

УДК 629.3+504

**О. П. СМІРНОВ**, канд. техн. наук, доц. ХНАДУ, Харків

## **ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО АВТОМОБІЛЕБУДУВАННЯ**

Проведено аналіз перспективних напрямків науково-технічного розвитку сучасного автомобілебудування. Науково обґрунтовано технічні рішення щодо створення автомобілів на найближчу перспективу. Створення сучасних автомобілів йде за різними напрямками: вдосконалення ДВЗ, застосування альтернативних джерел енергії, розроблення гібридних автомобілів та електромобілів. Зроблені висновки підтверджують актуальність та доцільність розробки гібридних силових установок автомобілів.

**Ключові слова:** автомобіль, електромобіль, гібридний автомобіль, альтернативні джерела енергії, економічність.

**Вступ.** В теперішній час зростає потреба в ефективних та екологічно чистих автотранспортних засобах. Екологічні проблеми сучасності у більшій мірі пов'язані з використанням традиційного моторного палива у двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ). Цю проблему можна вирішити за рахунок втілення прогресивних енергозберігаючих та екологічно чистих технологій у силові установки автомобілів. Тому в теперішній час провідні автомобілебудівні корпорації проводять інтенсивні розробки у різних напрямках, таких як застосування альтернативних видів палива, впровадження енергоємних накопичувачів енергії, розроблення автомобілів з електричним приводом: електромобілів та гібридних автомобілів.

**Аналіз основних досягнень і літератури.** В теперішній час виникає протиріччя між жорсткими нормами та вимогами до автомобілів та їх сучасним станом. Ця проблема пов'язана з невирішеними задачами, які пов'язані з тим, що в якості силових установок автомобілів застосовуються двигуни внутрішнього згорання (бензинові, дизельні або з газовим обладнанням), які, як показує аналіз, досягають піку своєї еволюції у галузі екологічної безпеки. Подальше вдосконалення ДВЗ звичайно буде здійснюватися, але сам факт споживання нафтового або газового моторного палива передбачає шкідливі сполуки у вихлопних газах автомобілів. За оцінками експертів інтенсивне зростання автомобільного парку буде продовжуватися і далі, отже, якщо не впроваджувати енергозберігаючі та екологічно чисті технології на транспорті, не розробляти альтернативні джерела живлення для автомобілів, то забруднення зовнішнього середовища буде продовжитися такими ж стрімкими темпами.

Створення сучасних автомобілів, з метою зниження викидів токсичних речовин і підвищення економічності силових енергоустановок, йде за різними напрямками:

- вдосконалення систем упорскування і згорання палива традиційних ДВЗ, застосування каталізаторів і нейтралізаторів;
- розробка новітніх енергозберігаючих технологій та систем на транспорті, це і застосування альтернативного палива та створення альтернативних силових установок, це і втілення в силову установку тягового електропривода для створення електромобілів та гібридних автомобілів [1-5].

**Мета дослідження, постановка задачі.** Метою дослідження є підвищення екологічної безпеки та економічної ефективності автомобілів за рахунок визначення та обґрунтування перспективних напрямів розвитку сучасного автомобілебудування.

Задачами дослідження є аналіз сучасного стану автомобілебудівної галузі, визначення перспективних напрямів його розвитку та наукове обґрунтування технічних рішень щодо створення автомобілів на найближчу перспективу.

© О. П. Смирнов, 2014

**Матеріали досліджень.** Проблема підвищення паливної економічності та екологічної безпеки автомобілів на сучасному етапі може бути вирішена за рахунок розвитку наступних науково-технічних напрямків: подальше вдосконалення ДВЗ, застосування альтернативних джерел енергії та видів палива, розроблення автомобілів з гібридними силовими установками, впровадження електромобілів (рис. 1).

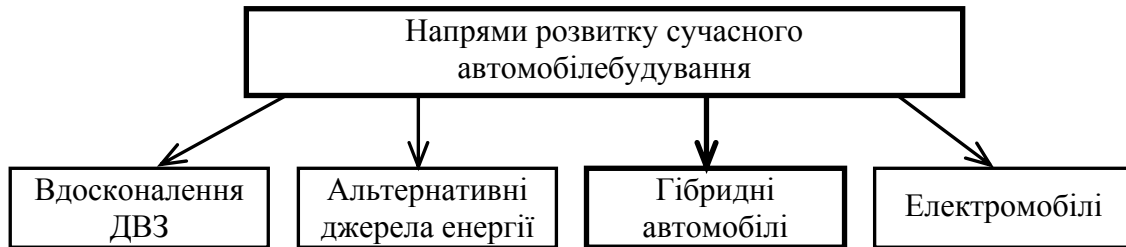


Рисунок 1 – Напрями підвищення паливної економічності автомобілів

Аналіз перспективних напрямів розвитку сучасного автомобілебудування показав, що заходи щодо вдосконалення двигунів внутрішнього згорання виявляються не дуже ефективними. Це пов'язано як з низьким коефіцієнтом корисної дії (ККД) ДВЗ, так і з особливістю експлуатації автомобілів у великих мегаполісах, наприклад, у заторах. Середня швидкість автомобілів на завантажених ділянках дороги не перевищує 5,56 м/с (20 км/год.), а потужність ДВЗ використовується менш ніж на 10 %. Крім того, сам характер руху в місті є послідовністю прискорень і гальмувань. В результаті у процесі гальмування кінетична енергія автомобіля безповоротно розсіюється в гідравлічних гальмівних системах, на відміну від автомобілів з електроприводом, які мають систему рекуперативного гальмування.

Широке розповсюдження ДВЗ обумовлено низкою переваг перед іншими типами силових установок:

- висока енергетична щільність палива, яка, навіть при невисокому ККД ДВЗ, дозволяє автомобілю здійснювати рух до 800 км на однієї заправці паливного баку;
- можливість задоволення сьогоденним міжнародним вимогам з екологічної безпеки, але наступні екологічні вимоги автомобілі з ДВЗ можуть вже не задовольнити;
- добре відпрацьована технологія виготовлення ДВЗ, що забезпечує їх невисоку питому вартість (витрати/кВт);
- удосконалення робочого процесу призвело до високої об'ємної та масової енергоємності (кВт/м<sup>3</sup>, кВт/кг).

Основним недоліком автомобілів з ДВЗ, крім шкідливих викидів у вигляді хімічних речовин і з'єднань, є його неефективна робота, особливо при експлуатації автомобілів у великих мегаполісах в години пік. Теоретичні та експериментальні дослідження показують, що шляхом оптимізації ступеня стиснення і робочого об'єму ДВЗ може бути поліпшена експлуатаційна паливна економічність і забезпечено зниження викиду парникових газів (CO<sub>2</sub>) в умовах міського руху не більш ніж на 20-40 %.

В даний час провідні світові виробники автомобілів впроваджують близько 100 різних моделей автомобілів, що працюють на альтернативних видах палива. В якості альтернативних видів палива розглядаються: зріджений нафтовий газ, природний газ, біометан, біопаливо і водень. До 2020 р., згідно резолюції ООН, в країнах Європи очікується збільшення таких автомобілів до 23 % від всього автопарку, з них 10 % (близько 30,5 млн. одиниць) будуть експлуатуватися на природному газі.

Найбільш перспективним видом альтернативного палива є водень. Але сучасний

рівень розвитку технологій не дозволяє використовувати водень ефективно. Виготовлення водневого палива для автомобілів в чотири рази дорожче, ніж виробництво автомобільного бензину в кількості, достатній для виробництва аналогічної кількості енергії. Крім того, залишається проблемою створення «водневої інфраструктури» – мережі заправних станцій і сервісних центрів необхідних для обслуговування автомобілів, що працюють на водневому паливі. За оцінками Аргоннської національної лабораторії, в масштабах США для цього потрібно витратити більше \$ 600 млрд. Може тому президент США Барак Обама признав безперспективним розвиток виробництва автомобілів, що працюють на водні, зробивши вибір на користь електромобілів. Він ліквідував «Фонд розвитку автомобілів з водневими двигунами» з бюджетом \$ 1,2 млрд., який був заснований його попередником Джорджем Бушем молодшим у 2003 р. Як вважає Обама, майбутнє водневої технології викликає сумніви, особливо на тлі швидкого розвитку ринку електричних транспортних засобів.

В теперішній час вирішення екологічних та економічних проблеми в сучасному автомобілебудуванні можливо за рахунок використання електричного привода, який застосовується в електромобілях та гібридних автомобілях. Увага конструкторів до автотранспортних засобів з електричною тягою підтримується також тим, що вони мають важливу перевагу – відсутність шкідливих викидів. По-друге, коефіцієнт корисної дії сучасних електричних двигунів досягає 95 %. В порівнянні, ККД бензинового двигуна в оптимальному режимі не перевищує 30 %, дизельного – 40 %, паливних елементів на водню – 60 %. Тому електромобілі відрізняються низькою собівартістю експлуатації. Але джерела енергії електромобілів – тягові акумуляторні батареї (АКБ) – поки не можуть конкурувати з бензином, газом або дизельним паливом за щільністю енергії. Наприклад, паливний бак автомобіля ємністю 50 л акумулює 2.35 ГДж енергії, відповідаючи щільності енергії 47 ГДж/м<sup>3</sup> (13 МВт·год./м<sup>3</sup>). Тому основним недоліком електромобілів є недостатня ємність тягових акумуляторних батарей, від чого запас ходу електромобілів не надто великий.

Проблема невеликого пробігу електромобілів виникає через низьку щільність енергії акумуляторних батарей. Питома енергоємність накопичувачів та джерел енергії, що використовуються в силових установках автомобілів, з урахуванням максимального ККД перетворення енергії зведена у табл. 1.

Таблиця 1 – Питома енергоємність накопичувачів та джерел енергії для автомобілів

Джерело енергії	ККД, %	Питома енергоємність, кВт·год./кг	Питома енергоємність з урахуванням ККД, кВт·год./кг
Водень	60	38	22,8
Бензин, дизельне паливо, газ	30	12...14	3,6...4,2
Свинцева-кислотна АКБ	50	0,04	0,02
Нікель-метал-гідридна АКБ	80	0,08	0,064
Літієва АКБ	90	0,15	0,135
Суперконденсатори	95	0,006	0,006

Електромобілі – це, безумовно, перспективний напрямок розвитку автомобілебудування. Вже декілька років випускаються серійні електромобілі: Nissan LEAF, Mitsubishi i-MiEV, Tesla S та ін. В списку компаній, що готуються до серійного випуску повноцінних автомобілів на електричній тязі – Hyundai, Subaru, BMW, Audi, Mercedes, Volkswagen, Peugeot та багато інших відомих корпорацій. Але без якісного стрибка енергетичних характеристик акумуляторних батарей та без значного зниження їх вартості електромобілі будуть мати обмежений попит серед споживачів автомобілів. Поки електромобілі, порівняно з традиційними автомобілями з ДВЗ, поступаються їм за технічними характеристиками, ціною та зручністю експлуатації.

**Результати досліджень.** На сучасному етапі розвитку автомобілебудування доцільно розробляти гібридну технологію, тому що електромобілі та інфраструктура зарядних станцій ще не набули широкого розповсюдження. Гібридна силова установка синергетично об'єднує позитивні властивості двигуна внутрішнього згоряння та електричного двигуна. Це відбувається за рахунок використання електропривода, який допомагає або повністю заміняє ДВЗ в неекономічних режимах роботи, коли споживання палива та токсичність вихлопу максимальна. Електричні двигуни вже з малих обертів забезпечують високий обертовий момент та достатню потужність, не витрачаючи паливо і не забруднюючи навколишнє середовище. Бензиновий двигун дозволяє розвинути високу швидкість автомобіля та одночасно заряджати тягові акумуляторні батареї. Робота у гібридному режимі дозволяє кожному джерелу енергії працювати в оптимальному режимі, забезпечуючи автомобілю високу динамічність і паливну економічність.

Найбільш зручними в експлуатації є гібридні автомобілі, які мають режим електромобіля та які здатні накопичувати енергію в акумуляторній батареї безпосередньо від стаціонарних джерел електричної енергії (система plug-in hybrid). Це обумовлено суттєво нижчою вартістю кВт·год., що отримані від електричної мережі, в порівнянні з вартістю кВт·год., що одержані з генераторних установок ДВЗ, які отримують енергію від бензину, дизпалива або газу.

Науково-дослідні роботи, що проводяться на кафедрі автомобільної електроніки ХНАДУ, підтверджують доцільність розробки автомобілів з гібридною силовою установкою. Колектив авторів розробив прототип гібридного автомобіля на базі автомобіля ЗАЗ Ланос Пікап, який наданий ПАТ «ЗАЗ» для проведення науково-дослідних робіт та подальшого впровадження гібридної силової установки у виробництво. В якості накопичувача електричної енергії в розробленому гібридному автомобілі використовуються 20 літій-залізо-фосфатних акумуляторних батарей Thunder Sky TS - LFP90АНА, а їх заряд здійснюється в трьох режимах: від стаціонарної електричної мережі 220 В, 50 Гц, від системи ДВЗ-генераторна установка та від тягової електричної машини при рекуперації гальмівної енергії автомобіля. Привід тягового електричного двигуна здійснюється на вторинний вал коробки передач через полікліновий ремінь.

Проведені дорожні випробування гібридного автомобіля ЗАЗ Ланос Гібрид показали, що при русі автомобіля на відстань до 50 км, особливо в міському циклі руху, електричний двигун є основним, тому, що під час простою в заторах, руху з місця, набору швидкості до 30-40 км/год. і гальмуванні відбувається виключно на електроприводі. Саме на цих режимах ДВЗ працює в неекономічних режимах, тому еквівалентна витрата палива не перевищує 4л/100 км. При подальшому прискоренні автомобіля підключається ДВЗ, енергія від якого використовується для руху, як у базовому автомобілі та для заряду тягових акумуляторних батарей. Запас ходу

модернізованого автомобіля в режимі електромобіля на одному заряді акумуляторних батарей становить 30-35 км в залежності від умов руху. У режимі гібридного автомобіля в міському режимі руху економія палива становить 30-50 % (залежно від пройденої відстані та умов руху).

**Висновки.** Основними напрямками розвитку дорожніх транспортних засобів є підвищення економічної ефективності, екологічної чистоти та експлуатаційних властивостей. Створення сучасних та перспективних автомобілів йде за різними напрямками: вдосконалення ДВЗ, застосування альтернативних джерел енергії, розроблення гібридних автомобілів та електромобілів. На сучасному етапі розвитку автомобілебудування доцільно розробляти гібридну технологію. Це підтверджується дослідженнями, що проводяться на кафедрі автомобільної електроніки ХНАДУ, в результаті яких розроблений гібридний автомобіль на базі ЗАЗ Ланос Пікап. Отримані результати дорожніх випробувань модернізованого автомобіля підтверджують актуальність та доцільність розробки гібридних силових установок автомобілів.

**Список літератури:** 1. *Бажинов О. В.* Синергетичний автомобіль. Теорія і практика / *О. В. Бажинов, О. П. Смирнов, С. А. Серіков, В. Я. Двадненко.* – Х.: ХНАДУ, 2011. – 236 с. 2. *Смирнов О. П.* Шляхи вдосконалення гібридних силових установок автомобілів / *О. П. Смирнов, О. І. Репницький* // Вестник ХНАДУ. – 2010. – № 49. – С. 26–28. 3. *Смирнов О. П.* Концептуальні рішення створення екологічно чистих автотранспортних засобів з електроприводом / *О. П. Смирнов* // Вестник ХНАДУ. – 2011. – № 55. – С. 52–57. 4. *Смирнов О. П.* Модернизация легкового автомобиля в гибридный / *О. П. Смирнов* // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: Материалы международной научно-практической конференции. Том 1. Модернизация наземных транспортно-технологических машин и комплексов. Транспорт. Теоретические разработки и проектирование. Практика применения, эксплуатация и сервис: г. Пермь, Россия, Изд-во ПНИПУ. – 2013. – С. 336-343. 5. *Смирнов О. П.* Гибридная силовая установка для транспортных средств / *О. П. Смирнов, А. Б. Богаевский, А. О. Смирнова* // – Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2013. – № 139 – С. 207-211.

*Надійшла до редколегії 05.03.2014*

УДК 629.3+504

**Перспективні напрями розвитку сучасного автомобілебудування / О. П. Смирнов** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ», 2014. – № 9 (1052). – С. 61-65. – Бібліогр.: 5 назв. – ISSN 2078-6840.

Проведен аналіз перспективних напрямлений науково-технічного розвитку сучасного автомобілебудування. Створення сучасних автомобілів йде по різних напрямках: вдосконалення ДВС, застосування альтернативних джерел енергії, розроблення гібридних автомобілів та електромобілів. Сформульовані висновки, які підтверджують актуальність і доцільність розробки гібридних силових установок автомобілів.

**Ключевые слова:** автомобиль, электромобиль, гибридный автомобиль, альтернативные источники энергии, экономичность.

**Perspective directions of the development of the modern autoindustry / O. P. Smyrnov** // Bulletin of NTU «KhPI». Series: Car- and tractorbuilding. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2014. – № 9 (1052). – P. 61-65. – Bibliogr.: 5. – ISSN 2078-6840.

The analysis of the promising areas of scientific and technological development of the modern automobile. Creating modern cars are in different directions: improving the engine, the use of alternative energy sources, the development of hybrid and electric vehicles. Formulated conclusions that confirm the relevance and feasibility of developing hybrid propulsion vehicles.

**Keywords:** car, electric, hybrid car, alternative energy, economy.