

ОЦІНКА ЯКОСТІ МОТОРНИХ ОЛИВ У ПРОЦЕСІ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Валерій Єфіменко, Наталія Калмикова, Олександр Єфіменко

*Національний авіаційний університет, проспект Любомира Гузара 1, 03680, м.Київ,
e.valerij.ua@gmail.com*

Вступ

Одним з важливих напрямків забезпечення надійності роботи двигунів внутрішнього згоряння є контроль працездатності моторних олиव в умовах експлуатації, а також обґрунтування бракувальних показників для оцінки якості працюючих олив і визначення оптимального терміну їх експлуатації.

Працююча у двигуні олива є носієм інформації про термодинамічні, хімічні і трибологічні процеси, що відбуваються як в сполученні деталей, так і в змащувальній системі. Зміна технічного стану елементів конструкції двигуна при експлуатації або виникнення несправностей в роботі його систем в значній мірі відображається на стані моторної оливи, зміні показників якості, що впливає на терміни її заміни.

Аналіз досліджень та публікацій

У даний час ресурс роботи моторних олив регламентується заводами-виробниками, а контроль їх стану і терміни заміни забезпечуються системою технічного обслуговування, яка рекомендована виробниками транспортних засобів, внаслідок чого ресурс моторних олив оцінюється по пробігу в кілометрах пройденого шляху або напрацюванням в мото-годинах.

Основними показниками, що характеризують властивості працюючої оливи, слід назвати: в'язкість, густину, загальне лужне число, вміст нерозчинних продуктів забруднення і води, температура застигання, температура спалаху, сульфатна зольність.

Зміну кінематичної в'язкості, густини, вмісту води у відпрацьованій моторній оливі розглянуто у попередніх роботах [1].

Критеріями заміни будь-якої оливи є спрацювання пакету присадок, тобто зменшення лужного числа. 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, 3].

Заміна олив по фактичному стану в даний час є складною задачею, зважаючи на відсутність засобів контролю та обґрунтованого вибору граничних показників їх роботи. Тому розробка засобів і методів контролю, є актуальним завданням, рішення якого дозволить підвищити ефективність використання олив і знизити експлуатаційні витрати.

Постановка завдання

Основними присадками в моторній оливі є мийно-диспергуючі, які нейтралізують і утримують у мілкодисперсному стані смолисто-асфальтенові речовини та частинки продуктів зносу деталей двигуна і тим самим перешкоджають закоксованості, смоло-, саже- і лакоутворенню різних вузлів двигуна. Кількість мийно-диспергуючих присадок в будь-якій оливі оцінюється величиною лужного числа. Чим більше лужне число, тим краще двигун захищений від корозії, тим більшу кількість забруднень може нейтралізувати і утримувати у мілкодисперсному стані олива. Це перешкоджає накопиченню в двигуні нагару, шламу, лаків і різних осадів. Хоча потрібно враховувати той факт, що надлишок лужності чинить негативний вплив на протизносні і протизадирні властивості оливи, тому

існує оптимум лужного числа: для моторних оливо, значення якого не повинно перевищувати 10-11 мг КОН/г оливи.

Лужність оливо виражається кількістю (в мг) гідроксиду калію (KOH), необхідного для нейтралізації всіх кислот в 1 г оливи.

Одним з напрямків вирішення цього завдання є визначення загального лужного числа в процесі експлуатації синтетичної моторної оливи Castrol MAGNATEC 5W-30 A3/B4, що призначена для бензинових і дизельних двигунів.

Вирішення завдання

Для визначення лужності проводиться титрування соляною кислотою (HCl). В даний час, для цих частіше використовують метод потенціометричного титрування

Моторна олива повинна мати певну лужність для збереження миючих властивостей, здатності до нейтралізації кислот і зменшення процесів корозії. Чим більше лужне число, тим більша кількість кислот, що утворюються при окисленні оливи і згорянні палива, може бути переведено в нейтральні сполуки. У іншому випадку ці кислоти викликають корозійне зношення деталей двигуна і посилюють процеси утворення відкладень. При роботі оливи в двигуні лужне число неминуче знижується, оскільки присадки спрацьовуються. Таке зниження має допустимі відхилення, після досягнення яких олива вважається такою, що втратила працездатність. Вважають, що при зменшенні лужності оливи приблизно на 50 % від початкової величини, оливу необхідно замінити.



Рис.1. Титратор Titrand 905

Загальне лужне число (ЗЛЧ) оливи визначається потенціометричним титруванням соляною кислотою по стандартам ASTM D 664, ГОСТ 11362-96, ISO 6619-88 або більш новими методами – потенціометричним титруванням перхлоровою кислотою за стандартами DIN ISO 3771, ASTM D 2896-98 (по цим методам значення ЗЛЧ приблизно на 2-3 одиниці вище, ніж по ASTM D 664).

Титратор Titrand 905 для визначення ЗЛЧ в оливах показаний на рис.1.

Методика проведення титрування полягає в проведенні наступних послідовних операцій:

1. Зважуємо наважку досліджуваної оливи;
2. Закріплюємо стакан до кришки титратора з мішалкою і електродом;
3. Вручну вводимо значення молярної концентрації титранта, та холостої проби;
4. На панелі програмного забезпечення вибираємо метод титрування;
5. Проводимо титрування, натиснувши кнопку «Старт»;
6. Після отримання результату титратор автоматично зупиняється;
7. Проводимо повторне випробування для оцінки збіжності результатів.

Відповідно до ГОСТ 30050-93 пробу досліджуваного зразка ретельно перемішують. Масу проби для випробування розраховують по ймовірному загальному лужному числу і вимогам ГОСТу та зважують з визначеною похибкою (згідно з п.9.1 ГОСТ 30050-93).

Проводять контрольне титрування розчинника об'ємом 120 см³.

У стакан зі зваженою пробєю титратор автоматично додає 120 см³ розчинника (співвідношення 1:2 льодяної оцтової кислоти та хлорбензолу) і перемішує пробу до повного

розчинення. Титрують стандартним оцтовокислим розчином хлорної кислоти (0,1 моль/дм³), додаючи його невеликими порціями.

Якщо в процесі титрування при додаванні 0,1 см³ титранта потенціал змінився більше ніж на 0,03 В (0,5рН), то титрант додають порціями по 0,05 см³.

Титрування зупиняється, коли при додаванні 0,1 см³ стандартного оцтовокислого розчину хлорної кислоти потенціал змінився менше ніж на 0,005В.

Точку еквівалентності та об'єм титранту який їй відповідає визначається електронною системою установки та на графіку кривої титрування. Загальне лужне число обчислюється автоматично за формулою:

$$ЗЛЧ = (V_1 - V_2) T_0 56,1 / m$$

де V_1 – об'єм титранту, витраченого на титрування досліджуваного зразка; V_2 – об'єм титранту, витраченого на титрування контрольного розчину; T_0 – титр стандартного оцтовокислого розчину хлорної кислоти; m – маса досліджуваної проби; 56,1 – молярна маса еквівалента КОН, г/моль.

Відповідно до ДСТУ 5094:2008 пробу досліджуваного зразка ретельно перемішують. Масу проби необхідну для визначення ЗЛЧ розраховують за формулою:

$$m = 8 / H, z,$$

де 8 – оптимально необхідна для титрування кількість луку (умовно КОН), мг; H – нормативне або очікуване значення ЗЛЧ, мг КОН/г.

Зважують досліджуваний зразок з точністю до 0,0002г. До наважки додають мірним циліндром розчинник І (толуол) та розмішують мішалкою до повного розчинення проби.

Продовжуючи перемішування додають розчинник ІІ у співвідношенні 1:1 у разі використання ізопропілового спирту, або 7:3 у разі використання етилового спирту. Загальний об'єм розчину вибирають у межах від 30 до 70 см³.

Проводять титрування додаючи титрант порціями 0,1 см³. Титрування закінчують коли після стрибка ЕРС додавання останніх 0,3 см³ титранту призводить до зміни показів приладу не більше ніж на 10 мВ.

Точку еквівалентності та об'єм титранту який їй відповідає визначається електронною системою установки та на графіку кривої титрування. Загальне лужне число обчислюється автоматично за формулою:

$$ЗЛЧ = (V_k - V_0) C 56,1 / m,$$

де V_k – об'єм титранту (соляної кислоти), що відповідає кінцевій точці титрування; V_0 – об'єм титранту, витраченого під час контрольного титрування; C – молярна концентрація розчину соляної кислоти, моль/дм³; m – маса досліджуваної проби; 56,1 – молярна маса еквівалента КОН, г/моль.

Лужне число свіжої моторної оливи становить 8,7 мг КОН/г продукту. Лужне число відпрацьованої моторної оливи досягло критичного значення при пробігу автомобіля 10000 км та знизилося на 76,3 % при пробігу автомобіля 17000 км та на 81,1 % при пробігу автомобіля 21000 км відповідно, в порівнянні з початковим значенням (рис.1). При зменшенні лужного числа понад 50 % олива потребує заміни

На зміну лужного числа впливає багато факторів. При заливанні в двигун свіжої оливи і роботі на ній, лужне число різко падає з огляду на те, що зміщується з окисненим залишком оливи (кислотним середовищем), який не злився і залишився на деталях двигуна. Після цього різкого падіння – нейтралізацію кислотного середовища, лужне число падає повільно і поступово практично весь період роботи двигуна.

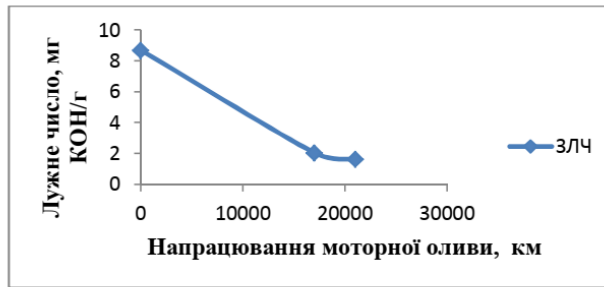


Рис.1. Графік залежності ЗЛЧ моторної оливи від напрацювання (пробігу автомобіля)

Лужне число в пробах оливо змінювалося від 8,7 до 1,64 мг КОН/г оливи. Відповідно до норм граничні значення РН знаходяться в межах:

- допустиме – 6 мг КОН / г оливи і більше;
- граничне – 5,5-5,0 мг КОН / оливи;
- аварійне – менше 5 мг КОН / г оливи.

З визначених даних слідує, що аналізована олива в процесі роботи двигуна з пробігом автомобіля понад 10000 км за показником РН знаходяться в аварійній області. Серйозною причиною зниження РН оливи є витрата мийно-диспергуючих присадок на нейтралізацію в ній низько- і високомолекулярних кислот, що утворюються в процесі експлуатації. Для подальшого використання оливо (після очищення) в них необхідно додавати мийно-диспергуючі присадки.

Висновки

Досліджено процес зміни загального лужного числа моторної оливи Castrol Magnetec 5W-30 A3/B4 в процесі реальної експлуатації в автомобілі (пробіг 0 – 21000 км).

Встановлено, що загальне лужне число свіжої моторної оливи становить 8,7, при пробігу автомобіля 5000 км – 7,2, 10000 км – 5,1, 15000 – 3,6, 17000 км – 2,06, 21000 км – 1,64 мг КОН/г оливи відповідно.

Встановлено, що лужне число відпрацьованої моторної оливи досягло критичного значення при пробігу автомобіля понад 10000 км.

Показано, що в процесі експлуатації моторної оливи відбувається спрацювання мийно-диспергуючих присадок, тому після її очищення обов'язковим є додавання пакету присадок.

Література

- [1] Єфименко В.В. Визначення зміни основних показників якості моторної оливи Castrol Magnetec SAE 5w-30 в процесі експлуатації / В.В.Єфименко, А.Д. Кустовська, О.В. Єфименко, Н.С. Атаманенко. Поступ в нафтопереробній та нафтохімічній промисловості: IX Міжнародна науково-техн. конф., 14-17 травня 2018р. тези доп. :– Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2018. – С. 294-298.
- [2] Большаков Г.Ф. Восстановление и контроль качества нефтепродуктов / Г.Ф. Большаков. – Л.: „Недра”, 1974. – 320 с.
- [3] 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.