

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ПРИВОДУ СУЧАСНОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

Кіяткін Р.О., студент, Приступа Д.Л., к.т.н., асистент

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

Вступ. Згідно із статистичними даними Міністерства інфраструктури України, станом на сьогодні автомобільна транспортна система України налічує близько 10 млн. одиниць транспорту, кількість яких з кожним днем зростає. Переважна більшість транспортних засобів будується на базі двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ). Такі системи є досить потужними, дешевими та мають просту систему керування. Серед недоліків виділяють: використання обмежених в природі паливних ресурсів, високий рівень забруднення навколишнього середовища та обмежений коефіцієнт корисної дії. Разом з тим стрімкий розвиток напівпровідникової техніки, мікропроцесорних пристроїв та енергомістких елементів живлення дозволив доповнити існуючі системи приводу електричними машинами (ЕМ).

Мета роботи. Аналіз функцій ЕМ в структурі автомобіля та визначення на його основі існуючих гібридних систем електротранспорту.

Матеріали і результати досліджень. Під терміном *електромобіль* (рис.1) розуміють систему приводу автомобіля в якому ДВЗ замінено ЕМ, що приводиться в рух від акумуляторної батареї. Передбачається, що в таких системах приводний двигун розташовується на задньому валу, що усуває потребу у карданній передачі, а відсутність паливного баку суттєво збільшує корисний простір у салоні або дасть змогу будувати електромобілі меншої конструкції. Проте існуючі обмеження функціональних вузлів такої системи (відсутність елемента живлення, який гарантуватиме пробіг співвимірний з автомобілем з ДВЗ, достатню кількість циклів заряду і розряду та необхідність його утилізації; відсутність зарядного пристрою, який дозволить швидко та ефективно поповнювати енергоресурс та ін.)

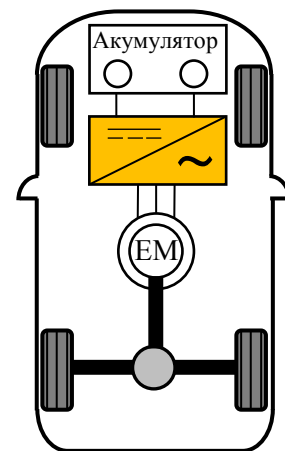


Рисунок 1 – Схематичне зображення електромобіля

значно лімітують масове використання електромобілів, роблячи тим самим їх неконкурентоспроможними порівняно із класичними автомобілями з ДВЗ.

Альтернативним способом використання ЕМ в структурі автомобіля є його *гібридизація*. Гібриди – це транспортні засоби, які мають декілька джерел енергії приводу. Особливістю гібридних система є гнучке поєднання широкого спектру технологій, що гарантує функціонування системи при ефективному використанні енергії. В залежності від схеми з'єднання ДВЗ і ЕМ розрізняють (табл. 1):

- Гібрид з паралельним з'єднанням двигунів;

- Гібрид з послідовним з'єднанням двигунів;
- Гібрид зі змішаним з'єднанням двигунів.

Таблиця 1 – Гібридні схеми з'єднання

	<i>Гібрид з послідовним з'єднанням двигунів</i>	<i>Гібрид з паралельним з'єднанням двигунів</i>	<i>Гібрид зі змішаним з'єднанням двигунів</i>
Особливості схеми	ДВЗ знаходиться на одному валу з ЕМ. ЕМ приводиться в рух від акумуляторної батареї. Така схема суттєво економить енергію в режимах низького ККД ДВЗ, а також забезпечує часткове повернення енергії при гальмуванні.	На приводному валу знаходиться лише ЕМ. ДВЗ розміщують на окремому валу разом із генератором, що живить акумуляторну батарею. Така схема забезпечує включення ДВЗ лише при малому заряді акумуляторної батареї. Зі зменшенням використання ДВЗ зменшуються витрати пального та шкідливі викиди в атмосферу.	Включає в себе елементи паралельної і послідовної системи. В залежності від режиму роботи, система оцінює найбільш економічні і ефективні умови функціонування та в залежності від цього переводить ЕМ у різні режими роботи. Комбінує переваги паралельного і послідовного з'єднання.
Схематичне зображення схеми			

На сьогодні активно розробляються автомобілі різних ступенів гібридизації, серед яких виділяють (табл. 2):

- Неповний гібрид;
- Повний гібрид;
- Мережевий гібрид.

Гібридні системи відрізняються методами керування, схемами з'єднання, що в них використовуються, та принципом за яким створюється крутний момент.

Неповний гібрид – це система, в якій використовується один електричний двигун потужністю до 20 кВт за схемою послідовного з'єднання. В таких системах ЕМ активна в режимах гальмування, вільного вибігу та зупинки, а ДВЗ при цьому вимикається. Перевагами неповного гібриду є підвищення енергоефективності автомобілю при вимкненому ДВЗ, можливість рекуперації енергії при гальмуванні, відсутність стартера та відносно невеликі масо-

габаритні показники електроприводу. Недоліком таких систем є відсутність можливості переходу на електричний привод без ДВЗ.

Повний гібрид - система, в якій використовується один або декілька електричних двигунів потужністю понад 20 кВт зі змішаним з'єднанням ЕМ і ДВЗ, що забезпечує гальмування із поверненням енергії в систему, а також декілька режимів роботи приводу. Інтелектуальна система повного гібриду оптимізує режим роботи автомобіля, зокрема відключає ДВЗ в режимі малих навантажень та підключає його до валу генератора при розрядженому акумуляторі. Перевагами таких систем є можливість не довготривалого переходу на чисто електричний привод. Серед недоліків виділяють габаритні розміри системи та вартість, а також ускладнення алгоритму керування порівняно із неповним гібридом.

Мережевий гібрид - система, що доповнює повний гібрид можливістю зарядки від зовнішніх джерел енергії. Такі гібриди зазвичай будуються за схемою із паралельним з'єднанням ЕМ і ДВЗ. Основною перевагою таких систем є можливість тривалої роботи виключно на електричному приводі, при цьому суттєво скорочується рівень шкідливих викидів та споживання паливних ресурсів. До недоліків відносять тривалий час зарядки стандартного акумулятора від розетки з напругою 220В, близько 7-10 годин, необхідність використання ДВЗ.

Таблиця 2 – Характеристики гібридів

Можливості системи	Рекуперативне гальмування	Оптимізація режимів роботи	Зарядка від зовнішніх джерел енергії
Клас системи			
<i>Неповний гібрид</i>	X	-	-
<i>Повний гібрид</i>	X	X	-
<i>Мережевий гібрид</i>	X	X	X

Висновок. Не зважаючи на інтенсивні дослідження в області автомобілебудування, на сьогоднішній день не представлено рішення для масового виробництва електромобілів. Разом з тим широкого поширення при побудові автомобілів набули гібридні системи, які дозволяють доповнити існуючі авто електричними двигунами. Гібридизація є необхідним кроком для побудови електромобілів, а використання мережевих гібридних систем є найбільш перспективним рішенням.

Перелік посилань

1. Mak K. Hybrid Electric Vehicle Systems Demand Forecast 2007 to 2021 Data File. –Strategy Analytics. – 2014.
2. Singh B., Jain. P, Mittal A.P., Gupta. J.R.P. Direct Torque Control: A Practical Approach to Electric Vehicle. – IEEE, Texas Instruments Virtual Library. – 2006.
3. [Hybrids Under the Hood \(Part 2\): Drivetrains](#). – Hybrid Center ([Union of Concerned Scientists](#)). – 2010.