

УДК 629.113.004

ВОЗМОЖНОСТИ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Н.А.Горская, А.Т.Туленов, Б.А.Манкараева
ЮКГУ им. М.Ауезова, г. Шымкент

В последние годы в странах СНГ и дальнего зарубежья все шире применяются методы диагностики технического состояния автомобильных двигателей, связанные с использованием современного оборудования: электронного, виброакустического, спектрографического.

Одним из новых направлений в развитии диагностики является использование в качестве оценочного параметра концентрации продуктов износа в отработавших маслах.

Диагностика двигателей внутреннего сгорания (ДВС) по результатам проб картерного масла применяется в США, Японии, Канаде, Франции, Скандинавских странах, которая позволяет без вскрытия двигателей оценивать основные неисправности и принимать оперативные меры к их устранению.

Метод спектрального анализа характеризуется достаточно высокой чувствительностью и воспроизводимостью, и использование его во многих случаях позволяет конкретно выделить группу деталей, в которых возникла неисправность.

Существуют достаточно доступные методы и приборы для анализа проб масла, основанные на измерении электрических констант масла, пригодные преимущественно для определения концентрации железа или ферромагнитных продуктов износа. Известно, что одна из двух сопряженных деталей двигателя всегда состоит из железа. Кроме того, концентрация

железа в продуктах износа всегда выше концентрации других элементов, поэтому ее можно точнее и легче определить.

Метод спектрального анализа масел также позволяет оценивать состояние самого масла и причины, вызывающие ухудшение этого состояния, и, таким образом, дает достаточно большую информацию о работе масла за небольшой период испытания, результаты которого затем распространяют на все двигатели, работающие в аналогичных условиях. Таким образом, ранее неопределенные факторы становятся однозначно известными, также как и результаты их кратковременного воздействия.

Как известно, в процессе работы двигателей внутреннего сгорания продукты износа, попадая в моторное масло, циркулируют вместе с ним по системе смазки, а определенная часть их задерживается фильтрами. Уровень концентрации продуктов износа для автомобильного двигателя уже через 1,5-2 часа работы после заливки свежего масла определяется выражением:

$$K = \frac{q}{q_y + q_\phi}, \quad (1)$$

где q - интенсивность поступления продуктов износа в масло, кг/ч;

q_y - интенсивность угара масла, кг/ч;

$q_\phi = \eta \cdot q_{mo}$ - интенсивность удаления продуктов износа масляными фильтрами, кг/ч;

η - коэффициент полезного действия полноты отсева маслоочистительной аппаратуры;

q_{mo} - интенсивность прохождения масла через маслоочиститель, кг/ч.

Таким образом, при небольших угарах масла, что характерно для современных автомобильных двигателей, концентрация продуктов износа будет определяться двумя факторами: интенсивностью изнашивания деталей и качеством работы масляных фильтров.

Все основные детали двигателя состоят из характерных металлов и поэтому, определяя содержание в масле железа, никеля, свинца, хрома, алюминия и меди, можно сделать вывод об интенсивности изнашивания гильзы цилиндров, вкладышей коленчатого вала, колец, поршней и втулок поршневого кольца. Однако необходимо отметить, что хотя один и тот же элемент поступает в масло от многих различных сопряжений, тем не менее в общем балансе может преобладать износ определенной детали.

Таблица - Химический состав и характерные элементы в масле основных изнашивающихся деталей двигателей ЗИЛ-130 и ГАЗ-53А

Наименование деталей	Содержание элементов, %							
	Fe	N	Pb	Cr	Al	Cu	Sn	Si
1. Нерезистая вставка в гильзу	основа	16,0-17,5	-	1,8- 2,2	-	7,0-8,0	-	2,5-3,0
2. Гильза	основа	0,1-0,25	-	0,25-0,4	-	-	-	2,0-2,3
3. Поршневые кольца	основа	0,06-0,15	-	0,12-0,25	-	0,3	-	2,5-2,9
4. Покрытие верхнего поршневого кольца	-	-	-	основа	-	-	-	-
5. Поршни	0,7	0,8-1,3	0,05	-	основа	0,8-1,5	-	11-13
6. Вкладыши сплав СОС-6-6	0,1	0,05	основа	-	-	0,3	1,5	-
7. Вкладыши высокопрочные алюминиевые	0,7	-	-	-	основа	0,3-0,7	17,5-22,5	0,7
8. Коленчатый и кулачковый валы	основа	0,25	-	0,25	-	-	-	0,17-0,37

Исследование показывает, что в автомобильных двигателях с чугунными цилиндрами и поршневыми кольцами около 85% железа попадает в масло в результате износа цилиндров и колец, причем на долю зеркала цилиндров приходится примерно 39%. Об износе подшипников из свинцовистой бронзы можно судить по содержанию в масле меди, поскольку поступление этого элемента в картер за счет износа втулок поршневого пальца и других деталей будет значительно меньше.

В моторное масло также может попасть кремний, содержащийся в пыли воздуха. При снижении очистительной способности воздушного фильтра количество пыли, засасываемой в цилиндры и проникающей вместе с прорывающимися газами в картер, увеличивается, и по накоплению в масле кремния можно судить о неисправности этого узла.

При выработке сопряжением своего технического ресурса скорость изнашивания возрастает, следовательно, увеличивается концентрация продуктов износа в масле. Поэтому, наблюдая за динамикой изменения содержания отдельных элементов в моторном масле и сравнивая их концентрации с предельно-допускаемыми значениями, при помощи логического анализа можно определить основные неисправности двигателя, т.е. чрезмерное изнашивание колец, увеличение зазора в подшипниках коленчатого вала. Логический анализ является несложным при раздельном определении содержания в масле железа, никеля, хрома, свинца, меди и алюминия, а также кремния, увеличение концентраций которого указывает на усиление изнашивания двигателя. Одновременное повышение концентрации всех элементов в масле (без кремния) может характеризовать ухудшение работы фильтров тонкой очистки или противоизносных свойств моторного масла. Таким образом, спектральный анализ масла, кроме диагностирования самого двигателя, дает возможность оценивать противоизносные свойства масла и влияние систем очистки воздуха и масла на эти свойства за небольшой промежуток эксплуатационных испытаний и без разборки двигателя.

Для исследования наиболее важных в настоящее время противоизносных свойств моторного масла необходимо определять содержание в нем всего семи-восьми элементов, что значительно упрощает проведение испытаний и обработку полученных данных.

Литература

- 1 Кюрегян С.К. Атомный спектральный анализ нефтепродуктов. - М.: Химия, 1985.-320 с.
- 2 Надежность и эффективность в технике: Справочник. Математические методы в теории надежности и эффективности / Под ред. Б.В. Гнеденко. - М.: Машиностроение, 1987.-280 с.

Қорытынды

Мотор майын спектралды талдау арқылы майдың жағдайын бағалайды және оның төмендеу себептерін анықтайды. Диагностиканың дамуындағы бағыттардың бірі - пайдаланылған мотор майындағы тозу өнімдері құрамын бағалау болып табылады.

Summary

Oil spectral analysis provides for the evaluation of the oil condition over a short exploitation period; it also determines the reasons of the oil condition deterioration.