

Злепко І. Ю., Ларшин В. П.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Анотація. У роботі розглянуто сучасні тенденції розвитку автомобільних двигунів в Україні, зокрема для військової техніки. Проаналізовано перспективи використання електричних, водневих і газових силових установок. Визначено їхні технологічні переваги та обмеження, можливості застосування у бойових та тилових умовах, а також напрями подальшого розвитку.

Ключові слова: двигун внутрішнього згоряння; військова техніка; гібридні силові установки; електромобілі; водневі двигуни; альтернативні види палива.

Annotation. The paper analyzes current trends in the development of automotive powertrains in Ukraine, including their application in military vehicles. The prospects of electric, hydrogen and gas engines are examined. Technological advantages and limitations in combat and logistics conditions are identified, along with key directions for further development.

Keywords: internal combustion engine; military vehicles; hybrid power systems; electric vehicles; hydrogen engines; alternative fuels.

Згідно з прогнозами сучасний двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) – з елементами електрифікації та без – залишиться основним силовим агрегатом до 2030 року, причому кожні два із трьох нових автомобілів все ще будуть оснащені класичним ДВЗ.

Ефективність транспортних засобів постійно підвищується і зростає кількість автомобілів, які тепер або повністю електричні, або оснащені гібридними технологіями. З появою електромобілів на Українському ринку та їх подальшим розвитком, багато їх прихильників прогнозували революцію в автомобілебудуванні та в подальшому припинення існування ДВЗ. Саме ДВЗ належить ціла епоха розвитку автомобільної індустрії. Хоча закон № 8172 «Про деякі питання використання транспортних засобів, оснащених електричними двигунами та внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо подолання паливної залежності і розвитку електрозарядної інфраструктури та електричних транспортних засобів» не ухвалено, він був замінений іншими законодавчими ініціативами. Наприклад, важливі для розвитку електромобілів зміни, пов'язані з податками, вносяться через інші закони, такі як закон про внесення змін до Податкового кодексу щодо стимулювання розвитку електромобілів (№ 1045-IX), який передбачав звільнення від акцизу та ПДВ при імпорті електромобілів до 2028 року.

У вказаному законі наголошувалось, що Україна прагне розвивати екологічно чистий громадський транспорт з подальшим збільшенням кількості зарядних станцій для електромобілів. Закон також обмежував закупівлю та використання дизельних та бензинових автобусів, що сприяло зменшенню брудних викидів у навколишнє середовище. Згідно закону з 2036 року українські міські автобуси мають бути лише електричними, або з ДВЗ, які працюють на водні, або газу (зріджений нафтовий, або стиснений природний). Прогнозувалось, що відсоток екологічно чистих транспортних засобів у великих містах збільшиться на 25%. Відповідно потреба в зарядних станціях збільшиться. Саме спрощення правил будівництва зарядних станцій сприятиме розвитку їх інфраструктури.

В свою чергу під час експлуатації електромобілів було виявлено ряд їх недоліків, тому кількість прихильників електромобілів зменшилася. Суспільство поділилося на два табори – прихильників електромобілів та прихильників використання ДВЗ, в якості палива яких може використовуватися або водень, або газ (зріджений нафтовий та стиснений природний). Однак у електромобілів є недоліки, наприклад, наступні: 1) при займанні літєвої батареї не можливо нічим загасити пожежу і автомобіль повністю знищується пожежею; 2) обмежений пробіг автомобіля та його прив'язка до зарядних станцій; 3) необхідність навчання персоналу з досить високим рівнем освіти; 4) висока напруга (до 1000 В) в електричних ланцюгах, яка небезпечна для життя.

Одним з головних конкурентів електромобілів є водневий двигун. Водневі двигуни існують 3-х наступних типів. 1. Це ДВЗ в якості палива котрих використовується водень. Двигун працює на 100 % на водні, або на суміші: водень (10 %) – бензин (90%). Такий двигун значно зменшує викиди в атмосферу забруднюючих речовин. Однак, один водень не може забезпечити стабільну роботу двигуна, завдяки тому, що водень горить короткий час. Необхідно проводити певну адаптацію, яка пов'язана з корегуванням фаз та часу впорскування палива. 2. Гібрид електромобіля та ДВЗ (працює на водні), де ДВЗ приводить в рух генератор, який заряджає акумуляторні батареї. Коефіцієнт корисної дії (ККД) такої установки збільшується на 30%. Відповідно зменшуються витрати палива. 3. Електромобіль, який складається з двох частин: а) паливного елементу, як генератора первинної енергії; б) електродвигуна, який приводить автомобіль в рух.

Отже основна перевага водневих двигунів у високому ККД та відсутності шкідливих викидів. Однак є наступні недоліки використання водневих автомобілів: 1) досить висока ціна такого автомобіля, яка в 2-3 рази перевищує ціну автомобіля зі звичайним ДВЗ; 2) відсутність відповідної інфраструктури для використання цих автомобілів (необхідність у будівництві заводів по виробництву водню, мережі АЗС, фахівців СТО тощо).

Аналізуючи роботу автомобілів, працюючих на зрідженому нафтовому газі (на основі метану, етану, пропану тощо) можемо стверджувати, що вся необхідна інфраструктура на сьогоднішній день в Україні існує. Кількість автозаправних станцій – достатня. Налагоджена робота мережі СТО, де залучені висококваліфіковані фахівці. Стосовно проведення аналізу автомобілів, працюючих на стисненому природному газі можна підтвердити, що мережа автогазонаповнювальних компресорних станцій для нафтового газу існує. Однак, що стосується СТО, то з цим питанням є складнощі.

Після підвищення ціни на природний газ ще у 2008 році попит на монтаж та обслуговування відповідного обладнання значно скоротився, а утримування таких СТО стало не актуальним. Фахівці частково збереглися, але їх критично мало. Основна проблема монтажу та експлуатації автомобілів на стисненому газу полягає у високому тиску (до 23 МПа), а це на порядок вищі вимоги в порівнянні зі зрідженим газом. Після монтажу система газобалонного обладнання потребує так званого «опресування», яке полягає в ступеневому наповненні стисненим повітрям та перевірки на виток газу: 1 ступень – 5 МПа, 2 – 10 МПа, 3 – 15 МПа, 4 – 20 МПа. Саме для цього на СТО потрібен компресор високого тиску. Компресор повинен розташовуватися у відокремленому (від виробничого) приміщенні, а відповідно ресивери знаходяться на території підприємства, де обмежений доступ робітників.

Конструкція мережі високого тиску теж має свої вимоги. Крім цього балони високого тиску потребують проведення іспиту з періодичністю 3 роки. Для цього проводиться гідравлічний іспит під тиском до 30 МПа за допомогою насоса високого тиску. Ці роботи підвищеної небезпеки проводять висококваліфіковані фахівці. На підприємстві працює експертна група, яка визначає придатність балонів до подальшої експлуатації.

На сьогоднішній день існують двигуни, які не можуть працювати на чистому газу. Це стосується двигунів з безпосереднім впорскуванням. Для переведення цих двигунів на газобалонне обладнання використовують так звану стратегію «до впорскування», яка полягає у тому, що в циліндр подається повітряно-паливна суміш, яке приблизно включає газ (70 %) та бензин (30 %). Цей склад забезпечує електронний блок керування двигуна. Теж саме стосується і дизельних двигунів, які теж працюють на суміші дизпалива та газу (так звані «газодизелі»). Наприклад, газодизельний КАМАЗ-54118 серійно випускався з 1987 року. Впорскування палива дизеля та стисненого газу виконувалось за допомогою паливного насоса високого тиску механічним способом. Зараз це функцію виконує електронний блок керування двигуна. Викиди «газодизелів» значно (майже на 70 %) зменшуються, але мають місце.

Основним з недоліків використання цих двигунів з системою газобалонного обладнання є вибухонебезпечність та використання додаткових ємностей під газ, що збільшує вагу автомобіля та відповідно зменшує об'єм багажного відділення. Особливо збільшенню ваги схильні автомобілі які використовують стиснений природний газ. Для зменшення ваги використовують балони, які посилені композитними матеріалами, або в загальні виготовлені з композитного матеріалу. Якщо балони кріпляться зовні, то частіше за все змінюється конструкція автомобіля – встановлюються захисні кожухи. На автобусах цю функцію можуть

виконувати сполери. Композитний матеріал руйнується з годом під впливом природних факторів – сонця, температури тощо.

Саме використання в якості палива водню, або зрідженого нафтового та природного газу продовжить життя ДВЗ. При цьому не треба буде перевчати весь існуючий персонал на електромобілі. У кожному з вищевказаних випадків існують, як недоліки, так і переваги і шукати альтернативу доведеться, як інженерно-технічним працівникам так і економістам.

Окрему увагу необхідно приділити застосуванню зазначених силових установок у військовій автомобільній техніці. У бойових умовах пріоритетами виступають надійність, ремонтпридатність, автономність, стійкість до екстремальних температур і простота заправлення. Тому класичні дизельні ДВЗ наразі залишаються основним типом силових агрегатів у Збройних Силах України та арміях країн НАТО. Їхня перевага полягає у високій енергощільності палива, повсюдній доступності дизелю, можливості зберігання в польових умовах, а також сумісності з широкою номенклатурою військової техніки – від легких бронеавтомобілів до вантажівок та інженерної техніки.

Водночас, у військовій сфері розглядаються перспективи використання гібридних силових установок. Гібридні військові автомобілі забезпечують безшумний хід на електротязі, зменшують теплову та акустичну помітність, дозволяють застосовувати накопичену електроенергію для живлення обладнання (радарів, засобів зв'язку, енергетичних комплексів). Проте складність технічного обслуговування, висока вартість та залежність від зарядної інфраструктури стримують їх широке впровадження у бойових підрозділах.

Водневі технології також становлять інтерес з огляду на високий ККД і відсутність шкідливих викидів. Проте у військовій сфері наявні критичні обмеження: відсутність інфраструктури з виробництва та зберігання водню, складність транспортування та підвищені вимоги безпеки. Тому їх застосування наразі розглядається переважно на рівні експериментальних платформ.

Автомобілі на зрідженому нафтовому та стисненому природному газі можуть застосовуватися у тилових підрозділах логістики, проте для фронтових умов вони поки обмежені через ризики вибухонебезпечності балонів та залежність від спеціалізованої інфраструктури. Водночас перевагою використання вказаних газів є нижча собівартість палива, зменшення викидів та продовження ресурсу двигуна.

Отже, у найближчій перспективі головним напрямом розвитку ДВЗ для військової техніки буде вдосконалення дизельних двигунів, модернізація паливних систем, підвищення екологічності та економічності, а також впровадження гібридних технологій на спеціальних машинах.

Зленко Ігор Юрійович – керівник групи з технічного обслуговування автомобілів кафедри автомобільної техніки Військової академії (м. Одеса), м. Одеса, Фонтанська дорога, 10, інд. 65009, e-mail: zlepko@meta.ua ORCID <https://orcid.org/0009-0002-2582-0083>

Ларшин Василь Петрович – доктор технічних наук, доцент кафедри автомобільної техніки Військової академії (м. Одеса), м. Одеса, Фонтанська дорога, 10, інд. 65009, e-mail: larshin.v.p@op.edu.ua ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7536-3859>

Zlepko Igor Yuriyovych – Head of the Vehicle Maintenance Group of the Department of Military Vehicle Equipment, Military Academy (Odesa-city), Odesa, Fontanska doroha, 10, Ind. 65009, e-mail: zlepko@meta.ua ORCID <https://orcid.org/0009-0002-2582-0083>

Vasyl Petrovych Larshin – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Military Vehicle Equipment, Military Academy (Odesa-city), Odesa, Fontanska doroha, 10, Ind. 65009, e-mail: larshin.v.p@op.edu.ua ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7536-3859>