

УДК 504.06 : 662.756.3 : 656.13

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ У ДВИГУНІ RENAULT 2.5 DCI У ПРОЦЕСІ ВИКОРИСТАННЯ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА**

**Мельник В.М., к.т.н., доц.,  
Синоверський М.М.**

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

### **Abstract**

This paper investigates the question of RME B100 biodiesel spraying in engine cylinders, the quality of mixing with air and the ability to produce heat in the combustion process.

According to the results of fuel jet sputtering studies, analysis of the results showed that the use of RME B100 biodiesel leads to poor fuel distribution across the areas of the spray torch. Only 50% of the fuel is in the jet shell, resulting in poor mixing of the fuel with the air. At the core of the wall is 18% of the fuel, which will spread over the walls and mix badly with the air.

The remaining 36% of the fuel will be in the jet core, the free jet front, and the intersection zones of the wall fluxes, and will partially participate in the blend.

Therefore, according to the results of studies of the Renault 2.5 DCI engine on commercial and biodiesel RME B100 it is established that the use of biodiesel leads to a deterioration of the blend, which reduces heat and consequently increases fuel consumption, reduces engine power.

And, therefore, further research should be aimed at improving blend formation in the use of biodiesel and as one of the options for improving the shape of the combustion chamber of a diesel engine.

**Keywords:** fuel, use, biodiesel, blending

### **Вступ**

На даний час у сфері альтернативних видів палива спостерігається постійне нарощування обсягів їх виробництва. В Європі та світі вводять все більш жорсткі вимоги екологічного стандарту (Євро-5, 6), на застосування якого до автомобілів і моторних палив пред'являються вимоги, що підвищують їх екологічну безпеку. Однак більшість альтернативних палив самі по собі не можуть розглядатися, як готове до використання моторне паливо. Це пов'язано з тим, що експлуатаційні та екологічні властивості більшості альтернативних палив не відповідають властивостям товарних палив. Рішення даної проблеми можливе двома основними шляхами:

- 1) поліпшення властивостей альтернативних палив за рахунок їх доопрацювання та очищення;
- 2) використання сумішей альтернативних палив з товарними паливами в певних співвідношеннях, які не завдадуть шкоди ні двигуну, ні навколишньому середовищу.

Крім того, необхідно дослідити питання сумішо- та теплоутворення у двигунах під час використання альтернативних біодизельних палив. Оскільки

процеси сумішо- та теплоутворення відіграють визначальну роль у повноті згоряння палива, розвивання двигуном максимальної потужності та паливній економічності.

### **Аналіз попередніх досліджень**

У залежності від характеру вприскування палива розрізняють об'ємний, плівковий і об'ємно-плівковий (змішаний) типи сумішоутворення, що здійснюються в нерозділених камерах згоряння.

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

При цьому випробування проводилися на біодизельних паливах, сировиною для яких були різні олії [2]. Проводилися випробування двигунів з розділеними та нерозділеними камерами згоряння [3].

Дані дослідження довели принципову можливість використання біодизельного палива в дизельних двигунах. Виявлено деякі особливості використання цього палива. Звичайно при роботі дизеля на біодизельному паливі порівняно з дизельним спостерігається зростання викиду оксидів азоту та зниження димності.

У деяких випадках було виявлене поліпшення економічних показників при роботі на високоякісному біодизельному паливі, зокрема, ККД двигуна підвищується на 6,5 % [4].

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 проводилось порівняння. З наших досліджень було експериментально виявлено, що українські біодизельні палива, з олій різного складу, або отримані за різними технологіями, можуть істотно відрізнитися за економічними і екологічними показниками [5].

Відомі праці вітчизняних науковців Семенов В. Г., Васильєв І. П., Атамась А. І. [6], що виконали порівняльні результати досліджень дизельних двигунів при роботі на біодизельному і дизельних паливах на двигунах з вихрекамерним і об'ємним способами сумішоутворення та виявили, що використання біодизельного палива в двигуні з вихрекамерним сумішоутворенням компенсує погіршення характеристик вприскування і призводить до підвищення ККД двигуна в порівнянні з роботою на дизельному паливі.

Науковці Анісімов В.Ф., Музичук В.І., Пясецький А.А., Рябошапка В.Б. та Мельничук С.Я. досліджували можливості пристосування тракторного дизеля для роботи на біопаливі [7-9]. За результатами досліджень для пристосування дизеля Д - 240 до роботи на біопаливі за умови збереження його номінальних показників роботи на мінеральному дизпаливі необхідно провести ряд експлуатаційних і експериментальних заходів [10]:

1. Перерегулювати паливну апаратури на збільшення циклової подачі палива (до 12%).

2. Збільшити кут випередження впорскування палива (на основі експериментальних досліджень).

4. Провести розрахунок коефіцієнта надлишку повітря для різних режимів роботи двигуна з використанням біопалива.

5. Експериментально дослідити кут тривалості впорскування біопалива в камеру дизеля. Оскільки годинна і питома витрата біопалива під час роботи двигуна будуть більшими чим при роботі на дизпаливі, то дані заходи можуть проводитись з врахуванням економічної доцільності і екологічної безпеки навколишнього середовища.

### Постановка проблеми

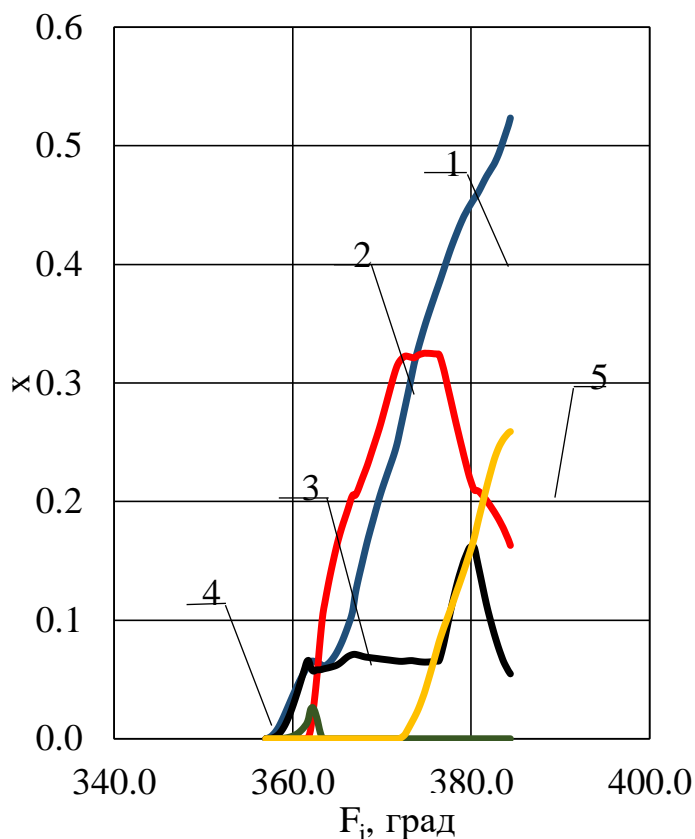
Оскільки, всі перелічені вище дослідження не мають комплексного підходу, а їх результати носять локальний характер, то необхідно виконати комплексні дослідження питання сумішо- та теплоутворення у двигунах під час використання альтернативних біодизельних палив.

### Мета та завдання

Метою роботи є дослідження розподілу палива по зонах факела розпилення та швидкості тепловиділення  $dx/dF$  у процесі використання біодизельного палива RME B100 на двигуні Renault 2.5 DCI.

### Результати вирішення основних завдань

В процесі роботи двигуна Renault 2.5 DCI на паливі RME B100 отримано наступні показники (рис. 1 – 3).



**Рисунок 1** Розподіл палива по зонах факела розпилення під час роботи двигуна Renault 2.5 DCI на біодизельному паливі RME B100: 1 – частка палива в оболонці струменя; 2 – частка палива в ядрі стінки; 3 – частка палива в ядрі струменя; 4 – частка палива у фронті вільного струменя; 5 – частка палива у зонах перетину пристінних потоків

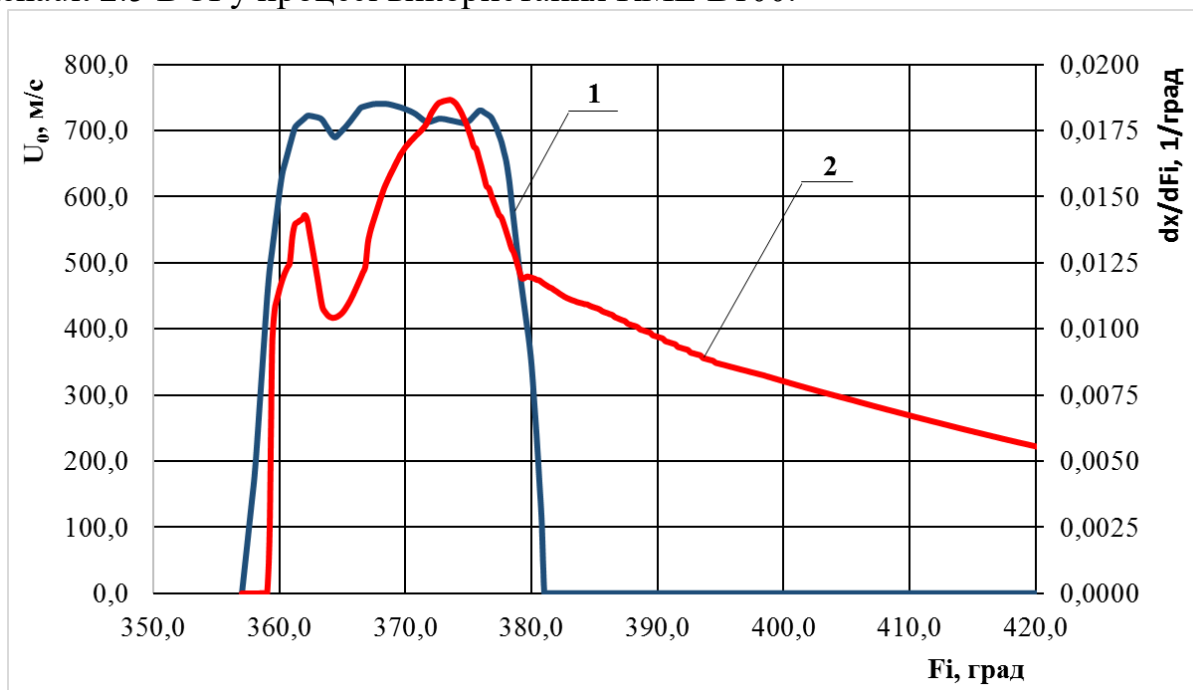
Проте, зважаючи на зовнішні характеристики розпилювання струменя палива, аналіз отриманих зображень показав, що використання біодизельного палива RME B100 призводить до:

- збільшення середнього діаметру крапель палива;
- зафіксовано, що збільшується далекобійність струменя і зменшується його ширина;
- контур факела набуває конусної форми;
- спостерігається загострення при його вершині, можна припустити, що в якійсь мірі існує надзбагачена серцевина струменя;
- зменшується кут розкриття факела.

Всі ці перераховані фактори призводять до погіршеного розподілу палива по зонах факела розпилення. Тільки 50 % палива знаходиться в оболонці струменя, що призводить до погіршеного змішуванні палива з повітрям. У ядрі стінки знаходиться 18 % палива, яке буде розтікатися по стінках і погано змішуватися з повітрям.

Решта палива 36 % буде знаходитися в ядрі струменя, фронті вільного струменя та зонах перетину пристінних потоків, і частково візьме участь у сумішоутворенні.

На рис. 2 графічно відображено швидкості тепловиділення  $dx/d\varphi_i$  та витікання палива  $U_0$  в залежності від кута повороту колінчастого валу двигуна Renault 2.5 DCI у процесі використання RME B100.

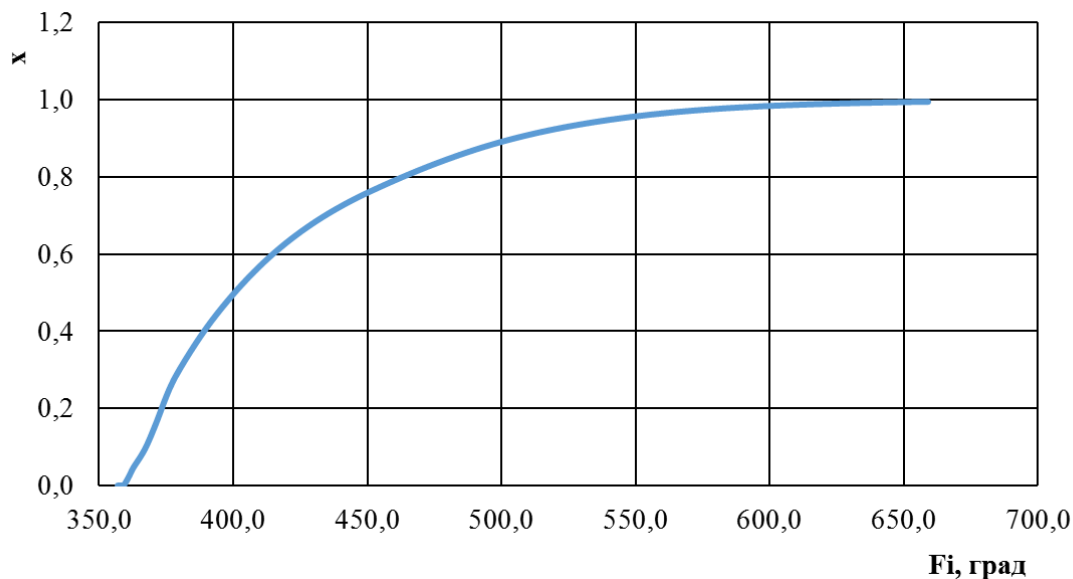


**Рисунок 2** Залежність швидкості тепловиділення  $dx/d\varphi_i$  та витікання палива  $U_0$  від кута повороту колінчастого валу під час роботи двигуна Renault 2.5 DCI на біодизельному паливі RME B100: 1 – швидкість витікання палива; 2 – швидкість тепловиділення

Як видно з рис. 2, швидкість потоку палива та виділення тепла відбувається із запізненням, на протязі 18 – 20 градусів повороту колінчастого

валу, що призведе до зростання витрати палива та зниження потужності двигуна.

Основна частка тепловиділення  $x$  (рис. 3) відбувається за кута повороту колінчастого валу 80 градусів, що пов'язано з попереднім графіком, оскільки швидкість потоку палива та виділення знижується.



**Рисунок 3** Залежність частки тепловиділення  $x$  від кута повороту колінчастого валу під час роботи двигуна Renault 2.5 DCI на біодизельному паливі RME B100

### Висновки

Отже, за результатами досліджень роботи двигуна Renault 2.5 DCI на товарному та біодизельному паливі RME B100 встановлено, що використання біодизельного палива призводить до погіршення сумішоутворення за рахунок чого знижується тепловиділення і як наслідок зростає витрата палива, знижується потужність двигуна.

А, отже подальші дослідження повинні бути направлені на покращення сумішоутворення у процесі використання біодизельного палива і як один із варіантів покращення форми камери згоряння дизеля.

### 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. 452 с.
2. Craig, L. Chase, Charles L. Peterson, Gary Lowe, Paul Mann, Jeffrey A. Smith, Norman Y. Kado. A 322,000 kilometer (200,000 mile) Over the Road Test with HySEE Biodiesel in a Heavy Duty Truck. SAE Techn. Pap. Ser.- 2000. № 2000-01-2647. P. 1-22.
3. Семёнов В.Г., Лылка М.Н. Экспериментальная оценка влияния состава бинарных смесей биодизельного и дизельного топлива на показатели дизельного двигателя. Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета и Северо-восточного научного центра Транспортной академии Украины. Сборник научных трудов. 2007. Выпуск 37. С. 111 – 115.

4. Werner Korbitz. Status and Development of Biodiesel Production and Projects in Europe. SAE Techn. Pap. Ser. 1995. № 952768. P. 249-254.

5. Семенов, В. Г., Васильев, И. П. Сравнение экономических и экологических показателей дизеля при работе на биодизельных топливах разных сортов. Сборник научных трудов по материалам Международной конференции Двигатель-2007, посвященной 100-летию школы двигателестроения МГТУ им. Н. Э. Баумана. Под редакцией Н. А. Иващенко, В. Н. Костюкова, А. П. Науменко, Л. В. Грехова. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. С. 338-343.

6. Семенов, В. Г., Васильев, И. П., Атамась, А. І. Вплив типу сумішоутворення на показники дизеля при роботі на біодизельному і дизельному паливі. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. Випуск 2/2008 (49). Частина 1, 2008. С. 101-105.

7. Анісімов В.Ф., Музичук В.І., Пясецький А.А., Рябошапка В.Б. та Мельничук С.Я. Про можливість пристосування тракторного дизеля для роботи на біопаливі. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. №10 т. 1 (58) 2012. С. 317-323.

8. Гриньків, А.В., Використання методів прогнозування в керуванні технічним станом агрегатів та систем транспортних засобів. Збірник наукових праць КНТУ. Техніка в сільськогосп. виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. 2016. №29. С. 25-32.

9. Аулин, В. В., Гриньків, А. В. Использование теоретико-информационного подхода для анализа технического состояния топливной системы автомобиля. "MOTROL" journal according of the Commission of Motorization and Energetic in Agriculture, CULS. 2016. Vol.18. №2. p.63-69.

10. Аулин В. В., Замота Т. М., Гриньків А. В., Замота О.М., Чернай А. Е. / Преимущества интеллектуальной стратегии технической эксплуатации с точки зрения экономической эффективности // Вісник Харківського національного технічного університету імені Петра Василенка, 2018, Вип. 192, С. 29-40

11. Hrynkiv A. Operational evaluation of motor oils of trucks by their thermal oxidative stability. Технологический аудит и резервы производства. - Харків : Технологічний центр, 2019. - № 3 (1). - С. 25-30.