УДК 621.436

Ю. В. Ілляшенко[1]
В. В. Єфименко[2]

ВПЛИВ МОДИФІКАЦІЇ РОСЛИННИХ МОТОРНИХ ОЛИВ НА ЗМІНУ ЇХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

[1] Національний університет «Київський авіаційний інститут» , м. Київ, Україна
[2] Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Анотація

Досліджено вплив комплексу присадок бутилгідрокситолуолу (BHT) і діалкілдитіофосфату цинку (ZDDP) на експлуатаційну стабільність ріпакової моторної оливи. Порівняно фізико-хімічні та трибологічні показники необробленої й модифікованої олив до та після 100 год напрацювання, а також із показниками мінеральної оливи MOTUL 100 2T. Встановлено, що введення по 0,50 мас. % BHT і ZDDP зменшує накопичення продуктів окиснення та інтенсивність зношування, проте не усуває обмежень щодо низькотемпературних властивостей.

Ключові слова: рослинна моторна олива, ріпакова олива, BHT, ZDDP, окиснювальна стабільність, зношування.

Abstract. *The effect of butylated hydroxytoluene (BHT) and zinc dialkyldithiophosphate (ZDDP) additives on the operational stability of rapeseed engine oil was investigated. The physicochemical and tribological properties of untreated and modified oils were compared before and after 100 operating hours, as well as with mineral oil MOTUL 100 2T. Adding 0.50 wt.% of each additive reduced oxidation-related changes and wear, although limitations in low-temperature performance remained.*

Keywords: vegetable engine oil, rapeseed oil, BHT, ZDDP, oxidation stability, wear.

Вступ

Застосування мастильних матеріалів рослинного походження розглядається як один із напрямів зменшення екологічного навантаження, оскільки такі оливи характеризуються біорозкладністю та доброю змащувальною здатністю [1, 2]. Водночас природні тригліцериди мають обмежену окиснювальну стабільність і незадовільні низькотемпературні властивості. За високих температур ненасичені жирні кислоти окиснюються, що спричиняє збільшення в'язкості й кислотного числа та може призводити до утворення відкладень. Одним зі способів поліпшення характеристик є введення антиоксидантних і протизношувальних присадок [3, 4].

Мета роботи – оцінити вплив комплексу BHT і ZDDP на зміну показників якості ріпакової оливи в процесі експлуатації та її протизношувальні властивості.

Результати дослідження

Досліджували рафіновану ріпакову оливу та її модифікований зразок із вмістом 0,50 мас. % BHT і 0,50 мас. % ZDDP (сумарно 1,00 мас. %). Контрольним матеріалом була мінеральна олива для двотактних двигунів MOTUL 100 2T. Показники визначали до та після 100 год напрацювання. Кінематичну в'язкість, індекс в'язкості, температуру спалаху й температуру застигання оцінювали за методиками ASTM D445, ASTM D2270, ASTM D92 та ASTM D97 відповідно. Протизношувальну ефективність оцінювали чотирикульковим трибологічним випробуванням. Склад модифікованої оливи та результати наведено за матеріалами дослідження.

Після 100 год напрацювання необроблена ріпакова олива зазнала більш виражених змін, ніж модифікований зразок. Кінематична в'язкість за 40 °C зросла з 45,6 до 55,4 мм²/с (на 21,5 %), тоді як для оливи з присадками – з 49,8 до 53,1 мм²/с (на 6,6 %). Подібна тенденція спостерігалася за 100 °C: в'язкість необробленої оливи збільшилася з 10,07 до 12,15 мм²/с, а модифікованої – з 10,25 до 11,02 мм²/с.

Антиокиснювальна дія ВНТ проявилася у меншому накопиченні продуктів окиснення. Після експлуатації пероксидне число модифікованої оливи становило 3,6 ммоль O_2 /кг проти 8,4 ммоль O_2 /кг для необробленої, а кислотне число – 0,61 проти 1,12 мг КОН/г відповідно.

Отже, модифікація обмежувала зростання обох показників. Водночас температура застигання модифікованої оливи дорівнювала -12 °С, тоді як для MOTUL 100 2T вона становила -27 °С, що вказує на перевагу мінерального зразка за низькотемпературною плинністю.

Таблиця 1 – Основні показники після 100 год напрацювання

Показник	Ріпакова олива	Модифікована олива
В'язкість за 40 °С, мм²/с	55,4	53,1
В'язкість за 100 °С, мм²/с	12,15	11,02
Кислотне число, мг КОН/г	1,12	0,61
Пероксидне число, ммоль O_2 /кг	8,4	3,6
Діаметр плями зносу, мм	0,74	0,55
Коефіцієнт тертя	0,082	0,067

За результатами чотирикулькового випробування діаметр плями зносу зменшився з 0,74 до 0,55 мм, тобто на 25,7 %, а коефіцієнт тертя – з 0,082 до 0,067 (на 18,3 %). Це узгоджується з утворенням захисної трибохімічної плівки за участю ZDDP. За обраних умов випробування діаметр плями зносу модифікованої оливи був також меншим, ніж у MOTUL 100 2T (0,61 мм). Отримані результати характеризують перспективність комбінації присадок, але самі по собі не підтверджують повної відповідності оливи вимогам до серійних моторних мастильних матеріалів.

Висновки

Додавання до ріпакової оливи 0,50 мас. % ВНТ і 0,50 мас. % ZDDP підвищило її стабільність у процесі 100-годинного напрацювання. Приріст в'язкості за 40 °С зменшився з 21,5 до 6,6 %, пероксидне число після експлуатації становило 3,6 проти 8,4 ммоль O_2 /кг, а кислотне – 0,61 проти 1,12 мг КОН/г. Діаметр плями зносу зменшився на 25,7 %, коефіцієнт тертя – на 18,3 %. Разом із тим температура застигання модифікованої оливи залишилася вищою, ніж у мінерального контрольного зразка. Подальша робота має бути спрямована на оптимізацію складу присадок і перевірку експлуатаційних характеристик у двигуні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Uppar R., Dinesha P., Kumar S. A critical review on vegetable oil-based bio-lubricants: preparation, characterization, and challenges. Environment, Development and Sustainability. 2023. Vol. 25. P. 9011–9046. DOI: https://doi.org/10.1007/s10668-022-02669-w.

2. Hamnas A., Unnikrishnan G. Bio-lubricants from vegetable oils: characterization, modifications, applications and challenges – review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2023. Vol. 182. Art. 113413. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113413.

3. Reeves C. J., Menezes P. L., Jen T. C., Lovell M. R. The influence of fatty acids on tribological and thermal properties of natural oils as sustainable biolubricants. Tribology International. 2015. Vol. 90. P. 123–134. DOI: https://doi.org/10.1016/j.triboint.2015.04.021.

4. Mobarak H. M., Mohamad E. N., Masjuki H. H. et al. The prospects of biolubricants as alternatives in automotive applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2014. Vol. 33. P. 34–43. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.01.062.

Ілляшенко Юрій Володимирович – аспірант, Національний університет «Київський авіаційний інститут», м. Київ, Україна, e-mail: 4582435@stud.kai.edu.ua

Науковий керівник: ***Єфименко Валерій Володимирович*** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри загальної, органічної та фізичної хімії, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.

Illiashenko Yurii V. – postgraduate student, National University «Kyiv Aviation Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: 4582435@stud.kai.edu.ua

Supervisor: ***Yefymenko Valerii V.*** – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor Department of General, Organic, and Physical Chemistry, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.