

УДК 62-634.5

**Віктор ЗАХАРЧУК,  
Валентина ТКАЧУК**

## **ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ БІОПАЛИВА ІЗ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ**

На сьогодні в нашій державі є великий парк колісних транспортних засобів та мобільної сільськогосподарської техніки, які працюють на дизельному паливі (ДП) нафтового походження. Однак запасів нафти, доступних для нашого ринку, може вистачити лише до 2015 р., через це вартість ДП постійно зростатиме. Саме тому використання альтернативного палива стає економічно виправданим, застосування якого уможливить значне зменшення шкідливих викидів відпрацьованих газів і покращення екологічної ситуації.

Таким паливом є компромований (стиснутий) природний газ, диметилловий ефір (ДМЕ) та біопаливо, зокрема метиловий ефір ріпакової олії (МЕРО). Природний газ майже в два рази дешевший за дизельне пальне. Проте для забезпечення роботи дизеля на природному газі вимагається його суттєве переобладнання в газодизель або в газовий двигун з іскровим запалюванням [1]. Причому газодизель працює на суміші природного газу й дизельного палива, в нього значно складніша система живлення порівняно з дизелем і менший ресурс роботи. Щодо газових двигунів з іскровим запалюванням, то такі дослідження ще не завершені.

Диметиловий ефір – один із перспективних альтернативних палив для дизелів. Сировиною для його виробництва є природний газ. До його позитивних властивостей можна віднести високе цетанове число та повноту згоряння, що забезпечує малий вміст сажі у відпрацьованих газах. Недоліки ДМЕ – менша в 1.5 рази теплота згоряння, що призводить до збільшення його витрат при роботі двигуна, низькі кінематична в'язкість і мастильні властивості. Оскільки ДМЕ виробляється з природного газу, то його вартість є вищою за вартість газу.

До альтернативного біопалива на основі рослинних олій належить біодизельне пальне, яке являє собою метилові та етилові естери рослинних олій, зокрема ріпакової. Дослідження палива, виготовленого з рослинних олій, проводять відомі виробники двигунів у США, Великій Британії, Німеччині, Швеції, Японії. На сьогодні в Європі виготовляється понад 6.5 млн т біопалива. Ведуться роботи щодо використання естерів рослинних олій як дизельного палива на теренах колишнього СРСР [2].

© Віктор Захарчук, Валентина Ткачук, 2010

Застосування біодизельного пального не вимагає ніяких змін в конструкції двигуна. Випробування показали зростання витрат біопалива до 10 %, одночасно зменшуються викиди відпрацьованих газів [2].

Традиційне біодизельне пальне виробляється із застосуванням високотоксичного і небезпечного для здоров'я людей метилового спирту. При відхиленні від нормальної роботи паливної системи двигуна можливе його виділення. Суттєвим недоліком метилового естеру є те, що він – досить агресивна речовина по відношенню до деталей двигуна (металу, гуми). Саме тому при його застосуванні вимагається заміна паливних баків, шлангів, прокладок на такі, що виготовлені зі стійкого до МЕРО матеріалу, а також частіша заміна моторного мастила.

Біодизельне паливо може виготовлятися також із застосуванням етилового спирту – етилового естеру ріпакової олії (ЕЕРО). Проте через високу вартість останнього, воно досить дорого коштує. Крім того, реакція переестерифікації з етиловим спиртом протікає значно важче.

На базі Луцького національного технічного університету створене нове біодизельне паливо з використанням ізопропілового спирту, який має незначну токсичність і агресивність, нижчу температуру застигання, що уможливить покращання працездатності техніки в зимовий період. На нове паливо отримано токсиколого-гігієнічний паспорт, розроблено та затверджено технічні умови. На приватному підприємстві "Лімекс Інвест" здійснено промислову апробацію виробництва запропонованого біопалива. У найближчому майбутньому проводитимуться стендові випробування дизеля на такому паливі.

Мета роботи – провести порівняльні дослідження техніко-економічних показників нафтового дизельного пального та альтернативного палива на основі ріпакової олії.

Визначено елементарний склад (табл. 1) ізопропілового естеру ріпакової олії (ІЕРО) відповідно до вмісту кислот у ній: естеру ерукової кислоти – 50 %, олеїнової – 29, лінолевої – 15, решта – естери інших кислот [3].

Таблиця 1

## Елементарний склад ізопропілових естерів ріпакової олії

Ізопропілові естери	Молекулярна маса, г/моль	Вміст елементів, % маси		
		С	Н	О
Ерукової кислоти (C <sub>25</sub> H <sub>48</sub> O <sub>2</sub> )	380	78.95	12.63	8.42
Олеїнової кислоти (C <sub>21</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub> )	324	77.78	12.35	9.88
Лінолевої кислоти (C <sub>21</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub> )	322	78.26	11.80	9.94
ІЕРО		76.28	13.16	10.05

Для порівняння та оцінки ефективних показників дизеля Д-240 при його роботі на нафтовому дизельному та біодизельному паливі за умови однакового середнього ефективного тиску розроблена математична модель і комп'ютерна програма розрахунку робочого циклу дизеля, вихідні дані для якого наведено в *табл. 2*.

Таблиця 2

## Вихідні дані для розрахунку робочого циклу дизеля

Показник	ДП	МЕРО	ЕЕРО	ІЕРО
Елементарний склад, %:				
С	87.0	77.5	77.54	76.28
Н	12.6	12.0	12.04	13.16
О	0.4	10.5	10.42	10.05
Теоретично необхідна кількість повітря, кг	14.45	12.70	12.73	12.98
Нижча теплота згоряння, МДж/кг	42.44	37.50	37.56	38.33

За результатами розрахунку (*табл. 3*) менша частина вуглецю в молекулах біодизельного палива призводить до зменшення теплоти згоряння. Саме тому питома ефективна витрата біопалива є більшою. Крім того, вища в'язкість спричиняє гірше розпилення біопалива форсунками. Через це рекомендується використовувати його в сумішах із дизельним паливом (30 і 70 % відповідно), або ж упроваджувати заходи з інтенсифікації процесів впорскування та сумішоутворення (підігрів палива, підвищення тиску впорскування).

Таблиця 3

## Ефективні значення показників дизеля Д-240

Показник	ДП	МЕРО	ЕЕРО	ІЕРО
Ефективна потужність, кВт	60.43	60.76	60.76	60.88
Питома ефективна витрата палива, г/кВт · год	242.63	274.54	274.06	268.05
Середній ефективний тиск, МПа	0.694	0.698	0.698	0.699
Ефективний ККД	0.350	0.350	0.350	0.350
Коефіцієнт надлишку повітря	1.5	1.5	1.5	1.5
Вміст двооксиду вуглецю у відпрацьованих газах, кмоль/кг палива	0.0725	0.0646	0.0646	0.0636

ІЕРО відрізняється від інших зразків біопалива найбільшою теплотою згоряння та найменшими витратами. Наявність кисню в молекулах усіх досліджуваних зразків біодизельного палива уможливило інтенсифікувати процес згоряння, чим і пояснюється деяке зростання потужності дизеля. Інші ефективні показники двигуна за умови збільшення питомої ефективної витрати палива є однаковими.

Хоча підвищена в'язкість ІЕРО порівняно з відповідним значенням нормативних вимог є недоліком, це забезпечує добре мащення деталей паливної апаратури дизеля. Температура застигання ІЕРО вдвічі менша, ніж МЕРО, та в 2.2 раза, ніж вимоги НД. Ця важлива

перевага нового продукту над існуючими аналогами дає можливість використовувати таке паливо в зимовий період при температурі до мінус 22 °С, тоді як еталонне – до мінус 12 °С. Кислотність у біодизельному пальному відсутня, тобто вони не є корозійно активними. Зольність ІЕРО та МЕРО перебуває в межах норми.

Біодизельне паливо, в першу чергу ІЕРО, є безпечнішим з точки зору екології: при попаданні до води не спричиняє шкоди живим організмам і повністю біологічно розпадається в ґрунті або в воді мікроорганізмами за 28 днів. Проведені токсиколого-гігієнічні дослідження ІЕРО підтверджують, що це паливо належить в цілому до 4-го класу небезпеки (найнижчий клас).

Біодизельне пальне майже не містить сірки, завдяки чому працюючий двигун має практично нульовий рівень викидів SO<sub>2</sub>, що вигідно відрізняє його від ДП, у якого викиди оксидів сірки наносять суттєву шкоду екології довкілля. Важливою перевагою двигунів, які працюють на біодизельному паливі, є малі викиди в атмосферу двоокису вуглецю, який сприяє утворенню парникового ефекту в атмосфері.

Порівняння техніко-економічних показників дизельного пального при застосуванні альтернативного палива показало, що найбільший економічний ефект можливий при використанні природного газу, але це потребує переобладнання двигуна. Застосування ж біодизельного палива цього не вимагає. І хоча вартість такого палива є вищою за вартість дизельного, за умови гострого дефіциту нафти та кращих характеристик щодо екологічної безпечності застосування його в найближчому майбутньому стане необхідним.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Технологія* переобладнання дизелів в газові двигуни з іскровим запалюванням для роботи на природному газі (керівник розробки Захарчук В. І.) // Каталог інноваційних технологій за результатами Всеукраїнського конкурсу інноваційних технологій. — К. : Вид.-полігр. від. УКРЦНТІ, 2006. — С. 180—181.
2. *Девянин С. Н.* Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей / С. Н. Девянин, В. А. Марков, В. Г. Семенов. — Х. : Новое слово, 2007. — 452 с.
3. *Физер Л.* Органическая химия / Л. Физер, М. Физер. — М. : Химия, 1966. — 782 с.