

Пилипенко О.М., д.т.н., Тригуб О.А., к.т.н., Шльончак І.А., інж.

ЧДТУ, м. Черкаси

## ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИЗЕЛЯ CY4102BZLQ, ЩО ПРАЦЮЄ НА БІНАРНИХ ПАЛИВАХ

*Дослідження дозволили вирішити науково-практичну задачу вдосконалення регулювальних параметрів перспективного дизельного двигуна DONG FENG моделі CY4102BZLQ, що працює на біопаливі. Подано рекомендації щодо раціональних значень техніко-економічних показників дизеля.*

### **Вступ**

Автомобільний транспорт є і залишиться головним споживачем моторних палив до 2040-2050 р.р. В найближчій перспективі очікується збільшення споживання нафтопродуктів, за приблизно постійних об'ємів їх виробництва, та зростаючий дефіцит моторних палив. Ці фактори призвели до необхідності реконструкції паливно-енергетичного комплексу шляхом більш глибокої переробки нафти, використовуючи енергозберігаючі технології, або переходу на менш дорогоцінні види палив [1].

Тому одним із основних шляхів удосконалення двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ), котрі лишаються основними споживачами нафтових палив, є їх адаптація до роботи на альтернативних паливах (АП). Використання на транспорті різних АП забезпечує вирішення проблеми заміни нафтових палив, а також значно розширює сировинну базу для отримання моторних палив, полегшує рішення проблем постачання паливом транспортних засобів та стаціонарних установок [2].

Можливість отримання АП з необхідними фізико-хімічними властивостями дозволить цілеспрямовано удосконалювати робочі процеси дизелів і цим покращувати їх екологічні та економічні показники. При цьому особливу роль відіграють АП із відновлюваних джерел енергії (рослинні олії (РО), відходи сільськогосподарського виробництва та харчової промисловості, біомаса), що дозволяють вирішити проблему зниження шкідливих викидів відпрацьованих газів (ВГ) дизелів у атмосферу [3].

Частковим рішенням проблеми дефіциту моторних палив є впровадження та використання у ДВЗ АП рослинного походження. Таким чином, проблема використання АП у світі та в Україні зокрема є досить актуальною, що передбачає необхідність проведення досліджень у цьому напрямку.

**Метою роботи** є встановлення раціональних параметрів дизеля конкретної моделі при його роботі на бінарних паливах.

### **Виклад основного матеріалу**

Експеримент був реалізований на лабораторній установці з комплексом необхідного вимірювального обладнання для автоматичної обробки і реєстрації результатів вимірювань (установка кафедри АТЕ ДТУ м. Черкаси).

В роботі використовувались наступні види палива:

- дизельне паливо (ДП) за ГОСТ 3869-99;
- суміш РО (20%) та ДП (80%);
- етиловий ефір ріпакової олії (ЕЕРО).

Об'єктом дослідження є чотиритактний дизельний двигун DONG FENG моделі CY4102BZLQ. Двигун та його модифікації встановлюються на автобусах «Богдан» (виробництво ВАТ «Черкаський автобус»). Крім цього він використовується, як силовий агрегат, на

вантажних автотранспортних засобах третього класу, котрі також виробляє ВАТ «Черкаський автобус». В залежності від класу виготовлених автобусів, корпорація «Богдан» загалом встановлює однотипні дизельні двигуни з деякою відмінністю в їх основних технічних характеристиках. Згідно [4] ці двигуни, за узагальненими класифікаційними ознаками ДВЗ, можна об'єднати в групу для дослідження впливу фізико-хімічних властивостей біологічних палив на їх регульовальні показники. Таке рішення дає можливість не проводити випробування кожного двигуна окремо, але, в силу їх узагальнення, взяти конкретний дизельний двигун, котрий слугував би їх представником та об'єктом дослідження. Результати експериментальних досліджень роботи двигуна-представника, з відповідними корективами, в перспективі можна застосовувати для інших двигунів сімейства DONG FENG (CY 4102 BZ, 4102 BZQ), а також і для початкових моделей дизелів ISUZU (4HG1, 4HG1-T, 4HE). Перераховані вище дизельні двигуни встановлюються на автобусах (А-081, А-082, А-091 та А-092) та вантажівках (серії NR, NQR) виробництва Корпорації «Богдан», котрі досить широко експлуатуються на автомобільних шляхах України й далеко за її межами.

Випробування дизельного двигуна проводились на режимах високих та середніх навантажень. Частоти обертання колінчатого валу відповідали номінальній потужності та максимальному крутному моменту. Відповідно  $n_1 = 2800 \text{ хв}^{-1}$  та  $n_2 = 1700 \text{ хв}^{-1}$ .

Результати експериментального дослідження фізико-хімічних властивостей біопалив показали, що властивості РО істотно відрізняються від властивостей ДП. З проведених досліджень найбільш ефективним АП, з точки зору економічності та екологічності дизеля, виявилась суміш РО та ДП — 20% та 80% відповідно [5].

В роботі проведено дослідження по регулюванню техніко-економічних параметрів дизеля DONG FENG моделі CY4102BZLQ в залежності від палива, що в ньому використовується. В результаті випробувань отримано графічні залежності техніко-економічних показників від тривалості впорскування палив, що використовуються.

За досліджувані параметри, що найбільш впливають на техніко-економічні та екологічні показники дизеля взято ступінь стиснення  $\epsilon$ , кут випередження впорскування  $\theta_{вип}$ , тиск наддуву  $p_s$  і тривалість впорскування палива  $\varphi_{впр}$ . Слід зазначити, що  $\epsilon$ ,  $\theta_{вип}$ , і  $p_s$  є незалежними параметрами. На відміну від них, тривалість впорскування  $\varphi_{впр}$  залежить від таких чинників, як максимальний та середній тиск впорскування, прохідний діаметр розпилюючих отворів та ін. [6].

В ході проведених досліджень були знайдені раціональні значення параметрів двигуна при використанні в останньому запропонованих АП. Раціональні значення параметрів дизеля наведено у таблицях 1-3.

Таблиця 1

Раціональні значення параметрів дизеля CY4102BZLQ  
при його роботі на ДП

$\varphi_{впор},$ град. п.к.в.	Раціональні значення параметрів			Показники дизеля		
	$p_s, \text{МПа}$	$\epsilon$	$\theta_{вип}, \text{град.п.к.в.}$	$g_e, \text{г/(кВт}\cdot\text{год)}$	$g_{NO}, \text{г/(кВт}\cdot\text{год)}$	$K, \%$
14	0,24	17	5	206,9	13,4	12,6
16	0,24	17	6	210,6	13,1	13,4
18	0,24	17	7	214	12,9	14,3
20	0,24	17	8	217,1	12,68	15,3
22	0,24	17	9	219,9	12,48	16
24	0,24	17	10	221,8	12,3	16,7

Дослідження передбачали визначення залежності ступеня стиснення, кута випереження впорскування та тиску наддуву від тривалості впорскування палива. Дана залежність показана на рисунку 1 у графічному вигляді.

Аналізуючи отримані результати досліджень, було відмічено наступні особливості використання палив рослинного походження у дизельному двигуні CY4102BZLQ. Видно, що при застосуванні запропонованих палив у всьому діапазоні значень  $\varphi_{впор}$  покращуються токсичні показники у порівнянні з початковими. Питомі викиди оксидів азоту зменшуються при збільшенні тривалості впорскування. Така тенденція властива всім паливам, котрі використовуються у дослідженні. Найнижчі значення  $NO_x$  має суміш РО і ДП. Найбільші — ЕЕРО. Найменші значення коефіцієнта непрозорості  $K$  досягаються при використанні у дизельному двигуні етилових ефірів РО, найбільші — при сумішевих паливах.

Таблиця 2

Рациональні значення параметрів дизеля CY4102BZLQ при його роботі на сумішевому паливі РО і ДП (20/80% відповідно)

$\varphi_{впор}$ , град п.к.в.	Рациональні значення параметрів			Показники дизеля		
	$p_s$ , МПа	$\varepsilon$	$\theta_{вип}$ , град п.к.в.	$g_e$ , г/(кВт·год)	$g_{NO}$ , г/(кВт·год)	$K$ , %
14	0,22	18	3	210,6	12,7	13,2
16	0,22	18	4	216	12,6	15,1
18	0,22	18	5	220,5	12,4	17,1
20	0,22	18	6	224,2	12,1	19
22	0,22	18	7	227	11,8	20,8
24	0,22	18	8	227	11,8	21,7

Таблиця 3

Рациональні значення параметрів дизеля CY4102BZLQ при його роботі на етиловому ефірі ріпакової олії

$\varphi_{впор}$ , град п.к.в.	Рациональні значення параметрів			Показники дизеля		
	$p_s$ , МПа	$\varepsilon$	$\theta_{вип}$ , град п.к.в.	$g_e$ , г/(кВт·год)	$g_{NO}$ , г/(кВт·год)	$K$ , %
14	0,215	18	4	247	13,8	11,6
16	0,215	18	5	251,4	13,7	12,3
18	0,215	18	6	254,8	13,5	13
20	0,215	18	7	258	13,3	14
22	0,215	18	8	261	13	15
24	0,215	18	9	263,5	12,7	16,2

Покращення економічності дизеля відбувається при зниженні тривалості впорскування  $\varphi_{впор}$ . Значення  $\varepsilon$  і  $p_s$  практично не змінюються (рисунок 1, а), а  $\theta_{вип}$  необхідно регулювати в залежності від кута повороту колінчатого валу, який визначає тривалість впорскування палива.

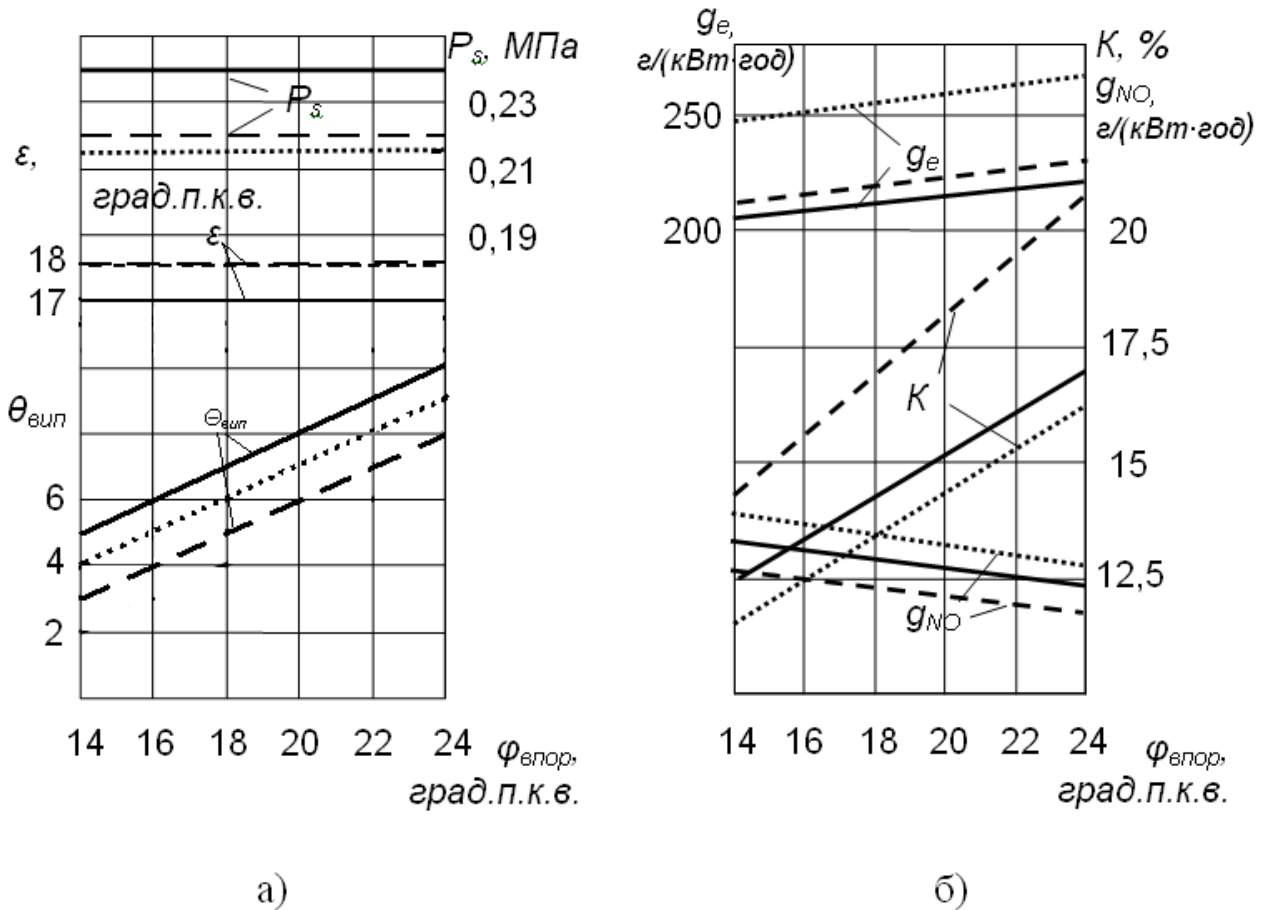


Рис. 1. Залежність раціональних значень параметрів (а) та показників (б) дизельного двигуна CY4102BZLQ від тривалості впорскування палива на режимі номінальної потужності:

- ДП;
- суміш РО і ДП (20/80% відповідно);
- ..... — ЕЕРО.

При використанні рослинних палив раціональні значення  $\varepsilon$  вищі, ніж для ДП приблизно на одиницю. Це пов'язано з потребою підвищення тиску в камері згорання для повноцінного згорання АП. Відмінні фізичні властивості ДП від аналогічних властивостей для АП призводять до того, що кут випередження впорскування  $\theta_{вип}$  останніх необхідно знижувати на 1...-2 град п.к.в. Це пов'язано з необхідністю зниження викидів оксидів азоту, які при використанні біопалив як правило збільшуються. Тиск наддуву  $p_s$  потрібно зменшити на 0,030...0,035 МПа при використанні бінарних палив та ЕЕРО відповідно. При використанні біопалив значно зменшуються викиди сажі з ВГ. Тому необхідність збільшення тиску наддуву, з метою зменшення сажоутворення при згоранні нафтових палив, для рослинних палив практично зникає.

### Висновки

Проведені експериментальні дослідження впливу бінарних палив і палив на основі ефірів рослинних олій на економічні та екологічні показники дизеля CY4102BZLQ, дозволили встановити наступне:

1. Знайдені раціональні значення параметрів двигуна CY4102BZLQ при використанні в ньому бінарних палив та етилових ефірів ріпакової олії. При використанні рослинних палив раціональні значення ступеня стиснення вищі, ніж для дизельного палива (приблизно на

одиницю), а значення кута випередження впорскування та тиску наддуву нижчі (відповідно на 1-3 град п.к.в. і на 0,030...0,035 МПа).

2. Отримано графічні залежності техніко-економічних показників (ступеня стиснення, тиску наддуву та кута випередження впорскування) від кута повороту колінчатого валу, від якого залежить тривалість впорскування палива.

3. Запропоновані залежності раціональних значень  $\theta_{вин}$ ,  $\varepsilon$ , і  $p_s$  від тривалості впорскування палива показали, що значення  $\varepsilon$  і  $p_s$  практично не змінюються із зменшенням тривалості впорскування, а  $\theta_{вин}$  необхідно знижувати.

4. Значення коефіцієнта непрозорості  $K$  відпрацьованих газів дизеля CY4102BZLQ при використанні в ньому етилових ефірів ріпакової олії знизились на 1,5 % у порівнянні із аналогічним показником ВГ при роботі двигуна на дизельному паливі.

5. Питомі викиди оксидів азоту  $NO_x$  досягають найнижчих значень при використанні бінарних палив.

### Список літератури

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. — 452с.
2. Семенов В.Г. Biodизельное топливо: стан і перспективи розвитку / В.Г. Семенов // Автошляховик України. — 2007. — № 2. — С. 13-16.
3. Безруких П.П. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии // Топливо-энергетический комплекс. — 2002. — № 2. — С. 53-57.
4. Абрамчук Ф.І. Автомобільні двигуни: підручник / Ф.І. Абрамчук, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долгунов, І.І. Тимченко. — К.: Арістей, 2005. — 476 с.
5. Пилипенко О.М. Вплив компонентів біопалив на показники токсичності та економічності дизельного двигуна / О.М. Пилипенко, І.А. Шльончак // Вісник Східноукраїнського національного університету. — 2008. — № 3. — С. 170-175.
6. Пилипенко О.М. Вплив кута випередження впорскування палива на екологічні показники дизеля, що працює на біопаливі / О.М. Пилипенко, І.А. Шльончак // Вісник ЖДТУ. — 2008. — № 2. — С. 200-208

Стаття надійшла до редакції 23.03.09

© Пилипенко О.М., Тригуб О.А., Шльончак І.А., 2009