

УДК 621.113

**В. В. Біліченко**, к. т. н., доц.;  
**М. М. Друкований**

## **ВИПРОБУВАННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ПІД ЧАС РОБОТИ НА БІОПАЛЬНОМУ**

*Проаналізовано результати випробування роботи дизельних двигунів на біопальному. Здійснено порівняння показників якості біодизеля, отриманого на розробленій установці з показниками мінерального дизельного пального. Наведено результати випробування роботи дизельних двигунів на суміші мінерального дизельного пального з отриманим біодизелем в різних пропорціях на стенді та безпосередньо в процесі експлуатації на тракторах і автомобілях. Результати випробувань не виявили змін в роботі двигунів на біодизельному пальному.*

Відомо, що близько 80 % механічної енергії, яку використовує в своїй діяльності людство, виробляється двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ). Вони є основними споживачами палив нафтового походження, геологічні ресурси яких обмежені. Дуже гостро стоїть питання забезпечення ДВЗ паливом перед країнами імпортерами нафти, до яких належить і Україна. Тому велику актуальність мають наукові дослідження і практичні дії, направлені на пошуки ефективних альтернативних джерел палива для двигунів внутрішнього згоряння.

Одним з напрямків вирішення проблем, пов'язаних з нестачею енергоресурсів, є освоєння альтернативних відновлюваних джерел енергії. Найперспективнішим з нетрадиційних джерел енергії, в умовах України, є рослинні і тваринні жири, які можуть бути використані для виробництва біодизельного палива (біо дизеля).

Біодизельне паливо вже отримало розповсюдження в багатьох країнах Європи. За бажанням автовласника на заправних станціях біодизель можуть заливати в бак автомобіля як в чистому вигляді, так і в якості добавки (зазвичай 5...35%) до дизпалива.

Поняття *біодизель*, на сьогоднішній день дещо розмито і не має чіткого визначення. Спочатку *біодизелем* називали суміш мінерального дизельного палива з рапсовою олією (і тільки рапсовою). Такі суміші готували в співвідношенні 5...30 % рапсової олії і 95...70 % мінерального дизпалива. Якість суміші була не досить високою і після певного періоду часу відбувалось розшарування складу, в результаті чого робота двигуна ставала нестабільною, а іноді і взагалі неможливою (саме тому дехто вважає, що біодизель неможливо використовувати в чистому вигляді, а тільки як добавку до мінерального дизельного палива).

Використання процесу етерифікації рослинної олії метиловим спиртом дає змогу отримати метилові етери масляних кислот. Ці етери, як не дивно, виявились схожими за своїми фізико-хімічними показниками на мінеральне дизельне паливо і придатними для використання в якості пального в двигунах внутрішнього згоряння в чистому вигляді. Етери відмінно змішуються з мінеральним дизельним паливом в будь-яких співвідношеннях. Саме етери рослинних олій можна називати справжнім *біодизелем*.

Для виробництва такого біодизеля співробітниками ВНТУ разом з ТОВ «Біоресурс» та ТОВ «Муровано-Куриловецький Агромаш» було розроблено та виготовлено установку для етерифікації олій рослинного походження. В якості вихідного матеріалу використовувалось рапсове масло.

Основні показники якості отриманого палива та мінерального дизельного пального наведені в таблиці 1.

Як видно з табл. 1, показники отриманого біодизеля наближаються до відповідних показників мінерального ДП.

Одним з основних показників придатності отриманого біодизеля для його використання в якості палива для дизельних двигунів є оцінка роботи двигунів на цьому паливі. Для вивчення особливостей роботи дизельних двигунів на отриманому біодизелі було проведено серію стендових випробувань роботи дизельних двигунів на біодизелі та його суміші в різних пропорціях з мінеральним ДП.

Об'єктами випробування були: дизельний двигун СМД-62, який встановлюється на трактор

Т-150 та двигун Д-65, який встановлюється на трактор ЮМЗ-6АКЛ.

Випробовування проводились на обкаточно-гальмівному стенді КИ-5540-ГОСНИТИ. На стенді вимірювалась потужність двигуна, питома витрата палива, годинна витрата палива.

Таблиця 1

**Показники якості отриманого біодизеля та мінерального ДП**

Найменування показників	Дизельне паливо		Біопаливо «Біоресурс»
	Норма для марки		
	Л	З	
Вміст метилових ефірів, % не менше	96,5		93,8
Густина при 20 °С, кг/м <sup>3</sup> , не більше	860	840	879,3
Кінематична в'язкість при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с (сСт)	3,0...6,0	1,8...5,0	3,42
Температура спалаху в закритому тиглі, °С, не нижче: для дизелів загального призначення	40	35	126
Масова частка сірки, %, не більше: виду І, виду ІІ	0,20	0,50	0,002
Коксуємість, 10 %-го залишку, %, не більше	0,2	0,3	0,21
Цетанове число, не менше	45	45	—
Зольність, %, не більше	0,1	0,1	0,03
Вміст води	відсутність		3,0
Випробування на мідній пластинці	витримує		витримує
Кислотність, мг КОН на 100 см <sup>3</sup> палива, не більше	5	5	0,438
Масова частка метанолу, %, не більше	0,2	—	1,1
Масова частка моногліцеридів, %, не більше	0,8	—	1,0
Масова частка дигліцеридів, %, не більше	0,2	—	0,3
Масова частка тригліцеридів, %, не більше	0,2	—	0,3
Масова частка вільного гліцерину, % не більше	0,02	—	0,03
Масова частка загального гліцерину, %, не більше	0,25	—	0,32
Йодне число, г йоду на 100 г палива, не більше	6	6	81,2

Методика випробувань полягала в такому. Двигун, встановлений на стенді, працював на випробовуваному паливі. При цьому визначались параметри наведені вище. В якості палива використовувалось:

- 1) мінеральне дизельне пальне (МДП) — 100 %; 2) МДП-75 % + біодизельне пальне (БДП) — 25 %; 3) МДП 50 % + БДП 50 %; 4. МДП 25 %+ БДП 75 %; 5) біодизельне пальне 100 %.

Програма випробувань передбачала визначення ефективних показників роботи дизеля на характерних навантаженнях: для дизеля СМД-62 з частотою обертання колінчастого валу  $n = 2100 \text{ хв}^{-1}$ , для дизеля Д-65 з частотою  $n = 1750 \text{ хв}^{-1}$ .

Результати випробувань роботи дизельних двигунів СМД-62 та Д-65 з використанням різних пропорцій суміші мінерального та біодизельного пального подані в таблицях 2, 3.

Таблиця 2

**Результати випробування дизеля СМД-62 під час роботи на різних видах палива**

Вид палива	Потужність двигуна, кВт	Питома витрата палива, г/кВт·год.	Годинна витрата палива, кг/год.
1	129	243	32,2
2	128	244	32,4
3	129	249	32,9
4	128	252	33,5
5	128	256	34

Таблиця 3

**Результати випробування дизеля Д-65 під час роботи на різних видах палива**

Вид палива	Потужність двигуна, кВт	Питома витрата палива, г/кВт·год.	Годинна витрата палива, кг/год.
1	50,0	237	10,6
2	50,0	240	10,7
3	45,5	243	10,9
4	45,5	248	11,1
5	45,5	250	11,2

Як показали результати випробувань, двигуни на усіх видах палива, що застосовувались, працювали стабільно без перебоїв. Ніяких зовнішніх ознак погіршення роботи двигунів на думку фахівців, що проводили випробування, не було виявлено навіть під час роботи двигунів на чистому біодизельному пальному без добавок мінерального дизельного пального.

Аналіз отриманих результатів випробувань показав, що зниження потужності двигуна при переході з роботи на мінеральному пальному до роботи на біодизелі практично не відбувається, що добре узгоджується з даними інших досліджень, які стверджують, що можливе зменшення потужності до 5%. В нашому випадку, відсутність зменшення потужності можна пояснити недостатньою точністю вимірювань на стенді, а також новою технологією отримання палива. Витрата палива як питома, так і годинна за результатами випробувань збільшилась на 5% при роботі на чистому біопальному, в порівнянні з мінеральним паливом, при цьому збільшення витрат пального відбувалося зі збільшенням долі біодизеля в суміші. Це можна пояснити нижчою теплотою згорання біодизельного пального.

Експлуатаційні випробування проводилися в реальних умовах експлуатації в Муровано-Куриловецькому ВАТ РП «Агромаш». У випробуваннях використовувались автомобілі ГАЗ-53 та ЗІЛ ММЗ-554, на яких встановлено дизельні двигуни Д-240 і трактори Т-150К з двигуном.

СМД-62, МТЗ-80 з двигуном ЮМЗ-6АКЛ з двигуном Д-65. Усі двигуни при випробуваннях працювали на біодизелі без домішок мінерального дизельного пального.

Робота цих двигунів протягом декількох місяців на новому паливі не викликала ніяких труднощів і, на думку обслуговуючого персоналу, нічим не відрізнялася від експлуатації на мінеральному дизельному паливі.

За час випробувань автомобілі мали пробіг: ЗІЛ-ММЗ554 — 22000 кілометрів, ГАЗ-53 — 19000 кілометрів. Тракторні двигуни пропрацювали в середньому біля 1000 годин.

На думку фахівців, що вивчали внутрішній стан двигунів до початку роботи на біодизелі і після її закінчення, ніяких змін стану двигунів не відбулося.

Аналіз отриманих даних показав, що нове паливо не виявляє негативного впливу на роботу двигуна і паливного насоса.

За весь час випробувань ніяких негативних зауважень від водіїв і обслуговуючого персоналу по відношенню до випробуваного палива не було.

### Висновки

Випробування двигунів внутрішнього згорання під час роботи на біодизельному пальному підтвердили, що зниження потужності не перевищує 5% у порівнянні з роботою на мінеральному пальному. Витрата палива як годинна, так і питома також зростає в межах 5%.

Отримані результати дають можливість стверджувати про достатньо високу якість біодизельного пального, отриманого на розробленій установці, та можливість його застосування для дизельних двигунів.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Антифеев В. Н. Моторное топливо транспорта XXI века. Экологические, сырьевые и технические аспекты. // Тр. науч.-практ. конф. «Приоритетные направления развития городской науки на период до 2005 г.» — 2001.
2. Давыдова Е. В., Нартен В., Пасхин Н. А. Развитие топливного рынка ЕС: биодизельное топливо — возобновляемый энергетический ресурс // Масложировая промышленность. — 2005. — № 4.

Матеріали статті рекомендовані до опублікування оргкомітетом Всеукраїнської науково-технічної конференції «Альтернативні екологічно чисті та відновлювальні джерела енергії» (30.05—1.06.2007 р.)

Надійшла до редакції 30.06.07  
Рекомендована до друку 02.07.07

**Біліченко Віктор Вікторович** — завідувач кафедри; **Друкований Максим Михайлович** — здобувач.  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет