

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВ НА ОСНОВІ ЕТИЛОВОГО ЕФІРУ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ В ЯКОСТІ ПАЛИВА ДЛЯ ДИЗЕЛІВ

*Кандидат технічних наук Говорун А.Г.
Підписнов В.С.*

Найбільшого розповсюдження серед альтернативних палив для дизелів, що виробляються з відновлюваних ресурсів, набули метиловий та етиловий ефіри рослинних олій (ріпакової, пальмової, соєвої тощо), наприклад МЕРО, ЕЕРО. Їх прийнято називати «біодизельним паливом».

Однією з основних переваг біодизельних палив є наявність достатньо великої (близько 10 %) кисню безпосередньо в молекулах метилового чи етилового ефірів, що сприятливо позначається на протіканні процесу згоряння, що, в свою чергу, забезпечує зниження у відпрацьованих газах продуктів неповного згоряння палива (оксиду вуглецю СО і вуглеводнів $C_m H_n$), а також сажі. Крім того, слід зазначити, що біодизельні палива не містять поліциклічних ароматичних вуглеводнів, вміст сірки на один-два порядки менший, ніж у штатному дизельному, при згорянні біодизельного палива не утворюються канцерогенні речовини.

У той же час фізико-хімічні властивості біодизельних палив (густина, кінематична в'язкість, стискальність, поверхневий натяг, швидкість розповсюдження звуку тощо) суттєво відрізняються від фізико-хімічних властивостей дизельного палива, що не дає можливості повною мірою реалізувати їхні переваги.

У першу чергу це стосується суттєвого збільшення кінематичної в'язкості біодизельних палив, інші фізико-хімічні показники відрізняються менш суттєво (10—20 %), і вплинути на них практично неможливо.

Підвищення кінематичної в'язкості палива призводить до різкого підвищення тиску в нагнітальній порожнині паливного насоса високого тиску, що, в свою чергу, веде до збільшення навантажень у його приводі [1]. При цьому зменшується тиск впорскування (перед форсункою) внаслідок збільшення гідравлічних втрат у нагнітальному паливопроводі. Це призводить до погіршення якості розпилювання палива, збільшення часу впорскування та його запізнення, як наслідок — погіршення індикаторних та ефективних показників двигуна.

Підвищена кінематична в'язкість палива зменшує підтікання в прецизійних парах паливного насоса, через що понаднормово збільшується циклова подача палива, тобто потужність двигуна і навантаження на деталі циліндро-поршневої групи та кривошипно-шатунного механізму.

Крім того, при використанні біодизельного палива в чистому вигляді отримуємо вкрай низький коефіцієнт енергетичної ефективності η_{ee} .

Коефіцієнт енергетичної ефективності, %:

$$\eta_{ee} = \frac{h_H - E}{h_H}, \quad (1)$$

де h_H — нижча теплота згоряння палива, МДж/кг;
 E — енерговитрати на його виробництво, МДж/кг.

Нижча теплота згоряння дизельного палива $h_H = 42,5$ МДж/кг, біодизельного палива — $h_H = 36,9—37,8$ МДж/кг, енерговитрати на виробництво дизельного палива $E = 21$ МДж/кг, біодизельного палива $E = 35$ МДж/кг [2].

У результаті коефіцієнт енергетичної ефективності дизельного палива приблизно складає $\eta_{ee} = 0,53$, у той час як для біодизельного палива він приблизно складає $\eta_{ee} = 0,05—0,07$, тобто 5—7 %.

Одним із основних недоліків метилового ефіру ріпакової олії є висока хімічна агресивність відносно деяких матеріалів, із яких виготовлені деталі і вузли системи живлення двигуна. Тому при його використанні в чистому вигляді чи у вигляді добавок до штатного дизельного палива елементи системи живлення, що мають безпосередній контакт із ним, повинні виконуватися зі спеціальних матеріалів або мати захисне покриття, крім того, його виробництво (зокрема, промивка) не є екологічно чистим процесом і потребує утилізації промивних вод. Етиловий ефір ріпакової олії практично не має тих недоліків, що притаманні МЕРО.

З урахуванням вищесказаного, для автомобілів, що знаходяться в експлуатації, більш раціонально використовувати ЕЕРО, причому з урахуванням низької енергетичної ефективності біодизельних палив доцільнішим є використання ЕЕРО у вигляді добавок до штатного палива.

Використання ЕЕРО в якості добавок до штатного палива дає можливість підвищити коефіцієнт енергетичної ефективності η_{ee} використання сумішевих палив, а також максимально наблизити їх фізико-хімічні властивості до штатного дизельного палива.

Деякі фізико-хімічні властивості штатного палива, етилового ефіру ріпакової олії, а також 20%-ої суміші біодизельного та штатного палив наведені в таблиці 1 [3].

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості досліджуваних палив

Фізико-хімічні властивості	ДП	Гас ТС-1	ЕЕРО	70% ДП+ 20% ЕЕРО+ 10%ТС-1
Частка вуглецю g_C	0,87	0,86	0,776	0,861
Частка водню g_H	0,126	0,137	0,12	0,125
Частка кисню g_O	0,004	0,003	0,104	0,024
Нижча теплота згоряння h_H , МДж/кг	41—42,2	43	36,8—37,2	40,2—41,5
Густина ρ , кг/м ³	832	741	868	836
Кінематична в'язкість ν , мм ² /с при 20 °С	4,153	1,505	6,807	4,154
Коефіцієнт енергетичної ефективності η_{ee}	0,488—0,53	0,488—0,53	0,05—0,066	0,4—0,43
Теоретично необхідна кількість повітря l_o , кг/кг	14,45	14,7	12,6	14,085

Одним із методів удосконалення процесу сумішоутворення при використанні сумішевих біодизельних палив і, як наслідок, збереження ефективності їх згоряння є метод, при якому

змішування штатного і біодизельного палив здійснюється з додаванням вуглеводнів меншої в'язкості і високим цетановим числом (наприклад, гас).

У Національному транспортному університеті на кафедрі «Двигуни та теплотехніка» були проведені стендові випробування дизеля VAG ASV 1.9 TDI при роботі на штатному та суміші штатного палива та етилового ефіру ріпакової олії.

На рис.1 наведені навантажувальні характеристики дизеля VAG ASV 1.9 TDI з регульованим газотурбінним наддувом та рециркуляцією відпрацьованих газів при роботі на штатному паливі та суміші штатного палива з етиловим ефіром ріпакової олії (20%).

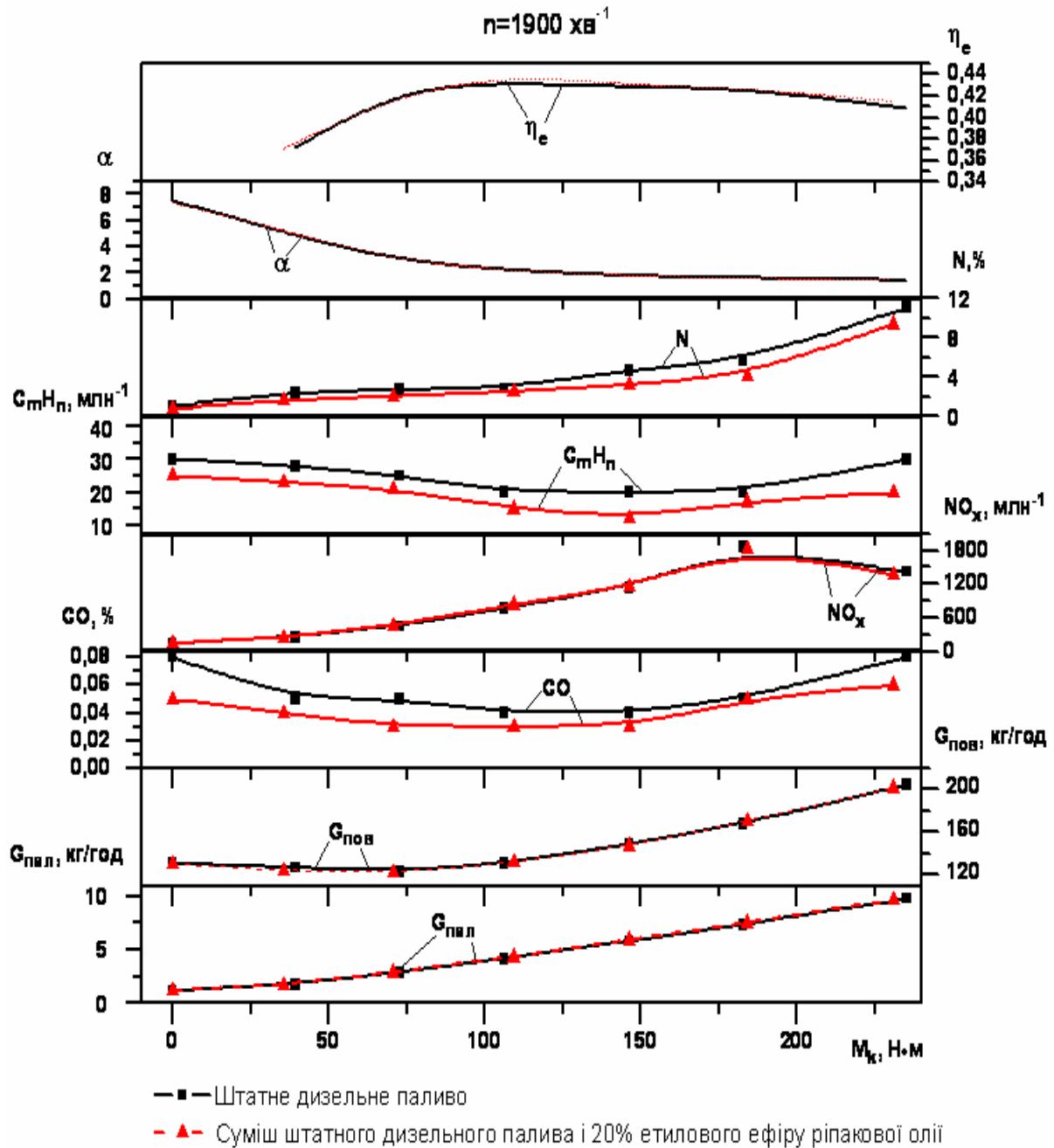


Рис. 1. Навантажувальна характеристика дизеля моделі VAG ASV 1.9 TDI з газотурбінним наддувом при роботі на штатному та суміші штатного і біодизельного палив

Як видно з наведених характеристик, енергетичні показники дизеля при роботі на суміші ЕЕРО зі штатним дизельним паливом відрізняються приблизно на 2% відносно показників дизеля при його роботі на штатному паливі завдяки меншій нижчій теплоті згоряння біодизельного палива, але при цьому ефективний ККД залишається практично однаковим на всьому навантажувальному діапазоні.

Характер зміни концентрації шкідливих речовин, які містяться у відпрацьованих газах, від навантаження при роботі на сумішевому паливі має деякі відхилення значень концентрацій відносно отриманих при роботі на штатному паливі.

Димність відпрацьованих газів N дизеля в межах усього навантажувального діапазону на 9—10 % менша при роботі на сумішевому, ніж при роботі на штатному паливі.

При цьому має місце значне зниження концентрації у відпрацьованих газах оксиду вуглецю C_{CO} та вуглеводнів $C_{C_mH_n}$ (на 30—40 %).

Концентрації оксидів азоту у відпрацьованих газах як при роботі на штатному, так і при роботі на суміші штатного та біодизельного палив залишаються практично однаковими.

Знижена димність відпрацьованих газів при роботі двигуна на сумішевих паливах пояснюється значною присутністю кисню безпосередньо у молекулі біодизельного палива [3].

Зниження концентрацій оксиду вуглецю C_{CO} та вуглеводнів $C_{C_mH_n}$ у відпрацьованих газах можна пояснити більш досконалим процесом згоряння сумішевих палив, а також наявністю кисню в молекулі біодизельного палива.

Отже, за умов удосконалення процесу підготовки сумішевого біодизельного палива, можна забезпечити значне зниження викидів сажі, оксидів вуглецю та вуглеводнів з відпрацьованими газами при практично незмінній концентрації в них оксидів азоту та збереженні ефективності його використання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лютко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. — М.: МАДИ (ТУ), 2000. — 311 с.
2. Термодинамічна ефективність та ресурси рідкого біопалива України / Забарний Г.М., Кудря С.О., Кондратюк Г.Г., Четверик Г.О. — К.: Інститут відновлювальної енергетики НАН України, 2006. — 226 с.
3. Девянин С.Н., Марков В.А., Семенов В.Г. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей. — Х.: Новое слово, 2007. — 452 с.