

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ ПРОДУКТОВ ИЗНОСА В КАРТЕРНОМ МАСЛЕ

*А.А. Глуценко, к. т. н., доцент  
ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная  
сельскохозяйственная академия»  
тел. 8(84231)55-23-75 oildel@yandex.ru*

**Ключевые слова:** *масло, продукты износа, техническое состояние, спектральный анализ.*

*Проведены исследования по определению технического состояния дизельного двигателя по содержанию продуктов износа деталей в картерном масле. Установлено, что износ основных деталей двигателя трактора «Джон Дир» при наработке в 497 м-ч остается в допустимых пределах.*

При длительной работе масла в двигателе, постоянной интенсивности очистки и постоянном расходе, скорость изнашивания деталей двигателя характеризуется только концентрацией продуктов износа в масле. На этом выводе основано применение спектрального метода определения технического состояния двигателя.

По изменению концентрации примесей в масле можно точно указать, какие именно детали или узлы подвергаются износу.

Все детали двигателя можно разбить на шесть групп. К первой группе относятся поршни, характерным элементом для которых является алюминий (84,3%). Вторую группу составляют втулки верхней головки шатуна и коромысел с характерным элементом цинком. Однако цинк входит в состав присадки к маслу, поэтому для оценки износа деталей цинк использовать нельзя. Другим характерным элементом для второй группы деталей служит медь (89,5 %). Олово входит в состав втулок (4,0 %) и вкладышей (6,0 %), и, кроме того, оловом покрывают поршни (толщина слоя 0,005 мм). В связи с этим по содержанию олова в масле, определяемому в процессе обкатки двигателя, можно судить только о суммарном износе трех групп деталей. После обкатки, когда оловянное покрытие с поршней в основном будет снято, олово можно будет использовать в качестве дополнительного характерного элемента для оценки износа втулок и вкладышей.

Среди исследуемых деталей только две имеют в своем составе характерные элементы, которые не входят в состав других деталей: это - поршень (характерный элемент - алюминий) и вкладыш (характерный элемент - свинец). Во всех остальных случаях судить об износе деталей приходится по элементам, входящим в несколько групп деталей.

К третьей группе относятся вкладыши коренных и шатунных шеек коленчатого вала и втулки распределительного вала, характерными элементами для которых являются сурьма (6,0 %) и свинец (87,9%). Свинец может быть использован в качестве характерного элемента только в том случае, если двигатель работает на неэти-

---

лированном бензине. В противном случае в масло попадает очень много свинца из камеры сгорания вместе с несгоревшим топливом.

В четвертую группу входят поршневые кольца, впускные и выпускные клапаны. Характерным элементом для этой группы деталей служит хром. Во впускном клапане содержится 9,7, а в выпускном - 20,0 % хрома. Кольца содержат 0,3% хрома. Поэтому повышение содержания в масле хрома происходит в основном вследствие износа колец,

Молибден, содержащийся в кольцах и во впускных клапанах, не может быть использован для регистрации износа деталей, так как, во - первых, его концентрация мала (соответственно 0,3 и 0,8 %), во - вторых, он содержится также в наплавленном слое толкателей (0,5%).

К пятой группе относятся гильзы цилиндров с характерным элементом никелем (16,7 %). Никель содержится и в других деталях (0,2-1,5).

К шестой группе относятся большие гильзы цилиндров, коленчатый и распределительный валы, нехромированные поршневые кольца, оси коромысел, толкатели, направляющие толкателей и шестерни коленчатого и распределительного валов. Перечисленные детали изготовлены из малолегированных сталей и чугунов, близких по химическому составу, если не считать содержания в них углерода и кремния. Углерод не может служить характерным элементом, так как является составной частью масла. Кремний попадает в масло в большом количестве вместе с пылью. Остальные элементы содержатся в небольших и примерно одинаковых концентрациях [1].

С целью определения состояния двигателя проводились исследования по изменению концентрации основных металлов на работающих двигателях тракторов «Джон Дир» взятых из рядовой эксплуатации. Спектральный анализ проводился с использованием прибора БАРС-3 (бездифракционный анализатор рентгеновский спектральный).

Образец пробы масла двигателя, отобранной в потоке масла из магистрали, или после остановки двигателя не позднее, чем через 30 минут, через сливную пробку (клапан) из двигателя, подвергается облучению с экспозицией 16 или 64 секунды. В процессе бомбардировки  $\alpha$  -,  $\beta$  -,  $\gamma$  - лучами высвобожденные кванты металлов проходят через фильтр, где под воздействием изменения сопротивления фильтрующего элемента происходит их считывание с преобразованием импульсов, суммированием и преобразованием в счетном устройстве в виде определенного количества импульсов. Количество импульсов соответствует определенному содержанию металла в пробе масла (рис. 1). Полученные данные изменения концентрации металлов в масле (рис. 2) позволяют сделать следующие выводы.

Содержание Си увеличилось незначительно, от 0,005 мг до 0,009 мг. Содержание Рb увеличилось с 0,003 мг до 0,013 мг, что говорит о незначительном износе коренных и шатунных шеек коленчатого вала. Допустимым остался износ втулок верхней головки шатуна и коромысел, поскольку изменение содержания характерного для них Zn составило всего 0,7 мг.

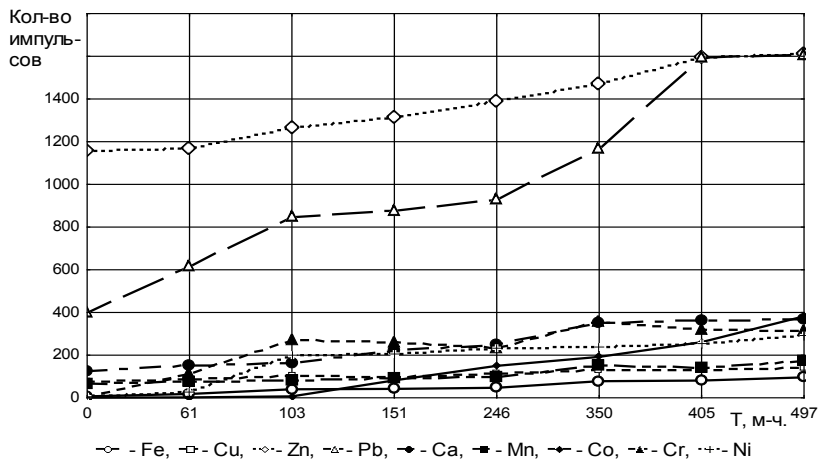


Рис. 1. Изменение концентрации металлов в масле от наработки двигателя по количеству импульсов

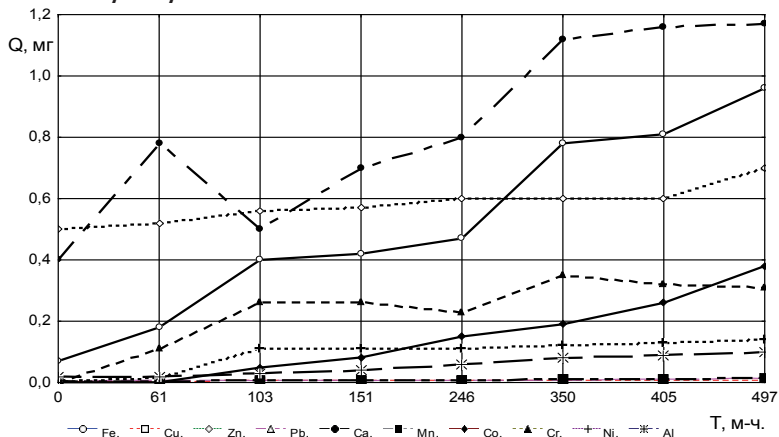


Рис. 2. Изменение концентрации металлов в масле от наработки двигателя

Содержание Mn, входящего во все стальные и чугунные детали двигателя, не превысило предельного значения 0,4 мг и составило 0,005 мг в чистом масле и 0,013 мг при наработке 497 м-ч, что говорит о допустимом износе стальных и чугунных деталей. Содержание Cr в масле увеличилось с 0,001 мг до 0,31 мг и достигло предельно допустимого значения 0,3 мг. Повешение концентрации Cr говорит о прогрессирующем износе поршневых колец двигателя. В период работы произошло увеличение содержания Ni с 0,004 до 0,14 мг. Поскольку Ni является характерным

---

металлом алюминиевых сплавов, из которых изготавливают поршни, можно сделать заключение об их повышенном износе. Содержание Fe в испытуемых образцах увеличилось с 0,07 мг до 0,96 мг и в два раза превысило предельно допустимую концентрацию - 0,42 мг на объем масла в двигателе. Также увеличилось и содержание Al, составившее 0,02 мг в чистом масле и 0,1 мг в пробе масла с наработкой 497 м-ч.

Таким образом, на основании проведенного исследования по изменению концентрации металлов в работающем масле можно сделать следующее заключение. Износ основных деталей двигателя трактора «Джон Дир» при наработке в 497 м-ч остается в допустимых пределах эксплуатационных значений. Выявлен повышенный износ цилиндрико-поршневой группы (повышенное содержание Fe, Cr, Al и Ni, являющихся характерными металлами данной группы). Причиной повышенного износа может являться неисправность системы очистки воздуха или системы питания двигателя (фильтрующих элементов), в результате чего в камеру сгорания с воздухом или топливом поступают загрязняющие вещества, приводящие к повышенному износу ЦПГ.

На основании этого можно сделать заключение о возможности использования данного метода для проведения безразборной диагностики двигателей внутреннего сгорания в эксплуатационных условиях. Данный метод позволяет не только определить остаточных ресурс работы двигателя, но и с высокой степенью точности выявить неисправности основных узлов и систем двигателя, а также установить причину выхода их из строя.

УДК 621.436

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В КАЧЕСТВЕ БИОКОМПОНЕНТА ДИЗЕЛЬНЫХ СМЕСЕВЫХ ТОПЛИВ**

**В.А. Голубев**

**тел. 8(84231) 55-95-73, [golubevugsha@mail.ru](mailto:golubevugsha@mail.ru)  
ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная  
сельскохозяйственная академия»**

**Ключевые слова:** *альтернативные источники энергии, растительные масла, биодизель, дизельное смешевое топливо, модернизированная система питания дизеля, смеситель-дозатор топлива.*

*Одним из альтернативных источников энергии является биотопливо, которое, при доведении его свойств до свойств минерального дизельного топлива, можно использовать в дизелях. В предлагаемой модернизированной системе питания дизеля, основой которой является смеситель-дозатор топлива, подготовка биотоплива осуществляется смешиванием его с минеральным топливом.*