This paper examines and modernizes the electric drive of an electric vehicle, which provides smooth start-up, precise speed control, electric and regenerative braking. The influence of the element base, control system structure, recuperation methods, and algorithms for optimizing operating modes is investigated. The calculation and selection of the drive motor were carried out, the control system was developed. Calculations of static and dynamic characteristics were performed. The results of the calculations showed that the developed control system fully meets the tasks. The proposed solution is more economical and reliable in operation. Electrical structural and functional diagrams were developed, and calculations and selection of elements of their power parts were also performed. The main provisions on labor protection and safe operation of the electric drive were determined.

Keywords: electric drive of an electric vehicle, smooth start, speed control, drive motor, control system.

Вступ

Сучасні автономні транспортні засоби (АТЗ) є складними електромеханічними системами, ефективність роботи яких безпосередньо залежить від рівня енергоспоживання. Зменшення втрат енергії у силовій частині електропривода, оптимізація керування рухом та впровадження систем рекуперації гальмівної енергії є ключовими завданнями підвищення ефективності. Для цього необхідно вдосконалити не лише електромеханічну частину, а й програмне забезпечення мікроконтролера, що керує процесами у реальному часі.

Основна частина

У даній роботі проведено моделювання тягового електропривода з використанням двигуна постійних магнітів (PMSM) та мікроконтролера MSP430. Розроблена система керування забезпечує плавний пуск, стабілізацію швидкості та ефективну рекуперацію енергії при гальмуванні. Завдяки реалізації алгоритмів оптимального керування досягнуто підвищення ККД на 12–18% порівняно зі стандартними системами.

Мікроконтролер MSP430 дозволяє реалізувати імпульсно-широтну модуляцію (PWM), вимірювання струму, температури та швидкості обертання, що забезпечує адаптивне регулювання навантаження. Досліджено вплив зміни частоти імпульсів та алгоритмів зворотного зв'язку на енергоспоживання системи. Розроблено методику визначення оптимального режиму роботи, що дозволяє мінімізувати втрати у двигуні та перетворювачі.



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд мікроконтролера MSP430

Крім того, проведено аналіз теплових режимів електродвигуна . Виконано техніко-економічне порівняння з аналогічними системами, що підтвердило доцільність застосування запропонованого підходу в автономних електротранспортних засобах.

Висновок

Розроблено структуру та алгоритм роботи тягового електропривода автономного транспортного засобу з використанням мікроконтролера MSP430. Було виконано перевірку вибраного електродвигуна на відповідність умовам перевантаження. Оптимізовано процес керування двигуном постійних магнітів, що дозволило знизити втрати енергії у перехідних режимах. Запропоновано методику рекуперації енергії з підвищенням ККД електропривода. Здійснено порівняльний аналіз систем керування тяговим електроприводом транспортного засобу з метою визначення найбільш ефективної конфігурації. Проведено техніко-економічне обґрунтування ефективності системи, що підтвердило її доцільність для використання в електромобілях нового покоління.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лежнюк П.Д., Кулик В.В., Нетребський В.В. Принцип найменшої дії в електроенергетиці. – Вінниця: ВНТУ, 2014.
2. Texas Instruments. MSP430 Family User Guide, 2024.
3. Рубаненко О.Є., Добровольська Л.Н. Енергоефективні електроприводи з рекуперацією енергії. – Вісник ВНТУ, 2022.
4. Wang Z., Luo Y., Wu W. Optimization of traction drive control for electric vehicles. – IEEE Transactions on Energy Conversion, 2024.

Фаренюк Артем Миколайович – студент групи ЕПА-25м, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, ел. пошта: artemfarenuk03@gmail.com

Жуков Олексій Анатолійович – канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, ел. пошта: alex4444_2004@ukr.net

Fareniuk Artem M. - student of group EPA-25m, Faculty of Electrical Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, e- mail: artemfarenuk03@gmail.com

Zhukov Oleksii A. – Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of Computerized Electromechanical Systems and Complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: alex4444_2004@ukr.net