

УДК 621.436.12
UDC 621.436.12

МОТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ДИЗЕЛЯ ПРИ РОБОТІ НА ДИЗЕЛЬНОМУ БІОПАЛИВІ

Ковбасенко С.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Симоненко В.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

MOTOR RESEARCH INDICATORS OF DIESEL ENGINES RUNNING ON BIODIESEL

Kovbasenko S.V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Simonenko V.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

МОТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ ПРИ РАБОТЕ НА ДИЗЕЛЬНОМ БИОТОПЛИВЕ

Ковбасенко С.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Симоненко В.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Для зменшення обсягів споживання палив нафтового походження та покращення економічних показників двигунів внутрішнього згоряння доцільно використовувати альтернативні палива. Перспективними вважаються палива, виготовлені на основі рослинних олій та спиртів [1].

Таким чином, на сьогоднішній день актуальними є дослідження, спрямовані на визначення показників дизеля при роботі на традиційному паливі та метиловому ефірі ріпакової олії (дизельному біопаливі).

Мета роботи. Метою експериментальних досліджень є визначення екологічних, енергетичних та паливно-економічних показників дизеля 4Ч11,0/12,5 (Д-241) при роботі на традиційному нафтовому паливі та дизельному біопаливі.

Об'єктом експериментальних досліджень є чотиритактний дизель 4Ч11,0/12,5 (Д-241) №985654 (рис. 1), виготовлений на Мінському моторному заводі в 1992 р. Основні техніко-економічні показники дизеля, наведені в таблиці 1, повністю відповідали вимогам заводу-виробника [2, 3].

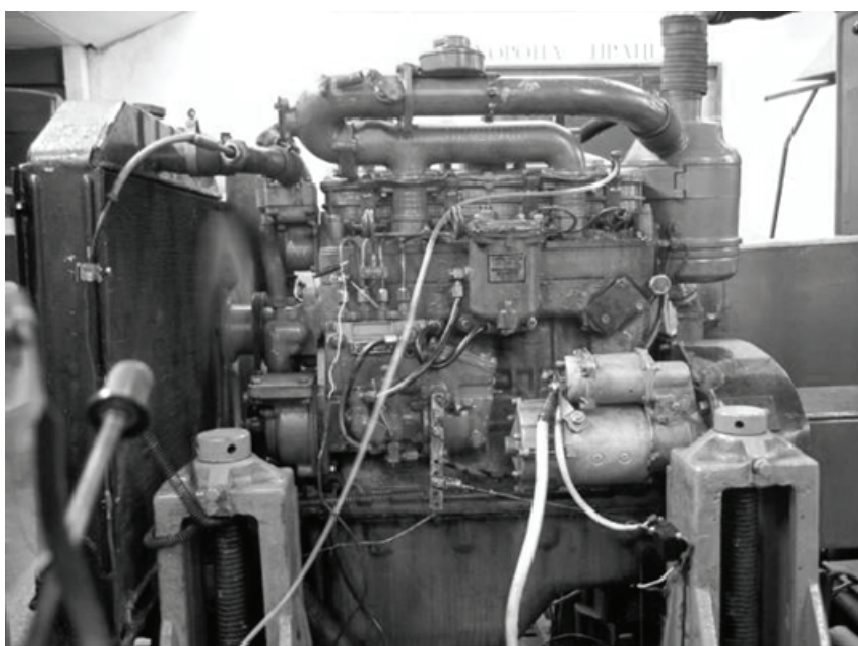


Рисунок 1 – Дизель 4Ч11,0/12,5 (Д-241)

Таблиця 1 – Основні характеристики дизеля 4С11,0/12,5 (Д-241)

Найменування	Значення
Число тактів	4
Кількість циліндрів	4
Тип камери згоряння	ЦНИДИ
Порядок роботи циліндрів	1-3-4-2
Діаметр циліндра, мм	110
Хід поршня, мм	125
Робочий об'єм всіх циліндрів, л	4,75
Ступінь стискання	16
Кут випередження впорскування, град. п.к.в.	26
Номінальна потужність при $n_0 = 2100$ хв ⁻¹ , кВт	52,9
Максимальний крутний момент при $n_0 = 1600$ хв ⁻¹ , Н·м	277

Основна частина. В Національному транспортному університеті в лабораторії кафедри «Двигуни і теплотехніка» для проведення експериментальних досліджень створена установка (рис. 2), яка дозволяє проводити випробування двигуна в широких межах зовнішнього навантаження.

Установка складається з дизеля Д-241, встановленого на електричний гальмівний стенд КИ2139А ГОСНИТИ, побудований на основі балансірної електромашини АКБ 82-4. Крім того установка обладнана апаратурою, яка дозволяє визначити зміну екологічних показників дизеля оцінкою вмісту токсичних компонентів у відпрацьованих газах (ВГ) дизеля, таких як CO , C_mH_n , NO_x і сажі.

Вимірювання об'ємного вмісту оксиду вуглецю CO та вуглеводнів C_mH_n (по гексану) здійснювалась інфрачервоним газоаналізатором «ИНФРАКАР». Діапазон вимірювання CO – від 0 до 7%, ціна поділки – 0,01%, похибка вимірювання $\pm 6\%$. Діапазон вимірювання C_mH_n – від 0 до 3000 млн⁻¹, ціна поділки – 2 млн⁻¹, похибка вимірювання – ± 6 млн⁻¹ [4].

Об'ємний вміст оксидів азоту вимірювався газоаналізатором 344ХЛ-14, що працює за хемілюмінесцентним методом та вимірює суму NO і NO_2 . Похибки вимірювання в діапазоні від 0 до 5000 млн⁻¹ – ± 10 [5].

Вказані газоаналізатори були відкалібровані за допомогою еталонних газових сумішей.

Димність ВГ оцінювалась натурним показником ослаблення світлового потоку, що вимірювався димоміром ИНА-109. Границі вимірювання коефіцієнту ослаблення світлового потоку – 0...29 м⁻¹, коефіцієнту непрозорості – 0...100 %. Похибка вимірювання $\pm 2\%$.

Витрата палива вимірювалась ваговим методом за допомогою електронних терезів МЕРА ВМ 2/3. Границі вимірювання терезів знаходяться в діапазоні від 0,005 до 3,0 кг, ціна поділки – 0,5 г (для діапазону від 0,01 до 1,5), та 1 г (для діапазону понад 1,5 кг). Границі допустимих похибок вимірювання в діапазоні від 0,005 до 0,25 г – $\pm 0,5/\pm 0,5$ г; від 0,25 до 1,00 – $\pm 0,5/\pm 1,0$ г; від 1,00 до 1,50 г – $\pm 1,0/\pm 1,5$ г; від 1,50 до 2,00 г – $\pm 1,0/\pm 2,0$ г; від 2,00 до 3,00 – $\pm 2,0/\pm 3,0$ г [6].

Витрата повітря вимірювалась ротаційним газовим лічильником РГ-600 (ГОСТ 8700-82) з номінальною витратою 600 м³/год.

Час витрати палива і повітря фіксувалися електронним секундоміром TAKSUN TS-613A з ціною поділки 0,01с.

Контроль вмісту кисню в ВГ виконувався за допомогою кисневого датчика, вмонтованого в випускную систему двигуна з широколінійним контролером LC-1 та ПК з відповідним програмним забезпеченням.

Для контролю кута випередження впорскування палива під час експериментальних досліджень використовувався електронний стробоскоп SNAP-ON MT2261 (TAU-1000) зі шкалою, нанесеною на маховик дизеля. Подача збуджуючого електричного імпульсу на клему стробоскопа виконувалась за допомогою приставки SNAP-ON MT257A. Приставка обладнана п'єзо датчиком, що фіксує пульсації палива в паливопроводі високого тиску першого циліндра. Діапазон вимірювання кута випередження впорскування палива від 0 до 180 град. п.к.в.

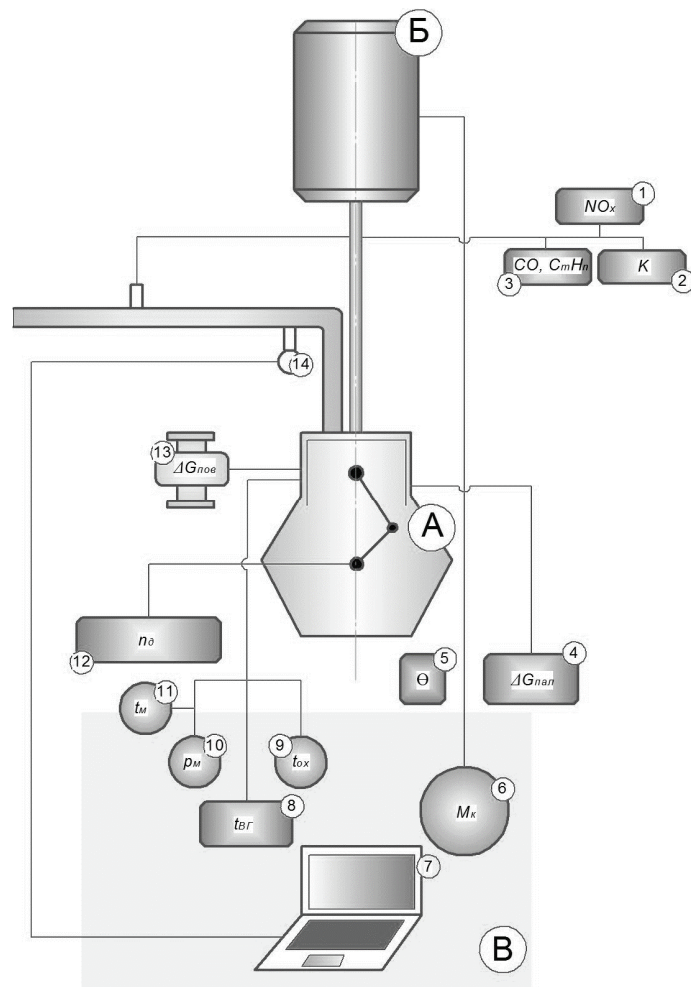


Рисунок 2 – Схема експериментальної установки: А – дизель Д-241; Б – електромашина АКБ 82-4; В – пульт керування; 1 – прилад для визначення вмісту у відпрацьованих газах оксидів азоту NO_x ; 2 – прилад для визначення димності відпрацьованих газів; 3 – прилад для визначення вмісту у відпрацьованих газах оксиду вуглецю CO та сумарних вуглеводнів C_mH_n ; 4 – пристрій для визначення витрати палива; 5 – прилад для вимірювання кута випередження запалювання; 6 – прилад для вимірювання крутного моменту двигуна; 7 – персональний комп'ютер; 8 – прилад для вимірювання температури відпрацьованих газів; 9 – прилад для вимірювання температури охолоджуючої рідини; 10 – прилад для вимірювання тиску оливи; 11 – прилад для вимірювання температури оливи; 12 – прилад для вимірювання частоти обертання колінчастого вала; 13 – прилад для вимірювання витрати повітря; 14 – прилад для вимірювання коефіцієнту надміру повітря α .

Контроль та керування дослідною установкою виконується за допомогою пульта керування, на якому встановлені контрольно-вимірювальні прилади:

- аналоговий динамометр зі шкалою $0 \dots 300$ Н·м та ціною поділки 1 Н·м, який був відкалібрований згідно інструкції з експлуатації на стенд КИ-2139А ГОСНИТИ [7];
- аналоговий індикатор температури охолоджувальної рідини, з штатним датчиком дизеля;
- аналоговий індикатор температури моторної оливи з термометром манометричного типу ТПП-СК, ГОСТ 8624-80, кл. 2,5;
- аналоговий індикатор тиску моторної оливи з манометром МСШ 1-100 ГОСТ 8625-65 № 1205902 кл. 2,5 з шкалою $0 \dots 10$ кгс/см² і ціною поділки $0,20$ кгс/см²;
- аналоговий індикатор температури ВГ, з термопарою встановленою у випускному колекторі.

Для визначення частоти обертання колінчастого вала дизеля дослідну установку обладнано цифровим тахометром Ф5035, з'єднаним з індуктивним датчиком, розташованим біля зубців вінця маховика.

Результати експериментальних досліджень. За результатами моторних досліджень отримано низку навантажувальних та швидкісних характеристик дизеля 4Ч11,0/12,5 (Д-241), що працює на традиційному нафтовому паливі марки 3-0,20-(25) та метиловому ефірі ріпакової олії (МЕРО), якість та фізико-механічні властивості якого були перевірені в ДП «УкрНДІП «Масма».

Навантажувальні характеристики визначалися згідно з вимогами ГОСТ 18509-88 [8] при частотах обертання колінчастого вала дизеля 1100, 1350, 1600, 1850 та 2100 хв⁻¹. Також одержано зовнішні швидкісні характеристики та характеристики холостого ходу.

В ході моторних досліджень визначалися: ефективний крутний момент M_k , частота обертання колінчастого вала дизеля n_d , годинні витрати палива $G_{пал}$ і повітря $G_{пов}$, концентрації шкідливих речовин (CO , $C_m H_n$, NO_x – ГОСТ 17.2.2.05-86 [9]) і димність ВГ K – ГОСТ 17.2.2.02-86 [10].

Для прикладу (рис. 3) наведено навантажувальну характеристику дизеля 4Ч11,0/12,5 (Д-241) при частоті обертання 1600 хв⁻¹.

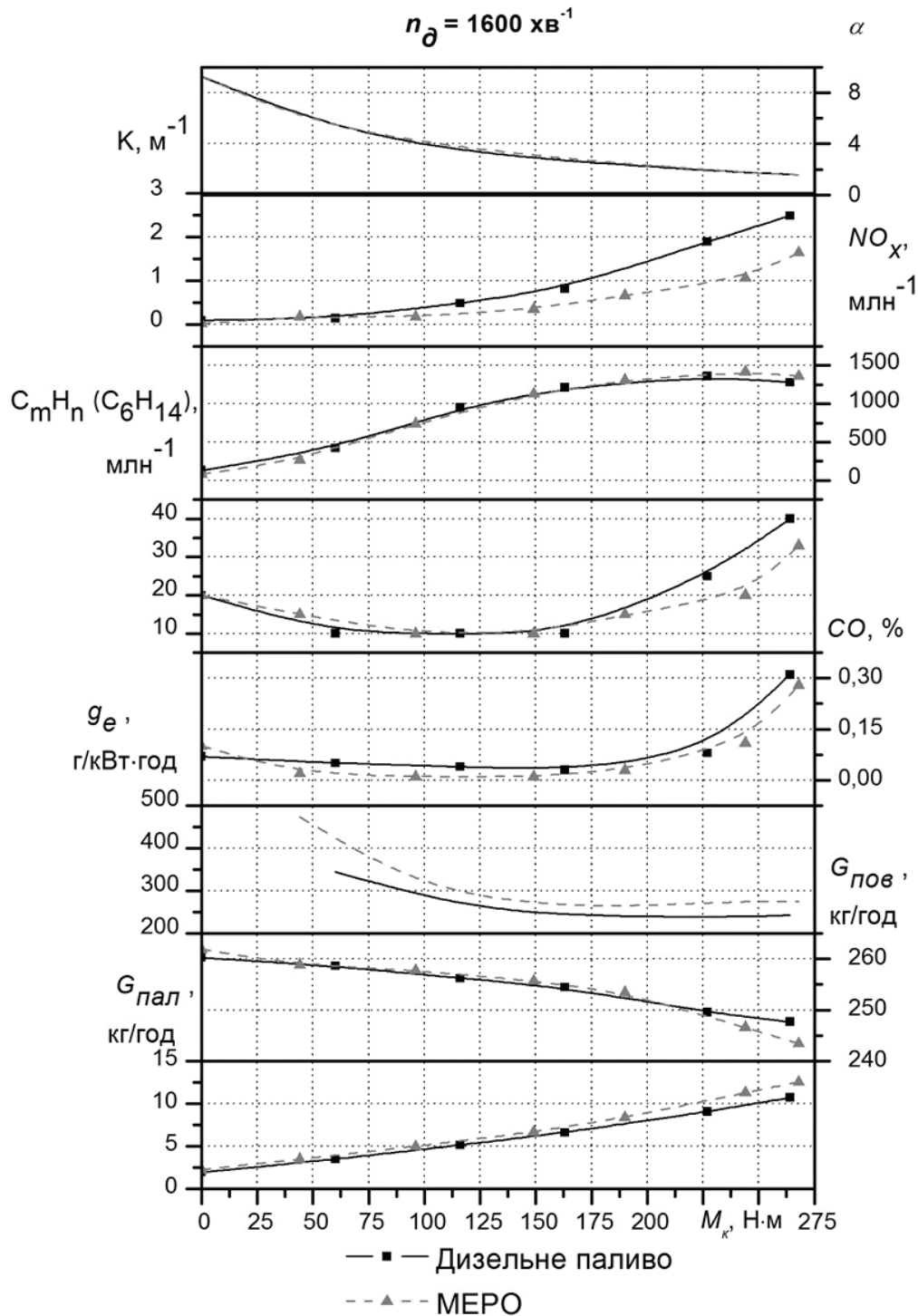


Рисунок 3 – Навантажувальна характеристика дизеля 4Ч11,0/12,5 (Д-241)

З характеристики видно, що робота дизеля на МЕРО супроводжується зростанням годинної витрати палива в середньому на 12,48% та питомої витрати палива в середньому на 12,22% [11]. На

2,27% зростає максимальний крутний момент. Концентрації оксиду вуглецю CO та вуглеводнів C_mH_n знижуються в середньому на 12,8% та 8,32% відповідно. Концентрації оксидів азоту NO_x при роботі на дизельному біопаливі практично не змінюються, проте відбувається суттєве (майже до 34%) зниження димності ВГ.

Для більш повної оцінки зміни токсичності ВГ дизеля при роботі на дизельному біопаливі були розраховані сумарні масові викиди шкідливих речовин, приведені до оксиду вуглецю [12]. На рис. 4 наведено результати розрахунку масових викидів (CO , C_mH_n , NO_x , та сажі C), приведених до CO , по навантажувальній характеристиці при частоті обертання 1600 хв^{-1} .

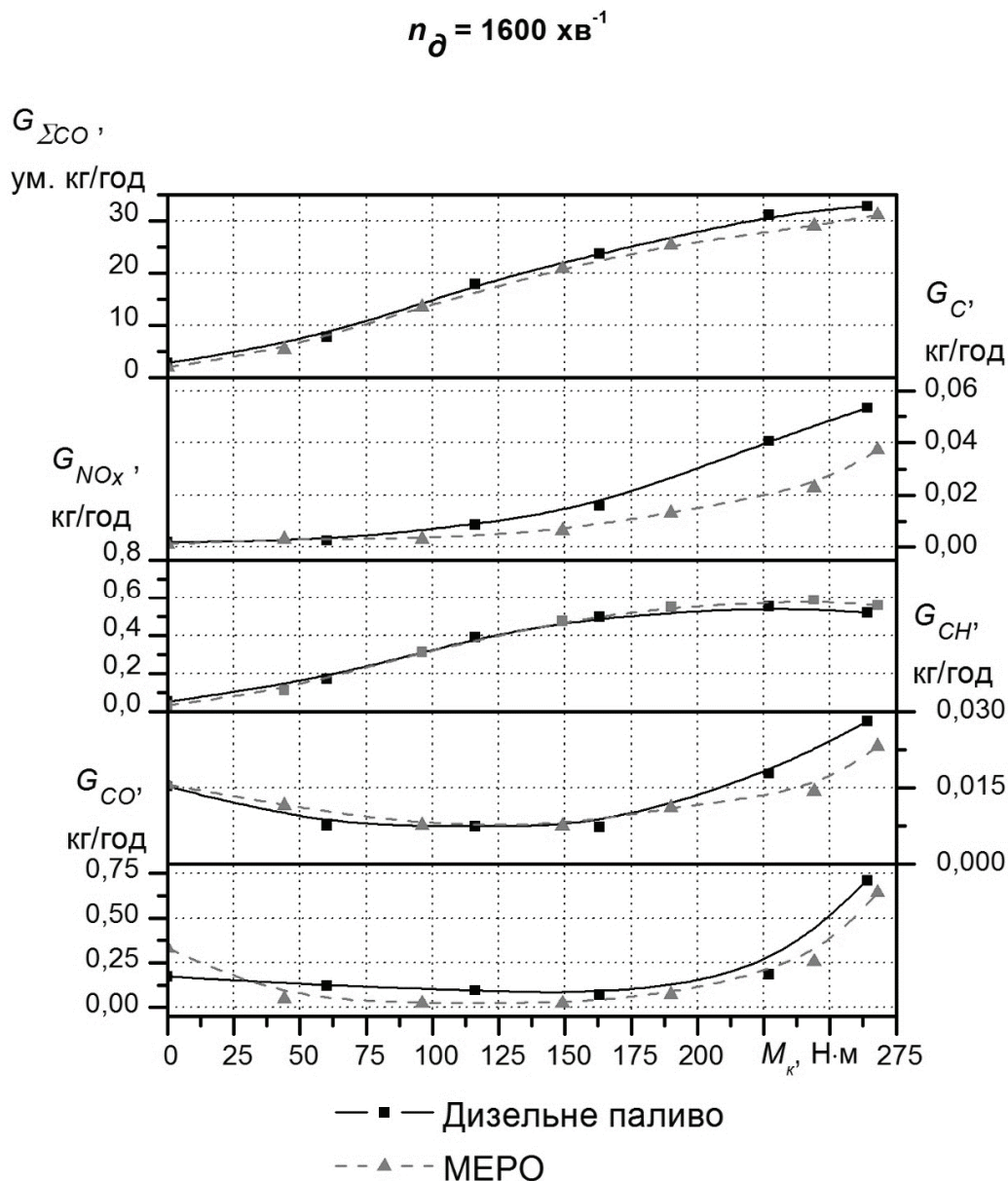


Рисунок 4 – Масові викиди шкідливих речовин з ВГ дизеля 4Ч11,0/12,5 (Д-241)

Результати розрахунку свідчать про покращення екологічних показників дизеля при роботі на дизельному біопаливі. Зниження сумарних масових викидів шкідливих речовин, приведених до CO , для наведеної характеристики складає близько 6%.

В цілому екологічні показники двигуна при роботі на дизельному біопаливі змінюються наступним чином:

-концентрації оксиду вуглецю CO і вуглеводнів C_mH_n при роботі на біодизельному паливі при низьких навантаженнях двигуна підвищується, в порівнянні з дизельним паливом, але зі зростанням навантаження спостерігається тенденція до зниження;

-концентрація оксидів азоту NO_x при роботі на біодизельному паливі дещо підвищується, в порівнянні з дизельним паливом, на всіх швидкісних та навантажувальних режимах. Це може пояснюватись зростанням температури в циліндрах дизеля при застосуванні МЕРО [13];

-димність ВГ дизеля при роботі на біодизельному паливі знижується, в порівнянні з дизельним паливом, на всіх швидкісних та навантажувальних режимах, максимальне зниження димності ВГ досягається при максимальному навантаженні.

Висновок. За результатами проведених стендових випробувань можна стверджувати про наступне:

-метилові ефіри ріпакової олії суттєво розширюють паливну базу та можуть використовуватися як самостійне паливо для дизелів, зменшуючи використання палив нафтового походження;

-створена установка дозволяє в повному обсязі проводити експериментальні дослідження дизеля, що працює на традиційному паливі та біодизелі;

-моторні дослідження дизеля, проведені на стенді, підтвердили, що при використанні МЕРО дещо погіршується паливна економічність, але відмічається покращення екологічних показників (особливо за рахунок зниження димності ВГ).

Результати проведених стендових випробувань використовуються при розробці математичної моделі руху автобуса з дизелем при роботі на дизельному біопаливі в режимах міського їздового циклу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ковбасенко С.В. Перспективы применения биодизельного топлива в автотракторных двигателях / С.В. Ковбасенко, В.В. Симоненко // Наука – образованию, производству, экономике. Материалы Восьмой международной научно-технической конференции. В 4 томах. Том 2. – Минск: БНТУ. – 2010. – С. 58 – 59.

2. Дизели Д-240, 245 и их модификации: Техн. описание и инструкция по эксплуатации / Мин. мотор. з-д. – 4-е изд. перераб. и доп. – Минск: Ураджай, 1986. – 88с.

3. Дизели Д-243, Д-245 и их модификации. Руководство по эксплуатации 243-0000100РЭ. – Минск: ОАО “Минский моторный завод”, 2009. – 80 с.

4. Газоанализаторы ИНФРАКАР. Паспорт. ВЕКМ.413311.002 ПС. – М.: Инфракар, 2009. – 14 с.

5. Газоанализатор 344ХЛ14. Руководство по эксплуатации. – К.: ЗАО Украналит, 2005. – 24 с.

6. Весы электронные настольные универсальные ВМ 2/3, ВМ 2/6, ВМУ 2/15-1. Инструкция по ремонту и настройке (модельный ряд 2001). – М.: Предприятие МЕРА, 2001. – 36 с.

7. Руководство по эксплуатации на стенд обкаточно-тормозной “КИ-2139А” (переходная модель) / Всесоюзное объединение “Союзсельхозтехника” ГОСНИТИ. – М.: 1966. – 25 с.

8. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний: ГОСТ 18509 – 88. – [введен с 01.01.1990]. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 77 с.

9. Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерения выбросов вредных веществ с отработавшими газами тракторных и комбайновых дизелей: ГОСТ 17.2.2.05 – 86. – [Введ. от 01.01.1990г]. – М.: Изд-во стандартов, – 1988. – 67с.

10. Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерения дымности отработавших газов тракторных и комбайновых дизелей: ГОСТ 17.2.2.02 – 86. – [Введ. от 01.01.1990г]. – М.: Изд – во стандартов, – 1988. – 56с.

11. Симоненко В.В.: Результати експериментальних досліджень двигуна, який працює на традиційному та біодизельному паливах // 69 науково-практична конференція науково-педагогічних працівників, аспірантів, студентів та структурних підрозділів університету, тези доповідей, – К.: НТУ, 2013.

12. Гутаревич Ю. Ф. Защита окружающей среды от вредных выбросов автомобильного транспорта: учеб. Пособие / Ю.Ф. Гутаревич, А.Г. Говорун, А.И. Ковалев. — К.: УМК ВО при Минвузе УССР, 1989. — 128 с.

13. Корпач А. О. Оцінка ефективності роботи автотракторного дизеля на метиловому ефірі ріпакової олії / А. О. Корпач, О. О. Левківський // Автошляховик України. Вісник центрального наукового центру транспортної академії України. Окремий випуск. – 2011. – №14. – С. 25–28.

REFERENCES

1. Kovbasenko S.V. & Simonenko V.V. The prospects the use of biodiesel in automotive engines. Nauka – obrazovaniyu, proizvodstvu, ekonomike. Materiali Vos'moy mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferencii. V 4 tomah. Tom 2. Minsk: BNTU, 2010. P. 58 – 59. (Rus)

2. The diesels D-240, 245, and their modifications: Tech. description and user's manual. Minskiy motorniy zavod. Minsk: Uradzhay, 1986. No 4. 88 p. (Rus)

3. The diesels D-240, 245, and their modifications. The instruction manual 243-0000100RE. Minsk: OAO "Minskiy motorniy zavod", 2009. 80 p. (Rus)
4. Gas analyzers Infrakar. Passport. VEKM.413311.002 PS. Moskva.: Infrakar, 2009. 14 p. (Rus)
5. 344HL14 gas analyzer. Instruction Manual. Kyiv: ZAO Ukranalit, 2005. 24 p. (Rus)
6. Scales, electronic desktop VM universal 2/3, 2/6 VM, VNU 2/15-1. Instructions for repair and tuning (range 2001). Moskva: Predpriyatie MERA, 2001. 36 p. (Rus)
7. A manual in stand-break-brake "CI-2139A" (transition model). Vsesoyuznoe ob'edinenie «Soyuzsel'hoztehnika» GOSNITI. Moskva, 1966. 25 p. (Rus)
8. The diesels tractor and combine. Methods of test bench: GOST 18509 – 88 – [introduced from 01.01.1990]. Moskva: Izdatel'stvo standartov, 1988. 77 p. (Rus)
9. The Nature Conservancy. Atmosphere. Limits and methods of measurement of emissions of harmful substances in exhaust gases of diesel tractor and combine: GOST 17.2.2.05 – 86. – [introduced. from 01.01.1990g]. Moskva: Izdatel'stvo standartov, 1988. 67 p. (Rus)
10. The Nature Conservancy. Atmosphere. Limits and methods of measurement of smoke exhaust gas of diesel tractor and combine: GOST 17.2.2.02 – 86. – [introduced. from 01.01.1990g]. – Moskva: Izdatel'stvo standartov, 1988. 56 p. (Rus)
11. Simonenko V.V. The results of experimental research engine that runs on biodiesel and traditional fuels. 69 naukovopraktichna konferenciya naukovopraktichnih pracivnikov, aspirantiv, studentiv ta strukturnih pidrozdiliv universitetu. Tezi dopovidey. Kyiv: NTU, 2013. (Ukr)
12. Gutarevich Yu.F., Govorun A.G. & Kovalev A.I. Protect the environment from harmful emissions from road transport: Proc. Manual. Kyiv UMK VO pri Minvuze USSR, 1989. 128 p. (Rus)
13. Korpach A.O., Levkivskiy O.O. Evaluation of the efficiency of a diesel tractor on rapeseed oil methyl ester. Avtoshlyahovyk Ukraini. Visnik central'nogo naukovogo centru transportnoi akademii Ukraini. Okremiy vipusk, 2011. No 14. P. 25-28. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Ковбасенко С.В. Моторні дослідження показників дизеля при роботі на дизельному біопаливі / С.В. Ковбасенко, В.В. Сімоненко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті розглянуто методику проведення та результати експериментально-розрахункових досліджень впливу дизельного біопалива на витрату палива і показники токсичності відпрацьованих газів автотракторного дизеля.

Мета роботи – визначення екологічних, енергетичних та паливно-економічних показників дизеля при роботі на традиційному нафтовому паливі та дизельному біопаливі.

Об'єкт дослідження – чотиритактний дизель 4Ч11,0/12,5 (Д-241).

Методи дослідження – експериментально-розрахункові.

В результаті проведених досліджень отримано низку навантажувальних та швидкісних характеристик дизеля, що працює на традиційному паливі та біодизелі. Були розраховані сумарні масові викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами, приведені до оксиду вуглецю. За результатами досліджень встановлено, що при використанні дизельного біопалива дещо погіршується паливна економічність, але відмічається покращення екологічних показників дизеля.

Результати проведених стендових випробувань використовуються при розробці математичної моделі руху автобуса з дизелем при роботі на дизельному біопаливі в режимах міського їздового циклу.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДИЗЕЛЬ, ДИЗЕЛЬНЕ БІОПАЛИВО, НАВАНТАЖУВАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ

ABSTRACT

Kovbasenko S.V., Simonenko V.V. Motor research indicators of diesel engines running on biodiesel. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The article discusses the methodology and results of experimental and computational studies of the effect of biodiesel on fuel consumption and pollutant emissions autotractor diesel engine.

Purpose of the study – definition of environmental, energy and fuel-economic performance of a diesel engine when running on traditional fuel oil and biodiesel.

Object of the study – four diesel 4CH11,0/12.5 (D-241).

Methods of the study – experimental design.

The studies produced a number of load and speed characteristics of a diesel engine running on fossil fuel and biodiesel. Were calculated the total mass emissions of harmful substances in exhaust gases given to carbon monoxide. According to the research found that the use of biodiesel somewhat worse fuel economy, but noted improvement in the environmental performance of diesel.

The results of the bench tests used for the development a mathematical model of bus motion with diesel when running on biodiesel in the modes of urban driving cycle.

KEY WORDS: DIESEL, BIODIESEL, LOAD CHARACTERISTICS, ENVIRONMENTAL INDICATORS

РЕФЕРАТ

Ковбасенко С.В. Моторные исследования показателей дизеля при работе на дизельном биотопливе / С.В. Ковбасенко, В.В. Симоненко // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье рассмотрена методика проведения и результаты экспериментально-расчетных исследований влияния дизельного биотоплива на расход топлива и показатели токсичности отработавших газов автотракторного дизеля.

Цель работы – определение экологических, энергетических и топливно-экономических показателей дизеля при работе на традиционном нефтяном топливе и дизельном биотопливе.

Объект исследования – четырехтактный дизель 4Ч11,0/12,5 (Д-241).

Методы исследования – экспериментально-расчетные.

В результате проведенных исследований получен ряд нагрузочных и скоростных характеристик дизеля, работающего на традиционном топливе и биодизеле. Были рассчитаны суммарные массовые выбросы вредных веществ с отработавшими газами, приведенные к оксиду углерода. По результатам исследований установлено, что при использовании дизельного биотоплива несколько ухудшается топливная экономичность, но отмечается улучшение экологических показателей дизеля.

Результаты проведенных стендовых испытаний используются при разработке математической модели движения автобуса с дизелем при работе на дизельном биотопливе в режимах городского ездового цикла.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ДИЗЕЛЬ, ДИЗЕЛЬНОЕ БИОТОПЛИВО, НАГРУЗОЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

АВТОРИ:

Ковбасенко Сергій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри дорожніх машин, e-mail: s-kov@ukr.net, тел. +380503539600, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 226.

Симоненко Віталій Васильович, Національний транспортний університет, асистент кафедри дорожніх машин, e-mail: simvital@ya.ru, тел. +380979659042, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 226.

AUTHORS:

Kovbasenko Sergiy V., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor department of road machines, e-mail: s-kov@ukr.net, tel. +380503539600, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 226.

Simonenko Vitaly National Transport University, assistant department of road machines, e-mail: simvital@ya.ru, tel. +380979659042, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 226.

АВТОРЫ:

Ковбасенко Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры дорожных машин, e-mail: s-kov@ukr.net, тел. +380503539600, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 226.

Симоненко Виталий Васильевич, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры дорожных машин, e-mail: simvital@ya.ru, тел. +380979659042, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 226.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

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

Бойченко С.В., доктор технічних наук, професор, Український НДНЦ хімотології і сертифікації ПММ і ТР Національного авіаційного університету, директор, Київ, Україна.

REVIEWER:

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

Boychenko Sergiy V., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, Ukrainian Research and Training Center himmotology and certification of fuels and lubricants and technical liquids National Aviation University, director, Kyiv, Ukraine.