

УДК 621.936-61

**ВПЛИВ НА ЕКОЛОГІЧНІ  
ПОКАЗНИКИ РОБОТИ  
ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ  
ЗА ВИКОРИСТАННЯ  
БІОДИЗЕЛЯ**

**В.А. МАЗУР**, канд. с.-г. наук, доцент,  
ректор ВНАУ, віце-президент ННБК  
«Всеукраїнський науково-навчальний  
консорціум»

**В.С. МАМАЛИГА**, канд. біол. наук,  
професор

**І.С. ПОЛІЩУК**, канд. с.-г. наук, доцент

**О.В. МАЗУР**, канд. с.-г. наук, доцент

Вінницький національний аграрний  
університет

У статті наведено результати екологічних показників дизельного двигуна при роботі на різних типах біодизеля, виготовлених на базі ріпакової, соєвої та високоолеїнової соняшникової олії. За отриманими результатами досліджень встановлено, що під час роботи дизеля на різних типах біодизеля порівняно із дизельним паливом спостерігається зниження викидів монооксиду та діоксиду вуглецю ( $CO$  і  $CO_2$ ), а також рівня викидів оксидів азоту, незгорілих фрагментів молекул ( $CH$ ) та зменшення димності відпрацьованих газів. З аналізу екологічних показників, отримані різні типи біодизелю не вимагають корегувань при налаштуванні паливної системи двигуна.

**Ключові слова:** біопаливо, біодизель, соняшникова олія, соєва олія, ріпакова олія, монооксид та діоксид вуглецю.

**Табл.3. Рис.3. Літ. 13.**

**Постановка проблеми.** Кліматичні зміни останніх десятиліть у поєднанні зі зростаючими вимогами до енергоносіїв та цінами на нафту загострюють питання активного пошуку альтернативних джерел енергії, які були б економічно ефективними, соціально й екологічно прийнятними [1].

**Аналіз останніх досліджень публікацій.** Зростання масштабів економічної діяльності людей та збільшення у зв'язку з цим дальності і частоти автоперевезень призводить до неконтрольованих викидів речовин-полютантів у атмосферне повітря, забруднення великих територій тощо. Отже, на думку науковців [2] дослідження у сфері підвищення екологічності автотранспорту та зменшення його впливу на довкілля є вкрай актуальними.

Як зазначає О.В. Кофанова [2], основними забруднювачами атмосферного повітря та міських територій є стаціонарні та пересувні джерела. Саме пересувні джерела (автотранспортні засоби) вносять найбільший внесок у забруднення навколишнього середовища шкідливими речовинами та парниковими газами (оксиди Карбону  $CO$  та  $CO_2$ , оксиди Нітрогену  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_4$  тощо, сполуки Сульфуру  $SO_2$ ,  $SF_6$  та ін., вуглеводні  $C_xH_y$ , в тому числі поліциклічні (мають канцерогенну дію), частинки пилу і сажі – так званій «чорний вуглець», «black carbon»). Для вуглекислого газу взагалі немає можливості визначити його

«термін життя», оскільки він неперервно та циклічно рухається між атмосферою, океанами, сушею та біотою планети.

Всі проблеми довкілля важливі, але наймасштабнішою та найглобальнішою проблемою є викид чадного та вуглекислого газів. Основним джерелом забруднення довкілля вуглекислим газом є кінцевий продукт процесу згоряння палива. Тому задля поліпшення становища природи науковці винайшли рецепт альтернативного палива, що здобуло назву біопаливо. Біопаливо або біологічне паливо (англ. biofuels) – органічні матеріали, такі як деревина, відходи та спирти, що використовуються для виробництва енергії. Це – поновлюване джерело енергії, на відміну від інших природних ресурсів, таких як нафта, вугілля і ядерне паливо. Офіційне визначення біопалива – будь-яке паливо мінімум з 80% вмістом (за об'ємом) матеріалів, отриманих від живих організмів, зібраних в межах десяти років перед виробництвом. Подібно до вугілля і нафти, біомаса – форма збереженої сонячної енергії. Енергія сонця «захоплюється» через процес фотосинтезу при рості рослин. Однак перевага біологічного палива у порівнянні з іншими типами палива – те, що воно повністю розкладається мікроорганізмами, і тому відносно не шкідливе для навколишнього середовища [3, 4].

За результатами досліджень І.Б. Вороновського [4] паливо з відтворювальних джерел має високе біологічне розщеплення. У разі потраплення у ґрунт або воду біопаливо протягом 25-30 днів практично повністю розпадається та не завдає екологічної шкоди.

Як вказують В.А. Войтов, М.С. Даценко, М.В. Карнаух [5] для виробництва біодизелю (метилових ефірів жирних кислот олій та жирів) у більшості випадків застосовують ріпакову олію (більшість європейських країн), а також соняшникову (Іспанія, Італія, Греція). Лідером по використанню біопалива є Німеччина. На думку відомих вчених найбільш перспективними сировинними базами для виробництва біодизеля в Україні мають бути: ріпак, соняшник та соя [6].

За даними науковців [5] собівартість біодизеля залежить від урожайності культур. При середній урожайності нижчу собівартість має метиловий ефір ріпакової олії (МЕРО), потім за збільшенням метиловий ефір соняшникової олії (МЕСО) та метиловий ефір соєвої олії (МЕСВО).

**Мета досліджень** передбачала проведення порівняльних випробувань дизельного двигуна на різних типах біодизеля та контрольного варіанту дизельного палива з визначенням показників відпрацьованих газів.

**Методика досліджень.** З метою визначення екологічних характеристик отриманого палива проведено порівняльні стендові випробування синтезованих продуктів з використанням тракторного серійного дизельного двигуна широкого призначення моделі Д 21А (2Ч 10,5/12). Паливом у цих випробуваннях слугувало біопаливо різного складу: 1- високоолеїнового соняшнику, ріпакової олії, соєвої олії відповідно та стандартного дизпалива нафтового походження підвищеної

якості (Євро) марки С виду ІІ (ДСТУ 4840:2007) [1]. Визначення показників відпрацьованих газів дизеля проводили за наступними параметрами: димність та вміст CO, NO<sub>2</sub> у відпрацьованих газах. Оцінку димності відпрацьованих газів виконували за допомогою приладу «ИНА – 109» згідно ГОСТ 17.2.2.02-98 [7] та ДСТУ 4276:2004 [8].

Вимірювання CO та NO<sub>x</sub> проводили за допомогою приладу ОП-ТОГАЗ – 500.1С згідно ГОСТ 24585-81 [9].

**Виклад основного матеріалу.** У таблиці 1 зображено динаміку споживання рідких біопалив в Україні (в тому числі й прогнозні дані) на період 2010-2030 рр. [10].

Таблиця 1

**Динаміка споживання рідких біопалив в Україні у 2010-2030 рр.**

Показник	2010	2015	2020	2025	2030
Споживання біоетанолу, млн. т	<0,1	0,3	0,6	0,8	1,1
Споживання біодизелю, млн. т	~0	~0	<0,1	0,3	0,8
Усього, споживання рідких біопалив, млн. т	<0,1	0,3	0,6	1,1	1,9
Частка біопалив від всіх моторних палив в Україні, %	<1	2,5	4,5	7,2	10,9
Частка біопалив від всіх моторних палив у ЄС, %	4,4	7,0	10,0	20,0	31,0

Джерело: сформовано на основі [10]

Частка біопалив від усіх моторних палив в Україні протягом 2015-2020 років підвищиться від 2,5 до 4,5%, а до 2030 року складатиме 10,9%. Однак частка біопалив від усіх моторних палив у ЄС до 2030 року складатиме 31%, що втричі більше у порівнянні з часткою біопалив в Україні.

Переорієнтація на виробництво біодизеля із ріпакового насіння сприятиме скороченню викидів парникових газів на 45%, біодизеля із соняшника – до 58%, а біодизеля із сої – до 40% (табл. 2).

Таблиця 2

**Екологічний ефект від імплементації**

Процес виробництва	Скорочення викидів парникових газів, типові значення	Скорочення викидів парникових газів, типові значення
Біодизель із ріпакового насіння	45%	38%
Біодизель із соняшника	58%	51%
Біодизель із сої	40%	31%

Джерело: сформовано на основі [11].

Скорочення викидів відпрацьованих газів за роботи біодизеля порівняно із дизельним двигуном зображено у табл. 3.

Зокрема, викиди оксиду вуглецю зменшилися до 50%, оксиду азоту до – 99%, вуглеводнів – до 44%, сірчаного газу – до 76%, оксиду сірки – до 90%, сажі – до 46%.

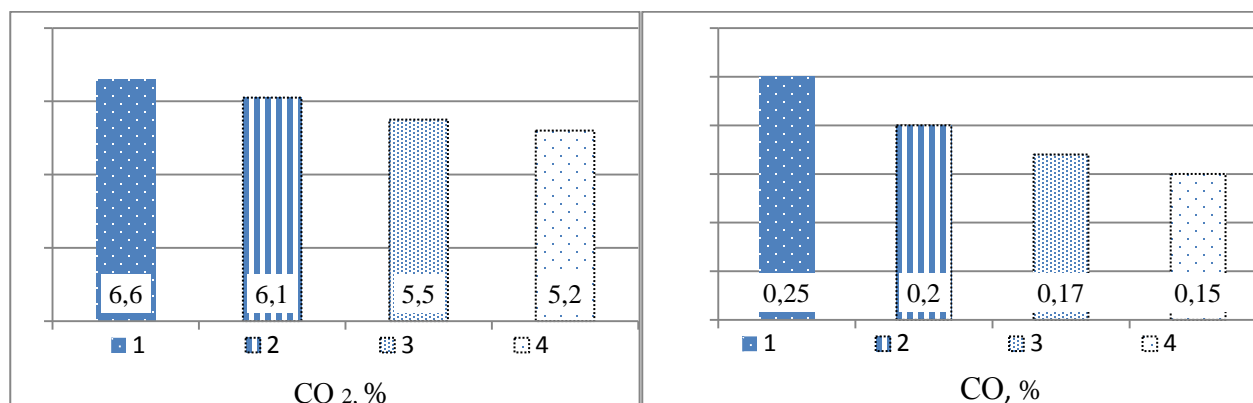
Таблиця 3

**Склад відпрацьованих газів автомобілів**

Забруднююча речовина	Бензиновий двигун	Дизельний двигун	Біодизель
Вуглекислий газ, %	5,0 – 12,0	1,0 – 10,0	
Діоксид вуглецю, %	5,0 – 14,0	1,0 – 12,0	
Оксид вуглецю, %	0,1 – 10,0	0,01 – 0,3	0,005 – 0,14
Оксид азоту, %	0,1 – 0,5	0,001 – 0,4	0,0012 – 0,0043
Альдегіди, %	0 – 0,2	0 – 0,009	-
Вуглеводні, %	0,2 – 3,0	0,01 – 0,5	0,006 – 0,28
Сірчаний газ, %	0 – 0,002	0 – 0,03	0 – 0,007
Оксид сірки, %	0 – 0,003	0 – 0,015	0 – 0,0015
Свинець, мг/м <sup>3</sup>	0 – 60,0	-	-
Сажа, г/м <sup>3</sup>	0 – 0,4	0,01 – 1,1	0,006 – 0,6
Бенз(а)пірен, г/м <sup>3</sup>	до 0,00002	до 0,00001	-

Джерело: сформовано на основі [12, 13].

За результатами наших досліджень на рисунку 1 наведено середні значення викидів діоксиду та оксиду вуглецю за цикл випробувань з різними видами біопалив та мінеральним дизельним паливом. Із рисунка 1 видно, що під час роботи дизеля на мінеральному паливі та різних типах біопалива зменшуються викиди CO<sub>2</sub> і CO від 6,6% до 5,2% та від 0,25% до 0,15%. Найнижчі показники емісії діоксиду та оксиду вуглецю було отримано на біопаливі із високоолеїнового соняшнику.



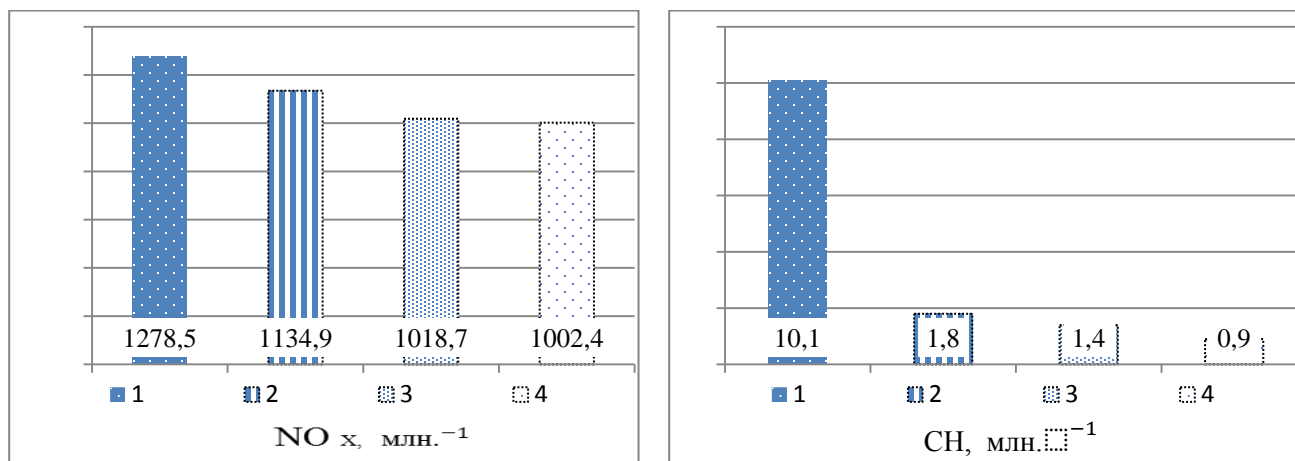
1 – дизельне паливо; 2 – соєва олія; 3 – ріпакова олія, 4 – високоолеїновий соняшник.

**Рис. 1 Середні значення викидів діоксиду та оксиду вуглецю за цикл випробувань з різними видами біопалив та мінеральним дизельним паливом**

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Вищими ці показники були на біодизелі із ріпакової та соєвої олії.

На добру якість перебігу процесу у камері згорання працюючого на різних типах біопалива вказує зниження викидів оксидів азоту, яке сягає 2,5% на біодизелі із високоолеїнового соняшника (рис. 2). Це саме стосується викидів незгорілих фрагментів молекул (СН) на різних типах біопалива порівняно з роботою на мінеральному дизпаливі, де викиди вуглеводневих фрагментів практично відсутні.

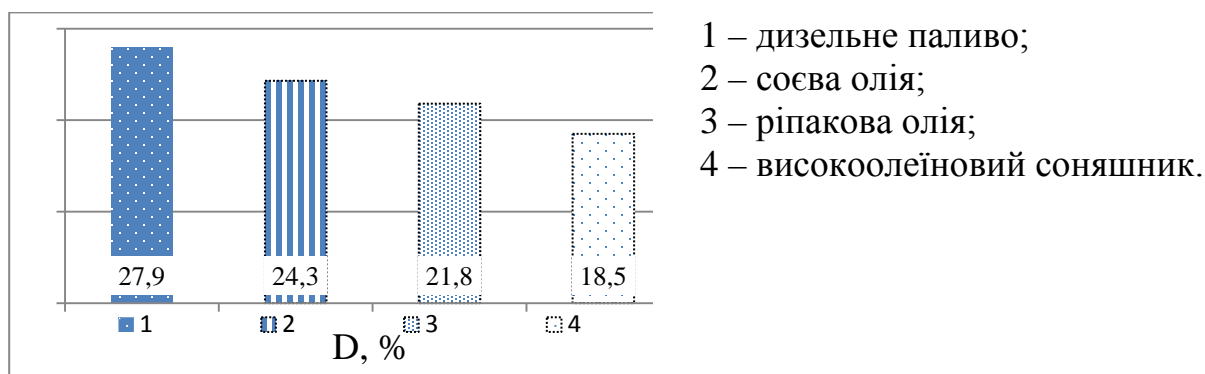


1 – дизельне паливо; 2 – соєва олія; 3 – ріпакова олія, 4 – високоолеїновий соняшник.

**Рис. 2 Середні значення викидів токсичних компонентів за цикл випробувань з різними видами біопалив та мінеральним дизельним паливом**

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

При роботі двигуна на різних типах біодизеля спостерігається зменшення димності відпрацьованих газів (рис. 3), найнижчі показники встановлено для високо олеїнового соняшника: зниження димності порівняно із мінеральним



**Рис. 3 Середні значення димності відпрацьованих газів за цикл випробувань з різними видами біопалив та мінеральним дизельним паливом**

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

дизельним паливом на 34%, менше зниження спостерігалось на біодизелі ріпакової олії – 22% та соєвої олії – 13%.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Під час роботи дизеля на мінеральному паливі та різних типах біопалива зменшуються викиди CO<sub>2</sub> і CO від 6,6% до 5,2% та від 0,25 до 0,15%. Найнижчі показники емісії діоксиду та оксиду вуглецю було отримано на біопаливі із високоолеїнового соняшнику. Вищими ці показники були на біодизелі із ріпакової та соєвої олії. На добру якість перебігу процесу в камері згорання працюючого на різних типах біопалива вказує зниження викидів оксидів азоту, яке сягає 2,5% на біодизелі із високоолеїнового соняшника. Це саме стосується викидів незгорілих фрагментів молекул (СН) на різних типах біопалива, у порівнянні із роботою на мінеральному дизпаливі, де викиди вуглеводневих фрагментів практично відсутні.

### Список використаної літератури

1. Патриляк К.І., Патриляк Л.К., Охріменко М.В. Біодизельне паливо на основі етанолу та соняшникової олії. *Каталіз и нефтехимия*. 2012. № 21. С. 100-103.
2. Кофанова О.В. Еколого-економічні засади мінімізації впливу автотранспорту на зміну клімату на планеті. Наукові записки Національного університету «Острозька академія». 2015. Вип. 28. С. 19-22.
3. Методика определения предотвращенного экологического ущерба . М.: Госкомэкологии РФ, 1999. -150 с.
4. Вороновський І.Б. Екологічний аспект використання біопалива сільськогосподарською технікою. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 18. Т.5. С. 70-75.
5. Войтов В.А., Даценко М.С., Карнаух М.В. Техніко-експлуатаційні та екологічні показники дизельних двигунів при застосуванні біодизеля. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2010. Вип. 7. С. 203-215.
6. Калетнік Г.М. Розвиток ринку біопалив в Україні: Монографія. / Г.М. Калетнік. К: “Аграрна наука”, 2008. 464 с.
7. ГОСТ 17.2.2.02-98. Атмосфера. Нормы и методы определения дымности отработавших газов дизелей, тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин.
8. ДСТУ 4276:2004. Норми і методи вимірювання димності відпрацьованих газів автомобілів з дизелями або газодизелями.
9. ГОСТ 24585-81. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы определения.
10. Гелетуха Г. Г., Железная Т. А. Место биоэнергетики в проекте обновленной энергетической стратегии Украины до 2030 года. [Ин-т технич. теплофизики НАН Украины]. *Пром. Теплотехника*. 2013. Т.35. № 2. С. 64-70.

11. Моторні біопалива – енергонезалежність та точка росту Української економіки. URL:<https://www.google.com.ua/search?q>.

12. Войцицький А.П., Дубровський В.П., Боголюбов В.М. Техноекологія. К: Аграрна освіта, 2009. 533 с.

13. Біодизель. URL: <http://rea.org.ua/dieret/Fuels/biodiesel.html>.

### Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Patrylyak K.I., Patrylyak L.K., Oхrimenko M.V. (2012). Biodyzelne palyvo na osnovi etanolu ta sonyashny kovoyi oliyi [Biodiesel fuel based on ethanol and sunflower oil] *Katalyzy neftekhymyya – Catalysis and petrochemistry*. 21, 100-103. [in Ukrainian].

2. Kofanova O.V. (2015). Ekologo-ekonomichni zasady minimizaciyi vplyvu avtotransportu na zminu klimatu na planeti [Ecological and economic principles of minimizing the impact of vehicles on climate change on the planet]. *Naukovi zapysky Nacionalnogo universytetu «Ostrozka akademiya» – Scientific notes of the National University "Ostroh Academy". Issue 28, 19-22.* [in Ukrainian].

3. Metodyka opredelenyya predotvrashhennogo ekologicheskogo ushherba (1999). [Method of determination of prevented ecological damage]. Moskva.: Goskomekologyy RF. [in Russian].

4. Voronovskiy I.B. (2012). Ekologichnyj aspekt vykorystannya biopalyva silskogospodarskoyu tekhnikoyu. [Ecological aspect of biofuel use by agricultural machinery]. *Tavrijskij naukovyj visnyk – Taurian scientific bulletin. Issue 18, 70-75.* [in Ukrainian].

5. Vojtov V.A., Dacenko M.S., Karnaux M.V. (2010). Texniko-ekspluatacijni ta ekologichni pokaznyky dyzelnyx dvyguniv pry zastosuvanni biodyzelya. [Operational and environmental performance of diesel engines when using biodiesel]. *Visnyk CzNZ APV Xarkivskoyi oblasti – Bulletin of the Central Scientific Research Center of the Kharkiv region. Issue 7, 203-215.* [in Ukrainian].

6. Kaletnik G.M. Rozvytok rynku biopalyv v Ukrayini: Monografiya. [Development of Biofuels Market in Ukraine: Monograph]. / G.M. Kaletnik. Kyiv: “Agrarna nauka”. [in Ukrainian].

7. GOST 17.2.2.02-98. Atmosfera. Normy y metody opredelenyya dymnosti otrabotavshyx gazov dyzelej, traktorov y samohodnyx selskoxozyajstvennyx mashyn [Atmosphere. Standards and methods for determining the smoke of exhaust gases of diesel engines, tractors and self-propelled agricultural machines]. Minsk. [in Belarus].

8. DSTU 4276:2004. Normy i metody vymiryuvannya dymnosti vidpracovanyx gaziv avtomobiliv z dyzelyamy abo gazody zelyamy [Standards and methods of measuring the smoke of exhaust gases of cars with diesel engines or gas dischargers]. [in Ukrainian].

9. GOST 24585-81. Выбросы вредных веществ с отработавшим газом. Normy y metody opredelenyya [Emissions of hazardous substances with exhaust gases. Standards and methods of determination]. Moskva: Nauka. [in Russian].

10. Geletuxa G. G., Zheleznaya T. A. (2013). Mesto byoэnergetyky v proekte obnovlennoj эnergetycheskoj strategyy Украйны до 2030 goda [The place of bioenergy in the project of the renewed energy strategy of Ukraine until 2030]. [Yn-t texnych. teplofyzыky NAN Украйны]. *Prom. Teplotexnyka – Prom Heat engineering*. Vol.35. 2, 64-70. [in Ukrainian].

11. Motorni biopalyva – energonezalezhnist ta tochka rostu Украйны koyi ekonomiky [Motor biofuels are energy independence and the point of growth of the Ukrainian economy]. URL :<https://www.google.com.ua/search?q>. [in Ukrainian].

12. Vojcyczkyj A.P., Dubrovskyj V.P., Bogolyubov V.M. (2009). *Texnoekologiya [Technoecology]*. Kyiv: Agrarna osvita. [in Ukrainian].

13. Biodyzel [Biodiesel]. URL: <http://rea.org.ua/dieret/Fuels/biodiesel.html>. [in Ukrainian].

### **АННОТАЦИЯ ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОДИЗЕЛЯ**

*В статье приведены результаты экологических показателей дизельного двигателя при работе на различных типах биодизеля, изготовленных на базе рапсового, соевого и высокоолеинового подсолнечного масла. По полученным результатам исследований установлено, что во время работы дизеля на различных типах биодизеля по сравнению с дизельным топливом наблюдается снижение выбросов оксида и диоксида углерода (CO и CO<sub>2</sub>), а также уровня выбросов оксидов азота, несгоревших фрагментов молекул (CH) и уменьшение дымности отработанных газов. Учитывая экологические показатели, полученные различные типы биодизеля не требуют корректировок по настройке топливной системы двигателя.*

*Во время работы дизеля на минеральном топливе и различных типах биотоплива уменьшаются выбросы CO<sub>2</sub> и CO от 6,6% до 5,2% и от 0,25% до 0,15%. Самые низкие показатели эмиссии диоксида и оксида углерода были получены на биотопливе из высокоолеинового подсолнечника. Выше эти показатели были на биодизеле из рапсового и соевого масла. На хорошее качество течения процесса в камере сгорания работающего двигателя на различных типах биотоплива указывает снижение выбросов оксидов азота, которое достигает 2,5% на биодизеле из высокоолеинового подсолнечника. Это касается выбросов несгоревших фрагментов молекул (CH) на различных типах биотоплива по сравнению с работой на минеральном дизтопливе, где выбросы углеводородных фрагментов практически отсутствуют.*

**Ключевые слова:** биотопливо, биодизель, подсолнечное масло, соевое масло, рапсовое масло, монооксид и диоксид углерода.

**Табл.3. Рис.3. Лит. 13.**



## **ANNOTATION**

### **EFFECT OF ENVIRONMENTAL INDICATORS OF WORK OF DIESEL ENGINES WHEN USING BIODIESEL**

*The article presents the results of the environmental performance of a diesel engine when operating on various types of biodiesel made on the basis of rapeseed, soybean and high-viscose sunflower oil. According to the obtained research results, it was found that during diesel operation at various types of biodiesel compared with diesel fuel, there is a decrease in emissions of carbon monoxide and carbon dioxide (CO and CO<sub>2</sub>), as well as emissions of nitrogen oxides, unburned molecular fragments (CH) and a decrease in smoke gases. Given the environmental performance, the various types of biodiesel produced do not require adjustments to adjust the engine fuel system.*

*During diesel engine operation on mineral fuels and various types of biofuels, CO<sub>2</sub> and CO emissions are reduced from 6.6% to 5.2% and from 0.25 to 0.15%. The lowest emissions of dioxide and carbon monoxide were obtained on biofuel from a high-oleic sunflower. Above these figures were biodiesel from rapeseed and soybean oil. The good quality of the process in the combustion chamber working on various types of biofuels indicates a significant reduction in emissions of nitrogen oxides, which reaches 2.5% on biodiesel from high-viscosity sunflower. This concerns emissions of unburned fragments of molecules (CH) on various types of biofuels compared with when working on mineral diesel, where emissions of hydrocarbon fragments are almost absent.*

**Keywords:** *biofuel, biodiesel, sunflower oil, soybean oil, rapeseed oil, monoxide and carbon dioxide.*

**Табл. 3. Fig. 3. Lit. 13.**

### **Інформація про авторів**

**Мазур Віктор Анатолійович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур, ректор Вінницького національного аграрного університету, віце-президент ННБК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум» (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3).

**Мамалига Василь Степанович** – кандидат біол. наук, проф. кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3).

**Поліщук Іван Семенович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, завідувач кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3. e-mail: ivpolisuk@ukr.net).

**Мазур Олександр Васильович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3. e-mail: selection@vsau.vin.ua).

**Мазур Віктор Анатольевич** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур,

ректор Винницького національного аграрного університету, вице-президент УНПК «Всеукраїнський научно-учебний консорціум» (21008, г.. Винница, ул. Солнечная, 3).

**Мамалыга Василий Степанович** – кандидат биол. наук, проф. кафедры ботаники, генетики и защиты растений Винницького національного аграрного університету (21008, г.. Винница, ул. Солнечная, 3).

**Полищук Иван Семенович** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой растениеводства, селекции и биоэнергетических культур Винницького національного аграрного університету (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3 e-mail: iv.polishuk@yandex.ru).

**Мазур Александр Васильевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, селекции и биоэнергетических культур Винницького національного аграрного університету (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3 e-mail: selection@vsau.vin.ua)

**Mazur Viktor Anatoliyovych** – Cand. of Agricultural Sciences, Associate Professor of the department of plant production, selection and bioenergetic cultures, rector of the Vinnytsia National Agrarian University, vice-president of the All-Ukrainian scientific-training consortium (21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3).

**Mamaliga Vasyl Stepanovich** – Cand. biology Sciences, prof. Department of Botany, Genetics and Plant Protection of Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3).

**Polishchuk Ivan Semenovich** – Cand. of Agricultural Sciences, Associate Professor, head of the department of plant production, selection and bioenergetic cultures of the Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3, e-mail: iv.polishuk@yandex.ru)

**Mazur Aleksandr Vasylovych** – Cand. of Agricultural Sciences, Associate Professor of the department of plant production, selection and bioenergetic cultures of the Vinnytsia national agrarian university (21008, Vinnytsia, 21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3, e-mail: vd@vsau.vin.ua).