

АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ ТА НЕДОЛІКІВ ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ

Аламі Марруні Карім, ст. гр. А-43-17

volf-949@ukr.net

Науковий консультант: Волков В.П., проф., д-р техн. наук

Вступ. Сьогодні під час економічної кризи, погіршення екологічних умов та зростання цін на корисні копалини, все більша кількість аргументів переходить на користь гібридної техніки. Навіть висока початкова вартість таких автомобілів, під час їх експлуатації повертається у вигляді економії їх власникам. Створення енергоефективних автомобілів з мінімальними викидами токсичних речовин є важливою проблемою сьогодення.

Результати дослідження. Провідні автомобільні корпорації вже 20 років тому взяли курс на створення транспортних засобів з гібридними силовими установками. Найбільш розповсюдженими на сьогоднішній час є такі: Toyota Prius, Chevrolet Volt, Honda CR-Z.

Toyota Prius. Японська корпорація Toyota Motor Corporation в грудні 1997 р. випустила принципово новий транспортний засіб Toyota Prius – перший серійний легковий автомобіль з гібридною силовою установкою. Toyota Prius є лідером за кількістю продажів у Японії кілька років поспіль, а по всьому світу реалізовано майже 5 млн. автомобілів Toyota Prius різних модифікацій.

Toyota Prius – середньо розмірний гібридний транспортний засіб, що виробляється на заводах Японії, Великобританії та Китаю. Гібридна силова установка Toyota Prius заснована на основі ексклюзивної технології Hybrid Synergy Drive, що синергетично об'єднує потужності ДВЗ та електричного привода. Світова прем'єра нового покоління Toyota Prius PHV (Plug-In Hybrid) – першого гібридного транспортного засобу масового виробництва з можливістю заряду тягових акумуляторних батарей від стандартної електричної мережі та зарядних станцій (рис. 1) – відбулася на Франкфуртському автосалоні у вересні 2011 р).



Рисунок 1 – Гібридний транспортний засіб Toyota Prius PHV

Аналіз Toyota Prius показав основні його переваги в порівнянні зі звичайними автомобілями:

- висока економічність, яка отримана за рахунок режиму електромобіля та за рахунок синергетичного використання електричного двигуна та економічного ДВЗ, що працює по циклу Аткинсона;
- низький рівень забруднення атмосфери (за даними виробника у порівнянні з традиційним автомобілем Prius викидає в атмосферу на 85 % менше незгорілих вуглеводнів C_nH_m і окислів азоту NO_x);
- задовільні динамічні характеристики та низький рівень шуму;
- наявність двох незалежних систем гальмування – фрикційної та рекуперативної;
- коефіцієнт аеродинамічного опору автомобіля становить 0,25, що знижує витрату палива, особливо на високих швидкостях.

Аналіз Toyota Prius виявив деякі його недоліки:

- більш висока ціна, ніж у аналогічних автомобілях того ж класу;
- при низьких температурах погіршуються властивості ТАБ;
- в холодну пору року переваги гібридного приводу можуть зменшуватися за рахунок того, що ДВЗ працює майже завжди, виробляючи енергію для обігріву салону. Традиційні автомобілі обігрівають салон, відбираючи тепло з системи охолодження, яка при непрацюючому двигуні остигає за кілька десятків хвилин;
- невисока ефективність використання тягових акумуляторних батарей та системи рекуперативного гальмування;
- автомобіль не рекомендується залишати без руху на строк більше 3 місяців через можливий розряд тягових акумуляторних батарей;
- висока динаміка досяжна лише на малих швидкостях, так як при високих швидкостях все навантаження припадає на малопотужний ДВЗ.

Chevrolet Volt. Компанія General Motors (США) розробила та серійно виготовляє з 2010 р. гібридний електромобіль Chevrolet Volt, який презентується як електромобіль із збільшеним запасом ходу (Extended-Range Electric Vehicle (E-REV)). Chevrolet Volt, відрізняється від Toyota Prius тим, що побудований по послідовній гібридній технології, тобто завжди працює в режимі електротяги. При поїздках на невеликі відстані (до 60 км) Chevrolet Volt використовує електроенергію, накопичену у ТАБ. Під час тривалих подорожей додаткова електроенергія виробляється системою ДВЗ-генератор (рис. 1) [1].



Рисунок 2 – Гібридна технологія E-REV автомобіля Chevrolet Volt

В автомобілі Chevrolet Volt параметри тягових акумуляторних батарей і електричного приводу підбрані таким чином, що при достатньому рівні заряду тягової акумуляторної батареї, робота двигуна внутрішнього згорання не потрібна, а працюють тільки електричні компоненти, а саме тягові акумуляторні батареї, електричний привід і електронна система управління. Це підтверджує статистика власників автомобіля Chevrolet Volt в США, де автомобіль почав продаватися наприкінці 2010 р., яка показує, що на однієї заправці паливного бака можна подолати тисячі км, регулярно заряджаючи тягові батареї.

Незважаючи на компенсаційні знижки та податкові кредити, попит на автомобіль Chevrolet Volt невисокий. Тому концерн General Motors постійно припиняє виробництво автомобілів Chevrolet Volt. У наявності очевидний парадокс: на міжнародних автосалонах практично всі автомобільні концерни представляють електромобілі та гібридні автомобілі, запущені у серійне виробництво моделі отримують нагороди на різного роду конкурсах, але навіть у США і Європі, де ратують за чистоту навколишнього середовища, лише невеликий відсоток автомобілістів віддають перевагу подібним моделям.

Аналіз гібридного електромобіля Chevrolet Volt показав основні його переваги в порівнянні з Toyota Prius та звичайними автомобілями:

- високі динамічні характеристики, які досяжні практично до 27,78 м/с;
- більш висока екологічність, ніж у Toyota Prius, яка може бути отримана за рахунок тривалого руху в режимі «тільки електрика».

Статистика власників Chevrolet Volt показує, що автомобіль в більшості поїздок використовується тільки як електромобіль);

Аналіз гібридного електромобіля Chevrolet Volt виявив деякі його недоліки:

- більш висока ціна, ніж у звичайних автомобілів того ж класу. У багатьох країнах, однак, висока ціна частково компенсується податковими пільгами;

- Chevrolet Volt є чотирьохмісним, а Toyota Prius - п'ятимісним;
- велика маса автомобіля в порівнянні з Toyota Prius, яка пов'язана з підвищеною масою акумуляторних батарей;
- послідовна технологія менш ефективна та економічна у порівнянні з послідовно-паралельною гібридною технологією, якщо автомобіль експлуатувати на великі відстані;
- витрата палива при роботі ДВЗ практично не відрізняється від витрати палива сучасного автомобіля подібного класу;
- при низьких температурах погіршуються властивості акумуляторних батарей, а саме і пробіг в режимі «тільки електрика».

Honda CR-Z. Міжнародна промислова компанія Honda Motor Co., Ltd. випускає гібридний транспортний засіб Honda CR-Z з 2010 р. (рис. 3).

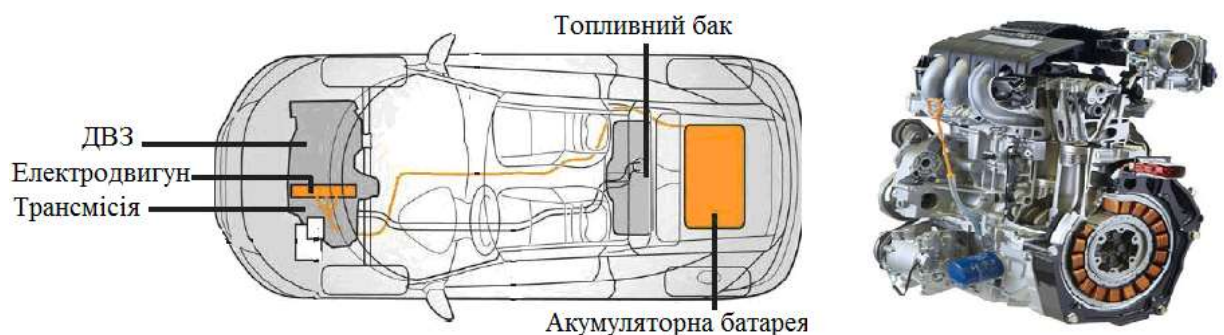


Рисунок 3 – Гібридна технологія ІМА автомобіля Honda CR-Z

Автомобіль Honda CR-Z, на відміну від Toyota Prius та Chevrolet Volt, реалізує паралельну гібридну технологію Integrated Motor Assist (ІМА). Технологія ІМА, що реалізована у серійних автомобілях Honda Insight, Honda Civic Hybrid, Honda CR-Z, об'єднує потужності бензинового ДВЗ та електричного двигуна, які підключені паралельно. Система Integrated Motor Assist, на відміну від Hybrid Synergy Drive автомобіля Toyota Prius та від технології E-REV автомобіля Chevrolet Volt, не дозволяє Honda CR-Z рухатися за допомогою електропривода [1].

Електричний двигун в автомобілі Honda CR-Z виконує дві функції:

- допомагає ДВЗ при прискоренні автомобіля;
- допомагає при уповільненні або гальмуванні автомобіля за рахунок використання рекуперативної системи гальмування.

Аналіз Honda CR-Z показав основні його переваги в порівнянні з Toyota Prius, Chevrolet Volt та звичайним автомобілем:

- система Integrated Motor Assist обходиться дешевше, ніж Hybrid Synergy Drive та E-REV, але дорожче ніж силова установка традиційного автомобіля;

– в системі Honda IMA не потрібні акумуляторні батареї великої ємності та потужні електричні двигуни, що також здешевлює вартість автомобіля;

– автомобіль Honda CR-Z перший гібридний транспортний засіб, який застосовує 6-ступінчасту механічну коробку передач, що теж знижує його загальну вартість;

– автомобіль обладнаний системою, що допомагає водієві економити паливо та навчає його економному водінню.

Аналіз Honda CR-Z виявив деякі його недоліки:

– Honda CR-Z не має режиму «тільки електрика»;

– посадкова формула автомобіля Honda CR-Z: 2 – дорослих, 2 – дітей (Європа, Японія) або двомісне купе (США);

– середня витрата палива та викиди CO₂ практично не відрізняються від сучасного автомобіля аналогічного класу;

– паралельна технологія менш ефективна та економічна у порівнянні з послідовно-паралельною або послідовною гібридною технологією (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняльні характеристики гібридних автомобілів

Основні характеристики		Prius-1	Prius PHV	Chevrolet Volt	Honda CR-Z
1		2	3	4	5
Початок продажів, р.		1997	2012	2010	2010
Кількість місць		5	5	4	2+2
Тип гібридної технології		послідовно-паралельна	зовнішній заряд	послідовна	паралельна
Пробіг на електроприводі, км		2	20	60	0
Основні характеристики		Prius-1	Prius PHV	Chevrolet Volt	Honda CR-Z
ТАБ	Тип	NiMN	Li-Ion	Li-Ion	Li-Ion
	Ємність, А·с (А·год.)	21600 (6)	54000 (15)	158400 (44)	н/д
	Маса, кг	57	80	198	н/д
	Напруга, В	288	345,6	360	144
	Енергоємність, кВт·год.	1,73	4,4	16	н/д
Потужність електродвигуна, кВт		30	60	111	10

Продовження таблиці 1

ДВЗ	Потужність, кВт	43	73	63	83
	Макс. оберти, рад/с (об./хв.)	419 (4000)	544 (5200)	502 (4800)	628 (6000)
	1	2	3	4	5
	Об'єм, см ³	1498	1798	1398	1497
Синергетична потужність, кВт		58	100	111	91
Максимальна швидкість / на електроприводі, м/с (км/год.)		44,4 / 11,1 (160 / 40)	50 / 27,8 (180 / 100)	44,4 / 44,4 (160 / 160)	55,55 200
Час розгону до 100 км/год., с		15,5	10,8	8,5	11,5
Споряджена маса, кг		1240	1525	1750	1147
Викид CO ₂ , г/км		108	49	60	117
Витрата палива, кг/100км (л/100км)		3,8 (5,1)	1,64 (2,2)	3,725 (5)	3,725 (5)
Мінімальна ціна у США, \$		24 200	29 999	41 685	19 995

Висновки. Схема з розподілом потужності ДВЗ є найбільш ефективною з точки зору паливної економічності і екологічної безпеки. Паралельна схема лише незначно поступається їй в ефективності при істотному спрощення технічної реалізації, оскільки можна застосувати тільки одну електричну машину порівняно невеликої потужності. Послідовна схема вимагає застосування двох електричних машин великої потужності.

Література

1. Варіанти побудови кінематичних схем [електронний ресурс]: Режим доступу: <https://www.autocentre.ua/ua/opyt/tehnologii/tipy-gibridnyh-silovyh-ustanovok-305550.html>.
2. Огляд компоувальної схеми і характеристик гібридного автомобіля. Toyota Prius [електронний ресурс]: Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Toyota_Prius.
3. Гібридні автомобілі: як вони влаштовані та якими бувають? [електронний ресурс]: Режим доступу: <http://kk->

auto.com.ua/novyny/shho-take-gibridni-avtomobili-yak-voni-vlashtovani-ta-yakimi-buvayut/