

Для выбора ИК-излучателей определяется интервал частот генератора инфракрасного излучения с максимальным распределением интенсивности и согласовывается со спектральной отражательной способностью, спектральной способностью пропускания, спектральной способностью поглощения как клеевого покрытия, так и материала, на который оно наносится [2, 3].

В производстве ИК-сушек существует два подхода: 1) использование высокотемпературных коротковолновых излучателей, большая часть энергии которых выделяется в видимом диапазоне («светлые» излучатели). Отличительной особенностью этих излучателей, является избыточная энергетика коротких волн, приводящая к чрезмерно быстрому нагреву материала. В этой связи такой способ сушки является не всегда пригодным для клеевых водоактивируемых покрытий; 2) использование низкотемпературных ИК-излучателей, выделяющих излучение с большей длиной волны. При этом существенно падает доля светового излучения («тёмные» излучатели), и почти 90% всей энергии излучается в ИК-диапазоне, что фактически даёт увеличение КПД [4].

На основании анализа кривых распределения спектрального излучения установлено, что для «светлых» излучателей подавляющая часть энергии излучения приходится на волны длиной 0,7...2,5 мкм, а для «тёмных» — на волны длиной 2,5...6,0 мкм.

Покрытия нагреваются «тёмными» излучателями за счёт теплопроводности от материала к нижним слоям покрытия по всей толщине, интенсифицируя процесс удаления воды из клеевого слоя. Предполагается, что данное воздействие понижает вязкость клеевых покрытий, чем достигается быстрое его впитывание.

Рациональное использование ИК-энергии, направленное на интенсификацию процесса сушки, возможно при согласовании оптических свойств объекта, подвергнутого сушке, и спектральных характеристик ИК-лучей генератора.

Установлено, что при низкотемпературном излучении большая часть лучистой энергии оказывается полезной для нагревания клеевого покрытия.

Заключение. Одним из перспективных методов процесса сушки клеевых водоактивируемых покрытий является низкотемпературная ИК-сушка ввиду полезно используемой энергии при данном воздействии на материал и значительном повышении коэффициента полезного действия процесса.

Список цитируемых источников

1. Исаченко, В. П. Теплопередача / В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. — М. : Энергия, 1981. — 415 с.
2. Слободкин, Л. С. Методы определения терморadiационных свойств полимерных покрытий / Л. С. Слободкин, Ю. М. Сотников-Южик. — Минск : Наука и техника, 1977. — 160 с.
3. Коновалов, В. И. Пропиточно-сушильное и клеепромазочное оборудование / В. И. Коновалов, А. М. Коваль. — М. : Химия, 1989. — 221 с.
4. ИК-сушка. Выбор инфракрасной сушки [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.autospecialist.ru/article_info.php?articles_id=14. — Дата доступа: 19.08.2014. — Загл. с экрана.

Материал поступил в редакцию 08.09.2014 г.

УДК 621.89:543.544

В. А. Потапов

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ МОТОРНОГО МАСЛА МЕТОДОМ КАПЕЛЬНОЙ ПРОБЫ

Рассматривается вопрос диагностики состояния моторного масла методом капельной пробы, и на основании хроматограммы масляного пятна даётся заключение о состоянии масла и двигателя.

Ключевые слова: масло, двигатель, бумага, хроматограмма, анализ.

The article discusses the diagnosis of the condition of the engine oil method a dropping a sample and based on chromatogram of oil stain given by conclusion on the state of oil and engine.

Key words: oil, engine, paper, chromatogram, analysis.

Введение. Актуальность исследования подтверждается тем, что с каждым годом увеличивается рост количества автомобилей, оснащённых двигателем внутреннего сгорания. Проблематика состоит в том, что состояние моторного масла оказывает существенное влияние на технические характеристики двигателя в процессе эксплуатации и срок его службы. Ресурс двигателя в значительной мере зависит от своевременной замены масла. В реальной эксплуатации по срокам, установленным заводами-

изготовителями, возможна как замена масла, не выработавшего свой ресурс, так и работа двигателя на масле, эксплуатационные свойства которого недопустимо ухудшены. В первом случае повышается стоимость эксплуатации, во втором снижается надёжность работы двигателя.

Поиск простых, доступных и достоверных методов диагностики состояния моторного масла и двигателя в наше время стал очень важным вопросом. Существуют компании, которые предлагают определить это с помощью одной капли масла (капельной пробы) и специального теста.

Методологической и теоретической основой работы послужили исследования зарубежных и отечественных компаний в области изучения проблемы экспресс-диагностики моторного масла.

Основная часть. Компания Shell в 1948 году предложила метод «капельного теста»: одна капля масла, взятая непосредственно из картера предварительно разогретого двигателя, наносилась на листок фильтровальной бумаги. Через 15...20 минут производилась оценка полученного индикаторного масляного пятна [1].

В основе метода капельной пробы лежит хроматографический эффект, открытый в 1903 году учёным М. С. Цветом. Полученное масляное пятно называют хроматограммой. Сущность данного эффекта состоит в различной диффузии компонентов моторного масла через фильтровальную бумагу.

На бумажной хроматограмме измеряют диаметры двух зон капли, определяют их цвет и рисунок, равномерность растекания масла. Для этого внимательно изучают следующие четыре составные части капельной пробы (рисунок 1): 1 — ядро (центр капли) соответствующей первичной капли до её растекания по бумаге; здесь оседают все тяжёлые нерастворимые примеси (сажа, пыль, грязь, металлы), неспособные проникать в поры бумаги. Интенсивность окраски ядра зависит от пробега автомобиля и длительности использования моторного масла. Если масло уже в значительной степени отработано, то сажей могут быть покрыты круги 2 и 3. Масло хорошего состояния образует чётко очерченное ядро в центре капли; 2 — краевая зона, окаймляющая ядро малорастворимыми в масле органическими примесями. Второй круг показывает состояние моторного масла (окисление и старение). Для бензиновых двигателей характерно то, что чем старше масло, тем оно темнее. Для масел дизельных двигателей цвет изменяется от светло-серого до сине-чёрного. Если двигатель сильно «коптит», то между кругом 1 и 2 часто не видно никакого различия; 3 — зона диффузии в виде серого кольца за ядром, через краевую зону масла с лёгкими растворёнными органическими примесями. Этот круг показывает содержание воды в масле (конденсат и охлаждающая жидкость). Наличие обоих видов воды образует зигзаг по краю круга. Если в моторном масле содержится гликоль, то поверх зигзагообразного круга образуется жёлтое кольцо (корона). При потере присадок может наблюдаться уменьшение круга 3 и расширение круга 4. Чем светлее и равномернее цвет ядра и зоны диффузии, тем работоспособнее масло [2]; 4 — прозрачное кольцо (кольцо чистого масла, топливный круг) — самое внешнее светлое кольцо, присутствует, если в масле наблюдается потеря моюще-диспергирующих присадок. Это явление может возникнуть, если в масле содержится топливо. При хорошем состоянии моторного масла зона 4 исчезает через несколько часов.

Чистое масло даёт большое светлое пятно, исчезающее через несколько суток.

Ограничение роста частиц загрязнения, удержание их в масле во взвешенном состоянии и недопущение осадка на детали двигателя позволяет ему оставаться чистым и, тем самым, способствует продлению срока службы двигателя. За этот процесс отвечают диспергирующе-стабилизирующие свойства (далее — ДСС) моторного масла.

Оценку ДСС масла производят по соотношению наружных диаметров зоны диффузии и ядра:

$$\tilde{A}\tilde{N}\tilde{N}=1-d^2/D^2, \quad (1)$$

где d — наружный диаметр ядра, мм;

D — наружный диаметр зоны диффузии, мм [3].

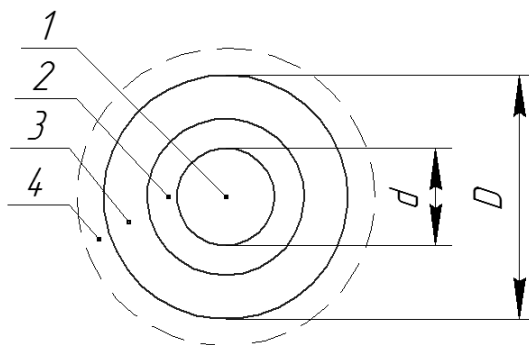


Рисунок 1 — Схема хроматограммы масляного пятна

Считают, что чем больше различие между диаметрами, тем выше ДСС масла и меньше загрязнённость масла.

Например, при $\check{A}\check{C}\check{N} < 0,3$ то масло утратило ДСС, и требуется его замена. Этот показатель редко снижается ниже 0,7 условных единиц. Также оценку ДСС можно произвести на основании эталонной шкалы образцов капельной пробы [4].

Целью данного исследования является качественная и количественная оценка хроматограммы масляного пятна, полученная на листе фильтровальной бумаги, и на основании этого анализа даётся заключение о состоянии масла, техническом состоянии двигателя и других систем (питания, смазки, охлаждения).

Исследования проводились на четырёх автомобилях (два с бензиновыми двигателями, два с дизельными). Методика взятия капельной пробы была следующей: 1) прогревали до рабочей температуры двигатель (85...95°C); 2) заглушали двигатель и давали стечь маслу в течение 3...5 мин после остановки; 3) достав масляный шуп и, не вытирая его ветошью, дожидались, когда стечёт первая капля на бумагу с высоты 3...5 см; 4) бумага лежала на горизонтальной поверхности так, чтобы масло не растеклось. В зависимости от состояния масла, на подготовку пробы потребуется от 2 до 15 мин. Очень старому маслу необходимо время до 45 мин; 5) осуществляли сушку пробы (при комнатной температуре не менее 24 ч); 6) производили анализ хроматограммы масляного пятна (рисунок 2).

Рассмотрим некоторые результаты пробы моторного масла 10W40 (рисунок 2): 1 — автомобиль Hyundai (1,6 л, бензин); общий пробег — 335 257 км; наработка масла — 13 000 км; 2 — автомобиль Audi 80 (1,8 л, бензин); общий пробег — 490 022 км; наработка масла — 9 000 км; 3 — автомобиль Opel Astra (1,7 л, дизель); общий пробег — 211 111 км; наработка масла — 1 000 км; 4 — автомобиль Audi A4 (1,9 л, дизель); общий пробег — 360 000 км; наработка масла — 5 400 км.

Для примера представим сравнительный анализ хроматограмм моторного масла первого и четвёртого автомобилей:

1) качественный анализ хроматограммы масляного пятна автомобиля Hyundai: хроматограмма круглой формы; ядро имеет чёткое очертание, цвет ядра — тёмно-жёлтый; зона диффузии немного светлее ядра; заметно прозрачное кольцо. На основании качественного анализа делаем вывод, что масло подлежит замене, так как цвет ядра и зоны диффузии неудовлетворительны, остальные показатели моторного масла находятся в норме, масло отработало свой ресурс.

Оценку ДСС масла произведем по формуле (1):

$$\check{A}\check{N}\check{N} = 1 - 9^2 / 31^2 = 0,9157.$$

Полученный показатель ($\check{A}\check{C}\check{N} < 0,3$) свидетельствует, что по этому показателю масло находится в норме;

2) качественный анализ хроматограммы масляного пятна автомобиля Audi A4: хроматограмма имеет овальную форму (пробы с данного автомобиля брались три раза и все пятна имели одинаковый вид); ядро слабо выделено и сплывается с зоной диффузии, цвет ядра — чёрный; зона диффузии имеет рваный вид и такой же цвет, что и ядро; хорошо заметно прозрачное кольцо большого размера.

На основании качественного анализа делаем вывод, что масло подлежит замене, так как ядро слабо выделено, имеет чёрный цвет и сливается с зоной диффузии. Зона диффузии имеет рваный вид и вокруг неё имеется прозрачное кольцо большой величины, что может говорить о потере моюще-диспергирующих присадок или о попадании топлива в масло.

Оцениваем ДСС масла по формуле (1)

$$\check{A}\check{N}\check{N} = 1 - 11^2 / 31^2 = 0,874.$$

Полученный показатель ($\check{A}\check{C}\check{N} < 0,3$) свидетельствует о нормальном качестве масла.

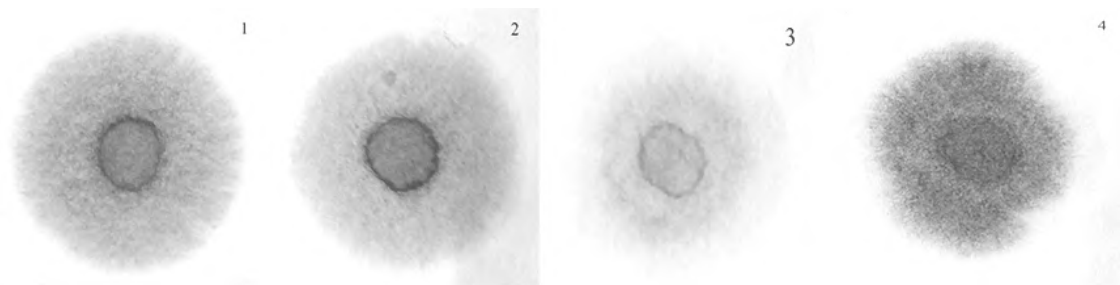


Рисунок 2 — Хроматограммы масляных пятен моторного масла

Закключение. Метод капельной пробы позволяет быстро и без значительных затрат определить состояние моторного масла и сделать вывод о целесообразности его замены и неполадках двигателя. Сочетание качественного и количественного анализа позволяет повысить достоверность диагностирования состояния моторного масла.

Список цитируемых источников

1. История и теоретические основы капельного теста [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «Мотор-ЧекАп». — Режим доступа: <http://www.motor-checkup.ru/theory.html>. — Дата доступа: 12.08.2014. — Загл. с экрана.
2. Методы диагностики машин по анализу работающего масла (В помощь владельцу маслотестера) [Электронный ресурс] // Официальный сайт ООО «Химмоторлог». — Режим доступа: http://himmotolog.ru/?page_id=629. — Дата доступа: 12.08.2014. — Загл. с экрана.
3. Способ определения диспергирующе-стабилизирующих свойств и загрязнённости масел [Электронный ресурс] // Официальный сайт патентного поиска по изобрет. РФ и СССР. — Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/231/2312344.html>. — Дата доступа: 12.08.2014. — Загл. с экрана.
4. Войнов, А. А. Эксплуатационные материалы : метод. руководство к выполнению лабор. работ / А. А. Войнов, Ю. В. Гуськов ; под ред. А. А. Войнова. — Пенза : ПГУ, 2011. — 56 с.

Материал поступил в редакцию 08.09.2014 г.

УДК 608.321.67

Н. М. Федосов, И. А. Богданович, кандидат технических наук, доцент
Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОФИЛЬНЫХ МОМЕНТОПЕРЕДАЮЩИХ СОЕДИНЕНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ МЕХАНИЗМАХ

Анализируется целесообразность применения профильных моментопередающих соединений вместо шлицевых, сделан анализ экономической эффективности их использования. Рассмотрены также типы оборудования и основные методы обработки профильных моментопередающих соединений.

Ключевые слова: профильные соединения, коробки скоростей, нагрузка, вал, втулка, профильное отверстие, материалоемкость.

The paper presents the usefulness of specialized momentoperedayuschih connections instead of slotted and made an analysis of the cost-effectiveness of their use. We also consider the types of equipment and basic methods of processing core momentoperedayuschih compounds.

Key words: the profile connection, Transmission, load, shaft, bush, profile opening, material consumption.

Введение. Профильные моментопередающие соединения нашли применение в технологическом оборудовании, в частности, в металлорежущих станках, в коробках скоростей автомобилей, инструментальных системах, военной технике и т. д. Их применение вместо шпоночных и шлицевых соединений обусловлено тем, что, благодаря отсутствию резких переходов и, вследствие этого, отсутствию концентраторов напряжения, прочность профильных соединений увеличивается в 3,0...5,0 раз по сравнению со шлицевыми [1]. Поэтому их несущая способность в 1,2...1,3 раза выше в соединениях с зазором и в 2,0 раза — в соединениях с натягом. Это позволяет при передаче одинаковых нагрузок на 20,0...40,0% уменьшить массу профильной ступени по сравнению со шлицевой.

Основная часть. Обработка профильных валов и втулок может быть произведена теми же способами, что и цилиндрических поверхностей (точение, шлифование), включая и упрочняющие технологии, например, поверхностно-пластическим деформированием (обкатывание, раскатывание, дорнование и др.).

При изготовлении профильных валов значительно сокращается номенклатура и количество оборудования, численность рабочих, необходимая производственная площадь. Поэтому себестоимость обработки изготовления профильных валов на 40,0...50% ниже чем шлицевых.

Рассмотрим геометрию профилей РК-3 моментопередающих наружных и внутренних поверхностей (цифра в обозначении профиля означает число граней или выступов; РК — равноосный профиль) (рисунки 1).

Требования к точности выполнения параметров профильного соединения указываются в его условном обозначении и содержат данные (в виде контурной кривой) количестве граней, среднем диаметре, двойном эксцентриситете профиля и точности выполнения параметров. Например, запись «СК-3-50Н7/к6/3.6Н8/к7» обозначает трёхгранное профильное соединение с синусоидальным профилем, средний диаметр которого D равен 50 мм, а двойной эксцентриситет $2e$ составляет 3,6 мм, Н7/к6 и Н8/к7 определяют допуски на D и $2e$ соответственно. Согласно ОСТ 92-4742-86, нормальный ряд размеров основан на постоянной величине $e = D / 32$ [2].