

## ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА ПРИ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

*Кандидат технічних наук Корпач А.О.,  
Левківський О.О.,  
Кочирко Б. Ф.*

**Постановка проблеми.** На сьогоднішній день основною альтернативою нафтовому дизельному паливу слугує біодизельне паливо, отримане з рослинних олій та тваринних жирів. Біодизельне паливо має ряд переваг в порівнянні з традиційним дизельним паливом, а саме: можливість виробництва з відновлюваних ресурсів біологічного походження, високе цетанове число, покращення екологічних показників дизеля (при згорянні біодизельного палива виділяється така ж кількість вуглекислого газу, що була використана рослинами з яких воно виготовлено, вміст сірки <0,001%), кращі змащувальні властивості, висока температура спалаху, тощо. Але суттєвим недоліком, що стримую широке розповсюдження даного палива в регіонах з помірним та холодним кліматом, є його недостатні низькотемпературні властивості [1, 2].

**Аналіз літературних джерел.** Низькотемпературні властивості й рухливість палива, для дизелів, визначають роботу системи живлення при низьких температурах навколишнього середовища. Нафтові дизельні палива, що містять велику кількість парафінових вуглеводнів мають погані низькотемпературні властивості внаслідок кристалізації вуглеводнів навіть при позитивних температурах. Кристали, що утворюються, можуть забити систему живлення двигуна, особливо паливні фільтри, що в свою чергу, викликає припинення подачі палива до двигуна і призводить до його зупинки або унеможливує запуск.

Низькотемпературні властивості палива характеризуються температурою помутніння, граничною температурою фільтрації та температурою застигання. Температурою помутніння називають температуру, при якій змінюється агрегатний склад палива, тому що поряд з рідкою фазою з'являється тверда. При цьому паливо втрачає свою прозорість, мутніє через виділення мікроскопічних кристалів льоду (якщо в паливі є вода) і в основному твердих вуглеводнів. Однак при помутнінні текучість палива не змінюється. Розміри кристалів такі, що вони проходять через фільтри. При граничній температурі фільтрації розміри кристалів твердих вуглеводнів збільшуються й вони не проходять через фільтри, тобто текучість палива погіршується. При температурі застигання кристалічні решітки настільки зміцнюються, що паливо втрачає текучість.

Температура помутніння й гранична температура фільтрації палива характеризують умови його застосування. Для більшості дизельних палив різниця температур помутніння і застигання становить 5...7 °С. Якщо паливо не містить депресорних присадок, то гранична температура фільтрації дорівнює температурі помутніння або нижче за неї на 1...2 °С. Температура повітря, при якій можлива експлуатація дизельного палива, повинна бути на 5...10 °С вище температури застигання для запобігання порушення подачі палива до двигуна [2].

Для забезпечення необхідних експлуатаційних властивостей біодизельного палива важливу роль відіграє будова ефірів, що входять до його складу. Найбільш важливим хімічним показником ефірів, який безпосередньо впливає на температуру плавлення та застигання, є йодне число. Йодне число дозволяє судити про ступінь ненасиченості жирних кислот, що входять до складу ефірів. По величині йодного числа судять про перевагу в рослинній олії (жирі) насичених або ненасичених жирних кислот. Чим вище вміст ненасичених жирних кислот в олії, тим вище значення йодного числа в ефірі. Тугоплавкі жири мають низьке значення йодного числа, легкоплавкі — високе.

Олії з низьким йодним числом (кокосова або пальмова олії та тваринні жири) мають високий енергетичний потенціал (табл. 1), але натомість характеризуються високими температурами плавлення і переважно застигають при кімнатній температурі. Ці властивості впливають на температуру помутніння та застигання метилових ефірів жирних кислот даних олій, що створює обмеження їх використання в якості всесезонного палива для країн з помірним кліматом.

Олії з високим йодним числом і низькою температурою застигання найбільш підходять для виробництва біодизельного палива, що може використовуватися в країнах з помірним

кліматом. Але слід відмітити, що використання олій з високим йодним числом підвищує ризик автоокислення і полімеризації палива в щільну кучкоподібну масу. Отже, біодизельне паливо з високим йодним числом менш придатне для тривалого зберігання, а для підвищення терміну зберігання необхідно додавати антиоксиданти.

**Мета роботи:** Оцінка експлуатаційних властивостей біодизельного палива при низьких температурах навколишнього середовища.

В Національному транспортному університеті проводяться роботи з визначення показників дизелів транспортних засобів при використанні в якості палив дизельного та біодизельного палива (метиловий ефір ріпакової олії) а також їх сумішей. Перед початком стендових досліджень цих палив було проведено оцінку їх фізико-хімічних та низькотемпературних властивостей.

В Україні основною сировиною для виробництва біодизельного палива служить ріпакова олія. Як видно з табл. 1, її температура застигання становить -20...-31,7 °С. Температура застигання метилового ефіру ріпакової олії (МЕРО) складає -9...-17 °С в залежності від сировини та технології виробництва.

Таблиця 1.

Фізико-хімічні властивості палив для дизелів [3]

Паливо	Йодне число, г йоду/100г	Цетанове число	Теплота згорання, МДж/кг	Кінематична в'язкість, мм <sup>2</sup> /с	Температура помутніння, °С	Температура застигання, °С
Олії та жири						
Пальмова олія	35-61	42	-	-	-	-
Ріпакова олія	94-120	37,6	39,709	37,0 (37,8°C)	-3,9	-31,7
Соева олія	117-143	37,9	39,623	32,6 (37,8°C)	-3,9	-12,2
Соняшникова олія	110-143	37,1	39,575	37,1 (37,8°C)	-7,2	-15,0
Тваринні жири	35-48	-	40,054	51,1 (40°C)	-	-
Метилієві ефіри						
Ріпаковий ефір	-	54,4	40,449	6,7 (40°C)	-2	-9...-17
Соевий ефір	-	46,2	39,800	4,1 (40°C)	2	-1
Соняшниковий ефір	-	46,6	39,800	4,2 (40°C)	0	-4
Ефір тваринного жиру	-		39,949	4,1 (40°C)	12	9
Нафтопродукти						
Зимове нафтове дизельне паливо	-	47	45,343	2,7 (37,8°C)	-15,0	-33,0

Температурний режим, українського клімату характеризується істотними коливаннями. Температура повітря самого холодного місяця (січня, рис. 1) майже повсюдно (крім Південного берега Криму) негативні (у середньому -2...-7,5°C), а самого теплого (липня) – +17,5...+22°C. Середня тривалість безморозного періоду коливається від 260...270 днів у південній частині Криму і до 170 днів на північному сході країни. Спостерігаються істотні коливання й середньорічних температур. Абсолютні максимуми температур досягають +36...+42°C улітку і +6...+18°C узимку, абсолютні мінімуми, відповідно -30°C (на півдні) і -40°C (на сході).

Сезонний температурний режим суттєво змінюється по регіонах країни. Періоди, коли середня температура повітря перевищує +20°C, на півдні тривають до трьох місяців, при цьому,

практично, відсутні на заході й півночі. Морозний період із середньою температурою повітря нижче 0°C переважно коливається від 2-ох місяців на півдні до 5 на північному сході країни.

Таким чином, експлуатація автомобілів з дизелем на чистому МЕРО в холодну пору року на території України неможлива. Можливим шляхом вирішення даної проблеми є використання сумішей біодизельного палива з нафтовим дизельним паливом, або додаванням спеціальних присадок.

Для покращення низькотемпературних властивостей ефірів в холодний період року використовують депресорні присадки. Наприклад додавання 0,25% депресорної присадки OFI-1010 виробництва Innospec (Німеччина) до естерів з температурою застигання -17°C, знижують її до -33...-35°C.

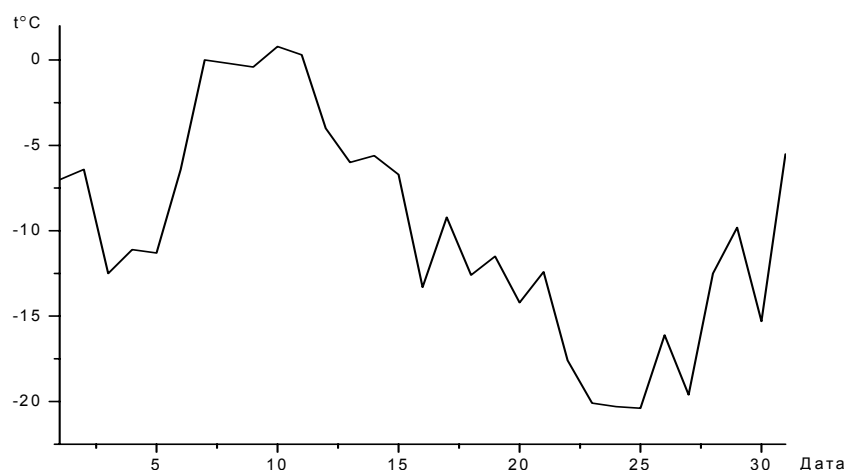


Рис. 1. Графік коливання температури повітря в січні 2010р.

Для визначення температури застигання суміші МЕРО і нафтового дизельного палива було проведено випробування відповідно до ГОСТ 20287—91 [4] В якості вихідної сировини використовувалися два зразки МЕРО, що виготовлені на території України. Фізико-хімічні властивості біодизельного палива було перевірено в Державному підприємстві України науково-дослідному інституті нафтопереробної промисловості “МАСМА” та наведено в табл. 2. Для утворення суміші використовувалося нафтове дизельне паливо марки 3-0,20-(-25) [5].

Таблиця 2.

Фізико-хімічні властивості метилового ефіру ріпакової олії.

№ п/п	Назва показника	Значення	Границя	Значення згідно		Фактичне значення	
				ДСТУ 6081:2009	EN 14214:2008	МЕРО 1	МЕРО 2
1	Масова частка ефірів	%	не менше ніж	96,5		96,5	98,1
2	Густина при температурі 15°C	кг/м <sup>3</sup>	у межах	860-900		887,5	878,6
3	Кінематична в'язкість при температурі 40°C	мм <sup>2</sup> /с	у межах	3,5-5,0		5,5	4,31
4	Температура спалаху у закритому тиглі	°C	не менше ніж	120	101	183	64
5	Масова частка сірки	мг/кг	не більш ніж	10		110	10
6	Коксованість (10% залишку перегонки)	%	не більш ніж	0,3		0,1	0,04
7	Цетанове число	-	не менше ніж	51		51	51

8	Зольність	%	не більш ніж	0,02	0,005	0,007	
9	Масова частка води	мг/кг	не більш ніж	500	1200	300	
10	Вміст механічних домішок	мг/кг	не більш ніж	24	80	-	
11	Випробування на мідній пластині (3 год. за температури 50°C)			витримує клас 1	витримує	витримує	
12	Кислотне число	мг КОН/г	не більш ніж	0,5	0,6	0,4	
13	Йодне число	г йоду/100г	не більш ніж	120	52,5	68,7	
14	Масова частка метанолу	%	не більш ніж	0,2	0,14	0,03	
15	Масова частка моногліцеридів	%	не більш ніж	0,8	1,4	0,5	
16	Масова частка дигліцеридів	%	не більш ніж	0,2	0,6	0,1	
17	Масова частка тригліцеридів	%	не більш ніж	0,2	0,3	0,29	
18	Масова частка вільного гліцерину	%	не більш ніж	0,02	0,01	0,02	
19	Масова частка загального гліцерину	%	не більш ніж	0,25	-	0,21	
20	Масова частка лужних металів	мг/кг	не більш ніж	5,0	4,5	1,0	
21	Масова частка фосфору	мг/кг	не більш ніж	10	4,0	7,0	5,1

Результати дослідження свідчать про покращення низькотемпературних властивостей біодизельного палива при додаванні зимового дизельного палива (рис. 2). Суміш цих палив в співвідношенні 50:50 дозволяє експлуатувати двигун при температурі до -20 °С, що для більшості території України являється достатньою умовою (рис. 1).

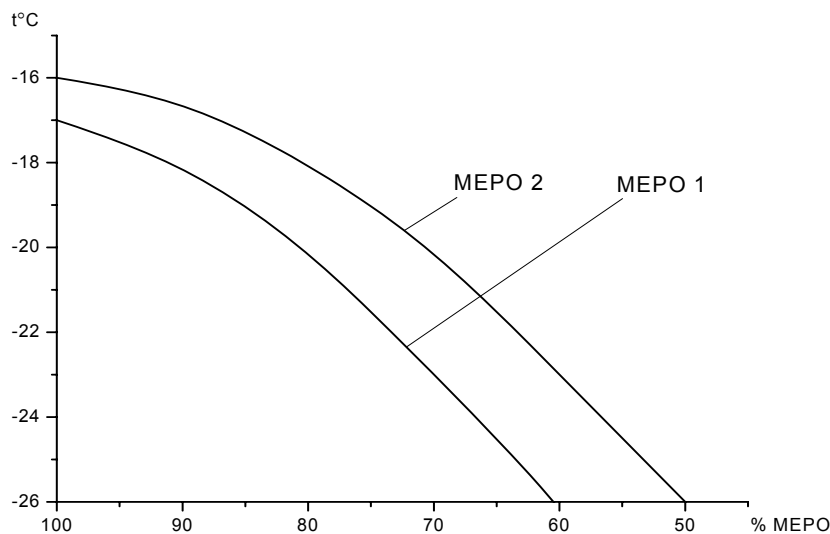


Рис. 2. Температури застигання суміші біодизельного та нафтового дизельного палива в залежності від їх відсоткового співвідношення.

**Висновок.** Проведені дослідження показують, що зниження температури застигання з підвищенням вмісту нафтового дизельного палива має нелінійний характер і залежить від фізико-хімічних властивостей біодизельного палива. Паливо МЕРО 2 (йодне число - 68,7 г йоду/100 г) має кращі низькотемпературні властивості ніж МЕРО 1 (йодне число - 52,5 г йоду/100 г).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Корпач А. О. Можливості та перспективи використання біопалива в дизелях / А.О. Корпач, О.О. Левківський // Автошляховик України. — 2009. — №12. — С. 156 — 158.
2. Щербинина Л. А. Современное состояние и перспективы развития рынка альтернативных топлив / Л.А. Щербинина, Б.Ф. Кочирко, С.Н. Лютый // Нефть и газ. — 2005. — №10. — С. 88 — 96.
3. Кузнецов А. В. Топливо и смазочные материалы. – М.: КолосС, 2007. – 199 с.
4. The lipid handbook with CD-ROM / [edited by] Frank D. Gunstone, John I. Harwood, Albert J. Dijkstra. – 3<sup>rd</sup> ed., 2007
5. Нефтепродукты. Метод определения температур текучести и застывания: ГОСТ 20287-91. – [Дата введения 1992-01-01]. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 12с.
6. Паливо дизельне. Технічні умови. ДСТУ 3868-99 – [Чинний від 1999-09-01]. – К. : ДП Укр НД І НП “МАСМА”, 1993. – 12 с. – (Національні стандарти України).