

АЛЬТЕРНАТИВНІ ПАЛИВА ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ НАФТОГАЗОВОЇ ГАЛУЗІ

В.М.Мельник

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42351,
e-mail: teplo@nung.edu.ua

В Украине и в мире есть очень важная проблема использование моторного топлива. Решить данную проблему можно разными методами, один из которых – это добавление к моторным дизельным топливам сивушных масел. Эти добавки улучшают ряд их эксплуатационных показателей, в том числе повышают цетановое число.

Поэтому сивушное масло может успешно использоваться как добавка к моторному топливу.

Розвиток нафтогазового технологічного транспорту обумовлює відповідну потребу у паливах для двигунів внутрішнього згорання. В зв'язку з дефіцитом рідких моторних палив, зокрема в країнах, де запаси нафти незначні, зростає інтерес до використання в якості моторних палив продуктів переробки рослинної сировини.

Як альтернатива бензинові розглядаються спирти, зокрема етиловий, як альтернатива дизельному паливу – рослинні олії [1].

Серед рослин, якщо їх розглядати як сировину для отримання пального для двигунів, найбільший інтерес представляє ріпак. Ріпакова олія має високий вміст жирів, що забезпечує високу теплоту згорання.

Щоб оцінити, наскільки реальною і масштабною може бути заміна нафтового дизельного палива (ДП) біологічним паливом на основі ріпакової олії, автором було проаналізовано два питання:

– якою мірою ріпакова олія або продукти її переробки відповідають вимогам ДП;

– за яких умов можлива заміна дизельного палива ріпаковою олією або її похідними.

In Ukraine and in a world there is a very important problem the use of motor fuel. To decide the given problem it is possible by different methods, one of which – this addition to the motor diesel fuels of fusel oils. These additions improve the row of their operating indexes, including promote a tsetanovoe number. Therefore, a fusel oil can be successfully used as addition to the motor fuel.

Для цього розглянуто властивості ріпакової олії як моторного палива і порівняно їх з властивостями ДП. В табл. 1 наведені властивості ДП і ріпакової олії [1].

Дані аналізу властивостей ріпакової олії свідчать про можливість застосування її як палива для дизелів. Разом з тим деякі властивості ріпакової олії не дозволяють застосовувати її безпосередньо в сучасних дизелях, які призначені для роботи на дизельному паливі. До таких властивостей належать в'язкість та температура спалаху, які у ріпакової олії вищі в 14...25 разів та в 2,8.. 3,1 рази відповідно. Ці властивості ріпакової олії призводять до погіршення розпильовування, сумішоутворення і згорання в дизелі, що спричиняє появу відкладень на стінках камери згорання і швидкого виходу з ладу дизеля. Крім того, мають місце жирові відкладення в каналах паливної апаратури [1].

Широке застосування ріпакової олії як палива для дизелів пов'язують з добавкою до необробленої ріпакової олії речовин, що наближають деякі її властивості до властивостей ДП, та використанням добавок ріпакової олії або продуктів її обробки до ДП в кількостях, які

Таблиця 1 – Порівняльні дані властивостей дизельних палив і ріпакової олії [1]

Параметр	ДП (літне)	Ріпакова олія
Нижча теплота згорання, МДж/кг	42.5	36.0
Цетанове число, од.	45	50...52
Середня молярна маса, кг/кмоль	180...200	270...290
Густина, кг/м ³	825	920
Елементний склад:		
вуглець (С)	0.87	0.77
водень (Н)	0.126	0.12
кисень (О)	0.004	0.11
Теоретично необхідна кількість повітря для згорання, кг повітря / кг палива	14.45	12.9
Кінематична в'язкість при 20 С, м ² /с	(3.5...6.0)10 ⁻⁶	87·10 ⁻⁶
Температура спалаху, °С	54	150...170

незначно змінять властивості останнього, чи пристосуванням конструкції дизеля для використання необробленої ріпакової олії, обробкою ріпакової олії з наданням властивостей, що забезпечать нормальну роботу на ній серійних дизелів.

При додаванні до ріпакової олії бензину або пропанолу його в'язкість знижується, але разом з тим підвищується вогненебезпечність, що небажано, особливо при використанні двигунів в пожежонебезпечних умовах, які мають місце в нафтогазовій галузі.

Широкомасштабні експерименти щодо використання продукту переробки ріпакової олії – метилового складного ефіру (РМЕ) як добавки до дизельного палива були проведені у Франції [2].

Лабораторні, стендові та експлуатаційні випробування на двигунах і автомобілях показали, що суміш РМЕ (в кількості 5%) і ДП не впливає на довговічність деталей дизеля і автомобіля, стан його вузлів і систем, призводить до дуже незначного збільшення витрати палива, практично не впливає на екологічні показники двигуна, дещо погіршує пускові якості холодного дизеля через більшу в'язкість. Ріпаканий метилетаноат розглядається як один із компонентів палив для дизелів.

Широкі дослідження щодо застосування сумішей ріпакової олії і ДП для живлення серійних дизелів проведені в Німеччині. При цьому для зниження в'язкості суміші застосовувалось підігрівання за допомогою систем охолодження та змащення двигуна. Особливий інтерес мають дослідження роботи дизеля на паливній суміші, яка складається з ДП і ріпакової олії (по 40%), води (19%) та рідкого емульгатора (1%) (вода сприяє зменшенню нагароутворення) [3].

Випробування дизелів СМД-62 і Д-240 при роботі на суміші (75% ріпакової олії і 25% ДП), що названа “бюдіз”, проведені в Росії. Ці випробування засвідчили, що при незмінному регулюванні паливної апаратури потужність двигуна зменшується лише на 4,5% [4].

В м. Наісі (Франція) проведені випробування десяти автобусів при роботі на суміші, що складається з 70% ДП і 30% біопалива Diester, отриманого з ріпаку [5].

Велика увага в останні роки приділяється дослідженням щодо використання необробленої ріпакової олії в спеціально сконструйованих для цього дизелях. Зокрема, цей напрямок інтенсивно розробляється в Німеччині. Фірмою “Ельсбетт-Конструктiон” розроблений і серійно випускається дизель, що виключає вплив високих в'язкості та температури спалахування ріпакової олії на його роботу, відкладення нагару в камері згорання та каналах паливної апаратури. Цей напрямок використання ріпакової олії приваблює нескладним технологічним процесом підготовки біологічного палива, але пов'язаний з досить складними змінами конструкції дизелів і може бути вирішений лише на рівні двигунобудівної галузі.

Слід зазначити, що про широке використання суміші чистої ріпакової олії і ДП на серійних дизелях говорити ще рано. Необхідно провести широкомасштабні експлуатаційні випробування.

Можливе використання в якості палив суміші ДП і сивушних масел (СМ) [6]. Нижче наводяться дані експлуатаційних властивостей сумішей ДП з різним об'ємним вмістом в них СМ. За допомогою приладу для визначення октанового і цетанового числа “Октометр” ПЭ-7300 одержано залежність зміни цетанового числа суміші ДП і СМ від відсоткового об'ємного вмісту в ній СМ (рис. 1).

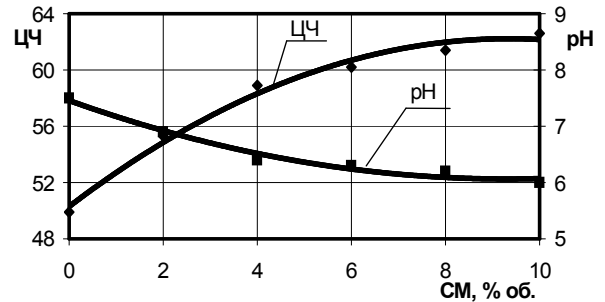


Рисунок 1 – Графік залежності зміни цетанового числа та рН ДП від вмісту СМ, % об.

Згідно з рис.1 цетанове число з додавкою СМ зростає, а це призводить до зменшення тривалості пуску дизеля, збільшує максимальний тиск згорання палива. Але значне підвищення цетанового числа призведе до збільшення питомої витрати палива, токсичності і димності відпрацьованих газів, а тому стосовно цього показника оптимальним вмістом СМ в ДП є 2-4% об.

Кислотність палива впливає на його корозійну активність, а як видно з рис.1 при додавці СМ до ДП лужне середовище палива переходить в нейтральне, що призведе до зниження корозійної активності сумішей.

Автором було отримано аналітичні залежності характеру зміни цетанового числа і рН сумішей ДП та СМ, які наводяться нижче:

$$\text{ЦЧ}_C = -0,1366 \cdot V_{\text{СМ}}^2 + 2,5532 \cdot V_{\text{СМ}} + \text{ЦЧ}_{\text{ДП}}, \quad (1)$$

де: ЦЧ_C – цетанове число суміші ДП та СМ;
 $V_{\text{СМ}}$ – об'ємний відсотковий вміст СМ в суміші ДП та СМ, % об.;

$$\text{рН}_C = 0,0161 \cdot V_{\text{СМ}}^2 - 0,2993 \cdot V_{\text{СМ}} + \text{рН}_{\text{ДП}}, \quad (2)$$

де: рН_C – показник рН суміші ДП та СМ;
 $\text{рН}_{\text{ДП}}$ – показник рН дизельного палива.

Прокачування палива, безвідмовна робота паливної помпи високого тиску, спрацювання прицевійних пар, безперервна подача палива в циліндри, тонкість розпилення і повнота згорання, його витрата та склад відпрацьованих газів значною мірою залежать від в'язкості та густини ДП.

На рис.2 зображено залежність зміни густини і в'язкості ДП від відсоткового об'ємного вмісту в ньому СМ.

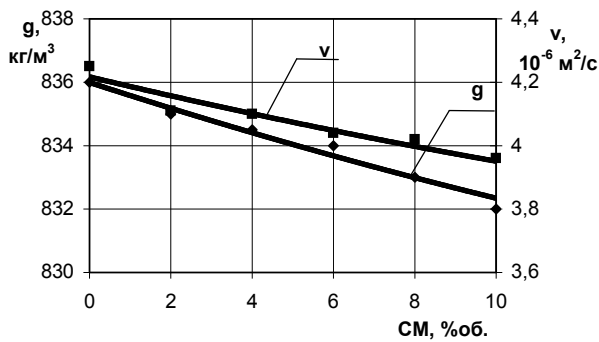


Рисунок 2 – Графік залежності зміни густини і в'язкості ДП від вмісту СМ, % об.

Густина палива для швидкохідних дизелів повинна бути в межах 820...860 кг/м³, а в'язкість для літнього ДП в межах (3,0...6,0) 10⁻⁶ м²/с [7]. Згідно з рис. 2 добавки СМ до ДП суттєво не впливають на в'язкість і густину останніх, а, отже, властивості сумішей ДП і СМ дозволяють використовувати їх у дизелях щодо даних показників.

Графіки зміни в'язкості і густини сумішей ДП та СМ можна описати такими аналітичними залежностями, а саме:

$$ν_c = 0,0004 \cdot V_{CM}^2 - 0,0306 \cdot V_{CM} + ν_{ДП}, \quad (3)$$

де: $ν_c$ – кінематична в'язкість суміші ДП та СМ, м²/с;

$ν_{ДП}$ – кінематична в'язкість ДП, м²/с.

$$ρ_c = 0,0052 \cdot V_{CM}^2 - 0,4165 \cdot V_{CM} + ρ_{ДП}, \quad (4)$$

де: $ρ_c$ – густина суміші ДП та СМ, кг/м³;

$ρ_{ДП}$ – густина ДП, кг/м³.

На вогнебезпеку ДП вказує температура спалаху, яка для літнього ДП має бути не нижчою за 40° С [8]. Як видно з результатів дослідження (рис. 3) при добавці СМ до ДП температура спалаху зменшується, а тому щодо даного показника можна рекомендувати добавку СМ в межах 2-4 % об.

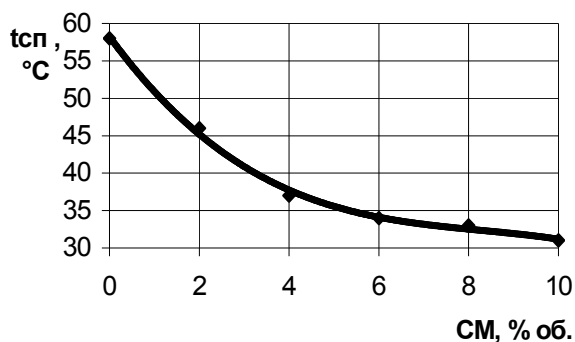


Рисунок 3 – Графік залежності температури спалаху суміші ДП і СМ, %

Аналітичну залежність зміни температури спалаху сумішей ДП та СМ можна подати в такій формі:

$$t_c = -0,037 \cdot V_{CM}^3 + 0,9216 \cdot V_{CM}^2 - 8,2189 \cdot V_{CM} + t_{cп}, \quad (5)$$

де: t_c – температура спалаху суміші ДП та СМ, °С;

$t_{cп}$ – температура спалаху ДП, °С.

Коефіцієнти кореляції для аналітичних залежностей (1), (2), (3), (4), (5) знаходяться в межах $k=0,970...0,987$.

Отже, стосовно даних показників можна використовувати добавку СМ до ДП в кількості 2-4% об. і використовувати такі суміші в дизельних двигунах без зміни в їх конструкції та без регулювання паливної апаратури, що характеризує СМ як перспективне альтернативне паливо для двигунів внутрішнього згорання.

Література

1. Редзюк А.М., Рубцов В.О. (ДержавтотрансНДІпроект), Гутаревич Ю.Ф. (УГУ). Проблема та перспективи використання рослинної олії як моторного палива // Автошляховик України. – 1999. – №1. – С. 4-6.
2. Широкомасштабные эксперименты по введению рапсового масла в дизельное топливо // Автомобильная промышленность США. – 1997. – №3. – С.5-8.
3. Испытания автобусов фирмы “Renault” // Экспресс-информ. Экологические проблемы на транспорте. – М.: ВИНТИ, 1993. – № 10. – С.4.
4. Розробити обладнання для роботи дизельних двигунів на рослинних оліях: Звіт про науково-дослідну роботу / Інститут механізації та електрифікації сільського господарства; № ГР 019340322719. – Глеваха, 1996. – 63 с.
5. Гутаревич Ю.Ф., Говорун А.Г., Корпач А.А. К вопросу использования рапсового масла в качестве моторного топлива // Труды ТГАТА. – Мелитополь, 1998. – Т. 3. – №2. – С. 60-64.
6. Мельник В.М., Козак Ф.В., Гаєва Л.І. Про альтернативні палива поршневих двигунів нафтогазової галузі // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2005. – №1. – С.137-140.
7. Гаєва Л.І., Гордійчук М.В. Використання експлуатаційних матеріалів і економія паливно-енергетичних ресурсів: Навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Факел, 2001. – 274 с.
8. ДСТУ 3868 – 99. “Дизельне паливо. Технічні умови”. Видання офіційне. – К.: Держстандарт України, 1999. – 11 с.