

УДК. 629.33-6:621.436

О. М. Пилипенко, д-р техн. наук, проф.;**І. А. Шльончак**;**Ю. В. Огій**, студ.

КОМПЛЕКСНИЙ КРИТЕРІЙ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ БІОПАЛИВ У ДИЗЕЛЯХ

Запропоновано комплексний критерій оцінки ефективності біопалив при їх використанні у перспективному чотиритактному дизелі моделі CY4102BZLQ, яка передбачає можливість його роботи на біологічних паливах. Для дослідження ефективності біопалив використано критерій паливної економічності та екологічності відпрацьованих газів (ВГ), що дало можливість розробити практичні рекомендації використання найефективніших біопалив в цьому дизельному двигуні.

Вступ

Необхідність впровадження альтернативних палив викликана двома глобальними проблемами — світовим дефіцитом нафтового палива та забрудненням навколишнього середовища. Для задоволення потреб нашої держави в паливно-мастильних матеріалах необхідно 50—60 млн. т. нафти на рік. Щорічне видобування нафти складає близько 4 млн. т. — це 6...8 % потрібної кількості. Тому раціональне використання паливно-мастильних матеріалів, економія паливно-енергетичних ресурсів, пошук нових альтернативних джерел енергії — це завдання державного значення. Сьогодні в Україні більш ніж 31 % із загальних забруднень повітряного басейну припадає на автомобільний транспорт [1—3].

Частковим вирішенням розглянутих вище проблем є впровадження та використання у дизелях альтернативних палив рослинного походження. Однак оптимальні конструктивні та регульовальні параметри дизеля для використання нафтового палива не дозволяють забезпечити максимальну ефективність робочих процесів при його заміні на біологічне.

Вже відомі дослідження спрямовані на створення математичних моделей робочих процесів дизельних двигунів при використанні біопалив [4]. Однак аналіз технічної літератури показав, що дослідження, пов'язані з моделюванням робочих процесів дизельного двигуна моделі CY4102BZLQ та утворенням шкідливих речовин ВГ під час його роботи на біопаливах не проводились. Враховуючи це, постає задача розробити математичну модель ефективності біопалив у досліджуваному дизелі.

Мета роботи — розробити комплексний критерій оцінки ефективності біопалив у дизельному двигуні. Робота виконувалась на сучасній лабораторній установці з комплексом вимірювального обладнання для автоматичної обробки і реєстрації результатів вимірювань. Об'єктом досліджень був дизельний двигун DONG FENG моделі CY4102BZLQ. В роботі використовувались такі види біопалив: етиловий ефір ріпакової олії, суміші дизельного палива з ріпаковою олією в пропорціях 20/80, 50/50 та 80/20 % відповідно.

Основна частина

Для визначення найефективнішого біопалива для дизельного двигуна моделі CY4102BZLQ, який встановлюється на автобусах малого класу та вантажівках середньої вантажопідйомності, використовувався паливно-екологічний критерій. Цей критерій дає можливість поєднати економічні та екологічні властивості дизельного двигуна.

Основним показником абсолютної паливної економічності двигуна під час експлуатації є витрати палива за одиницю часу. Коли відомо середні експлуатаційні питомі витрати палива, то можна перейти до безрозмірного універсального показника, що характеризує паливну економічність двигуна в умовах експлуатації. Таким показником є середній експлуатаційний ефективний ККД $\eta_{e\text{сер.е}}$, що розраховується за формулою:

$$\eta_{e, \text{cep.e}} = \frac{3600}{Q_H g_{e, \text{cep.e}}}, \quad (1)$$

де Q_H — найнижча теплота згорання; $g_{e, \text{cep.e}}$ — питомі витрати палива, г/кВтгод;

Визначаючи токсичні властивості ВГ, необхідно враховувати те, що основним їх шкідливим компонентом дизельного двигуна є оксиди азоту, вуглеводні, оксиди вуглецю та тверді частки. Агресивність шкідливих речовин залежить від величини гранично-допустимої за санітарними нормами концентрації тієї чи іншої речовини у атмосферному повітрі. Показник агресивності конкретної шкідливої речовини залежить від ступеня його дії на людину та навколишнє середовище [5].

Комплексна оцінка паливної економічності та екологічності ВГ двигуна проводилась з урахуванням коефіцієнту відносних експлуатаційних екологічних витрат.

$$\beta = \frac{B_E}{B_{\text{ПЕ}}}, \quad (2)$$

де B_E — витрати на відшкодування негативної дії ВГ двигуна на навколишнє середовище; $B_{\text{ПЕ}}$ — сумарні витрати на паливо та відшкодування негативної дії ВГ двигуна:

$$B_{\text{ПЕ}} = B_{\text{П}} + B_E, \quad (3)$$

де $B_{\text{П}}$ — витрати на паливо.

Таким чином в якості критерію оптимальності був використаний комплексний критерій паливної економічності та токсичності ВГ ДВЗ. Цей критерій визначається як добуток середнього експлуатаційного ефективного ККД $\eta_{e, \text{cep.e}}$ та частки експлуатаційних екологічних витрат β в сумарних паливно-екологічних витратах:

$$K_{\text{ПЕ}} = \eta_{e, \text{cep.e}} (1 - \beta). \quad (4)$$

Комплексний критерій набуває максимального значення, що дорівнює величині середнього експлуатаційного ККД за умови відсутності екологічних витрат. Зі збільшенням частки екологічних витрат величина КПЕ буде знижуватись.

Безрозмірний комплексний критерій паливної економічності та екологічності ВГ із урахуванням ступеня завантаження двигуна та часу його роботи дозволяє визначити ефективність використання того чи іншого виду палива у двигуні. На основі таких комплексних оцінок стає можливим системний підхід до визначення оптимального співвідношення технічних параметрів двигуна під час його роботи на альтернативних паливах.

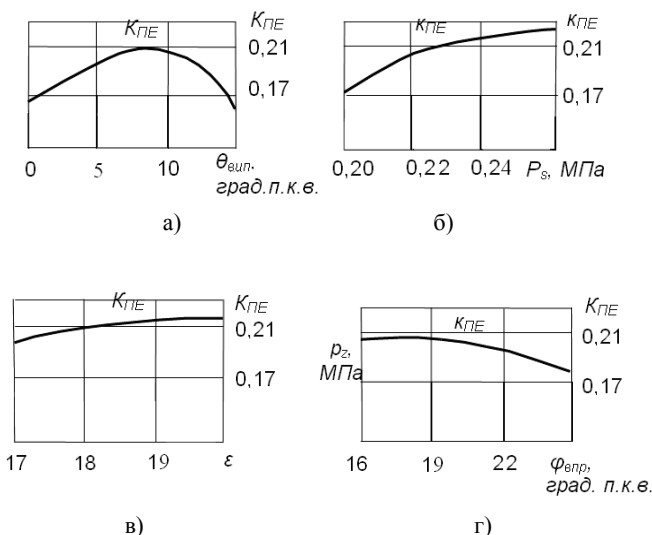
Для режиму номінальної потужності паливно-екологічний критерій визначається таким чином:

$$K_{\text{ПЕ}} = \frac{3600}{Q_H g_e} \frac{g_e}{g_e + \sigma f \sum_{k=1}^N (A_k g_{\text{втр}})}, \quad (5)$$

де g_e , $g_{\text{втр}}$ — відповідно питомі ефективні витрати палива та питомі викиди i -го компонента токсичних речовин ВГ; A_k — показник відносної агресивності i -го компонента токсичних речовин; N — загальна кількість врахованих токсичних компонентів, які викидаються в навколишнє середовище з ВГ; σ — безрозмірний показник відносної небезпеки забруднення для різних територій (наприклад, для деяких земель України $\sigma = 0,25$); f — безрозмірний коефіцієнт, що враховує характер розсіювання ВГ в атмосфері (наприклад, для умов експлуатації дизелів вантажних автомобілів $f = 1$); Q_H — нижча теплота згорання палива.

В роботі, визначаючи комплексний критерій, було враховано два компоненти ВГ, котрі завдають найбільшої шкоди здоров'ю людини та навколишньому середовищу, а саме: NO_x та тверді частки.

На рисунку показано вплив зміни регульовальних параметрів дизеля на величину комплексного критерію. Показані графічні залежності, отримані розрахунково-експериментальним шляхом. Паливно-екологічний критерій КПЕ визначався з формули (5).



Зміна паливно-екологічного критерію K_{PE} :
 а — від кута випередження $\theta_{випр.}$, б — від тиску наддуву повітря P_s , для дизельного двигуна. Детальніше ре-
 зультати досліджень наведено в роботі [6].
 в — від ступеня стиснення ϵ та кута впорскування палива $\phi_{впр.}$, г —
 робота двигуна на суміші ріпакової олії та дизельного палива у
 відношенні 20:80 % відповідно

З рисунку видно, що для збільшення паливно-екологічної ефективності необхідно збільшувати ступінь стиснення і тиск наддуву, але зменшувати тривалість впорскування. Залежність комплексного критерію від кута випередження впорскування має максимум, що дає можливість визначити його конкретне фіксоване значення. Вибір раціональних параметрів здійснювався з урахуванням обмеження по максимальному тиску згорання.

Наступним завданням дослідження був пошук таких параметрів регулювальних параметрів, які забезпечили б максимальні значення паливно-екологічного критерію в умовах прийнятих обмежень, що дозволило б вибрати найефективніше біопаливо

Висновки

В результаті використання запропонованого комплексного критерію оцінки можна сформулювати такі основні висновки:

1. Для покращення паливно-екологічної ефективності біопалив необхідно збільшувати ступінь стиснення в межах 18...19, тиск наддуву 0,20...0,24 МПа і зменшувати тривалість впорскування до значень, близьких 14 град. п. к. в. Вплив кута випередження впорскування на комплексний критерій має фіксоване максимальне значення, що дорівнює 8 град. п. к. в.

2. Серед досліджуваних біологічних палив найефективнішим з точки зору економічності та екологічності виявилась суміш ріпакової олії та дизельного палива у відношенні 20:80 %, відповідно.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гашук П. М. Ідентифікація й нормування потенціалу автомобіля : монографія / П. М. Гашук, М. В. Дубно, О. Ф. Нефьодов. — Львів : Тріада ПЛЮС, 2007. — 240 с.
2. Канило П. М. Автомобиль и окружающая среда / П. М. Канило, И. С. Бей, А. И. Ровенский. — Х. : Прапор, 2000. — 304 с.
3. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії : монографія / О. Адаменко, В. Височанський, В. Лютко, М. Михайлів. — Івано-Франківськ : ІМЕ. — 2001. — 432 с.
4. Разлейцев Н.Ф. Моделирование и оптимизация процесса сгорания в дизелях / Н. Ф. Разлейцев. — Харьков : Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1980. — 169 с.
5. Крал Й. Эмиссии и их воздействие на окружающую среду при использовании рапсового масла в дизельных моторах / Й. Крал, А. Муньяк, Г. Франке // Двигатели внутреннего сгорания. — Харьков : Вища школа, 1999. — № 58. — С. 151—159.
6. Пилипенко О. М. Методологічні аспекти дослідження властивостей біодизеля / О. М. Пилипенко, І. А. Шльончак // Вісник ЖДТУ. — 2008. — № 1. — С. 47—56.

Рекомендована кафедрою автомобілів та транспортного менеджменту

Надійшла до редакції 10.09.09
 Рекомендована до друку 1.10.09

Пилипенко Олександр Михайлович — завідувач кафедри, **Шльончак Ігор Анатолійович** — асистент.

Кафедра автомобілів та технологій їх експлуатації;

Огій Юрій Вікторович — студент.

Черкаський державний технологічний університет