

УДК. 629.33-6

І.А.Шльончак

Черкаський державний технологічний університет

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВ В ДИЗЕЛІ DONG FENG

В результаті визначення найбільш ефективного, з точки зору економічних та екологічних показників, палива, був визначений економічний ефект від його використання в перспективному дизелі CY4102BZLQ. Розроблені рекомендації проведення експлуатаційно-технічних заходів дизеля DONG FENG для покращення його роботи на біопаливах.

Ключові слова: експлуатація, дизель, біопаливо, економічні та екологічні показники

Табл2. Форм 2. Літ 10

В результате определения наиболее эффективного, с точки зрения экономических и экологических показателей, топлива, был определен экономический эффект от его использования в перспективном дизеле CY4102BZLQ. Разработаны рекомендации проведения эксплуатационно-технических действий дизеля DONG FENG для улучшения его работы на биотопливах.

It was prepared the efficiency of the using the biofuels in perspective diesel CY4102BZLQ which showed the most effective biofuel including the economic and ecological indicators of diesel engines. The technical recommendations for economic and ecological efficiency of CY4102BZLQ diesel engine, using regular fuel with ethyl ether of rapeseed oil additive, were prepared. It was suggested to improve the economic and ecological indicators of diesel engines, using the regular fuel with ethyl ethers of rapeseed oil additive, by optimization of the static fuel supply advance angle and compression ratio. The stand tests have been performed on DONG FENG diesel engine (the model was CY4102BZLQ) to find out the influence of static fuel supply advance angle and compression ratio on it's ecological indicators and fuel economy using regular fuel with ethyl ethers of rapeseed oil additive. The mathematical models have been developed for CY4102BZLQ diesel engine, which showed it as a source of environmental indexes or as the user of regular fuel with ethyl ethers of rapeseed oil additive in different concentration. Researches showed the most effective biofuel which was the regular fuel with 20% ethyl ethers of rapeseed oil supplement. It was provided the road tests of bus «Bohdan» A-091 according to the urban driving cycle and specified the optimum values of the static fuel supply advance angle and compression ratio of CY4102BZLQ diesel engine, using biofuel. The fuel characteristics of the withstand motion of bus «Bohdan» A-091, equipped with the diesel DONG FENG have been got. The technical recommendations for economic and ecological efficiency of CY4102BZLQ diesel engine, using regular fuel with ethyl ether of rapeseed oil additive, were prepared.

Постановка проблеми. Двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) завдяки своїм позитивним властивостям досить поширені у світі. Однак, їх застосування призвело до ряду проблем, пов'язаних з виснаженням нафтових родовищ, забрудненням атмосфери токсичними викидами, глобальним потеплінням тощо. Тому, із зменшенням природних запасів нафти та суттєвим зростанням вартості традиційних моторних палив надзвичайно актуальним є розширення використання біопалив, які отримують з відновлюваної рослинної сировини, що зменшує залежність України від нафти, як джерела енергії. Одним із найбільш поширених таких видів біопалив є етилові ефіри ріпакової олії (ЕЕРО).

Проведений літературний аналіз підтверджує перспективність використання добавок ЕЕРО до дизельного палива (ДП). Тому, актуальною є задача проведення комплексних досліджень щодо ефективності використання ДП з добавками ЕЕРО. Така науково-технічна задача вирішується в представлених дослідженнях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як показав аналіз наукових досліджень, існують порівняно небагато даних щодо заміни дизельного палива на ЕЕРО або їх сумішей з традиційним нафтовим паливом, та їх ефективності використання в грошовому еквіваленті.

В роботі [1] представлені результати досліджень підприємством Volkswagen (Німеччина), серійного автомобільного дизеля, що працює на метиловому ефірі ріпакової олії (МЕРО), (чотирьохциліндровий вихрекамерний дизель без наддуву розміру $S/D = 8,64/7,65$ та потужністю 40 кВт), які показали, що при роботі двигуна почергово на ДП та МЕРО викиди монооксиду вуглецю знижуються від 4,5 до 3,57 г/тест, вуглеводнів – від 0,82 до 0,37 г/тест. При цьому викиди оксидів азоту збільшились від 2,56 до 3,01 г/тест. Дослідження дизеля при роботі на ЕЕРО та його сумішей з ДП не проводились взагалі.

В роботі [2] представлені дослідження температурного стану деталей камери згоряння дизеля 6 ЧН12/14 (СМД-17Н) за умов роботи на ДП та ЕЕРО. Було показано, що температура днища поршня та головки циліндрів збільшується на 30-50 ° С. Зроблено висновок про можливість зниження надійності деталей циліндро-поршневої групи.

Автор роботи [3] в результаті досліджень використання МЕРО в дизелі 6ЧН12/14 (СМД 31) встановив збільшення витрат палива, зменшення димності відпрацьованих газів (ВГ) і твердих частин. Викиди CO , C_nH_m , NO_x , залежать від швидкісного і навантажувального режимів двигуна.

Автори робіт [4, 5, 6] провели дослідження дизеля моделі 4ЧН 12/14 (СМД-23) при його роботі на сумішах ДП і ріпакової олії різного процентного складу, а також на ЕЕРО. Відмічено збільшення витрат палива та зниження димності ВГ при використанні біопалив. Комплексна оцінка за методиками випробувальних циклів показала збільшення оксидів азоту та зниження викидів продуктів неповного згоряння.

Порівняльний аналіз вмісту ВГ дизельного й палива рослинного походження показав істотну перевагу останнього з екологічної точки зору. Зокрема кількість твердих часток знизилась більш як на 50%. Емісійні характеристики біодизельного палива підтверджують, що це паливо перспективне та не забруднює, особливо у відношенні зниження вуглеводневих часток. Емісія оксидів сірки та ароматичних складових наближена до нуля. Баланс CO_2 дорівнює нулю. Екологічна привабливість цього палива — очевидна [5].

Невирішені раніше частини загальної проблеми. В дослідженнях, опублікованих раніше, оцінки ефективності використання ЕЕРО, як добавки до ДП різної концентрації в дизелі DONG FENG моделі CY4102BZLQ, а також рекомендацій експлуатаційно-технічних заходів вище названого дизеля не виявилось.

Мета дослідження. Метою дослідження є визначення економічного ефекту від використання ДП з добавкою ЕЕРО в дизелі DONG FENG моделі CY4102BZLQ, яка може бути представлена в грошовому еквіваленті.

Основні результати дослідження. В результаті проведення попередніх стендових та дорожніх випробувань дизеля CY4102BZLQ на традиційному та біологічному паливах були встановлені характерні особливості їх використання у двигуні. Проведена оцінка ефективності використання біопалив в перспективному дизельному двигуні CY4102BZLQ дозволила виявити найбільш ефективне, з точки зору економічних та екологічних показників, паливо. Таким паливом є паливо В 20 (об'ємний вміст біодизеля у дизельному паливі – 20%) [7].

Тому, при використанні сумішевих палив у дизелі CY4102BZLQ, що встановлюється на автобусах модельного ряду «Богдан», для покращення економічних та екологічних показників двигуна, необхідно провести наступні експлуатаційно-технічні заходи:

- через відмінність фізико-хімічних властивостей біопалив від традиційних, процес їх розпилювання змінюється. Для встановлення необхідного тиску впорскування треба провести регулювання форсунки та її випробування на предмет здатності нормального розпилювання (стенд моделі КИ16301А). Згідно технічних умов [8] до експлуатації автобусів «Богдан», впорскування палива у двигун має здійснюватись під тиском $25 \pm 0,5$ МПа, а форма розпилювання відповідати правильній;

- перевірити та відрегулювати встановлюваний кут випередження впорскування. Для покращення економічних та екологічних показників дизеля DONG FENG моделі CY4102BZLQ встановлюваний кут випередження впорскування необхідно відрегулювати на величину 8° п.к.в. до ВМТ [6];

- перевірити значення компресії у циліндрах двигуна. В разі не відповідності значенням тиску, що створюється поршнем в положенні ВМТ, паспортним даним, необхідно довести цей показник до величини, регламентованої нормативно-технічною документацією, а саме 2,8 МПа;

- з метою покращення процесу згоряння біологічних палив ступінь стискання двигуна необхідно довести до значення 18 одиниць за допомогою встановлення прокладки товщиною 1,4 мм між блоком циліндрів і головкою та регулювання надпоршневого простору штатною свічею накаливання [7].

Для проведення розрахунку економічного ефекту від використання сумішевих палив в грошовому еквіваленті необхідно знати собівартість виготовлення однієї літри ЕЕРО та ринкову вартість однієї літри ДП. Собівартість 1 літра ЕЕРО залежить від ряду чинників: середньої врожайності ріпака, ринкової вартості насіння, виходу ріпакової олії, а також умов виробництва. Світова практика показує, що найбільш доцільно, з економічної точки зору, використовувати біологічне паливо, отримане на власній сертифікованій установці. Установки для переробки насіння ріпака виготовляються як в Україні, так і в країнах близького й далекого зарубіжжя.

Широко поширена установка продуктивністю 1200 л на добу, для якої й проведено розрахунок. Останній виконано за умов вичавлювання олії з насіння ріпака (зібраного зі 100 га посівної площі) та без урахування витрат на його вирощування, збір і зберігання. Таким чином, враховуючи те, що середня врожайність насіння ріпака в Україні складає 20-25 ц/га, ринкова вартість 1 т насіння ріпака – близько 5000 грн, а вихід олії з 1 т насіння цієї рослини наближається до 50%, орієнтовно собівартість 1 л ЕЕРО можна розрахувати за наступною формулою [9]:

$$S = \frac{B}{B} \quad (1)$$

де

S – вартість 1 л ЕЕРО, грн;

B – сумарні витрати на виробництво ЕЕРО, грн.;

B – загальний об'єм ЕЕРО, виготовленого із 83,3 т олії (91630 л), яка отримана з 250 т насіння ріпака вирощеного зі 100 га посівних площ, л;

Сумарні витрати B на виробництво ЕЕРО складаються з наступних витрат:

- витрати, пов'язані із отриманням відповідного об'єму ріпакової олії (з 3 т насіння вичавлюють 1 т олії, тобто переробка 250 т насіння по 150грн/т складає близько 37500 грн);
- витрати на закупку етилового спирту (11 % від 83,3т олії, а саме: 9200кг по 25грн/кг, що складає 230000 грн);
- витрати на закупку лужного каталізатора КОН (1% від 83,3 т олії, а саме: 0,833т по 15 грн/кг, що складає 12495 грн);
- витрати електроенергії на виробництво 91630 л ЕЕРО (30кВт/1000 л для 91630 л складає 2748,9 кВт витраченої електроенергії, що в грошовому еквіваленті, за 0,94 грн/кВт, дорівнює 2602,38 грн.);
- витрати, пов'язані із виплатою заробітної плати трьом робітникам за добу, якщо робота здійснюється в три зміни, 240 грн/добу. Виробництво 91630 л ЕЕРО потребує 77 діб, за умови продуктивності установки 1200 л на добу. Тоді витрати на заробітну плату та оподаткування (20%) складатиме 22176 грн.

З 1 т ріпакової олії, 110 кг спирту, 12 кг каталізатора можна отримати приблизно 970 кг (1100л) ЕЕРО та 153 кг гліцерину. Таким чином, для виробництва ЕЕРО з 83,3 т олії, 9,2 т етилового спирту та 0,833 т лужного каталізатора собівартість 1 л ЕЕРО складатиме:

$$S = \frac{(37500+ 230000+ 12495+ 2602,38+ 22176)}{91630} = \frac{30477338\text{грн}}{91630\text{л}} = 3,33\text{грн/л} \quad (2)$$

Використовуючи експериментальні результати отримані під час проведення дорожніх випробувань автобуса «Богдан», та представлений вище розрахунок собівартості альтернативних біологічних палив, можна визначити економічну ефект від використання сумішевих палив у дизелях транспортних засобів (табл. 1, 2). З таблиці 1 та 2 видно, що при використанні сумішевого палива В20, вартість якого нижча, ніж вартість ДП, на кожні 100 км пробігу автобуса, при штатних регулюваннях двигуна, економічний ефект, в грошовому еквіваленті, складає майже 10,19 грн. При встановленні оптимальних регулювань дизеля, цей показник склав 15,25 грн на 100 км пробігу автобуса (випробування без навантаження умовними пасажирами) [10].

Аналогічний показник економічної ефективності використання палива В20 у дизелі автобуса «Богдан», який експлуатувався з навантаженням умовними пасажирами та зі штатними регулюваннями двигуна, склав 10,30 грн на кожні 100 км пробігу. Під час випробувань автобу-

са з оптимальними регулюваннями дизеля, економічний ефект склав майже 17,58 грн на 100 км при однакових умовах випробувань.

Таблиця 1

Економічний ефект від використання палива В20 у порівнянні з ДП при штатних регулюваннях дизеля автобуса «Богдан» в умовах дорожніх випробувань

Вид палива	Витрата палива, л/100 км	
	Без навантаження	З навантаженням
ДП	18	22
В20	19,2	23,7
Перевитрата, л/100 км	1,2	1,7
Вартість, грн/100 км	ДП	187,02
	В20	228,58
Економія, грн/100 км	10,188	10,303

Таблиця 2

Економічний ефект від використання палива В20 у порівнянні з ДП при оптимальних регулюваннях дизеля автобуса «Богдан» в умовах дорожніх випробувань

Вид палива	Витрата палива, л/100 км	
	Без навантаження	З навантаженням
В20	18,65	22,91
Перевитрата, л/100 км	0,65	0,91
Вартість, грн/100 км	В20	171,7665
		211,0011
Економія, грн/100 км	15,2535	17,5789

Таким чином в роботі показана ефективність використання сумішевого палива В20 у дизелі СУ4102ВZLQ автобуса модельного ряду «Богдан», представлена у грошовому еквіваленті. Слід зазначити, що всі параметри, які використовуються у розрахунках, необхідно коригувати в залежності від нестабільної вартості ДП.

Висновки. Використовуючи експериментальні результати отримані під час проведення дорожніх випробувань, було розраховано економічний ефект від використання сумішевих палив у дизелі автобуса «Богдан» із завантаженням та без завантаження умовними пасажирями. Розрахунки показали, що при використанні сумішевого палива В20 в незавантаженому автобусі на кожні 100 км його пробігу, за умов штатних регулювань двигуна, економічний ефект в грошовому еквіваленті склав 10,19 грн. При встановленні оптимальних регулювань дизеля, за тих же умов експлуатації автобуса, цей показник зростає до 15,25 грн на 100 км пробігу. Під час випробувань завантаженого автобуса та з оптимальними регулюваннями дизеля, економічний ефект склав 17,58 грн на 100 км пробігу.

1. Schroder O., Krahl J., Munack A. et al. Environmental and Health Effects Caused by the Use of Biodiesel // SAE Technical Paper Series. – 1999. - № 1999-01-3561. – P. 1-11.
2. Семенов В.Г. Біодизельне паливо: стан і перспективи розвитку / Семенов В.Г., Автошляховик України, 2007. – №2. – С. 13 - 16.
3. Парсаданов И.В. Результаты исследований показателей топливной экономичности и токсичности отработавших газов дизеля при работе на рапсовометилевоом эфире / Парсаданов И.В., Двигатели внутреннего сгорания. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2005. – № 4. – С. 143-150.
4. Дослідження фізико-хімічних показників альтернативного біопалива на основі ріпакового масла / [А.П.Марченко, В.Г.Семенов, Д.У.Семенова, О.Ю. Лінков], Вісник Харківського державного політехнічного університету; Харків: ХДПУ, 2000. – Вип. 101. – С.159-163.
5. Осетров А.А. Улучшение технико-экономических показателей дизеля 4 ЧН 12/14, работающего на биотопливах: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03 / Осетров Александр Александрович; НТУ «ХПИ», – Х., 2005. – 190 с.
6. Грабар І.Г. Біопалива на основі олій для дизельних двигунів: монографія. / Грабар І.Г., Колодницька Р.В., Семенов В.Г. – Житомир: ЖДТУ, 2011. – 152с.

7. Пилипенко О.М. Вибір та обґрунтування раціональних параметрів дизеля CY4102BZLQ, що працює на бінарних паливах / Пилипенко О.М., Тригуб О.А., Шльончак І.А. // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. – Горлівка, 2009. – №1(8). – с. 64-68.
8. Автобуси А-091. Технічні умови ТУ У 34.1-00234844-217-2004. – Офіц. Вид., – м. Черкаси.: М-во транспорту України, 2004. – 31 с. – (Нормативний документ Міністерства транспорту та зв'язку України. Інструкція).
9. Девянин С.Н. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей / Девянин С.Н., Марков В.А., Семенов В.Г. – Х.: Новое слово, 2007. – 452 с.
10. Оцінка паливної економічності дизеля в умовах експлуатації / Пилипенко О.М., Семенов В.Г., Шльончак І.А., Васильченко В.Ю. // Вісник ЧДТУ. –Черкаси, 2011. – № 1. – с.100-104.

Стаття надійшла до редакції 29.04.2014