

УДК. 006

- © Кисловський П. В., провідний інженер (ДП «ДержавтотрансНДІпроект»);
 © Пуха В. М., провідний інженер (ДП «ДержавтотрансНДІпроект»);
 © Яценко В. М., аспірант (НТУ)

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІБРИДНИХ ПРИВОДІВ НА АВТОМОБІЛЯХ

Анотація. У статті розглядається перспективне використання автомобілів з гібридним приводом, їхня економічність та безпечність для довкілля.

Ключові слова: гібридний привід, транспортні засоби, електропривід, економія палива, шкідливі викиди.

Аннотация. В статье рассматривается перспективное использование автомобилей с гибридным приводом, их экономичность и безопасность для окружающей среды.

Ключевые слова: гибридный привод, транспортные средства, электропривод, экономия топлива, вредные выбросы.

Abstract. The paper discusses the growing use of hybrid vehicles and their cost-effectiveness as well as safety for the environment.

Keywords: hybrid drive, vehicles, electric drive, fuel economy, harmful emissions.

ВСТУП

Електрифікацію масових автомобілів, яка сама по собі створює передумови для підвищення паливної економічності (на основі заміни механічних і пневмогідравлічних систем приводу на електричні, що принципово характеризуються меншим енергоспоживанням), започатковано з кінця ХХ століття шляхом застосування так званих «гібридних» силових установок [1].

Поширеною аббревіатурою електромобіля, який має можливість заряджатися від зовнішніх джерел живлення, є РЕV (англійською plug-in electric vehicle).

Електромобілі РЕV поділяють на:

- електромобілі, які оснащені виключно електричними двигунами (англійською all-electric vehicles або battery electric vehicles) – BEVs;
- електромобілі з гібридними енергетичними установками, які оснащені як електричними силовими установками (електродвигунами), так і силовими установками на іншому виді палива.

Сьогодні перспективи використання гібридних приводів на автомобілях широко досліджуються науковцями у більшості країн світу.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Головна перевага гібридної силової установки – зниження експлуатаційних витрат та скорочення шкідливих викидів завдяки цілковитому автоматичному управлінню (за допомогою бортового комп'ютера) режимом роботи двигунів.

Один з основних недоліків автомобілів з гібридною силовою установкою – складність, а отже, і дорожня виробництва. Крім того, батареї мають невеликий діапазон робочих температур і дуже швидко розряджаються. Негативний вплив використаних акумуляторів на навколишнє середовище створює також проблему утилізації.

Постійне технічне вдосконалення дозволило за минуле сторіччя збільшити в 4 рази питому ємність традиційних свинцево-кислотних акумуляторних батарей. Подальший технологічний розвиток привів до появи нікель-металогібридних акумуляторних батарей, що володіють більш високою питомою електроємністю (до 90 Вт/год на кг). Їхнє використання дозволяє зберігати 4–6 кВт/год електроенергії і навіть більше, забезпечуючи пробіг до 64 км [2].

Розрізняють декілька типів гібридних силових установок залежно від їхніх особливостей. У послідовній гібридній силовій установці передбачається використання двигуна внутрішнього згоряння (далі – ДВЗ) лише для роботи генератора та зарядки батареї, зв'язку з колесами він не має. Автомобіль рухає винятково електродвигун, а бензиновий мотор, зв'язаний лише з генератором, не мусить мати високих показників потужності та крутного моменту.

У паралельній гібридній силовій установці і ДВЗ, і електродвигун мають зв'язок з колесами. Вони можуть працювати як окремо, наприклад, електродвигун на малих швидкостях, ДВЗ – на великих; так і разом, коли високомоментний електромотор допомагає бензиновому розганятися під час різких стартів. Фактично, силова установка автомобіля розбита на два модулі. Зарядження акумуляторів відбувається під час гальмування (коли кінетична енергія руху перетворюється на електричну). Акумулятори можуть підзаряджатися від двигуна, що працює, через штатний генератор. На малій швидкості (до 50 км/год) автомобіль працює в режимі електромобіля, отримуючи енергію тільки від батареї.

Існує також вид змішаної гібридної силової установки, особливістю якої є використання компактного електродвигуна (потужністю менше 20 кВт), для забезпечення функцій автоматичної зупинки та запуску двигуна, а також для додаткового підсилення

Пристрої для зберігання енергії залежно від типу гібридної силової установки [3]

Ступінь гібридизації	Потужність, кВт	Пристрої для зберігання енергії
Мікро-гібрид	1,5–3	свинцево-кислотні батареї
Мікро-середній гібрид	3–5	супер-конденсатори
Середній гібрид	5–15	літієві батареї або супер-конденсатори
Повний гібрид	більше 20	малі літієві батареї
Електричний автомобіль	більше 20	великі літієві батареї

потужності під час прискорення автомобіля та для накопичення заряду на фазі гальмування (для рекуперативного гальмування).

Двигуни внутрішнього згорання, що використовуються в гібридних силових установках, мають термодинамічні межі ефективності, які виражаються в тому, що бензинові двигуни ефективно використовують лише 15 % енергоємності палива для переміщення транспортного засобу, а дизельні двигуни можуть досягти ефективності у 20 %, тоді як електричні транспортні засоби мають ефективність близько 80 % [5].

Приблизно 90 % особистих транспортних засобів на дорогах можуть бути замінені електричними транспортними засобами, доступними на ринку вже сьогодні – такий висновок пропонує дослідження під назвою «Потенціал для широкої електрифікації особистих транспортних засобів у Сполучених Штатах», опубліковане в журналі Nature Energy. У ньому стверджується, що якщо така зміна відбудеться, викиди CO₂ від транспорту будуть зменшені приблизно на 30 %.

Щоб зробити свої висновки, дослідницька група врахувала потреби більшості водіїв та вивчила поведінку водіїв під час керування автомобілем і визначила, що в 90 % випадків електричний транспортний засіб може повністю задовольняти потреби автовласників [4].

Як уже було зазначено, електромобілі з гібридною силовою установкою зазвичай забезпечуються набагато меншим акумулятором, ніж звичайні електромобілі, оскільки вони також мають двигун внутрішнього згорання, що працює на рідкому паливі, та можуть проїжджати доволі коротку дистанцію на електроенергії, але мають більший загальний

діапазон руху, що сягає 750 або більше кілометрів. Електромобілі, які оснащені виключно електричними двигунами, на сьогодні спроможні подолати відстань менше за 250 км. Однак деякі нові та майбутні моделі пропонують істотно більшу відстань, – до 400 км.

Обидві технології є достатньо дорогими: вартість заряду акумулятора становила 350 доларів США за кВт/год у 2015 році, а вартість заряду акумулятора гібридної силової установки – до кількох тисяч доларів США. Для звичайного електромобіля з ємністю батареї 40 кВт/год. вартість акумулятора може сягати 14000 в доларах США, що призводить до збільшення витрат на придбання такого автомобіля щонайменше на 12000 доларів США порівняно із автомобілями з ДВЗ.

Звичайні електромобілі забезпечують нульовий рівень викидів CO₂, а також зменшують шумове забруднення в містах. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, шумове забруднення негативно впливає на самопочуття людей. Зменшення рівня шуму може бути досягнуто завдяки роботі електродвигуна із рівнем шуму, який складає, в середньому, 21 децибел [6].

Основною рушійною силою розвитку електротранспорту залишається необхідність зменшити рівень забруднення повітря в містах. Частина споживаної транспортом електроенергії від усієї використаної у світі складає 30 %, залежно від таких факторів, як щільність населення, рівень його доходів та погодні умови кожної країни. У багатьох містах із середнім рівнем доходів населення, або таких, що швидко розвиваються, транспортний сектор становить 50 % або більше від енергетичного навантаження на місто.



ВИСНОВКИ

На сьогодні практично в усьому світі електроенергія є найдешевшим енергоресурсом, що застосовується для урухомлення транспортних засобів. Ілюстрацією цього є, зокрема, дані Департаменту енергетики США щодо середньомісячних роздрібних цін на традиційні моторні палива й електроенергію для зарядки електромобілів у розрахунку за енергетичним еквівалентом 1 галона (3,79 л) бензину на ринку США у період 2000 – 2016 рр. Станом на 1 жовтня 2016 р. вартість електроенергії була меншою в США на 37 – 43 %, ніж вартість бензину і дизельного палива. Це свідчить про те, що економічні передумови використання електроенергії для електромобілів у світі є досить привабливими.

Підсумовуючи викладене, можна зробити висновки про актуальність та перспективність застосування автомобілів з гібридною силовою установкою у найближчому майбутньому. Натомість повністю електричні транспортні засоби дають суттєве скорочення викидів CO₂ внаслідок відсутності необхідності видобування, переробки та транспортування нафти і нафтопродуктів.



ЛІТЕРАТУРА

1. А. М. Редзюк, В. Б. Агеєв, В. С. Устименко, О. А. Клименко, О. І. Закревський // Про стан і перспективи використання електромобілів. – Режим доступу: <http://insat.org.ua/files/menu/tk/info/energo/PerspEV.pdf>.
2. Еткін Д. М. «Деякі техніко-економічні аспекти електрифікації масових автомобілів в США» // Журнал автомобільних інженерів. – Режим доступу: <http://www.aae-press.ru/j0061/art014.htm>.
3. Тімков О. М., Яценко Д. М. До вибору типу гібридної силової установки автомобіля категорії М1. Вісник Донецької академії автомобільного транспорту – 2014 р. № 2.
4. Potential for widespread electrification of personal vehicle travel in the United States. Zachary A. Needell, James McNerney, Michael T. Chang & Jessika E. Trancik. Nature Energy 1, Article number: 16112 (2016).
5. Shah, Saurin D. (2009). «2». Plug-In Electric Vehicles: What Role for Washington? (1st ed.). The Brookings Institution.
6. IRENA (2017), Electric Vehicles: technology brief, International. Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. // – URL: http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Electric_Vehicles_2017.pdf.



УДК 621.01

© **Авилов А. И.**, м. н. с., научный центр Воздушных Сил Харьковского национального университета Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба

РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ КОЛЕСА ВОЕННЫХ КОЛЕСНЫХ МАШИН ТРАНСПОРТИРОВКИ МОБИЛЬНОГО БЕСПИЛОТНОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Рассмотрены вопросы развития концепции колеса как технического элемента колесной машины транспортировки мобильного беспилотного комплекса. Показана возможность изменения конструкции этого объекта за счет увеличения количества основных, вспомогательных и управленческих функций. Поскольку число функций и уровней технизации системно не ограничивается, число возможных вариантов конструкций колеса является практически неограниченным.

Ключевые слова: колесо, конструкция, функция, структура, различие, развитие, уровни технизации.

Анотація. Розглянуті питання розвитку концепції колеса як технічного елемента колісних машин транспортування мобільного безпілотного комплексу. Показана можливість зміни конструкції цього об'єкта за рахунок збільшення кількості основних, допоміжних та управлінських функцій. Оскільки число функцій і рівнів технізації системно не обмежується, число можливих варіантів конструкцій колеса є практично необмеженим.

Ключові слова: колесо, конструкція, функція, структура, відмінність, розвиток, рівні технізації.

Abstract. The questions of development of the wheel concept as a technical element of the vehicle for transporting a mobile unmanned vehicle are considered. The possibility of changing the design of this facility by increasing the number of main, auxiliary and administrative functions. As the number of functions and levels of mechanization of system is not limited to, the number of possible designs is virtually unlimited wheel.

Keywords: wheel, design, function, structure, distinction, development, level of mechanization.

ВВЕДЕНИЕ

Дальнейшее развитие мобильных беспилотных комплексов требует решения ряда научных задач, в том числе – создания предельно эффективных и качественных военных машин транспортировки для повышения мобильности и живучести комплекса в целом. Для этого необходим переход к регулярным методам направленного синтеза технических объ-

ектов, характеристики которых влияют на колесные машины транспортировки мобильных беспилотных комплексов в целом. Одним из таких объектов для них является колесо.

Традиционно [1] колесо рассматривается как многофункциональный объект с детерминированной функцией обеспечения тяги движителя и устойчивости автомобиля. Вместе с тем колесо может иметь развитие по функциям. Законы, по которым