

ДО ПИТАННЯ АНАЛІЗУ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОПРИВОДА ВЕЛОСИПЕДА

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено аналіз сучасних тенденцій розвитку автономних транспортних засобів з використанням електричної тяги та оцінку динамічних характеристик електропривода велосипеда з метою подальшого розрахунку та вибору оптимального варіанту системи керування електроприводу даного транспортного засобу.

Ключові слова: автономні транспортні засоби, тяговий електропривод, велосипед, система керування.

Abstract

An analysis of modern trends in the development of autonomous vehicles with the use of electric traction was carried out and an assessment of the dynamic characteristics of the electric drive of the bicycle was carried out in order to further calculate and choose the optimal version of the control system of the electric drive of this vehicle.

Keywords: autonomous vehicles, traction electric drive, bicycle, control system.

Поширення енергоємних тягових акумуляторних батарей та активний розвиток електроприводів із цифровим програмним управлінням на базі мікроконтролерів створили передумови появи та широкого використання різноманітних електрифікованих індивідуальних засобів пересування. Цьому сприяв існуючий запит споживача на екологічні, компактні пристрої, які мають поєднання бажаних характеристики, а саме:

- здатність досить швидко долати відстані у декілька десятків кілометрів на одній зарядці;
- відсутність шкідливих викидів;
- безпечність роботи в умовах міських вулиць та в приміщеннях;
- досить малі габарити та маса відповідно до їх призначення;
- можливість поповнення запасів енергії на рух простим шляхом у побутових умовах;
- простота в управлінні та відсутність необхідності спеціальної підготовки;
- порівняно невисока ціна, доступна більшості споживачів.

Мета роботи полягає в проведенні аналізу сучасних тенденцій розвитку автономних транспортних засобів з використанням електричної тяги та оцінку динамічних характеристик електропривода велосипеда з метою подальшого підвищення його енергетичної ефективності за рахунок раціонального вибору конструювання електромеханічної системи та використання сучасних алгоритмів керування.

Результати дослідження

Сьогодні споживачеві пропонуються електрифіковані індивідуальні транспортні засоби з різними призначенням та технічними можливостями: електроскутери, електроколяски, електросамокати та електроскейти, електромоноколеса [1, 2]. Всі вони мають спільні риси: живлення від акумуляторної батареї, регульований тяговий електропривод, зарядний пристрій від однофазної мережі 220 В. Найлегшими з них є переносні засоби: моноколеса з гіроскопічною стабілізацією, електросамокати і електроскейти. Їхня споряджена маса не перевищує 10...15 кг, потужність електроприводу 350...800 Вт, максимальна швидкість 15...30 км/год, запас ходу 10...25 км. Управління рухом здійснюється за положенням тіла або з ручного пульта. Найбільш потужними з цієї групи транспортних засобів (до 3...5 кВт) є електроскутери та електроцикли, вони здатні розвивати високі швидкості руху як у звичайному, так і у спортивному варіанті конструкції.

Особливе місце займає найпопулярніший вид транспорту – електровелосипеди. В електровелосипедах тяговий електропривод має потужність 200...800 Вт, що пов'язано з невеликою швидкістю руху (до 20...30 км/год) та низькими вимогами щодо динаміки розгону.

Зазвичай електропривод грає допоміжну роль і застосовується разом із педальним приводом. Варіанти підключення електроприводу в роботу та алгоритми регулювання можуть бути різними та залежать від обраної функції допомоги велосипедисту.

Структура тягової електричної системи мало відрізняється від аналогічної структури електроскутерів. Вона містить тягову акумуляторну батарею (ТАБ), тяговий електродвигун (ТЕД), напівпровідниковий перетворювач із контролером управління, механічну передачу. Головні відмінності полягають у принципах використання електроприводу, його параметрах та методах керування під час руху велосипедиста [3].

Тягові батареї зазвичай літій-іонні, що пов'язано з необхідністю отримати легкий велосипед масою від 14 до 20 кг із достатнім запасом ходу. Напруга батареї 36...48, ємність 6...10 А·ч. Передбачуване використання м'язового приводу зменшує обсяг запасеної в ТАБ енергії для руху, що дозволяє додатково знизити розміри та вагу батареї.

Загальна функціональна схема електромеханічної системи (ЕМС) автоматичного керування електричного велосипеда (ЕВ) приведена на рисунку 1.

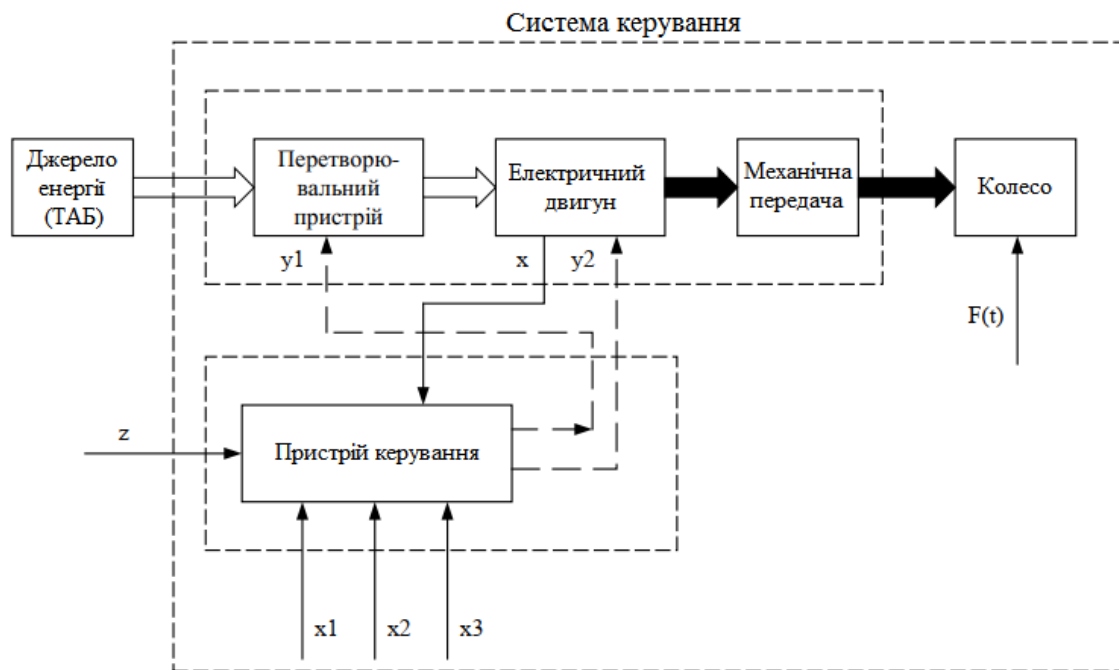


Рис. 1. Функціональна схема автоматичного керування електроприводом електричного велосипеда

Перетворювальний пристрій та пристрій керування традиційно поєднують в одну систему, яка називається контролером. Він представляє собою поєднання силового перетворювача струму і відповідної плати керування на основі мікроконтролера. Таким чином, даний прилад виконує дві основні функції – перетворення струму від джерела живлення до електродвигуна і навпаки, а також керування електроприводом та іншими елементами, якими обладнаний електровелосипед (освітлення, сигнал, моніторинг інформації про швидкість, дальність поїздки, ємність акумулятора тощо, а також інші функції, які полягають в перемиканні швидкісних режимів, увімкнення круїз-контролю, безінерційному відключенню електродвигуна, захисті і т.д.).

Система керування містить силові ключі, часто тиристори або силові транзистори з ізолюваним затвором. Такі елементи називаються вентилями, що дає ще одну назву для безколекторного двигуна – вентильний (ВД).

Найбільш удома система управління PAS (Pedal Assist System) – це система допомоги педалюванню на дорозі [3, 4]. Вона проста в установці та експлуатації, призначена для включення мотор-колеса в момент початку обертання педалей та автоматичного відключення при зупинці педалей. Система містить немагнітний диск із встановленими точковими магнітами та кільце з датчиком магнітного потоку. Диск закріплюється на рухомій частині педального вузла, кільце – на рамі поряд із диском. При обертанні диску в сенсори виникають імпульси напруги, що надходять на контролер управління електроприводом.

Контролер вимірює швидкість обертання педалей. При перевищенні порогового значення

швидкості він із невеликою затримкою по куту повороту педалей (зазвичай 180...540 градусів) підключає ТЕД. Встановлюється фіксована сила тяги на колесі.

Висновки

В подальшому буде запропонована система керування електроприводом велосипеда, яка дозволить підвищити його енергетичну ефективність за рахунок раціонального вибору компонування електромеханічної системи та використання сучасних алгоритмів керування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Журнал «Bicycling». URL: <https://www.bicycling.com/skillstips/a20044021/13-things-about-e-bikes/>.
2. Розрахунок потужності електродвигуна і ємності акумуляторної батареї електроприводу електровелосипеда / М. О. Ісип, Р.Ю. Семененко, С. Гончаров / Інновації молоді в машинобудуванні №2.
3. Овсянников Е.М. Бортовые источники и накопители энергии автотранспортных средств с тяговыми электроприводами. – М., Форум, 2016. – 280 с.
4. Modelling of sensed speed control of BLDC motor using MATLAB/SIMULINK / Basim Alsayid, Wael A. Salah, Yazeed Alawneh.

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

Роман Ігорович Летючий — ст. гр. 1ЕМ-19б, Факультет електроенергетики та електромеханіки.

Науковий керівник: **Олександр Анатолійович Паянок** — к.т.н., доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

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

Letyuchy Roman I. — student of the group 1EM-19b, Faculty of Electricity and Electromechanics.

Supervisor: **Payanok Oleksandr A.** — Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.