

ХІММОТОЛОГІЯ ГОРЮЧО-МАСТИЛЬНИХ РЕЧОВИН І ТЕХНІЧНИХ РІДИН CHEMMOTOLOGY OF LUBRICANTS AND TECHNICAL LIQUIDS

УДК 541.18:541.183

ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІНИ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МОТОРНОЇ ОЛИВИ CASTROL MAGNETEC SAE 5W-30 В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

*Валерій Єфименко, Антоніна Кустовська, Олександр Єфіменко, Наталія Атаманенко
Національний авіаційний університет, проспект Космонавта Комарова, 1, 03680, м. Київ,
e.valerij.ua@gmail.com*

Вступ

В процесі експлуатації двигуна внутрішнього згорання відбувається як кількісна, так і якісна зміна показників якості оливи. В результаті випаровування легких фракцій, а також витоку оливи через ущільнюючі пристрої (поршневі кільця) та потрапляння в камеру згорання зменшується її кількість у двигуні. Якісні зміни пов'язані зі старінням оливи та з хімічними перетвореннями її компонентів, попаданням в оливу продуктів зносу деталей, води і продуктів незгорілого палива. Зменшення кількості і погіршення якості працюючої оливи в умовах високої інтенсивності роботи сучасних високофорсованих двигунів потребує частішої її заміни.

Аналіз досліджень та публікацій

Старіння оливи під час роботи двигунів являє собою дуже складний процес. Підвищена температура і кисень повітря, з яким контактує олива, викликають окиснення і окиснювальну полімеризацію її молекул. Такі продукти окиснення вуглеводнів, як смоли, органічні кислоти, присутні в оливі в розчиненому стані, сприяють збільшенню в'язкості і кислотного числа, а асфальтенові сполуки, які є основою для утворення лаків, особливо небезпечних липких осадів – залягання і пригорання поршневих кілець. Ще одна група продуктів окиснення – дрібна стійка механічна суспензія – є джерелом утворення нагару і шламу. Продукти глибокої окисної полімеризації, що відкладаються в зонах високої температури і надходять назад в картер, погіршують показники якості оливи.

Таким чином, в картері працюючого двигуна утворюється складна суміш вихідної оливи з найрізноманітнішими продуктами її старіння, від яких повністю очистити оливу (фільтрацією) не вдається, внаслідок чого кількість забруднюючих частинок в оливі зростає.

На інтенсивність забруднення оливи в працюючому двигуні впливають різні фактори, основні з них – якість палива і оливи, тип і конструкція двигуна, його технічний стан, умови експлуатації, режим роботи. Наприклад, неповне згорання палива і збільшення прориву газів в картер, забруднює оливу органічними домішками. У дизельних двигунах вище забруднення оливи сажею – в 2-5 разів в порівнянні з бензиновими і в 10-20 разів більше, ніж у газових двигунах (при рівній потужності) [1].

Якість свіжої оливи починається з перевірки відповідності паспортних даних з показниками зазначеними в технічних умовах, або стандартах на дану оливу. У результаті

узагальнення стендових і експлуатаційних досліджень, проведених на різних двигунах внутрішнього згорання, були встановлені показники граничного стану якості моторних олів (табл. 1). Ці показники є бракувальними: при досягненні хоча б одного з них олива вважається непридатною до експлуатації та її необхідно замінити.

Таблиця 1

Бракувальні показники якості олів

Показники	Значення показників	
	Для карбюраторних двигунів	Для дизельних двигунів
Зміни в'язкості, %		
приріст	25	35
зниження	20	20
Вміст нерозчинних в бензині сумішей, % не більше	1,0	3,0
Лужне число, мг КОН/г, не менше	0,5-2,0	1,0-3,0
Зниження температури спалаху, °С, не більше	20	20
Вміст води %, не більше	0,5	0,3
Вміст палива %, не більше	0,8	0,8

На наш погляд ці бракувальні показники якості олів давно втратили свою значимість, оскільки були розроблені ще понад 30 років тому і не відповідають сучасним вимогам як до якості олів, так і двигуна.

Основними показниками, що характеризують властивості працюючої оливи, слід назвати: в'язкість, густину, лужне число, вміст нерозчинних продуктів забруднення і води тощо.

У сучасних умовах виробник олів самостійно визначає термін їх експлуатації в конкретному двигуні. Зазвичай, для легкових автомобілів він не перевищує 15000 км пробігу. Основними критеріями заміни будь-якої оливи, окрім спрацювання пакету присадок, є утворення продуктів окиснення. Нагрів оливи, навіть до їх експлуатаційних температур, за наявності кисню зменшує термоокиснювальну стабільність вуглеводнів і призводить до виникнення твердої фази у вигляді осаду і смол, які, відкладаючись на деталях масляної системи, змінюють її змащувальні характеристики і викликають забруднення фільтрів, знижують ефективності теплообмінних пристроїв. Але часта заміна оливи не вигідна як з економічної точки зору, так і створює проблеми подальшого її використання та екологічного навантаження на навколишнє середовище [2].

Постановка завдання

Одним з напрямків вирішення цього завдання є збільшення терміну роботи оливи. Тому метою цієї роботи є обґрунтування можливості збільшення ресурсу моторних олів шляхом здійснення контролю за їх станом в процесі експлуатації двигуна. Дослідженню піддавалася синтетична моторна олива Castrol MAGNATEC 5W-30 A3/B4, призначена для бензинових і дизельних двигунів, у тому числі і обладнаних системами турбонаддуву.

До 75 % зносу двигуна відбувається під час його пуску і прогріву. Коли двигун вимкнений, звичайна олива стікає в піддон картера, залишаючи найважливіші деталі двигуна незахищеними.

Молекули Castrol MAGNATEC як магніт притягуються до деталей двигуна, утворюючи надміцну масляну плівку, яка забезпечує захист від зношування з моменту пуску двигуна. Ця олива проявляє відмінні експлуатаційні характеристики в екстремальних умовах холодного пуску двигуна в порівнянні з оливами більш високих класів в'язкості.

Показники якості оливи Castrol MAGNATEC 5W-30 A3/B4 за паспортом якості наведені в табл. 2.

Показники якості оливи Castrol MAGNATEC 5W-30 A3/B4

Показники	Метод випробування	Одиниці вимірювання	Значення
			SAE 5W-30
Відносна густина при 15 °С	ASTM D4052	г/мл	0,85
Кінематична в'язкість при 40 °С	ASTM D445	мм ² /с	68,5
Кінематична в'язкість при 100 °С	ASTM D445	мм ² /с	11,4
Динамічна в'язкість при -30 °С (5W)	ASTM D5293	сП	5860
Індекс в'язкості	ASTM D2270		169
Температура застигання	ASTM D97	°С	-42
Температура спалаху	ASTM D93	°С	200
Загальне лужне число	ASTM D2896	мг КОН/г	11,3
Сульфатна зольність	ASTM D874	% мас.	1,2

Вирішення завдання

Зміна *в'язкості* олив визначається умовами протікання двох взаємопротилежних процесів: накопичення продуктів окиснення, що викликають збільшення в'язкості оливи та деструкцією (руйнуванням) в'язкісних присадок, що призводить до зниження в'язкості. Проведення лабораторного дослідження на визначення в'язкості показало, що середній арифметичний час витікання відпрацьованої моторної оливи Castrol Magnatec 5W-30 A3/B4 при 40 °С становить 257 с, тому можна розрахувати кінематичну в'язкість за формулою:

$$n = C \cdot t = 0,3 \cdot 257 = 77,1$$

де C – постійна віскозиметра, мм²/с², t – середній арифметичний час витікання нафтопродукту у віскозиметрі, с.

Можна зробити висновки, що кінематична в'язкість при 40°С збільшилась із 68,5 мм²/с до 77,1 мм²/с. У процесі експлуатації в'язкість олив зростає внаслідок накопичення в них продуктів окиснення.

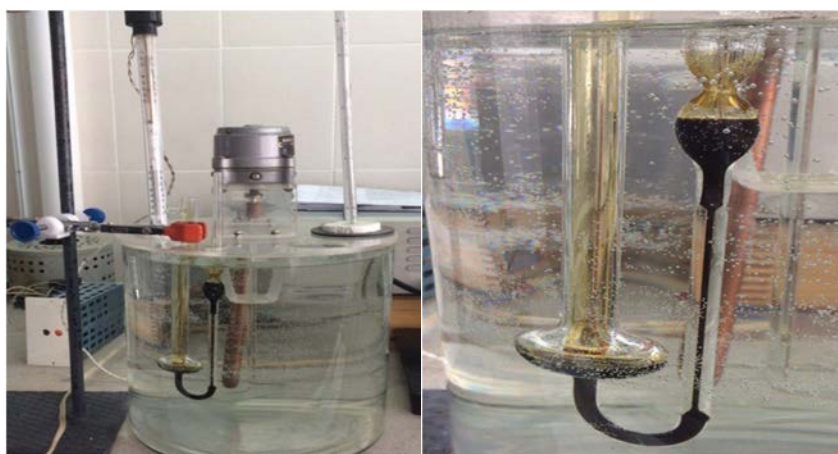


Рис. 1. Визначення в'язкості відпрацьованої оливи

Збільшення *густини* моторної оливи відбувається за рахунок процесу окиснення базової оливи і накопичення в ній різних видів експлуатаційних забруднень.

Проведено вимірювання густини чистої і відпрацьованої моторної оливи Castrol Magnatec 5W-30 A3/B4 (Рис. 2) ареометричним методом та було встановлено, що густина чистої оливи становить 850 г/см³, а густина відпрацьованої оливи збільшилась до 860 г/см³.



Рис. 2. Визначення густини оливи

Вміст *води* в оливах не допускається. Розчинена вода в оливі підвищує її корозійність, погіршує змащувальні властивості, призводить до вимивання присадок.

Проведення експериментального дослідження визначення вмісту розчиненої води у відпрацьованій оливі Castrol Magnatec 5W-30 A3/B4 методом Діна і Старка (Рис. 3) показало, що масова частка її становить:

$$X = \frac{V_0}{m} 100\% = \frac{0,12}{86,4} 100\% = 0,14\%$$

де V_0 – об'єм води в пастці, см³; m – маса проби оливи, г.



Рис. 3. Визначення вмісту води в оливі методом Діна і Старка

Висновки

Досліджено процес старіння моторної оливи Castrol Magnatec 5W-30 A3/B4 в процесі експлуатації в автомобілі (пробіг 20000 км) та зміна її основних експлуатаційних показників якості. Встановлено, що густина оливи збільшилась із 850 г/см³ до 860 г/см³, кількісний вміст води визначений методом Діна і Старка змінився з «відсутнього» до 0,14 % мас., кінематична в'язкість оливи змінилась з 68,5 мм²/с до 77,1 мм²/с при 40 °С.

Література

- [1] *Большаков Г.Ф.* Восстановление и контроль качества нефтепродуктов / Г.Ф. Большаков. – Л.: „Недра”, 1974. – 320 с.
- [2] *Евдокимов А.Ю.* Смазочные материалы и проблемы экологии / А.Ю. Евдокимов, И.Г. Фукс, Т.Н. Шабалина, Л.Н. Багдасаров. – М.: Издательство РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2000. – 424 с.