



УДК 621.43.004.54

КОНТРОЛЬ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВИГУНІВ МЕТОДОМ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ МОТОРНОГО МАСТИЛА

Дашивець Г.І., к.т.н.,

Новік О.Ю., інж.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-20-74

Анотація – роботу присвячено дослідженню способу виміру вмісту продуктів зносу в мастилі для отримання інформації про технічний стан двигуна в процесі експлуатації.

Ключові слова – моторне мастило, спектральний аналіз, характерні елементи, граничні значення, тарувальні графіки.

Постановка проблеми. В процесі роботи двигунів, коробок передач, інших агрегатів машин у мастилі накопичуються металеві елементи внаслідок зношування пар тертя. Спостереження процесу зміни концентрації металів у мастилі дає можливість одержання інформації про технічний стан досліджуваного об'єкта (темп зношування деталей, якість роботи повітряних і масляних фільтрів, герметичність системи охолодження); виявити аварійний стан досліджуваного агрегату; вчасно замінити мастило. Для цього періодично необхідно відбирати проби мастила й вимірювати концентрацію продуктів зносу в них.

Існує декілька методів вимірювання концентрації металевих елементів у мастилі. Кожен з них має позитивні й негативні характеристики. Значну точність і простоту аналізу в порівнянні з іншими методами дає емісійний спектроскопічний аналіз.

Аналіз останніх досліджень. Наукові дослідження, проведені в багатьох країнах, підтвердили високу надійність діагностичних прогнозів несправностей двигунів, заснованих на результатах аналізу працюючого моторного мастила. Особливо ефективно діагностування дизелів автомобілів, тракторів, тепловозів, ін. техніки по аналізу мастил. Передбачувані несправності підтверджуються при ремонті в 95% випадків. Регулярне діагностування дизелів по аналізу мастила дозволяє скоротити експлуатаційні витрати в середньому на 25%.

Формулювання цілей статті. Для застосування методу діагностування вузлів тертя двигунів за результатами виміру концентрації ча-



сток зношування в пробах мастил необхідно вирішити наступні завдання:

- 1) визначити елементи, що характеризують технічний стан двигуна в цілому й окремих його деталей за результатами виміру концентрації часток зносу в пробах мастил;
- 2) побудувати тарувальні графіки;
- 3) обґрунтувати граничні концентрації елементів для можливості ухвалення рішення про подальшу експлуатацію двигунів.

Основна частина. Інтенсивність зносу деталей двигуна, а отже його технічний стан, можна ефективно контролювати по концентрації елементів зносу в пробах моторного мастила і відкладеннях з мастилоочищувальних пристроїв методом спектрального аналізу.

Метод оснований на визначенні в мастилi вмісту елементів сумарного зносу деталей двигуна. При тривалій роботі мастила в двигуні, постійних інтенсивності очищення і витратах швидкість зношування деталей характеризується тільки концентрацією продуктів зносу в моторному маслі [1].

Масовий знос можливо розрахувати по елементам, що входять до складу конструкційних матеріалів деталей тертя. За масовий знос двигуна по кожному з елементів, які визначаються, приймається сумарний знос всіх деталей тертя в абсолютному вираженні, що припадають на даний елемент і чисельно дорівнює масі продуктів зносу, які містять тільки цей елемент і поступили в систему мащення за період часу від початку роботи двигуна до моменту діагностування.

Визначення концентрації продуктів зносу в мастилi включає наступні операції:

- приготування еталонів,
- спалювання еталонів і побудова тарувальних графіків,
- відбір проб мастила для аналізу з дослідних двигунів.

Для контролю технічного стану двигунів Д-240Л були обрані деталі, що зношуються, омиваються мастилом і містять у своєму матеріалі хімічний елемент, характерний лише для них.

Перелік деталей двигуна Д-240Л і характерні для хімічного складу елементи та їх кількісний вміст наведений у таблиці 1.

Аналіз показує, що такі елементи як фосфор (P), сірка (S), марганець (Mn), титан (Ti), магній (Mg), сурма (Sb) й молібден (Mo), що містяться в сплавах у невеликих кількостях у вигляді добавок або домішок, можна відразу виключити з розгляду. Вуглець (C) також не може служити характерним елементом, тому що входить до складу мастила; цинк (Zn) – до складу присадок; кремній (Si) попадає в мастило разом з пилом і більшою мірою характеризує стан ущільнень і роботу повітроочищення.



Таким чином, характерними при діагностуванні дизеля Д-240Л можуть бути обрані наступні елементи: хром (Cr), нікель (Ni), залізо (Fe), олово (Sn), свинець (Pb), алюміній (Al), мідь (Cu). При цьому один й той же елемент характерний одночасно для декількох деталей. Тому при оцінці технічного стану деталей необхідно враховувати не тільки концентрація одного елемента, але і їх сполучення.

Таблиця 1 – Хімічний склад конструкційних матеріалів деталей тертя і кількісний вміст елементів

Найменування деталей тертя	Марка конструкційного матеріалу	Хімічний склад конструкційного матеріалу, %
1	2	3
Колінчастий вал	Сталь 45Х	С – 0,41-0,49; Si – 0,17-0,37; Mn – 0,5-0,8; Cr – 0,8-1,1; Fe – ін.
Поршень	Алюмінієвий сплав АЛ-25	Si – 11-13; Mn – 0,3-0,6; Cr – 0,2; Ni – 0,8-1,3; Fe – не більше 0,8; Ti – 0,05-0,20; Mg – 0,8-1,3; Cu – 1,5-3,0; Zn – 3,5-4,5; Pb – 0,1; Al – ін.
Гільза	Чавун спеціальний	С – 3,1-3,4; Si – 1,9-2,5; Mn – 0,6-0,9; P – до 0,2; S – до 0,12; Cr – 0,4-0,6; Ni – 0,15-0,25; Cu – 0,25-0,35; Sb – 0,03-0,07; Fe – ін.
Палець поршне-вий	Сталь 12ХНЗА	С – 0,09-0,16; Si – 0,17-0,37; Mn – 0,3-0,6; Cr – 0,6-0,9; Ni – 1,5-1,9; Fe – ін.
Поршневі кільця	Основний – чавун спеціальний	С – 3,6-3,9; Si – 2,3-2,9; Mn – 0,5-0,8; P – 0,3-0,6; S – не більше 0,1; Cr – 0,15-0,35; Ni – 0,1-0,25; Ti – не більше 0,25; Cu – не більше 0,35; Mo – 0,25-0,50; Fe – ін.
Маслознімаль-не і верхнє компресійне кільця	Покриття	100% Cr
Втулка верхньої головки шатуна	Біметалева труба сталь10 – бронза ОФ-6,5-0,15	Si – не більше 0,002; P – 0,10-0,25; Fe – не більше 0,05; Al – не більше 0,002; Sn – 6-7; Sb – не більше 0,002; Pb – не більше 0,02; Cu – ін.



Продовження таблиці 1.

1	2	3
Вкладиші корінних підшипників	Полоса біметалева сталь – алюмінієвий сплав АО20-1	Si – не більше 0,5; Fe – не більше 0,5; Ti – 0,02-0,20; Cu – 0,7-1,2; Zn – не більше 0,25; Sn – 17-23; Al – ін.
Вкладиші шатунних підшипників	Полоса біметалева сталь – алюмінієвий сплав АО-6-1	Ni – 0,07-0,13; Fe – не більше 0,5; Cu – 0,7-1,3; Sn – 5-7; Al – ін.
Вал розподільний	Сталь 45	C – 0,42-0,50; Si – 0,17-0,37; Mn – 0,5-0,8; P – не більше 0,035; S – не більше 0,04; Cr – не більше 0,25; Ni – не більше 0,25; Cu – не більше 0,25; Fe – ін.
Втулки проміжної шестерні та шестерні приводу паливного насосу	Бронза Бр. ОЦС 5-5-5	P – не більше 0,03; Fe – не більше 0,05; Al – не більше 0,002; Zn – 4-6; Sn – 4-6; Sb – не більше 0,002; Pb – 4,5-5,5; Cu – ін.

Характерні елементи для деталей:

- гільзи, колінчатого й розподільного валів, поршневих пальців і кілець, шестірень – залізо,
- поршня – алюміній,
- вкладишів колінчатого вала – алюміній і олово,
- втулки верхньої голівки шатуна – мідь і олово,
- підшипників розподільного вала – мідь, олово й свинець,
- верхніх компресійних кілець – хром.

Спектральний аналіз мастила проводиться на установці – багатифункціональному фотоелектричному спектрофотометрі типу МФС, який працює по методу обертового електрода [2, 3]. В основу роботи установки покладена загальноприйнята схема емісійного спектрального аналізу. Час одного аналізу з отриманням результату складає 3-5 хв.

Визначення концентрації елементів проводилось за допомогою еталонів, виготовлених на базовому мастилi з додаванням ретельно розтертих оксидів елементів, що визначаються. Склад металів в еталонах от 1 до 300 г/т. Для тракторних двигунів діапазон концентрацій елементів в еталонних мастилах становить

- для заліза (Fe) і алюмінію (Al) від 3 до 300 г/т,
- свинцю (Pb) від 5 до 300 г/т,

- кремнію (Si) і нікелю (Ni) від 3 до 100 г/т,
- міді (Cu) від 1 до 100 г/т,
- олова (Sn) і хрому (Cr) від 1 до 50 г/т.

Пропалювання кожного еталону мастила проводиться з 10-кратною повторюваністю. Тарувальні графіки будуються в логарифмічних координатах (рис. 1).

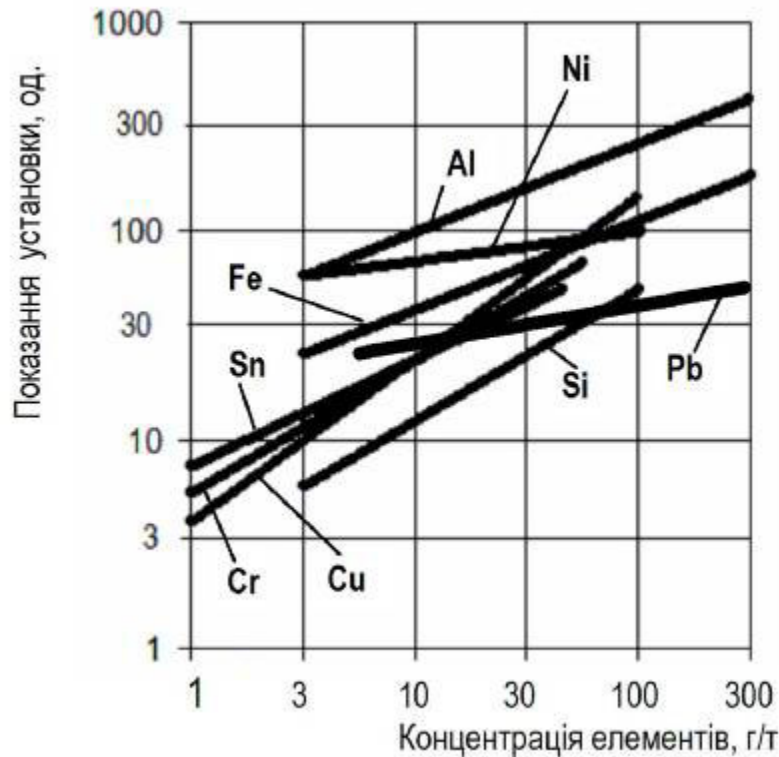


Рис. 1. Тарувальний графік для спектрального аналізу моторного мастила

Граничні значення вмісту в маслі продуктів зносу деталей вибираються залежно від марки двигуна. Так, допустимими значеннями вмісту елементів в мастилi (г/т) для двигуна Д-240Л є такі: Fe – 110, Si – 70, Al – 30, Cu – 10, Cr – 10.

Проби мастила підлягають трьохкратному пропалюванню. За результат приймалось середньоарифметичне значення трьох визначень. Концентрація елементів визначається за допомогою тарувальних графіків.

Висновки. Таким чином, спектральний аналіз є методом оцінки зношування й технічного стану двигунів, що дає можливість одночасно визначати вміст великої кількості елементів у ході одного аналізу; дозволяє роздільно оцінювати сумарний знос декількох груп деталей без розбирання двигуна, для чого досить знати хімічний склад деталей, що зношуються.



Література.

1. Кюрегян С.К. Атомный спектральный анализ нефтепродуктов / С.К. Кюрегян. – М.: Химия, 1985. – 320 с.
2. ГОСТ 20759-90. Дизели тепловозов. Техническое диагностирование и прогнозирование остаточного ресурса методом спектрального анализа масла. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 26 с.
3. Технология и организация диагностирования тракторов с применением спектрального анализа масел. – М. : ГОСНИТИ, 1979. – 96 с.

**КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ
МЕТОДОМ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА МОТОРНОГО
МАСЛА**

Г.И. Дашивец, А.Ю. Новик

Аннотация – в работе исследован способ измерения содержания продуктов износа в масле для получения информации о техническом состоянии двигателя в процессе эксплуатации.

**TECHNICAL CONTROL OF ENGINES METHOD OF SPECTRAL
ANALYSIS OF MOTOR OILS**

G. Dashivets, A. Novik

Summary

The work is dedicated to the research method of measuring the content of wear products in lubricant for information about technical condition of the engine during operation.