

ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 656.1/.5

Заяц О.В.,
асистент кафедри менеджменту,
Національний транспортний університет
Франовська В.О.,
студентка,
Національний транспортний університет

Zaiats Olga,
Assistant at Department of Management,
National Transport University
Franovska Viktoriia,
Student,
National Transport University

ПЕРСПЕКТИВА РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТУ З ВИКОРИСТАННЯМ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ ПАЛИВА

Заяц О.В., Франовська В.О. Перспектива розвитку транспорту з використанням альтернативних видів палива. У статті розглянуто актуальність застосування водню як альтернативного джерела палива для двигунів внутрішнього згоряння у сучасних автомобілях. Висвітлено, чим відрізняються найбільш відомі типи двигунів, і порівняно їхні переваги та недоліки. Визначено технологічні напрями зниження споживання палива нафтового походження і зменшення викидів забруднюючих речовин, розглянуті найбільш перспективні альтернативні види палива для автомобільного та інших видів транспорту. Особливу увагу приділено бензиновим та дизельним двигунам внутрішнього згоряння та впливу вихлопних газів на організм людини. Виявлено вигідні аспекти автомобілю на водному двигуні та їх недоліки. Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що основні положення дослідження можуть дати поштовх транспортній галузі для створення нових модернізованих автомобілів на чистому екологічному паливі.

Ключові слова: автомобільний транспорт, паливо, забруднення атмосферного повітря, двигун внутрішнього згоряння, водневий двигун.

Заяц О.В., Франовська В.О. Перспектива развития транспорта с использованием альтернативных видов топлива. В статье рассмотрена актуальность применения водорода в качестве альтернативного источника топлива для двигателей внутреннего сгорания в современных автомобилях. Освещено, чем отличаются наиболее известные типы двигателей, и приведено сравнение их преимуществ и недостатков. Определены технологические направления снижения потребления топлива нефтяного происхождения и уменьшения выбросов загрязняющих веществ, рассмотрены наиболее перспективные альтернативные виды топлива для автомобильного и других видов транспорта. Особое внимание уделено бензиновым и дизельным двигателям внутреннего сгорания и влиянию выхлопных газов на организм человека. Выведены выгодные аспекты автомобиля на водном двигателе и его недостатки. Практическое значение полученных результатов заключается в том, что основные положения исследования могут дать толчок транспортной отрасли для создания новых модернизированных автомобилей в чистом экологическом топливе.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, топливо, загрязнение атмосферного воздуха, двигатель внутреннего сгорания, водородный двигатель.

Zaiats Olga, Franovska Viktoriia. Prospects of the development in transport using alternative fuels. At the present stage, air pollution still poses a danger to human health and the environment. One way to solve this problem is creates new cars that use hydrogen energy in their power plants. The article deals with the urgency of using hydrogen as an alternative source of fuel for internal combustion engines in modern cars. It shows how the most famous types of engines differ and compare their advantages and disadvantages. Identified technological directions in reduction of fuel consumption and reducing level of pollutant emissions, the most promising alternative types of

fuels for automobile and other types of transport are considered. Particular attention is given to petrol and diesel engines and the effect of exhaust fumes on the human. At the present stage, air pollution still poses a danger to human health and the environment. Defined advantage aspects of a car on a hydrogen engine and also, revealed their disadvantages. A hydrogen fuel cell vehicle is just that, a vehicle with a hydrogen fuel cell on board. It is still an electric vehicle, but rather than a battery, the car features a fuel cell stack. Drivers fill up a high-pressure tank with hydrogen, which is then fed into the stack, where it reacts with oxygen found naturally in the air and generates electricity. Cars also feature a battery to capture energy produced when braking or even just slowing down, which can supplement the energy produced by the stack, creating even better efficiency. The practical implications of the results are that the main points of the study can give massive impulse to the transport industry to create new upgraded vehicles using clean environmental-friendly fuels. Hydrogen vehicles implementation will reduce the emissions and reduce the energy consumption of power plants. Because of fuel cells ability to operate at a high efficiency, they are therefore associated with the prospects for transport energy development, which will also help reduce greenhouse gas emissions and other pollutants. Given the advantages and convincing properties of a hydrogen driven engine already to be observed for today, it is generally expected that this engine will make strong position on the market and will be successful in the long term, particularly in public transport.

Key words: road transport, fuel, atmospheric air pollution, internal combustion engine, hydrogen engine.

Постановка проблеми. За останнє десятиріччя, коли в світі ціни на бензин і дизельне паливо стрімко підвищилися, а продажі автомобілів почали падати, провідні автомобілебудівні корпорації світу почали шукати шляхи для виходу з екологічної проблеми, які б дали новий поштовх для розвитку автомобілебудівної галузі.

Один зі шляхів, що був ними запропонований, – це створення принципово нових автомобілів, що використовують енергію водню в своїх силових установках. З вихлопної труби таких двигунів уже не виходить вуглекислий газ і чадний газ, а виходить звичайнісінька водяна пара.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблему забруднення атмосферного повітря досліджували науковці: М.Е. Берлянд, Н.Ф. Тищенко, Ф.В. Стольберг. Попри значну кількість досліджень, тема є актуальною і своєчасною, адже проблема транспорту та його впливу на довкілля і здоров'я людини посідає важливе місце в сучасній екологічній політиці всіх рівнів.

Активні дослідження й розробки в галузі водневої енергетики і технології почалися в середині 70-х років ХХ ст. Їх проводили у багатьох напрямках великі наукові колективи Радянського Союзу під керівництвом В.А. Легасова, Н.Д. Кузнецова, А.М. Фрумкіна, Р.Е. Лозіно-Лозінського, А.А. Туполева, В.П. Глушко, С.П. Барміна, А.Н. Барабошкина, С.П. Белякова, А.Н. Подгорного та інших видатних учених і великих організаторів науки.

Формулювання цілей статті. Метою статті є перспектива розвитку транспорту з використанням альтернативних видів енергії в сучасних автомобілях.

Виклад основного матеріалу. Автомобільний транспорт є одним з основних споживачів нафтових видів палива (на його частку припадає приблизно одна восьма їх виробництва) й одним з основних джерел забруднення навколишнього середовища.

Транспорт – одне з найпотужніших джерел забруднення навколишнього середовища. Крім того, транспорт – основне джерело шуму у містах, а також джерело теплового забруднення. Гази, які виділяються внаслідок спалювання палива у двигунах внутрішнього згорання, містять понад 200 найменувань шкідливих речовин, у тому числі канцерогени. Шкідливі речовини під час експлуатації автотранспорту потрапляють

у повітря з вихлопними газами, випарами з паливних систем, а також під час заправки автомобіля паливом.

Нині є велика кількість двигунів і альтернативних приводів. Розглянемо, чим відрізняються найбільш відомі типи двигунів, і порівняємо їх переваги та недоліки.

З погляду експлуатаційних характеристик близькими по духу чистим електромобілям є електромобілі на водневих двигунах. Цей тип приводу використовує паливний елемент для виробництва електроенергії з газоподібного водню і кисню. При цьому з вихлопної труби виділяється тільки вода. Крім екологічного аспекту, водневий двигун має практичні переваги порівняно з електромотором. Автомобілі на водні швидко заправляються і не потребують тривалої зарядки, а також володіють більш широким запасом ходу за меншої ваги порівняно з електромобілями, оснащеними важкими акумуляторними батареями [1].

Менш ефективними, ніж електродвигуни, але більш економічними порівняно з двигунами внутрішнього згорання є гібриди. В автомобілях із гібридним приводом застосовуються як двигуни внутрішнього згорання, так і електромотори, що дає змогу використовувати переваги обох систем. У таких моделях акумулятор для електродвигуна зазвичай заряджається під час руху від двигуна внутрішнього згорання або від відновлення енергії гальмування. Більш низька витрата палива забезпечується в основному під час руху в місті, оскільки здебільшого система автоматично перемикається на електропривід за низьких швидкостей, таких як зупинка і рух у заторах. Під час подорожей на далекі відстані гібридні приводи практично не економлять паливо. При цьому гібриди коштують на порядок вище, ніж автомобілі з двигунами внутрішнього згорання [1].

Якщо порівнювати лінійку класичних двигунів внутрішнього згорання, то фаворитом легко може стати газ. По-перше, двигун, що працює на природному газі, більш екологічно чистий, ніж бензиновий або дизельний мотор. Спалювання природного газу, який в принципі складається з метану, є відносно чистим, а це означає, що при цьому не утворюється сажа і значно знижується кількість інших забруднюючих речовин. По-друге, двигун, що працює на газі, до 10% більш ефективний, ніж бензиновий. Крім цього, ціна на газ істотно нижча порівняно з вартістю бензину

Таблиця 1

Склад вихлопних газів двигунів внутрішнього згорання

	Бензинові двигуни	Дизелі
Азот N_2	75–77	76–78
Кисень	0,3–8,0	2,0–18,0
Вода H_2O (пара)	3,0–5,5	0,5–4,0
Вуглекислий газ CO_2	0,0–16,0	1,0–10,0
Монооксид вуглецю CO	0,1–5,0	0,01–0,5
Оксиди азоту NO_x	0,0–0,8	0,0002–0,5
Вуглеводні C_nH_m	0,2–3,0	0,09–,5
Альдегіди	0,0–0,2	0,001–0,009
Сажа	0,0–0,04	0,01–1,10
Бензопірен	$10–20 \times 10^{-6}$	10×10^{-6}

Джерело: побудовано автором за [3]

Бензинові двигуни порівняно з дизельними значно більше забруднюють атмосферу оксидами вуглецю і токсичними вуглеводнями. Для дизельних двигунів характерною екологічною проблемою є підвищений викид твердих часток сажі і "затримленість" відпрацьованих газів.

Вихлопні гази накопичуються у нижніх шарах атмосфери, тобто шкідливі речовини перебувають у зоні дихання людини. Тому автомобільний транспорт варто віднести до категорії найнебезпечніших джерел забруднення повітря поблизу автомагістралей.

Бензинові і дизельні автомобілі домінують на авто-ринку, а електромобілі та гібриди повільно завойовують популярність. До останніх хочуть приєднати автомобіль на альтернативному паливі – водневих паливних елементах.

Водневий двигун – різновид двигуна, де використовується для отримання енергії водень як пальне. Двигун складається з двох основних частин – це паливний елемент як первинний генератор енергії та електродвигун, який перетворює вироблену енергію в обертальний рух, що передається колесам автомобіля [5]. Цей спосіб може здатися небезпечним, але інженери розробляють концепцію протягом багатьох років, щоб зробити її максимально безпечною й ефективною. Тепер водневі автівки починають надходити у виробництво, але в дуже невеликих кількостях.

Єдина модель на водневих елементах, яку можна купити в тій ж Великій Британії, – це Toyota Mirai. У свій час продавався автомобіль Hyundai ix35 Fuel Cell, але зараз його немає на ринку. У США доступна воднева Honda Clarity [6].

Вигідні аспекти автомобіля на водному двигуні:

- безкоштовна сировина – вода, з якої газ можна брати нескінченно;
- під час реакції одержувані речовини шкоди екології не завдають;
- завдяки реактивному згорянню коефіцієнт корисної дії цього агрегату на порядок вищий від карбюраторного;
- колосальна горючість газу дає змогу силовій установці безперебійно працювати за будь-яких атмосферних показників, як мінусових, так і плюсових;
- детонація під час згорання водневої суміші в рази нижча, ніж у бензині, що знижує шуми і вібрацію під час роботи агрегату;

або дизельного палива, але газ пропонується не на кожній АЗС [1].

Вибираючи дизельний двигун, клієнти свідомо платять більше за автомобіль із метою заощадити в майбутньому на витратах на паливо, оскільки головний плюс дизеля – це більш низька витрата палива. У дизельних моторах повітря всмоктується в камеру циліндра, де змішується з дизельним паливом шляхом прямого вприскування. Дизельно-повітряна суміш запалюється самостійно, тому дизельний двигун не потребує свічок запалювання. При цьому тиск стиснення становить від 30 до 50 бар, а температура на 700–900 градусів Цельсія вища, ніж у бензинового двигуна. З огляду на ці значення, дизель повинен мати більш стійку конструкцію і відповідно більше важити. Проте дизель має більш високу щільність енергії, і ККД дизеля становить близько 33%, в результаті чого знижується витрата палива [1].

Бензиновий двигун володіє найменшим ККД серед двигунів – 25%. Це означає, що 75% енергії, одержуваної під час спалювання бензину, перетворюється в тепло, і тільки 25% – у рух. Але сьогодні більшість бензинових двигунів оснащується системою безпосереднього вприскування, а також турбонаддувом. Ці технології дають змогу збільшити продуктивність мотора, а також знизити шкідливі викиди. Незважаючи на більш низьку ефективність, бензиновий двигун має інші корисні характеристики. Порівняно з дизелем, у бензині нижчі викиди оксиду азоту. Крім цього, бензиновий двигун дає широкий діапазон оборотів, що ідеально підходить для спортивного водіння. Саме з цієї причини мотоцикли їздять винятково на бензині. Крім того, автомобілі з бензиновим двигуном є найдоступнішими за вартістю на ринку [1].

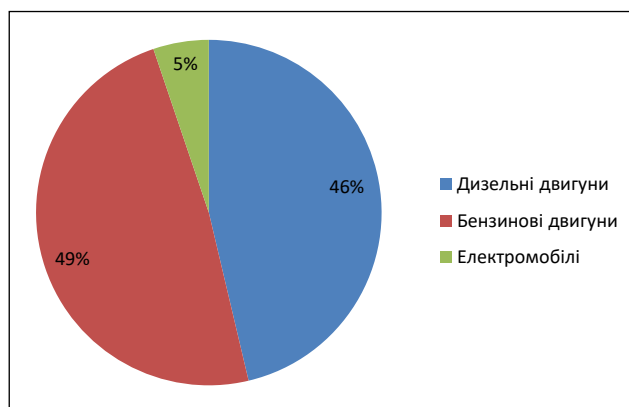


Рис. 1. Діаграма розподілу автомобілів в Україні за видами двигунів у першій половині 2019 року

Джерело: побудовано автором за [2]

За даними Всесвітньої організації здоров'я, у 2018 році в усьому світі зафіксовано 4,2 мільйона передчасної смерті людей через забруднення атмосферного повітря. Близько 91% таких випадків мали місце у країнах із низьким та середнім рівнями розвитку [3].

Викиди вихлопних газів – основна причина перевищення гранично допустимих концентрацій токсичних речовин і канцерогенів в атмосфері великих міст, утворення смогів, які є частою причиною отруєння в замкненому просторі.

– тут не потрібно складних систем трансмісії, охолодження і змащення, значить, підвищується простота обслуговування завдяки зменшенню числа деталей [5].

Головний недолік водневого автомобіля – висока собівартість. Крім електрохімічного генератора, який за масового виробництва може коштувати дешевше від батарей для електромобілів, потрібні ще міцні і легкі баки. Для цього використовують дорогий вуглепластик.

Інший серйозний недолік – енергетична ефективність. Якщо використовувати водень лише як проміжну ланку у ланцюгу доставки енергії від електростанції до коліс автомобіля, то коефіцієнт корисної дії становитиме не більше 30% з урахуванням втрат на перекачування й охолодження водню перед заправкою, на відміну від 70–80% у електромобілів.

Якщо отримувати водень із попутного нафтового газу, то коефіцієнт корисної дії стає незрівнянно вищим – до 70%. Правда, ціною викидів вуглекислого газу.

Порівняно з іншими видами автомобільного палива перевагами водню в чистому вигляді є:

- висока теплота згорання (28 620 ккал/кг);
- добра займистість воднево-повітряної суміші в широкому діапазоні температур, що забезпечує добрі пускові властивості двигуна за будь-яких температур атмосферного повітря;
- нешкідливість відпрацьованих газів;
- висока антидетонаційна стійкість, допускає роботу за ступеня стиснення до 14,0 [5];
- висока швидкість згорання, для стехіометричної воднево-повітряної суміші вона в 4 рази більше, ніж для бензино-повітряної, що забезпечує кращу повноту згорання водню і визначає більш високий термічний ККД (в середньому на 20...25 %) [5];
- хороша займистість у широкому діапазоні сумішей із повітрям [5];
- робить можливим здійснення якісного регулювання сумішоутворення в двигуні шляхом зміни кількості подаваної суміші певного складу.

Певно, багато українців іще пам'ятають, що в середині 80-х років минулого століття перші у світі таксі на водні бігали харківськими вулицями. І не лише таксі. Тоді фахівці Інституту проблем машинобудування НАН України створили експериментальні зразки цілого спектру автотранспортної техніки, що працювала на водневому паливі, а саме легкові автомобілі, мікроавтобуси, міські маршрутні автобуси, аж до автовантажної техніки для роботи на складах.

Це був прорив у технологіях на основі фундаментальних досліджень у галузі водневої енергетики. Інститут розробив тоді системи збереження водню і його використання як палива в екологічно чистих двигунах внутрішнього згорання. Навіть тепер далеко не кожна з розвинених країн має такі напрацювання у цій галузі, як Харків чверть століття тому.

На жаль, політичні й економічні зміни у країні не дали нам змоги вийти за межі експерименту, хоч у вчених були для цього всі можливості.

Газети тих років називали науково-технічну новинку сенсацією світового значення.

Тут усе-таки треба зазначити, що основою в розробках вітчизняних науковців був двигун внутрішнього згорання. Натепер західні корпорації відмовилися від його використання і використовують електричну енергію, яку отримують у паливних елементах із водню для обертання електромоторів, що приводять у рух колеса автомобіля.

Нове паливо вже випробувано на практиці. Успішно пройшов випробування автомобіль «Жигулі» з комбінованим двигуном на бензині і водні. П.Д. двигуна зависочів на чверть, витрата бензину зменшилася на третину, а вміст шкідливих речовин у вихлопних газах знизився до мінімуму. Великі надії покладаються і на електромобілі, забезпечені воднево-кислотними зливними системами.

На думку багатьох фахівців, водневий двигун навряд чи знайде застосування в легкових автомобілях із міркувань безпеки, але він може стати в нагоді для громадського транспорту.

Висновки. Впровадження на автотранспорті водню дасть змогу скоротити викиди шкідливих речовин та зменшити енерговитрати силових установок. Оскільки паливні елементи можуть працювати з високим ККД, то з ними пов'язані перспективи розвитку транспортної енергетики, що також сприятиме зниженню викидів парникових газів та інших забруднюючих речовин.

На підставі проведеного аналізу з'ясовано позитивні і негативні якості водню як джерела живлення двигуна внутрішнього згорання. До негативних можна віднести передчасність спалаху, різкі коливання тиску в циліндрі під час згорання, жорсткий хід і детонацію, а також те, що в світі досі немає затвердженої моделі водневого двигуна внутрішнього згорання. Але поряд із недоліками є низка переваг. Це екологічність цього виду палива та актуальність розвитку, дослідження і впровадження такого джерела живлення у двигуни внутрішнього згорання.

Список використаних джерел:

1. Thomas Prenner. 2018. Vergleich der Autoantriebe-Vor-und Nachteile im Überblick. *Redaktion von futurezone.de*. URL: <https://www.futurezone.de/produkte/article213826151/Von-Benzin-bis-Wasserstoff-Autoantriebe-im-Vergleich.html> (last accessed: 08.10.2019).
2. Ryfak R.R. Internal and external factors of companies performance in the ukrainian car market. *Економічний форум*. 2014. № 1. С. 117–121. URL: <http://nauka/kushnir/mk.ua/?p=70473> (дата звернення: 09.10.2019).
3. Hans Bruyninckx. Air pollution still too high across Europe. *European Environment Agency*. Denmark. 2018. P. 5–8. URL: <https://www.eea.europa.eu/highlights/air-pollution-still-too-high> (last accessed: 10.10.2019).
4. Бодрова Н.Е. Аналіз світових тенденцій розвитку автомобільної промисловості. *Бізнес Інформ*. 2013. № 1. С. 78–83 (дата звернення: 09.10.2019).
5. Toyota випустила на ринок перший у світі автомобіль з водневим двигуном. *УНІАН*. 2014.: веб-сайт: URL: <https://www.unian.ua/science/1021881-toyota-vipustila-na-rinok-pershiy-v-sviti-avtomobil-z-vodnevim-dvigunom.html> (last accessed: 10.10.2019).

References:

1. Thomas Prenner. (2018). Vergleich der Autoantriebe – Vor- und Nachteile im Überblick. Available at: <https://www.futurezone.de/produkte/article213826151/Von-Benzin-bis-Wasserstoff-Autoantriebe-im-Vergleich.html> (accessed: 08 October 2019).
2. Ryfak R.R. (2014). Internal and external factors of companies performance in the ukrainian car market. *Ekonomichnyy forum*. vol. 1, pp. 117–121. Available at: <http://nauka/kushnir/mk.ua/?p=70473> (accessed: 09 October 2019).
3. Hans Bruyninckx. (2018). Air pollution still too high across Europe. *European Environment Agency*. Denmark, pp. 5–8. Available at: <https://www.eea.europa.eu/highlights/air-pollution-still-too-high> (accessed: 10 October 2019).
4. Bodrova N.E. (2013). Analiz svitovykh tendencij rozvytku avtomobil'noji promyslovosti [Analysis of global trends in the automotive industry]. *Biznes Inform*, vol.1, pp. 78–83 (accessed: 09 October 2019).
5. Toyota vypustyla na rynok pershyj u sviti avtomobil' z vodnevym dvyghunom [Toyota launches the world's first hydrogen-powered car]. (2014). Available at: <https://www.unian.ua/science/1021881-toyota-vipustila-na-rinok-pershiy-v-sviti-avtomobil-z-vodnevim-dvigunom.html> (accessed: 10 October 2019).