

УДК 621.43.057.2:662.756.3

В.Г. Семенов, к.т.н., доц.
І.П. Васильєв, к.т.н., доц.
А.І. Атамась, асист.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЯКОСТІ СУМІШЕУТВОРЕННЯ НА ПОКАЗНИКИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА ПІД ЧАС РОБОТИ НА БІОДИЗЕЛЬНОМУ І ДИЗЕЛЬНОМУ ПАЛИВІ

Наведено результати дослідження впливу якості сумішеутворення на показники дизельного двигуна під час роботи на біодизельному і дизельному паливі.

In the article it is considered the results of research of influence of quality are resulted formation of mixture indexes of diesel engine during work on biodiesel and diesel fuels.

Вступ

У наші часи світова громадськість стурбована потеплінням на земній кулі, яке може призвести до кардинальної зміни клімату та різкого погіршення умов життя. Одночасне вирішення цих двох проблем є важким, але реальним завданням. Одним із основних парникових газів є CO₂, значна частина якого утворюється в циліндрі дизеля.

Постановка завдання

Частково проблема може бути вирішена через застосування альтернативних палив рослинного походження, під час використання яких зберігається баланс CO₂ [1]. До палив рослинного походження належать біодизельне паливо, що являє собою похідні олії.

Надзвичайно широко застосовувані продукти переетерифікації олій – їх метилові (етилові) ефіри. Нині у Німеччині використовується близько 2000 заправних станцій, на яких можна заправитися таким паливом.

Крім цього, завдяки біодизельному паливу можна вирішити ще одну проблему. Вимоги зі зниження вмісту сірки в європейському паливі пов'язані з погіршенням змащувальних властивостей останнього. Біодизельне паливо має поліпшені змащувальні характеристики, і тому дизельні палива, виготовлені в Німеччині, мають добавку біодизельного палива до 5 %.

Біодизельне паливо у порівнянні з дизельним має підвищені густину і в'язкість, через що під час впорскування збільшуються розміри краплин палива та далекобійність факела. Це збільшує частку приповерхневого сумішеутворення на відносно холодних стінках камери згорання, що погіршує умови згорання.

При цьому виникає потреба компенсувати ці недоліки через підвищення якості сумішеутворення. Це може бути турбулізація повітряного заряду й підвищення температури стінок камери згорання.

Таким умовам відповідають двигуни з розділеними камерами згорання, наприклад двигуни з вихорокамерним способом сумішеутворення. Велика швидкість повітряного потоку у сполученні з високою температурою вихрової вставки дає змогу компенсувати недоліки двигуна з безпосереднім впорскуванням і реалізувати особливості складу біодизельного палива, а саме високий вміст кисню.

Вирішення завдання

У цій роботі наведені результати випробувань двигуна з безпосереднім впорскуванням 8ЧН13/14 (ЯМЗ-238М2) і двигуна з розділеною камерою згорання 1Ч 8,5/11 (5Д2) [2; 3].

У результаті аналізу попередніх досліджень було виявлено, що у світі дуже широко проводилися випробування біодизельного палива і його сумішей з дизельним паливом.

При цьому випробуванню піддавали біодизельні палива, сировиною для яких були різні олії. Виконувались випробування двигунів з розділеними та нерозділеними камерами згорання.

Значно менше публікацій стосуються випробувань біодизельного палива з однаковими характеристиками у двигунах з різними способами сумішеутворення.

Тому метою цього дослідження є проведення порівняльного аналізу економічних та екологічних показників дизелів з нерозділеною та розділеною камерами згорання під час використання біодизельного палива з однаковими характеристиками порівняно зі стандартним дизельним паливом. Розроблено рекомендації з використання типу сумішеутворення під час роботи на біодизельному паливі.

Для проведення цих досліджень використовувалось біодизельне паливо (метилові ефіри ріпакової олії – МЕРО), виготовлене у фермерському кооперативі в селі Остапівка Лубенського району

Полтавської області з озимого сорту ріпаку (Промінь). Технологія виготовлення МЕРО зводилась до такого. До 100 об'ємних часток ріпакової олії додавалися 15,2 об'ємних часток метанолу та приблизно 1,4 об'ємних часток їдкого калію (КОН). Протягом чотирьох годин забезпечувалося перемішування суміші при температурі близько 44 °С. Після відстоювання протягом 16 год, проводилося видалення гліциринової фази. Заходи щодо видалення залишку метанолу з МЕРО не проводилися.

Для порівняння використовувалося дизельне паливо «Л» згідно з ДСТУ 3868 виробництва Кременчуцького нафтопереробного заводу (КНПЗ), і дизельне паливо «Л» згідно з ДСТУ 3868 Лисичанського нафтопереробного заводу (ЛНПЗ).

Характеристики палив визначалися в лабораторіях Кременчуцького державного політехнічного університету (КДПУ) ім. М. Остроградського та Східноукраїнського національного університету (СНУ) ім. В. Даля (табл. 1):

- щільність ρ за допомогою денсиметрів із ціною ділення 0,001 г/см³ (ГОСТ 3900);
- кінематична в'язкість ν за допомогою віскозиметра ВПЖ-2 (ДСТУ ГОСТ 33-2003, ІСО 3104);
- температура спалаху в закритих тиглях (ГОСТ 6356).

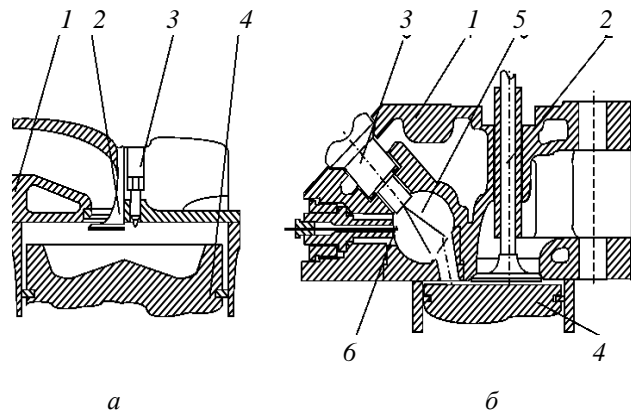
Таблиця 1

Фізико-хімічні характеристики палив

| Характеристика | Дизельне паливо «Л» | | МЕРО | | Відмінність |
|--|---------------------|-------|-------|-------|-------------|
| | КДПУ | СНУ | КДПУ | СНУ | |
| Місце виміру | КДПУ | СНУ | КДПУ | СНУ | |
| Густина ρ (20 °С), г/см ³ | 0,834 | 0,835 | 0,881 | 0,883 | 0,002 |
| В'язкість ν (20 °С), мм ² /с | 4,65 | 4,7 | 8,56 | 8,53 | 0,03 |
| Температура спалаху у закритому тиглі, $t_{сп}$, °С | ≥40 | 74 | 41 | 45 | 4 |

За даними ASG Analytik Service Gesellschaft mb (Німеччина), фірми, що спеціалізуються на аналізі палив рослинного походження, розбіжності під час визначення у різних лабораторіях не повинні перевищувати густини 0,0015 г/см³, в'язкості – 0,154 мм²/с, температури спалаху у закритому тиглі – 15 °С. Виходячи із цих вимог, слід зазначити, що у різних лабораторіях спостерігається близький збіг характеристик МЕРО.

Випробування двигуна 8ЧН13/14 (ЯМЗ-238М2) проводилися у КДПУ ім. М. Остроградського на базі моторного стенда кафедри автомобілів та тракторів (див. рисунок, а).



Схеми камер згоряння двигунів:

а – 8ЧН 13/14 (ЯМЗ-238М2);

б – 1Ч 8,5/11 (5Д2);

1 – головка;

2 – клапан;

3 – форсунка;

4 – поршень;

5 – вихрова камера згоряння;

6 – термопара

Як навантажувальне гальмо стенда використовувався електричний генератор постійного струму типу МПБ-42,3/30 з балансірною установкою статора, який з'єднано з ваговим пристроєм типу ЗКМ-1 для вимірювання значень навантаження. На двигуні використовувалися форсунки з чотирма розпилювальними отворами діаметром 0,32 мм. Випробування двигуна 1Ч 8,5/11 (5Д2) проводилися у СНУ ім. В. Даля на базі моторного стенда з генератором постійного струму типу ПН-85, який під час запуску використовувався в режимі електродвигуна, а під час роботи – у режимі генератора (див. рисунок, б). У камері згоряння встановлювався штифтовий розпилювач РШ 6×2×25° (діаметр розпилюючого отвору – 2 мм, кут розпилювання – 25°). Кут випередження впорскування палива $\Theta = 18^\circ$ до верхньої мертвої точки. У головці двигуна замість свічки накаливання встановлювався штуцер, у якому фіксувалася хромель-копелева термопара діаметром 1,7 мм, що дало можливість визначити середню температуру стінки вихрової камери згоряння $T_{кз}$. Температура відпрацьованих газів $T_{вг}$ замірялася стандартною хромель-копелевою термопарою.

Для порівняння обрані однакові швидкісні режими випробувань двигунів (табл. 2).

Результати випробувань дизелів подано у табл. 3, 4.

Таблиця 2

Параметри випробувань дизелів

| Параметри | Марка дизеля | |
|---|-------------------------------|-----------------|
| | 8ЧН13/14 (ЯМЗ-238М2) | 1Ч 8,5/11 (5Д2) |
| Тип сумішеутворення | З безпосереднім впорскуванням | Вихорокамерне |
| ККД | 0,307 | 0,236 |
| Потужність, кВт | 45,46 | 1,94 |
| Середній ефективний тиск, МПа | 0,396 | 0,37 |
| Середній індикаторний тиск, МПа | 0,529 | 0,54 |
| Швидкість обертання колінчастого вала двигуна, хв ⁻¹ | 1000 | 1000 |
| Ступінь стиску | 17 | 17 |
| Тиск затягування голки форсунки, МПа | 18 ±0,5 | 14,5 |
| Коефіцієнт надлишку повітря | 2,42 | 1,98 |

Таблиця 3

Результати випробувань дизеля з нерозділеною камерою згоряння 8 ЧН 13/14 (ЯМЗ- 238М2)

| Показники | ДП «Л» (КНПЗ) | МЕРО | Відмінність, % |
|-----------------------|---------------|-------|----------------|
| ККД | 0,307 | 0,306 | 0,32 |
| α | 2,42 | 2,42 | 0 |
| NO _x , чнм | 650 | – | – |
| CO, чнм | 190 | 30 | 149 |

Таблиця 4

Результати випробувань дизеля з розділеною камерою згоряння 1Ч 8,5/11 (5Д2)

| Показники | ДП «Л»(ЛНПЗ) | МЕРО | Відмінність, % |
|-----------------------|--------------|-------|----------------|
| ККД | 0,236 | 0,248 | 5,1 |
| T _{вг} , °С | 309 | 296 | 4,2 |
| T _{кз} , °С | 589 | 655 | 11,2 |
| α | 1,98 | 2,06 | 4 |
| NO _x , чнм | 606 | 670 | 11 |
| CO, чнм | 37,3 | 24,6 | 34 |
| Оптична димність N, % | 18,2 | 7,0 | 61,5 |
| Масова димність, мг/л | 0,185 | 0,074 | 60 |

Висновки

Під час роботи вихорокамерного дизеля на біодизельному паливі порівняно зі стандартним дизельним паливом спостерігається поліпшення ККД на 5,1 %, зниження димності і CO, та зростання виділення оксидів азоту, що відповідає результатам випробувань із закордонних джерел. Для поліпшення згоряння біодизельного палива у двигунах з нерозділеною камерою згоряння запропоновано забезпечити підвищення температури стінок камери згоряння при посиленні турбулізації повітряного заряду.

Література

1. Девянин С.Н., Марков В.А., Семенов В.Г. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей. – Х.: Новое слово, 2007. – 425 с.
2. Семенов В.Г., Васильев И.П. Сравнение экономических и экологических показателей дизеля при работе на биодизельных топливах разных сортов // Материалы Междунар. конф. «Двигатель-2007»: сб. науч. тр. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – С. 338–343.
3. Черненко С.М., Атамась А.І. Економічні та енергетичні показники роботи дизельного двигуна при використанні біопалива з ріпаку // Вісник КДПУ ім. Михайла Остроградського. – Кременчук: КДПУ ім. М. Остроградського, 2007. – Вип. 2(43), ч. 2. – С. 85–89.

Стаття надійшла до редакції 25.11.08.