

на компьютере программное обеспечение анализа изображений – оценивать концентрацию, размер, форму и материал частиц износа, что в конечном итоге позволяет получать своевременную информацию о техническом состоянии механизма и при необходимости провести своевременный ремонт и замену отдельных деталей, тем самым предотвращая выход механизма из строя.

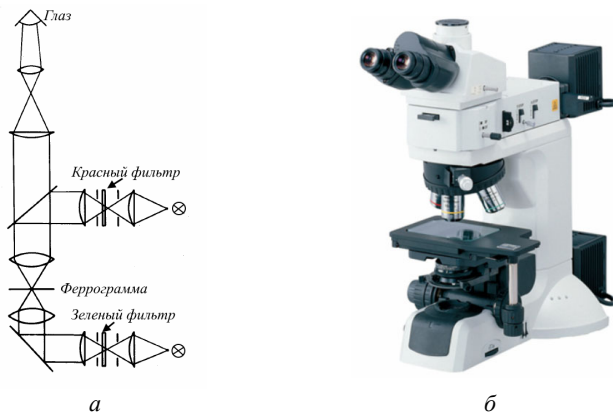


Рисунок 5 – Схема оптической системы ферроскопа

Список использованных источников

1. Westcott, V.C. Ferrography Oil and Grease Analysis as Applied to Earth Moving Machinery / V.C. Westcott. – SAE Preprint 7050555. – 1978.
2. Patent WO85/04715. Method and apparatus for assessing particle deposits / Inventors: A.R.Lansdown, D.B. Jones, A.L.Price – № 85/04715; patented Oct. 24, 1985. – PCT.

УДК 631.3-6

МАГНИТНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ СВОЙСТВ РАБОТАЮЩЕГО МОТОРНОГО МАСЛА

Студент – Рыхлик А.Н., выпускник, ФТС

Научные

руководители – Капцевич В.М., д.т.н., профессор;

Корнеева В.К., к.т.н., доцент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Описаны устройства и принцип действия оборудования, применяемого при магнитных методах контроля моторного масла.

Ключевые слова: феррография, магнитный фильтр, магнитная пробка, магнитный щуп.

Одним из важнейших элементов конструкции двигателя является работающее моторное масло [1], от качества которого во многом зависит надежность работы всех трущихся сопряжений. Кроме того, моторное масло является источником информации как о своем состоянии, так и о состоянии механизмов и узлов сельскохозяйственной техники. Моторное масло в процессе работы двигателя выносит их трущихся сопряжений продукты износа, анализируя которые можно получать информацию о состоянии трибосопряжений.

Магнитные методы контроля свойств работающего моторного масла для диагностики состояния деталей и узлов техники, основанные на анализе частиц износа, можно разделить на два класса методов [2]. Методы первого класса предусматривают периодический отбор проб масла из системы смазки с последующим анализом этих проб лабораторными методами. К таким методам относятся феррография прямого считывания и аналитическая феррография. Методы второго класса основаны на анализе частиц износа в масле с помощью устройств, встроенных в систему смазки: магнитные фильтры, магнитные пробки, и магнитные шупы.

Феррография прямого считывания – *Direct reading ferrography* (DR-Ferr) – это метод оценки количества крупных D_L (*Direct Large*) и мелких D_S (*Direct Small*) продуктов износа в смазочном масле. Мелкие частицы D_S размером менее 5 мкм представляют собой частицы нормального износа, а крупные частицы D_L (более 5 мкм) – аномального износа.

Для этого метода феррографии используют устройство – феррограф прямого считывания (рис. 1), принцип действия которого основан на определении количества частиц в пробе масла посредством их осаждения на дно стеклянной осадительной трубки под воздействием сильного магнитного поля [3]. Оптоволоконное устройство направляет пучок прямых лучей света через стеклянную осадительную трубку в двух точках, соответствующих точкам магнитного осаждения крупных и мелких частиц. Интенсивность света снижается в зависимости от количества частиц, осаждаемых в стеклянной пробирке, и такое снижение контролируется и отображается на электронном устройстве.

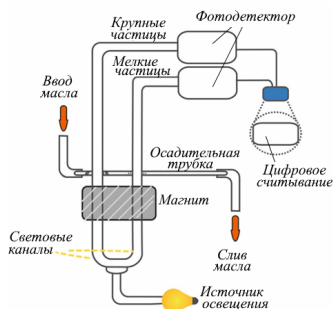


Рисунок 1 – Схема феррографа прямого считывания

Аналитическая феррография – *Analytical ferrography (A-Ferr)* – метод исследования ферромагнитных частиц, осажденных из масла с помощью постоянного магнита на предметном стекле с получением феррограмм, исследование которых под микроскопом позволяет получить информацию о конкретных продуктах износа. По форме и размеру частиц можно определить механизм изнашивания (рис. 2), а по изменению цвета частиц при нагревании феррограмм можно судить о материале частиц.

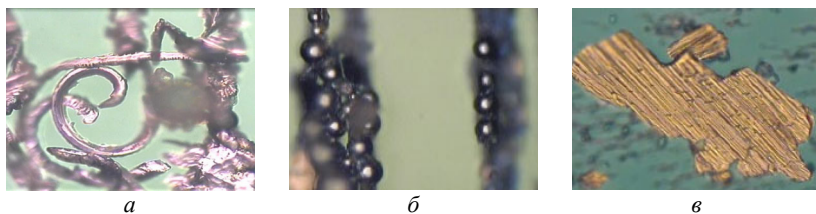


Рисунок 2 – Продукты износа и механизм изнашивания: а – стружки (спирали) – абразивное изнашивание; б – сферические частицы – усталостное изнашивание подшипников и зубчатых передач; в – пластины с параллельными бороздками на поверхности – изнашивание при заедании (задире) в условиях скольжения

Принцип работы магнитного фильтра – *magnetic filter* (рисунок 3) основан на осаждении ферромагнитных частиц на участках с максимальным градиентом магнитного поля [4]. Основным преимуществом магнитного фильтра, в отличие от обычных, является возможность многократного использования. Его регенерация заключается в удалении продуктов износа с поверхности постоянных магнитов. Собранные частицы износа можно подготовить для микроскопического анализа для исследования их размеров, формы, количества и природы, что позволит получить своевременную информацию о техническом состоянии деталей двигателя.

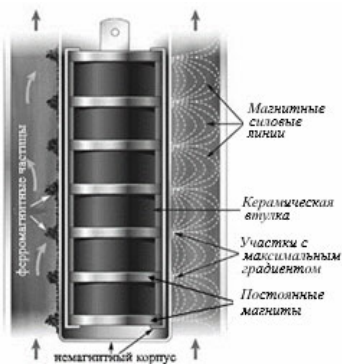


Рисунок 3 – Принцип работы магнитного фильтра

Магнитная пробка – *magnetic plug* (рис. 4) – простейший тип магнитного фильтра, в котором постоянный магнит в форме диска или цилиндра прикреплен к его внутренней поверхности. Периодически магнитную пробку извлекают и проверяют на наличие ферромагнитных частиц износа, анализ которых позволяет сделать заключение о техническом состоянии деталей двигателя: «персиковый пух» свидетельствуют о нормальной работе двигателя, а «усы» и «рождественская елка» – о критическом его состоянии [4].



Рисунок 4 – Магнитная пробка

Для проведения диагностики состояния рабочих механизмов двигателя нами предложено простейшее устройство – магнитный шуп (рисунок 5), позволяющий осуществлять анализ частиц износа, присутствующих в моторном масле, непосредственно в полевых условиях при ежесменном техническом обслуживании сельскохозяйственной техники.

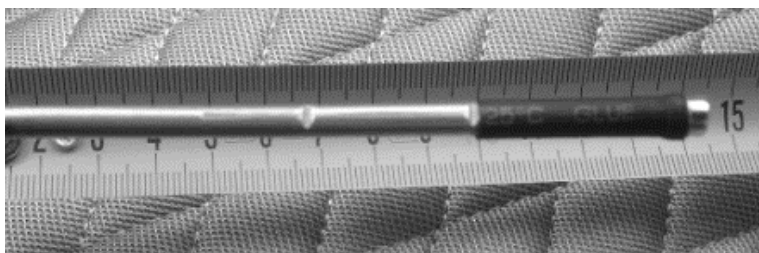


Рисунок 5 – Фотография магнитного шупа

В предлагаемом устройстве на немагнитном стержне масляного шупа, предназначенного для измерения уровня масла в картере двигателя, при помощи маслостойкой термоусаживаемой трубки 3М закреплен цилиндрический постоянный магнит диаметром 5 мм и высотой 6 мм. В процессе работы двигателя ферромагнитные частицы, находящиеся в поддоне картера двигателя, попадая в магнитное поле, создаваемое постоянным магнитом, намагничиваются, и осаждаются на нем (рисунок 6).



Рисунок 6 – Фотография рабочей поверхности постоянного магнита с осажденными на нем ферромагнитными частицами

При проведении ежесменного технического обслуживания сельскохозяйственной техники магнитный щуп извлекается из трубки картера ДВС для проверки уровня масла. Одновременно с контролем уровня масла производится анализ размеров, формы и количества ферромагнитных частиц, задержанных на постоянном магните.

Таким образом, магнитные методы контроля позволяют локализовать сбор ферромагнитных частиц при помощи постоянного магнита, а их анализ дает возможность определять размеры, форму и количество продуктов износа, содержащихся в масле картера двигателя, что в конечном итоге позволяет получать своевременную информацию о техническом состоянии деталей двигателя и при необходимости провести своевременный ремонт и замену отдельных деталей, тем самым предотвращая выход двигателя из строя.

Список использованных источников

1. Резников, В.Д. Надежность моторного масла как элемента конструкции двигателя / В.Д. Резников // Химия и технология топлив и масел. – 1981. – №8. – С. 24–27.
2. Маркова, Л.В. Трибодиагностика машин / Л. В. Маркова, Н. К. Мышкин. – Минск : Белорусская наука, 2005. – 251 с.
3. Nair, K. An appraisal of the direct reading (dr) ferrograph / K. Nair, E. Fitch, R. Tessniann // BhPR Journal. – 1980. № 13.4 – P. 319–328.
4. Fitch, V. Magnetic Filtration Applications and Benefits / V. Fitch // Machinery Lubrication [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа: <https://www.machinerylubrication.com/Read/794/magnetic-filtration>. – Дата доступа : 15.03.2021.