

В. Семенов

Доцент, канд. техн. наук,
ТОВ «НДІ альтернативних палив»,
м. Харків

І. Васильєв

Доцент, канд. техн. наук,
Східноукраїнський національний
університет імені Володимира Даля,
м. Луганськ

А. Атамась

Інженер,
Кременчуцький державний
політехнічний університет імені
Михайла Остроградського,
м. Кременчук

УДК 621.43:662.756

ПОРІВНЯННЯ ПОКАЗНИКІВ ДИЗЕЛЯ ПРИ РОБОТІ НА БІОДИЗЕЛЬНИХ ПАЛИВАХ РОСЛИННОГО ТА ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Наведені порівняльні результати досліджень дизельного двигуна з вихорокамерним способом сумішоутворення під час роботи на біодизельних паливах рослинного та тваринного походження. Виявлено, що під час роботи двигуна на біодизельному паливі рослинного походження його ефективний ККД нижчий, ніж під час роботи на паливі рослинного походження.

біодизельне паливо, коефіцієнт корисної дії, двигун

Посилення парникового ефекту на земній кулі гостро ставить проблему раціонального отримання й використання палив. Застосування палив рослинного походження частково вирішує цю проблему, оскільки вуглекислий газ CO₂, що утворився під час згорання в циліндрі двигуна, поглинається рослинами на полях.

Сьогодні актуальними є дослідження з використання палив рослинного походження із сировини нехарчового призначення. Це можуть бути нехарчові рослинні олії, наприклад, олія плодів дерева *pongamia pinnata* або кущів *jatrofa*. Також підлягає дослідженню можливість використання неліквідних тваринних жирів. На м'ясокомбінатах накопичуються залишки жирів, що не підлягають подальшому переробленню і реалізації. За інструкцією вони повинні бути поховані на глибину не менше 0,7 м, що є дорогим заходом. Звичайно вони вивозяться з території комбінату на несанкціоновані смітники, що завдає екологічної шкоди природі. Тому використання цих відходів дасть можливість мати не тільки додаткову сировину для отримання палива, але й зменшить шкідливий вплив на довкілля.

У Європі в якості альтернативного палива широко використовують біодизельне паливо [1]. Ці роботи починають розвиватися й у країнах СНД [2].

У результаті аналізу літературних джерел було виявлено, що у світі дуже широко проводилися випробування біодизельного палива і його сумішей з дизельним паливом [1, 2].

При цьому випробування проводилися на біодизельних паливах, сировиною для яких були різні олії. Випробування палив зазвичай проводилися на різних двигунах при роботі на неоднакових режимах з використанням різної вимірювальної апаратури.

Ці дослідження довели принципову можливість використання біодизельних палив рослинного походження в дизельних двигунах. Виявлено деякі особливості використання цього палива. При роботі дизеля на такому паливі, порівняно з дизельним, спостерігається зростання викиду оксидів азоту та зниження димності.

У деяких випадках було виявлено поліпшення економічних показників при роботі на високоякісному біодизельному паливі, зокрема, ККД двигуна підвищувався на 6,5 %.

В інших випадках такого ефекту зафіксовано не було, що можна віднести на рахунок різних характеристик

біодизельного палива, показників роботи двигуна, і характеристик дизельного палива, з яким проводилося порівняння.

З наших досліджень було експериментально виявлено, що помітне підвищення ККД спостерігається при використанні біопалива рослинного походження тільки у вихорокамерних двигунах [3].

Значно менше існує публікацій стосовно випробувань біодизельного палива з жирів тваринного походження. Цікавим є порівняння показників одного і того ж двигуна при використанні біодизельних палив рослинного і тваринного походжень.

Мета статті — порівняння показників двигуна при роботі на біодизельних паливах рослинного і тваринного походження в одному випробувальному циклі.

Матеріал і результати дослідження. Об'єкт випробувань — дизельний одноциліндровий чотиритактний вихорокамерний двигун 1Ч8,5/11 зі штифтовим розпилювачем РШ 6×2×25 з тиском затягування голки форсунки 14,5 МПа, ступенем стиску 17, обсягом вихрової камери зі сполучним каналом 27 см³, кут випередження впорскування палива $\theta=18^\circ$ повороту колінчастого вала до ВМТ.

Стенд містив дизель-генератор, навантажувальний пристрій у вигляді блоків стрічкових резисторів, впускну систему із заспокійливою ємністю і лічильником газу РГ-40, пристрій для вимірювання витрати палива АИР-50, водяну систему з автономним приводом водяної помпи і випускную систему.

Димність визначалася на вимірнику димності стендового ИДС-ЗС, що являє собою мікропроцесорний прилад, який забезпечує автоматичне калібрування і налаштування. Результат вимірювань подавався у вигляді середнього арифметичного значення, розрахованого за двадцятьма поточними значеннями димності, отриманими за цикл вимірювання (20 с). Прилад допущений до застосування в Україні й Росії згідно з сертифікатом № UA-MI/1p-678-99.

Концентрація сажі у відпрацьованих газах (ВГ) замірлялася на фільтрах марки РМА-ХП-20 з можливістю визначення вмісту вуглецевої фракції.

Випробування всіх палив проводились в одному випробувальному циклі. З огляду на те, що в більшості випадків двигуни працюють не на номінальному режимі, то для випробувань було обрано частковий режим — частота обертання колінчастого вала 1000 хв⁻¹ при потужності двигуна 1,94 кВт.

У голівці двигуна (рис. 1) замість свічки накаливання встановлювався штуцер, в якому фіксувалася хромель-копелева термопара ($T_{кз}$) діаметром 1,5 мм. Температура відпрацьованих газів у випускному патрубку також фіксувалася хромель-копелевою термопарою ($T_{вг}$). Перед випробуваннями термопари були спільно протаровані та підібрані за характеристиками. Це дало можливість контролювати стан випускних клапанів і вплив палив на середню температуру згорання у вихровій камері.

Результати випробувань піддавалися статистичному опрацюванню з оцінкою відмінностей з вірогідністю 0,95.

Випробувались такі біодизельні палива: метилові ефіри соєвої олії (МЕСО) і метилові ефіри яловичого жиру (МЕЯЖ).

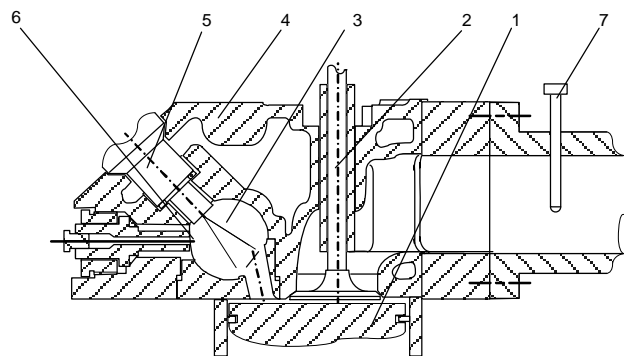


Рис. 1. Схема камери згорання дизеля 1Ч8,5/11: 1 — поршень; 2 — клапан; 3 — вихрова камера згорання; 4 — головка; 5 — форсунка; 6 — термопара у камері згорання ($T_{кз}$); 7 — термопара у випускному патрубку ($T_{вг}$)

У табл. 1 наведено жирнокислотний склад зазначених біодизельних палив з розрахунковими індексами ненасиченості (ІН), що визначалися за формулою [4]

$$IH = \sum P_j / 100, \quad (1)$$

де P_j — добуток вмісту (у % за вагою) ненасичених жирних кислот і вмісту подвійних зв'язків у кожній кислоті. Більше значення ІН характеризує вищу реакційну здатність палива, через наявність більшої кількості подвійних зв'язків.

Для біодизельних палив рослинного походження значення нижчої теплоти згорання відоме й приймалося рівним 37200 кДж/кг [5].

У зв'язку з відсутністю інформації щодо нижчої теплоти згорання МЕЯЖ, цей аналіз виконувався на ASG Analytik-Service Gesellschaft mbH (Німеччина), що має право сертифікації біодизельних палив згідно з дозволом німецької акредитаційної Ради. Ця величина для МЕЯЖ склала 38064 кДж/кг. За розрахунковими даними [5] нижча теплота згорання склала 37148 кДж/кг, що відповідає відмінності в 2,4 %.

Результати порівняльних моторних випробувань МЕСО та МЕЯЖ наведені у табл. 2.

З таблиці видно, що при роботі двигуна на МЕЯЖ спостерігається зниження ККД двигуна порівняно з МЕСО. Це можна пояснити більш високим вмістом ненасичених жирних кислот у біодизельному паливі рослинного походження, що є більш реакційно спроможними. Відзначається також, що МЕЯЖ мають вище цетанове число, що може позначитися на економічних показниках. У [6] зазначається, що з підвищенням цетанового числа через зміну затримки запалення економічність двигуна погіршується. Ймовірно, потрібна зміна умов сумішоутворення.

Причиною таких результатів може також бути вищий вміст ненасичених кислот у МЕСО порівняно з МЕЯЖ. Ненасичені кислоти реакційно спроможні й забезпечують поліпшення згорання, що приводить до підвищення ККД, про що свідчить збільшення середньої температури у вихровій камері згорання і, як наслідок, — підвищення викидів оксидів азоту.

Порівняння складу біодизельних палив рослинного та тваринного походжень

Кислоти	Вміст М, %	С·М/100	Н·М/100	О·М/100	Вміст М, %	С·М/100	Н·М/100	О·М/100
	МЕСО				МЕЯЖ			
С 14:0	0,068	0,1	0,02	0,02	1,91	3,2	0,5	0,61
С 15:0	0	0	0	0	0,49	0,9	0,1	0,2
С 16:0	10,65	20,5	3,4	3,4	20,64	39,7	6,7	6,6
С 16:1	0,075	0,1	0,02	0,02	1,62	3,1	0,5	0,52
С 17:0	0	0	0	0	1,15	2,35	0,37	0,36
С 18:0	4,322	9,3	1,6	1,4	20,89	45,2	7,6	6,7
С 18:1	24,04	52,0	8,2	7,7	31,53	68,2	10,8	10,1
С 18:2	51,17	110,6	16,5	16,4	0	0	0	0
С 18:3	8,628	18,7	2,6	2,8	21,77	47,1	6,6	7,0
С 20:0	0,363	0,9	0,1	0,1	0	0	0	0
С 22:0	0,383	1,0	0,2	0,1	0	0	0	0
С 22:1	0,004	0,01	0,002	0,001	0	0	0	0
С 24:0	0,123	0,4	0,1	0,04	0	0	0	0
Сума	100	214	32,8	32	100	209,6	33,2	32
Склад, (% за вагою)		76,75	11,78	11,47	–	76,28	12,08	11,64
ІН, (% за вагою)			1,53			0,985		

Таблиця 2

Результати моторних випробувань МЕСО та МЕЯЖ

Показники	МЕСО	МЕЯЖ	Відмінність, %	Відмінність з вірогідністю 0,95
ККД двигуна	0,239	0,229	-4,2	є
Температура відпрацьованих газів, °С	303	310	2,3	є
Температура у вихровій камері згорання, °С	584	573	-1,9	є
Коефіцієнт надлишку повітря	1,92	1,88	-2,1	є
СО, чнм	254	257	1,2	немає
NO _x , чнм	603	558	-7,5	є
Димність (відбір на фільтри мг/л)	0,0711	0,0679	-4,5	немає

Висновки. При роботі двигуна на метилових ефірах тваринних жирів ККД двигуна нижчий, ніж при роботі на біодизельному паливі рослинного походження. Також спостерігається зниження димності та викидів оксидів азоту. Зниження ККД можна пояснити вищим вмістом ненасичених жирних кислот у біодизельному паливі рослинного походження, що є реакційно спроможнішим, а також вищим цетановим числом МЕЯЖ, що приводить до деякої зміни процесу згорання у бік погіршення.

Література

1. Werner Korbitz. Status and Development of Biodiesel Production and Projects in Europe // SAE Techn. Pap. Ser. — 1995. — № 952768. — p. 249—254.

2. Девянин С.Н., Марков В.А., Семенов В.Г. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей. — М.: Изд. центр ФГОУ ВПО МГАУ, 2007. — 340 с.

3. Семенов В.Г., Васильев І.П., Атамась А.І. Вплив типу сумішоутворення на показники дизеля при роботі на біодизельному і дизельному паливі // Вісник Кремен. держ. політ. університету ім. М. Остроградського. Наукові праці КДПУ ім. М. Остроградського. — Кременчук: КДПУ ім. М. Остроградського, 2008. — Вип. 2/2008(49). Част. 1. — С. 101—105.

4. Макаренко С. П., Коненкина Т. А., Дударева Л. В. Жирные кислоты липидов вакуолей корнеплодов растений // Биологические мембраны. — 2007. — Том 24. — №5. — С. 363—369.

5. Семенов В. Г. Определение теплоты сгорания биотоплив растительного происхождения // Труды Одесского политехнического университета. — 2001. — Вып. 5. — С. 218—221.

6. Марков В.А., Козлов С.И. Топлива и топливоподача многопливных и газодизельных двигателей. — М.: Изд-во МГТУ им. М. Е. Баумана. —2000. — 296 с.

Отримана 25.02.08

V. Semenov¹, I. Vasiliev², A. Atamas³

Comparison of the factors of the diesel when functioning on biodiesel fuels of vegetable and animal of the origin

¹Research Institute of Alternative Fuels, Kharkiv;

²Shidnoukrainskyi National University, Luhansk;

³Kremenchuk State Polytechnical University, Kremenchuk

Comparative results of researches of diesel engine with indirect injection at work on biodiesel fuels of vegetable and animal origin are led in this article. It is revealed that when functioning the engine on biodiesel fuel of the animal origin its efficiency is lower, when functioning on fuel of the vegetable origin.

ꞑꞑꞑꞑ ꞑꞑꞑꞑ

Міжнародна науково-технічна конференція
**ПОШКОДЖЕННЯ МАТЕРІАЛІВ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ, МЕТОДИ ЙОГО
ДІАГНОСТУВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ, ІС-DMDP**

21 — 24 вересня 2009 р., ТДТУ ім. І. Пулюя,
м. Тернопіль

Організатори конференції:

Інститут проблем міцності ім. Г. С. Писаренка НАН України;

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя;

Західний науковий центр НАН і МОН України;

Наукова рада з проблеми механіка деформівного твердого тіла при Відділенні механіки НАН України;

Наукова рада з проблеми фізико-хімічної механіки матеріалів при Відділенні фізико-технічних проблем матеріалознавства;

Тернопільська обласна організація українського союзу науково-технічної інтелігенції.

Тематика конференції:

1. Розсіяне і локалізоване пошкодження матеріалів.
2. Діагностування пошкоджень.
3. Методи описування і прогнозування пошкоджуваності матеріалів.
4. Оцінювання залишкового ресурсу елементів конструкцій.

Інформацію про конференцію та культурну програму розміщено за адресою:

<http://www.tu.edu.te.ua/dmdp/>

Адреса Оргкомітету:

Оргкомітет Міжнародної науково-технічної конференції “ІС DMDP”

ТДТУ, вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001, Україна.

Тел.: +380 (352) 25 35 09; Факс: +380 (352) 25 49 83

e-mail: snt@tu.edu.te.ua

Голова програмного комітету — академік НАН України В. Т. Трощенко.

Співголова програмного комітету — д. т. н., проф. П. В. Ясній.

Голова організаційного комітету — к. т. н., доц. Ю. І. Пиндус.

Науковий секретар — к. т. н. І. Б. Окіпний.