

УДК 621.43

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПАЛИВА ПРИ РОЗРАХУНКУ ЦИКЛУ ДИЗЕЛЯ, ЩО СПОЖИВАЄ СУМІШ ДИЗЕЛЬНОГО І БІОЛОГІЧНОГО ПАЛИВ

Болтянський О.В., к.т.н.,

Зуєв О.О., к.т.н.,

Стефановський О.Б., к.т.н.,

Кольцов М.П., к.с.г.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-04-42

Анотація – на базі відомостей про фізичні властивості сумішей дизельного і біологічних палив запропоновано методику розрахунку параметрів палива, що застосовуються при спрощеному розрахунку робочого циклу дизелів.

Ключові слова – паливо, дизель, суміш палив, густина.

Постановка проблеми. Конструкції й робочі процеси сучасних автотракторних дизелів стали дозволяти використовувати в них не тільки традиційне дизельне паливо (ДП), але й біологічні палива (звичайно рослинні олії або їхні похідні), а також суміші дизельного палива з біологічними.

У практиці навчального процесу аграрного вузу використовується методика спрощеного розрахунку робочого циклу дизеля, дотепер орієнтована на використання тільки традиційного ДП [1]. Його параметри, що впливають на результати розрахунку циклу, це нижча теплота згоряння палива $Q_{нДП}$ (Дж/г) і вміст різних хімічних елементів у паливі по масі ($C_{ДП}$ – вуглецю й $H_{ДП}$ – водню; наявністю кисню ($O_{ДП}$) і сірки ($S_{ДП}$) звичайно зневажається).

Для випадку використання в дизелі чистого біологічного палива (БП) дана методика не вимагає коректування – потрібно лише замінити перераховані вище значення параметрів палива, але все ж таки, в типових моделях дизелів безпечніше використовувати суміші ДП і БП. А для цього випадку методика [1] уже вимагає коректування, тому що потрібно визначити параметри суміші палив: нижчу теплоту згоряння $Q_{нсм}$ і вміст різних хімічних елементів у суміші палив по масі ($C_{см}$, $H_{см}$, $O_{см}$).

Аналіз останніх досліджень. Хоча в монографії І.П. Васильєва [2] наведено багато формул для розрахунку різних параметрів і

показників як палив, так і двигуна, а також відомостей про властивості БП та сумішей ДП і БП, у ній немає готового рішення поставленого вище питання[1].

Мета роботи. На базі матеріалу монографії [2] запропонувати методику розрахунку параметрів суміші ДП і БП, використовуваних у спрощеному розрахунку робочого циклу дизеля.

Основна частина. За І.П. Васильєвим припустимо, що ДП і БП змішуються за об'ємом. Тоді ключова проблема в розрахунку перерахованих вище параметрів суміші палив – це розрахункове визначення густини суміші $\rho_{см}$ (без проведення експерименту) за відомим значенням густини ДП і БП ($\rho_{ДП}$, $\rho_{БП}$) і вмісту різних хімічних елементів у цих паливах по масі. Відносно цих параметрів ДП і БП, докладна інформація наведена в монографії [2] і інших джерелах. Густина палив визначається при температурі 20°C.

Хоча можна було б установити параметри залежностей $\rho_{см}$ від вмісту БП у суміші за об'ємом ($c_{об,БП}$), доцільніше спочатку перевірити, яка залежність є між відносною зміною густини суміші (стосовно величини $\rho_{ДП}$) і величиною $c_{об,БП}$. У такому випадку, шукана залежність буде позбавлена коефіцієнтів, що мають неединичну розмірність.

Для відшукування цієї залежності використовувалися дослідні дані, наведені І.П. Васильєвим [2] для сумішей ДП із естером соєвого масла (ЕСМ; в [2] позначений «БИО ЭСТ») і рядом рослинних олій – соняшниковим, кукурудзяним, рапсовим, гірчичним, соєвим та ін. На рис. 1 наведений графік залежності відносної зміни густини суміші $\Delta\rho_{см}/\rho_{ДП}$ від вмісту БП у суміші по об'ємі.

Видно, що з достатньою точністю приватні залежності $\Delta\rho_{см}/\rho_{ДП}$ від $c_{об,БП}$ можна апроксимувати прямими, що йдуть через початок координат (виключенням є залежність для суміші ДП із соєвим маслом). Більше того, для сумішей ДП із рослинними оліями, практично є справедливою наближена загальна залежність. Для сумішей ДП із ЕСМ і скипидаром є окремі залежності, з меншими кутовими коефіцієнтами. Кутові коефіцієнти $k_{р,БП}$ цих залежностей знайдені на ЕОМ за допомогою відомого методу найменших квадратів і наведені в табл. 1. Швидше за все, величина $k_{р,БП}$ залежить від густини БП.

Таблиця 1

Кутові коефіцієнти залежностей $\Delta\rho_{см}/\rho_{ДП}$ від $c_{об,БП}$	
Найменування БП	Кутовий коефіцієнт $k_{р,БП}$
Рослинні олії	0,101
ЕСМ	0,065
Скипидар	0,038

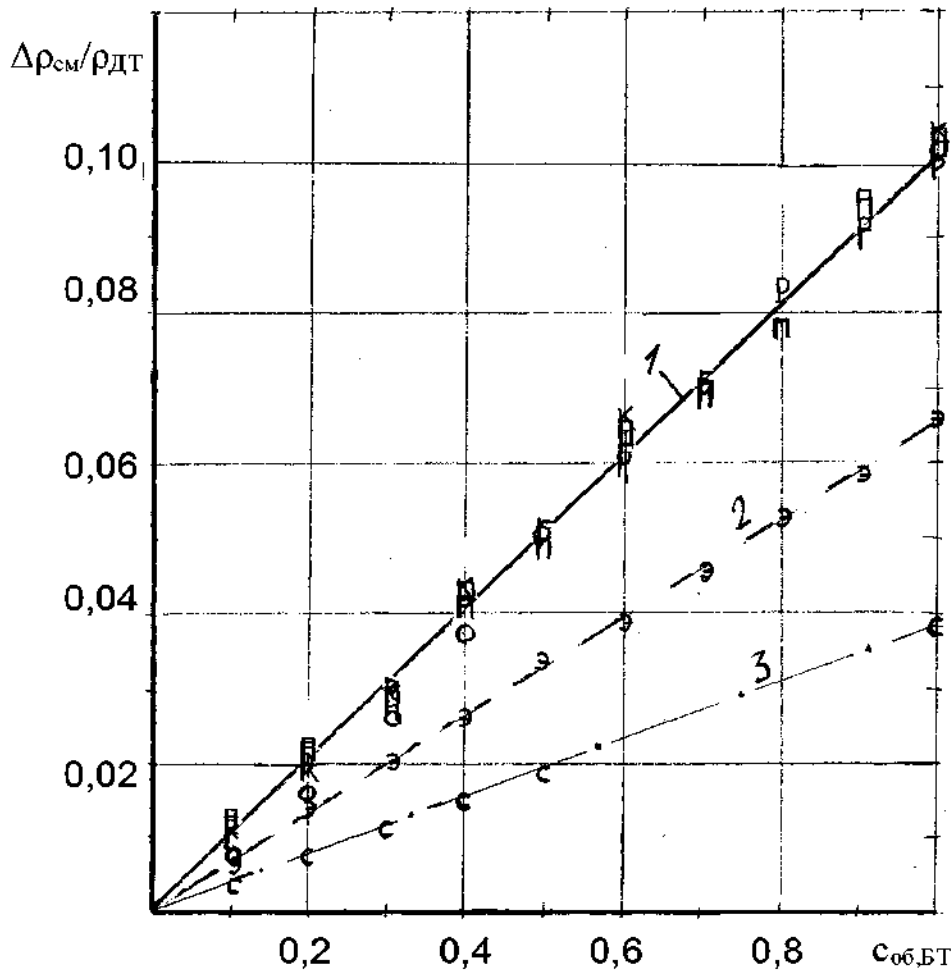


Рис. 1 Залежність відносної зміни густини суміші ДП і БП від змісту БП у суміші по об'єму:

1- суміші ДП з рослинними оліями (точки г, к, о, п, р),

2- ЕСМ (точки э), 3- скіпідаром (точки с)

Середньоквадратична погрішність апроксимації реальних залежностей $\Delta\rho_{см}/\rho_{ДП}$ від $с_{об,БП}$ прямо-пропорційними невелика й не перевищує 5% (для сукупності рослинних олій). У той же час, ця погрішність розрахунку густини суміші ДП і БП, за допомогою формули

$$\rho_{см} = \rho_{ДП}(1 + k_{р,БП} с_{об,БП}), \quad (1)$$

набагато нижче й не перевищує 0,5%. Відносна погрішність розрахунку густини суміші по (1), для сукупності рослинних олій, не перевищує 1%, а для часткових залежностей (суміші ДП з ЕСМ і

скіпідаром) ще набагато нижче. Тому формулу (1) можна використовувати для розрахунку густини суміші ДП і БП.

Знаючи її, легко визначити параметри суміші палив, використовувані в розрахунку циклу дизелі:

- масові частки БП і ДП у суміші палив,

$$c_{m,БП} = c_{об,БП} \rho_{БП} / \rho_{см}; \quad c_{m,ДП} = 1 - c_{m,БП}; \quad (2; 3)$$

- вміст даного хімічного елемента (X) у суміші по масі,

$$X_{см} = X_{БП} c_{m,БП} + X_{ДП} c_{m,ДП}; \quad (4)$$

- нижчу теплоту згоряння суміші палив [2]

$$Q_{н,диз} = Q_{н,БП} c_{m,БП} + Q_{н,ДП} c_{m,ДП}. \quad (5)$$

Тим самим, стає можливим використання методики [1]. Попередньо можна прийняти для навчальних розрахунків, що вид палива істотно не впливає на середні показники політроп і інші відносні показники робочого циклу. Це допущення підтверджене аналізом експериментальних індикаторних діаграм (ІД) дизеля Cummins N14-410 (6ЧН 14/15,2), що роботає при частоті обертання $n = 1200$ і 1800 1/хв на ДП №2, його сумішах з різними БП і сумішах БП, у тому числі етанолу [3].

На рис. 2 показані вихідні й лінеаризовані ІД цього дизеля на ділянці процесу розширення (для $n = 1800$ 1/хв). Дизель працює на ДП №2 (суцільна лінія) і на суміші двох БП (65% methyl tallowate і 35% етанолу – переривчаста лінія). Нахил лінеаризованих ділянок кривих розширення відповідає локальній (для кута повороту кривошипа $\varphi = 40-150$ град) величині показника політропи розширення n_2^* , рівної близько 1,26 для ДП №2 і близько 1,32 для суміші БП. Відносне підвищення тиску при згорянні λ^* (відношення максимального тиску до тиску при $\varphi = 0$), відповідно, дорівнює близько 1,05 і 1,07. При роботі дизеля з $n = 1200$ 1/хв на тих же паливах, також виявилися досить близькими значення n_2^* (відповідно близько 1,18 і 1,20) і λ^* (1,21 і 1,18). Як видно на рис.2, помітно відрізняються тільки значення максимального тиску, які вище при використанні ДП №2 приблизно на 10%.

Для обліку впливу властивостей БП на хід згоряння, необхідно використовувати більше складні методи моделювання робочих циклів.

Висновки. На основі експериментальних даних І.П. Васильєва про суміші ДП і БП [2], отримані залежності, що дозволяють

визначити густину суміші ДП і БП та інші її параметри, використовувані в спрощеному розрахунку циклу дизеля.

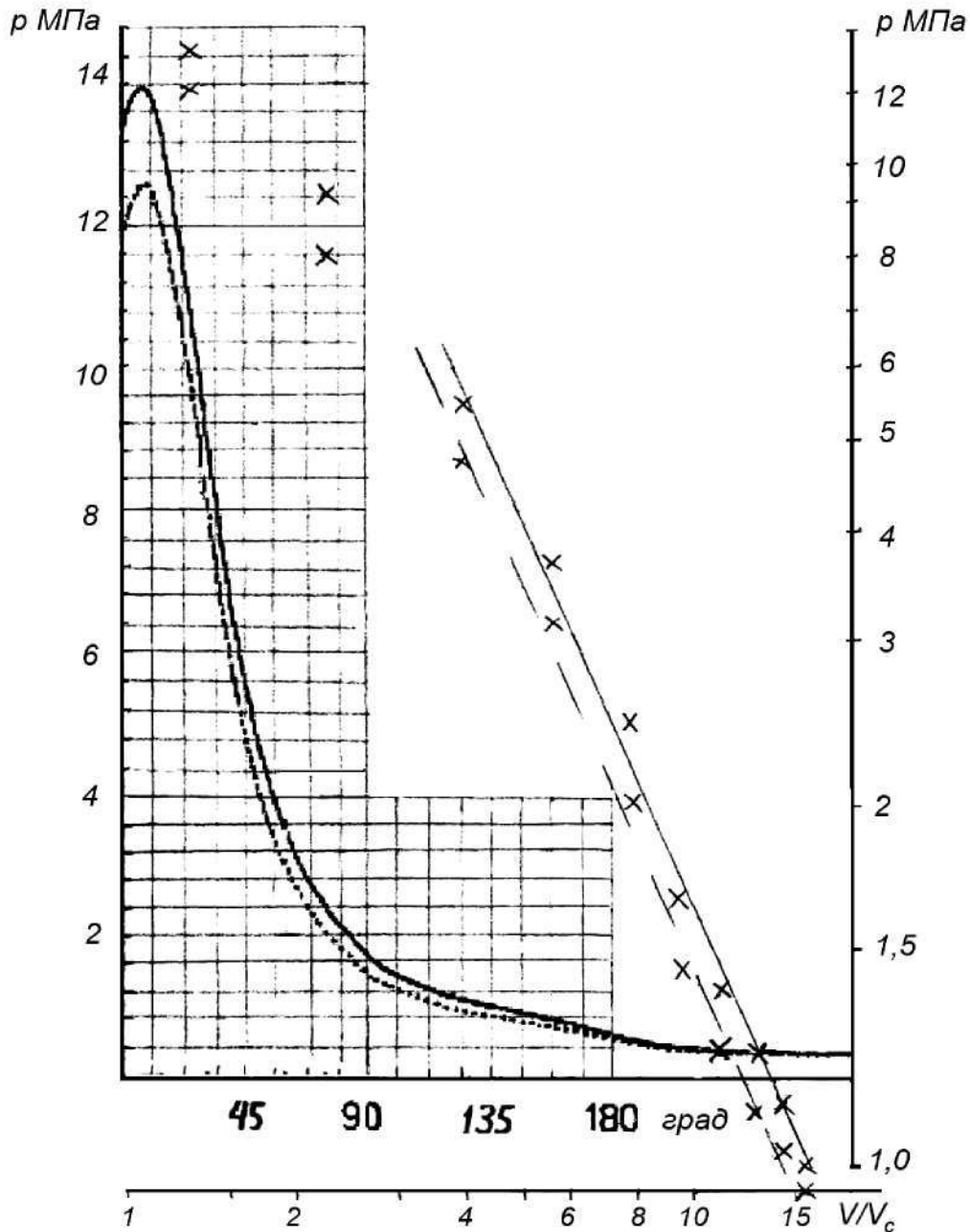


Рис. 2 Криві розширення заряду при роботі дизеля 6ЧН 14/15,2 ($n = 1800$ 1/хв) на ДП №2 (суцільна лінія) і суміші двох БП (переривчаста лінія) (за даними Алі й ін. [3])

Що стосується значень середніх показників політроп і інших відносних показників, використовуваних у спрощеному розрахунку робочого циклу [1], то впливом властивостей палива на них доцільно зневажити.

Література

1. *Стефановський О.Б.* Розрахунок робочого циклу і показників тракторного двигуна. Розрахунково-графічна робота: Метод. вказівки / *О.Б. Стефановський, І.І. Мілаєва, П.В. Оберніхін.* – Мелітополь: ТДАТУ, 2007. – 16 с.
2. *Васильєв І.П.* Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля: монография / *И.П. Васильев.* – Луганск: Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2009. – 240 с.
3. *Ali Y.* In-Cylinder Pressure Characteristics of a CI Engine Using Blends of Diesel Fuel and Methyl Esters of Beef Tallow / *Y. Ali [та ін.].* – University of Nebraska-Lincoln. – S. a. – Journal Series Number 11072. – 26 p.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТОПЛИВА ПРИ РАСЧЕТЕ
ЦИКЛА ДИЗЕЛЯ, ПОТРЕБЛЯЮЩЕГО СМЕСЬ ДИЗЕЛЬНОГО
И БИОЛОГИЧНОГО ТОПЛИВ**

Болтянський О.В., Зуєв А.А., Стефановський А.Б., Кольцов М.П.

Анотація – на базі свідень о фізических свойствах смесей дизельного и биологических топлив предложена методика расчета параметров топлива, которое используется при упрощенном расчете рабочего цикла дизелей.

**DETERMINATION OF PARAMETERS OF FUEL AT
CALCULATION OF THE CYCLE OF A DIESEL ENGINE
BURNING THE MIXTURE OF DIESEL AND BIOLOGICAL
FUELS**

O. Boltyanskiy, A. Zuev, A. Stefanovskiy, M.Koltsov

Summary

Technique of the calculation of parameters of fuel used at the simplified calculation of the diesel engine operating cycle is proposed on basis of the evidence on physical properties of mixtures of diesel and biological fuels.