

СНИЖЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Я.Я. Вельц, С.В. Горелов, Б.Д. Умаров

Проводится анализ состояния моторного масла в процессе работы двигателя внутреннего сгорания и рассматриваются источники отрицательного влияния загрязнений масла на его работу.

При работе любой сборочной единицы машин свойства смазочных материалов изменяются: происходит загрязнение механическими примесями и водой, продуктами износа деталей и сгорания топлива накапливаются растворимые и взвешенные продукты окисления. Совокупность этих изменений, приводящих в общем случае к снижению уровня эксплуатационных свойств масел, характеризуется термином «старение масла». В общем виде изменение состояния моторного масла может быть представлено схемой (рис. 1).

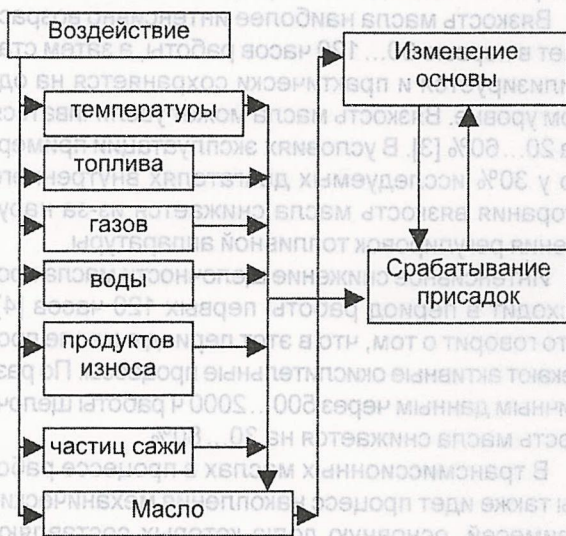


Рис. 1. Схема изменения состояния моторного масла в процессе работы двигателя

Обзор литературных источников, касающихся загрязненности моторных масел, показывает, что повышенная загрязненность масел оказывает отрицательное влияние на надежность двигателей.

В двигателях внутреннего сгорания наиболее заметные изменения качества вызваны процессами окисления и термического распада углеводородов масел. Под действием температуры и кислорода воздуха масло окисляется тем интенсивнее, чем выше температура и больше время ее действия. Процесс становится интенсивным при температуре 120...150°C, а при 250...300°C углеводороды масла разрушаются. Первичные продукты окисления в масле находятся в растворенном состоянии,

образуются различные смолистые вещества и органические кислоты, увеличивающие вязкость и кислотность масел. В дальнейшем появляются коллоидные соединения и мелкие механические взвеси, образующие лаки, осадки, нагары, приносящие большой вред, так как вызывают залегание и пригорание поршневых колец. Маслофильтрующими устройствами не удается полностью очистить масло от всех этих примесей, поэтому количество углеродистых частиц в процессе работы двигателя постоянно увеличивается [1].

Для моторного масла характерно также загрязнение пылью, попадающей с воздухом, а часто и с топливом. Содержание мехпримесей возрастает и в результате накопления частиц металлов при трении. Эти абразивные примеси резко увеличивают износ деталей, а отложения нагара и лака, образующиеся шламовые отложения забивают трубопроводы, масляные радиаторы и фильтры.

На изменение свойств масел существенное влияние оказывает техническое состояние двигателя. Скорость старения значительно выше при работе изношенных двигателей, что связано с увеличением прорыва газов в картер и повышенной температурой деталей.

Обеспечение чистоты смазочных масел, представляет собой систему мер, направленных на повышение надежности двигателей внутреннего сгорания. Решение проблемы обеспечения чистоты возможно на основе системного подхода, предусматривающего изучение количественных и качественных показателей загрязненности, анализа методов и средств очистки смазочных масел, а также основных направлений повышения их эффективности.

Основная функция моторного масла – обеспечение между сопряженными деталями при нормальных условиях работы жидкостного, а на переходных режимах граничного трения. Исследования физико-химических и эксплуатационных показателей моторных масел в дизельных двигателях показывают, что в процессе эксплуатации в них накапливаются различные продукты загрязнения. В связи с этим вопросам влияния загрязнений моторного масла на его эксплуатационные свойства, а следовательно, и надежность двигателей посвящено значительное число работ [1, 2]. Как показывают результаты этих исследований, повышенная загрязненность моторных масел оказывает отрицательное влияние на надежность двигателей, вызывая интенсивный абразивный износ сопрягае-

мых деталей. Причем интенсивность износа, вызванного загрязнением моторного масла, значительно выше воздействия загрязнений, попавших в двигатель другими путями. Так, на 80...90% износ цилиндропоршневой и кривошипно-шатунных групп двигателей является абразивным. По тем же данным до 80% случаев проворачивания вкладышей подшипников коленчатого вала дизелей вызваны присутствием в масле относительно крупных частиц загрязнений.

Данные о влиянии очистки масла на износ деталей кривошипно-шатунного механизма двигателей указывают на то, что загрязнения моторных масел вызывают интенсивный износ коренных и шатунных шеек и подшипников скольжения.

Исследование моторного масла без загрязнений показало, что износ деталей двигателя при этом резко снижается. Например, износ подшипников и шеек коленчатого вала снижается в 10...40 раз. Несколько меньшее влияние загрязненность масла оказывает на износ поршней. Износ поршневой группы в основном определяется загрязненностью воздуха, поступающего в камеры сгорания двигателя. Однако даже с учетом этого удаление из масла частиц загрязнений, размеры которых превышают 5 мкм, позволяет снизить износ цилиндропоршневой группы в 1,5...10 раз. Удалив из масла частицы размером более 1 мкм можно уменьшить износ еще в более значительной степени.

Вопрос о наиболее опасных размерах частиц загрязнений с точки зрения износа деталей двигателя в настоящее время остается открытым. Однако в работе [2] приводятся данные, которые указывают, что наиболее опасными являются частицы размером 15...30 мкм. Причем интенсивность износа деталей двигателя увеличиваются также с повышением содержания загрязнений в масле. Так, по данным [3], с увеличением содержания загрязнений от 0,05% (масс.) до 0,2% (масс.) скорость износа верхних поршневых колец и гильз цилиндров увеличивается более чем в два раза. Кроме абразивного износа, загрязнение моторных масел вызывает засорение каналов для подвода масла к местам смазки, нарушает температурный режим работы двигателя.

Рассматривая работавшие масла через микроскоп, установили, что они представляют собой не сплошную систему, а две отдельных: светлое масло плюс примеси.

Многими исследователями обнаружено, что после удаления из масла механических примесей у него полностью возвращаются первоначальные свойства [1-3]. Необходимо решение, позволяющее удалять из масла как твердые частицы загрязнений размером более 10 мкм, так и части-

цы загрязнений органического происхождения (продукты окисления масла) размером 0,5...1 мкм. Иначе говоря, необходимо разработать принципиально новый технологический процесс тонкой очистки масла.

Изменение физико-химических показателей моторных масел в двигателях различных марок следующее. Механические примеси наиболее интенсивно накапливаются в моторном масле в первые 60...120 часов работы, затем процесс стабилизируется. Интенсивное накопление механических примесей в первый период работы масла объясняется окислением малостабильных углеводородов масла во всем объеме смазочной системы. Затем этот процесс протекает главным образом в доливаемом масле.

Установлена экспериментальная зависимость накопления механических примесей в моторном масле. В результате проведенных исследований установлено, что содержание механических примесей у двигателей различных марок за 600 часов работы находится в пределах 0,5...2,5%.

Вязкость масла наиболее интенсивно возрастает в первые 60...120 часов работы, а затем стабилизируется и практически сохраняется на одном уровне. Вязкость масла может увеличиваться на 20...60% [3]. В условиях эксплуатации примерно у 30% исследуемых двигателей внутреннего сгорания вязкость масла снижается из-за нарушения регулировок топливной аппаратуры.

Интенсивное снижение щелочности масла происходит в период работы первых 120 часов [4]. Это говорит о том, что в этот период в масле протекают активные окислительные процессы. По различным данным через 500...2000 ч работы щелочность масла снижается на 30...80%.

В трансмиссионных маслах в процессе работы также идет процесс накопления механических примесей, основную долю которых составляют абразивные частицы. Содержание этих частиц к концу срока службы масла может достигать 3...5% при допустимом значении 0,1%.

По мере работы трансмиссионного масла также происходит снижение щелочности. Это наблюдается в первые часы работы масла. Накопление механических примесей, снижение щелочности в трансмиссионных маслах ведет к ухудшению их противоизносных свойств, однако основной его углеводородный состав изменяется незначительно.

По результатам проведенных нами исследований выявлена динамика изменения физико-химических показателей различных масел в реальных условиях эксплуатации. Так, например, при работе масел в двигателе Д-240 интенсивное накопление механических примесей наблюдалось в первые 90 мото-ч, содержание которых достигало

СНИЖЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

0,16...0,17%. Затем загрязненность масла снизилась и стабилизировалась на уровне 0,03...0,04%. После 300 мото-ч работы содержание механических примесей вновь начало увеличиваться и к 500 мото-ч работы достигло 0,09%.

В двигателях СДМ-62 и ЯМЗ-240Б загрязненность масел составила в среднем 0,061...0,075%. Полученные данные по содержанию механических примесей в моторных маслах подтверждают ранее проведенные исследования.

В коробке перемены передач двигателя внутреннего сгорания наиболее интенсивное накопление механических примесей наблюдалось в первые 160 мото-ч работы и составило 1,7%, затем процесс стабилизировался на уровне 1,2...1,4%, а примерно к 650 мото-ч наработки количество механических примесей снова начало возрастать и достигло 1,95%.

Анализ полученных результатов исследований позволяет сделать вывод о том, что содержание загрязнений в маслах, используемых в узлах и системах двигателя внутреннего сгорания, значительно превышает допустимые значения [2]. Проведенными исследованиями установлено, что вязкость масла в двигателях Д-240 имеет тенденцию к устойчивому снижению. В начальный период работы наблюдается некоторое увеличение вязкости до 5...8%, с последующим ее понижением на 15...20% от вязкости свежего масла.

По полученным результатам можно сделать вывод о том, что вязкость масла в процессе эксплуатации изменяется незначительно и масло пригодно к дальнейшему использованию без его замены. Исправное состояние топливной аппаратуры и правильно выбранный тепловой режим эксплуатации двигателя восстанавливают вязкость (при ее снижении) до нормы.

Исследования изменения кислотного числа моторных масел показали, что в первые 120 мото-ч работы кислотность масла повышается на

35...40% (в двигателе). В последующий период работы кислотность увеличивается не столь значительно и к моменту смены масла составляет 1,5...2,5 мг КОН/г масла. В КПП и гидросистеме изменения кислотности масла незначительные и не превышают 5-10%.

По результатам анализа проведенных исследований и обзора литературных источников можно сделать следующие выводы:

1. Основными видами загрязнений моторных масел являются механические примеси, продукты окисления углеводородов, вода и топливо, которые постепенно накапливаются в масле, ухудшают его свойства и приводят к интенсивному износу деталей узлов и агрегатов.
2. Загрязненность масел механическими примесями, особенно в начальный период работы и перед их заменой, значительно превышает допустимые значения.
3. В отработанных установках срок масла вязкость изменяется незначительно.

Литература

1. Халин Н.С. Автомобильные двигатели с турбонаддувом / Н.С. Халин, Э.В. Аболтин, В.Ф. Лянцев. М.: Машиностроение, 1991. 280 с.
2. Архангельский В.М. Автомобильные двигатели / А.М. Архангельский, М.М. Вихерт, А.Н. Воинов. М.: Машиностроение, 1977. 325 с.
3. Авдолькин Ф.Н. Влияние давления и скорости относительного перемещения поверхности трения / Ф.Н. Авдолькин, А.С. Денисов // Изв. вузов: Машиностроение. 1977. №2. С. 37-41.
4. Николаенко А.В. Улучшение топливно-энергетических показателей автотракторных двигателей. Л.: ЛСХИ, 1990. 242 с.
5. Остриков В.В. Очистка отработанных моторных масел с использованием разделяющего агента оценки: Дис... канд. техн. наук. М., 1996. 196 с.

| | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0,20 | 0,18 | 0,15 | 0,10 | 0,07 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,01 |
| 0,20 | 0,18 | 0,15 | 0,10 | 0,07 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,01 |

возникшие под влиянием...

$$V_{\text{ж}} = \frac{V_{\text{ж}}}{V_{\text{ж}}} = \dots$$

$$V_{\text{ж}} = \dots$$
 ...ониватотавтоос, 7, 12 и 8, 4; 4 = ...
 ...ониватотавтоос, 7, 12 и 8, 4; 4 = ...