

ПОЛІПШЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ВИКОРИСТАННЯМ ДИЗЕЛЬНИХ БІОПАЛИВ З РОСЛИННОЇ ТА УТИЛІЗОВАНОЇ ТВАРИННОЇ СИРОВИНИ

IMPROVEMENT OF VEHICLE INDICATORS USING DIESEL BIOFUELS FROM VEGETABLE AND DISPOSED ANIMAL RAW MATERIALS



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

<https://orcid.org/0000-0002-7309-8200>



Сімоненко Віталій Васильович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри дорожніх машин, e-mail: v.simonenko@ntu.edu.ua, тел.: +380999262767, Україна, 01010, Київ, вул. Омеляновича–Павленка 1, номер

<https://orcid.org/0000-0002-7556-069X>.



Бугрик Олексій Вікторович, Державне підприємство «Державний автотранспортний науково-дослідний та проектний інститут», науковий співробітник, e-mail: bugrik_a@i.ua, тел.: +380991595157, Україна, 03113, м. Київ, проспект Перемоги, 57, номер

<https://orcid.org/0000-0003-4581-3294>

Анотація. Дизельне біопаливо має низку переваг в порівнянні з традиційним дизельним паливом: є відновлюваним джерелом енергії; майже не містить сірки та поліциклічних ароматичних вуглеводнів; при використанні такого палива знижується загальний вихід шкідливих речовин з відпрацьованими газами та зменшується гострота проблем, пов'язаних з парниковим ефектом, оскільки в процесі згоряння палив рослинного походження вивільнюється та кількість теплоти, що була поглинена рослинами в процесі зростання. Вирішенням питання зменшення споживання дизельного палива може стати переведення на дизельне біопаливо (метилові ефіри ріпакової олії) парку автомобілів та міських автобусів, які є одними з основних споживачів традиційного дизельного палива та джерелом забруднення атмосфери в містах України. Крім того, розширити сировинну базу дизельних біопалив можна шляхом раціональної утилізації або повторного використання відходів виробництва. Цей напрям запобігає забрудненню довкілля, зменшує собівартість біопалив, розширює сировинну базу виробництва моторних палив та підвищує їх енергетичну ефективність використання.

Ключові слова: дизельне біопаливо, ріпакова олія, викиди шкідливих речовин, експериментальні дослідження, утилізовані відходи продовольчих жирів.

Вступ. На сьогоднішній день велика частина моторних палив виготовляється з невідновлюваних корисних копалин нафтового походження. Серед різних видів транспорту її частка особливо велика в автотранспорті, на потреби якого витрачається більше 50% від загальної кількості видобутої сировини. Серед усіх видів наземного та водного транспорту близько 64% моторних палив, що витрачаються, припадає на легкові та вантажні автомобілі, а також автобуси (до 18%) (рис. 1) [1].

Особливе місце серед двигунів внутрішнього згоряння посідають дизелі, які встановлюються на переважній більшості сільськогосподарських, дорожньо-будівельних машин та вантажних автомобілів. Незважаючи на світову тенденцію до зниження випуску автомобілів з дизелем, найближчим часом вони збережуть широке використання, що зумовлює актуальність досліджень, проведених в Національному транспортному університеті (м. Київ, Україна) та присвячених проблемі використання в дизелі альтернативних палив.

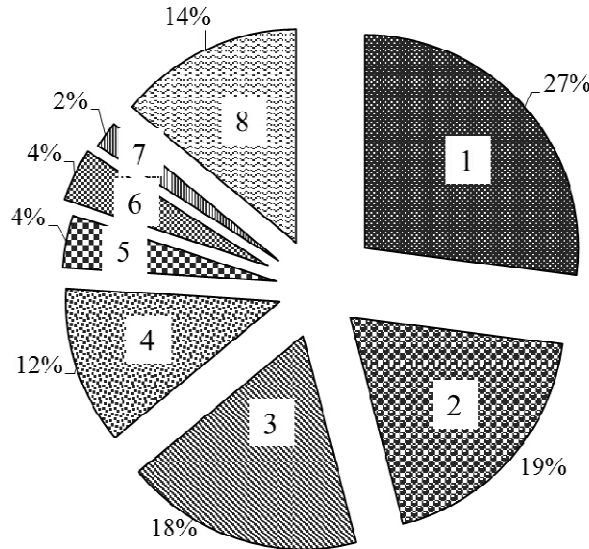


Рисунок 1 – Витрата моторного палива по категоріям споживачів: 1 – легкові автомобілі; 2 – вантажні автомобілі; 3 – автобуси; 4 – сільське господарство; 5 – житлово-комунальне господарство; 6 – залізничний транспорт; 7 – водний транспорт; 8 – інші споживачі

Figure 1 – Consumption of motor fuel by categories of consumers: 1 - cars; 2 - trucks; 3 - buses; 4 - agriculture; 5 - housing and communal services; 6 - railway transport; 7 - water transport; 8 - other consumers

Основна частина. Необхідність використання альтернативних палив викликана двома глобальними проблемами: світовим дефіцитом нафти та забрудненням довкілля [2].

Інтенсивне вичерпання викопних джерел енергії тягне за собою загострення міжнародних конфліктів. В той же час викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами двигунів внутрішнього згорання негативно впливають на організм людини, а також на навколишнє середовище в цілому. Тому заміна традиційних нафтових палив альтернативними джерелами енергії може значно зменшити теплове забруднення атмосфери внаслідок «парникового» ефекту, знизити кількість кислотних дощів, фотохімічний смог тощо.

Обмежені сировинні енергетичні ресурси та високий рівень забруднення довкілля потребує пошуку нових альтернативних джерел енергії. Частковою заміною паливам нафтового походження можуть бути палива з відновлюваної сировини.

Сучасні технології виготовлення дизельного біопалива забезпечують фізико-хімічні властивості, близькі до властивостей традиційного дизельного палива, що дозволяє його використання без внесення змін в конструкцію дизелів.

Враховуючи сприятливі аграрні умови в Україні та особливості процесу виробництва дизельного біопалива, доцільно виготовляти та використовувати паливо на основі ріпакової олії (дизельне біопаливо).

Для проведення експериментальних досліджень в Національному транспортному університеті в лабораторії кафедри «Двигуни і теплотехніка» була створена установка [3], 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 балансиної електромашини АКБ 82-4. Крім того, установка обладнана апаратурою, яка дозволяє визначити зміну екологічних показників дизеля оцінкою вмісту токсичних компонентів у відпрацьованих газах дизеля, таких як CO , C_mH_n , NO_x і сажі.

За результатами моторних досліджень отримано низку навантажувальних та швидкісних характеристик дизеля 4Ч11,0/12,5 (Д-241), що працює на традиційному нафтовому паливі марки метиловому ефірі ріпакової олії від двох різних виробників.

Навантажувальні характеристики визначалися згідно з вимогами ГОСТ 18509-88 [4] 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 $G_{\text{пал}}$ і повітря $G_{\text{пов}}$, концентрації шкідливих речовин (CO , $C_m H_n$, NO_x – ГОСТ 17.2.2.05-86 [9]) і димність відпрацьованих газів K – ГОСТ 17.2.2.02-86/

Для прикладу, на рис. 2 наведено навантажувальні характеристики при роботі дизеля на різних зразках палива та частоті обертання $n_d = 1600$ хв⁻¹.

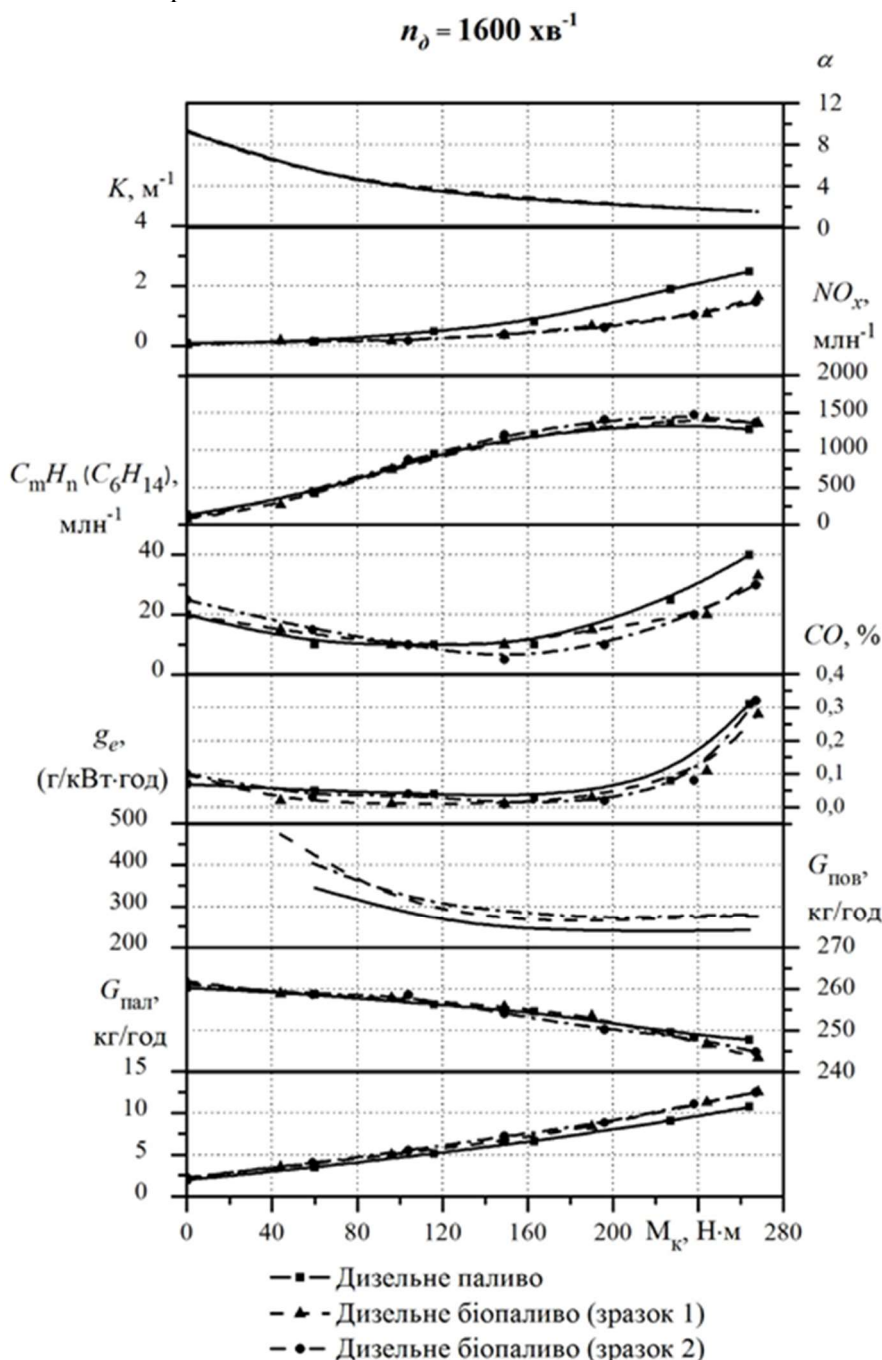


Рисунок 2 – Навантажувальні характеристики дизеля 4Ч11,0/12,5

Figure 2 – Diesel load characteristics

Як видно з характеристик, робота двигуна на дизельному біопаливі представлених зразків супроводжується зростанням годинної та питомої витрат палива в середньому на 12%. При цьому концентрації оксидів азоту NO_x , збільшуються в залежності від навантаження дизеля: при малих навантаженнях вони є нижчими (на 3%), ніж при роботі на традиційному дизельному паливі, а при збільшенні навантаження – вищі (до 7%). Водночас спостерігається значне зниження димності відпрацьованих газів (майже до 34%).

Концентрації оксидів вуглецю CO та вуглеводнів C_mH_n також змінюються в залежності від навантаження дизеля, причому зі збільшенням навантаження концентрації CO та C_mH_n є нижчими, в порівнянні з традиційним дизельним паливом.

Загалом, екологічні показники двигуна при роботі на метилових ефірах ріпакової олії змінюються наступним чином:

- в широких межах швидкісних і навантажувальних режимів спостерігається зростання годинної та питомої витрат палива в середньому на 11...16%;
- концентрації оксидів вуглецю CO та вуглеводнів C_mH_n змінюються в залежності від навантаження дизеля, причому зі збільшенням навантаження концентрації CO та C_mH_n є нижчими, в порівнянні з традиційним дизельним паливом, на 3% та 23% відповідно;
- концентрації оксидів азоту NO_x підвищуються на 7...9% в порівнянні з дизельним паливом на всіх швидкісних та навантажувальних режимах;
- димність відпрацьованих газів дизеля при роботі на дизельному біопаливі знижується на всіх швидкісних та навантажувальних режимах. Максимальне зниження димності відпрацьованих газів (до 35...42%) досягається при максимальному навантаженні.

В результаті проведених стендових випробувань та аналізу отриманих характеристик встановлено, що при використанні обох зразків метилових ефірів ріпакової олії (МЕРО) спостерігається поліпшення екологічних показників роботи дизелів при деякому зростанні витрати палива.

Враховуючи фізико-хімічні властивості біопалив та схожий характер знятих характеристик, можна стверджувати можливість використання МЕРО як самостійного палива, зменшуючи споживання палив нафтового походження [5].

Крім того, розширити сировинну базу дизельних біопалив можна шляхом раціональної утилізації або повторного використання відходів виробництв. Цей напрям запобігає забрудненню довкілля, зменшує собівартість біопалив, розширює сировинну базу виробництва моторних палив та підвищує їх енергетичну ефективність використання.

Найменшу собівартість мають біопалива, отримані з рослинних олій та жирів, які підлягають подальшій утилізації. Прикладом такої альтернативної сировини може бути технічний курячий жир, який є продуктом переробки жиромісних відходів птахопереробних підприємств. Вартість такої сировини в декілька разів менше від олій рослинного походження.

Для використання дизельних біопалив на автомобільному транспорті, що знаходиться в експлуатації, необхідно адаптувати їх фізико-хімічні властивості до паливної апаратури дизелів.

Дослідженнями, наведеними в роботі [6], встановлено, що при живленні сумішним дизельним біопаливом з використанням метилових естерів жирних кислот, отриманих з утилізованих олив і жирів, робота дизеля характеризується найвищим загальним коефіцієнтом корисної дії з урахуванням витрат на виробництво.

За результатами досліджень, проведених в Національному транспортному університеті [7], визначено, що саме використання дизельного біопалива, як моторного палива для міського транспорту є одним з найбільш ефективних заходів поліпшення паливної економічності і зниження токсичності відпрацьованих газів.

Науковцями лабораторії використання палив та екології Державного підприємства «Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут» проведено експериментальні випробування заміру димності відпрацьованих газів відповідно до правил ЄЕК 24 автомобіля Ford Transit за роботи на дизельному паливі та сумішах дизельного і біодизельного палив на основі метилового ефіру курячого жиру (МЕКЖ). Під час проведення випробувань були використані такі дослідні зразки палива:

- Дизельне паливо;
- Суміш 90% ДП та 10% МЕКЖ;
- Суміш 80% ДП та 20% МЕКЖ;
- Суміш 70% ДП та 30% МЕКЖ.

Результати визначення димності відпрацьованих газів дизеля в режимі вільного прискорення наведено в таблиці 1.

Таблиця 1- Значення димності відпрацьованих газів дизеля в режимі вільного прискорення
 Table 1- The value of the smoke of the exhaust gases of the diesel in the mode of free acceleration

Паливо	Дизельне паливо(ДП)	90%ДП+10% МЕКЖ	80%ДП+20% МЕКЖ	70%ДП+30% МЕКЖ
Димність відпрацьованих газів (лінійний показник поглинання N),%	45,8	20,8	17,0	20,0
Димність відпрацьованих газів (натуральний показник поглинання K), м ⁻¹	1,424	0,542	0,433	0,519

Кращі показники димності в режимі вільного прискорення суміші яка складається з 80% ДП та 20% МЕКЖ пояснюється тим що температура палива, яка замірялась знаходилась в межах 55-60°C, а при таких значеннях температури відбувається прискорення процесу естерифікації, тобто вільні жирні кислоти швидше вступають в хімічну реакцію, утворюючи біопаливо.

Висновки. В результаті проведених випробувань та аналізу отриманих характеристик встановлено, що при використанні обох зразків метилових ефірів ріпакової олії спостерігається поліпшення екологічних показників роботи дизелів при деякому зростанні витрати палива. Враховуючи фізико-хімічні властивості біопалив та схожий характер знятих характеристик, можна стверджувати можливість використання МЕРО як самостійного палива, зменшуючи при цьому споживання палив нафтового походження. Крім того, розширити сировинну базу дизельних біопалив можна шляхом раціональної утилізації або повторного використання відходів виробництв. Цей напрям також запобігає забрудненню довкілля, зменшує собівартість біопалив, розширює сировинну базу виробництва моторних палив та підвищує їх енергетичну ефективність використання.

Перелік посилань

1. Девянин С.Н. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей / С.Н. Девянин, В.А. Марков, В.Г. Семенов. – Х: Новое слово, 2007. – 452 с. – ISBN 978-966-2046-05-2.
2. Ковбасенко С.В. Шляхи покращення показників двигунів дорожньо-транспортних засобів / С.В. Ковбасенко, В.В. Сімоненко // 63 науково-практична конференція науково-педагогічних працівників, аспірантів, студентів та структурних підрозділів університету. // Тези доповідей. - К.: НТУ, 2007. – С. 17-18.
3. Ковбасенко С.В. Моторні дослідження показників дизеля при роботі на дизельному біопаливі / С.В. Ковбасенко, В.В. Сімоненко // Вісник національного транспортного університету. – К: НТУ, 2015. – Випуск 1 (31). – с.255 – 262.
4. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний: ГОСТ 18509 – 88. – [введен с 01.01.1990]. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 77 с.
5. Ковбасенко С. Порівняння показників дизеля міського автобуса при роботі на різних видах палива / С. Ковбасенко, В. Сімоненко // Systemy i środki transportu samochodowego. Wybrane zagadnienia / pod redakcją naukową Kazimierza Lejdy Monografia nr 6 ; Seria: Transport ; Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza. – Rzeszów : 2015. – С. 171–176.
6. Говорун А.Г. Улучшение энергетических и экологических показателей работы дизелей путем применения трехкомпонентных смесевых биодизельных топлив/ А.Г. Говорун, М.В. Павловский//Вісник Севастопольського технічного університету. – 2011. – №122.- с. 158-161.
7. Говорун А.Г. Розширення паливної бази двигунів колісних транспортних засобів використанням біодизельних палив, отримуваних утилізацією відходів харчової промисловості/ А.Г. Говорун, Л.П. Мерзиевська, М.В. Павловский, О.В. Бугрик//Вісник НТУ. – 2016. – №1934).- с. 96-104.

IMPROVEMENT OF VEHICLE INDICATORS USING DIESEL BIOFUELS FROM VEGETABLE AND DISPOSED ANIMAL RAW MATERIALS

Kovbasenko Serhii Volodymyrovych, PhD, associate professor, National Transport University, associate professor of the department of road machines, e-mail: s-kov@ukr.net, tel.: +380503539600, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovicha–Pavlenko str., 1, <https://orcid.org/0000-0002-7309-8200>

Simonenko Vitalii Vasylovych, PhD, associate professor, National Transport University, associate professor of the department of road machines, e-mail: v.simonenko@ntu.edu.ua, tel.: +380999262767, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovicha–Pavlenko str., 1, <https://orcid.org/0000-0002-7556-069X>.

Buhryk Oleksii Viktorovych, State Enterprise "State Motor Transport Research and Design Institute", researcher, e-mail: bugrik_a@i.ua, tel.: +380991595157, Ukraine, 03113, Kyiv, 57 Peremohy Avenue, <https://orcid.org/0000-0003-4581-3294>

Abstract. Diesel biofuel has a number of advantages over traditional diesel fuel: it is a renewable energy source; contains almost no sulfur and polycyclic aromatic hydrocarbons; The use of such fuel reduces the overall yield of harmful substances from the exhaust gases and reduces the severity of problems associated with the greenhouse effect, because in the process of combustion of fuels of plant origin and releases the amount of heat absorbed by plants during growth. A partial solution to these problems may be the transition to diesel biofuel (rapeseed oil methyl esters) fleet of city buses, which are one of the main consumers of traditional diesel fuel and a source of air pollution in Ukrainian cities. In addition, the raw material base of diesel biofuels can be expanded by rational utilization or reuse of industrial waste. This direction prevents environmental pollution, reduces the cost of biofuels, expands the raw material base for the production of motor fuels and increases their energy efficiency.

Key words: diesel biofuel, rapeseed oil, emissions of harmful substances, experimental studies, recycled food waste.

References

1. Devianyn S.N. Rastytelnye masla y toplyva na ykh osnove dlia dyzelnykh dvyhatelei / S.N. Devianyn, V.A. Markov, V.H. Semenov. – Kh: Novoe slovo, 2007. – 452 s. – ISBN 978-966-2046-05-2.
2. Kovbasenko S.V. Shliakhy pokrashchennia pokaznykiv dvyhuniv dorozhno-transportnykh zasobiv / S.V. Kovbasenko, V.V. Simonenko // 63 naukovopraktychna konferentsiia naukovopedagogichnykh pratsivnykiv, aspirantiv, studentiv ta strukturnykh pidrozdiliv universytetu. // Tezy dopovidei. - K.: NTU, 2007. – S. 17-18.
3. Kovbasenko S.V. Motorni doslidzhennia pokaznykiv dyzelia pry roboti na dyzelnomu biopalyvi / S.V. Kovbasenko, V.V. Simonenko // Visnyk natsionalnoho transportnoho universytetu. – K: NTU, 2015. – Vypusk 1 (31). – s.255 – 262.
4. Dyzyly traktornyye y kombainovyye. Metody stendovyykh uspytaniy: HOST 18509 – 88. – [vveden s 01.01.1990]. – M.: Yzd-vo standartov, 1988. – 77 s.
5. Kovbasenko S. Porivniannia pokaznykiv dyzelia miskoho avtobusa pry roboti na riznykh vydakh palyva / S. Kovbasenko, V. Simonenko // Systemy i srodki transportu samochodowego. Wybrane zagadnienia / pod redakcją naukową Kazimierza Lejdy Monografia nr 6 ; Seria: Transport ; Politechnika Rydyowska im. Ignacego Łukasiewicza. – Rzeszów : 2015. – S. 171–176.
6. Hovorun A.H. Uluchshenye enerheticheskyykh y ekolohicheskyykh pokazatelei raboty dyzelei putem prymenyatiyekomponentnykh smesevyykh byodyzelnykh toplyv/ A.H. Hovorun, M.V. Pavlovskiy//Visnyk Sevastopolskoho tekhnichnoho universytetu. – 2011. – №122.- s. 158-161.
7. Hovorun A.H. Rozshyrennia palyvnoi bazy dvyhuniv kolisnykh transportnykh zasobiv vykorystanniam biodyzelnykh palyv, otrymuvanykh utylizatsiieiu vidkhodiv kharchovoi promyslovosti/ A.H. Hovorun, L.P. Merzhyievska, M.V. Pavlovskiy, O.V. Buhryk//Visnyk NTU. – 2016. – №1934).- s. 96-104.