УДК 547.271: 629.3+ 631.37 + 631.5+662.613

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛЬНОГО ВИГОТОВЛЕНОГО НА ОСНОВІ РОСЛИННОЇ ОЛІЇ

Заборський В.П., канд. техн. наук, Чуба В.В., зав. лаб.
(ННЦ „ІМЕСГ")

Наведено порівняльний аналіз фізико-механічних властивостей моторного біопального, виготовленого на основі рослинних олій, з дизельним пальним та запропоновано систему двостадійної підготовки пального для підвищення ефективності використання біодизеля у автотракторних двигунах.

Проблема. Вичерпання викопних джерел енергетичної сировини, з одного боку, та збільшення потреби енергії з іншого, викликають підвищення зацікавленості до застосування моторних палив, одержаних з біологічної сировини. Причому Україна відноситься до енергодефіцитних країн і може забезпечити свої потреби за рахунок власних енергоносіїв лише на 50 %, а в нафті – на 10-12 %, в природному газі – до 30 %, що створює загрозу енергетичній безпеці країни.

Нестабільність цін на нафтопродукти та постійне їх зростання ставлять в досить незахищене становище всіх товаровиробників, адже значну частину собівартості продукції становлять витрати, пов'язані з енергетичними ресурсами .

Особливо це відчутно в сільськогосподарському виробництві, оскільки в структурі собівартості вирощування основних сільськогосподарських культур витрати на пальне складають найбільшу частку і вони перевищують сукупні витрати коштів на органічні та мінеральні добрива [1], тому впровадження в сільськогосподарському секторі виробництва технологій з використанням альтернативних видів пального, що виробляється з власної відновлюваної сировини, є напрямком істотного зменшення витрат нафтового палива в сільському господарстві України.

Зниження залежності від імпорту нафтопродуктів та своєчасне забезпечення мобільних енергетичних засобів сільськогосподарського призначення пальним, має велике народногосподарське значення. Для вирішення цієї проблеми потрібно удосконалювати технічні засоби на основі наукових досліджень направлених на використання та впровадження у виробництво біодизельного пального на основі рослинних олій.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Можливість використання рослинних олій в якості моторного пального відома досить давно, так у патенті на двигун Р. Дизеля в кінці XIX століття рослинна олія називалася як один з основних видів дизельного пального.

Близько 50 наукових установ з різних країн (США, Німеччина, Малайзія, Філіппіни та інших) займаються дослідженнями в даному напрямі, у

тому числі відомі фірми Institut Francais du Petrol (Франція), British Petroleum, Perkins Engines Ltd (Великобританія), Allis Chalmers, Caterpillar Tractor Company (США) та інші [2].

Найбільшого успіху в застосуванні нових технологій виробництва біопалива на основі рослинних олій та його використанню досягли ФРН та Франція.

Фірма "UFOP", є лідером виробництва БП не тільки в Німеччині, а і у світі. Ця фірма в Німеччині має 1593 заправочні станції (станом на 2003 рік), які розміщені в різних регіонах: Schleswig - Holstein - 64; Hamburg-34; Bremen - 13; Mecklenburg - West Pomerania - 39; Berlin Brandenburg - 61; Saxony-Anhalt - 50; Lower - Saxony - 246; North Rhine Westfalia - 325; Saxony - 76; Thuringia - 43; Hessen - 90; Rheinland-Pfalz - 58; Saarland - 10; Baden-Wurttemberg - 153; Bavaria -331 [3].

При роботі на паливі з рослинних олій порівняно з пальним, яке одержане з нафти, істотно зменшуються викиди в атмосферу токсичних речовин: оксиду вуглецю на 15-98 %, вуглеводнів – на 38-92 %, сажі – на 31% , майже зовсім відсутні викиди діоксиду сірки, що є причиною кислотних дощів [4]. Проте поряд з перевагами є ряд недоліків, які пов’язані з фізико-хімічними властивостями в порівнянні зі звичайним дизельним пальним. Це, перш за все, стосується в'язкості, яка є важливим параметром, що визначає якість розпилення і повноту згорання палива; нижчої питомої теплоти згорання, що впливає на потужність та економічність двигуна; вищої температури загустіння, що обмежує використання палива при низьких температурах [3].

Мета досліджень: проаналізувати можливість використання в дизельних двигунах пального на основі рослинних олій та обґрунтувати найбільш прийнятний варіант використання для сільськогосподарського виробництва.

Методи досліджень. Аналіз фізико-хімічних властивостей олії та метилових ефірів виконували методом виділення найважливіших параметрів, що впливають на роботу дизеля і порівнянням їх числових значень. Обґрунтування найбільш прийнятної схеми системи живлення дизельних двигунів зроблене методом системного моделювання.

Результати досліджень. Головною технічною проблемою широкого впровадження біопалива на основі рослинних олій є необхідність адаптації існуючих вітчизняних автотракторних дизельних двигунів до відповідного типу палива через відмінність деяких фізико-механічних властивостей в порівнянні з дизельним паливом, основні властивості яких наведено в таблиці.

Таблиця. - Порівняльні параметри нафтового дизельного та біодизельного палив

Характеристики	Дизельне паливо	Біодизельне
1	2	3
Цетанове число, не менше	45	51
Густина, кг/м^3	860*	860…900**

Продовження табл

Масова частка сірки , % не більше	0,28	0,001
Коксованість 10%-го залишку, % не	0,3	0,3
Зольність, % не більше	0,01	0,02
Кінематична в'язкість, мм^2/с	3,0-6,0*	3,5-5***
Гранична температура фільтрованості, ºС	-5	+5

* - при температурі 20ºС, ** - при температурі 15ºС,*** - при температурі 40ºС.

Виконавши детальний аналіз показників (табл.), можна зробити висновок, що біодизельне пальне найбільш близьке за фізико – механічними властивостями до дизельного пального, але має вищу кінематичну в'язкість, тому його застосування потребує модернізації системи живлення дизельного двигуна та значно звужує температурний діапазон його використання.

Як при великому, так і при низькому значенні кінематичної в'язкості, порушується робота системи подачі палива, процесів сумішоутворення та згоряння. При зменшенні в'язкості пальне просочується через зазори плунжерних пар паливного насоса високого тиску, що призводить до зменшення циклової подачі, зниження тиску впорскування, пальне може підтікати через розпилювачі форсунок, погіршується режим змащування плунжерних пар, що призводить до їх інтенсивного зношування. Якщо в'язкість пального збільшується, то зменшується його подача трубопроводами, погіршується процес сумішоутворення (під час розпилення утворюються великі краплі пального і зменшується довжина факела, пальному потрібно більше часу на випаровування), також відбувається неповне згоряння пального та інтенсивне утворення нагару на деталях циліндро-поршневої групи двигуна [5].

Провівши аналіз фізико - хімічних показників моторного біопального на основі рослинних олій був зроблений висновок, що для розширення температурного діапазону використання та покращення сумішоутворення згідно запропонованого нами способу [6] необхідно застосовувати систему додаткового підігрівання пального відповідно до схеми зображеної на рис. 1.

В даній схемі задачу забезпечення ефективного функціонування автотракторного двигуна при знижених температурах навколишнього середовища та при переході на більш в'язке паливо запропоновано вирішити за допомогою двостадійного його нагрівання: І стадія підігрівання пального здійснюється перед фільтром грубої очистки, а ІІ стадія сильнішого нагрівання здійснюється після паливного насоса високого тиску перед форсунками.

Підігрівання пального в паливопроводі низького тиску здійснюється метою забезпечення досягнення ним оптимальної в'язкості для забезпечення прогонності та фільтрування пального, найкращі властивості для цього дизельне паливо має при в’язкості 2,5-4,0 мм^2/с [6], для біодизельного палива

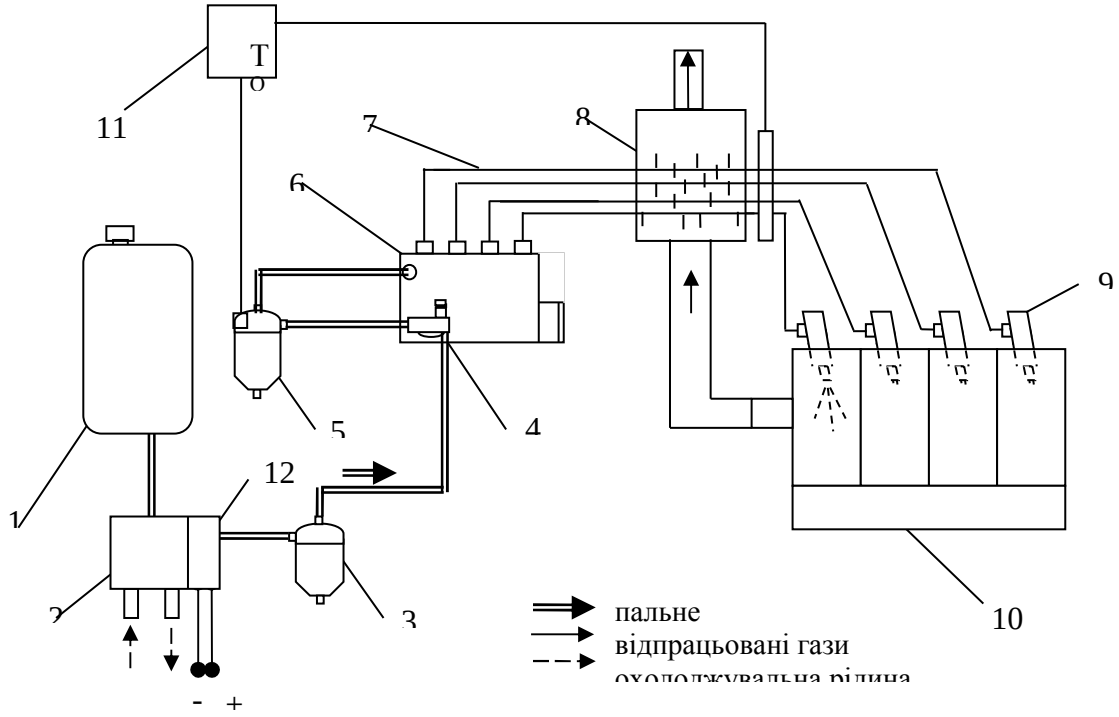

Рис.1. Схема двоступеневого підігріву пального для автотракторних двигунів

1 - паливний бак, 2 - теплообмінник, 3 - фільтр грубого очищення, 4 - підкачувальний насос, 5 - фільтр тонкого очищення, 6 - паливний канал насоса високого тиску, 7 - паливопроводи високого тиску, 8 - нагрівальна камера , 9 - форсунки двигуна, 10 - двигун, 11 - автоматичний терморегулятор, 12 - електронагрівач.

дана в'язкість може бути досягнута в температурних межах від плюс 30 до плюс 45 °С, тому на І стадії доцільно проводити підігрів пального саме до такої температури.

Друга стадія нагрівання пального виконується з метою забезпечення кращого його розпилення та підвищення швидкості та повноти згоряння, температура до якої можливо здійснювати нагрівання лежить межах від 140 до 270 °С і залежить від конструкційної особливості дизельного двигуна та будови застосованих форсунок [7]. Головним стримуючим фактором при додатковому нагріванні палива є температурна напруженість форсунок, адже охолодження їх розпилювачів здійснюється в основному паливом.

При температурі розпилювача більшій ніж 190 °С різко збільшується інтенсивність процесу коксування, але ця межа не стабільна і залежить від хімічного складу пального, в деяких випадках відмічають, що процес коксування при температурі 180 до 200 °С більш інтенсивніший ніж при 210…220 °С [8].

Досвід експлуатації вітчизняних автотракторних двигунів показує, що оптимальна температура розпилювача форсунки для забезпечення тривалого терміну роботи повинна становити 170 до 200 °С [7], тому для них доцільно обмежити температуру другої стадії підігріву 150 °С .

В ННЦ "ІМЕСГ" проведені попередні експериментальні дослідження системи двостадійної підготовки пального реалізованої на двигуні Д-65Н, досягнуто температуру нагріву пального на ділянці ПНВТ – форсунка без перекривання основного випускного каналу при роботі на біодизельному пальному рослинного походження плюс 102ºС. . Дослідження проводилися на номінальнпих обертах двигуна без навантаження з одночасною фіксацією температури пального та значень викидів СН та NO_X які дали змогу оцінити вплив температури підігріву пального повноту згоряння

На рис. 2. та рис 3. відображено відповідно залежності зміни викидів СН та NO_x від температури пального перед форсункою.

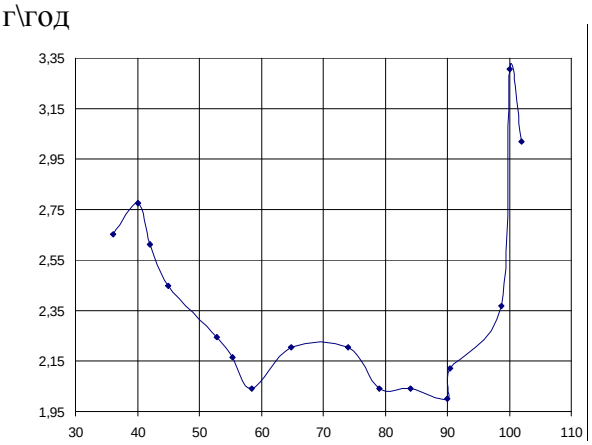

Рис.2. - Характер зміни викидів СН від температури нагріву пального

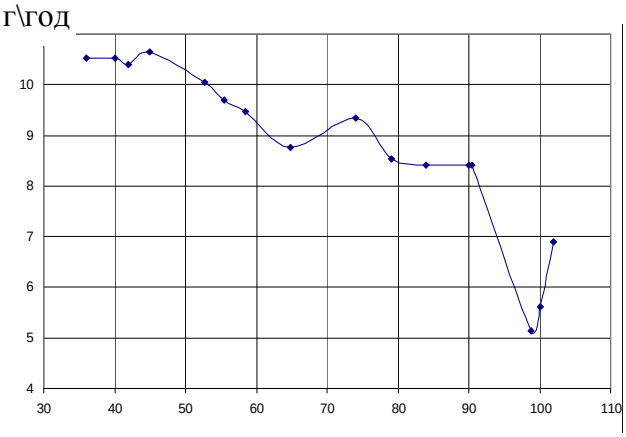

Рис.3.- Характер зміни викидів NO_x від температури нагріву пального

Аналіз залежності рис. 2 показує, що при номінальній частоті обертання колінчастого валу двигуна Д-65Н оптимальні значення показника масового викиду СН знаходяться в межах нагріву пального перед форсункою від плюс 80 до плюс 90ºС, при цьому кількість викидів скорочується на 28 % в порівнянні з кількістю викидів при температурі палива плюс 40ºС.

Залежність, яка зображена на рис. 3, показує, що при збільшенні температури підігріву палива перед форсункою в інтервалі від плюс 45ºС до плюс 98,8ºС відбувається поступове зниження кількості викидів NO_x. При температурі підігріву пального до плюс 98,8ºС кількість викидів NO_x зменшилася більше ніж у двічі.

Враховуючи вагомість показника NO_x та аналіз залежності рис.3., можна зробити висновок, що для покращення процесів розпилу та сумішоутворення доцільно підігрівати біодизельне паливо перед впорскуванням в камеру згорання до температурного діапазону від плюс 90ºС до плюс 100ºС. ºС

Висновки.

Система двостадійної підготовки пального дозволяє розширити температурний діапазон використання біопального на основі рослинних олій та може бути досить просто реалізований на більшості моделей вітчизняних автотракторних двигунів без принципового переобладнання головних пристроїв системи живлення.

Попередня температурна підготовка пального перед впорском ,в певних температурних режимах, дає змогу покращити згоряння біодизельного палива

та покращити екологічні показники роботи двигуна.

Перспективи подальших наукових досліджень у даному напрямку. Планується провести дослідження впливу підігріву пального перед впорском до більш виших температур та провести дослідження зміну експлуатаційних та екологічних параметрів від температури підігріву пального при різних режимах завантаження двигуна..

Список літератури

1. П.Т. Саблук, Д.І. Мазоренко, Г.Є. Мазнев. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур. – Харків: ХНТУСГ.-2004.-307 с.
2. The brazilian ethanol programme. General evaluation and prospect // Sustainable Energy News-1994.-№6.-P.12
3. І.П. Масло, МІ. Віръовка, М.В. Калінчик, П.С. Вишнівський. Еколого-економічне обґрунтування виробництва та використання моторного палива на основі рослинних олій для виробників сільськогосподарської продукції. // Економіка АПК. - №11,2004. - с. 30-33.
4. Опіоп G.,Bodo L.D. Oxygenate fuel for diesel engines: a survey of world – wide activities // Bio-mass. -1983. - № 2. - p. 77-133.
5. Н.В. Краснощеков, Г.С. Савельев, А.Д. Шапкайц, В.В. Подосинников, Д.Б. Бубнов, В.А. Бубнов, В.А. Демидов, Е.Т. Пономарев, Л.Н. Басистий. Адаптация тракторов и автомобилей к работе на биотопливе // Тракторы и сельскохозяйственные машины — 1994. - №12. — с. 1-4
6. Спосіб температурної підготовки пального на двигунах. Патент на корисну модель №21673 Україна, МПК (2006) P02M 31/02, Трегуб М.І., Чуба В.В. заяв. 13.11.2006, Опубл. 15.03.2007, Бюл. №3,2007.
7. Энглин Б. А., Откупщиков Г. П., Рубинштейн И. А. Влияние температуры и качества топлива на осмоление распылителей форсунок.// Химия и технология топлив и масел – 1961. - №3. – с. 55 – 60.
8. Трусов В.И., Дмитренко В. П., Маслный Г.Д. Форсунки автотракторных дизелей. М..: Машиностроение, 1997. 167 с.

Аннотация

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОДИЗЕЛЬНОГО ГОРЮЧЕГО ИЗГОТОВЛЕННОГО НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА

Приведен сравнительный анализ физико-механических свойств моторного биогорючего, изготовленного на основе растительных масел, с дизельным горючим и предложена система двостадійнои подготовки горючего для повышения эффективности использования биодизеля в отечественных автотракторных двигателях.

Abstract

INCREASE OF EFFICIENCY OF THE USE OF BIOTDIESEL FUEL OF THE VEGETABLE BUTTER MADE ON BASIS

The comparative analysis of physical and -mechanical properties of the motor biotfuel made on the basis of vegetable butters is resulted, with a diesel fuel and the system of of preparation of fuel is offered for the increase of efficiency of the use of biotdiesel in domestic engines.