

УДК 621.181

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА НА ОСНОВІ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ ТА ЙОГО СУМІШІ З ДИЗЕЛЬНИМ ПАЛИВОМ

Болтянська Н. І., к.т.н., доц.,

Мовчан С. І., к.т.н., доц.,

Болтянський О. В., к.т.н., доц.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38 (0619) 42-05-70, 42-04-42

Анотація – у статті проаналізовано шляхи використання біопалива на основі ріпакової олії та його суміші з дизельним паливом, як альтернативного палива для дизельних двигунів.

Ключові слова – альтернативні палива, біодизель, двигуни внутрішнього згорання.

Постановка проблеми. Якими б величезними не були запаси корисних копалин, вони все рівно будуть вичерпані. Використовуючи відомі на сьогоднішній день розробки нафти, можна стверджувати, що вона забезпечить потреби в ПММ (паливо-мастильних матеріалах) лише до 2040 року. Це є не одним чинником на користь біодизеля [2]. Зараз потреба сільського господарства в енергії на 90 % задовольняються викопними видами палива - нафтою, вугіллям, природним газом. Тому однією з причин погіршення фінансового положення аграрного сектора країни з упевненістю були названі збільшення цін на ПММ. У зв'язку з цим, вирішення питання можливості та виробництва біодизеля необхідно, перш за все, сільгоспвиробнику. Звичайно ж, для цього потрібні додаткові інвестиції. Але для вітчизняного сільгоспвиробника залишається ще одна можливість вирішення цієї проблеми - додавання в ріпакову олію мінерального дизельного палива (ДП). Такий спосіб практикується фермерами США і Південної Америки вже декілька років. Корисний досвід в цій сфері накопичується і в Україні.

У зв'язку із кризовою ситуацією, яка склалася на даний час на ринку енергоносіїв в Україні, все гостріше постає проблема пошуку нових альтернативних видів палива. Нові види палива повинні

забезпечувати істотне зниження викидів шкідливих речовин двигунами внутрішнього згорання, які застосовуються на мобільних енергетичних засобах та бути економічно вигідними. Серед них особлива увага звертається на використання біоенергетичних ресурсів, до яких належать біодизельне паливо, етанол, деревина, солома та біогаз [3].

Ще один чинник зробив свій вплив на інтенсивність проведення досліджень з можливості отримання і використання палива рослинного походження - вплив цін енергоносіїв на внутрішньо- і зовнішньоекономічне, а також політичне положення ряду держав. Відомо, що основні світові запаси нафти - викопної сировини для палива - знаходяться у власності країн ОПЕК і Росії. Вони визначають стан світових цін на енергоносії. Таким чином, держави, в яких відсутні або невеликі запаси нафти, потрапляють в залежність від країн-торговців "чорним золотом".

Але не тільки "нафтові" причини стимулювали дослідження учених[6]. З 1970 року в Європі стали активно підіймати питання екології: дослідники прагнули знайти як альтернативні джерела енергії такі речовини, які під час згорання виділяють в атмосферу менше вуглекислого газу та шкідливих з'єднань. В результаті були визначені два шляхи застосування рослинних олій як палива для дизельних двигунів. Один з них передбачає отримання біодизеля шляхом етерифікації олій до кондицій дизельного палива, а другий - використання їх замість палива. Перший напрям, як показує практика, знайшов ширше розповсюдження [1].

Аналіз останніх досліджень. Теплота згорання біопалива, яка складає 34,3 - 41,7 МДж/кг, є нижчою, ніж у дизельного палива. Застосування цього виду палива практично не призводить до зміни потужності та крутного моменту двигуна. Проте спостерігається збільшення на 5 - 7% його витрати, що компенсує падіння енергетичної цінності біопалива. Механічне та теплове навантаження двигуна залишаються майже на однаковому рівні, а температура відпрацьованих газів знижується на 3-10%.

За прогнозами спеціалістів, в найближчому майбутньому передбачається покриття значної частки (до 12%) світової потреби в дизельному пальному за рахунок рідкого біопалива [7]. Його застосування в агропромисловому виробництві та сільській місцевості дозволяють в комплексі вирішувати проблеми їх забезпечення енергоресурсами, дефіцитними білковими кормами-шротами, та іншими цінними продуктами.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Проаналізувати шляхи використання біопалива на основі ріпакової олії та його суміші з дизельним паливом, як

альтернативного палива для дизельних двигунів.

Основна частина. Аналіз структури тракторного парку показує, що питома вага дизельних двигунів зростає. Така тенденція спостерігається, як в розвинутих країнах світу, так і в країнах, що розвиваються. Це пояснюється їх кращою паливною економічністю (до 30-35% в порівнянні з бензиновими) та більшою пристосованістю до інших палив, що є дуже важливими у зв'язку зі зменшенням запасів нафти і подорожчанням нафтопродуктів. Дослідження дизельних двигунів показали, що вони можуть працювати, не тільки на дизельному паливі, але й на його альтернативних видах. Аналіз літературних джерел показав, що заміниками дизпалива можуть бути: спирти, ефіри, водень, водно-паливні емульсії, газові конденсати, газоподібні палива, рослинні олії [1]. Враховуючи особливості робочого процесу, найбільший інтерес представляють три останні палива.

Газові конденсати є сумішшю різних фракцій, що википають в межах 70-330°C. Випробування дизелів з відповідним регулюванням паливної апаратури (для компенсації зниження циклової подачі за рахунок меншої густини газових конденсатів) не виявили відхилень в їх роботі. Важливою особливістю є зниження до 10% димності та зменшення нагароутворень на стінках циліндрів і днищах поршнів за рахунок меншого вмісту висококиплячих вуглеводнів.

Відмічено також меншу схильність розпилювачів форсунок до закоксування, кращі пускові якості в умовах низьких температур.

Внаслідок невеликих родовищ в Україні газові конденсати тільки частково можуть замінити, як альтернативний вид, нафтові палива [6].

Природний газ вважається перспективним і доступним паливом для двигунів внутрішнього згорання. Національною академією наук України та Інститутом газу НАН України в 1999 році розроблена концепція Національної програми використання природного газу як моторного палива в Україні на період до 2010 року [2]. У 2000 році прийнято Закон України про альтернативні види палива [8]. Відповідно до зазначених документів актуальною є розробка енергетичних засобів, що використовують, як моторне паливо природний газ, в тому числі і газобалонних тракторів.

Основною проблемою застосування даного виду палива є його низьке цетанове число. Пуск холодного двигуна, робота в режимі холостого ходу та при невеликих навантаженнях практично неможливі. При використанні даного палива на дизельному двигуні необхідно встановлювати дві автономні системи: для дизельного (запальну) та для газоподібного палива (робочу). Частина запального палива повинна становити 7 - 18% [6].

Палива на основі рослинних олій. Хімічний склад рослинних олій різноманітний: існує різниця не тільки між оліями різних рослин, але і між оліями однієї тієї ж рослини, що обумовлюється технологією збирання та переробки. Оскільки олії мають близьку до дизпалива самозаймистість і теплоту згоряння, то вони створюють йому гарну альтернативу. Із багатьох відомих видів олій найбільш придатною для виробництва палива для дизельних двигунів в Україні є ріпакова.

Існує декілька технологій використання біопалива для ДВЗ, виготовленого з насіння ріпаку.

Необроблена холодно-пресована олія. Аналіз останніх досліджень показує, що під час роботи дизелів на рослинних оліях з безпосереднім їх впорскуванням в системі паливоподачі і на стінках камери згоряння утворюються смоло- і лакові відкладення [1]. Це призводить до збільшення витрати олії і прискореного зносу деталей циліндропоршневої групи. Щоб усунути даний недолік необхідно, щоб робочий процес відбувався за більш високих температур [10].

Інший недолік зумовлюється надто високою в'язкістю ріпакової олії, яка приблизно у 15 разів перевищує відповідний показник ДП. Щоб її використовувати, необхідно модифікувати систему паливоподачі двигуна. Порівняно висока температура застигання олії (мінус 2°C) викликає потребу в її додатковому підігріві.

Ріпакова олія холодного пресування з присадками. Шляхом додавання присадок до холодно пресованої, фільтрованої з насіння ріпаку олії одержують паливо, яке придатне для використання у двигунах різних поколінь без конструктивних змін. В'язкість даного палива значно вища, ніж в'язкість дизельного палива, а його цетанове число вище, ніж у необробленої олії [1].

Ріпакова олія холодного пресування в суміші з дизельним паливом. Через надмірну густину і незадовільні фізико-хімічні властивості виникає проблема у приведенні багатьох показників до таких, що відповідають вимогам ДСТУ для палива, що використовуються в дизельних двигунах. В даному випадку пропонується змішувати ріпакову олію з дизельним паливом. За таких умов можна дещо покращити її експлуатаційні властивості. На даний час співвідношення суміші ріпакової олії та дизельного палива, рекомендується в широких межах - від 75:25 до 25:75 [7].

Ріпаково-метиловий ефір (РМЕ). Даний вид палива одержують в результаті процесу етерифікації – обміну молекули гліцерину з трьома молекулами метанолу за високої температури і в присутності каталізаторів. Важливою ознакою даного палива є те, що при його використанні паливна апаратура не потребує змін в конструкції. Однією із перешкод широкого впровадження РМЕ, як альтернативного палива для дизельних двигунів, є його нижча,

порівняно з дизельним, якість за основними фізико-хімічними показниками [2;3;6;7]. Останні дослідження свідчать, що динамічна в'язкість РМЕ, порівняно з дизельним паливом, збільшується майже вдвічі, що призводить до зменшення кута розкриття струмині палива та збільшення далекобійності [2]. Внаслідок цього до 79% палива потрапляє на стінки камери згоряння, що зменшує частку об'ємного сумішоутворення і негативно впливає на процес згоряння. Дані негативні показники можна зменшити, якщо дане паливо виготовляти за чітко визначеною схемою виробництва. Фізико-хімічні показники залежать також і від якості ріпакової олії, що зумовлюється сортом та процесом переробки насіння ріпаку.

Інтенсивне зростання цін на дизельне паливо, орієнтація вітчизняної нафтової промисловості на експортні поставки зумовили збільшення витрат на нафтопродукти в сільському господарстві. Разом з тим нафта, вугілля, природний газ - це не відновлювані джерела енергії. Відомі запаси тієї ж нафти небезмежні і через декілька десятків років вичерпаються. Тому вчені різних країн, особливо тих, де немає своїх запасів вуглеводневої сировини, шукають альтернативні джерела автомобільного а іншого видів палива [1]. Стосовно сільськогосподарського виробництва безперечний пріоритет належить моторному паливу на основі рослинних олій. Він обумовлений наступними чинниками:

- виробляється з відновлюваних джерел;
- можливість створення енергоавтономних сільськогосподарських підприємств, незалежних від поставок нафтових палив;
- позитивний вплив на парниковий ефект за рахунок замкненого балансу двоокису вуглецю, зменшення викидів токсичних речовин у відпрацьованих газах, здатність палива до швидкого біорозкладання.

Біопаливо з ріпакової олії використовується як моторне в двох варіантах: у суміші з дизельним (суміш ріпакової олії і дизельного палива) і ріпаковий метилефір, одержаний шляхом етерифікації РО. Перше характеризується простішою технологією отримання і високою стабільністю зберігання.

Спочатку біодизельним паливом називали суміш мінерального дизельного палива з ріпаковою олією. Такі суміші виготовляли в співвідношенні 5 – 30 % ріпакової олії і 70 – 95 % мінерального дизпалива. Якість суміші була не дуже високою і після певного періоду часу відбувалося роздвоювання, в результаті чого робота двигуна була нестабільною, а інколи неможливою.

Використання процесу етерифікації рослинної олії метиловим спиртом дало можливість одержання метилових ефірів жирних

кислот. Ці ефіри виявились схожими за своїми фізико-хімічних показниками (табл. 1) з мінеральним ДП і цілком придатні для використання в якості палива в двигунах внутрішнього згорання в чистому вигляді. Ефіри добре змішуються з мінеральним дизельним паливом в будь-яких пропорціях. Саме ефіри рослинних олій можна називати дійсно «біопаливом».

Таблиця 1 - Фізико-хімічні показники мінерального літнього дизельного палива та біопалива

	Показник	Мінеральне ДП	Біопаливо
1	Вміст гліцерину, %	відсутній	не більше 0,3
2	Цетанове число	45	не нижче 47
3	Кінематична в'язкість при 20°C	3,8	7,5
4	Густина при 20 °C	830	не більше 890
5	Температура застигання, °C	-10	-9
6	Температура помутніння, °C	-6	-3
7	Температура спалаху в закритому тиглі, °C	80	не нижче 135
8	Теплоутворююча здатність, кДж/кг	43000	37000
9	Коксування, %	0,5	не більше 0,35
10	Зольність, %	0,03	не більше 0,03
11	Вміст механічних домішок	відсутній	відсутній
12	Масова частка сірки, %	0,2	відсутня
13	Вміст води, %	відсутній	відсутній
14	Динамічна в'язкість, Па·с	$3,16 \cdot 10^{-3}$	$7,02 \cdot 10^{-3}$

Фізико-хімічні характеристики РМЕ близькі до дизельного палива. Під час їх використання не потрібен підігрів, у меншій мірі утворюються відкладення на деталях циліндропоршневої групи.

Однією із вагомих перешкод широкого впровадження РМЕ, як альтернативного палива для дизельних двигунів є його гірші, порівняно з дизельним, в'язкісні показники. Аналіз останніх досліджень свідчить, що динамічна в'язкість РМЕ, порівняно з дизельним паливом, збільшується майже вдвічі – з $3,16 \cdot 10^{-3}$ Па·с до $7,02 \cdot 10^{-3}$ Па·с, густина – з 791 кг/м^3 до 842 кг/м^3 [2,3]. Кінематична в'язкість ріпаково-метилового ефіру у два рази вища, ніж у стандартного дизельного палива. У зв'язку з цим, використовувати біопаливо у чистому вигляді недоцільно, оскільки в цьому випадку знижується якість розпилення, погіршується сумішоутворення, спостерігається швидке нагароутворення на деталях

циліндропоршневої групи тощо. Тому РМЕ доцільно застосовувати в суміші із стандартним літнім дизельним паливом.

Під час оцінки основних властивостей біодизельного палива (РМЕ) встановлено, що суміш парів біопалива з повітрям не утворює вибухових сумішей [6].

На відміну від РМЕ, пари дизельного палива з повітрям утворюють вибухонебезпечну суміш, яка має досить низьку межу вибуховості. Температура спалаху ріпаково-метилового ефіру у 1,5 рази вища від дизельного палива. Встановлено, що теплота згоряння біопалива (34,3 - 41,7 МДж/кг) нижча, ніж дизельного. Застосування цього виду палива практично не призводить до зміни потужності та крутного моменту двигуна. Проте спостерігається збільшення на 5 - 7% його витрати, що компенсує падіння енергетичної цінності біопалива. Механічне та теплове навантаження двигуна залишаються майже на однаковому рівні, а температура відпрацьованих газів знижується на 3 - 10%.

Біопаливо має ряд корисних властивостей [8]:

- *Рослинне походження.* Біопаливо не має бензолowego запаху, виготовлене із олій, сировиною для яких є рослини, які покращують структурний і хімічний склад ґрунту в системах сівозміни.

- *Біологічна нешкідливість.* Порівняно з мінеральним маслом, 1 л якого може забруднити 1 млн. л питної води і знищити водневу флору і фауну, біопаливо, як показують досліди, під час попадання в воду не чинить шкоди ні рослинам, ні тваринам. Крім того, воно піддається практично повному біологічному розпаду: в землі чи воді мікроорганізми за 28 днів переробляють 99 % біопалива, що дозволяє говорити про мінімізацію забруднення рік і озер при переводі водневого транспорту на альтернативне паливо.

- *Менше викидів CO₂.* Під час згоряння біопалива виділяється така ж кількість вуглекислого газу, що було використано рослинами з атмосфери

- *Малий вміст сірки.*

- *Гарні змащувальні характеристики.* Відомо що мінеральне дизпаливо під час усунення із нього сіркових з'єднань втрачає свої змащувальні властивості. Біопаливо ж, незважаючи на малий вміст сірки, характеризується гарними змащувальними властивостями. Це обумовлено його хімічним складом і вмістом в ньому кисню.

- *Відносно "чисте" паливо.* У світовій практиці лімітується ряд компонентів відпрацьованих газів, серед яких: монооксид вуглецю CO, незгорілі вуглеводні CH, оксиди азоту NO_x і сажа. Відзначаються очевидні переваги біодизеля за зазначеними показниками продуктів згоряння.

- *Збільшення строку служби двигуна.* Під час роботи двигуна на біопаливі одночасно здійснюється змащування його рухомих частин, в результаті чого, досягається збільшення строку служби самого двигуна і паливного насосу в середньому на 60 %.

- *Висока температура спалаху* - ще один технічний показник, цікавий, швидше за все, для організацій, що зберігають і транспортують ПММ. Для біодизеля її значення перевищує 100 °С, що дозволяє назвати біопаливо відносно безпечною речовиною.

Окрім викладених переваг ефірів ріпакової олії (РМЕ), їх використання у вигляді палива для дизельних двигунів пов'язане з певними експлуатаційними проблемами. Вони виникають внаслідок складностей, обумовлених отриманням сировини варіюванням якості ефірів, виконанням технологій виробництва і зберігання [10]. До цих проблем слід віднести:

- підвищення тиску впорскування до 25% і робочої температури системи живлення під час використання, як палива, чистого РМЕ, що може негативно впливати на надійність роботи паливних насосів, а також на дещо прискорене утворення нагару на форсунках;
- недостатню стійкість до низьких температур (нижче 7 - 10°С), за яких можливе збільшення в'язкості палива та забивання фільтрів;
- агресивність стосовно окремих ущільнюючих матеріалів, зокрема гумових виробів, фарб і лаків, а також певних кольорових металів (алюмінію, цинку, міді та їх сплавів). Негативний вплив стосується головним чином двигунів, які в експлуатації 10 і більше років. У більшості випадків це явище викликане недосконалістю або спрощеністю процесу виготовлення;
- меншу стійкість до окислення, в порівнянні з дизельним паливом, що особливо має значення при тривалому зберіганні ефірів у чистому вигляді. Окислення може привести до збільшення кислотного числа і в'язкості, а також утворення шкідливих сполук (смола), здатних блокувати паливні фільтри. Надмірна кислотність може бути обумовлена непостійними якісними характеристиками сировини (олії). Тому ефіри РМЕ повинні зберігатися не більше 6 місяців;
- підвищену сприятливість до розвитку мікроорганізмів (бактерій, грибів, дріжджів), яку пояснюють органічним походженням ефірів і надмірним вмістом води, що може призводити до виникнення шламів, блокування паливних фільтрів;
- розмивання осадів у паливній апаратурі, та в резервуарах для зберігання, що в результаті призводить до забивання фільтрів. РМЕ мають властивості розчинника середньої якості. Чисті ефіри можуть реагувати з мастильними матеріалами, утворюючи шлаки. У цьому випадку необхідно дотримуватись інструкцій з експлуатації стосовно промивання системи.

Перераховані недоліки не мають практичного значення при застосуванні ефірів РМЕ як домішки до дизельного палива в кількості від 5 до 20%. Біопаливо може використовуватись в звичайних двигунах внутрішнього згорання, як самостійно, так і в суміші з звичайним дизпаливом, без внесення змін в конструкцію двигуна.

Висновки. Серед альтернативних видів палива для двигунів внутрішнього згорання найперспективнішим є паливо на основі ріпакової олії, зокрема ріпаково-метилові ефіри.

Більшість показників РМЕ за винятком в'язкісних, відповідає вимогам, що встановлені до дизельних палив. Кінематична в'язкість РМЕ у два рази вища, ніж у стандартного дизельного палива. У зв'язку з цим, використовувати біопаливо у чистому вигляді недоцільно, оскільки в цьому випадку знижується якість розпилення, погіршується сумішоутворення, спостерігається швидке нагароутворення на деталях циліндропоршневої групи тощо. Тому РМЕ доцільно застосовувати в суміші із стандартним літнім дизельним паливом.

Література:

1. *Адаменко О.* Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії / О. Адаменко [та ін.] – Івано-Франківськ, 2000. - С. 43.
2. *Пионтковская В.* Альтернативы традиционной энергии / В. Пионтковская // Персонал. — 2005. — № 12. — С. 78-82
3. *Квітка Г.* Ріпак: наша країна - сировинний придаток / Г. Квітка // Голос України. — 2008. — № 105. — С. 12.
4. *Васильєвих Л.А.* Перспектива створення стратегічної паливної системи для агропромислового комплексу України. / Л.А. Васильєвих// Вісті академії інженерних наук України.- 1999 №1(10).- С. 8-11.
5. *Вірьовка М.І.* Фізико-хімічні властивості альтернативного пального на основі рослинних олій / М.І. Вірьовка // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2002. – Вип. 86. – С. 290-294.
6. *Карпенко О.* Біодизель: міф чи реальність? / О. Карпенко // Сільські вісті. — 2009. — № 63. — С. 2.
7. *Окоча А.І., Вірьовка М.І.* Альтернативні палива для дизельних двигунів сільськогосподарської техніки //Конструювання виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – КДТУ. – Вип.33. – 2003. – С. 216-221.
8. *Девянин С. Н.* Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей / С. Н. Девянин [и др.].-Х. : Новое слово, 2007. — 452 с.

9. *Перегінець В.* Біодизель. Сучасне виробництво біодизельного палива з рослинної біомаси / В.Перегінець. – К.: 2001.- 73 с.

10. *Рябцев Г. Л.* Аналіз сучасних технологій виробництва біодизельного палива / Г. Л. Рябцев [та ін.] Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. - К.: НТУУ «КПІ».Вип.2.-2009.

АНАЛИЗ ПУТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОТОПЛИВА НА ОСНОВЕ РАПСОВОГО МАСЛА И ЕГО СМЕСИ С ДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВОМ

Болтынская Н.И.,Мовчан С.И., Болтынский О.В.

Аннотация - в статье проанализированы пути использования биотоплива на основе рапсового масла и его смеси с дизельным топливом, как альтернативного топлива для дизельных двигателей.

ANALYSIS OF THE WAYS THE USE OF BIOFUELS BASED ON RAPESEED OIL AND ITS BLENDS WITH DIESEL FUEL

N. Boltyanskaya, S. Movchan, O. Boltyanskiy

Summary

The article analyzes the way the use of biofuels based on rapeseed oil and its blends with diesel as an alternative fuel for diesel engines.