

## РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ЕЛЕКТРОМОТОЦИКЛА НА БАЗІ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

**Кіяткін Р.О., магістрант, Приступа Д.Л., к.т.н., ст. викл.**

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу*

**Вступ.** Станом на сьогодні транспортні засоби набувають все більшої популярності, так в Україні кожен 4 громадянин володіє транспортним засобом (загальний автопарк налічує близько 10 млн. одиниць). Джерелом рушійної сили більшості транспортних засобів сьогодення є двигун внутрішнього згоряння. У зв'язку з цим проблема екологічності та ресурсозабезпечення стає актуальнішою з кожним днем. Як результат розвиваються альтернативні рішення побудови транспортних засобів з використанням електричних, водневих та інших типів двигунів. З точки зору безпеки експлуатації транспортних засобів якісно виділяються рішення з використанням електричних двигунів. Однак відсутність елементів живлення для забезпечення енергетичних потреб електроприводу стандартних п'ятимісних транспортних засобів сповільнюють заміну двигунів внутрішнього згоряння. Перспективною течією в даній галузі є малогабаритні види електротранспорту: електровелосипеди, електроскутери та електромотоцикли, тому розробка нових систем електроприводу малогабаритних транспортних засобів є актуальною задачею.

**Мета.** Розробка та обґрунтування функціональної схеми асинхронного електропривода електромотоцикла.

**Матеріали і результати досліджень.** Оскільки власне виробництво полегшеного електротранспорту в Україні майже відсутнє, більшість електромотоциклів вітчизняного виробництва є модифікацією стандартних мотоциклів із двигуном внутрішнього згоряння. З кожним роком сумарна кількість електромотоциклів експортованих та вироблених в Україні збільшується приблизно на 50 одиниць. Серед них переважна більшість мотоциклів полегшеної конструкції, класичного типу, кросові, крузери та дрегстери.

Існуючим системам електромотоциклів характерний запас ходу близько 150 км залежно від стилю їзди і характеру місцевості, максимальна швидкість 240 км/год та можливість зарядки від звичайної однофазної мережі за 5-7 годин. Привабливим також виглядає той факт, що вони не потребують значних експлуатаційних витрат.

Додатково до переваг електромотоциклів відносять:

- низький рівень загальної потужності системи, що передбачає використання менш дорогих та енергомістких елементів живлення;
- дешевша та простіша система електроприводу порівняно з великогабаритними електротранспортними системами;
- можливість зарядки акумуляторів від побутових електромереж;
- екологічність;

- енергоефективність системи приводу;
- відсутність дорожніх зборів в країнах Європи та Америки;
- забезпечення кращих акустичних характеристик.

Проте загальна вартість таких моделей коливається від 5 до 50 тис. доларів, що суттєво знижує попит на електромотоцикли. До недоліків додатково відносять недостатню кількість електрозаправочних станцій (на сьогодні в Україні налічується близько 600) та відсутність широкого модельного ряду електромотоциклів.

Тяговий електропривод електромотоциклу, як і інші приводи електротранспорту, розробляється конкретно під вимоги до експлуатації та залежно від певної конструкції. Він повинен забезпечувати визначені режими роботи електродвигуна:

- 1) Розгін електроцикла з заданою інтенсивністю;
- 2) Робота на заданій усталеній швидкості (круїз контроль);
- 3) Гальмування в енергозберігаючому (рекуперативному) режимі.

На основі даних вимог розроблено функціональну схему електроприводу електромотоциклу представлену на рис.1.

В складі електроприводу виділяють наступні функціональні вузли:

- Блок живлення;
- Інтелектуальний модуль керування;
- Силовий перетворювач;
- Електричний двигун та механічна передача.

Головною особливістю запропонованого рішення є побудова електромеханічної системи на базі асинхронного двигуна серії АІР із пониженою номінальною фазною напругою 51 В, номінальним струмом 29 А та номінальною потужністю 3 кВт. Даний двигун є дешевим та надійним рішенням при побудові електроприводу.

Основою блока живлення є послідовне ввімкнення 6 класичних свинець-кислотних акумуляторів з номінальною напругою 12 В та результуючою вихідною напругою батареї 72 В з загальною ємністю 70 А/год. Живлення двигуна реалізовано на базі ШІМ-керованого інвертора напруги побудованого на MOSFET транзисторах. Генерація ШІМ сигналів системи забезпечується мікроконтролером серії STM32F4, який додатково реалізує функції аналізом сигналів з датчиків та захисту системи при виникненні аварійних режимів. Універсальність даних мікроконтролерів забезпечується ARM-архітектурою та можливістю вільного програмування. На сьогоднішній день вони є оптимальним рішенням в сегменті ціна/якість при побудові керуючих пристроїв.

Для побудови системи керування в якості керуючого алгоритму обрано модифікований алгоритм частотного керування моментом з компенсацією ковзання. Окрім того, в системі передбачено широкий ряд захисних функцій, зокрема: захист від перевищення струму та нагріву силової частини, захист транзисторних ключів інвертора від струму короткого замикання, гальванічна розв'язка системи керування та силового обладнання, захист від обриву фаз та

зникнення живлення системи. У якості механічної передачі в системі передбачене з'єднання двигуна ланцюговою передачею напряму з колесом.

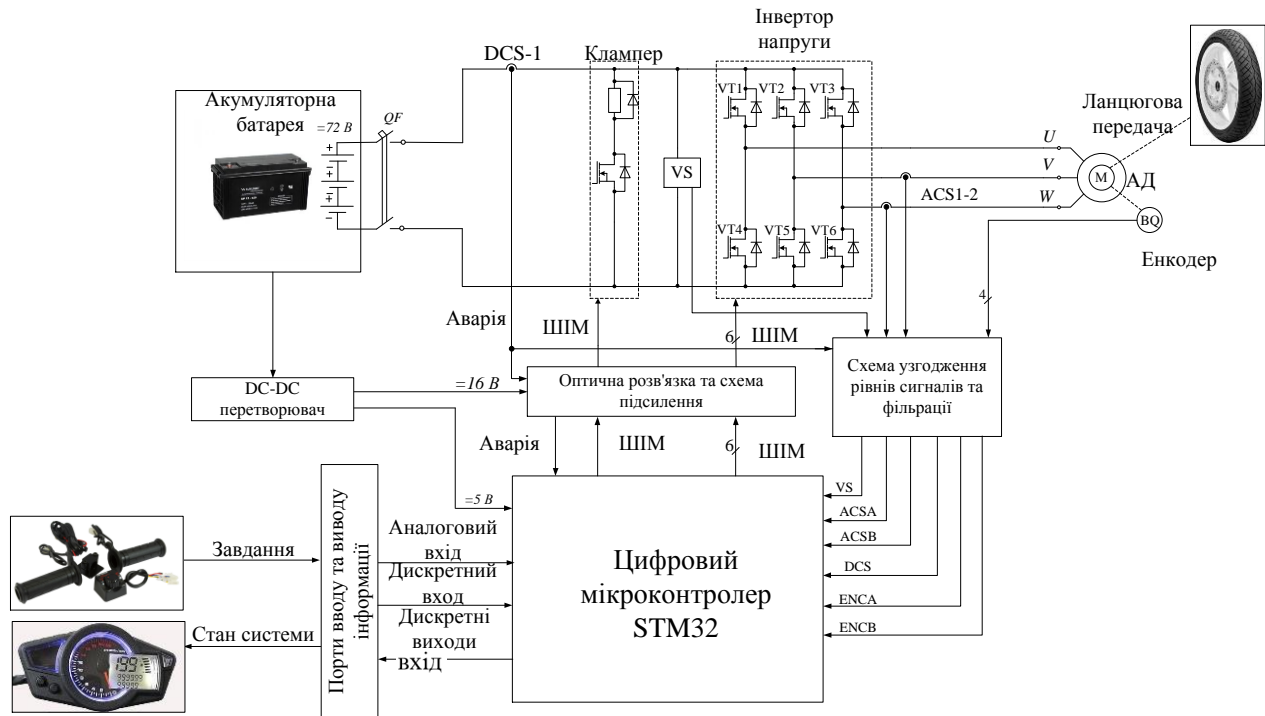


Рисунок 1 – Функціональна схема асинхронного електроприводу

**Висновок.** Розроблено функціональну схему економічно оптимізованого та простого у виготовленні асинхронного електроприводу електромотоциклу. Дана схема задовольняє вказаним вимогам до експлуатації та безпеки, при цьому знаходиться у ціновому діапазоні співвимірному із системами з двигуном внутрішнього згорання.

#### Перелік посилань

1. “Тенденції розвитку приводу сучасного електротранспорту” Р. О. Кіяткін, студент, Д. Л. Приступа, к.т.н., асистент, X Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених, аспірантів і студентів. Сучасні проблеми електроенергетичної та автоматики. – Київ: ФЕА НТУУ «КПІ», 2016., с. 248-250 – Режим доступу: <http://jour.fea.kpi.ua>
2. Стаття «Українські електромотоцикли із запасом ходу більше 110 км» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/transport/>
3. Krause, Paul C., Washyczuk, Oleg, Sudhoff, Scott D., and Pekarek, Steven. Analysis of Electric Machinery and Drive Systems, Third Edition. IEEE Press. ISBN 9781118024294