

УДК 504.06 : 662.756.3 : 656.13

В. М. Мельник, к. т. н., доц.; Т. Й. Войцехівська; А. Р. Сумер

**ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ
ХАРАКТЕРИСТИК АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ ПАЛИВА ДЛЯ
ДИЗЕЛЬНИХ ДВЗ**

На сьогодні в Україні та світі набувають поширення альтернативні види палива двигунів на основі спиртів, олій та тваринних жирів.

У зв'язку з цим ведуться інтенсивні роботи по переводу двигунів внутрішнього згоряння на біопаливо, як в країнах з обмеженими паливно-енергетичними ресурсами, так і в високорозвинених країнах, що мають можливість придбання рідких енергоносіїв.

В статті виконано аналіз основних видів альтернативного палива для дизельних ДВЗ, наведена їх характеристика, досліджено та здійснено оцінку основних фізико-хімічних показників найпоширеніших видів біодизельного палива і описані необхідні умови для їх застосування у ДВЗ.

За результатами дослідження цетанового числа рекомендовані для застосування у швидкохідних дизельних двигунах палива: RME B100 та SME B100. Однак, слід зазначити, що для палива SME B40 цетанове число становить 49,4 од. і є дуже близьким до стандартного значення, а тому його використання у якості палива не призведе до негативних наслідків для двигуна.

Згідно результатів дослідження нижчої теплоти згоряння стандарту відповідає біодизельне паливо SME B20, а тому за цим показником рекомендоване для застосування у дизельних двигунах.

Густина біодизельних палив SME B20 та SME B40 відповідає ДСТУ 4840:2007, а отже вони рекомендовані для застосування у дизельних двигунах.

Показники кінематичної в'язкості за ДСТУ 4840:2007 відповідають біодизельні палива SME B20 та SME B40.

За вмістом сірки біодизельні палива RME B100, SME B100, SME B20 та SME B40 відповідають показнику якості дизельних палив виду-II для швидкохідних дизелів (ДСТУ 4840:2007).

Отже, досліджені біодизельні палива: RME B100, SME B100, SME B20 та SME B40; на основі ріпакової та соєвої олії за своїми властивостями, відповідають або дуже близькі до вимог ДСТУ 4840:2007.

Проте, SME B20 та SME B40 є найближчими до товарного дизельного палива, а тому їх використання на швидкохідному дизельному двигуні не вимагає змін у системі живлення, та забезпечить стабільну роботу двигуна і високі техніко-експлуатаційні показники.

Ключові слова: біодизельне паливо, технології виробництва, цетанове число, нижча теплота згоряння, густина, кінематична в'язкість.

Вступ

Сьогодні набувають поширення альтернативні види палива для дизельних двигунів на основі олій та тваринних жирів.

У зв'язку з цим ведуться інтенсивні роботи по переводу двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) на біопаливо як в країнах з обмеженими паливно-енергетичними ресурсами, так і в Наукові праці ВНТУ, 2018, № 2

високорозвинених країнах, що мають можливість придбання рідких енергоносіїв.

Біодизельне паливо (біодизель, МЕРО, РМЕ, RME, FAME, EMAG, Біонафта і ін.) – це екологічно чистий вид біопалива, який одержують із жирів рослинного і тваринного походження і використовують для заміни нафтового дизельного палива (ДП) [1 – 3].

З хімічної точки зору біодизельне паливо являє собою суміш метилових (етилових) ефірів насичених і ненасичених жирних кислот, і отже зміна складу палива впливає на деякі його фізико-хімічні показники, на параметри дизеля і його еколого-експлуатаційні характеристики.

Метою цієї статті є дослідити фізико-хімічні показники найпоширеніших видів біодизельного палива, та встановити необхідні умови для їх застосування у ДВЗ.

Аналіз основних видів альтернативних палива для дизельних ДВЗ та їх характеристика

Згідно законодавства України про сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива визначено, що біодизельне паливо (біодизель) – це метилові або етилові ефіри вищих органічних кислот, отриманих з рослинних олій або тваринних жирів, що використовують як біопаливо або біокомпонент [5, 6].

Біодизельне паливо виробляють з будь-якої рослинної олії (рапсової, соняшникової, соєвої, конопляної, пальмової та ін.).

За своїми фізичними та хімічними властивостями біодизель являє собою рідину жовтого кольору (може бути різних відтінків, в залежності від сировини та способу виготовлення), яка майже не змішується з водою, має високу температуру кипіння та низьку пружність пари.

Відносно висока температура займання біодизеля робить його досить безпечним з точки зору протипожежної безпеки.

Підвищені, в порівнянні з дизельним паливом, на 10% густина і кінематична в'язкість в 1,5 рази сприяють збільшенню далекобійності паливного факела і діаметра крапель розпиленого палива, що може призвести до інтенсивного попадання біодизельного палива на стінки камери згоряння і гільзи циліндра. Менші значення коефіцієнта стисливості біодизельного палива призводять до збільшення дійсного кута випередження впорскування палива і максимального тиску в форсунці. Високе цетанове число 51 (і більше) біодизельного палива сприяє скороченню періоду затримки запалення і менш «жорсткій» роботі дизеля. Підвищена майже в 3 рази, температура спалаху біодизельного палива в закритому тиглі становить 120 °C і більше, забезпечує високу пожежобезпечність [4 – 5].

Кисень (~ 10%) у молекулі метилового ефіру діє за таким чином: наявність окислювача безпосередньо в молекулі палива допомагає інтенсифікувати процес згоряння і забезпечити більш високу температуру в циліндрі дизеля, що, з одного боку, сприяє підвищенню індикаторного й ефективного ККД двигуна, а з іншого – призводить до деякого збільшення оксиду азоту NOx у відпрацьованих газах [6 – 8].

Менша частка вуглецю (~ 77%) у молекулі біодизельного палива призводить до зменшення його нижчої теплоти згоряння на 13 – 15% і збільшення годинної і питомої ефективної витрат палива. Для збереження номінальних параметрів двигуна під час переведення на біодизельне паливо необхідно відрегулювати паливну апаратуру: упор рейки паливного насоса високого тиску потрібно перевстановити на збільшення циклової подачі палива.

Застосування біодизельного палива дозволяє забезпечити зниження викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами. Для дизельних двигунів з вихровою камерою (передкамерою) і безпосереднім впорскуванням зниження викидів відповідно становить: CO з 12 до 10 %, C_nH_m з 35 до 10 %, тверді частинки з 36 до 24 %, сажа зростає з 50 до 52 % [9, 10, 11].

Деяке збільшення викидів NOx можна компенсувати низкою заходів: зменшенням

дійсного кута випередження впорскування палива, рециркуляцією відпрацьованих газів, подачею води у впускний колектор.

Під час експлуатації дизельних двигунів на біодизельному паливі необхідно звернути увагу на таке (див. табл. 1).

Таблиця 1

Можливі несправності дизеля, паливної апаратури та його систем у процесі роботи на біодизельному паливі

Складові характеристики палива	Вплив	Несправність
1	2	3
Метилові ефіри жирних кислот	Викликає висихання, затвердіння і руйнування гумових виробів, потрапляє в моторну оливу	Підтікання палива. Часта заміна моторної оливи
Вільний метанол	Корозія алюмінію і цинку	Корозія паливної апаратури. Низька температура спалаху в закритому посуді.
Вільна вода в паливі	Перетворення метилових ефірів рослинної оливи в жирні кислоти. Корозія. Збільшення електропровідності палива, розвиток мікроорганізмів	Засмічення фільтра. Корозія паливної апаратури
Вільний гліцерин	Корозія кольорових металів. Утворення осаду на рухомих частинах і на лакофарбовому покритті	Засмічення фільтрів. Засмічення сопел паливних форсунок
Моно- і дигліцериди	Теж що і гліцерин	
Вільні жирні кислоти	Утворення електроліту і прискорення корозії цинку. Утворення солей органічних кислот, органічних сполук	Корозія паливної апаратури. Засмічення фільтра. Відкладення осаду на деталях
Збільшення густини палива	Підвищення тиску упорскування	Зменшення ресурсу паливної апаратури
Велика в'язкість за низької температури	Більш жорсткі умови роботи паливного насосу високого тиску. Підвищений знос деталей	Підвищений знос деталей паливного насосу високого тиску. Погіршення показників впорскування палива. Необхідність застосування присадок
Тверді частинки	Погіршення змащувальних властивостей палива	Зниження ресурсу паливної апаратури
Мурашина і оцтова кислоти	Корозія всіх металевих частин	Корозія паливної апаратури
Високомолекулярні органічні кислоти	Теж що і при вільних жирних кислотах	Корозія паливної апаратури. Засмічення фільтра. Відкладення осаду на деталях
Продукти полімеризації	Відкладення осаду, особливо у сумішевих паливах	Засмічення фільтру
Фосфор	Засмічення нейтралізаторів і каталізаторів системи випуску відпрацьованих газів дизеля	Вихід з ладу та зниження рівня екологічної безпеки системи відведення відпрацьованих газів (ВГ) дизеля

Отже, важливо перед початком експлуатації двигуна на біодизельному паливі промити фільтри грубого і тонкого очищення палива. Через підвищену агресивність такого палива потрібно замінити паливні трубки і прокладки на виготовлені зі стійкого до біопалива

матеріалу, а також ретельно видалити біодизельне паливо, що потрапило на лакофарбові покриття. У деяких випадках потрібна частіша зміна моторної оливи через її можливе розрідження біодизельним паливом [1 – 6].

Можливе деяке збільшення рівня шуму і димності під час холодного пуску, за знижених температур необхідно застосовувати присадки. Потрібно контролювати вміст води в біодизельному паливі (через його велику гігроскопічність), щоб уникнути небезпеки розвитку мікроорганізмів, утворення перекисів і корозійного впливу води, в тому числі і на елементи паливної апаратури [6 – 8].

Технологія виробництва біодизельного палива на приклад з ріпаку наведена на рис. 1.

Згідно технології спочатку вихідна сировина (зерно ріпаку) подається до олійного пресу, в якому відбувається відділення олії від ріпакового жмиху, який надалі можна використовувати для виробництва кормів для худоби. Наступним етапом є процес етерифікації, який відбувається в спеціальних реакторах. Для отримання метилового ефіру в реактор до рапсової олії додається метанол та невелика кількість каталізатора. В ролі каталізатора найчастіше використовують гідроксид натрію або калію. Молекули жиру, що входять до складу олії, складаються з тригліцеридів: сполучень трьохвалентного спирту гліцерину з трьома жирними кислотами. В результаті хімічної реакції утворюється метиловий ефір (біодизель), а також побічний продукт – гліцерин.

Час, необхідний для реакції – від 1 до 8 годин. Найшвидше вона відбувається за 70°C – температурі кипіння спирту. Зі зменшенням температури на 10°C швидкість реакції уповільнюється вдвічі. Однак існує думка, що безпечніше реакцію здійснювати за температури в діапазоні 50 – 55°C [6, 7].

Залежно від потужності виробництва виділяють дві технології отримання біодизелю:

– «холодна» технологія застосовується на підприємствах невеликої потужності. Згідно цієї технології процес одержання біопалива проводиться за температури 20...70°C з використанням лужних каталізаторів;

– «гаряча» технологія застосовується на потужних підприємствах. Вона вимагає проведення реакції трансетерифікації за температури 240°C і під тиском 10 МПа. Така технологія вимагає доступу до джерела дешевого тепла, а також великої кількості метанолу, який після одного циклу може знову використовуватися у процесі.

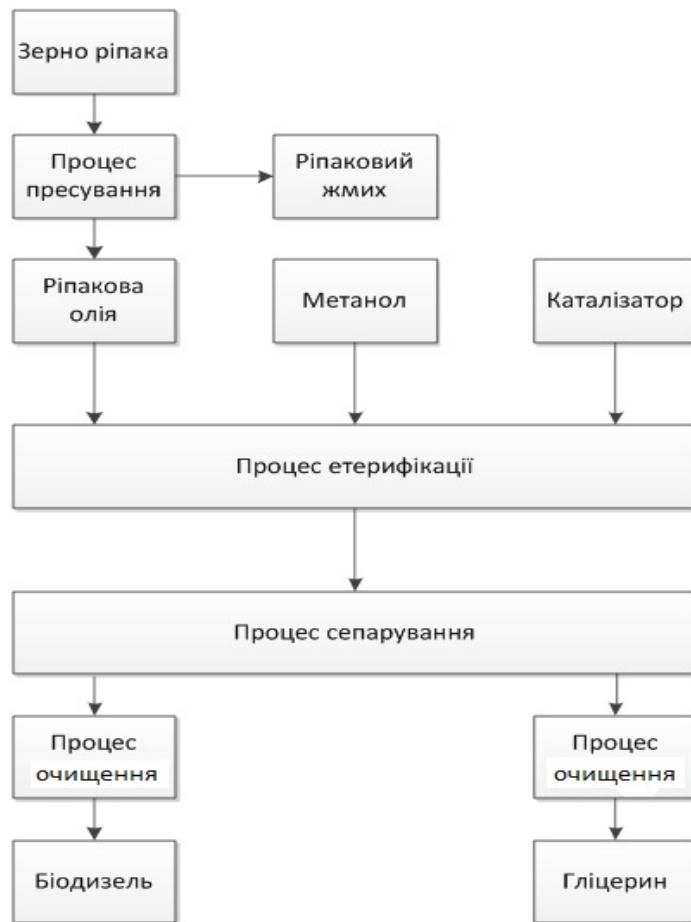


Рис. 1. Технологія виробництва біодизельного палива

Отже, ріпакова олія як дизельне біопаливо може використовуватися у вигляді (рис. 2):

- чистої олії холодного пресування (РО);
- модифікованої етерифікованої олії (РМЕ).

Виробництво біодизелю є двоетапним процесом, який поєднує відомі механічні технології олійної промисловості з технологіями, які застосовують в хімічній промисловості.

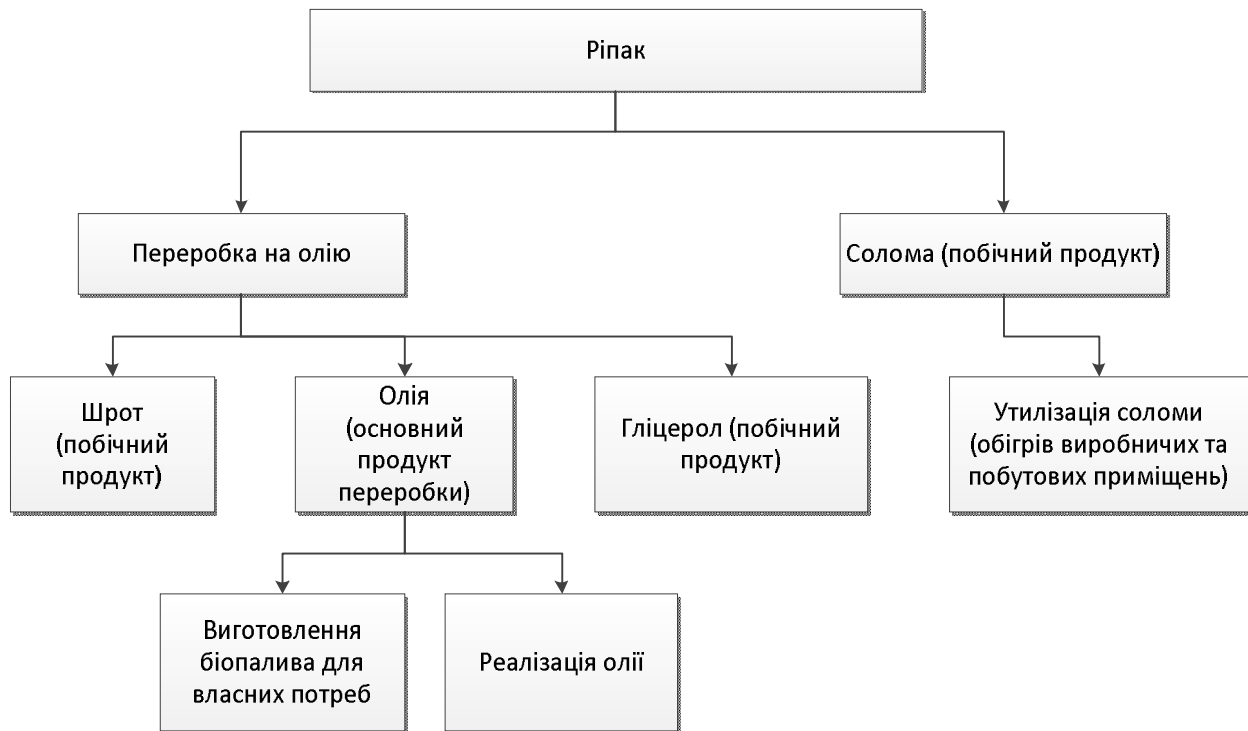


Рис. 2. Класична агропромислова технологія біодизеля

Принципова сучасна технологічна блок-схема установки для виробництва модифікованого біодизеля РМЕ складається з таких стадій (рис. 2):

- холодне пресування насіння ріпаку;
- фільтрація олії;
- дві стадії переетерифікації метанолом при використанні каталізатора КОН (отримання РМЕ і гліцерину);
- відокремлення гліцерину;
- видалення мила;
- видалення метанолу;
- остаточне видалення мила;
- рафінування метилестеру;
- стандартизація біодозеля за цетановим числом.

Згідно з визначенням стандарту США під біодизельним паливом розуміють моноалкільні ефіри жирних кислот, одержувані з рослинних або тваринних жирів і призначені для використання в дизельних двигунах. Основне завдання, яке при цьому вирішується це заміна продуктів нафтопереробки на природні відновлювані ресурси.

Сировиною для біодизельного палива є рапсова, соняшникова, пальмова та інші рослинні масла, а також свинячий жир (рис. 2).

Введення в паливо неперероблених олив небажано. Оскільки вони характеризуються підвищеною в'язкістю, порівняно низькою тепловою потужністю, що зменшує потужність двигуна в середньому на 15%, мають погані пускові властивості за низької температури, а через наявність вільних кислот погано поєднуються з конструкційними і ущільнювальними матеріалами і мають схильність до окислення під час зберігання. Продукти алкілування характеризуються кращими низькотемпературними властивостями і зниженою в'язкістю. Цетанове число при цьому підвищується з 30 – 40 до 50 – 80 од.

Найпоширенішим паливом цього типу є так званий ріпакметиловий ефір (РМЕ), який в великій кількості використовується в Швеції, Німеччині, Франції та інших країнах. Його

можна додавати до дизельного палива в концентрації до 30 % без додаткового регулювання двигуна.

У західноєвропейських країнах прийнято рішення про обов'язкове додавання 5% РМЕ в дизельне паливо, але подекуди (наприклад, в Швеції) його використовують безпосередньо.

Вартість виробництва РМЕ на європейському ринку на сьогодні приблизно в два рази вища порівняно з вуглеводневим дизельним паливом. Однак, можна прогнозувати, що обсяги виробництва метилованих рослинних масел будуть збільшуватися, агротехнології вдосконалюватися, що призведе до зниження їх собівартості до прийняттого рівня.

Випробування РМЕ і його добавок до дизельного палива в США і Європі показали, що під час його використання знижується емісія вуглеводнів і оксиду вуглецю, а інтенсивність утворення оксидів азоту залишається без зміни. Було відзначено деяке збільшення викидів компонентів (ароматичних вуглеводнів, олефінів та альдегідів), які утворюють озон, тому двигуни, що працюють на біопаливі, повинні бути обладнані каталітичними нейтралізаторами. Спостерігається також збільшення утворення твердих частинок, але при цьому їх характер інший, ніж при роботі на дизельному паливі. Власне сажі містять трохи твердих вуглецевих частинок, їх основна частина складається з розчинних органічних сполук, що представляють собою головним чином незгорілі частки біопалива. Дослідження мутагенної активності твердих частинок показало, що вона нижча, ніж у твердих частинок, що утворюються під час згоряння дизельного палива.

В присутності моноалкілів – ефіри рослинних кислот поліпшують властивості малосірчистих екологічно чистих дизельних палив. Це дуже важлива обставина, оскільки зниження вмісту сірки в паливі в загальному випадку призводить до втрати його змащувальних властивостей.

Для алкілування олив можна використовувати не тільки метанол, але і інші доступні спирти, наприклад, етанол. Зокрема, цетанові числа етилових ефірів жирних кислот на 10 – 15 од. вище, ніж відповідних метилових ефірів.

Набуває поширення метод переетерифікації рослинних і тваринних жирів, що представляють собою тригліцериди карбонових кислот, метанолом в присутності каталізаторів (лугів або кислот). У випадку застосування лугів ступінь перетворення жирів вище і досягає 98 %. Температура процесу – 60 – 70 ° С, тиск – до 0,15 МПа. Витрата луку становить близько 1% від оливи.

Вимоги до сировини досить жорсткі: вміст вільних кислот не повинен перевищувати 0,5%, кислотне число – не більше 1 мг КОН / г, за відсутності води. В протилежному випадку розпочнеться милоутворення, яке збільшує витрату луку і перешкоджає відділенню гліцерину від реакційної маси. В якості агента переетерифікації найчастіше використовують метанол, але можливе використання і етанолу, як рослинної сировини. У жорстких умовах (тиск вище 300 атм, температура – 350 ° С), коли метанол знаходиться в надкритичному стані, високих вимог до сировини можна не висувати, а сам процес протікає протягом декількох хвилин і може бути здійснений в безперервному вигляді. Такий метод перспективний, але поки мало поширений, оскільки складний в технологічному проведенні.

Отже, світове виробництво біодизеля за останні роки склало близько 1,7 млн. т, в тому числі, в Євросоюзі – 1,5; в Східній Європі – 0,1; в США – 0,07. За прогнозом до 2020 р воно збільшиться до 23 млн. т / рік.

В Україні також є інтерес до цього виду палива, який пояснюється, перш за все, ініціативою сільськогосподарських виробників. В якості основних джерел олив розглядаються ріпак, соя, а в деяких регіонах – соняшник. Головна складність полягає в низькій врожайності, різних термінах збору і переробки насіння. Втім, при внутрішньогосподарському виробництві і застосуванні біодизеля економічний ефект може виявитися досить великим.

Розрахунки показують, що при оптимальній організації виробництва ріпакової олії в фермерських господарствах України собівартість біодизеля може бути нижчою ціни вуглеводневого дизельного палива.

З огляду на перспективу біодизельного палива виникає необхідність дослідження та порівняльної оцінки основних характеристик цього палива у порівнянні з товарним дизельним паливом.

Дослідження основних техніко-експлуатаційних характеристик альтернативних видів палива для дизельних ДВЗ

Для реалізації мети дослідження у якості дослідного палива було використано таке паливо:

- RME B100;
- SME B100;
- SME B20;
- SME B40.

До основних показників за якими нами здійснювалася оцінка можливості використання зазначених видів палива на ДВЗ були: цетанове число; нижча теплота згоряння; вміст сірки; густина; кінематична в'язкість.

Цетанове число. Самозаймання дизельних палив оцінюється цетановим числом, яке визначають методом порівняння займання палива із займанням еталонної суміші. Ця суміш складається з цетану, період затримки самозаймання якого малий і цетанове число (ЦЧ) приймають за 100 та альфаметилнафталіну, період затримки самозаймання якого великий, цетанове число 0.

Визначити цетанове число можна за ГОСТ 3122-67 на спеціальній установці УДП-3М з одноциліндровим двигуном, конструкція якої забезпечує зміну міри стискування в межах 7...23 [12].

Цетановим числом називається вміст н-цетану (% об.) в суміші з α -метилнафталіном, яка за самозайманням аналогічна досліджуваному паливу.

Для підвищення цетанового числа дизельних палив можна використовувати різні присадки – алкілати, пероксиди. Пероксиди широкого застосування не одержали, тому що під час зберігання палива ці присадки розкладаються і їх ефективність падає. Як присадку до дизельних палив найчастіше застосовують ізопропілнітрат. Додавання його в кількості 1,0 % підвищує цетанове число на 10 одиниць. Одночасно з підвищенням цетанового числа присадки поліпшують пускові властивості палив. Але використання присадок обмежується через зниження температури спалаху, підвищення коксованості.

Чим нижче цетанове число, тим жорсткіша робота двигуна. Значення цетанового числа впливає й на інші показники роботи двигуна: його пуск, максимальний тиск згоряння палива, його питому витрату (рис. 3, 4), температуру вихлопу, відкладення нагару в двигуні, димність і токсичність відпрацьованих газів. Із підвищенням цетанового числа палива полегшується пуск двигуна і збільшується максимальний тиск згоряння, знижується токсичність відпрацьованих газів, робота двигуна поліпшується.

Для сучасних швидкохідних дизельних двигунів треба користуватися паливами з цетановими числами 45...50, що забезпечують «м'яку» роботу двигуна. При цетановому числі 40 і нижче дизелі працюють жорстко, підвищується зношення деталей двигуна, витрата палива, токсичність і димність відпрацьованих газів.

Підвищення цетанового числа більше 50 суттєво не впливає на поліпшення роботи дизеля, а питомі витрати палива і затрати на його виготовлення зростають. Це пояснюється тим, що при високих цетанових числах період затримки самозаймання дуже малий і паливо не повністю згоряє. Це призводить не тільки до його перевитрат, але й до підвищення

токсичності та димності відпрацьованих газів, до перевитрат оливи [12].

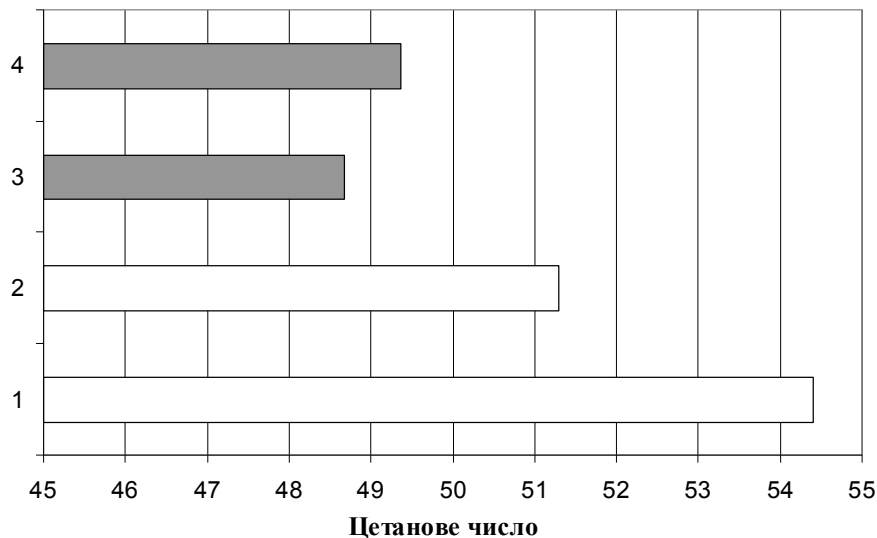
За результатами дослідження цетанового числа біодизельного палива побудовано діаграму (рис. 3)

Згідно ДСТУ4840:2007 цетанове число дизельних палив для швидкохідних дизелів має бути не нижче 51 од. У нашому випадку для дослідних палив зазначеному показнику відповідають біодизельні палива 1 та 2 відповідно.

Отже, за цетановим числом рекомендовані для застосування у швидкохідних дизельних двигунах: RME B100 та SME B100. Проте, слід зазначити, що для палива SME B40 цетанове число становить 49,4 од., що є дуже близьким до стандартного значення і тому його використання у якості палива допускається у ДВЗ.

Нижча теплота згоряння. Теплота згоряння палива впливає на його витрату, потужність двигуна. Чим більше теплоти одержано при згорянні палива, тим більшу потужність можна вилучити з двигуна, тим менша питома витрата палива.

Теплотою згоряння називають кількість теплоти, яка виділяється при повному згорянні 1 кг рідкого або твердого палива (кДж/кг).



1 – RME B100; 2 – SME B100; 3 – SME B20; 4 – SME B40

Рис. 3. Показники цетанового числа біодизельних палив

Розрізняють два значення теплоти згоряння: вищу (Q_v) та нижчу (Q_n). У техніці використовують нижчу теплоту згоряння, яка не враховує теплоту конденсації водяної пари, оскільки температура відпрацьованих (відхідних) газів значно вища від температури конденсації парів.

Вуглеводневі палива мало відрізняються за теплоотою згоряння, їх нижча теплота згоряння коливається в межах 41000 – 44000 кДж/кг.

Для дизельних палив цей показник згідно ДСТУ 4840:2007 не нормується, але має бути близьким 42600 кДж/кг.

За результатами досліджень нижчої теплоти згоряння біодизельного палива отримано діаграму рис. 4.

Згідно рис. 4 для дослідних палив ДСТУ 4840:2007 відповідають біодизельне палива 3 і тому воно за цим показником рекомендоване для застосування у дизельних двигунах.

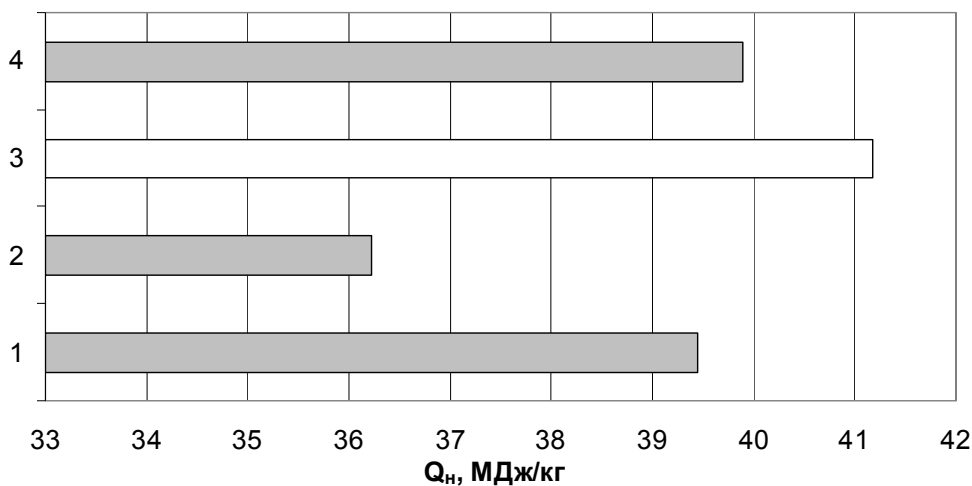
Проте, досить близькими значеннями до нижчої теплоти згоряння мають практично всі дослідні біодизельні палива за винятком SME B100.

Кінематична в'язкість та густина палива. Прокачування палива, безвідмовна робота

паливного насоса високого тиску, спрацювання прецизійних пар, безперервна подача палива в циліндри, тонкість розпилення і повнота згоряння палива, його витрата, вміст відпрацьованих газів значною мірою залежить від в'язкості та густини дизельних палив.

Для дизельних палив визначають кінематичну в'язкість за температури 20 °С. Паливо з дуже великою в'язкістю може спричинити перерви у подачі його до насоса внаслідок поганого протікання через фільтри і отвори форсунок. При зниженні в'язкості палива погіршується змащування прецизійних пар паливного насоса високого тиску і спостерігається просочування палива через нещільності між плунжером і гільзою [12].

В'язкість, густина, поверхневий натяг палива впливають на тонкість розпилювання, витрату палива. Чим менше значення цих показників, тим краще розпилювання, тим меншого діаметра краплини утворюються при розпилюванні палива, тим краще випаровування. Але при цьому зменшується далекобійність струменя, тому що маленькі краплини мають малий запас кінетичної енергії. Паливо нерівномірно переміщується з повітрям, згорає в основному біля форсунки і тому не повністю використовується об'єм камери згоряння, внаслідок чого проходить неповне згоряння палива, зменшення потужності двигуна і перевитрата палива, перегрів і деформація форсунок [12].



1 – RME B100; 2 – SME B100; 3 – SME B20; 4 – SME B40

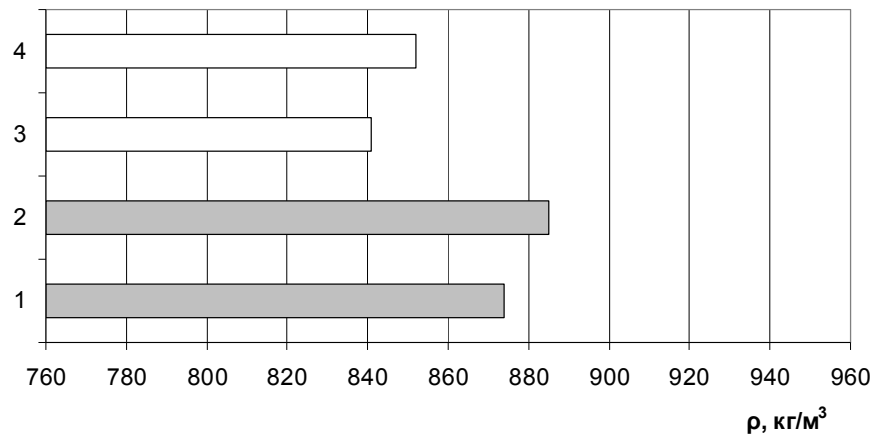
Рис. 4. Показники нижчої теплоти згоряння біодизельних палив

Густина палив для швидкохідних дизелів згідно ДСТУ 4840:2007 повинна бути в межах 820...845 кг/м³.

З підвищенням в'язкості палива глибина проникнення струменя збільшується, тому що утворюються краплі великого діаметра, поліпшується однорідність паливної суміші. Але при цьому погіршується випаровування палива, повнота його згоряння. Це веде до перевитрати палива, недобору потужності, підвищенню димності і токсичності відпрацьованих газів. Оптимальні значення в'язкості дизельних палив залежать від конструкції паливних насосів, камери згоряння, сезонності використання. Чим нижча температура, за якої використовують паливо, тим менша його в'язкість. Для дизельного палива регламентуються як максимальна, так і мінімальна в'язкості. Так для літнього палива кінематична в'язкість згідно ДСТУ 4840:2007 повинна бути в межах 2,0...4,5 сСт.

За результатами дослідження густини та в'язкості біодизельного палива побудовано залежності рис. 5 та рис. 6.

Згідно рис. 5 густина біодизельних палив 3 та 4 відповідає ДСТУ 4840:2007, а отже за цим показником саме вони рекомендовані для застосування у дизельних двигунах.



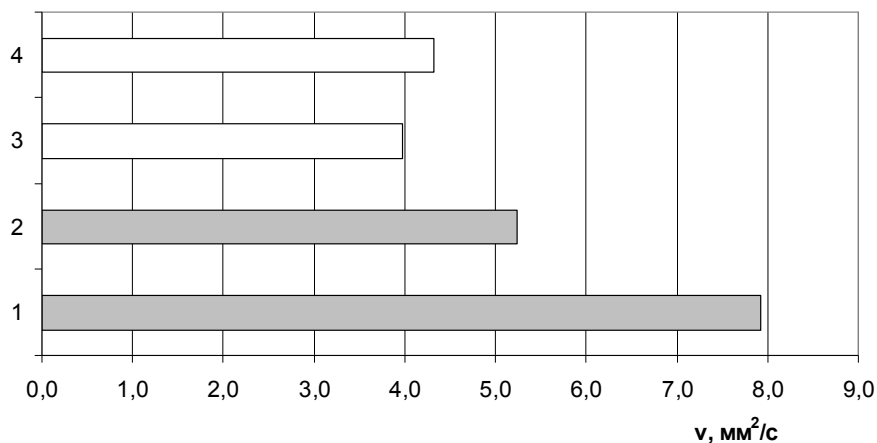
1 – RME B100; 2 – SME B100; 3 – SME B20; 4 – SME B40

Рис. 5. Значення густини біодизельних палив

За показником кінематичної в'язкості (рис. 6) ДСТУ 4840:2007 відповідають біодизельні палива 3 та 4. Також, слід зазначити, що SME B100 має досить близьку в'язкість і його використання на ДВЗ не призведе до відчутних змін у його роботі.

Вміст сірчаних сполук палива. Корозійні властивості дизельних палив, як і бензинів, залежать від вмісту в них водорозчинних кислот і лугів, органічних кислот і сірчаних сполук.

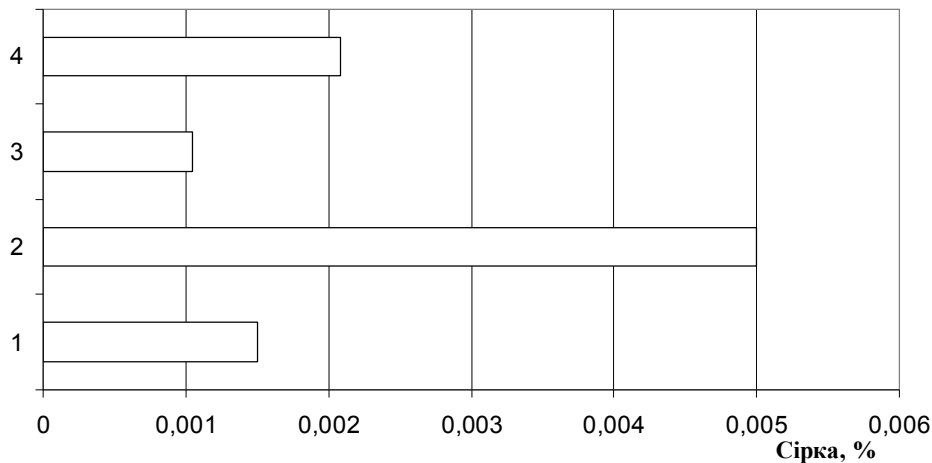
Корозійна агресивність дизельних палив зумовлена не стільки загальним вмістом сірки в паливі, скільки вмістом меркаптанів. Зношення плунжерних пар під час роботи двигуна на паливі з вмістом 0,025 % меркаптанової сірки збільшується в 2 рази порівняно з зношуванням на паливі без меркаптанів [12].



1 – RME B100; 2 – SME B100; 3 – SME B20; 4 – SME B40

Рис. 6. Значення кінематичної в'язкості біодизельного палива

Згідно ДСТУ 4840:2007 для швидкохідних дизелів вміст сірки для палива виду I – 0,001 та для виду II – 0,005 %.



RME B100; 2 – SME B100; 3 – SME B20; 4 – SME B40

Рис. 7. Відсотковий вміст сірки в біодизельному паливі

Згідно рис. 7 по вмісту сірки біодизельне паливо 1, 2, 3 та 4 відповідають показнику якості дизельних палив виду-II для швидкохідних дизелів (ДСТУ 4840:2007).

Висновки

Загалом дослідні біодизельні палива: RME B100, SME B100, SME B20 та SME B40 на основі ріпакової та соєвої олії за своїми властивостями відповідають або дуже близькі до ДСТУ 4840:2007.

Проте, слід зазначити, що SME B20 та SME B40 є найбільш близькими до вуглеводневого дизельного палива, а тому їх використання на швидкохідному дизелі не вимагає змін у системі живлення та забезпечить стабільну роботу двигуна і високі техніко-експлуатаційні показники.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кобец Н. Перспективы производства и переработки семян рапса в Украине / Н. Кобец // Сборник докладов IV Международной конференции «Масложировая промышленность – 2005». – 15 – 16 ноября 2005 г. – С. 46 – 52.
2. Про підвищення рівня еколого-енергетичної безпеки України / В. Ковальський, О. Голодніков, М. Григорак [та ін.] // Экономика Украины. – 2000. – № 10. – С. 34 – 41.
3. Винтоняк В. Українська рапсодія / В. Винтоняк // Агротерспектива. – 2000. – № 1. – С. 10 – 14.
4. Семенов В. Г. Дизельное топливо из рапса / В. Г. Семенов, В. Г. Кухта // Хранение и переработка зерна. – 2000. – № 12. – с. 59 – 61.
5. Экологические аспекты использования топлив и смазочных материалов растительного и животного происхождения / И. Г. Фукс, А. Ю. Евдокимов, А. А. Джамалов [та ін.] // Химия и технология топлив и масел. – 1992. – № 6. – С. 36 – 40.
6. Муштрук М. Интенсификация процесса преобразования жиров в дизельное биотопливо / М. Муштрук, Ю. Сухенко, В. Сухенко // MOTROL. – 2012. – № 3. – С. 96 – 103.
7. Біопалива (технології, машини і обладнання) / [Дубровін В. О., Корчемний М. О., Масло І. П. та ін.]. – К. : ЦТІ „Енергетика і електрофікація”, 2004. – 256 с.
8. Дослідження фізико-хімічних показників альтернативного біопалива на основі ріпакової олії / В. Г. Семенов, А. П. Марченко, Д. У. Семенова [та ін.] // Машинобудування: Вісник Харківського державного політехнічного університету. Збірка наук. праць. – 2000. – Випуск 101. – С. 159 – 163.
9. Семенов В. Г. Анализ показателей работы дизелей на нефтяных и альтернативных топливах растительного происхождения / В. Г. Семенов // Вісник Національного технічного університету „ХПІ”: Збірка наукових праць. Харків: НТУ „ХПІ”. – 2002. – № 3. – С. 177 – 197.
10. Семенов В. Г. Гармонізація національного стандарту на біодизельне паливо до європейського та американського стандартів / В. Г. Семенов // Матеріали I Міжнародної науково-технічної конференції „Проблеми хімотології”. 15 – 19 травня 2006 р. – К. : Книжкове вид-во НАУ, 2006. – С. 119 – 121.

11. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії : Монографія / [Адаменко О., Височанський В., Лютко В. та ін.]. – Івано-Франківськ : ІМЕ, 2001. – 432 с.

12. Гаєва Л. І. Використання експлуатаційних матеріалів і економія паливно-енергетичних ресурсів. Навчальний посібник / Л. І. Гаєва, Ф. В. Козак, В. М. Мельник. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014. – 272 с.

Стаття надійшла до редакції 05.04.2018 р.

Стаття пройшла рецензування 16.04.2018 р.

Мельник Василь Миколайович – к. т. н., доцент кафедри автомобільного транспорту.

Войцехівська Тетяна Йосипівна – асистент кафедри автомобільного транспорту.

Сумер Анна Русланівна – студентка кафедри автомобільного транспорту, група АТм-17-1.
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу.