

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ З ГІБРИДНИМИ СИЛОВИМИ УСТАНОВКАМИ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовані варіанти застосування гібридних силових установок на автомобілях, проблеми технічного обслуговування та ремонту, повільного розвитку автомобілів з гібридними силовими установками на території України.

Ключові слова: автомобіль, гібрид, силова установка, електромобіль.

Abstract

The variants of hybrid power plants on cars application, problems of maintenance and repair, slow development of cars with hybrid power units in Ukraine are analyzed.

Keywords: car, hybrid, power plant, electric car.

Вступ

Зазначимо, що вже не перший рік у світі загострюються проблеми, пов'язані із суттєвим подорожчанням нафти, та зростаючим попитом на нафтопродукти в усьому світі, особливо в Китаї та Індії. У зв'язку з критичним подорожчанням нафти проблема забезпечення транспорту енергоресурсами визнана в США, у країнах ЄС та більшості інших країн світу проблемою національної безпеки, для вирішення якої втілюють надзвичайні заходи з розширення використання альтернативних видів палива та підвищення енергоефективності.

В свою чергу для розвитку транспорту, який не забруднює навколишнє середовище, необхідно створити інфраструктуру з обслуговування і ремонту перш за все в великих містах. Питання енергетичної залежності України від цінової політики на іноземні енергоносії (нафтопродукти, газ) з кожним днем стає все гострішим [1-2]. Постійно проводяться дослідження в області екологічно чистих силових установок для транспортних засобів. Область пошуку дуже широка починаючи від накопичувачів енергії (механічних, електричних, гідравлічних, пневматичних і комбінованих) до принципово нових установок на паливних елементах та криогенних [3-5].

Тому метою роботи є дослідження проблем технічного обслуговування та ремонту, повільного розвитку автомобілів з гібридними силовими установками на території України.

Результати дослідження

Ринок легкових гібридних автомобілів постійно розширюється, адже в більшості європейських країн заплановано рік початку заборони реєстрації автомобілів з ДВЗ:

- Франція - припинення продажів бензинових і дизельних автомобілів до 2040 року;
- Велика Британія - плани досягти нульової емісії вихлопних газів до 2050 року;
- Норвегія – заплановано здійснити перехід на електротранспорт до 2025 року. 24% автомобілів, що продаються в цій багатій нафтою і газом країні, вже є електричними;
- Нідерланди - у Нідерландах також відносно високий показник продажів електромобілів — близько 6% усього автомобільного ринку. Однак поки що голландський уряд не готовий прислухатися до вимог заборонити ДВЗ вже до 2025 року;
- Німеччина – країна готова зупинити продажі автомобілів на бензині та дизельному паливі вже до 2030 року;.

- Індія – в країні заплановано виконати план до 2030 року;
- Китай - останній учасник «зелених» перегонів поки що не робив жодних офіційних заяв з приводу термінів відмови від ДВЗ. Однак саме Китай є лідером не тільки в Азії, але і всього світу за обсягами продажів електромобілів в абсолютному вираженні. За минулий рік у Китаї продали 351 тисячу нових електрокарів. Це більше, ніж у всіх країнах ЄС і США разом взятих.

Як класифікаційна ознака для гібридних автомобілів сьогодні використовують їх функції, потужність електромотору, потужність регенеративного гальмування, здатність руху на електричній тязі. Такий підхід є логічним та послідовним, з нього випливає, що сучасні автомобілі прагнуть перетворитися у електромобілі, а гібрид є проміжним етапом у їх розвитку (табл. 1) [1].

Таблиця 1 – Класифікація гібридних автомобілів

Назва	Функції
Схеми виконання	
Послідовні гібриди	Електромобіль з бортовим генератором електрики, роль якого і виконує ДВЗ (Chevrolet Volt і BMW i3)
Паралельні гібриди з електромотором між ДВЗ і коробкою передач	Електродвигун не порушує звичну компоновку, бо вбудований в коробку передач, і при необхідності потужності ДВЗ і електромотора підсумовуються. Ця схема називається паралельною, так як мотори обох типів працюють одночасно. Залежно від обраного водієм режиму, бензиновий мотор може або обертати колеса спільно з електродвигуном, або ж останній буде працювати в якості генератора (Porsche Panamera S E-Hybrid і Cayenne S E-Hybrid, Volkswagen Golf GTE і Passat GTE, Mercedes-Benz S500e та C350e, BMW X5 xDrive40e)
Паралельні гібриди з електромотором окремо від ДВЗ і коробки передач	Один або кілька електромоторів не заблоковані з коробкою передач і двигуном (HSD (Hybrid Synergy Drive), Toyota). Крім батареї та електрики, вона складається з двигуна внутрішнього згорання і двох електромоторів, об'єднаних за допомогою планетарної передачі. (Lexus RX 450h або NX 300h, Peugeot 3008 RXH, BMW i8).
Послідовно-паралельні гібриди	Такі гібридні автомобілі передбачають одночасну спільну роботу моторів – ДВЗ і електричного (Toyota Prius)
Ступінь гібридизації (електрифікації)	
Мікро – гібрид	Старт-стоп функція. Регенеративне гальмування до 2 кВт
Мікро-середній-гібрид	Старт-стоп функція. Регенеративне гальмування від 4 до 8 кВт. Додатковий крутний момент від 3 до 8 кВт
Середній-гібрид	Старт-стоп функція. Регенеративне гальмування від 8 до 15 кВт. Додатковий крутний момент від 6 до 15 кВт.
Повний-гібрид	Старт-стоп функція. Регенеративне гальмування від 20 до 100 кВт. Додатковий крутний момент від 20 до 100 кВт. Автомобіль може рухатись на електричній тязі обмежений шлях.
Електромобіль	Електромобіль з запасом ходу більш 100 км. Додатково, цей автомобіль може мати для збільшення максимальній відстані тепловий двигун або паливні елементи.

В Україні найпопулярніший електромобіль – як і раніше Nissan Leaf (1103 проданих авто). Друге місце з великим відривом займає BMW i3 (54 авто), а третє – електрокар Ford Focus (31 шт.). У сегменті гібридів лідером є кросовер Toyota RAV4 Hybrid, який придбали 666 разів. У трійці кращих – Chevrolet Volt (132 авто) і Kia Niro (123 шт.). За дев'ять місяців 2017 року українці купили 3068 «зелених» авто, що вже більше, ніж за увесь минулий рік (2593 шт.). Усього з початку року в Україні придбано 1354 електромобіля та 1714 гібридів. За один лише вересень було куплено 190 електрокарів і 270 гібридних автомобілів.

Стосовно автомобілів української поліції - в рамках Кіотського протоколу Японія передала Україні тисячі п'ятсот шістьдесят вісім автомобілів Toyota Prius з гібридними двигунами: в 2013-му - 1220 авто, а в 2014-2015 рр. - ще 348 автомобілів.

В 2017 році Національна поліція отримала 635 гібридних кросоверів Mitsubishi Outlander PHEV, переданих японською стороною Україні в рамках Кіотського протоколу. Одержаний кросовер Mitsubishi Outlander PHEV поєднує в собі бензиновий і два електромотора з приводом на всі чотири колеса і можливістю працювати тільки на електричному приводі, зовні він не відрізняється від свого неелектричних прототипу. Автономний пробіг тільки на електричній батареї становить 52 км на швидкості до 120 км / год, загальний запас ходу 897 км. Витрата палива становить - 1,9 л на 100 км. І при цьому викиди CO₂ скорочені в кілька разів і складають від 44 г / км. Повна зарядка батареї від мережі з напругою 220 В і силою струму 10 ампер займає всього 4 години, швидка підзарядка - 30 хв для досягнення рівня заряду 80%.

Вибір послідовної, паралельної чи змішаної схем залежить від режиму руху автомобіля, наприклад: шосе, автострада чи міський рух. Вибір режиму також залежить від функцій транспортного засобу, наприклад: легковий автомобіль, таксі, вантажівка чи автобус. Змішані схеми, а не послідовна чи паралельна схеми, пропонують більші можливості по оптимізації всіх процесів та тягово-швидкісних властивостей. Крім того, у перші роки існування гібридів величина потужності, як вважали, була коефіцієнтом для визначення вибору послідовної чи паралельної схем. Паралельну вважали придатною для потужності до 150 кВт, за звичай для легкових автомобілів. Послідовну схему вважали придатною для потужностей більше 150 кВт для потужних транспортних засобів, таких як вантажні автомобілі великої вантажопідйомності. Вибір заснований на величині потужності сьогодні не застосовується; величина потужності 150 кВт не є обов'язковою. Також від призначення залежить і тип накопичувачів енергії, які на сьогодні складають значну частину вартості гібридного автомобіля (табл. 2). Слід відмітити, що особливим режимом роботи гібридного автомобіля є режим роботи з розрядженими акумуляторами. Наприклад, якщо гібридний автомобіль має електромотор потужністю 30 кВт і двигун 70 кВт, то при розрядженій батареї, двигун може постачити потужність на 70 кВт. Очевидно, тягово-швидкісні характеристики будуть погіршені розрядженою батареєю. Зазвичай співвідношення зарядження та розрядження батареї відстрочене так, щоб вся потужність двигуна була доступна для поступального руху автомобіля [3-5].

Таблиця 2 – Пристрої для зберігання енергії в залежності від типу гібридного автомобіля

Ступінь гібридизації	Потужність, кВт	Пристрій 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 (полімерні) батареї
Електромобіль	більше 20	Великі літієві (полімерні) батареї

Рейтинг найкращих нових доступних екологічних автомобілів (моделі 2017 року) наведено в таблиці 3. При складанні списку врахували не тільки мінімальну вартість авто, а й такі показники, як запас ходу, час повної зарядки на 220V (напруга у більшості домашніх зарядних станцій), загальну потужність та еквівалент економії палива.

Плагін-гібридні автомобілі, вони ж підключаються гібриди, мають позначення PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle - плагін-гібридний електромобіль).

У плагін-гібридів більш потужні електромотори і більші акумулятори, ніж у їхніх прабатьків - звичайних гібридів (про них мова піде далі), а значить, вони можуть проводити більше часу в виключно електричному режимі. Підключаються гібриди можна заряджати від мережі.

Стосовно електромобілів, то на сьогоднішній день кількість електромобілів в Україні становить 0,02 %. Низька кількість цих автомобілів зумовлена з відсутністю державної стратегії розвитку екологічних ініціатив, так і відсутність сервісного обслуговування. Останні п'ять років, в нашу країну ввозиться не більше 35 таких машин на рік. Популяризацією електромобілів в Україні займаються в основному невеликі приватні компанії. Наприклад, однією з недавніх ініціатив став запуск електро-таксі у Львові та Києві. Крім того, кілька фірм організували постачання та обслуговування електрокарів марок Nissan, Renault і Tesla.

Таблиця 3 – Рейтинг і ціни нових доступних екологічних автомобілів (моделі 2017 року)

Електрокари	Plug-in гібриди	Гібриди (без електротяги)
Chevrolet Bolt EV - \$37 495	Toyota Prius Prime - \$27 985	Toyota Prius - \$25 570
Hyundai Ioniq Electric - \$30 335	Chevrolet Volt - \$34 095	Hyundai Ioniq Hybrid - \$23 035
Volkswagen e-Golf (ціну буде оголошено згодом)	Kia Optima Plug-In Hybrid - \$36 105	Honda Accord Hybrid - \$30 480
Kia Soul EV - \$33 145	Hyundai Sonata Plug-In Hybrid - \$35 435	Kia Niro - \$23 785
Nissan Leaf - \$31 545	Audi A3 Sportback e-tron - \$39 850	Kia Optima Hybrid - \$26 890

Деякі причини повільного розвитку електротранспорту в Україні:

- АЗС та приватний бізнес не орієнтований на обслуговування автомобілів з електродвигунами та акумуляторними силовими установками;

- українські дороги за межами міст мають погану якість. Якщо додати обмежений запас руху від одного перезарядження акумулятора (до 200 км) отримуємо, що в сучасних українських умовах електромобіль може виступати лише як транспортний засіб для пересування містом;

- несприятлива політична і економічна ситуація в країні.

Особливості та можливі проблеми технічного обслуговування [3] та ремонту:

- бортова електроніка - одна з вагомих відмінностей в системі опалення: в електромобілі використовується електронагрівач, подібний фену, або теплообмінник (тепловий насос);

- ходова частина - відмінності невеликі: пружини, амортизатори, важелі, різні втулки, звичні гальма з колодками і гальмівними дисками;

- електричний привід: батарея, електродвигун, вбудований зарядний пристрій (вбудовано в автомобіль). Останні пункти викликають мінімум питань. Вбудований зарядний пристрій досить надійний, у випадку поломки його можна замінити. Для Tesla додатковий зарядний пристрій на 11 кВт коштує 1,25 тис. євро (1,5-1,7 тис. доларів США). Слід врахувати, що згодом з розвитком ринку електромобілів з'являться неоригінальні запасні частини і «розборки». Дороговизна батареї - засновник Tesla Motors буде в США найбільший в світі завод (штат Невада) з виробництва акумуляторних батарей для автомобілів і побутового використання Tesla Gigafactory. Однак завершення будівництва фабрики заплановано на 2018 рік.

Висновки

Для України в першу чергу для вирішення проблем експлуатації електроавтомобілів потрібно змінити законодавчу базу і тоді більшості компаній будуть фінансувати в розвиток транспортної інфраструктури для електроавтомобілів. Європа не повинна поспішати з заборонаю двигунів внутрішнього згоряння, при цьому їй необхідно створювати власні потужності для виробництва батарей, щоб конкурувати з Китаєм, адже автомобільна промисловість забезпечує близько 12,6 млн робочих місць в ЄС або близько 5,7% від загальної кількості

Недоліки гібридних автомобілів:

– гібрид не завжди економічніший за машину з ДВЗ. Наприклад, багато дизельних автомобілів споживають палива менше, ніж гібридні – при цьому вони дешевші;

– автомобіль з гібридним приводом істотно дорожче звичайного, оскільки доводиться доплачувати за батарею, електродвигун, спеціальну трансмісію і електронні блоки управління;

– гібридні складніший за звичайну машину, тому йому потрібен особливий сервіс, навіть ремонт звичайних систем, не пов'язаних з електроприводом, вимагає спеціальної підготовки автомеханіків;

– машина з літій-іонною батареєю на борту сумнівна з точки зору екології. Питання утилізації акумуляторів, які рано чи пізно виходять з ладу, так і не вирішене ні в масштабах окремих країн, ні в масштабах планети.

Переваги гібридних автомобілів:

– гібридний автомобіль виділяє менше шкідливих газів при русі в міських умовах;

– гібридний привід дозволяє збільшити пробіг електромобіля, роблячи його більш пристосованим до реального життя (мова про plug-in-гібриди);

- гібридний привід деяких типів дозволяє поліпшити динаміку автомобіля, причому – що називається, малою кров'ю, без збільшення об'єму ДВЗ і перевитрати палива;
- більшість гібридних автомобілів комфортні при їзді в складних міських умовах. Рушаючи з місця на електроприводі, ці автомобілі рухаються дуже плавно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кужель В.П. Сучасні гібридні силові установки для легкових автомобілів / В.П. Кужель, Д.С. Стаднійчук // Матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 21–23 жовтня, 2013 р.: Збірник наукових праць. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – С. 145 – 147.
2. Смирнов О. П. Тенденція створення екологічно чистого транспортного засобу / О. П. Смирнов // Автомобильный транспорт: Сб. науч. тр. Вып.17. – Харьков : РИО ХНАДУ, 2005. – С. 103-107.
3. Кужель В.П. Проблеми та перспективи експлуатації електромобілів на території України // В.П. Кужель, О.В. Харчук // Науково-технічна конференція Вінницького національного технічного університету. XLV Науково-технічна конференція факультету машинобудування та транспорту, 10-11 березня 2016 р. : Збірник наукових праць / Вінницький національний технічний університет. – Вінниця: ВНТУ, 2016. Режим доступу: <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2016/paper/view/1213>
4. Кужель В.П. Основні проблеми експлуатації електромобілів в Україні та шляхи їх вирішення / В.П. Кужель, В.В. Красиленко // Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 19–21 жовтня, 2015 р.: Збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – С. 132 – 135.
5. Кужель В.П. Варіанти застосування гібридних силових установок на автомобілях / В.П. Кужель, Д.П. Комар, А.А. Кашканова // Матеріали X міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 23–25 жовтня, 2017 р.: Збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 116 – 119.

Кужель Володимир Петрович, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

Ісюк Володимир Васильович – студент групи 1АТ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Гончарук Юрій Петрович – студент групи 1АТ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Дмитренко Родіон Миколайович – студент групи 1АТ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Kuzhel Volodimir P., Ph.D., associate professor of automobiles and transportation management department, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

Isiuk Volodimir V. – student of 1АТ-17м, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia

Goncharuk Yuri P. – student of 1АТ-17м, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia

Dmitrenko Rodion M. – student of 1АТ-17м, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia