

УДК 621.936-61

ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОТИ ЗГОРЯННЯ СУМІШІ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА З ДОБАВКАМИ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ ТА ЕТАНОЛУ

Хоменко С.М. к.т.н., доцент

(Житомирський національний агроекологічний університет)

Представлено результати теоретичних досліджень теплоти згоряння суміші дизельного пального з добавками ріпакової олії та етанолу.

Постановка проблеми. У зв'язку з вичерпністю світових запасів нафти та поглибленням екологічної кризи все більш актуальним стає питання щодо залучення альтернативних екологобезпечних джерел енергії для використання як моторних палив для автотранспорту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. З огляду на екологічну оцінку альтернативних палив на основі проаналізованих останніх досліджень та публікацій [1-6], науковий інтерес викликає використання сумішей дизельного пального з різною концентрацією ріпакової олії та етанолу.

Постановка завдання. Мета досліджень полягала в підвищенні економічних параметрів двигунів внутрішнього згоряння. Відповідно до поставленої мети необхідно провести дослідження властивостей суміші дизельного палива з добавками альтернативних палив різних концентрацій.

Результати досліджень. Рівняння для розрахунку індикаторного коефіцієнту корисної дії (ККД) двигуна, що працює на дизелі [1]:

$$\eta_i = E_p \alpha_{дп}, \quad (1)$$

де E_p - постійна для конкретного двигуна величина, що враховує ступінь стиску, швидкісний режим двигуна тощо;

$\alpha_{дп}$ - коефіцієнт надміру повітря.

Як відомо, коефіцієнт надміру повітря при згорянні дизельного палива:

$$\alpha_{дп} = \frac{L}{L_{одп}}, \quad (2)$$

де L - кількість повітря, що надійшло в циліндр, кг;

$L_{одп}$ - кількість повітря, теоретично необхідного для згоряння тієї ж порції дизельного палива, кг.

Для проведення досліджень необхідно визначитись з максимальним вмістом спирту в суміші, використаємо для цього дослідження німецьких вчених, які відзначають, що використання суміші нафтопродуктів з концентрацією спирту більше 10% пов'язане з проблемою розшарування

суміші, особливо , коли температура нижча 0⁰С. Для зручності подальших розрахунків кожній суміші палив присвоємо порядковий номер, який відповідає концентрації сумішей (табл. 1).

Таблиця 1 – Склад сумішей дизельного палива, ріпакової олії та етанолу

Концентрація	№суміші										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ріпакової олії, К	0	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90
Етилового спирту, К _Е	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10

Для отримання незмінних швидкісного та навантажувального режимів коефіцієнт надлишку повітря для суміші дизельного палива , ріпакової олії та етанолу з концентрацією ріпакової олії К і етанолу К_Е можна визначити за наступною формулою:

$$\alpha_{ДП+РО+Е} = \frac{L}{L_{ОДП}(1-K-K_E) + L_{ОРО}K + L_{ОЕ}K_E}, \quad (3)$$

де $L_{ОДП}(1-K-K_E)$ – кількість повітря, теоретично необхідного для згоряння частки дизельного палива в суміші, кг;

$L_{ОРО}$ – кількість повітря, теоретично необхідного для згоряння частки ріпакової олії, кг;

K – концентрація ріпакової олії в суміші за масою $K=0...1$.

$L_{ОЕ}$ – кількість повітря, теоретично необхідного для згоряння частки етанолу, кг;

K_E – концентрація етанолу в суміші за масою $K_E=0...(1-K)$, $K_{Emax}=0,1$.

Якщо поділити (3) на (2), провести нескладні перетворення і врахувати, що теоретична необхідна кількість повітря для повного згоряння 1 кг ріпакової олії складає 12,9 кг, для дизельного палива - 14,45 кг, а для етанолу 9,0 кг то для 1 кг суміші дизельного палива, ріпакової олії і етанолу ,що згоряє в циліндрах двигуна, для того ж швидкісного і навантажувального режимів його роботи можна записати:

$$\frac{\alpha_{ДП+РО+Е}}{\alpha_{ДП}} = \frac{\frac{L}{L_{ОДП}(1-K-K_E) + L_{ОРО}K + L_{ОЕ}K_E}}{\frac{L}{L_{ОДП}}}$$

Звідки:

$$\alpha_{ДП+РО+Е} = \frac{\alpha_{ДП} \cdot 14,45}{14,45(1-K-K_E) + 12,9K + 9,0K_E} = \frac{\alpha_{ДП}}{1 - 0,107K - 0,377K_E}. \quad (4)$$

Таблиця 2 – Зміна коефіцієнта пропорційності між $\alpha_{ДП+РО+E}$ і $\alpha_{ДП}$ для суміші дизельного палива, ріпакової олії і етанолу різних концентрацій

№ суміші	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\frac{\alpha_{ДП+РО+E}}{\alpha_{ДП}}$	1	1,01	1,03	1,04	1,06	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	1,16

Рівняння (1) при використанні суміші дизельного палива, ріпакової олії і етанолу, як палива, можна записати у вигляді:

$$\eta_{iДП+РО+E} = \frac{R P_i L_{iОДП} T \alpha_{ДП}}{H_u P_{ДП+РО+E} \eta_v} = \frac{R P_i L_{iОДП} T}{H_u P_{ДП+РО+E} \eta_v} \cdot \frac{\alpha_{ДП}}{K - 0,107 K - 0,377 E}, \quad (5)$$

де $R = 8,31$ Дж/моль К – універсальна газова постійна;

P_i – середній індикаторний тиск, МПа;

$L_{ОДП+РО+E}$ – теоретично необхідна кількість повітря для згорання 1 кг суміші дизельного палива, ріпакової олії і етанолу, кмоль повітря/кг палива;

$L_{ОДП+РО}$ – теоретично необхідна кількість повітря для згорання 1 кг суміші дизельного палива та ріпакової олії, кмоль повітря/кг палива;

T – температура навколишнього середовища, °К;

H_u – нижча теплота згорання суміші дизельного палива, ріпакової олії і етанолу, МДж/кг;

H_u – нижча теплота згорання суміші дизельного палива та ріпакової олії, МДж/кг;

η_v – коефіцієнт наповнення;

P – тиск навколишнього середовища, МПа.

Нижча теплота згорання може бути визначена за формулою Д.І. Менделєєва [1]:

$$H_u = 368,6C + 1028,6H - 108,7(S - 25) - 25 O_2, \quad \text{кДж/кг} \quad (6)$$

де C, H, O, S, H_2O - вміст в паливі відповідно вуглецю, водню, кисню, сірки, води, %.

Зробивши деякі перетворення, рівняння (5) запишемо в такому вигляді:

$$\eta_{iДП+РО+E} = \frac{R P_i L_{iОДП} T \alpha_{ДП}}{H_u K_{ДП} (1 - 0,153 - 0,409 E) \eta_v}. \quad (7)$$

Прийmemo, що $\eta_{iДП+РО+E}$ змінюється так само, як у двигуна, що працює на дизельному паливі, тоді рівняння (7) прийме вигляд:

$$\eta_i = \frac{R P_i L_{iОДП} T \alpha_{ДП}}{H_u P_{ДП+РО+E} \eta_v}. \quad (8)$$

В рівнянні (8) P_i , використовуючи суміш дизельного палива та ріпакової олії, буде іншим ніж використовуючи лише дизельне паливо, тоді як P_i має зв'язок з Hu і η_v . Знайти P_i з рівняння (8) можна таким чином:

$$\frac{P_i}{Hu_{ДП+РО+E}} = \frac{\eta_i \eta_v P}{RL_{ОДП} \alpha_{ДП}}, \quad (9)$$

В правій частині рівняння (9) залишаються невідомими η_i , і α ; так, як вони змінюються в залежності від навантаження. Для знаходження цих величин та в цілому відношення $P_i / Hu_{ДП+РО+E}$ використаємо експериментальні дані [2]:

$$\begin{aligned} \alpha &= 5 - 6,3 \cdot 10^{-2} N + 2,8 \cdot 10^{-4} N^2 \\ \eta_i &= 0,43 + 0,3 \cdot 10^{-2} N - 0,3 \cdot 10^{-4} N^2, \end{aligned} \quad (10)$$

де N - відсоток використання потужності двигуна, %.

Для розв'язку рівняння (10) будемо використовувати такі дані: $\eta_v = 0,8 \dots 0,97$, для розрахунків прийmemo $\eta_v = 0,89$; $P = 0,1$ МПа; $R = 8,31$ Дж/моль·К; $L_{ОДП} = 0,499$ кмоль/кг; $T = 293$ К [5].

$$\frac{P_i}{Hu_{ДП+РО}} = \frac{7,325 \cdot 10^{-2} (0,43 + 0,3 \cdot 10^{-2} N - 0,3 \cdot 10^{-4} N^2)}{5 - 6,3 \cdot 10^{-2} N + 2,8 \cdot 10^{-4} N^2}. \quad (11)$$

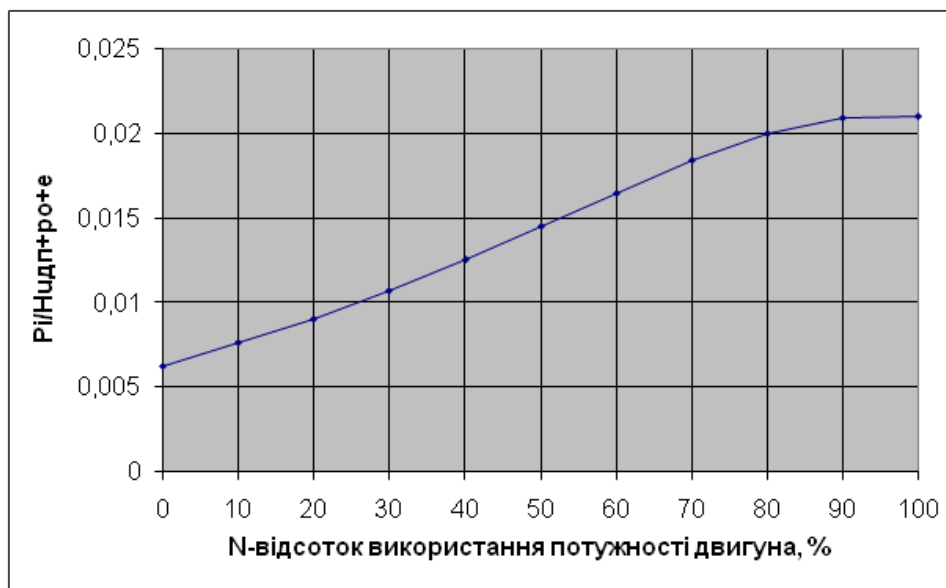


Рисунок 1 – Зміна відношення $P_i / Hu_{ДП+РО+E}$ від потужності двигуна

З рис. 1 видно, що при збільшенні потужності відношення $P_i / Hu_{ДП+РО+E}$ також збільшується і методом апроксимації ($R^2 = 0,9861$) можна вивести, що:

$$\frac{P_i}{Hu_{ДП+РО+E}} = 0,0002N + 0,0062 \quad (12)$$

Висновки. Нижча теплота згоряння знижується зі збільшенням концентрації ріпакової олії, а густина відповідно збільшується. При додаванні в суміш етанолу відбувається зменшення густини та нижчої теплоти згоряння суміші порівняно з сумішшю дизельного палива і ріпакової олії. Згідно формул (8)- (12), знаючи концентрацію ріпакової олії в моторному паливі, можна визначити нижчу теплоту згоряння та густину суміші в цілому.

Список літератури

1. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте / Н.Я. Говорущенко. – М.: Транспорт, 1990. – 133с.
2. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта) / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко – изд. 2-е, перераб. и дополн. - Харьков: РИО ХГАДТУ, 1999. – 468с.
3. Редзюк А.М. Проблеми та перспективи використання рослинної олії як моторного палива / А.М. Редзюк, В.О. Рубцов, Ю.Ф.Гутаревич // Автошляховик України. – 1999. – № 1. – С. 4 – 6.
4. Гутаревич Ю.Ф. Етиловий спирт як моторне паливо / Ю.Ф. Гутаревич, А.Г. Говорун, А.О. Копач, О.А. Сябро // Автошляховик України. – 1999. – № 1. – С. 7 – 10.
5. Колчин А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов / А.И. Колчин., В.П. Демидов. – 2-е изд., перераб. й доп. – М.: Высш. школа, 1980. – 400 с.
6. Хоменко С.М. Обґрунтування екологічних показників роботи двигуна при використанні суміші дизельного і альтернативного палива / С.М. Хоменко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Харків: ХНТУСГ, 2012. – Вип. 121: «Технічний сервіс машин для рослинництва». – С. 153 – 157.

Аннотація

Теоретическое определение теплоты сгорания смеси дизельного топлива с добавками рапсового масла и этанола

Хоменко С.М.

Представлены результаты теоретических исследований теплоты сгорания смеси дизельного топлива с добавками рапсового масла и этанола.

Abstract

Theoretical heat of combustion mixture diesel fuel additives rapeseed oil and ethanol

Khomenko S.M.

The results of theoretical investigations of heat of combustion of diesel fuel mixture with the addition of rapeseed oil and ethanol.