



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

И.Ю. Мезин
И.Г. Гун
С.В. Зотов

СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АГРЕГАТОВ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

Магнитогорск
2017

Рецензенты:

кандидат технических наук,
технический директор
АО научно-производственное объединение «БЕЛМАГ»
Ю.В. Калмыков

кандидат технических наук,
профессор кафедры технологий обработки материалов,
ФГБОУ ВО Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова
М.П. Барышников

Мезин И.Ю., Гун И.Г., Зотов С.В.

Способы и средства диагностирования агрегатов легковых автомобилей [Электронный ресурс] : учебное пособие / Игорь Юрьевич Мезин, Игорь Геннадьевич Гун; Сергей Зотов Владимирович ; ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». – Электрон. текстовые дан. (1,60 Мб). – Магнитогорск : ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2017. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования : IBM PC, любой, более 1 GHz ; 512 Мб RAM ; 10 Мб HDD ; MS Windows XP и выше ; Adobe Reader 8.0 и выше ; CD/DVD-ROM дисковод ; мышь. – Загл. с титул. экрана.

В учебном пособии рассмотрены вопросы диагностирования агрегатов легковых автомобилей, представлена их классификация, методология и технические средства диагностики.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль Автомобильный сервис».

УДК 621.43

© Мезин И.Ю., Гун И.Г., Зотов С.В., 2017
© ФГБОУ ВО «Магнитогорский
государственный технический
университет им. Г.И. Носова», 2017

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
1. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ	5
2. ДИАГНОСТИКА ДВИГАТЕЛЯ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.....	8
3. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЕЙ	15
4. ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ХОДОВОЙ ЧАСТИ И РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ	18
5. ДИАГНОСТИКА СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ И ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСМИССИИ	23
6. УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВС	24
7. АНАЛИЗ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВС.....	36
8. МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ	42
9. ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ	46
10. ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	49
11. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКИ ДВИГАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	58
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	59

ВВЕДЕНИЕ

В данном учебном пособии подробному рассмотрению подвергнется углублённое диагностирование легковых автомобилей с использованием внешних средств диагностики. Детально рассматриваются способы определения технического состояния двигателя, включающие диагностику систем управления двигателя и деталей цилиндропоршневой группы, кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, и электрооборудования. Также освещаются современные методы диагностирования:

- тормозной системы;
- ходовой части, включающей определение состояния элементов подвески, рулевого управления, углы установки управляемых колёс;
- светотехнических приборов;
- элементов трансмиссии.

Но, несмотря на существующее многообразие способов и средств диагностирования, прослеживается проблема нехватки более точных и менее трудоёмких методов. Поэтому далее представлены некоторые усовершенствованные способы диагностики двигателей и его систем, в которых в той или иной степени устраняются данные недостатки.

Данное учебное пособие содержит сведения о способах и средствах диагностирования двигателей легковых автомобилей. В основе учебного пособия лежат рекомендации заводов изготовителей автомобильной техники, труды и методические разработки коллег из Московского автодорожного института. Оно предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль Автомобильный сервис, а также может быть полезно другим работникам, специализирующимся в области эксплуатации наземного транспорта.

1. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Под диагностикой понимают обнаружение скрытых неисправностей узлов и агрегатов автомобилей без их разборки, определение параметров, влияющих на безопасность движения автомобиля, установление технического состояния автомобиля, а также регулировку его важнейших механизмов. Используемое при диагностике контрольно-диагностическое оборудование позволяет обнаруживать скрытые неисправности автомобилей с количественной оценкой их параметров. При этом нет необходимости в разборке механизмов.

Способы диагностирования подразделяют на две группы (Рис 1):

- 1) органолептические (субъективные)
- 2) инструментальные (объективные)

Органолептические методы диагностирования включают в себя обслуживание, осмотр, проверку осязанием и обонянием. Обслуживанием выявляют места ненормальных стуков, шумов, перебоев в работе двигателя, отказов в трансмиссии и ходовой части (по скрежету и шуму), неплотность. Осмотром устанавливают места подтекания технологических жидкостей, масла, топлива, цвет ОГ, биения вращающихся частей, натяжения цепных передач. Осязанием определяют ненормальный нагрев, вибрации, шум, липкость жидкостей и т.д. Обонянием выявляют отказ муфты сцепления, течь топлива, электролита и т.д.

Инструментальные методы применяют для измерения и контроля всех параметров технического состояния, используя при этом средства технического диагностирования (СТД), которые, в свою очередь, бывают встроенными в системы автомобиля (бортовые) или внешними.



Рис.1. Схема способов диагностирования

По функциональному назначению СТД подразделяют на комплексные для диагностирования автомобиля в целом и СТД для углубленного диагностирования. Диагностирование автомобиля в целом проводят (Рис. 2) для определения уровня показателей его эксплуатационных свойств: мощности, топливной экономичности,

безопасности движения и влияния на окружающую среду. Выявив ухудшение этих показателей по сравнению с установленными нормативами, проводят углубленное (поэлементное) диагностирование с использованием оборудования для диагностирования отдельных агрегатов автомобиля.[1]



Рис 2. Схема диагностирования автомобилей с использованием внешних технических средств

Комплексное диагностирование

Для комплексного диагностирования автомобиля используются стенды тяговых качеств (СТК). С их помощью определяется техническое состояние автомобиля по таким основным показателям его эксплуатационных свойств, как мощность и топливная экономичность. СТК позволяют имитировать в стационарных условиях тестовые нагрузочные и скоростные режимы работы автомобиля. При этом чаще всего используют следующие диагностические параметры:

- мощность на ведущих колесах;
- крутящий момент (или тяговое усилие) на ведущих колесах;
- линейная скорость на окружности роликов;
- удельный расход топлива;
- эффективная мощность двигателя;
- момент сопротивления (сила сопротивления вращению) колес и трансмиссии;
- время выбега;
- время (или путь) разгона;

–ускорение (замедление) при разгоне (выбеге).

По способу нагружения (типу нагрузочных устройств) стенды подразделяют на инерционные, силовые и инерционно-силовые (комбинированные). В соответствии с типом нагрузочных устройств существуют два режима диагностирования: скоростной (на инерционных стендах) и нагрузочный (на силовых стендах).

В инерционных стендах в качестве маховых масс используют массы барабанов стенда и специальные маховики, соединенные с барабанами через редуктор. При разгоне барабанов ведущими колесами автомобиля маховые массы оказывают сопротивление, равное моменту инерции стенда. Чем больше колесная мощность автомобиля, тем меньше путь S и время t разгона инерционных масс в установленном скоростном диапазоне.

В силовых стендах тяговых качеств могут быть использованы фрикционное тормозное устройство, гидравлический тормоз, электродвигатель переменного или постоянного тока, работающий в режиме генератора, и электродинамический тормоз. Независимо от конструктивного исполнения все тормозные устройства имеют ротор, соединенный с беговым барабаном, статор, который, как правило, крепится балансирно.[2]

Углублённое диагностирование

Часто по результатам комплексного диагностирования принимается решение о проведении более подробного углублённого диагностирования. Оно представляет собой поэтапную диагностику с использованием СТД для отдельных агрегатов, узлов и других элементов.

Углублённое диагностирование включает в себя диагностику:

- двигателя и электрооборудования;
- тормозной системы;
- ходовой части и рулевого управления автомобиля;
- элементов трансмиссии;
- светотехнических приборов.

Вопросы и задания для самоконтроля

- 1. На какие группы классифицируются все методы диагностирования?**
- 2. В каких случаях применяются инструментальные методы диагностирования?**
- 3. Какова область применения органолептических способов диагностирования?**
- 4. Что такое комплексное диагностирование?**
- 5. Что входит в углубленное диагностирование?**

2. ДИАГНОСТИКА ДВИГАТЕЛЯ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Диагностика систем управления двигателем

Цель диагностирования систем управления двигателем (СУД), или всего двигателя в целом – оценка его технического состояния, а на основании этой оценки принятие решения о том, требуется ли какое-либо вмешательство для восстановления работоспособности.

Схема процесса диагностирования представлена на Рис. 3.

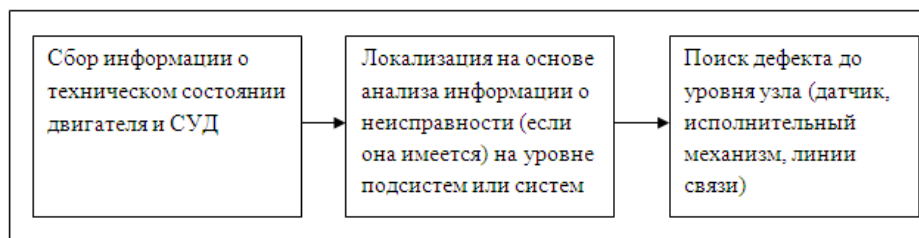


Рис. 3. Схема процесса диагностирования

Основные способы диагностирования СУД представлены на Рис. 4.

1) Диагностирование СУД с использованием сканеров.

Электронные устройства на базе микропроцессоров, позволяющие считывать информацию в цифровом виде из памяти электронного блока управления (ECU).

Они подключаются к диагностическому разъёму автомобиля. В зависимости от исполнения они позволяют:

- считывать из памяти коды ошибок,
- классифицировать их на текущие и запомненные,
- расшифровывать коды в текстовом виде,
- отображать интерпретацию ECU текущих значений сигналов от датчиков и расчётных величин,
- активизировать некоторые исполнительные элементы системы управления двигателем (форсунки, регулятор холостого хода, клапан продувки адсорбера...),
- перезаписывать в память ECU значение некоторых коэффициентов (например, коэффициент коррекции топливоподачи и величину сдвига УОЗ на режиме мощностного обогащения).



Рис. 4. Схема основных способов диагностирования СУД

Этапы работы со сканером в общем виде представлены на Рис.5.

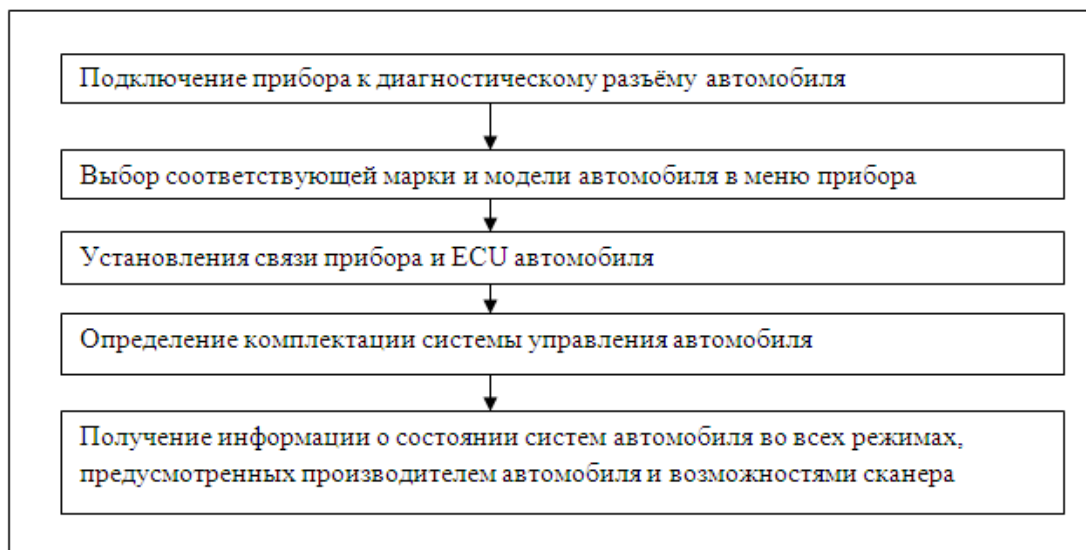


Рис. 5. Этапы работы со сканером при диагностике ДВС

Возможности диагностирования принципиально ограничены возможностями системы самодиагностики, заложенной при разработке ECU.

2) Диагностирование СУД с использованием мотор-тестеров.

Мотор-тестеры - это универсальные электронные приборы, предназначенные для проведения измерений параметров работы двигателя. Параметры измеряются с помощью специальных датчиков и пробников, входящих в комплект прибора. Как правило, мотор-тестеры позволяют измерять следующие параметры:

- частота вращения коленчатого вала;
- температура масла и охлаждающей жидкости;
- компрессия, давление масла, давление топлива;
- величину разряжения/давления во впускном коллекторе;
- межвитковые замыкания обмоток форсунок;
- длительность фазы впрыска;
- угол опережения зажигания;
- напряжение аккумулятора;
- напряжения в первичной и вторичных цепях системы зажигания;
- пульсации напряжения генератора;
- ток стартера;
- ток генератора;
- угол замкнутого состояния контактов;
- время накопления и ток размыкания в первичной цепи катушки зажигания;
- частоту, длительность и скважность импульсов.

Обычно мотор-тестер в своём составе имеет цифровой осциллограф, представляющий измеряемые величины (ток, напряжение, частота вращения коленчатого вала, разрядное и т.д.) в графическом виде, а также в виде гистограмм.

Основные режимы применения мотор-тестеров для диагностирования СУД

- 1) Анализатор систем зажигания
- 2) Осциллоскоп
- 3) Мультиметр

В результате работы анализатора системы зажигания могут быть получены (в зависимости от возможностей прибора и конструктивных особенностей системы зажигания):

- осциллограмма напряжения первичной и вторичной цепи системы зажигания;
- гистограммы пробивных напряжений и времени горения искры;
- цифровые значения пробивных напряжений и времени горения искры;
- информация об угле замкнутого состояния контактов и угле опережения зажигания.

2) Следующим режимом, присущим всем мотор-тестерам является режим осциллоскопа. Осциллоскоп широко применяется для диагностики автомобиля потому, что он создает колебания сигнала напряжения на линейной осциллограмме относительно прошедшего времени. Осциллоскоп получает сигнал на достаточно высокой скорости, чтобы распознать изменение в уровне напряжения за короткий промежуток времени в несколько микросекунд, записывает и показывает предыдущие колебания напряжения. Рассчитывать рабочий цикл с диаграммы осциллоскопа не просто и не удобно. Поэтому рекомендуется использовать мультиметр вместо осциллоскопа. Мультиметр показывает рассчитанное значение рабочего цикла.

3) Диагностирование СУД с использованием газоанализаторов.

Газоанализатор представляет собой электронно-оптический прибор для измерения объёмной доли компонентов в отработавших газах двигателя. Для задач диагностики в настоящее время используются 4 и 5 - компонентные газоанализаторы, причём те, которые способны рассчитывать коэффициент λ .

Измеряемые компоненты выхлопных газов: CO, CH, CO₂, O₂, NO_x. Качество сгорания смеси оценивается по составу отработавших газов. А интегральный параметр λ (стехиометрическое соотношение воздух /топливо) позволяет оценить качество рабочей смеси.

Принцип работы газоанализатора. Исследуемый газ поступает в анализируемую кювету (Рис. 6), где определяемые компоненты, взаимодействуя с излучением, вызывают его поглощение в соответствующих спектральных диапазонах. Потоки излучения характерных областей спектра выделяются интерференционными фильтра и преобразуются в электрические сигналы, пропорциональные концентрации анализируемых компонентов. Электрохимический датчик при взаимодействии с кислородом выдает сигнал, пропорциональный концентрации кислорода. Величина вычисляется газоанализатором автоматически по измеренным CO, CH, CO₂ и O₂. [11]

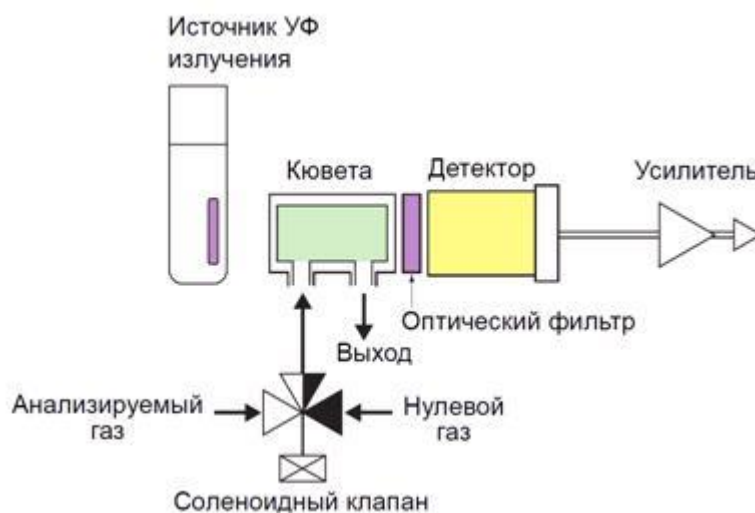


Рис. 6. Оптическая схема газоанализатора

Диагностика ЦПГ, КШМ и ГРМ

Сканер, мотор-тестер или газоанализатор не позволяют в полной мере определить состояние и степень изношенности цилиндропоршневой группы (ЦПГ) двигателя. Для этого используются специальные параметры и средства диагностирования.

Техническое состояние цилиндропоршневой группы, кривошипно-шатунного механизма и газораспределительного оценивается по следующим параметрам:

- величине давления в конце такта сжатия – компрессии;
- давлению масла в центральной магистрали;
- количеству газов, прорывающихся в картер;
- угару масла;
- давлению в картере;
- степени загрязнения масла продуктами износа;
- токсичности отработавших газов.

Схема средств технического диагностирования, определяющих эти параметры, представлена на Рис. 7.

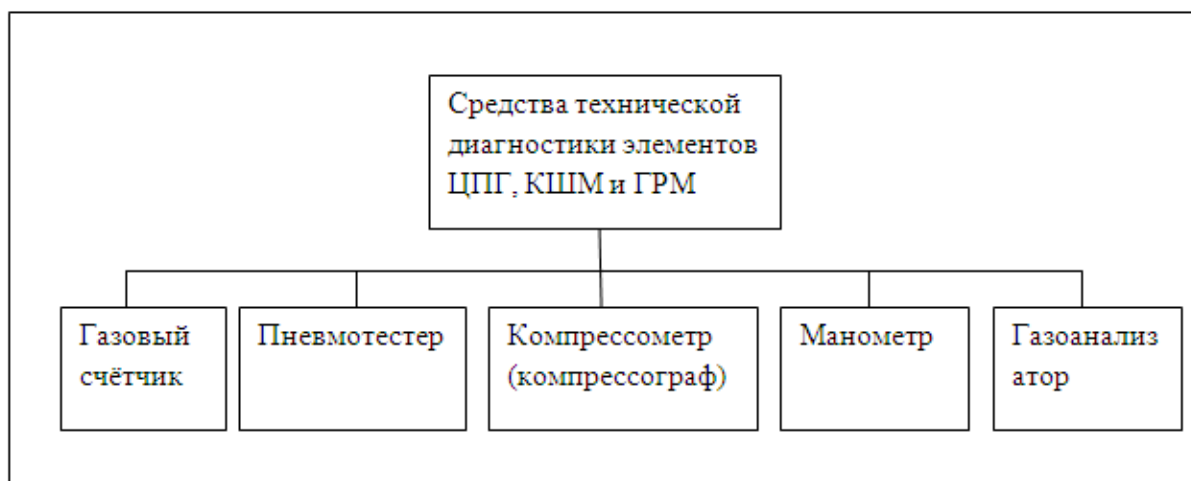


Рис. 7. Схема средств технического диагностирования ДВС

Первым рассмотренным способом определения технического состояния деталей ЦПГ является измерение количества газов, прорывающихся в картер при работе двигателя, для которого применяются газовые счетчики.

Суть этого метода заключается в том, что при износе деталей ЦПГ или при других неисправностях нарушается герметичность надпоршневого пространства цилиндров двигателя.

Способ осуществляется следующим образом.

1) Герметизация картера: пробками (колпачками) закрываются отверстия масломерного щупа и отсоединяют трубку системы вентиляции картера от клапанной крышки и закрываются отверстие.

2) Подсоединение отсасывающего шланга прибора к глушителю, а впускной шланг – к маслозаливной горловине двигателя.

3) Манометрический газорасходомер, присоединенный к полости картера двигателя, измеряет количество прорывающихся в картер газов под нагрузкой двигателя и при атмосферном давлении в картере.

4) Вначале открывают полностью дросселирующее отверстие и заслонку крана выравнивателя давления. Затем добиваются перепада давления в среднем и крайних каналах прибора 150 Па и по шкале определяют прорыв газа.

Вторым способом определения состояния агрегатов ЦПГ и ГРМ по утечке газов при неработающем двигателе является их фиксация специальным прибором – пневмотестером. Эта диагностическая операция связана с пропуском воздуха, нагнетаемого в цилиндр двигателя при положении поршня верхней и нижней мертвых точках и закрытых клапанах.

Сравнение утечки воздуха, подаваемого под определенным давлением с установленными ранее параметрами, дает представление об износе поршневых колец и герметичности клапанов.

Цилиндр предварительно спрессовывают, устанавливая поршень в конец такта сжатия (в. м. т.) и подавая пневмотестером сжатый воздух в надпоршневое пространство. Герметичность цилиндропоршневой группы определяется по падению давления воздуха, подаваемого через дроссель в цилиндр двигателя.

Преимущество способа: проверяется каждый цилиндр одновременно.

Недостаток: проверка осуществляется при неработающем двигателе, а при этом искажается действительная картина работы этого механизма двигателя: зазоры не соответствуют фактическим, масляная пленка, служащая также уплотняющим материалом, выдувается.

Третьим способом является измерение компрессии. Компрессия - основной показатель, характеризующий герметичность клапанов, целостность прокладки головки блока цилиндров (ГБЦ), техническое состояние деталей ЦПГ. Компрессия замеряется специальным инструментом – копрессометром.

Технология измерения компрессии:

- 1) прогрев двигателя;
- 2) извлечение всех свечей зажигания, дроссельная и воздушная заслонки открыты;
- 3) установка копрессометра;
- 4) прокрутка стартером коленчатого вала двигателя;

5) фиксация максимального давления в цилиндре. [3]

Четвёртым способом известным и повсеместно распространенным является способ определения технического состояния двигателя по измерению среднего давления масла в центральной масляной магистрали [4].

Сущность способа:

- 1) к главной масляной магистрали диагностируемого двигателя подсоединяется приспособление, представляющее собой манометр.
- 2) запуск и прогрев двигателя до рабочей температуры
- 3) замер давления масла в магистрали сначала при номинальной, а затем при минимально устойчивой частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу.
- 4) сравнение измеренного давления с эталонным.

В Таблице 1 приведены оценочные параметры, указывающие на состояние агрегатов двигателя и электрооборудования, и оборудование, при помощи которого определяются данные параметры.

Таблица 1

Сводная таблица параметров, указывающих на состояние агрегатов двигателя, его систем и электрооборудования и используемых СТД

Механизмы/агрегаты ДВС	Параметры, по которым производится оценка состояния	СТД
Состояние ЦПГ	Количество картерных газов	Газовый счётчик
	Компрессия	Компрессометры, компрессографы, мотор-тестеры
	Угар масла во время работы и повышенный его расход	Спектрометры, газоанализатор
Состояние КШМ и ГРМ	Давление масла в главной магистрали	Манометр, мотор-тестер, пневмотестер
	Суммарный зазор в верхней головке шатуна и шатунном подшипнике	Спецустройства типа КИ 11140 (крепится вместо форсунки)
Проводка и разъемы	Напряжение	Тестер (цифровой мультиметр)
Цепи СУД, датчики и исполнительные механизмы	Частота, длительность и скважность импульсов	Мотор-тестер, сканер
Состояние системы зажигания	Состав ОГ, измерение угла замкнутого состояния контактов прерывателя, УОЗ	Газоанализатор, мотор-тестер, разрядник
Состояние системы питания	Состав ОГ, величина разряжения/давления во впускном коллекторе	Газоанализатор, мотор-тестер
Состояние генератора и АКБ	Выходное напряжение и ток генератора; ток АКБ	Мотор-тестер
Система выпуска	Давление в системе выпуска ОГ	Манометр типа МТА 2
Система впуска	Величина разряжения/давления во впускном коллекторе	Манометр типа МТА 2, мотор-тестер

Вопросы и задания для самоконтроля

- 1. Какую цель преследует диагностика систем управления двигателя ?*
- 2. Какие виды диагностики СУД вы знаете?*
- 3. Перечислите режимы диагностирования с помощью мотор-тестера.*
- 4. Приведите принципы работы газоанализатора.*
- 5. Какие основные параметры определяют состояние цилиндропоршневой группы, кривошипно-шатунного механизма и газораспределительного механизма?*
- 6. Перечислите основные способы диагностирования ЦПГ, КШМ и ГРМ.*
- 7. Какие оценочные параметры работы агрегатов двигателя Вы знаете?*

3. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЕЙ

Применяются два основных метода диагностики тормозных систем – дорожный и стендовый.

1. При проведении дорожных испытаний устанавливается: тормозной путь; установившееся замедление; линейное отклонение; уклон дороги, на котором неподвижно удерживается АТС.

2. При проведении стендовых испытаний: общая удельная тормозная сила; время срабатывания тормозной системы; коэффициент неравномерности тормозных сил колес оси.

Испытание тормозных механизмов на стендах имеет следующие преимущества по сравнению с дорожными:

- 1) точность испытания;
- 2) возможна раздельная проверка каждого тормозного механизма;
- 3) безопасность испытания;
- 4) возможность имитации любых дорожных условий;
- 5) возможность стандартизации и условия испытаний;
- 6) малые затраты времени, средств и сроки окупаемости.

Общим диагностическим параметром рассматриваемых методов испытаний, является усилие на рабочем органе привода тормозной системы.

Так как неравномерность тормозных сил при увеличении средних скоростей движения имеет большое влияние на безопасность дорожного движения, то действительно необходимо диагностировать автомобиль с использованием соответствующего стендового оборудования. Наиболее распространённые методы испытаний представлены на Рис. 8.

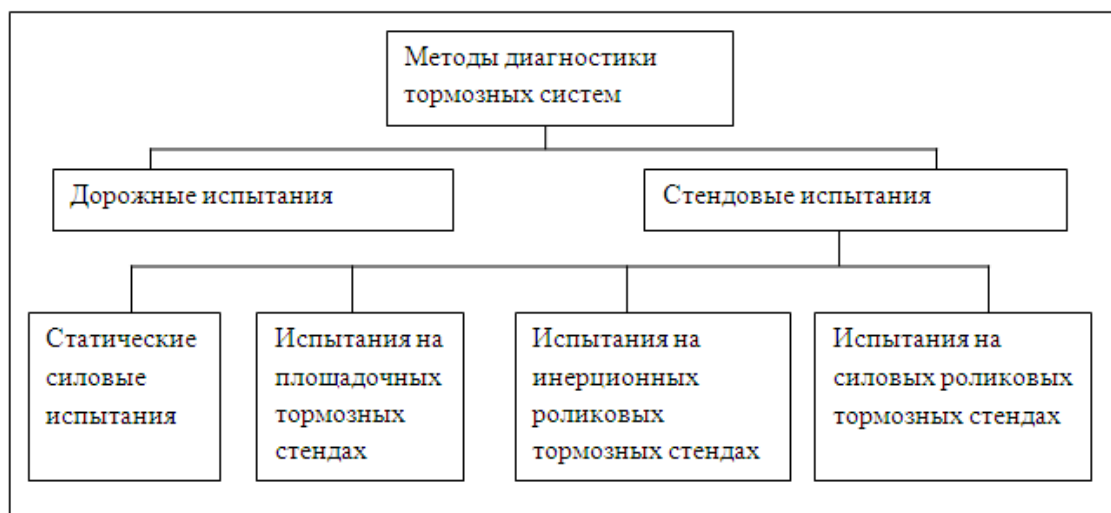


Рис. 8 – Схема методов диагностики тормозных систем

1) Статические тормозные испытания представляют собой роликовые или платформенные устройства, предназначенные для проворачивания «срыва» заторможенного колеса и измерения прикладываемой при этом силы.

Достоинства метода:

- метод самый простой и дешевый.

Недостатки метода:

- неточность результатов, вследствие чего не воспроизводятся условия реального динамического процесса торможения.

2) Метод испытаний на площадочных тормозных стендах основан на измерении сил инерции (от поступательно и вращательно движущихся масс), возникающих при торможении автомобиля и приложенных в местах контакта колес с динамометрическими платформами.

Достоинства:

- низкие затраты на испытания.

Недостатки:

- при испытаниях на площадочных тормозных стендах выдаются завышенные значения по удельной тормозной силе и заниженные значения, по усилиям на органах привода тормозной системы;

- зависимость результатов от точности заезда на платформы;

- нестабильность коэффициента сцепления.

3) Инерционные тормозные стенды.

После установки автомобиля на инерционный стенд линейную скорость колес доводят до 50...70 км/ч и резко тормозят, одновременно разобрав все каретки стенда путем выключения электромагнитных муфт. При этом в местах контакта колес с роликами (лентами) стенда возникают силы инерции, противодействующие тормозным силам. Через некоторое время вращение барабанов стенда и колес автомобиля прекращается. Пути, пройденные каждым колесом автомобиля за это время (или угловое замедление барабана), будут эквивалентны тормозным путям и тормозным силам.

Достоинства:

- делают условия торможения автомобиля, максимально приближенные к реальным.

Недостатки:

- высокая стоимость стенда;

- недостаточной безопасности;

- повышенной трудоемкости и слишком большой затраты времени.

4) При использовании силовых роликовых стендах тормозные силы определяют по реактивному моменту, возникающему на статоре мотор-редуктора стенда при торможении колес.

Достоинства силовых роликовых тормозных стендов:

- исследуется вся поверхность торможения, т.к. предусмотрено измерение «овальности», что означает оценку неравномерности тормозных сил за один оборот колеса;

- при испытаниях, когда усилие передается от тормозного стенда, физическая картина торможения фактически не нарушается;

- при каждом следующем повторении испытания они обеспечивают условия абсолютно одинаковые с предыдущими;

– испытания безопасны, потому что кинетическая энергия испытуемого автомобиля на стенде равна нулю.

Современные силовые роликовые стенды для проверки тормозных систем могут определять следующие параметры:

– по общим параметрам транспортного средства и состоянию тормозной системы — сопротивление вращению незаторможенных колес; неравномерность тормозной силы за один оборот колеса; массу, приходящуюся на колесо; массу, приходящуюся на ось

– по рабочей и стояночной тормозным системам — наибольшую тормозную силу; время срабатывания тормозной системы; коэффициент неравномерности (относительную неравномерность) тормозных сил колес оси; удельную тормозную силу; усилие на органе управления. [1], [3]

Из приведенного выше анализа следует, что роликовые силовые стенды являются наиболее рациональным техническим решением при разработке конструкций стендов для ускоренных испытаний тормозных систем автомобилей.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какие способы диагностирования тормозных систем автомобиля применяют в автомастерских?

2. Перечислите преимущество диагностирования тормозной системы на стенде.

3. Опишите принцип диагностирования с помощью статистических силовых испытаний.

4. Каковы недостатки площадочных стендов для диагностики тормозной системы?

5. Какие параметры диагностирует инерционный стенд?

6. Какие параметры диагностирует роликовый стенд?

4. ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ХОДОВОЙ ЧАСТИ И РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Диагностика ходовой части и рулевого управления автомобилей включает в себя:

- 1) определение углов установки управляемых колёс;
- 2) диагностику элементов подвески;
- 3) диагностику рулевого управления.

Диагностика углов установки управляемых колёс

Установка управляемых колес легковых автомобилей проверяется по величине схождения и углам развала управляемых колес, а также по углам наклона шкворня поворотного кулака в поперечной и продольной плоскостях, соотношению углов поворота управляемых колес, параллельности передней и задней осей, смещенности моста вбок и др.

На предприятиях автосервиса для определения углов установки колес используют:

- динамические (фиксирующие диагностические параметры вращающихся колес автомобиля);
- статические (для проверки углов установки колес неподвижного автомобиля) стенды (Рис. 9).

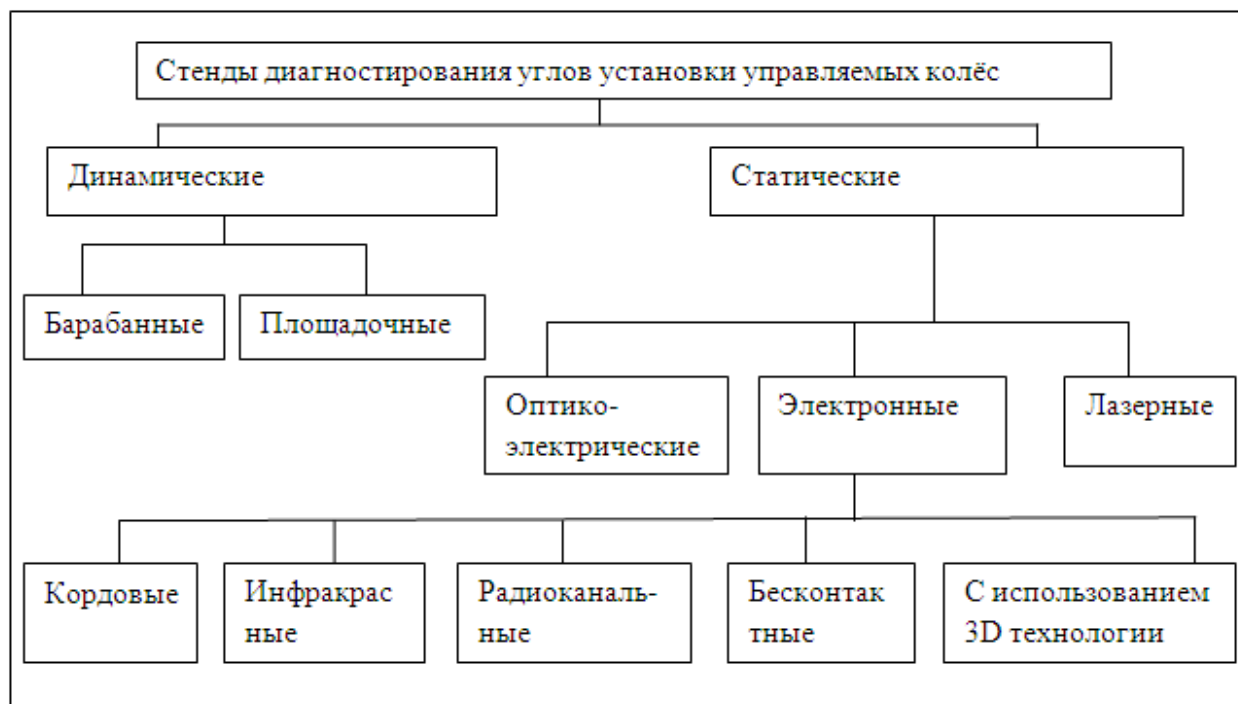


Рис. 9. Схема стендов диагностирования углов установки управляемых колёс

Основным недостатком динамических стендов является невысокая точность измерения. С их помощью можно лишь комплексно оценить установку колес, что затрудняет определение поэлементных неисправностей.

Статические стенды сход - развала колес в зависимости от способов измерения величины развала-схождения подразделяются на следующие типы:

1) Оптические. Такие стенды осуществляют измерение схода-развала путем проецирования на экраны с угловой и линейной шкалой светового пучка из оптических трубок, которые закреплены на ободах колес.

2) Лазерные. Измерение производится путем проецирования узконаправленного лазерного луча, что позволяет получать более точные данные, по сравнению с результатами измерений оптическим оборудованием. Лазерные стенды сход развала способны замерять данные по обеим подвескам.

К недостаткам вышеуказанных методов можно отнести:

- невысокую точность;
- низкую скорость выполнения измерений из-за невозможности одновременного измерения параметров передней и задней оси;
- необходимость проведения большого числа вспомогательных вычислений, т.к. не предусмотрена возможность автоматического сравнения результатов измерений со значениями, рекомендуемыми предприятиями-изготовителями.

3) Электронные.

Основным преимуществами:

- высокая технологичность при работе;
- хорошие метрологические характеристики;
- возможность вывода информации о результатах измерения на цифровые и аналоговые индикаторы, на экран дисплея;
- возможность проверять углы установки не только передних, но и задних колес.

Принцип работы наиболее распространённых электронных стендов, различающихся типом датчиков и способом их сообщения с системой, представлен далее.

Кордовый стенд сход-развала оборудован проводными датчиками. Данная версия компьютерного оборудования является наиболее ранней. В настоящее время кордовые стенды широко распространены в большинстве автосалонов, что обусловлено низкой ценой, быстрой окупаемостью, простотой и надежностью эксплуатации.

В инфракрасных стендах связь измерительных головок, на которых закреплены датчики, с компьютером основана на двух проводах между передними датчиками и центром системы. Между самими датчиками не установлено проводов, а данные от задней головки к передней транслируются по инфракрасному каналу.

Радиоканальные стенды сход-развала, как и инфракрасные варианты, основаны на передаче данных между датчиками и компьютером по беспроводному радиоканалу. Такая форма связи обладает более высокой устойчивостью к помехам, чем трансляция по инфракрасному каналу. Центральный модуль такого стенда, оснащенный компьютером, можно установить на большем расстоянии от датчиков. Такое оборудование для диагностики автомобилей предоставляет информацию об углах развала-схождения в виде трехмерной компьютерной модели. Оно также предоставляет подробные сведения о состоянии подвески и кузова автомобиля.

Бесконтактные. В таких системах не требуется дополнительного оборудования, размещаемого на колесах автомобиля. Автомобиль въезжает на стенд, а все измерительные работы производятся полностью в автоматическом режиме. К подъемнику подключаются четыре датчика, которые свободно перемещаются вдоль автомобиля и производят дистанционное исследование углов установки колес.

Стенд проверки углов установки колёс с использованием 3D технологии. Принцип работы оборудования заключается в анализе перемещения "мишеней", закрепляемых на

колёсах автомобиля, в пространстве. Система постоянно отслеживает расстояние до каждой из меток, одновременно определяя изменение геометрических параметров их отображения, сравнивая с эталонной моделью (находиться в памяти системы). На основе полученных данных производится построение виртуальной модели с позиционированием ее в пространстве относительно датчиков стенда. Теперь при перемещении мишеней (автомобиля) в пределах видимости камер, система будет рассчитывать и выдавать данные, в режиме реального времени, основываясь на построенной модели. Другими словами, система построила виртуальную модель автомобиля и она привязана к мишеням, которые в свою очередь пространственно привязаны к датчикам, с момента проведения калибровки стенда.

В число преимуществ технологии 3D входит не только измерение углов установки всех четырех колёс автомобиля, но также и анализ геометрии шасси, относительного расположения осей автомобиля. Это позволяет произвести анализ состояния подвески и узнать имело ли место повреждение шасси автомобиля в ДТП или при других обстоятельствах. [5], [12].

Диагностирование элементов подвески

В практике диагностирования амортизаторов и подвески применяют метод измерения сцепления колес с дорогой и метод измерения амплитуды (Рис. 10).

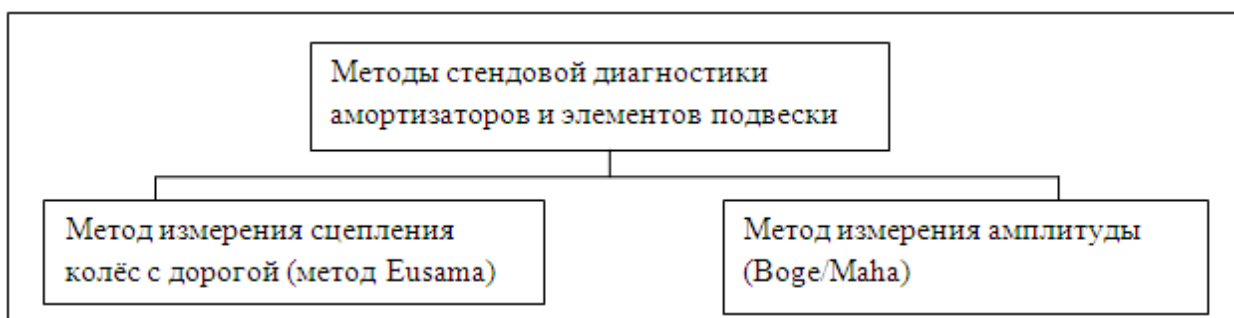


Рис. 10. Схема методов диагностирования амортизаторов и подвески

Схема метода диагностирования по сцеплению колес с дорогой представлена на Рисунке 11.

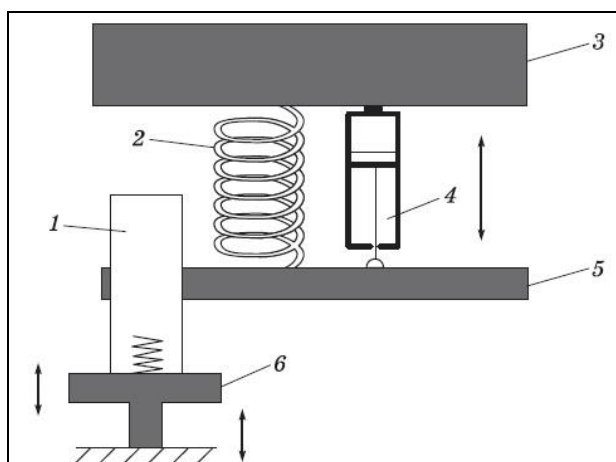


Рис. 11. Схема метода диагностирования амортизаторов по сцеплению колес с дорогой: 1 - колесо автомобиля; 2 - пружина; 3 - кузов; 4 - амортизатор; 5 - ось автомобиля; 6 - измерительная площадка

При этом методе база колебаний в нижней части жесткая и подпружинена только в верхней части. Технология проверки: сначала проверяемое колесо автомобиля устанавливается точно посередине измерительной площадки амортизаторного стенда. В

состоянии покоя измеряется статический вес колеса. Затем включается привод перемещения одной из площадок в вертикальном направлении (сначала левой, потом правой). С помощью электродвигателя осуществляется периодическое возбуждение колебаний с частотой 25 Гц; при этом измерительная площадка перемещается как жесткое звено. Полученный в результате динамический вес колеса (вес на плите при частоте колебаний 25 Гц) сравнивается со статическим весом путем деления первого на второй.

Полученные значения коэффициента падения веса левого и правого колес и их разность (в процентах) выводятся на экран монитора.

Рассмотренный метод имеет следующие недостатки:

–результаты измерений зависят от давления воздуха в шине диагностируемого автомобиля;

–при диагностировании обязательно расположение колеса точно посередине площадки амортизаторного стенда; приложение постоянных внешних сил, боковых сил оказывает влияние на боковое перемещение автомобиля, что сказывается на результатах тестирования.

Диагностирование по методу измерения амплитуды более прогрессивное. Площадка стенда подвешена на гибком торсионе (Рис. 12), база колебаний подпружинена как в верхней, так и в нижней части, что позволяет измерять не только вес, но и амплитуду колебаний на рабочих частотах.

Технология проверки амортизаторов и подвески по методу измерения амплитуды заключается в следующем. Колесо автомобиля, установленное на площадку стенда, колеблется с частотой 16 Гц и амплитудой 7,5...9,0 мм. После включения электродвигателя стенда колесо автомобиля колеблется относительно покоящихся масс автомобиля, частота колебаний увеличивается до достижения резонансной частоты (обычно 6...8 Гц).[4]

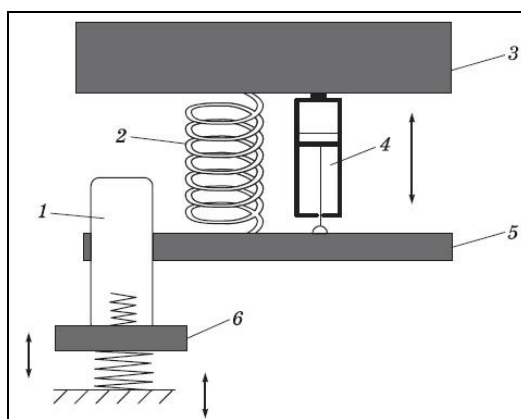


Рис. 12. Схема метода диагностирования амортизаторов по амплитудным колебаниям: 1 - колесо автомобиля; 2 - пружина; 3 - кузов; 4 - амортизатор; 5 - ось автомобиля; 6 - измерительная площадка

После прохождения точки резонанса принудительное возбуждение колебаний прекращается выключением электродвигателей стенда. Частота колебаний увеличивается и пересекает точку резонанса, в которой достигается максимальный ход подвески. При этом осуществляется измерение частотной амплитуды амортизатора. [13]

Диагностика рулевого управления

Общая оценка технического состояния рулевого управления без разборки и снятия его с места производится по величине суммарного люфта и по усилию, необходимому для поворота рулевого колеса. Суммарный люфт рулевого колеса складывается из люфтов в

подшипниках ступиц передних колес, шкворневых (шаровых опорах) соединениях, элементах рулевого привода, рулевом механизме, рулевой колонке и рулевом колесе.[2]

На Рис. 13 представлена схема существующих средств измерения суммарного люфта рулевого управления.

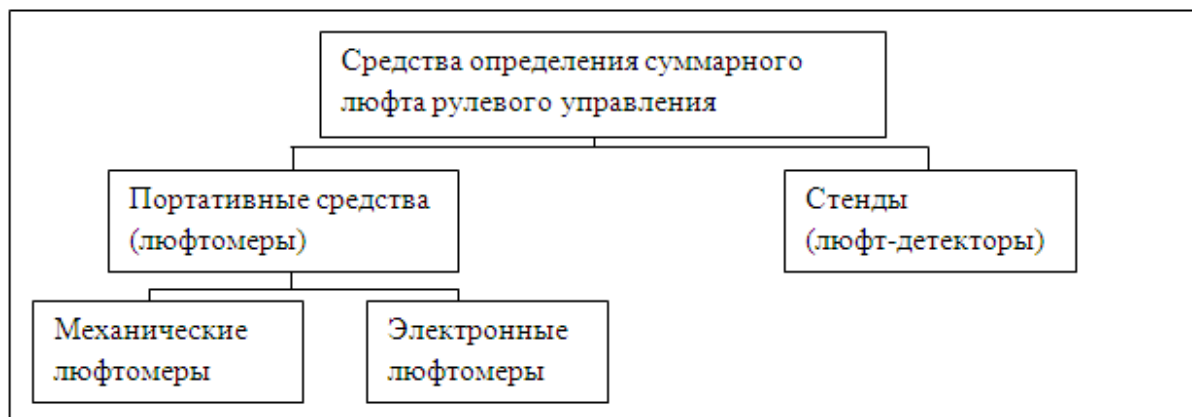


Рис.13. Схема видов средств измерения суммарного люфта рулевого управления

1) Механический люфтомер предназначен для оценки технического состояния рулевого управления автомобилей без его разборки по двум параметрам – люфту на ободе рулевого колеса и силе трения в рулевом механизме. Прибор состоит из двух отдельных частей: динамометра и стрелки люфтомера. Динамометр крепится с помощью трех кронштейнов на рулевом колесе. С кронштейнами шарнирно связана шкала люфтомера, имеющая ширину, позволяющую производить замеры люфта на автомобилях с различным диаметром рулевого колеса.

2) Принцип действия электронного люфтомера основан на измерении угла поворота рулевого колеса АТС посредством преобразования импульсного сигнала опτικο-механического датчика угла поворота в интервале срабатываний индуктивного датчика движения управляемых колес при выборе люфта рулевого управления в обоих направлениях вращения руля.

Конструктивно прибор выполнен в виде электронного блока, который крепится на руле АТС, и выносного датчика движения управляемых колес. В электронном блоке прибора размещаются опτικο-механический преобразователь угла поворота, буквенно-цифровой индикатор и микро-процессорный преобразователь сигналов. Приборный блок крепится на рулевое колесо при помощи захвата.

3) Люфт-детекторы - стендовые устройства для выявления наличия зазоров в шарнирах, подшипниках и прочих подвижных узлах подвески и рулевого управления, а также определения степени их изношенности. Принцип работы - имитация всевозможных нагрузок на рулевое управление и подвеску площадками люфт-детектора.[3]

Вопросы и задания для самоконтроля

- 1. Что включает в себя диагностика ходовой части и рулевого управления автомобилей?**
- 2. Какие стенды для определения углов установки колес используют на практике?**
- 3. Какие методы используют для диагностирования подвески автомобилей?**
- 4. Расскажите принцип диагностики по методу измерения амплитуды амортизатора.**
- 5. Как проводится общая оценка технического состояния рулевого управления без разборки и снятия его с места?**

5. ДИАГНОСТИКА СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ И ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСМИССИИ

Установку фар проверяют и регулируют при помощи настенного или переносного экрана или специальных оптических приборов (реглоскопов).

Недостатки метода проверки и регулировки фар с помощью экрана с соответствующей разметкой:

- требует больших площадей с жесткими требованиями к плоскостности, не более 5 мм на 1 м²;
- точной установки (под углом 90+5°) экрана относительно площадки;
- громоздких и сложных приспособлений, ориентирующих автомобиль;
- затемненного помещения.

Сущность метода измерения реглоскопами заключается в том, что перед источником света помещается встречная оптическая система, в фокальной плоскости которой находится фотоэлемент. При постоянном по всей поверхности коэффициенте пропускания и при диаметре диафрагмы, намного меньшем фокусного расстояния системы (но намного большем кружка рассеивания от дифракций и аберраций), измерение силы света становится идентичным измерению на расстоянии, большем расстояния полного свечения. [2]

Диагностика элементов трансмиссии

Диагностирование элементов трансмиссии производится на основе суммарного люфта элементов всех элементов.

Для переднеприводных автомобилей суммарный люфт всех элементов трансмиссии оценивается по параметру «выбег автомобиля» или по времени разгона с применением стенда тяговых качеств.

Вопросы и задания для самоконтроля

- 1. Какие приборы используют для установки фар их проверки и регулировки?**
- 2. Расскажите сущность метода диагностики фар реглоскопами.**
- 3. На основании чего производится диагностирование элементов трансмиссии?**

6. УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВС

Для повышения эффективности существующих, выше перечисленных, средств и способов диагностирования предлагаются новые усовершенствованные способы, которые были выявлены в ходе анализа литературного обзора.

Далее подробно будут рассмотрены усовершенствованные способы диагностирования деталей двигателей и его систем.

Первым способом является способ диагностики технического состояния двигателя внутреннего сгорания, представленный патентом RU 2378631.

Изобретение относится к способам диагностики технического состояния ДВС, в частности его цилиндропоршневой группы, и может быть использовано для предварительной экспресс-диагностики и предупредительного ремонта двигателя.

Задачей изобретения является повышение достоверности диагностики ЦПГ за счет использования нескольких критериев оценки, а также за счет более полной очистки ЦПГ

Способ осуществляют следующим образом.

- 1) Измерение компрессии в каждом цилиндре с помощью компрессометра.
- 2) Определение СО и СН в выхлопных газах для бензиновых двигателей и дымность выхлопных газов для дизельных двигателей, используя газоанализатор.
- 3) Очистка цилиндропоршневой группы с помощью добавляемой в топливо присадки-выносителя нагара, содержащей средние эфиры о-фосфорной кислоты и диметилсульфоксид $(\text{CH}_3)_2\text{SO}$ в соотношении (10-20):1, обеспечивающей разрыхление и последующее удаление нагара вместе с продуктами сгорания топлива, не оказывая коррозионного воздействия на внутренние поверхности цилиндропоршневой группы. Очистку осуществляют путем подачи стандартного топлива с присадкой-выносителем нагара в двигатель, работающий на холостых оборотах. Для этого двигатель отсоединяют от топливного бака и подключают к дополнительной расходной емкости, содержащей стандартное топливо с добавкой присадки-выносителя нагара и снабженной насосом высокого давления. Длительность операции 30-40 минут.
- 4) Повторное измерение компрессии в цилиндре и содержания СО и СН в выхлопных газах либо их дымности.
- 5) Сопоставление их с номинальными значениями для компрессии и нормативными для содержания СН, СО и дымности.
- 6) Оценка технического состояния цилиндропоршневой группы, в частности износа поршневых колец.

Измерение компрессии цилиндров до и после очистки и сопоставление полученных значений с номинальными значениями компрессии для двигателя данной марки позволяет установить связь между потерей герметичности и образованием нагара и исключить нагар как возможную причину снижения герметичности.

Содержание СО и СН в выхлопных газах, а также дымность выхлопных газов, которые измеряют до и после удаления нагара, являются дополнительными критериями диагностики состояния цилиндропоршневой группы. Уменьшение содержания токсичных и загрязняющих составляющих выхлопа после очистки цилиндропоршневой группы практически до нормативных значений является очевидным свидетельством удаления образовавшегося критического количества нагара.

Достоинства способа:

- 1) прост и доступен;
- 2) безразборная оценка технического состояния ЦПГ, что свидетельствует о снижении трудоёмкости и снижении уровня требований к квалификации персонала;
- 3) наиболее достоверен по сравнению с прототипами;
- 4) в процессе диагностирования устраняется нагар с элементов ЦПГ. [14]

Вторым является способ оценки технического состояния двигателя внутреннего сгорания, описанный патентом RU 2486486.

Способ заключается в измерении давления картерных газов в период свободного разгона двигателя. В процессе измерения давления картер двигателя разобщается с атмосферой. Для оценки технического состояния ЦПГ сравнивают измеренные значения давления с нормативными значениями.

Характер изменения давления, а именно его производная, в данном случае есть величина прямо пропорциональная расходу картерных газов, прорывающихся через неплотности ЦПГ, а расход картерных газов напрямую связан с неплотностью ЦПГ. На Рис. 14 изображена схема реализации заявляемого способа.

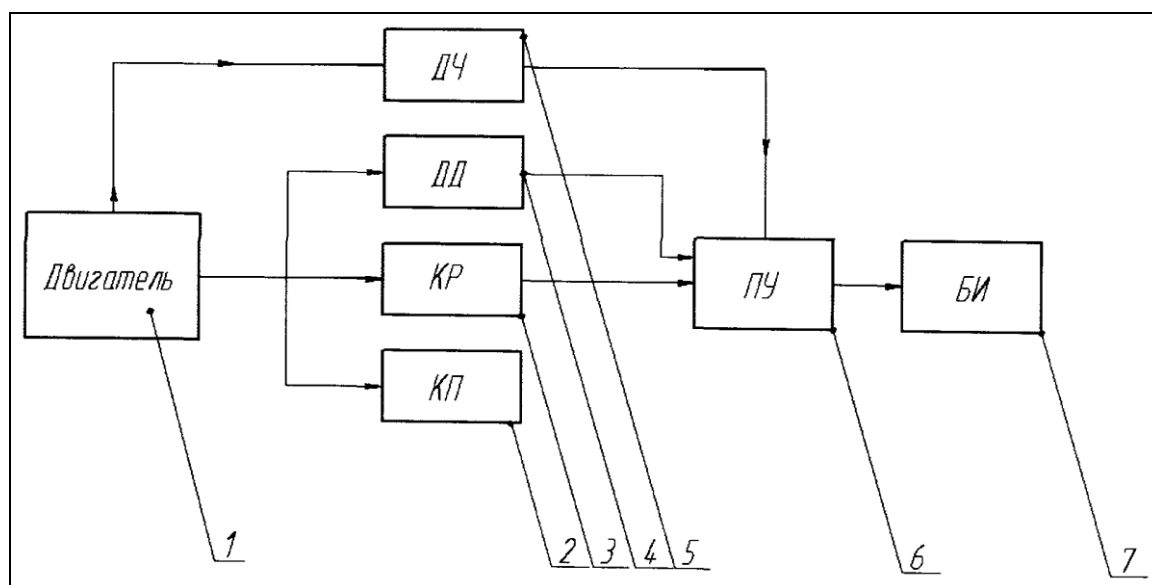


Рис. 14 Схема реализации заявляемого способа: 1 - двигатель; 2 - клапан предохранительный; 3 - клапан разгрузки; 4 - датчик давления картерных газов; 5 - датчик частоты вращения коленчатого вала; 6 - программное устройство; 7 - блок индикации

Способ реализуют следующим образом.

- 1) На двигателе к любому каналу, имеющему прямой доступ к полости его картера, параллельно подключается предохранительный клапан, клапан разгрузки и датчик давления картерных газов.
- 2) Отключается система вентиляции картера двигателя.
- 3) В кожух маховика двигателя устанавливается датчик частоты вращения коленчатого вала индукционного типа.
- 4) Датчик давления картерных газов, клапан разгрузки и датчик частоты вращения коленчатого вала подключают к программному устройству, которое корректируется с учетом вида двигателя и его основных конструктивных параметров.

5) Запуск двигателя, прогрев его до нормального теплового состояния и включение программного устройства. Дизельный двигатель переводится в режим свободного разгона, причем с минимальных оборотов до максимальных оборотов холостого хода. Бензиновый двигатель переводится в режим циклического разгона выбега в диапазоне определенных частот вращения путем отключения подачи топлива или зажигания.

6) В период испытания программное устройство держит клапан разгрузки в закрытом состоянии, разобщая картер двигателя с атмосферой, и строит характеристику изменения давления картерных газов по датчику давления картерных газов. Предохранительный клапан предотвращает перегрузку уплотнений картера от слишком высокого давления, способного возникнуть при большой неплотности цилиндропоршневой группы. По полученной характеристике программное устройство делает обобщенную оценку состояния цилиндропоршневой группы. Результат выводится на блок индикации.

Достоинства:

- 1) простота конструкции измеряющего устройства;
- 2) не требуется демонтаж и разборка ДВС. [14]

Третьим рассмотренным новым способом является способ оценки состояния ЦПГ на основе измерения температуры топливовоздушной смеси на такте сжатия с помощью устройства, выполненного из форсунки или свечи зажигания с встроенной термопарой. [6]

Задачей полезной модели является упрощение конструкции устройства при повышении точности измерений.

Поставленная задача решается тем, что устройство для определения износа цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания включает блок регистрации и обработки информации, связанный с термопарой, закрепленной на корпусе с возможностью размещения термопары в камере сгорания двигателя. При этом соединение корпуса устройства с камерой сгорания двигателя выполнено герметичным. Корпус может представлять собой корпус форсунки или корпус свечи зажигания двигателя.

Расширяясь, нагретый воздух истекает из камеры сгорания тем интенсивнее, чем больше износ в сопряжении между поршневыми кольцами и цилиндром, вследствие чего температура воздуха в камере сгорания однозначно зависит от величины износа ЦПГ.

Полезная модель поясняется чертежом Рис. 15, на котором представлена схема заявляемого устройства, вид сбоку в разрезе.

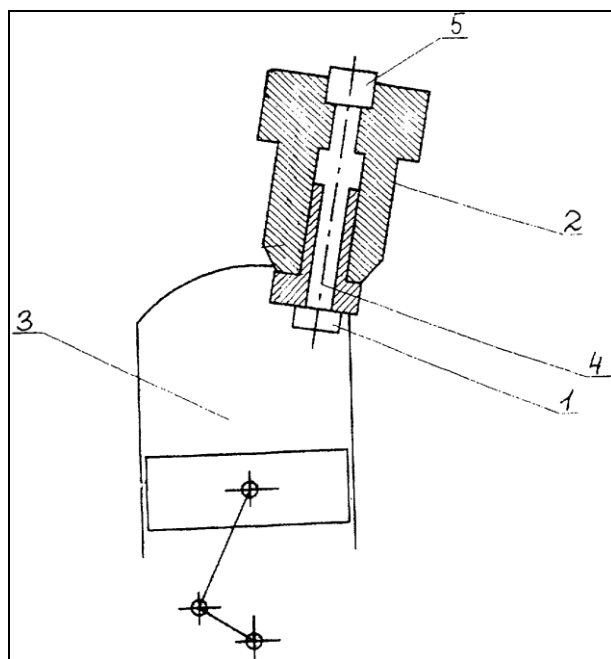


Рисунок 15 – Устройство для диагностирования технического состояния ДВС:

1 – термопара, 2 – корпус, 3 – камера сгорания, 4 – канал, 5 – блок регистрации

Устройство содержит термопару 1, закрепленную на корпусе 2. В качестве корпуса может быть использован корпус штатной форсунки конкретного ДВС или свечи зажигания, что обеспечивает легкоъемное крепление к ДВС. При этом термопара крепится к части корпуса устройства, находящейся в камере сгорания 3 ДВС. Термопара 1 с помощью подсоединенного к ней провода, проложенного в канале 4 корпуса 1, связана с блоком регистрации и обработки информации 5, размещаемом в любом удобном для обозрения месте. Блок регистрации и обработки информации включает цифровой преобразователь сигнала от термопары в единицы износа сопряжения поршневое кольцо-гильза (мкм).

Сущность способа.

1) Установка устройства для измерения температуры топливовоздушной смеси (ТВС) вместо свечи зажигания (для бензинового двигателя) или вместо топливной форсунки (для дизельных двигателей) на диагностируемый цилиндр.

2) Запуск двигателя.

3) Установка оптимального режима: режим холостого хода (850 об/мин.), при этом воздух в камере сгорания нагревается примерно до температуры 700°C.

4) Измерение температуры воздуха в камере сгорания термопарой, от которой электрический сигнал соответствующего уровня поступает в блок регистрации и обработки информации, в котором по экспоненциальной зависимости преобразуется в величину износа сопряжения поршневое кольцо-гильза. Данная зависимость выражается формулой 1 [7]:

$$\alpha_0 = b' t / (e^{-bL} - 1), \quad (1)$$

где α_0 – интенсивность изнашивания поршневого кольца;

b' - параметр, характеризующий изменение температуры камеры сгорания на единицу износа;

t – разница между температурой внешней среды и камеры сгорания без подачи топлива

в неё;

b – коэффициент интенсивности изнашивания;

L – пробег автомобиля.

Достоинства изобретения:

- 1) устройства позволяет увеличить точность измерения износа цилиндро-поршневой группы ДВС по сравнению с известными техническими решениями на 30%;
- 2) простота конструкции;
- 3) оценка технического состояния ЦПГ без демонтажа и разборки.

Четвёртым перспективным способом технической диагностики является вакуумный метод, при использовании которого определяется техническое состояние отдельных цилиндров и всей ЦПГ ДВС и его остаточный ресурс. [8]

Оценка степени износа ЦПГ и ГРМ производится при помощи прибора Анализатора Герметичности Цилиндров (АГЦ).

Диагностика сводится к замеру двух параметров вакуума в каждом цилиндре двигателя: величины полного (P_1) и остаточного (P_2) вакуума, что позволяет точно разделить утечки через клапана и кольца и достоверно определить текущее состояние поэлементно деталей ЦПГ: герметичность клапанов, износ гильзы и состояние поршневых колец (нормальное, закоксовка, залегание или поломка).

Величину максимального разрежения в цилиндре, которое способна создать ЦПГ, называют **полным (полезным) вакуумом ($-P_1$)**. Замер значения полного вакуума производится в надпоршневом пространстве во время такта впуска через вакуумный клапан. Эта величина показывает утечки из камеры сгорания через клапана, прогоревшее днище поршня или прокладку ГБЦ.

Величину потерь давления рабочего тела через поршень в цилиндре ДВС при максимальном давлении в цилиндре называют **остаточным (паразитным) вакуумом ($-P_2$)**. Эта величина показывает утечки через поршневые кольца. Для измерения его величины надпоршневой объем изолируется перекрытием редукционного клапана. При удовлетворительном состоянии гильзы цилиндра и герметичности клапанов величина остаточного вакуума характеризует состояние поршневых колец - степень износа, залегание (закоксовка), поломку перемычек на поршне, поломку колец.

Пневмоплотность закрытия клапанов, а также наличие трещин в днище поршня, в головке блока ДВС в большей мере влияет на значение величины соотношения P_1/P_2 , соответственно в случае пониженного значения величины P_1/P_2 от номинально допустимых, можно выявить неполадки, связанные с клапанами, трещинами в деталях. Причем степень расхождения с номинальными значениями P_1/P_2 позволяет разделить негерметичность клапанов или же трещины в деталях.

Сверка результатов замеров полного вакуума (P_1) и остаточного вакуума (P_2) с диаграммой состояния ЦПГ для данного вида топлива и дает оценку о состоянии ЦПГ.

Порядок диагностирования анализатором АГЦ

1. Прогрев двигателя до температуры 80°C – 85°C.
2. Демонтаж свечей (форсунок) из всех цилиндров.

3. Отключение катушки зажигания (коммутатора).

4. Прокрутка двигателя пусковым устройством 3 – 5 секунд (извлечение грязи из камеры сгорания).

5. Подключение прибора

6. Замер полного вакуума (P_1). При движении поршня вверх на такте сжатия (Рис. 16) рабочее тело через редукционный клапан практически полностью выталкивается из камеры сгорания в атмосферу. Далее после ВМТ поршень начинает двигаться вниз, редукционный клапан закрывается, под действия создаваемого поршнем разрежения. Посредством вакуумного клапана фиксируется максимальное значение разрежения, которое способна создать ЦПГ двигателя в данном цилиндре.

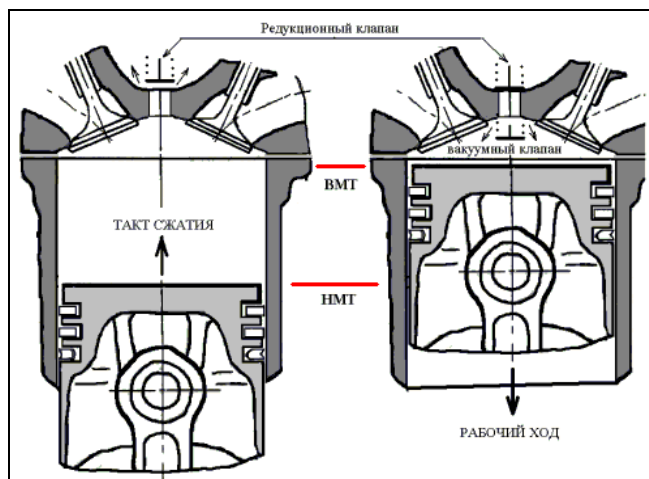


Рис. 16. Схема замера полного вакуума

7. Замер остаточного вакуума (P_2). Если при движении поршня вверх (Рис. 17) на такте сжатия надпоршневое пространство будет перекрыто, т.е. в камере сгорания будет нагнетаться максимальное давление, то часть рабочего тела через поршневые кольца будет проникать в картер двигателя, соответственно масса рабочего тела в начале такта сжатия в конце такта рабочего хода будет уменьшаться на величину утечек dm через поршневые кольца. Эта величина на Рисунке 17 обозначена как h . Соответственно, не доходя h до НМТ в цилиндре будет возникать разрежение, которое фиксируется вакуумным клапаном и величина которого снимается с показания вакуумметра.

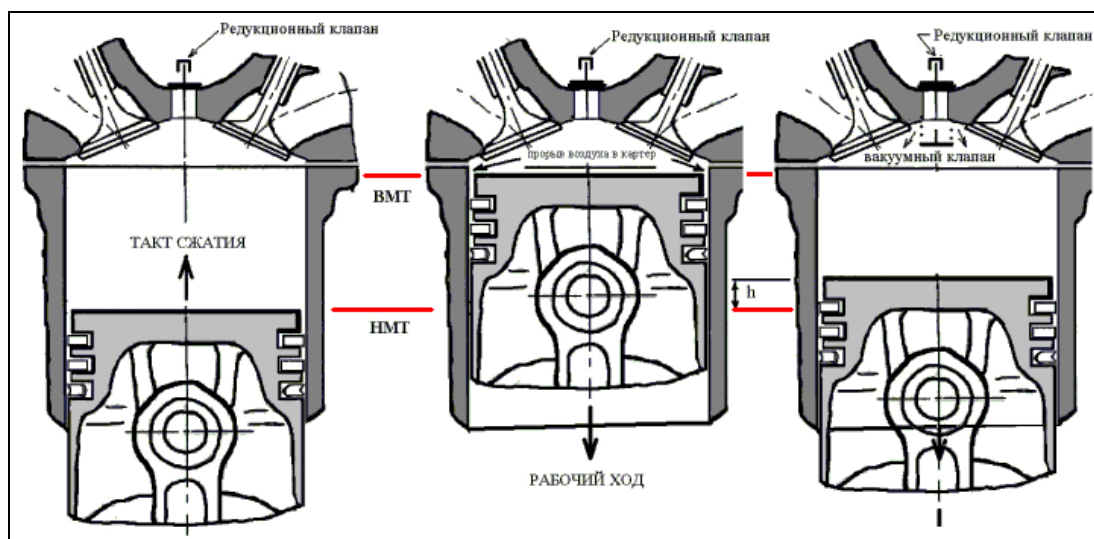


Рис. 17 - Схема замера остаточного вакуума

8. Анализ состояния ЦПГ по диаграмме, соответствующей данному типу топлива, на котором работает двигатель. Как было отмечено выше, минимальное значение полного вакуума при плотно закрытых клапанах не зависит от состояния поршневых колец благодаря эффекту "масляного клина". В свою очередь, величина ($-P_2$) при плотно закрытых клапанах отражает количество утечек через поршневые кольца, т.е. характеризует пневмоплотность поршневых колец. Пневмоплотность закрытия клапанов, а также наличие трещин, влияет на величину ($-P_1$) и ($-P_2$) одновременно. Экспериментальные исследования, подкрепленные большим статистическим материалом, позволили обосновать основные нормативные значения показателей ($-P_1$) и ($-P_2$) для дизельных и бензиновых двигателей (Таблица 2).

Таблица 2

Нормативные значения величины полного (P_1) и остаточного (P_2) вакуума

ДВС	Номинальные значения, кгс/см ²		Предельные значения, кгс/см ²		
	Гильза - P_1	Кольца - P_2	Гильза - P_1	Кольца - P_2	Клапан - P_1
Дизель	0,89-0,94	0,14-0,17	0,78	0,25	0,65
Бензин А-92	0,80-0,84	0,17-0,20	0,75	0,32	0,60
Бензин А-80	0,80-0,82	0,18-0,20	0,72	0,36	0,60

Для удобства диагностики составлены диаграммы состояния ЦПГ для различных типов двигателей (Рисунок 18). На диаграмме состояния элементов ЦПГ, учитывая выше изложенные толкования, выделены зоны состояния элементов ЦПГ в зависимости от значений ($-P_1$) и ($-P_2$).

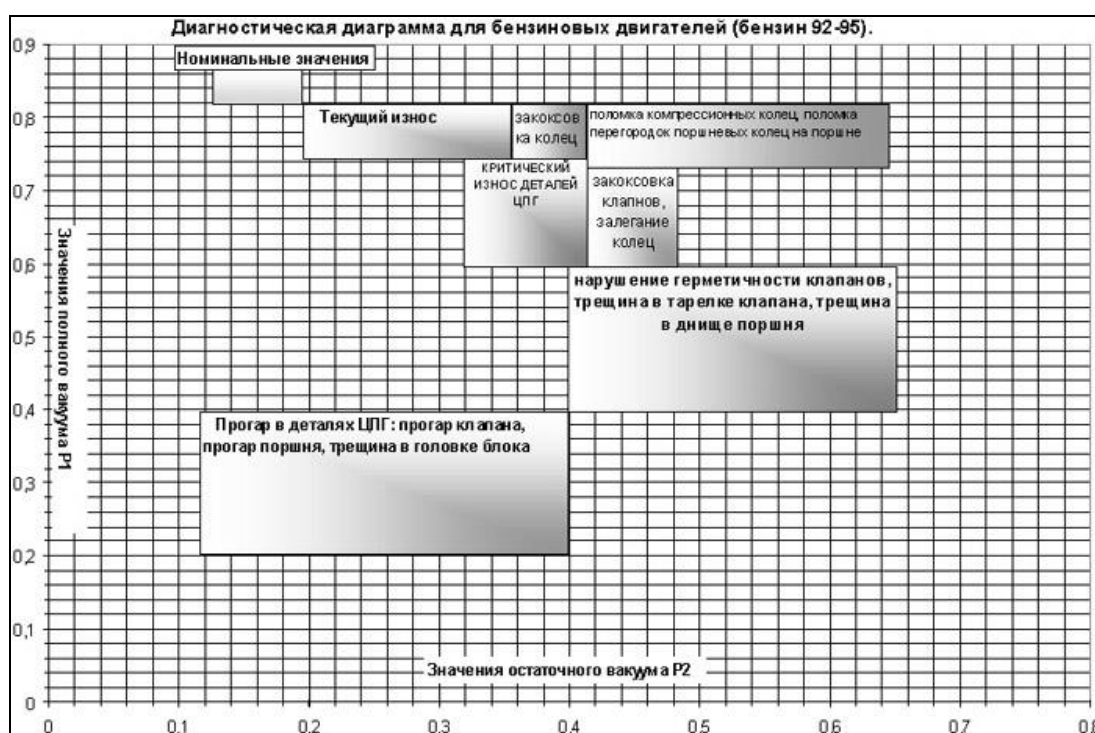


Рис. 18. Диагностическая диаграмма для бензиновых ДВС

Достоинства метода:

- прост (не требуется длительной диагностики и дорогостоящего оборудования);
- доступен (сравнительно низкая стоимость и отсутствие необходимости в дополнительном оборудовании);

- достоверен (методика основана на естественных условиях работы элементов ЦПГ и поэтому снижается влияние субъективных оценок и косвенных признаков);
- надёжен (простота конструкции и отсутствие сложных систем анализа снижает количество отказов и ошибок). [8]

Пятый способ определения состояния агрегатов двигателя представлен способом безразборной диагностики степени износа подшипников двигателя внутреннего сгорания (патент RU 2399898). Целью изобретения является безразборное определение степени износа любого подшипника ДВС, независимо от месторасположения их в масляном тракте и повышение точности оценки технического состояния двигателя по сравнению с существующими.

Эта цель достигается тем, что в предлагаемом способе диагностики степени износа подшипников ДВС определяют величину мгновенного давления в центральной масляной магистрали при работе диагностируемых подшипников в течение цикла под максимальной нагрузкой в последующий цикл без нагрузки. При этом сравнивают участки осциллограммы, полученные при рабочем цикле диагностируемого цилиндра и нерабочем цикле. На Рисунке 16 представлена функциональная схема системы смазки двигателя.

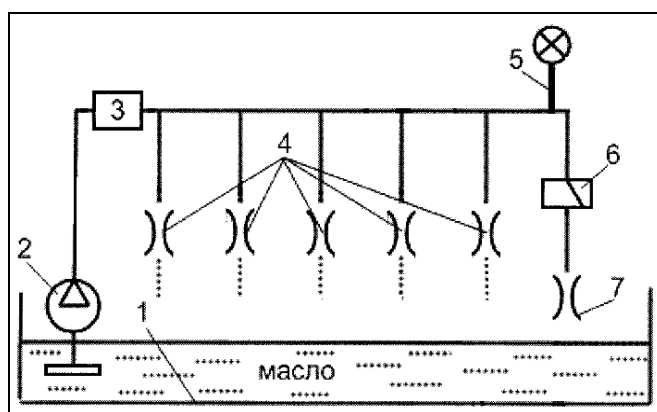


Рис. 16 Функциональная схема системы смазки двигателя: 1 - маслосборник, 2 – насос, 3 - фильтр, 4 - подшипники двигателя, 5 - тензометрический датчик давления и измерительный комплекс, 6 – кран, 7 – дроссель

Способ осуществляется следующим образом.

- 1) Подсоединение в конце главной масляной магистрали крана 6 и дросселя 7, которые установлены последовательно.
- 2) Запуск двигателя.
- 3) Ожидание установления частоты вращения коленчатого вала двигателя на постоянном уровне (например, 880 мин^{-1})
- 4) Стабилизация величины давления в центральной масляной магистрали, которую измеряют датчиком давления 5, по средствам открытия крана 6 и частичной утечки масла через дроссель 7. Это делается для того, чтобы исключить влияние снижения давления в центральной масляной магистрали на результаты диагноза, установив постоянный уровень давления в центральной масляной магистрали.
- 5) Далее при использовании устройства (отключателя цилиндров), добиваются чередования участков осциллограммы с рабочим и нерабочим циклами. При первом цикле сила давления газов воздействует на вал, при последующем цикле - нет. Тензодатчиком давления 5 измеряется осциллограмма мгновенной величины давления в центральной

масляной магистрали. Отношение давлений с рабочими и нерабочими циклами на осциллограмме определяют по формуле 2:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{(1+1,5\chi_2^2)}{(1+1,5\chi_1^2)} \quad (2)$$

где P_1 - мгновенная амплитуда давления масла при работе без нагрузки;

P_2 - мгновенная амплитуда давления масла при работе с нагрузкой;

χ_1 - относительный эксцентриситет при работе подшипника без нагрузки;

χ_2 - относительный эксцентриситет при работе подшипника с нагрузкой.

6) Отношение амплитуд давлений без нагрузки и под нагрузкой в выражении (1) будет зависеть только от величин относительных эксцентриситетов (связи давления с другими факторами, такими как производительность насоса, вязкость масла, температура масла и др., были устранены). Из анализа данной формулы можно сделать вывод, что наиболее чувствительным диагностическим параметром при определении технического состояния коренного подшипника является отношение амплитуд давлений без нагрузки и под нагрузкой. Однако при определении отношения мгновенных амплитуд давлений может быть внесена значительная погрешность в связи с тем, что развертка осциллограммы давления по вертикали и горизонтали может отличаться от измерения к измерению. Для преодоления данной погрешности отношение амплитуд давлений заменяется на разность нормированных амплитуд давлений при работе через цикл с нагрузкой и без нагрузки. Наложение нормированных амплитуд давлений представлено на Рис. 17, при этом исключается погрешность, связанная с изменением размеров развертки осциллограммы.

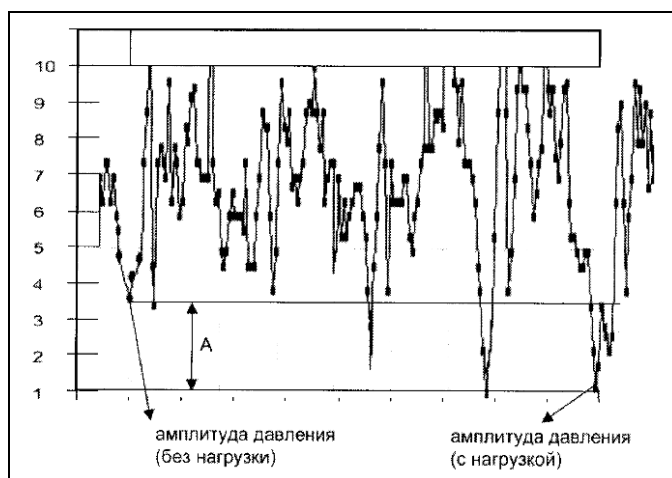


Рис. 17. Осциллограмма амплитуд давлений

Таким образом, формула 3 для определения действительного зазора в коренной шейке по разности нормированных амплитуд давлений определенная авторами патента экспериментально имеет вид:

$$Z_k = 1,96 \cdot 10^5 \cdot A^z - 7,72 \cdot 10^z \cdot A^z + 97,54 \cdot A - 0,28 \quad (3)$$

где Z_k - зазор в диагностируемом подшипнике, мм;

A - разность нормированных амплитуд давления (A на Рисунке 17) двух соседних циклов при работе через цикл, с нагрузкой и без нагрузки, МПа.

Измерив разность нормированных амплитуд давлений двух соседних циклов при работе диагностируемого цилиндра через цикл, с нагрузкой и без нагрузки, по формуле (3) определяют действительный износ любого подшипника. Предельное значение разности для

выбравки коренного подшипника при частоте вращения коленчатого вала двигателя $n = 880 \text{ мин}^{-1}$, составляет 0,02 МПа.

Достоинства способа:

- повышена достоверность оценки технического перспективных способов диагностирования ДВС состояния подшипников кривошипно-шатунного механизма; это связано с тем, что измерение величины мгновенного давления производится в конце центральной масляной магистрали;

- снижена погрешность оценки технического состояния подшипников кривошипно-шатунного механизма за счёт стабилизации давления по средствам дополнительно установленного крана и дросселя;

- обеспечивается возможность оценки технического состояния отдельных подшипников двигателя внутреннего сгорания. [14]

Шестым перспективным способом является способ диагностирования выпускного тракта поршневых двигателей внутреннего сгорания (патент RU 2474805).

Целью изобретения является определение технического состояния выпускного тракта во всем диапазоне работы ДВС, повышение точности оценки технического состояния двигателя, уменьшение потерь мощности и снижении расхода топлива.

На Рис. 18 представлена функциональная схема способа.

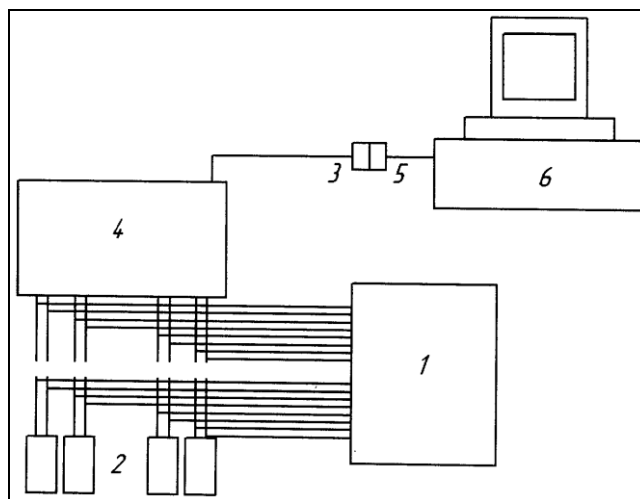


Рис. 18. Функциональная схема способа диагностирования выпускного тракта ДВС: 1 – отключатель форсунок, 2 – форсунки, 3 – диагностическая колодка, 4 – ЭБУ, 5 – диагностический разъем, 6 – мотор-тестер

Способ осуществляют следующим образом

- 1) Подсоединение отключателя электромагнитных форсунок 1 к штатным электромагнитным форсункам 2.

- 2) Подсоединение диагностической колодки 3 электронного блока управления 4 мотор-тестера 6 (КАД-300) при помощи диагностического разъема 5.

- 3) Запуск двигателя.

- 4) Задаётся и поддерживается номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя при помощи дроссельной заслонки автомобиля.

- 5) Отключателем электромагнитных форсунок 1 выключают одновременно все цилиндры.

6) За время, от момента выключения цилиндров двигателя до его полной остановки, мотор-тестером 6 измеряется число оборотов коленчатого вала.

7) Сравнивается измеренное число оборотов коленчатого вала с эталонным (за эталон принимают число оборотов коленчатого вала для нового двигателя). Чем меньшее количество оборотов делает двигатель до полной остановки, тем больше сопротивление выпускного тракта. Практика эксплуатации и диагностирования двигателей показывает, что предельное значение мощности наблюдается при сопротивлении выпускного тракта +8,62 КПа

Достоинства способа:

- повышении точности диагностирования выпускного тракта поршневых ДВС
- возможностью определения технического состояния во всем диапазоне работы ДВС.

[14]

Седьмым способом диагностики двигателей и его систем является способ диагностирования системы топливоподачи двигателя (патент RU 2418190).

Целью изобретения является повышение достоверности и точности оценки технического состояния системы топливоподачи, а также снижение трудоемкости процесса диагностирования.

Для осуществления способа диагностирования системы топливоподачи двигателя используется установка представленная на Рис. 19.

Способ заключается в следующем.

- 1) Подсоединение по средствам проводов и разъёмов отключателя форсунок в разрыв проводов.
- 2) В диагностическую колодку электронного блока управления подключают диагностический разъем диагностического стенда КАД-300.
- 3) Запуск двигателя.
- 4) Последовательное отключение трёх форсунок отключателем цилиндров.
- 5) Оставшийся в работе цилиндр выводится на режим работы, соответствующий 2000 мин⁻¹, последовательно отключая отдельные впрыски данной форсунки, и степенью открытия дроссельной заслонки поддерживают данную частоту вращения двигателя. Программно изменяют значение коэффициента коррекции топливовоздушной смеси, в результате изменяют действительное количество топлива, впрыскиваемого в цилиндр. Действительное количество топлива, впрыскиваемого в цилиндр, определяется по формуле 4:

$$Q_d = Q_p * (1 \pm \Delta * 0,001) \quad (4)$$

где Q_d - действительное количество топлива, впрыскиваемого в цилиндр;

Q_p - расчетное значение топлива, впрыскиваемого в цилиндр форсункой, мг/такт;

Δ - коэффициент коррекции топливовоздушной смеси.

- 6) По изменению оборотов коленчатого вала двигателя определяется увеличение или снижение мощности двигателя, значение которой сравнивается с эталонным значением мощности двигателя, полученным для исправной форсунки.

Для осуществления способа диагностирования системы топливоподачи двигателя используется установка представленная на Рис. 19.

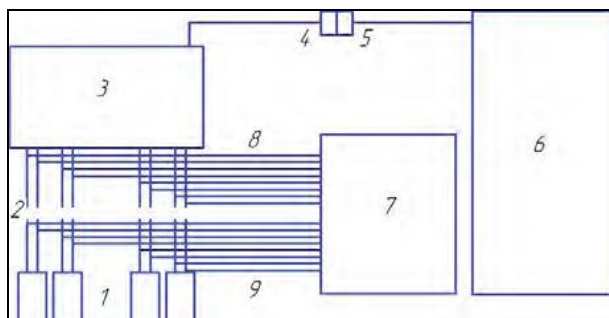


Рис. 19 Установка для диагностирования системы топливоподачи: 1 – форсунки, 2 – провода, 3 – ЭБУ, 4 – диагностическая колодка, 5 – диагностический разъем, 6 – мотор-тестер КАД 300, 7 – отключатель форсунок, 8 и 9 – провода с разъемами

Таким образом, увеличивая численное значение коэффициента коррекции топливовоздушной смеси при уменьшенной пропускной способности форсунки, двигатель начинает увеличивать частоту вращения. При этом максимальный рост частоты вращения двигателя зависит от технического состояния электромагнитной форсунки.

Уменьшая численное значение коэффициента коррекции топливовоздушной смеси при увеличенной пропускной способности форсунки, двигатель начинает также увеличивать частоту вращения, т.к. до корректирования подавался избыток топлива в цилиндр, что служило причиной снижения частоты вращения коленчатого вала.

Достоинства способа:

–повышается точность оценки технического состояния системы топливоподачи двигателя (точность определения пониженной или повышенной пропускной способности форсунок лежит в пределах 2%, тогда как представленные выше способы не достигают точности 6%);

–уменьшение трудоемкости процесса диагностирования, т.к. не требуется демонтаж (монтаж) форсунок с двигателя. [14]

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какова основная цель диагностики ДВС?
2. Перечислите основные способы диагностирования ДВС.
3. Перечислите преимущества и недостатки первого способа диагностирования ДВС
4. Перечислите преимущества и недостатки второго способа диагностирования ДВС
5. Перечислите преимущества и недостатки третьего способа диагностирования ДВС
6. Перечислите преимущества и недостатки четвертого способа диагностирования ДВС
7. Перечислите преимущества и недостатки пятого способа диагностирования ДВС
8. Перечислите преимущества и недостатки шестого способа диагностирования ДВС
9. Перечислите преимущества и недостатки седьмого способа диагностирования ДВС

7. АНАЛИЗ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВС

В настоящее время существует множество способов и средств для определения технического состояния деталей и агрегатов автомобиля. Ранее были рассмотрены повсеместно распространённые и усовершенствованные методы. Для выбора из них наиболее рационального необходимо провести анализ методов по наиболее важным оценочным показателям.

Показатели оценки способов диагностирования представлены в Таблице 3.

Таблица 3

Параметры оценочных показателей способов диагностирования

Параметр	Обозначение	ед. изм.
1) количество диагностических параметров	N	шт
2) время поиска неисправностей	t	ч
3) среднее время подготовки автомобиля к диагностированию	t _{под}	ч
4) трудоёмкость	T	норм-ч
5) коэффициент полноты диагностической информации	k _{пди}	—
6) коэффициент безопасности операций диагностирования	k _{бд.}	—

При определении количества диагностических параметров – N осуществляется подсчёт параметров, по которым в конкретном способе диагностирования непосредственно определяется техническое состояние диагностируемого узла.

Время поиска неисправностей (t) - временной интервал непосредственно процесса диагностирования.

Среднее время подготовки автомобиля к диагностированию заданным числом специалистов $t_{\text{под}}$ определяется с учётом времени установки и снятия измерительных преобразователей и времени монтажно-демонтажных работ по формуле 5: [9]:

$$t_{\text{под}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{мнж}}, \quad (5)$$

где $t_{\text{под}}$ - среднее время подготовки автомобиля к диагностированию, ч;

$t_{\text{уст}}$ - среднее время установки и снятия измерительных преобразователей и других устройств, необходимых для диагностирования, ч;

$t_{\text{мнж}}$ - среднее время монтажно-демонтажных работ на автомобиле, необходимых для подготовки к диагностированию, ч.

Показатель трудоёмкости - T отражает затраты рабочего времени для диагностирования одного автомобиля и определяется в зависимости от времени поиска неисправностей и среднего времени подготовки автомобиля к диагностированию по формуле 6:

$$T = t + t_{\text{под}} \quad (6)$$

где T – трудоёмкость, н-ч;

t - время поиска неисправностей, ч;

$t_{\text{под}}$ – среднее время подготовки автомобиля к диагностированию, ч.

Коэффициент полноты диагностической информации - $k_{пдн}$ отражает уровень полноты и достоверности информации о техническом состоянии диагностируемых узлов и агрегатов. [10]

Коэффициент безопасности операций диагностирования – $k_{бд}$ отражает уровень безопасности воздействия на диагноста методов диагностирования и средств, которыми они осуществляются. Чем уровень потенциально возможного опасного воздействия выше, тем коэффициент ниже $k_{бд}$.

Коэффициент полноты диагностической информации - $k_{пдн}$ и коэффициент безопасности операций диагностирования – $k_{бд}$ определяются экспертным методом.

В Таблице 4 представлены оценочные параметры показателей качества наиболее распространенных и перспективных способов диагностирования, рекомендуемых заводами изготовителями.

Таблица 4

Оценочные параметры показателей качества рекомендованных заводами изготовителями способов и перспективных способов диагностирования ДВС

Диагностируемые элементы	СТД	N, шт	t, ч	t _{под.} , ч	T, н-ч	$k_{пдн}$	$k_{бд}$	K _{сум}
Рекомендованные заводами изготовителями способы диагностирования ДВС								
Цепи микропроцессорной СУД, датчики и исполнительные механизмы	Мотор-тестер	132	0,5	0,1	0,6	0,9	0,8	16
		(3)	(2)	(3)	(2)	(3)	(3)	
	сканер	96	0,3	0,1	0,45	0,75	0,9	15
		(3)	(2)	(3)	(2)	(2)	(3)	
Проводка и разъёмы	Тестер (цифровой мультиметр)	12 (3)	1,3 (1)	0,1 (3)	1,4 (1)	0,5 (1)	0,4 (1)	10
Система зажигания	Мотор-тестер	6	0,15	0,1	0,25	0,9	0,8	18
		(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	
	газоанализатор	2	0,15	0,2	0,35	0,4	0,8	13
		(2)	(3)	(2)	(2)	(1)	(3)	
Система питания ДВС	Проливочный стенд	8	2	1	3	0,8	0,6	11
		(3)	(1)	(1)	(1)	(3)	(2)	
	газоанализатор	2	0,15	0,2	0,35	0,5	0,8	13
		(2)	(3)	(2)	(2)	(1)	(3)	
		1	0,25	0,15	0,4	0,5	0,7	
		(1)	(2)	(2)	(2)	(1)	(2)	
ЦПГ	Компрессометр	1	0,25	0,2	0,45	0,5	0,7	10
		(1)	(2)	(2)	(2)	(1)	(2)	
	мотор-тестер	1	0,2	0,1	0,3	0,5	0,8	13
		(1)	(3)	(3)	(2)	(1)	(3)	

КШМ и ГРМ	Манометр	2	0,15	0,25	0,4	0,5	0,7	10
		(2)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	
	пневмотестер	1	0,3	0,3	0,6	0,6	0,7	9
		(1)	(2)	(1)	(1)	(2)	(2)	
	мотор-тестер	1	0,3	0,1	0,4	0,5	0,8	12
		(1)	(2)	(3)	(2)	(1)	(3)	
Система выпуска ОГ	Механотестер	1	0,8	0,3	1,1	0,6	0,7	8
	МТА-2	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)	
Перспективные способы диагностирования ДВС								
ЦПГ (компрессия + уровень СО и СН)	компрессометр + газоанализатор	3	0,4	0,5	0,9	0,9	0,55	11
		(2)	(2)	(1)	(1)	(3)	(2)	
ЦПГ (давление картерных газов)	измерительный комплекс типа МІС-400	2	0,15	0,5	0,65	0,45	0,5	9
		(2)	(3)	(1)	(1)	(1)	(1)	
ЦПГ (температура ТВС)	спец.устройство	2	0,25	0,15	0,4	0,6	0,6	12
		(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	
ЦПГ и ГРМ (полный и остаточный вакуум)	АГЦ	2	0,4	0,2	0,6	0,9	0,7	13
		(2)	(2)	(2)	(2)	(3)	(2)	
КШМ (давление в масляной магистрали под нагрузкой и без нагрузки)	измерительный комплекс типа МІС-400	6	0,2	0,35	0,55	0,75	0,7	12
		(3)	(2)	(1)	(2)	(2)	(2)	
Выпускной тракт (частота вращения КВ)	мотор-тестер	3	0,1	0,15	0,25	0,7	0,8	15
		(2)	(3)	(2)	(3)	(2)	(3)	
Система питания (по коэффициенту коррекции топливной смеси)	мотор-тестер	8	0,2	0,15	0,35	0,9	0,8	15
		(3)	(2)	(2)	(2)	(3)	(3)	

Анализ средств и способов диагностирования по Таблице 3.

Для того чтобы сделать оценку анализируемых методов диагностирования универсальной, вводится специальный показатель - К, который характеризует и унифицирует все параметры оценки. Показатель К для каждого параметра указан в скобках в Таблице 4. Диапазон оценки показателя К от 1 до 3, причём:

К = 1 - характеризует низкий уровень оценки по данному параметру;

К = 2 - нормальный уровень оценки;

К = 3 - высокий уровень оценки.

Границы эффективности показателей контролепригодности приведены в Таблице 5.[9].

Таблица 5

Границы показателей и их оценка по универсальному показателю К

Параметр	Обозначение	Диапазон границ	Оценка	Характеристика
Количество диагностических параметров	N	$N = 1$	K=1	низкий уровень универсальности ДС
		$N = 2...4$	K=2	средний уровень универсальности
		$N > 4$	K=3	высокая степень универсальности и
Время поиска неисправностей	t	$t < 0,2$ ч	K=3	низкое время поиска неисправностей
		$t = 0,2...0,4$ ч	K=2	среднее время
		$t > 0,4$ ч	K=1	значительное время
Среднее время подготовки автомобиля к диагностированию	$t_{\text{под}}$	$t_{\text{под}} \leq 0,1$ ч	K=3	малое время подготовки автомобиля к диагностированию
		$t_{\text{под}} = 0,11...0,2$ ч	K=2	среднее время
		$t_{\text{под}} > 0,2$ ч	K=1	высокое время подготовки
Трудоёмкость	T	$T < 0,3$ чел-ч	K=3	невысокая трудоёмкость способа диагностирования
		$T = 0,3...0,6$ чел-ч	K=2	средняя трудоёмкость
		$T > 0,6$ чел-ч	K=1	значительная трудоёмкость
Коэффициент полноты диагностической информации	$k_{\text{пди}}$	$k_{\text{пди}} \leq 0,5$	K=1	полнота диагностирования низкая
		$k_{\text{пди}} = 0,51...0,79$	K=2	средняя
		$k_{\text{бд}} = 0,8...1,0$	K=3	высокая
Коэффициент безопасности операций диагностирования	$k_{\text{бд}}$	$k_{\text{бд}} \leq 0,5$	K=1	уровень безопасности методов и средств диагностирования низкий
		$k_{\text{бд}} = 0,51...0,79$	K=2	средний
		$k_{\text{бд}} = 0,8...1,0$	K=3	высокий

В последующем оценка способов диагностирования осуществляется по суммарному показателю $K_{\text{сум}}$, который определяется как сумма всех оценочных параметров показателей качества К.

Диапазон границ оценки способов по параметру $K_{\text{сум}}$ представлен в Таблице 6.

Диапазон границ оценки способов по параметру $K_{\text{сум}}$ и их характеристика

Параметр	Диапазон границ оценки	Характеристика
$K_{\text{сум}}$	6...10	способы диагностирования имеют удовлетворительную оценку, но нуждаются в усовершенствовании, в связи с необходимостью повышения показателей качества
	11...14	способы диагностирования, имеющие хорошие показатели качества, не нуждающиеся в модернизации
	15...18	способы диагностирования, обладающие отличными показателями

Итак, в ходе анализа средств и методов диагностирования (Таблице 3) по оценочному параметру $K_{\text{сум}}$ можно сделать вывод о том, что способы, рассмотренные как перспективные, имеют некоторые преимущества по сравнению с повсеместно распространёнными методами, рекомендованными заводами изготовителями автомобилей.

По данному показателю осуществляется оценка рассмотренных методов диагностирования двигателей. Но для того чтобы анализ рассмотренных способов был наиболее достоверен, ниже проводится их подробная оценка.

Основным способом определения технического состояния ЦПГ ДВС является определение компрессии, он может осуществляться компрессометром или мотор-тестером. В ходе анализа способов единый оценочный показатель имеет следующие значения: $K_{\text{сум}}=10$ и $K_{\text{сум}}=14$ соответственно, что является удовлетворительным. Трудоёмкость способа находится на среднем уровне, но точность диагностирования необходимо повысить.

Первым перспективным способом был способ оценки состояния ЦПГ путём замера компрессии и уровня СО и СН с последующей очисткой ЦПГ от нагара и повторными замерами этих же показателей ($K_{\text{сум}}=12$). Данный способ является альтернативой способу определения состояния ЦПГ путём замера компрессии и имеет перед ним следующие преимущества: диагностических параметров значительно больше и коэффициент полноты диагностирования выше, что свидетельствует о большей достоверности определения технического состояния ЦПГ предложенным способом; значительным преимуществом данного способа является то, что в комплексе с операциями диагностирования происходит очистка ЦПГ от нагара.

Вторым способом был рассмотрен способ измерения давления картерных газов как способ оценки состояния ЦПГ ($K_{\text{сум}}=9$). Он получил удовлетворительную оценку, но нуждается в значительном усовершенствовании, т.к. является недостаточно точным, это обусловлено влиянием утечек газов через сальниковые уплотнения. Низкий показатель коэффициента полноты диагностирования связан с тем, не представляется возможным определить, из какого цилиндра происходит утечка и определить первопричины снижения работоспособности ЦПГ, нечувствителен к утечкам через клапана. Недостатком данного способа является трудоёмкость процесса подготовки к диагностированию.

Третьим способом является способ оценки ЦПГ путём определения температуры ТВС на такте сжатия ($K_{\text{сум}}=12$). Он является наиболее точным по сравнению, чем базовый способ замера компрессии, менее трудоёмким, чем способ диагностирования путём замеров компрессии и уровня токсичности ОГ и чем способ измерения картерных газов. Но способ определения состояния ЦПГ путём измерения температуры ТВС является менее точным, чем комплексный способ замеров компрессии и уровня токсичности ОГ.

Ещё одним способом определения технического состояния элементов ЦПГ и ГРМ является вакуумный метод. По результатам анализа методов он имеет наибольший балл оценки для способов определения состояния ЦПГ ($K_{\text{сум}}=13$). Этот способ является наиболее точным: удовлетворительное число диагностических параметров и высокий коэффициент полноты диагностирования, диагностирование осуществляется в режиме естественных условиях работы элементов ЦПГ и поэтому снижается влияние субъективных оценок и косвенных признаков. При определении состояния элементов двигателя данным способом затрачиваются малые трудовые ресурсы при использовании достаточно простого оборудования.

Подшипники коленчатого вала диагностируют пневмотестером ($K_{\text{сум}}=9$), манометром ($K_{\text{сум}}=9$) в магистрали давления. Данные методы диагностирования обладают высоким временем поиска неисправностей и подготовки автомобиля к диагностированию, что является главным недостатком. Невелика точность способов: низкий показатель коэффициента полноты диагностирования и количества диагностических параметров.

Для повышения эффективности диагностирования применяется перспективный метод диагностирования по параметрам пульсации давления в центральной масляной магистрали на тестовых режимах ($K_{\text{сум}}=12$), который является наиболее точным (значительно выше показатель коэффициента полноты диагностирования и количества диагностических параметров), а также при этом способе существует возможность определить степень износа конкретных подшипников КВ.

Для газораспределительного механизма, системы впуска, системы выпуска отработавших газов предусмотрены мотор-тестер ($K_{\text{сум}}=12$), пневмотестер ($K_{\text{сум}}=9$) и механотестер МТА-2 ($K_{\text{сум}}=9$). Данные способы имеют высокие значения показателей трудоёмкости и низкие показатели точности, что свидетельствует о низкой эффективности процесса диагностирования.

Для повышения эффективности диагностирования узлов и агрегатов системы выпуска ДВС предложен способ определения технического состояния системы по измерению количества оборотов КВ ($K_{\text{сум}}=15$). Этот способ является наиболее точным (количество диагностируемых параметров и коэффициент полноты диагностирования имеют более высокие значения), так как проверка выпускного тракта осуществляется во всем диапазоне работы ДВС.

Система топливоподачи предусматривает диагностирование форсунок путем снятия их и испытания на стенде для очистки и испытания бензиновых форсунок. Количество диагностических параметров высокое, что говорит о существенной универсальности стенда, причем оценка производится на нескольких режимах. Коэффициент полноты диагностирования и безопасности операций диагностирования имеют средние значения, что удовлетворяет требованиям качества процесса диагностирования. Однако значительным и главным недостатком является высокая трудоёмкость, а это влечет увеличение затрат материальных и трудовых.

Для устранения этого недостатка диагностирования систем топливоподачи (питания) приводится способ диагностирования систем топливоподачи ($K_{\text{сум}}=15$), в котором измеряется действительное количество впрыскиваемого форсункой топлива и по изменению оборотов коленчатого вала двигателя определяют увеличение или снижение мощности двигателя, значение которой сравнивается с эталонным значением мощности двигателя, полученным для исправной форсунки. Данный способ является менее трудоёмким, т.к. в нём не требуется демонтаж (монтаж) форсунок двигателя. Точность способа выше, выше чем у прототипа, это видно из значения коэффициента полноты диагностирования, что подтверждено экспериментально: точность определения пониженной или повышенной пропускной

способности форсунок лежит в пределах 2%, тогда как представленные выше способы не достигают точности 6%.

В итоге, на основании проведённого анализа существующих и перспективных способов диагностирования разрабатывается методика комплексного диагностирования двигателей. В неё включаются способы диагностирования с наилучшими значениями оценочных показателей.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. По каким параметрам проводят анализ способов диагностирования?
2. Что означает коэффициент полноты диагностической информации?
3. Какие параметры способов диагностирования относят к качественным?
4. По каким показателям отличаются существующие способы от перспективных?
5. Как определяют диапазоны границ оценки?

8. МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ

Разработанная методика комплексного диагностирования двигателей с искровым зажиганием базируется на проверке ниже перечисленных систем.

1) Проверка работы системы пуска двигателя.

Производится оценка состояния аккумуляторной батареи (АКБ) без нагрузки и работы стартера и двигателя по току, потребляемому стартером при прокрутке двигателя. В процессе прокрутки двигателя стартером (без запуска двигателя) регистрируется осциллограмма потребляемого стартером тока и пульсаций напряжения на клеммах аккумуляторной батареи. Осциллограммы пульсаций напряжения с нормальной и уменьшенной компрессией, например, в первом, втором, пятом и шестом цилиндрах шестицилиндрового двигателя приведены на Рис. 20.

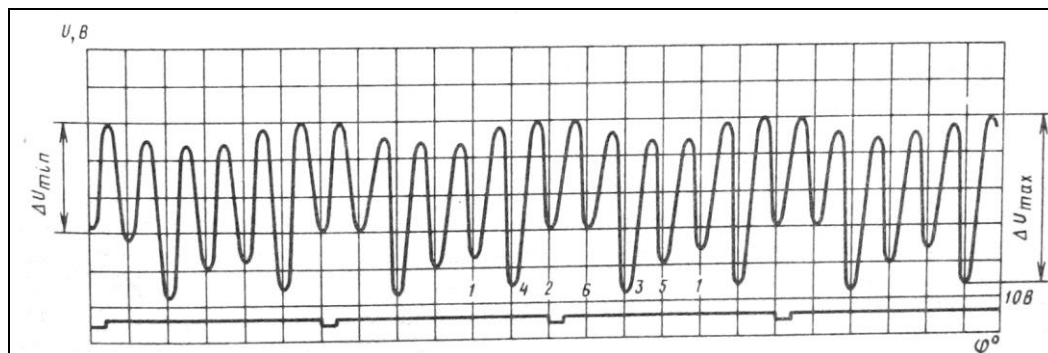


Рис. 20. Осциллограммы пульсаций напряжения на клеммах АКБ при прокрутке двигателя стартером при уменьшенной компрессии в цилиндрах: 1, 2, 5 и 6

Итак, чем герметичнее надпоршневое пространство цилиндра — тем больше максимальное давление сжимаемого при прокрутке двигателя стартером воздуха (смеси) — тем больше сопротивление вращению двигателя, когда данный цилиндр находится в фазе сжатия, — тем больший ток потребляет стартер для проворачивания коленчатого вала. Для цилиндров двигателя с одинаковой компрессией, характерна одинаковая амплитуда пульсаций стартерного тока. При снижении компрессии в отдельных цилиндрах, наблюдается соответствующее уменьшение амплитуды пульсаций тока. Измерение тока производится с помощью преобразователя тока. Пример осциллограммы тока,

потребляемого стартером при прокрутке двигателя, представлен на Рис. 21. Данная осциллограмма получена при использовании мотор-тестера MotoDoc II.

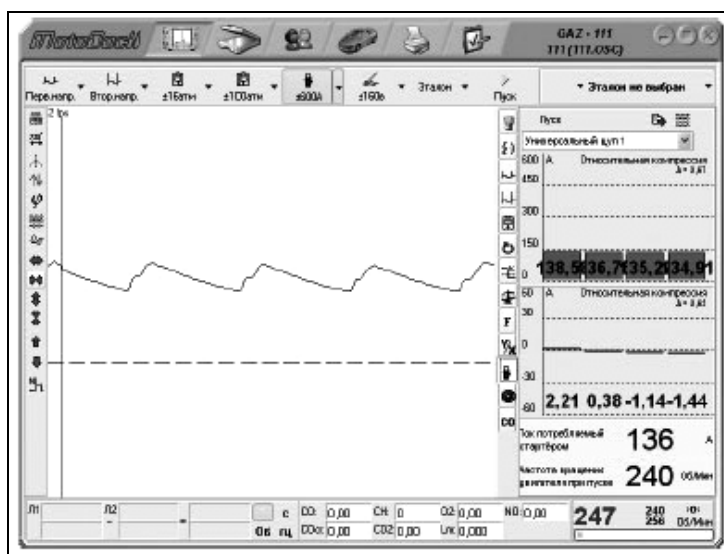


Рис. 21 Осциллограмма тока, потребляемого стартером при прокрутке двигателя

2) Проверка состояние системы зажигания.

Анализируются осциллограммы напряжения в первичной цепи (угол замкнутого состояния контактов прерывателя) и вторичной цепи (в том числе напряжение пробоя искрового промежутка свечи, время накопления катушкой энергии, длительность горения дуги и др.). Известно, что чем ниже компрессия в цилиндре, тем ниже напряжение пробоя искрового промежутка свечи зажигания (при прочих равных условиях). Пример осциллограммы вторичного напряжения показан на Рис. 22.

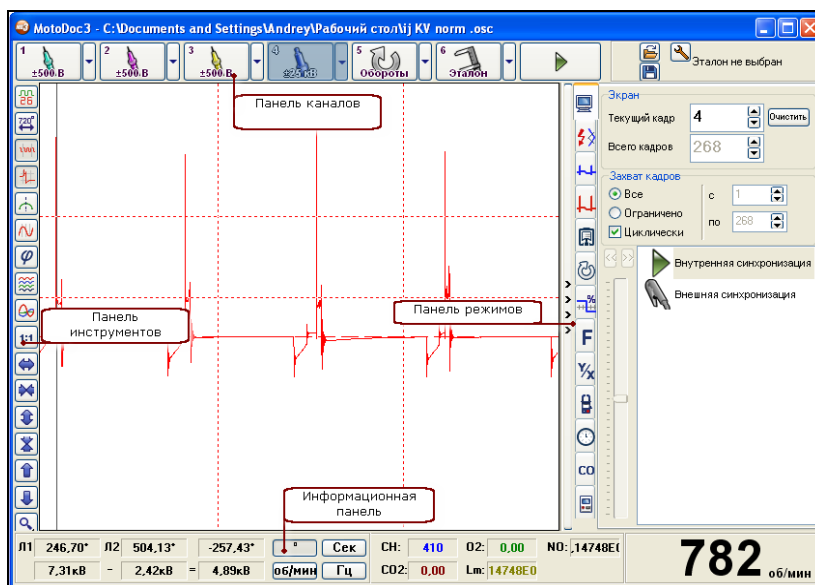


Рис. 22 Осциллограмма вторичного напряжения

3) Проверка системы топливоподачи.

Проверяется система топливоподачи двигателя посредством определения состояния форсунок системы питания ДВС за счёт измерения частоты вращения КВ мотор-тестером. По изменению частоты вращения КВ определяется увеличение или снижение мощности двигателя, значение которой сравнивается с эталонным значением мощности двигателя, полученным для исправной форсунки.

4) Проверка системы выпуска ОГ.

Оценка состояния выпускного тракта проверяется посредством измерения количества оборотов КВ. Отключателем электромагнитных форсунок одновременно отключаются все цилиндры. За время, от момента выключения цилиндров двигателя до его полной остановки, мотор-тестером измеряется число оборотов коленчатого вала, и сравнивается с эталонным.

5) Проверка состояния ЦПГ и ГРМ.

Осуществляется оценка состояния ЦПГ и ГРМ посредством вакуумного метода (см. Рисунок 18). Измеряется величина полного вакуума - P_1 - максимальное разрежение в цилиндре, которое способна создать ЦПГ (величина показывает утечки из камеры сгорания через клапана, прогоревшее днище поршня или прокладку ГБЦ) и остаточного вакуума - P_2 - величина потерь давления рабочего тела через в цилиндре ДВС при максимальном давлении в цилиндре (показывает утечки через поршневые кольца).

6) Проверка состояния подшипников КВ

Производится оценка состояния подшипников КВ посредством замеров пульсаций давлений в главной масляной магистрали. Строятся осциллограммы и сравниваются с нормативными (Рисунок 17).

7) Проверка содержания ОГ.

Определение количества CO , CO_2 , CH , O_2 , NO_x указывает на состояние системы питания и зажигания, состояние камеры сгорания.

Оксид углерода CO является основным показателем состава смеси. Чем выше концентрация CO , тем богаче смесь.

Углекислый газ CO_2 является индикатором эффективности сгорания, CO_2 достигает максимума при коэффициенте избытка воздуха, равном примерно единице, и уменьшается при бедных или богатых смесях.

Углеводородные соединения CH содержатся в выпускных газах в виде продуктов неполного окисления и разложения топлива и в виде паров топлива при всех режимах работы двигателя, включая режимы его наилучшей экономичности. Уменьшение количества углеводородов может быть достигнуто посредством: правильного сгорания топлива в камере сгорания; правильной регулировки угла опережения зажигания; использования нейтрализатора. Высокое содержание CH часто вызвано проблемами в системе зажигания.

Угарные газы NO_x образуются в связи с высоким максимальными температурами и высоким давлением в камере сгорания.

Кислород O_2 отражает количество газа, остающегося в выхлопном тракте после того, как произошел процесс сгорания. При оптимальных условиях работы двигателя процент кислорода, присутствующего в выхлопных газах, должен быть ниже 2 %. Высокое содержание O_2 обусловлено нарушением герметичности камеры сгорания, неисправностями в системе зажигания и др.

Таким образом, проведя анализ количества различных компонентов в отработавших газах можно сделать общее заключение о состоянии двигателя, процессах смесеобразования и сгорания.

На Рис. 23 представлена схема предлагаемой методики комплексного диагностирования двигателей с искровым зажиганием.

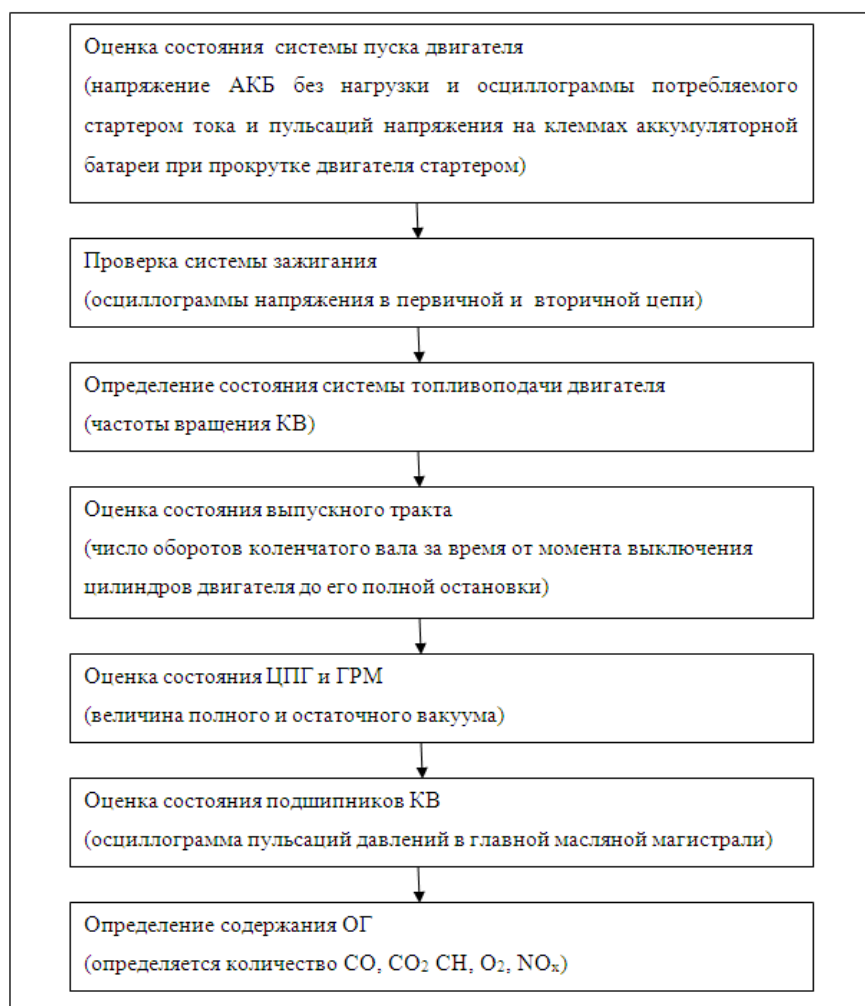


Рис. 23 Схема методики комплексного диагностирования двигателей с искровым зажиганием

Целью данной методики диагностирования ДВС является всесторонняя оценка состояния агрегатов двигателя и его систем, влияющих на показатели мощности, топливной экономичности и экологической безопасности эксплуатирующегося автомобильного транспорта.

Вопросы и задания для самоконтроля

- 1. На чем базируется методика комплексного диагностирования двигателей с искровым зажиганием?*
- 2. Как осуществляется проверка работы системы пуска двигателя?*
- 3. Как осуществляется проверка состояние системы зажигания?*
- 4. Как осуществляется проверка системы выпуска ОГ?*
- 5. Как осуществляется проверка состояния ЦПГ и ГРМ?*
- 6. Как осуществляется проверка состояния подшипников КВ?*
- 7. Как осуществляется проверка содержания ОГ?*

9. ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

На основании описанного ранее анализа существующих и перспективных способов диагностирования разрабатывается методика комплексного диагностирования двигателей, целью которой является всесторонняя оценка состояния агрегатов двигателя и его систем, влияющих на показатели мощности, топливной экономичности и экологической безопасности эксплуатирующегося автомобильного транспорта.

Разработанная методика комплексного диагностирования двигателей с искровым зажиганием содержит следующие виды диагностирования:

1) проверка состояния системы зажигания (на основании анализа осциллограмм напряжения в первичной и во вторичной цепи) и оценка состояния системы пуска двигателя (исходя из осциллограмм потребляемого стартером тока и пульсаций напряжения на клеммах аккумуляторной батареи при прокрутке двигателя стартером) при использовании мотор-тестера;

2) проверка система топливоподачи двигателя посредством измерения частоты вращения КВ мотор-тестером: по изменению частоты вращения КВ определяется увеличение или снижение мощности двигателя, значение которой сравнивается с эталонным значением мощности двигателя, полученным для исправной форсунки;

3) оценка состояния выпускного тракта: за время, от момента выключения цилиндров двигателя до его полной остановки, мотор-тестером измеряется число оборотов коленчатого вала, и сравнивается с эталонным;

4) осуществляется оценка состояния ЦПГ и ГРМ посредством вакуумного метода: измеряется величина полного вакуумом - P_1 - максимальное разрежение в цилиндре, которое способна создать ЦПГ (величина показывает утечки из камеры сгорания через клапана, прогоревшее днище поршня или прокладку ГБЦ) и остаточного вакуума – P_2 - величина потерь давления рабочего тела через в цилиндре ДВС при максимальном давлении в цилиндре (показывает утечки через поршневые кольца);

5) производится оценка состояния подшипников КВ посредством замеров пульсаций давлений в главной масляной магистрали.

6) определение содержания ОГ газоанализатором: определяется количество CO , CO_2 , CH , O_2 , NO_x ;

Основные неисправности ДВС

Комплексная методика диагностирования разрабатывается на основании выявления наиболее распространенных неисправностей ДВС, возникающих в процессе эксплуатации автомобилей. Рассмотрим их.

Отдельные механизмы, системы, группы деталей двигателя работают в неодинаковых условиях и состоят из разного количества деталей, поэтому надежность их не одинакова (Таблица 8).

Таблица 8

Статистические данные о неисправностях систем и механизмах ДВС

Системы и механизмы	Неисправность, %
ЦПГ	13
КШМ	12
ГРМ	7

Система зажигания и электрооборудования	35
Система питания	28
Система охлаждения	4
Система смазки	1

Наибольшее количество неисправностей возникает в системах зажигания, питания и электрооборудовании. Детали кривошипно-шатунного механизма и цилиндры поршневой группы работают в наиболее тяжелом температурном и нагрузочном режиме, поэтому на их долю приходится четвертая часть всех встречающихся неисправностей.

Основные причины выхода из строя систем и агрегатов ДВС и их признаки сведены в Таблице 9.

Из приведённого анализа неисправностей следует, что причинами их возникновения могут быть агрегаты различных систем двигателя с абсолютно идентичными эксплуатационными признаками данных неисправностей. В связи с этим существует необходимость проводить такую диагностику двигателя, которая могла бы в полной мере и с достаточной точностью выявлять нарушение работоспособности и отклонения от норм его конкретных агрегатов.

Таблица 9

Эксплуатационные признаки неисправностей и их возможные причины

Неисправность	Причины	Признаки
Недостаточная герметичность камеры сгорания	1) износ гильзы цилиндра: по диаметру – овальность; по высоте – конусность, бочкообразность; по микрогеометрии рабочей поверхности – задиры, натирки, трещины; 2) износ поршня – прогары, оплавления днища поршня, износ, разрушение межкольцевых перемычек; 3) поршневые кольца – радиальный износ, износ по высоте, снижение упругости, нарушение подвижности поршневых колец, трещины, поломка компрессионных колец; 4) клапаны ГРМ – нарушение герметичности сопряжения «клапан – седло», нарушение тепловых зазоров в клапанном механизме.	1) двигатель не развивает полной мощности; 2) перерасход картерного масла; 3) дымный выхлоп дизеля; 4) выход большого количества газов из сапуна; 5) трудный запуск двигателя (особенно в условиях отрицательных температур); 6) пламя и искры из выхлопной трубы; 7) неравномерная работа ДВС (двигатель «троит»).
Неисправность системы питания	1) недостаточная производительность топливного насоса; 2) засорены топливные форсунки или топливный фильтр; 3) засорён воздушный фильтр; 4) плохо функционирует воздушная заслонка; 5) неисправен или засорен датчик акселератора (электронная педаль); 6) неисправна система улавливания паров бензина.	1) двигатель работает, но сразу останавливается; 2) пропуски зажигания на холостом ходу; 3) вспышки в глушителе; 4) двигатель работает неравномерно или не развивает полной мощности; 5) пульсация оборотов при неподвижном акселераторе

Окончание табл. 9

Неисправности системы зажигания	1) неисправны свечи или зазор между электродами свечи не соответствует нормативам; 2) неисправны провода свечей зажигания – неплотно посажены в гнездах или окислены наконечники проводов высокого напряжения, провода сильно загрязнены или повреждена их изоляция; 3) неправильная установка момента зажигания; 4) неисправность вторичной цепи зажигания – трещина в изоляторе свечи или дефект проводов высокого напряжения.	1) двигатель не запускается; 2) двигатель заводится, но сразу останавливается; 3) пропуски зажигания в цилиндрах на холостом ходу; 4) вспышки в глушителе; 5) двигатель работает неравномерно.
Система выпуска ОГ	1) плохо функционирует система рециркуляции выхлопных газов; 2) вышел из строя нейтрализатор отработавших газов;	1) двигатель не развивает полной мощности; 2) вспышки в глушителе; 3) двигатель работает неравномерно.
Система смазки	1) низкий уровень масла; 2) масляный насос не развивает штатного давления; 3) засорен фильтрующий элемент масляного фильтра или датчик масла; 4) большой зазор между вкладышами и коренным шейками КВ / между шейками и подшипниками распределительного вала; 6) протекают сальники коленчатого вала или уплотнения двигателя; 7) изношены или повреждены поршневые кольца, стержни и втулок клапанов;	1) низкое давление масла в центральной масляной магистрали; 2) избыточный расход масла; 3) потеря герметичности.
Система охлаждения	1) поврежден или плохо отрегулирован приводной ремень; 2) заблокирована сердцевина радиатора, ограничена или загрязнена облицовка радиатора; 3) неисправен термостат; 4) плохо работает вентилятор; 5) крышка радиатора не сохраняет необходимое давление; 6) неверная регулировка момента зажигания; 7) неисправен водяной насос.	перегрев/переохлаждение

Из приведённого анализа неисправностей следует, что причинами их возникновения могут быть агрегаты различных систем двигателя с абсолютно идентичными эксплуатационными признаками данных неисправностей. В связи с этим существует необходимость проводить такую диагностику двигателя, которая могла бы в полной мере и с достаточной точностью выявлять нарушение работоспособности и отклонения от норм его конкретных агрегатов.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какие виды диагностирования проводят при комплексной диагностики?
2. Какие основные неисправности систем и механизмах ДВС?
3. Какие основные причины выхода из строя систем и агрегатов ДВС?
4. Где возникает наибольшее количество неисправностей?

10. ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ

Методику комплексного диагностирования ДВС с искровым зажиганием целесообразно начинать с диагностирования системы пуска и зажигания двигателя.

Схема технологического процесса начального этапа комплексной диагностики двигателя представлена на Рис. 24.

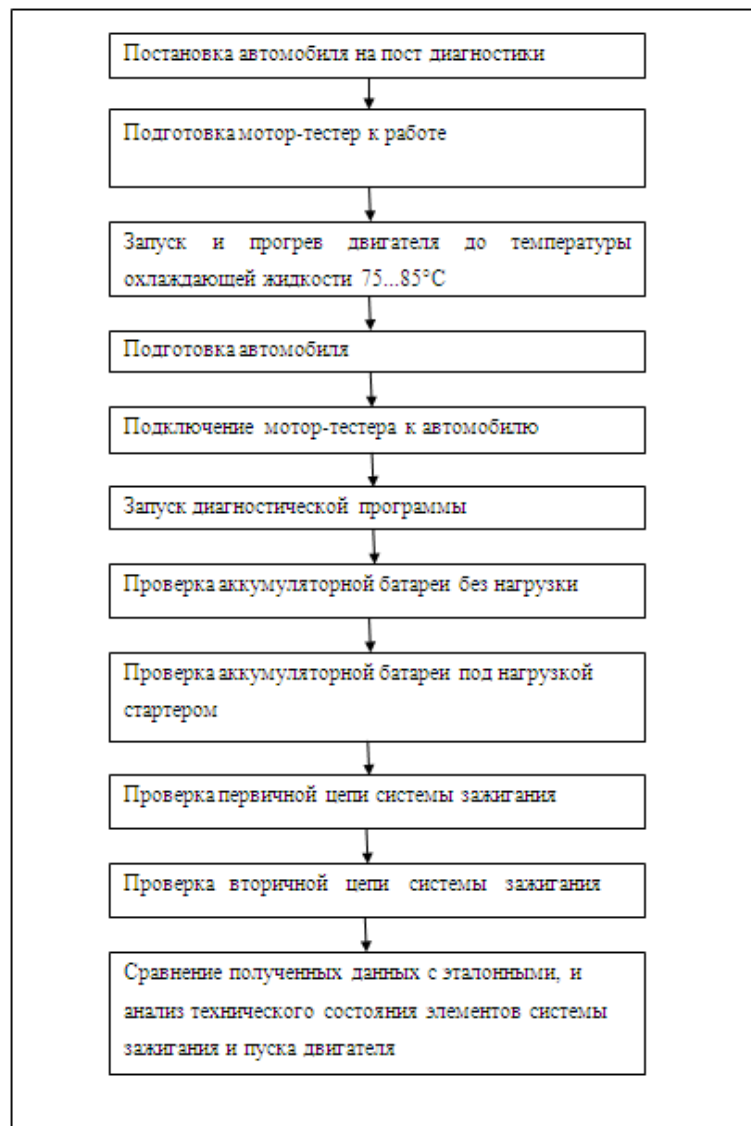


Рис. 24. Схема начального этапа технологического процесса комплексного диагностирования ДВС: системы пуска и системы зажигания

Технологический процесс диагностирования начинается с постановки автомобиля на пост диагностики и его подготовки. Затем проводится подготовка автомобиля к диагностированию.

Далее осуществляется подключение мотор-тестера к автомобилю. Присоединяются провода от измерительного блока мотор-тестера к системе электрооборудования автомобиля.

Следующей подготовительной операцией является установка электрического привода управления педалью газа в кабине автомобиля так, чтобы штанга привода упиралась в педаль и была исключена возможность перемещения привода от воздействия педали.

Итак, сначала проверяется состояние аккумуляторной батареи (АКБ) без нагрузки.

Затем осуществляется проверка АКБ под нагрузкой стартером следующим образом:

- запуск стартера в цепь батареи на 5 – 7 с (не более);
- фиксация показаний амперметра и вольтметра. Допустимое напряжение не менее 10,2 В; сила тока при включении стартера около 250 А.

Далее проводится проверка первичной цепи системы зажигания, в режиме. Для этого необходимо проследить за осциллограммой первичного напряжения первого цилиндра:

- установить на экране осциллографа осциллограмму первого цилиндра так, чтобы весь цикл колебательного процесса располагался на всю шкалу;
- измерить угол замкнутого состояния контактов прерывателя по шкалам 0...900 для четырехцилиндрового двигателя, 0...600 для шестицилиндрового.
- определить состояние контактов прерывателя сравнением полученной осциллограммы с эталонной относительно процессов замыкания и размыкания.

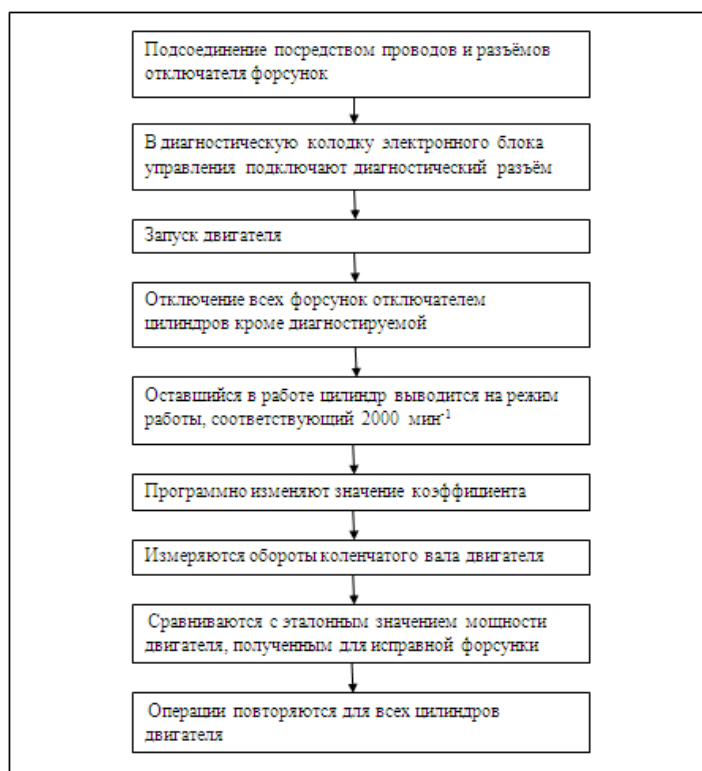


Рис. 25. Схема второго этапа технологического процесса комплексного диагностирования ДВС - диагностика системы топливоподачи

После этого проводится проверка вторичной цепи системы зажигания по осциллограмме напряжения:

- сравнить наблюдаемую осциллограмму с эталонной;
- по наблюдаемой осциллограмме определить полярность вторичного напряжения, состояние вторичной обмотки катушки и состояние высоковольтного провода от катушки к распределителю;
- определить по осциллограмме (на шкале 0... 15 кВ) состояние свеч (пробивное напряжение должно быть 8... 10 кВ с отклонением для отдельных свечей не более 3 кВ);

–проверить на осциллограмме (шкала 0...15 кВ) свечи в условиях высокой нагрузки (максимум пробивного напряжения не должен превышать $2/3$ напряжения, развиваемого катушкой зажигания).

Вторым основным этапом является проверка системы топливоподачи двигателя по средствам измерения частоты вращения КВ мотор-тестером. Схема технологического процесса оценки технического состояния системы топливоподачи указана на Рис. 25.

Третьим этапом комплексной диагностики двигателей является оценка состояния выпускного тракта при измерении оборотов КВ мотор-тестером. Схема технологического процесса оценки технического состояния системы топливоподачи указана на Рис. 26.



Рис. 26. Схема третьего этапа технологического процесса комплексного диагностирования ДВС - диагностика выпускного тракта

Четвёртым этапом комплексной диагностики двигателей является оценка состояния ЦПГ и ГРМ посредством замеров вакуума. Схема технологического процесса оценки технического состояния элементов ЦПГ и ГРМ указана на Рис. 27.

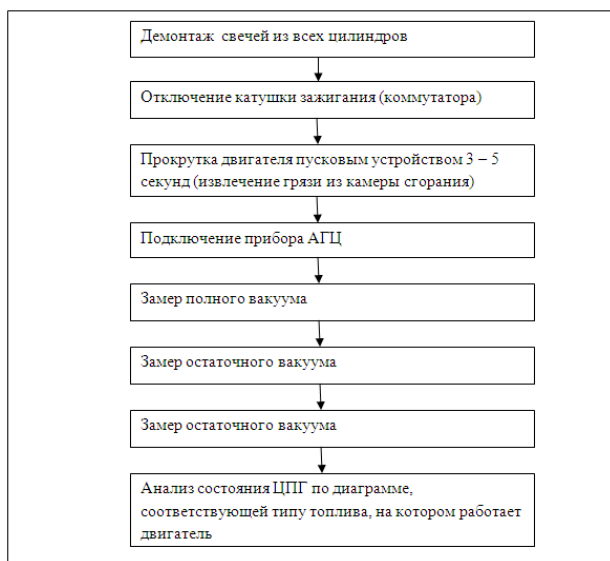


Рис. 27. Схема четвёртого этапа технологического процесса комплексного диагностирования ДВС - диагностика ЦПГ и ГРМ

Пятым этапом комплексной диагностики двигателей является оценка состояния подшипников КВ посредством замеров пульсаций давлений в главной масляной магистрали. Схема технологического процесса оценки технического состояния подшипников КВ указана на Рис. 28.

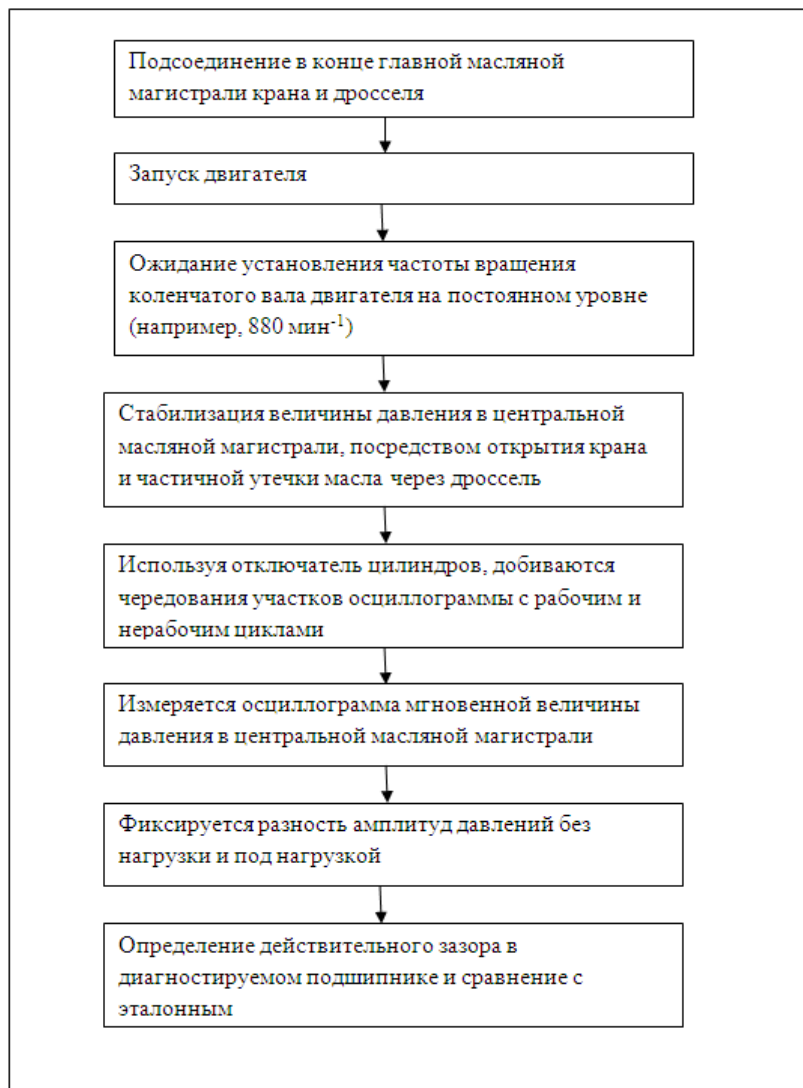


Рис. 28. Схема пятого этапа технологического процесса комплексного диагностирования ДВС - диагностика подшипников КВ

Заключительным этапом комплексной диагностики двигателей является определение содержания ОГ. Технологическая схема данного процесса представлена на Рис. 29.

По результатам диагностики составляется диагностическая карта с основными параметрами оценки диагностируемых узлов и систем двигателя, содержащая рекомендации по дальнейшему обслуживанию автомобиля. Затем автомобиль поступает на участок выдачи и вместе с диагностической картой передаётся клиенту.

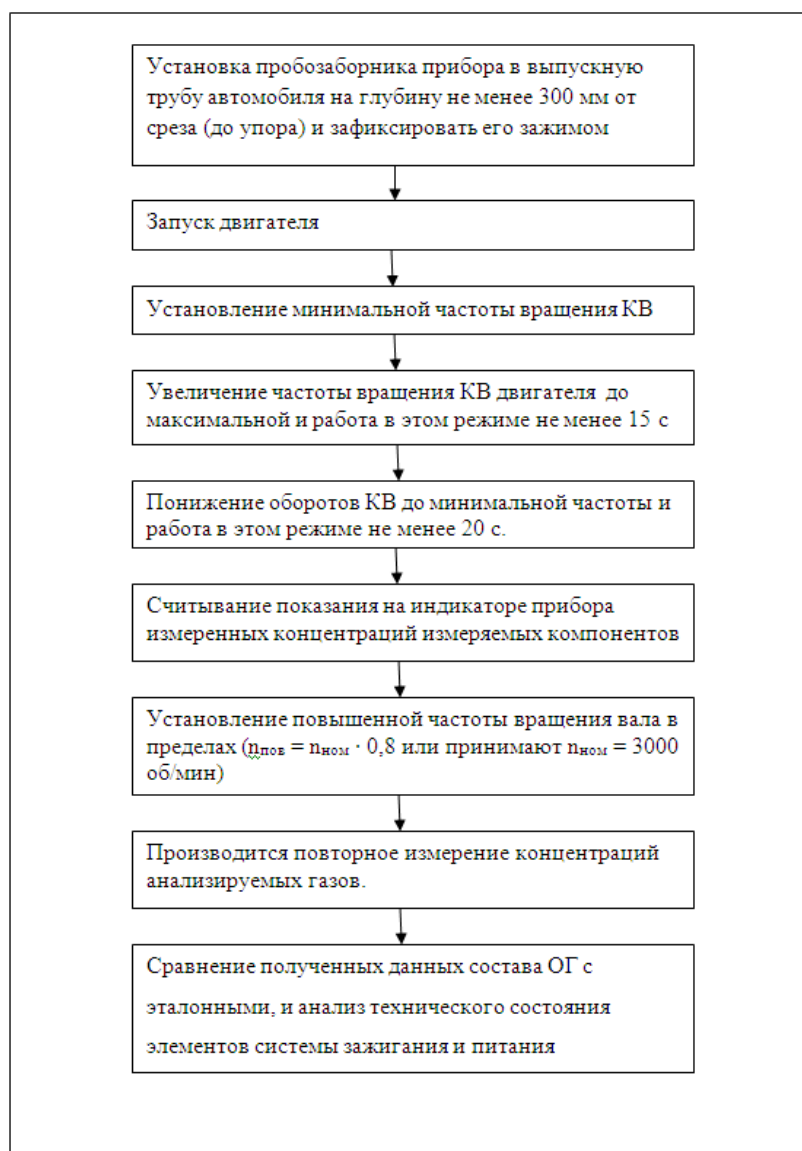


Рис. 29. Схема заключительного этапа технологического процесса комплексного диагностирования ДВС – определение состава ОГ

Вопросы и задания для самоконтроля

1. *Приведите последовательность методики комплексного диагностирования ДВС с искровым зажиганием/*
2. *В чем заключается диагностика системы топливоподачи?*
3. *Перечислите основные этапы диагностики выпускного тракта?*
4. *Перечислите основные этапы диагностики ЦПГ и ГРМ.*
5. *Перечислите основные этапы диагностики подшипников КВ.*
6. *Перечислите основные этапы определения состава ОГ.*

11. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКИ ДВИГАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ

Для осуществления процесса комплексной диагностики двигателей необходимо следующее технологическое оборудование:

- 1) мотор-тестер, который необходим для определения технического состояния системы пуска и зажигания ДВС, системы топливоподачи, выпускного тракта и определения состояния подшипников;
- 2) анализатор герметичности цилиндров, используется при определении технического состояния ЦПГ и ГРМ;
- 3) газоанализатор, при помощи которого диагностируют систему питания и зажигания;
- 4) отключатель цилиндров.

Выбор оборудования осуществляется на основании анализа технических средств диагностирования.

Таблица 10

Характеристики мотор-тестеров

Модель мотор-тестера	Марки автомобилей, которые могут подвергаться диагностированию	Средняя стоимость, руб.
MT10KM	BA3, GM-AVTOVAZ, ГАЗ, УАЗ, ИЖ, ЗАЗ, СЕАЗ со всеми существующими ЭСУД, включая системы ABS, SRS (подушка безопасности), климат-контроль, иммобилизатор, электроусилитель руля, ПАЗ, ЗИЛ (Bosch EDC7UC31), MA3 (Bosch EDC7UC31, Элара 50.3763 E3), Камаз (Bosch MS6.1), BAW, CHEVROLET, CHERY, CITROEN, DAEWOO, FIAT, FORD, GREAT WALL, HYUNDAI, KIA, MAZDA, NISSAN, OPEL, PEUGEOT, RENAULT, SUZUKI, TOYOTA, BYD, HAFEI, автомобили группы VAG	90 000
BOSCH FSA 750	BA3, GM-AVTOVAZ, ГАЗ, УАЗ, ИЖ, ЗАЗ, СЕАЗ со всеми существующими ЭСУД, включая системы ABS, SRS (подушка безопасности), климат-контроль, иммобилизатор, электроусилитель руля, ПАЗ, ЗИЛ (Bosch EDC7UC31), MA3 (Bosch EDC7UC31, Элара 50.3763 E3), Камаз (Bosch MS6.1), BAW, CHEVROLET, CHERY, CITROEN, DAEWOO, FIAT, FORD, GREAT WALL, HYUNDAI, KIA, MAZDA, NISSAN, OPEL, PEUGEOT, RENAULT, SUZUKI, TOYOTA, BYD, HAFEI, автомобили группы VAG	670 000
Motodoc-III	BA3, GM-AVTOVAZ, ГАЗ, УАЗ, ИЖ, ЗАЗ, ПАЗ, ЗИЛ, MA3, Камаз, BAW, CHEVROLET, CHERY, CITROEN, DAEWOO, FIAT, FORD, HYUNDAI, KIA, MAZDA, NISSAN, OPEL, PEUGEOT, RENAULT, SUZUKI, TOYOTA, BYD, автомобили группы VAG	58 000
КАД 300-03	BA3, ГАЗ	50 000
DD 4000	BA3, ГАЗ, УАЗ, ИЖ, ЗАЗ, ПАЗ, ЗИЛ, MA3, Камаз, BAW, CHEVROLET, CHERY, CITROEN, DAEWOO, FIAT, FORD, HYUNDAI, KIA, MAZDA, NISSAN, OPEL, PEUGEOT, RENAULT, SUZUKI, TOYOTA, BYD, автомобили группы VAG	147 000

Все рассмотренные в Таблице 10 мотор-тестеры являются функционально пригодными для использования при комплексной диагностике ДВС, т.е. при помощи каждого из них существует возможность определить все необходимые параметры. Средний и гарантийный сроки службы мотор-тестеров практически одинаковы. В связи с этим выбор будет основан на показателе универсальности и стоимости мотор-тестера. Универсальность

характеризуется возможностью поддержания диагностики широкого ряда марок автомобилей.

Исходя из анализа полученных данных, наиболее оптимальным соотношением функциональности, универсальности и стоимости является мотор-тестер Motodoc-III.

Полный комплект мотор-тестера MotoDoc III включает в себя:

- электронный блок MotoDoc III, 1шт
- кабель вторичного напряжения (DIS-1), 1шт
- кабель DIS-4, 1шт
- кабель DIS-8, 1шт
- кабель датчика 1 цилиндра, 1шт.
- кабель связи с компьютером, 1шт
- кабель универсального щупа, 2шт
- кабель датчика давления, 1шт
- кабель питания, 1шт
- датчик вторичного напряжения, 8шт
- датчик синхронизации, 1шт
- датчик давления (1 атм), 1шт
- датчик давления (16 атм), 1шт
- токовые клещи APPA-32,
- разрядник на 10КВ, 1шт
- комплект переходников для датчика давления (4шт.).
- зажим «крокодил» (красный, черный), 2шт
- СОР датчик, 1шт.

Прибор позволяет эффективно выявлять неисправность в системе зажигания, топливоподачи, газораспределения, осуществляет проверку работы генератора и системы зарядки аккумулятора.

Система зажигания:

- определение состояния свечей и свечных проводов (нагары, обрывы, пробой);
- определение режимов работы и неисправностей катушки зажигания (межвитковые замыкания, контроль правильности подключения, пробой);
- диагностика датчиков системы зажигания (индуктивных, Холла, оптических);
- определение углов опережения зажигания в динамике (без стробоскопа) позволяет построить график зависимости УОЗ от оборотов.

Система топливоподачи:

- электрическая проверка топливных форсунок (межвитковые замыкания обмоток форсунок, длительность фазы впрыска и т.д.);

- проверка работы датчиков (температуры, положения дроссельной заслонки, датчика кислорода и т. д.);
- проверка работы исполнительных механизмов (регулятора холостого хода);
- совместная работа со всеми распространенными газоанализаторами (Инфракар, Аскон, Автотест).

Система газораспределения:

- измерение компрессии в динамике (на работающем двигателе);
- определение правильности установки ремня ГРМ по фазам газораспределения;
- контроль работы клапанов.
- измерение противодавления на выпуске, контроль пропускной способности катализатора;
- измерение вакуума на впуске.

Для проведения комплексной диагностики необходим четырёхкомпонентный газоанализатор. Газоанализатор Инфракар М-1.01 отвечает требованиям точности, предъявляемым к результатам измерений, необходимым для комплексной диагностики, имеет оптимальную стоимость. Данный прибор является наиболее распространённым на СТО и пунктах технического осмотра автомобилей, имеет положительную оценку потребителей, использующих его на своих предприятиях. На Рис. 30 представлена фотография газоанализатора Инфракар М-1.01.



Рис. 31. Общий вид газоанализатора Инфракар М-1.01.

Для измерения показателей вакуума используется анализатор герметичности цилиндров АГЦ – 2 (Рис. 31).



Рис. 31.Общий вид приборов АГЦ-2

Прибор предназначен для диагностики технического состояния элементов цилиндропоршневой группы (ЦПГ) бензиновых и дизельных двигателей. Позволяет определить степень износа, наличие поломок и остаточный ресурс каждого элемента цилиндропоршневой группы (кольца, клапана, гильза, поршень) по отдельности, а так же оценить качество произведенного ремонта цилиндропоршневой группы. Для осуществления предложенной методики комплексного диагностирования необходим специальный электронный прибор, при помощи которого существует возможность отключать подачу топлива в отдельные цилиндры, корректировать длительность впрыска топлива, изменять угол опережения зажигания (Рис. 32).

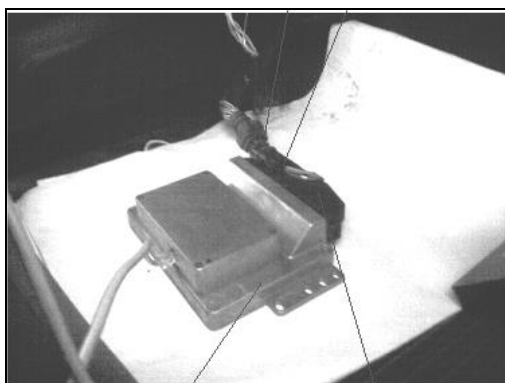


Рисунок 32 – Внешний вид отключателя электромагнитных форсунок

В данной главе подобрано необходимое оборудование для осуществления комплексной диагностики двигателей легковых автомобилей.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. *Перечислите оборудование для проведения комплексной диагностики ДВС автомобилей.*
2. *На основании чего осуществляется выбор оборудования для диагностики?*
3. *Какие основные параметры определяет газоанализатор?*
4. *Расскажите принцип действия анализатора герметичности цилиндров.*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пособии представлены способы и средства диагностирования легковых автомобилей. Предложена классификация методов диагностирования. Подробному рассмотрению подверглось углублённое диагностирование с использованием внешних средств диагностики, в котором детально рассматриваются способы определения технического состояния двигателя, включающие диагностику систем управления двигателя и деталей цилиндропоршневой группы, кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, и электрооборудования. Были описаны методы диагностирования тормозной системы, ходовой части, светотехнических приборов, элементов трансмиссии.

Также была обозначена проблема невысокого уровня точности и значительной трудоёмкости процессов диагностирования. Поэтому на основании информации, собранной из литературных источников, были представлены некоторые усовершенствованные способы диагностики двигателей и его систем, в которых в той или иной степени устраняются данные недостатки. Эти способы подверглись подробному анализу, и на основании его результатов были сделаны выводы о применимости данных способов на автообслуживающих предприятиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А. Н. Карташевич, Диагностирование автомобилей. Практикум: учеб. пособие под редакцией А. Н. Карташевича. – Минск: Новое издание; ИНФРА-М, 2011 – 208 с.
2. Сарбаев В.И., Селиванов С.С., Коноплев В.Н., Демин Ю.Н. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: механизация и экологическая безопасность производственных процессов / Серия «Учебники, учебные пособия». — Ростов н/Д: «Феникс», 2004. — 448 с.
3. Диагностирование автомобильного транспорта: сб. описаний лаборатор. работ для подготовки дипломированных специалистов по направ. 653300 «Эксплуатация транспорта и транспортного оборудования» спец. 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство», 190603 «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования» всех форм обуч. / сост. Р. В. Абаймов ; СЛИ. – Сыктывкар, 2007. – 60 с.
4. Боровских Ю.И., Кленников В.М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебник для средн. проф.-техн. училищ. - 2-е изд., стер. М.: Высш. школа, 1979
5. Харазов А.М. Диагностическое обеспечение технического обслуживания и ремонта автомобилей - Москва: Высшая школа, 1990 - с.208
6. Автомобильная промышленность 2011 № 8 Устройство для безразборной оценки износа деталей ЦПГ. Данилов И.К., Данилов Ю.И., Слитников К.Л., Бондарев Д.А.
7. Ф.А.Авдонькин. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей. М., «Транспорт», 1985
8. Статья А.В.Дунаева, «Выбор методов и средств диагностирования цилиндропоршневой группы автотракторных двигателей», Техника в сельском хозяйстве, №6, 2007 г. стр.25-28.
9. ГОСТ 23563-79 Техническая диагностика. Контролепригодность объектов диагностирования. Правила обеспечения. М. : Изд-во стандартов, 1981.
10. Ополоник Т. И. Использование диагностической информации при автоматизированном управлении процессом технического обслуживания и ремонта тракторов на СТОТ: автореф. дис. ...канд. техн. наук / ГОСНИТИ.М., 1984
11. Компания Диамакс. Диагностика систем управления двигателем (ЭСУД) – Москва, 2003
12. Интернет ресурс <http://ustroistvo-avtomobilya.ru>
13. Интернет ресурс <http://car-diagnost.ru>
14. Интернет ресурс <http://www.findpatent.ru>
15. Смирнов В.Л., Прохоров Ю.С., Костенков В.Л., Боюр В.С. Трудоёмкости работ (услуг) по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей ВАЗ. – Тольятти, 2001
16. Вестник ЧГАА. 2011. Том 58. Разработка эффективных средств и методов диагностирования двигателей внутреннего сгорания автомобилей. Гриценко А. В., Куков С. С., с.111-117

Учебное текстовое электронное издание

**Мезин Игорь Юрьевич
Гун Игорь Геннадьевич
Зотов Сергей Владимирович**

**СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
АГРЕГАТОВ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

Учебное пособие

1,60 Мб

1 электрон. опт. диск

г. Магнитогорск, 2017 год
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»
Адрес: 455000, Россия, Челябинская область, г. Магнитогорск,
пр. Ленина 38

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»
Кафедра технологий, сертификации и сервиса автомобилей
Центр электронных образовательных ресурсов и
дистанционных образовательных технологий
e-mail: ceor_dot@mail.ru