

МАШИНОЗНАВСТВО

УДК 621.43

Е.О. Аристархова, к.б.н., доц.

І.Г. Грабар, д.т.н., проф.

Р.В. Колодницька, к.т.н., доц.

Житомирський інженерно-технологічний інститут

ВИКОРИСТАННЯ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ ЯК АВТОМОБІЛЬНОГО ПАЛИВА
(ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ)

Представлено основні напрямки використання ріпакової олії як палива для автомобілів.

Відомо, що в Україні щороку використовується близько 60 млн. т нафтопродуктів, з яких лише 10–12 % добувають із власних джерел. Багато європейських країн, що, як і наша, мають дефіцит власних ресурсів нафти, взялися за освоєння ріпака як енергосировини, що щороку росте на полях і самовідновлюється. Адже для вирощування цієї культури на площі 1 га витрачається 170 кг палива, а з одержаного врожаю можна виробити 1,2–1,5 т біопалива, а, крім того, ще одержати макуху – цінний корм для годівлі тварин [1].

До складу ріпакової олії входять насичені кислоти – пальмітинова ($C_{16}H_{32}O_2$) і стеаринова ($C_{18}H_{36}O_2$), ненасичені – олеїнова ($C_{18}H_{34}O_2$), лінолева ($C_{18}H_{32}O_2$), ейкозенова ($C_{20}H_{38}O_2$) та ерукова ($C_{22}H_{42}O_2$).

Ріпакова олія як біопаливо може використовуватися у вигляді чистої олії холодного пресування та етерифікованої. У першому випадку пальне підходить до двигунів з вихровою камерою, дообладнаних додатковою апаратурою для вприскування олії. На етерифікованій олії можуть працювати звичайні двигуни без переобладнання. Втрата потужності двигуна після переведення його на біопаливо складає лише 5–10 %.

Одержану після пресування олію очищують від побічних продуктів, фосфатидів, надмірної вологи, проводячи часткове рафінування (гідратацію, лужне рафінування і відбілювання). На етапі етерифікації, який проходить при безперервному перемішуванні з обігріванням, за допомогою надмірного введення метанолу, одержують потрібний продукт – ріпак-метилефір (РМЕ). Його ще називають біодизельним паливом чи біололом. Паливо одержують після видалення з олії гліцерину, який закоксує форсунки паливної системи двигуна. Гліцерин має пристойну ціну і дозволяє знизити загальні затрати на виробництво основного продукту [1].

Раніше РМЕ використовували як паливо для двигунів у чистому вигляді. За розробками останніх років рекомендується здійснити ще декілька технологічних операцій. У ході додаткових заходів (очищення, дистиляція і кондиціонування) РМЕ звільняють від надлишків метанолу, залишків каталізаторів, додають речовини, які підвищують якісні показники палива, можливість працювати взимку. Сучасні дослідження в Україні, наприклад [4], направлені на покращення РМЕ (МЕРМ) як палива шляхом введення різноманітних домішок.

На рис. 1,2 представлені графіки залежності густини та кінематичної в'язкості паливних сумішей на основі МЕРМ та дизельного палива (ДП) від температури [4].

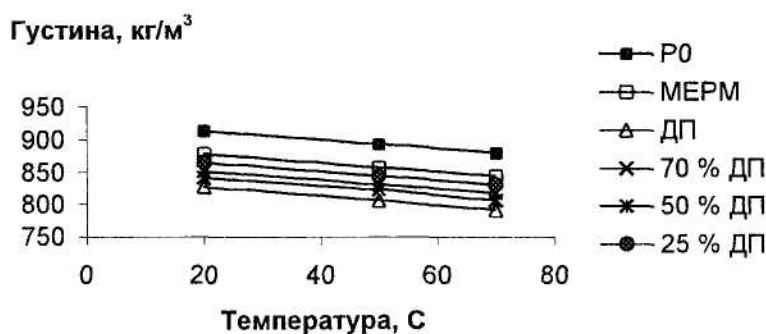


Рис. 1. Залежність густини паливних сумішей від температури

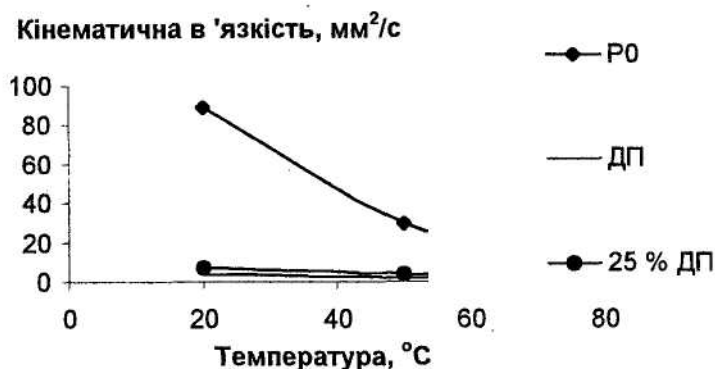


Рис. 2. Залежність кінематичної в'язкості паливних сумішей від температури

Підвищена кінематична в'язкість ріпакової олії призводить до погіршеного розпилювання, сумішеутворення і згорання в дизелі. Але, як видно з рис. 2, з підвищенням температури кінематична в'язкість зменшується і при температурі 70 °C наближується до в'язкості дизельного палива.

Дослідження німецьких вчених [6] направлені на пошук оптимальних домішок до ріпакової олії, причому ріпакова олія змішується також із РМЕ (табл. 1).

Таблиця 1

Склад паливних сумішей

| Назва суміші | I компонент | II компонент | III компонент |
|-------------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| Суміш Т1/1 | 80 % ріпакова олія | 14 % бензин (ТВ180/210) | 6 % C ₃ H ₈ O |
| Суміш Т1/2 | 80 % ріпакова олія | 14 % бензин (ТВ180/210) | 6 % C ₈ H ₁₈ O |
| Суміш Т2 | 60 % ріпакова олія | 35 % РМЕ | 5 % C ₈ H ₁₈ O |
| Ріпаковоолійна водна емульсія | 93,8 % ріпакова олія | 6 % вода | 0,2 % емульгатор |

Характеристики сумішей, які використовуються як автомобільне паливо дослідниками [6] представлені в табл. 2.

Таблиця 2

Порівняльні дані властивостей дизельного палива та паливних сумішей на основі ріпакової олії

| | Біодизель | T1/1 | T1/2 | T2 | Емульсія | РО | ДП |
|---|-----------|------|------|------|----------|------|---------|
| Густина, кг/м ³ | 852 | 895 | 895 | 891 | 924 | 918 | 834 |
| Кінемат. в'язкість 40 С, мм ² /с | 6 | 14 | 15,2 | 11,7 | 39,2 | 34,7 | 2..3,5 |
| Температура спалахування, °C | 116 | 15 | 77 | 100 | >200 | 246 | 74 |
| CFPP, C | -8 | -5,5 | 5,0 | 1 | +18 | +14 | -15/-24 |
| Залишки коксу | 0,43 | 0,33 | 0,35 | 0,42 | 0,45 | 0,34 | <0,01 |
| Цетанове число | 54 | 39 | 38 | 45 | 21 | 40 | ~51 |
| Вміст води, мг/кг | 310 | 470 | 350 | 500 | 77 600 | 460 | <200 |
| Теплота згорання, КДж/г | 38,6 | 37,2 | 37,7 | 38,6 | 34,9 | 37,5 | 42,8 |
| % відхилення від ДП | -9,2 | -6,2 | -5,1 | -3,1 | -9,3 | -2,8 | |

Теплота згорання ріпакової олії менша в порівнянні з дизельним паливом, але, оскільки густина ріпакової олії більша, – цей показник, віднесений до 1 л, відрізняється на 5–6 %, тому пробіг транспортного засобу на ріпаковій олії і дизельному паливі буде відрізнятися незначно.

У 1992 році французька компанія “Рено” випробувала автомобільний двигун для “Рено 21”, що працював на РМЕ. Він пройшов 19 тис. км, показавши високу швидкість і економічність (витрата пального – 4 л на 100 км). Американська фірма “Нертон” також випробовує нові двигуни на паливі з ріпака. А в Бельгії і Нідерландах уже 80–85 % громадського транспорту працює на біологічному паливі. Перша в Австрії фабрика комерційного виробництва біодизельного палива потужністю 500 т на рік була відкрита 1985 році. Через 5 років його випуск зріс уже до 20 000 т. За даними Британської асоціації біопалив та олій (BAVFO), в 1995 році виробництво біодизельного палива в Європі сягало 327 000 т.

Паливо BIODISEL, що представляє собою ріпаковий метиловий ефір, уже відпускається на більш, ніж 800 заправних станціях Німеччини. Працює 80 децентралізованих і 12 централізованих заводів. Очікується, що в 2005 році використання ріпакової олії може складати 2–3 % від загального споживання дизельного палива автотранспортом [3]. В Німеччині ціна РМЕ близька до ціни дизельного палива. На заправних станціях Німеччини 1 л РМЕ дешевше на 3 пфеніги від ДП. РО повинна бути ще дешевшою через більш просту технологію виготовлення [3].

В Німеччині компанія ENRW приймає за рік 100 000 літрів РО. Ця кількість відповідає посівам ріпака на території 100 га. Затрати на енергетичний матеріал для дробарок, за даними [7], 0,91 дойчмарок за 1 літр РО (для ДП – 1,55 дойчмарок за 1 літр (станом на березень 2000 р). Із 100 кг ріпакових зерен одержують 35 літрів РО (1 літр РО замінює 0,96 літрів ДП) [7].

В Україні енергія цього палива занадто дорога (табл. 3). Для рентабельності потрібно, щоб врожайність ріпака була 2,5–3 т/га. За даними [1] на виробництво 1,15 кг біодизеля (що відповідає енергії 1 кг дизпалива, або ОЕ) потрібно від 0,27 до 0,42 кг ОЕ, з яких 41 % витрачається у сільському господарстві, 27 % – на олієпереробних заводах і 32 % – у процесі перестерифікації.

Таблиця 3

Показники РО як палива в Німеччині та в Україні

| Показники | Німеччина | Україна |
|--|-------------|---------------|
| Врожайність ріпака, т/га | 2,86 [7] | 0,9 – 1,5 [1] |
| Вихід олії з 1 кг ріпака, л | 0,35 [7] | 0,25 |
| Еквівалент ДП у порівнянні з 1 л РО, л | 0,96 [7] | |
| Еквівалент ДП у порівнянні з 1 кг РО, кг | | 0,87 [1] |
| Ціна 1 літра РО | 0,91 ДМ [7] | 2 грн. |
| Ціна 1 літра ДП | 1,55 ДМ [7] | 1 грн. |

Незаперечна цінність біодизеля – в його екологічній чистоті. У природних умовах біодизель та мастила ріпака знешкоджуються мікроорганізмами впродовж 7–8 діб на 95 %, а звичайні нафтопродукти – на 16 %. Біодизель – це записана сонячна енергія. Порівняно зі звичайним дизелем він має таку перевагу: завдяки високій частці ріпакової олії, при його згорянні виділяється тільки така кількість CO_2 , яку рослини взяли з атмосфери, що не впливає на клімат. При роботі двигунів на біодизелі значно зменшуються шкідливі викиди інших продуктів згорання, а саме: сірки – на 98 %, сажі – від 50 до 61 %, гідрокарбонатів та вуглекислих монооксидів – на 30–34 %. При використанні 100 т біодизеля викиди в атмосферу вуглекислого газу зменшуються на 78,5 т (Апон, 1995) порівняно з використанням нафтового пального [1]. До негативних аспектів цього нововведення належить підвищене вивільнення оксиду азоту. Тому першочерговим завданням є дослідження впливу домішок ріпакової олії до дизельного палива на токсичність двигуна.

В лабораторіях ЖІТІ було виконано експерименти за методикою [8]. Як досліджувані суміші було вибрано 8 сумішей на основі ріпакової олії (табл. 4).

Результати досліджень показали, що застосування датчика [8] не можливе у зв'язку з утворенням масляної плівки між контактами датчика. Для вимірювання в масляному середовищі відстань між контактами датчика було збільшено. Результати виконаного експерименту з вимірювання струму в експериментальних сумішах наведені в табл. 4. Потребує подальшого уточнення та пояснення значення величин струму у суміші 4 та суміші 6, які більші від сили струму у спирті.

Таблиця 4

Результати експериментальних досліджень

| Назва речовини | Ріпакова олія, % | Дизельне паливо, % | Спирт, % | Струм, МкА |
|-----------------|------------------|--------------------|----------|------------|
| Спирт | | | 100 | 152,682 |
| Ріпакова олія | 100 | | | 0,003 |
| Дизельне паливо | | 100 | | >0,001 |
| Суміш 1 | 21 | 70 | 9 | 0,949 |
| Суміш 2 | 7 | 90 | 3 | 0,005 |
| Суміш 3 | 14 | 80 | 6 | 0,413 |
| Суміш 4 | 70 | | 30 | 166,770 |
| Суміш 5 | 90 | | 10 | 0,134 |
| Суміш 6 | 25 | | 75 | 157,896 |
| Суміш 7 * | 10,5 | 85 | 4,5 | >0,001 |
| Суміш 8 * | 21 | 70 | 9 | >0,001 |

*Суміші були відстоєні.

Висновки

- Використання ріпакової олії як палива для автомобільних двигунів можливо за такими варіантами:
 - олія холодного пресування, що потребує зміни в конструкції двигуна;
 - етерифікована олія (РМЕ), що потребує додаткової технологічної обробки;
 - суміш олії з різними речовинами.
- На нашу думку, найбільш перспективним для України є використання ріпакової олії у суміші з іншими речовинами, що потребує пошуку, як елементів у суміші, так і оптимального складу компонентів.
- З точки зору екології першочерговим є дослідження впливу домішок ріпакової олії до дизельного палива на токсичність двигуна.

ЛІТЕРАТУРА:

- Ріпак / В.Д. Гайдаша, М.М. Климчук, М.М. Макар, Г.В. Юхимчик, В.О. Мазур, І.Д. Харчук, І.М.Кифорчук, М.П. Бойчук, В.Д. Касіячук, Л.Р. Семенова. – Івано-Франківськ: "Сіверсія", 1998. – 220 с.
- Аристархова Е.О., Грабар І.Г., Ільченко А.В., Колодницька Р.В. Зниження токсичності викидів автомобілів і радіоактивного забруднення ґрунту шляхом використання ріпаку // Вісник ЖІТІ. – Спец.вип. – 2001. – С. 38–40.
- Eickmann C. // Eisenbahningenieur. – 1999. – № 6. – S. 42–45.
- Семенов В.Г. Отклонение от аддитивности физических показателей смесей углеводородного топлива и производных рапсового масла // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – 2000. – Вып. 101. – С. 234–241.

5. Редзюк А.М., Рубцов В.О., Гутаревич Ю.Ф. Проблеми та перспективи використання рослинної олії як моторного палива // Автошляховик України. – 1999. – № 1. – С. 4–6.
6. Maurer K. Untersuchung zur Production von standardisirten Pflanzenol-Treibstoff und Ermittlung von motor und verbrennungstechnischen Kennaden bei auf Pflazeno lbetrieb umgerusteten Dieselmotoren. Hohenheim, 2000. P. – 102.
7. Mit biogener Energie in die Zukunft. Regenerative energien aus land und forst wirtschaft in baden – wurtennberg. Ministurum Landlicher Raum Baden – Wurttenberg. MRL-12 – 2000.
8. Грабар И.Г., Ильченко А.В. Прогамно-аппаратный комплекс для кинетики расхода топлива // Вестник ХГАДТУ. – 2001. – Вып. 15–16. – С. 163–165.

АРИСТАРХОВА Елла Олександрівна – доцент кафедри природничих наук Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- біоіндикація довкілля.

ГРАБАР Іван Григорович – доктор технічних наук, професор, перший проректор, проректор з наукової роботи, завідувач кафедри автомобілів і механіки технічних систем Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- міцність конструкцій;
- нелінійні явища та моделі;
- синергетика;
- нові технології, прискорені сертифікаційні дослідження в умовах складного температурно-силового навантаження.

КОЛОДНИЦЬКА Руслана Віталіївна – доцент кафедри автомобілів та механіки технічних систем Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- проблеми міцності та руйнування матеріалів;
- екологічна безпека автомобіля.

Подано 12.04.2002