

УДК 621.43
UDC 621.43

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВКИ ВОДНЕВМІСНОГО ГАЗУ НА ПАЛИВНУ
ЕКОНОМІЧНІСТЬ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ДВИГУНА З СИСТЕМОЮ ВПОРСКУВАННЯ
БЕНЗИНУ ТА ЗВОРОТНІМ ЗВ'ЯЗКОМ

Гутаревич Ю.Ф., доктор технічних наук, Національний авіаційний університет, Київ, Україна
Карев С.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Шуба Є.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

STUDY OF SUPPLEMENTS HYDROGEN-CONTAINING GAS TO THE FUEL EFFICIENCY
AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF THE ENGINE WITH THE FUEL INJECTION SYSTEM
AND FEEDBACK

Gutarevych Y.F., Ph.D., Engineering (Dr.), National Transport University, Kyiv, Ukraine
Karev S.V., Ph.D., Engineering, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Shuba Y.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВКИ ВОДОРОДСОДЕРЖАЩЕГО ГАЗА НА
ТОПЛИВНУЮ ЭКОНОМИЧНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДВИГАТЕЛЯ С
СИСТЕМОЙ ВПРЫСКА БЕНЗИНА И ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Гутаревич Ю.Ф., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина
Карев С.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина
Шуба Е. В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. В процесі експлуатації автомобільних двигунів значне місце займають режими малих навантажень і холостого ходу. В цих режимах погіршуються їх паливна економічність та екологічні показники. Основними причинами цього є погіршення процесу згоряння, зростання відносної кількості залишкових газів, зростання насосних втрат через дроселювання. Одним із шляхів поліпшення показників роботи бензинових двигунів є інтенсифікація процесу згоряння використанням добавок активуючих речовин. Дуже перспективним є використання добавки водневмісного газу отриманого електролізом водного розчину лугу. Цей газ складається з молекул і атомів водню і кисню (H_2/O_2).

Мета досліджень: встановлення впливу різних за величиною добавок водневмісного газу на паливну економічність та екологічні показники бензинового двигуна з системою впорскування палива та зворотнім зв'язком в режимі малих навантажень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Впливу добавки водневмісного газу H_2/O_2 на паливну економічність та екологічні показники різних типів двигунів досліджували в ряді робіт. В роботі [1] наведено результати досліджень дизеля за роботи з добавкою водневмісного газу H_2/O_2 . В результаті встановлено, що добавка водневмісного газу приводить до покращення паливної економічності і підвищення потужності двигуна. Результати досліджень впливу газу H_2/O_2 на показники бензинових двигунів наведено в роботах [2 - 5]. Наведені результати свідчать про позитивний вплив добавки водневмісного газу на показники роботи двигунів. Зокрема, знижується питома витрата палива, підвищується крутний момент двигуна, зменшуються концентрації продуктів неповного згоряння у відпрацьованих газах.

Виклад основного матеріалу

На кафедрі двигунів і теплотехніки Національного транспортного університету проведено дослідження впливу різних за величиною добавок водневмісного газу на паливну економічність та екологічні показники бензинового двигуна з системою впорскування та зворотнім зв'язком.

Об'єктом експериментальних досліджень є двигун 6Ч 9,5/6,98 з системою електронного, розподіленого впорскування бензину фірми Bosch моделі “Motronik ML4.1” та зворотнім зв'язком. У випускній системі двигуна встановлений трикомпонентний каталітичний нейтралізатор фірми

ArvinTefh. Двигун встановлено на гальмівний стенд СГЕУ-100 з електрогальмівною машиною АКБ-92-4 потужністю 100 кВт і максимальною частотою обертання 3000 хв^{-1} . Експериментальна установка обладнана 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. Для визначення екологічних показників двигуна використана газоаналізуюча апаратура. Концентрації оксидів вуглецю і незгорілих вуглеводнів виміряні методом інфрачервоної спектроскопії, оксидів азоту методом хемілюмінесценції. Вимірювання проводилися до і після нейтралізатора, що дозволяє оцінити ефективність його роботи при роботі двигуна з добавкою водневмісного газу. Водневмісний газ отримували за допомогою електролізної установки АТW-1000 (рис. 1), яка працює від зовнішнього джерела живлення.



Рисунок 1 - Електролізер АТW-1000

Технічна характеристика установки наведена в табл. 1.

Таблиця 1 - Характеристика електролізера АТW-1000

Модель	АТW-1000
Виробник	АТW Energy
Живлення	220В, 50 Гц
Максимальна потужність, що використовується, кВт	4,4
Максимальне діюче значення струму, А	20
Робочий тиск газу, атм.	0,4
Максимальний тиск газу, атм.	до 0,8
Максимальна температура полум'я, °С	2600 - 3000
Продуктивність газової суміші, л/хв	от 0 до 16,6
Середня витрати дистильованої води, см ³ /год	225
Час безперервної роботи, годин	8
Максимальна товщина сталі, що зварюється, мм	от 0,1 до 5
Габарити, мм (Д x Ш x В)	695x265x340
Маса, кг (заправлений)	25

Випробування проведені в режимі середньої точки Європейського їздового циклу ($M_k=28,88$ Н м, $n=2000$ хв⁻¹). Показники роботи двигуна досліджували в діапазоні добавок водневмісного газу від 0 до 10 л/хв (від 0 до 8 % від витрати бензину). Результати досліджень впливу добавки водневмісного газу на паливну економічність та енергетичні показники двигуна з системою впорскування та зворотнім зв'язком показані на рис. 2.

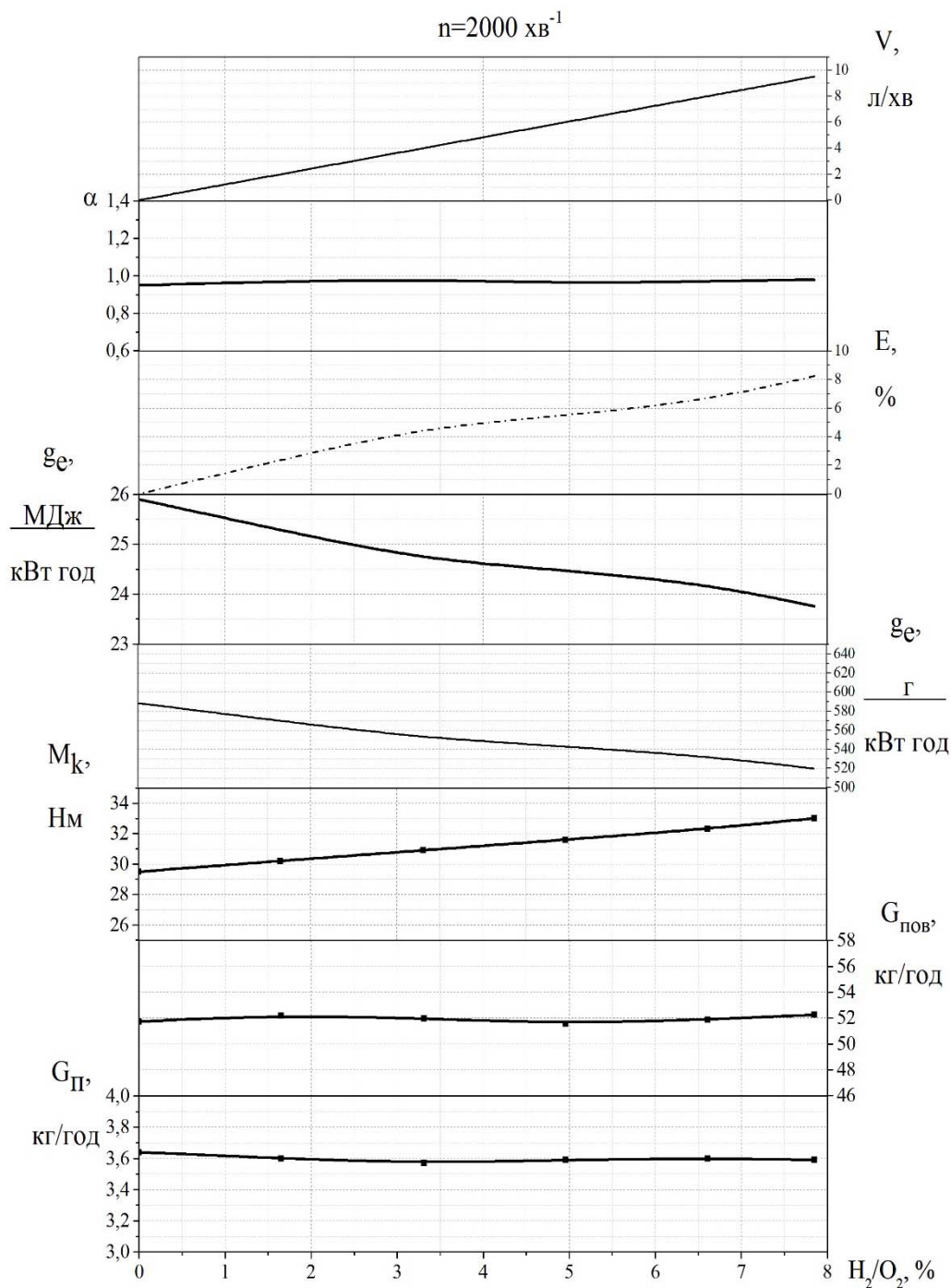


Рисунок 2 – Вплив добавки водневмісного газу на паливну економічність та енергетичні показники двигуна 6Ч 9,5/6,98

Як видно з рисунку 2, у всьому діапазоні добавок водневмісного газу зростає крутний момент двигуна і дещо зменшується годинна витрата бензину. За роботи двигуна з добавкою 7,9 % H_2/O_2 зменшується ефективна питома витрата палива g_e на 11,7 %. З врахуванням витрат електроенергії на проведення електролізу для отримання газу економія палива становить 8,25 %.

Для визначення впливу різних за величиною добавок водневмісного газу на екологічні показники бензинового двигуна з системою впорскування та зворотнім зв'язком заміряні концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна. Концентрації заміряли як до нейтралізатора так і після нього (рис. 3).

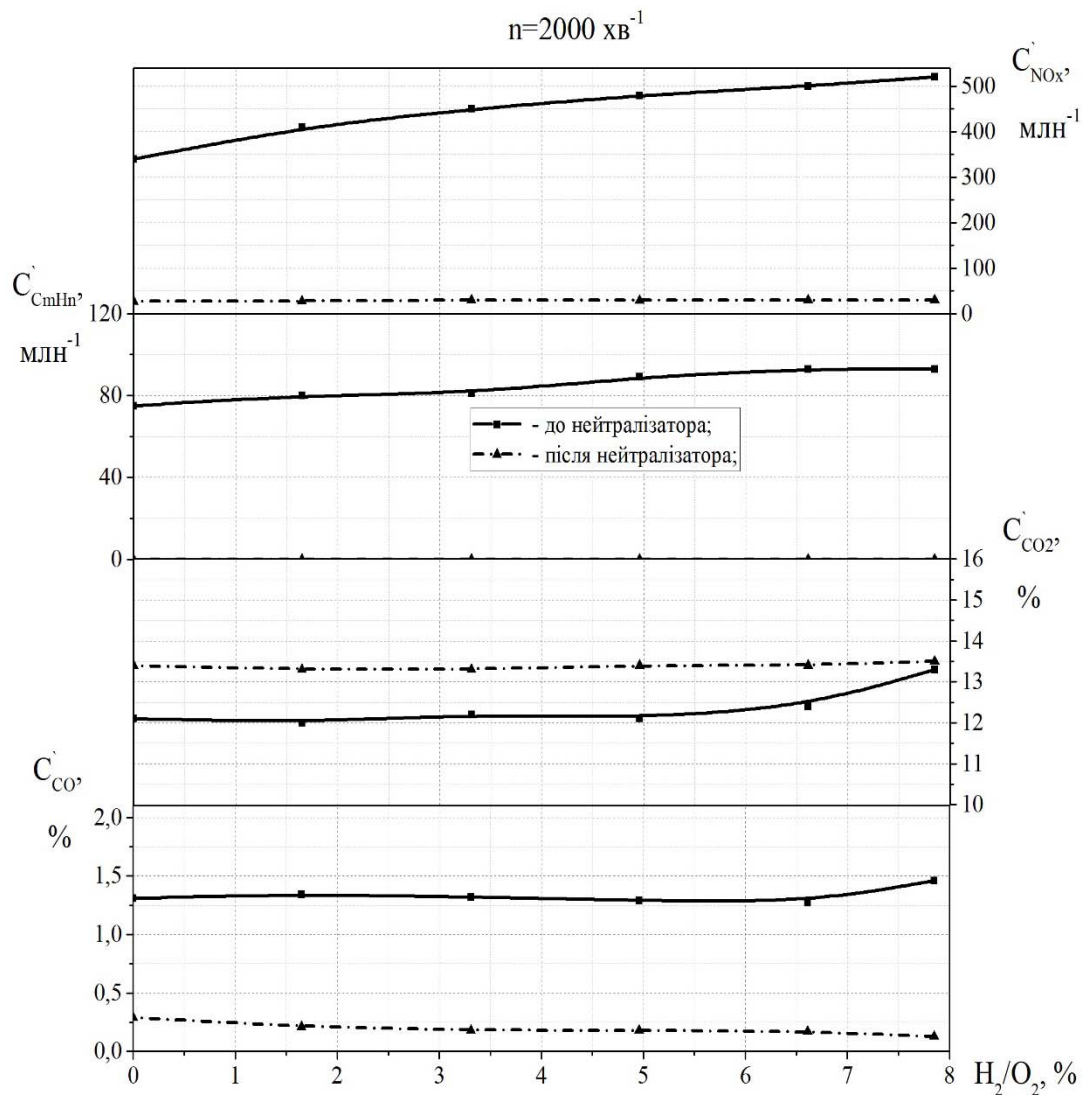


Рисунок 3 – Вплив добавок водневмісного газу на концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна 6Ч 9,5/6,98

Як видно з рисунку, добавка водневмісного газу практично не впливає на концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна з системою впорскування та зворотнім зв'язком в режимі середньої точки Європейського їздового циклу. За рахунок підвищення тиску і температури в циліндрах двигуна внаслідок добавки водневмісного газу дещо зростають концентрації оксидів азоту. Так як у даному двигуні підтримується стехіометричний склад суміші, концентрації усіх заміряних після нейтралізатора компонентів відпрацьованих газів досить низькі.

На рис. 4 показані результати розрахунку ефективності роботи трикомпонентного каталітичного нейтралізатора за роботи двигуна з різними за величиною добавками водневмісного газу.

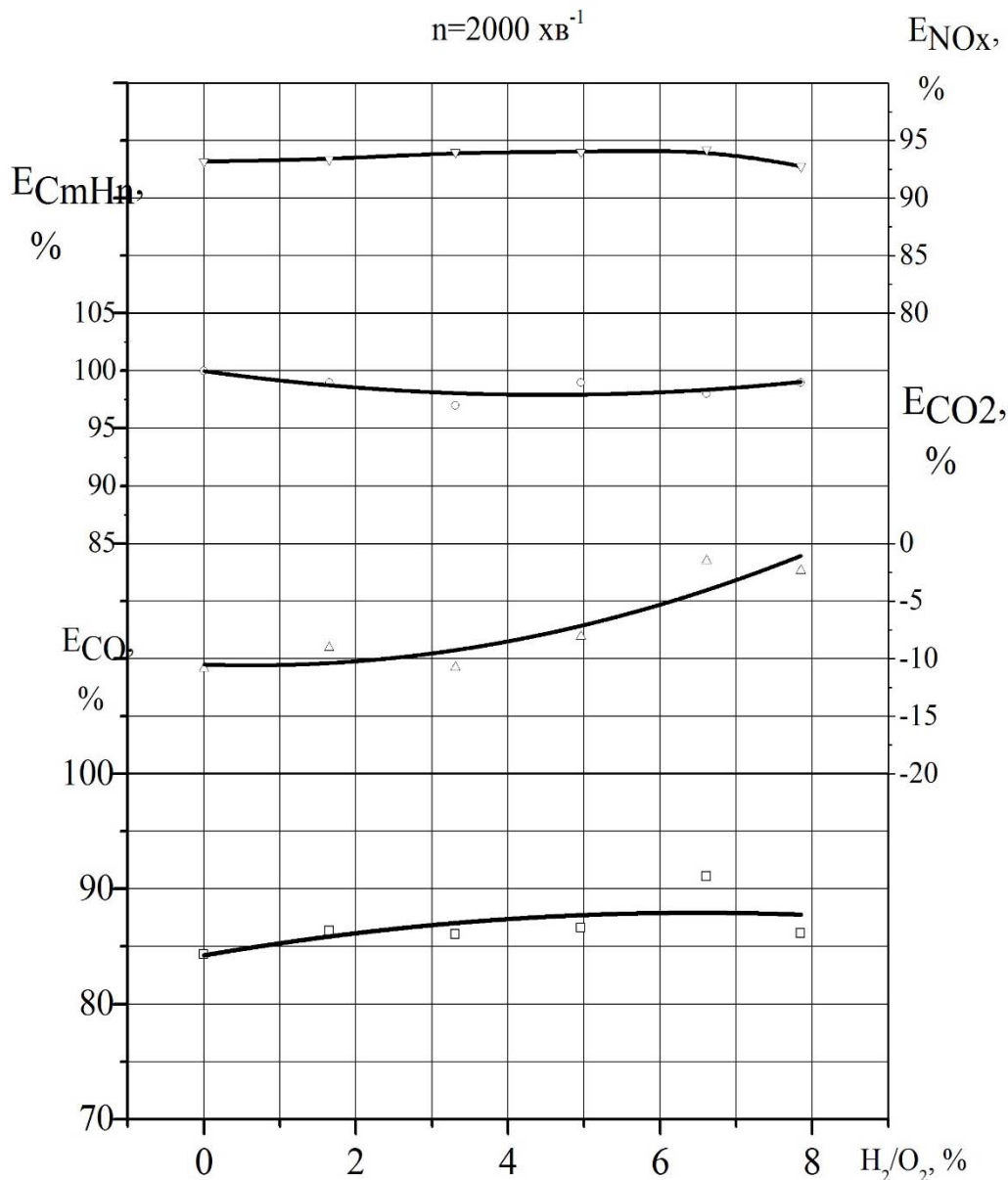


Рисунок 4 – Вплив добавок водневмісного газу на ефективність роботи трикомпонентного каталітичного нейтралізатора двигуна 6Ч 9,5/6,98

Як видно з рис. 4, добавка водневмісного газу не впливає на ефективність нейтралізації трикомпонентного каталітичного нейтралізатора. Це дозволить використовувати добавку водневмісного газу для поліпшення паливної економічності двигунів з системами впорскування бензину та зворотнім зв'язком без погіршення їх екологічних показників.

Висновки. Проведені дослідження впливу різних за величиною добавок водневмісного газу на паливну економічність та екологічні показники бензинового двигуна 6Ч 9,5/6,98 з системою впорскування та зворотнім зв'язком в режимі середньої точки Європейського їздового циклу показали, що добавка водневмісного газу приводить до поліпшення паливної економічності двигуна. За роботи двигуна з добавкою 7,9 % водневмісного газу питома ефективна витрата палива зменшується на 11,7 %. З врахуванням витрат енергії на отримання газу економія становить 8,25 %. На екологічні показники двигуна добавка водневмісного газу практично не впливає. Деяко зростають концентрації оксидів азоту, що спричинене підвищенням температури в циліндрах двигуна. Встановлено, що добавка водневмісного газу не впливає на ефективність роботи трикомпонентного каталітичного нейтралізатора двигуна з системою впорскування та зворотнім зв'язком.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Effect of H₂/O₂ addition in increasing the thermal efficiency of a diesel engine / S. Bari *, M. Mohammad Esmaeil // Fuel 89 (2010) 378–383.
2. 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.
3. Effect of HHO on Four Stroke Petrol Engine Performance / Daniel M. Madyira, Wayne G. Harding // 1,2 Department of Mechanical Engineering Science, Faculty of Engineering & the Built Environment, University of Johannesburg, Auckland Park 2006, Johannesburg
4. 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
5. 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. Effect of H₂/O₂ addition in increasing the thermal efficiency of a diesel engine / S. Bari *, M. Mohammad Esmaeil // Fuel 89 (2010) 378–383.
2. 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.
3. Effect of HHO on Four Stroke Petrol Engine Performance / Daniel M. Madyira, Wayne G. Harding // 1,2 Department of Mechanical Engineering Science, Faculty of Engineering & the Built Environment, University of Johannesburg, Auckland Park 2006, Johannesburg
4. 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
5. Hutarevych Yu.F. Vykorystannya dobavky vodnevemisnogo hazu do povitryanoho zaryadu dlya pokrashchennya pokaznykiv dvyhuniv z karbyuratornoyu systemoyu zhyvlennya v rezhymakh kholostoho khodu. / Yu.F. Hutarevych, Ye.V. Shuba // Visnyk Natsional'noho transportnoho universytetu. – K. : NTU, 2015. – Vyp. 31, S. 161–165

РЕФЕРАТ

Гутаревич Ю.Ф. Дослідження впливу добавки водневмісного газу на паливну економічність та екологічні показники двигуна з системою впорскування бензину та зворотнім зв'язком. / Ю.Ф. Гутаревич, Є.В. Карев, Є.В. Шуба // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

У статті розглянуто результати експериментальних досліджень впливу різних за величиною добавок водневмісного газу на паливну економічність та екологічні показники бензинового двигуна з системою впорскування та зворотнім зв'язком в режимі середньої точки Європейського їздового міського циклу.

Об'єкт досліджень – бензиновий двигун 6Ч 9,5/6,98 з системою впорскування та зворотнім зв'язком.

Мета досліджень: встановлення впливу різних за величиною добавок водневмісного газу на паливну економічність та екологічні показники бензинового двигуна з системою впорскування палива та зворотнім зв'язком в режимі малих навантажень.

Методи дослідження – експериментальний.

В результаті досліджень встановлено, що добавка водневмісного газу позитивно впливає на паливо-економічні та енергетичні показники бензинового двигуна в режимі малих навантажень. За роботи двигуна з добавкою водневмісного газу зменшується питома ефективна витрата бензину і

зростає ефективна потужність двигуна. На екологічні показники двигуна добавка водневмісного газу практично не впливає. За рахунок підвищення температури в циліндрах двигуна дещо зростають концентрації оксидів азоту. Встановлено, що добавка водневмісного газу не впливає на ефективність роботи трикомпонентного каталітичного нейтралізатора.

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

ABSTRACT

Gutarevich Y.F. Research of influence of additives of hydrogen-containing gas to the fuel efficiency and environmental performance of the engine with the fuel injection system and feedback. / Y.F. Gutarevich, S.V. Karev, Y.V. Shuba // Visnyk National Transport University. Series "Technical sciences". Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

The article describes the results of experimental studies of the effect of different size of hydrogen-containing gas additives in the fuel efficiency and environmental performance of the petrol engine with fuel injection and closed-loop mode, the mid-point of the European urban driving cycle.

The object of research - the gasoline engine 6CH 9.5 / 6.98 with fuel injection and closed-loop system.

Objective: to establish the influence of different sized hydrogen-containing gas additives in the fuel efficiency and environmental performance of the petrol engine with a fuel injection system and feedback in small load conditions.

Research Methods - experimental.

The studies found that the addition of a hydrogen-containing gas has a positive effect on the fuel-efficiency and energy performance of the petrol engine in low load conditions. LMP engine performance with the addition of a hydrogen-containing gas is reduced relative effective gas mileage and increases the effective capacity of the engine. On the environmental performance of the engine additive hydrogen-containing gas has virtually no effect. By increasing the temperature of the cylinder increases several concentrations of nitrogen oxides. It is found that the addition of hydrogen-containing gas does not affect the performance of the three-way catalyst.

KEYWORDS: PETROL ENGINES, HYDROGEN-CONTAINING GAS, THE FUEL EFFICIENCY OF ELECTROLYSIS.

РЕФЕРАТ

Гутаревич Ю.Ф. Исследование влияния добавки водородсодержащего газа на топливную экономичность и экологические показатели двигателя с системой впрыска бензина и обратной связью. / Ю.Ф. Гутаревич, С.В. Карев, Е.В. Шуба // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. – Вып. 2 (35).

В статье рассмотрены результаты экспериментальных исследований влияния различных по величине добавок водородсодержащего газа на топливную экономичность и экологические показатели бензинового двигателя с системой впрыска и обратной связью в режиме средней точки Европейского ездового городского цикла.

Объект исследований - бензиновый двигатель 6Ч 9,5 / 6,98 с системой впрыска и обратной связью.

Цель исследований: установление влияния различных по величине добавок водородсодержащего газа на топливную экономичность и экологические показатели бензинового двигателя с системой впрыска топлива и обратной связью в режиме малых нагрузок.

Методы исследования - экспериментальный.

В результате исследований установлено, что добавка водородсодержащего газа положительно влияет на топливную-экономичность и энергетические показатели бензинового двигателя в режиме малых нагрузок. Прт работы двигателя с добавкой водородсодержащего газа уменьшается удельный эффективный расход бензина и растет эффективная мощность двигателя. На экологические показатели двигателя добавка водородсодержащего газа практически не влияет. За счет повышения

температуры в цилиндрах двигателя несколько возрастают концентрации оксидов азота. Установлено, что добавка водородсодержащего газа не влияет на эффективность работы трехкомпонентного каталитического нейтрализатора.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: БЕНЗИНОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, ВОДОРОДСОДЕРЖАЩИЙ ГАЗ, ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ, ЭЛЕКТРОЛИЗ.

АВТОРИ:

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

Карев Станіслав Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Двигуни і теплотехніка», katedradvz.ntu@gmail.com, тел. +380442804716, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 303а

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

AUTHORS:

Gutarevich Yurii F. 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.

Karev Stanislav V., Ph.D., assistant professor of "Engines and Heating", katedradvz.ntu@gmail.com, tel. +380442804716, Ukraine, 01010, m. Kyiv, str. Suvorov 1, k. 303a

Shuba Y. V., 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.

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.

Карев Станислав Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Двигатели и теплотехника», katedradvz.ntu@gmail.com, тел. +380442804716, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 303а

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

РЕЦЕНЗЕНТИ:

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

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

REVIEWER:

Sakhno V. P., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of Department of Automobiles, Kyiv, Ukraine.

Nazarenko I. I., Doctor of Technical Sciences, Professor, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine.