

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІБРИДНОГО ПАЛИВА НА ТРАНСПОРТНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИЛОВИХ УСТАНОВКАХ

А. П. Марченко*, М. Т. Міщенко*, С. Г. Міщенко**

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,

**Харківський машинобудівний коледж

Анотація: В наш час і в осяжному майбутньому двигуни внутрішнього згорання залишатимуться головним джерелом енергії в автомобільному транспорті. Одним з головних недоліків цих двигунів є їх екологічна небезпека для навколишнього середовища. Разом з тим в умовах зменшення світових запасів нафти – основного джерела пального для автомобілів з двигунами внутрішнього згорання та постійне зростання їх кількості, зумовлює необхідність розширення напрямів пошуку енергозберігаючих технологій та використання нових альтернативних видів палива. У даному контексті розглядається проблема необхідності, можливості та доцільності переведення двигунів внутрішнього згорання з дизельного палива на інші, альтернативні види палива.

Ключові слова: двигуни внутрішнього згорання, альтернативне паливо, гібридне паливо, силові установки, енергетичні силові установки, вихідні гази, транспорт.

PROSPECTS OF USING HYBRID FUEL ON TRANSPORT ENERGY POWER PLANTS

A. P. Marchenko*, M. T. Mishchenko*, S. H. Mishchenko**

*National Technical University "Kharkov Polytechnic Institute", **Kharkov college
of mechanical engineering

Abstract: In our time and in the foreseeable future, internal combustion engines will remain the main source of energy in road transport. One of the main disadvantages of these engines is their environmental hazard. At the same time, in the conditions of decreasing world oil reserves - the main source of fuel for cars with internal combustion engines and the constant growth of their number; necessitates the expansion of search for energy-saving technologies and the use of new alternative fuels. In this context, the problem of the need, possibility and feasibility of switching internal combustion engines from diesel to other, alternative fuels.

Keywords: internal combustion engines, alternative fuels, hybrid fuels, power plants, energy power plants, exhaust gases, transport.

За даними Державної служби статистики України, в енергетичному балансі країни за 2020 рік обсяг загального постачання первинної енергії (за основними видами палива та енергії) становив 86,4 мільйона тонн нафтового еквівалента (млн.т н.е.), з яких 16,4 % становить нафта, що на 0,2 % більше за попередній рік. Транспорт постає основним споживачем палив нафтового походження в світі і в Україні зокрема. Поряд з цим, автомобільний транспорт являє собою джерело хімічного та теплового забруднення навколишнього середовища.

Зважаючи на сучасні темпи споживання нафти у світі та вичерпність розвіданих і розроблених її родовищ, окрім того, на вкрай стрімке погіршення екологічної ситуації у світі, постає необхідність вирішення ряду економічних та екологічних питань глобального характеру.

Для України ці питання актуальні, оскільки держава є країною-імпортером нафти і також має переважну частину автомобільного транспорту, який працює на нафтовому паливі.

Основним складником забруднення навколишнього середовища автомобільним транспортом, що містить близько 200 найменувань шкідливих речовин, у тому числі канцерогени, є відпрацьовані гази, які утворюються внаслідок згоряння палива у двигунах внутрішнього згоряння (ДВЗ). В усьому світі посилюються вимоги до екологічних стандартів складу відпрацьованих газів автомобілів, тому науковці та фахівці зосереджують все більше уваги на проблемі зменшення їх концентрації, оскільки вагомість цієї проблеми підвищується в зв'язку зі щорічним збільшенням викидів автотранспортними засобами речовин, які забруднюють атмосферу.

Відпрацьовані гази ДВЗ – не єдине джерело забруднення довкілля автомобільним транспортом, мають місце забруднення від відпрацьованих моторних та трансмісійних олив, охолоджувальних та гальмівних рідин, акумуляторних батарей, від механічних продуктів зношення шин та гальмівної системи, не останнім є і шумове та теплове забруднення довкілля.

На основі статистичних даних щодо викидів забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря [1, 2] здійснено аналіз викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря в порівнянні за 2018–2020 роки (рис. 1), викидів забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення (з урахуванням, що з 2016 року враховуються дані щодо викидів діоксиду вуглецю від автомобільного транспорту за даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України) в порівнянні за 2018–2020 роки (таблиця 1) та викидів забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення у відсотковому виразі від загальної кількості забруднюючих речовин за 2020 рік (рис. 2).

Однак у порівнянні з вказаними забрудниками, відпрацьовані гази мають швидкий руйнівний вплив на біосферу і не знешкоджується централізовано. Відпрацьовані гази – основне та найбільш небезпечне джерело забруднення, оскільки ці гази є токсичними, накопичуються в нижніх шарах атмосфери та містять канцерогенні речовини [3].

Проблемам знешкодження відхідних газів ДВЗ та використання альтернативних палив присвячені роботи вчених: Столяренка Г. С., Гутаревича Ю. Ф., Устименко В. С., Ковальова С. О., Бейко О. А., Галишева Ю. В. та ін [4–7].

Пошук нових видів палива, створення енергетичних силових установок для автомобілів, що викидають у довкілля меншу кількість шкідливих речовин, внесення конструктивних змін, які дозволяють знизити токсичність відпрацьованих газів – основні заходи боротьби з токсичністю відпрацьованих газів автомобільних двигунів.

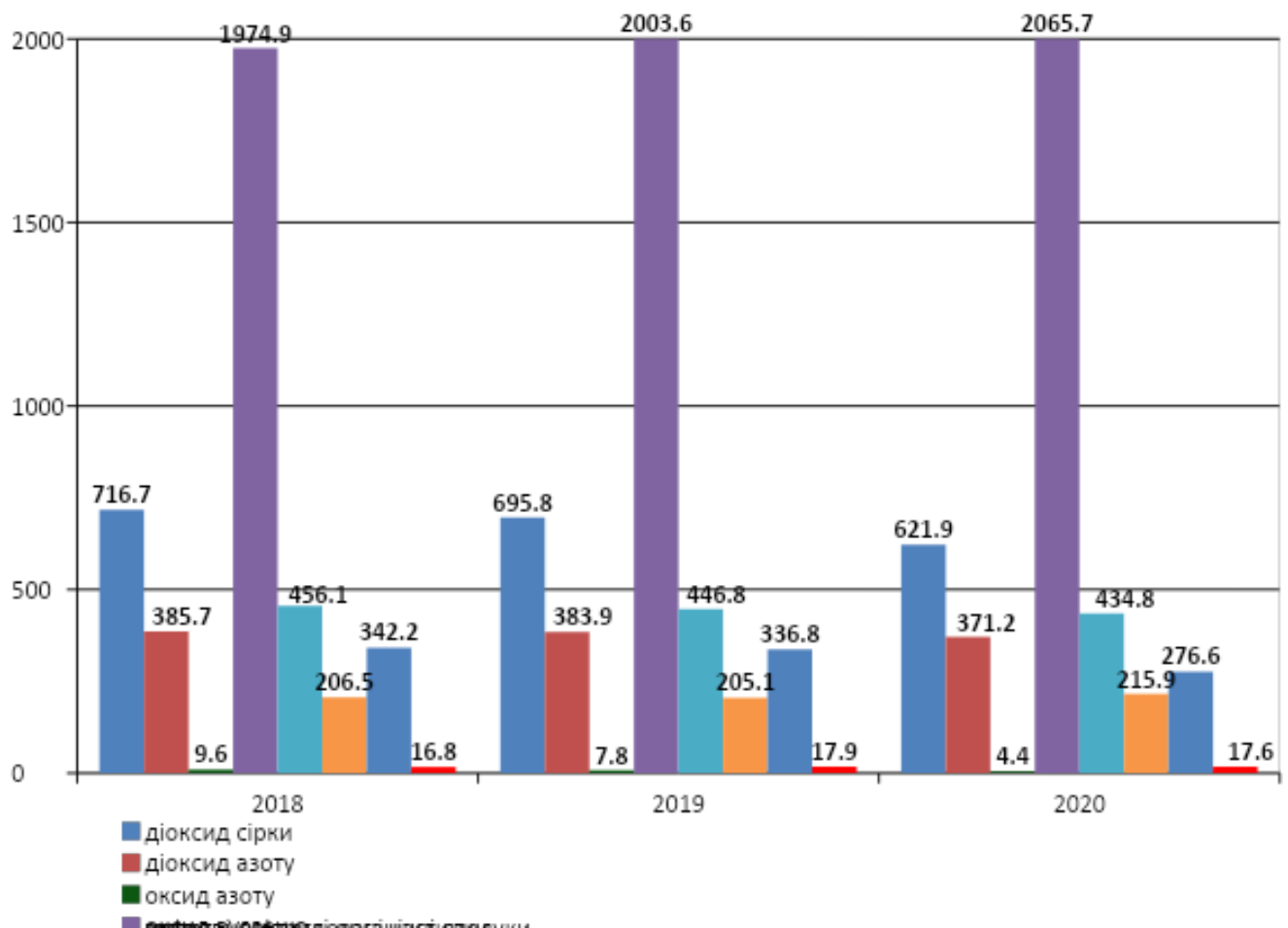


Рисунок 1 – Аналіз викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря в порівнянні за 2018–2020 роки

Таблиця 1 – Аналіз викидів забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення в порівнянні за 2018–2020 роки

	2018	2019	2020
Викиди забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення	1612,9	1648,8	1778,7
у тому числі			
діоксид сірки	18,6	19,8	20,9
діоксид азоту	170,4	178,8	189,9
оксид азоту	0,8	0,8	0,9
оксид вуглецю	1230,6	1255,2	1358,4
метан	5,0	5,1	5,6
неметанові леткі органічні сполуки	162,8	162,6	175,3
сажа	24,7	26,5	27,7
аміак	0,007	0,006	0,007
Крім того викиди діоксиду вуглецю	24,1	25,9	...



Рисунок 2 – Аналіз викидів забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення у відсотковому виразі від загальної кількості забруднюючих речовин за 2020 рік

Конкурентом вуглеводневих палив ДВЗ на даний час постає водень, в продуктах згоряння якого не міститься токсичних продуктів неповного згоряння вуглеводневих палив (CO , C_nH_m). Водень, незважаючи на особливості і складнощі його застосування, які полягають в пожежо- та вибухонебезпечності (суміш водню з повітрям утворює гримучий газ, тому потрібна повна герметичність, у тому числі і при заправці), відсутності його масового та дешевого виробництва, необхідності створення ефективних та надійних засобів зберігання достатньої кількості запасів водневого палива, для забезпечення потрібної дальності автономного пробігу (навіть у рідкому стані він займає об'єм у 3,5 рази більший, ніж еквівалентна кількість бензину), вважається основним перспективним енергоносієм, до того ж екологічно чистим.

Перспективи та позитивні аспекти використання водню в якості екологічного та економного виду палива зумовлені наступними факторами:

- за відсутності вуглецю у водневому паливі у відпрацьованих газах практично відсутні оксиди вуглецю (CO і CO_2) і незгорілі вуглеводні, відбувається утворення води при згорянні водню;
- 1 кг водню еквівалентний близько 4,5 кг бензину (теплотворна здатність водню 120 МДж/кг, а бензину 44 МДж/кг);
- за можливості отримання водню за рахунок електролізу – значна сировинна база.

Однак не зважаючи на все вище зазначене на даний час використання водню як основного палива ДВЗ не доцільне через його високу вартість і труднощі щодо зберігання у великій кількості. Окрім того, висока температура самозаймання водне-повітряної суміші також ускладнює застосування водню як палива для дизельних двигунів.

Стійке займання може бути забезпечене або організацією роботи двигуна в

газодизельному режимі, коли запалювання виникає за рахунок невеликої кількості дизельного палива, що подається в циліндр разом із воднем, або примусовим підпалом від свічки.

На даний час приділяється особлива увага розробленню гібридного палива дизель-водень. Висока активність водню дозволяє забезпечити роботу двигуна на збіднених сумішах, при цьому ступінь збіднення залежить від кількості водню в суміші.

Погоджуємось з дослідженням Шалапко Д. О. [8], що часткова заміна воднем вуглеводневого палива, тобто подача в циліндри двигуна поряд з основним паливом невеликих добавок водню, що дозволяє підвищити експлуатаційну ефективність ДВЗ та їх екологічну безпеку є прийнятною для ДВЗ. Використання водню як невеликих добавок до органічного палива двигунів силових енергетичних установок не створює проблем, пов'язаних з його виробництвом і зберіганням.

У якості добавки до дизельного палива можливо використовувати: газомоторні палива (зріджений природний газ, стиснений природний газ, скраплені нафтові гази (пропан, бутан); спирти і бензоспиртові суміші (метиловий, етиловий, ізобутиловий та ін., спирти і їх суміші з автобензину в різних пропорціях); ефіри (метилтретбутиловий ефір, метилтретаміловий ефір, етил третбутилового ефіру, діізопропиловий ефір, а також диметиловий ефір); синтетичні рідкі палива, які отримано з природного газу і вугілля; біопалива, одержані з поновлюваних видів сировини; водень і паливні елементи, що працюють на водні [6]. Особливий інтерес представляє серед можливих варіантів викликає саме водень, оскільки як зазначено в роботах В. А. Вагнера, А. Е. Свистула, М. М. Патрахальцева і ін. навіть мінімальні добавки водню 0,1...2 % по масі мають позитивний вплив на екологічні і економічні показники дизеля [7].

Не достатньо дослідженим є процес додавання домішок водню, кількісний та якісний склад утворених відпрацьованих газів горіння гібридного палива на основі дизель-водень. Аналізуючи та спираючись на дослідження Б. Г. Тимошевського, Д. О. Шалапко, М. Р. Ткача [9, 10], слід зазначити, що потребує подальшого експериментального дослідження додавання водню до дизельного палива в лінію високого тиску. Особливості робочого процесу дизеля при роботі з частковим заміщенням дизельного палива воднем досліджено в роботах. Підтверджується ефективність застосування водню з точки зору покращення паливної економічності та зниження шкідливих викидів відпрацьованих газів ДВЗ.

Проведені дослідження впливу мікродомішок водню на показники токсичності малолітражного дизеля, представлені А. М. Левтеровим, В. М. Бганцевим [11], показали на прикладі стендового дослідження показників токсичності малолітражного дизельного двигуна 148,5/11. Підтверджено позитивний ефект та визначені його чисельні значення (зменшення концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах) від застосування мікродомішок водню до штатного палива.

Висновки. 1. Актуальність зазначеного питання зумовлена зростанням кількості автомобільного транспорту і необхідністю вирішення проблеми його шкідливого впливу на навколишнє середовище.

2. Одним з напрямів вирішення даної проблеми постає застосування гібридного палива на основі додавання водню до дизельного палива.

3. Головними вимогами до гібридного палива на основі додавання водню до дизеля є такий рівень фізико-хімічних властивостей, який би забезпечив можливість застосування цих палив без суттєвої зміни конструкції двигуна та паливної системи, а також збільшення економічної ефективності та покращення екологічних показників роботи двигуна.

ЛІТЕРАТУРА

1. Статистичний щорічник України за 2020 рік. Державна служба статистики України / електронний ресурс / http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publ1_u.htm.
2. Державна служба статистики України / електронний ресурс / http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/ns.htm.
3. Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. 2012. № 3(44). Про методи зниження токсичності відхідних газів автомобільних двигунів внутрішнього згорання Ф. В. Козак, В. М. Мельник.
4. Гутаревич Ю. Ф. Використання бензоспиртових сумішей в двигунах з іскровим запалюванням / Ю. Ф. Гутаревич, А. Г. Говорун та інші // Автошляховик України. – 2002. – № 2. – С. 8–10.
5. Столяренко Г. С. Екологічні аспекти вирішення проблеми зниження токсичності відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання / Г. С. Столяренко // Екологічний вісник. – 2005. – № 3. – С. 7–10.
6. Устименко В. С. Перспективи і проблеми розширення використання біопалива автомобільним транспортом України / В. С. Устименко, С. О. Ковальов, О. А. Бейко // Автошляховик України. – 2003. – № 2. – С. 7–21.
7. Редзюк А. М. Комплексний аналіз ефективності використання природного газу на автомобільному транспорті / А. М. Редзюк, В. М. Поліщук, Ю. Ф. Гутаревич та ін. // Автошляховик України. – 2000. – № 3. – С. 4–7.
8. Підвищення ефективності суднових двигунів внутрішнього згорання застосуванням малих домішок водню до основного палива [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.03 / Шалапко Денис Олегович ; Нац. ун-т кораблебудування ім. адмірала Макарова. – Миколаїв, 2019.
9. Тимошевський, Б. Г. Основні положення математичної моделі додавання водню на лінії високого тиску паливної апаратури [Текст] / Б. Г. Тимошевський, М. Р. Ткач, Д. О. Шалапко // Вісник Херсонського національного технічного університету. – 2017. – Вип. 3(62), Т. 1. – С. 233–237.
10. Шалапко Д. О. Непрямі методи дослідження ефекту використання малих домішок водню до основного палива // Авіакосмічна техніка та технологія. – 2018. – № 6 (150). – С. 44–51.
11. Левтеров А. М. Моторне дослідження впливу мікродомішок водню на показники токсичності малолітражного дизеля / А. М. Левтеров, В. М. Бганцев // Двигатели внутреннего сгорания. – 2019. – № 1. – С. 46–49.

Марченко Андрій Петрович доктор техн. наук, проф., проректор з наукової роботи Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9746-4634>; Andrii.Marchenko@khpі.edu.ua.

Міщенко Микита Тимофійович аспірант, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1265-8155>; Mykyta.Mishchenko@ieee.khpi.edu.ua.

Міщенко Світлана Григорівна кандидат пед. наук, т.в.о. директора Харківського машинобудівного коледжу. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6535-2400>; grigorevnasveta@ukr.net.