Федеральное агенстсво по образованию

Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

Ярославский государственный технический университет

Кафедра "Автомобильный транспорт"

**Диагностирование состояния деталей цилиндропоршневой группы двигателей ЯМЗ**

Расчетно-пояснительная записка к курсовой работе

по дисциплине "Диагностика автомобилей"

ЯГТУ 190601.65-008 КР

Нормоконтролер

д.т.н., профессор

Б.С .Антропов

 Работу выполнил

Студент гр. АТ-43

Ю.А.Щеголев

2009

**Содержание**

Реферат

Введение

1. Методы диагностирования двигателей
2. Распределение потока отказов двигателей
3. Цилиндропоршневая группа

Заключение

Список используемой литературы

**Реферат**

Курсовая работа написана на 23 страницах;

В работе содержится 2 таблиц; 5 рисунки; 2 источника литературы.

*Перечень ключевых слов*, которые дают общее представление о содержании курсовой работы: субъективные и инструментальные методы диагностирования двигателей, расход масла на долив, состояние деталей цилиндропоршневой группы, возможные причины дефектов цилиндропоршневой группы.

*Предметом исследования* является цилиндропоршневая группа.

*Целью курсовой работы* является изучение диагностирования состояния деталей цилиндропоршневой группы двигателей ЯМЗ.

**Введение**

Ежегодное производство дизельных двигателей в мире достигает 12 млн. штук. Свыше 60 % - это дизельные двигатели автотракторного назначения. Этим и объясняется то большое внимание, которое уделяется совершенствованию этих двигателей.

В октябре 1961 г. Ярославский моторный завод (ЯМЗ) приступил к производству четырёхтактных двигателей ЯМЗ-236 и несколько позднее - двигателей ЯМЗ-238 , ЯМЗ-240 и их модификаций. Указанные двигатели V-образные; 6-, 8- и 12-цилиндровые; диаметр цилиндров D=130 мм; ход поршня S=140 мм. Они охватывают диапазон мощности 110-368 кВт (150-500 л.с.) и выпускаются в безнаддувном и наддувном вариантах. Эти двигатели составляют до настоящего времени основу производства завода. Ими оснащаются автомобили МАЗ, КрАЗ, УралАЗ, ЗИЛ, БелАЗ и тракторы ХТЗ, "Кировский завод" (г. С.-Петербург), МоАЗ и многие другие транспортные средства.

На заводе ведётся постоянная работа по совершенствованию двигателей размерности DxS=130x140 мм в направлении повышения ресурса и безотказности в работе, снижения расхода топлива и масла. Ряд двигателей этого семейства уже сегодня по выбросу вредных веществ с отработавшими газами (ОГ) соответствует нормативам Евро-2, а в перспективе предусмотрено выполнение более жёстких норм Ев-ро-3. В приложении А приведены показатели основных автотракторных моделей двигателей ЯМЗ размерности DxS=130x140 мм.

В 1980 году объединение "Автодизель" приступило к производству 52-цилиндровых двигателей новой размерности 0x8=140x140 мм типа ЯМЗ-8401. В объединении были созданы и 8-цилиндровые двигатели этой размерности, но их производство было передано Тутаевскому моторному заводу (двигатели ТМЗ-8421, ТМЗ-8423 и ТМЗ-8424). Указанные двигатели охватывают диапазон мощности 256-309 кВт (360-420 л.с.)

Двигатели ЯМЗ нового семейства выпускаются в ОАО "Автодизель" мелкими сериями и только в наддувном варианте. Они охватывают диапазон мощности 305-537 кВт (415-730 л.с.). Ими оснащаются автосамосвалы БелАЗ, промышленные тракторы ЧЗПТ и тягачи МЗКТ.

Двигатели нового семейства по своим технико-экономическим показателям находятся на уровне лучших образцов моторостроительных фирм. Уже на стадии проектирования в них были заложены высокие требования к топливной экономичности, ресурсу и безотказности.

**1. Методы диагностирования двигателей**

Методы диагностирования двигателей, в равной степени как и других агрегатов транспортного средства, можно подразделить на две группы: субъективные и инструментальные. Последние методы могут быть, в свою очередь, подразделены на методы с использованием встроенных приборов в системе транспортного средства и методы с использованием внешних приборов (рис. 1).

Субъективные методы диагностирования основаны на анализе и систематизации внешних признаков работы двигателя. Так, по цвету отработавших газов, подтеканиям топлива, масла и охлаждающей жидкости, характеру шума и т.п. можно определить причину той или иной неисправности. Положительный фактор субъективных методов низкая трудоёмкость диагностирования без применения средств измерений (датчиков и измерительных приборов). Однако результаты диагностирования во многом зависят от квалификации обслуживающего персонала, т.е. чем опытнее водитель и механик, тем быстрее они смогут отыскать причину и устранить неисправность. К сожалению, до сих пор во многих эксплуатирующих организациях отсутствует надлежащий опыт, что порой приводит к необоснованным заменам агрегатов на двигателях или отправке их в капитальный ремонт и даже к авариям, которых можно было бы избежать. Чтобы компенсировать недостатки в опыте эксплуатации двигателей ЯМЗ, в экспериментальном цехе ОАО "Автодизель" разработана методика поиска неисправностей по их внешним проявлениям. Она создана на основе обобщения и анализа многолетнего опыта эксплуатации двигателей ЯМЗ в составе автомобилей и тракторов в базовых автохозяйствах ОАО "Автодизель" .

Рисунок 1- Структурная схема методов диагностирования двигателей

Инструментальные методы диагностирования являются наиболее объективными методами, т.к. при диагностировании применяются измерительные приборы, позволяющие количественно измерять диагностические параметры, а по их значениям оценивать техническое состояние двигателя.

Встроенными средствами диагностирования являются входящие в конструкцию автомобиля или трактора датчики, устройства измерения, микропроцессоры и устройства отображения диагностической информации (рис. 2).

Простейшие встроенные средства диагностирования реализуются в виде традиционных приборов на панели (щитке) перед водителем, позволяющих ему контролировать работу двигателя по температуре охлаждающей жидкости, давлению масла в главной магистрали, частоте вращения коленчатого вала, давлению наддувочного воздуха и т.п. Как показано на рис. 2, с помощью датчика (механического, гидравлического, пьезоэлектрического, индукционного и др.) воспринимается сигнал, отражающий диагностический параметр Б. От датчика сигнал в трансформированном виде Б' поступает в измерительное устройство, затем количественное значение диагностического параметра 8 выдаётся устройством отображения данных (стрелочный прибор, цифровая индикация и т.п.).

В автоматизированных системах диагностирования, применяемых на автомобилях ведущих мировых фирм, при помощи специального логического устройства, функционирующего на базе микропроцессора, выполняется автоматическая постановка, диагноза и выдаются рекомендации в нормативной форме о возможности дальнейшей Эксплуатации или необходимости проведения ремонтно-регулировочных операций и замен неисправных элементов.

Другим методом инструментального диагностирования является диагностирование с помощью внешних приборов (датчиков и измерителей), не входящих в конструкцию автомобиля или трактора. Этот метод диагностирования применяется для определения истинных значений диагностических параметров и контроля показаний штатных приборов автомобиля или трактора. В зависимости от устройства и технологического назначения внешние приборы могут быть стационарными или переносными. Стационарные приборы устанавливаются на специализированных участках, постах ТО и ремонта. Переносные приборы используются, как правило, при проведении диагностирования двигателей в составе автомобиля или трактора непосредственно в эксплуатационных условиях. С помощью переносных приборов измеряют давление, температуру, шумность, частоту вращения и другие параметры узлов и агрегатов двигателя.

Внешние приборы обеспечивают получение и обработку информации о техническом состоянии двигателя и уровне его эксплуатационных свойств, необходимой для управления выполнением ТО и ТР.

Следует отметить, что несмотря на широкое развитие методов инструментального диагностирования за последние годы, достоверная оценка состояния основных узлов двигателя, определяющих их надёжность и безотказность, пока невозможна. Практически до сих пор нет средств для полной оценки состояния подшипников коленчатого вала и шатуна, деталей ЦПГ и механизма газораспределения (МГР).

**2. Распределение потока отказов двигателей**

Как правило, больший поток отказов отмечается у деталей двигателей, подверженных высоким тепловым или механическим нагрузкам. К ним относятся детали, ограничивающие камеру сгорания и воспринимающие воздействие газовых сил. Условия работы деталей усугубляются также воздействием агрессивных газов, высокими линейными скоростями в парах трения, невозможностью гарантированно обеспечить гидродинамическую смазку в этих парах, знакопеременными нагрузками деталей и ухудшением условий работы масла в зонах высоких температур.

По статистическим данным ОАО "Автодизель", дефекты деталей кривошипно-шатунного механизма (КШМ) составляют 65-70 % от всего количества дефектов, причём из них на дефекты деталей ЦПГ (поршня, гильзы и поршневых колец) приходится 20-25 % и остальное - на шатуны, коленчатый вал и подшипники коленчатого вала и шатуна.

При нарушении работоспособности одной из деталей КШМ двигателя выходят из строя и сопрягаемые детали, т.е. дефект редко бывает локальным и носит характер "цепной реакции". Например, при механическом повреждении и последующем повороте вкладыша коренного подшипника нарушается работоспособность коленчатого вала и блока цилиндров. Отсюда следует, что выход из строя деталей КШМ приводит к существенным затратам на восстановление двигателя из-за большого объёма сборочно-разборочных работ и высоких расходов на запасные части.

Следует отметить, что в данном разделе рассматриваются дефекты не только новых двигателей ЯМЗ, изготовленных в условиях ОАО "Автодизель", но и двигателей ЯМЗ, которые подвергались текущему и капитальному ремонту, т.е. учитываются факторы воздействия на качество двигателей со стороны работников эксплуатирующих и ремонтных организаций.

**3. Цилиндропоршневая группа**

Внешние проявления неисправностей деталей ЦПГ (поршни, гильзы и поршневые кольца) следующие:

* увеличение расхода масла на долив;
* ухудшение пусковых качеств двигателя;
* снижение мощностных и экономических показателей;
* увеличение расхода картерных газов;
* существенное ухудшение состояния картерного масла.

Диагностирование состояния деталей ЦПГ по указанным проявлениям достаточно затруднено, т.к. на них могут влиять неисправности других узлов и систем двигателя. Например, на пусковые качества двигателя наряду с износом и дефектами деталей ЦПГ могут влиять неисправности системы электрооборудования (аккумуляторных батарей, стартера, генератора) и разрегулировки топливной аппаратуры (увеличение угла опережения впрыска топлива, уменьшение пусковой подачи, снижение производительности подкачивающего насоса и др.). Поэтому при диагностировании деталей ЦПГ необходимо убедиться в исправности других узлов и систем двигателя, оказывающих влияние на работоспособность рассматриваемых деталей. Так, в случаях повышенного расхода масла на долив (выше 1,5 %) необходимо убедиться в отсутствии течи масла из двигателя и разгерметизации впускного тракта.

Расход масла на долив определяется по формуле, %:

Gм=( Gм/ Gт)\*100, (1)

где Ом и вт соответственно расход масла на долив и топлива в литрах за определённый пробег двигателя.

На рис. 3 приведена зависимость расхода масла на долив от пробега для безнаддувных двигателей ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238 при их работе в составе автомобилей МАЗ на междугородних перевозках грузов.

Диагностирование состояния деталей ЦПГ необходимо вести в три этапа: 1 - диагностирование до разборки двигателя; 2 - диагностирование после съёма головки цилиндров; 3 - диагностирование и оценка состояния деталей для выяснения причин дефекта и методов восстановления двигателя.

Диагностирование до разборки двигателя необходимо начинать с выяснения условий работы двигателя, качества и объёма проведённых ТО и ТР. В условиях работы необходимо оценить нагруженность двигателя по эксплуатационному расходу топлива в л/100 км, тепловой режим и наличие шума или стука при работе. Необходимо также определить возможные остановки двигателя по неустановленным причинам, расход масла на долив и характер его изменения за общее время работы двигателя в эксплуатации (рис, 3). После выполнения указанных работ при возможности следует запустить двигатель и прослушать его работу на режимах холостого хода от минимальной до максимальной частоты вращения коленчатого вала. Необходимо осмотреть отложения на шторах бумажного элемента полнопоточного масляного фильтра, а также в фильтре центробежной очистки масла. Следует обратить особое внимание на количество отложений и наличие металлической стружки. Необходимо отобрать пробу масла из картера двигателя в количестве 250 -500 мл и отправить её в химлабораторию на предмет определения физико-химических показателей масла (вязкость, щелочное число, количество нерастворимых осадков, наличие воды в масле, диспергирующие свойства и др.).

Рисунок 3 - Зависимость расхода масла на долив См от пробега в (для двигателей ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238): 1 - при удовлетворительной фильтрации воздуха; 2 - при разгерметизации впускного тракта; Gм = 1,5% - предельное значение расхода масла; S - неиспользованный ресурс двигателя при разгерметизации впускного тракта (при пылевом износе)

Все рассмотренные выше методы исследования относятся к методам субъективного диагностирования, наряду с которыми могут быть использованы также методы инструментального (приборного) диагностирования. Так, может быть замерено давление в конце такта Сжатия в цилиндрах двигателя. Оно определяется в абсолютных единицах с помощью компрессометра или в относительных единицах с помощью специальной аппаратуры, фиксирующей изменение силы гока в цепи стартера при прокрутке коленчатого вала в процессе последовательного отключения цилиндров двигателя.

Компрессометром замеряется давление сжатия при прокрутке коленчатого вала стартером или в режиме работы двигателя при минимальной частоте холостого хода. Последний вариант испытаний является более предпочтительным, т.к. точность измерения возрастает за счет поддержания определенного скоростного режима двигателя. Величина давления сжатия при nхх= 800 мин для двигателей ЯМЗ должна составлять

рс = 3,0-3,5 МПа (30-35 кг/см2)

Особое внимание следует обращать на разность давлений рс по цилиндрам. Это сравнение позволит определить цилиндр с дефектными детапями ЦПГ.

По замерам значений рс можно определить следующие дефекты деталей ЦПГ: прогар поршня, поломку компрессионного кольца, изношенность деталей, закоксовку колец, задиры поршней и негерметичность клапанов МГР. При указанных дефектах обычно значение рс в цилиндре бывает меньше 2,0-2,1 МПа (20-21 кг/см2).

Следующим этапом инструментальной диагностики является осмотр состояния неисправного цилиндра с помощью мотоскопа через отверстие в головке под форсунку. С помощью этого прибора можно определить состояние поршня (наличие разрушений), наличие задиров на поверхности гильзы, уровень износа гильзы по наличию ступеньки на поверхности в зоне останова первого компрессионного кольца в ВМТ и наличие закоксовки колец по следам прорыва газов на гильзе. Здесь же можно оценить состояние клапанов, т.е. определить наличие трещин и прогаров, величину отложений на них. При наличии соответствующих расходомеров на двигателях можно определить расход картерных газов QКГ, который позволяет судить о состоянии деталей ЦПГ и МГР. На рис. 4 показана принципиальная схема расходомера фирмы AVL (Австрия).

Принцип работы расходомера АVL основан на том, что высота подъёма крыльчатки 4 в выходном патрубке ёмкости 1 будет пропорциональна расходу картерных газов двигателя, значение которого определяется по шкале 5.

По значению Qкг невозможно (так же как и по значению рс) однозначно оценить состояние деталей ЦПГ, т.к. значения изменяются в достаточно широком диапазоне как на новых, так и на изношенных двигателях. Однако установлено, что на двигателях ЯМЗ при значениях Qкг > 1.4 м3 /цил-ч имеют место дефекты деталей ЦПГ, указанные выше.

Дополнительную информацию о состоянии деталей ЦПГ можно получить с помощью физико-химического и спектрального анализов картерного масла.

После съёма головки необходимо провернуть коленчатый вал для проверки утопания поршней в положении ВМТ относительно верхнего бурта гильз (поверхность А на рис. 5). Чрезмерное утопание одного или нескольких поршней свидетельствует об изгибе шатуна в цилиндрах из-за дефектов, приведших к попаданию постороннего предмета или охлаждающей жидкости в камеру сгорания. Необходимо осмотреть днища поршней для того, чтобы определить, происходит ли контактирование поршней с клапанами (по отпечатку клапанов на днищах поршней), попадание постороннего предмета в камеру сгорания, есть ли обгорання и трещины на кромках камеры сгорания. На рабочих поверхностях гильз необходимо отметить возможные надиры, задиры и тёмные пятна, свидетельствующие о прорыве газов в камеру сгорания из-за зависания или поломки поршневых колец. Коррозия на зеркале гильз свидетельствует о попадании охлаждающей жидкости в цилиндры или о длительной стоянке неработающего двигателя, приведшей к конденсации паров жидкости на рабочих поверхностях гильз.

По величине "ступеньки" в зоне останова первого компрессионного кольца в ВМТ необходимо определить величину максимального износа гильзы Imax по диаметру D относительно верхней неработающей поверхности гильзы (поверхность В на рис. 5).

Допустимый износ гильзы по диаметру для двигателей ЯМЗ равен **0,20-0,25** мм. Замер износа гильзы в составе двигателя и после её извлечения из блока производится нутрометром.

Значительные твёрдые углеродистые отложения на днище поршня и огневой поверхности головки в отдельных цилиндрах являются признаком большого расхода масла в этих цилиндрах, вызванного чрезмерным износом деталей или закоксовыванием колец.

Далее необходимо внимательно осмотреть состояние прокладки головки цилиндров с целью определения мест возможных прогаров, прорывов газов из цилиндров или течи охлаждающей жидкости.

Наибольший объём информации о причинах выхода из строя деталей ЦПГ можно получить после разборки двигателя и анализа состояния деталей. Состояние деталей ЦПГ и возможные причины их дефектов приведены в приложении Б .

Особое внимание при эксплуатации двигателей необходимо обращать на состояние воздухоочистки, при нарушении которой преждевременно вырабатывается ресурс деталей ЦПГ. Особенно это актуально для нашей страны, т.к. запылённость воздуха на дорогах с бетонным и асфальтовым покрытием достигает 0,003 г/м3, что в 5 раз выше, чем на дорогах Западной Европы. Запылённость воздуха на грунтовых дорогах России в десятки раз выше указанного значения. Кроме того, на многих моделях двигателей ЯМЗ до сих пор используются воздухоочистители устаревшей конструкции (инерционно-масляные), которые пропускают в двигатель пыль в 10-15 раз больше, чем воздухоочистители с картонными фильтрующими элементами (воздухоочистители сухого типа).

В заключение следует отметить, что детали ЦПГ будут работать безотказно на протяжении заявленного заводом-изготовителем ресурса, если будут обеспечены условия их работы, а именно: оптимальный тепловой режим (отсутствие перегрева деталей); удовлетворительная фильтрация воздуха; соответствие применяемых масел инструкции по эксплуатации двигателя; отсутствие возможности выхода из строя деталей узлов двигателя, обеспечивающих процессы наполнения цилиндров свежим зарядом и выпуска ОГ; обеспечение герметичности системы охлаждения, исключающее возможность попадания жидкости в цилиндры двигателя и др.

**Заключение**

В данном курсовой работе были изучены методы диагностирования двигателей : субъективные и инструментальные. Инструментальные методы диагностирования являются наиболее объективными методами, т.к. при диагностировании применяются измерительные приборы, позволяющие количественно измерять диагностические параметры, а по их значениям оценивать техническое состояние двигателя. Так же изучены внешние проявления неисправностей деталей ЦПГ и сделан вывод, что диагностирование состояния деталей ЦПГ по указанным проявлениям достаточно затруднено, т.к. на них могут влиять неисправности других узлов и систем двигателя. Например, на пусковые качества двигателя наряду с износом и дефектами деталей ЦПГ могут влиять неисправности системы электрооборудования (аккумуляторных батарей, стартера, генератора) и разрегулировки топливной аппаратуры (увеличение угла опережения впрыска топлива, уменьшение пусковой подачи, снижение производительности подкачивающего насоса и др.). Поэтому при диагностировании деталей ЦПГ необходимо убедиться в исправности других узлов и систем двигателя, оказывающих влияние на работоспособность рассматриваемых деталей.

неисправность двигатель цилиндропоршневый дефект

**Список используемой литературы**

1. Б.С.Антропов "Поиск неиправностей двигателей КамАЗ".-Яр.:ЯПИ, 1994. – 150 с.

2. Б.С.Антропов "Обеспечение работоспособности автотракторных дизельных двигателей".-Яр.:ЯГТУ,2005. - 186 с.