

ВПЛИВ ДОБАВКИ ВОДНЕВМІСНОГО ГАЗУ НА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ДВИГУНІВ З ІСКРОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ В РЕЖИМАХ ХОЛОСТОГО ХОДУ

Гутаревич Ю.Ф., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, yugutarevich@gmail.com, orcid.org/0000-0002-4939-4384

Шуба Е.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, shuba90@i.ua, orcid.org/0000-0003-2036-8024

Сирота О.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, cirshu@gmail.com, orcid.org/0000-0001-8715-7307

Трифонов Д.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, voin1@i.ua, orcid.org/0000-0001-8744-8657

EFFECT OF THE ADDITION OF HYDROGEN-CONTAINING GAS ON THE ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF ENGINES WITH SPARK IGNITION AT IDLE

Gutarevych Y.F., Ph.D., Engineering (Dr.), National Transport University, Kyiv, Ukraine, yugutarevich@gmail.com, orcid.org/0000-0002-4939-4384

Shuba Y.V., Ph.D., Engineering, National Transport University, Kyiv, Ukraine, shuba90@i.ua, orcid.org/0000-0003-2036-8024

Syrota A.V., Ph.D., Engineering, National Transport University, Kyiv, Ukraine, cirshu@gmail.com, orcid.org/0000-0001-8715-7307

Trifonov D.N., Ph.D., Engineering, National Transport University, Kyiv, Ukraine, voin1@i.ua, orcid.org/0000-0001-8744-8657

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ВОДОРОДСОДЕРЖАЩЕГО ГАЗА НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДВИГАТЕЛЕЙ С ИСКРОВЫМ ЗАЖИГАНИЕМ В РЕЖИМАХ ХОЛОСТОГО ХОДА

Гутаревич Ю.Ф., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, yugutarevich@gmail.com, orcid.org/0000-0002-4939-4384

Шуба Е.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, shuba90@i.ua, orcid.org/0000-0003-2036-8024

Сирота А.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, cirshu@gmail.com, orcid.org/0000-0001-8715-7307

Трифонов Д.Н., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, voin1@i.ua, orcid.org/0000-0001-8744-8657

Вступ.

Основними режимами роботи автомобільних двигунів в умовах експлуатації, зокрема в русі автомобілів у населених пунктах, є режими малих навантажень і холостого ходу. Паливна економічність і екологічні показники двигунів з іскровим запалюванням, які широко використовують на легкових автомобілях, в названих режимах суттєво погіршуються. Основними причинами цього є погіршення процесу згорання в циліндрах двигуна і зростання насосних втрат за малих кутів відкриття дросельної заслінки.

Поліпшити процес згорання можливо різними методами. Одним з таких методів є інтенсифікація цього процесу добавкою в свіжий заряд речовин, які мають високу швидкість згорання. До таких речовин відноситься водень. Але з врахуванням труднощів, які необхідно подолати при використанні водню більш доцільним є використання речовин, які містять водень в якості добавок до бензину.

В статті наведено результати досліджень по використанню добавки водневмісного газу для поліпшення показників двигунів з іскровим запалюванням з різними системами живлення.

Мета роботи – визначення впливу добавки водневмісного газу до повітряного заряду на екологічні показники двигунів з іскровим запалюванням з різними системами живлення в режимах холостого ходу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

В зарубіжних наукових виданнях опубліковано ряд робіт, присвячених використанню добавок водню та водневмісних сполук для поліпшення показників автомобільних двигунів. У роботах [1-4] досліджено особливості процесу згоряння в бензинових двигунах при додаванні водню до паливоповітряної суміші. Результати експериментальних досліджень показали, що невеликі добавки водню в бензоповітряну суміш призводять до наступних особливостей протікання процесу згоряння:

– відбувається скорочення тривалості всіх фаз згоряння;

– в 2-й фазі згоряння вплив 5% добавки водню на середню швидкість поширення полум'я можна порівняти з підвищенням швидкісного режиму на 50%;

– в третьій фазі згоряння вплив малих добавок водню більш значний, ніж підвищення швидкісного режиму.

В роботі [5] проведено випробування двигуна з іскровим запалюванням за роботи з мікродобавкою водню в область міжелектродного зазору свічки. В результаті встановлено, що добавка водню покращує процес запалювання і скорочує першу фазу згоряння, розширяються межі ефективного збіднення суміші. Дослідження, проведені в режимах малих навантажень і холостого ходу, в яких присутні пропуски запалювання, показали, що використання мікродобавки водню, яка не перевищує 1 % від витрати бензину, зменшує кількість циклів з пропусками запалювання.

Дослідження впливу добавки газу H_2/O_2 на показники бензинового двигуна були проведені в роботі [6]. В якості об'єкта досліджень використана спеціальна одноциліндрова установка.

В результаті додавання газу H_2/O_2 встановлено збільшення крутного моменту в порівнянні з роботою на чистому бензині. Зниження питомої витрати палива становить в середньому 16,3 %.

В результаті додавання газу H_2/O_2 спостерігалося зниження викидів вуглеводнів на 6,7 %, викиди оксидів вуглецю знизилися на 14,4 % порівняно з роботою на чистому бензині.

В роботах [7-10] проводилися дослідження впливу добавки водневмісного газу на показники бензинових двигунів. В роботі [7] досліджували вплив добавки водневмісного газу на показники чотирициліндрового двигуна з іскровим запалюванням робочим об'ємом 1,5 літра автомобіля Ford Laser 1989 року. Добавку газу H_2/O_2 змінювали від 0 до 0,45 % по об'єму повітря. В результаті досліджень встановлено, що добавка водневмісного газу приводить до підвищення крутного моменту і потужності двигуна, зменшення питомої витрати палива і зниження концентрації незгорілих вуглеводнів у відпрацьованих газах. В роботі [8] проведено дослідження бензинового двигуна робочим об'ємом 100 см³ за роботи з добавкою водневмісного газу при різних навантаженнях.

Встановлено, що добавка водневмісного газу призводить до підвищення потужності двигуна, зменшення годинної і питомої витрат палива, зниження концентрації оксиду вуглецю і оксидів азоту. Найкращий позитивний ефект спостерігали в режимах малих навантажень.

Виклад основного матеріалу

На кафедрі «Двигуни і теплотехніка» Національного транспортного університету проведено дослідження впливу різних за величиною добавок водневмісного газу на екологічні показники двигунів з іскровим запалюванням з різними системами живлення в режимах холостого ходу.

Визначено вплив добавки водневмісного газу на склад паливоповітряної суміші бензинового двигуна [11]. При розрахунку процесу сумішоутворення водневмісний газ розглядали як добавку водню і кисню до бензину і як добавку водню до бензину і кисню до повітря.

Якщо розглядати отриманий газ, як паливо, то така суміш буде мати склад, що відрізняється від бензину величиною часток С і Н, а також до складу суміші буде входити кисень. При добавці газу маса суміші бензину і H_2/O_2 буде становити:

$$G_{\text{сум}} = G_{\text{п}} + G_{H_2/O_2}, \quad (1)$$

де: $G_{\text{п}}$ – годинна витрата палива, кг/год;

G_{H_2/O_2} – годинна витрата газу H_2/O_2 , кг/год.

Маса водню в суміші становитиме:

$$G_{\text{H}_{\text{СУМ}}} = 0,145 \cdot G_n + 0,111 \cdot G_{\text{H}_2/\text{O}_2} \quad (2)$$

де 0,145 і 0,111 – масові частки водню в бензині і водневмісному газі.

Коефіцієнт надміру повітря розраховують за формулою:

$$\alpha = \frac{G_{\text{пов}}}{G_n \cdot l_0} \quad (3)$$

де: $G_{\text{пов}}$ – годинна витрата повітря, кг/год;

l_0 – теоретично необхідна кількість повітря для згоряння 1 кг палива.

Оскільки склад суміші бензину з водневмісним газом буде відрізнятись від складу чистого бензину, то і теоретично необхідна кількість повітря буде іншою.

$$l'_0 = \frac{\frac{8}{3} \text{C}' + 8\text{H}' - \text{O}}{0,23} \quad (4)$$

де: C' , H' і O – масові частки вуглецю, водню і кисню в суміші.

Так як водневмісний газ подається у впускний трубопровід до повітряного заряду, то частина повітря, що поступає в двигун буде заміщена газом і зменшиться на величину його об'єму.

При другому підході до розрахунку маса суміші бензину і водню буде дорівнювати:

$$G_{\text{сум}} = G_n + 0,111 G_{\text{H}_2/\text{O}_2} \quad (5)$$

При цьому загальна маса водню в суміші буде такою ж як і при першому підході, але масова частка буде відрізнятись.

Теоретично необхідна кількість повітря для згоряння 1 кг палива буде визначатись за формулою:

$$l'_0 = \frac{\frac{8}{3} \text{C}' + 8\text{H}'}{0,23} \quad (6)$$

Кисень в даному випадку враховуватись не буде, оскільки він додається до повітря.

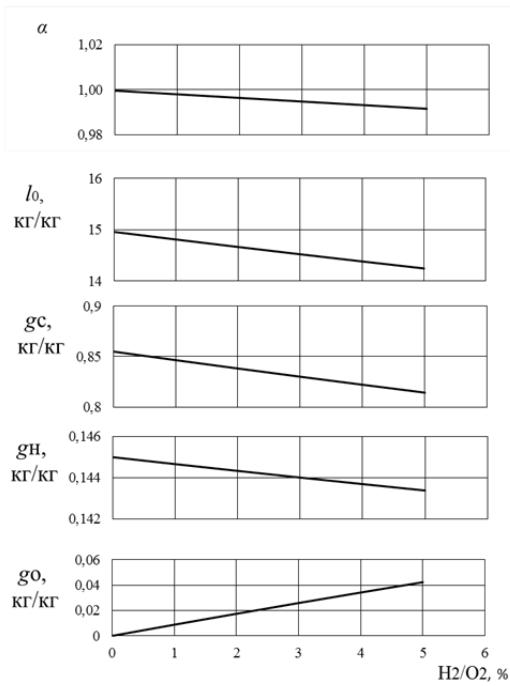
Об'ємна витрата повітря буде такою ж як і в першому випадку, але маса збільшиться на величину добавки кисню.

На рис. 1 показано вплив добавки водневмісного газу на показники сумішеутворення при обох варіантах розрахунку.

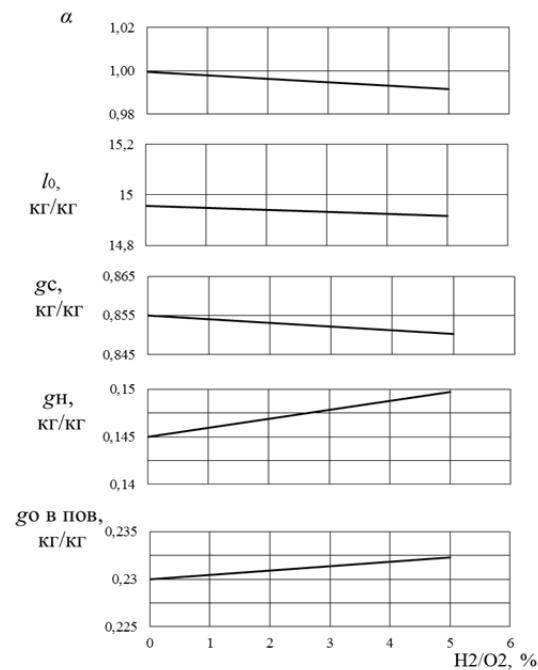
Як видно з рисунку 1, для обох варіантів розрахунку отримано однакове незначне збагачення складу паливоповітряної суміші. При цьому по різному змінюються масові частки компонентів палива і повітря.

Об'єктами експериментальних досліджень є двигун МeMЗ-245 з карбюраторною системою живлення (рис. 2) та двигун 6Ч 9,5/6,98 (Opel C30 NE) з системою впорскування палива та зворотнім зв'язком (рис. 3).

Двигуни встановлені на гальмівних стендах та обладнані всією необхідною вимірювальною апаратурою, що дозволяє вимірювати витрату палива, витрату повітря, температури охолоджуючої рідини і відпрацьованих газів, розрідження у впускному трубопроводі, частоту обертання колінчастого вала, крутний момент двигуна, кут випередження запалювання.



а) перший варіант
a) the first option



б) другий варіант
b) the second option

Рисунок 1 – Вплив добавки водневмісного газу на показники сумішеутворення бензинового двигуна
Figure 1 – The effect of the addition of hydrogen-containing gas on the mixing performance of a gasoline engine



Рисунок 2 – Двигун MeMZ-245 на гальмівному стенді

Figure 2 – Engine MeMZ-245 on the brake stand



Рисунок 3 – Двигун 6Ч 9,5/6,98 (Opel C30 NE) на гальмівному стенді

Figure 3 – 6H 9.5 / 6.98 engine (Opel C30 NE) on the brake stand

Для дослідження впливу добавки водневмісного газу на екологічні показники двигуна використана газоаналізуюча апаратура. Концентрації оксидів вуглецю і незгорілих вуглеводнів вимірювали методом інфрачервоної спектроскопії, оксидів азоту методом хемілюмінесценції. У випускній системі двигуна встановлено трикомпонентний каталітичний нейтралізатор, тому вимірювання концентрацій шкідливих речовин проводили до і після нейтралізатора, що дозволяє оцінити ефективність його роботи при роботі двигуна з добавкою водневмісного газу. Водневмісний газ отримували за допомогою електролізної установки «Ліга – 02», яка працює від зовнішнього джерела живлення. Під час випробувань заміряли силу струму і напругу, які мали місце при отриманні певної кількості водневмісного газу і розраховували витрати енергії необхідні на його

отримання. Ці витрати враховували при визначенні впливу добавок водневмісного газу на паливну економічність двигуна.

Випробування двигуна з карбюраторною системою живлення MeMZ-245 проведено в режимі холостого ходу за роботи з частотою обертання колінчастого вала 900 хв^{-1} . Показники двигуна з системою впорскування та зворотнім зв'язком 6Ч 9,5/6,98 в режимі холостого ходу досліджували за частоти $n=1400 \text{ хв}^{-1}$. Результати досліджень впливу добавки водневмісного газу на паливну економічність двигунів показані на рис. 4, 5 [12].

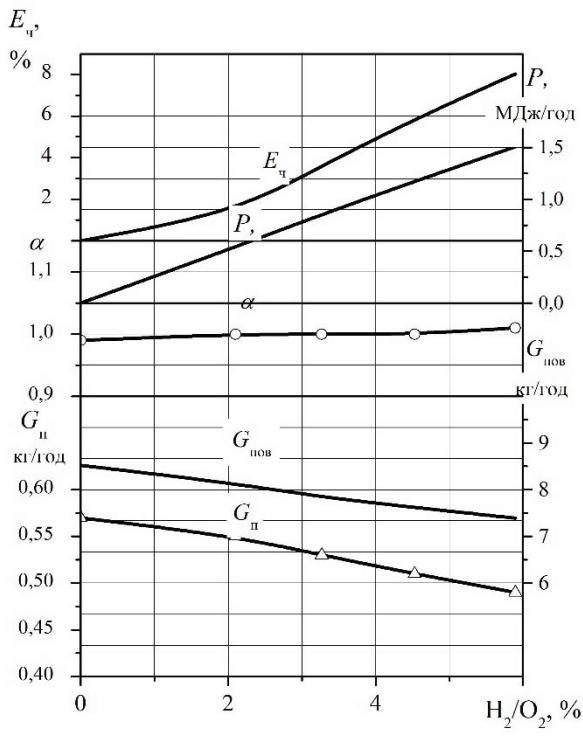


Рисунок 4 – Вплив добавки газу H_2/O_2 на паливну економічність бензинового двигуна MeMZ-245 з карбюраторною системою живлення в режимі холостого ходу ($n=900 \text{ хв}^{-1}$)
 Figure 4 – Effect of additive gas H_2 / O_2 fuel efficiency in gasoline engine MeMZ-245 with carburetor feed system is idling ($n = 900 \text{ rpm}$)

Як видно з рис. 4, 5, добавка водневмісного газу позитивно впливає на паливну економічність двигунів з іскровим запалюванням з різними системами живлення в режимах холостого ходу. При добавці 5,9 % газу до повітряного заряду двигуна MeMZ-245 годинна витрата бензину знизилася з 0,57 кг/год до 0,49 кг/год (рис. 4). В результаті добавки газу H_2/O_2 витрата палива знизилася на 14 %.

Так як газ H_2/O_2 отримано за допомогою електролізу, то для врахування затрат енергії були заміряні сила струму і напруга, які мали місце при кожній витраті газу, і приведені в тепловому еквіваленті. Враховуючи затрати електроенергії, економія палива при добавці 5,9 % газу склала 8 %.

За рахунок часткового заміщення газом H_2/O_2 , а також прикриття дросельної заслінки зменшилася витрата повітря і при максимальній добавці склала 7,39 кг/год порівняно з 8,52 кг/год за роботи без газу. Тому можна очікувати зменшення масових викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами.

Як видно з рис. 5, добавка водневмісного газу в режимі холостого ходу призводить до зниження годинної витрати палива двигуна з системою впорскування та зворотнім зв'язком 6Ч 9,5/6,98. За роботи без добавки H_2/O_2 витрата бензину становила 1,76 кг/год, а при добавці 7,5 % газу знизилася до 1,55 кг/год. Економія бензину становить 12 %. З урахуванням затрат електроенергії на отримання водневмісного газу найбільша економія становить 5,5 % при добавці 3,5 % водневмісного газу. Подальше збільшення добавки H_2/O_2 призводить до зниження економії так як затрати на виробництво газу зростають.

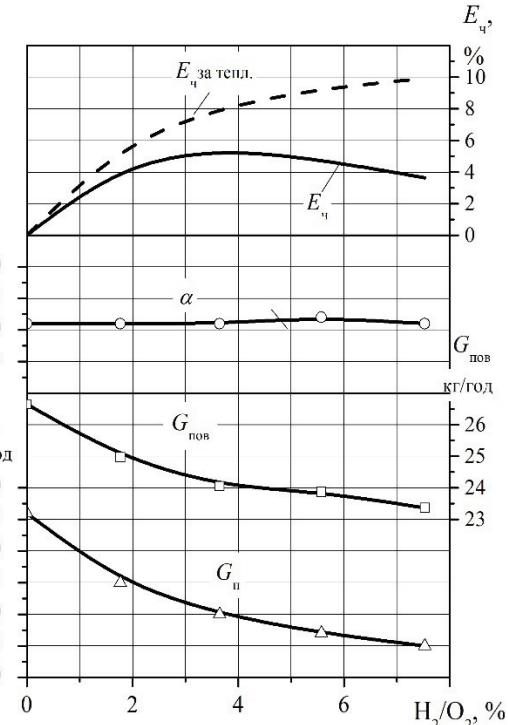


Рисунок 5 – Вплив добавки газу H_2/O_2 на паливну економічність бензинового двигуна з системою впорскування та зворотнім зв'язком 6Ч 9,5/6,98 в режимі холостого ходу ($n=1400 \text{ хв}^{-1}$)
 Figure 5 – Effect of additive gas H_2 / O_2 fuel efficiency in gasoline engines with injection system and feedback 6h 9.5 / 6.98 idling ($n = 1400 \text{ rpm}$)

В процесі експериментальних досліджень заміряли концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигунів. Для об'єктивної оцінки впливу добавки водневмісного газу на екологічні показники бензинових двигунів з використанням замірюваних концентрацій шкідливих речовин та значень годинних витрат палива і повітря розраховані масові викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами досліджуваних двигунів.

На рис. 6, 7 показані результати розрахунку масових викидів для бензинових двигунів МeMЗ-245 та 6Ч 9,5/6,98 (Opel C30 NE) за роботи в режимі холостого ходу.

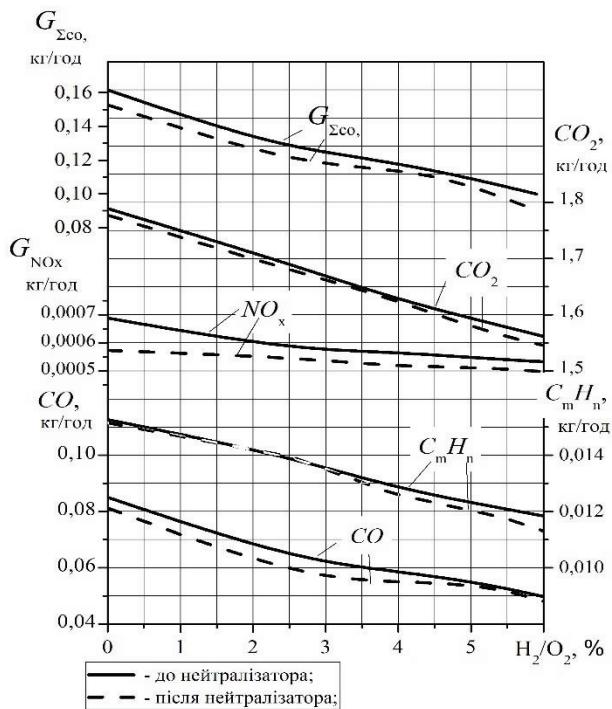


Рисунок 6 – Залежність величини масових викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами двигуна MeMZ-245 в режимі холостого ходу від величини добавки газу H₂ / O₂ (n=900 хв⁻¹)

Figure 6 – Dependence of the mass emission of harmful substances with the exhaust gases of the engine of the MeMZ-245 in idle mode from the value of the addition of gas H₂ / O₂ (n = 900 rpm)

Як видно з рис. 6, по мірі додавання водневмісного газу (від 0 до 5,9 % від витрати бензину) до повітряного заряду двигуна MeMZ-245 в режимі холостого ходу і підтриманні незмінної частоти обертання колінчастого вала зміною кількості паливоповітряної суміші масові викиди всіх шкідливих речовин з відпрацьованими газами і до і після нейтралізатора зменшуються. За роботи двигуна з різними за величиною добавками H₂ / O₂ викиди CO до нейтралізатора зменшуються в середньому на 37,7 %. Після нейтралізатора зменшення викидів CO становить в середньому 41,2 %. Викиди CO₂ до і після нейтралізатора зменшуються в середньому на 10 %. Викиди C_mH_n до нейтралізатора зменшуються на 17,2 %, а після на 19,7 %. Оскільки добавка водневмісного газу привела до збагачення паливоповітряної суміші то викиди NO_x зменшилися. До нейтралізатора середнє зменшення викидів NO_x становить 20,27 %, а після 11,06 %. Враховуючи токсичність кожного компонента і кількість молів продуктів згоряння розраховані сумарні масові викиди шкідливих речовин, приведені до CO. В результаті встановлено, що за роботи з різними за величиною добавками H₂ / O₂ сумарні масові викиди до нейтралізатора зменшуються в середньому на 28,5 %. Після нейтралізатора сумарні масові викиди зменшуються на 29,8 %.

Результати розрахунку масових викидів двигуна 6Ч 9,5/6,98 в режимі холостого ходу показані на рис. 7.

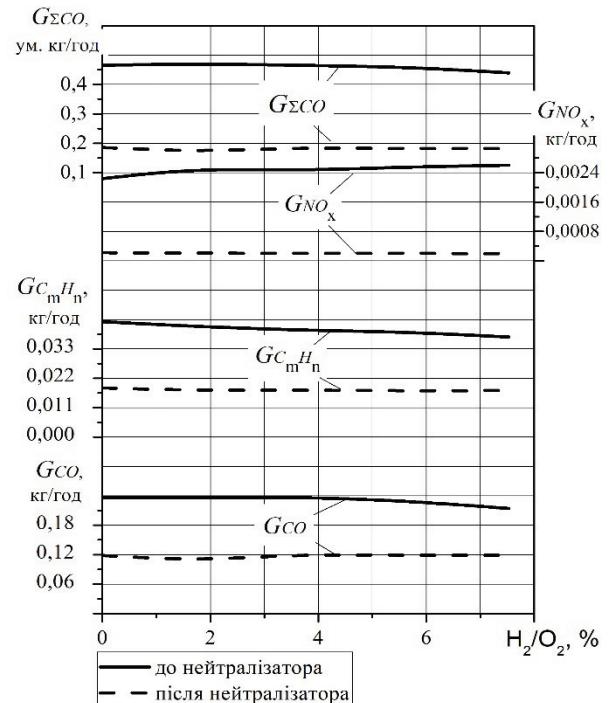


Рисунок 7 – Залежність величини масових викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами двигуна 6Ч 9,5/6,98 в режимі холостого ходу (n=1400 хв⁻¹) від величини добавки водневмісного газу

Figure 7 – Dependence of the mass emission of harmful substances with exhaust gases of the engine 6H 9.5 / 6.98 in idle mode (n = 1400 rpm) from the value of the additive of hydrogen-containing gas

З показаних залежностей видно, що добавка водневмісного газу приводить до зменшення масових викидів оксидів вуглецю і незгорілих вуглеводнів. Зокрема при роботі двигуна з добавкою водневмісного газу 7,5 % від витрати бензину викиди CO зменшуються на 9,4 %, а викиди C_mH_n на 13,3 %. Оскільки за роботи з добавкою водневмісного газу зростають концентрації NO_x то і їх масові викиди дещо зростають. Збільшення викидів NO_x становить 14 %. Сумарні масові викиди за роботи з добавкою 7,5 % H_2/O_2 зменшуються на 5,8 %. Так як у даному двигуні підтримується склад суміші близький до стехіометричного, то ефективність нейтралізатора досить висока і концентрації всіх компонентів після нього досить низькі. Сумарні масові викиди після нейтралізатора, приведені до CO, з добавкою 7,5 % водневмісного газу зменшуються на 1,33 %.

Висновки. Визначено вплив добавки водневмісного газу на склад паливоповітряної суміші бензинового двигуна. Розглянуто два підходи до врахування добавки водневмісного газу в паливоповітряній суміші: як добавку водню і кисню до бензину і як добавку водню до бензину і кисню до повітря. Встановлено, що добавка газу H_2/O_2 в обох випадках приводить до зменшення теоретично необхідної кількості повітря для згоряння 1 кг палива і збагачення суміші. Встановлено, що добавка водневмісного газу приводить до зменшення масових викидів CO і C_mH_n з відпрацьованими газами усіх досліджуваних двигунів в режимах холостого ходу. Сумарні масові викиди, приведені до CO, в двигуні МeМЗ-245 за роботи з добавкою водневмісного газу в режимі холостого ходу зменшуються в середньому на 28,5 %. Після нейтралізатора сумарні масові викиди зменшуються на 29,8 %. Добавка водневмісного газу до повітряного заряду двигуна БЧ 9,5/6,98 в режимі холостого ходу приводить до зменшення сумарних масових викидів в середньому на 5,8 % до нейтралізатора і на 1,33 % після нейтралізатора.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Особенности процесса сгорания в бензиновых двигателях при добавке водорода в топливо-воздушную смесь, автореферат дис. к.т.н. / Смоленский В. В., – Тольятти, – 2007. – с. 6 – 15.
2. Взаимосвязь тепловыделения и эффективности работы двигателя с электропроводностью и скоростью распространения пламени при добавке водорода в ТВС / Смоленская Н.М., к.т.н., Смоленский В.В., д.т.н., проф. Шайкин А.П. // Електронний ресурс, режим доступу: http://www.mami.ru/science/autotr/2009/scientific/article/s02/s02_32.PDF
3. Коломиец П.В. Влияние скорости распространения пламени на выделения оксидов азота при добавке водорода в бензиновые двигатели. / Коломиец П.В. // диссертация кандидата технических наук. – Тольятти, – 2007. – 137 с.
4. Дерячев А. Д. Эмпирическая модель оценки концентрации оксидов азота при добавке водорода в твс двигателей с искровым зажиганием / Дерячев А. Д. // диссертация кандидата технических наук. – Тольятти, – 2015. – с. 95 – 98.
5. Влияние локальных микродобавок водорода на процесс воспламенения в двс с искровым зажиганием / В. З. Гибадуллин // Известия ВолГГТУ № 8 (81), 2011 с. 64 – 66.
6. Design and applications of hydroxy (HHO) system / Ali Can Yilmaz // Thesis titled above was reviewed and approved for the award of degree of the Master of Science by the board of jury on – 2010. 59 – 63.
7. Effect of HHO on Four Stroke Petrol Engine Performance / Daniel M. Madyira, Wayne G. Harding // 1,2Department of Mechanical Engineering Science, Faculty of Engineering & the Built Environment, University of Johannesburg, Auckland Park 2006, Johannesburg.
8. Effects of Brown Gas Performance and Emission in a SI Engine / D.V.N. Lakshmi, T.R. Mishra &R. Das, S.S. Mohapatra // International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 4, Issue 12, December-2013, pp. 170 – 173.
9. Performance and emission characteristics of brown's gas enriched air in spark ignition engine / E. Leelakrishnan, N. Lokesh, H. Suriyan // International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology Vol. 2, Issue 2, February 2013, pp. 393 – 404.
10. Effect of HHO gas on combustion emissions in gasoline engines / Sa'ed A. Musmar, Ammar A. Al-Rousan // Fuel 90 (2011) 3066 – 3070.
11. Гутаревич Ю.Ф. Вплив добавки водневмісного газу на склад паливоповітряної суміші бензинового двигуна. / Ю.Ф. Гутаревич, Є.В. Шуба // Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 32, С. 100 – 107
12. Гутаревич Ю.Ф. Використання добавки водневмісного газу до повітряного заряду для покращення показників двигунів з карбюраторною системою живлення в режимах холостого ходу. / Ю. Ф. Гутаревич, Є.В. Шуба // Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 31, С. 161–165.

REFERENCES

1. Osobennosti processa sgoraniya v benzinovih dvigatelyah pri dobavke vodoroda v toplivo-vozdushnyu smes', avtoreferat dis. k.t.n. / Smolenskij V. V., – Tol'yatti, – 2007. – s. 6 – 15. [in Russian]
2. Vzaimosvyaz' teplovydeleniya i effektivnosti raboty dvigatelya s ehlektroprovodnost'yu i skorost'yu rasprostraneniya plameni pri dobavke vodoroda v TVS / Smolenskaya N.M., k.t.n., Smolenskij V.V., d.t.n., prof. SHajkin A.P. // Elektronniy resurs, rezhim dostupu: http://www.mami.ru/science/autotr2009/scientific/article/s02/s02_32.PDF [in Russian]
3. Kolomiec P.V. Vliyanie skorosti rasprostraneniya plameni na vydeleniya oksidov azota pri dobavke vodoroda v benzinovye dvigateli. / Kolomiec P.V. // dissertaciya kandidata tekhnicheskikh nauk. – Tol'yatti, – 2007. – 137 s. [in Russian]
4. Deryachev A. D. EHimpicheskaya model' ocenki koncentracii oksidov azota pri dobavke vodoroda v tvs dvigatelej s iskrovym zazhiganiem / Deryachev A. D. // dissertaciya kandidata tekhnicheskikh nauk. – Tol'yatti, – 2015. – s. 95 – 98. [in Russian]
5. Vliyanie lokal'nyh mikrodobavok vodoroda na process vosplameneniya v dvs s iskrovym zazhiganiem / V. Z. Gibadullin // Izvestiya VolgGTU № 8 (81), 2011 s. 64 – 66. [in Russian]
6. Design and applications of hydroxy (HHO) system / Ali Can Yilmaz // Thesis titled above was reviewed and approved for the award of degree of the Master of Science by the board of jury on – 2010. 59 – 63.
7. Effect of HHO on Four Stroke Petrol Engine Performance / Daniel M. Madyira, Wayne G. Harding // 1,2Department of Mechanical Engineering Science, Faculty of Engineering & the Built Environment, University of Johannesburg, Auckland Park 2006, Johannesburg.
8. Effects of Brown Gas Performance and Emission in a SI Engine / D.V.N. Lakshmi, T.R. Mishra & R. Das, S.S. Mohapatra // International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 4, Issue 12, December-2013, pp. 170 – 173.
9. Performance and emission characteristics of brown's gas enriched air in spark ignition engine / E. Leelakrishnan, N. Lokesh, H. Suriyan // International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology Vol. 2, Issue 2, February 2013, pp. 393 – 404.
10. Effect of HHO gas on combustion emissions in gasoline engines / Sa'ed A. Musmar, Ammar A. Al-Rousan // Fuel 90 (2011) 3066 – 3070.
11. Gutarevych Yu.F. Vplyv' dobavky' vodnevymisnogo gazu na sklad paly'vopovitryanoyi sumishi benzynovogo dvy'guna. / Yu.F. Gutarevych, Ye.V. Shuba // Visnyk Nacional'nogo transportnogo universytetu. – K. : NTU, 2015. – Vy'p. 32, S. 100 – 107. [in Ukrainian]
12. Gutarevych Yu.F. Vy'kory'stannya dobavky' vodnevymisnogo gazu do povitryanogo zaryadu dlya pokrashhennya pokaznykhiv dvy'guniv z karbyuratornoyu sy'stemoyu zhy'vnenny v rezhy'max xolostogo xodu. / Yu. F. Gutarevych, Ye.V. Shuba // Visnyk Nacional'nogo transportnogo universytetu. – K. : NTU, 2015. – Vy'p. 31, S. 161–165. [in Ukrainian]

РЕФЕРАТ

Гутаревич Ю.Ф. Вплив добавки водневмісного газу на екологічні показники двигунів з іскровим запалюванням в режимах холостого ходу. / Ю.Ф. Гутаревич, Є.В. Шуба, О.В. Сирота, Д.М. Тріфонов // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2019. – Вип. 1 (43).

У статті розглянуто результати досліджень впливу добавки водневмісного газу до повітряного заряду на склад паливоповітряної суміші та екологічні показники двигунів з іскровим запалюванням з різними системами живлення за роботи в режимах холостого ходу.

Об'єкти експериментальних досліджень – бензиновий двигун МeMЗ-245 з карбюраторною системою живлення; двигун 6Ч 9,5/6,98 (Opel C30 NE) з системою впорскування та зворотнім зв'язком.

Мета роботи – визначення впливу добавки водневмісного газу до повітряного заряду на екологічні показники двигунів з іскровим запалюванням з різними системами живлення в режимах холостого ходу.

Методи дослідження – експериментальний і розрахунковий.

В результаті досліджень встановлено, що добавка водневмісного газу приводить до зменшення теоретично необхідної кількості повітря для згоряння 1 кг палива і збагачення суміші. Встановлено, що добавка водневмісного газу позитивно впливає на екологічні показники двигунів з іскровим запалюванням з різними системами живлення в режимах холостого ходу. За роботи двигуна з добавкою водневмісного газу зменшуються масові викиди CO і C_mH_n з відпрацьованими газами усіх досліджуваних двигунів в режимах холостого ходу. Сумарні масові викиди, приведені до CO, в двигуні МeMЗ-245 за роботи з добавкою водневмісного газу в режимі холостого ходу зменшуються в

середньому на 28,5 %. Після нейтралізатора сумарні масові викиди зменшуються на 29,8 %. Добавка водневмісного газу до повітряного заряду двигуна 6Ч 9,5/6,98 в режимі холостого ходу приводить до зменшення сумарних масових викидів в середньому на 5,8 % до нейтралізатора і на 1,33 % після нейтралізатора.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БЕНЗИНОВИЙ ДВИГУН, ВОДНЕВМІСНИЙ ГАЗ, ПАЛИВНА ЕКОНОМІЧНІСТЬ, ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ВИКИДИ, ЕЛЕКТРОЛІЗ.

ABSTRACT

Gutarevych Yu.F., Shuba E.V., Sirota A.V., Trifonov D.N. Effect of the addition of hydrogen-containing gas on the environmental performance of engines with spark ignition at idle. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University. 2019. – Issue 1 (43).

The article describes the results of studies of the influence of the addition of hydrogen-containing gas to the air charge on the composition of the air-fuel mixture and the environmental performance of spark-ignited engines with different power systems when operating in idle mode.

The objects of experimental research are the MeMZ-245 gasoline engine with a carburetor power system; 6Ч 9,5 / 6,98 engine (Opel C30 NE) with injection system and feedback.

The purpose of the work is to determine the effect of the addition of hydrogen-containing gas to the air charge on the environmental performance of spark-ignited engines with various power systems at idle.

Research methods – experimental and calculated.

As a result of research, it has been established that the addition of hydrogen-containing gas leads to a decrease in the theoretically necessary amount of air for burning 1 kg of fuel and enriching the mixture. It has been established that the addition of hydrogen-containing gas has a positive effect on the environmental performance of spark-ignited engines with various power systems in idle mode. When the engine is in operation with the addition of hydrogen-containing gas, mass emissions of CO and C_mH_n with exhaust gases of all engines under study are reduced at idle. Total mass emissions, given to CO, in the MeMZ-245 engine for work on the addition of hydrogen-containing gas in idling mode are reduced by an average of 28.5%. After the neutralizer, the total mass emissions are reduced by 29.8%. The addition of hydrogen-containing gas to the air charge of the engine 6 × 9.5 / 6.98 at idle mode leads to a decrease in the total mass emissions by an average of 5.8% to the neutralizer and 1.33% after the neutralizer.

KEY WORDS: PETROL ENGINE, HYDROGEN CONTAINING GAS, FUEL ECONOMY, ENVIRONMENTAL INDICATORS, EMISSIONS, ELECTROLYSIS.

РЕФЕРАТ

Гутаревич Ю.Ф. Влияние добавки водородсодержащего газа на экологические показатели двигателей с искровым зажиганием в режимах холостого хода. / Ю.Ф. Гутаревич, Е.В. Шуба, А.В. Сирота, Д.Н. Трифонов // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2019. – Вып. 1 (43).

В статье рассмотрены результаты исследований влияния добавки водородсодержащего газа к воздушному заряду на состав топливовоздушной смеси и экологические показатели двигателей с искровым зажиганием с различными системами питания при работе в режимах холостого хода.

Объекты экспериментальных исследований – бензиновый двигатель МeMЗ-245 с карбюраторной системой питания; двигатель 6Ч 9,5 / 6,98 (Opel C30 NE) с системой впрыска и обратной связью.

Цель работы – определение влияния добавки водородсодержащего газа к воздушному заряду на экологические показатели двигателей с искровым зажиганием с различными системами питания в режимах холостого хода.

Методы исследования – экспериментальный и расчетный.

В результате исследований установлено, что добавка водородсодержащего газа приводит к уменьшению теоретически необходимого количества воздуха для сгорания 1 кг топлива и обогащения смеси. Установлено, что добавка водородсодержащего газа положительно влияет на экологические показатели двигателей с искровым зажиганием с различными системами питания в режимах холостого хода. При работе двигателя с добавкой водородсодержащего газа уменьшаются массовые выбросы CO и C_mH_n с отработанными газами всех исследуемых двигателей в режимах холостого хода. Суммарные массовые выбросы, приведены к CO, в двигателе МeMЗ-245 за работы по добавкой водородсодержащих газа в режиме холостого хода уменьшаются в среднем на 28,5%. После нейтрализатора суммарные массовые выбросы уменьшаются на 29,8%. Добавка водородсодержащего

газа к воздушному заряду двигателя 6Ч 9,5 / 6,98 в режиме холостого хода приводит к уменьшению суммарных массовых выбросов в среднем на 5,8% до нейтрализатора и на 1,33% после нейтрализатора.

КЛЮЧЕВІ СЛОВА: БЕНЗИНОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, ВОДОРОДСОДЕРЖАЩИЙ ГАЗ, ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ, ЭКОЛОГІЧЕСКІ ПОКАЗАТЕЛИ, ВЫБРОСЫ, ЭЛЕКТРОЛИЗ.

АВТОРИ:

Гутаревич Юрій Феодосійович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедрою “Двигуни і теплотехніка”, e-mail: katedradvz.ntu@gmail.com, тел. +380442804716, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 302.

Шуба Євгеній Васильович., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, асистент кафедри «Двигуни і теплотехніка», e-mail: shuba90@i.ua, тел. +380688147423, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 303а.

Сирота Олександр Вадимович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Двигуни і теплотехніка», e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. 280 47 16, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к.303а.

Тріфонов Дмитро Миколайович, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри «Двигуни і теплотехніка», e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. 280 47 16, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к.303а.

AUTHORS:

Gutarevich Yurii, Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, head of the department "Engines and Heating", e-mail: katedradvz.ntu@gmail.com, tel. +380442804716, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str.1,of 302.

Shuba Yevgeniy, Ph.D., Engineering, National Transport University, assistant of department of "Engines and Heating", e-mail: shuba90@i.ua, tel. +380688147423, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 303a.

Syrota Alexander, Ph.D., Engineering, associate Professor, National Transport University, associate Professor of the Department "Engines engineering", e-mail: kafedradvzntu@gmail.com tel. 280 47 16, Ukraine, 01010, Kyiv, vul. Suvorov 1, room 303a.

Trifonov Dmitrij, National Transport University, Ph.D., Engineering, senior lecturer of the Department "Engines engineering", e-mail: kafedradvzntu@gmail.com tel. 280 47 16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorov St. 1, room 303a.

АВТОРЫ:

Гутаревич Юрий Феодосиевич, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой «Двигатели и теплотехника», e-mail: katedradvz.ntu@gmail.com, тел. +380442804716, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 302.

Шуба Евгений Васильевич, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры «Двигатели и теплотехника», e-mail: shuba90@i.ua, тел. +380688147423, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 303а.

Сирота Александр Вадимович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Двигатели и теплотехника», e-mail: kafedradvzntu@gmail.com тел. 280 47 16, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к.303а.

Трифонов Дмитрий Николаевич, Национальный транспортный университет, старший преподаватель кафедры «Двигатели и теплотехника», e-mail: kafedradvzntu@gmail.com тел. 280 47 16, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к.303а.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

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

Назаренко І.І., доктор технічних наук, професор, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна.

REVIEWER:

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

Nazarenko I.I., PhD, Engineering (Dr.) professor, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine.