

УДК621.89.09

## КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ЗАМЕНА МОТОРНОГО МАСЛА ПО ФАКТИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ

К. С. Евдокимова, О. М. Тимохова (ФГБОУ ВПО УГТУ)

В процессе работы моторное масло в двигателях внутреннего сгорания «стареет»: изменяется его вязкость, загрязнённость, срабатываются присадки. Процессы старения масла определяются режимами и условиями эксплуатации двигателей, широкий диапазон изменения которых не позволяет обосновать срок службы масла до замены, выражаемый величиной пробега автомобиля или наработкой двигателя, вследствие чего масло меняется или преждевременно или с опозданием. Очевидно, масло необходимо менять с учетом его фактического состояния, контролируя в процессе эксплуатации его основные (браковочные) свойства.

Щелочное и кислотное число, как свежего, так и работающего масла являются значимыми показателями, свидетельствующими о содержании присадок в масле, предотвращающих коррозионный износ деталей. При замене масел по фактическому состоянию, щелочное число рассматривается как основной браковочный показатель.

Окисление масла приводит к росту его вязкости и коррозионности, склонности к образованию отложений, загрязнению масляных фильтров.

Значительно затормозить процессы окисления масла можно соответствующей очисткой базовых масел от нежелательных соединений, присутствующих в сырье, использованием синтетических базовых компонентов, а также введением эффективных антиокислительных присадок.

Основные типы присадок, которые должно содержать стандартное моторное масло, и их назначение представлены в таблице 1.

Вязкостно-температурные свойства – эти свойства обеспечивают запуск двигателя без предварительного подогрева, беспрепятственное прокачивание масла насосом по системе, надежное смазывание, очистку и охлаждение деталей двигателя при наибольших допустимых нагрузках при различной температуре окружающей среды.

Моюще-диспергирующие свойства характеризуют способность масла очищать детали двигателя, поддерживать продукты окисления и загрязнения во взвешенном состоянии.

Таблица 1 – Типы присадок и их назначение

Тип присадки	Назначение
Детергентно-диспергирующие	Предотвращают образование нагаров на горячих деталях двигателя (поверхности поршней и особенно верхние канавки поршневых колец). Поддерживают в мелкодисперсном состоянии нерастворимые в масле продукты, предотвращают их высаживание на фильтрах и деталях двигателя, предотвращают образование низкотемпературного шлама
Антифрикционные, противоизносные и противозадирные	Уменьшают трение и износ деталей, предотвращают развитие задиров – глубоких вырывов материала на поверхностях трения
Антиокислительные	Тормозят процессы окисления масла при повышенных температурах
Вязкостные	Увеличивают вязкость базового масла и стабилизируют изменение вязкости масла при изменении его температуры
Депрессорные	Понижают температуру застывания масла и обеспечивают его подвижность при низких температурах
Противопенные	Предотвращают вспенивание масла при повышенных температурах и обеспечивают стабильность его подачи к узлам трения
Моющие	Уменьшают и предотвращают образование низкотемпературных отложений, обеспечивают чистоту деталей

Моющие свойства и загрязненность масла определяются капельным методом. Три капли масла из горячего двигателя масляным щупом наносится на фильтрованную бумагу, которую выдерживают в течение 10 мин в горизонтальном положении в тёплом месте (головка блока двигателя). Анализ капли масла дает информацию о наличии моюще-диспергирующей присадки, степени загрязнения масла и присутствии воды (рис. 1).

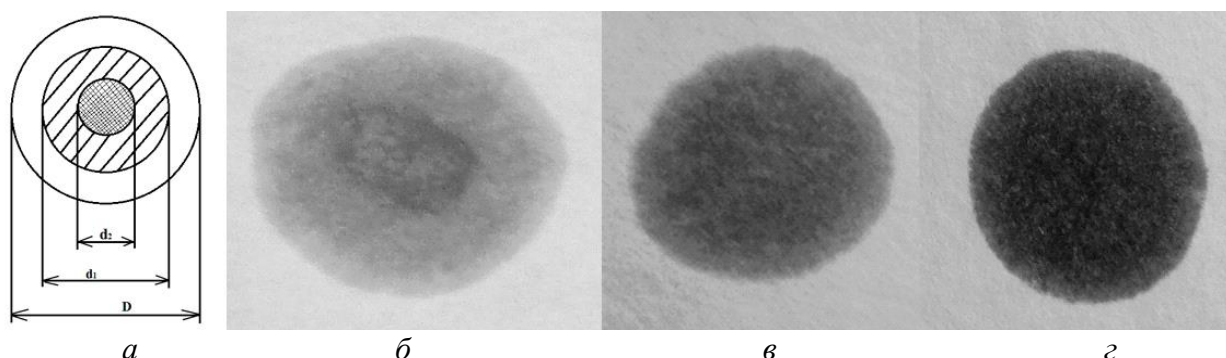


Рисунок 1 – Капельный метод диагностики масла: *а* – схема оценки качества масла; *б*, *в*, *г* – форма пятна масла после 1000 км, 10000 км и 15000 км пробега автомобиля

Диспергирующая способность масла определяется средними диаметрами центрального ядра  $d_2$  и зоны диффузии тонкодисперсных загрязнений  $d_1$ :

$$ДС = 1 - \frac{d_2^2}{d_1^2}.$$

Определив средние значения диаметров  $D$ ,  $d_1$ ,  $d_2$ , находят коэффициенты годности масла по наличию присадки  $K_1$  и по загрязнённости механическими примесями  $K_2$ , которые сравниваются с табличными (таблица 2).

$$K_1 = \frac{D}{d_1}; K_2 = \frac{d_1}{d_2}.$$

Таблица 2 – Показатели качества работавшего масла

Качество масла	Коэффициент наличия активной присадки $K_1$	Цвет ядра	Коэффициент загрязнённости масла $K_2$
Хорошее, пригодно к использованию	$K_1 < 1,3$	Светло-жёлтый, светло-тёмно-коричневый, серый, тёмно-серый	Не определяется $K_2 > 1,4$
Удовлетворительное, допускается временное использование	$K_1 = 1,3$	Серый, тёмно-серый, чёрный	$K_2 = 1,4$
Плохое, нужно заменить или обогатить присадкой	$K_1 > 1,3$	Чёрный, чёрный с отблеском, мазеподобный осадок	$K_2 < 1,4$

Проверяются также такие свойства масел, как: температура вспышки, противоизносные и антикоррозионные свойства, сульфатная зольность.

Высокую надежность диагностических прогнозов состояния двигателей дают результаты спектрального анализа работавшего моторного масла. По сравнению с другими методами диагностики анализ работающего в двигателе масла имеет ряд существенных преимуществ:

- не требуется выводить машины из работы;
- неисправности двигателя обнаруживаются на самой ранней стадии возникновения;
- анализ дает возможность заменять масло при действительной утрате им работоспособности, а не после отработки заданного количества мото-часов или после пробега;
- анализ позволяет получить большой объем информации;
- трудоемкость выполнения анализа небольшая.

Спектральным анализом моторного масла контролируется:

- количество продуктов износа различных деталей, содержащих железо, хром, олово, алюминий, никель, медь, свинец, молибден;
- содержание присадок – кальций, магний, цинк, фосфор, барий, бор;
- содержание загрязнителей – кремний, калий, натрий, вода, примесь СОЖ (гликоль).

Анализ одной пробы работавшего масла может указать лишь на необходимость его смены или выявить повышенный износ деталей двигателя.

Анализ четырех (или более) проб дает возможность установить динамику изменения состава и показателей работоспособности масла в зависимости от времени работы. Если изменения протекают закономерно, двигатель исправен, если обнаружено аномальное изменение одного или нескольких взаимосвязанных показателей – это сигнал тревоги.

На рисунке 2 приведены результаты анализа проб свежего и отработавшего моторного масла, полученные рентгеноспектральным флуоресцентным методом (РСФА).

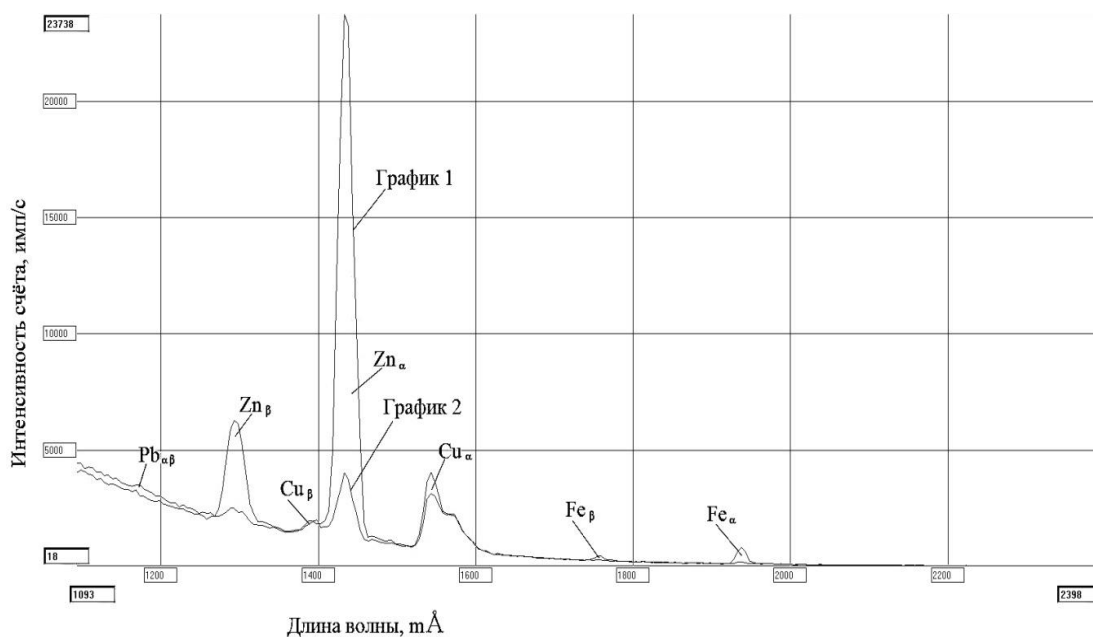


Рисунок 2 – Спектры РСФА свежего (1) и работавшего (2) моторного масла

Опыт эксплуатации машин показывает, что моторное масло меняется по пробегу автомобиля, причем в 2, а то и в 3 раза чаще рекомендованного завод-изготовителем. Частая преждевременная замена масла не только увеличивает затраты на моторное масло, но и расход топлива двигателем, так как масло имеет свойство прирабатываться к деталям.

Таким образом, контроль масел с помощью спектрального анализа, а также оценка их браковочных показателей в условиях эксплуатации позволяют производить замену моторных масел по их фактическому состоянию и своевременно выявлять неисправности отдельных деталей и механизмов машин.

#### Библиографический список

1 Суранов, Г. И. Техническая эксплуатация лесозаготовительного оборудования : снижение износа деталей машин : Учебное пособие. – Ухта : УГТУ, 2000. – 205 с.

2 Сайт <http://www.a-vital.ru/prisadki-i-dobavki-k-motornym-maslam.html>.