

УДК 621.436:665.75
UDC 621.436:665.75

ВПЛИВ МАСИ ВАНТАЖУ НА ВИТРАТУ ПАЛИВА ТА ВИКИДИ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН ВАНТАЖНИМ АВТОМОБІЛЕМ ПРИ РУСІ НА БІОДИЗЕЛЬНОМУ ПАЛИВІ

Корпач А.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Левківський О.О., Публічне акціонерне товариство «Київське автотранспортне підприємство
«Укрпродконтракт», Київ, Україна

EFFECT OF LOAD MASS ON FUEL CONSUMPTION AND HARMFUL EMISSIONS OF TRUCKS OPERATING ON BIODIESEL

Korpach A.O., candidate of technical sciences, National transport university, Kyiv, Ukraine
Levkivskyy O.O., Public joint stock company «Kyiv autotransport enterprise «Ukrprodkontrakt»,
Kyiv, Ukraine

ВЛИЯНИЕ МАССЫ ГРУЗА НА РАСХОД ТОПЛИВА И ВЫБРОСЫ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ГРУЗОВЫМ АВТОМОБИЛЕМ ПРИ ДВИЖЕНИИ НА БИОДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ

Корпач А.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина
Левковский А.А., Публичное акционерное общество «Киевское автотранспортное предприятие
«Укрпродконтракт», Киев, Украина

Вступ. Один з основних напрямків зниження об'ємів споживання палив нафтового походження і покращення екологічних показників автомобільних двигунів внутрішнього згорання реалізується шляхом використання альтернативних палив. Актуальність даної задачі обумовлена поступовим виснаженням світових запасів нафти та постійним підвищенням вимог, що до токсичності відпрацьованих газів автомобільних двигунів у зв'язку зі значним забрудненням навколишнього середовища шкідливими речовинами та парниковими газами.

Перспективними вважаються альтернативні палива виготовлені на основі рослинних олій та спиртів. Для автомобільних дизелів, найбільшого поширення одержало біодизельне паливо яке виготовляють з рослинних олій шляхом трансестерифікації [1]. До основних переваг біодизельного палива, в порівнянні з дизельним відносять: можливість виробництва з відновлюваних енергоресурсів; високий показник біологічної розчинності, низька емісія CO₂ в атмосферу, низький вміст сірки та поліциклічних ароматичних вуглеводнів [2].

Постановка проблеми. Порівняльні дослідження виконані при роботі автотракторних дизелів на дизельному та біодизельному паливах свідчать про зміну паливної економічності та токсичності відпрацьованих газів дизеля при переході з одного палива на інше [3, 4]. Також відрізняється закономірність зростання витрати палива та викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами при підвищенні навантаження на дизель, що працює на біодизельному паливі в порівнянні з дизельним. В умовах експлуатації навантаження на дизель значною мірою підвищується зі збільшенням маси вантажу, що перевозить автомобіль.

Таким чином на сьогоднішній день актуальні дослідження направлені на вивчення закономірностей зміни витрати палива та викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами дизеля вантажного автомобіля при роботі на біодизельному паливі в залежності від зміни завантаження автомобіля.

Мета роботи – Визначення витрати палива та викидів шкідливих речовин при русі вантажного автомобіля з вантажем різної маси в режимах міського їздового циклу у відповідності з регламентом ГОСТ 20306-90 при роботі дизеля на біодизельному паливі.

Об'єкт дослідження – Вантажний автомобіль ГАЗ-53-12 з дизелем 4Ч11,0/12,5 (Д-241).

Основна частина. Комплексне дослідження впливу маси вантажу на витрату палива та викиди шкідливих речовин дизелем вантажного автомобіля при русі на біодизельному паливі в режимах міського їздового циклу виконано шляхом математичного моделювання. Зміну режимів роботи дизеля та відповідну зміну режимів руху автомобіля, що задано операційною картою їздового циклу, описано рядом алгебраїчних та диференціальних рівнянь [5]. Для досліджень обрано фрагмент міського їздового циклу для вантажних автомобілів загальною масою понад 3,5 т згідно ГОСТ 20306-90 [6].

Паливно-економічні, екологічні та енергетичні характеристики дизеля при роботі на дизельному та біодизельному паливах в широкому діапазоні швидкісних та навантажувальних режимів описано за допомогою поліноміальних моделей, що одержані за результатами експериментальних стендових досліджень дизеля 4Ч11,0/12,5 (Д-241).

Достовірність результатів розрахунку на математичній моделі перевірено в ході дорожніх випробувань вантажного автомобіля ГАЗ-53-12 з дизелем 4Ч11,0/12,5 (Д-241) (рис. 1). В ході експериментальних досліджень визначалась витрата палива при русі вантажного автомобіля в режимах міського їздового циклом для автомобілів повною масою понад 3,5 т. Експериментальні дослідження виконано на прямолінійній ділянці шляху довжиною 1000 м. Випробувальні заїзди на дорозі здійснювались в протилежних напрямках, по два заїзди в кожному напрямку на дизельному та біодизельному паливі. Під час експериментальних досліджень автомобіль рухався з вантажем масою 2000 кг. Результати експериментальних досліджень наведено в табл. 1.

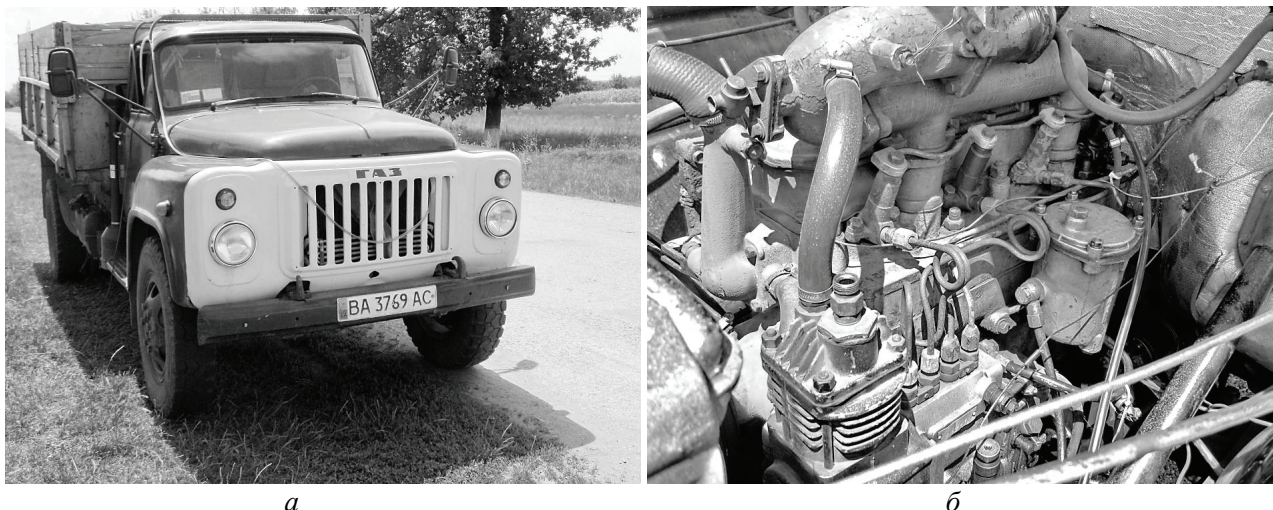


Рисунок 1 – Вантажний автомобіль ГАЗ-53-12 (а) з дизелем 4Ч11,0/12,5 (Д-241) (б)

За результатами експериментальних та розрахункових досліджень встановлено, що розбіжність результатів не перевищує 5%. Таким чином математичну модель можна вважати адекватною.

Таблиця 1 – Результати дорожніх випробувань вантажного автомобіля ГАЗ-53-12

Паливо	№ п/п	Час, с	Витрата палива, мл/км	Середній час, с	Середня витрата палива, мл/км	Середня витрата палива, кг/км	Середня витрата палива, МДж/км	Відносна похибка, %
Дизельне	1	131,25	200,00	133,81	199,50	0,166	7,063	3,07
	2	136,00	198,00					
	3	134,25	198,00					
	4	133,75	202,00					
Біодизельне	1	133,10	217,00	132,33	217,50	0,190	7,037	1,90
	2	129,50	219,00					
	3	132,50	218,00					
	4	134,20	216,00					

Методами математичного моделювання визначено динаміку підвищення витрати біодизельного палива, а також масових викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами дизеля при зростанні маси вантажу, що перевозить автомобіль від 0 до 3000 кг (табл. 2.). Аналіз результатів розрахунку вказує на зростання витрати біодизельного палива зі збільшення маси вантажу в заданому діапазоні на 39%. Викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами підвищуються наступним чином: оксидів вуглецю – 72%, вуглеводнів – 20%, оксидів азоту – 34%, сажа – 81%. Сумарні масові викиди приведені до СО підвищуються на 44%.

Таблиця 2 – Результати розрахунку впливу маси вантажу на паливно-економічні та екологічні показники вантажного автомобіля ГАЗ-53-12 при русі на біодизельному паливі

Маса вантажу, кг	Витрата палива, кг/км	Витрата палива, МДж/км	Викиди CO, г/км	Викиди C _m H _n , г/км	Викиди NO _x , г/км	Викиди сажі, г/км	Сумарні масові викиди приведені до CO, г/км
0	0,146	5,398	9,875	0,065	6,006	0,311	319,115
500	0,155	5,738	10,930	0,065	6,410	0,346	343,781
1000	0,164	6,083	12,005	0,067	6,793	0,383	368,028
1500	0,174	6,433	13,127	0,068	7,152	0,423	391,863
2000	0,183	6,790	14,327	0,071	7,482	0,466	415,266
2500	0,193	7,154	15,619	0,074	7,783	0,512	438,217
3000	0,203	7,524	17,029	0,078	8,052	0,562	460,705

При використанні дизельного палива витрата палива підвищується зі зростанням маси вантажу на 38%. Викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами підвищуються наступним чином: оксидів вуглецю – 61%, вуглеводнів – 33%, оксидів азоту – 35%, сажа – 86 %. Сумарні масові викиди приведені до CO підвищуються на 50%.

Таблиця 3 – Результати розрахунку впливу маси вантажу на паливно-економічні та екологічні показники вантажного автомобіля ГАЗ-53-12 при русі на дизельному паливі

Маса вантажу, кг	Витрата палива, кг/км	Витрата палива, МДж/км	Викиди CO, г/км	Викиди C _m H _n , г/км	Викиди NO _x , г/км	Викиди сажі, г/км	Сумарні масові викиди приведені до CO, г/км
0	0,127	5,415	9,832	0,070	5,514	0,428	322,395
500	0,135	5,743	10,658	0,072	5,897	0,482	349,676
1000	0,143	6,075	11,526	0,075	6,261	0,538	376,751
1500	0,151	6,412	12,445	0,079	6,603	0,597	403,564
2000	0,159	6,753	13,452	0,083	6,919	0,660	430,106
2500	0,167	7,099	14,555	0,088	7,209	0,726	456,301
3000	0,175	7,451	15,783	0,093	7,468	0,796	482,146

Висновок. За результатами експериментально-розрахункових досліджень встановлено, що з підвищенням маси вантажу, що перевозить вантажний автомобіль, динаміка зростання витрати палива при русі на біодизельному паливі еквівалентна дизельному паливу. При цьому викиди основних шкідливих речовин з відпрацьованими газами, за виключенням оксидів вуглецю, при русі на біодизельному паливі підвищуються менш стрімко ніж при використанні дизельного палива.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ільченко А. В. Перспективи застосування біодизельного палива в автомобільних двигунах / А. В. Ільченко // Вісник НТУ. – 2013. – № 27. – С. 370 – 373.
2. Термодинамічна ефективність та ресурси рідкого біопалива України / [Забарний Г. М., Кудря С. О., Кондратюк Г. Г., Четверик Г. О.]. – К.: Інститут відновлюваної енергетики НАН України. Відділ відновлюваних органічних енергоносіїв, 2006. – 226 с.
3. Корпач А. О. Результати стендових випробувань автотракторного дизеля за роботи на дизельному та біодизельному паливах / А. О. Корпач, О. О. Левківський // Systems and means of motor transport. Selected problems. – 2010. – №1. – С. 115 – 118.
4. Парсаданов И. В. Результаты исследований показателей топливной экономичности и токсичности отработавших газов дизеля при работе на рапсовометиловом эфире / И. В. Парсаданов // Вестник науки и техники ХНТУ. – 2005. – № 1. – С. 21–26.
5. Гутаревич Ю. Ф. Уточнена модель руху вантажного автомобіля з дизелем в режимах їздового циклу при роботі на дизельному та біодизельному паливах / Ю. Ф. Гутаревич, А. О. Корпач, О. О. Левківський // Управління проектами, системний аналіз і логістика: Науковий журнал. – 2012. – № 9. – С. 46 – 51.
6. Автотранспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний: ГОСТ 20306 – 90. – [введен с 01.01.1992]. – М.: Изд – во стандартов, – 1991. – 34 с.

REFERENCES

1. Il'chenko A.V. Prospects the biodiesel fuel use in automotive engines. *Visnyk NTU*. 2013. No 27. P. 370–373. (Ukr).
2. Thermodynamic efficiency and resources of liquid biofuels in Ukraine / [Zabarniy G.M., Kudrya S.O., Kondratiuk G.G., Chetverik G.O.]. Kyiv: Renewable energy institute of Ukraine NAN. Department of bioenergy sources. 2006. P. 226. (Ukr).
3. Korpach A.A. Results of bench tests for automotive diesel engines run on diesel and biodiesel. *Systems and means of motor transport. Selected problems*. 2010. No. 1. P. 115–118. (Ukr).
4. Parsadanov I.V. Research results fuel economy and exhaust emissions of diesel operating on methyl esters of rapeseed oil. *Journal of science and technics KHNTU*. 2005. No 1. P. 21–26 (Rus).
5. Gutarevych Y.F. Improved model of diesel truck driving in city cycle modes operating on diesel and biodiesel. *Project management, system analysis and logistics. Scientific journal*. 2012. No 9. P. 46–51. (Ukr).
6. Vehicles. Fuel economy. Test methods. GOST 20306 - 90. Moscow. Ed - in standards. 1991. P. 34. (Rus).

РЕФЕРАТ

Корпач А.О. Вплив маси вантажу на витрату палива та викиди шкідливих речовин вантажним автомобілем при русі на біодизельному паливі. / А.О. Корпач, О.О. Левківський // Вісник Національного транспортного університету. Науково-технічний збірник: в 2 ч. Ч. 1: Серія «Технічні науки». – К. : НТУ, 2014. – Вип. 29.

В статті розглянуто методику виконання та результати експериментально-розрахункових досліджень впливу маси вантажу на витрату палива і токсичність відпрацьованих газів дизеля вантажного автомобіля при роботі на біодизельному паливі.

Об'єкт дослідження – вантажний автомобіль ГАЗ-53-12 з дизелем 4Ч11,0/12,5 (Д-241).

Мета роботи – Визначення витрати палива та викидів шкідливих речовин при русі вантажного автомобіля з вантажем різної маси в режимах міського їздового циклу у відповідності з регламентом ГОСТ 20306-90 при роботі дизеля на біодизельному паливі.

Метод дослідження – експериментально-розрахункових.

В результаті проведених експериментально-розрахункових досліджень визначено витрату палива та викиди основних шкідливих речовин з відпрацьованими газами вантажного автомобіля з автотракторним дизелем, що працює на біодизельному паливі при русі в режимах міського їздового циклу відповідно до вимог ГОСТ 20306-90. За результатами досліджень встановлено, що з підвищенням маси вантажу, що перевозить вантажний автомобіль, динаміка зростання витрати палива при русі на біодизельному паливі еквівалентна дизельному паливу. При цьому викиди основних шкідливих речовин з відпрацьованими газами, за виключенням оксидів вуглецю, при русі на біодизельному паливі підвищуються менш стрімко ніж при використанні дизельного палива.

Результати висвітлені у статті можуть бути використані для оптимізації роботи дизеля на біодизельному паливі.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВАНТАЖНИЙ АВТОМОБІЛЬ, ДИЗЕЛЬ, БІОДИЗЕЛЬНЕ ПАЛИВО, ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ

ABSTRACT

Korpach A.O., Levkivs'kyu O.O. Effect of load mass on fuel consumption and harmful emissions of trucks operating on biodiesel. *Visnyk National Transport University. Scientific and Technical Collection: In Part 2. Part 1: Series «Technical sciences»*. – Kyiv: National Transport University, 2014. – Issue 29.

The article describes the method of implementation and results of experimental and computational studies of the impact load mass on fuel consumption and exhaust gases toxicity of diesel truck operating on biodiesel.

Object of the study – truck GAZ-53-12 with diesel motor 4CH11,0/12,5 (D-241).

Purpose of the study – calculation fuel consumption and harmful emissions by driving a truck loaded with different mass modes of urban driving cycle in accordance with GOST 20306-90 regulations when using diesel to biodiesel.

The research methods – experimental and computational.

As a result of experimental and computational studies determined fuel consumption and emissions of major pollutants from the exhaust gases of the truck with a diesel motor that runs on biodiesel fuel by driving modes of urban driving cycle in accordance with GOST 20306-90. Based on the studies results found that with increasing mass load carrying truck, the dynamics of growth in fuel consumption when driving on biodiesel equivalent diesel. In this case, emissions of major pollutants from exhaust gases, except carbon oxides, while driving on biodiesel increased less rapidly than using diesel fuel.

The results can be used to optimize the diesel to biodiesel.

KEYWORDS: TRUCK, DIESEL, BIODIESEL, ENVIRONMENTAL PERFORMANCE

РЕФЕРАТ

Корпач А.А. Влияние массы груза на расход топлива и выбросы вредных веществ грузовым автомобилем при движении на биодизельном топливе. / А.А. Корпач, А.А. Левковский / Вестник Национального транспортного университета. Научно-технический сборник: в 2 ч. Ч. 1: Серия «Технические науки». – К. : НТУ, 2014. – Вып. 29.

В статье рассмотрена методика выполнения и результаты экспериментально-расчетных исследований влияния массы груза на расход топлива и токсичность отработавших газов дизеля грузового автомобиля при работе на биодизельном топливе.

Объект исследования – грузовой автомобиль ГАЗ -53 -12 с дизелем 4С11,0/12,5 (Д-241).

Цель работы – определение расхода топлива и выбросов вредных веществ при движении грузового автомобиля с грузом различной массы в режимах городского ездового цикла в соответствии с регламентом ГОСТ 20306-90 при работе дизеля на биодизельном топливе.

Методы исследования – экспериментально-расчетные.

В результате проведенных экспериментально-расчетных исследований определены расход топлива и выбросы основных вредных веществ с отработавшими газами грузового автомобиля с автотракторным дизелем, работающим на биодизельном топливе при движении в режиме городского ездового цикла в соответствии с требованиями ГОСТ 20306-90. По результатам исследований установлено, что с повышением массы груза что перевозит грузовый автомобиль, динамика роста расхода топлива при движении на биодизельном топливе эквивалентна дизельному топливу. При этом выбросы основных вредных веществ с отработавшими газами, за исключением оксидов углерода, при движении на биодизельном топливе повышаются менее стремительно, чем при использовании дизельного топлива.

Результаты статьи могут быть использованы для оптимизации работы дизеля на биодизельном топливе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ГРУЗОВОЙ АВТОМОБИЛЬ, ДИЗЕЛЬ, БИОДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

АВТОРИ:

Корпач Анатолий Александрович, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Двигунів і теплотехніки», e-mail: korpach@mail.ru, тел. +380663470688, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Левківський Олександр Александрович, інженер, Публічного акціонерного товариства «Київське автотранспортне підприємство «Укрпродконтракт», e-mail: a.levkovsky@uprk.com.ua, тел. +380677976448, Україна, 02140, м. Київ, вул. Ревуцького 56.

AUTHORS:

Korpach Anatoly Oleksandrovich, candidate of technical sciences, National transport university, professor department of «Motors and heating», e-mail: korpach@mail.ru, tel. +380663470688, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorov str. 1.

Levkivs'kyu Oleksandr Oleksandrovich, engineer, Public joint stock company «Kyiv autotransport enterprise «Ukrprodkontrakt», e-mail: a.levkovsky@uprk.com.ua, tel. +380677976448, Ukraine, 02140, Kyiv, Revutskogo str. 56.

АВТОРЫ:

Корпач Анатолий Александрович, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Двигателей и теплотехники», e-mail: korpach@mail.ru, тел. +380663470688, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Левковский Александр Александрович, инженер, Открытое акционерное общество «Киевское автотранспортное предприятие» Укрпродконтракт», e-mail: a.levkovsky@uprk.com.ua, тел. +380677976448, Украина, 02140, г. Киев, ул. Ревуцкого 56.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кравченко О.П., доктор технических наук, профессор, Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, завідувач кафедри автоніки та управління на транспорті, Луганськ, Україна.

Сахно В.П., доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, завідувач кафедри автомобілі, Київ, Україна.

REVIEWER:

Kravchenko O.P., Ph.D., professor, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, head department of autonics and transport management, Lugansk, Ukraine.

Sakhno Volodymyr P., Ph. D, professor, National Transport University, head department of automobiles.