

ПОЛІПШЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА В РЕЖИМІ ХОЛОСТОГО ХОДУ

Розглянуто результати експериментальних досліджень впливу добавки водневмісного газу на паливну економічність бензинового двигуна за роботи в різних швидкісних режимах активного холостого ходу. Як об'єкт досліджень використано бензиновий двигун з карбюраторною системою живлення МеМЗ-245. У результаті досліджень встановлено, що добавка водневмісного газу приводить до зменшення годинної витрати бензину під час роботи двигуна в різних швидкісних режимах активного холостого ходу. Доведено, що за рахунок меншого відкриття дросельної заслінки і часткового заміщення водневмісним газом знижується витрата повітря в усьому діапазоні частот обертання, що призведе до зменшення масових викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами.

Ключові слова: активний холостий хід, бензиновий двигун, водневмісний газ, інтенсифікація, паливна економічність.

УЛУЧШЕНИЕ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ В РЕЖИМЕ ХОЛОСТОГО ХОДА

Рассмотрены результаты экспериментальных исследований влияния добавки водородсодержащего газа на топливную экономичность бензинового двигателя при работе в различных скоростных режимах активного холостого хода. В качестве объекта исследований использован бензиновый двигатель с карбюраторной системой питания МеМЗ-245. В результате исследований установлено, что добавка водородсодержащего газа приводит к уменьшению часового расхода бензина при работе двигателя в различных скоростных режимах активного холостого хода. Доказано, что за счет меньшего открытия дросельной заслонки и частичного замещения водородсодержащим газом снижается расход воздуха во всем диапазоне частот вращения, что приведет к уменьшению массовых выбросов вредных веществ с отработавшими газами.

Ключевые слова: активный холостой ход, бензиновый двигатель, водородсодержащий газ, интенсификация, топливная экономичность.

IMPROVING FUEL EFFICIENCY GASOLINE ENGINE IN IDLING

In the engine with spark ignition at low loads and modes idling significantly worsen their fuel efficiency and environmental performance. The increase in specific fuel consumption by the engine is idling, small loads and transients mainly determined by mixing deterioration, increasing the relative heat losses in the coolant and oil temperature is reduced in these modes. Also, when the engine load modes small fortune increased relative cost net power to overcome mechanical resistance, and the work is idling all the power of the engine is consumed to overcome friction, gas exchange and to drive auxiliary machinery. All these factors lead to the fact that the specific fuel consumption of the engine at low loads and modes of idling 1,5 – 5 times higher than the rated power at work that affect the value of environmental performance.

One of the measures to improve workflow and reduce fuel consumption engines with spark ignition modes of small loadings and idling is the use of additives that intensify the combustion process. Most their physical and chemical properties suitable for these purposes hydrogen as its rate of combustion significantly exceeds the rate of combustion of gasoline. But the use of pure hydrogen is complicated by the fact that its storage on board the vehicle represents a significant hazard. In this regard, are useful as additives substances containing hydrogen in its composition and that you can get on board the vehicle. These substances belong hydrogen containing gas H_2/O_2 , which is produced by electrolysis of aqueous solutions of alkali. This gas consists of molecules and atoms of hydrogen and oxygen.

The article describes the results of experimental studies of the impact additives hydrogen containing gas to fuel efficiency gasoline engine in various modes active speed idling.

In laboratory testing engines department «Engines and Heating Engineering» National Transport University studied the impact of additives hydrogen containing gas to fuel efficiency gasoline engine with carburetor feed system MeMZ-245 in the active idle. Tests conducted on the engine rotation frequency in the range from 900 to 3,000 rpm. Size additives was constant for all speeds and amounted to 165 l / min.

Additive the hydrogen containing gas has positive effect on fuel efficiency gasoline engine idling. By working with constant addition of 1.5 l / min H_2/O_2 hour reduced consumption of gasoline at different speed idling. The biggest savings for the 11.86% observed with a frequency of 900 rpm and the addition of 8.3% hydrogen containing gas. To achieve a certain speed mode for work with the addition of H_2/O_2 must throttle opening angle to less than without gas. As a result of reduced hour air flow, resulting in a massive reduction of harmful emissions.

Keywords: *active idle, gasoline engine, hydrogen containing gas, intensification, fuel efficiency.*

Вступ. Автомобілі з двигунами внутрішнього згоряння є одними з основних споживачів різних видів палива нафтового походження та забруднювачів навколишнього середовища. Робота автомобільних двигунів супроводжується постійною зміною навантажувальних і швидкісних режимів. Значне місце в процесі їх експлуатації займають режими малих навантажень та холостого ходу, особливо під час руху автомобілів у великих містах. При роботі двигунів з іскровим запалюванням у режимах малих навантажень і холостого ходу значно погіршуються їх паливна економічність та екологічні показники. Збільшення витрати палива під час роботи двигуна в режимах холостого ходу, малих навантажень і перехідних процесів в основному визначається погіршенням сумішоутворення, збільшенням відносних втрат теплоти в охолодну рідину й оливу, температура яких у цих режимах знижується. Також при роботі двигуна в режимах малих навантажень збільшується відносна частка затрат корисної потужності на подолання механічних опорів, а за роботи в режимі холостого ходу вся потужність, що розвивається двигуном, витрачається на подолання тертя, газообмін і на привід допоміжних механізмів. Усі зазначені фактори призводять до того, що питома витрата палива за роботи двигуна в режимах малих навантажень у 1,5 – 5 разів вища, ніж за роботи на номінальній потужності, що впливає на значення екологічних показників [1].

Одним із заходів, який дозволяє поліпшити робочий процес і знизити витрату палива двигунів з іскровим запалюванням у режимах малих навантажень і холостого ходу, є використання добавок, що інтенсифікують процес згоряння. Такий метод є дуже перспективним в умовах експлуатації, тому що його застосування не потребує зміни конструкції двигуна. Найбільше за своїми фізико-хімічними властивостями для цих цілей підходить водень, оскільки швидкість його згоряння значно перевищує швидкість згоряння бензину. Але використання чистого водню ускладнене тим, що його зберігання на борту автомобіля становить значну небезпеку, а отримувати його на борту в достатній кількості досить складно й енергозатратно. У зв'язку із цим доцільно застосовувати як добавку речовини, що містять у своєму складі водень і які можна одержувати на борту автомобіля. До таких речовин належить водневмісний газ H_2/O_2 , котрий отримують електролізом водних розчинів лугів. Цей газ складається з молекул та атомів водню й кисню.

Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій. Результати досліджень з використання водневмісного газу, одержаного електролізом водних розчинів лугів для поліпшення показників роботи двигунів внутрішнього згоряння, опубліковано в ряді зарубіжних видань. Вплив добавки водневмісного газу на показники бензинових двигунів вивчено в роботах [2 – 5]. Установлено, що добавка водневмісного газу призводить до підвищення потужності двигуна, зменшення годинної та питомої витрат палива, зниження концентрацій незгорілих вуглеводнів і оксиду вуглецю у відпрацьованих газах. Найкращий позитивний ефект спостерігали в режимах малих навантажень.

У роботах [6, 7] проведені дослідження впливу добавки водневмісного газу на паливну економічність та екологічні показники бензинового двигуна в режимі холостого ходу за роботи з частотою обертання 900 хв^{-1} . Дослідження проводили при зміні добавки H_2/O_2 від 0 до 1 л/хв. Незмінну частоту обертання в роботі [6] підтримували збідненням паливоповітряної суміші, а в роботі [7] прикриттям дросельної заслінки. У результаті встановлено, що в обох випадках добавка водневмісного газу призводить до зменшення годинної витрати палива і зниження концентрацій продуктів неповного згоряння у відпрацьованих газах двигуна. Дещо зростають концентрації оксидів азоту за рахунок підвищення температури в камері згоряння двигуна.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Залишається невирішеним питання щодо впливу добавки водневмісного газу на паливну економічність бензинового двигуна в різних швидкісних режимах активного холостого ходу.

Постановка завдання. Метою роботи є поліпшення паливної економічності бензинового двигуна в режимі холостого ходу добавкою водневмісного газу до повітряного заряду.

Основний матеріал і результати. У лабораторії випробування двигунів кафедри двигунів і теплотехніки Національного транспортного університету проводять дослідження впливу добавки водневмісного газу на паливну економічність та екологічні показники різних типів двигунів.

Проведено дослідження впливу добавки водневмісного газу на паливну економічність бензинового двигуна з карбюраторною системою живлення MeM3-245 (рис. 1) у режимі активного холостого ходу.



Рисунок 1 – Об'єкт експериментальних досліджень – двигун MeM3-245

Двигун обладнаний необхідною вимірювальною апаратурою та встановлений на гальмівному стенді.

Витрату палива заміряли ваговим методом за допомогою електронних ваг МЕРА ВМ 2/3 і електронного секундоміра. Витрату повітря заміряли за допомогою газового лічильника РГ-40. Частоту обертання колінчастого вала двигуна вимірювали електронним частотоміром Ф-5035. Частотомір отримував сигнал від індукційного датчика, розташованого на корпусі зчеплення поряд із зубцями вінця маховика. У процесі випробувань заміряли кут відкриття дросельної заслінки за допомогою стрілки, встановленої на її осі, та градуйованої шкали.

Розрідження у впускному трубопроводі ΔP_k вимірювали зразковим вакуумметром ОБВ1-160. Температури відпрацьованих газів вимірювали за допомогою термопари ТХА-410, розташованої у впускному трубопроводі, та потенціометра ЕПП-09.

Водневмісний газ отримували за допомогою електролізної установки «Лига-02» з максимальною продуктивністю 5 л/хв. Витрату газу заміряли за допомогою поплавкового ротаметра Р-10/5, призначеного для вимірювання об'ємної витрати газів від 0 до 10 л/хв. Перед подачею в двигун газ H_2/O_2 проходив через водяний затвор і зворотний клапан для запобігання потраплянню полум'я в електролізер у разі виникнення зворотних спалахів.

Водневмісний газ подавали у впускний трубопровід двигуна перед карбюратором. У процесі випробувань були заміряні сила струму і напруга, необхідні для отримання певної кількості газу.

Це дасть можливість урахувати витрати електроенергії (P , МДж/год) при підрахунку економії палива за формулою

$$P = I \cdot U \cdot 3600 \cdot 10^{-6}, \quad (1)$$

де I – сила струму, заміряна при проведенні електролізу, А;

U – напруга, заміряна при проведенні електролізу, В.

Розрахунок економії палива з урахуванням витрат електроенергії на отримання водневмісного газу виконували за формулою

$$E_{\text{кон.чист.}} = \frac{G_{n1} - (G_{n2} + P)}{G_{n1}}, \quad (2)$$

де G_{n1} – годинна витрата бензину в теплових одиницях за роботи без добавки водневмісного газу, МДж/год;

G_{n2} – годинна витрата бензину в теплових одиницях за роботи з добавкою водневмісного газу, МДж/год;

P – витрата електроенергії, необхідної для отримання певної кількості водневмісного газу, МДж/год.

Випробування виконували за роботи двигуна в інтервалі частот обертання від 900 до 3000 $хв^{-1}$. Величина добавки була сталою для всіх швидкісних режимів і становила 1,5 л/хв. Відсоткове значення величини добавки від витрати бензину розраховували для кожного швидкісного режиму за формулою

$$g_{H_2/O_2} = \frac{G_{H_2/O_2}}{G_n} \cdot 100, \quad (3)$$

де G_{H_2/O_2} – масова витрата водневмісного газу, кг/год;

G_n – годинна витрата бензину, кг/год.

Результати досліджень впливу добавки водневмісного газу на паливну економічність бензинового двигуна показані на рис. 2.

Як видно з рисунка 2, відсоткове значення H_2/O_2 від витрати бензину знижується в міру зростання частоти обертання колінчастого вала. Це пояснюється тим, що при зростанні частоти обертання збільшується годинна витрата палива.

Найбільша добавка H_2/O_2 становить 8,3% при роботі двигуна із частотою 900 $хв^{-1}$, а найменша – 2,4% при 3000 $хв^{-1}$.

За роботи з добавкою H_2/O_2 для досягнення певної частоти обертання необхідно відкривати дросельну заслінку на менший кут, ніж за роботи без добавки. За рахунок меншого відкриття дросельної заслінки і часткового заміщення водневмісним газом знижується витрата повітря в усьому діапазоні частот обертання, що призведе до зменшення масових викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами.

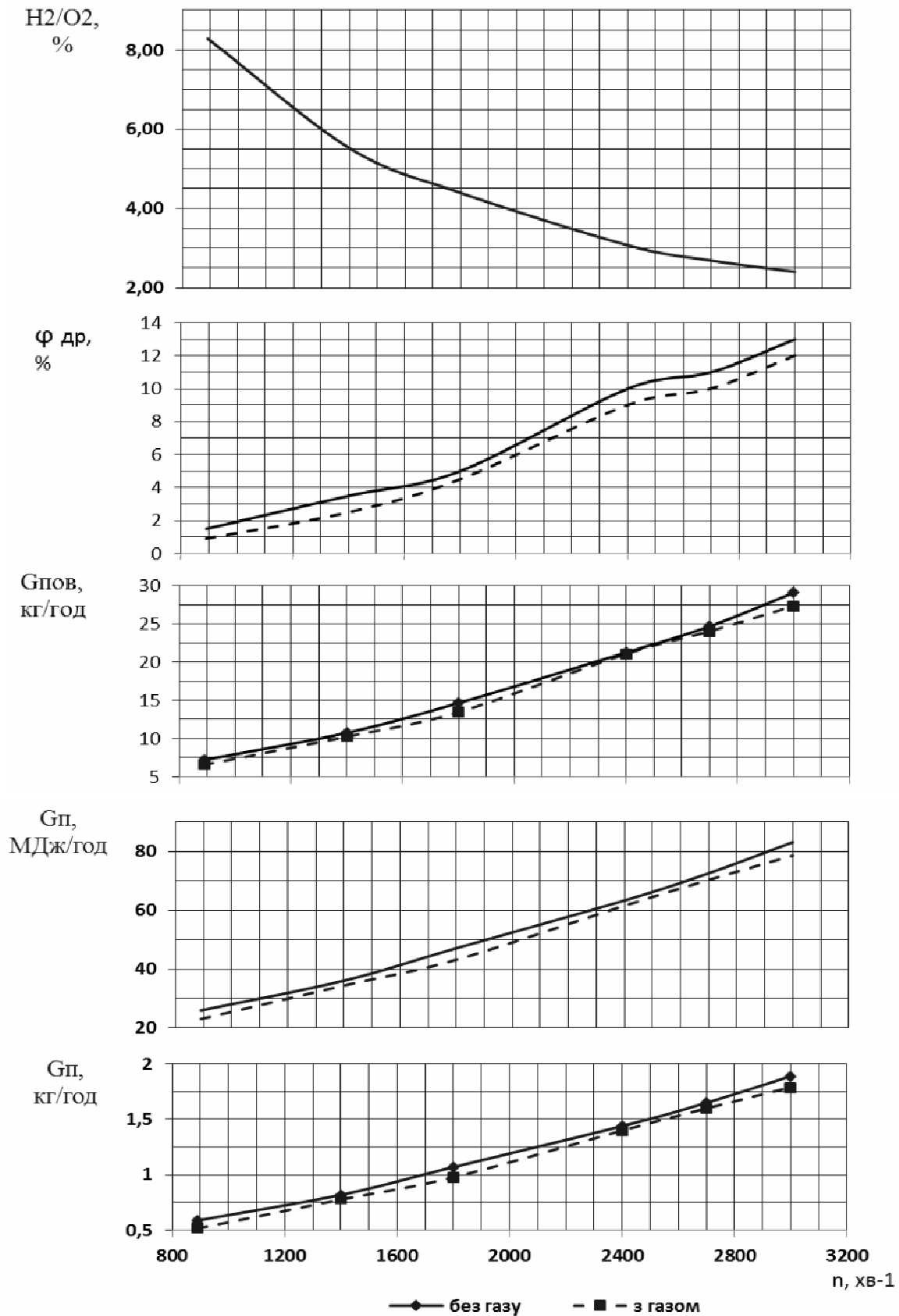


Рисунок 2 – Швидкісна характеристика активного холостого ходу двигуна MeM3-245 за роботи без добавки та з добавкою H_2/O_2

Добавка водневмісного газу приводить до зниження годинної витрати бензину в усіх швидкісних режимах холостого ходу. Найбільша економія становить 11,86% за роботи із частотою 900 хв⁻¹ і добавкою 8,3% газу. Оскільки на отримання водневмісного газу була затрачена електрична енергія, то для об'єктивного оцінювання впливу газу Н₂/О₂ на паливну економічність двигуна необхідно взяти до уваги ці затрати. З урахуванням затрат найбільша економія складає 4% за роботи із частотою 1800 хв⁻¹ і добавкою 4,4% водневмісного газу, що підтверджує отримані раніше результати щодо вибору оптимальної величини добавки.

Висновки. Добавка водневмісного газу позитивно впливає на паливну економічність бензинового двигуна в режимах холостого ходу. За роботи зі сталою добавкою 1,5 л/хв Н₂/О₂ знижується годинна витрата бензину при різних швидкісних режимах холостого ходу. Найбільша економія 11,86% спостерігається за роботи із частотою 900 хв⁻¹ і добавкою 8,3% водневмісного газу. Для досягнення певного швидкісного режиму під час роботи з добавкою Н₂/О₂ необхідне відкриття дросельної заслінки на менший кут, ніж за роботи без газу. У результаті знижується годинна витрата повітря, що призведе до зменшення масових викидів шкідливих речовин.

Література

1. Грабовский А. А. Способ повышения экономических и экологических показателей поршневых двигателей / А. А. Грабовский, И. И. Артемов // *Двигатели внутреннего сгорания*. – 2012. – №1. – С. 88 – 93.
2. Madyira D. Effect of HHO on Four Stroke Petrol Engine Performance / D. Madyira, W. Harding // 1,2Department of Mechanical Engineering Science, Faculty of Engineering & the Built Environment, University of Johannesburg, Auckland Park 2006, Johannesburg.
3. Effects of Brown Gas Performance and Emission in a SI Engine / D. Lakshmi, T. Mishra & R. Das, S. Mohapatra // *International Journal of Scientific & Engineering Research*. – 2013. – Volume 4, Issue 12. – P. 170 – 173.
4. Leelakrishnan E. 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*. – 2013. – Vol. 2, Issue 2. – P. 393 – 404.
5. Musmar S. Effect of HHO gas on combustion emissions in gasoline engines / S. Musmar, A. Al-Rousan // *Fuel*. – 2011. – Vol. 90. – P. 3066 – 3070.
6. Вплив додавання суміші водню з киснем на паливну економічність і токсичність бензинового двигуна в режимі холостого ходу / Ю. Ф. Гутаревич, А. О. Корнач, Є. В. Шуба, О. Д. Філоненко, І. В. Самойленко // *Вісник Національного транспортного університету*. – К. : НТУ, 2014. – Вип. 30. – С. 78 – 85.
7. 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.

© Шуба Є.В.

Надійшла до редакції 9.12.2015