

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МОТОРНИХ БІОПАЛИВ ЗА УМОВИ ЗМЕНШЕННЯ ЇХ ВИТРАТ ДВИГУНОМ АВТОМОБІЛЯ

Отриманий критерій та його граничне значення, за яким можна проаналізувати моторні біопалива за умови зменшення їх витрат двигуном автомобіля. Показано, що відносна густина біопалива є визначальною і може бути використана для порівняння біопалив з точки зору зміни їх витрат.

Вступ. Авторами [1], як одним з постулатів державної політики України в транспортній галузі на найближчу перспективу, пропонується впровадження принципово нової системи нормування і обліку витрати палива. Система базується на сучасних підходах щодо визначення режимів роботи автомобіля та дозволяє враховувати різноманітність умов їх експлуатації. Недосконалість існуючої методики, яка була розроблена ще 40 років тому, давно відома, а запропонований новий підхід ще обов'язково повинен враховувати і альтернативні моторні палива (наприклад, біопалива), і двокомпонентні (наприклад, з добавками олій рослинного походження (ОРП)). За думкою авторів цієї системи, широке використання нової методики дозволить економити в Україні близько 0,8 млн. т світлих нафтопродуктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Біопаливо може бути отримано як в суміші з бензинами, так й в суміші з дизельними паливами (ДП). Біодизельне паливо, або "біодизель", вважається більш чистим з екологічної точки зору та може бути вагомою альтернативою дизельним нафтовим паливам.

Біодизель отримав широке розповсюдження в багатьох державах. Серед них: Німеччина, Австрія, Чехія, Франція, Італія, Швеція, США та ін. Спеціалісти з моторної техніки вважають біодизель кращою альтернативою для двигунів з самоспалахуванням.

Найближчим часом частка біодизельного палива повинна бути доведена до 7,25 % від загальної витрати палива в кожній із країн-членів ЄС. В Україні вже працюють заводи з виробництва біобензину в Луганській, Полтавській (по 2 заводи) і Донецькій (1 завод) областях. Донедавна завод з переробки спирту на паливо можна було купити лише в Західній Європі, однак фірма "Тронка-Агротех" вже почала випуск необхідного обладнання в Україні. Окупити кошти, що інвестовані, власники таких заводів сподіваються за 1–3 роки.

Сировиною для біодизеля можуть бути різні олії: ріпакова, соєва, арахісова, пальмова, соняшникова, бавовняна, оливкова та ін., і не тільки у "чистому" вигляді, а також у "відпрацьованому", наприклад, після використання під час готування їжі. Можливо також використання тваринних жирів.

Виробництво ж з ОРП біодизеля наразі доступне лише тим, хто самостійно вирощує сировину, робить олію на власних потужностях. Ціна біодизельного палива, виробленого з ріпакової олії, ще перевищує ціну нафтового дизельного палива (ДП) навіть з урахуванням того, що воно незабаром ще подорожчає. З цих самих причин поки що нерентабельне і використання традиційної технології отримання палива з ріпакової олії – змішування звичайного ДП з ріпаковою олією в різних пропорціях. Тому потенційне коло виробників біодизельного палива на сьогодні обмежується великими агрофірмами, що обробляють 10–20 тис. га землі і використовують паливо, вироблене з біологічної сировини, виключно для власних потреб [2].

Вартість біодизеля значною мірою визначається вартістю сировини і при правильному ціновому регулюванні та існуючій тенденції подорожчання нафтових палив може найближчим часом конкурувати з вартістю ДП.

Біодизель може використовуватися в дизельних двигунах в суміші з ДП. Малі його концентрації не завжди потребують суттєвих змін в конструкції двигуна. Але використання лише біодизеля як палива потребує удосконалення процесів подачі палива та сумішоутворення, підвищення надійності роботи циліндро-поршневої групи, паливної апаратури дизеля тощо.

Маючи трохи нижчі у порівнянні з ДП енергетичні показники, біодизель відрізняється від нього рядом суттєвих переваг:

- показники токсичності двигуна, наприклад, за викидами сірки покращуються, також біопаливо практично не має у своєму складі канцерогенного бензолу;
- прості умови зберігання;
- може бути використаний як паливо не тільки для дизелів, а також, наприклад, у печах котельних установок;
- цетанове число біодизеля вище за ДП (біодизель на основі ріпакової олії має цетанове число 56–58, тоді як ДП – 50–52);
- краща змащувальна властивість біодизеля може сприяти збільшенню ресурсу двигуна;

- має достатньо високу температуру спалахування, що робить його використання відносно безпечним;
- джерелом біопалива є поновлювальні ресурси;
- виробництво біодизеля легко організувати, в тому числі й невеликими партіями в умовах фермерського господарства.

З хімічної точки зору біодизель являє собою метиловий ефір. В процесі етерифікації, олії та жири вступають в реакцію з метиловим спиртом і гідроксидом натрію, що слугує каталізатором, в результаті чого утворюються жирні кислоти, а також побічні продукти: гліцерин та інші. Технологічний процес виробництва біодизеля на основі ріпаку досить відомий та не потребує складних операцій. Вихідна сировина (насіння ріпаку) надходить в олійню, де олія відділяється від ріпакового шроту, який у подальшому використовується в комбікормовій промисловості. Далі ріпакова олія передається в етерифікаційну установку. Молекули жиру, що входять до складу ріпакової олії, складаються з тригліцеридів: сполучень тривалентного спирту гліцерину з трьома жирними кислотами. Для отримання метилового ефіру до ріпакової олії додається метанол у співвідношенні 9 : 1 та невелика кількість лужного каталізатора. Процес етерифікації відбувається в спеціальних колонах, при температурі 500–800 °С. В результаті хімічної реакції утворюється ріпаковий метиловий ефір (біодизель), а також побічний продукт – гліцерин.

Таким чином, в Україні, як і у всьому світі, з точки зору витрати палива і токсичності відпрацьованих газів двигуна автомобіля, а також за цілим рядом інших факторів найбільш перспективною сировиною для виробництва біодизеля можна вважати ріпак [2–7].

Крім того, ріпак використовують у сівозміні для покращення якості ґрунтів, що сприяє отриманню більш високих врожаїв інших культур, наприклад, соняшника. Вказані властивості свідчать, що найближчим часом біодизель на основі ріпакової олії може скласти серйозну конкуренцію ДП.

Таким чином, актуальною науковою задачею є обґрунтування зміни витрат біодизеля (на основі різних олій) як палива для двигунів внутрішнього згоряння з метою розроблення практичних рекомендацій щодо їх вибору та нормування витрат в експлуатації.

Метою даної роботи є:

- аналіз впливу фізико-хімічних властивостей ОРП, які впливають на зміну їх витрати двигуном автомобіля;
- отримання умови зменшення витрат ОРП як моторних палив в зручному для сприйняття і аналізу вигляді.

Основна частина. Для зручності аналізу витрату ОРП як палив для двигунів з самоспалахуванням пропонується оцінювати відносно витрати ДП.

В [4] був отриманий критерій витрати палива, що є сумою відносної теоретично необхідної кількості повітря для згоряння добавки, відносних густини та нижчої теплоти згоряння. Була також сформульована умова зменшення витрати двокомпонентних моторних палив – критерій витрати палива повинен бути негативним (меншим за нуль):

$$\Delta\rho + \Delta L_0 + \Delta H_n < 0, \quad (1)$$

де $\Delta\rho$ – відносна густина ОРП;

ΔL_0 – відносна теоретично необхідна кількість повітря для згоряння 1 кг ОРП;

ΔH_n – відносна нижча теплота згоряння ОРП.

Відносна густина ОРП:

$$\Delta\rho = \frac{\rho_{ДП} - \rho_{ОРП}}{\rho_{ДП}}, \quad (2)$$

де $\rho_{ДП}$ та $\rho_{ОРП}$ – густина ДП та ОРП, кг/л.

Відносна теоретично необхідна кількість повітря для згоряння 1 кг ОРП:

$$\Delta L_0 = \frac{L_{0ДП} - L_{0ОРП}}{L_{0ДП}}, \quad (3)$$

де $L_{0 осн}$ та $L_{0 альт}$ – теоретично необхідна кількість повітря для згоряння 1 кг ДП та ОРП, кг повітря/кг палива.

Відносна нижча теплота згоряння:

$$\Delta H_n = \frac{H_{nДП} - H_{nОРП}}{H_{nДП}}, \quad (4)$$

де $H_{nДП}$ та $H_{nОРП}$ – нижча теплота згоряння ДП та ОРП, Мдж/кг.

З (1) слідує, що для правильного вибору ОРП як моторного палива, з точки зору зміни його витрати відносно ДП, необхідно знати густину, теоретично необхідну кількість повітря та нижчу теплоту згоряння як ОРП, так і ДП. Якщо для ДП ці показники, як правило, наводяться в довідковій літературі, то

як паливо для двигунів внутрішнього згоряння теоретично можуть бути використані різні ОРП (ріпакова, кукурудзяна, бавовняна, соєва, пальмова тощо), а також ефіри жирних кислот, ріпакометилові ефіри та ін., у яких вказані властивості можуть суттєво відрізнятися як між собою, так й відносно ДП. А визначення, наприклад, нижчої теплоти згоряння в лабораторних умовах потребує використання спеціальних методик та спеціального обладнання. Найбільш простішою для експериментального визначення можна вважати відносну густину $\Delta\rho$, для виміру якої достатньо мати мірний посуд та терези з відповідною похибкою вимірів.

Таким чином, стає важливим завдання отримання більш зручного інструменту (як з теоретичної, так і з практичної точок зору) для оцінки зміни витрат біопалив для двигунів внутрішнього згоряння.

З [4, 5] неважко встановити, що відносна теоретично необхідна кількість повітря для згоряння 1 кг ОРП ΔL_0 для багатьох олій дорівнює 0,13. Це стосується ріпакової олії високоерукової рафінованої, метилових ефірів жирних кислот ріпакової олії рафінованої та ін. Виняток складають, наприклад, метилові ефіри кислот ріпакової олії рафінованої високоерукової, для яких ΔL_0 дорівнює 0,12.

Як відомо, вища H_B (нижча H_H) теплота згоряння палива залежить лише від його складу (вмісту вуглецю, водню, кисню, сірки та ін.) і визначається за формулою Д.І. Менделєєва [7]. Також й теоретично необхідна кількість повітря для згоряння 1 кг палива L_0 є постійною для даного палива величиною і залежить від вмісту в ньому вуглецю, водню та кисню. Тому для палива з відомим складом неважко встановити, що відношення H_B/L_0 та H_H/L_0 є постійними величинами. На основі даних [4, 5] встановлено, що для різних ОРП $H_B/L_0 = 3,2$ та $H_H/L_0 = 2,98$. Тоді стає зрозумілим, що для ОРП різниця вищої H_B та нижчої H_H теплот згоряння, поділена на теоретично необхідну кількість повітря для згоряння її 1 кг L_0 , є також постійною величиною, яка дорівнює 0,22. Ця величина характеризує відносну теплоту, що витрачається на пароутворення під час згоряння ОРП, яка у загальній теплоті згоряння складає 6,88 %.

За даними [4, 5] також встановлено, що для різних ОРП $\Delta H_H/\Delta L_0$ є постійною величиною, яка дорівнює 0,92. З урахуванням вищенаведеного, поділивши (1) на ΔL_0 , взявши до уваги її чисельне значення для різних ОРП, шляхом перетворень отримаємо умову зменшення витрат моторних палив з ОРП відносно ДП:

$$\Delta\rho < -0,25. \tag{5}$$

Ця умова може трактуватися наступним чином: якщо при використанні біопалив для двигунів внутрішнього згоряння зменшення нижчої теплоти згоряння та теоретично необхідної кількості повітря для згоряння 1 кг біопалива компенсується збільшенням його густини на 25 %, витрата біопалива буде незмінною у порівнянні з дизельним паливом. В іншому випадку відбуватиметься збільшення витрати біопалива двигуном автомобіля.

Для зручності аналізу (5) можна подати у вигляді схеми (рис. 1). Вона показує, що граничним значенням відносної густини з точки зору зменшення (збільшення) витрати ОРП є значення відносної густини, яке дорівнює $-0,25$. Чим правіше на схемі від позначки “ $-0,25$ ” розташована відносна густина ОРП, тим більша витрата палива при використанні її як моторного палива і, навпаки, чим лівіше на схемі від позначки “ $-0,25$ ” розташована відносна густина ОРП, тим менша витрата моторного палива при використанні даної ОРП. Якщо біопаливо має меншу відносну густину, це буде сприяти зменшенню його витрати і, навпаки, якщо біопаливо має більшу відносну густину – це призведе до збільшення його витрати.

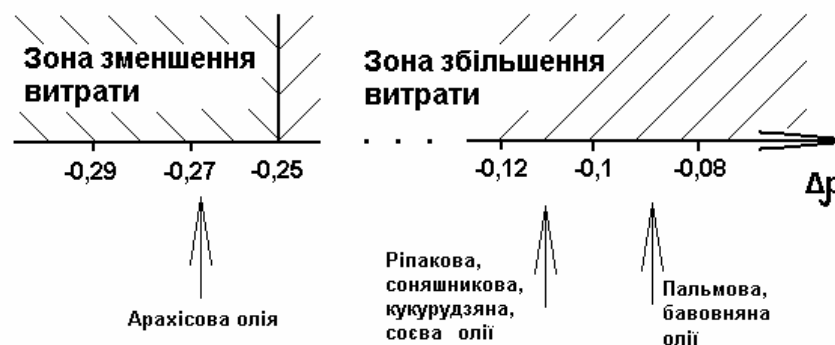


Рис. 1. Вплив відносної густини різних ОРП на їх витрату двигуном автомобіля

На основі (5) можна за привабливістю з точки зору витрати поставити в ряд деякі ОРП наступним чином: арахісова, ріпакова, соняшникова, кукурудзяна, соєва, пальмова та бавовняна олії. Така послідовність за витратою палива підтверджується дослідженнями [3–6] та багатьма іншими.

Зі схеми також видно, що теоретично арахісова олія, у порівнянні з іншими, сприяє зменшенню витрати моторного палива. Це пояснюється тим, що вона має найменшу (з урахуванням знаку) відносну густину ($-0,267$), однак, саме це може призвести до обмежень її практичного використання як палива. Найгіршими з точки зору витрати палива треба вважати олії пальмову та бавовняну, тому що вони мають найбільші значення відносної густини ($-0,087$ та $-0,096$ відповідно).

Таким чином, теоретично найбільш привабливими з точки зору витрати є біопалива, у яких густина більша у порівнянні з ДП на 25 % і вище. Це дає змогу компенсувати падіння нижчої теплоти згоряння та збіднення паливно-повітряної суміші, що готує система живлення двигуна.

Однак, якщо збіднення паливно-повітряної суміші компенсується регулюванням системи живлення двигуна автомобіля, у критерії витрати палива (1) буде відсутньою складова ΔL_0 і умова зменшення витрат (5), з урахуванням вищенаведеного, запишеться:

$$\Delta \rho < -0,12. \quad (6)$$

Таким чином, як паливо треба рекомендувати біопалива не тільки з більшою густиною відносно ДП (негативною відносною густиною), але й з відносною густиною, меншою за $-0,25$. Компенсація збіднення паливно-повітряної суміші, що готує система живлення двигуна автомобіля, дозволяє розширити номенклатуру палив, що можуть бути рекомендовані для використання як моторних, за умови “припускаємого” збільшення їх витрат. На жаль, на сьогодні всі біопалива (використання арахісової олії потребує додаткового обґрунтування), що аналізуються як добавки до ДП, такі як “самостійні”, мають відносну густину, більшу за $-0,12$, що спричиняє збільшенню їх витрати двигуном автомобіля.

Висновки.

1. Отриманий критерій та його граничне значення, за яким можна проаналізувати моторні біопалива за умови зменшення їх витрат двигуном автомобіля. Встановлено, що відносна густина біопалива є визначальною і може бути використана для порівняння біопалив з точки зору зміни витрат вказаних палив. Саме для зменшення витрати моторних палив з добавками олій рослинного походження необхідно обирати такі олії, що мають якомога меншу відносну густину.

2. За результатами теоретичних досліджень встановлено, що арахісова олія як добавка до дизельного палива призводить до зменшення витрати палива (відносно дизельного палива). Це відбувається внаслідок значно меншої відносної густини ($-0,267$) у порівнянні з іншими оліями рослинного походження, однак може утруднити її використання як добавки до дизельного палива, що потребує додаткового дослідження і обґрунтування.

3. До найменшого (у порівнянні з іншими) збільшення витрати моторного палива призводить добавка ріпакової олії (відносна густина $-0,115$), що робить її більш привабливою з точки зору використання як самостійного палива, так і як добавки до дизельного палива.

4. Компенсація збіднення паливно-повітряної суміші, що готує система живлення двигуна при використанні олій рослинного походження як моторного палива, може розширити номенклатуру олій за умови меншої їх витрати.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Говорущенко Н.Я., Варфоломеев В.Н. Концепция развития автомобильного транспорта в XXI веке // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Даля. – 2005. – № 6(88). – С. 7–11.
2. www.biodiesel.dp.ua
3. Семенов В.Г. Биодизель. Физико-химические показатели и эколого-экономические характеристики работы дизельного двигателя. – Харьков: РИО НТУ ХПИ, 2002. – 143 с.
4. Льченко А.В. Теоретичні передумови зменшення витрат двокомпонентних моторних палив // Вісник Житомирського державного технологічного університету. – 2004. – № 4 (31). – С. 43–49.
5. Льченко А.В., Кур'ята В.П. Математична модель витрати палива автомобіля з урахуванням збіднення паливно-повітряної суміші (на прикладі моторних палив з домішками олій рослинного походження) // Вісник Житомирського державного технологічного університету. – 2005. – № 1 (32). – С. 15–19.
6. Льченко А.В., Колодницька Р.В., Кур'ята В.П. Експериментальні дослідження зміни витрат моторних палив з добавками ріпакової олії // Автомобильный транспорт: Сборник научных трудов. Выпуск 16. – Харьков, 2005. – С. 267–269.
7. Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. Системотехника проектирования транспортных машин. – Харьков: РИО ХНАДУ, 2004. – 206 с.

ІЛЬЧЕНКО Андрій Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри “Автомобілі і механіка технічних систем”.

Наукові інтереси:

- паливна економічність та екологічна безпека автомобільного транспорту;
- мікропроцесорні засоби та комп’ютерні системи в автомобілі;
- діагностика автомобілів.

E-mail: ilchenko@ztu.edu.ua

Подано 03.04.2008

Ильченко А.В. Обоснование выбора моторных биотоплив по условию уменьшения их расхода двигателем автомобиля

Ильченко А.В. Обґрунтування вибору моторних біопалив за умови зменшення їх витрат двигуном автомобіля

Ilchenko A. A choice motivation of reducing consumption of biological fuels for car engine

УДК 629.3:621.434

Обоснование выбора моторных биотоплив по условию уменьшения их расхода двигателем автомобиля / А.В. Ильченко

Получен критерий и его предельное значение, с помощью которого можно проанализировать моторные биотоплива по условию уменьшения их расхода двигателем автомобиля. Показано, что относительная плотность биотоплива есть определяющей и может быть использована для сравнения биотоплив с точки зрения изменения их расходов.

УДК 629.3:621.434

A choice motivation of reducing consumption of biological fuels for car engine / A. Ilchenko

Criterion for the analysis of biological fuels on the condition of reducing their consumption by the car engine is offered. Relative density of biological fuels can be used for the comparison of biological fuels for the analysis of changing their expenses.

УДК 528.72/73

An analysis of possible variants of application of analytical and digital technologies is in modern fotogrammetri / V.N. Glotov, V.V. Pryaskovskiy, O.D. Pashchetnyk, V.E. Pashchetnyk //

In the article the analysis of tendencies of the use of analytical and digital technologies is conducted in modern fotogrammetrii, their state and prospects of development. Considered and given comparative description of basic programmatic complexes which are used the domestic and oversea firms-producers of cartographic products.