

## ДИАГНОСТИКА ДВИГАТЕЛЯ БЕЗРАЗБОРНЫМ МЕТОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕНТГЕНСПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА

*П.К. Минеев, студент инженерного факультета  
Научный руководитель – ассистент А. А. Глуценко  
Ульяновская ГСХА*

Для диагностики состояния механизмов используются различные методы и технические средства. Наиболее информативным и доступным является метод оценки технического состояния механизма по концентрации продуктов изнашивания трущихся деталей в масле. Для этого используется спектральный анализ масел.

В последнее время появляются новые приборы рентгеноспектрального анализа, которые могут получить широкое применение для диагностики механизмов, имеющих значительный набор трибопар (пар трения), таких как двигатели внутреннего сгорания.

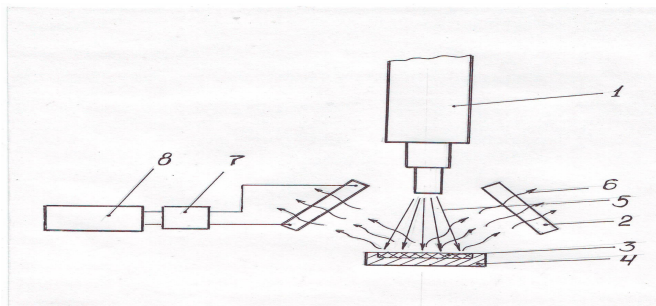
Суть метода спектрального анализа смазочного масла заключается в определении концентрации продуктов изнашивания и установления их связи со скоростями изнашивания деталей механизма. Носителем информации в этом случае является циркуляционное масло механизма, в котором в процессе работы накапливаются продукты изнашивания. Одним из приборов рентгеноспектрального анализа является прибор БАРС-3 (бездифракционный анализатор рентгеновский спектральный) (рис.1).

Анализатор БАРС-3 позволяет определить содержание 12 металлов в масле (Fe, Cu, Zn, Pb, Ti, Cr, Ni, Mo, Ca, Mn, Co и U). При этом не требуется разборки двигателя. Анализу подвергается проба масла взятая из двигателя на любом этапе его работы.



Рис. 1. Анализатор рентгеноспектральный БАРС-3

Анализатор работает следующим образом (рис. 2).



**Рис.2. Схема работы прибора:** 1 – излучающая трубка (вольфрамовая или германиевая); 2 – квантовый фильтр металла; 3 – исследуемый образец; 4 – кювета; 5 – поток излучения ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -лучи); 6 – кванты металла; 7 – преобразователь импульсов; 8 – счетное устройство импульсов.

Образец пробы масла двигателя, отобранной в потоке масла из магистральной, или после остановки двигателя не позднее, чем через 30 минут, через сливную пробку (клапан) из двигателя, помещается в кювету 4. Затем производится облучение образца с экспозицией 16 или 64 секунды. В процессе бомбардировки  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -лучами высвобожденные кванты металлов проходят через фильтр 2, где под воздействием изменения сопротивления фильтрующего элемента происходит их считывание с преобразованием импульсов в устройстве 7 и дальнейшем суммировании и преобразовании в счетном устройстве 8 с выносом на электронное табло. Количество импульсов соответствует определенному содержанию металла в пробе масла.

Для решения первой части задачи (механизм исправен или неисправен) по количественному содержанию элементов износа в смазочном масле, полученные результаты рентгеноспектрального анализа пробы рабочего масла, сравниваются со свежим маслом или эталонными образцами масел, в которых растворено определенное количество металлов (в граммах на тонну масла, или процентах).

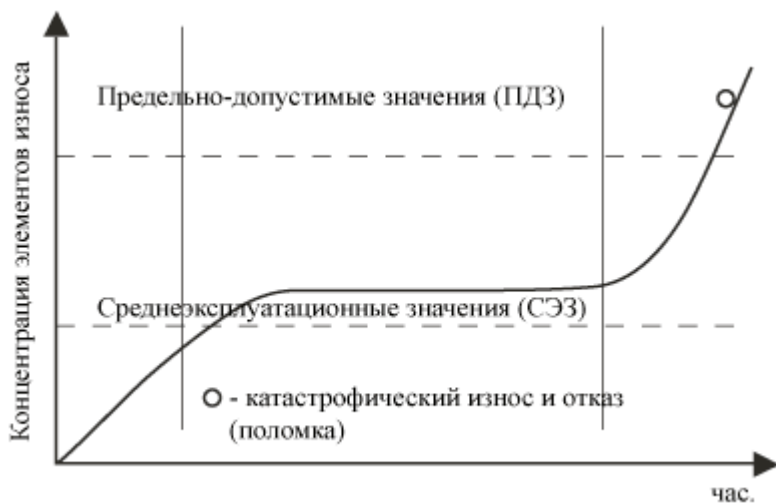
По измерению концентрации железа (Fe) в работавшем масле можно судить о скорости изнашивания таких деталей дизелей, как гильзы цилиндров, шейки коленчатых валов, поршневые кольца и др., по изменению концентрации алюминия (Al) о скорости изнашивания поршней, меди (Cu), олова (Sn), свинца (Pb) о скорости изнашивания вкладышей подшипников, втулок и т.д. Таким образом, решается и вторая часть задачи - определение конкретной неисправности в триботехнической системе. Для этого достаточно иметь данные о наиболее изнашиваемых деталях и материалах, из которых они изготовлены, и их составе.

При нормальном состоянии износа деталей двигателя содержание элементов износа находится в пределах средних эксплуатационных значений, при неисправном состоянии (ненормальном износе) - превышает предельно-допустимые значения концентраций. Некоторые заводы-изготовители двигателей имеют значения предельных и средних концентраций для конкретных об-

разцов. По другим необходимо накапливать статистические данные.

Для определения конкретной неисправности (изношенной детали) могут использоваться специальные матрицы неисправностей для конкретных механизмов.

Теоретическая кривая износа, как известно, имеет три основных участка на протяжении времени (срока службы) механизма (рис.3): 1- процесс приработки, характеризующийся некоторым повышением концентраций элементов износа трущихся пар; 2 - период со стабилизированным количеством элементов износа (основной ресурс до ремонта); 3 - нарастание концентраций элементов износа (достижение предельных зазоров и необходимость восстановления к моменту окончания ресурса механизма).



**Рис. 3. Теоретическая кривая концентрации элементов износа в масле**

Если установить оптимальные сроки диагностики (отбора проб смазочного масла) например, через 100, 500, 1000 час. наработки (или километров пробега) механизма, в зависимости от его ресурса и срока смены масла, то можно проследить за изменением концентраций элементов износа. Стабильное и не превышающее предельно-допустимые значения будет указывать на нормальный процесс износа, и наоборот - резкое повышение концентраций - на ненормальный процесс износа, вплоть до катастрофического (поломка). В этих случаях необходим осмотр, а при необходимости и ремонт, замена изношенных деталей. Устранение эксплуатационных нарушений, регулировка.

При оценке технического состояния двигателя по полученным результатам рентгеноспектрального анализа безусловно необходимо учитывать условия эксплуатации. Причинами ненормального износа до истечения срока службы могут быть и применение некачественных масел, работа на загрязнённом или

обводнённом масле, нарушения регулировок и процесса сгорания топлива, перегрев двигателя и др. эксплуатационные нарушения. После устранения указанных или выявленных нарушений необходим повторный контроль для установления картины процесса износа. Для оценки качества масла и необходимости его замены используются известные способы, как физико-химический анализ, определение вязкости, температуры вспышки, диспергирующей способности (по отпечатку на фильтровальной бумаге) и др.

Выводы: Применение безразборной диагностики двигателей методом рентгеноспектрального анализа способствует повышению безотказной работы не только двигателя в целом, но и отдельных его механизмов, является точным и быстрым способом получения информации о состоянии двигателя, имеет высокий экономический эффект, так как позволяет с минимальными затратами производить оценку состояния двигателя без его разборки.

#### **Литература:**

1. Х.Э. Эрхард. Рентгено-флуорисцентный анализ. М.: Металлургия, - 1983, -с. 186.
2. Лосев И.А., Смогунова Л.В. Основы рентгеновского спектрального флуорисцентного анализа. М.: Химия, - 1982, - с. 112.

## **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ СУШКИ НА ЗЕРНО**

*А.Ш. Нурутдинов, студент 4 курса инженерного факультета  
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.А. Павлушин  
Ульяновская ГСХА*

Наиболее обычным повреждением зерна при его искусственной сушке является образование трещин, вызываемое высокой скоростью сушки. Такое повреждение проявляется в образовании трещин на поверхности зерна или внутренних трещин. При помоле зерна пшеницы с трещинами снижают выход муки высшего сорта. Для предупреждения образования трещин следует контролировать как температуру сушильного агента, так и снижение влажности зерна на один пропуск через сушилку. При высокой скорости сушки зерна внутренние трещины образуются в эндосперме, что приводит к его дроблению при транспортировке. Образование трещин возрастает при увеличении температуры сушильного агента и подачи воздуха. Большинство трещин в зернах образуется при сушке в диапазоне влажности 19...14 %, но они наиболее многочисленны, когда сушка начинается при высокой влажности. Быстрое охлаждение высушенного зерна способствует увеличению количества трещин. Образование трещин уменьшается при низкой скорости сушки и охлаждении высушенного зерна в силосах с вентилированием.

Сушка может оказывать разнообразное влияние на зерно. Важную роль при этом играет вид зерна и его дальнейшее использование. Например, у кукурузы в результате сушки при высокой температуре полностью теряется всхожесть, но целиком сохраняется кормовая ценность.