

Ю.Ф. Гутаревич, д.т.н., проф.
 А.Г. Говорун, к.т.н., проф.
 А.О. Корпач, к.т.н., проф.
 О.О. Левківський, аспір.

Національний транспортний університет

ДОРОЖНІ ВИПРОБУВАННЯ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ, ЩО ПРАЦЮЄ НА ДИЗЕЛЬНОМУ ТА БІОДИЗЕЛЬНОМУ ПАЛИВАХ

Проведено результати дорожніх випробувань вантажного автомобіля ГАЗ-53-12 з дизелем Д-241 при роботі на дизельному та біодизельному паливах.

Вступ. Постановка проблеми. Поступове виснаження видобувних енергоресурсів викликає зростання цін на мінеральні палива для двигунів дорожніх транспортних засобів (ДТЗ). Часткове використання альтернативних палив з поновлюваних ресурсів рослинного походження дозволить знизити обсяги споживання мінеральних палив і зменшити негативний вплив двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) на навколишнє середовище. Основна альтернатива мінеральному дизельному паливу – біодизельне паливо, застосування якого, за подібних фізико-хімічних властивостей, не потребує внесення значних конструктивних змін в існуючі двигуни [1]. Оскільки основними споживачами дизельного палива є двигуни вантажних транспортних засобів, найбільший попит на біодизельне паливо виникає у вантажному секторі автомобільного парку. Таким чином, дослідження ефективності застосування біодизельного палива, порівняно з мінеральним дизельним паливом, з точки зору зміни паливно-економічних, тягово-швидкісних та екологічних показників вантажних автомобілів з дизелем, є актуальним науково-технічним завданням.

Викладення основного матеріалу. Ефективність застосування біодизельного палива визначалась при виконанні дорожніх досліджень вантажного автомобіля ГАЗ-53-12 з дизелем 4С11,0/12,5 (Д-241). Основні технічні характеристики двигуна та автомобіля наведено в таблиці 1. На момент випробування технічний стан автомобіля відповідав вимогам ГОСТу 20306-90 [2]. Перед початком випробувань тепловий режим вузлів та агрегатів автомобіля доведено до робочого стану пробігом 30 км при середній швидкості руху 45 км/год.

Таблиця 1

Основні технічні характеристики автомобіля ГАЗ-53-12 з дизелем Д-241

Найменування	Значення
Двигун	Чотиритактний дизель 4С11,0/12,5 (Д-241)
Номінальна частота обертання, хв. ⁻¹	2100
Робочий об'єм всіх циліндрів, л	4,75
Ступінь стиснення	16
Штатний кут випередження впорскування, °	26
Номінальна потужність, кВт при $n_d = 2100$ хв. ⁻¹	52,9
Максимальний крутний момент, не менше, Н·м при $n_d = 1300$ хв. ⁻¹	274,7
Споряджена маса автомобіля, кг	3200
Вантажопідйомність автомобіля, кг	4500
Розмір шин	8,25–20
Динамічний радіус шини, м	0,46
Максимальна швидкість, км/год.	80

Експериментальні заїзди виконано на дизельному паливі 3-0,2(-25) з фізико-хімічними властивостями, що відповідають вимогам ДСТУ 3868-99 (табл. 2) [3], та альтернативному біодизельному паливі (метилові ефіри ріпакової олії) з фізико-хімічними властивостями, що відповідають вимогам ДСТУ 6081:2009 (табл. 2) [4].

Можливість та ефективність застосування біодизельного палива, з точки зору зміни енергетичних та екологічних показників, спочатку була перевірена в ході стендових досліджень дизеля Д-241 [5]. Результати досліджень підтвердили можливість роботи дизеля на біодизельному паливі без внесення конструктивних змін, при цьому спостерігається зростання ефективної потужності, крутного моменту та витрати палива, зниження викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами (ВГ).

Таблиця 2

Фізико-хімічні властивості дизельного та біодизельного палив

№ з/п	Назва показника	Значення	Значення згідно з ДСТУ 6081:2009	Фактичне значення (біодизельне паливо)	Значення згідно з ДСТУ 3868-99	Фактичне значення (дизельне паливо)
1	Масова частка ефірів	%	96,5	96,5	–	–
2	Фракційний склад					
	-54 % при температурі	°C	–	–	280	271,5
	-94 % при температурі	°C			370	362,5
2	Густина при температурі 15 °C	кг/м ³	860–900	887,5	–	–
	температурі 20 °C		–	–	840	833,7
3	Кінематична в'язкість при температурі 40 °C	мм ² /с	3,5–5,0	5,5		
	температурі 20 °C				1,8–6,0	4,4226
4	Температура спалаху у закритому тиглі	°C	120	183	40	63
5	Масова частка сірки	мг/кг	10	10	0,2	0,200
6	Коксованість (10 % залишку перегонки)	%	0,3	0,1	0,34	0,30
7	Цетанове число	–	51	52	45	47
8	Зольність	%	0,02	0,005	0,01	1,0100
9	Масова частка води	мг/кг	500	200	відсутня	відсутня
10	Вміст механічних домішок	мг/кг	24	8	відсутні	відсутні
11	Випробування на мідній пластині (3 год. при температурі 50 °C)		витримує клас 1	витримує	витримує	витримує
12	Кислотне число	мг КОН/г	0,5	0,6	витримує	витримує
13	Йодне число	г йоду/100г	120	52,5	6	6,4
22	Температура застигання	°C	–	-18	-25	-26

Програма дорожніх досліджень автомобіля ГАЗ-53-12 містить:

- визначення витрат палива за міським їздовим циклом на дорозі;
- визначення паливних характеристик усталеного руху;
- визначення витрат палива при русі містом.

В ході дорожніх випробувань визначалась витрата палива автомобілем та час їздового циклу. Витрата палива на заданому відрізку шляху вимірювалась за допомогою об'ємного витратоміра з ціною поділки 1 мл. Масова витрата дизельного та біодизельного палив розрахована, враховуючи густину палива, що визначена експериментально [5] і складає 0,833 кг/см³ для дизельного палива і 0,874 кг/см³ – для біодизельного палива.

Витрата палива за міським їздовим циклом визначалась на прямолінійній ділянці шляху довжиною 1000 м з горизонтальним профілем та асфальтобетонним покриттям. Випробувальні заїзди виконано в протилежних напрямках по два заїзди в кожному напрямку на дизельному та біодизельному паливі. Швидкісний режим руху автомобіля задано операційною картою міського їздового циклу для ДТЗ з повною масою понад 3,5 т згідно з ГОСТом 20306-90 (рис. 1).

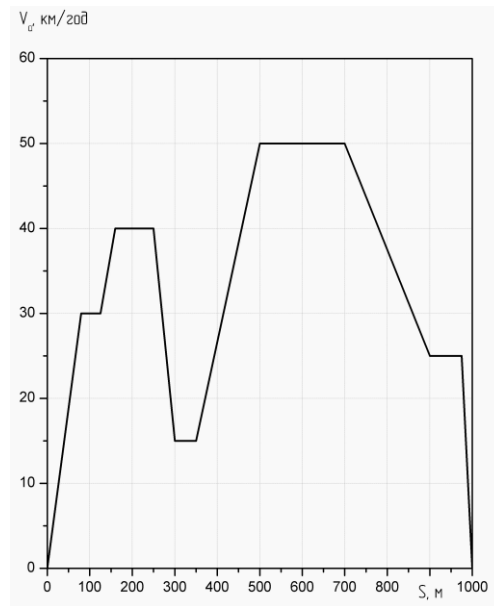


Рис. 1. Фрагмент міського їздового циклу для ДТЗ повною масою понад 3,5 т згідно з ГОСТом 20306-90

Під час проведення випробувань розгін автомобіля з місця починався з першої передачі; рух з мінімально сталою швидкістю виконувався на другій, на якій мінімальна швидкість не перевищувала 15 км/год.; третя вмикалась при швидкості руху більше 30 км/год.; четверта – при швидкості руху більше 40 км/год. і п'ята була задіяна при усталеному русі зі швидкістю 50 км/год.; режим сповільнення при гальмуванні двигуном у заданому інтервалі швидкостей і на заданому шляху виконувався при відпущеному важелі подачі палива без вимикання передачі (примусовий холостий хід), з досягненням заданої швидкості руху на меншому відрізку шляху рух виконувався з цією ж швидкістю; службове гальмування виконувалося на заданому відрізку шляху без вимикання передачі з використанням робочих гальм, при гальмуванні автомобіля до повної зупинки передачу вимикали з досягненням мінімальної швидкості на даній передачі; відлік витрати палива і часу руху виконувався в моменти перетину границь вимірної ділянки шляху.

Результати досліджень (табл. 3) свідчать про підвищення масової витрати біодизельного палива за міським їздовим циклом на дорозі на 14,39 %, порівняно з дизельним паливом. Оскільки нижня теплота згорання дизельного та біодизельного палива різні (згідно з [6] 42,5 і 37,02 МДж відповідно), окрім масової витрати палива, зміна паливної економічності автомобіля визначалась і в тепловому еквіваленті, що становить 7,063 МДж/км для дизельного і 7,037 МДж/км для біодизельного палива, тобто перевитрата біодизельного палива відсутня.

Таблиця 3

Витрата палива вантажним автомобілем ГАЗ-53-12 за міським їздовим циклом

Паливо	№ з/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					

Паливну характеристику усталеного руху вантажного ГАЗ-53-12 визначено на ділянці шляху довжиною 1000 м при русі з постійною швидкістю (табл. 4). Випробувальні заїзди виконано в

протилежних напрямках на дизельному та біодизельному паливі. Задана швидкість руху встановлювалась до виїзду на вимірну ділянку шляху.

Таблиця 4

Паливна характеристика усталеного руху вантажного автомобіля ГАЗ-53-12

Паливо	Швидкість, км/год.	№ з/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
Дизельне	20	1	180,800	155,000	187,800	152,50	0,127	5,399
		2	194,800	150,000				
	40	1	92,800	129,000	91,125	130,50	0,109	4,620
		2	89,450	132,000				
	60	1	61,200	178,000	60,600	173,00	0,144	6,125
		2	60,000	168,000				
Біодизельне	20	1	175,310	172,000	177,755	167,50	0,146	5,420
		2	180,200	163,000				
	40	1	92,100	138,000	90,500	139,00	0,121	4,497
		2	88,900	140,000				
	60	1	61,650	207,000	60,500	190,50	0,166	6,164
		2	59,350	174,000				

Аналіз характеристики показує (рис. 2) на зростання масової витрати біодизельного палива при всіх швидкостях руху в середньому на 14,18 %, в тепловому еквіваленті спостерігається зниження витрати біодизельного палива в межах похибки вимірювань при русі зі швидкістю 40 км/год.

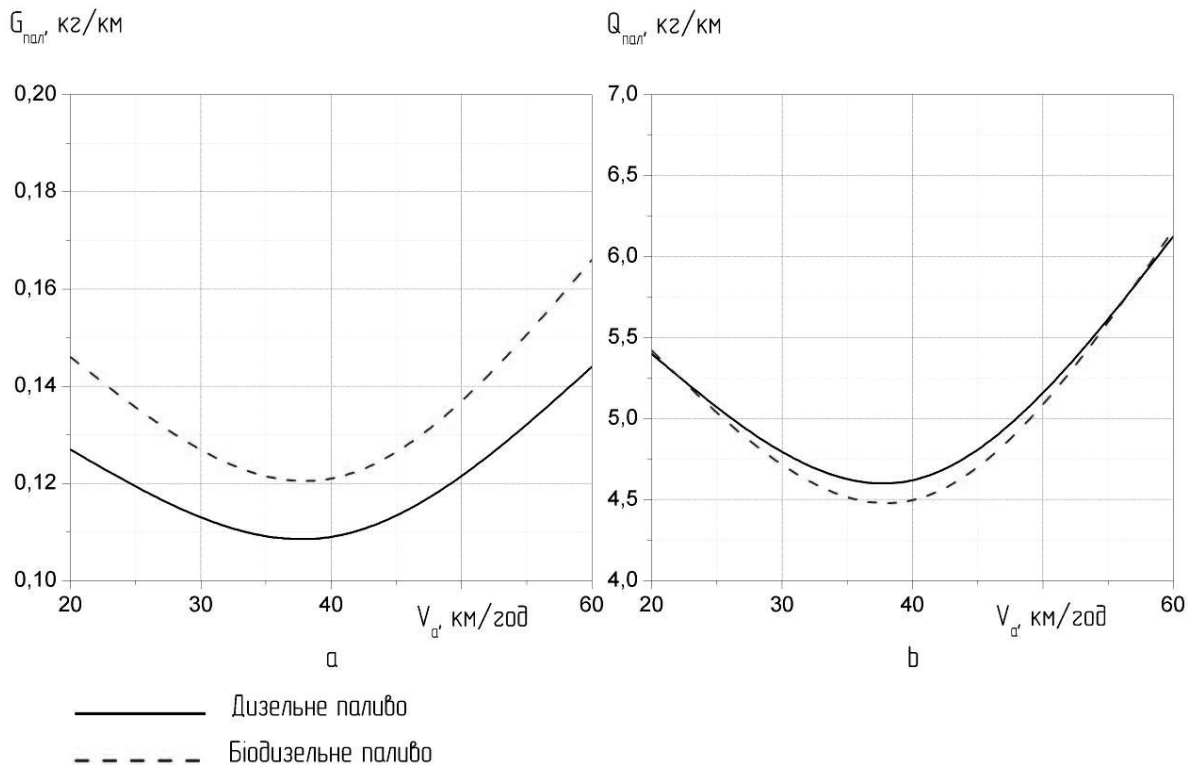


Рис. 2. Паливна характеристика усталеного руху вантажного автомобіля ГАЗ-53-12

Визначення витрати палива при русі автомобіля ГАЗ-53-12 в міському циклі виконано в замкнутій мережі вулиць смт. Завалля загальною протяжністю 2700 м (рис. 3). Рельєф визначеної ділянки міста – переважно рівнинний. Експериментальний маршрут налічує дванадцять нерегульованих перехресть, два перехрестя зі встановленим пріоритетом руху і один нерегульований та один регульований залізничний переїзди.

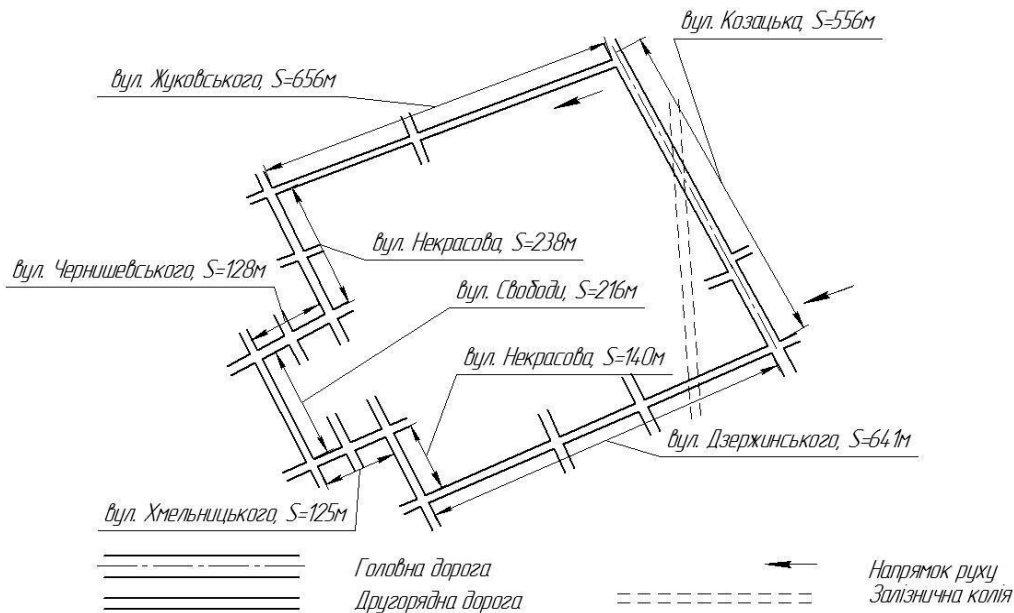


Рис. 3. Схема маршруту дорожніх випробувань автомобіля ГАЗ-53-12

За результатами дорожніх досліджень (табл. 5) встановлено підвищення масової витрати біодизельного палива на 13 % і зниження витрати біодизельного палива в тепловому еквіваленті в межах похибки вимірювань.

Таблиця 5

Результати експериментальних заїздів
при русі містом вантажного автомобіля ГАЗ-53-12

Паливо	№ з/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
Дизельне	1	452,0	507,000	507,000	442,817	0,424	18,02
	2	456,1	519,000				
	3	469,4	495,000				
Біодизельне	1	460,0	528,000	538,000	463,533	0,478	17,68
	2	464,5	550,000				
	3	462,2	536,000				

Висновки. Дорожніми випробуваннями автомобіля ГАЗ 53-12 встановлено, що масова витрата біодизельного палива, порівняно з дизельним, зростає на 13...14,18 %, в тепловому еквіваленті – в межах похибки вимірювань, підтверджена можливість використання біодизельного палива для дизелів вантажних автомобілів.

Список використаної літератури:

1. Марков В.А. Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях : монография / В.А. Марков, С.Н. Девянин, В.Г. Семенов и др. – ООО “НИЦ инженер” (Союз НИО), 2011. – 536 с.
2. Автотранспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний : ГОСТ 20306 – 90. – [введен с 01.01.1992]. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 34 с.
3. Паливо дизельне. Технічні умови. ДСТУ 3868-99. – [Чинний від 1999-09-01]. – К. : ДП Укр НД І НП “МАСМА”, 1993. – 12 с. – (Національні стандарти України).
4. Паливо моторне. Ефіри метилові жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги. ДСТУ 6081:2009. – [Чинний від 2010-03-01]. – К. : ДП Укр НД І НП “МАСМА”, 2009. – 14 с. – (Національні стандарти України).

5. Корпач А.О. Оцінка ефективності роботи автотракторного дизеля на метиловому ефірі ріпакової олії / А.О. Корпач, О.О. Левківський // Вісник центрального наукового центру транспортної академії України. Окремий випуск. – 2011. – № 14. – С. 25–28.
6. Семенов В.Г. Определение цетанового числа и теплоты сгорания биодизельного топлива / В.Г. Семенов // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 4 (22). – С. 50–53.

ГУТАРЕВИЧ Юрій Феодосійович – доктор технічних наук, професор кафедри “Двигуни і теплотехніка” Національного транспортного університету.

Наукові інтереси:

– підвищення паливної економічності та зниження шкідливих викидів транспортними засобами.

Тел.: (044)280–47–16.

ГОВОРУН Анатолій Григорович – кандидат технічних наук, професор кафедри “Двигуни і теплотехніка” Національного транспортного університету.

Наукові інтереси:

– підвищення паливної економічності та зниження шкідливих викидів транспортними засобами.

Тел.: (044)280–47–16.

КОРПАЧ Анатолій Олександрович – кандидат технічних наук, професор кафедри “Двигуни і теплотехніка” Національного транспортного університету.

Наукові інтереси:

– триботехнічні системи;

– технологія машинобудування;

– зварювання тиском;

– фізико-хімічні основи виробництва металів;

– підвищення паливної економічності та зниження шкідливих викидів транспортними засобами.

Тел.: (044)280–47–16.

E-mail: korpach@mail.ru

ЛЕВКІВСЬКИЙ Олександр Олександрович – аспірант кафедри “Двигуни і теплотехніка” Національного транспортного університету.

Наукові інтереси:

– підвищення паливної економічності та зниження шкідливих викидів транспортними засобами.

Стаття надійшла до редакції 27.08.2012

Гутаревич Ю.Ф., Говорун А.Г., Корпач А.О., Левківський О.О. Дорожні випробування вантажного автомобіля з дизелем за роботи на дизельному та біодизельному паливах

Гутаревич Ю.Ф., Говорун А.Г., Корпач А.А., Левковський А.А. Дорожные испытания грузового автомобиля с дизелем при работе на дизельном та биоизельном топливах

Gutarevich Y., Govorun A., Korpch A., Levkovskiy A. Travelling tests of truck with a diesel during work on a diesel that biodiesel fuels

УДК 621.436:665.75

Дорожные испытания грузового автомобиля с дизелем при работе на дизельном та биоизельном топливах / Ю.Ф. Гутаревич, А.Г. Говорун, А.А. Корпач, А.А. Левковський

Приведены результаты дорожных испытаний грузового автомобиля ГАЗ-53-12 с дизелем Д-241 при работе на дизельном и биодизельном топливах.

УДК 621.436:665.75

Travelling tests of truck with a diesel during work on a diesel that biodiesel fuels / Y.Gutarevich, A.Govorun, A.Korpch, A.Levkovskiy

The results of testing on the road truck with GAZ-53-12 a diesel engine D-241 when operating on diesel and biodiesel.