

ВИКОРИСТАННЯ ДОБАВКИ ВОДНЕВМІСНОГО ГАЗУ В ДВИГУНАХ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ НА ЗРІДЖЕНОМУ НАФТОВОМУ ГАЗІ

Панін М.І., Національний транспортний університет, Київ, Україна, mikolapanin@gmail.com, orcid.org/ 0000-0003-4857-4583

Самойленко І.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна, samoilenko.iv@gmail.com, orcid.org/ 0000-0003-1413-1338

USE OF THE ADDITIVE OF HYDROGEN-CONTAINING GAS IN ENGINES OPERATING ON LIQUEFIED PETROLEUM GAS

Panin M. I., National Transport University, Kyiv, Ukraine, mikolapanin@gmail.com, orcid.org/ 0000-0003-4857-4583

Samoilenko I.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine, samoilenko.iv@gmail.com, orcid.org/ 0000-0003-1413-1338

1. Вступ

При спалюванні викопних палив виділяються шкідливі забруднюючі речовини, які мають негативний вплив як на здоров'я людей, так і на навколишнє середовище. Глобальне потепління є одним із наслідків спалювання традиційних палив. Ця проблема з особливою увагою досліджується науковому спільноті. Багато досліджень вказують на надмірне скупчення вихлопних газів в атмосфері, які і можуть привести до глобального потепління. Основними джерелами вихлопних газів є галузь машинобудування та транспортні засоби.

Зростання цін на палива нафтового походження, підвищення рівня обізнаності про екологічні проблеми, занепокоєння щодо енергетичної безпеки, жорсткіші норми щодо викидів забруднюючих речовин двигуном та його споживання – все це спонукає до знаходження альтернативних джерел енергії, які в майбутньому зможуть замінити традиційні. Проводяться дослідження, в рамках яких вчені намагаються без значних конструкційних змін адаптувати традиційні двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) для роботи на альтернативних паливах.

Як альтернативне паливо для ДВЗ з іскровим запалюванням можна використовувати зріджений нафтовий газ (ЗНГ), який має менший вміст вуглецю, ніж бензин. Використовуючи ЗНГ у двигуні з іскровим запалюванням, утворюється порівняно мала кількість твердих часток, СО і помірна кількість викидів C_mH_n . Однак, в порівнянні з бензином, спостерігається помітне зменшення потужності двигуна при роботі на зрідженому нафтовому газі.

В цій статті розглянуті дослідження, в яких описується використання добавки водневмісного газу (H_2/O_2) для поліпшення показників роботи двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) з іскровим запалюванням, який працює на зрідженому нафтовому газі.

Мета роботи. Аналіз літературних джерел щодо використання добавки водневмісного газу для поліпшення показників роботи ДВЗ з іскровим запалюванням, який працює на зрідженому нафтовому газі.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження було проведено шляхом вивчення і аналізу закордонних літературних джерел, що присвячені використанню добавки водневмісного газу для поліпшення показників роботи ДВЗ з іскровим запалюванням, який працює на зрідженому нафтовому газі.

2. Виклад основного матеріалу

Зріджений нафтовий газ – це суміш, що складається з легкоконденсуючих при стисненні газоподібних вуглеводнів. Їх основними компонентами є пропан і бутан. Для того, щоб автомобіль працював на газовому паливі, необхідно виконати його переобладнання, встановивши газобалонне обладнання (ГБО). Останнім часом багато водіїв переобладнують свої транспортні засоби для роботи на ЗНГ. І для цього є причини. Згідно багатьох досліджень, викиди забруднюючих речовин від

транспортних засобів, що працюють на ЗНГ, нижчі в порівнянні з роботою на бензині. Наприклад, в роботі [1] проведено порівняння викидів забруднюючих речовин від бензину та зрідженого нафтового газу. Дослідження проводилися на автомобілі з двигуном OPEL ECOTEC, об'єм двигуна становив 1800 куб. Автомобіль був переобладнаний для роботи як на бензині, так і на ЗНГ. Двигун працював на бензині та автоматично переключався на ЗНГ після 25 секунд роботи, температура охолоджуючої рідини в двигуні становила не менше 40°C. Паливо двигуна змінювали за допомогою перемикача. Результати показали зменшення викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами при використанні ЗНГ в порівнянні з бензином, а саме:

- У міському циклі викиди CO, C_mH_n, NO_x і CO₂ зменшилися до 30%, 30%, 41% і 10% відповідно.
- За містом викиди CO, C_mH_n, NO_x і CO₂ зменшилися до 10%, 51%, 77% і 11% відповідно.

Варто зазначити, що на відміну від бензинових двигунів, які характеризуються значним рівнем викидів шкідливих речовин під час прогріву, рівень викидів із ЗНГ залишається майже без змін незалежно від його теплового стану. Випаровування ЗНГ під час розширення у разі виходу з форсунки в камері згоряння двигуна не змиває масло зі стінок циліндрів і не розбавляє його під час розігріву двигуна. До головних переваг застосування ЗНГ в якості моторного палива належить і те, що ЗНГ зберігається на борту ТЗ під невеликим тиском (до 1,6 МПа) і має достатньо низьку вартість в порівнянні з бензином.

Все перераховане робить переобладнання транспортних засобів на ЗНГ вигідним як з екологічної, так і з економічної точки зору, однак спостерігається зниження максимальної потужності двигуна та незначне погіршення тягово-швидкісних показників. Щоб поліпшити зазначені показники, необхідно впроваджувати додаткові заходи. До таких відносять використання добавки, яка має в своєму складі водень.

За останні кілька років було проведено багато досліджень водню H₂ в якості альтернативного заміника. Енергоємність водню перевищує нафтові палива в 2.5...3 рази. Водень у суміші з повітрям спалахує у широкому діапазоні до коефіцієнту надміру повітря рівному 10. При згорянні водню практично не утворюються C_mH_n, CO та CO₂, але при деяких складах водневоповітряної суміші можуть утворюватися оксиди азоту. Разом з тим, використання водню обмежене певними факторами, основним з яких є безпека зберігання. У зв'язку з цим постійно ведеться пошук способів замінити водень на дешевший газ, технологія виробництва якого простіша і легко адаптується для масового виробництва.

Безпечніше використовувати водневмісний газ H₂/O₂ як добавку до повітряного заряду. Такий газ отримують в результаті електролізу водних розчинів лугів. Існує багато наукових досліджень, які присвячені поліпшенню характеристик ДВЗ, які працюють на бензині або дизельному паливі, за допомогою використання водню або водневмісних сполук [2-5]. Але в межах даної роботи особливу увагу буде виділено саме використанню добавки водневмісного газу для поліпшення показників роботи ДВЗ з іскровим запалюванням, який працює на зрідженому нафтовому газі.

В роботі [6] наведені результати досліджень по використанню добавки водневмісного газу для покращення характеристик ЗНГ. Встановлено, що температуру самозаймання та температуру в кінці згоряння ЗНГ можна знизити за допомогою навіть невеликої кількості H₂/O₂. Температури згоряння об'ємної частки ЗНГ на початку та в кінці згоряння знизяться до 40 °C та 37 °C відповідно, якщо співвідношення H₂/O₂/ЗНГ буде рівне 0.05. Щоб початкова та кінцева температури знизились на 130 °C та 140 °C, співвідношення H₂/O₂ /ЗНГ повинно бути рівне 2.5. Встановлено, що добавка H₂/O₂ допомагає зменшити концентрацію CO в широкому діапазоні температур.

Дослідження впливу добавки водневмісного газу H₂/O₂ на показники двигуна з іскровим запалюванням, що працює на бензині і на зрідженому нафтовому газі, проведено в роботі [7] Випробування проведено при різних швидкісних режимах холостого ходу. Встановлено, що добавка H₂/O₂ призводить до зниження витрати бензину і ЗНГ та зменшення викидів шкідливих речовин.

Проводилися дослідження впливу зміни експлуатаційних характеристик автомобіля на інтенсивність утворення ним викидів шкідливих речовин [8]. Для експерименту використовували двигун, який працював на бензині, ЗНГ та суміші ЗНГ- H₂/O₂. Результати експерименту показали, що завдяки суміші ЗНГ- H₂/O₂ вдалось зменшити викиди CO на 21% та 48.1%, в порівнянні з роботою на ЗНГ та бензині відповідно. Викиди CO₂ при роботі на ЗНГ- H₂/O₂ зменшились в середньому на 9% в порівнянні з роботою на ЗНГ. Окрім того, завдяки суміші ЗНГ- H₂/O₂ концентрація незгорілих

вуглеводнів, в порівнянні з роботою на ЗНГ, зменшилась на 21.8%. Однак викидів NO_x при роботі на суміші ЗНГ- H_2/O_2 було на 16.1% більше, ніж при ЗНГ.

Дослідження впливу добавки H_2/O_2 на роботу одноциліндрового двигуна 150сс, який живиться бензином та зрідженим нафтовим газом, проведено в роботі [9]. В обох випадках добавка H_2/O_2 призвела до зменшення витрати палива та зменшення викидів шкідливих речовин. Встановлено, що завдяки добавці водневмісного газу витрата палива знижується, в порівнянні з роботою на бензині та ЗНГ, на 9.6% та 15.7% відповідно.

Передчасне запалювання паливо-повітряної суміші здатне спричинити детонацію в ДВЗ, підвищити його шумність та зменшити потужність. І щоб зменшити вірогідність появи таких негативних наслідків, в роботі [10] використовували зріджений нафтовий газ з добавкою водневмісного газу. В результаті додавання H_2/O_2 встановлено зменшення витрати палива на 20% в порівнянні з роботою на звичайному ЗНГ. Спостерігалось зменшення викидів таких шкідливих речовин, як CO та C_mH_n , а також збільшення потужності двигуна на 5.7%.

В роботі [11] проводився аналіз альтернативних палив, які утворюють невеликі концентрації викидів шкідливих речовин. Для експерименту використали одноциліндровий двигун 150сс в різних навантажувальних режимах. Встановлено, що обидві суміші ЗНГ- H_2/O_2 та бензин- H_2/O_2 призводять до зменшення витрати палива та викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами.

В роботі [12] досліджували вплив суміші ЗНГ- H_2/O_2 на роботу двигуна з іскровим запалюванням. Результати показали, що добавка газу ННО підвищила термічний ККД двигуна на 13 % і зменшила витрату палива на 11 %. Газ H_2/O_2 знизив вміст CO на 9 % і C_mH_n на 21 % . Викиди NO_x збільшилися на 6.5 %.

Далі більш детально розглянуто дослідження, де в якості палива для двигуна використовували ЗНГ з добавкою водневмісного газу до повітряного заряду. На рис. 1 показана експериментальна установка, яку використовували в роботі [13], щоб дослідити вплив ЗНГ та добавки водневмісного газу до повітряного заряду.

До 4-тактного, одноциліндрового двигуна 219 сс був приєднаний динамометр DYNAMITE. Для згорання в тестовому двигуні використано три палива з різними властивостями, а саме бензин, ЗНГ та комбінація ЗНГ- H_2/O_2 .

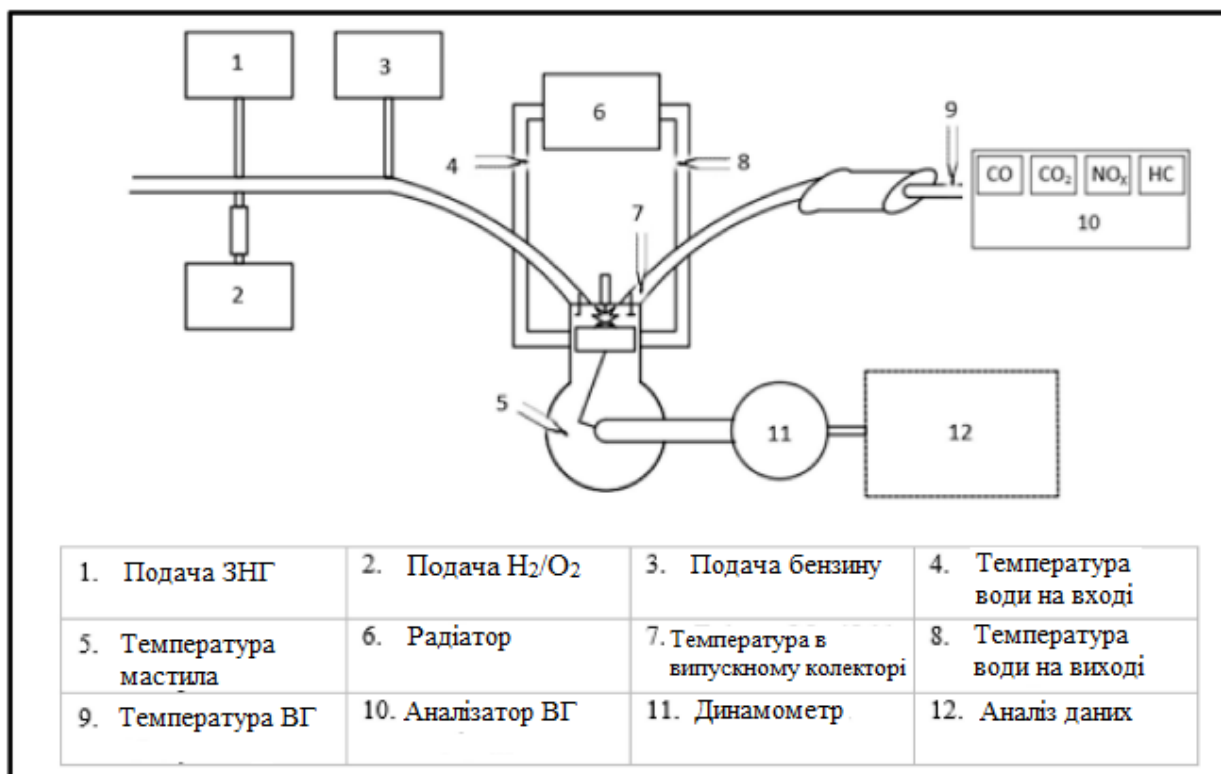


Рисунок 1 – Експериментальна установка [13]

Figure 1 – Schematic of experimental set-up [13]

Вчені використовували різні методи, щоб визначити витрату палива. За допомогою вимірювального циліндру об'ємом 1000 мл вдалось визначити витрату бензину. Цифрова машина для вимірювання ваги допомогла зафіксувати споживання зрідженого газу, а газовий ротаметр визначив споживання H_2/O_2 у стандартних кубічних футах на годину (scfh). Крім того, H_2/O_2 безперервно подавався до випробувального двигуна зі швидкістю потоку 10 scfh (4.72 л/хв) для суміші LPG- H_2/O_2 .

В табл. 1 наведені властивості палив, які вчені використовували в роботі.

Таблиця 1 – Властивості палив, які використовувалися в дослідженні [13]

Table 1 – Test fuels properties a employed in study [13]

| Назва параметру | Бензин | ЗНГ | H_2/O_2 |
|-------------------------------------|--------|---------|-----------------------|
| Фізичний стан | рідина | газ | газ |
| Октанове число за дослідним методом | 97 | 103 | Більше 130 |
| Теплота згорання, МДж/кг | 46 | 46.1 | 120 |
| Співвідношення повітря-паливо | 14.7 | 17.2 | 34 |
| Густина при 15.48°С, кг/л | 0.73 | 0.00189 | 8.27×10^{-5} |

Враховуючи можливий ризик і небезпеку використання H_2/O_2 , вчені вжили відповідні запобіжні заходи. Витяжні та впускні канали експериментальної лабораторії забезпечували достатню вентиляцію, щоб запобігти концентрації H_2/O_2 в одній точці. Крім того, в лабораторії був встановлений водневий сигналізатор з метою своєчасного попередження про будь-який витік H_2/O_2 . Крім того, для запобігання будь-якому зворотному потоку H_2/O_2 , який може стати джерелом шкоди, використовувався пластиковий міні-запірний клапан Viton 0.250 із здатністю зворотного тиску понад 0.3 МПа. Блок генерації H_2/O_2 , який використовувався, складався з пластин з нержавіючої сталі (316L) і електролітичної солі КОН в концентрації 6 г/л.

На рис. 2 наведено зміни питомої витрати палива, використовуючи бензин, ЗНГ та ЗНГ+ H_2/O_2 .

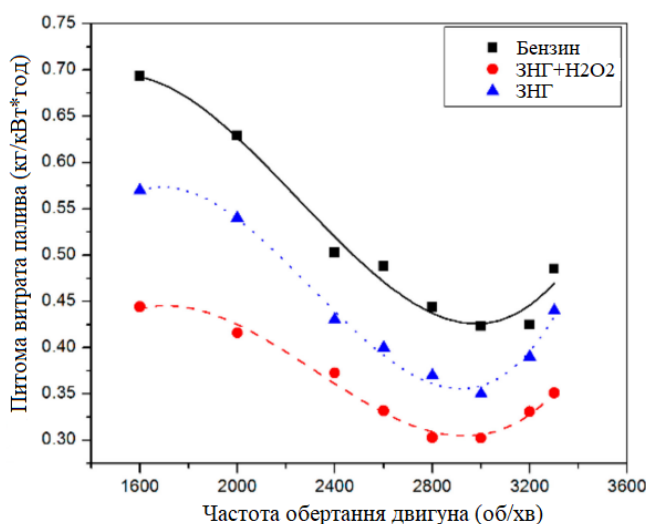


Рисунок 2 – Зміна питомої витрати палива в залежності від типу палива [13]
Figure 2 – Comparisons of specific fuel consumption and engine speed for gasoline, LPG and LPG-HHO blend [13]

Спостерігається поліпшення паливної економічності при використанні добавки водню до ЗНГ, якщо порівнювати з роботу двигуна на звичайному ЗНГ. Це вказує на більш ефективну експлуатацію

двигуна. В порівнянні з бензином та зрідженим нафтовим газом, питома витрата палива при роботі на ЗНГ + H_2/O_2 менша на 42% та 17% відповідно. Далі на рис. 3 показано, як змінюються викиди забруднюючих речовин в залежності від типу палива.

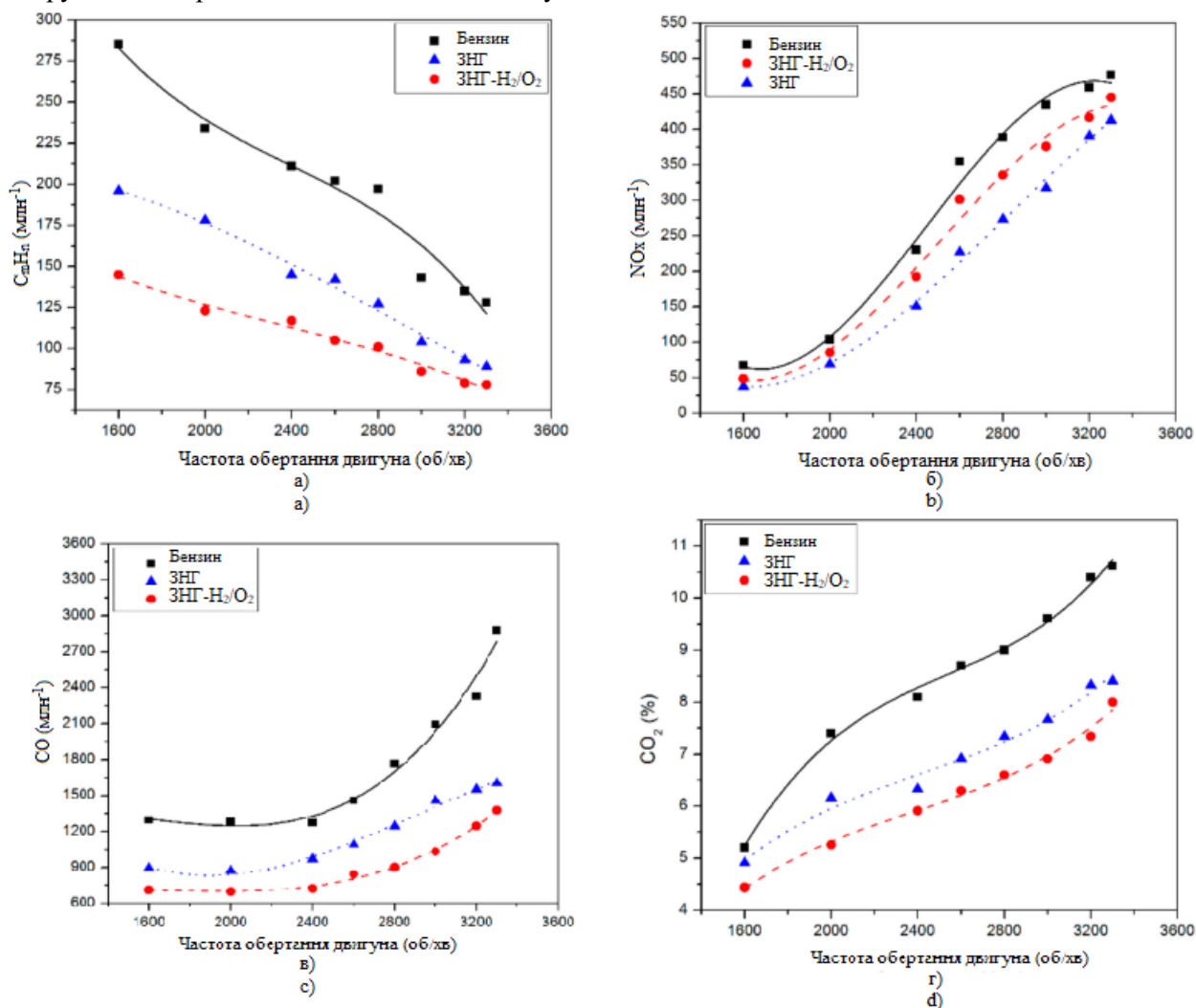


Рисунок 3 (а-г) – Зміна C_mH_n , NO_x , CO та CO_2 в залежності від типу палива[13]
 Figure 3 (a-d) – Comparison of C_mH_n , NO_x , CO and CO_2 for gasoline, LPG and LPG-HHO [13]

Окис вуглецю – нестійка хімічна сполука, легко вступає в реакцію з киснем, у результаті якої утворюється двоокис вуглецю CO_2 . Незгорілі вуглеводні утворюються при запізненні займання робочої суміші в двигуні або при знижених температурах в камері згорання. Стало відомо, що порівнянні з бензином та ЗНГ викиди CO при роботі на суміші ЗНГ- H_2/O_2 зменшилися на 21% і 48.1% відповідно. При використанні H_2/O_2 викиди CO_2 та вуглеводнів C_mH_n зменшилися на 9% та 21.8% відповідно, якщо порівнювати зі зрідженим нафтовим газом. Однак при використанні суміші ЗНГ- H_2/O_2 викидів NO_x стало на 16.1% більше, ніж при ЗНГ. Викиди NO_x збільшилися в результаті утворення високої температури в камері згорання.

Висновки. Розглянуто відомі на даний момент дослідження щодо використання добавки водневмісного газу для поліпшення показників роботи ДВЗ з іскровим запалюванням, який працює на зрідженому нафтовому газі. Встановлено, що добавка водневмісного газу має позитивний вплив на потужність двигуна при роботі на ЗНГ, але даний аспект потребує додаткових досліджень у майбутньому. При використанні ЗНГ з добавкою водневмісного газу поліпшуються екологічні показники ДВЗ. Концентрація C_mH_n , NO_x , CO та CO_2 дещо зменшуються в порівнянні з бензином. Не дивлячись на достатні переваги використання ЗНГ з добавкою водневмісного газу до повітряного заряду перед бензином, поки досконало не розглянута економічна доцільність використання установки для генерування H_2/O_2 .

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. T. Tasic, P. Pogorevc, and T. Brajlilj, "Gasoline and Exhaust Emission Comparison," *Adv. Prod. Eng. Manag.*, vol. 6, no. 2, pp. 87–94, 2011.
2. Ganesh Kerkal, Krishna Pawale, Amol Dhumal, "Diesel Engine with Hydrogen in Dual Fuel Mode: A Review" *IJRASET journal*, ISSN 2321-9653 Vol.05, Issue 5, , May-2017, Pages: 1306-1311.
3. Lokanath M, Eswar balachandar G, Ramanjaneyulu. B, M. Venkata Subbaiah, A. H. Kiran Teja, "Performance of diesel engine by adding secondary fuel as HHO" *JMCMS journal*, ISSN 2454-7190 Vol.15, No. 9, , September-2020, Pages: 142-153.
4. Prasad Kumar Putha, "Performance of I.C Engines using HHO GAS" *IJSETR journal*, ISSN 2319-8885 Vol.04, Issue.16, , June-2015, Pages:2994-2998.
5. Dhananjay Babariya, Jay Oza, Bhavin Hirani, Gaurang Akbari "An Experimental Analysis Of S.I Engine Performance With HHO As A Fuel" *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology* eISSN: 2319-1163 pISSN: 2321-7308 Volume: 04 Issue: 04 ,Apr-2015.
6. . Muhammad Saad Khan, Z. Bin Hassan, and A. Iqbal, "Influence Of Hydrogen Peroxide on Liquefied Petroleum Gas (LPG) Performance," in *National Conference on Postgraduate Research (NCON-PGR) 2009*, 2009, no. October, pp. 107–113.
7. Characteristics of engine at various speed conditions by mixing of hho with gasoline and lpg / Rajasekaran T., Duraiswamy K., Bharathiraja M. and Poovaragavan S. // *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences* VOL. 10, NO. 1, JANUARY 2015 pp. 46 – 51.
8. Usman, M.; Farooq, M.; Naqvi, M.; Saleem, M.W.; Hussain, J.; Naqvi, S.R.; Jahangir, S.; Usama, H.M.J.; Idrees, S.; Anukam, A. Use of Gasoline, LPG and LPG-HHO Blend in SI Engine: A Comparative Performance for Emission Control and Sustainable Environment. *Processes* 2020, 8, 74.
9. Rajasekaran T., Duraiswamy K., Bharathiraja M., Poovaragavan S. Characteristics of engine at various speed conditions by mixing of HHO with gasoline and LPG. *Journal of Engineering and Applied Sciences* 2015; 10 (1): 46-51.
10. V. J. Ananth Vino and Ap, "HHO assisted LPG Engine," *Int. J. Comput. Trends Technol.*, vol. 3, p. 6, 2012.
11. T. Rajasekaran, K. Duraiswamy, M. Bharathiraja, and S. Poovaragavan, "Characteristics of engine at various conditions by mixing of HHO with gasoline and LPG," *J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 10, no. 1, pp. 46-51, 2015.
12. Çakmak, A., Girisen, A.R. and Ozcan, H., "Effects of hydroxy gas addition on the performance and emission characteristics of liquefied petroleum gas-powered lean-operated spark-ignition engine", *SAE International Journal of Fuels and Lubricants*, Vol. 14, No. 1, (2021), 41-54.
13. Usman, M.; Farooq, M.; Naqvi, M.; Saleem, M.W.; Hussain, J.; Naqvi, S.R.; Jahangir, S.; Jazim Usama H.M.; Idrees, S.; Anukam, A. Use of Gasoline, LPG and LPG-HHO Blend in SI Engine: A Comparative Performance for Emission Control and Sustainable Environment. *Processes* 2020, 74, 15.

REFERENCES

1. T. Tasic, P. Pogorevc, and T. Brajlilj, "Gasoline and Exhaust Emission Comparison," *Adv. Prod. Eng. Manag.*, vol. 6, no. 2, pp. 87–94, 2011.
2. Ganesh Kerkal, Krishna Pawale, Amol Dhumal, "Diesel Engine with Hydrogen in Dual Fuel Mode: A Review" *IJRASET journal*, ISSN 2321-9653 Vol.05, Issue 5, , May-2017, Pages: 1306-1311.
3. Lokanath M, Eswar balachandar G, Ramanjaneyulu. B, M. Venkata Subbaiah, A. H. Kiran Teja, "Performance of diesel engine by adding secondary fuel as HHO" *JMCMS journal*, ISSN 2454-7190 Vol.15, No. 9, , September-2020, Pages: 142-153.
4. Prasad Kumar Putha, "Performance of I.C Engines using HHO GAS" *IJSETR journal*, ISSN 2319-8885 Vol.04, Issue.16, , June-2015, Pages:2994-2998.
5. Dhananjay Babariya, Jay Oza, Bhavin Hirani, Gaurang Akbari "An Experimental Analysis Of S.I Engine Performance With HHO As A Fuel" *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology* eISSN: 2319-1163 pISSN: 2321-7308 Volume: 04 Issue: 04 ,Apr-2015.
6. . Muhammad Saad Khan, Z. Bin Hassan, and A. Iqbal, "Influence Of Hydrogen Peroxide on Liquefied Petroleum Gas (LPG) Performance," in *National Conference on Postgraduate Research (NCON-PGR) 2009*, 2009, no. October, pp. 107–113.

7. Characteristics of engine at various speed conditions by mixing of hho with gasoline and lpg / Rajasekaran T., Duraiswamy K., Bharathiraja M. and Poovaragavan S. // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 10, NO. 1, JANUARY 2015 pp. 46 – 51.
8. Usman, M.; Farooq, M.; Naqvi, M.; Saleem, M.W.; Hussain, J.; Naqvi, S.R.; Jahangir, S.; Usama, H.M.J.; Idrees, S.; Anukam, A. Use of Gasoline, LPG and LPG-HHO Blend in SI Engine: A Comparative Performance for Emission Control and Sustainable Environment. Processes 2020, 8, 74.
9. Rajasekaran T., Duraiswamy K., Bharathiraja M., Poovaragavan S. Characteristics of engine at various speed conditions by mixing of HHO with gasoline and LPG. Journal of Engineering and Applied Sciences 2015; 10 (1): 46-51.
10. V. J. Ananth Vino and Ap, "HHO assisted LPG Engine," Int. J. Comput. Trends Technol., vol. 3, p. 6, 2012.
11. T. Rajasekaran, K. Duraiswamy, M. Bharathiraja, and S. Poovaragavan, "Characteristics of engine at various conditions by mixing of HHO with gasoline and LPG," J. Eng. Appl. Sci., vol. 10, no. 1, pp. 46-51, 2015.
12. Çakmak, A., Girisen, A.R. and Ozcan, H., "Effects of hydroxy gas addition on the performance and emission characteristics of liquefied petroleum gas-powered lean-operated spark-ignition engine", SAE International Journal of Fuels and Lubricants, Vol. 14, No. 1, (2021), 41-54.
13. Usman, M.; Farooq, M.; Naqvi, M.; Saleem, M.W.; Hussain, J.; Naqvi, S.R.; Jahangir, S.; Jazim Usama H.M.; Idrees, S.; Anukam, A. Use of Gasoline, LPG and LPG-HHO Blend in SI Engine: A Comparative Performance for Emission Control and Sustainable Environment. Processes 2020, 74, 15.

РЕФЕРАТ

Панін М.І. Використання добавки водневмісного газу в двигунах, що працюють на зрідженому нафтовому газі / М.І. Панін, І.В. Самойленко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий журнал. – К. : НТУ, 2022. – Вип. 3 (53).

Останнім часом спостерігається значне підвищення цін на палива нафтового походження, зокрема на бензин. Цей негативний фактор став причиною пошуку методів зменшення витрати палива двигуном автомобіля. Крім того, після спалювання традиційних палив виділяються шкідливі забруднюючі речовини. Саме тому проводяться дослідження, в рамках яких вчені намагаються без значних конструкційних змін адаптувати традиційні двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) для роботи на альтернативних паливах. Як альтернативне паливо для ДВЗ з іскровим запалюванням можна використовувати зріджений нафтовий газ (ЗНГ). Згідно багатьох досліджень, викиди забруднюючих речовин від транспортних засобів, що працюють на ЗНГ, нижчі в порівнянні з роботою на бензині. Однак, в порівнянні з бензином, спостерігається помітне зменшення потужності двигуна при роботі на зрідженому нафтовому газі. В цій статті розглянуті дослідження, в яких описується використання добавки водневмісного газу (H_2/O_2) для поліпшення показників роботи двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) з іскровим запалюванням, який працює на зрідженому нафтовому газі. На даний час встановлено, що при використанні ЗНГ з добавкою водневмісного газу поліпшуються екологічні показники ДВЗ. Концентрація C_mH_n , NO_x та CO_2 дещо зменшуються в порівнянні з бензином. Встановлено, що добавка водневмісного газу має позитивний вплив на потужність двигуна при роботі на ЗНГ, але даний аспект потребує додаткових досліджень у майбутньому. Не дивлячись на достатні переваги від використання ЗНГ з добавкою водневмісного газу до повітряного заряду перед бензином, поки досконало не розглянута економічна доцільність використання установки для генерування H_2/O_2 .

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЗРІДЖЕНИЙ НАФТОВИЙ ГАЗ, ВОДНЕВМІСНИЙ ГАЗ, ДВИГУН З ІСКРОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ

ABSTRACT

Panin M.I., Samoilenko I. V. Use of the additive of hydrogen-containing gas in engines operating on liquefied petroleum gas. Visnyk National Transport University. Series «Technical Sciences». Scientific journal. – Kyiv: National Transport University, 2022. – Issue 3 (53).

Recently, there has been a significant increase in the prices of petroleum-based fuels, particularly gasoline. This negative factor becomes a cause of the search for methods of reducing fuel consumption by the engine. After the combustion of traditional fuels, furthermore, harmful pollutants are released. That was

the cause of the attempts to adapt traditional internal combustion engines (ICE) to work on alternative fuels without significant design changes. Liquefied petroleum gas (LPG) can be used as an alternative fuel for spark ignition engines. Researches show that pollutant emissions from vehicles running on LPG are lower in comparison to gasoline. However, there is a marked decrease in engine power while operating on liquefied petroleum gas. This article considers studies about the use of a hydrogen-containing gas (H_2/O_2) addition to improve the performance of a spark ignition internal combustion engines (ICE) running on liquefied petroleum gas. It is shown that the environmental performance of internal combustion engines improves when using LPG with the addition of hydrogen-containing gas is used. Emission levels of C_mH_n , NO_x and CO_2 are reduced slightly in comparison to gasoline. It is shown that the hydrogen-containing gas addition has a positive effect on engine power when operating on LPG, but this aspect requires more research in the future. Despite the sufficient advantages of using LPG with the addition of hydrogen-containing gas to the air charge over the gasoline, the economic feasibility of using a H_2/O_2 generation plant has not been fully considered.

KEY WORDS: LIQUEFIED PETROLEUM GAS, HYDROGEN CONTAINING GAS, SPARK IGNITION ENGINE.

АВТОР:

Панін Микола Ігорович, аспірант кафедри “Двигуни і теплотехніка”, e-mail: mikolapanin@gmail.com, тел. +380666824697, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 303а.

Самойленко Іван Вікторович, асистент кафедри “Екології та безпеки життєдіяльності”, e-mail: samoilenko.iv@gmail.com, тел. +380442885100, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 312.

AUTHOR:

Panin Mykola Igorovich, PhD student of department of "Engines and Heating", e-mail: mikolapanin@gmail.com, tel. +380666824697, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 303a.

Samoilenko Ivan Viktorovich, assistant of department of "Ecology and Environmental Protection Technologies", e-mail: samoilenko.iv@gmail.com, tel. +380442885100, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 312.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри автомобілі, Київ, Україна.

Клименко О.А., кандидат технічних наук, доцент, ДП “ДержавтотрансНДІпроект”, Київ, Україна.

REVIEWER:

Sakhno V.P., PhD, Engineering (Dr.), professor, National Transport University, head department of automobiles, Kyiv, Ukraine.

Klymenko O.A., candidate of technical science, associate professor, SE "DergavtotransNDIproect", Kyiv, Ukraine.