

АЛЬТЕРНАТИВНІ ЕНЕРГОУСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТУ

*І. Б. Луцик, О. М. Фендьо, І. С. Іскерський, кандидати технічних наук
Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка*

У статті подано аналіз існуючих напрямків застосування альтернативних енергоустановок, що використовуються для автотранспорту та перспективи їх подальшого удосконалення.

Енергоустановки, альтернативне паливо, гібридні автомобілі, паливні елементи.

Неперервна тенденція зростання енергоспоживання є характерною для усього світового господарства. Це призводить до негативних екологічних наслідків, адже збільшення шкідливих викидів порушує тепловий баланс планети. Таким чином, необхідність істотного зниження питомих енергетичних витрат є актуальним завданням як для всіх галузей господарства так, зокрема, і для транспорту.

Для вирішення цієї проблеми перспективним є напрямок відмови від використання в якості енергетичних установок екологічно небезпечних двигунів внутрішнього згорання і перехід на електрифіковані види транспорту [1]. Це, в свою чергу, вимагає якісних конструктивних змін автомобільного транспорту. Крім того, масове застосування електромобілів потребує створення відповідної інфраструктури для підзарядки акумуляторів. При цьому слід враховувати ще й те, що потужність, яка виробляється всіма сучасними електростанціями, значно менша потужності всіх сучасних автомобілів.

Тому актуальним завданням є створення та модернізація енергоустановок транспортних засобів, які були б орієнтовані на використання альтернативних видів палива.

Мета дослідження – аналіз перспективних технічних рішень відносно

енергоустановок транспортних засобів, які дозволяють мінімізувати енерговитрати і забезпечити високі екологічні параметри.

Матеріали та методика досліджень. Зважаючи на те, що найбільш енергоємним і екологічно небезпечним компонентом автомобіля є його енергетична установка, тому головні напрями дослідження визначаються двома найважливішими соціально-економічними проблемами [2]:

- раціональне використання палива нафтового походження, в тому числі заміна його альтернативними енергоносіями;
- зниження шкідливого впливу автотранспорту на навколишнє середовище.

Для аналізу шляхів вирішення проблеми енергозбереження та екологічної безпеки на транспорті, окреслені перспективні альтернативні напрямки (рис.1), розгляд яких проводиться в даному дослідженні.



Рис. 1. Перспективні напрями вдосконалення автомобільних енергоустановок

Результати досліджень. Розв'язання енергетичної проблеми автомобільного транспорту можливе в першу чергу шляхом використання альтернативних видів палива, які повинні мати доступну вартість для масового споживача та базуватись на достатніх сировинних ресурсах.

Впровадження на автотранспорті екологічно безпечних видів палива, таких як водень, біогаз, етанол, диметиловий ефір, зріджений природний газ та зріджений вуглеводневий газ (пропан-бутанові суміші) дозволяють значно скоротити викиди забруднюючих речовин.

Міжнародна енергетична асоціація (ЕА) прогнозує, що до 2030 р. світове

виробництво біопалива збільшиться до 150 млн.т. енергетичного еквівалента нафти. Щорічні темпи приросту виробництва складуть 7–9%. У результаті до 2030 р. частка біопалива в загальному обсязі палива в транспортній сфері світу досягне 4 - 6 % [6].

Проте найбільш перспективним енергоносієм є рідкий водень, який володіє найвищим з відомих видів палив енерговмістом. Унікальні властивості водню забезпечують можливість підвищення коефіцієнта корисної дії двигуна внутрішнього згорання в 1,5-1,7 рази в порівнянні з традиційним бензиновим [17]. У двигунах внутрішнього згорання водень може використовуватись як основне паливо і в якості добавки до бідних вуглеводнево-повітряних сумішей для ініціації процесу згорання. Завдяки цьому досягається підвищення паливної економічності і різке зниження токсичності викидів. Ефективнішим шляхом застосування водню в якості палива для автотранспорту є створення водневого електромобілю з паливним елементом і електроприводом (табл.).

Таблиця

**Порівняльні характеристики витрат енергії енергоустановки
на паливних елементах та ДВЗ з нейтралізатором**

Силова установка	ДВЗ з нейтралізатором	Енергоустановка на паливних елементах
Паливо	Бензин	Водень
Витрати енергії при швидкості 60 км/год, кВтгод/100 км	87,2	43,6
Викиди, г/км		
CO	2,3	0
CnHm	0,2	0
NOx	0,15	0
CO ₂	213,0	0
H ₂ O	98,0	117,0

Існують різні варіанти реалізації енергоустановок для автотранспорту, що використовують альтернативні види палива, найбільш перспективні з них представлені на рис. 2:

– гібридні автомобілі з послідовною (а), паралельною (б) і універсальною схемою (в);

- газові автомобілі (г) та з газобензиновим газодизельним двигуном (д)
- автомобілі на паливних елементах (е).

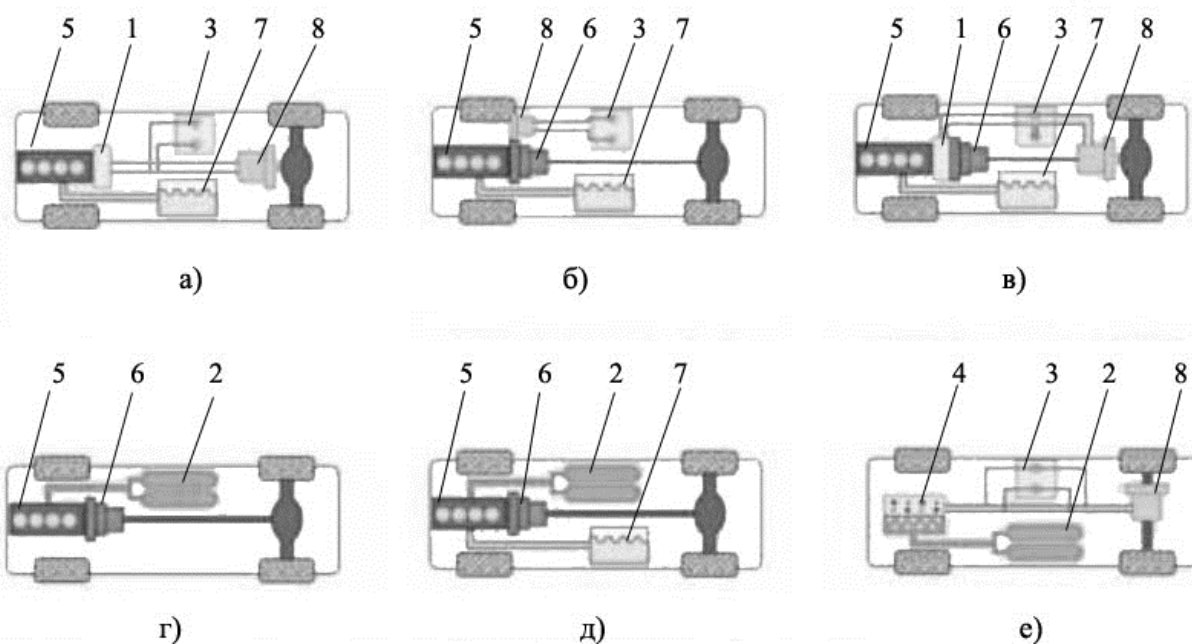


Рис. 2. Силлові схеми автомобілів з альтернативними енергоустановками: 1 – генератор, 2 – газовий балон, 3 – електробатарея, 4 – паливний елемент, 5 – ДВЗ, 6 – зчеплення, 7 – паливний бак, 8 – електродвигун

Одними з перших були електромобілі, оснащені акумуляторними батареями. Техніко – економічні параметри даного типу електромобілів насамперед залежать від характеристик застосовуваних акумуляторних батарей. Величина бажаного пробігу електромобіля на один заряд батареї прямо пропорційна відношенню ваги акумуляторної батареї до повної ваги електромобіля. Оскільки залежність ваги батареї від вантажопідйомності електромобіля значно вища, ніж залежність ваги карбюраторного двигуна від вантажопідйомності автомобіля це є однією із найбільших завад для впровадження даного типу електромобілів зокрема для великої вантажопідйомності.

Перехідним етапом до автомобілів, які працюють на принципово більш дешевших і екологічніших джерелах енергії є автомобілі з гібридним двигуном, у яких для обмеження максимуму навантаження первинне джерело енергії підбирається за величиною середньої потужності, а вторинне – за граничною потужністю [5]. До прикладу, у гібридних легкових автомобілях Toyota Prius

первинним джерелом енергії є бензиновий двигун внутрішнього згорання, а вторинним – блок акумуляторів. Для автомобіля Honda FCX паливні елементи є первинним джерелом енергії, а конденсатори великої ємності – вторинне .

Сучасними автовиробниками часто використовується схема, що дозволяє поєднувати тягу двигуна внутрішнього згорання та електродвигуна. Це дозволяє уникнути роботи ДВЗ в режимі малих навантажень, а також реалізовувати рекуперацію кінетичної енергії, що підвищує паливну ефективність силової установки.

Таким чином, комбіновані енергоустановки – це системи зі складним енергообміном. Частина енергії, що виробляється ДВЗ, через трансмісію передається автомобілю для руху чи зміни швидкості. Інша частина відбирається генератором і відправляється в батареї для акумуляування. Якщо потужності ДВЗ недостатньо, то тяговий електропривод підживлює енергією з батареї. За необхідності зменшення кінетичної енергії автомобіля електромашини забирає цю енергію і відправляє в батареї. Таким чином енергія в комбінованій енергетичній установці передається декількома шляхами між декількома накопичувачами: паливний бак, батареї, автомобіль (який являється акумулятором кінетичної енергії) [4].

Наявність батарей дозволяє відносно вільно керувати енергопотоками та режимами роботи компонентів енергоустановки. Проте, тут виникає складність в управлінні пов'язана з тим, що для зниження витрат палива необхідно забезпечити максимальний ККД усієї установки, а не окремої ланки, а також враховувати баланс енергії. Оскільки основні характеристики комбінованих енергоустановок є нелінійними та багатомірними і, крім того, мінімуми питомих витрат не завжди співпадають з мінімальними викидами нормованих шкідливих речовин, то виникає протиріччя у вирішенні комплексного завдання збереження екології та підвищення енергоефективності. В таких випадках доцільним є застосування адаптивних алгоритмів керування, які дозволяють узгоджувати рішення окремих підзадач в залежності від конкретної ситуації.

Головна перевага гібридного автомобіля – зниження витрати палива і шкідливих викидів. Це досягається повним автоматичним управлінням режиму

роботи системи двигунів за допомогою бортового комп'ютера, починаючи від своєчасного відключення двигуна під час зупинки в транспортному потоці, з можливістю продовження руху без його запуску, виключно на енергії акумуляторної батареї, і закінчуючи складнішим механізмом рекуперації – використання електродвигуна як генератора електричного струму для поповнення заряду акумуляторів.

Ще одним напрямком розвитку альтернативних енергоустановок на транспорті є застосування сонячних батарей. Існує безліч конструкцій електромобілів на сонячних батареях, так званих «сонцемобілів», проте їх спільною проблемою є низький ККД батарей (зазвичай близько 10–15%, передові розробки дозволяють домогтися 30 – 40%), що не дозволяє запасати значну кількість енергії за день, скорочуючи добовий пробіг. Крім того, вартість сонячних елементів, що використовуються на транспорті надто висока, що також є перешкодою для їх масового використання.

Найбільш перспективним на даний час вважаються електромобілі, оснащені паливними елементами – хімічними джерелами струму, які здійснюють пряме перетворення енергії палива в електричну, минаючи малоефективні процесі горіння, що відбуваються з великими втратами. Для сучасних електрохімічних технологій характерним є збільшення питомої енергії, проте їх питома потужність обмежена високим повним внутрішнім опором областей контакту [5]. Крім того, особливістю енергоустановок на паливних елементах є те, що маса енергосилової установки не змінюється при зміні її енергоємності, а збільшення запасу ходу може бути досягнуто за рахунок збільшення маси палива в паливних баках. Таким чином, з одного боку паливні елементи дозволяють суттєво підвищити запас ходу електромобіля, але з іншого боку на сьогоднішній день паливо для них має високу вартість, а також може бути токсичним і при переробці виділятиме в атмосферу шкідливі речовини.

Однак провідні автомобільні компанії світу продовжують пошуки рішень зазначених проблем. Перспективним напрямком застосування альтернативних енергоустановок на автотранспорті є розвиток водневих технологій, що

передбачає: створення електрохімічних генераторів нового покоління як бортових джерел електроенергії, розробку електролізерів високого тиску для заправочної інфраструктури та створення бортових акумуляторів енергії з водневим циклом.

Так, наприкінці 2013 р. компанія Toyota представила в Токіо свій концепт автомобіля на паливних елементах FCV, серійний випуск якого вийде в 2015 році. Паливні елементи, які створені за новою технологією подвійної щільності, використовуюючи водень із двох надміцних балонів високого тиску і кисень із забортного повітря, виробляють електроенергію, викидаючи при цьому водяну пару. Однієї заправки балонів вистачає на 500 км, а перезавантаження відбувається за 3 хвилини. Екологічність такого автомобіля досягає 100%.

Висновки

Впровадження на автотранспорті екологічно безпечних видів палива дозволить скоротити викиди шкідливих речовин та зменшити енерговитрати силових установок. Оскільки паливні елементи можуть працювати з високим ККД, тому з ними пов'язані перспективи розвитку транспортної енергетики, що також сприятиме зниженню викидів парникових газів і інших забруднюючих речовин.

Застосування альтернативних енергоустановок на автотранспорті потребує вирішення складних науково-технічних проблем, пов'язаних із удосконаленням їх технологічних режимів, розробкою енергоефективних адаптивних алгоритмів керування для вибору режиму роботи, що забезпечить автомобілю значне покращення паливної економічності і зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Список літератури

1. Александров И.К. Перспективы развития транспортных средств с электроприводом / И.К. Александров, В.А. Раков, А.А. Щербакова // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 4. – С. 65–68.
2. Каменев В.Ф. Гибридное автотранспортное средство с энергетической установкой, работающей на водородном топливе / В.Ф. Каменев,

Г.С. Корнилов, Н.А. Хрипач // International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology ISJAEЕ № 2(10) 2004. – С. 28–36.

3. Пронин Е.Н. Биогазовые и водородные технологии как инструмент повышения экоэффективности транспорта // Международный научно-технический журнал «Транспорт на альтернативном топливе» – М. – 2010. – № 5 (17). – С. 30–33.
4. Куликов И.А. Комбинированная энергоустановка последовательно-параллельного типа: теоретическое исследование / И.А. Куликов, В.В. Селифонов // Журнал Автомоб. Инженеров – 2011.– №6 (71). – С. 14–17.
5. Бажинов А.В. Аккумуляция энергии в гибридных автомобилях / А.В. Бажинов, И.С. Трунова // Вестник ХНАДУ – 2007. – № 39. – С. 47–53.
6. Мітков Б.В. Альтернативні палива для транспортних засобів / Б.В. Мітков, В.Б. Мітков, О.В. Шульга // Науковий вісник ТДАТУ, 2011. – Випуск 1, Том 3 – С. 144 –152.
7. Лучко М.И. Применение топливных элементов смесеобразования водородно-воздушной смеси для водородного автотранспорта / М.И. Лучко // Вісник СНУ ім. В. Даля – 2011. – № 5 (159).– Частина 2. – С. 305 – 309.

В статье представлен анализ существующих направлений применения альтернативных энергоустановок, используемых для автотранспорта и перспективы их дальнейшего совершенствования.

Энергоустановки, альтернативное топливо, гибридные автомобили, топливные элементы.

The article presents an analysis of current trends of alternative energy device, used for vehicles and prospects for their further improvement.

Energy device, alternative fuel, hybrid cars, fuel cells.