

УДК 629.331

## ТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

**Д.С. ШЕВЧЕНКО***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Т.В. ВИГЕРИНА)*

*В статье приведен анализ методов диагностирования двигателей внутреннего сгорания и их классификация в зависимости от характера и физической сущности распознаваемых признаков и измеряемых параметров технического состояния. Рассмотрена технология поиска неисправностей по схеме поэлементного диагностирования двигателя. Приведен вывод о производительности и качестве выполняемых диагностических работ путем традиционных методов диагностирования.*

**Введение.** Основным агрегатом автомобиля, на долю которого приходится наибольшее число отказов, является двигатель внутреннего сгорания (ДВС). Надежность работы двигателей зависит не только от их конструкции, технологии изготовления, условий эксплуатации автомобилей, но в большой степени от организации и качества их обслуживания. Совершенство любого метода обслуживания и ремонта определяется тем, насколько полно он обеспечивает взаимодействие между объективно существующим процессом изменения технического состояния объекта и процессом его технической эксплуатации. Традиционный планово-предупредительный метод обслуживания и ремонта, основанный на выполнении профилактических работ определенных объемов через заранее запланированные интервалы времени или наработки независимо от состояния систем и деталей, обеспечивает слабое взаимодействие между указанными процессами. Более тесную связь между ними обеспечивают методы обслуживания и ремонта по состоянию. Основным принципом данных является принцип предупреждения отказов систем автомобиля и их отдельных наиболее важных узлов и деталей при обеспечении максимально возможной их наработки до замены. Методы обслуживания и ремонта по состоянию предусматривают непрерывный или периодический контроль и измерение параметров, определяющих техническое состояние функциональных систем и узлов, то есть осуществление непрерывного или периодического диагностирования данных объектов. При проведении технического обслуживания легковых автомобилей на диагностирование отводится около 15 % от общей трудоемкости работ. Внешние признаки различных неисправностей ДВС могут быть одинаковы, для более точного определения технического состояния механизмов и систем двигателей используется ряд диагностических технологий и стандартного оборудования, позволяющих при последовательной проверке выявлять неисправность. [1,2]

Основными причинами изменения технического состояния элементов являются: конструктивные; технологические; эксплуатационные.

Исходная неравномерность рабочих процессов, обусловленная конструктивными и технологическими факторами, усиливается эксплуатационными факторами.

Низкая температура пуска, низкое качество топлива и масла, низкая очистка воздуха, низкое качество регулировочных операций – все эти факторы имеют место в эксплуатации и усугубляют процесс нарушения технического состояния ДВС.

Состояние отремонтированной техники характеризуется этими же факторами. Однако они проявляются в большей степени, что определяется использованием в процессе ремонта деталей с уже накопленными различиями. Из этого следует, что для машин с различным исходным состоянием во время эксплуатации потребуются разное восстановительно-профилактическое вмешательство через неодинаковое время. Оптимальным будет являться индивидуальное обслуживание каждого экземпляра с целью восстановления как функциональных, так и ресурсных параметров.

На практике не всегда удается провести замеры, непосредственно характеризующие техническое состояние машины. В таких случаях используют косвенные показатели. В современных сложных машинах предусмотрена возможность доступа к местам контроля или имеются приспособления для монтажа контролирующих устройств. Новые модели оснащены встроенными преобразователями, соединенными либо с сигнализирующими приборами на панели управления, либо при помощи разъема на период контроля – со специальной аппаратурой.

Диагностирование машин, проводимое с использованием внешних и встроенных средств контроля, позволяет определять техническое состояние агрегатов, механизмов и систем машины без их разборки, прогнозировать сроки службы узлов, фактически управлять их техническим состоянием, назначая соответствующие предупредительные работы и выполняя их в процессе технического обслуживания и ремонта. Это снижает время простоя машины, обеспечивает значительную экономию средств на ее обслу-

живание и ремонт. Выполнение только действительно необходимых операций по ремонту и регулированию сокращает расход запасных частей и топливо-смазочных материалов. Так, своевременное обнаружение и устранение значительных неисправностей в системах питания или зажигания двигателя, агрегатов трансмиссии или ходовой части улучшает на 5...10% топливо-экономические показатели, повышает безопасность эксплуатации машины. [3]

Методы диагностирования классифицируют в зависимости от характера и физической сущности распознаваемых признаков и измеряемых параметров технического состояния объектов. Обслуживанием выявляют места и характер ненормальных стуков, шумов, перебоев в работе двигателя, отказов в трансмиссии и ходовой системе (по скрежету и шуму), неплотность (по шуму прерывающегося воздуха) и т.п. Осмотром устанавливают места подтекания воды, масла, топлива, цвет отработавших газов, дымления из сапуна, биение вращающихся частей, натяжение цепных передач и т.п. Осязанием определяют места и степень ненормального нагрева, биения, вибрации деталей, вязкость, липкость жидкости и т.п.

Инструментальные, или объективные, методы применяют для измерения и контроля всех параметров технического состояния, используя при этом диагностические средства. По характеру измерения параметров методы диагностирования машин подразделяются на прямые и косвенные.

Прямые методы основаны на измерении структурных параметров технического состояния непосредственно прямым измерением: зазоров в подшипниках, прогиба цепных и ременных передач, размеров деталей и т.д. Из-за своей простоты прямые методы нашли широкое практическое применение при контроле и регулировании механизмов и устройств расположенных снаружи агрегатов машины, доступных и удобных для проверки, не требующих разборки механизмов (приводные механизмы, ходовая часть, рулевое управление, тормозная система и др.). Применение прямых методов измерения находящихся внутри агрегатов (ЦПГ, подшипниковые узлы коленчатого вала двигателя) ограничено большой трудоемкостью и необходимостью разборки агрегата.

Косвенные методы диагностирования основаны на определении структурных параметров технического состояния агрегатов машин по косвенным (диагностическим) параметрам при установке датчика или диагностического устройства снаружи агрегата без разборки механизмов машины. Косвенные методы основываются на измерении непосредственно физических величин, характеризующих техническое состояние механизмов, систем и агрегатов машин: давление, перепад давления, температура, перепад температуры рабочего тела в системе, расход газа, топлива, масла параметры вибрации составных частей машин, ускорение при разгоне двигателя и др. Многие методы осуществляются на основе преобразования механических величин в электрические с применением электронных диагностических приборов и установок. [4]

Методы диагностирования технического состояния автомобилей, агрегатов характеризуются физической сущностью и способом измерения диагностических параметров, наиболее приемлемых для использования в зависимости от задачи диагностирования. В настоящее время выделяют три основные группы методов диагностирования.

Методы первой группы базируются на имитации скоростных и нагрузочных режимов работы автомобиля, определении при заданных условиях выходных параметров и сравнении их количественных значений с эталонными. Диагностирование проводится с использованием стендов с беговыми барабанами или непосредственно в процессе работы автомобиля. Методы широко применяются для общей оценки технического состояния автомобилей и агрегатов.

К методам диагностирования по параметрам сопутствующих процессов относятся:

– методы диагностирования по герметичности рабочих объемов. Сущность процесса диагностирования заключается в создании в контролируемом объеме избыточного давления (разряжения) и в оценке интенсивности их падения. Этим методом диагностируются цилиндропоршневая группа двигателя, пневматические приводы тормозов и др.;

– тепловой метод, заключающийся в определении параметров, характеризующих количество тепла, выделяемого в результате протекания процессов сгорания, работы сил трения при заданных скоростном и нагрузочном режимах. Такими параметрами могут быть температура нагрева, скорость ее изменения. Метод может применяться для диагностирования двигателя, агрегатов трансмиссии, подшипниковых узлов, однако широкого применения на автотранспорте пока не нашел;

– методы диагностирования узлов, систем по параметрам колебательных процессов широко используются при создании средств технического диагностирования автомобилей и их можно разделить на три подвида: методы, оценивающие колебания напряжения в электрических цепях (на этой основе созданы мотор-тестеры), по параметрам виброакустических сигналов, получаемых при работе зубчатых зацеплений, клапанных механизмов, подшипников и т. д.), по параметрам, оценивающим пульсацию давления в трубопроводах (на этой основе созданы дизель-тестеры для диагностирования дизельной топливной аппаратуры);

– методы, оценивающие состояние узлов и агрегатов по физико-химическому составу отработавших эксплуатационных материалов. Например, простейший экспресс-анализ отработанного масла на загрязне-

ние, спектральный анализ проб масел, в результате проведения которого по наличию и концентрации различных химических элементов в масле можно поставить диагноз работоспособности отдельных узлов и сопряжений агрегата. Если в пробе картерного масла двигателя имеется высокое содержание свинца, это говорит об износе вкладышей шатунных и коренных подшипников, если высокое содержание железа - об износе гильз цилиндров, если высокое содержание кремния - о засорении воздушного фильтра и т. д.

Третья группа методов основывается на объективной оценке геометрических параметров (зазор, люфт, свободный ход, смещение и т. д.). Метод применим, когда указанные параметры легкодоступны для непосредственного измерения.

В настоящее время проводятся исследования по разработке новых и совершенствованию имеющихся методов диагностирования применительно к усложняющимся конструкциям автомобилей, изменению элементной базы микроэлектроники и микропроцессорной техники.

Один и тот же диагностический признак чаще всего может быть установлен с помощью нескольких методов диагностирования. Вопрос выбора наиболее целесообразного из них в каждом конкретном случае решается с учетом: уровня информативности и точности, степени универсальности метода диагностирования, трудоемкости диагностирования, различных организационно-экономических факторов. [5]

Во время работы двигателя подвергаются износу, поэтому после определенного пробега возникает потребность в ремонте или замене деталей. Износ двигателей проявляется, в первую очередь, в нарушении герметичности поршневых колец, клапанов и уплотнении цилиндров. При этом снижается давление сжатия, ухудшается наполнение цилиндров, возрастает расход масла, снижаются разрежение во впускном трубопроводе и мощность, повышается расход топлива, изменяется объемный КПД, крутящий момент и т.д.

Технология поиска неисправностей осуществляется в три этапа (рисунок 1).



Рисунок 1. – Схема поэтапного диагностирования дизельного двигателя.

На первом этапе выполняются подготовительные операции, без которых нельзя проверять техническое состояние двигателя по комплексным параметрам. На втором этапе осуществляется проверка двигателя по комплексным параметрам. Если они соответствуют допустимым значениям, диагностирование прекращается. Третий этап – поиск неисправностей; необходим в том случае, когда все или один из комплексных параметров не соответствуют допустимым значениям. Проверка технического состояния систем и узлов осуществляется в определенной последовательности, которая зависит от комбинаций количественных характеристик комплексных показателей. После регулировочных работ или работ, связанных с заменой детали, повторяют контроль комплексных показателей. В зависимости от их значений диагностирование продолжается или прекращается. По количественным значениям комплексных параметров можно сделать заключение об исправности двигателя. Для определения характера неисправности и ее местонахождения используются частные параметры: разрежение во впускном трубопроводе; герметичность надпоршневого пространства цилиндров двигателя (величина компрессии в цилиндрах; относительная утечка воздуха, подаваемого в цилиндры под давлением; разрежение); количество газов, прорывающихся в картер двигателя; интенсивность выгорания масла; характер и место шумов и стуков, определяемых стетоскопом или фонендоскопом; акустические сигналы, анализируемые специальной виброакустической аппаратурой; количество оксида углерода (СО) и углеводородов (С<sub>n</sub>H<sub>m</sub>) в отработавших газах; давление масла в

системе смазки и др. С помощью перечисленных параметров можно оценить техническое состояние цилиндропоршневой группы (ЦПГ), кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, степень исправности систем зажигания и питания. Механизмы и узлы двигателя функционально взаимосвязаны, параметры одного из них могут характеризовать состояние другого. Однако они неодинаково влияют на работу двигателя, поэтому очень важно знать рациональную последовательность определения частных параметров в процессе диагностирования, чтобы быстрее найти неисправность. [6]

В процессе поэлементного диагностирования можно довести до нормы значения некоторых частных параметров путем регулировки соответствующих систем и механизмов двигателя. Выполняя регулировки в рациональной последовательности и продолжая измерять другие частные параметры, можно определить неисправности, вызванные износами или поломками деталей узлов и механизмов.

Диагностирование всех систем и механизмов бензинового двигателя внутреннего сгорания является процессом с высокой трудоемкостью при использовании традиционных методик диагностирования, которые предполагают последовательную проверку всех систем и механизмов двигателя. Проведенный анализ показал, что существенное увеличение производительности технического обслуживания легковых автомобилей, качества выполняемых работ, возможны при внедрении более совершенных технологий диагностирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов, А.С. Техническое обслуживание и диагностика двигателей внутреннего сгорания: учеб. Пособие / А.С. Кузнецов. – М.: Изд. Центр «Академия», 2011. – 80с.
2. Хабардин, В.Н. Повышение эффективности использования машинотракторного парка путем диагностирования на основе новых методов и средств / В.Н. Хабардин // Вестник ИрГСХА. – 2007. - №29. – с.98-113.
3. Крамаренко, Г.В. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / под ред. Г.В. Крамаренко. – М.: Транспорт, 1983. -488с.
4. Карташевич, А.Н. Диагностирование автомобилей. Практикум: учебное пособие / А.Н. Карташевич, В.А. Белоусов, А.А. Радушко и др.; под ред. А.Н. Карташевича – Минск: Новое знание. – М.: Инфра-М, 2011. – 208с.
5. Дмитриевский, А.В. Автомобильные бензиновые двигатели / А.В. Дмитриевский. М.: ООО «Издательство АСТ», 2003. – 80с.
6. Шадюль, Р. Методология диагностирования машин на всех этапах их существования: монография / М. Воропай, А. Карташевич. Быдгощ, 2003. 325 с.