

**ОПТОВАЯ
БАЗА
КОМПЛЕКТАЦИИ
ЭЛЕКТРОННЫХ
КОМПОНЕНТОВ
и ПРИБОРОВ
для
РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ
и ПРОИЗВОДСТВА**

**(095) 973-7073
(многоканальный)**

В полномочном каталоге Чип Индустрия
представлено 67 000 наименований продукции
с указанием цен и технической документацией.
Срок поставки большинства товаров
не превышает 1 месяца.
Гарантия качества на все поставляемые товары.
Детальная техническая информация представлена
на сайте www.chipindustry.ru

**Чип
Индустрия**

г. Москва, ул. Гиляровского, 39
Тел/факс: (095) 973-70-73 (многоканальный)
факс: (095) 971-31-45

РОССИЯ 129110 г. Москва, а/я 996, e-mail: sales@chipindustry.ru

ВСЕ ТОВАРЫ В РОЗНИЦУ В МАГАЗИНАХ

Чип и Дип

www.chipdip.ru

Адреса магазинов Чип и Дип:

Центральный (без выходных): г. Москва, ул. Беговая, д. 2 • г. Москва, ул. Гиляровского, д. 39 • г. Москва, ул. Ив. Франко,
д. 40, к.1, стр. 2, тел.: (095) 417-33-55 • г. С.-Петербург, Кронверкский проспект, д. 73, тел.: (812) 232-83-06, 232-59-87,
e-mail: platan@mail.wplu.net • г. Ярославль, пр. Ленина, д. 8а, тел.: (0852) 30-15-68, e-mail: chip-dip@yarteleport.ru

Единая справочная служба магазинов Чип и Дип:

**ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ
ОТ ВЕДУЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**

ВСЕГДА НА СКЛАДЕ В ПРОМЫШЛЕННЫХ КОЛИЧЕСТВАХ

Продукция ведущих
мировых производителей



Пассивные
и электрохимические
компоненты гарантированного
качества производства Тайвань

Широкий ассортимент
компонентов заводов
России и ближнего зарубежья

Паяльное и измерительное
оборудование

FLUKE METEX BeETECH

veleman MASTECH SOLOMON

www.platan.ru

ПЛАТАН
(095) 73-75-999 (многоканальный)

**ANALOG
DEVICES**

ANALOG DEVICES – мировой лидер
в области разработки и производства
интегральных микросхем для аналоговой
и цифровой обработки сигналов

- Операционные усилители
- АЦП и ЦАП
- Источники опорного напряжения
и супервизоры
- Регуляторы напряжения
- Интерфейсные микросхемы
- Аналоговые ключи и мультиплексоры
- Акселерометры
- Датчики температуры



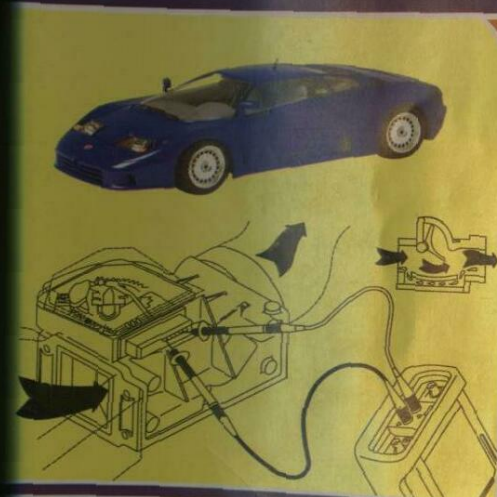
Бесплатный каталог
и CD Платана высылаются
по заявкам предприятий

Центральный офис: Москва, ул. Ивана Франко, д. 40, стр. 2, (095) 73-75-999, почта: 121351, Москва, а/я 100, e-mail: platan@platan.ru Офис на
ул. Земляной вал, 34
Офис в г. Курск: Москва, ул. Земляной вал, 34
(095) 916-23-31, kursk@platan.ru Офис в г. Санкт-Петербург: Кронверкский просп., 73, (812) 232-83-06, 232-59-87, platan@mail.wplu.net
(095) 916-23-31, kursk@platan.ru Офис в г. Екатеринбург: Кронверкский просп., 73, (812) 232-83-06, 232-59-87, platan@mail.wplu.net
Офис в г. Челябинск: ул. Чистовская, 2, (044) 439-02-17, chelyabinsk@platan.ru Региональные представительства: Ижевск: (832) 16-33-66 Казань:
(843) 13-02-87 Самара: (846) 235-45-09 Хабаровск: (0422) 64-00-41 Томск: (382) 41-55-70 Уфа: (347) 32-33-42 Воронеж: (0732) 597-557
Тверь: (0422) 317-65-91 Нижний Новгород: (831) 243-72-31 Белгород: (0722) 32-00-82 Омск: (3812) 24-69-03
Тюмень: (3422) 317-65-91 Челябинск: (035) 945-52-51 • Москва, ул. Беговая, 2 • ул. Гиляровского, 39 • ул. Ивана Франко, д. 40, стр. 2
• ул. Земляной вал, 34 • С.-Петербург, Кронверкский просп., 73 • Ярославль, пр. Ленина, 8а

Пусть эта книга принесет вам удачу!

В.Ф. Яковлев

**Диагностика
электронных систем
автомобиля**



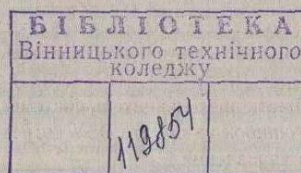
ISBN 5-98003-044-1
9 785980 030445

Серия «Библиотека ремонта», выпуск 8

В. Ф. Яковлев

**Диагностика
электронных систем
автомобиля**

Учебное пособие для специалистов по ремонту
автомобилей, студентов и аспирантов ВУЗов



«СОЛОН-Пресс»
Москва, 2003

УДК 629.113.066
ББК 39.33-04
Я47

Яковлев В. Ф.

Я47 Диагностика электронных систем автомобиля. Учебное пособие. М.:
СОЛОН-Пресс, 2003, 272 с. Ил. 75. Табл. 53. Библиогр.: 13 назв. —
(Серия «Библиотека ремонта, Выпуск 8»)

Научный редактор: доктор электротехники Соснин Д. А. (МАДИ-ТУ) Рецензент: д-р техн.
наук, проф.. Воробьев В. А. (МАДИ-ТУ)

ISBN 5-98003-044-1

В учебном пособии описаны основные способы, технологические приемы и технические средства диагностирования электронных систем, блоков и отдельных функциональных узлов, которые в настоящее время широко применяются в автомобильных бортовых устройствах автоматического контроля и управления. Изложены вопросы порядка проведения диагностики и поиска неисправностей на автомобильных двигателях внутреннего сгорания, вопросы кодирования неисправностей и считывания кодов ошибок. Описываются современные требования к очистке выхлопных отработавших газов согласно стандартам OBD-II(США) и EOBD-II (EU), и диагностика двигателей по показаниям газоанализатора, универсального мотор-тестера, автомобильного диагностического сканера. Приведены сведения по основным измерительным приборам, которые используются при проведении автомобильной диагностики. Значительная часть учебного пособия посвящена проверке знаний специалистов по ремонту и диагностике двигателей современных легковых автомобилей путем проведения тестового экзамена. Приведены экзаменационные вопросы и даны развернутые ответы на них.

Учебное пособие прошло апробацию в Самарском техническом университете при изучении курса “Технические средства испытания и диагностирования систем электроники и автоматики автомобилей и тракторов”. Оно может быть также полезно для специалистов по ремонту и диагностированию электронных систем автомобиля в условиях автосервиса, для студентов и аспирантов ВУЗов.’

Книги издательства «СОЛОН-Пресс» можно заказать наложенным платежом по фиксированной цене. Оформить заказ можно одним из двух способов:

1. послать открытку или письмо по адресу: 123242, Москва, а/я 20;
2. передать заказ по электронной почте на адрес: magazine@solon-r.ru.

При оформлении заказа следует правильно и полностью указать адрес, по которому должны быть высланы книги, а также фамилию, имя и отчество получателя. Желательно указать дополнительно свой телефон и адрес электронной почты.

Через Интернет Вы можете в любое время, получить свежий каталог издательства «СОЛОН-Пресс». Для этого надо послать пустое письмо на робот-втоответчик по адресу:

Katalog@solon-r.ru.

Получать информацию б новых книгах нашего издательства Вы сможете, подписавшись на рассылку новостей по электронной почте. Для этого пошлите письмо по адресу: news@solon-r.ru. В теле письма должно быть написано слово **SUBSCRIBE**.

ISBN 5-98003-044-1

© Макет и обложка «СОЛОН-Пресс», 2003
© В.Ф. Яковлев, 2003

Предисловие научного редактора

Учебных пособий, инструкций, технических описаний и прочей технической документации по диагностике электронных систем современных автомобилей выпущенных, на русском языке пока недостаточно. Связано это с тем, что приборная техническая диагностика автомобильных узлов, блоков и систем управления стала применяться в России Сравнительно недавно. Еще и до настоящего времени не все выпускаемые в России автомобили оснащены необходимыми бортовыми средствами самодиагностики и диагностическими разъемами для подключения стационарной контрольно-измерительной и диагностической аппаратуры. Отечественные стандарты диагностических параметров и методики проведения испытаний только теперь начинает приближаться к международным требованиям стандартов OBD-II и EOBD-II.

Предлагаемая книга “Диагностика электронных систем автомобиля”, написанная членом Международного общества инженеров-автомобилестроителей SAE, к.т.н., доцентом Самарского технического университета Вадимом Фридриховичем Яковлевым, является первым достаточно полным отечественным учебным пособием, которое ориентировано на глубокое ознакомление российских специалистов по ремонту и обслуживанию легковых автомобилей с передовым зарубежным опытом по проведению диагностических работ в условиях постоянно возрастающих требований к качеству автомобилей и к их экологичности.

В книге подробно описаны современные методы и средства диагностики периферийных составных компонентов электронной системы автоматического управления двигателем (ЭСАУ-Д), таких как входные датчики и выходные исполнительные устройства. Описана диагностика автомобильного двигателя внутреннего сгорания по показаниям газоанализатора.

Предисловие научного редактора

Несомненным достоинством книги является предложенная методика проведения сертификационного экзамена по тестовым вопросам. Экзаменационные вопросы составлены с ориентацией на композитный автомобиль, который, являясь учебной автомобильной схемой, достаточно полно отвечает большинству типов реальных легковых автомобилей импортного производства. На каждый вопрос дан хорошо обоснованный ответ, что позволяет использовать информацию учебных вопросов при поиске неисправностей в реальных условиях диагностирования.

В заключение следует отметить, что некоторая часть изложенных в книге материалов является авторским переводом американских первоисточников, вышедших в свет не ранее 1995 года. Это делает учебное пособие еще более ценным не только для специалистов автосервиса, но и для студентов и аспирантов ВУЗов.

Соснин Д. А.

Порядок диагностики электронных систем автомобиля

1. Общие сведения

Под диагностикой понимают процесс определения причин исправности по ее признакам. Отметим, что на современных автомобилях иногда трудно зафиксировать и сам факт наличия неисправности.

Высокая надежность современной автомобильной электроники привела к сокращению числа простых дефектов, легко выявляемых ремонтниками на станциях техобслуживания. С другой стороны, если наблюдается неисправность, можно указать много вероятных ее причин. Это усложняет проблему диагностики современных автомобилей. Диагностирование сегодня значительно отличается, от того, что было 10—20 лет назад.

1.1 Традиционные методы диагностики

До того как электронные системы начали широко применяться на автомобилях, их электрооборудование состояло из нескольких достаточно простых и независимых систем, питаемых непосредственно от аккумуляторной батареи. Большинство электрических цепей обычно состояло из выключателя, управляющего электродвигателем или иным исполнительным механизмом, иногда через реле. Так как компонентов немного, неисправности легко определялись электрослесарем даже на незнакомых ранее моделях автомобилей. Простые по конструкции элементы проверялись с помощью контрольной лампы или мультиметра (вольтметр, амперметр, омметр в одном корпусе). Более сложные элементы, такие, как реле, проверялись подстановкой в цепь заведомо исправного такого же элемента.

Этот подход имел свои преимущества, т. к. требовалось недорогое диагностическое оборудование для электрослесаря, который проводил диагностику, руководствуясь только своими знаниями и опытом.

Специалисты автосервиса обучались так, чтобы полностью понимать работу и взаимодействие отдельных подсистем электрооборудования автомобиля.

1.2. Диагностика современных автомобилей

В конце 70-х годов появление электронных систем впрыска и зажигания привело к необходимому пересмотру традиционной, стратегии диагностики по трем основным причинам:

- при традиционном подходе ЭБУ отключается от остальных элементов, которые затем проверяются по отдельности. Если в этих элементах дефектов не обнаруживалось, неисправным (обычно необоснованно) признавался ЭБУ. Для потребителя это оборачивалось увеличением сроков ремонта, неоправданной заменой дорогостоящих электронных блоков, значительным увеличением стоимости ремонта;
- взаимосвязь множества датчиков и ЭБУ делает невозможным для специалиста автосервиса держать в памяти полную картину взаимодействия всех элементов системы. Автозаводы снабжают службы сервиса ремонтной документацией в виде блок-схем и диагностических таблиц (часто на CD-ROM) для облегчения поиска неисправностей, но даже и в этом случае разобраться с работой электронной системы автомобиля в целом затруднительно, особенно если обслуживаются автомобили разных производителей. Специалист должен иметь оперативный доступ к технической документации, чтобы быстро разобраться, локализовать и устранить неисправность, а также алгоритм поиска причины неисправности;
- электропроводка старых автомобилей обычно была связана с сигналами 2-х уровней: масса или напряжение аккумулятора. В современных автомобилях по жгутам передаются сложные двоичные и аналоговые сигналы между датчиками, ЭБУ, исполнительными механизмами и т. д. Традиционные контрольная лампа и мультиметр в этом случае почти бесполезны и могут даже нанести повреждение электронным цепям.

Быстрое распространение в 80-х годах более сложных электронных систем управления двигателем создало потребность в новых методиках диагностики, новом диагностическом оборудовании, значительном объеме сервисной информации. Большое количество различных типов ЭБУ приводит к потребности обеспечить быстрый доступ к технической информации по каждой конкретной модели автомобиля.

Для удовлетворения этих потребностей были разработаны новые диагностические средства: бортовые (устанавливаемые на автомобиле, являющиеся частью ЭБУ) и небортовые. Условно их можно подразделить на три категории:

- стационарные (стендовые) диагностические системы. Они не подключаются к бортовому ЭБУ и, таким образом, независимы от бортовой диагностической системы автомобиля. Эти устройства обычно диагностируют системы впрыска – зажигания, их часто называют-мотор-тестерами. По мере усложнения автомобильной электроники расширяются и функциональные возможности стационарных систем, т. к. теперь необходимо диагностировать не только управление двигателем, но и тормозные системы, активную подвеску и т.д.;

- бортовое диагностическое программное обеспечение, которое позволяет индицировать неисправности соответствующими кодами. Программное обеспечение ЭБУ содержит процедуры, которые записывают в память регистратора коды неисправностей. При обнаружении неисправности ЭБУ включает и выключает в определенной последовательности световой индикатор на приборном щитке. Световой сигнал можно расшифровать по справочным таблицам кодов неисправностей;
- бортовое диагностическое программное обеспечение, для доступа к которому требуется специальное дополнительное диагностическое устройство. Портативный диагностический тестер (сканер) подключается через специальный разъем на автомобиле к конкретному ЭБУ или всей электронной системе. Контролируемые параметры и коды неисправностей считываются непосредственно с ЭБУ и интерпретируются специалистами сервиса.

2. Порядок проведения диагностики

Диагностика неисправностей в электронных системах управления автомобиля проводится обычно в такой последовательности.

Шаг 1. Подтверждение факта наличия неисправности

Требуется убедиться, что неисправность реально существует. Если водитель неверно интерпретирует нормальные реакции автомобиля в каких-то обстоятельствах, ему следует это объяснить. Полезным источником информации является сам водитель (владелец) у которого надо уточнить условия возникновения неисправности:

- какова была забортная температура;
- прогрет ли двигатель;
- проявляется ли неисправность при трогании с места, ускорении или при постоянной скорости движения;
- какие предупреждающие индикаторы на панели приборов при этом включаются;
- какие и когда выполнялись на автомобиле сервисные или ремонтные работы;
- пользовался ли автомобилем кто-либо другой.

Шаг 2. Внешний осмотр и проверка узлов, блоков и систем автомобиля

Проведение осмотра и предварительной проверки при диагностике необходимо. По оценкам экспертов, 10-30% неисправностей на автомобиле выявляются таким путем.

До проведения диагностики неисправностей в системе управления двигателем важно устранить очевидные неисправности, такие как:

- утечка топлива, масла, охлаждающей жидкости;
- трещины или неподключения вакуумных шлангов;
- коррозия контактов аккумуляторной батареи;
- нарушение электрических соединений в контактных разъемах;
- необычные звуки, запахи, дым;
- засорение воздушного фильтра и воздуховода (при длительном простое автомобиля зверьки могут делать там гнезда или запасы корма).

Необходимо также провести предварительную проверку всех функциональных устройств. На этом этапе следует определить, что исправно и что неисправно, для чего поочередно включаются и выключаются все подсистемы.

При этом следует обратить внимание на признаки предыдущих ремонтов – всегда есть риск, что при ремонте что-то забыли подключить или неправильно соединили.

Шаг 3. Проверка технического состояния подсистем

- Проверка уровня и качества моторного масла.

1. Уровень масла должен быть в пределах нормы.
2. Если масло на щупе вспыхивает или горит, то в масле присутствует бензин и его пары через систему вентиляции картера излишне обогащают топливовоздушную смесь (ТВ-смесь).
3. Если на разогретой поверхности (например, на выпускном коллекторе) масло кипит или пузырится, в нем содержится влага.
4. Разотрите каплю масла в пальцах, убедитесь, что в нем нет абразивных частиц.

- Уровень охлаждающей жидкости и ее качество.

Правильное функционирование системы охлаждения двигателя очень важно для его нормальной работы. При перегреве неизбежно возникают проблемы;

1. Уровень охлаждающей жидкости должен быть в пределах нормы. Проверяется он при холодном двигателе. В рабочем режиме при попытке снять крышку радиатора горячая (температура выше 100 °С) охлаждающая жидкость под давлением выплескивается наружу и может причинить ожоги.

2. Перед зимней эксплуатацией с помощью гидрометра определяются точки кипения и замерзания охлаждающей жидкости, т. е. правильность концентрации антифриза.

3. При работе под давлением неисправная система охлаждения двигателя дает утечку охладителя. В местах протечек обычно видны потеки: серо-белые, ржавые, зеленоватые от антифриза.

4. Если в радиаторе оказываются холодные секции, значат, они засорены.

5. Проверяется работа реле вентилятора, двигателя электро-вентилятора; натяжение приводного ремня водяного насоса.

- Тест с листом бумаги.

Возьмите лист бумаги размером 7,5х2,5 см (например, долларовую купюру, как советуют на автосервисах США) и поднесите к выхлопной трубе автомобиля с прогретым двигателем на холостых оборотах на расстояние примерно 2,5

см (рис. 1). Бумага должна равномерно отталкиваться от трубы потоком выхлопных газов. Если листок иногда движется обратно к трубе, вероятные причины следующие:

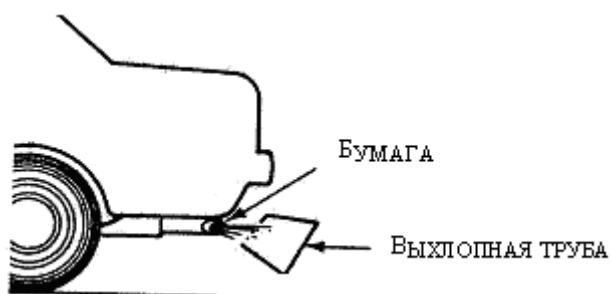


Рис. 1. Тест с листом бумаги

- Прогар клапанов в одном или нескольких цилиндрах;
- пропуски воспламенения из-за обедненной смеси, что бывает при холодном двигателе;
- негерметичность выпускной системы.

- Уровень топлива в баке.

Убедитесь, что бак заполнен бензином не менее чем на четверть, в противном случае грязь и вода со дна могут быть закачаны в топливную систему.

- Напряжение аккумуляторной батареи.

Напряжение должно быть не менее 12,4 В и в пределах 13,5–15,0 В при работе генератора. Понижение напряжения на аккумуляторной батарее вызывает:

- увеличение расхода топлива, т. к. ЭБУ двигателя компенсирует снижение напряжения питания увеличением продолжительности открытого состояния форсунок;

- увеличение оборотов холостого хода. ЭБУ, таким образом ускоряет заряд аккумулятора.

- Исправность электроискрового зажигания.

Исправность системы зажигания проверяют с помощью высоковольтного разрядника (тестера зажигания), который подключают к высоковольтному проводу на свече и при этом прокручивают двигатель. Проверка искрообразования на стандартной свече при атмосферном давлении не показательна. В цилиндре двигателя искровой пробой на свече происходит под давлением, что при атмосферном давлении в тестере имитируется увеличением длины искрового промежутка до 19 мм. Для пробоя система зажигания должна выдать напряжение 25-30 кВ.

- Тест определения баланса мощности.

Предварительно проверяется давление топлива в системе топливоподдачи. Затем отключением свечного провода поочередно в двигателе выключают по одному цилиндру. Если при выключении цилиндра обороты двигателя изменились на меньшую величину, чем для остальных, то в данном цилиндре имеется неисправность.

Тестирование производится на холостом ходу, при этом нужно отключить систему стабилизации оборотов холостого хода. Для этого используются указания из технической документации производителя.

Для предотвращения пробоя вторичной обмотки катушки зажигания отсоединенный высоковольтный провод со свечи зажигания должен быть заземлен.

- Некоторые полезные замечания.

Многие дилерские и независимые организации автосервиса оценивают диагностические и ремонтные работы повременно по ставке более \$60 за час (для США). Чтобы счет клиенту остался в разумных пределах, диагностика и ремонт должны быть выполнены быстро и методично. Целесообразно сразу заменить детали подлежащие периодической замене при эксплуатации: свечи, воздушный и масляный фильтры, крышку распределителя и бегунок (если имеются). Опыт показывает, что нередко причинами неисправностей, иногда непостоянных, бывают частично засорившийся фильтр или треснувшая свеча. Например, причиной остановки двигателя сразу после запуска может являться засорение выпускной системы. На обнаружение этого факта тратятся часы. Что-бы быстро проверить версию о засорении системы отвода выхлопных газов, следует снять датчик кислорода, тогда через его отверстие в стенке выпускного коллектора будут проходить выхлопные газы.

Следует помнить, что за сложной бортовой электроникой не всегда видны простейшие неполадки в реальном автомобиле. Ниже приведен пример такому факту. Владелец современного автомобиля с впрыском топлива жалуется на появление пропусков и остановку двигателя при скорости движения выше 70 км/час. В автосервисе на поиск неисправностей потратили немало времени: заменили ротор и крышку распределителя, свечи, высоковольтные провода, воздушный и топливный фильтры, модуль зажигания. Каждая из замен немного улучшала работу двигателя, но в целом ситуация не изменялась. Проверили работу системы зажигания и подачи топлива во время езды, но ничего не обнаружили.

После ездовых испытаний загорелся индикатор низкого уровня топлива в баке и техник долил 20 литров бензина в бак. Двигатель заработал лучше, а затем и совершенно нормально.

Выяснилось, что владелец всегда держал бак почти пустым, заливая топлива на небольшую сумму. Топливо на дне бака было перемешано с грязью и конденсатом и имело низкое качество.

Бак очистили, полностью заправили, автомобиль вернули владельцу, очень довольному, что наконец-то он нашел специалистов, которые смогли исправить его автомобиль.

Шаг 4. Работа с сервисной документацией.

Считывание диагностических кодов

По оценкам производителей, до 30% случаев неисправностей автомобилей обнаруживается и исправляется на основе информации в виде указаний, предположений, диагностических карт в руководствах по техническому обслуживанию и ремонту. Перед использованием документации следует точно знать:

модель, год выпуска, тип двигателя и трансмиссии, постоянная или непостоянная это неисправность.

В памяти компьютера ЭБУ (в регистраторе неисправностей) сохраняются как коды постоянных (текущих) неисправностей, так и тех, которые были обнаружены ЭБУ, но в данный момент не проявляются – это непостоянные (однократные, исторические) коды. Коды и постоянных и непостоянных неисправностей, которые по сути дела являются диагностическими кодами, называются кодами ошибок или кодами несисправностей. Но строго говоря, это не одно и то же. Если при возникновении какой-либо неисправности (постоянной или непостоянной) в регистратор неисправности записывается строго однозначный код, то такой диагностический код может быть назван “кодом неисправности”. Такой код возникает под прямым непосредственным воздействием конкретной неисправности и присущий только ей. Но некоторые неисправности воздействуют на Систему самодиагностики не прямо, а опосредованно, через изменения параметров в ЭБУ. Такие неисправности не имеют своего прямого кода для фиксации в регистраторе, но как и любые другие неисправности, вызывают нарушение штатного (стандартного) режима работы контролируемой системы; Как следствие в регистратор неисправностей, записывается код сбоя в системе, который и называется “кодом ошибки”. Как правило, код ошибки указывает на несколько возможных неисправностей и в разных подсистемах (или устройствах) управления.

В современных электронных системах автоматического управления причинно-следственные связи между непостоянными неисправностями и диагностическими кодами не всегда однозначны, и поэтому, коды фиксируемые в ЭБУ на непродолжительное время (на несколько циклов “пуск-останов ДВС”) более(полно соответствуют кодам ошибок. Однако, следует отметить, что общепринятой (стандартной) терминологии для обозначения типов диагностических кодов пока не разработано.

Шаг 5. Просмотр параметров с помощью сканера

Сканер – это миниатюрный переносной прибор, обычно с дисплеем на жидких кристаллах.

Все автомобили General Motors и Chrysler с 1981 г. позволяют просматривать параметры режима двигателя с помощью сканера, подключенного к диагностическому разъему.

Параметров много, и просматривать их все подряд бессмысленно, сообщения типа “это значение неверно” сканер все равно не выдаст. Нужно или следовать какому-то плану, например диагностической карте, или просмотреть наиболее информативные о работе двигателя параметры:

- убедиться, что для холодного двигателя температура охлаждающей жидкости и воздуха во впускном коллекторе одинаковая
- клапан регулятора оборотов холостого хода должен быть открыт на допустимое число шагов (или %);

- сигнал с датчика кислорода должен опускаться ниже уровня 200 мВ, подниматься выше 700 мВ, фронты непологие, частота не менее 4 Гц.

Шаг 6. Локализация неисправности на уровне подсистемы или цилиндра

Это наиболее трудоемкая часть диагностирования, т. к. необходимо выполнить следующие процедуры:

- разобраться с диагностическими картами и технической документацией;
- применить рекомендованную аппаратуру и методику диагностики;
- просмотреть изменение коэффициентов коррекции подачи топлива, сделанные ЭБУ при разных режимах работы двигателя;
- произвести анализ состава выхлопных газов;
- произвести тест баланса мощности по цилиндрам.

Шаг 7. Ремонт

Ремонт или замена каких-либо деталей и систем производится согласно инструкциям производителя. Если после замены неисправность сохраняется, приходится повторить все процедуры еще раз. В конце концов должен быть получен детальный ответ на вопрос, почему же произошла эта неисправность.

Шаг 8. Проверка после ремонта и стирание кодов ошибок из памяти ЭБУ

1. В испытательной поездке следует убедиться, что неисправность устранена и не возникли новые из-за ремонта.

2. Согласно, процедуре, рекомендованной производителем, стираются коды ошибок в ЭБУ, в противном случае компьютер может ложно учитывать их при управлении двигателем.

3. Настройки в памяти радиоприемника, маршрутного компьютера и т. д. должны быть сохранены или восстановлены.

3. Поиск неисправностей

При поиске неисправностей следует придерживаться следующих принципов.

Принцип 1. Обедненная топливовоздушная смесь (ТВ-смесь) чаще является причиной ухудшения ездовых характеристик, чем богатая.

Обедненная ТВ-смесь:

- горит медленно с высокой температурой;
- может вызывать обратную вспышку;
- обычно возникает при утечке вакуума.

Богатая ТВ-смесь:

- горит быстро и с пониженной температурой;
- увеличивает расход топлива, выхлопные газы становятся черными;
- может привести к закоксованию свечей, ездовые характеристики при этом ухудшаются.

Принцип 2. Сначала всегда проверяется выходной сигнал контролируемого устройства. Если выходной сигнал контролируемого устройства (например, катушки зажигания) нормальный, то питание, “земля” и само контролируемое устройство исправны. Если выходной сигнал не соответствует норме, то входной сигнал, питание, “земля” или само контролируемое устройство могут быть неисправны. Естественно, не следует заменять контролируемое устройство, не убедившись в исправности питания.

Принцип 3. В первую очередь проверяются подсистемы, характеристики которых должны ухудшаться по мере эксплуатации. До проведения дорогостоящих диагностических работ следует убедиться в исправности или заменить подсистемы с ограниченным сроком службы. К таковым относятся: топливный и воздушный фильтры, свечи, бегунок и крышка распределителя, высоковольтные провода и т. п.

Принцип 4. Проверяются разъемы и соединители, их контакты не должны быть погнуты или окислены.

Принцип 5. Измеряется напряжение питания на контактах контролируемого устройства. На выводе, подключенном к “земля”, напряжение не должно превышать 0,2 В.

Принцип 6. В двигатель должно подаваться чистое топливо в достаточном количестве. Засоренные фильтры, согнутые шланги способны вызывать ухудшение ездовых характеристик, часто непостоянное. Измерением только давления топлива в системе не обойтись, следует убедиться еще в его нормальном расходе через форсунки.

Считывание кодов неисправностей

1. Бортовая система диагностики

Любая современная микропроцессорная система управления, установленная на борту автомобиля, обладает некоторыми диагностическими возможностями. Эти возможности реализуются бортовым компьютером в соответствии, с программой, заложенной в его постоянной памяти (ПЗУ), и во время, когда микропроцессор компьютера не полностью загружен выполнением основных управляющих функций (т. е. в так называемом фоновом режиме).

Во время обычной эксплуатации автомобиля бортовой компьютер периодически тестирует электрические и электронные системы и Их компоненты. При обнаружении неисправности контроллер компьютера переходит в аварийный режим работы, подставляя подходящее значение параметра вместо того, которое дает неисправный блок. Например, если контроллер обнаружит неисправность в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости, программа установит резервное значение температуры, рассчитанное для работы двигателя в штатном режиме (обычно для 80 °С), и будет использовать это значение при реализации управляющих алгоритмов, чтобы автомобиль оставался на ходу. Резервное значение будет записано в память ЭБУ как аварийное.

Водитель информируется о неисправности с помощью контрольной лампы CHECK ENGINE (или светодиода), расположенной на панели приборов (рис. 1). Микропроцессор ЭБУ заносит специфический код неисправности в КАМ память. КАМ (Keep Alive Memory) память способна сохранять информацию при отключении питания ЭБУ. Это обеспечивается подключением микросхем КАМ памяти отдельным кабелем к аккумуляторной батарее или применением малогабаритных подзаряжаемых аккумуляторов, размещенных на печатной плате ЭБУ.

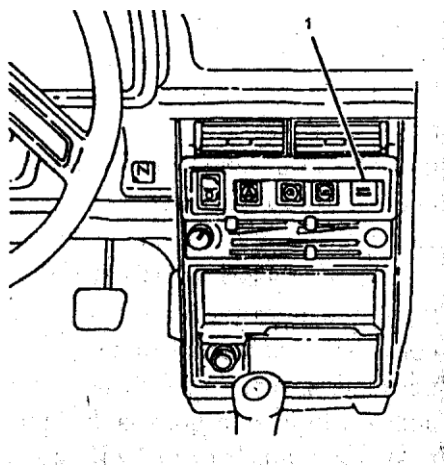


Рис. 1. Пример размещения индикатора CHECK ENGINE (отмечен цифрой 1)

Коды неисправностей иногда условно делят на “медленные” и “быстрые”

Медленные коды. При обнаружении неисправности ее код заносится в память и включается лампа CHECK ENGINE на панели приборов. Выяснить, какой это код, можно одним из следующих способов в зависимости от конкретной реализации ЭБУ:

- светодиод на корпусе

ЭБУ периодически вспыхивает и гаснет, передавая таким образом информацию о коде неисправности;

- нужно соединить проводником определенные контакты диагностического разъема, и лампа CHECK ENGINE начнет периодически мерцать, передавая таким образом информацию о коде неисправности;

- нужно подключить светодиод или аналоговый вольтметр к определенным контактам диагностического разъема и по вспышкам светодиода (или колебаниям стрелки вольтметра) получить информацию о коде неисправности.

Так как “медленные” коды предназначены для визуального считывания, частота их передачи очень низкая (около 1 Гц), объем передаваемой информации мал. Коды обычно выдаются в виде повторяющихся последовательностей вспышек. Код содержит две цифры, смысловое значение которых затем расшифровывается по таблице неисправностей, входящей в состав эксплуатационных документов автомобиля. Длинными вспышками (1,5 секунды) передается старшая (первая) цифра кода, короткими (0,5 секунды) – младшая (вторая). Между цифрами пауза несколько секунд. Например, две длинные вспышки, затем пауза в несколько секунд, четыре коротких вспышки соответствуют коду неисправности 24. В таблице неисправностей указано, что код 24 соответствует неисправности датчика скорости автомобиля – короткое замыкание или обрыв в цепи датчика. После обнаружения неисправности ее необходимо локализовать, т. е. выяснить, что конкретно отказало: сам датчик, разъем, проводка, крепление и т. д.

“Медленные” коды просты, надежны, не требуют дорогостоящего диагностического оборудования, но мало информативны. На современных автомобилях такой способ диагностирования уже не используется. Хотя, например, на некоторых современных моделях Chrysler с бортовой диагностической системой, соответствующей стандарту OBD-II, можно считывать часть кодов ошибок с помощью мигающей лампочки.

Быстрые коды. Это коды, которые обеспечивают выборку из памяти ЭБУ большого объема информации через последовательный интерфейс. Этот интерфейс и диагностический разъем используются при проверке и настройке автомобиля на заводе-изготовителе, он же применяется и при диагностике.

Наличие диагностического разъема позволяет, не нарушая целостности электропроводки автомобиля, получать диагностическую информацию от различных систем автомобиля (двигатель, ABS, трансмиссия, подвеска и т. д.) с помощью сканера или мотор-тестера.

Проверка на рациональность. Датчик может быть неисправен и посылать в компьютер неверную информацию. Если проверка на рациональность сигнала датчика, т. е. на соответствие требуемым (штатным) сигналам в программе микроконтроллера ЭБУ не предусмотрена, то в таких ЭБУ управляющие алгоритмы реализуются с использованием неверной информации датчика. При этом неправильно рассчитываются угол опережения зажигания и длительность импульса отпирания форсунок, что приводит к ухудшению ездовых характеристик автомобиля, двигатель

может глохнуть после запуска и т. д. Но пока неверный сигнал с датчика будет в пределах нормы, никаких кодов ошибок в память ЭБУ не запишется, и аварийная ситуация никак не обозначится. Чтобы обнаружить неисправность, можно отключить подозрительный датчик. Тогда ЭБУ запишет в память код ошибки и сигнал с датчика изменится на расчетное (резервное) значение. Например, при отключении датчика массового расхода воздуха ЭБУ заменит его сигнал резервным сигналом, рассчитанным по положению дроссельной заслонки и оборотам двигателя. Если после отключения подозрительного датчика работа двигателя улучшится – датчик не исправен.

В современных ЭБУ по мере совершенствования материальной базы и программного обеспечения появляется возможность выявлять неисправные датчики, выдающие неправильный сигнал, но в пределах нормы. Это так называемая проверка на рациональность и правильное функционирование, которая реализуется в бортовых диагностических системах второго поколения OBD-II.

Она заключается в том, что текущие значения сигналов со всех датчиков постоянно проверяется на взаимно однозначное соответствие со штатными сигналами для данного режима работы двигателя. Штатные значения сигналов хранятся в постоянной памяти микропроцессора ЭБУ.

Меры предосторожности при проведении диагностических работ

Электронное оборудование современных автомобилей чувствительно к статическому электричеству и перенапряжениям. Поэтому некоторые операции, традиционно привычные для автосервиса, нельзя выполнять на таких автомобилях.

1. Нельзя отсоединять от бортовой сети электронные и электрические системы при включенном ключе зажигания. Во время, переходного процесса может возникнуть скачок напряжения. Особенно это касается:

- зажимов аккумулятора;
- обмоток различных соленоидов и реле;
- форсунок;
- катушек зажигания;
- соединительных кабелей компьютера.

2. Провода от аккумуляторной батареи другого автомобиля подключаются только при разомкнутом ключе зажигания.

3. Нельзя монтировать громкоговорители аудиосистемы в непосредственной близости от ЭБУ, их электромагнитное излучение вызывает помехи.

4. Электросварочные работы на автомобиле проводят только при снятом бензобаке, отключенном компьютере и отключенной от “массы” аккумуляторной батареи.

5. Для снятия статического заряда перед работой с каким-либо электронным устройством следует коснуться рукой с рабочим инструментом корпуса автомобиля.

6. Нужно своевременно устранять негерметичность ветрового стекла, т. к. влага может вывести из строя электронное оборудование панели приборов.

7. При измерениях в цепях датчиков следует использовать высокоомные цифровые приборы. Стрелочные приборы должны использоваться только там, где оговорено в диагностических картах.

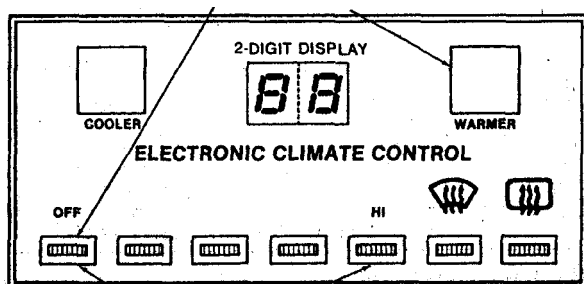
8. Контрольной лампой при диагностике цепей компьютера пользоваться нельзя, вместо нее применяются высокоомные логические пробники.

9. Нельзя касаться рукой, незаземленным рабочим инструментом выводов компьютера: статический заряд человека может вывести его из строя.

2. Работа с бортовой диагностической системой на примере автомобиля Cadillac

Диагностические возможности ЭБУ активизируются электромехаником-оператором переводом контроллера в диагностический режим работы. На разных моделях автомобилей **Cadillac** это, осуществляется по-разному. Например, на автомобилях 80-х годов выпуска с впрыском топлива диагностический режим устанавливается одновременным нажатием кнопок Off (выключение) и Warmer (нагреватель) при включенном ключе зажигания. Кнопки находятся на панели управления климатом в салоне (рис. 2).

Для начала диагностики одновременно нажать Off и Warmer



Для стирания кодов ошибок одновременно нажать Off и Hi

Рис. 2. Схематичное изображение панели управления климатом в салоне автомобиля Cadillac (панель климат-контроля)

Процедуры, реализуемые бортовой диагностической системой автомобиля Cadillac, имеют типовой характер их целесообразно рассмотреть в качестве примера. Коды неисправностей показываваются различными способами в зависимости от модели и года выпуска автомобиля, но это везде цифровые коды. Наиболее простыми методами индикации кодов являются мигание лампы, CHECK ENGINE (чек-лампы) и передача двухсимвольных кодов периодическими вспышками. Помимо чек-лампы на автомобилях Cadillac для индикации кодов используется дисплей на панели климат-контроля. На рис. 2 дисплей показывает код 88. Этот код индицируется сразу после входа системы в диагностический режим и указывает на исправность сегментов дисплея и на готовность бортовой диагностической системы к работе.

После проверки на дисплей выводятся последовательно коды обнаруженных неисправностей, начиная с меньших номеров. Используя эксплуатационные документы можно выяснить, какой! неисправности соответствует тот или иной код. В таблице 1 приведены коды неисправностей для автомобиля Cadillac.

Таблица 1. Коды неисправностей для Cadillac

Код	Описание
12	Нет сигнала от распределителя
13	Датчик кислорода не готов
14	Замыкание в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости
15	Обрыв в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости
16	Недопустимое напряжение на выходе генератора
17	Замыкание в цепи датчика положения коленчатого вала
18	Обрыв в цепи датчика положения коленчатого вала
19	Замыкание в цепи топливного насоса
20	Обрыв в цепи топливного насоса
21	Замыкание в цепи датчика положения дроссельной заслонки
22	Обрыв в цепи датчика положения дроссельной заслонки
24	Неисправность в цепи датчика оборотов двигателя
26	Замыкание в цепи выключателя в датчике положения дроссельной заслонки
27	Обрыв в цепи выключателя в датчике положения дроссельной заслонки
30	Ошибка регулятора холостого хода
31	Замыкание в цепи датчика абсолютного давления во впускном коллекторе :
32	Обрыв в цепи датчика абсолютного давления во впускном коллекторе
33	Нарушение корреляции между сигналами датчика атмосферного давления и датчика абсолютного давления во впускном коллекторе
34	Высокий уровень сигнала датчика абсолютного давления во впускном коллекторе
35	Замыкание :в цепи датчика атмосферного давления
36	Обрыв в цепи датчика атмосферного давления
37	Замыкание в цепи датчика температуры воздуха во впускном коллекторе
38	Обрыв в цепи датчика температуры воздуха во впускном коллекторе
44	Нет отклика датчика кислорода при обеднении
45	Нет отклика датчика кислорода при обогащении
51	Ошибка ППЗУ
60	Селектор автоматической коробки передач не в положении DRIVE (D)
61	Одновременное нажатие кнопок Set и Resume маршрутного компьютера
62	Скорость автомобиля выше допустимой
64	Ускорение автомобиля выше допустимого
70	Система готова к дальнейшему тестированию
71	Проверка выключателя на тормозной педали
72	Проверка выключателя в датчике положения дроссельной заслонки
73	Проверкакнопки Drive автоматической коробки передач
74	Проверка кнопки Reverse автоматической коробки передач
75	Проверка кнопки Оп/ Off маршрутного компьютера
76	Проверка кнопки Set маршрутного компьютера
77	Проверка кнопки Resume маршрутного компьютера

Код	Описание
78	Проверка кнопки Instant/Average маршрутного компьютера
79	Проверка кнопки Reset маршрутного компьютера
80	Проверка реле муфты включения кондиционера
88	Проверка дисплея
90	Система готова вывести на дисплей параметры работы двигателя
00	Диагностика завершена

После вывода кодов всех обнаруженных неисправностей на дисплее появляется код 70 – контроллер ожидает дальнейших действий электромеханика-оператора.

Обычно лампа **CHECK ENGINE** на приборном щитке включается автоматически при любом обнаруженном коде неисправности. Коды неисправностей 12 – 38 и 51 заносятся в КАРТ память ЭБУ и сохраняются там до удаления их вручную электромеханическим-оператором. Код непостоянной (нерегулярной) неисправности может быть удален автоматически, если неисправность не подтвердилась в течение 20 циклов “запуск-остановка двигателя”. Коды 44 – 45 автоматически не удаляются. Для кодов 60 – 64 лампа **CHECK ENGINE** не включается. После появления неисправности, о чем свидетельствует наличие соответствующего кода, электромеханик-оператор должен следовать специальным процедурам локализации неисправности. Эти процедуры обычно оформляются в виде алгоритмов и называются картами поиска неисправностей.

В качестве примера рассмотрим необходимую последовательность действий при обнаружении кода неисправности 13 (датчик кислорода не готов).

Обычно, выходной сигнал датчика переключается между уровнями напряжения примерно 0 и 1 В в соответствии с обогащением и обеднением рабочей смеси после нагрева до температуры около 300°C. Возможные причины для появления кода 13 могут быть такими:

- неисправен датчик кислорода;
- неисправность электропроводки или соединительных разъемов;

• ЭБУ не реагирует на сигнал датчика кислорода. Для локализации неисправности необходима дополнительная информация. Потребуется среднее значение выходного напряжения датчика кислорода, которое может быть измерено с помощью ЭБУ двигателя и выведено на дисплей системы климат-контроля. Код среднего значения напряжения, выведенный на дисплей, следует умножить на 0,01, чтобы получить значение напряжения в вольтах (00 соответствует 0 В, а 99 – 0,99 В). Измеренное значение напряжения используется для выбора направления поиска неисправности по алгоритму на диагностической карте (см. рис. 3, 4, 5).

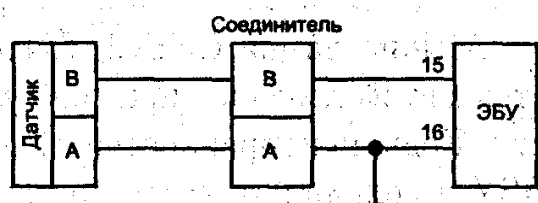


Рис. 3. Схема, подключения датчика кислорода

Если измеренное напряжение оказалось меньше 0,37 В или больше 0,57 В, следует проверить целостность проводников по цепям А и В соединительного жгута (рис. 4).

Если выходное напряжение датчика кислорода находится в пределах 0,37–0,57 В, следует проверить, что неисправно: датчик кислорода или ЭБУ. Для этого концы с датчика кислород замыкают на входе ЭБУ, имитируя короткое замыкание в цепи датчика, и считывают значение напряжения с дисплея панели управления климатом. Если напряжение меньше 0,05 В, ЭБУ исправно и следует проверить датчик кислорода. Если напряжение короткого замыкания больше 0,05 В – возможен обрыв цепи А и В или неисправен ЭБУ, тогда его следует заменить.

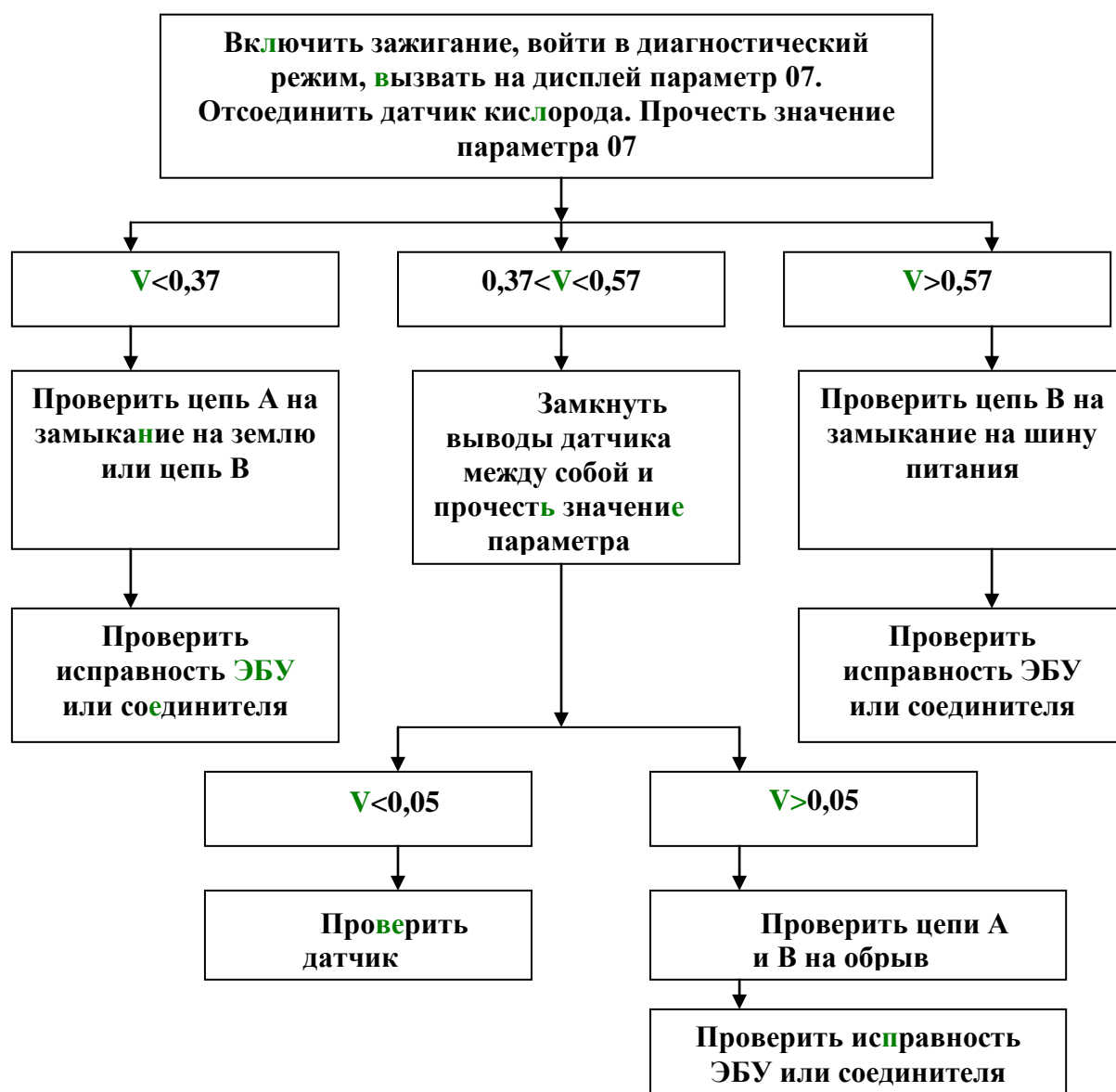


Рис. 4. Диагностическая карта для кода 13 (датчик кислорода не готов)

На рис. 5 показана диагностическая карта для проверки датчика кислорода.

При диагностировании различных датчиков часто используется способ искусственного внесения неисправности, которая устанавливает код ошибки, противоположный фактическому. Например, если код ошибки указывает на обрыв в

цепи датчика положения дроссельной заслонки (код 27), то следует удалить этот код из памяти ЭБУ и замкнуть перемычкой сигнальный вывод датчика с шиной +5 В. Если при этом ЭБУ запишет противоположный код (код 26 – короткое замыкание в цепи датчика положения дроссельной заслонки), значит, разъем и проводка исправны, возможно, не исправен датчик. Если запишется тот/же код. 27 – обрыв в проводке или разъеме.



Рис. 5. Проверка работоспособности датчика кислорода

Для стирания из памяти кодов неисправностей следует нажать одновременно на кнопки Off и Hi на панели системы климат-контроля и удерживать их до появления на дисплее кода 00. Такая процедура позволяет определить, какие коды соответствует постоянным неисправностям (hard codes), а какие – нерегулярным, непостоянным (soft codes). Коды, соответствующие постоянным отказам, сразу же восстановятся в памяти, а коды непостоянных неисправностей, скорее всего, быстро не проявятся. После стирания кодов неисправностей на дисплее появится комбинация 70. Это отправная точка для проведения различных процедур диагностики.

После завершения диагностических процедур с датчиками можно выбрать следующие режимы дальнейших проверок:

- тестирование переключателей;

- просмотр параметров режима двигателя;
- контроль исполнительных механизмов;
- выход из режима диагностики.

Каждый из 4-х режимов является циклическим и обладает большими диагностическими возможностями.

Цикл кодов 71—80 (см. табл. 1) предназначен для тестирования различных выключателей и переключателей.

Чтобы начать цикл, следует нажать до упора и отпустить педаль тормоза. Если переключатель на педали тормоза исправен на дисплее появится код 72, в противном случае останется код 71. Тогда следует провести дополнительную диагностику, воспользовавшись диагностическими картами, имеющимися в технической документации и устранить неисправность. Аналогичные процедуры выполняются для остальных переключателей.

Для кода 72. Полностью нажать и отпустить педаль газа. При исправных выключателях в датчике положения дроссельной заслонки код 72 увеличится на единицу и будет равен 73.

Для кода 73. Селектор на автоматической коробке переключения передач поставить в положение Drive (D), затем вернуть на Neutral (N). При исправности переключателя код увеличится на единицу и будет равен 74.

Для кода 74. Селектор на автоматической коробке переключения передач поставить в положение Reverse (R), затем поставить на Park (P). При исправности переключателя код увеличится на единицу и будет равен 75.

Для кода 75. На панели маршрутного компьютера поставив тумблер в положение On (включить), затем в положение Off (выключить). При исправности переключателя код увеличится на единицу и будет равен 76.

Для кода 76. При включенном тумблере на панели маршрутного компьютера (положение On) нажать и отпустить кнопку Set. При нажатии этой кнопки в память маршрутного компьютера записывается значение текущей скорости автомобиля и подготавливается к работе стабилизатор скорости. После нажатия кнопки Resume движение автомобиля будет осуществляться с постоянной скоростью до тех пор, пока не будет прикосновения к педали газа или тормоза. При исправности переключателя Set, код 76 увеличится на единицу и будет равен 77.

Для кода 77. Нажать и отпустить кнопку Resume на панели маршрутного компьютера. Этой кнопкой стабилизатор скорости маршрутного компьютера приводится в действие. При исправности переключателя код увеличится на единицу и будет равен 78.

Для кода 78. На панели маршрутного компьютера, показывающей расход топлива, нажать и отпустить кнопку Instant/Average (текущий расход топлива/средний расход топлива). При исправности переключателя код увеличится на единицу и будет равен 79.

Для кода 79. На панели маршрутного компьютера, показывающей расход топлива, нажать и отпустить кнопку Reset (сброс). При исправности переключателя код увеличится на единицу и будет равен 80.

Для кода 80. Нажать и отпустить кнопку обдува заднего стекла на панели климат-контроля. При исправности переключателя код 80 исчезнет и появится код 70. Первый циклический тест завершился.

Далее можно перейти ко второму циклу и последовательно просмотреть параметры работы двигателя. Для этого устанавливают тумблер включения

маршрутного компьютера в положение на дисплее появится код 90, сигнализируя о входе в режим просмотра параметров двигателя. Значения параметров вызывался поочередно (от номера 01 до 18) нажатием кнопки Instant/Average на панели маршрутного компьютера. Для перемещения назад по списку параметров следует нажимать кнопку Reset на панели маршрутного компьютера. Для выхода из режима просмотра параметров следует одновременно нажать кнопки Off и Hi на панели климат-контроля. После просмотра всех параметров двигателя на дисплее высвечивается код 95. В таблице 2 сведена первоначальная часть основных параметров двигателя нормальные диапазоны изменения их значений.

Таблица 2. Последовательность вывода на дисплей параметров двигателя

Номер по порядку	Параметр	Нормальный диапазон
01	Положение дроссельной заслонки	0-31
02	Давление во впускном коллекторе	14-99
03	Атмосферное давление	14-99
04	Температура охлаждающей жидкости	0-99
05	Температура воздуха во впускном коллекторе	9-99
06	Время открытого состояния форсунки	0-99
07	Напряжение на выходе датчика кислорода	0-99
08	Угол опережения зажигания	0-52

Параметр 01 – угол поворота дроссельной заслонки от положения холостого хода в градусах (контролируется в пределах 0-31°).

Параметр 02 – абсолютное давление (разрежение) во впускном коллекторе в килопаскалях. Нормальное значение меняется в диапазоне 14–99 кПа, 14 соответствует наименьшему абсолютному давлению.

Параметр 03 – атмосферное давление в килопаскалях. Нормальное давление на уровне моря составляет 90-100 килопаскалей.

Параметр 04 – температура охлаждающей жидкости. В технической документации на автомобиль имеется таблица перевода цифровых показаний дисплея в градусы по Фаренгейту. Например, цифра 12 соответствует 1 °F, 16 – 15 °F, 21 – 32 °F и т. д. |

Параметр 05 – температура воздуха во впускном коллекторе. Для определения фактической температуры применяется та же, процедура, что и для параметра 04.

Параметр 06 – длительность открытого состояния форсунки в миллисекундах. Между двумя цифрами считываемого кода следует поставить десятичную точку, т. е. код 16 считывается, как 1,6 мс и т. д.

Параметр 07 – среднее значение напряжения на выходе датчика кислорода за время тестирования. На рис. 3–5 показаны диагностические процедуры с использованием параметра 07. Выходной сигнал датчика кислорода переключается от значения около 0 В до значения, близкого к 1 В (в зависимости от обогащения

или обеднения рабочей смеси). На дисплее показывается среднее значение цифрами от “0” до 99. При этом десятичная точка ставится слева, т. е., например, код 52 следует читать, как 0,52В.

Параметр 08 – угол опережения зажигания в градусах по отношению к верхней мертвой точке. Это значение должно совпадать со значением, полученным с помощью стробоскопа или анализатора двигателя.

Параметр 09 – число циклов “запуск-останов двигателя” с момента занесения кода неисправности в память. Если в течение 20 циклов неисправность не подтвердится, счетчик устанавливается в ноль, код неисправности стирается из памяти ЭБУ,

Параметр 10 – логическая двоичная переменная, указывает на работу ЭБУ двигателя в режиме замкнутой или разомкнутой отрицательной обратной связи. Значение 01 соответствует работе с обратной связью, т. е. сигнал с датчика кислорода используется в ЭБУ как сигнал отрицательной обратной связи для коррекции длительности включения форсунок. Значение 00 соответствует работе ЭБУ без обратной связи.

Параметр 11 – соответствует напряжению аккумуляторной батареи, уменьшенному на 10. Десятичная точка ставится между цифрами кода. Например, код 23 следует интерпретировать как напряжение 12,3 В.

В таблице 2 в качестве примера описаны не все коды параметров двигателя, для двигателя автомобиля Cadillac их значительно больше.

После просмотра значений параметров двигателя на дисплее устанавливается код 95. Можно переходить к следующему циклу проверок.

После выявления всех кодов осуществляют более точную локализацию неисправностей, используя диагностические карты из технической документации на автомобиль (аналогично примеру локализации, показанному на рис. 3–5). Без помощи бортовой диагностической системы поиск неисправностей в электронных устройствах занимает много времени, а иногда невозможен.

Стирание кодов ошибок

Эта процедура осуществляется до начала диагностики и ремонта, чтобы отличить коды постоянных неисправностей и непостоянных неисправностей. Перед стиранием следует записать все индицируемые коды. После стирания коды постоянных неисправностей сразу же восстановятся.

После ремонта все коды удаляют из памяти ЭБУ, иначе ЭБУ будет ошибочно учитывать их при последующем управлении системами автомобиля.

Применяются три метода удаления (стирания) кодов ошибок:

1. Наиболее предпочтительный и рекомендуемый производителями – стирание кодов по команде со сканера, подключенного диагностическому разъему. На некоторых ранних моделях автомобилей такая процедура не поддерживается ЭБУ.

2. Если нет сканера или ЭБУ не поддерживает стирание кодов сканером, следует отключить питание ЭБУ, вытащив соответствующий предохранитель. Например, на

многих моделях в эти случае следует отключать предохранитель системы подачи топлива. Вместе с кодами ошибок из памяти ЭБУ сотрется и информация для адаптивного управления.

3. Отключение от “массы” шины (-) аккумуляторной батареи. При этом вместе с кодами стирается и прочая информация из памяти ЭБУ (установка времени на электронных часах, коды радиоприемника и т. д.). Это наихудший способ.

3. Считывание кодов неисправностей на автомобилях General Motors

С 1981 года бортовые компьютерные системы управления всех автомобилей фирмы General Motors (GM–США) имеют возможности самодиагностики. Коды ошибок помогают локализовать неисправности. При обнаружении компьютером неисправности загорается сигнальная лампа “Check Engine” – (чек-лампа) на панели приборов (рис. 1), Для вывода кодов используется диагностический разъем. На большинстве моделей он расположен под приборной панелью справа или слива от рулевой колонки. Есть исключения.

В автомобиле Pontiac Fiero разъем установлен между передними сиденьями.

На автомобиле Chevrolet Corvette, годы выпуска 1984–1996, разъем установлен под пепельницей на центральной консоли.

Для считывания кодов с помощью чек-лампы замыкают перемычкой контакты А и В в 12–штырьковом диагностическом разъеме. При включении зажигания лампа Check Engine должна загореться.

Затем проходит код 12 (вспышка, пауза, две вспышки подряд), показывающий, что нет сигнала с датчика положения коленчатого вала, так как двигатель не запущен. При этом код 12 индицирует исправность диагностической системы.

После троекратного вывода кода 12 ЭБУ последовательно выводит коды всех неисправностей, начиная с младших номеров. По окончании вновь трижды выводится код 12 и процесс повторяется

Число и содержание кодов неисправностей зависят от модели, года выпуска, типа двигателя и производителя автомобиля.

Коды могут быть прочитаны и с помощью сканера. Сигнальный кабель сканера подключается к диагностическому разъему, а шнур питания сканера включается в разъем прикуривателя. Далее следуют указаниям и инструкциям, появляющимся на дисплее сканера. Первое указание: “ввести год выпуска, идентификационный номер двигателя (VIN) и прочую исходную информацию”. При вводе нужно быть точным, иначе значения контролируемых параметров могут быть прочитаны неверно.

В таблице 3 приведены некоторые коды неисправностей для автомобилей General Motors выпуска до 1996 г. Всего их 50–60.

Таблица 3

Код	Значение
13	Неисправность в цепи датчика кислорода
14	Высокий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости
15	Низкий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости
16	Низкое напряжение бортовой сети
24	Неисправность в цепи датчика скорости автомобиля
43	Неисправность в цепи датчика детонации
44	Содержание кислорода в выхлопных газах выше нормы
45	Содержание кислорода в выхлопных газах ниже нормы
65	Недостаточный ток через обмотки форсунок
77	Ошибка в цепи канала № 3 дискретной системы рециркуляции выхлопных газов

Бортовые диагностические системы автомобилей General Motors после 1996 г. соответствуют стандарту OBD- II.

4. Считывание кодов неисправностей на автомобилях Ford

На автомобилях фирмы **Ford** (США) лучше всего считывать коды с помощью специализированного тестер-сканера “STAR”. При отсутствии сканера можно воспользоваться стрелочный вольтметром (рис. 6).

Диагностический разъем находится под капотом на стороне водителя. На рис. 6 показано подключение специализированно тестер-сканера “STAR” и аналогового вольтметра; На рис. 7 – как используется 12-вольтовая контрольная лампа для считывания кодов неисправностей.

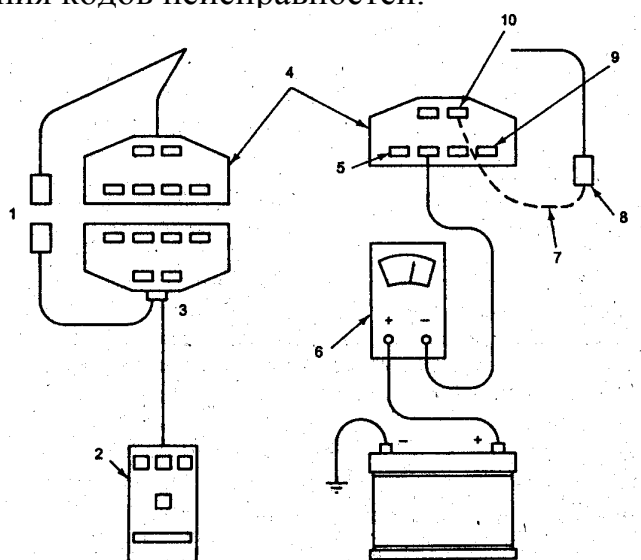


Рис. 6. Считывание кодов неисправностей на автомобилях Ford с помощью сканера или вольтметра. 1 и 8 — разъемы для запуска режима самотестирования, 2 — специализированный тестер-сканер STAR, 3 — разъем сканера, 4 — диагностический разъем автомобиля. 5 — сигнал с тахометра (на некоторых моделях). 6 — стрелочный вольтметр, 7 — перемычка, 9 — сигнал от реле бензонасоса, 10 — контакт №2

Перед началом считывания кодов разъемы 1 и 8 (рис. 6) и разъем 3 (рис. 7) необходимо соединить с диагностическим разъемом 4, чем устанавливается режим самотестирования в ЭБУ.

Для стирания кодов ошибок во время их индикации на вольтметре или контрольной лампе следует разомкнуть перемычку, соединяющую контакт 2 диагностического разъема с одноштырьковым разъемом.

Тест: зажигание включено — двигатель выключен (Key On Engine Off, КОЕО-тест). Включают зажигание, двигатель не запускают. Через 5–30 секунд стрелка вольтметра (рис. 6) начнет колебаться. Начальные переходные скачки напряжения сразу после включения не учитываются.

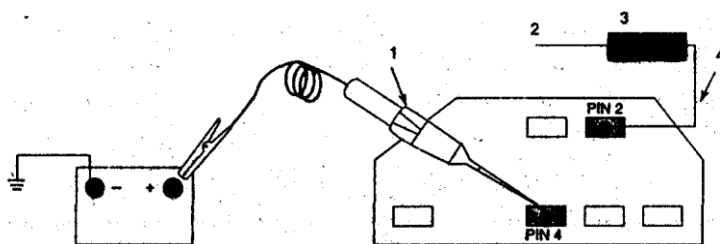


Рис. 7. Считывание кодов ошибок на автомобилях Ford с помощью контрольной лампы. 1 — контрольная лампа; 2 — проводот ЭБУ; 3 — разъем для запуска режима самотестирования; 4 — диагностический разъем; 5 — перемычка

Стрелка вольтметра будет колебаться в соответствии с выводимым кодом. Например, комбинация; два колебания стрелки, пауза 2 секунды, три колебания — означает код 23.

После вывода кодов постоянных неисправностей следует па за 6–9 секунд, затем одно колебание стрелки, еще пауза 6–9 секунд и начинается вывод кодов непостоянных неисправностей. Если в памяти ЭБУ нет кодов ошибок, выводится комбинация 11, что означает исправность диагностической системы; и отсутствии кодов ошибок в памяти ЭБУ вольтметр покажет: один импульс — пауза 2 секунды — один импульс — пауза 6–9 секунд — один импульс — пауза 6–9 секунд — один импульс — пауза 2 секунды — один импульс. Последние два импульса с паузой 2 секунды индицируют код 11, показывающий исправность системы.

Тест: зажигание включено, двигатель работает (Key On Engine Running, КОЕР-тест). Запускают двигатель и примерно через 20 секунд увеличивают обороты до 2500–3000 в минуту. Удерживая такие обороты, отмечают появление начальных импульсов: два — для четырехцилиндрового двигателя, три для шестицилиндрового двигателя или четыре — для восьми цилиндрового двигателя. Это импульсы начала тестирования. Через 10–15 секунд при тех же оборотах ЭБУ начнет выдавать коды ошибок. При наличии кодов ошибок пользуются диагностическими картами. производителя. В таблице 4 показаны некоторые двухразрядные коды (всего их примерно 80), в таблице 5 — некоторые трехразрядные коды (всего их примерно 150) для автомобилей Ford, выпущенных до 1996 г.

Таблица 4

Код	Значение
11	Система исправна
14	Неисправность в цепи датчика положения коленчатого вала
21	Сигнал с датчика температуры охлаждающей жидкости вне диапазона
33	Клапан в системе рециркуляции выхлопных газов не открывается
51	Обрыв цепи датчика температуры охлаждающей жидкости
63	Напряжение с датчика положения дроссельной заслонки ниже нормы
85	Неисправность в цепи клапана продувки адсорбера
95	Неисправность в цепи топливного насоса

Таблица 5

Код	Значение
111	Исправность системы
114	Температура воздуха во впускном коллекторе не соответствует ожидаемой во время теста КООО
172	Низкая частота переключения сигнала на выходе датчика кислорода для обедненной смеси
173	Низкая частота переключения сигнала на выходе датчика кислорода для обогащенной смеси
187	Малая длительность импульса отпирания форсунок
217	Неисправность первичной цепи катушки зажигания № 3
338	Низкая температура охлаждающей жидкости
551	Неисправность в цепи регулятора оборотов холостого хода
566	Неисправность в цепи соленоида 3–4 передачи
651	Неисправность в цепи электронного регулятора давления

Бортовые диагностические системы автомобилей Ford после 1996 года соответствуют стандарту OBD-II.

5. Считывание кодов неисправностей на автомобилях Chrysler

ЭБУ осуществляет проверку контролируемых систем после замыкания ключа зажигания и мониторинг во время работы двигателя. Коды непостоянных неисправностей сохраняются в памяти ЭБУ в течение 50 циклов “запуск — выключение двигателя” и при неповторении стираются. При повторном появлении нерегулярной неисправности ее код будет храниться в течение 100 циклов.

Для запуска режима индикации кодов следует проделать в течение 5 секунд следующую процедуру с ключом зажигания: включить — выключить — включить — выключить — включить. ЭБУ начнет выводить коды в виде вспышек лампы Check Engine или светодиода, аналогично ранним моделям General Motors. На более старых моделях Chrysler светодиод установлен на корпусе ЭБУ в салоне, на более

современных лампа Check Engine находится на приборной панели. Диагностический разъем размещен под капотом.

Считывание кодов сканером производится так же, как и для автомобилей General Motors. В таблице 6 приводятся некоторые коды неисправностей (всего их около 40) для автомобилей Chrysler до 1996 г. выпуска.

Таблица 6

Код	Значение
14	Неисправность в цепи датчика абсолютного давления во впускном коллекторе
15	Неисправность в цепи датчика скорости автомобиля
24	Неисправность в цепи датчика положения дроссельной заслонки
34	Неисправность в цепи соленоида системы рециркуляции выхлопных газов
47	Низкое напряжение в аккумуляторной батарее

Бортовые диагностические системы автомобилей Chrysler после 1996 г. соответствуют стандарту OBD-II. Кроме того, на большинстве современных автомобилей Chrysler можно просматривать коды и в старом формате с помощью вспышек лампы Check Engine согласно таблице 6.

6. Считывание кодов неисправностей на автомобилях Honda

ЭБУ на автомобилях Honda располагается в различных местах в зависимости от модели и года выпуска, чаще всего под сиденьем водителя или пассажира (рис. 8), иногда под ковриком у пассажира. Коды считываются подсчетом вспышек светодиода, когда ключ зажигания включен, а двигатель не запущен; для этого обычно не требуется снимать каких-либо панелей или проводить коммуникации. Каждый код выдается дважды числом вспышек с паузой 2 секунды между посылками. На некоторых моделях коды неисправностей выдаются с помощью четырех светодиодов, высвечивающих цифру кода в двоичной системе счисления (рис. 9).

С 1991 г. для инициализации диагностического режима работы ЭБУ следует замкнуть перемычкой контакты 2-штырькового сервисного разъема, его нужно не спутать с рядом расположенным 3-штырьковым разъемом (рис. 10). Коды считываются с помощью мигающей лампы «Check Engine» на приборной панели.

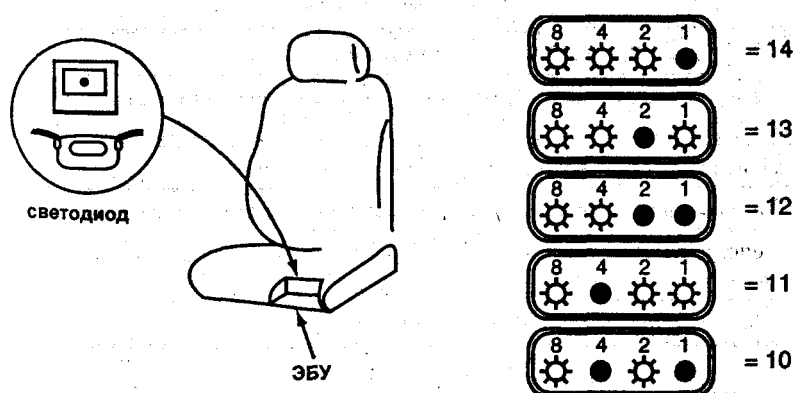


Рис. 8. Расположение индикатора

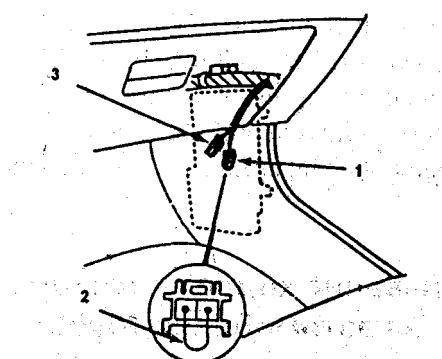


Рис. 9. Индикация кодов ошибок в двоичной системе счисления

Рис. 10. Инициализация диагностического режима на автомобиле

Honda после 1991 года: 1 — сервисный 2-штырьковый разъем; 2 — перемычка; 3 — неиспользуемый трехштырьковый разъем

В таблице 7 приведены некоторые коды неисправностей для автомобилей Honda с карбюраторными двигателями (всего их около 40); в таблице 8—коды для инжекторных двигателей (всего около 30).

Таблица 7

Код	Значение
3	Неисправность в цепи датчика абсолютного давления во впускном коллекторе
10	Неисправность в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости
17	Неисправность в цепи датчика скорости автомобиля
23	Неисправность в цепи датчика детонации
48	Неисправность в цепи датчика кислорода с подогревом

Таблица 8

Код	Значение
1	Неисправность в цепи датчика кислорода
3	Неисправность в цепи датчика абсолютного давления во впускном коллекторе
6	Неисправность в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости
17	Неисправность в цепи датчика скорости автомобиля
48	Неисправность в цепи датчика кислорода с подогревом

Бортовые диагностические системы автомобилей Ниппа после 1996 г. соответствуют стандарту OBD-II.

Коды неисправностей на автомобилях Ниппа (до OBD-II) стираются отключением минусовой шины аккумулятора, при этом стирается установочная информация в электронных часах и радиоприемнике.

7 Считывание кодов неисправностей на автомобилях Toyota

Коды неисправностей на автомобилях Toyota выдаются в виде вспышек лампы на приборной панели, для инициализации следует замкнуть контакты 2-штырькового сервисного разъема под капотом (рис. 11).

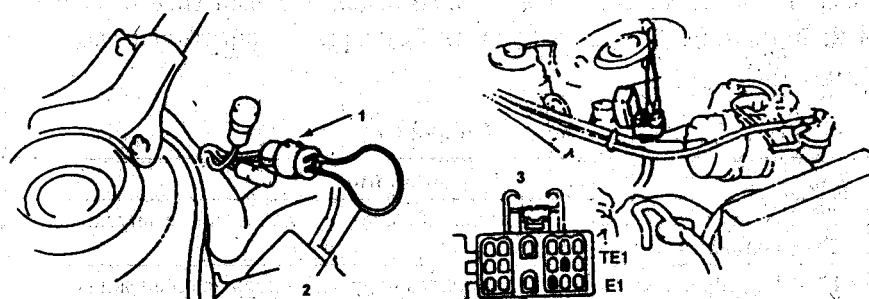


Рис. 11. Считывание кодов ошибок на автомобилях Toyota:
1 — сервисный разъем, 2 — перемычка. 3 — диагностический разъем

В таблицах приведены некоторые коды для двигателей Toyota Разных лет:

- Таблица 9 — выпуск 1983—1984 гг. (всего 7 кодов).
 - Таблица 10 — выпуск 1985—1987 гг. (всего 12 кодов).
 - Таблица 11 — выпуск 1988—1993 гг. (всего 32 кода).
- Бортовые диагностические системы автомобилей Toyota после 1996 г. соответствуют стандарту OBD II.

Таблица 9

Код	Значение
1	Система исправна
2	Неисправность в цепи датчика расхода воздуха
5	Неисправность в цепи датчика кислорода

Таблица 10

Код	Значение
1	Система исправна
5	Неисправность в цепи датчика кислорода

12	Неисправность в цепи датчика детонации
----	--

Таблица 11

Код	Значение
12	Нет сигнала с датчика положения коленчатого вала
22	Неисправность в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости
28	Неисправность в цепи датчика кислорода № 2 или нагревателя
52	Неисправность в цепи датчика детонации

Коды неисправностей на автомобилях Toyota (до OBD II) стираются отключением минусовой шины аккумулятора.

8. Считывание кодов неисправностей на автомобилях ВАЗ

Контрольная лампа Check Engine на автомобилях ВАЗ 2110 находится в комбинации приборов, а на автомобилях ВАЗ 2108, -2109 расположена на панели приборов (рис. 1).

Лампа Check Engine (чек-лампа) выполняет следующие функции:

- оповещает водителя о неисправности и необходимости проведения ТО в возможно короткий срок. Включение ламп не означает, что двигатель необходимо заглушить;
- отображает диагностические коды неисправностей, хранящиеся в памяти ЭБУ.

При включении зажигания контрольная лампа загорается на 0,6 с и гаснет, свидетельствуя об исправности лампы и системы диагностики. Если лампа продолжает гореть, это означает, что система самодиагностики обнаружила неисправность. Если неисправность самоустраняется, то в большинстве случаев лампа выключается через 10 сек, но диагностический код сохраняется в памяти ЭБУ.

В случае непостоянной неисправности лампа Check Engine включается на время не менее 10 сек и затем выключается. Однако при этом соответствующий код сохраняется в памяти ЭБУ до отключения от него электропитания (аккумуляторной батареи) или до очистки кодов диагностическим сканером ДСТ-2М.

Если в процессе считывания кодов возникают случайные (неожидавшиеся) коды, можно предполагать, что данные коды вызваны непостоянной неисправностью, которая повторилась непосредственно во время тестирования.

Для связи с бортовыми электронными и электрическими устройствами предусмотрена колодка диагностики. На заводе ВАЗ колодка диагностики используется для получения информации с контроллера и для контроля параметров двигателя перед отправкой автомобиля потребителю.

Коды, хранящиеся в памяти бортового ЭБУ, можно считывать с помощью сканера ДСТ-2М. Это портативный диагностический прибор, подключаемый к

колодке диагностики. Может использоваться и стационарный компьютерный сканер работающий по программе «Мотор-Тестер».

Для того чтобы считать коды неисправностей при помощи контрольной лампы, необходимо замкнуть выводы А и В колодки Диагностики и включить зажигание, не заводя двигатель. В этот момент чек-лампа должна выдать код 12 три раза подряд. Код 12 не является кодом неисправности, он свидетельствует том, что система самодиагностики работоспособна. Если код 12 отсутствует, это означает что система самодиагностики неисправна.

После выдачи кода 12 чек-лампа начнет выдавать обнаруженные коды неисправности в порядке возрастания их номера. Каждый код выдается трижды. И так по кругу. Если нет обнаруженных кодов неисправностей будет выдаваться только код 12.

Отметим, что считывание кодов ошибок с помощью чек-лампы поддерживается не всеми типами ЭБУ, применяемыми на автомобилях ВАЗ.

На российском рынке имеется достаточное количество недорогих устройств, обычно называемых маршрутно-диагностическими компьютерами, для двигателей автомобилей ВАЗ с электронным управлением. Они закрепляются на приборной панели, подключаются к диагностической колодке и способны индицировать часть кодов ошибок и параметров режима работы двигателя. Например, маршрутный диагностический компьютер МКД выдает в трехразрядном формате часть кодов ошибок, напряжение бортовой сети, температуру охлаждающей жидкости и угловое положение дроссельной заслонки (в %). Приборы, подобные компьютеру МКД, могут заменить тестер—сканер лишь отчасти они не производят записи параметров и не управляют исполнительными механизмами.

Имеются два-метода очистки кодов из памяти контроллера автомобиля ВАЗ после завершения ремонта или в целях контроля на повторное возникновение. Необходимо либо отключить питание контроллера на время не менее 10с, либо стереть коды с помощью сканера, который дает такую возможность без отключения аккумуляторной батареи или предохранителей.

Питание контроллера можно отключить путем отсоединения отрицательного провода от аккумуляторной батареи. При отсоединении этого провода другие данные бортовой памяти, такие как электронная настройка радиоприемника и т. п., также теряются.

Для предотвращения повреждения бортового ЭБУ при отключении или подключении его к бортовому жгуту зажигание должно быть выключено.

9. Типы кодов ошибок

Коды ошибок как и коды неисправностей могут быть классифицированы по признаку их принадлежности к виду неисправности на пять типов.

1. Код, соответствующий постоянной неисправности, т. е. проявляющейся постоянно, пока не устранят неисправность, называется активным кодом (hard code). Если каким-либо способом стереть из памяти ЭБУ все коды ошибок, активные коды восстановятся, т. к, постоянная неисправность по-прежнему существует и вновь определится компьютером. В первую очередь следует искать именно постоянные

неисправности. Большинство диагностических карт, разработанных производителями автомобилей предназначены для нахождения именно постоянных неисправностей по активным кодам.

2. Непостоянные неисправности проявляются при определенных условиях (скорость автомобиля, температура двигателя, расход топлива и т.д.) и не существуют постоянно. После стирания всех кодов из памяти ЭБУ такие коды ошибок могут и не восстановиться, т. к. неисправность в данное время не проявляется. Коды непостоянных неисправностей называются историческими (historic, soft codes). Они запоминаются в ЭБУ на некоторое число циклов «запуск — останов двигателя» (обычно 50—60) и при неповторении за это время — стираются.

3. Специфические коды ошибок (circuit specific codes) соответствуют неисправностям, которые имеют место только в одной цепи и не связаны с неисправностями в других цепях (подсистемах).

Хорошими примерами специфических кодов ошибок являются коды 14 и 15 для автомобилей General Motors. Коды 14 и 15 соответствуют Неисправностям в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости:

- 14 — высокий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости;
- 15 — низкий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости. ^

Существует только два условия для занесения одного из этих кодов в память ЭБУ:

- замыкание (код 15) или обрыв (код 14) в датчике или в соединительных цепях,
- неисправность в ЭБУ.

Сигнал с датчика температуры охлаждающей жидкости является входным для ЭБУ и используется при управлении подачей топлива, углом опережения зажигания, расходом воздуха через регулятор оборотов холостого хода, продувкой адсорбера, электроклапаном и т. д. Неисправность в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости влияет на работу двигателя и ездовые характеристики автомобиля, могут создаваться условия для записи кодов ошибок в других зависимых подсистемах. Неисправности в зависимых подсистемах не приводят к появлению в памяти ЭБУ кодов 14 или 15.

Как правило, специфические коды ошибок относятся сравнительно простым цепям, входным по отношению к ЭБУ. Обнаруживать такие неисправности несложно, нужно только точно знать, при каких условиях устанавливается тот или иной код. Информация эта содержится в сервисной документации и меняется в зависимости от модели и года выпуска.

Пример такой информации для некоторых кодов ошибок в автомобилях General Motors:

- 14 (высокий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости) — устанавливается когда сигнал соответствует температуре выше 135 °C (275 °F) в течение более 10 секунд, для некоторых моделей более 2 секунд; -

- 15 (низкий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости) — устанавливается когда сигнал соответствует температуре ниже -35 °C (-24 °F) в течение более 4 секунд или если после запуска холодного двигателя прошло более 30—60 секунд

- 44 (содержание кислорода в выхлопных газах выше нормы) — устанавливается, когда напряжение на выходе датчика кислорода ниже 0,2 В в течение более 8 секунд и если после запуска двигателя прошло более 1—2 минут;

- 45 (содержание кислорода в выхлопных газах ниже нормы) — устанавливается, когда напряжение на выходе датчика кислорода выше 0,7 В в течение более 30—60 секунд или если после запуска двигателя прошло более 1—2 минут.

4. Неспецифические коды ошибок (multiple circuit codes) записываются в память ЭБУ при ненормальной работе системы, причиной которой может быть и неисправность в другой системе. Хорошими примерами являются коды 33 и 34 для датчика (MAP) абсолютного давления (таблица 1), индицирующие высокое напряжение выходного сигнала или недостаточное разрежение (33) и низкое напряжение выходного сигнала или чрезмерное разрежение (34). Перед тем как записать один из кодов ошибки для основной системы, ЭБУ проверяет исправность связанных с ней подсистем, в данном случае это: обороты двигателя, скорость автомобиля, положение дроссельной заслонки. Неспецифический код ошибки для основной системы не будет занесен в память, если выявлена неисправность в связанной подсистеме, влияющая на работу основной системы. Сигналы в подсистеме на пределе нормы способны привести к записи неспецифического кода ошибки для основной подсистемы. В такой ситуации следует разбираться со значениями необходимых параметров режима работы двигателя, получаемых с помощью сканера.

5. Симптоматические коды ошибок отражают скорее степень механической неисправности двигателя, чем нарушения обмена электрическими сигналами. Такие коды ошибок обычно являются следствием попыток автоматической электронной системы управления компенсировать неконтролируемые с помощью ЭБУ механические неисправности или неисправности в неконтролируемых электрических цепях. Эти неисправности трудно диагностировать.

Коды ошибок 44 и 45 (см. табл. 3) — пример симптоматических кодов. Коды 44 и 45 могут появиться в результате неисправности датчика - кислорода или его электропроводки. Но чаще условия для их установки возникают по другим причинам.

Задача диагностирования усложняется из-за того, что коды 44 и 45 неспецифические. Подсистемами по отношению к датчику

кислорода являются датчик абсолютного давления во впускном коллекторе и датчик положения дроссельной заслонки.

Код 44, указывающий на высокое содержание кислорода в выхлопных газах, не обязательно означает, что датчик кислорода исправен. Типичные неисправности в подсистемах приводящие к установке кода 44, таковы:

- низкое давление топлива;
- наличие влаги в топливе;
- пропуски воспламенения;
- засорение топливного фильтра;
- негерметичность впускного тракта.

Код 45 устанавливается при пониженном содержании кислорода в выхлопных газах. Неисправности в подсистемах могут быть такими:

- повышенное давление топлива;
 - утечка топлива через форсунки;
 - не исправен регулятор давления топлива;
 - перенасыщен адсорбер;
 - негерметичность уплотнительных колец на поршнях.
- При диагностировании неисправностей, по симптоматическим кодам важно хорошее понимание ситуации в целом, нужно иметь отличить причину от следствия. Для всех пяти типов кодов ошибок производителями автомобилей разрабатываются диагностические карты. Для непостоянных неисправностей карты пока не разработаны.

Бортовые диагностические системы второго поколения

1. Стандарт OBD-I

Из всех проблем современного автомобилестроения проблема нейтрализации выхлопных отработавших газов и других автомобильных токсиногенов — самая злободневная. К ее решению привлечены не только разработчики новых моделей автомобилей, но и законодательные органы ряда высокоразвитых государств. Совместные усилия приводят с одной стороны к постоянному улучшению экологических показателей вновь выпускаемых автомобилей, но при этом с другой законодательной стороны допустимые нормы выбросов токсиногенов в окружающую среду непрерывно ужесточаются.

Первый законодательный акт, направленный на решение автомобильных экологических проблем, был принят в 1985 г. в штате Калифорния (США) и получил наименование «Постановление CARB» (California Air Resources Board). На основе этого постановления в 1988 г. был разработан первый автомобильный экологический

стандарт «OBD-I» (Onboard diagnostic-I), который стал обязательным в Калифорнии с 1989 г. Требования стандарта OBD-I сводились к четырем основным пунктам:

- наличие диагностической системы на борту автомобиля обязательно;
- обязательное наличие светового индикатора на щитке приборов автомобиля, предупреждающего о появлении неисправностей в одной из систем управления двигателем;
- бортовая диагностическая система должна записывать, хранить в памяти и выдавать коды ошибок. Для всех неисправностей, ведущих к увеличению загрязнения окружающей среды;
- бортовая диагностическая система должна в первую очередь (приоритетно) обнаруживать неисправности клапана рециркуляции выхлопных газов и топливной системы, отказ которых связан с неизбежным загрязнением окружающей среды.

Применение стандарта OBD-I на практике не было эффективным. Связано это с тем, что электронные системы автоматического управления двигателем (ЭСАУ-Д) были в 80-х годах еще недостаточно совершенными: не осуществлялся мониторинг каталитического нейтрализатора, отсутствовал контроль утечек, паров бензина, пропусков воспламенения. Чувствительность и быстродействие диагностических систем OBD-I были недостаточны. Например, к тому времени, когда включался индикатор Check Engine, автомобиль с неисправными средствами очистки токсичных отходов успевал достаточно долго поехать и бесконтрольно загрязнять окружающую среду.

Кроме того, стандарт OBD-I не предъявлял требований к унификации диагностических систем и единообразию их компонентов, что привело к разработке большого числа вариантов бортовых диагностических систем для разных моделей автомобилей. Как следствие, для проведения диагностики различных автомобилей нужно было иметь большое количество разнообразного дорогостоящего специализированного оборудования, соединительных кабелей, адаптеров, сканеров и т. д.

2. Основные сведения о стандарте OBD-II

Разработка требований и рекомендаций по стандарту OBD-II велась под эгидой EPA (Environmental Protection Agency — агентство по защите окружающей среды при правительстве США) при участии CARB и SAE (society of Automotive Engineers — Международное общество автомобильных инженеров). Стандарт OBD-II предусматривает более точное управление двигателем трансмиссией, каталитическим нейтрализатором и т. д. Доступ к системной информации бортового ЭБУ можно осуществлять не только специализированными, но и универсальными сканерами. С 1996 г. все продаваемые в США автомобили стали соответствовать требованиям OBD-II.

В Европе аналогичные документы традиционно принимаются с запаздыванием по отношению к США. Тем не менее аналогичные правила EOBD (European On Board Diagnostic) вступили в силу и в Европе с 1 января 2000 г.

С применением стандартов EOBD и OBD-II процесс диагностики электронных систем автомобиля унифицируется, теперь можно один и тот же сканер без специальных адаптеров использовать для тестирования автомобилей всех марок.

Требования стандарта OBD-II предусматривают:

- стандартный диагностический разъем;
- стандартное размещение диагностического разъема;
- стандартный протокол обмена данными между сканером и автомобильной бортовой системой диагностики;
- стандартный список кодов неисправностей;
- сохранение в памяти ЭБУ кадра значений параметров при появлении кода ошибки (“замороженный” кадр);
- мониторинг бортовыми диагностическими средствами компонентов, отказ которых может привести к увеличению токсичных выбросов в окружающую среду;
- доступ как специализированных, так и универсальных сканеров к кодам ошибок, параметрам, “замороженным” кадрам, тестирующим процедурам и т. д.;
- единый перечень терминов, сокращений, определений, используемых для элементов электронных систем автомобиля и кодов ошибок.

Обмен информацией между сканером и автомобилем производится согласно международному стандарту ISO1941 и стандарту SAE J1850. Стандарт J1979 устанавливает список кодов ошибок и рекомендуемую практику программных режимов работы для сканера.

В соответствии с требованиями OBD-II бортовая диагностическая система должна обнаруживать ухудшение работы средств до очистки токсичных выбросов. Например, индикатор неисправности Malfunction Indicator Lamp — MIL (аналог прежней Check Engine) включается при увеличении содержания CO или CH в токсичных выбросах на выходе каталитического нейтрализатора более чем в 1,5 раза по сравнению с допустимыми значениями. Такие же процедуры применяются и к другому оборудованию, неисправность которого может привести к увеличению токсичных выбросов.

3. Структура программного обеспечения систем OBD-II

Программное обеспечение ЭБУ двигателя современного автомобиля многоуровневое. Первый уровень — программное обеспечение функций управления, например реализация впрыска топлива. Второй уровень — программное обеспечение функции электронного резервирования основных сигналов управления при отказе управляющих систем. Третий уровень — бортовая самодиагностика и регистрация неисправностей в основных электрических и электронных узлах и блоках

автомобиля. Четвертый уровень — диагностика и самотестирование в тех системах управления двигателем, неисправность в работе которых может привести к увеличению выбросов автомобильных токсикогенов в окружающую среду. Диагностика и самотестирование в системах OBD-II осуществляется подпрограммой четвертого уровня, которая называется Diagnostic Executive (Diagnostic Executive — исполнитель диагностики, далее по тексту — подпрограмма DE). Подпрограмма DE с помощью специальных мониторов (emission monitor EMM) контролирует до семи различных систем автомобиля, неисправность в работе которых может привести к увеличению токсичности выбросов. Остальные датчики и исполнительные механизмы, не вошедшие в эти семь систем, контролируются восьмым монитором (comprehensive component monitor — CCM). Подпрограмма DE выполняется в фоновом режиме, т. е. в то время, когда бортовой компьютер не занят выполнением основных функций, — функций управления. Все восемь упомянутых мини-программ — мониторов осуществляет постоянный контроль оборудования без вмешательства человека.

Каждый монитор может осуществлять тестирование во время поездки только один раз, то есть во время цикла «ключ зажигания включен — двигатель работает — ключ выключен» при выполнении определенных условий. Критерием на начало тестирования могут быть: время после запуска двигателя, обороты двигателя, скорость автомобиля, положение дроссельной заслонки и т. д.

Многие тесты выполняются на прогревом двигателя. Производители по-разному устанавливают это условие, например, для автомобилей Ford это означает, что температура двигателя превышает 70 °C (158 °F) и в течение поездки она повысилась не менее, чем на 20°C (36 °F).

Подпрограмма DE устанавливает порядок и очередность проведения тестов:

- Отмененные тесты — подпрограмма DE выполняет некоторые вторичные тесты (тесты по программному обеспечению второго уровня) только, если прошли первичные (тесты первого уровня), в противном случае тест не выполняется, т. е. происходит отмена теста.

- Конфликтующие тесты — иногда одни и те же датчики и компоненты должны быть использованы разными тестами. Подпрограмма DE не допускает проведения двух тестов одновременно, задерживая очередной тест до конца выполнения предыдущего.

- Задержанные тесты — тесты и мониторы имеют различный приоритет, подпрограмма DE задержит выполнение теста с более низким приоритетом, пока не выполнит тест с более высоким приоритетом.

В таблице 1 приведены условия (критерии) для выполнения или задержки тестов монитора каталитического нейтрализатора OBD-II для автомобилей Chrysler.

проверяемого датчика (положения дроссельной заслонки) с сигналом датчика абсолютного давления во впускном коллекторе. По мере открывания дроссельной заслонки разрежение во впускном коллекторе уменьшается, сигнал с датчика абсолютного давления должен это подтверждать. При нормальной работе сигналы этих двух датчиков соответствуют друг другу, что и проверяется монитором ССМ.

В зависимости от типа ЭБУ ССМ может контролировать следующие устройства:

- датчик массового расхода воздуха;
- датчик температуры охлаждающей жидкости;
- датчик температуры воздуха;
- датчик положения дроссельной заслонки;
- датчик положения коленчатого вала;
- датчик положения распределительного вала;
- бензонасос.

Обычно подпрограмма DE включает лампу MIL после обнаружения неисправности в двух поездках подряд.

С помощью сети EMM подпрограмма DE контролирует подсистемы автомобиля, неисправность которых может увеличить количество выбрасываемых в окружающую среду токсичных веществ. Мониторы EMM способны обнаружить ухудшение характеристик обслуживаемых подсистем, приводящее к превышению норм на токсичность в 1,5 раза. Мониторы EMM контролируют:

- каталитический нейтрализатор;
- датчики кислорода;
- пропуски воспламенения;
- топливную систему;
- систему улавливания паров топлива;
- систему рециркуляции выхлопных газов;
- систему подачи воздуха в выпускной коллектор.

Монитор каталитического нейтрализатора. Газоанализаторы на автомобилях не устанавливаются по экономическим соображениям. Для контроля исправности каталитического нейтрализатора на его выходе установлен второй датчик кислорода (рис.1). Система управления подачей топлива в двигатель содержит

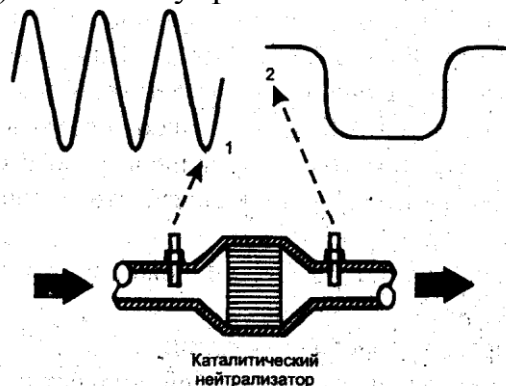


Рис. 1. Датчики кислорода на входе (1) и выходе (2) каталитического нейтрализатора с соответствующими выходными сигналами

релейный стабилизатор стехиометрического состава топливовоздушной смеси (ТВ-смеси), который формирует сигнал для коррекции длительности впрыска и реализован с применением первого (входного по отношению к нейтрализатору)

датчика кислорода. Сигнал этого датчика колеблется между уровнями 0,1—0,9 В на частоте 4—10 Гц в соответствии с изменениями концентрации кислорода в выхлопных газах. В исправном нейтрализаторе кислород участвует в химических реакциях, его концентрация в выхлопных газах уменьшается, как следствие сигнал второго датчика кислорода (на выходе нейтрализатора) имеет очень маленькую амплитуду (рис. 2) или другую частоту колебаний (рис. 1).

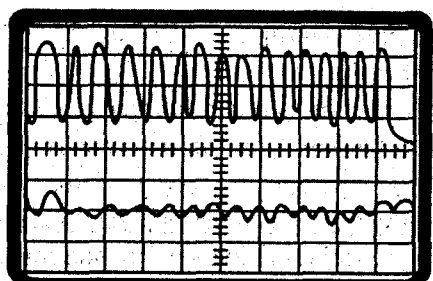


Рис. 2. Сигнал входного датчика кислорода (сверху) и выходного датчика кислорода (снизу)

Чем более неисправен (отравлен) нейтрализатор тем более похожи сигналы входного и выходного датчиков (они совпадают как по амплитуде, так и по частоте). В зависимости типа измерительной системы монитор каталитического нейтрализатора или просто подсчитывает и сравнивает частоты колебаний двух сигналов, или производит статистическую обработку. Монитор через подпрограмму DE запишет код ошибки при обнаружении неисправности в трех поездках подряд.

Монитор датчиков кислорода реализует различные тесты в зависимости от того, где расположен датчик, — на входе или выходе каталитического нейтрализатора. Для обоих датчиков проверяется исправность цепей нагревателей. Для датчика кислорода на входе нейтрализатора проверяются напряжения по высокому и низкому уровням сигнала и частота переключений. Частота определяется по числу пересечений сигналом с датчиком среднего уровня 450 мВ за определенное время. Полученное значение сравнивается со значением в предыдущем тесте. Кроме того, монитор определяет длительности фронтов сигнала, т. е. длительность перехода «обедненная смесь — обогащенная смесь» и обратного перехода «обогащенная смесь — обедненная смесь». Обычно фронт «обедненная смесь — обогащенная смесь» короче. Монитор определяет также среднее время реакции датчика кислорода на входе нейтрализатора.

Для датчика кислорода на выходе нейтрализатора, сигнал которого почти не флуктуирует, монитор проводит два теста: обогащенной смеси монитор следит за тем, чтобы сигнал имел фиксированное низкое значение, а при обедненной смеси — фиксированное высокое значение.

Для обоих датчиков кислорода монитор включает лампу MIL и записывает код ошибки при обнаружении неисправности в двух поездках подряд.

Монитор пропусков в системе зажигания. Причиной пропусков могут быть: недостаточная компрессия, несоответствующее количество подаваемого в цилиндры топлива, неисправная свеча зажигания, плохая (слабая) искра. Пропуски приводят к увеличению количества углеводорода (СН) в выхлопных газах на входе

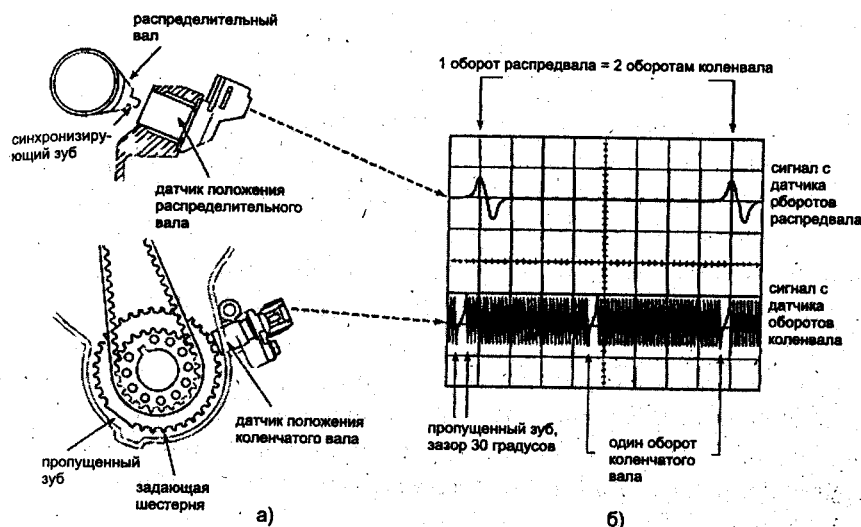


Рис. 3. Схема определения пропусков в системе зажигания (а) и временные диаграммы сигналов (б)

каталитического нейтрализатора, что ускоряет его деградацию и увеличивает содержание токсичных веществ в выхлопе.

При пропуске воспламенения давление в цилиндре во время рабочего хода ниже нормы, движение поршня и коленчатого вала замедляется. Именно по этим признакам монитор определяет наличие пропуска. Информация снимается с датчика положения коленчатого вала (рис. 3а). Равномерное следование импульсов с выхода датчика положения коленчатого вала (рис. 3б) при пропуске зажигания нарушается, и несколько импульсов подряд будут иметь большую длительность. Сравнение выходных сигналов от двух датчиков (положения распределительного и коленчатого валов) позволяет идентифицировать цилиндр с пропуском.

Монитор учитывает возможность вибраций на плохих дорогах. Для повышения помехозащищенности в системе имеются программные счетчики. Для каждого цилиндра в счетчиках хранится число пропусков за последние 200 и 1000 оборотов распределительного вала. Каждый раз, когда монитор фиксирует пропуск, подпрограмма DE опрашивает счетчики и сравнивает содержимое счетчиков с предыдущими показателями. Монитор не допускает переполнения счетчиков.

Монитор различает неисправности, когда пропуски воспламенения могут вывести из строя каталитический нейтрализатор также когда нормы на токсичность превышены более чем в 1,5 раза. Подпрограмма DE немедленно запишет в память ЭБУ код ошибки. Лампа MIL будет мигать, если в более 15% случаев за время последних 200 оборотов были зафиксированы пропуски в терминах стандарта OBD-II это неисправность (и код ошибки) типа А.

Неисправность (и код ошибки) типа В устанавливается, если в двух подряд поездках монитор зафиксировал более 2% пропусков на 1000 оборотов. В этом случае подсистема DE включает лампу MIL постоянно и записывает соответствующие коды ошибок в память ЭБУ.

Монитор топливной системы. ЭБУ в режиме работы с обратной связью осуществляет стабилизацию стехиометрического состава топливовоздушной (ТВ) смеси. Это релейная стабилизация, т. е. состав смеси постоянно колеблется между уровнями в диапазоне «богатая смесь — бедная смесь», но в среднем состав поддерживается стехиометрическим. Частота колебаний не более 10 Гц.

При релейной стабилизации стехиометрического состава ТВ-смеси ЭБУ постоянно меняет его в пределах $\pm 20\%$. Это нормально, такие переключения состава

смеси требуются и для работы каталитического нейтрализатора. Колебания состава смеси отражаются мгновенными значениями коэффициента коррекций топливоподачи. Эти значения колеблются относительно среднего в интервале $\pm 20\%$ при нормальной работе. При отключении зажигания мгновенные значения коэффициентов коррекции подачи топлива не сохраняются.

Во время эксплуатации автомобиля в двигателе накапливается различные изменения характеристик, которые компьютер в ЭБУ компенсирует, изменяя средние значения коэффициентов топливокоррекции, хранящиеся в памяти ЭБУ. Коэффициент коррекции топливоподачи $+21\%$ означает, что ЭБУ подает в двигатель в среднем на 21% больше топлива для поддержания стехиометрического состава смеси, чем требуется по расчету для данного режима (или определено экспериментально для заведомо исправного двигателя). В данном случае причиной может быть, например, утечка разрежения в задрессельной зоне впускного коллектора, что приводит к появлению дополнительного воздуха, для компенсации которого ЭБУ увеличивает подачу топлива в цилиндры на 21% .

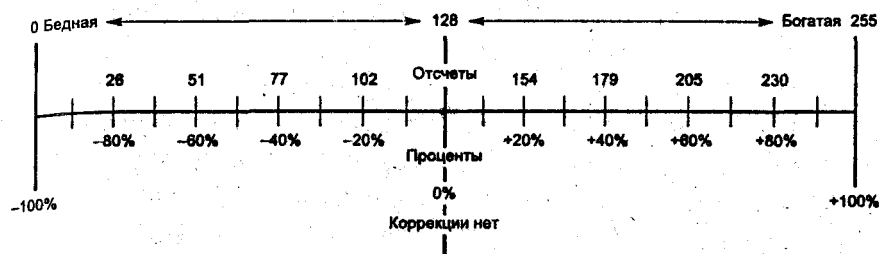


Рис. 4. Шкала коэффициентов топливокоррекции

Из сказанного ясно, что ЭБУ определяет текущее значение коэффициента топливокоррекции как сумму среднего значения, хранящегося в памяти ЭБУ, и мгновенного значения, зафиксированного системой в данный момент времени.

Информация о средних значениях коэффициента топливокоррекции нужна при диагностике и входит в число параметров, получаемых от ЭБУ сканером. На устаревших автомобилях значения коэффициентов топливокоррекции нормировались рядом или в пределах от 0 до 255, или в процентах 0... 100%.

Для контроллера МР7.ОН установленного на автомобиле ВАЗ - 2110, среднее значения коэффициентов коррекции топливоподачи задаются в диапазоне $\pm 0,45$. Для систем OBD-II значения нормированы в пределах $\pm 100\%$. (рис. 4). Для системы OBD-II значения в середине диапазона (128 отсчетов, или 50%, или 0%) соответствуют оптимальному режиму работы исправного двигателя, когда никакой коррекции базовых значений калибровочной диаграммы в осях «обороты — нагрузка двигателя» не производится.

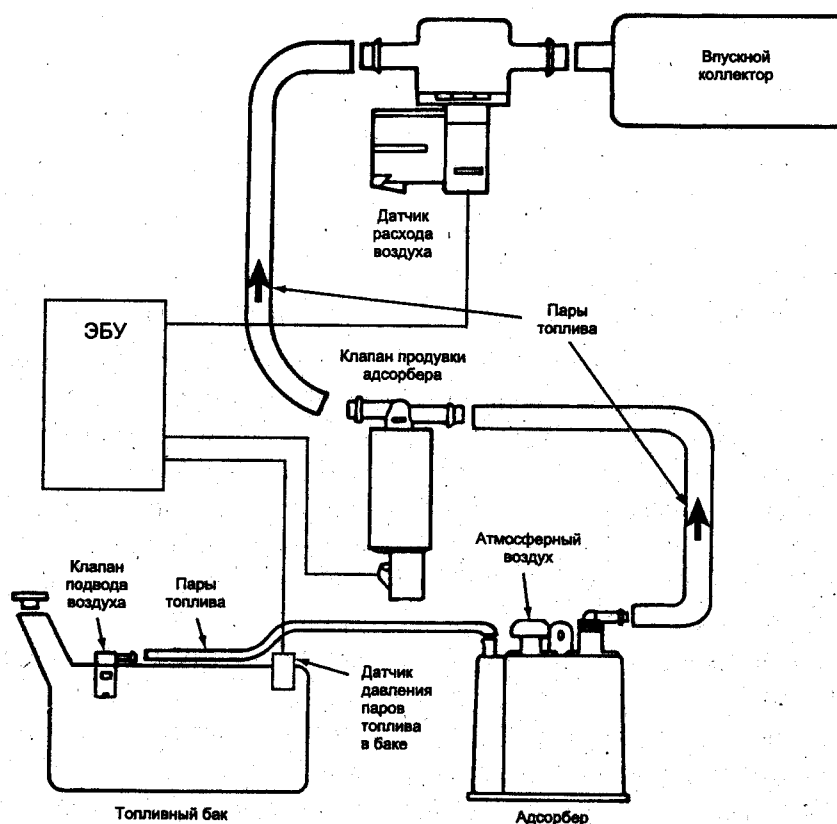


Рис. 5. Схема улавливания паров топлива в баке

Монитор топливной системы отслеживает средние и мгновенные значения коэффициентов коррекции топливоподачи. Но возможности коррекции не беспредельны. Когда ЭБУ посредством изменения подачи топлива уже не может компенсировать накапливающиеся неисправности (что чаще всего наблюдается на двигателе со значительным пробегом), загорается лампа MIL и заносятся в память соответствующие коды ошибок.

Монитор системы улавливания паров бензина контролирует объем паров топлива, поступающих из адсорбера во впускной коллектор и тем самым следит за исправностью системы, а так же фиксирует утечки паров бензина при их возникновении.

Пары топлива поступают-с из герметизированного бака (рис. 5) в адсорбер с активированным углем объемом около 1 л, где накапливаются. При нормальной работе системы и при определенных условиях, например при равномерном движении автомобиля, ЭБУ открывает электромагнитный клапан продувки адсорбера, пары топлива засасываются с воздухом во впускной коллектор и сжигаются в цилиндрах двигателя. Без принятия подобных мер испарение топлива может прибавить до 20% к общему количеству токсичных веществ, выбрасываемых автомобилем в окружающую среду.

При открытом клапане Продувки адсорбера и закрытом клапане подвода воздуха монитор контролирует объемный расход паров топлива по сигналу датчика давления в бензобаке (рис. 5). При закрытом клапане продувки адсорбера по показаниям датчика давления -паров топлива в баке определяется интенсивность.

утечки. Утечка может иметь место в пробке бензобака, в адсорбере, в клапанах и в соединительных шлангах.

Если в двух подряд поездках будут зафиксированы неисправности, подпрограмма DE Включит лампу MIL и запишет коды ошибок.

Монитор системы рециркуляции выхлопных газов Система рециркуляции выхлопных газов (exhaust gas recirculation - EGR) предназначена для уменьшения содержания окислов азота (NO_x) в выхлопных газах. В присутствии солнечного света NO_x вступает в реакцию с углеводородом, образуя канцерогенный фотохимический смог.

Впервые система EGR была применена на автомобилях Chrysler в 1972 г. Окислы азота возникают при температуре в камере сгорания - выше 1370°C (2500°F). При некоторых режимах работы двигателя, когда не производится отбор полной мощности, например, при равномерном движении по шоссе, допустимо снизить температуру сгорания рабочей смеси, т. е. пойти на уменьшение мощности. Это достигается введением небольшого количества (6—10%) инертных выхлопных газов из выпускного во впускной коллектор. Инертный газ разбавляет топливовоздушную смесь, не изменяя соотношения воздух/топливо.

С 80-х годов EGR стала частью электронной системы автоматического управления двигателем (ЭСАУ-Д).

Монитор EGR контролирует эффективность работы системы рециркуляции выхлопных газов. Во время теста открывается и закрывается клапан EGR и наблюдается реакция контроля датчика. Выходной сигнал контрольного датчика сравнивается значениями из калибровочной таблицы хранящейся в памяти ЭБУ, и определяется эффективность системы EGR. При неудовлетворительных результатах монитор запишет в память ЭБУ соответствующие коды ошибок.

В качестве контрольного датчика могут быть использованы различные устройства. На автомобилях Chrysler контролируется изменение выходного напряжения датчика кислорода. При нормальной работе системы рециркуляции после закрытия клапана EGR содержание кислорода в выхлопных газах повышается и напряжение на выходе датчика кислорода уменьшается. Монитор запишет код ошибки, если это напряжение уменьшится недостаточно.

Для автомобилей Ford используют по крайней мере два типа контрольных датчиков (в зависимости от модели). В одном варианте применяется терморезистор с отрицательным коэффициентом сопротивления, установленный на входном патрубке клапана системы EGR. С помощью терморезистора монитор контролирует температуру выхлопных газов при открытом и закрытом клапане. Для исправной системы напряжение на терморезисторе уменьшится, когда клапан открывается. Если изменение напряжения не соответствует значению, заложенному в память, монитор запишет код ошибки.

В другом варианте в трубе между клапаном EGR и впускным коллектором делается вставка с калиброванным отверстием измерения дифференциального давления. Когда клапан EGR открывается, это давление возрастает, что фиксируется монитором с помощью датчика дифференциального давления. Когда клапан EGR закрыт, давление по обе стороны вставки становится одинаковым.

На автомобилях General Motors в качестве контрольного используется датчик абсолютного давления во впускном трубопроводе, где давление изменяется при открывании клапана EGR.

Монитор инжекции вторичного воздуха (AIR monitor). Каталитические нейтрализаторы со вторичной инжекцией воздуха используются не на всех автомобилях, соответственно в программном обеспечении не всех ЭБУ имеются такие мониторы.

AIR-монитор контролирует во время теста исправность клапана и байпасного канала, а также количество проходящего в нейтрализатор воздуха. Для оценки количества прошедшего через клапан в нейтрализатор воздуха большинство производителей используют датчик кислорода на входе нейтрализатора. Подпрограмма DE задерживает выполнение теста монитора AIR, пока не выполнится тест монитора датчиков кислорода. Как и для всех остальных мониторов, подпрограмма DE включает лампу MIL и записывает, коды ошибок в память ЭБУ при обнаружении неисправности в двух поездках подряд/

4. Диагностический разъем

На рис. 6 показан 16-штырьковый диагностический разъем, являющийся стандартным на автомобилях, соответствующих требованиям OBD-II. В таблице 2 поясняется назначение отдельных контактов.

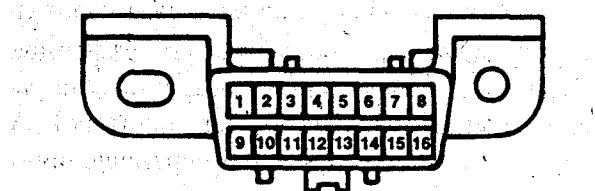


Рис. 6. Стандартный диагностический разъем

Диагностический разъем размещается в пассажирском салоне, обычно под приборной панелью, открыто и обеспечивает доступ к системным данным. К разъему может быть подключен любой сканер.

Семь из 16 контактов имеют установленное стандартом назначение. Остальные находятся в распоряжении производителя. Контакты 7 и 15 используются в европейских системах диагностики для передачи данных по стандарту ISO9141. Для передачи данных по стандарту SAE J1850 используются контакты 2 и 10.

Таблица 2

Контакт	Назначение
1	Определяется производителем
2	Линия шины +, SAE J1850
3'	Определяется производителем
4	Земля («масса» автомобиля)
5	«Масса» для сигналов
6	Определяется производителем
7	Линия K, ISO9141
8	Определяется производителем
9	Определяется производителем .
10	Линия шины -, SAE J1850 '
11	Определяется производителем .
12	Определяется производителем '
13	Определяется производителем
14	Определяется производителем '
15	Линия L, ISO9141
16	Плюс аккумуляторной батареи

5. Структура кодов Ошибок

В соответствии со стандартом OBD-II коды ошибок алфавитно-цифровые, содержат пять символов, например, **P0113**. **Первый** символ — буква, которая указывает на систему, в которой произошла неисправность. Второй символ — цифра указывает как определен код: с помощью SAE или производителем автомобиля. Остальные три цифры указывают характер неисправности.

Стандартом OBD-II используются четыре буквы для обозначения основных электронных систем автомобиля:

B — для корпусной электроники (body);

C — для электроники на шасси (chassis);

P — для электронных систем управления силовым агрегатом (powertrain);

U — тип системы не определен (undefined).

Не все возможные комбинации кодов использованы, многие зарезервированы на будущее за SAE.

Второй символ (цифра) принимает значения 0, 1, 2, 3. Цифра 0 означает, что код ошибки введен с помощью SAE; цифра 1 указывает на то, что код введен производителем; цифры 2 и 3 зарезервированы для последующего использования за SAE. Третий символ (цифры от 0 до 9) указывает на подсистему, где произошла неисправность. Например, для систем управления силовым агрегатом (P):

1,2 — системы подачи топлива и воды;

3 — система зажигания;

4 — система контроля за токсичными выбросами;

5 — система контроля оборотов двигателя;

6 — ЭБУ;

7,8 — трансмиссия;

9,0—зарезервировано за SAE.

Последние две цифры в коде ошибки указывают на конкретную причину неисправности. Коды неисправностей различных датчиков, исполнительных механизмов, электронных и электрических цепей организованы в блоки по значениям левой цифры из двух. Правая цифра в блоке соответствует более специфической информации. Например, низкое или высокое напряжение, сигнал вне допустимого диапазона значений и т. д.

Код **P0113**, расшифровывается с учетом сказанного следующим образом: P — неисправность систем управления силовым агрегатом, 0 — код установлен SAE, 1 — система подачи топлива и воды, 13 — высокий уровень сигнала датчика температуры воздуха во впускном коллекторе.

В системе OBD-II используется значительное число кодов ошибок, например, на современных автомобилях General - Motors их более 400. В таблице 3 приведены некоторые коды ошибок OBD-II.

Таблица 3

Код	Значение
P0105	Неисправность в цепи датчика абсолютного давления во впускном коллекторе или барометрического датчика
P0120	Неисправность в цепи датчика положения дроссельной заслонки
P0306	Пропуск зажигания в цилиндре №6

В зависимости от степени значимости для экологической безопасности коды ошибок различных неисправностей могут быть разделены на четыре типа:

Коды типа А. Коды ошибок типа А отражают наличие неисправности, приводящей к увеличению количества токсичных веществ выбрасываемых автомобилем в окружающую среду. Помимо такие неисправности могут вывести из строя каталитический нитризатор. Поэтому подпрограмма DE записывает коды типа А в память ЭБУ и включает лампу MIL при обнаружении неисправности в первой же поездке. Примеры: пропуски в системе зажигания, переобогащенная или переобедненная ТВ-смесь.

Коды типа В. Коды типа В заносятся в память ЭБУ, и зажегается лампа MIL, если один из диагностических тестов не выполнен в двух подряд поездках.

Коды типов А и В связаны с неисправностями, приводящими к увеличению количества токсичных веществ, вырабатываемых автомобилем. При их занесении в память ЭБУ загорается лампа MIL, обычно маркированная, как «Check Engine» (проверить двигатель) или «Service engine soon» (двигатель нуждается в обслуживании).

Коды типов С и D относятся к неисправностям не связанным с увеличением загрязнения окружающей среды. Их появление в памяти ЭБУ вызывает включение индикатора «Service», если таковой имеется.

6. «Замороженный» кадр (Freeze frame record)

При включении индикатора MIL подпрограмма DE (Executive) заносит в память ЭБУ значения всех параметров на момент появления кода неисправности. Так, в памяти формируется замороженный кадр, в котором обычно запоминается следующая информация:

- коды ошибок;
- соотношение воздух/топливо (коэффициент α);
- массовый расход воздуха;
- среднее и мгновенные значения коэффициента коррекции подачи топлива;
- обороты двигателя;
- нагрузка;
- температура охлаждающей жидкости;
- скорость автомобиля;
- абсолютное давление во впускном коллекторе;
- длительность импульса открывания форсунок;
- режим работы системы управления двигателем — замкнутый или разомкнутый.

«Замороженный» кадр содержит информацию о параметрах на момент записи только первого из всех возможных кодов ошибок. Однако производители обычно усложняют программное обеспечение с целью записи большого числа кадров для нескольких кодов ошибок. Но эти дополнительные кадры данных доступны только для специализированных дилерских сканеров и для прочтения в условиях эксплуатации не открываются.

При стирании кода ошибки стирается и соответствующий «замороженный» кадр с параметрами.

7. Проверка бортовой диагностической системы OBD-II в испытательном ездовом цикле

Диагностические мониторы системы OBD-II реализуют свои тесты один раз за поездку. Поэтому до испытательной поездки (до или после ремонта) автомеханик должен проверить работоспособность диагностической системы в ездовом цикле.

В зависимости от температурных и дорожных условий производители рекомендуют различные испытательные ездовые циклы для своих автомобилей. В таблице 4 приведен пример испытательного цикла для проверки готовности бортовой диагностической системы OBD-II к тестированию. Во время проведения теста подпрограмма DE независимо от результата маркирует флагом в памяти ЭБУ каждый отработавший монитор. Эти флаги затем считываются сканером и выясняется, какие из мониторов отработали, а какие нет. Функционирование неотработавших мониторов должно быть восстановлено.

Таблица 4

Этапы и операции и испытательного ездового цикла	Прогрев двигателя до 82 °С (180 °F)	Холодный ход	Ускорение до 45 миль/час дроссельная заслонка открыта на четверть	Постоянное положение дроссельной заслонки, скорость 30-40 миль/час	Скорость 20-45 миль/час, дроссельная заслонка открыта не полностью	Зброс газа до холостого хода	Ускорение до 55 миль/час дроссельная заслонка открыта наполовину	Постоянное положение дроссельной заслонки, скорость 40-60 миль/час
Время операции	Не менее 4 мин.	45 сек.	10 сек.	1 мин.	4 мин.	10 сек	10 сек.	80 сек
Какие мониторы проверяются на данном этапе ездового цикла	Испытательная поездка OBD-II (все мониторы)							
	+	+	+	+	+	+	+	+
	Мониторы ЕММ (пропусков системы зажигания, датчиков кислорода, топливной системы и т. п.)							
	+	+	+	+	+			
	Мониторы ССМ и EGR							
		+	+	+	+	+	+	
	Монитор каталитического нейтрализатора							
								+

ЕММ – мониторы подсистем ЭСАУ-Д, неисправность в которых приводит к увеличению токсичности ВОГ.

ССМ – мониторы входных датчиков и выходных исполнительных устройств ЭСАУ-Д.

EGR – монитор подсистемы рециркуляции ВОГ (ВОГ – выхлопные отработавшие газы).

Автомобильные диагностические сканеры

1. Общие сведения

Сканер — это портативный компьютер с миниатюрным дисплеем на жидких кристаллах, способный обмениваться информацией с компьютером ЭБУ автомобиля по соединительному кабелю. Сканер — это диагностический тестер, который получает доступ к внутрисистемной информации ЭБУ и выдает эту информацию на дисплей. Другие диагностические средства имеют доступ только к внешним входным и выходным сигналам различных устройств автомобиля. Стандартный сканер обеспечивает:

- доступ к кодам регистратора неисправностей;
- доступ к текущей информации в ЭБУ;
- запись параметров во время ездовых испытаний;
- испытательное управление исполнительными механизмами.

Информация, которую сканер может получить с автомобиля определяется не сканером а программным обеспечением бортового компьютера. Большинство автомобильных компаний выпускают специальные сканеры, предназначенные для работы только с конкретными моделями автомобилей.

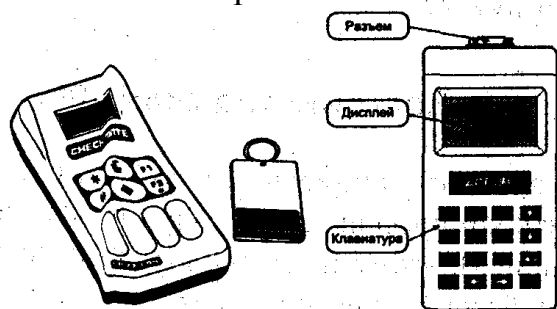


Рис. 1. Различные модели сканеров

Имеются и универсальные сканеры, которые можно использовать с различными моделями автомобилей (рис. 1). Заменяемые программные картриджи и комплекты соединительных кабелей позволяют это делать.

Сканер является необходимым инструментом для диагностики автомобильных электронных систем. Последние модели сканеров обеспечивают получение большого объема внутрисистемной диагностической информации, которую трудно или невозможно получить иным путем. Портативность сканера позволяет использовать его и при ездовых испытаниях. Получение информации в реальном масштабе времени облегчает обнаружение нерегулярных (непостоянных), неисправностей.

Одной из, наиболее полезных возможностей сканера является запись данных в электронную память сканера во время ездовых испытаний. После возвращения в цех эти данные могут быть выведены на дисплей для анализа. Фирмы – производители сканеров называют эти записи снимками, фильмами, событиями. Воспроизведение записей в замедленном темпе позволяет тщательно проанализировать работу, датчиков и исполнительных механизмов.

Сканер предназначен для непосредственного взаимодействия с компьютером ЭБУ автомобиля, благодаря чему позволяет контролировать, внутрисистемные компьютерные операции. Возможности сканеров варьируются в зависимости от цены и производителя. Последние модели сканеров обеспечивают получение большого объема полезной диагностической и текущей внутрисистемной информации, которую трудно или невозможно получить иным путем.

2. Достоинства сканеров

Сканер не заменит манометр или омметр, с его помощью нельзя определить компрессию в цилиндре или нарушение электрической изоляции. Поэтому нецелесообразно использовать сканер до проведения базовых проверок автомобиля: топливной системы, система зажигания, электрических соединений, компрессии в цилиндрах и т.д.

Сканер необходим для диагностики непостоянных отказов ЭБУ, датчиков, исполнительных механизмов, при жалобах ухудшение ездовых характеристик.

Сканер обеспечивает:

- простой, надежный и наглядный способ индикации кодов неисправностей;
- доступ к текущей информации в ЭБУ (потоку цифровых параметров в реальном масштабе времени);
- возможность получения диагностической информации время ездовых испытаний;
- инициацию процедур самотестирования, испытательного управления и других специальных функций, запрограммированных в ЭБУ.

На некоторых автомобилях можно; получить информацию о кодах неисправностей, подсчитывая вспышки лампы CHECK ENGINE на приборном щитке, колебания стрелки аналогового вольтметра, отклонения луча осциллографа. Эти методы неудобны и требуют значительных затрат времени.

Только с помощью сканера можно получить быстрый доступ к потоку различных цифровых параметров в автомобильных электронных системах. Располагая набором программных картриджей и соединительных кабелей можно использовать один и тот же универсальный сканер при работе с автомобилями различных производителей.

Сканер портативен, его можно использовать и во время ездовых испытаний. Получение потока текущей информации во время ездовых испытаний под нагрузкой облегчает обнаружение непостоянных неисправностей. Большинство сканеров позволяет записывать текущие данные во время езды автомобиля, чтобы потом просмотреть их в замедленном темпе.

С помощью сканера можно проверять некоторые функции управления, выполняемые ЭБУ, т. к. имеется возможность управлять через ЭБУ некоторыми исполнительными механизмами. В стандартном исполнении сканер позволяет провести проверку баланса форсунок, регулировку оборотов холостого хода, включение и выключение бензонасоса и т. д. Полный состав операций зависит от типа сканера и ЭБУ автомобиля и определяется разработчиком диагностической системы.

3. Ограниченные возможности сканеров

Диагностику автомобиля осуществляет не сканер, а человек — оператор ОТК или электромеханик. Чтобы правильно интерпретировать информацию, полученную со сканера, нужно хорошо понимать работу узлов автомобиля и смысл

диагностических процедур. Следует также иметь в виду, что сканер может выдавать аварийные значения параметров как штатные, т. к. не на всех моделях автомобилей полный объем данных из ЭБУ доступен сканеру.

Сканер проверяет входные и выходные параметры электрических цепей и информирует оператора об их величине. Таким образом, сканер всего лишь фиксирует наличие или отсутствие неисправностей в каком-либо узле, но не позволяет определять причины неисправности, которых может быть много для одних и тех же значений контролируемых параметров.

Непонимание или неправильная интерпретация кодов неисправностей, полученных со сканера, являются общей проблемой диагностирования. Иногда электромеханик, получив со сканера код неисправности датчика, предполагает, что датчик неисправен и заменяет его. Но далеко не всегда это решение правильное.

В качестве примера рассмотрим код ошибки P0130 в стандарте OBD-II. Этот код указывает на неправильное функционирование датчика кислорода, но это не означает его неисправность. Код P0130 фиксируется в регистраторе неисправностей ЭБУ, когда выходное напряжение датчика слишком мало или слишком велико для данных условий или когда датчик кислорода неправильно реагирует на изменение длительности импульсов впрыска форсунок. Проблема могла возникнуть не только из-за неисправности датчика кислорода, но из-за неполадок в ЭБУ, в электропроводке и т. д. Чтобы точно установить причину и устранить неисправность, требуется дальнейшая диагностика датчика и других компонентов с помощью традиционного оборудования: мультиметра, осциллографа, газоанализатора.

К сожалению, потоки параметров, полученные сканером всегда однозначны. Следует иметь в виду, что информация, переданная сканеру, соответствует отражению реальной текущей ситуации в компьютере ЭБУ. Требуемые (штатные) значения могут быть другими из-за перехода с помощью ЭБУ на аварийные значения параметров при неисправностях в электрических цепях в самом ЭБУ, из-за плохого соединения с массой;

Именно эти значения и будут считаны сканером как нормальные. Требуется хорошее понимание работы узлов автомобиля, чтобы суметь отличить фактическое (штатное) значение параметра от синтезированного компьютером ЭБУ.

Если изменения ездовых характеристик не соответствует показаниям сканера, следует использовать другое диагностическое оборудование. Сканеры мало полезны при поиске неисправностей в узлах автомобиля, не контролируемых ЭБУ. Это длинный перечень механических и электрических неисправностей, таких как: уменьшение компрессии в цилиндрах, неисправности в системе электроснабжения, образование нагара на свечах, неисправности в системе зажигания, в топливной системе, в средствах очистки токсичных выхлопных газов и т.д. Хотя бортовая диагностическая система, соответствующая стандарту OBD-II, регистрирует информацию о пропуске воспламенения или неэффективности каталитического нейтрализатора, она не может определить причину возникновения этих неисправностей. Перед применением сканера всегда надо провести базовую проверку систем автомобиля на наличие неисправностей.

В автомобиле может быть не предусмотрена выдача диагностической информации или к ней нет доступа через диагностический разъем. Тогда следует пользоваться универсальным сканером который имеет режимы работы мультиметра и осциллографа.

Состав диагностической информации и способы доступа к ней варьируются в зависимости от модели и производителя автомобиля.

С конца 80-х годов большинство выпускаемых в США автомобилей имеют диагностический разъем и допускают проведение диагностики с помощью сканера. Но для диагностики разных моделей автомобилей требуются свое программное обеспечение и соединительные кабели. На большинстве европейских и азиатских автомобилей до недавнего времени доступ к диагностической информации был возможен только с помощью специализированных сканеров от производителя. Начиная с 1996 г., продаваемые в США автомобили соответствуют стандарту OBD-II и в них представлен доступ сканера к диагностической информации через одинаковый для всех автомобилей стандартный разъем. С 2000 г., такая же стандартизация действует и в Европе.

4. Международный стандарт ISO 9141

Различные производители выпускают автомобили с различными ЭБУ, диагностическими программами, разъемами, протоколами обмена информацией. Это усложняет обслуживание автомобилей, диагностику.

С конца 80-х годов используется международный стандарт ISO 9141, определяющий протокол обмена информацией через последовательный интерфейс между ЭБУ и диагностическим тестером (сканером). Стандарт устанавливает единую, методологию доступа к внутрисистемным данным, к кодам неисправностей, регламентирует испытательное (инструктивное) управление системами автомобиля с помощью сканера. Но при этом не предусматривается совместимость программного обеспечения, диагностических процедур, кодов неисправностей и диагностических разъемов, т. к. достичь такой совместимости для всех моделей современных автомобилей пока не предоставляется возможным.

Стандарт ISO 9141 устанавливает, что сканер должен обмениваться информацией с ЭБУ по одному проводу (К-линия) или по двум проводам (К- и L-линии) диагностического разъема. Линия К Двунаправленная и передает данные в обе стороны, линия L однонаправленная и используется только при установлении связи между ЭБУ сканером, затем линия L переходит в состояние логической единицы. К разъему должны также подключаться «масса» автомобиля и напряжение питания от аккумуляторной батареи.

При установлении логического контакта с ЭБУ сканер посылает одновременно по линиям К и L специальный 8-битовый код со скоростью 5 бит в секунду. Если код правильный (совпадаея с требуемым), ЭБУ посылает сканеру 8-битовый код с информацией о скорости последующего обмена данными. Эту скорость устанавливает ЭБУ, а не сканер. Затем ЭБУ посылает еще два кодовых

слова с информацией о последующем обмене данными конфигурации линий К и L. Сканер возвращает инверсии этих кодов в ЭБУ. На этом процесс инициации (подготовки к диагностированию) заканчивается.

Диагностические процедуры, реализуемые после инициализации зависят от программного обеспечения ЭБУ и сканера. Обычно имеется возможность считывать коды неисправностей, показывать их на дисплее сканера с текстовыми комментариями. Более сложное программное обеспечение позволяет проводить диагностику датчиков и исполнительных механизмов, управлять через ЭБУ исполнительными механизмами.

5. Передача информации от ЭБУ к сканеру и ее представление на дисплее сканера

После подключения сканера к диагностическому разъему автомобиля электромеханик может наблюдать на дисплее сканера в цифровом виде значения сигналов с датчиков на входах ЭБУ и выходные сигналы с ЭБУ, передаваемые исполнительным механизмам. Каждый наблюдаемый сигнал называется диагностическим параметром или просто параметром. Параметры передаются сканеру последовательно один за другим, пока все не будут выведены на дисплей, затем процесс повторяется. Весь набор параметров от начала до конца называется кадром. Передача информации от ЭБУ к сканеру называется потоком цифровых параметров в реальном времени. Кроме параметров, ЭБУ может передавать в сканер коды неисправностей (ошибок).

Размер кадра или число параметров зависят от производителя автомобиля, модели, года выпуска, двигателя, топливной системы, типа зажигания и т.д. Устаревшие автомобили с карбюраторными двигателями помимо кодов неисправностей могут выдавать 12—18 параметров. Кадр на современном автомобиле с инжекторным впрыском топлива может содержать более 60 параметров (табл. 1). За последние годы список кодов неисправностей также значительно возрос.

Таблица 1

RPM	900	INTEGRATR	127
OPEN/CLSD LOOP	CLSD	EXHAUST OXYGEN	LEAN
TPS (V)	0.64	BLOCK LAERN	128
TROTTLE (%)	128	BLM CELL	8
IDLE AIR CONTROL	625	BASE PW (mS)	0.5
DESIRED IDLE	7	O2 CROSSCOUNTS	80
MAF gm/sec	NO	AIRFLOW (gm/Sec)	97
A/F LEARNED	NO	SPARK ADVANCE (°)	90
KNOCK	2181	KNOCK RETARD (°)	45
PROM ID	197	TIME	2:20
COOLANT (°F)	40	MAT (°F)	97
MAP(kPa)	10	MAP (V)	1.60
BARO (kPa)	YES	BARO (V0	0.70
O2 READY	50	CAT CONV (°F)	720
EGR DUTY CYCLE	13.8	EGR FDBACK (V)	1.00
BATTERY (V)	603	FUEL PUMP (V)	13.7
CRANKING RPM	NO	START CLNT (°F)	67
HI PS PRESSURE	NO	IDLE AIR CONTROL	228
FAN REQUEST	NO	COOLING FAN	OFF
VEH SPEED (MPH)	0	P/N SWITCH	P/N
TCC COMMAND	P1	TCC GROUNDED	YES
3RD GEAR	P2	4TH GEAR	P1
OVERDRIVE	YES	A/C REQUEST	YES

Для обозначения параметров широко используются стандартные сокращения.

Сканер может выдавать много параметров, но просматривать их все подряд нерационально. Но по мере усовершенствования вычислительной техники программное обеспечение сканера и ЭБУ становится все более емким и диагностическая система сможет выделять только требуемые (нештатные) значения параметров. В системах OBD-II это уже делается. В общем случае нужно следовать плану минимального выбора параметров, например диагностической карте, или просмотреть наиболее информативные о работе двигателя показатели:

- убедиться, что для холодного двигателя температура охлаждающей жидкости и воздуха во впускном коллекторе одинаковая;
- клапан регулятора оборотов холостого хода открыт на допустимое число шагов (или %);
- сигнал с датчика кислорода ниже уровня 200 мВ или выше 700 мВ, фронты неполюсии, частота не менее 4 Гц.

6. Скорость обмена данными

Обмен информацией между сканером и компьютером ЭБУ автомобиля происходит через последовательный интерфейс, при этом важным параметром является скорость обмена, которая определяет, как быстро сканер получает данные от ЭБУ и обновляет дисплей. Скорость обмена определяется бортовым

компьютером, а не сканером, который обычно позволяет работать с такой скоростью обмена, которую поддерживает ЭБУ автомобиля.

Например, первые ЭБУ двигателя фирмы General - Motors поддерживали относительно низкую скорость обмена данными в 160 бит. Это означало, что ЭБУ передает сканеру данные со скоростью 160 бит в секунду, весь кадр обновлялся за 1,2 сек. Электронная автоматика более новых моделей автомобилей General - Motors передает данные сканеру со скоростью 8192 бит, обновляя кадр большего размера уже за 200—300мс. Последние модели электронного блока управления для автомобиля Chrysler имеют одну из самых высоких скоростей передачи данных сканеру — 62500 бит, что позволяет передавать весь кадр всего за 11 мс.

Высокая скорость обмена информацией позволяет с помощью сканера регистрировать самые короткие случайные (нерегулярные) отклонения параметров от нормы и проводить контрольно-диагностические замеры на ходу автомобиля.

7. Доступность потоков цифровых параметров для сканеров на различных моделях автомобилей

- На большинстве автомобилей General - Motors после 1980 г. имеется возможность получения с помощью сканера информации о параметрах и кодах неисправностей. Есть и исключения: некоторые модели автомобилей не имеют диагностического разъема для подключения сканера, производились в малом количестве и для них отсутствует программное Обеспечение для скаиерной диагностики. Последние модели автомобилей General - Motors соответствуют требованиям стандарта OBD-II и имеют стандартный 16-штырьковый диагностический разъем в пассажирском салоне.
- На автомобилях Chrysler можно получать с помощью сканера параметры и коды неисправностей, начиная с 1983 г. Первоначально диагностические возможности ЭБУ были сильно ограничены, особенно на моделях с карбюраторными двигателями до 1987 г. На моделях после 1986 г. устанавливаются 16-штырьковые диагностические разъемы в пассажирском салоне и программное обеспечение расширено.
- С 1981 г фирма Ford традиционно придерживается другого подхода к концепции бортовых диагностических систем. На автомобилях Ford в ЭБУ запрограммированы самотестирующие процедуры, которые запускаются с помощью сканера. Во время выполнения этих процедур ЭБУ активизирует различные системы автомобиля и фиксирует их реакции. Если реакции не соответствуют ожидаемым, устанавливается код ошибки или неисправности. Поток параметров не доступен сканеру. В результате выполнения диагностических процедур на дисплей выводятся только коды неисправностей. Доступ к потоку параметров появился в 1989 году, начиная с автомобиля Lincoln Continental. Вывод параметров через тот же разъем под капотом двигателя,

который использовался для самотестирования. Последние модели автомобилей фирмы Ford соответствуют стандартам OBD-II.

Потоки цифровых параметров и коды неисправностей доступны для сканеров (специализированных от производителя) на большинстве моделей азиатских автомобилей, начиная середины 80-х годов: Acura, Chrysler imports, Daihatsu, Geo, Honda, Hyundai, Isuzu, Lexus, Mazda, Mitsubishi, Nissan, Subaru, Toyota.

На европейских автомобилях потоки цифровых параметров и коды неисправностей недоступны неспециализированным сканерам. Исключение составляют автомобили, выпущенные по 1992 г., диагностические системы которых соответствуют стандарту OBD-II.

На отечественных автомобилях ВАЗ и ГАЗ доступ к системным данным ЭБУ производится с помощью сканера ДСТ или компьютерного сканера с программным обеспечением Мотор-Тестер.

8. Работа с потоком цифровых параметров

На современных автомобилях с помощью сканера можно получить доступ к большому (часто избыточному) объему информации. Поэтому при работе со сканером важно правильно выбрать масштаб дисплея и упорядочить информацию о параметрах в зависимости от характера изменения ездовых качеств и характера диагностируемой проблемы. Как правило, имеется возможно разбивать параметры на группы и просматривать их в таком виде. Состав групп определяется по «умолчанию», но может изменяться пользователем в соответствии с характером решаемой задачи.

Типичная последовательность операций со сканером при жалобах на ухудшение ездовых качеств автомобиля следующая:

- подсоединить сканер, включить зажигание без запуска двигателя и получить параметры от ЭБУ;
- получить коды ошибок и неисправностей и записать их для использования в дальнейшем;
- запустить двигатель, получить параметры от ЭБУ. Первый шаг иногда может сразу дать результат. При включенном зажигании, но выключенном двигателе по значениям параметров легко определяются обрывы и замыкания в электрических цепях. Например, замыкания и обрывы в цепях датчиков приводят к максимальным или минимальным значениям их показаний (при выключенном двигателе значения параметров постоянны и легко обнаруживаются). При включенном двигателе ЭБУ может произвести замену сигналов от нештатно функционирующих датчиков на сигналы от схем резервирования, работающих по программе «доехать до гаража». Сканер регистрирует последние (аварийные) сигналы, и обнаружить отклонения теперь будет гораздо сложнее.

Следующий шаг (получение кодов ошибок и неисправностей) может указать на неисправную или неправильно работающую цепь. На этом этапе важно записать

все коды, так как затем в процессе устранения неисправностей они могут быть стерты из памяти ЭБУ.

9. Запись данных (работа в режиме снимка)

Одной из наиболее полезных функций сканера является запись потоков цифровых параметров или системных данных во время ездовых испытаний и их воспроизведение для последующего изучения. Этот режим работы называется режимом снимка. Снимок состоит из отдельных кадров. В зависимости от сканера и модели автомобиля в снимок можно поместить до 150 кад параметров.

Для записи данных сканер подключают к диагностическому разъему автомобиля и устанавливают связь с ЭБУ. Затем проводят ездовые испытания так, чтобы спровоцировать появл симптома неисправности, на которую имелись жалобы. Когда симптом проявится (например, в виде толчков или рывков) сканере следует нажать кнопку синхронизации записи. Некоторые модели сканеров позволяют программировать автоматическое включение синхронизации записи параметров при появлении кода неисправности. Сканер работает таким образом, что производит запись снимка, даже в тех случаях когда, имеется небольшое запаздывание между временем появления симптом и началом записи.

После установки режима записи параметров сканер постоянно заносит системные данные в свою память. На большинстве сканеров в память помещается около 100 кадров параметров. При поступлении очередного кадра ранее записанная информация стирается из памяти. По сигналу «синхронизация записи» сканер компилирует (размещает) данные в памяти таким образом, что 75—80% кадров в снимке соответствуют ситуации до нажатия кнопки синхронизации (или до появления кода ошибки), остальные кадры соответствуют данным этого события. После фиксации снимка обновление данных прекращается.

При покадровом воспроизведении снимка параметры появляются на дисплее, как и в реальном времени. Одновременно вводится информация о номере кадра в снимке. Кадр с нулевым номером соответствует моменту синхронизации, кадры до момента синхронизации имеют отрицательные номера, кадры после момента синхронизации — положительные. Анализируя изменения значений параметров и коды неисправностей при покадровом воспроизведении снимка можно выявить причины непостоянных отказов. Имеется возможность конфигурирования дисплея и сортировки параметров.

10. Программные картриджи

Современные программные картриджи обеспечивают работу сканера, в режиме помощи (контекстной справки), что ускоряет обнаружение и устранение неисправностей на автомобиле. В справке приведена хорошо организованная информация по диагностике, устранению неисправностей, кодам ошибок, симптомам ухудшения ездовых качеств и т.д. Справочная система программного картриджа содержит описания и пошаговые инструкции по выполнению алгоритмов из диагностических карт, разработанных производителями автомобилей. Это не позволяет оператору пренебречь частью необходимых этапов. Так как вся стандартная информация выводится на дисплей сканера, нет необходимости искать что-либо в сервисной документации.

Имеются программные картриджи, поддерживающие многооконный режим работы, т.е., например, можно свернуть окно диагностической программы, выполнить ряд тестов для цепей или компонентов и снова вернуться к диагностической последовательности. Некоторые программы предназначены только для пошагового мониторинга тестов компонентов автомобиля.

В потоке параметров иностранного автомобиля можно столкнуться со значениями температуры в градусах Фаренгейта ($t^{\circ}\text{F}$), тогда как, в России более привычно использование градусов Цельсия ($t^{\circ}\text{C}$). Например, ошибаясь с единицей измерения, можно посчитать, что двигатель с температурой 86°F уже прогрет, но это только 30°C и двигатель пока холодный. Для пересчета температур используется формула:

$$T^{\circ}\text{C} = 5/9(t^{\circ}\text{F} - 32)$$

В таблице 2 приведены значения температур охлаждающей жидкости для прогретого двигателя:

Таблица 2

Тип ДВС	По Фаренгейту	По Цельсию
Обычн.	(180-195) $^{\circ}\text{F}$	(82-93) $^{\circ}\text{C}$
Форсир.	(195-215) $^{\circ}\text{F}$	(91-102) $^{\circ}\text{C}$

11. Компьютерные сканеры

Сканер имеет небольшой по размеру дисплей, просматривая данные на нем не всегда удобно, даже используя прокрутку кадра. Обычно имеется возможность подключения сканера к персональному компьютеру через последовательный порт для переноса данных. Специальное программное обеспечение позволяет просматривать

данные со сканера в табличном и графическом виде на мониторе компьютера, сохранять их, создавать базы данных по обслуживаемым автомобилям.

Большинство программ реализуют показ данных со сканера на персональный компьютер в табличном или графическом виде. В табличном виде (табл. 3) значения параметров представлены, как на дисплее сканера, но организованы в столбцы по кадрам. Имеется возможность горизонтальной и вертикальной прокруток. В графическом виде (рис. 2) значения параметров нанесена график относительно оси времени в соответствии с номерами кадров. Такой способ позволяет наглядно представить до 100 кадров одновременно. Для перемещения между кадрами и точно считываются значений параметров используется визир (прямая вертикальная линия).

Таблица 3

№ кадра	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Параметры							
RPM	2775	2450	2275	2875	2825	3675	3400
O2S (mV)	983	934	854	381	1018	960	1027
FUEL TRIM	128	128	128	128	128	128	128
FUEL TRIM CELL	16	16	5	16	6	16	16
TP SENSOR (V)	0.70	0.70	1.96	0.68	3.24	0.70	0.70
TIME	6.19	6.19	6.19	6.20	6.20	6.20	6.20

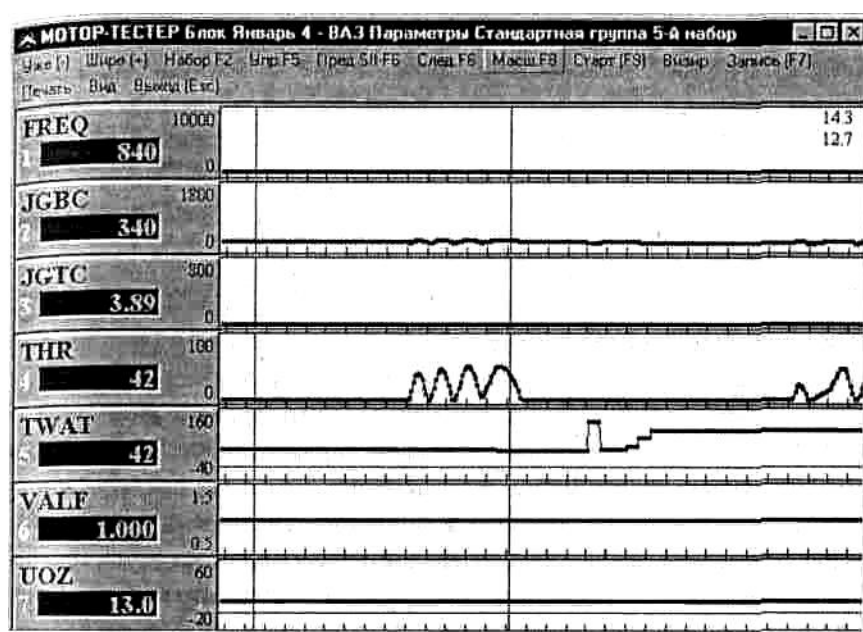


Рис. 2. Данные в графическом виде на мониторе компьютерного сканера

Например, положению правого визира на рис. 2 соответствуют следующие значения параметров: число оборотов двигателя — 840 об/мин (FREQ), дроссельная заслонка открыта на 42% (THR), угол опережения зажигания 13° (UOZ).

Сканер — это всего лишь портативный компьютер, подключаемый через последовательный интерфейс к другому компьютеру в ЭБУ автомобиля для обмена данными.

Имеются программы для персональных компьютеров, позволяющих вводить в них информацию через последовательный порт с автомобильного диагностического разъема, нужен только соответствующий соединительный кабель. Персональный компьютер в таком случае выполняет функции сканера, его иногда так и называют — компьютерный сканер. Информацию удобнее считывать с монитора компьютера (рис. 2), чем с маленького дисплея сканера. При использовании персонального компьютера нет необходимости иметь комплект программных картриджей, т. к. емкость жесткого диска компьютера позволяет хранить на нем все необходимые программы. С другой стороны, персональный компьютер не приспособлен к работе в дороге или в тяжелых условиях авторемонтной мастерской. Поэтому на практике используются как сканеры где отдельных устройств, так и сканеры на основе персональных компьютеров.

12. Диагностическая программа «Мотор-Тестер»

На рынке имеется отечественное и зарубежное программное обеспечение, позволяющее использовать персональный компьютер в качестве автомобильного сканера. В России хорошо известна диагностическая программа «Мотор - Тестер» (далее МТ), разработанная в НПП «Новые Технологические Системы», г. Самара.

Программа МТ предназначена для диагностики двигателя внутреннего сгорания автомобилей, оснащенных системами электронного управления впрыском топлива. Программа используется для проведения технического обслуживания и ремонта автомобилей на станциях технического обслуживания, автосервиса владельцем автомобиля при наличии компьютера типа IBM PC. При установке программы на портативный компьютер ее можно использовать и при ездовых испытаниях.

Программа «Мотор-Тестер» считывает и обрабатывает данные с электронного блока управления (ЭБУ) автомобиля через вставляемый адаптер, обеспечивает возможность сохранять, просматривать и распечатывать полученную информацию, а также управлять исполнительными механизмами двигателя.

Программа позволяет:

- отображать в динамике все контролируемые параметры ЭБУ, просматривать как в цифровом, так и в графическом виде до 7 параметров одновременно;
- управлять исполнительными механизмами двигателя в процессе отображения интересующих параметров;
- определять значения параметров в необходимый момент времени, т. к. система записи и просмотра поступающей информации, снабжена набором визиров;

- получать сведения об ошибках ЭБУ, паспортах ЭБУ, двигателя, калибровок, таблицах коэффициентов топливоподачи;
- проводить, испытания по определению частоты вращения коленвала, механических потерь, скорости прогрева двигателя и другие, в зависимости от типа ЭБУ;
- создавать и вести базу данных о владельцах автомобилей, а также персональные базы данных для каждого автомобиля по проведенным диагностикам, сохранять в базе данных графики параметров;
- благодаря удобному интерфейсу легко управлять процессом диагностики автомобиля.

Программа «Мотор-Тестер» может быть использована при проведении диагностики следующих электронных систем управления:

BOSCH — M1, 5.4; M1. 5.4N; MP-7.0.

GM — ISFI-2S (распр. впрыск); EFI-4 (центр. впрыск).

ГАЗ — МИКАС-M1.5.4; M1.5.4K3; МИКАС-7.1.

АВТРОН — ML5.4; МКД-105.

ВАЗ — ЯНВАРЬ 4; ЯНВАРЬ 5.1.

Электронные измерительные приборы для диагностики электрооборудования автомобилей. Автомобильные осциллографы

Автомобильный Осциллограф — это двухмерный электронный вольтметр, который показывает, как напряжение изменяется во времени.

Многие годы осциллографы применялись в автосервисе для контроля первичных и вторичных цепей зажигания, а также некоторых устройств системы электроснабжения автомобиля, теперь используют портативные автомобильные осциллографы для наблюдения низко уровневых сигналов в электронных цепях управления. Осциллограф — универсальное средство при поиске непостоянных (нерегулярных) неисправностей.

В практике обслуживания автомобилей используются аналоговые и цифровые осциллографы. В цифровых осциллографах встроенный компьютер подвергает входной сигнал аналоговому преобразованию. Полученные таким образом цифровые значения амплитуд напряжений в момент выборки выводят на дисплей (обычно жидкокристаллический), точки соединив между собой линиями.

Как и в других цифровых измерительных приборах, частота горизонтальной развертки автомобильного осциллографа невелика, около 7 Гц. Тем не менее цифровой осциллограф выдает детальную информацию о наблюдаемом сигнале. В автомобиле осциллографах обычно предусмотрены такие функции, как отделение минимального и максимального напряжения сигнала, запись данных, передача данных на компьютер.

Современный автомобильный осциллограф — это сложный электронный измерительный прибор, частично выполняющий и функции компьютерного мотор-тестера. Например, осциллограф Fluke-98, который показан на рис. 1 может работать в режиме запоминающего осциллографа, мультиметра, с помощью кабелей с дополнительными преобразователями измеряет температуру, давление, ток,

напряжение во вторичной цепи зажигания и т. д. В памяти Fluke-98 хранятся характерные осциллограммы сигналов (шаблоны) для различных компонентов электрооборудования автомобилей. Это позволяет автоматически тестировать (проверять на работоспособность) различные элементы электрооборудования и электроники по образцовым сигналам (по шаблонам). Так проверяются различные датчики, система электроснабжения, полупроводниковые элементы, относительная компрессия в цилиндрах и т.п.



Рис. 1. Автомобильный осциллограф Fluke 98

2. Логические пробники

Сканеры и автомобильные осциллографы являются эффективными средствами диагностики электрооборудования автомобилей. Однако есть и другие электронные приборы для диагностики, которые в некоторых случаях оказываются и более простыми и более удобными.

Показанный на рис. 2 логический пробник — это относительно простой прибор, электронный аналог контрольной лампы. Контрольная лампа имеет низкое входное сопротивление, ее применение может привести к выходу из строя элементов в высокоомных микроэлектронных схемах.

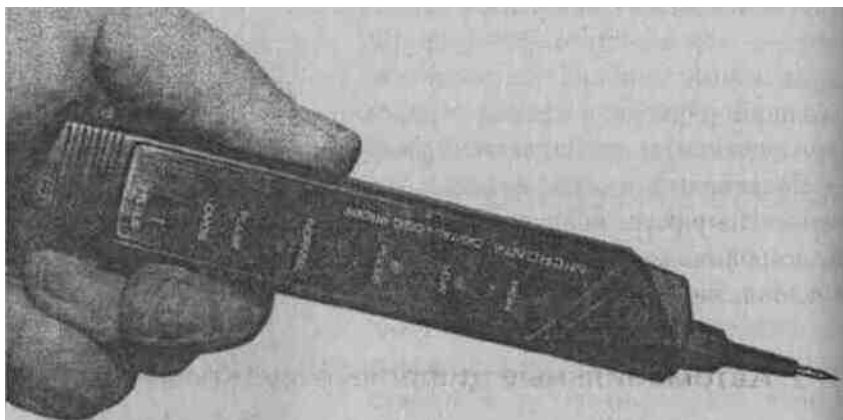


Рис. 2. Логический пробник

Логический пробник имеет высокое входное сопротивление, оказывающее влияния на тестируемые электрические цепи применяется для безопасного тестирования низковольтных поточных цепей. Два провода соединяют прибор с внешним источником питания, например с аккумуляторной батареей, а подключается к исследуемой цепи. Пробник и исследуемая электрическая цепь должны иметь общую землю «массу». На корпусе пробника располагается 3 светодиода (красный, зеленый, желтый), некоторые модели снабжены звуковым сигналом.

На большинстве моделей логических пробников имеется переключатель диапазонов рабочих напряжений с положениями CMOS и ТТЛ. CMOS — для электронных систем с рабочим напряжением 16 В, а TTL — для рабочего напряжения 8 В. Электронная схема в пробнике делит подаваемое на щуп напряжение на три зоны: низкое, среднее и высокое. Например, по отношению к напряжению автомобильного аккумулятора 12,6 В зоны будут такими: 0 — 4,2 В,— низкое напряжение; 4,3 — 8,4 В — среднее напряжение; 8,5 — 12,6 В — высокое напряжение. Обычно для сигнала с высоким напряжением включается красный светодиод, для низкого напряжения — зеленым. Для сигнала во внешней зоне светодиоды не включаются. Желтый светодиод включается при подаче на щуп импульсного сигнала. При этом во время нахождения амплитуды импульсного напряжения в соответствующей зоне загорается красный или зеленый светодиод.

Логический пробник может информировать пользователя о наличии напряжения только в определенной зоне значений, и его диагностические возможности ограничены. Но он быстро позволяет проверить цепь на наличие напряжения по отношению к «массе». Например, при незапуске двигателя с помощью логического пробника можно быстро проверить напряжение на катушке зажигания, на топливном насосе и на других элементах.

3. Автомобильные цифровые мультиметры

Автомобильный цифровой мультиметр — это цифровой тестер с многосегментным дисплеем на жидких кристаллах, с высоким входным сопротивлением (рис., 3). Цифровой мультиметр является неотъемлемой частью диагностического оборудования.

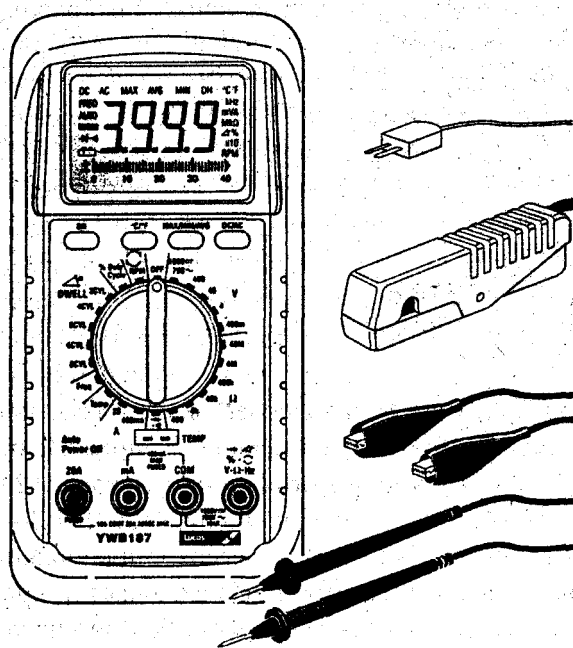


Рис. 3. Автомобильный цифровой мультиметр

Выполняет функции нескольких измерительных приборов, измеряя силу тока, напряжение, частоту, длительность импульса.

Мультиметр удобен для проверки состояния электрических цепей, но для проверки их функционирования он обычно не применяется. На цифровом дисплее мультиметра применяется только низкая скорость обновления информации, что связано с особенностями человеческого зрения. Т.к. человеческий пй различает быстрое изменение цифр на дисплее, мультиметр показывает только средние или фиксированные значения электрических сигналов с низкой кадровой частотой обновления диапазон (обычно не более 4-х Гц).

Некоторые модели автомобильных мультиметров имеют аналоговый дисплей (помимо цифрового) и обладают возможностью записи минимального и максимального значений контролируемого сигнала. Имеется возможность обновлять показания 40 раз в секунду. Но на некоторых моделях мультиметров аналоговый дисплей работает на той же частоте, что и цифрой.

Несмотря на невозможность наблюдения и измерения дни ческих процессов с помощью мультиметра, автомобильные цифровые мультиметры нашли широкое примеение для диагностики неисправностей в электрических и электронных схемах. Мультиметры обладают универсальностью, простотой, быстрой подготовке к работе и точностью измерений.

При диагностировании автомобильных электронных систем управления применяются и другие специализированные измерительные приборы: тестеры датчиков, тестеры форсунок и т.д.

4. Подключение измерительных приборов к автомобильным электрическими и электронным цепям

При диагностике неисправностей автомобиля иногда бывает необходимо произвести электрические измерения каким-либо прибором. Автомобильные электрические и электронные цепи редко имеют открытые контакты. Наоборот, провода и соединения стараются закрыть от попадания влаги и испарений технических жидкостей в подкапотном пространстве.

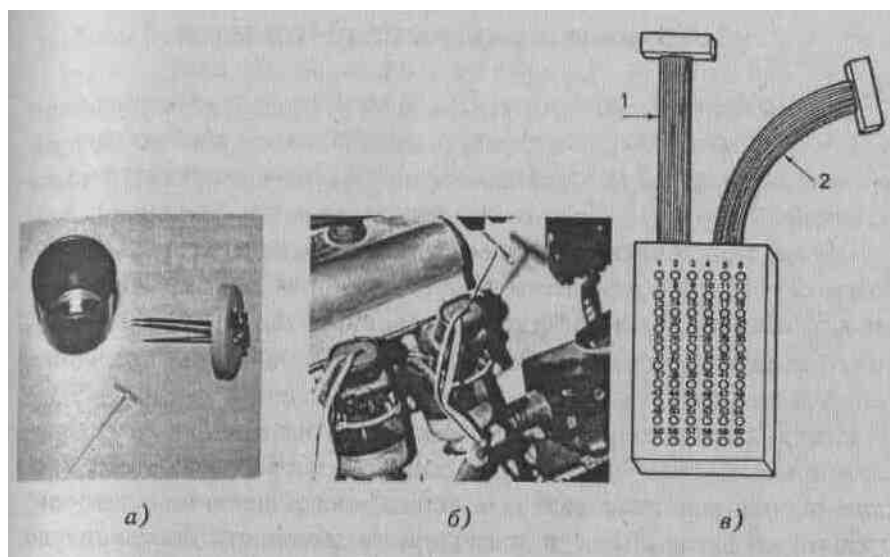


Рис. 4. а — булавки; б — подключение булавки к разъему форсунки; в — Breakout box: 1 — к ЭБУ, 2 — к бортовому жгуту

Прокалывать щупом изоляцию проводов или соединителей не следует, т.к. это приводит к попаданию влаги и возникновению коррозии. В автосервисе при проведении электрических измерений на автомобиле иногда используются контактные булавки (рис. 4а, б), которые просовываются между уплотнителем соединителя и изоляцией провода, пока острие булавки не упрется в контакт внутри соединителя. К внешней головке булавки можно подключать щуп измерительного прибора.

В стационарных условиях измерительные приборы подключают к диагностируемому устройству (например, к ЭБУ) с помощью размножительной коробки (breakout box), которая показана на рис. 4 в. Такая коробка — это панель с контактными гнездами, к которым припаяны провода двух жгутов, один из которых (1) включается к разъему диагностируемого устройства, а другой (2) — в расстыкованный разъем бортового жгута. Таким образом, гнезда размножительной коробки позволяют подключиться к любой контролируемой цепи.

5. Компьютерные мотор-тестеры

Компьютерные мотор-тестеры появились первоначально в США. Сегодня они широко распространены повсеместно, их можно встретить и на современных российских предприятии автосервиса.

На рис. 5 схематично показан типичный компьютерный мотор-тестер, в данном случае это FKI—Crypton (США). Аналогичное оборудование производят фирмы SUN, BEAR, BOSCH и другие.

Мотор-тестеры выполняются на базе IBM-совместимых компьютеров, имеют клавиатуру, дисплей, дисководы, привод CD-ROM. В комплект обычно входят набор соединительных проводов кабелей, стробоскоп. Информация в компьютер входит с помощью автомобильного анализатора в котором размещены аналоговые преобразователи, компараторы, усилители и другие устройства предварительной обработки измерительных сигналов. Анализатор подключается к необходимым элементам на автомобиле с помощью комплекта кабелей. Как правило, это один и тот же набор проводов независимо от производителя, подключенный к минусу аккумулятора, плюсу аккумулятора, плюсу катушки зажигания, минусу катушки зажигания, высоковольтный провод к катушке зажигания, высоковольтный провод к свече первого цилиндра, бесконтактный датчик тока на шине питания от аккумулятора, датчик температуры масла в двигателе (вставляется вместо щупа), датчик разрежения во впускном коллекторе и т.д.

Компьютер мотор-тестера обрабатывает информацию, полученную от двигателя, и представляет результаты на дисплее в виде твердой копии (распечатки-ла принтере). Устройство смонтировано на тележке для удобства перемещения по цеху.

С мотор-тестером поставляется комплект лазерных компакт дисков с сервисной информацией о различных моделях автомобилей и с инструкциями электромеханику-оператору, как подключать мотор-тестер к автомобилю, какие кабели использовать.

Перед проведением диагностики следует указать (набраную на клавиатуре мотор-тестера) модель автомобиля, тип двигателя и трансмиссии, системы, зажигания, впрыска топлива и другие, которые реализованы на данном автомобиле. После правильного подключения мотор-тестер способен диагностировать большинство автомобильных систем, включая системы пуска, электроснабжения, зажигания, определять компрессию в цилиндрах, измерять параметры системы приготовления топливовоздушной смеси.

Универсальность компьютерных мотор-тестеров определяется их программным обеспечением. Многие модели компьютерных мотор-тестеров работают в привычной большинству пользователей операционной системе Windows.

Важной частью процедуры диагностирования двигателя является определение параметров выхлопных газов. Обычно для этого применяют четырех компонентный газоанализатор, измеряющий концентрацию CO, CO₂, HC И O₂ в выхлопных газах. Имеются модели, измеряющие концентрацию NO_x.

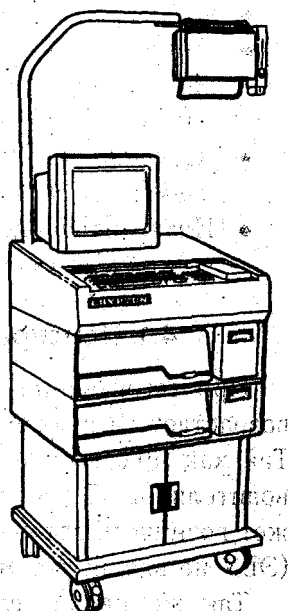


Рис. 5. Компьютерный мотор-тестер

Четырехкомпонентный газоанализатор поставляется с мотор-тестером встроенным в консоль, или в виде отдельного блока. Для определения концентрации CO , CO_2 и CH используется недисперсный инфракрасный метод. Метод состоит в том, что инфракрасное излучение пропускается через выхлопные газы, затем анализируется выходной сигнал на приемнике излучения. Каждая компонента газа по-своему поглощает излучение различной длины волны, поэтому определить процентное содержание компонентов относительно несложно.

Концентрация O_2 измеряется с помощью устройства, конструкция которого аналогична датчику кислорода, применяемого для управления соотношением воздух/топливо в двигателе. Устройство выдает напряжение, пропорциональное концентрации кислорода. Программное обеспечение мотор-тестера позволяет использовать данные газоанализатора для определения фактической величины соотношения воздух/топливо для двигателя. По информации можно судить о том, как работает обратная связь с датчиком концентрации кислорода в системе топливоподачи двигателя при стабилизации стехиометрического соотношения воздух/топливо.

Для успешного проведения диагностики с помощью компьютерного мотор-тестера следует выполнить следующие операции:

- произвести идентификацию автомобиля;
- правильно выполнить необходимые тесты (диагностические проверки);
- сравнить полученные данные с рекомендуемыми значениями
- установить по полученным результатам причину неисправности.

При выполнении тестирующих процедур следует, соблюдать некоторые, условия: температура и обороты двигателя должны быть штатными, для данного испытания, некоторые вспомогательные устройства должны быть отсоединены или выключены.

Типичной тестирующей процедурой является сбор данных двигателя на холостом ходу в следующей последовательности:

- Режим холостого хода. Измеряются обороты холостого хода, стабильность работы по цилиндрам, состав выхлопных газов, напряжение пробоя на свече, напряжение искрового разряда, длительность искрового разряда, напряжение аккумуляторной батареи, зарядный ток, напряжение на катушке зажигания, сигналы различных датчиков.
- Резко увеличивают обороты на холостом ходу (обычно 2500 об/мин). Измеряют напряжение пробоя на свече, напряжение искрового разряда, ускорение по цилиндрам, состав выхлопных газов, определяют пропуски воспламенения, изменение угла опережения и т. д.
- Сбрасывают обороты. Определяют ускорение по цилиндрам, состав выхлопных газов и т. д.

Во время теста на дисплее мотор-тестера отображаются значения контролируемых величин и результаты их сравнения с рекомендованными уровнями, записанными на CD-ROM.

После проведения тестов и получения информации электромеханик приступает к диагностике. Программное обеспечение большинства мотор-тестеров позволяет их использовать в качестве экспертных систем на этом этапе. Компьютер на основании собранных данных выдает рекомендации и указания для поиска причины неисправности, которые часто оказываются полезными. Некоторые мотор-тестеры способны выдавать рекомендации, основанные на опыте эксплуатации, например: «...на этой модели реле бензонасоса иногда отказывает, начните проверку с него...» и т. д.

После обнаружения и устранения причины неисправности тесты (диагностические проверки) повторяют, чтобы убедиться, что неисправность действительно устранена.

Мотор-тестеры полезны при обнаружении неисправностей в топливной системе, системе зажигания, но с их помощью трудно обнаруживать непостоянные неисправности в сложных электронных системах. Во многих случаях здесь неисправность в одной системе проявляется в виде симптомов в других системах, связанных с первой.

Рассмотрим следующий реальный пример. Автоматическая коробка передач с электронным управлением на автомобиле с каталитическим нейтрализатором при стабильной скорости 80 км/ч начинает самопроизвольно переключаться с четвертой на третью скорость и обратно. Неисправность контроллера, управляющего коробкой передач, или гидравлики? Не то не другое. В результате диагностики была определена непостоянная неисправность датчика кислорода. Его неправильные показания вынуждали ЭБУ двигателя к внезапным изменениям соотношения воздух/топливо, а изменение в развиваемой двигателем мощности вызывали реакцию контроллера трансмиссии в виде переключения передач.

Непостоянные или неповторяющиеся отказы, такие, как в этом примере, могут быть обнаружены только при постоянном мониторинге параметров автомобиля во время эксплуатации. Это делают бортовые диагностические системы, являющиеся частью автомобильного ЭБУ.

Диагностика по показаниям газоанализатора

1. Общие сведения

Обычная практика контроля работы двигателя внутреннего сгорания – проверка состава выхлопных газов с помощью четырех- или пятикомпонентного газоанализатора. Для проверки выполнения норм на токсичность определяется содержание в выхлопных газах углеводорода (СН), окиси углерода (СО) двуокиси углерода (CO_2) и кислорода (O_2). Правильно эксплуатируемый и своевременно обслуживаемый автомобиль способен удовлетворить нормам на токсичность с пробегом до 500000 километров.

Углеводороды (СН) – это компоненты несгоревшего топлива, их содержание измеряется в частях на миллион по объему (PPM или млн^{-1}). Нормально работающий двигатель сжигает в цилиндрах практически все топливо, допустимое содержание СН должно быть менее 50 PPM. Бензин является канцерогеном. Повышенное содержание СН может объясняться, например, большим потреблением масла через слабые уплотнительные кольца, поршней. Чаще всего увеличенное содержание вызывается неполадками в системе зажигания. При этом следует проверить:

- свечи;
- высоковольтные провода;
- крышку и ротор распределителя (если они имеются);
- синхронизацию зажигания;
- катушки зажигания.

Окись углерода (СО) — неустойчивое химическое соединение, легко вступающее в реакцию с кислородом, дающую двуокись углерода CO_2 . СО — ядовитый газ без цвета, вкуса и запаха. Вступая в легких в реакцию с воздухом, лишает мозг кислорода. Уровень СО в выхлопных газах для современных автомобилей с впрыском топлива не должен превышать 0,5%. Возможные причины повышения содержания СО следующие:

- неисправность систем вентиляции картера;
- засорение воздушного фильтра;
- нарушение оборотов двигателя на холостом ходу;
- повышенное давление; топлива;
- любые другие неисправности, приводящие к работе двигателя на богатых смесях.

Двуокись углерода (CO_2) — результат соединения; углерода из топлива с кислородом воздуха. Допустимое содержание 12—15%. Высокие значения свидетельствуют о хорошей работе двигателя. Низкий уровень CO_2 говорит о том, что топливная смесь богатая или бедная. Повышение концентрации CO_2 в атмосфере способствует развитию парникового эффекта.

Кислород (O_2) — в воздухе его 21 %, и в цилиндрах двигателя большая часть вступает в реакцию с топливом. Уровень кислорода в выхлопных газах должен быть

низким, не более 0,5%. Более высокие значения, особенно на холостом ходу означают утечку во впускном тракте.

2. Повышенное содержание СН в выхлопных газах

Вероятной причиной являются пропуски в системе зажигания, когда несгоревшее топливо начинает поступать в выпускной тракт. Неисправности могут быть такие:

- загрязнение свечей;
- неисправность высоковольтных проводов;
- повреждения катушки зажигания;
- неисправность крышки или ротора распределителя;
- нарушение установочного угла опережения зажигания (слишком большой или малый);
- неисправность датчика положения коленчатого вала;
- неисправность электронного модуля зажигания.

Другой причиной может быть работа на переобедненной смеси, которая плохо воспламеняется. При этом возможны неисправности:

- утечка разрежения, например, через трещину в вакуумном шланге;
- негерметичность впускного тракта;
- негерметичность дроссельного патрубка или карбюратора;
- ослабла или сломана пружина выпускного клапана.

В непрогретом двигателе условия сгорания смеси неоптимальные из-за конденсации паров топлива на стенках цилиндров держание СН в выхлопных газах также выше нормы.

Повышенное содержание СН — это признак неполного сгорания топлива, и тогда двигатель работает неэкономично. После устранения неисправностей, связанных с повышенным содержанием СН, экономичность двигателя улучшается.

В таблице 1 показан состав выхлопных газов для исправных автомобилей разных лет выпуска.

Таблица 1

	Модели без каталитического нейтрализатора до 1975 года	Модели с каталитическим нейтрализатором после 1975 года
СН, PPM	300 и менее	30 – 50 и менее
CO, %	3 и менее	0,3 – 0,5 и менее
O ₂ , %	0 - 2	0 – 2
CO ₂ , %	12 – 15 и более	12 – 15 и более

На рисунке 1 представлены зависимости содержания CH , CO , O_2 , CO_2 в выхлопных газах от соотношения воздух/топливо смеси. Заметим, что при обогащении смеси растет содержание CO , поэтому этот газ называется иногда индикатором обогащения. По аналогичным соображениям повышенное содержание кислорода — это индикатор обеднения.

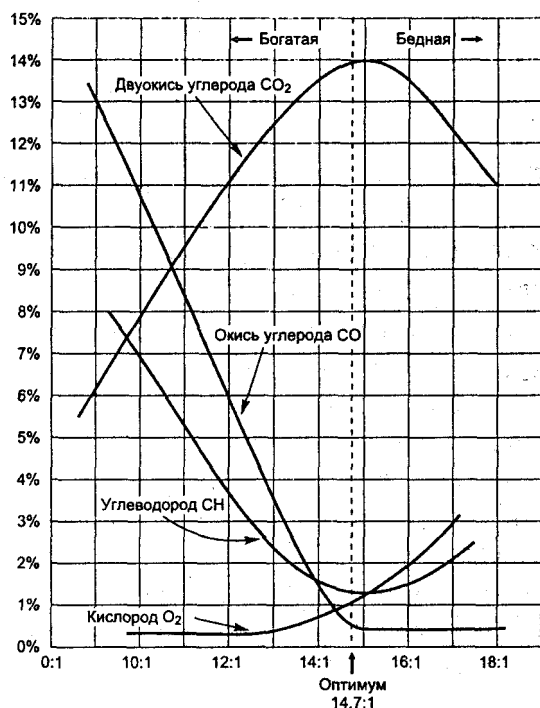


Рис. 1. Состав выхлопных газов в зависимости от соотношения воздух/топливо в смеси

3. Повышенное содержание CO в выхлопных газах

Избыток CO в выхлопных газах означает, что в цилиндрах имеет место избыток топлива или недостаток кислорода. При этом образуется богатая смесь и топливо сгорает не полностью. Возможные причины:

- повышенное давление топлива (например, засорился обратный топливопровод);
- не исправен регулятор давления топлива (например, утечка через диафрагму);
- неисправность в системе улавливания паров топлива в баке;
- засорился воздушный фильтр или клапан в системе вентиляции картера.

4. Повышенное содержание СО и СН в выхлопных газах

Возникает, если система топливного питания подает в цилиндры двигателя богатую смесь или при переобогащении смеси из-за неисправностей в системе зажигания. Например, если свеча загрязнена, искрообразования может не последовать. Непрореагировавший кислород поступит в выпускной тракт, где будет принят датчиком кислорода как признак бедной смеси. ЭБУ выдаст сигнал на обогащение смеси, искрообразование может еще ухудшиться, а в выхлопных газах будет еще больше СО и СН. В этом случае следует искать неисправности в системе зажигания.

Как убедиться, что система управления двигателем работает в замкнутом режиме (с обратной связью от датчика кислорода)?

В системе управления впрыском топлива датчик кислорода выполняет функцию определителя концентрации кислорода в выхлопных газах и входит в состав электронного сравнивающего устройства (компаратора). На одном входе компаратора сигнал, фиксирующий текущий (фактический) состав рабочей смеси, на другом – электронный сигнал, соответствующий метрическому составу смеси. Компаратор работает в режиме релейного регулирования.

Для проверки системы регулирования поступают так.

Подключают стрелочный вольтметр к выходу датчика кислорода, используя булавку или break-out-box (если есть). Запускают и прогревают двигатель. Сигнал на выходе датчика кислорода исправного прогретого двигателя на холостом ходу должен переключаться между уровнями 0,2 – 0,8 В с частотой 4 – 1 Гц. Стрелка вольтметра в режиме измерения установившегося постоянного напряжения должна слегка колебаться в районе 0,45 В.

Глядя на вольтметр, отсоединяют от впускного коллектора вакуумный шланг. Напряжение на выходе датчика упадет ниже 0,3 В, это реакция на обеднение смеси из-за утечки разрежения. ЭБУ в режиме с обратной связью компенсирует избыток кислорода подачей дополнительного топлива, смесь, опять станет стехиометрической, стрелка вольтметра опять вернется к напряжению 0,45 В.

Наблюдая за стрелкой вольтметра, из баллона с пропаном выпускают немного газа перед воздухозаборником двигателя. На некоторое время вольтметр покажет 0,8 В, индицируя богатую смесь. Затем ЭБУ отработает это возмущение, уменьшив, подачу топлива через форсунки. Режим опять станет стехиометрическим, стрелка прибора будет, колебаться в районе 0,45 В.

5. Необходимость измерения содержания кислорода (O₂) и двуокиси углерода (CO₂) в выхлопных газах

Информации, получаемой от двухкомпонентного газоанализатора по содержанию компонентов СО и СН, может быть недостаточно для диагностирования состояния двигателя, к тому же эти газы влияют друг на друга в каталитическом нейтрализаторе. В то же время повышенное содержание кислорода в выхлопных газах — это индикатор работы на обедненной смеси.

Следует только иметь в виду, что негерметичность в выпускном тракте также приводит к повышенному содержанию кислорода, в выхлопных газах и к ложному указанию на обеднение смеси за счет подсоса воздуха. Чтобы быть уверенным в показаниях газоанализатора по параметру O_2 , нужно убедиться в исправности выпускного тракта.

Для этого следует сравнить показания газоанализатора на холостых оборотах и для режима 2500 оборотов в минуту:

- если содержание кислорода высокое в обоих случаях — смесь бедная в обоих случаях — выпускной тракт исправен;
- если содержание кислорода мало на холостых оборотах и велико на 2500 оборотах — выпускной тракт исправен, но в нем установлен нейтрализатор с инжекцией (дополнительной подачей) воздуха;
- если на холостых оборотах содержание кислорода велико, а на 2500 оборотах мало — скорее всего имеется небольшая утечка, незаметная при больших выбросах выхлопных газов в выпускном тракте.

Содержание двуокиси углерода CO_2 — мера эффективности процесса сгорания топлива в двигателе. Норма 12—17%, при стехиометрическом составе смеси содержание CO_2 максимально, в иных случаях содержание CO_2 понижается. Само по себе значение содержания CO_2 не позволяет сделать вывод, бедная смесь или богатая, нужно дополнительно учитывать показания по CO и CH .

6. Примеры диагностирования по показаниям газоанализатора

А. По содержанию компонентов CO и CH

Пример 1. Пробег 32000 километров, $CH = 0$ PPM, $CO = 0,00\%$.

Двигатель работает идеально. В таблице 1 приведены максимально допустимые значения, меньшие значения — положительный фактор.

Пример 2. Пробег 160000 километров, $CH = 350$ PPM, $CO = 0,3\%$.

Содержание CH выше нормы для инжекторных автомобилей. Низкое содержание CO свидетельствует, что сродношение воздух/топливо нормальное. Отметим, что индикатором работы двигателя на богатой смеси является именно повышенное содержание CO , а не CH . При работе на богатых смесях было бы повышено содержание и CO и CH .

Вероятная причина повышенного содержания СН:

- неисправность термостата, не позволяющая двигателю достичь рабочей температуры;
- неисправность в системе зажигания (например, позднее зажигание).

Пример 3. Пробег 240000 километров, СН = 488 PPM,
СО = 5,72%.

Смесь переобогащена, о чем свидетельствуют высокие значения и СО и СН. Для умеренно богатой смеси таких больших значений концентрации СН не было бы, увеличилось бы только содержание СО. Очень богатая смесь плохо воспламеняется, что и приводит к повышению содержания СН и СО.

Пример 4. Пробег 88000 километров, СН = 35 PPM,
СО = 3,86%.

Двигатель работает на богатой смеси, содержание СО повышено, Содержание СН нормальное, это индикатор исправности системы зажигания. Возможна неисправность в системе подачи топлива.

Б. По содержанию компонентов СН, СО, СО₂ и О₂

Пример 1. Пробег 45500 километров, СН = 0 PPM,
СО = 0%, О₂ = 0%, СО₂ = 17.5%.

Двигатель в идеальном состоянии и работает эффективно.

Пример 2. Пробег 184000 километров, СН = 52,84 PPM,
СО = 2,51%, О₂ = 1,2%, СО₂ = 11,8%.

Для двигателя с каталитическим нейтрализатором значения для компонентов СО и СН высокие. Одновременное повышение содержания СН и СО означает работу на богатой смеси. Содержание кислорода в пределах допустимого, а СО₂ несколько понижено. Это показывает, что коэффициент избытка воздуха незначительно отличается от стехиометрического значения. Скорее всего непрогретый двигатель работает на богатой смеси, нейтрализатор также не прогрет. Возможно, не исправен термостат.

Пример 3. Пробег 93500 километров, СН = 44 PPM,
СО = 4,51%, О₂ = 0,1%, СО₂ = 7,94%.

Двигатель работает на богатой смеси. Индикатор богатой смеси СО имеет высокое значение, индикатор бедной смеси О₂ – низкое. Низкое значение для СО₂ говорит о неэффективности процесса сгорания и об отличии состава топливной смеси от стехиометрического. Отметим, что исправный газонейтрализатор несколько понижает высокие значения СО, доокисляя окись углерода до двуокиси СО₂. Неисправности могут иметь место в системе питания и зажигания.

Пример 4. Пробег 169000 километров, СН = 786 PPM,

$\text{CO} = 0,4\%$, $\text{O}_2 = 6,8\%$, $\text{CO}_2 = 7,4\%$.

Высокий уровень CH – признак того, что топливо сгорает не полностью. Значительная концентрация кислорода — признак бедной смеси. Из-за плохого сгорания топлива показания CO_2 так же низкие. Возможны пропуски в системе зажигания. Нужно проверить герметичность впускного тракта, давление топлива и искать неисправности, приводящие к обеднению топливной смеси.

7. Окислы азота NO_x и их измерение

Окислы азота NO_x , формируются в камере сгорания двигателя при температуре выше 1370°C (2500°F) или при большом давлении. При соединении окислов азота с углеводородными компонентами CH (остатки несгоревшего топлива) в атмосфере под воздействием солнечных лучей образуется фотохимический вредный для органов дыхания человека.

Окислы азота NO_x — бесцветный газ без вкуса и запаха. Двуокись азота NO_2 — рыжевато-коричневый газ с кислым едким запахом. Из этих компонентов в камере сгорания двигателя образуется группа окислов азота, для краткости обозначаемых, как NO_x .

Содержание NO_x , в выхлопных газах определяют с помощью пятикомпонентного газоанализатора. Окислы азота NO_x формируются при работе двигателя под нагрузкой. Поэтому измерения приходится проводить на динамометрическом стенде или в поездке портативным газоанализатором.

Эффективной мерой борьбы против образования NO_x , является применение системы рециркуляции выхлопных газов.

Исправный автомобиль под нагрузкой должен иметь содержание NO_x , в выхлопных газах менее 1000 PPM, на холостых оборотах — менее 100 PPM.

Повышенное содержание NO_x , в выхлопных газах обычно имеет место, когда:

- двигатель перегрет;
- топливная смесь бедная.

Образование NO_x , напрямую связано с температурой в камере сгорания. Горение бедной смеси происходит с повышением температуры.

При повышенном содержании NO_x , следует проверить:

- работу клапана и целостность патрубков в системе рециркуляции выхлопных газов;
- систему охлаждения двигателя;
- топливную систему на предмет обеднения смеси.

- стендовые испытания двигателя автомобиля на токсичность выхлопных газов

8. Стендовые испытания двигателя автомобиля на токсичность выхлопных газов

В простейшем варианте, когда нет испытательного стенда, зонд газоанализатора вводят в выхлопную трубу автомобиля, двигатель которого работает на холостых оборотах, и производят замеры на токсичность. Проводятся замеры и во время различных ездовых циклов.

В стационарных условиях, чтобы проверить, удовлетворяет ли автомобиль нормам на токсичность (от EURO-2, действующим в России до более жестких в Калифорнии), используются динамометрические стенды (рис. 2).

Динамометрический стенд – это сложная компьютерная установка, обеспечивающая хорошую повторяемость условий тестирования. Ведущие колеса автомобиля приводят во вращение инерционный маховик, имитирующий нагрузку. Водитель получает необходимую информацию с видеомонитора.

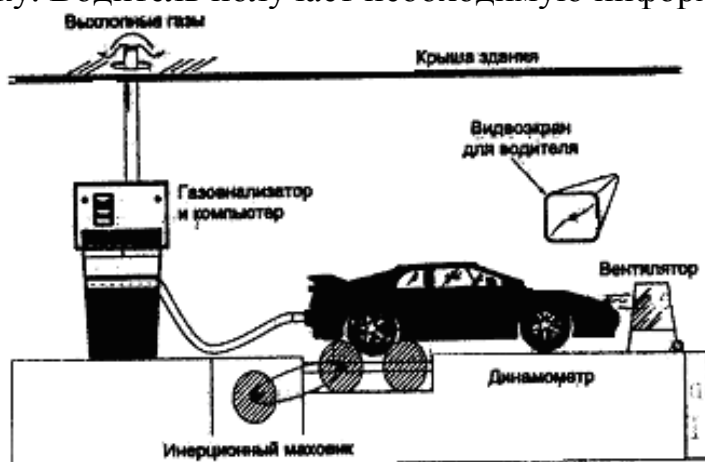


Рис. 2. Автомобиль на динамометрическом стенде

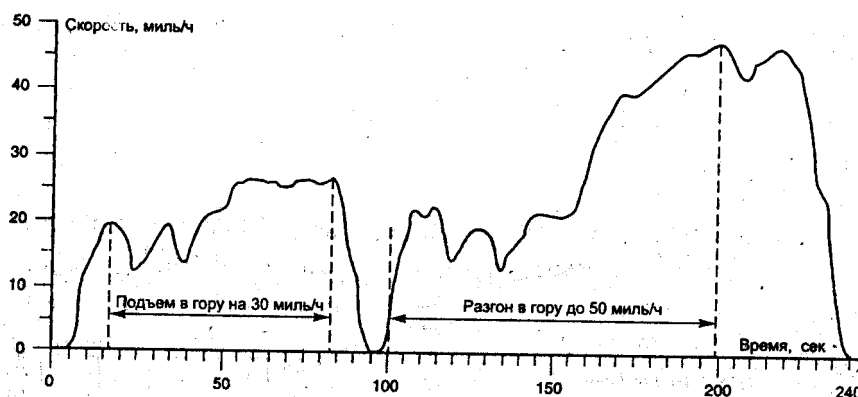


Рис. 3. Маршрут теста IM240 для испытуемого автомобиля

На стенде имитируются различные режимы движения автомобиля и производится определение содержания токсичных веществ в выхлопных газах на единицу пройденного пути (Г/км или Г/миля) или на единицу совершенной работы (Г/кВт *ч).

Например, в США применяются несколько видов тестов для, проверки на токсичность, чаще всего тест IM240 (Inspection and Maintenance, 240 — длительность теста в секундах). Этот тест проводится на динамометрическом стенде. На рис. 3 показан график изменения скорости автомобиля во время проведения теста IM240. График является маршрутом теста и имитирует езду условного автомобиля в черте города Лос-Анджелес (штат Калифорния): разгон до скорости 20 миль в час, подъем в гору на скорости 30 миль в час, остановка на 94-й секунде, разгон в гору до скорости 50 миль в час, езда с постоянной скоростью на пологом участке, остановка на 240 с.

Содержание CH , CO , и NO_x в выхлопных газах измеряется каждую секунду и регистрируется в памяти мотор-тестера. На рис. 41 (позиции а, в, с) показаны временные развертки этих зависимостей для каждого компонента в отдельности. По результатам тестирования выдаются максимальные весовые значения вредных компонентов.

Из рассмотрения разверток тестирования для автомобиля № 1 очевидно, что во второй части теста (рис. 4в) отмечено значительное увеличение эмиссии CO , во время ускоренного движения автомобиля в гору.

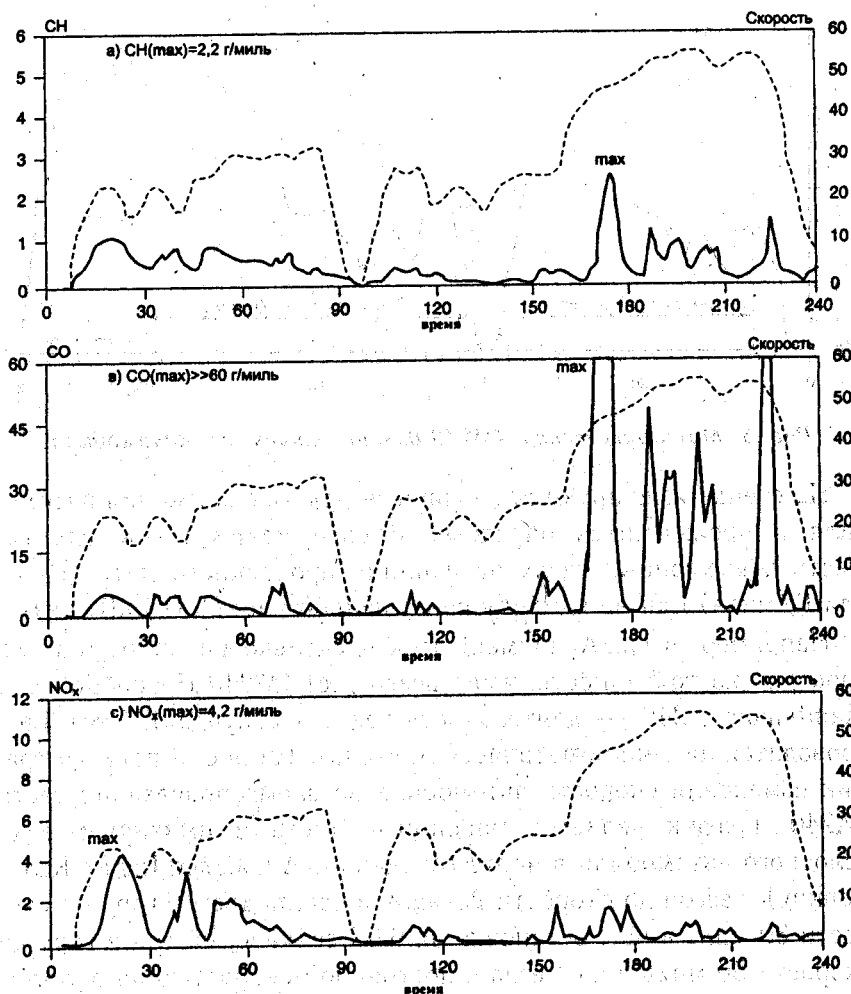


Рис. 4. Зависимости CH , CO , NO_x , полученные во время проведения теста IM240 на автомобиле № 1. Весовое содержание компонента выражено в граммах на милю, скорость в милях в час, время в секундах

Изменения компонентов CH и NO_x близки к норме (рис. 4а, 4с). Вывод: в двигатель добавалась топливовоздушная смесь с обогащением выше допустимого значения.

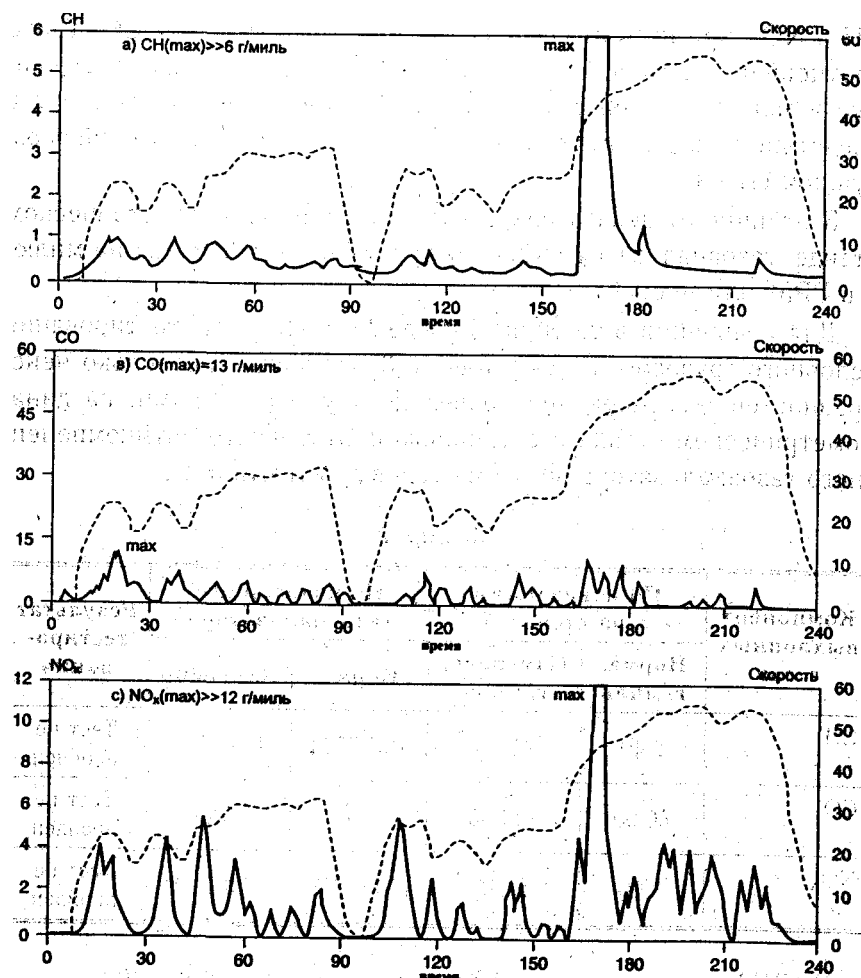


Рис. 5. Зависимости полученные во время поведения теста IM240 на автомобиле

№ 2

На рисунках 5 (позиции а, в, с) приведены временные развертки, отображающие зависимость весовых значений компонентов CH , CO , NO_x , в выхлопных газах условного автомобиля №2 при его, испытании по маршрутному тесту IM240 (рис. 3).

Из рассмотрения разверток для этого автомобиля следует, что имеет место одновременное увеличение выброса компонентов CH и NO_x , при низком уровне содержания компонента CO . Такое соотношение компонентов в выхлопных газах указывает на пропуски зажигания при разгоне автомобиля в гору, что может быть следствием подачи в цилиндры недопустимо бедной топливовоздушной смеси.

В отличие от показателей, полученных на динамометрическом стенде, газоанализатор выдает результаты не в граммах на милю, а PPM или процентах.

Для сравнения в таблицу 2 сведены результаты тестирования условного грузового автомобиля № 3, имеющего несколько неисправностей. Тестирование проведено двумя способами: на динамометрическом стенде и с помощью портативного пятикомпонентного газоанализатора во время ездовых испытаний.

Таблица 2

Компонент, выхлопных газов	По показаниям на стенде		По показаниям газоанализатора		Результат тестирования
	Норма, г/миль	Измерено, г/миль	Норма	Измерено	
CH	2.40	15.13	100 PPM	415 PPM	Тест не пройден
CO	60.00	144.35	2%	8,36%	Тест не пройден
NOx	3.00	16.73	1000 PPM	2273 PPM	Тест не пройден

В США используются и другие режимы тестирования:

ASM 15/50 и, ASM 25/25. — эти тесты имитируют движение с ускорением и проводятся на динамометрическом стенде. Первое число (15 или 25) — скорость автомобиля в милях в час; второе число (50 или 25) — процент нагрузки от мощности, необходимой для движения автомобиля с ускорением 3,3 мили/час за секунду.

- BAR90 — тест стендового испытания, которое проводится на холостых оборотах без определения содержания NOx (применяется только в Калифорнии).

- Тест по запаху выхлопных газов, без подключения газоанализатора. Сильный запах бензина указывает на то, что не все топливо сгорает и содержание CH высокое. Следует проверить систему зажигания, утечку разрежения во впускном коллекторе — все то, что может вызывать пропуски воспламенения.

Если глаза слезятся или возникает резь — скорее всего имеет место высокое содержание NOx. Окись азота реагирует с влагой в глазах, создавая слабый раствор азотной кислоты.

Следует проверить утечку разрежения во впускном коллекторе, правильность установки угла опережения в системе зажигания, работу системы рециркуляции выхлопных газов (если имеется) — все то, что может повышать температуру в камере сгорания,

Повышенное содержание CO в выхлопных газах вызывает головокружение и головную боль. Этот газ при длительном простое в «пробках» может попадать в салон автомобиля. Нужно немедленно выйти на свежий воздух. Вероятная причина — работа двигателя на богатой смеси.

Следует отметить, что проведение тестовых испытаний автомобиля на динамометрическом стенде включает в себя не только определение процентного содержания вредных веществ в выхлопных газах, но и целый ряд других

диагностических процедур по проверке таких агрегатов автомобиля, как рулевое управление, тормоза, КПП, фарное освещение и т. д.

Стационарные диагностические стенды являются универсальным, сложным и дорогостоящим испытательным оборудованием, работа на котором требует высокой профессиональной подготовки контролера-оператора.

Диагностика систем рециркуляции выхлопных газов

1. Общие сведения

Система рециркуляции выхлопных газов (EGR от exhaust gas recirculation) предназначена для уменьшения содержания оксидов азота NO_x в выхлопных отработавших газах (ВОГ) автомобиля. Оксиды азота вредны сами по себе, кроме того, они способствуют образованию фотохимического смога, затрудняющего дыхание, обостряющего легочные и сердечные заболевания.

Содержание токсичных веществ в выхлопных газах автомобилей ограничивается законодательно, в табл. 1 приведены некоторые нормы для легковых автомобилей:

Таблица 1

Норма	СН	СО	NO_x
Калифорния, 1972 г.	3,2 г/Миля	39 г/миля	3,2 г/миля
Калифорния, 1980г	0,41 г/миля	9 г/миля	1,0 г/миля
США, 1994 — 2000 г., федеральная	0,41 г/миля	3,4 г/миля	0,4 г/миля
Япония, 2002 г.	0,13 г/км 0,58 г/кВт час	3,3 г/км	0,13 г/км
Euro III, 2000 г.	0,2 г/км	2,3 г/км	0,15 г/км

Азот N начинает вступать в реакцию с кислородом O_2 в камере сгорания при температуре выше 1370°C и при высоком давлении. Для снижения температуры и давления в камере сгорания возможно применение следующих методов:

- Обогащение топливовоздушной смеси (ТВ-смеси). Температура горения ТВ-смеси снижается, как следствие понижается концентрация NO_x . Но в выхлопных газах растет содержание других токсичных веществ, углеводорода СН и окиси углерода СО. Работа двигателя становится не экономичной.

- Уменьшение степени сжатия. Применение неэтилированного бензина приводит к необходимости снижать компрессию для предотвращения детонации, содержание NO_x в выхлопных газах при этом уменьшается. Но уменьшение компрессии с целью снижения концентраций NO_x в выхлопных газах оказывается мало эффективным, кроме того, начинают расти выбросы компонентов СН и СО.

- Уменьшение установочного угла опережения зажигания. При этом незначительно уменьшаются температура и давление в камере сгорания. Метод,

ограниченно применяется до 1972 г., но оказался не эффективным когда нормы на содержание NOx ужесточились.

- Разбавление ТВ-смеси инертным газом, не участвующим в горении. Для этой цели используется выхлопной газ, небольшое количество которого (3...5%) из выпускного коллектора подается во впускной коллектор. Соотношение воздух/топливо для ТВ-смеси в этом случае не изменяется, но в камере сгорания оказывается меньше топлива и кислорода. Как следствие горение происходит при меньших температуре и давлении. Это один из наиболее эффективных методов уменьшения содержания NOx в выхлопных газах без существенного изменения характеристик двигателя. Процедура возврата части выхлопных газов обратно в камеру сгорания называется рециркуляцией. Система реализующая рециркуляцию может быть как внутренней (за счет управляемого перекрытия газораспределительных клапанов), так и внешней, когда применяется система EGR с внешним EGR клапаном. Некоторые современные двигатели с электронной системой автоматического управления удовлетворяют строгим нормам по токсичности выхлопных газов за счет изменения фаз газораспределения (без системы EGR).

1.1 Функционирование системы EGR при различных режимах работы двигателя

Для эффективной работы системы EGR достаточно небольшого количества выхлопных газов, поэтому для их подачи используются каналы малого сечения.

Концентрация NOx в выхлопных газах зависит от оборотов, температуры и нагрузки двигателя. При низких оборотах образуется незначительное количество NOx, и в рециркуляции выхлопных газов нет необходимости. При езде на большой скорости или при ускорении, когда двигатель должен работать на полной мощности, система EGR не используется, так как основным приоритетом в таких режимах является не понижение концентрации NOx в выхлопных газах, а максимальная мощность.

Как правило, система EGR не используется и при прогреве двигателя, когда образование NOx, незначительно, но двигатель нуждается в высокой температуре сгорания для быстрого прогрева. Наиболее интенсивно система рециркуляции используется при средних нагрузках двигателя на скорости 50 — 120 км/ч.

Ранние механические системы EGR были несовершенными и несколько снижали мощность двигателя. Их вытеснили современные системы EGR с электронным управлением.

1.2. Система EGR и детонация

Детонация возникает при: повышенных давлении и температуре в камере сгорания. Мощность двигателя при этом уменьшается, могут иметь место механические повреждения. Двигатели с каталитическими нейтрализаторами, работающие на неэтилированном бензине, более склонны к детонации, чем двигатели без нейтрализатора, использующие этилированный бензин. В современных двигателях с электронным управлением способность Системы EGR понижать давление и температуру в камере сгорания используется и для контроля за детонацией. Такой метод более эффективен по сравнению с задержкой искрообразования. Если на современном двигателе с электронным управлением отключить EGR, можно услышать характерный для детонации звон клапанов, исчезающий при восстановлении работоспособности системы EGR.

2. Пневмомеханические системы EGR

Впервые система ЕОК была применена в 1972 году на американских автомобилях Chrysler, продаваемых в Калифорнии. Система была пневмомеханической и в ней через впускную трубу ниже карбюратора проходил патрубок с выхлопными газами, которые поступали в ТВ-смесь через калиброванные отверстия. Эта простейшая конструкция оказалась неэффективной, так как рециркуляция выхлопных газов производилась постоянно, на всех режимах, приводя к замедлению прогрева двигателя и к неустойчивой работе на холостых оборотах.

В 1972 г. на автомобилях Buick была применена другая пневмомеханическая система EGR, где потоком рециркуляции управлял специальный клапан (рис. 1). Конструкция оказалась удачной и в различных вариантах исполнения применяется и по настоящее время. Клапан 1 удерживается в закрытом состоянии пружиной 2. При подаче разрежения в вакуумную полость 3 мембрана 5 преодолевает сопротивление пружины 2 и открывает клапан 1, выхлопные газы по каналу 6 проходят в задрессельную зону 7 впускного коллектора.

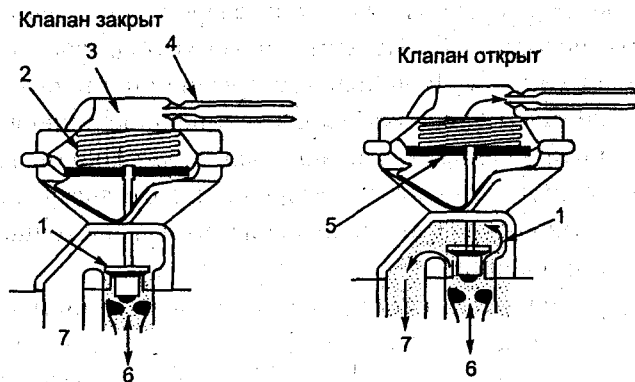


Рис. 1. Клапан EGR с пневматическим управлением

Патрубок 4 клапана EGR подключается к впускному коллектору в области дроссельной заслонки 8 (рис. 2). На холостых оборотах и при торможении дроссельная заслонка 8 закрыта, разрежение над заслонкой практически отсутствует, клапан EGR закрыт, что и требуется. При средних и высоких нагрузках двигателя дроссельная заслонка 8 приоткрыта, и так как под ней возникает разрежение, то клапан EGR открывается. При полной

мощности дроссельная заслонка открыта, разрежение в области дроссельной заслонки слабое, клапан EGR будет закрыт.

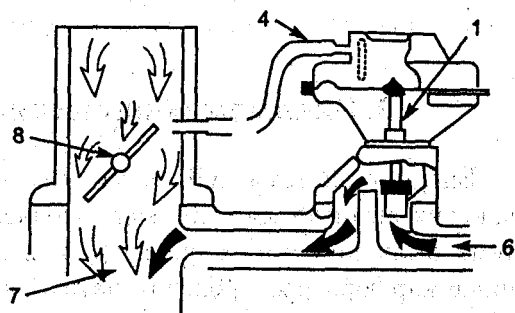


Рис 2. Вариант подключения EGR

В большинстве случаев такой пневмоклапан ЕОК монтируется на впускном коллекторе и соединяется с впускной и выпускной системами проходами в стальными внешними трубками (см. рис 2).

На некоторых моделях автомобилей Ford и Chrysler (выпуска до начала 80-х годов) в системе EGR использовалось разрежение в диффузоре карбюратора. Так как разрежение здесь слабое, приходилось использовать вакуумный усилитель, что значительно усложняло систему. В исправном состоянии такие Пневмомеханические системы способны управлять рециркуляцией выхлопных газов при изменении нагрузки двигателя пневмомеханические системы EGR с сигналом разрежения от диффузора из-за низкой их надежности и высокой сложности в настоящее время не находят применения.

Пневмомеханические системы EGR с управлением от разрежения за дроссельной заслонкой работают надежно, но не обладают достаточной точностью, для обеспечения эффективной и экономичной работы двигателя на всех режимах. Так как температура двигателя не влияет на величину разрежения в задрассельной зоне, то система EGR включается и в режиме прогрева двигателя, что приведет к неустойчивости его оборотов.

Для управления системой EGR по температуре двигателя на радиаторе или в водяной рубашке устанавливается термклапан (рис. 3), который подключает систему EGR к источнику разрежения только после прогрева двигателя рабочей температуры.

($T_g > 60^\circ\text{C}$)

Для пневмомеханических систем EGR разработаны и применяются различные способы управления рециркуляцией выхлопных газов в зависимости от режима двигателя:

- Таймера, блокирующие систему EGR сразу после включения двигателя.

- Термоклапаны, отключающие источник разрежения от клапана EGR при низкой температуре ТВ-смеси во впускном коллекторе.
- Блокировка системы EGR при высокой скорости движения автомобиля сигналу от тягометра.
- Двухступенчатое управление по высокому и низкому разрежению в пневмоклапане EGR с двумя диафрагмами (рис. 4).

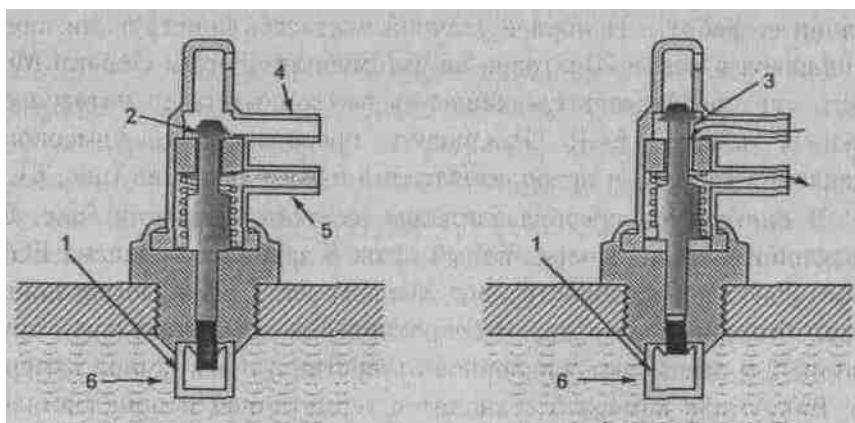


Рис.3. Термоклапан.

Слева двигатель не прогреет, справа прогреет — термочувствительный элемент 2 — запирающий клапан 3 — канал открыт 4 — патрубок к клапану EGR 5 — патрубок к источнику разрежения; 6 охлаждающая жидкость

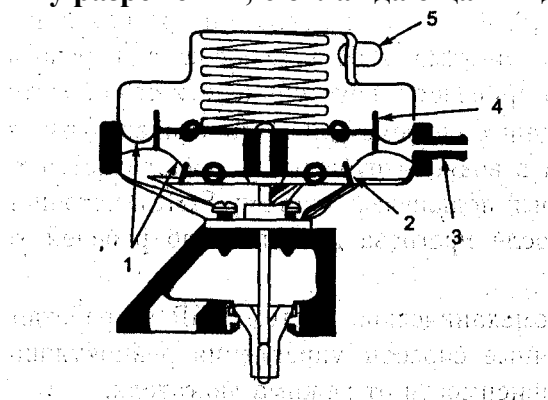


Рис. 4. Клапан EGR с двумя, диафрагмами 1 — диафрагмы; 2 — малый диск; 3 — к впускному коллектору 4 — большой диск; 5 — к термоклапану

2.1 Работа системы EGR с учетом давления выхлопных газов

Давление выхлопных, газов в выпускном коллекторе связано с нагрузкой двигателя и используется в системе EOK для оптимизации ее работы. Наиболее удачной оказалась конструкция, появившаяся в конце 70-х годов на автомобилях Ford и General Motors, где преобразователь давления выхлопных газов

интегрирован в клапан EGR. Различают преобразователи высокого давления рис. 5 и преобразователи низкого давления (рис. 6).

В системах с преобразователем высокого давления (рис. 5) выхлопные газы 11 через полый шток 8 закрытого клапана EGR поступают в пространство под диафрагмой 7. При достаточном давлении они преодолевают сопротивление вспомогательной пружины 2 и закрывают жиклерное отверстие 3 в вакуумной камере 5. Вакуумная камера 5 становится герметичной и разрежение через штуцер 6 разрезает диафрагму 7, открывает клапан EGR. Давление выхлопных газов в зоне клапана EGR падает, жиклерное отверстие открывается и клапан EGR снова закрывается. Процесс повторяется с частотой около 30 Гц.

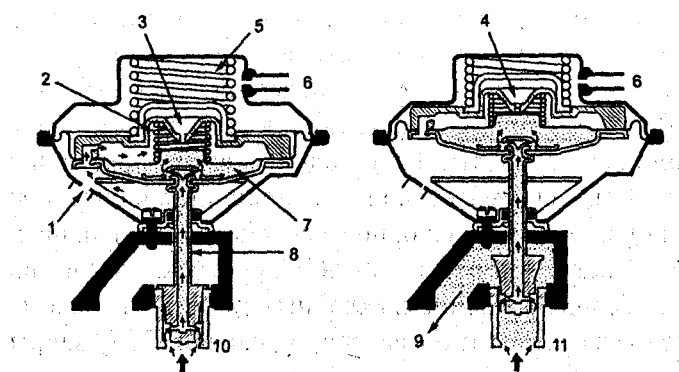


Рис. 5. Клапан EGR с преобразователем высокого давления выхлопных газов — вентиляционное отверстие (связь с атмосферой); 2 — вспомогательная пружина; 3 — жиклерное отверстие вакуумной камеры (открыто); 4 — жиклерное отверстие вакуумной камеры, (закрыто); 5 — вакуумная камера с главной пружиной; 6 — штуцер для подвода, разрежения 7 — диафрагма; 8 - полый шток; 9 — поток выхлопных газов во впускной коллектор; 10 — низкое давление, выхлопных газов (клапан EGR закрыт); 11 — выхлопные газы под высоким давлением (клапан EGR открыт)

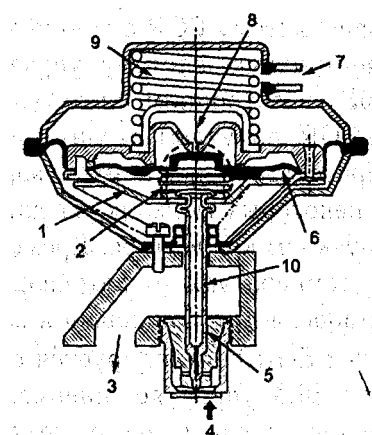


Рис. 6. Клапан EGR с преобразователем низкого давления: 1 — диафрагма; 2 —

преобразователь; 3 — поток выхлопных газов во впускной коллектор; 4 — выхлопные газы из выпускного коллектора; 5 — запорное устройство клапана EGR; 6 — диафрагма преобразователя; 7 — штуцер для подвода разрежения; 8 — жиклерное отверстие (закрыто) 9 — главная пружина

Системы EGR с преобразователем низкого давления (рис. 6) используются в двигателях, где давление выхлопных газов в выпускном коллекторе относительно невелико. Здесь жиклерное отверстие 8 преобразователя 2 и запорное устройство 5 клапана EGR нормально закрыты. При подаче разрежения в штуцер 7 диафрагма 6 преодолевает сопротивление главной пружины 9, шток 10 поднимается и запорное устройство 5 клапана EGR открывается. Часть выхлопных газов 4 перепускается во впускной коллектор. Теперь давление выхлопных газов несколько падает, и жиклерное отверстие открывается, а клапан EGR закрывается. Процесс повторяется периодически.

Клапан EGR с преобразователем низкого давления имеет, высокое быстродействие и может устанавливаться на двигателях с высокой степенью сжатия, склонных к детонации.

3. Системы EGR с электронным управлением

3.1. Электропневматические системы

С начала 80-х годов систему EGR с пневмоклапаном начинают интегрировать в электронную систему управления двигателем. Подпрограммы в ЭБУ (электронном блоке управления) двигателя, обслуживающие EGR, получают входную информацию от датчиков положения дроссельной заслонки, разрежения во впускном коллекторе, на некоторых моделях, от датчика давления выхлопных газов в выпускном коллекторе. Кроме того, используется сигнал от датчика температуры охлаждающей жидкости или устанавливается, терморезистор в основании клапана EGR.

Положение клапана EGR контролируется специальным датчиком (поз. 4 на рис. 8). ЭБУ управляет пневмоклапаном EGR опосредовано, с применением управляющего электропневмоклапана. Подключая или отключая источник разрежения через управляющий электропневмоклапан, ЭБУ реализует программное управление процессом рециркуляции.

Типичная схема такого управления показана на рис. 7. Здесь ЭБУ коммутирует соленоид электроклапана на постоянной частоте 32 Гц (General Motors), а для управления разрежением, подаваемым на клапан EGR,

используется широтно-импульсная модуляция, при которой изменяется соотношение времени открытого и закрытого состояний электропневмоклапана за период.

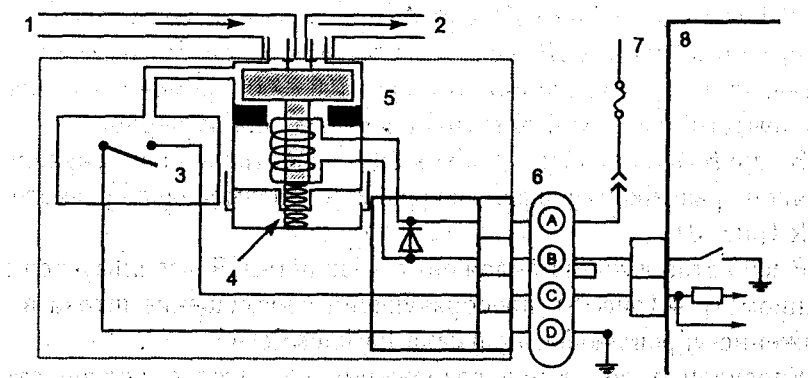


Рис. 7. Электропневмоклапан с управлением по принципу широтно-импульсной модуляции: 1 —вакуумная линия к клапану £0'K; <? -т, линия к источнику разрежения; 3 — диагностический нормально разомкнутый вакуумный ключ; 4 — запорная пружина; 5 — Нормально закрытый пружиной 4 и обесточенный электроклапан; 6 — рабьем;7— шина питания; 8 - ЭБУ

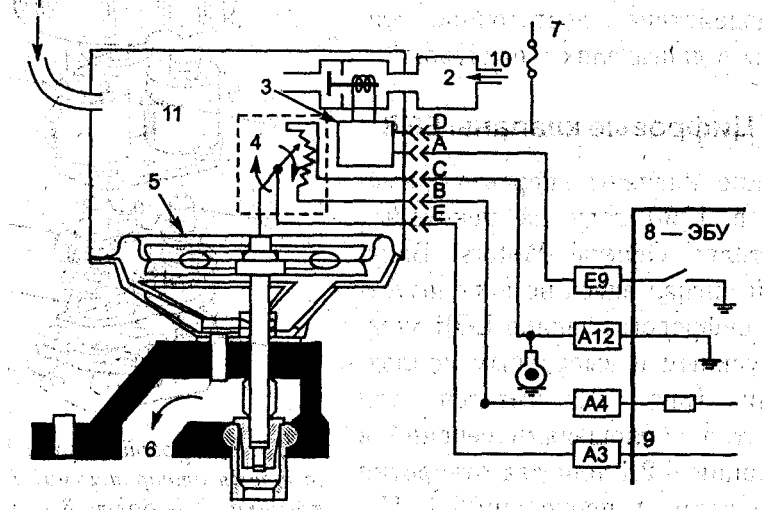


Рис. 8. Клапан EGR с управлением по утечке разрежения: 1 — ввод разрежения в воздушный фильтр для подачи атмосферного воздуха; 3— элвктроклапан; 4 -датчик положения клапана EGR 8 — диафрагма; 6— поток выхлопных газов на выходе клапана EGR; 7 шина питания; 8 — ЭБУ; 9 — сигнал включения электроклапа;O₂ — атмосферный воздух; 11 – вакуумная камера.

В другом варианте (Oldsmobile) электроклапан управляет утечкой разрежения над диафрагмой пневмоклапана системы ЕОК (рис. 8).

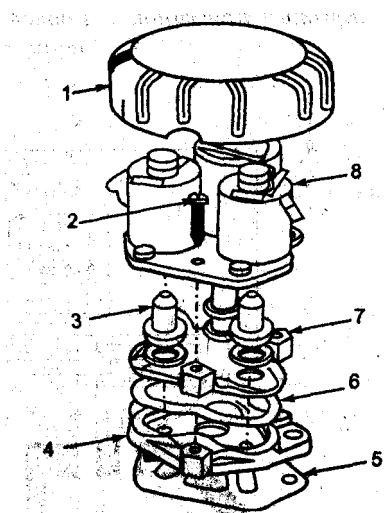
В качестве датчика положения клапана EGR используется потенциометр 4 (рис. 8), преобразующий перемещение штока в напряжение управляющего сигнала на клемме АЗ.

Управление по утечке разрежения сводится к подаче атмосферного воздуха 10 в вакуумную камеру 11 клапана EGR через электроклапан 3 с управлением от ЭБУ 8.

Для повышения точности и быстродействия потенциометр.

3.2. Цифровые клапаны EGR

Такие клапаны впервые применены в 1990 году на некоторых двигателях General Motors. Вакуумный сигнал здесь не используется. В цифровом клапане EGR между впускным и выпускным коллекторами (рис., 9); имеется три отверстия с площадями сечений в пропорции 4:2:1 или два отверстия с площадями в пропорции 2:1. Независимо управляемые от ЭБУ три соленоида в электроклапане открывают; отверстия в различных комбинациях, обеспечивая 7, уровней потока рециркуляции выхлопных электроклапана запитывается от стабилизатора напряжения через клемму А4-ЭБУ. Это обеспечивает быстродействие, достаточное для работы в двигателях с наддувом. газов для трех отверстий или 3 уровня для двух. Конструкция оказалась надежней в эксплуатации и проще при сборке, чем традиционная система EGR с вакуумным управлением. В цифровом клапане запорные устройства с большим усилием прижаты к основанию и утечки маловероятны.



Рас. 9. Цифровой клапан EGR с тремя отверстиями: 1 — крышка; 2 — болт; 3 — клапан; 4 — основание клапана EGR; 5 — прокладка; 6 — прокладка между основанием и блоком клапанов; 7 — основание блока электроклапанов; 8 —. Соленоиды.

3.3. Мониторинг системы EGR с помощью ЭБУ

Программное обеспечение ЭБУ современных автомобилей с помощью специальных подпрограмм — мониторов (emission monitor) позволяет контролировать до семи различных систем автомобиля, неисправность в работе которых может привести к увеличению токсичности выхлопных газов. Каждый монитор осуществляет тестирование (мониторинг) за; время цикла ключ зажигания включен — двигатель работает — ключ выключена при выполнении определенных условий в фоновом режиме, без участия человека. Обычно монитор отрабатывает свои функции во время поездки. Для контроля за работой системы EGR с электронным или цифровым управлением в память ЭБУ записываются штатные параметры и подпрограмма для монитора EGR.

С помощью этих данных монитор EGR контролирует эффективность работы системы рециркуляции выхлопных газов. Во время теста открывается и закрывается клапан EGR и наблюдаются реакции контрольного датчика. Выходной сигнал контрольного датчика сравнивается со значениями из калибровочной таблицы данных в памяти ЭБУ и определяется эффективность системы EGR. При неудовлетворительных результатах монитору запишет в память ЭБУ соответствующие коды ошибок.

В качестве контрольного датчика могут быть использованы, различные устройства. На автомобилях Chyslereg контролируется изменение выходного напряжения датчика кислорода. При нормальной работе содержание кислорода в выхлопных газах повышается при, закрывании клапана EGR и напряжение на выходе датчика кислорода уменьшается. Монитор запишет код ошибки, если это напряжение уменьшается недостаточно.

Фирма Ford использует по крайней мере два типа контрольных датчиков в зависимости от модели и типа автомобиля.

В одном варианте применяется терморезистор с отрицательным коэффициентом сопротивления, установленный на входном патрубке системы EGR. Монитор контролирует температуру выхлопных газов при открытом и закрытом клапане. Для исправной системы EGR напряжение терморезисторе ниже, когда клапан открыт. Если изменение напряжения не соответствует норме, монитор запишет, в память ЭБУ код ошибки.

В другом варианте в трубе между клапаном EGR и впускным коллектором делается вставка с калиброванным отверстием и измеряется дифференциальное

давление по обе стороны от вставки. Когда клапан EGR открывается, это давление падает, что фиксируется монитором с помощью датчика дифференциального давления. Когда клапан EGR закрыт, давление по обе стороны вставки должно быть одинаковым.

На автомобилях General Motors в качестве контрольного используется датчик абсолютного давления во впускном трубопроводе, где давление изменяется при открывании клапана EGR.

4. Основные неисправности системы EGR

При неисправности системы EGR могут наблюдаться неустойчивые обороты холостого хода и двигатель часто глохнет. Имеет место также неустойчивая работа при полностью открытой дроссельной, заслонке, перебои при снижении оборотов, детонация, пропуски воспламенения.

Все неисправности сводятся к двум основным причинам:

- Через клапан EGR проходит недостаточное количество выхлопных газов.
- Через клапан EGR проходит слишком много выхлопных газов.

Составные компоненты системы EGR, в которых могут возникать неисправности, следующие:

- Наружные патрубки (или каналы в литье) для подвода выхлопных газов.
- Собственно клапан EGR.
- Термоклапан, подключающий источник разрежения к клапану EGR в зависимости от температуры охлаждающей жидкости или воздуха.
- Соленоиды, электрических или цифровых клапанов, управляемые от ЭБУ.
- Интегрированные или отдельные преобразователи давления выхлопных газов.

4.1 Неисправности каналов и клапана EGR

При загрязнении; каналов поток рециркуляции уменьшается возрастает, загрязнение окружающей среды оксидами азота NOx. Так как при этом ездовые характеристики почти не меняются, водители на такую неисправность жалуются редко. Иногда мбожег возникать детонация и ухудшаться экономичность двигателя (ЭБУ не входит в замкнутый режим).

Так же проявляет себя и не открывающийся клапан EGR. Конструкция клапана предусматривает его запираение при неисправностях в системе EGR.

Твердые частицы из выхлопных газов оседают не равномерно в запорном устройстве клапана EGR и постепенно клапан перестает плотно закрываться. При этом рециркуляция выхлопных газов начинает происходить постоянно. Такая ситуация будет отражена в потоке параметров, принимаемых сканером от ЭБУ, но для окончательных выводов о состоянии клапана его следует разобрать. После очистки и перед установкой клапана следует убедиться, что каналы свободны от кусков отложений, которые могут повторно засорить систему.

Незакрывающийся клапан обычно проявляет себя следующим образом:

- Неустойчивость холостых оборотов, частая остановка двигателя, пропуски воспламенения;
- Рывки' автомобиля при движении.
- Уменьшение разрежения во впускном коллекторе и как следствие работа инжекторного двигателя на богатой ТВ-смеси

Сам по себе клапан EGR относительно простое устройство, но система управляющая им достаточно сложная. Прежде, чем демонтировать клапан следует убедиться в исправности управляющей системы.

В инструкции по эксплуатации автомобиля рекомендуется проводить регулярный осмотр и чистку клапана и каналов системы EGR. Но водители обычно этим пренебрегают, до полного отказа системы.

4.2. Сигнал разрежения вне нормы

Слабый или отсутствующий сигнал разрежения не 'откроет' пневмоклапан, а Постоянное разрежение — будет поддерживать клапан открытым все время. В таких случаях следует. Проверить правильность подключения' вакуумных шлангов и разрежение на клапане.

В системах, использующих разрежение в индукционном диффузоре применяется вакуумный усилитель, неисправность которого может привести к отключению сигнала разрежения от клапана ЕОК или наоборот — к его постоянной подаче.

Исправно работающая система EGR отключается при прогреве двигателя блокировкой сигнала разрежения термклапаном. Неисправность термклапана приведет к избыточному загрязнению окружающей среды оксидами азота (если термклапан постоянно закрыт) или к неустойчивой работе двигателя, на холостых оборотах и недостаточной приемистости (если термклапан постоянно открыт).

В некоторых системах клапан EGR открывается по совместному действию сигналов разрежения и давления выхлопных газов. В таких системах даже при

хорошем разрежении клапан EGR не откроется, если некоторые компоненты выпускного канала были заменены на нештатные, с более низким сопротивлением газовому потоку (упадет подпор выхлопных газов).

В электронных системах управления двигателем, подача разрежения к диафрагме клапана EGR производится через электроклапан. Электроклапан может работать по принципу открыт/закрыт или с широтой-импульсной модуляцией. В таких системах следует проверять электрический сигнал от ЭБУ на соленоид электроклапана, сам соленоид, целостность каналов подачи разрежения от источника до клапана EGR.

Набор контролируемых параметров системы EGR, считываемых автомобильным диагностическим сканером, зависит от конкретной модели автомобиля, как правило это следующие параметры:

- Величина потока рециркуляции в процентах.
- Коэффициент заполнения управляющего сигнала при работе электроклапана по принципу широтно-импульсной модуляции.
- Коммутационное состояние клапана EGR (включен-выключен)

4.3 Процедуры проверки пневматической системы EGR

1. Прогреть двигатель.

2. Подключить тахометр.

3. Отсоединить вакуумный шланг от клапана EGR и подключить его к манометру. Глядя на манометр увеличивать обороты до 2000 в минуту. Если при этом разрежение возрастает, вакуумная линия до клапана исправна.

4. Подключить вакуумный насос к клапану EGR и установить холостые обороты 1500 в минуту. Подать насосом разрежение 200-250 мм ртутного столба (8-10 дюймов рт. ст.). Если обороты при этом уменьшатся примерно до 1350 в минуту — клапан исправен и открывается. Если в системе используется противодавление выхлопных газов, даже при исправной вакуумной линии клапан EGR не откроется. На холостых оборотах давление выхлопных газов незначительно, необходимо ограничить сечение выхлопной трубы, частично прикрыв ее, тогда клапан откроется.

5. Если, при проведении процедуры по пункту 3 разрежение не регистрируется, то следует проверить всю вакуумную линию до источника разрежения.

Подачу разрежения может контролировать ЭБУ. ЭБУ разрешает, работу EGR после мониторинга следующих устройств:

- Датчика температуры охлаждающей жидкости.

- Датчика скорости вращения коленчатого вала.
- Датчика скорости автомобиля.
- Системы управления топливоподачей (режим работы замкнутый или разомкнутый).
- Датчика положения дроссельной заслонки.

Чтобы разобраться должен ли срабатывать клапан EGR в конкретных условиях следует пользоваться спецификациями изготовителя.

5. Диагностика основных компонентов пневмомеханической системы EGR

Для диагностики необходимы техническая документация от изготовителя и измерительные приборы: автомобильный мультиметр, манометр, ручной вакуумный насос, логический пробник и осциллограф.

5.1. Диагностика терموклапана, датчиков и соленоидов

1. Вольтметром контролируется напряжение на контактах соленоидов в токовом и обесточенном режимах.

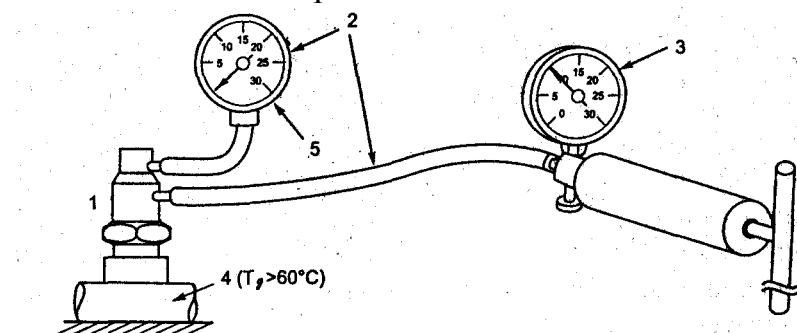


Рис. 10. Процедура проверки вакуумного термоклапана (ВТК):

1 — вакуумный термоклапан, от него отсоединяют вакуумные шланги; 2 — к штуцерам ВТК подключают вакуумный насос с манометром и манометр; 3 — вакуумным насосом подают разрежение примерно 250 мм рт. ст.; 4 — прогревают двигатель, пока не сработает термоклапан ($T_g > 60^\circ\text{C}$); 5 — по манометру проверяют действительно ли клапан ВТК коммутирует разрежение

2. Омметром проверяются сопротивления обмоток датчиков соленоидов и наличие замыкания на «массу».

3. С помощью вакуумного насоса и манометра проверяете правильность работы электро- и термоклапанов (рис. 10).

3. С помощью осциллографа проверяются выходные сигналы всех датчиков, используемых ЭБУ при управлении ЕОК: положения дроссельной заслонки, оборотов коленчатого вала, разрежения во впускном коллекторе и т.п.

5.2. Диагностика основного клапана системы EGR

Типичная неисправность основного клапана — негерметичность диафрагмы в вакуумной камере или неплотная посадка запорного устройства клапана из-за загрязнения.

В системах EGR без, использования противодействия выхлопных газов клапан снимается с двигателя, к его вакуумному входу подключается ручной вакуумный насос, подается разрежение около 250 мм рт. ст. Шток клапана должен втянуться, а запорное устройство — открыться, приложенное разрежение не должно изменяться, а шток менять своего положения, в течение не менее 30 с. В противном случае диафрагма имеет утечку и клапан следует заменить.

В системах EGR с использованием противодействия выхлопных газов основной клапан системы EGR снимать бессмысленно;

так как без подачи давления выхлопных газов он не сработает даже исправный. В этом случае необходимо следовать процедуре проверки, рекомендованной изготовителем, которая обычно предусматривает ограничение прохода выхлопных газов через выхлопную трубу.

5.3. Замена компонентов системы EGR

Это несложная операция, следует соблюдать только следующие правила:

- Резьба термклапанов, работающих в охлаждающей жидкости перед установкой покрывается тонким слоем незатвердевающего герметика, рекомендованного изготовителем.
- При установке основного клапана EGR всегда используется новая прокладка.
- Резьбовые соединения затягиваются с усилиями, рекомендованными производителем для предотвращения утечек разрежения или выхлопных газов.
- Вакуумные-шланги рекомендуется демонтировать и подключать поочередно, чтобы не перепутать.

6. Диагностика систем EGR с электронным управлением

6.1. Электропневматические системы (ЭПС)

Разрежение подается в систему EGR (ЭПС) через нормально открытый электроклапан, который управляется от ЭБУ. Когда система управления подачей топлива работает в разомкнутом режиме, ЭБУ замыкает контакт соленоида электроклапана на массу транзисторным ключом, блокируя подачу разрежения на клапан ЕОК. Если клапан ЕОК открыт в несоответствующем режиме работы двигателя, то это указывает на то, что нет подключения контакта соленоида электроклапана на «массу» или нет напряжения питания на другом контакте его обмотки. Если клапан EGR не открывается — соединение между ЭБУ и контактом соленоида замкнуто на «массу» вне ЭБУ.

Для управления потоком рециркуляции может применяться широтно-импульсная модуляция (рис. 7). ЭБУ периодически замыкает контакт соленоида электроклапана на «массу». Отношение длительности включенного состояния соленоида, к периоду называется коэффициентом заполнения, который измеряется, в процентах. Обычно 0% соответствует блокированию подачи разрежения на клапан, а 100% соответствует полностью открытому клапану.

С помощью мультиметра, подключенного щупами к клемме В (рис. 7) и «массе», можно проконтролировать частоту коммутации соленоида и коэффициент заполнения по среднему значению напряжения на обмотке. Осциллограф для таких измерений дает более наглядную картину, чем мультиметр. На рис. 11 показана типичная осциллограмма напряжения на соленоиде электроклапана с широтно-импульсным управлением.

С диагностическими целями в клапан EGR встраивается вакуумный ключ (поз. 3 на рис. 7). ЭБУ использует сигнал ключа для проверки наличия разрежения в вакуумной линии 1 клапана EGR.

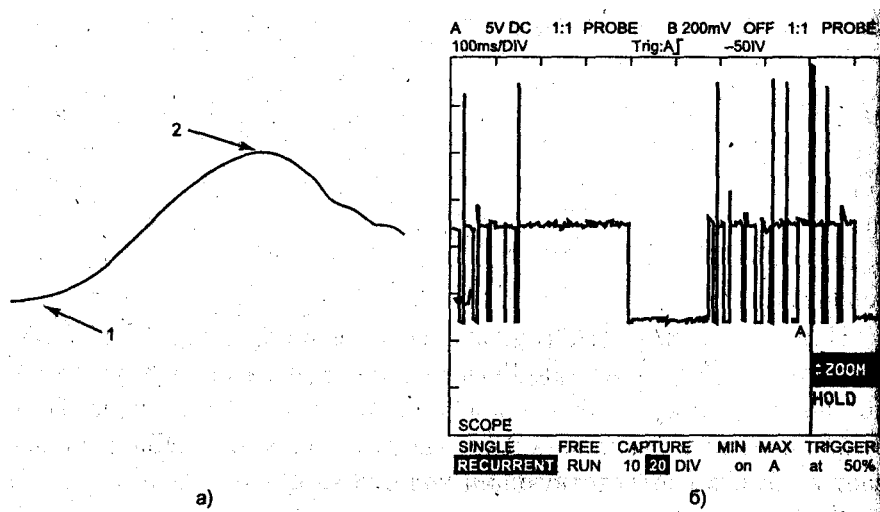


Рис. 11. Осциллограммы сигнала датчика положения клапана EGR (а) и напряжения на обмотке соленоида (б): 1 — клапан закрыт; 2 — клапан открыт

Исправный ключ работает синхронно с электроклапаном, его электрический сигнал можно контролировать с помощью мультиметра, осциллографа или логического пробника, подключенных к контакту С в разъеме 6.

Работа системы рециркуляции, где электроклапан вентилирует пространство над диафрагмой в атмосферу (рис. 8) в принципе аналогична. Потенциометрический датчик 4 положения клапана выдает напряжение 0,5—1,5 В на клемму АЗ когда клапан закрыт и около 4,5 В, когда открыт.

6.2. Диагностика цифровых клапанов EGR

В этих устройствах вакуумный сигнал не используется система полностью электрическая. В цифровом клапане EGR реализуется преобразование двоичного кода сигнала от ЭБУ в площадь поперечного сечения проходного канала для выхлопных газов между впускным и выпускным коллекторами. Соленоиды в цифровом клапане коммутируются на «массу» транзисторами в ЭБУ независимо друг от друга.

При двухразрядном управлении цифровым клапаном, ЭБУ проверяет работу системы EGR открывая каждый из двух каналов по отдельности и фиксируя реакцию датчика кислорода. При отличии сигнала датчика кислорода от ожидаемого, ЭБУ записывает в память соответствующий код ошибки.

При трехразрядном управлении цифровым клапаном тестирование сводится к контролю сигнала датчика давления во впускном коллекторе, где разрежение должно изменяться соответствующим образом.

При диагностировании цифровых клапанов EGR двигатель прогревают, регулятор холостых оборотов должен быть отключен; в противном случае ЭБУ будет их стабилизировать,

На рис. 12 показан двухразрядный цифровой клапан EGR. При замыкании переключкой на «массу» клеммы С соленоида 1 обороты двигателя должны уменьшиться и вернуться к прежнему значению после снятия переключки. Если замкнуть клемму А второго соленоида, где сечение проходного отверстия больше, обороты уменьшатся сильнее, двигатель заработает неустойчиво может заглохнуть.

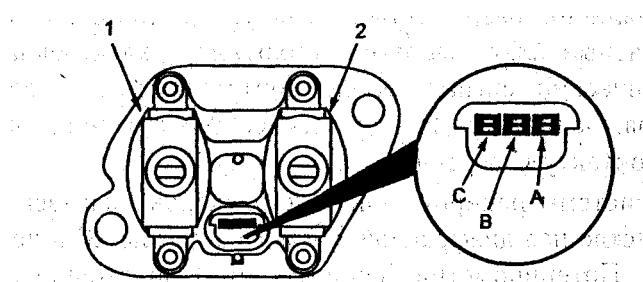


Рис. 12. Цифровой клапан с двумя отверстиями:
1 — первый соленоид; 2 — второй соленоид

Система с тремя клапанами проверяется аналогично с таким же наблюдаемыми последствиями. Если при коммутации одного из соленоидов режим работы двигателя не изменяется, то это соленоид неисправен или нет поступления выхлопных газов через его проходное отверстие.

В заключение следует отметить, что разработаны и уже применяются клапаны EGR, сходные по конструкции с регулятором холостых оборотов. Здесь клапан приводится в действие исполнительным механизмом, например, шаговым электродвигателем управляемым от ЭБУ по совокупности сигналов определенных датчиков. Сигнал разрежения не используется. Клапан перемещается равномерно, плавно регулируя сечение для прохода выхлопных газов.

Диагностика датчиков электронной системы управления двигателем

1. Датчик температуры двигателя

Датчик температуры охлаждающей жидкости (рис. 1 а), является, датчиком температуры двигателя (ДТД) и представляет собой термистор т.е. полупроводниковый резистор, сопротивление которого изменяется от температуры. Датчик ввернут в проточный патрубок охлаждающей системы двигателя (рис. 1б) и постоянно находится в потоке охлаждающей жидкости. При низкой температуре двигателя датчик имеет высокое сопротивление (около 100 кОм при -40°C), а при высокой температуре — низкое (10—30 Ом при 130°C). Электронный блок управления двигателем (ЭБУ-Д) подает к датчику через сопротивление определенной величины стабилизированное напряжение 5 В и с помощью делителя измеряет падение напряжения на датчике. Оно будет высоким на холодном двигателе и низким, когда двигатель прогрет. По измеренному падению напряжения на датчике блок управления определяет температуру охлаждающей жидкости. Эта температура влияет на работу большинства систем, которыми управляет электронная автоматика.

Например, по температуре двигателя корректируется состав топливовоздушной смеси (ТВ-смеси): для холодного двигателя смесь должна быть обогащена, для прогретого обеднена. Угол опережения зажигания также корректируется по температуре двигателя.

Обрыв (плохое соединение) в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости интерпретируется в ЭБУ-Д как низкая температура двигателя. ТВ-смесь при этом излишне обогащается, и двигатель начинает работать неэкономично, загрязняет окружающую среду. В регистраторе неисправностей (в памяти ЭБУ-Д) будет записан код «Работа двигателя на богатой ТВ-смеси».

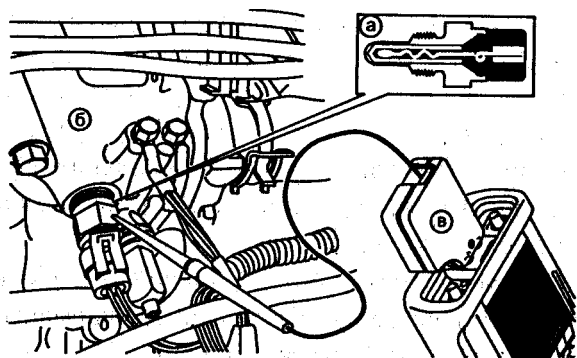


Рис. 1. Датчик температуры охлаждающей жидкости на двигателе автомобиля

«Ford»: а — конструктивная модель датчика; б — расположение датчика на проточном патрубке; в — контактный пирометр для измерения температуры датчика

Замыкание в цепи или неисправность датчика температуры охлаждающей жидкости интерпретируется в ЭБУ-Д как перегрев двигателя. Система впрыска топлива будет формировать переобедненную ТВ-смесь, и работа двигателя станет неустойчивой. В памяти регистратора ЭБУ-Д запишется код неисправности «Работа двигателя на бедной ТВ-смеси».

Датчик температуры охлаждающей жидкости следует проверять в следующих случаях:

- при обнаружении в регистраторе неисправностей соответствующих кодов;
- при затрудненном пуске, неустойчивой работе или остановках двигателя на холостом ходу;
- при повышенном расходе топлива, детонации или повышенной концентрации СО в выхлопных газах;
- при негаснущей контрольной лампе «перегрев двигателя» (если имеется).

2. Предварительная проверка компонентов системы охлаждения двигателя

Перед проверкой датчика температуры охлаждающей жидкости следует убедиться в исправности системы охлаждения двигателя.

Система охлаждения должна быть правильно заправлена охладителем. Радиатор и резервуар расширителя должны быть заполнены по норме. Крышка радиатора снимается только на холодном двигателе, иначе охладитель с рабочей температурой более 100 °С может причинить ожоги. Для нормального функционирования датчика его рабочая часть должна постоянно находиться в потоке охлаждающей жидкости.

Крышка радиатора должна быть герметичной, иначе в системе охлаждения могут образоваться воздушные «карманы» и показания датчика температуры будут неверными.

Состав охладителя должен соответствовать рекомендациям производителя. Обычно используется смесь 50% воды и 50% антифриза. Такая смесь оптимальна по теплопроводности.

Вентилятор должен нормально работать, чтобы двигатель не перегревался.

Если в системе охлаждения установлены термостат или электроконтактный термовыключатель, то необходимо убедиться в их работоспособности.

3. Диагностика датчика температуры охлаждающей жидкости с помощью мультиметра и контактного пирометра

С помощью мультиметра проверяется сопротивление терморезистора в отключенном от жгута датчике. Выходное напряжение датчика проверяется при подключенном жгуте. Оба этих параметра должны соответствовать спецификации. Для некоторых моделей американских автомобилей стандартные значения указанных параметров датчиков температуры приведены в таблице 1.

Непосредственно на работающем двигателе автомобиля температура проверяемого датчика может быть проконтролирована с помощью контактного пирометра (рис. 1в).

Если датчик температуры исправен, а соответствующий код неисправности сохраняется в памяти ЭБУ-Д, то скорее всего проблема с соединительным жгутом. Проводка между датчиком и ЭБУ-Д проверяется по методикам и диагностическим картам прс изводителя.

Неисправный датчик не будет соответствовать стандартным параметрам и должен быть заменен, так как ремонту не подлежит.

Номинальное (рабочее) значение температуры охлаждающей жидкости варьируется в зависимости от моделей двигателя. На одних моделях термостат открывается при температуре 82 °С, на других — при 90 °С и выше. Прежде чем заменять датчик, следует, убедиться, что двигатель работает с температурой, оговоренной в спецификации. Обычно считается, что двигатель полностью прогрет, когда вентилятор включился и выключился два раза.

Таблица 1

°C	General Motors		Ford	
	Сопротивление, Ом	Напряжение, В	Сопротивление, Ом	Напряжение, В
-40	>100000	4,95		
-8	14628	4,68		
0	9420	4,52		
10	5670	4,25	58750	3,52
20	3520	3,89	37300	3,06
30	2238	3,46	24270	2,26
40	1459	2,97	16150	2,16
50	973	2,47	10970	1,72
60	667	2,00	7600	1,35
70	467	1,59	5370	1,04
80	332	1,25	3840	0,80
90	241	0,97	2800	0,61
100	177	0,75	2070	0,47
110			1550	0,36
120			1180	0,28

4. Диагностика датчика температуры охлаждающей жидкости с помощью сканера

На дисплей сканера подключенного к бортовому диагностическому разъему, выводятся текущие значения температуры охлаждающей жидкости. Измерение текущего (изменяющегося под воздействием температуры) значения сопротивления датчика не требуется, так как сканер автоматически сопоставляет эти значения с указанными в спецификации значениями напряжения и температуры датчика. Эти значения сравниваются со значениями температуры, полученными с помощью пирометра. Если разница превышает 5 °C, проверяются на исправность цепь подключения, датчика к ЭБУ-Д и разъем, на датчике, контакты которого не должны быть окислены. При исправном жгуте датчик, заменяют.

5. Датчик положения дроссельной заслонки

Датчик положения дроссельной заслонки (ДПД) установлен сбоку на дроссельном патрубке и связан (механически сочленен) с осью дроссельной заслонки. Датчик представляет собой трех- выводной потенциометр, на один вывод которого подается плюс стабилизированного напряжения питания 5 В, а другой вывод соединен с «массой». С третьего вывода потенциометра (от ползунка) снимается выходной сигнал для ЭБУ-Д. Когда от воздействия на педаль управления дроссельная заслонка-поворачивается, изменяется напряжение на выходе датчика. При закрытой дроссельной заслонке оно ниже 1 В. Когда заслонка открывается, напряжение на выходе датчика растет и при полностью открытой заслонке должно быть не менее 4 В. Отслеживая выходное напряжение датчика, электронный блок управления корректирует количество впрыснутого форсунками топлива, в зависимости от угла открытия дроссельной заслонки. Так в системах топливного питания с электронноуправляемым впрыском реализуется акселерация. В большинстве случаев ДПД не требует никакой регулировки, так как блок управления воспринимает холостой ход (т.е. полное закрытие дроссельной заслонки), как нулевую отметку. Однако датчики положения дроссельной заслонки некоторых производителей нуждаются в настройке, которая в таком случае выполняется по спецификации и методике производителя.

В соответствии с требованием стандарта исправный ДПД должен выдавать напряжение в диапазоне 0,5...4,5 В в зависимости от положения дроссельной заслонки. Сигнал при повороте дроссельной заслонки должен меняться плавно, без скачков и провалов.

При проверке ДПД наиболее эффективным оказывается применение автомобильных цифровых запоминающих осциллографов (например, «Fluke 98»).

На рис. 2 показано подключение ДПД к автомобильному осциллографу, на рис. 3 — осциллограммы. По осциллограмме сразу видно, исправен датчик или нет. Наличие провалов или скачков, в выходном напряжении ДПД обязательно приводит к неправильной работе системы управления двигателем и ухудшению ездовых характеристик двигателя.

Провалы и скачки в выходном сигнале ДПД могут иметь длительность порядка миллисекунд и не могут быть обнаружены с помощью обычного вольтметра. Они появляются при износе резистивного слоя или ползунка в потенциометрическом датчике.

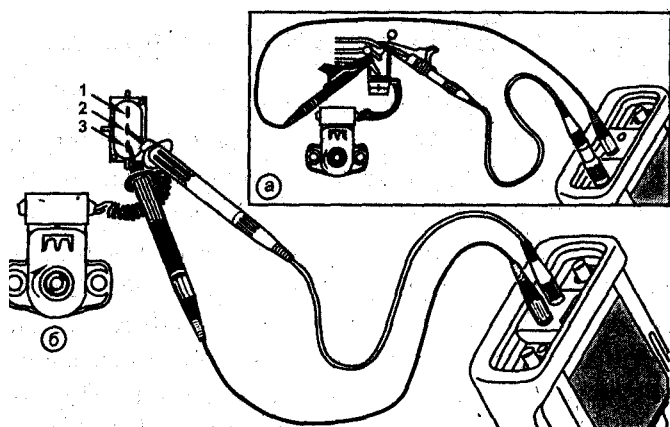


Рис. 2. Проверка датчика положения дроссельной заслонки:
а — в цепи на борту автомобиля; б — вне цепи;
1 — питание +5 В, 2 — сигнал, 3 — общий (масса)

6. Датчик концентрации кислорода

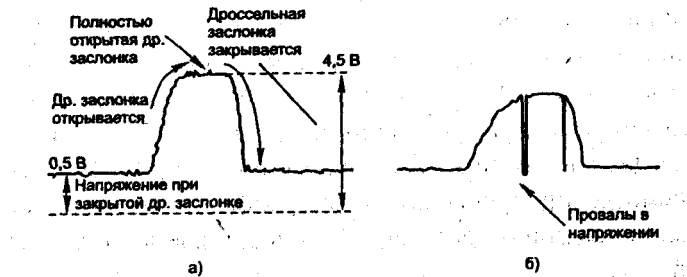


Рис. 3. Осциллограммы сигналов исправного (а) и неисправного (б) датчиков положения дроссельной заслонки

Нужен автомобильный мультиметр с режимом определения максимального и минимального значения сигнала или запоминающий осциллограф. ДПД следует проверять в следующих случаях:

- при получении соответствующих кодов неисправностей;
- при затрудненном пуске, неустойчивой работе или остановках двигателя на холостом ходу;
- при повышенном расходе топлива, детонации, обратной вспышке, задержках, провалах, подергивании двигателя и т.д.

6. Датчик концентрации кислорода

В современных автомобильных двигателях, снабженных системой впрыска топлива и каталитическим нейтрализатором, необходимо точно контролировать состав топливовоздушной смеси (ТВ-смеси) и поддерживать коэффициент избытка воздуха на постоянном уровне ($\alpha = 1$), чем обеспечиваются экономия топлива и уменьшение содержания токсичных веществ в выхлопе, для этого применяются датчики концентрации кислорода (ДКК), устанавливаемые в системе отвода выхлопных газов, вырабатывающие сигнал, зависящий от концентрации кислорода в выхлопе. При изменении концентрации кислорода в отработанных газах ДКК формирует выходное напряжение, которое изменяется приблизительно от 0,1 В (высокое содержание кислорода — бедная смесь), до 0,9 В (при низком содержании кислорода — богатая смесь). Для нормальной работы датчик должен иметь температуру не ниже 300 °С. Поэтому для быстрого прогрева датчика после пуска двигателя, в него встроен нагревательный элемент. Сигнал от ДКК используется в ЭБУ двигателя для

коррекции длительности открытого состояния форсунок и поддержания тем самым стехиометрического состава топливовоздушной смеси. Если смесь бедная (низкая разность потенциалов на выходе датчика), то в ЭБУ-Д вырабатывается команда на обогащение смеси. Если смесь богатая (высокая разность потенциалов) — дается команда на обеднение смеси.

В основном используются циркониевые и титановые датчики концентрации кислорода, работа которых основывается на том, факте, что их выходное напряжение остается постоянным (равным 0,45 В при $\alpha = 1$), но может изменяться -скачком от 0,1 В до 0,9 В при изменении коэффициента избытка воздуха в диапазоне $\alpha = 0,99 \dots 11,1$ при переходе через значение $\alpha = 1$.

Имеется несколько разновидностей датчиков концентрации кислорода.

- Датчик одним потенциальным выводом и заземляемым корпусом. От потенциального вывода сигнал поступает в ЭБУ-Д. В качестве второго сигнального провода используется «масса» автомобиля;

- Датчик с двумя потенциальными выводами. Здесь измерительная цепь датчика не связана с «массой», а используется второй провод;

- Датчик с тремя выводами, на одном из которых — измерительный сигнал, два провода — для питания электронагревателя датчика. В качестве измерительной «земли» используется «масса» автомобиля;

- Датчик с четырьмя выводами. Здесь и нагреватель и датчик изолированы от «массы».

7. Диагностика датчика концентрации кислорода с помощью сканера

Процедура диагностирования следующая.

- Подключить сканер к диагностическому разъему автомобиля.
- В режиме холостого хода хорошо прогреть двигатель и датчик концентрации кислорода, затем поднять обороты до 2500 об/мин.
- Убедиться, что система управления двигателем работает в замкнутом режиме.
- Установить на сканере режим записи параметров ДКК и произвести запись.
- Просмотреть запись и определить параметры выходного сигнала датчика кислорода.
- При исправности системы подачи топлива и датчика ДКК, амплитуда сигнала должна равномерно колебаться с частотой 3 — 10 Гц

(чем выше частота сигнала, тем надежнее работает система) при постоянной скорости вращений коленвала двигателя. Нижний уровень сигнала должен находиться в диапазоне 0,1 - 0,3 В, верхний — между уровнями 0,6 - 0,9 В. Фронты сигнала крутые.

8. Диагностика датчика концентрации кислорода с помощью мультиметра

Используется цифровой мультиметр (лучше автомобильный) в режиме измерения постоянного напряжения с высоким входным сопротивлением. Подключение мультиметра к датчику кислорода показано на рис. 4.

Двигатель прогревают, система управления должна работать в замкнутом режиме, мультиметр покажет среднее значение напряжения на выходе датчика:

- если датчик не реагирует на изменяющуюся концентрацию кислорода в выхлопных газах, на его выходе будет постоянное напряжение примерно 450 мВ. Однако вывод о неисправности датчика делать преждевременно, так как исправный датчик с симметричным выходным сигналом даст выходной сигнал со средним значением напряжения 450 — 500 мВ;

- показания более 550 мВ означают, что большую часть времени напряжение на выходе датчика высокое, т.е. топливная система подает в двигатель богатую смесь, или датчик закоксован;

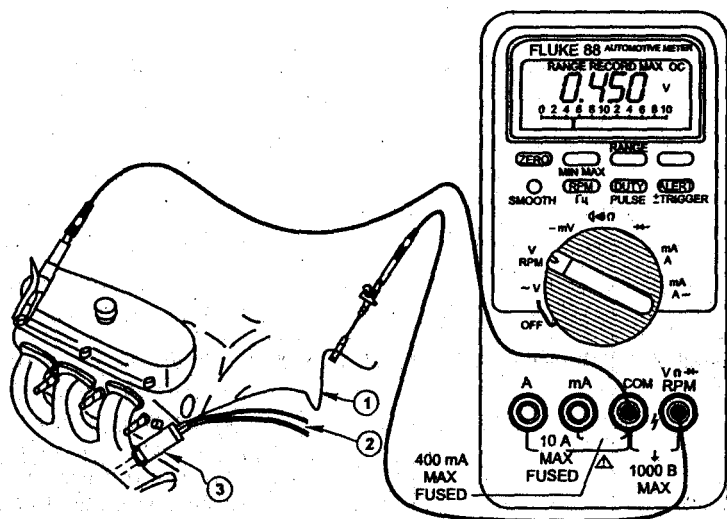


Рис. 4. Подключение мультиметра к датчику кислорода: 1 — сигнальный провод; 2 — провода нагревателя; 3 — датчик

Мин. напряжение, мВ	Макс. напряжение, мВ	Среднее значение, мВ	Комментарий
---------------------	----------------------	----------------------	-------------

• показания менее 350 мВ означают, что большую часть времени напряжение на выходе датчика низкое, т. е. топливная система подает в двигатель бедную смесь. Возможна утечка разрежения во впускном коллекторе или ограничена подача топлива через засорившиеся фильтр или форсунку. Если используемый мультиметр поддерживает режим определения максимального и минимального значений сигнала, результат будет более информативен (табл. 2).

Таблица 2

Мин. напряжение, мВ	Макс. напряжение, мВ	Среднее значение, мВ	Комментарий
Меньше 200	Больше 800	400—500	Датчик исправен
Больше 200	Любое	400—500	Датчик неисправен
Любое	Меньше 800	400—500	Датчик неисправен
Меньше 200	Больше 800	Меньше 400	Система работает «как бы» на обедненной смеси. Следует проверить наличие Поступления (подсасывания) воздуха в выпускной коллектор до датчика кислорода
Меньше 200	Меньше 800	Меньше 400	Система работает на обедненной смеси. Следует добавить пропан (из переносного баллона с редуктором) через патрубок забора воздуха, чтобы проверить правильность реакции датчика кислорода на обогащение
Меньше 200	Больше 800	Больше 500	Система работает на богатой смеси
Больше 200	Больше 800	Больше 500	Система работает на богатой смеси. Следует отключить вакуумный шланг от штуцера задрессельной зоны впускного коллектора

9. Проверка датчика кислорода с помощью осциллографа

Осциллограф является удобным средством для проверки датчика кислорода. Прибор подключается к выходу датчика, двигатель прогревается, система управления должна работать в замкнутом режиме. Осциллограмма для случая полной исправности датчика ДКК показана на рис. 5: колебания равномерные, максимальное напряжение больше 800 мВ, минимальное меньше 200 мВ, частота 0,5 — 10 Гц, фронты крутые.

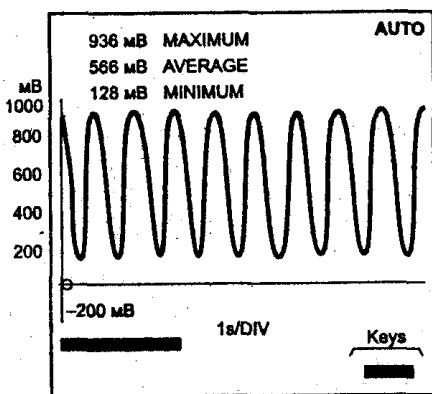


Рис. 5. Сигнал исправного датчика кислорода

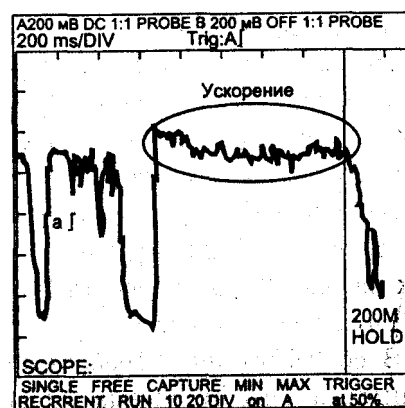


Рис. 6. Выходные сигналы датчика кислорода в различных режимах

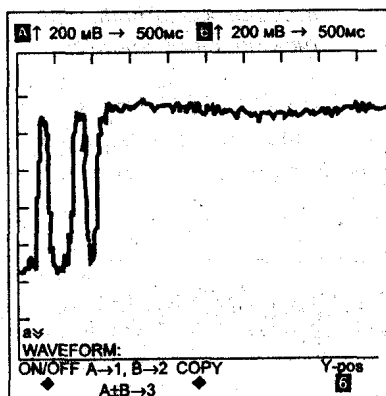


Рис. 7. Выходной сигнал датчика кислорода при подаче пропана

На рис. 6 представлены осциллограммы выходного сигнала датчика кислорода при ускорении и торможении автомобиля на испытательном тормозном стенде. Топливная смесь соответственно обогащается или обедняется.

По осциллограмме выходного сигнала датчика кислорода можно проверить правильность работы системы управления двигателем в замкнутом режиме. Двигатель должен быть прогрет. Наблюдая за экраном осциллографа, следует подать немного пропана из баллона в воздухозаборник двигателя. Датчик отреагирует на обогащение смеси: осциллограмма сначала будет такой, как показано на рис. 7, затем ЭБУ-Д уменьшит подачу топлива, и снова установятся колебания, как на рис. 5. После прекращения подачи пропана сначала осциллограмма будет, как на рис. 8, затем восстановится рабочий режим (рис. 5).

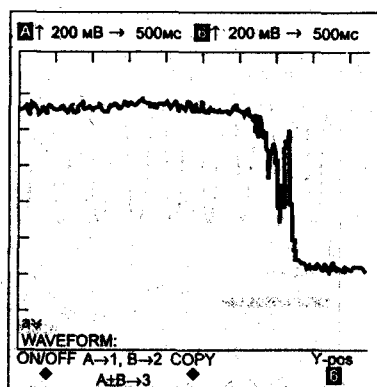


Рис. 8. Выходной сигнал датчика кислорода при отключении пропана

В соответствии с требованиями стандарта OBD-II система управления двигателем с двумя датчиками кислорода контролирует исправность каталитического нейтрализатора. Для этого используется второй датчик кислорода, на его выходе. На рис. 9 показаны две осциллограммы выходных напряжений датчиков кислорода на входе и выходе каталитического нейтрализатора.

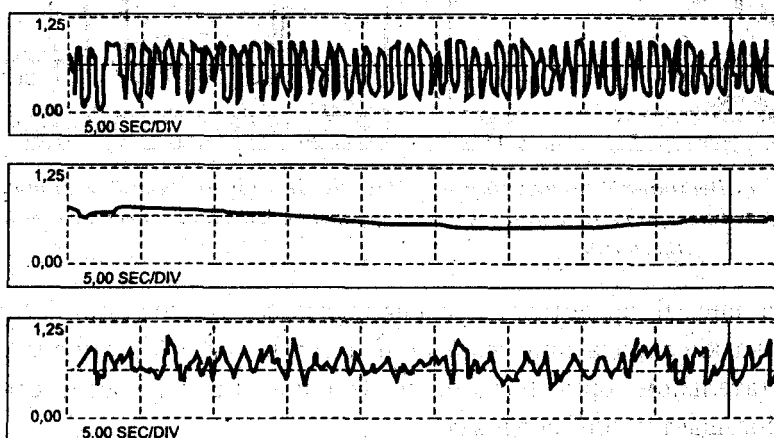


Рис. 9. Сигнал первого датчика кислорода на входе каталитического нейтрализатора (вверху); сигнал второго датчика кислорода на выходе эффективного (исправного) каталитического нейтрализатора (в середине) и сигнал второго датчика кислорода на выходе неэффективного (засоренного) каталитического нейтрализатора (внизу)

10. Неисправности, приводящие к неверным показаниям датчика кислорода

Напомним, что датчик кислорода реагирует на парциальное давление кислорода в выхлопном газе, а не на наличие топлива. Поэтому в некоторых случаях датчик кислорода ложно индицирует либо бедную, либо богатую, смесь.

- При пропуске зажигания (например, неисправна или закоксована свеча) не вступивший в реакцию горения кислород поступает из цилиндра в выпускной коллектор, где датчик кислорода ложно регистрирует обеднение топливовоздушной смеси.
- При негерметичности выпускного; коллектора датчик кислорода будет реагировать на кислород воздуха, поступающего извне.

В любых случаях электронный блок управления двигателем реагирует на ложное обеднение ТВ-смеси как на истинное и автоматически увеличивает подачу топлива в цилиндры. Это приводит к забрызгиванию свечей зажигания, к пропускам воспламенения и к значительному перерасходу топлива.

Датчик кислорода выдает ложный сигнал об обогащении ТВ-смеси, если имеет место «отравление» датчика. Отравление наступает при появлении некоторых веществ в выпускном коллекторе, что вызывает изменение статических характеристик датчика кислорода и постепенный выход его из

строю. Чаще всего отравителями являются свинец (Pb) из этилированного бензина или кремний (Si) из силиконовых герметиков (рис. 10).

Ложное обогащение может иметь место и при неисправности перепускного клапана в системе рециркуляции выхлопных газов, от электрических наводок со стороны близкорасположенного высоковольтного провода системы зажигания, а также при плохом заземлении датчика кислорода.

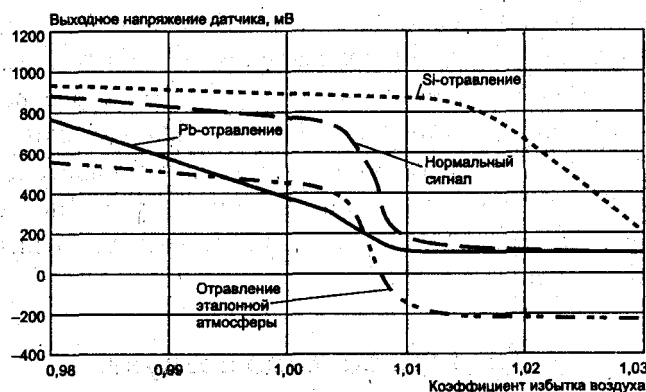


Рис. 10. Влияние различных факторов на характеристики датчика кислорода

11. Внешний осмотр датчика кислорода

Неисправный датчик кислорода ремонту не подлежит и требует замены, но перед заменой целесообразно внимательно осмотреть снятый датчик. Это поможет выяснить причину, из-за которой датчик вышел из строя. В противном случае новый датчик прослужит недолго.

- Черная сажа на датчике обычно образуется при работе на богатой ТВ-смеси.
- Отложение на датчике белого (как мел) порошка бывает при «отравлении» датчика кремнием, например, если при ремонте двигателя был неправильно применен силиконовый герметик.
- Наличие белого песка на датчике означает его отравление антифризом из системы охлаждения. Датчик в этом случае может быть и зеленого цвета, при этом, скорее всего, дефектны головка цилиндров или прокладка головки.
- Темно-коричневые отложения на датчике свидетельствуют, что в выхлопных газах слишком много масла (не исправна система вентиляции картера, изношены уплотнительные кольца поршней и т. д.).

12. Датчики расхода воздуха

Электронная система управления впрыском топлива нуждается в информации о массе поступающего в цилиндры воздуха. Для измерения объема воздуха используются расходомеры, для измерения массы воздуха — массметры.

Для определения массы воздуха с помощью расходомера (по объемному расходу воздуха) в ЭБУ-Д решается уравнение, где в качестве исходных параметров используются значения сигналов от четырех датчиков: разрежения во впускном коллекторе, положения дроссельной заслонки, температуры охлаждающей жидкости и температуры воздуха во впускном коллекторе. Датчик объемного расхода воздуха (расходомер) обычно выполняется с измерительной (парусной) заслонкой (рис. 11).

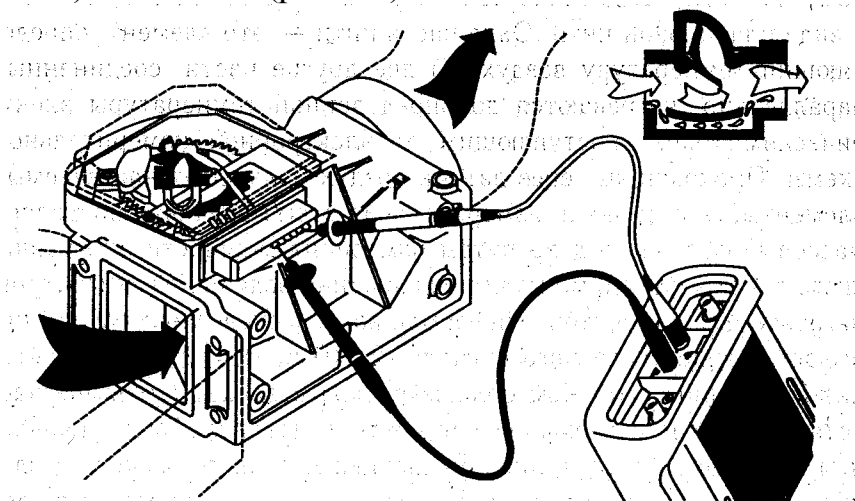


Рис. 11. Датчик расхода воздуха с измерительной заслонкой

Воздушный поток воздействует на измерительную (парусную) заслонку прямоугольной формы. Заслонка закреплена на оси электрического потенциометра, на который подается стабилизированное напряжение +5 В от ЭБУ-Д. Поворот заслонки преобразуется потенциометром в напряжение, пропорциональное объемному расходу воздуха.

Воздействие воздушного потока на измерительную заслонку уравнивается пружиной. Для гашения колебаний вызванных пульсациями воздушного потока и динамическими воздействиями, характерными для автомобиля (особенно при езде по плохим дорогам), в расходомере имеется пневматический демпфер.

Из сказанного ясно, что основой датчика в расходомере воздуха с измерительной заслонкой является потенциометрический преобразователь. Диагностика его неисправностей проводится так же, как и для ДПД (см. «Ремонт & Сервис», № 9, 2002). На последних моделях автомобилей расходомеры воздуха не применяются, их заменили массметрами.

Датчик массового расхода воздуха (массметр) устанавливается между воздушным фильтром и шлангом, идущим к дроссельному патрубку. В датчике используется чувствительный элемент в виде платиновой нити. Одна часть нити — это элемент, определяющий температуру воздуха, две другие части, соединенные параллельно, нагреваются до определенной температуры электрическим током, поступающим от электронной измерительной схемы. Проходящий через датчик воздух охлаждает нагреваемые элементы. Электронная измерительная схема датчика определяет массовый расход воздуха путем измерения мощности электрического тока, необходимой для поддержания заданной температуры нагреваемых элементов. Информацию о расходе воздуха датчик выдает в виде частотного сигнала (2...10 кГц) или в виде постоянного напряжения. Чем больше расход воздуха, тем выше частота сигнала или выходное напряжение датчика. Блок управления использует информацию от датчика массового расхода воздуха для формирования длительности импульса, определяющего время открытого состояния форсунок.

Прежде чем проверять датчик расхода воздуха (независимо от его конструкции), следует убедиться в герметичности системы подачи воздуха в двигатель (рис. 12). Весь воздух, поступающий в двигатель, должен проходить только через датчик расхода воздуха, иначе ЭБУ-Д будет обеднять ТВ-смесь.

При нарушении герметичности в системе подачи воздуха следует с помощью сканирующего тестера определить средние коэффициенты коррекции подачи топлива в двух случаях: на холостых оборотах, и на повышенных оборотах 3000 об/мин. В первом случае (на холостых оборотах) сканер зафиксирует обеднение ТВ-смеси, а во втором (на 3000 об/мин) — увеличенное потребление воздуха станет незаметным.

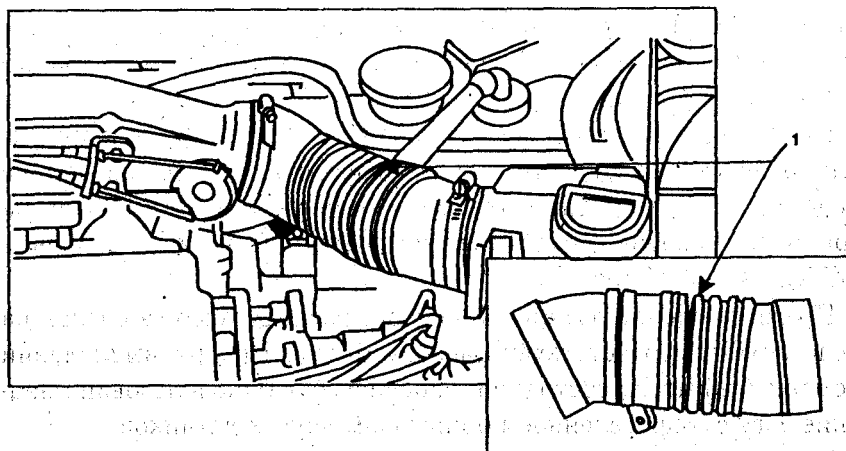


Рис. 12. Впускная система двигателя. 1 — следует проверить, нет ли трещин в гофрированном соединительном шланге (шноркеле)

Выходной сигнал исправного датчика массового расхода воздуха независимо от его конструкции (с выходом по напряжению или по частоте) должен линейно меняться с изменением оборотов двигателя. Для проверки этого можно использовать мультиметр или осциллограф.

Датчик массового расхода воздуха следует проверять в следующих случаях:

- при получении соответствующих кодов неисправностей;
- при затрудненном пуске или невозможности запуска двигателя;
- при неустойчивой работе или остановках двигателя на холостом ходу;
- при повышенном расходе топлива, обратной вспышке, детонации, неисправностях каталитического нейтрализатора;

При проведении диагностики датчиков ЭСАУ-Д с помощью сканирующего тестера следует иметь в виду, что схема электронного резервирования в ЭБУ-Д заменяет показания неисправных датчиков на аварийные значения и использует их в управляющих алгоритмах. При этом параметры выходных сигналов датчиков (напряжение, частота) будут иметь как бы истинные значения.

Например, при отключении датчика температуры охлаждающей жидкости на двигателе с температурой $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ сигнал на входе ЭБУ-Д будет соответствовать температуре $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$, и в алгоритме управления будет задействовано аварийное значение $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$, как истинное.

При отключении датчика массового расхода воздуха сигнал на входе ЭБУ-Д соответствует расходу 0 г/с . Но при вычислении времени открытого состояния

форсунок будет использовано значение 7 г/с , определенное по сигналам других датчиков.

В подозрительной (неопределенной) ситуации следует проверить как значение информационного параметра сигнала датчика, так и значение измеряемой физической величины в ЭБУ-Д. Например, при подозрении на неисправность датчика температуры двигателя надо измерить и напряжение на выходе датчика температуры охлаждающей жидкости, и температуру, используемую в ЭБУ-Д.

13. Индукционные датчики углового положения и угловой скорости

Индукционные датчики используются при определении скорости автомобиля в системах АБС и круиз-контроля, а также для определения углового положения и частоты вращения коленчатого и распределительного валов.

Индукционный датчик (рис. 13) состоит из постоянного магнита с обмоткой и зубчатого диска-ротора, закрепленного в ступице или на валу. При вращении зубчатого диска в обмотке датчика наводится ЭДС. Например, для АБС диск-ротор имеет 45 зубцов, что соответствует одному периоду выходного напряжения на 8° поворота. Частота выходного сигнала пропорциональна скорости вращения автомобильного колеса. ЭБУ-АБС использует эту информацию для определения скорости вращения колес и ускорения при торможении.

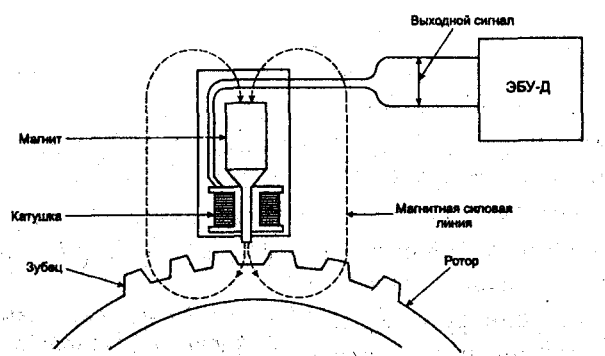


Рис. 13. Датчик скорости вращения колеса

В датчике положения коленчатого вала два зубца на роторе отсутствуют для синхронизации.

Чувствительность индукционных датчиков зависит от скорости вращения задающего диска-ротора. Современные датчики выполняются, как правило, на основе магнитоуправляемых микросхем, благодаря чему выдают сигнал даже при остановленном зубчатом диске.

Датчики углового положения лучше проверять с помощью осциллографа (рис. 14). На рис. 15 показаны характерные осциллограммы.

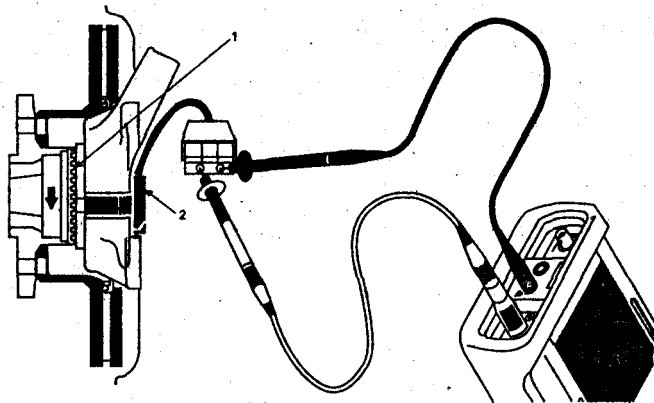


Рис. 14. Проверка датчика скорости АБС с помощью осциллографа:
1 — задающий зубчатый диск-ротор; 2 — датчик

Датчик положения и частоты вращения коленчатого вала — единственный в электронной системе управления двигателем, для которого не может быть сформировано аварийное значение сигнала при неисправности. При выходе его из строя синхронизация систем зажигания и впрыска топлива нарушается и двигатель перестает работать.

В заключение следует отметить, что работы по проверке работоспособности датчиков автомобильных электронных систем управления не регламентируются и проводятся в случаях обнаружения соответствующих неисправностей.

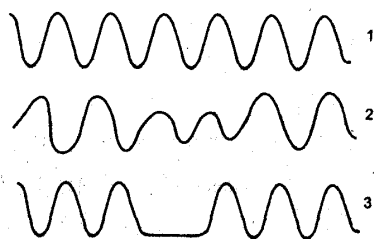


Рис. 15. Осциллограммы сигналов датчика угловой скорости для АБС:
1 — нормальный. 2 — подшипник изношен или отсутствует, 3 — пропущен один зубец

Системы активной и пассивной безопасности автомобиля

Системы обеспечения безопасности водителя и пассажиров в автомобиле можно классифицировать как активные и пассивные. Активные — это различные технические устройства, которые уменьшают вероятность попадания автомобиля в аварийную! ситуацию. Пассивные системы предназначены для обеспечения! безопасности людей в автомобиле, когда авария все-таки произошла.

1. Системы активной безопасности

1.1. Антиблокировочная система торможения

С 2000 г. практически все выпускаемые автомобили стоимостью выше 12 тысяч долларов имеют в стандартной комплектации или в качестве опций тормоза с антиблокировочной системой (Antiblock Brakes System, ABS). Система ABS была создана для предотвращения блокировки колес во время торможения, чтобы избежать их юза на дороге. Сила трения между затормаживаемым колесом и дорожным покрытием зависит от соотношения между скоростью движения автомобиля и угловой скоростью вращения колеса. Тормозной путь автомобиля минимален, если коэффициент скольжения S шины относительно дороги не более 30%. Электронный блок управления (ЭБУ) определяет скольжение по формуле [13]:

$$S = [(V_a - V_k)/V_a] \cdot 100\%,$$

где V_a — скорость движения автомобиля, приведенная к скорости V_k — вращения колеса.

Скорость вращения каждого колеса в отдельности определяется колесными датчиками. В некоторых системах ABS - скольжение определяется с помощью линейных акселерометров.

Исполнительным механизмом системы ABS является многоканальный гидравлический модулятор, который по команде ЭБУ уменьшает или увеличивает давление тормозной жидкости в колесных тормозных цилиндрах при нажатии на педаль тормоза, не допуская блокировки колес вплоть до полной остановки автомобиля.

При блокировке любого колеса, любой пары колес или всех колес автомобиль теряет управляемость, поэтому блокировка может привести к аварии. В системе ABS колесные датчики определяют какое колесо может быть заблокировано и гидромодулятор уменьшает давление тормозных колодок на тормозной диск этого колеса. В результате автомобиль продолжает движение, не теряя сцепления с дорогой и остается управляемым. Вероятность возникновения аварийной ситуации уменьшается.

На рисунке 1 показана траектория движения автомобиля на крутом скользком повороте с включенной и отключенной системой ABS.

Концепция системы антиблокировки тормозов давно известна, но практическая реализация стала возможной после появления малогабаритных и высоконадежных колесных датчиков, а также быстродействующих малогабаритных средств обработки информации — электронных микроконтроллеров. Например, фирма BOSCH (ФРГ) производит системы ABS серийно с 1978 года. В 1995 году выпущен 20-миллионный экземпляр.

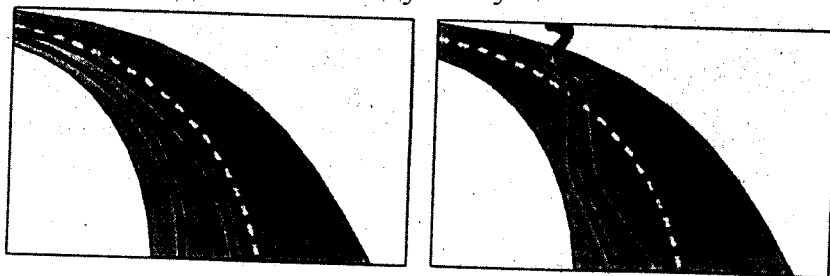


Рис. 1. Верхняя траектория — ABS включена, нижняя — ABS отключена

Однако статистика показала, что внедрение систем ABS не привело к ожидаемому сокращению дорожно-транспортных происшествий. По этому поводу разработчики систем ABS полагают, что большинство водителей не умеют правильно пользоваться новой системой торможения: вместо резкого, сильного и одноразового нажатия на педаль тормоза в критических ситуациях водитель, не доверяя системе ABS, тормозит традиционно: многократно и часто нажимает на педаль. В стадии разработки находятся более совершенные системы ABS, повышающие давление тормозной жидкости в аварийной ситуации при резком увеличении скорости движения тормозной педали.

Тормозные системы автомобилей постоянно совершенствуются. На автомобилях Mercedes Benz планируют устанавливать тормозные диски из керамических сплавов и углепластика. Он легче стальных на 6 кг, не боится перегрева и имеет пробег до замены 300 тыс. км.

Для уменьшения времени срабатывания тормозной системы ABS несколько ведущих фирм — производителей автомобилей работают над созданием тормозов с электроприводом, что позволит заменить гидравлику на электропривод, повысить надежность быстродействие процессов торможения.

Применение электропривода в новых автомобильных системах (например для управления клапанами в газораспределительном механизме, в тормозной системе и т. д.) приводит к необходимости увеличения мощности установленного электрогенератора. При этом ток потребления при напряжении автомобильной бортовой сети 14 В оказывается недопустимо большим. В связи с этим

предусматривается постепенный переход на напряжение автомобильной бортсети с напряжением 42 В. Сегодня наиболее рациональным, представляются гибридные сети тремя уровнями напряжения:

42 В — для питания силовых потребителей — стартер/генератор, приводы на клапаны, система торможения и т. д.

14 В; — для питания традиционного электрооборудования — освещение, сигнализация, оборудование салона;

3,5—5 В — для питания цепей датчиков, электронных систем и электронных вычислительных устройств.

1.2. Система антипробуксовки колес

При трогании с места на скользкой дороге ведущие колеса автомобиля могут прокручиваться при приложении к ним избыточного крутящего момента. При этом скорость вращения ведущих колес может быть различной. В результате переднеприводные автомобили слабее откликаются на повороты руля, заднеприводные — становятся менее устойчивыми, управление автомобилями с четырьмя ведущими колесами, вращающимися с разной скоростью, также усложняется. Система антипробуксовки ведущих колес (Traction Control, ASR) обеспечивает перераспределение (увеличение) крутящего момента двигателя на те колеса, у которых в данный момент наибольшее сцепление с дорогой. Перераспределение реализуется путем притормаживания тех ведущих колес, которые прокручиваются относительно дороги и до тех пор, пока скорости вращения всех ведущих колес не станут одинаковыми. На автомобилях с одним приводным мостом вращение ведущих колес выравнивается с вращением пассивных колес. Система очень эффективна при езде по мокрой и обледенелой дороге.

Исполнительными механизмами в системе А5К являются двигатель и тормозная система автомобиля, оснащенная системой ABS. При этом двигатель управляется автоматическим воздействием на положение дроссельной заслонки со стороны ЭБУ. Обеспечивается также управление временем открытого состояния форсунок или углом опережения зажигания. К настоящему времени системами ASR оснащено более 75 марок автомобилей импортного производства.

1.3. Система динамической стабилизации направления движения

Вождение автомобиля по скользкой дороге — трудная задача. Обычно водитель не справляется с управлением, если угол между направлением движения и продольной осью автомобиля становится более 2 градусов (для водителя-профессионала — 4...5 градусов).

Система, контроля динамики движения (Vehicle Dinamic Control — VDC) должна минимизировать вращение автомобиля вокруг вертикальной оси. Датчиками для ЭБУ являются: датчики скорости вращения колес, датчик давления тормозной жидкости, датчики положения (и скорости вращения) рулевого колеса, датчик скорости вращения автомобиля вокруг вертикальной оси, датчик поперечного ускорения. Исполнительными механизмами являются двигатель и модуляторы давления тормозной, жидкости (системы АБС и ASR), а также усилитель экстренного торможения (Brake Assist) — BAS.

При прохождении крутых поворотов на большой скорости на мокрой, обледенелой или заснеженной дороге, когда начинается скольжение передних колес, система VDC автоматически сбрасывает газ и подтормаживает внутреннее заднее колесо, удерживая тем самым автомобиль от сноса во внешний кювет. Если при крутом повороте руля возникает проскальзывание задних колес, система подтормаживает соответствующее переднее колесо и стабилизирует движение автомобиля в нужном направлении.

Системы ASR и ABS являются подсистемами для VDS. Системami VDC оснащаются относительно дорогие модели автомобилей, например Mercedes-Benz, Audi, Lexus, BMW и т. д.

1.1. Адаптивный круиз-контроль.

Большинство ситуаций на дороге, когда требуется изменить скорость движения, стандартны и могут быть распознаны техническими средствами. Системы адаптивного круиз-контроля (adaptive-cruise control или ACC) определяют дистанцию до впереди идущего транспортного средства, относительную скорость и с помощью соответствующих исполнительных механизмов корректируют скорость движения автомобиля без вмешательства водителя. Вождение становится более комфортным и безопасным.

Первые системы ACC были применены на японских автомобилях Mitsubishi 1995 года выпуска. В Европе начали появляться в 1999—2000 гг.

Система ACC расширяет перечень функций, выполняемых вышеописанными системами автоматического управления движением

автомобиля. Дополнительными в системе АСС являются радарные датчики для определения дистанции и относительной скорости соседних автомобилей в движущемся потоке. Обычно радары реализуются на основе лазерной оптики или миллиметровых радиоволн. Команды от системы АСС поступают для реализации в ЭБУ двигателя и в ЭБУ тормозных систем ABS и VDC.

Еще одно применение радаров на автомобилях — система Partronic Parking Assistance (PPA). Эта система определяет, насколько близко легковой автомобиль, двигаясь задним ходом, приближается к другим объектам. Соответствующие сигналы водителю и тормозной системе позволяют избежать столкновений и повреждений.

Известные сегодня разработки АСС предназначены для использования при движении по шоссе. Имеющиеся технологии не позволяют удовлетворительно применять АСС на городских улицах, где движение более хаотично и интенсивно.

1.2. Система пробуждения от сна за рулем

Статистика показывает, что водители, уснувшие за рулем, виновны в 3% случаев от общего числа дорожных происшествий, но 50% этих происшествий заканчиваются летальным исходом. Система пробуждения ото сна за рулем реагирует на различие стилей вождения дремлющего и бодрствующего водителей. Бодрствующий водитель постоянно корректирует движение автомобиля небольшими поворотами руля. У дремлющего водителя стиль езды иной: отсутствие активности несколько секунд, затем внезапный резкий поворот вправо или влево. Бортовой компьютер постоянно контролирует действия водителя с рулем и, если стиль вождения начинает совпадать со стилем дремлющего человека, издается предупреждающий звуковой сигнал.

1.3. Ориентирование в условиях плохой видимости

Обычные фары дальнего света позволяют видеть крупные предметы на дороге на расстоянии до 150 м. Портативные инфракрасные системы ночного видения дают возможность водителю опознать тепловыделяющие объекты (люди, животные, большие птицы, неостывшие машины с потушенными фарами) на расстоянии круг вертикальной оси. Датчиками для ЭБУ являются: датчики скорости вращения колес, датчик давления тормозной жидкости, датчики положения (и скорости вращения) рулевого колеса, датчик скорости вращения автомобиля вокруг вертикальной оси, датчик поперечного ускорения.

Исполнительными механизмами являются двигатель и модуляторы давления тормозной, жидкости (системы АБС и ASR), а также усилитель экстренного торможения (Brake Assistance).

При прохождении крутых поворотов на большой скорости на мокрой, обледенелой или заснеженной дороге, когда начинается скольжение передних колес, система VDC автоматически сбрасывает газ и подтормаживает внутреннее заднее колесо, удерживая тем самым автомобиль от сноса во внешний кювет. Если при крутом повороте руля возникает проскальзывание задних колес, система подтормаживает соответствующее переднее колесо и стабилизирует движение автомобиля в нужном направлении.

Системы ASR и ABS являются подсистемами для УВС. Системными УВС оснащаются относительно дорогие модели автомобилей, например Mercedes-Benz, Audi, Lexus, BMW и т. д.

1.4. Адаптивный круиз-контроль

Большинство ситуаций на дороге, когда требуется изменить скорость движения, стандартны и могут быть распознаны техническими средствами. Системы адаптивного круиз-контроля (adaptive cruise control ACC) определяют дистанцию до впереди идущего транспортного средства, относительную скорость и с помощью соответствующих исполнительных механизмов корректируют скорость движения автомобиля без вмешательства водителя. Вождение становится более комфортным и безопасным.

Первые системы ACC были применены на японских автомобилях Mitsubishi 1995 года выпуска. В Европе начали появляться в 1999—2000 гг.

Система ACC расширяет перечень функций, выполняемых вышеописанными системами автоматического управления движением автомобиля. Дополнительными в системе ACC являются радарные датчики для определения дистанции и относительной скорости соседних автомобилей в движущемся потоке. Обычно радары реализуются на основе лазерной оптики или миллиметровых радиоволн. Команды от системы ACC поступают для реализации в ЭБУ двигателя и в ЭБУ тормозных систем ABS и VDC.

Еще одно применение радаров на автомобилях — система Parcronic Parking Assistance (PPA). Эта система определяет, насколько близко легковой автомобиль, двигаясь задним ходом, приближается к другим объектам. Соответствующие сигналы водителю и тормозной системе позволяют избежать столкновений и повреждений.

Известные сегодня разработки АСС предназначены для использования при движении по шоссе. Имеющиеся технологии не позволяют удовлетворительно применять АСС на городских улицах, где движение более хаотично и интенсивно.

1.5. Система пробуждения от сна за рулем

Статистика показывает, что водители, уснувшие за рулем, виновны в 3% случаев от общего числа дорожных происшествий, но 50% этих происшествий заканчиваются летальным исходом. Система пробуждения от сна за рулем реагирует на различие стилей вождения дремлющего и бодрствующего водителей. Бодрствующий водитель постоянно корректирует движение автомобиля небольшими поворотами руля. У дремлющего водителя стиль езды иной: отсутствие активности несколько секунд, затем внезапный резкий поворот вправо или влево. Бортовой компьютер постоянно контролирует действия водителя с рулем и, если стиль вождения начинает совпадать со стилем дремлющего человека, издается предупреждающий звуковой сигнал.

1.6. Ориентирование в условиях плохой видимости

Обычные фары дальнего света позволяют видеть крупные предметы на дороге на расстоянии до 150 м. Портативные инфракрасные системы ночного видения дают возможность водителю опознать тепловыделяющие объекты (люди, животные, большие птицы, неостывшие машины с потушенными фарами) на расстоянии до 450 м. Их изображения на черном фоне ночной дороги водитель видит перед собой на удлинненном экране, расположенном над приборной доской в нижней части ветрового стекла. Так же далеко вперед просматривается нагретое днем полотно дороги в тумане или стоящий у обочины автомобиль с работающим двигателем. Приборы ночного видения со второй половины 2000 г, устанавливаются на автомобилях Cadillac Deville.

В системах активной безопасности автомобиля начинают применять голографию. Голографическая картина (голограмма) является трехмерным изображением реального объекта. Для получения голограммы нужен лазерный излучатель (проектор) и подходящий экран.

В настоящее время проводятся исследования и разработка аппаратуры с целью повысить безопасность езды в темное время суток.

Один из вариантов таков: информация снимается с инфракрасных видеокамер, обрабатывается, голографическое изображение проецируется на

лобовое стекло перед водителем. За счет использования такого своеобразного прибора ночное видение управление автомобилем в темное время суток упрощается.

1.7. Система контроля за состоянием шин

Эта система контроля позволяет следить за давлением воздуха в шинах, и при его уменьшении ниже заданного уровня на приборном щитке автомобиля появляется соответствующий световой сигнал.

Каждому колесу соответствует отдельный индикатор. Пониженное давление в шинах повышает расход топлива, может привести к потере устойчивости движения автомобиля. Повышенное давление ведет к вибрациям. При любом ненормальном давлении в шинах возникает повышенный износ.

Система состоит из трех основных элементов датчика давления, измерительного высокочастотного трансформатора и светового индикатора. Датчик давления установлен на ободе колеса и замыкает контакты при снижении давления в шине. Тем самым создается вторичная короткозамкнутая цепь для высокочастотного трансформатора, размещенного на узле крепления тормозных колодок. Датчик давления постоянно проходит в непосредственной близости от трансформатора при вращении колеса. Факт замыкания вторичной цепи трансформатора фиксируется с помощью ЭБУ, и на приборном щитке загорается контрольный индикатор, соответствующий колесу со сниженным давлением в шине. Изменение температуры воздуха в шине не вызывает ложных срабатываний системы, т. к. при движении автомобиля температура и давление воздуха в шине повышаются.

В другом варианте система контроля давления воздуха в шинах содержит аналоговые датчики давления и температуры. Эти датчики размещаются в шинах и передают бесконтактным способом по миниатюрному радиоканалу информацию в ЭБУ. Давление и температура контролируются, даже если автомобиль неподвижен. Учитываются также скорость и нагрузка автомобиля.

Системы контроля давления в шинах под разными названиями выпускают несколько немецких, американских и японских фирм. Например, устройство Advantage Enterprises (производство США) по цене около \$200 выполняет замеры и подает соответствующие сигналы каждые 4 секунды.

На опытных и гоночных моделях автомобилей температура воздуха в шинах наряду с давлением измеряется в обязательном порядке. Например, система фирмы Michelin для гоночных автомобилей Peugeot (Proxima) имеет датчики в каждом колесе. Сигналы передаются на радиочастоте приемнику на

шасси и затем в информационную систему водителя. При $t > 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ система рекомендует снизить скорость до 240 км/час, при $t > 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ — до 160 км/час, при $t > 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ — остановиться.

Оснащение автомобилей самыми различными электронными системами автоматического контроля и управления в том числе и для повышения активной безопасности движения широко используется на престижных автомобилях стоимостью более 30000 долларов. Как оказалось, электроника на автомобиле не только помогает, но иногда и мешает. Исследования, проведенные с группой водителей возрастной категории старше 60 лет, показали, что, например, пользование электронной маршрутной

Системы безопасности автомобиля картой сильно отвлекает водителя от дороги. Реакция пожилого водителя, который во время движения вынужден отвлекаться на вспомогательную информацию, снижается на 30—60% по сравнению с его 18 - 30-летними коллегами.

3. Системы пассивной безопасности

В систему пассивной безопасности автомобиля входят различные конструктивные решения, устройства и приспособления, уменьшающие количество и интенсивность травм у водителя и пассажиров в случае аварии.

2.1. Рациональная конструкция корпуса

Безопасность движения автомобиля — очень важный фактор для потребителя. Конечно - это прежде всего квалифицированное и осторожное вождение. Но есть немало факторов, повышающих безопасность автомобиля независимо от внимательности и опытности водителя. Так, например, большие и средние внедорожники в сравнении с легковыми автомобилями близких габаритов к веса более безопасны при наездах и столкновениях.

По данным американского Страхового института безопасности дорожного движения (Insurance Institute for Highway Safety IIHS), на миллион аварий больших внедорожников приходится 90 случаев гибели людей против 111 случаев для легковых автомобилей. Для машин средних размеров эти цифры соответственно 131 и 161. В то же время, небольшие легковые автомобили более безопасны. Количество аварий с летальным исходом для малых внедорожников — 298, а для легковых автолюбителей — 265.

Сегодня, как и ранее, совершенствование автомобиля с целью повышения его безопасности — одна из самых главных конструкторских задач.

В конструкции силового агрегата и кузова предусмотрены специальные энергопоглощающие элементы. У большинства современных как заднеприводных, так и переднеприводных легковых автомобилей крепление двигателя сконструировано таким образом, что при лобовом наезде или столкновении он уходит вниз под переднее сиденье.

Начинает применяться структура кузова автомобиля, изменяемая при ударе. Цель — смягчение удара, поглощение его энергии, уменьшение динамических нагрузок на пассажиров. Но законы механики остаются в действии и при столкновении тяжелого автомобиля с более легким первый пострадает, скорее всего, меньше.

2.2. Системы ограничения перемещений и перегрузок человека при столкновении

При столкновении человек, находящийся в салоне автомобиля, без принятия специальных мер продолжит движение по инерции и будет травмирован при ударе о твердое препятствие. Для уменьшения травматизма в момент аварии перед водителем и пассажиром переднего сиденья пиротехнически надуваются воздушные мешки.

Воздушный мешок — это мешок из нейлоновой ткани с резиновой подкладкой, сложенный под полиуретановой крышкой. Когда мешок надувается, крышка ломается вдоль специально сделанной канавки и раскрывается наружу, пропуская его вперед. В зависимости от модели автомобиля воздушный мешок имеет емкость 30-70 литров.

Электронный блок управления постоянно измеряет перегрузки, испытываемые автомобилем с помощью акселерометров, размещенных в определенных точках корпуса. В момент удара, перегрузки резко возрастают, и электронный контроллер после восприятия и фиксации факта столкновения подает импульс тока, на воспламенение пиротехнических зарядов. Мешки надуваются.

Для каждого вида столкновения (фронтальное, боковое, под углом и т. д.) рассчитано и конструктивно задано время срабатывания воздушных мешков и ремней безопасности таким образом, чтобы перемещение пассажира по инерции не превысило допустимой нормы. Воздушные мешки (фронтальные) ограничивают перемещение до 12,5 см, ремни безопасности — до 3 см. Фронтальные мешки надуваются примерно за 30 мс, ремни натягиваются за 5—10 мс.

Скорость наполнения мешка не должна быть слишком большой, это может привести к контузии, особенно при закрытых нах. В США в 1999 г. зафиксировано более 90 смертных случаев в результате использования "быстрых" мешков безопасности. Чаще всего страдали люди в очках. Стало применяться такое техническое решение, когда при аварии сначала пиротехнически выбирается слабина привязных ремней, а затем замедленно надуваются воздушные мешки.

Однако пиротехническая система натяжения ремней безопасности имеет существенный недостаток. Во время натяжения ремень может мгновенно надавить на человека с силой, в 50 раз превышающей его вес, что аналогично сильному удару по телу. Теперь разработана система надуваемых привязных ремней SmartBelt. Через 10 миллисекунд после обнаружения датчиками факта столкновения пиротехнически надувается встроенный в ремень воздушный мешок, его малый объем позволяет делать это быстро. Давление на тело человека оказывается незначительным. Такой ремень работоспособен и безопасен для детей и малогабаритных пассажиров. В обычных условиях эксплуатации, например при резком торможении, такие ремни безопасности практически срабатывают так же, как и стандартные (без надува).

На основе обобщения опыта первых лет эксплуатации автомобилей с воздушными мешками безопасности (с 1997 г.) энергия пиротехнического заряда снижена на 20—35%. Многие модели оснащаются мешками двухфазного действия, которые при столкновении с небольшой силой удара раскрываются с меньшей энергией (с меньшим наполнением). Созданы конструкции со специальными датчиками и системой управления, обеспечивающей при раскрытии мешка автоматическое изменение его конфигурации — в зависимости от размеров пассажира и силы удара. Все автомобили с 2001 г. оснащаются выключателем, позволяющим антиблокировать срабатывание воздушных мешков при размещении на переднем сиденье ребенка или подростка. По соображениям безопасности дети до 12 лет могут находиться в автомобиле только на заднем сиденье. Дети весом до 9 кг независимо от возраста обязательно должны располагаться в специально закрепляемом детском сидении — карсиге. Ребенка в карсиге, предназначенном для размещения на заднем сиденье, нельзя размещать рядом с водителем. Водителю и переднему пассажиру рекомендуется сидеть не ближе 25 см от рулевого колеса или панели, где расположены мешки безопасности.

Автомобильные компании постоянно совершенствуют выпускаемые модели автомобилей с целью повышения безопасности. Например, на Volvo S80 (выпуск после 2001 г.) все пять сидений оснащены трехточечными привязными

ремнями безопасности с пиротехническими натяжителями. Автомобиль имеет воздушные мешки для защиты при фронтальных (рис. 2) и боковых (рис. 3) столкновениях, а также пиротехнически надуваемые шторы для защиты головы (рис. 2, 4).

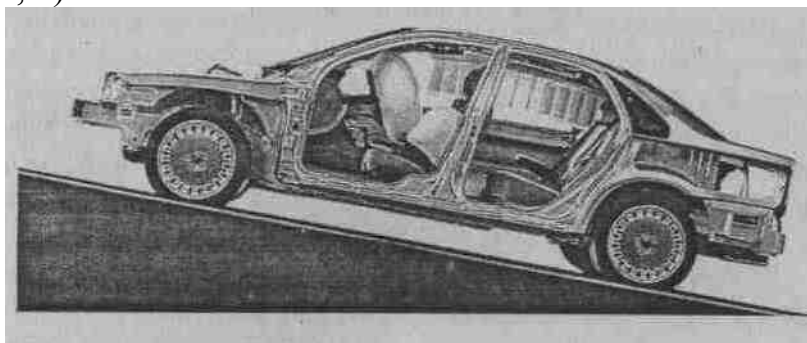


Рис. 2. Воздушные мешки на Volvo S80



Рис. 3. Боковой воздушный мешок на Volvo S80

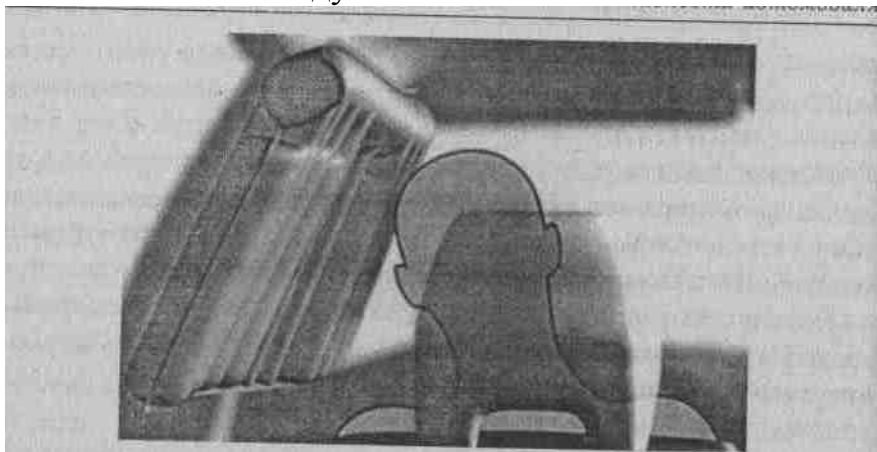


Рис. 4. Надуваемые шторы

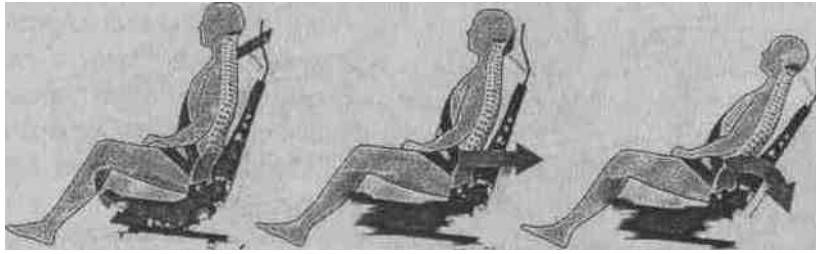


Рис. 5. Откидывающееся кресло Volvo S80

При заднем ударе спинка сиденья откидывается назад на 15° (рис. 5). Это уменьшает риск получения травмы позвоночника примерно на 50%.

2.3. Краш-тесты

Наиболее эффективным способом сравнительной оценки пассивной безопасности автомобиля являются так называемые краш-тесты. Они имитируют наезд автомобиля на препятствие. Первые краш-тесты стали проводиться еще в 20-х годах. Например, под руководством Генри Форда с железнодорожной насыпи пускались специальные жестяные макеты серийно выпускаемых автомобилей. Но тогда это не было обязательным требованием потребителя и подобные испытания не были регулярными. Регулярные исследования искусственно разбитых автомобилей после специально смоделированных столкновений начались после Второй мировой войны.

Сегодня краш-тесты проводятся как исследовательскими центрами автомобильных компаний, так и независимыми государственными и частными организациями.

Краш-тесты стоят очень дорого, поэтому предварительно они проводятся виртуально, с использованием специального программного обеспечения и лишь затем на натурных объектах.

Параметры краш-тестов в различных организациях различаются, но в основном это имитация фронтального наезда автомобиля на твердое препятствие (барьер) и боковой удар барьером. Оба барьера, фронтальный и боковой, — сложные инженерные сооружения со множеством датчиков. Например, на испытательном центре Volvo фронтальный барьер весит 850 тонн, его плоскость, предназначенная для ударов, защищена стальным листом толщиной 30 см. С помощью такого барьера можно детально смоделировать столкновение

испытываемого автомобиля, например с бордюрами различной высоты или с платформами грузовика.

В США краш-тесты регулярно проводятся Государственной Национальной администрацией безопасности дорожного движения (National Highway Traffic Safety Administration— NHTSA) и частной организацией — Страховым институтом безопасности дорожного движения (Insurance Institute for Highway Safety – IIHS).

Для испытания покупаются анонимно два автомобиля одной модели непосредственно с дилерской площадки. В машине на сиденья усаживаются специальные манекены, у которых в разных местах — на голове, груди и ногах — крепятся многочисленные датчики. Затем манекены пристегиваются к сиденью ремнями безопасности (рис. 6). Автомобили специальным устройством почти мгновенно разгоняются до заданной скорости. Один автомобиль испытываемой модели используется для имитации фронтального столкновения при ударе о барьер на скорости 35 миль/час (56 км/час). По другому автомобилю осуществляют боковой удар барьером весом 1400 кг, движущимся со скоростью 38,5 миль/час (62 км/час). Барьер покрыт ударопрочным материалом, имитирующим передок автомобиля.

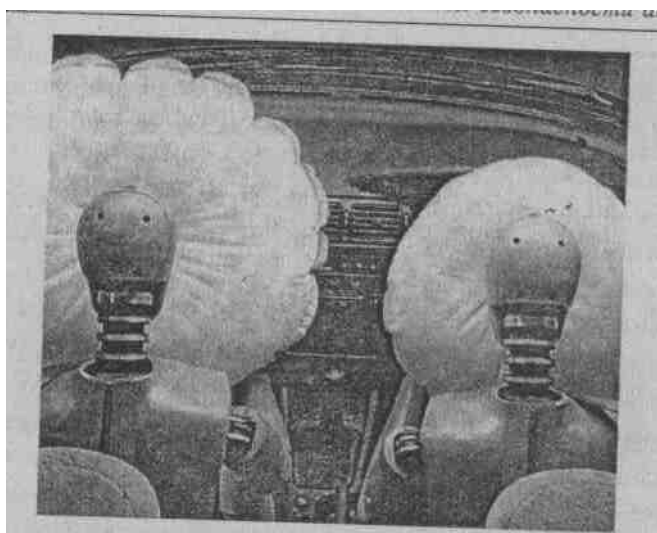


Рис. 6. Манекены за работой

На основе информации, полученной от датчиков, на манекене определяются характер и степень опасности травм, которые в аналогичной ситуации могут получить водитель и передний пассажир при фронтальном наезде, передний и задний пассажиры — при боковом ударе. Результаты

испытаний определяются экспертно четырьмя оценками по 5-балльной системе. Таблица поясняет принцип начисления баллов экспертами.

Оценка в баллах	Доля серьезных травм (летальный исход или госпитализация). %	
	Фронтальный удар	Боковой удар
5	<10	<5
4	11-20	6-10
3	21-35	11-20
2	36-45	21-25
1	>46	>26

Ниже приведены результаты испытаний БИТ5А для некоторых автомобилей.

Тип автомобиля	Оценки в баллах			
	Фронтальный удар		Боковой удар	
	водитель	пассажиры	переднее сиденье	заднее сиденье
Ford Focus, 2001 г., 2 двери	5	5	4	1
Honda Civic, 2001 г., 4 двери	5	5	4	4
Hyundai Elantra, 2001 г., 4 двери	4	5	5	4
Kia Sephia, 2001 г., 4 двери	4	5	3	4
Pontiac Sunfire, 2001 г., 2 двери	3	4	1	2
Volkswagen Nrt Beetle 2001 г., 2 двери	4	4	5	3
Volkswagen Jetta, 2001 г., 4 двери	5	5	4	4
Volvo S80, 2001 г., 4 двери	5	5	5	5
Nissan Maxima, 2001 г., 4 двери	4	4	4	4
Toyota Camry, 2001 г., 4 двери	4	5	3	3

Автомобили, удостоившиеся четырех баллов, более безопасны, чем те, которым присвоены три или два балла. Однако четыре балла не означают, что машина в два раза безопаснее той, которая заслужила два балла.

В Европе в рамках краш-тестов Еуро NCAP проводятся следующие испытания:

- наезд на барьер со скоростью 64 км/ч. Автомобиль врежется в препятствие не всем передком, а с перекрытием, которое составляет 40% со стороны водителя. Так происходит и при большинстве фронтальных столкновений двух автомобилей. Если же продольные оси автомобилей в момент столкновения совпадают, то перекрытие стопроцентное;

- боковой удар барьером со скоростью 48 км/ч

- имитация наезда автомобиля на пешехода, как на взрослого, так и на ребенка. Скорость в этом случае равна! 40 км/ч. Цель испытания — выяснить, насколько передняя! часть автомобиля (бампер, капот) при наезде опасна для голени, бедер и головы пешехода. Если моторный отсек скомпонован неудачно, а капот не имеет возможности деформироваться, то удар по голове жертвы будет резче:

- имитация бокового удара о столб. Автомобиль размещают поперечно на подвижной тележке и на скорости 29 км/ч направляют водительской дверью в металлический столб диаметром примерно 25 см. Этот тест, проходят только те автомобили, которые оснащены специальными средствами защиты головы водителя и пассажиров. Страховой институт дорожной безопасности США (IIHS) для оценки эффективности бамперов регулярно определяет возможные затраты на ремонт при четырех видах столкновений: при наезде автомобиля на барьер и столб фронтально и под углом на скорости 5 миль/час (8 км/час). Эти испытания считаются показательными для оценки возможных повреждений при авариях на городских улицах. В таблице приведена суммарная стоимость 1 устранения повреждений при четырех названных выше видах 1 столкновений в автосервисе США для некоторых моделей автомобилей.

Модель	Затраты в долларах
Hyundai Elantra	852
Kia Sephia	2354
Honda Civic	1527
Volkswagen New Beetle	198
Volkswagen Jetta	1113
Toyota Corolla	891

Как бы ни совершенствовались системы активной и пассивной безопасности автомобиля, безопасность движения — это прежде всего мастерство и ответственность водителя. По статистике, основной причиной совершения водителями ДТП в России является их недисциплинированность. Наибольшее число ДТП возникает из-за управления транспортными средствами водителями в нетрезвом состоянии (почти 25%), превышения скорости (более 17%), нарушения правил обгона (почти 16%).

Проверка знаний специалистов автосервиса по диагностике двигателей с электронным управлением

Двигатель с электронным управлением современного автомобиля — сложное устройство. Естественно, его должны обслуживать квалифицированные специалисты, профессиональные знания которых периодически контролируются и обновляются.

Например, специалисты автосервиса в США один раз в три года сдают сертификационные экзамены по профилю работы (электрооборудование, топливное питание, тормозная система, оборудование салона и т. д.).

Сертификация является добровольной, но поощряется работодателями и клиентами.

Прием экзаменов организует независимая организация — Национальный институт автосервиса (National Institute for Automotive Excellence — ASE). На экзамене требуется правильно указать ответы на вопросы в виде тестов. Всего вопросов от 30 до 50. Экзамен считается сданным, если правильных ответов более 90%.

Лица, допускаемые к сертификационному экзамену по квалификации L1 «Advanced engine performance specialist» (Специалист по обслуживанию и диагностике двигателей автомобилей с компьютерным управлением) должны

иметь высокую предварительную подготовку. Первоначально работнику автосервиса следует пройти сертификацию по профилю А8 «Engine performance» (Ремонт и диагностика автомобильных двигателей) и отработать по этому профилю не менее 2-х лет.

В Самарском техническом университете на занятиях по курсу «Технические средства испытания и диагностирования систем электроники и автоматики автомобилей и тракторов» предлагаются тестовые вопросы по диагностике двигателя с электронным управлением, на которые студент должен дать развернутый ответ. Вопросы отражают реальные проблемы, с которыми каждодневно сталкиваются специалисты при диагностике неисправностей на современном автомобиле с компьютерным управлением. Обдумывание этих вопросов, их решение способствуют повышению знаний, необходимых; при поиске неисправностей в системах управления двигателем, контроле за составом токсичных выбросов и т. д.

На практике для ответов на ряд вопросов требуется информация об автомобиле поступившем на диагностическое обследование. Это информация о конкретных сигналах, характеристиках датчиков, исполнительных механизмах, кодах ошибок и т. п. Вся эта информация задается в технической документации по ремонту и обслуживанию конкретного типа автомобиля.

В учебных задачах по диагностированию в качестве проверяемого автомобиля используется условная автомобильная схема, которая несмотря на упрощение, имеет много общего с тем, что встречается на практике. Для краткости эта учебная автомобильная схема будет называться просто «Автомобиль». Описание такого автомобиля приведено ниже.

1. Описание автомобиля

1.1. Общие сведения

Учебная схема «Автомобиль» имеет четырехтактный, четырехцилиндровый инжекторный двигатель внутреннего сгорания с электронным блоком управления (ЭБУ-Д), Допускающим режим работы с обратной связью по составу ТВ-смеси (рис. 1 и рис. 2).

Масса воздуха поступающего для образования топливовоздушной смеси (ТВ-смесь) измеряется с помощью термоанемометрического датчика (массметра).

ЭБУ-Д по информации, полученной от датчиков, рассчитывает угол опережения зажигания, момент и продолжительность впрыска, количество

топлива подаваемого в цилиндры, управляет двигателем и трансмиссией с помощью исполнительных механизмов для получения требуемых ездовых характеристик, экономии топлива, выполнения норм по токсичности.

ЭБУ-Д питается от аккумуляторной батареи через ключ зажигания и обеспечивает опорное напряжение 5 В для датчиков.

Система отвода выхлопных газов содержит трехкомпонентный каталитический газонейтрализатор без инжекции вторичного воздуха, который оборудован двумя датчиками концентрации кислорода. Пусковая форсунка не предусмотрена

Система электроснабжения с помощью ЭБУ не контролируется.

1.2. Система подачи топлива

Используется электронная система распределенного впрыска с подачей топлива при помощи электробензонасоса.

Давление топлива в рампе форсунок поддерживается постоянным по отношению к абсолютному давлению (разрежению) во впускном трубопроводе с помощью пневмомеханического регулятора. При отключенном от регулятора вакуумном шланге давление в рампе форсунок находится в пределах 284 — 325 кПа (2,84 — 3,2 бар). После остановки двигателя и отключения топливного насоса давление в рампе форсунок должно сохраняться на уровне не ниже 284 кПа (2,84 = 2,8 бар) в течение не менее 2-х минут.

1.3. Система зажигания

Система зажигания — электронная, многоканальная, с низковольтным распределением высокой энергии искрового разряда по свечам. Блок управления зажиганием, входящий в состав ЭБУ-Д по сигналам датчиков определяет момент зажигания и выдает управляющие импульсы на силовой модуль зажигания, в котором объединены две двухвыводные катушки зажигания и коммутатор. Система зажигания не имеет каких-либо подвижных деталей и поэтому не требует обслуживания и регулировок в эксплуатации.

Для точного расчета момента зажигания блок управления использует следующую информацию:

- частоту вращения и положение коленчатого вала;
- массовый расход воздуха;
- положение дроссельной заслонки;
- температуру охлаждающей жидкости;
- наличие детонации.

Силовой модуль зажигания по сигналам блока управления выдает импульсы высокого напряжения на свечи зажигания. Включаются сразу две свечи: 1 и 4 или 2 и 3 цилиндров. Искрообразование происходит одновременно в цилиндре, где имеет место конец такта сжатия (рабочая искра), и в цилиндре, где заканчивается такт выпуска (холостая искра).

1.4. Обороты холостого хода

При полностью закрытой дроссельной заслонке обороты холостого хода составляют 850-900 об/мин. Положение регулятора холостого хода (РХХ) при этом соответствует открытию на 15—25% от начала диапазона регулирования.

1.5. Датчики

Датчик положения коленчатого вала (ДКВ) — электромагнитный (индукционный), предназначен для синхронизации работы блока управления с верхней мертвой точкой поршней 1-го и 4-го цилиндров и угловым положением коленчатого вала двигателя. Задающий диск представляет собой зубчатое колесо с 60 зубьями, из которых 2 пропущены для синхронизации.

Датчик положения дроссельной заслонки (ДПД). Это неподстраиваемый резистор потенциометрического типа. При полностью закрытой дроссельной заслонке напряжение на выходе датчика 0,5 В, при полностью открытой — 4,5 В. ЭБУ-Д интерпретирует состояние дроссельной заслонки открытой на 80% и более как полностью открытое. Напряжение на выходе ДПД, открытой на 80%, составляет 3,7 В.

Датчик абсолютного давления (разрежения) во впускном коллекторе (ДАД). Выходной сигнал ДАД меняется от 4,5 В при 101 кПа (зажигание включено, двигатель не запущен, уровень моря) до 0,5 В при 20,1 кПа. При ненагруженном холостом ходе на уровне моря сигнал с ДАД составляет 1,5В (40,4 кПа). Используется в диагностических целях и как датчик нагрузки двигателя (ДНД).

Датчик температуры двигателя (ДТД). Выполнен на основе термистора с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления. Определяет температуру двигателя опосредованно, путем измерения температуры охлаждающей жидкости.

Рабочий диапазон температур — 40 ... 120 °С. При 100 °С выходное напряжение датчика 0,46 В.

Датчик температуры воздуха (ДТВ). Выполнен на основе термистора с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления. Размещен в системе подачи и очистки воздуха (в индукционном канале). Рабочий диапазон температур — 40...120 °С. При 30 °С выходное напряжение датчика 2,6 В.

Датчик концентрации кислорода (ДКК). Циркониевый датчик с электрическим подогревом для измерения концентрации кислорода в выхлопных газах. Выходное напряжение датчика изменяется в пределах 0,0 — 1,0 В. При высоком содержании кислорода в выхлопном газе (смесь бедная) выходной сигнал датчика менее 0,45 В, при низком содержании кислорода (смесь богатая) сигнал датчика более 0,45 В. При включенном зажигании и неработающем двигателе выходной сигнал датчика 0,0 В. В системе управления двигателем используются два ДКК: один для управления подачей топлива, другой — для контроля за исправностью каталитического газонейтрализатора (КГН).

Датчик скорости автомобиля (ДСА). Выдает импульсный сигнал с частотой, пропорциональной скорости автомобиля. Контроллер в ЭБУ-Д использует сигнал от ДСА для управления коробкой передач и отключения топливоподачи при недопустимо высокой скорости автомобиля.

Датчик массового расхода воздуха (ДМРВ) определяет массу поступающего через него в двигатель воздуха. Выходной сигнал (постоянное напряжение) меняется от 0,2 В (0 г/сек) до 4,8 В при максимальном расходе 175 г/сек. При холостых оборотах без нагрузки на уровне моря (850 об/мин) выходной сигнал 0,7 В (2 г/сек).

1.6. Исполнительные механизмы

Реле и соленоиды. Активизируются подключением одного из выводов к «массе» через транзисторный ключ, находящийся в ЭБУ-Д. Другие выводы подключены к плюсовому зажиму аккумуляторной батареи через ключ зажигания.

Форсунки. Электромагнитные форсунки впрыскивают топливо во впускной коллектор двигателя. Каждая форсунка управляется независимо и включается один раз за оборот распределительного вала двигателя синхронно с тактом впуска своего цилиндра. Сопротивление обмотки 12 ± 4 Ом.

Регулятор холостого хода (РХХ). Шаговый электродвигатель регулирует количество воздуха, проходящего через обходной (байпасный) канал дроссельного патрубка. Используется для регулирования оборотов холостого хода двигателя при закрытой дроссельной заслонке. Значение 0% (0 шагов) соответствует команде ЭБУ-Д на полное закрытие байпаса, значение 100% (150 шагов) — команде на полное открытие байпаса. На холостом ходу норма: 5 — 50 шагов.

Реле электробензонасоса (РБН). Включает и выключает электробензонасос. Сопротивление обмотки 48 ± 6 Ом.

Соленоид клапана продувки адсорбера в системе утилизации паров бензина (СУПБ). При включенном соленоиде клапан продувки открыт и пары бензина из адсорбера направляются во впускной коллектор для последующего сжигания в двигателе. ЭБУ-Д подает сигнал на продувку адсорбера, когда температура охлаждающей жидкости двигателя выше 66°C и дроссельная заслонка не полностью закрыта. Сопротивление обмотки соленоида 48 ± 6 Ом.

Соленоид клапана рециркуляции выхлопных газов СКР (EGR— exhaust gas recirculation). Действует по принципу широтно-импульсной модуляции. При

подаче напряжения на соленоид в мембранную камеру клапана рециркуляции подается разрежение из впускного коллектора и клапан EGR открывается при выключенном соленоиде на мембрану подается атмосферное давление и клапан EGR закрыт. Количество выхлопных газов, направляемых во впускной коллектор, определяется соотношением продолжительности включенного и выключенного состояний соленоида в соответствии с широтно-модулированным сигналом от ЭБУ-Д. Значение 0% соответствует команде ЭБУ-Д на полное закрытие клапана EGR, 100% — команде на полное открытие ЭБУ-Д может использовать клапан, если температура охлаждающей жидкости превысила 66 °С, а дроссельная заслонка несколько приоткрыта. Сопротивление обмотки соленоида 48 ± 6 Ом.

Силовой модуль зажигания (СМЗ). Содержит две катушки зажигания и два мощных транзисторных ключа для коммутации токов в первичных обмотках катушек. Момент искрообразования устанавливается с помощью ЭБУ-Д автоматически в зависимости от режима работы двигателя. Сопротивление первичной обмотки в каждой катушке $1 \pm 0,6$ Ом. Сопротивление вторичной обмотки 10 ± 2 кОм.

Контрольная лампа («Check Engine»). Сигнализирует о неисправностях в электронной системе управления двигателем. При включении зажигания чек-лампа горит — проверяется бортовая диагностическая система. После запуска двигателя лампа гаснет, если неисправности не обнаружены. Лампа «Check Engine» загорается при появлении неисправностей в цепях, контролируемых ЭБУ-Д. В этом случае в память ЭБУ-Д (в регистратор неисправностей) заносится соответствующий код ошибки. Лампа «Check Engine» гаснет, если неисправность устранена и более не обнаруживается или когда стираются коды ошибок. При обнаружении пропусков воспламенения, которые могут повредить каталитический газонейтрализатор, лампа «Check Engine» мигает.

1.7. Режимы управления подачей топлива

Предполагается, что учебный автомобиль оборудован двигателем с автоматическим управлением рабочими режимами.

Режим пуска. При включении зажигания ЭБУ-Д включает реле бензонасоса на 2 секунды, чтобы создать необходимое давление в топливной системе. Если в течение этого времени двигатель не начнет прокручиваться, реле бензонасоса будет выключено. Реле бензонасоса остается включенным и насос работает, пока обороты двигателя превышают значение 100 оборотов в минуту.

Перед началом прокрутки ЭБУ-Д на основании сигналов, полученных от датчиков температуры охлаждающей жидкости, температуры воздуха, атмосферного давления, положения дроссельной заслонки устанавливает начальную длительность импульсов впрыска для рабочих форсунок (пусковая форсунка не предусмотрена).

Режим продувки залитого двигателя. При полностью открытой дроссельной заслонке (на 80% и более) и оборотах двигателя менее 400 в минуту ЭБУ-Д Запрещает подачу топлива через форсунки. Реализуется кратковременная продувка цилиндров.

Рабочий режим без обратной связи по составу топливовоздушной смеси. После запуска двигателя, когда обороты двигателя превысили значение 400 об/мин, ЭБУ-Д работает в режиме без обратной связи. В разомкнутом режиме ЭБУ-Д не использует сигналы с датчиков кислорода. Длительность импульсов впрыска определяется по сигналам с датчиков положения дроссельной заслонки, температуры охлаждающей жидкости и воздуха, массового расхода воздуха, числа оборотов двигателя. ЭБУ-Д перейдет в режим работы с обратной связью при одновременном выполнении следующих условий:

- температура подогрева датчика кислорода достигла рабочего значения 300 °С, и датчик посылает изменяющийся сигнал в ЭБУ-Д;
- температура охлаждающей жидкости превысила 66 °С;
- прошло 2 минуты с момента запуска двигателя.

Режим работы с обратной связью по составу топливо-воздушной смеси. Когда требования по температуре датчика кислорода, охлаждающей жидкости, временному интервалу удовлетворены (т. е. двигатель прогрет и датчик кислорода находится в рабочем состоянии) и дроссельная заслонка открыта менее чем на;

80%, ЭБУ-Д переходит в режим стабилизации стехиометрического состава топливовоздушной смеси (ТВ-смеси). Работа в этом режиме означает, что ЭБУ-Д регулирует длительность импульсов впрыска для форсунок в зависимости от сигнала с датчика кислорода. Сигнал с датчика кислорода ниже 0,45 В (бедная ТВ-смесь) вынуждает ЭБУ-Д увеличивать длительность импульсов впрыска. Когда сигнал датчика кислорода становится более 0,45 В (при обогащении топливовоздушной смеси), ЭБУ-Д уменьшает длительность импульсов впрыска. Таким образом, сигнал обратной связи с датчика кислорода инициирует программу управления подачей топлива, учитывающую информацию, поступающую и с других датчиков.

Режим обогащения при ускорении. ЭБУ-Д определяет режим ускорения по быстрому увеличению угла открывания дроссельной заслонки и увеличению

абсолютного давления разрежения во впускном коллекторе и соответственно увеличивает длительность импульсов впрыска. Во время работы с полностью открыто дроссельной заслонкой ЭБУ-Д не поддерживает режима стабилизации стехиометрического состава топливовоздушной смеси.

Режим обеднения при торможении. ЭБУ-Д определяя режим торможения двигателем при высокой частоте его вращения (более 2200 об/мин) по уменьшению угла открывания дроссельной заслонки и увеличению абсолютного давления (разрежения) во впускном коллекторе и соответственно сокращает длительность импульсов впрыска.

Режим отключения подачи топлива. ЭБУ-Д выключав форсунки по соображениям безопасности, если скорость автомобиля превышает 180 км/ч или обороты двигателя превышают 6000 об/мин.

1.8. Диагностическая информация

В некоторых учебных задачах используются системные данные с ЭБУ-Д, полученные сканером, и коды ошибок. В кадрах на дисплее сканера приводятся значения параметров или соответствующих им сигналов с датчиков.

Для учебных целей используется ограниченный набор диагностических кодов. Коды, представленные в таблице 1, соответствуют кодам ошибок для бортовых диагностических систем второго поколения (OBD-II). В действительности в системах OBD-II кодов ошибок значительно больше.

Таблица 1

Код	Описание
P0105	Неисправность в цепи датчика давления во впускном коллекторе
P0110	Неисправность в цепи датчика температуры воздуха
P0115	Неисправность в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости
P0120	Неисправность в цепи датчика положения дроссельной заслонки
P0130	Неисправность в цепи датчика кислорода
P0171	Низкий уровень сигнала на выходе датчика кислорода, бедная смесь
P0172	Высокий уровень сигнала на выходе датчика кислорода, богатая смесь
P0200	Неисправность в цепи форсунки
P0230	Неисправность в цепи реле бензонасоса
P0300	Пропуски воспламенения
P0320	Неисправность в цепи датчика положения коленчатого вала
P0400	Неисправность в системе рециркуляции выхлопных газов
P0440	Неисправность в системе улавливания паров бензина в баке
P0500	Неисправность в цепи датчика скорости автомобиля
P0505	Неисправность в системе регулирования оборотов холостого хода
P0560	Несоответствие норме напряжения бортовой сети

Ниже приведены таблицы 2 — 5 значений входных и выходных параметров для некоторых датчиков. Эти таблицы нужны для преобразования напряжения выходных сигналов датчиков, приведенных в кадре сканера, в фактические значения соответствующих физических параметров. Эти датчики, как и датчик положения дроссельной заслонки, получают питание +5 В от ЭБУ-Д.

Таблица 2. Параметры датчиков температуры охлаждающей жидкости и воздуха (зависимости одинаковые)

Температура, С	Напряжение на выходе, В	Температура, С	Напряжение на выходе, В
120	0,25	40	2,27
100	0,46	30	2,60
80	0,84	20	2,93
66	1,34	0	3,59
60	1,55	-20	4,24
		-40	4,90

Таблица 3. Параметры датчика давления во впускном коллекторе

Давление, кПа	Напряжение на выходе, В	Давление, кПа	Напряжение на выходе, В
101,3	4,5	60,7	2,5

91,2	4,0	50,5	2,0
81,0	3,5	40,4	1,5
70,8	3,0	30,2	1,0
		20,1	0,5

Таблица 4. Параметры датчика массового расхода воздуха

Расход, г/сек	Напряжение на выходе, В	Расход, г/сек	Напряжение на выходе, В
0	0,2	30	2,5
2	0,7	50	3,0
4	1,0	80	3,5
8	1,5	110	4,0
15	2,0	150	4,5
		175	4,8

Таблица 5. Параметры датчика положения дроссельной заслонки

Положение др. заслонки, %	Напряжение на выходе, В	Положение др. заслонки, %	Напряжение на выходе, В
0	0,5	60	2,9
20	1,3	80	3,7
40	2,1	100	4,5

При работе по замкнутому контуру ЭБУ-Д по сигналам от датчиков концентрации кислорода постоянно меняет состав топливо-воздушной смеси в пределах $\pm 20\%$. Такие переключения состава смеси требуются и для работы каталитического газонейтрализатора. Колебания состава смеси, отражаются мгновенными значениями коэффициента коррекции топливopодачи. Эти значения колеблются относительно среднего в интервале $\pm 20\%$ при нормальной работе. При отключении зажигания мгновенные значения коэффициентов коррекции подачи топлива не сохраняются.

Во время эксплуатации в двигателе реального автомобиля накапливаются различные изменения параметров и характеристик, которые компьютер компенсирует, варьируя средними значениями коэффициентов топливopоррекции, которые хранятся в памяти ЭБУ-Д. Среднее значение коэффициента коррекции топливopодачи $+21\%$ означает, что ЭБУ-Д подает в двигатель в среднем на 21% больше топлива для поддержания стехиометрического состава ТВ-смеси, чем требуется по расчету для того же режима (или определено экспериментально для заведомо исправного двигателя). В данном случае причиной может быть, например, утечка разрежения, что приводит к появлению дополнительного воздуха, для компенсации которого ЭБУ-Д вводит больше топлива в цилиндры (на 21% больше).

Таким образом, имеем:

текущее значение коэффициента топливopоррекции = среднее значение + мгновенное значение.

Информация о средних значениях коэффициента топливоткоррекции нужна при диагностике; естественно, она входит в число параметров, получаемых сканером от ЭБУ-Д. На устаревших автомобилях значения коэффициентов топливоткоррекции нормировались в пределах 0...255 отсчетов или 0...100%. Для контроллера МР7.0Н автомобиля ВАЗ средние значения коэффициентов коррекции подачи топлива могут быть в диапазоне $\pm 0,45$. Для систем OBD-II значения нормированы в пределах $\pm 100\%$. Значения из середины диапазона, т.е. 128 отсчетов, или 50%, или 0% для OBD-II, соответствуют оптимальному режиму исправного двигателя, где никакой коррекции базовых значений калибровочной диаграммы в осях «обороты — нагрузка» двигателя не производилось.

2. Структурная и электрическая схемы ЭСАУ-Д композитного (учебного) автомобиля

На рис. 1 и рис. 2 соответственно показаны структурная схема электронной системы автоматического управления двигателем и ее упрощенная электрическая схема.

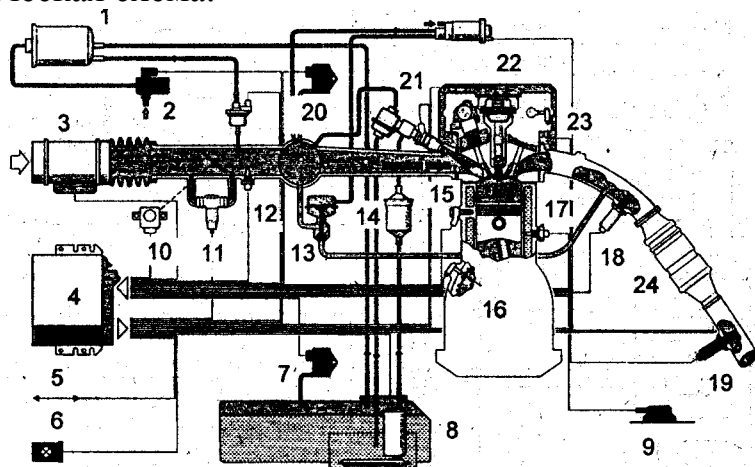


Рис. 1. Структурная схема системы управления двигателем автомобиля: 1 — адсорбер, 2 — клапан продувки адсорбера, 3 — датчик массового расхода воздуха, 4 — ЭБУ-Д, 5 — диагностический интерфейс, 6 — лампа «Check Engine», 7 — датчик дифференциального давления паров топлива в баке, 8 — электробензонасос, 9 — акселерометр на корпусе автомобиля, 10 — датчик положения дроссельной заслонки, 11 - регулятор оборотов холостого хода, 12 — датчик температуры воздуха во впускном коллекторе, 13 — клапан рециркуляции выхлопных газов, 14 — топливный фильтр, 15 — датчик детонации, 16 — датчик положения и частоты вращения коленчатого вала, 17 — датчик температуры охлаждающей жидкости, 18 — датчик кислорода на входе каталитического нейтрализатора, 19

— датчик кислорода на выходе каталитического нейтрализатора. 20 — датчик разрежения, 21 — регулятор давления топлива и форсунка, 22 — катушка зажигания, 23 — датчик фаз на распредвале, 24 — каталитический газонейтрализатор

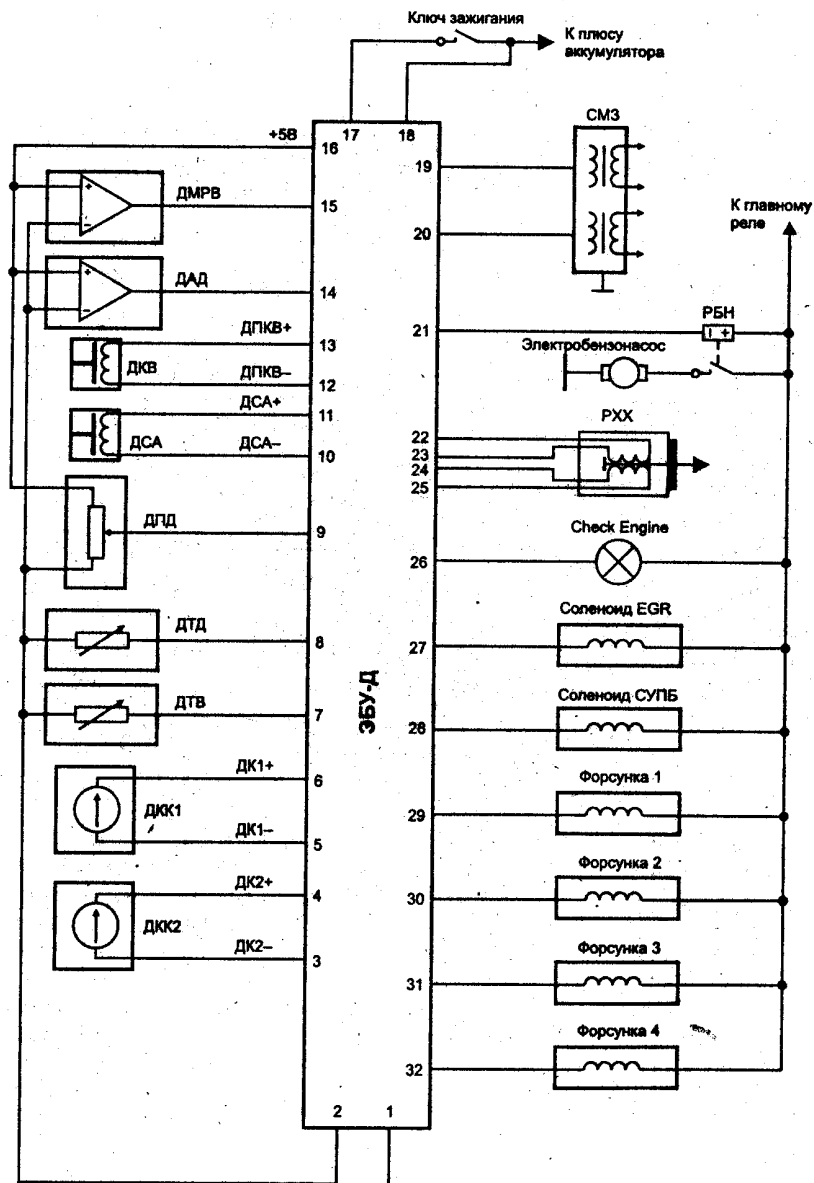


Рис. 2. Электрическая схема системы управления двигателем автомобиля

3. Экзаменационные тестовые вопросы

1. Автомобиль доставлен в мастерскую из-за того, что двигатель не прокручивается стартером.

Техник А сказал, что неисправность может заключаться в нарушении электрической цепи тягового реле стартера.

Техник Б сказал, что неисправность может заключаться в том, что ЭБУ-Д не получает сигнала от датчика положения коленчатого вала. Кто из них прав?

А. Только А;

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы.

Дайте развернутый ответ.

2. Автомобиль не проходит контроль на токсичность. Выходной сигнал датчика кислорода выше нормы, коды ошибок в памяти ЭБУ-Д отсутствуют.

Техник А сказал, что причиной может быть обрыв цепи питания соленоида одной из форсунок.

Техник Б сказал, что причиной может быть прогнувшаяся диафрагма в регуляторе давления топлива. Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы.

Дайте развернутый ответ.

3. Было произведено измерение компрессии на шестицилиндровом двигателе с линейным расположением цилиндров. В цилиндрах 3 и 4 давление оказалось 0,5 мПа, в остальных — 1,1—1,2 мПа.

Техник А сказал, что причиной неисправности может быть прогар прокладки головки цилиндров.

Техник Б сказал, что причиной неисправности может быть нарушение синхронизации фаз газораспределения.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

4. В мастерскую доставлен автомобиль, двигатель которого не заводится.

Это одна из новейших моделей с компьютерным управлением двигателя.

Техник А сказал, что диагностику следует начать с просмотра кодов ошибок на сканере.

Техник Б сказал, что лучше сначала проверить наличие искры на свечах.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

5. Клиент жалуется на перегрев двигателя, который имеет место только при движении по шоссе с большой скоростью.

Техник А сказал, что неисправность, скорее всего, состоит в слипании стенок нижнего, шланга радиатора.

Техник-Б сказал, что, скорее всего, повреждена крыльчатка водяного насоса. Кто из них прав? А. Только А Б. Только Б В. Оба правы Г. Оба не правы
Дайте развернутый ответ.

6. Современные ЭБУ-Д не могут распознать следующие ситуации:

А. Сигнал от датчика не поступает

Б. Поступает сигнал несоответствующей формы

В. Сигнал находится за пределами норм слишком долго

Г. Устройство изношено и нуждается в замене

Дайте развернутый ответ.

7. Техник А сказал, что со временем из-за износа в выходном сигнале аналогового датчика в некоторой части его диапазона могут появиться провалы и броски. Это может привести к появлению непостоянных неисправностей.

Техник Б сказал, что для проверки сигнала датчика во всего диапазоне следует контролировать этот сигнал с помощью цифрового мультиметра. Сначала проверяется сигнал на выход датчика, затем — непосредственно на клеммах ЭБУ-Д.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

8. Техник А сказал, что неисправный датчик кислорода автомобиля может занести в память код неисправности РО 172 (высокий уровень сигнала датчика

кислорода, богатая смесь). При этом следует проверить исправность датчиков абсолютного давления во впускном коллекторе, положения дроссельной заслонки и другие зависимые системы.

Техник Б сказал, что появление кода Р0 172 может означать что ЭБУ-Д пытается компенсировать какие-то механические неисправности в двигателе, например, не полностью запирающий клапан в форсунке или неисправность регулятора давления топлива.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

9. Техник А сказал, что появление кода ошибки, указывающего на пониженное содержание кислорода в выхлопе, почти всегда означает неисправность датчика кислорода.

Техник Б сказал, что появление кода ошибки, указывающего на пониженное содержание кислорода в выхлопе, означает отклонение состава топливной смеси от стехиометрического.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ,

10. Техник А сказал, что ЭБУ-Д двигателя игнорирует сигнал датчика кислорода в режиме работы без обратной связи.

Техник Б сказал, что ЭБУ-Д двигателя игнорирует сигнал датчика кислорода в режиме работы с обратной связью.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

11. Техник А сказал, что сопротивление терморезистора с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления уменьшается при повышении температуры.

Техник Б сказал, что сопротивление терморезистора с положительным температурным коэффициентом сопротивления уменьшается при повышении температуры.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

12. Пьезоэлектрический датчик детонации преобразует вибрации двигателя в следующий отклик:

А. В изменение циклового наполнения цилиндра воздухом Б. В сигнал в виде напряжения на разных частотах В. В изменение сопротивления датчика войдет в режим продувки залитого, двигателя

А. При таком сигнале ЭБУ-Д

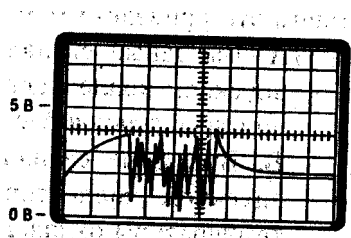


Рисунок к вопросу 13

Г. В изменение емкости датчика. Дайте развернутый ответ.

13. На рисунке представлена осциллограмма сигнала на выходе датчика положения дроссельной заслонки автомобиля записанная во время движения с ускорением. Какое из высказываний об этом сигнале является неверным:

Б. При таком сигнале будут наблюдаться рывки и подергивания при ускорении автомобиля.

В. При таком сигнале скорости в коробке передач с электронным управлением скорости начнут переключаться случайным образом.

Г. Это типичная неисправность для датчика положения дроссельной заслонки и ей соответствует износ резистивной дорожки потенциометра датчика.

Дайте развернутый ответ.

14. Обнаружено, что контакт 8 (датчик температуры охлаждающей жидкости) и контакт 7 (датчик температуры воздуха) 1 разъема ЭБУ-Д (см. рис. 2) замкнуты на землю;

Техник А сказал, что из-за этого выходные сигналы с датчиков положения дроссельной заслонки и абсолютного давления во впускном коллекторе будут иметь нулевые значения.

Техник Б сказал, что из-за этого опорное напряжение +5 на клемме 16 станет равным нулю.

Кто из них прав?

А. Только А.

Б. Только Б.

В. Оба правы.

Г. Оба не правы.

Дайте развернутый ответ.

15. Во время замены прокладки головки блока цилиндров техник нечаянно прищемил провод, подходящий к клемме 16 ЭБУ-Д автомобиля, замкнув его тем самым на «землю». К каким последствиям это приведет? (См. рис. 2).

А. Выходные сигналы датчиков абсолютного давления во впускном коллекторе, массового расхода воздуха и положения дроссельной заслонки будут иметь нулевые значения

Б. Выходные сигналы датчиков абсолютного давления во впускном коллекторе, положения дроссельной заслонки, температуры охлаждающей жидкости и температуры воздуха будут иметь нулевые значения

В. Выходные сигналы датчиков кислорода, абсолютного давления во впускном коллекторе, положения дроссельной заслонки, температуры охлаждающей жидкости температуры воздуха будут иметь нулевые значения.

Г. Выходные сигналы датчиков кислорода, абсолютного давления во впускном коллекторе, положения дроссельной заслонки, температуры охлаждающей жидкости и температуры воздуха, а также напряжение на соленоиде регулятора холостого хода будут иметь нулевые значения.

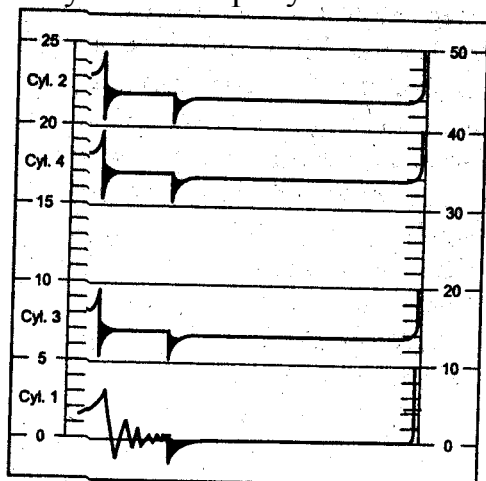
Дайте развернутый ответ.

16. Клиент поставил свой автомобиль в мастерскую для тюнинга. Жалобы на недостаточную мощность и рывки. Во время проверки баланса мощности по цилиндрам первый цилиндр определен как слабый. На рисунке показаны осциллограммы напряжений во вторичных цепях зажигания.

Техник А сказал, что неисправность вызвана потерей уплотнения или прогаром в клапане первого цилиндра.

Техник Б сказал, что неисправность объясняется загрязнением и нагаром на свече в первом цилиндре.

Рисунок к вопросу б



Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы.

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

17. Техник А сказал, что напряжение на выводах ненагруженной аккумуляторной батареи должно быть не менее 12,4 В для нормальной работы стартера. Если это не так, перед проведением диагностики электронных компонентов аккумулятор следует дозарядить.

Техник Б сказал, что большинство электрических и электронных систем автомобиля требуют для нормальной работы чтобы напряжение в бортовой сети было не менее 10 В. При более низком напряжении выполнить последовательность диагностических операций не удастся.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

18. Техник А сказал, что большое сопротивление в цепи системы управления может вызвать ее неправильную работу, так как в автомобильных системах управления используются низковольтные компоненты.

Техник Б сказал, что малое сопротивление в цепи системы управления может вывести ее из строя из-за появления больших токов.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

19. Двигатель автомобиля работает на холостом ходу; Какое напряжение будет замерено на клемме 21 ЭБУ-Д?

А. 0,0 В

Б. 0,05-0,75 В

В. 4,5-5,5 В

Г. 12-14 В

Дайте развернутый ответ.

20. На двигателе с впрыском топлива отсоединили вакуумный шланг на регуляторе давления топлива.

Техник А сказал, что давление топлива возрастет.

Техник Б сказал, что давление топлива уменьшится.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

21. В ЭБУ-Д вышла из строя цепь управления электромагнитным клапаном форсунки.

Техник А сказал, что ЭБУ-Д следует заменить.

Техник Б сказал, что следует проверить сопротивление обмотки катушки электромагнитного клапана форсунки.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте правый ответ

А. это нормальный сигнал

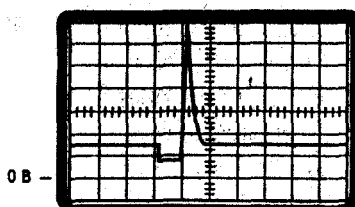
Б. Имеется обрыв в схеме управления форсункой

22. На осциллограмме представлен сигнал на обмотке соленоида форсунки. Какое из высказываний в отношении этого сигнала

В. Имеется короткое замыкание в схеме управления форсункой

Г. Соединение «земля» ЭБУ-Д — «земля» автомобиля

имеет слишком большое сопротивление.



Дайте развернутый ответ.

23. В электронной системе впрыска давление топлива ниже нормы может быть вызвано следующими причинами:

А. Неисправен регулятор давления топлива Б. Засорение фильтра или шлангов В. Неисправность электробензонасоса Г. Все перечисленные выше причины

Дайте развернутый ответ.

24. Двигатель автомобиля работает неровно на холостом ходу и глохнет при небольшом ускорении. При отключении вакуумного шланга от клапана

рециркуляции выхлопных газов (EGR) симптомы исчезают. Это может значить, что:

А. Клапан EGR постоянно закрыт

Б. Клапан EGR получает слабый вакуумный сигнал

В. В клапане ЕОК пружина, прижимающая диафрагму, сломана или слабая, клапан постоянно приоткрыт

Г. Неисправность клапана ЕСК увеличивает количество токсичных веществ NOx в выхлопе .

Дайте развернутый ответ.

25. Соленоид клапана продувки адсорбера в системе улавливания паров бензина автомобиля имеет электрическое сопротивление обмотки 3,5 Ом.

Техник А сказал, что соленоид неисправный и должен быть заменен.

Техник Б сказал, что выходной каскад ЭБУ-Д будет поврежден слишком большим током через этот соленоид.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы.

Г. Оба не правы.

Дайте развернутый ответ.

26. Во время прогрева двигателя дроссельная заслонка частично открыта, датчик температуры охлаждающей жидкости выдает сигнал, соответствующий 60°C. Какое напряжение покажет вольтметр на контакте 28 в разъеме ЭБУ (соленоид клапана продувки адсорбера в системе улавливания паров бензина в топливном баке)?

А. 0,0 В

Б. 0,05—0,75В

В. 5 В

Г. 12—14В

Дайте развернутый ответ.

27. Двигатель автомобиля работает при стехиометрическом составе рабочей ТВ-смеси. Какое из высказываний о составе выхлопных газов в выпускном коллекторе является верным?

А. Низкое содержание СН высокое СО, O₂ и СО₂

Б. Низкое содержание СН и СО, высокое O₂ и СО₂ В. Низкое содержание СН, СО, и O, высокое СО₂ Г. Низкое содержание СН, СО, O₂, СО₂

Дайте развернутый ответ.

28. Автомобиль не проходит контроль на токсичность из-за высокого содержания окислов азота NOx в выхлопе.

Техник А сказал, что причиной может быть обрыв вакуумного шланга в клапане рециркуляции выхлопных газов (EGR).

Техник Б сказал, что причиной может быть отсутствие контакта на клемме 27 ЭБУ-Д.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

29. Автомобиль не проходит контроль на токсичность из-за высокого содержания СН в выхлопе на холостом ходу. Какое из высказываний указывает на неверную причину для этого?

А. Обрыв высоковольтного провода свечи зажигания

Б. Ошибка в цепи датчика скорости автомобиля

В. Загрязнение регулятора холостого хода и (или) дроссельного патрубка

Г. Нагар на свечах

Дайте развернутый ответ.

30. Высокое содержание СН в выхлопных газах чаще всего вызывается:

А. Перегревом двигателя

Б. Засорением воздушного фильтра

В. Неисправностями в системе зажигания

Г. Неисправностями в системе рециркуляции выхлопных газов

Дайте развернутый ответ.

31. Автомобиль не проходит контроль на токсичность на холостом ходу двигатель работает неустойчиво на холостом ходу и начинает работать ровно при увеличении оборотов.

В таблице приведено содержание токсичных веществ в выхлопе:

Обороты двигателя	Холостой ход	2000 об/мин
СН (млн)	600	25
СО (%)	0,4	0,2
СО ₂ (%)	12,0	14,5
О ₂ (%)	0,5	0,9

Какая из перечисленных неисправностей наиболее вероятна?

А. Клапан рециркуляции выхлопных газов не закрывается

Б. Закорочен выход драйвера соленоида форсунки

В. Негерметичность впускного коллектора

Г. Нагар на свечах

Дайте развернутый ответ.

32. На двигателе автомобиля, возможно, прогорела прокладка головки блока цилиндров. Для проверки этого предположения зонд газоанализатора поднесли к открытой горловине радиатора при работающем двигателе автомобиля.

Техник А сказал, что индикация повышенного содержания СН будет свидетельствовать о попадании топлива из камеры сгорания через прогоревшую прокладку в систему охлаждения двигателя.

Техник Б сказал, что индикация повышенного содержания СО будет свидетельствовать о попадании топлива из камеры сгорания через прогоревшую прокладку в систему охлаждения двигателя.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

33. В выхлопных газах автомобиля нормальное содержание токсичных веществ СН и СО, но повышенное NOx. Что может быть причиной?

А. Не открывается клапан рециркуляции выхлопных газов.

Б. Образование нагара на днищах поршней В. Локальный перегрев камеры сгорания из-за локальных засорений водяной рубашки

Г. Все вышеперечисленные причины

Дайте развернутый ответ.

34. Двигатель устойчиво работает на холостом ходу. Содержание СН в выхлопных газах выше нормы, СО — в норме.

Техник А сказал, что причиной высокого содержания СН в выхлопных газах может быть слишком большой угол опережения зажигания.

Техник Б сказал, что причиной высокого содержания СН в выхлопных газах может быть засорение воздушного фильтра.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

35. Автомобиль не проходит контроль на токсичность. Обнаружено повышенное содержание токсичных веществ СН и СО в выхлопных газах, содержание кислорода выше 5%. Выявлена неработоспособность каталитического газонейтрализатора. После замены нейтрализатора напряжение на выходе датчика кислорода не превышает 200 мВ.

Техник А сказал, что датчик кислорода не исправен и его следует заменить.

Техник Б сказал, что датчик кислорода может быть исправен, но его показания не верны из-за негерметичности выпускного коллектора, куда поступает воздух, вынуждая датчик кислорода выдавать сигнал, соответствующий обедненной смеси.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

36. Автомобиль не проходит контроль на токсичность. Содержание СН в выхлопных газах выше нормы. Ниже приведен код с параметрами автомобиля, полученный сканером.

Параметр	Значение
Массовый расход воздуха, В	0.7
Температура охлаждающей жидкости (по напряжению ДТД), В	0.45
Температура воздуха во впускном коллекторе (по напряжению ДТВ), В	2,4
Абсолютное давление во впускном коллекторе (по напряжению ДАД), В	0,60
Положение дроссельной заслонки (по напряжению ДПД), В.	0,50
Обороты двигателя, об/мин	850
Напряжение на выходе датчика кислорода, В	0,05
Скорость автомобиля, км/ч	0,0
Напряжение аккумуляторной батареи, В	13,9

Положение клапана регулятора холостого хода, %	20	
Клапан продувки адсорбера, вкл./выкл.	Выкл.	
Соленоид управления клапаном в системе рециркуляции выхлопных газов, %	0	
Индикатор неисправности Check Engine, вкл./выкл.	Вкл.	
Код неисправности	P0171	
Режим работы системы управления двигателем, замкнутый разомкнутый	Разомкнутый	
Реле топливного насоса, вкл./выкл.	Вкл.	
Угол опережения зажигания в градусах по отношению к ВМТ	базовый	10
	фактический	8

Длительность импульсов впрыска превышает норму, сигнал датчика кислорода постоянно низкий. Какая из неисправностей имеет место?

- А. Неисправность в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости
- Б. Неисправность в цепи датчика кислорода.
- В. Неисправность в цепи датчика температуры воздуха
- Г. Неисправность в цепи датчика положения дроссельной заслонки

Дайте развернутый ответ.

37. Проверяется автомобиль с бортовой диагностической системой второго поколения (OBD-II). Владелец жалуется на включение индикатора Check Engine. В памяти компьютера обнаружен код неисправности P0440:

Какая из неисправностей имеет место?

- А. Неисправность клапана рециркуляции выхлопных газов
- Б. Обрыв или короткое замыкание в соленоиде клапана продувки адсорбера системы улавливания паров бензина.
- В. Утечка или засорение шланга адсорбера системы улавливания паров бензина в топливном баке.
- Г. Пункты Б и В.

Дайте развернутый ответ.

38. Техник А сказал, что, как правило, датчики абсолютного давления во впускном коллекторе и положения дроссельной заслонки запитываются от напряжения +5 В.

Техник Б сказал, что, как правило, аналоговые выходные сигналы этих датчиков меняются от 0,4—1,1 В на холостом ходу до почти 5 В при полностью открытой дроссельной заслонке.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

39. Автомобиль во время ездовых испытаний на шоссе обгоняет другой автомобиль. Когда обороты достигают значения 6000 об/мин, двигатель начинает выключаться.

Техник А сказал, что, скорее всего, не исправен модуль зажигания. Техник Б сказал, что, скорее всего, отключается подача топлива при превышении предельной частоты вращения коленчатого вала.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

40. На автомобиле имеется непостоянная неисправность, ее симптомы; задержки, провалы, подергивания, может заглохнуть двигатель, загорается лампа Check Engine. Ниже приводится кадр сканера, записанный в момент наблюдения симптомов неисправности:

Параметр.	Значение
Массовый расход воздуха (по направлению ДМРВ), В	0,0
Температура охлаждающей жидкости (по направлению ДТД), В	0,60
Температура воздуха во впускном коллекторе (по направлению ДТВ), В	2,50
Абсолютное давление во впускном коллекторе (по направлению ДАД), В	0,0
Положение дроссельной заслонки (по направлению ДПД), В	0,0
Обороты двигателя, об/мий	1500

В Напряжение на выходе датчика кислорода,	0,85	
Скорость автомобиля, км/ч	35	
Напряжение аккумуляторной/батареи, В	13,5	
Положение клапана регулятора холостого хода, %	20	
Клапан продувки адсорбера, вкл./выкл. /	Выкл.	
Соленоид управления ^клапаном в системе рециркуляции выхлопных газов, %		
Индикатор неисправности Check Engine, вкл./выкл.	Вкл,	
Код неисправности	P0105;P0120	
Режим работы системы управления двигателем, замкнутый/разомкнутый	Разомкнутый	
Реле топливного насоса, вкл./выкл.	Вкл	
Угол опережения зажигания в градусах по отношению к ВМТ	базовый	10
	Фактический	15

Плохой контакт на какой клемме ЭБУ-Д может быть причиной неисправности?

А. 2

Б. 16

В 15

Г 7

Дайте развернутый ответ.

Автомобиль не проходит контроль на токсичность, владелец жалуется, что с тех пор, как в прошлом году на его машине заменили тормозные накладки, ездить становится все хуже и хуже. Автомобиль имеет повышенный расход топлива, недостаточную мощность и приемистость, а теперь еще не только дурно пахнет, но и индикатор Check Engine горит. Используйте информацию, приведенную ниже, со сканера и газоанализатора и укажите наиболее вероятную причину неисправности.

Параметр	Значение	
Массовый расход воздуха (по направлению ДМРВ), В	1,2	
Температура охлаждающей жидкости . (по направлению ДТД), В	3,80	
Температура воздуха во впускном коллекторе (по направлению ДТВ), В	2,50	
Абсолютное давление во впускном коллекторе (по направлению ДАД), В	1,5	
Положение дроссельной заслонки (по направлению ДПД), В	0,50	
Обороты двигателя, об/мин	1050	
Напряжение на выходе датчика кислорода, В	0,95	
Скорость автомобиля, км/ч	0,0	
Напряжение аккумуляторной батареи, В	13,9	
Положение клапана регулятора холостого хода, %	35	
Клапан продувки адсорбера, вкл./выкл.	Выкл.	
Соленоид управления клапаном в системе рециркуляции выхлопных газов, %	0	
Индикатор неисправности Check Engine, вкл./выкл.	Вкл.	
Код неисправности	P0172, P0105	
Режим работы системы управления двигателем, замкнутый/разомкнутый	Разомкнутый	
Реле топливного насоса, вкл./выкл.	Вкл.	
Угол опережения зажигания в градусах по отношению к ВМТ.	базовый	10
	фактический	10

Обороты двигателя	Холостой ход	2000 об/мин
CH (млн)	300	250
CO, %	4,0	4,75
CO ₂ , %	10,8	10,5
O ₂ , %	0,5	0,45

Какая из неисправностей имеет место?

А. Неисправность в цепи датчика абсолютного давления во | впускном коллекторе

Б. Неисправность в цепях датчиков положения дроссельной заслонки или температуры воздуха

В. Неисправность в гидравлическом модуляторе тормозной антиблокировочной системы

Г. Неисправность в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости

Дайте развернутый ответ.

42. Ниже приведены результаты контроля' на токсичность двигателя автомобиля.

Обороты двигателя	Холостой ход	2000 об/мни
CH(млн)	30	30
CO, %	0,35	0,15
CO ₂ , %	14,9	15,5
O ₂ , %	1.0	1,5

Техник А сказал, что на автомобиле не исправен датчик положения дроссельной заслонки.

Техник Б сказал, что не исправен датчик кислорода или, его.

Кто из них. прав?

А.Только А.

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба неправы.

Дайте развернутый ответ.

43. Автомобиль доставлен в мастерскую. Владелец жалуется, что двигатель не заводится, как будто нет кадр данных со сканера и определите наиболее вероятная причина неисправности.

Параметр	Значение	
Массовый расход воздуха (по направлению ДМРВ) В	4,89	
Температура охлаждающей жидкости (по направлению ДТД), В	4,91	
Температура воздуха во впускном коллекторе (по направлению ДТВ), В	4,92	
Абсолютное давление во впускном коллекторе по направлению ДАД, В	4,90	
Положение дроссельной заслонки (по направлению ДПД), В	5,0	
Обороты двигателя, об/мин	250	
Напряжение на выходе датчика кислорода, В	0,0	
Скорость автомобиля, км/час	0,0	
Напряжение аккумуляторной батареи, В	10,2	
Положение клапана регулятора холостого хода, %	20	
Клапан продувки адсорбера, вкл./выкл.	Выкл	
Соленоид управления клапаном в системе рециркуляции выхлопных газов, %	0	
Индикатор неисправности Check Engine, вкл./выкл.	Вкл.	
Код неисправности	P0110,P0105, РОП5, P0120, P0171.P0560	
Режим работы системы управления двигателем, замкнутый/разомкнутый	Разомкнутый	
Реле топливного насоса, вкл./выкл.	Вкл.	
Угол опережения зажигания в градусах по отношению к ВМТ	байовый	10
	фактический	10

А. Топливный бак пустой

Б. Не исправен датчик положения дроссельной Заслонки |

В. Обрыв на контакте 2 ЭБУ-Д

Г. Замыкание на контакте 16 ЭБУ-Д

Дайте развернутый ответ.

44. Неисправности, сопровождающиеся появлением в памяти ЭБУ-Д нескольких кодов ошибок, часто вызываются плохим контактом между ЭБУ-Д и общей шиной питания («землей») всегда в этом случае следует проверить напряжение между «землей») ЭБУ-Д и общей шиной питания. Какое напряжение должен измерить вольтметр между «землей» ЭБУ-Д и общей шиной питания?

А. 0,01 В и меньше

Б. 0,1 В и меньше

В. 0,5 В и меньше

Г. 1,0 В и меньше

Дайте развернутый ответ.

45. При проверке оказалось, что давление топлива на композитном автомобиле на холостом ходу составляет 380 кПа. Техник А сказал, что засорена линия слива топлива. Техник Б сказал, что засорен вакуумный шланг регулятора давления топлива.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

46. При включенном зажигании и неработающем двигателе механик открывает дроссельную заслонку более чем на 90%. Какое напряжение покажет при этом вольтметр на клемме 9 ЭБУ-Д?

А. 12—15 В

Б. 0,25—1,25 В

В. 3,0—3,75 В

Г. 4,0—4,8 В

Дайте развернутый ответ

47. После замены ремня привода распределительного механизма клиент через некоторое время возвращается с жалобами на рывки, провалы и перебои в работе двигателя. Вы заверяете клиента в правильной установке ремня, но начинаете проверять автомобиль. Осциллограммы сигналов во вторичных цепях зажигания выявляют некоторые отклонения от нормы:

Цилиндр	Время горения дуги, мс	Среднее напряжение, кВ	Пик зажигания, кВ	Напряжение на дуге, кВ
1	1,5	9	14	1,5
2	0,30	38	41	2,9
3	1,7	8	13	1,4
4	1,6	10	17	1,5

Укажите наиболее вероятную причину неисправности.

А. Высоковольтный провод к свече второго цилиндра имеет повышенное сопротивление.

Б. Нагар на свече второго цилиндра

В. Неисправность катушки зажигания

Г. Неисправность модуля зажигания

Дайте развернутый ответ.

48. На автомобиле было измерено давление топлива. Результат — 230 кПа.

Какая из неисправностей не приведет к таким результатам?

А. Неисправный регулятор давления топлива

Б. Лопнувший вакуумный шланг регулятора давления

В. Засорение топливного фильтра

Г. Засорение штуцера подвода топлива регулятора давления топлива.

Дайте развернутый ответ.

49. На осциллограмме показано напряжение на обмотке соленоида форсунки центральной системы впрыска во время движения с постоянной скоростью.

Техник А сказал, что это нормальная осциллограмма для форсунки с токоограничением.

Техник Б сказал, что у форсунок с токоограничением ограничение тока достигается за счет модуляции компьютером приложенного

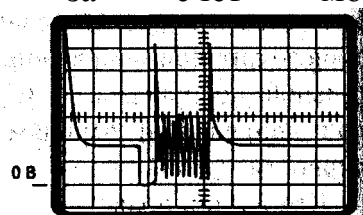


Рисунок к вопросу 49

напряжения.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

50. Техник А сказал, что пьезорезистивный датчик детонации преобразует вибрации двигателя, возникающие при детонации и меняющееся сопротивление.

Техник Б сказал, что, как правило, датчики детонации выпускаются пьезоэлектрическими, а не пьезорезистивными.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

51. Были замерены напряжения на элементах в цепи нестабильно работающего электробензонасоса.

Техник А сказал, что падение напряжения на электробензонасосе слишком мало и его нужно заменить.

Техник Б сказал, что падение напряжения на коммутируемых контактах реле бензонасоса слишком велико и его нужно заменить.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

52. На рисунке приведена схема зажигания. Техник А сказал, что с катушки А искрообразование происходит одновременно в цилиндрах 1 и 4.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

53: На рисунке представлены осциллограммы сигналов датчиков кислорода, установленных на входе и выходе каталитического нейтрализатора для контроля за его исправностью в соответствии с требованиями OBD-II. Двигатель прогрет, обороты 2000 в минуту.

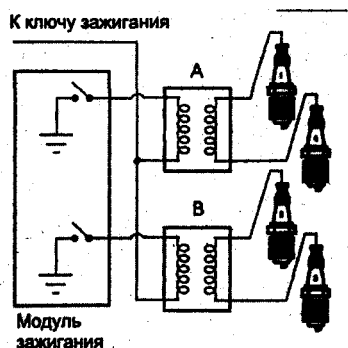
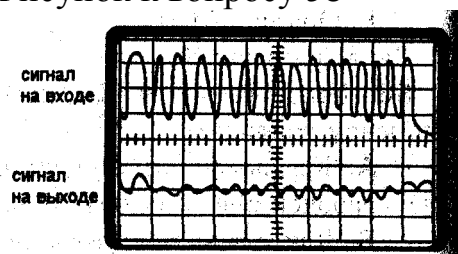


Рисунок к вопросу 52

Техник Б сказал, что на одной и этих свечей искрообразование всегда происходит при напряжений положительной полярности, а у другой при напряжении отрицательной полярности.

Техник А сказал, что датчик кислорода на входе работает нормально, а датчик на выходе слабо реагирует на циклические изменения состава топливной смеси и должен быть заменен.

Рисунок к вопросу 53



Техник Б сказал, что оба датчика исправны и заменять ничего не нужно. Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

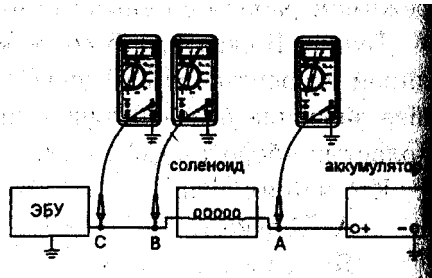
Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

54. На рисунке показана схема, в которой в точках А, В мультиметром было замерено напряжение. Во всех точках оно составило 12 В.

Техник А сказал, что соленоид включен.

Рисунок к вопросу 54



Техник Б сказал, что, если бы соленоид был включен, напряжение в точках С и В было бы меньше 1В.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

55. Техник А сказал, что избыточное попадание выхлопных газов в камеру сгорания через клапан рециркуляции выхлопных газов увеличивает содержание токсичных веществ CH в выхлопе и потребление топлива.

Техник Б сказал, что при чрезмерном увеличении угла опережения зажигания содержание окислов азота NO_x выхлопных газов повышается, а расход топлива увеличивается.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

56. Какое высказывание неверно в отношении двигателя с впрыском топлива?

А. Компьютер регулирует соотношение воздух/топливо в рабочей смеси, включая и выключая форсунки

Б. Длительность импульсов впрыска увеличивают для подачи большего количества топлива

В. Для обеднения рабочей смеси компьютер уменьшает длительность импульсов впрыска

Г. Обороты двигателя определяют частоту включения форсунок

Дайте развернутый ответ.

57. Техник А сказал, что двигатель под нагрузкой для обогащения рабочей смеси чаще включает форсунки по сравнению с режимом работы с меньшими нагрузками.

Техник Б сказал, что во время движения автомобиля с постоянной скоростью ЭБУ-Д управляет форсунками, используя большее значение базовой длительности импульсов впрыска, чем на холостых оборотах двигателя.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

58. Какой из способов не является эффективным для уменьшения содержания токсичных оксидов азота NO_x , в выхлопных газах?

А. Обогащение топливной смеси

Б. Уменьшение степени сжатия

В. Небольшое увеличение угла опережения зажигания

Г. Ввод небольшого количества инертного газа в камеру сгорания вместе с топливной смесью.

Дайте развернутый ответ.

59. Какое из высказываний справедливо в отношении проведения теста определения баланса мощности по цилиндрам?

А. Двигатели с электронной системой управления подачей топлива и зажиганием должны тестироваться на холостом ходу с отключением регулятора холостых оборотов

Б. Содержание токсичных веществ в выхлопных газах заметно возрастет при отключении одного из цилиндров

В. А и Б

Г. Ни А, ни Б

Дайте развернутый ответ.

60. Вольтметр подключен к отрицательному выводу первичной обмотки катушки электронной системы зажигания. Балластный резистор в этой системе зажигания не используется. Ключ зажигания включен, двигатель не запущен. Какое напряжение должен показывать вольтметр?

А. 0 В

Б. 1 В

В. 12—14 В

Г. Зависит от положения задающего диска в датчике положения коленчатого вала

Дайте развернутый ответ.

61. Вольтметр подключен к отрицательному выводу первичной обмотки катушки электронной системы зажигания с датчиком Холла. Первичная обмотка катушки зажигания включена через балластный резистор. Ключ зажигания включен, двигатель не запущен, Какое напряжение должен показывать вольтметр?

А. 0 В

Б. 1 В

В. 12—14В

Г. Зависит от положения задающего диска в датчике Холла (положения коленчатого вала)

Дайте развернутый ответ.

62. Какие функции не выполняет система рециркуляции выхлопных газов?

А. Уменьшение содержания токсичных окислов азота NOx в выхлопных газах

Б. Замедление процесса сгорания топливной смеси в цилиндрах.

В. Изменение концентрации топливовоздушной смеси

Г. Увеличение температуры сгорания рабочей смеси

Дайте развернутый ответ.

63. Нужно провести тест баланса мощности по цилиндрам на двигателе с электронным зажиганием без распределителя.

Техник А сказал, что, возможно, следует отключить клапан регулятора оборотов холостого хода.

Техник Б сказал, что при отключении цилиндра высоковольтный провод зажигания должен замыкаться на «землю».

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

64. Воздуховод за датчиком Массового расхода воздуха поврежден таким образом, что часть воздуха для образования топливовоздушной смеси поступает в двигатель, минуя датчик массового расхода. К каким последствиям приведет такая неисправность?

А. Образование бедной смеси и ухудшение характеристик двигателя

Б. Система управления двигателем добавит дополнительное количество топлива для компенсации; и ничего не изменится по сравнению с нормальным режимом.

В. Сигнал с датчика положения дроссельной заслонки составит около 5В

Г. Система управления двигателем сохранит режим работы с обратной связью по стехиометрическому составу ТВ-смеси.

Дайте развернутый ответ.

65. Небольшой грузовик не проходит контроль на токсичность. В его выхлопных газах высокое содержание СО.

Техник А сказал, что, скорее всего, причина в том, что система отвода выхлопных газов пробита где-то после первого датчика кислорода.

Техник Б сказал, что, скорее всего, одна из форсунок дает повышенную утечку топлива во впускной коллектор или постоянно частично приоткрыта.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

66. Клиент жалуется на перебои в работе двигателя, когда автомобиль идет в гору или с ускорением. На осциллограммах напряжений вторичных цепей системы зажигания обнаружено, что напряжение во время искрообразования для цилиндра № 4 больше, чем для остальных на 5 — 6 кВ. Сигнал плавно понижается в пределах времени искрообразования почти от уровня пика зажигания до уровня появления колебаний напряжения на катушке. Укажите наиболее вероятную причину неисправности;

А. Нагар на свече четвертого цилиндра

Б. Подгорание электродов на свече четвертого цилиндра

В. Высокое сопротивление высоковольтного провода свечи четвертого цилиндра

Г. Это нормальная осциллограмма

Дайте развернутый ответ.

67. Техники обсуждают причину появления непостоянной неисправности с кодом ошибки P0300 (периодические пропуски воспламенения). Кадр сканера приводится ниже:

Параметр	Значение	
Массовый расход воздуха, г/с	2	
Температура охлаждающей жидкости, С	94	
Температура воздуха во впускном коллекторе, С	30	
Напряжение на датчике (ДАД) абсолютного давления, В	1,62	
Положение дроссельной заслонки (напряжение на ДПД), В	0,45	
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	720	
Уставка частоты вращения коленчатого вала, об/мин	725	
Скорость автомобиля, км/ч	0	
Напряжение аккумуляторной батареи, В	14.7	
Положение клапана регулятора холостого хода, шагов	16	
Клапан продувки адсорбера, вкл./выкл.	Выкл.	
Соленоид управления клапаном в системе рециркуляции выхлопных газов, %	0,0	
Индикатор неисправности Check Engine, вкл./выкл.	Вкл.	
Код неисправности	P0300	
Режим работы системы управления двигателем, замкнутый/разомкнутый	Замкнутый	
Напряжение на выходе датчика кислорода, мВ	83-957	
Угол опережения зажигания в градусах по отношению к ВМТ	базовый	8
	фактический	8

Техник А сказал, что причиной непостоянной неисправности может быть неисправная или покрытая нагаром свеча.

Техник Б сказал, что причиной непостоянной неисправности может быть периодически появляющееся замыкание в обмотке катушки зажигания.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

68. Клиент жалуется на повышенный расход топлива у автомобиля с автоматической коробкой переключения передач (АКПП). Ниже приведены состав выхлопных газов, определенный по газоанализатору и кадр данных со сканера.

Газоанализатор: HC = 12 млн; CO = 0,1%; CO₂ = 17,2%;
O₂ = 0,1%.

Параметр	Значение	
Массовый расход воздуха, г/с	2 1	
Температура охлаждающей жидкости, С	100	
Температура воздуха во впускном коллекторе, С	41	
Напряжение на ДАД (абсолютного давления), В	1,0	
Датчик положения дроссельной заслонки, В	0,65	
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	850	
Установка частоты вращения коленчатого вала, об/мин.	845 1	
Скорость автомобиля, км/ч	0	
Напряжение аккумуляторной батареи, В	14,4	
Положение клапана регулятора холостого хода, шагов	17	
Клапан продувки адсорбера, вкл./выкл.	Выкл.	
Соленоид управления клапаном в системе рециркуляции выхлопных газов, %	0,01	
Индикатор неисправности Check Engine, вкл./выкл.	Выкл.	
Код неисправности	отсутствует	
Режим работы системы управления двигателем, замкнутый/ разомкнутый	Замкнутый	
Напряжение на выходе датчика кислорода, мВ	93-986	
Угол опережения зажигания в градусах по отношению к ВМТ	базовый	8
	фактический	9

Техник А сказал, что, скорее всего, не исправен термостат. Техник Б сказал, что двигатель работает на слишком богатой смеси.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ

69. Клиент жалуется на повышенный расход топлива. Был определен состав выхлопных газов с помощью газоанализатора:

CH = 386 млн; CO = 3,86%; CO₂ = 7,76%; O₂ = 0%.

С помощью автомобильного мультиметра определили пределы изменения сигнала на выходе датчика кислорода: 500—1000 мВ, длительность импульса впрыска: 0,6 мс. С помощью сканера получены значения параметров режима двигателя:

Параметр	Значение	
Массовый расход воздуха, г/с	2	
Температура охлаждающей жидкости, С	100	
Температура воздуха во впускном коллекторе, С	30	
Абсолютное давление по напряжению ДАД, В	1,3	
Положение дроссельной заслонки по напряжению ДПДВ	0,65	
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	770	
Уставка частоты вращения коленчатого вала, об/мин	760	
Скорость автомобиля, км/ч	0	
Напряжение аккумуляторной батареи, В	14,6	
Положение клапана регулятора холостого хода, шагов	25	
Клапан продувки адсорбера, вкл./выкл.	Выкл	
Соленоид управления клапаном в системе рециркуляции выхлопных газов, %	0,0	
Индикатор неисправности Check Engine, вкл./выкл.	Вкл.	
Код неисправности	P0172	
Режим работы системы управления двигателем, замкнутый/разомкнутый	Замкнутый	
Напряжение на выходе датчика кислорода, мВ	516-989	
Угол опережения зажигания в градусах по отношению к ВМТ	базовый	12
	фактический	12

Техник А сказал, что датчик кислорода может быть не исправен. Техник Б сказал, что регулятор давления топлива может быть не исправен.

Кто из них прав?

- А. Только А
Б. Только Б
В. Оба правы
Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ

70. Владелец жалуется на недостаточную мощность и приемистость двигателя. Ниже приведены данные со сканера.

Параметр	Значение	
Массовый расход воздуха, г/с.	120	
Температура охлаждающей жидкости, °C	94	
Температура воздуха во впускном коллекторе, °C	31	
Абсолютное давление во впускном коллекторе (по напряжению ДАД), В	3,81	
Положение дроссельной заслонки (по напряжению ДПД),В	3,08	
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	1860	
Уставка частоты вращения коленчатого вала, об/мин	1850	
Скорость автомобиля, км/ч	100	
Напряжение аккумуляторной батареи, В	14.8	
Положение клапана регулятора холостого хода, шагов	151	
Клапан продувки адсорбера, вкл./выкл.	Вкл.	
Соленоид управления клапаном в системе рециркуляции выхлопных газов, %	73	
Индикатор неисправности Check Engine, вкл./выкл.	Выкл.	
Код неисправности	Отсутствует	
Режим работы системы управления двигателем, замкнутый / разомкнутый	Замкнутый	
Напряжение на выходе датчика кислорода, мВ	201-654	
Угол опережения зажигания в градусах по отношению к ВМТ	базовый	12
	фактический	12

Техник А сказал, что неисправный электробензонасос подает недостаточно топлива.

Техник Б сказал, что, возможно, засорен топливный фильтр.

Кто из них прав?

- А. Только А .
Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

71- Владелец жалуется на повышенный расход топлива. Ниже приведены данные со сканера:

Параметр	Значение	
Массовый расход воздуха, г/с .	110	
Температура охлаждающей жидкости, °C	83	
Температура воздуха во впускном коллекторе, C	38	
Абсолютное давление во впускном коллекторе (по напряжению ДАД), В	3,8	
Положение дроссельной заслонки (по напряжению ДПД),В	2.8	
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	2500	
Уставка частоты вращения коленчатого вала,	2500	
Скорость автомобиля, км/ч	90	
Напряжение аккумуляторной батареи, В	14,7	
Положение клапана регулятора холостого хода,	102	
Клапан продувки адсорбера, вкл./выкл.	Вкл.	
Соленоид управления клапаном в системе рециркуляции выхлопных газов, %	88	
Индикатор неисправности Check Engine, вкл./выкл.	Вкл.	
Код неисправности	P0172	
Режим работы системы управления двигателем, замкнутый/разомкнутый	Замкнутый	
Напряжение-на выходе датчика кислорода, мВ	760-950	
Угол опережения зажигания в градусах по отношению к ВМТ	базовый	12
	фактический	12

Техник А сказал, что, скорее всего, не исправен термостат. Техник Б сказал, что, скорее всего, имеется утечка через диафрагму клапана системы улавливания паров бензина.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

72. При движении автомобиля с постоянной скоростью и ускорением наблюдаются задержки, рывки и провалы. Был определен состав выхлопных газов с помощью тазоанализатора: HC = 335 млн; CO = 0,01%; CO₂ = 8,2%; O₂ = 6,1%. Данные со сканера:

Параметр	Значение	
Массовый расход воздуха, г/с	2	
Температура охлаждающей жидкости, °C	94	
Температура воздуха во впускном коллекторе, °C	56	
Абсолютное давление во впускном коллекторе (по напряжению ДАД), В	1.1	
Положение дроссельной заслонки (по напряжению ДПД), В	0,65	
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	695	
Уставка частоты вращения коленчатого вала, об/мин	700	
Скорость автомобиля, км/ч	0	
Напряжение аккумуляторной батареи, В	14,3	
Положение клапана регулятора холостого хода, шагов	15	
Клапан продувки адсорбера, вкл./выкл.	Выкл.	
Соленоид управления клапаном в системе рециркуляции выхлопных газов, %	0	
Индикатор неисправности Check Engine, вкл./выкл.	Выкл.	
Код неисправности	Отсутствует	
Режим работы системы управления двигателем, замкнутый/разомкнутый	Замкнутый	
Напряжение на выходе датчика кислорода, мВ	460-995	
Угол опережения зажигания в градусах по отношению к ВМТ	базовый	10
	фактический	10

Техник А сказал, что, скорее всего, не исправен термостат. Техник Б сказал, что причиной неисправности может быть нагар на датчике кислорода. Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. ОЛэа правы

Г. Оба не правы.

Дайте развернутый ответ.

73. Двигатель автомобиля иногда глохнет. Ниже приведен кадр сканера.

Параметр	Значение	
Массовый расход воздуха, г/с	2	
Температура охлаждающей жидкости, С	100	
Температура воздуха во впускном коллекторе, С	30	
Абсолютное давление во впускном коллекторе (по напряжению ДАД), В	2,6	
Положение дроссельной заслонки (по напряжению дпд),в	0.61	
1 Частота вращения коленчатого вала, об/мин	810	
Уставка частоты вращения коленчатого вала, об/мин	725	
Скорость автомобиля км/ч	0	
Напряжение аккумуляторной батареи, В	14,5	
Положение клапана регулятора холостого хода, шагов	0	
.Клапан продувки адсорбера, вкл./выкл.	Выкл.	
Соленоид управления клапаном в системе рециркуляции выхлопных тазов, %	0	
Индикатор неисправности Check Engine, вкл./выкл.	Вкл.	
Код неисправности	P0171	
Режим работы системы управления двигателем, замкнутый/разомкнутый	Замкнутый	
Напряжение на выходе датчика кислорода, мВ	20-419	
Угол опережения зажигания в градусах по отношению к ВМТ	базовый	10
	фактический	10

Техник А сказал, что двигатель работает на бедной смеси. Техник Б сказал, что, вероятно, дроссельная заслонка загрязнена и ограничивает поступление воздуха на холостом ходу.

Кто из них прав?

А. Только А

- Б. Только Б
- В. Оба правы
- Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

74. Двигатель автомобиля неустойчиво работает на холостом ходу.

Приводятся данные со сканера:

Параметр	Значение	
Массовый расход воздуха, г/с	4	
Температура охлаждающей жидкости, °С	100	
Температура воздуха во впускном коллекторе, °С	30	
Абсолютное давление во впускном коллекторе (по напряжению ДАД), В	2,0	
Положение дроссельной заслонки (по напряжению ДПД), В	0,45	
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	760	
Уставка частоты вращения коленчатого вала, об/мин	790	
Скорость автомобиля, км/ч	0	
Напряжение аккумуляторной батареи, В	14,7	
Положение клапана регулятора холостого хода; шагов	55	
Клапан продувки адсорбера, вкл./выкл.	Выкл.	
Соленоид клапана в муфте преобразователя крутящего момента, вкл./выкл.	Выкл.	
Соленоид управления клапаном в системе рециркуляции выхлопных газов, %	0	
Индикатор неисправности Check Engine, вкл./выкл.	Выкл.	
Код неисправности	Отсутствует	
Режим работы системы управления двигателем, замкнутый/разомкнутый	Замкнутый	
Напряжение на выходе датчика кислорода, мВ	401-930	
Угол опережения зажигания в градусах по отношению к ВМТ	базовый	12
	фактический	12

Какова наиболее вероятная причина неисправности?

- А. Утечка или подсос воздуха во впускном коллекторе
- Б. Загрязнение дроссельной заслонки
- В. Незакрывающийся клапан в системе рециркуляции выхлопных газов
- Г. Загрязнение датчика кислорода

Дайте развернутый ответ.

75. Среднее напряжение на датчике кислорода составляет 0,312В.

Техник А сказал, что двигатель работает на богатой смеси. Техник Б сказал, что имеет место подсос воздуха через впускной коллектор и ТВ-смесь бедная.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

76. Проверяется датчик кислорода на двигателе с впрыском топлива. Напряжение на выходе датчика стабильно переключается с уровня 0,388 В на уровень 0,460 В. При добавлении пропан через патрубок забора воздуха напряжение на выходе датчик возрастает до 0,687 В. При добавлении воздуха помимо датчика массового расхода (снимается Вакуумный шланг) напряжение датчика кислорода уменьшается до 0,312 В.

Техник А сказал, что датчик кислорода может быть не исправен.

Техник Б сказал, что это нормальная работа датчика кислорода и все исправно.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

77. С газоанализатора получена следующая информация о составе выхлопных газов двигателя, который работает с пропусками воспламенения: $\text{CH} = 462$ млн- $\text{CO} = 0,3\%$; $\text{CO}_2 = 15,4\%$; $\text{O}_2 = 5\%$.

Техник А сказал, что двигатель работает на богатой смеси.

Техник Б сказал, что двигатель работает на обедненной смеси из-за этого возникают пропуски воспламенения.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

78. С газоанализатора получена следующая информация о составе выхлопных газов двигателя: $\text{CH} = 13$ млн; $\text{CO} = 0,0\%$; $\text{CO}_2 = 16,3\%$; $\text{O}_2 = 0\%$.

Техник А сказал, что двигатель работает на богатой смеси.

Техник Б сказал, что двигатель работает на обедненной смеси.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

79. С газоанализатора получена следующая информация о составе выхлопных газов двигателя, который работает с пропусками воспламенения:

$\text{CH} = 868 \text{ млн}$; $\text{CO} = 0,01\%$; $\text{CO}_2 = 7,8\%$; $\text{O}_2 = 8\%$.

Техник А сказал, что двигатель работает на богатой смеси.

Техник Б сказал, что двигатель работает на обедненной смеси и из-за этого возникают пропуски воспламенения.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

80. С газоанализатора получена следующая информация о составе выхлопных газов двигателя:

$\text{CH} = 287 \text{ млн}$; $\text{CO} = 2,6\%$; $\text{CO}_2 = 8,1 \%$; $\text{O}_2 = 0,1 \%$.

Техник А сказал, что двигатель работает на богатой смеси.

Техник Б сказал, что двигатель работает на обедненной смеси.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

81. Со сканера получены следующие значения параметров режима работы двигателя:

Параметр	Значение
Температура охлаждающей жидкости, °C	101
Температура воздуха во впускном коллекторе, °C	27
Положение дроссельной заслонки, %	0
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	657
Положение клапана регулятора холостого хода шагов	44
Параметр	Значение
Код неисправности	Отсутствует
Напряжение на выходе датчика кислорода, мВ	345—731
Угол опережения зажигания в градусах по отношению к ВМТ	10
Массовый расход воздуха, г/с	3

Техник А сказал, что это нормальные значения параметров. Техник Б сказал, что следует очистить дроссельную заслонку и патрубок.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

82. Со сканера получены следующие значения параметров режима работы двигателя:

Параметр	Значение
Температура охлаждающей жидкости, °C	101
Температура воздуха во впускном коллекторе, °C	27
Положение дроссельной заслонки, %	0
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	657
Положение клапана регулятора холостого хода, шагов	44
Код неисправности	Отсутствует
Напряжение на выходе датчика кислорода, мВ	345—731
Угол опережения зажигания в градусах по отношению к ВМТ	10
Массовый расход воздуха, г/с	3

Техник А сказал, что датчик положения дроссельной заслонки неправильно подстроен.

Техник Б сказал, что датчик кислорода возможно неисправен. Кто из них прав? А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

83. Со сканера получены следующие значения параметров режима работы двигателя:

Параметр	Значение
Температура охлаждающей жидкости, °C	101
Температура воздуха во впускном коллекторе, °C	27
Положение дроссельной заслонки, %	0
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	657
Положение клапана регулятора холостого хода, шагов	44
Код неисправности	Отсутствует
Напряжение на выходе датчика кислорода, мВ	345—731
Угол опережения зажигания в градусах по	10
Массовый расход воздуха, г/с	3

Техник А сказал, что термостат может быть не исправен. Техник Б сказал, что датчик массового расхода воздуха неисправен.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

84. Что произойдет при отключении вакуумного шланга с регулятора давления топлива на двигателе с распределенным впрыском во время его работы на холостом ходу в режиме с обратной связью?

А. Двигатель остановится

Б. Давление топлива в системе возрастет

В. Давление топлива в системе уменьшится

Г. Обороты двигателя увеличатся

Дайте развернутый ответ.

Проверка знаний специалистов автосервиса

85. Вакуумный шланг регулятора давления топлива на двигателе с распределенным впрыском дает незначительную утечку. Автомобиль проходит контроль на токсичность. Какие результаты, скорее всего, будут получены с газоанализатора?

А. Высокое содержание СН и очень низкое СО

Б. Нормальные показания

В. Низкое содержание O₂ и СО

Г. Низкое содержание СО₂ и O₂ Дайте развернутый ответ.

86. Двигатель прокручивается стартером, но не заводится.

Техник А сказал, что для проверки искрообразования следует использовать тестер зажигания.

Техник Б сказал, что для проверки поступления отпирающих импульсов на форсунки следует использовать логический пробник.

Кто из них прав?

А. Только А

Б. Только Б

В. Оба правы

Г. Оба не правы

Дайте развернутый ответ.

87. Автомобиль 1994 года выпуска не проходит контроль на токсичность. На газоанализаторе были получены следующие результаты: СН = 714 млн СО = 4,14%; СО₂ = 7,41 %; O₂ = 6,72%. Какова наиболее вероятная причина отклонений от норм? А. Обогащенная смесь и повреждения во вторичных цепях зажигания

Б. Обогащенная смесь и неисправный каталитический нейтрализатор

В. Обогащенная смесь, неисправный каталитический нейтрализатор и утечка в системе отвода выхлопных газов

Г. Обогащенная смесь и неправильно установленный угол опережения зажигания

Дайте развернутый ответ.

88. При работе двигателя на холостых оборотах клапан регулятора оборотов холостого хода находится в положении, которому соответствует большее число шагов, чем должно быть по норме. Что может быть причиной?

А. Неисправность регулятора холостого хода

Б. Неисправность датчика кислорода

В. Неисправность датчика положения дроссельной заслонки

Г. Неисправность датчика абсолютного давления во впускном коллекторе или датчика массового расхода воздуха

Дайте развернутый ответ.

89. Двигатель неустойчиво работает на холостых оборотах. Измерение длительности искрообразования дало следующие результаты: цилиндр № 1 — 0,9 мс, цилиндр № 2 — 1,0 мс, цилиндр № 3 — 1,1 мс, цилиндр № 4 — 2,4 мс.

Какова наиболее вероятная причина неисправности?

А. Свеча цилиндра № 1 имеет увеличенный искровой зазор

Б. Свеча цилиндра № 4 имеет увеличенный искровой зазор

В. Свеча цилиндра № 4 имеет уменьшенный искровой зазор

Г. Свеча цилиндра № 1 имеет уменьшенный искровой зазор

Дайте развернутый ответ.

90. Для всех цилиндров длительность искрообразования не превышает 0,6 мс, а напряжение на электродах свечей во время искрообразования ниже нормы.

Какова наиболее вероятная причина неисправности?

А. Контакт «бегунок — центральный электрод» в высоковольтном распределителе имеет слишком большое сопротивление

Б. Контакт «бегунок — центральный электрод» в высоковольтном распределителе имеет слишком низкое сопротивление

В. Во вторичной обмотке катушки зажигания имеется межвитковое замыкание

Г. Сопротивление первичной обмотки катушки зажигания слишком низкое

Дайте развернутый ответ.

91. Имеет место небольшая утечка разрежения на конце вакуумного шланга, подключенного к датчику абсолютного давления

Б. Ранее двигатель работал на богатой смеси

В. Ранее двигатель работал на бедной смеси

Г. Сейчас двигатель работает на богатой смеси

Дайте развернутый ответ.

99. Для двигателя с центральным впрыском получен следующий состав выхлопных газов с помощью газоанализатора-СН = 380 млн,- СО = 0,01 %; СО₂ = 14,7%; О₂ = 1 %. Какова наиболее вероятная причина неисправности?

А. Каталитический нейтрализатор не работает

Б. Неисправен регулятор давления топлива

В. Неисправен термостат, и двигатель холодный

Г. Клапан регулятора оборотов холостого хода слишком сильно открыт
Дайте развернутый ответ.

100. Инжекторный двигатель проверяется на газоанализаторе. Состав выхлопных газов: СН = 102 млн'; СО = 0,3%-СО, = 6,1%; О, = 6,3%.

Техник А сказал, что все нормально, в том числе и подстройка датчика положения дроссельной заслонки, так как содержание СО₂ и О₂ примерно одинаково.

Техник Б сказал, что двигатель работает на бедной смеси.

Кто из них прав?

- А. Только А
 - Б. Только Б
 - В. Оба правы
 - Г. Оба не правы
- Дайте развернутый ответ.

4.Примеры развернутых письменных ответов на тестовые задачи

Задача №1

Двигатель с распределенным впрыском неустойчиво работает на холостых оборотах. При увеличении оборотов работа двигателя стабилизируется.

Обороты двигателя	Холостой ход	2000 об/мин
СН(млн)	500	15
СО(%)	0,3	0,1
СО ₂ (%)	13,0	14,2
О ₂ (%)	0,2	0,5

Какова наиболее вероятная причина неисправности?

- А. Утечка через прокладку во впускном коллекторе
 - Б. Один из проводов во вторичной цепи системы зажигания замыкается на «землю»
 - В. Засорение форсунок
 - Г. Не закрывается клапан в системе рециркуляции выхлопных газов
- Дайте развернутый письменный ответ.

Решение

Из описания симптомов неисправности, и по составу выхлопных газов очевидно, что двигатель имеет пропуски на холостом ходу. Это может быть вызвано рядом причин. Проанализируем предлагаемые варианты ответов.

Утечка разрежения во впускном коллекторе означает поступление в двигатель дополнительного воздуха и работу на обедненной смеси. При этом возможны пропуски (повышенное содержание СН в выхлопе из-за несгоревшего топлива) и неустойчивая работа двигателя на холостых оборотах, но содержание кислорода в выхлопных газах в этом случае обязательно будет повышенным. Здесь этого нет, и ответ А не подходит.

Засорившаяся форсунка может вызывать пропуски из-за обеднения смеси, но такая неисправность проявлялась бы и на 2000 оборотах, следовательно, ответ В также неверный.

По той же причине не подходит и ответ Б. Неисправность высоковольтной проводки проявлялась бы на всех оборотах.

Правильен ответ Г. Не полностью закрытый клапан в систем рециркуляции выхлопных газов может вызывать периодически пропуски воспламенения с появлением высокой концентраций СН (несгоревшее топливо) в выхлопных газах на холостых оборотах. При 2000 оборотах клапан в системе рециркуляции выхлопных газов должен быть открыт, поэтому неисправность а проявляется. Содержание кислорода в выхлопных газах остается низким, так как через неисправный клапан в системе рециркуляции выхлопных газов в цилиндры поступают выхлопные газы, вытесняя часть воздуха. Неисправности, перечисленные в пунктах А, Б, В, приводили бы к высокому содержанию кислорода выхлопных газах.

Задача №2

Холодный двигатель автомобиля прокручивается, но не заведется. Ниже приводится кадр со сканера, полученный при включенном зажигании и неработающем двигателе:

Параметр	Значение	
Массовый расход воздуха, г/с	0	
Температура охлаждающей жидкости (по напряжению ДТД), В	0,60	
Температура воздуха во впускном коллекторе (по напряжению ДТВ), В	3,60	
Абсолютное давление во впускном коллекторе (по напряжению ДАД), В	4,00	
Положение дроссельной заслонки (по напряжению ДПД), В	0,50	
Обороты двигателя, об/мин	0	
Напряжение на выходе датчика кислорода, В	0,00	
Скорость автомобиля, км/ч	0	
Напряжение аккумуляторной батареи, В	12.4 1	
Положение клапана регулятора холостого хода, %	45	
Клапан продувки адсорбера, вкл./выкл.	Выкл.	
Соленоид управления клапаном в системе рециркуляции выхлопных газов, %	0	
Индикатор неисправности Check Engine, вкл./выкл.	Вкл.	
Код неисправности	Отсутствует	
Режим работы системы управления двигателем, замкнутый / разомкнутый	Разомкнутый	
Реле топливного насоса, вкл./выкл.	Выкл.	
Угол опережения зажигания в градусах по отношению к ВМТ	базовый	
	фактический	

Какова наиболее вероятная причина неисправности?

- А. Неисправен датчик абсолютного давления во впускном коллекторе
- Б. Неисправен регулятор оборотов холостого хода
- В. Неисправен датчик температуры охлаждающей жидкости
- Г. Неисправен датчик положения дроссельной заслонки

Дайте развернутый письменный ответ.

Решение

В кадре сканера представлены значения выходных сигналов датчиков и информация о некоторых исполнительных механизмах. Можно воспользоваться

спецификацией на автомобиль и установить, какие из перечисленных в кадре параметры имеют значения, не соответствующие норме.

Датчик абсолютного давления во впускном коллекторе при неработающем двигателе должен измерять атмосферное давление. Его выходной сигнал 4,0 В соответствует давлению около 100 кПа по калибровочному графику. Это нормальное атмосферное давление на уровне моря, датчик абсолютного давления во впускном коллекторе исправен.

Клапан регулятора оборотов холостого хода определяет количество воздуха, проходящее через байпас в двигатель при закрытой дроссельной заслонке. На холостых оборотах клапан обычно открыт на 15—20%. Перед запуском двигателя и в первое время после запуска, пока двигатель не прогреет, ЭБУ-Д открывает клапан сильнее. Значение этого параметра 45% в данных условиях вполне нормально. Регулятор оборотов холостого хода исправен.

Датчик температуры охлаждающей жидкости выдает напряжение 0,6 В, что соответствует примерно 90 °С по калибровочному графику. Эта температура соответствует прогретому двигателю, но наш двигатель по условию задачи не заводился и должен быть холодным.

Посмотрим на значение сигнала датчика температуры воздуха во впускном коллекторе (на холодном неработающем двигателе температура воздуха и охлаждающей жидкости должны совпадать). Сканер дает значение 3,60 В (примерно -5 °С по калибровочному графику), т. е. имеется явное несоответствие. Датчик температуры охлаждающей жидкости, скорее всего, неисправен но, так как его сигнал не выходит за допустимые пределы, код ошибки не устанавливается.

При запуске холодного двигателя ЭБУ-Д должен подавать обогащенную топливовоздушную смесь для его прогрева. По верному сигналу от датчика температуры охлаждающей жидкости ЭБУ-Д определяет двигатель как прогретый и неправильный определяет состав топливовоздушной смеси, отчего двигатель заводится. Правильный ответ — В.

Сигнал датчика положения дроссельной заслонки показывает, что заслонка закрыта, никаких отклонений здесь нет.

Задача №3

При искусственном обогащении топливовоздушной смеси обороты двигателя возрастают меньше, чем это оговорено спецификацией. Что это значит?

А. Топливовоздушная смесь слишком обеднена

Б. Двигатель перегрет

В. Топливозвоздушная смесь слишком обогащена

Г. Система впуска воздуха работает неправильно

Дайте развернутый письменный ответ.

4. Примеры письменных ответов на тестовые задачи

Решение

Искусственное обогащение топливозвоздушной смеси производится подачей небольшого количества пропана через патрубок забора воздуха. Для того чтобы двигатель увеличил обороты при введении пропана, в ТВ-смеси должно быть достаточно кислорода для его сжигания, т. е. смесь должна быть достаточно обеднена. Если при введении пропана обороты не увеличиваются, это значит, что двигатель получает больше топлива, чем можно было сжечь в цилиндрах в данных условиях, т. е. смесь слишком обогащена. Правильный ответ — В.

Ответы на тестовые вопросы

1. Обрыв в электрической цепи тягового реле стартера не позволит прокручивать двигатель; Неисправный датчик положения коленчатого вала не мешает прокручивать двигатель, хотя двигатель, и не заведется. Техник А прав.

2. Прогнувшаяся диафрагма в клапане регулятора давления топлива может привести к увеличению давления топлива в рампе форсунок. В результате топливная смесь станет обогащенной выходной сигнал датчика кислорода будет иметь высокий уровень. Ответ техника А неверен, так как обрыв цепи соленоид одной из форсунок не позволит электроклапану форсунки открываться, топливо через эту форсунку не будет попадать в цилиндр при этом в выхлопе будет наблюдаться избыток кислорода и на выходе датчика кислорода будет низкий уровень напряжения, Соответствующий обедненной смеси. Техник Б прав.

3. Прогар прокладки головки блока между цилиндрами 3 и может привести к понижению давления в этих двух цилиндрах. Нарушение синхронизации фаз распределения привело бы к понижению давления во всех цилиндрах. Техник А прав.

4. Электронный блок управления двигателем контролирует множество датчиков и исполнительных механизмов и, если сигналы с них отличаются от заранее установленных норм, записывает в память соответствующие коды ошибок. С другой стороны ЭБУ-Д не контролирует многие параметры механического состояния двигателя и цепей зажигания. Поиск неисправностей следует всегда начинать с проверки искрообразования. Если искра есть следует произвести измерение компрессии в цилиндрах, давления топлива в системе, убедиться в механической исправности двигателя и лишь затем обращаться к сканеру. Техник Б был прав.

5. Скорость прокачивания охлаждающей жидкости возрастает при увеличении оборотов двигателя, так как при этом больше тепла должно быть отведено через радиатор в атмосферу. Быстро вращающаяся крыльчатка водяного насоса создает разрежение на его входе. Чтобы предотвратить слипание шланга на входе насоса, шланг армируется стальной пружиной. Коррозия пружины может привести к слипанию шланга именно при движении с большой скоростью, когда обороты двигателя велики. Неисправность крыльчатки водяного насоса привела бы к перегреву двигателя на любых оборотах. Техник А был прав.

6. Ответ Г был бы правильным до появлений бортовых диагностических систем второго поколения (OBD-II). Диагностические компьютеры автомобилей, удовлетворяющие стандарту OBD-II, способны определять износ датчика или

исполнительного механизма до состояния ухудшения параметров и характеристик более чем на 40%. Для автомобилей отвечающих стандарту OBD-II суждения А. Б. В. Г — ошибочны, т; к. все эти четыре ситуации в данном случае распознаются. Для стандарта OBD-I и более старых моделей ЭБУ-Д ситуация Г не распознается.

7. Действительно, провалы и скачки сигнала аналогового датчика в какой-то части его рабочего диапазона (обычно эта часть диапазона наиболее интенсивно используется) являются распространенной причиной появления непостоянных неисправностей. Проверка цифровым мультиметром выходного сигнала датчика во всем его диапазоне позволит обнаружить зону, где наблюдаются искажения сигнала. Проверка на входах ЭБУ-Д выявит неисправности в проводах жгута. Таким образом, оба техника правы.

8. Код P0172 (высокий уровень сигнала датчика кислорода, богатая смесь) может быть записан в регистратор неисправностей при появлении неисправностей в любой из нескольких цепей. Например, неисправности в датчике абсолютного давления во впускном коллекторе или датчике положения дроссельной заслонки оказывают влияние на работу двигателя и могут установить код P0172 в памяти ЭБУ-Д. Появление кода P0172 также может быть вызвано механическими неисправностями, которые приводят к впрыску излишнего количества топлива в цилиндры и его неполному сгоранию. Пропуски воспламенений также приводят к установке кода P0172. Таким образом, оба техника правы.

9. Код ошибки, соответствующий богатой смеси, действительно может означать неисправность датчика кислорода, но гораздо чаще появление такого кода — это индикация несбалансированной топливовоздушной смеси, а не поломки датчика. Любые условия, меняющие состав ТВ-смеси или вынуждающие ЭБУ неправильно определять этот состав, приводят к появлению кодов ошибок, связанных с работой датчика кислорода. Прав техник Б.

10. В режиме работы с обратной связью ЭБУ-Д использует сигнал; с датчика кислорода для стабилизации: стехиометрического состава рабочей смеси. Прав техник А.

11. Сопротивление терморезистора с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления возрастает при уменьшении температуры или уменьшается при повышении температуры следовательно, техник А был прав. Сопротивление терморезистора с положительным температурным коэффициентом сопротивления уменьшается при уменьшении температуры.

12. Пьезоэлектрический датчик детонации двигателя, как правило, настраивается в резонанс на отдельные частоты вибраций двигателя,

появляющиеся при детонации. Эти вибрации преобразуются датчиком в напряжения соответствующих частот, поступающие в ЭБУ-Д для последующей обработки.

Таким образом Б — правильный ответ.

13. Для того чтобы ЭБУ-Д вошел в режим продувки залитой двигателя, дроссельная заслонка должна быть открыта более чем на 80% (напряжение на выходе датчика превысит 3,7 В при оборотах двигателя менее 400 в минуту. Этого нет, следовательно но, высказывание А неверно.

14. Замыкание выходов датчиков температуры охлаждающей жидкости и температуры воздуха на землю никак не влияет на опорное напряжение +5 В на клемме 16. Работа датчиков положения дроссельной заслонки и абсолютного давления во впускном коллекторе не будет нарушена. Оба техника не правы.

15. Опорное напряжение +5 В с клеммы 16 ЭБУ-Д поступает только на датчики абсолютного давления во впускном коллекторе и положения дроссельной заслонки. При замыкании клеммы 16 на землю выходные сигналы этих датчиков, естественно, будут нулевыми. Работа остальных датчиков и исполнительных механизмов при замыкании клеммы 16 на землю не изменится.

Правильный ответ — А.

16. Вид осциллограмм напряжений во вторичных цепях зажигания зависит от режима топливоподачи и компрессии. Обедненная смесь хуже проводит электричество и требует большего напряжения для пробоя. Прогоревший клапан является причиной обеднения смеси в цилиндре и потери компрессии. При этом требуется большее, чем обычно, напряжение для пробоя искрового промежутка на свече. Из осциллограмм видно, что в цилиндре № 1 происходит сброс магнитной энергии из катушки зажигания через высокое сопротивление обедненной смеси, пробоя которой не происходит. Техник А прав.

17. Действительно, напряжение аккумуляторной батареи ниже 12 В может оказаться недостаточным для прокручивания: двигателя стартером и тогда будет невозможно выполнить контроль компрессии по цилиндрам. Однако многие управляемые компьютером системы работают на низком напряжении. Если напряжение упадет ниже 10 В, то ЭБУ-Д занесет в память соответствующий код неисправности (P0560, несоответствие норме напряжения бортовой сети) и приостановит выполнение операций.

Таким образом, оба техника правы.

18. Правильный ответ — В, т.к. оба высказывания справедливыми указывают на необходимость сверяться со спецификацией на компоненты при появлении неисправностей. Большое сопротивление в цепи может вызвать относительно большое падение напряжения в низковольтной цепи. Малое сопротивление

компонента может вызвать увеличение тока и выход из строя некоторых компонентов от перегрузки.

19. Клемма 21 ЭБУ-Д соединена с выводом обмотки реле бензонасоса. Реле включается соединением этого вывода с «землей» через транзисторный ключ в ЭБУ-Д. Во время работы двигателя реле бензонасоса включено. Если цепь исправна, на клемме будет измерено напряжение на открытом транзисторном ключе, что составит 0,05 — 0,75В.

Ответ Б — правильный.

20. Вакуумный шланг между регулятором давления топлива впускным коллектором нужен для поддержания постоянного давления в рампе форсунок относительно впускного коллектора учетом меняющейся нагрузки двигателя. Отключение вакуумный шланга эквивалентно большой нагрузке двигателя, когда давление в задроссельном пространстве практически равно атмосферному. Давление топлива в системе при этом возрастает.

Техник Д прав.

21. Всегда перед заменой ЭБУ-Д следует проверять сопротивление того элемента цепи управления, которого вышла из строя. Если в схеме элемента имеет место короткое замыкание, замена ЭБУ-Д не имеет смысла, так как контроллер скоро вновь выйдет из строя. В данном случае сначала следует проверить солено форсунки на короткое замыкание, заменить его, если нужно лишь затем решать вопрос о замене ЭБУ-Д.

Прав техник Б.

22. Форсунка открывается, когда цепь управления в ЭБУ (транзисторный ключ) соединяет один из выводов ее обмотки «землей» в ЭБУ-Д. Другой вывод обмотки постоянно подключен к плюсовой шине бортовой сети питания. На открытом транзисторном ключе падает незначительное напряжение, все напряжение питания приложено к обмотке электромагнитного клапана форсунки, который открывается. Если соединение «земля» ЭБУ-Д «земля», сети питания» имеет слишком большое сопротивление, все питающее напряжение будет приложено к обмотке электромагнитного клапана и он не откроется. На рисунке видно, что напряжение в импульсе падает не до 0,0—0,7 В, как должно быть до 5—6В, т. е. соединение «земля» ЭБУ-Д — «земля» сети питания» имеет повышенное сопротивление и ответ.

Г — верный.

23. Любая из перечисленных причин ведет к снижению давления топлива в системе подачи.

Правильный ответ — Г.

24. Описанные симптомы могут иметь место, если клапан EGR неплотно закрыт и слишком быстро открывается при поступлении сигнала по вакуумному шлангу, следовательно, В правильный ответ. При изменении вакуума даже при небольшом ускорении клапан EGR быстро открывается что может привести к колебаниям оборотов двигателя и даже его остановке, но увеличения количества токсичных окислов азота в. выхлопе не будет.

25. Сопротивление 3,5 Ом для обмотки соленоида клапана продувки адсорбера в системе улавливания паров бензина — слишком малая Величина, это почти короткое замыкание. Ток через такой поврежденный соленоид в 10—15 раз превысит норму, что повредит ЭБУ-Д.

Правы оба техника.

26. Соленоид клапана продувки адсорбера в системе улавливая паров бензина может быть включен только после прогрева двигателя, когда температура охлаждающей жидкости превысит 66 °С. В данном случае двигатель не прогреет, выходной транзистор ключа, управляющий соленоидом, должен быть заперт, на клемме 28 будет напряжение плюсовой шины питания, т. е. 12—14 В.

Ответ Г — правильный.

27. Содержание CO₂ должно быть высоким для стехиометрического состава рабочей смеси. В общем случае, чем выше содержание CO₂ в выхлопе, тем лучше. При идеальном сжигании топлива. Должны образовываться только CO₂ и вода. Ответ В — верный.

28. Количество окислов азота NO_x, в выхлопе возрастает, если клапан EGR не открывался. Обе неисправности, упомянутые техниками, приводят к тому, что клапан EGR не будет открываться. ЭБУ-Д использует контакт для включения соленоида клапана EGR. При обрыве на этой клемме соленоид не включится, и клапан будет всегда закрыт. При обрыве вакуумного шланга и потере вакуума клапан также не откроется.

Правы оба техника.

29. В данном случае определяется высказывание, не имеющее отношения к повышению содержания токсичных веществ СН в выхлопе на холостом ходу. Датчик скорости автомобиля на холостом ходу в режиме парковки никак не влияет на состав выхлопных газов. Загрязнение свечей может вызвать пропуски воспламенения, что приведет к высокому содержанию СН в выхлопе. Загрязнение регулятора холостого хода или дроссельного патрубка может вызвать увеличение концентрации СН в выхлопе за счет низких и неустойчивых оборотов холостого хода.

Правильным ответом будет В.

30. Когда система зажигания оказывается неспособной воспламенить топливовоздушную смесь в камере сгорания, не сгоревшее топливо попадает в выпускной коллектор, обеспечивая высокое содержание СН в выхлопе.

Правильный ответ — В.

31. Через постоянно открытый клапан рециркуляции выхлопных газов инертный выхлопной газ поступает в камеру сгорания вытесняя топливовоздушную смесь. Это приводит к ухудшению воспламенения смеси, плохому ее сгоранию и неустойчивой работе двигателя на холостом ходу. Неполное сгорание смеси ведёт к увеличению концентрации СН в выхлопе. Другие перечисленные неисправности привели бы к увеличению содержания кислорода в выхлопных газах.

Правильный ответ — А.

32. Индикация повышенного содержания паров топлива (СН) в подкапотном пространстве может быть вызвана испарением технологических жидкостей из различных систем: жидкость для омывания стекол, утечка из адсорбера для улавливания паров бензина и т. д. С другой стороны, СО образуется только в камере сгорания и только во время работы двигателя, поэтому обнаружение СО газоанализатором в системе охлаждения двигателя является более надежным подтверждением факта прогара прокладки.

Прав техник Б.

33. Любая причина, приводящая к повышению температуры в камере сгорания выше 1300 °С приводит к образованию оксидов азота NO_x.

Постоянно закрытый клапан рециркуляции выхлопных газов не позволяет, выхлопным газам попадать в камеру сгорания в нужных режимах, что приводит к повышению температуры сгорания. Образование нагара на днищах поршней уменьшает объем камеры сгорания, увеличивается компрессия и температура его сгорания.

Недостаточное охлаждение камеры сгорания также приводит к повышенной температуре сгорания.

Таким образом все эти причины ведут к увеличению концентрации оксидов азота в выхлопе.

Правильный ответ – Г.

34. Техник Б не обратил внимания на нормальное содержание СО в выхлопных газах. Засорение воздушного фильтра ограничивает поступление кислорода в камеру сгорания, смесь становится обогащенной, и уровень содержания СО в выхлопных газах так же должен быть высоким.

Увеличение угла опережений зажигания, пока оно не чрезмерное, не влияет на устойчивость оборотов двигателя на холостом ходу, но количество СН в выхлопных газах возрастает. Раннее зажигание понижает температуру в камере сгорания, сжигание становится неполным, и топливо не дожигается в выпускном коллекторе, что имеет место при нормальной температуре в камере сгорания.

Прав техник А.

35. В данной ситуации, возможно, правы оба техника. Действительно, неисправный датчик кислорода мог своим сигналом вынуждать ЭБУ-Д постоянно подавать в двигатель богатую смесь, что привело к «отравлению» нейтрализатора и выходу его из строя. Но точно техник. А этого знать не может. Техник. Б предлагает более конструктивный путь. Он знает, что датчик кислорода сигнализирует о бедной смеси и что в выхлопе содержится много кислорода. Этот кислород поступает в выпускной коллектор до датчика кислорода, поэтому смесь и идентифицируется как бедная (сигнал менее 200 мВ). Возможно, нарушена герметичность выпускного коллектора, например утечка через прокладку. Новый датчик кислорода эту проблему не устранил; он также выдаст сигнал о бедной смеси, что вынудит систему управления подавать в двигатель богатую смесь. Нейтрализатор через некоторое время повторно будет выведен из строя. Прежде чем менять датчик кислорода, следует убедиться в герметичности выпускного коллектора.

Техник Б более прав.

36. Параметры в кадре имеют нормальные значения, кроме сигнала датчика кислорода. Сигнал датчика кислорода имеет низкое значение, соответствующее бедной смеси, тогда как должен иметь высокое значение, соответствующее богатой смеси. Смесь действительно богатая, что подтверждается контролем на токсичность и большой длительностью импульсов впрыска. Когда датчик кислорода не исправен и выдает низкий сигнал, компьютер по этому сигналу ошибочно определяет смесь как бедную и принимает меры для ее обогащения, увеличивая длительность импульсов впрыска. Компьютер не получает от неисправного датчик кислорода подтверждения об обогащении смеси и устанавливая в памяти код Ошибки P0171 низкий уровень сигнала на выход датчика кислорода, (бедная смесь). В некоторых случаях будет установлен и код P0130 (неисправность в цепи датчик кислорода).

Правильный ответ — Б.

37. Код ошибки P0440 устанавливается бортовой диагностической системой Второго поколения при обнаружении механической или электрической неисправности в системе управления паров бензина в топливном баке. Правильные ответы — Б, В, Г.

38. Действительно, на большинстве автомобилей датчики абсолютного давления во впускном коллекторе и положения дросельной заслонки зачитываются от напряжения +5 В.

Действительно, как правило, аналоговые выходные сигналы этих датчиков меняются от 0,4 - 1,1 В на холостом ходу до почти 5 В при полностью открытой дроссельной, заслонке. Правы оба техника.

39. Оба ответа могут быть правильными, но в описании автомобиля сказано, что при превышении двигателем 6000 оборотов подача топлива отключается в целях безопасности.

Прав техник Б.

40. При плохом контакте на клемме 16 датчики положения дроссельной заслонки и абсолютного давления во впускном коллекторе не получают питания + 5 В, чем и объясняются их нулевые сигналы в кадре сканера. Датчики температуры охлаждающей жидкости и воздуха получают опорные напряжения от других клемм ЭБУ-Д и поэтому работают. Коды ошибок P0105 и P0120 в кадре сканера указывают на неисправности цепей датчиков положения дроссельной заслонки и абсолютного давления во впускном коллекторе. Величины напряжений выходных сигналов этих датчиков в кадре сканера указывают на наиболее вероятную причину такой неисправности. Ответ Б — правильный.

41. Сигнал 3,8 В с датчика температуры охлаждающей жидкости (соответствует температуре -10 °С) вынуждает ЭБУ-Д определять температуру двигателя как очень низкую. Для «прогрева» двигателя ЭБУ-Д постоянно подает, в него очень богатую смесь. Из-за постоянной работы на богатой смеси устанавливается код неисправности P0172 (высокий уровень сигнала датчика, кислорода - богатая смесь), а каталитический нейтрализатор со временем обязательно выходит из строя (отсюда неприятный запах тухлых яиц) и начинает оказывать; повышенное сопротивление потоку выхлопных газов, что изменяет абсолютное давление во впускном коллекторе. Устанавливается код ошибки P0101 (неисправность цепи датчика абсолютного давления во впускном коллекторе). Напряжение 3,8 В для датчика температуры охлаждающей жидкости не выходит за допустимые пределы и не приводит к установке кода ошибки, связанного с работой именно этого датчика.

Правильный ответ — Г.

42. По результатам контроля никаких отклонений не выявлено. Оба техника не правы. Наличие высокого содержания CO₂ выхлопных газах всегда является признаком хорошо работающего двигателя. Остальные параметры также в норме.

43. При обрыве провода на контакте 2 ЭБУ-Д датчики абсолютного давления во впускном коллекторе, положения дросельной заслонки, температуры Охлаждающей жидкости и воздуха окажутся отсоединенными от общей шины. Их выходные сигналы будут иметь напряжение, близкое к 5В, что и видно в кадре сканера. ЭБУ-Д получает сигнал с датчика положения дроссельной заслонки (5.0 В), интерпретирует положение заслонки как полностью открытое, при оборотах

двигателя менее 400 в минуту (имеем 250) ЭБУ-Д реализует режим продувки залитого двигателя, при котором подача топлива не производится, естественно, двигатель не заводится.

Правильный ответ — В.

44. Падение напряжения на соединении земля ЭБУ-Д — общая шина питания должно быть менее 0,1 В. Ответ Б — верный. Низкое сопротивление этого соединения очень важно, т. к. ЭБУ-Д работает с низковольтными цепями.

45. Нормальное давление топлива для композитного автомобиля составляет 234—262 кПа. Засорение линии слива топлива приведет к повышению давления в топливной системе. Отсутствие вакуумного сигнала из-за засорения шланга на регуляторе давления топлива также приведет к повышению давления.

Правы оба техника.

46. Клемма 9 — это выход датчика положения дросельной заслонки. При полностью открытой дроссельной заслонке напряжение на выходе датчика должно быть около 5 В. Правильный ответ — Г.

47. Высокое среднее напряжение и короткое время горения дуги свидетельствуют о большом сопротивлении высоковольтного провода к свече второго цилиндра. Ответ А — верный. При нагаре на свече напряжение было бы низким, длительность искрообразования — большой. Неисправность модуля зажигания или катушки повлияли бы на работу всех цилиндров.

48. Измеренное давление ниже, чем требуется специфике цепей на автомобиль. Неисправности, указанные в пунктах А, В, Г, могут привести к понижению давления в топливной системе. Разрыв вакуумного шланга, наоборот, вызовет повышение давления топлива.

Правильный ответ — Б.

49. В низкоомных форсунках (с токоограничением) напряжение модулируется для ограничения тока через обмотку. Для отпирания электромагнитного клапана форсунки сначала требуется относительно большой ток (первая часть импульса). После срабатывания соленоида для удержания клапана в открытом состоянии требуется уже меньший ток. Для большинства типов форсунок с низкоомными обмотками соленоидов управление током осуществляется модуляцией напряжения, выходной драйвер.

ЭБУ-Д работает в ключевом режиме во избежание перегрева (вторая часть импульса).

Оба техника правы.

50. В пьезоэлектрическом датчике детонации вибрации двигателя преобразуются в напряжение на выходе датчика. Такие датчики выпускаются чаще.

Оба техника правы.

51. На контактах реле бензонасоса при его нормальной работе должно быть очень маленькое падение напряжения. На самом бензонасосе напряжение должно быть равно напряжению питания. Прав техник Б.

52. Искрообразование в парах цилиндров 1—4 и 2—3 действительно происходит одновременно. В связи с постоянным направлением тока в первичной и вторичной обмотках катушки зажигания ток искрообразования у одной свечи всегда протекает с центрального электрода на боковой, а у второй — от бокового на центральный.

Оба техника правы.

53. Датчик кислорода на входе нейтрализатора работает нормально, его колебательный выходной сигнал отражает циклические колебания состава топливовоздушной (ТВ) смеси между уровнями «бедная смесь — богатая смесь». Стехиометрический состав рабочей смеси ЭБУ-Д стабилизирует только в среднем, В каталитическом нейтрализаторе меняется химический состав выхлопных газов, а колебания химического состава сглаживаются, из-за этого сигнал выходного датчика кислорода более сглаженный. Если бы сигнал выходного датчика кислорода был близким ко входному, это свидетельствовало бы о неисправности каталитического нейтрализатора.

Прав техник Б.

54. При включенном соленоиде в точках °С и В напряжение измеряется фактически на открытом транзисторном ключе и должно быть менее 1 В.

Прав техник Б.

55. Избыточное попадание выхлопных газов в камеру сгорания через клапан рециркуляции выхлопных газов или их попадание при несоответствующем режиме работы двигателя приводит к потере мощности, увеличению содержания токсичных веществ СН в выхлопе из-за неполного сгорания топлива. Случается это относительно редко, так как клапаны EGR сконструированы так, что при поломке запираются.

Неоптимальное значение угла опережения зажигания ухудшает сгорание топлива в цилиндре. При этом увеличение угла опережения зажигания приводит к повышению давления и температуры в цилиндре во время сгорания рабочей ТВ-смеси, детонации. Количество токсичных веществ в выхлопе увеличится.

Правы оба техника.

56. Включение форсунок осуществляется синхронно с оборотами коленчатого вала двигателя. В зависимости от возможностей системы управления включение производится одновременно для всех форсунок один или два раза за оборот распределительного вала или поочередное включение форсунок отдельно для каждого цилиндра во время такта впуска. Количество подаваемого в двигатель топлива определяется длительностью импульсов впрыска (временем открывания клапана форсунки), т. е. производится широтно-импульсная модуляция с переменным периодом, определяемым оборотами двигателя.

Высказывание А носит неконкретный характер, А — правильный ответ.

57. ЭБУ-Д регулирует состав рабочей смеси, изменяя длительность импульсов впрыска. Число таких импульсов за время оборота распределительного вала для данной системы управления постоянно (1 или 2). Никак нельзя сказать, что управление количеством подаваемого топлива производится изменением частоты включения форсунок. То что касается увеличения нагрузки двигателя без изменения частоты вращения, то частота включения форсунок остается постоянной, но увеличивается длительность их включенного состояния.

При определении фактической длительности импульсов впрыска ЭБУ-Д использует базовую длительность, установленную производителем для определенного режима работы двигателя, и поправочные коэффициенты, зависящие от параметров конкретного режима (температура охлаждающей жидкости и Воздуха, обороты, нагрузка и т. д.). Базовая длительность для данной, системы управления — величина постоянная.

Оба техника не правы.

58. Оксиды азота NO_x образуются в камере сгорания при температуре выше 1370°C. Это нежелательный процесс, т. к. вещества токсичны. Если удерживать температуру в камере сгорания ниже 1370 °C, образования NO_x, заметно ограничивается. Обогащение топливной смеси снижает температуру сгорания, но это не лучший способ, так как увеличивается расход топлива и содержание CH и CO в выхлопных газах. Снижение степени сжатия действительно понижает температуру сгорания, но ведет к увеличению содержания токсичных веществ CH и CO в выхлопе. Увеличение угла опережения зажигания ведет к росту; температуры в камере сгорания. Этот способ явно не подходит.

На практике используется подмешивание небольшого количества выхлопных газов через систему рециркуляции выхлопных газов в камеру сгорания (клапан: EGR). На сегодня это самый эффективный способ понижения температуры в камере сгорания двигателя в некоторых режимах без существенного ухудшения остальных параметров. Правильные ответы — А, Б, В.

59. Тест определения баланса, мощности заключается в том, что поочередно в двигателе выключают по одному цилиндру. Если при выключении какого-то цилиндра обороты двигателя изменились на меньшую величину, чем для остальных, в цилиндре имеется неисправность.

Тестирование производится на холостом ходу, при этом нужно не позволить ЭБУ-Д стабилизировать обороты холостого хода. Для этого, используются сведения из технической документации Производителя.

Во время теста рабочая смесь в проверяемом цилиндре не сгорает, если отключается именно зажигание и содержание токсичных веществ в выхлопных газах естественно возрастает.

Оба высказывания — правильны.

60. Задающий диск в датчике, положения коленчатого вала через ЭБУ-Д и выходной транзистор модуля зажигания в нужный момент времени подключают отрицательный вывод катушки к земле. По катушке начинает протекать увеличивающийся ток, накапливается электромагнитная энергия, которая затем будет преобразована в искру на свече. Длительность отпирания транзистора обычно фиксирована, чтобы ток не вышел за допустимые пределы, и определяется ЭБУ-Д. При неработающем двигателе задающий диск не вращается и сигнал на отпирание транзисторного ключа в модуле зажигания с него не поступает. Напряжение на закрытом ключе составит 12 — 14 В. Даже если датчик положения коленчатого вала оптический или на эффекте Холла, т. е. способен выдавать постоянный сигнал при соответствующем положении задающего диска относительно датчика, программа в ЭБУ-Д не позволит транзисторному ключу в модуле зажигания длительно находиться в открытом состоянии. На автомобилях некоторых производителей напряжение питания в систему зажигания при нулевых оборотах коленчатого вала вообще не поступает. Правильный ответ — В.

61. Задающий диск в датчике положения коленчатого вала через ЭБУ-Д и выходной транзистор модуля зажигания в нужный момент времени подключает отрицательный вывод катушки к земле. По катушке начинает протекать увеличивающийся ток, накапливается электромагнитная энергия, которая затем будет преобразована в искру на свече. Ток в обмотке ограничивается резистором. При неработающем двигателе задающий диск Датчика положения коленчатого вала, оптического или на эффекте Холла может выдавать постоянный сигнал на

включение транзисторного ключа в модуле зажигания. В этом случае напряжение на отрицательном выводе катушки будет около 1 В. При закрытом ключе — 12—14 В.

Правильный ответ — Г.

62. Система рециркуляции выхлопных газов обеспечивает подмешивание небольшого количества отработавших (инертных) выхлопных газов в некоторых режимах работы двигателя в камере сгорания к рабочей ТВ-смеси. При этом изменяется концентрация топливовоздушной смеси без изменения соотношения воздух топливо. Так как выхлопные газы практически не содержат кислорода (инертны), замедляется скорость процесса сгорания и понижается температура сгорания. Как следствие содержание токсичных оксидов азота NO_x в выхлопе уменьшается.

Правильный ответ — Г.

63. Тест определения баланса мощности заключается в том, что поочередно в двигателе выключают по одному цилиндру. Если при выключении какого-то цилиндра обороты двигателя изменились на меньшую величину, чем для остальных, в цилиндре имеется неисправность.

Тестирование производится на холостом ходу, при этом нужно не позволить ЭБУ-Д стабилизировать обороты холостого хода.

Для этого используются сведения из технической документации производителя. Для предотвращения пробоя вторичной обмотки катушки зажигания отсоединенный высоковольтный провод со свечи отключаемого цилиндра должен быть заземлен.

Правы оба техника.

64. Появление во впускном коллекторе дополнительного (неучтенного массметром) воздуха сделает ТВ-смесь обедненной и ухудшит; характеристики двигателя. Этот воздух проходит мимо датчика массового расхода и не учитывается ЭБУ-Д при определении: длительности импульсов впрыска, поэтому полной компенсации не будет: ЭБУ-Д перейдет в резервный (аварийный) режим работы без обратной, связи по составу топливной смеси. Сигнал на датчике, положения дроссельной заслонки определяется степенью ее открытия и никак не связан с неисправностью воздуховода.

Правильный ответ — А.

65. Высокое содержание СО имеет место при сгорании слишком богатой ТВ-смеси. Постоянно приоткрытая форсуника как раз и создает такие условия (если форсунка будет постоянно открыта полностью, то ТВ-смесь переобогатится настолько, что перестанет воспламеняться, и в ВОГ появится излишек СН). Поступление воздуха через дыру после датчика кислорода в нейтрализатор никак на увеличении концентрации СО не скажется.

Прав техник Б.

66. Образование нагара и подгорание электродов на свече ведут, как правило, к уменьшению напряжения Пробоя искрообразования. Повышенное сопротивление во вторичной цепи системы зажигания (например, излом распределенного угольного токовода в высоковольтном проводе) как раз и ведет к увеличению напряжения искрообразования и к кривой, падающей форме импульса напряжения во время горения дуги. Ухудшение условий искрообразования в цилиндре 4 объясняет пропуски и; перебои под нагрузкой.

Правильный ответ — В

67. Пропуски воспламенения действительно могут вызываться как неисправностью катушки зажигания, так и нагаром или неисправностью свечи. Оба техника — правы. Код неисправности P0300 зафиксирован в ЭБУ-Д, но кадр данных был получен сканером в момент отсутствия непостоянной неисправности, так как датчик кислорода не зафиксировал избыток кислорода в выхлопных газах, образующийся при пропуске.

68. Данные с газоанализатора нормальные. Компьютер не фиксирует работу на богатой смеси, соответствующий код ошибки не установлен. Температура охлаждающей жидкости здесь 100 градусов, но на многих автомобилях термостат имеет порог срабатывания 90 градусов и выше. Явных отклонений от нормы здесь нет. Возможно повышенный расход топлива объясняется манерой вождения владельца.

Оба техника не правы.

69. Данные, полученные с газоанализатора свидетельствуют работе двигателя на богатой смеси (высокое содержание CO и CH). На это же указывает и код неисправности P0172 (высокий уровень сигнала на ДКК, богатая смесь). Значения напряжения на датчике кислорода, измеренные с помощью мультиметра и подтвержденные сканером, характерны для нормальной работы датчика кислорода при подаче в цилиндры богатой смеси. Датчик кислорода исправный. Система управления двигателем сокращает длительность импульсов впрыска (0,6 мс — это очень короткие импульсы), т.е. правильно реагирует, но это не помогает т. к., по-видимому, не исправен регулятор давления топлива. Например, возможен прорыв диафрагмы и топливо поступает по вакуумному шлангу из рампы во впускной коллектор. Отсюда и богатая смесь.

Прав техник Б.

70. Параметры в кадре сканера имеют нормальные значения но диапазон изменения сигнала с датчика кислорода свидетельствует о работе системы на обедненной ТВ-смеси. Топлива в цилиндры попадает меньше, чем требуется (отсюда недостаточная мощность и приемистость), и причиной может быть как неисправный бензонасос, так и засоренный топливный фильтр.

Правы оба техника.

71. Судя по кадру сканера, температура охлаждающей жидкости нормальная и данных, подтверждающих неисправность термостата нет. Остальные параметры также в норме. Датчик кислорода показывает, что система работает на обогащенной смеси.

При утечке через диафрагму клапана системы улавливания паров бензина испарения топлива постоянно поступают во впускной коллектор, и смесь становится обогащенной, расход топлива увеличится.

Прав техник Б.

72. Судя по температуре охлаждающей жидкости, термостат исправен. Сигнал с датчика Кислорода соответствует работе на богатой смеси. В покрытый нагаром корпус датчика кислорода не поступают выхлопные газы. Датчик кислорода реагирует только на наличие кислорода в выхлопном газе, и так как теперь выхлопные газы не поступают внутрь датчика (в том числе и кислород), он выдает сигнал соответствующий богатой смеси (нет кислорода). В данном случае это ложный сигнал в ответ, на который ЭБУ-Д обедняет топливную смесь. При езде на бедной смеси могут наблюдаться рывки, задержки и провалы.

Прав техник Б.

73. Судя по сигналу с датчика кислорода, двигатель действительно работает на бедной смеси, и при этом может наблюдаться неустойчивость оборотов и даже Остановка движения. При загрязнении дроссельной заслонки для компенсации ограниченного доступа воздуха компьютер установил бы регулятор холостого хода на большое число шагов, максимально открывая байпасный канал. Сканер же показывает, что регулятор холостого хода установлен на 0 шагов, т. е. байпасный канал закрыт. Скорей всего имеется подсос воздуха во впускном коллекторе (отсюда и бедная смесь) или регулятор холостого хода не исправен и находится постоянно в одном и том же закрытом положении. Формально техник А прав, но он не указал причину неисправности.

Поэтому правильный ответ — Г.

74. При подсосе воздуха из впускного коллектора компьютер пытался бы компенсировать неисправность закрытием клапана регулятора холостого хода, т. е. установкой его в 0 шагов.

Дроссельная заслонка и дроссельный патрубок могут быть частично загрязнены. Это видно из того, что ЭБУ-Д открыл клапан регулятора холостого хода на 55 шагов, что несколько превышает норму (5 — 50 шагов). Но это небольшое загрязнение не может стать причиной перебоев на холостом ходу, т. к. полностью клапан может быть открыт на 150 шагов.

Неустойчивость оборотов двигателя на холостом ходу части связана с работой на обедненной ТВ-смеси или с задымлением цилиндров. Неисправный (открытый постоянно) клапан в системе рециркуляции выхлопных газов задымляет цилиндры, а также обедняет ТВ-смесь, подмешивая к ней инертные выхлопные газы в излишних количествах; это вероятная причина. Другая вероятная причина — загрязненный датчик кислорода, неверно дающий компьютеру информацию о том, что смесь богатая. ЭБУ-Д по этому сигналу обедняет смесь.

Правильные ответы — В и Г.

76. Среднее напряжение на датчике кислорода ниже 400 мВ — это индикатор работы двигателя на обедненной смеси. При подсосе воздуха мимо датчика массового расхода через впускной коллектор смесь будет обеднена.

Прав техник Б.

76. Работа датчика кислорода может быть описана следующей таблицей:

Минимальное напряжение, мВ	Максимальное напряжение, мВ	Среднее значение напряжения, мВ	Комментарий
Меньше 200	Больше 800	400 — 500	Датчик исправен
Больше 200	Любое	400 — 500	Датчик не исправен
Любое	Меньше 800	400 — 500	Датчик не исправен
Меньше 200	Больше 800	Меньше 400	Система работает на обедненной смеси. Следует проверить наличие пропусков или поступления воздуха в выпускном коллекторе до датчика кислорода
Меньше 200	Меньше 800	Меньше 400	Система работает на обедненной смеси. Следует добавить пропан через патрубок забора воздуха, чтобы проверить правильность реакции датчика кислорода
Меньше 200	Больше 800	Больше 500	Система работает на богатой смеси
Больше 200	Больше 800	Больше 500	Система работает на богатой смеси. Следует отключить вакуумный шланг, чтобы проверить правильность реакции датчика кислорода

Датчик кислорода правильно реагирует на обогащение смеси (добавление пропана) и обеднение (отключение вакуумного шланга), но сигнал изменяется в слишком узких пределах. Датчик не исправен.

Прав техник А.

С другой стороны в задаче не сказано, где именно установлен датчик кислорода, если на выходе каталитического нейтрализатора — то это нормальная работа и датчик исправен.

77. Двигатель работает с пропусками чаще всего из-за обедненной топливовоздушной смеси. Высокое содержание СН в выхлопе свидетельствует о неполном сгорании топлива, высокий уровень O₂ подтверждает, что эта смесь обедненная.

Прав техник Б.

78. Судя по данным с газоанализатора двигатель работает нормально, оба техника не правы. Ответ — Г.

79. Двигатель явно работает с пропусками из-за обедненной топливовоздушной смеси. Высокое содержание СН в выхлопе свидетельствует о неполном сгорании топлива, высокий уровень O₂ подтверждает, что эта смесь обедненная.

Прав техник Б.

80. Двигатель работает на обогащенной смеси. В результате неполного сгорания смеси образуется избыток СН. Так как воздуха в ТВ-смеси меньше, чем требуется, повышается содержание СО, а содержание СО₂ понижено. Кислорода, естественно, также мало.

Прав техник А.

81. Число шагов, на которое открыт клапан регулятора холостого хода, близко к верхнему пределу при нормальной работе двигателя на холостых оборотах (5 — 50). Возможно, дроссельная заслонка и патрубок действительно загрязнены (что

ЭБУ-Д компенсирует перемещением клапана регулятора холостого хода на большее число шагов) и их следует очистить. Прав техник Б.

82. Действительно на некоторых автомобилях используются подстраиваемые датчики положения дроссельной заслонки. При полностью закрытой дроссельной заслонке напряжение на выходе датчика должно быть около 10% от полного диапазона, т. е. примерно 0,5 В. В данном случае информация о положении дроссельной заслонки представлена в виде процентов от полного угла открывания и выводов о неправильной подстройке датчика в данном случае сделать нельзя.

Диапазон изменения сигнала с датчика кислорода уже (меньше), чем нормальный, датчик, возможно, не исправен.

Прав техник Б.

83. В современных автомобильных двигателях температура охлаждающей жидкости может превышать 100 °С, поэтому нет данных подтверждающих неисправность термостата.

Показания датчика массового расхода воздуха малы, но литраж двигателя здесь не указан (например, двигатель автомобиля ВАЗ 21010 объемом 1,5 литра на холостом ходу потребляет 4 — 7 граммов воздуха в секунду).

Возможно прав техник Б.

84. В данном случае на отключение вакуумного шланга откликнутся две подсистемы регулирования: упругая мембрана в регуляторе давления топлива полностью прогнется в сторону увеличения давления в рампе и давление в форсунках возрастет, а в задроссельную зону впускного коллектора подача воздуха увеличится и абсолютное давление (разрежения) в задроссельной зоне упадет. Одновременное увеличение количества пропускаемого через форсунки топлива и пропущенного через штуцер вакуумного шланга воздуха однозначно приведет к увеличению частоты вращения двигателя. При этом если ЭБУ-Д работает в режиме с обратной связью от датчика концентрации кислорода, то система впрыска установит подачу в цилиндры стехиометрической (нормальной) ТВ-смеси и двигатель будет работать устойчиво на повышенных оборотах. Если обратная связь отсутствует, то ТВ-смесь за счет переизбытка воздуха станет бедной, работа неустойчивой и двигатель может заглохнуть.

Правильные ответы — Б.

85. Если двигатель прогрет, и работает в режиме с обратной связью по составу топливной смеси, ЭБУ-Д в ответ на сигнал с датчика кислорода об обеднении рабочей смеси за счет подсоса дополнительного воздуха увеличивает подачу топлива, пока смесь снова не станет стехиометрической по составу. Обороты при этом возрастают газоанализатор Скорее всего покажет нормальные результаты.

Правильный ответ — Б.

86. Для проверки искрообразования используют специальный тестер зажигания с расстоянием между электродами около 20 мм. Для пробоя искрового промежутка на свече в рабочем режиме в цилиндре требуется, гораздо большее напряжение, чем на открытом воздухе, поэтому проверять зажигание с помощью свечи вместо тестера бессмысленно.

Логические пробники в отличие от контрольных ламп не нагружают проверяемые электрические цепи. Пробники позволяют определять наличие напряжения, отсутствие напряжения и импульсы. Для определения наличия отпирающих импульсов на форсунках логические пробники применять можно.

Правы оба техника.

87. При работе двигателя на обедненной рабочей смеси или при неисправностях во вторичных цепях системы зажигания возможны пропуски воспламенения. При этом в выхлопных отработавших газах (ВОГ) наблюдается высокое содержание СН (несгоревшее топливо) и О (непрореагировавший кислород). Содержание СО будет низким, т. е. этот вариант не подходит.

«Богатая смесь — неисправный нейтрализатор» дает повышенное содержание СН в выхлопе, но не объясняет, откуда появляется высокое содержание кислорода. Обогащенная смесь и нарушение угла определения зажигания не приведут к избытку кислорода.

При работе на обогащенной смеси в избытке присутствуют в выхлопных газах СН и СО. Неисправный нейтрализатор не понижает в достаточной степени концентрацию СО, концентрация СО₂ из-за этого остается низкой. Дополнительный кислород может поступать в ВОГ при нарушении герметичности системы от водовыхлопных газов.

Ответ В — правильный.

88. Регулятор оборотов холостого хода может быть не исправен, например заклинен в одном положении.

Не исправный датчик кислорода может выдавать ложный сигнал о богатой смеси, а ЭБУ-Д для увеличения количества поступающего в двигатель воздуха будет открывать клапан регулятора холостого хода на большее число шагов.

На холостом ходу сигнал с неисправного датчика положения дроссельной заслонки может превышать нормальное значение (менее 0,5 В). Для ЭБУ-Д эта ситуация означает, что дроссельная заслонка приоткрыта, но воздух через нее не поступает (например, загрязнена). Для компенсации ограничения доступа воздуха через дроссельную заслонку ЭБУ-Д откроет клапан регулятора оборотов холостого хода на дополнительное число шагов.

Сигналы с датчиков абсолютного давления и массового расхода воздуха используются в ЭБУ-Д для определения массы воздуха, поступающего в двигатель для сжигания ТВ-смеси. При не верных, заниженных показаниях этих датчиков компьютер будет пытаться компенсировать их, открывая клапан регулятора холостых оборотов.

Все ответы — правильные.

89. При нормальной работе двигателя длительность импульса искрообразования составляет 0,8 — 2,2 мс. Для цилиндра № 4 это время (2,4 мс) превышает норму. Время искрового разряда через электроды свечи увеличивается при уменьшении сопротивления за счет сокращения длины искрового промежутка. При отклонениях в размерах искровых промежутков может возникать неустойчивая работа двигателя на холостых оборотах. Правильный ответ — В.

90. Длительность искрового разряда и напряжение на нём ниже нормы. По-видимому, катушка зажигания отдает накопленную в ней электромагнитную энергию на цепь «искровой разряд — сопротивление во вторичной цепи» с повышенным сопротивлением отсюда и малая длительность искрового разряда. Увеличение сопротивления контакта «бегунок — электрод в распределителе» может быть причиной такой неисправности.

Уменьшение сопротивления контакта «бегунок — электрод в распределителе» на работе системы зажигания не скажется.

При межвитковом замыкании во вторичной обмотке катушки зажигания искрового пробоя скорее всего вообще не будет уменьшение сопротивления первичной обмотки катушки зажигания должно иметь какую-то причину, например межвитковое замыкание. Скорее всего искрового пробоя в таком случае также не будет.

Правильный ответ — А

91. В результате утечки датчик ДАД будет регистрировать более низкое, чем на самом деле разрежение во впускном коллекторе, что соответствует как-бы увеличению нагрузки двигателя. По неверному сигналу датчика абсолютного давления ЭБУ-Д будет постоянно завышать подачу топлива против нормы. Как следствие, будет установлен код ошибки о работе на переобогащенной смеси.

Правильный ответ — А.

92. Задержки происходят в основном из-за попадания обеднённой топливной смеси в цилиндры при резких нажатиях на педаль акселератора. Дроссельная заслонка быстро открывается, а топливная система может и не успеть подать топливо во впускной коллектор в требуемом количестве, т. к. бензин менее подвижен, чем воздух. На карбюраторе для решения этой проблемы имеется специальная ускорительная помпа — устройство, обеспечивающее подачу дополнительного топлива при резком нажатии на педаль акселератора. На инжекторных двигателях ЭБУ по сигналу с датчика положения дроссельной заслонки определяет факт резкого нажатия на педаль акселератора и через форсунки увеличивает подачу топлива. Вот почему сначала следует проверить исправность датчика положения дроссельной заслонки.

Правильный ответ — В.

93. Допустимое рабочее положение клапана РХХ (регулятора оборотов холостого хода) находится в интервале 5 - 50 шагов. На исправном и прогретом двигателе интервал регулирования более узкий (16 — 20 шагов). При числе шагов менее 5 может иметь место подсос воздуха, который ЭБУ-Д компенсирует прикрытием клапана ниже нормы. Может быть, неисправен и сам клапан заклинивается в одной позиции.

Правильные ответы — Б и Г.

94. На современных автомобильных двигателях искрообразование и подача отпирающих импульсов на электромагнитные клапаны форсунок синхронизированы сигналом от датчика положения коленчатого вала. Если нет сигнала от этого датчика ЭБУ-Д, не будет подавать соответствующие сигналы на модули зажигания и форсунки. Двигатель, естественно, не заведется, хотя и будет прокручиваться.

При неисправности ЭБУ-Д сигналы на форсунки и модуль зажигания также поданы не будут.

Правильные ответы Б и В.

95 Код ошибки, соответствующий работе двигателя на переобогащенной смеси, устанавливается при избыточной подаче топлива в цилиндры.

Неисправная, подтекающая форсунка может быть причиной этого.

По сигналу датчика абсолютного давления ЭБУ-Д определяет нагрузку двигателя и его потребность в топливе. При неисправности датчика абсолютного давления ЭБУ-Д по ошибочному сигналу неверно определит нагрузку и неверно рассчитает количество топлива, которое необходимо подать в двигатель.

Правы оба техника.

96. Наиболее вероятной неисправностью является небольшая утечка разрежения, т. е. подсос воздуха. На холостом ходу разрежение в задрессельном пространстве наибольшее, поэтому в двигатель поступает больше дополнительного воздуха мимо датчика массового расхода, чем при 2000 оборотах, когда и разрежении меньше и поток основного воздуха больше. Для компенсации дополнительного воздуха и поддержания стехиометрического рабочей смеси ЭБУ-Д увеличивает подачу топлива на 18% на холостом ходу, а на 2000 оборотах коррекцию проводить уже не нужно (значение 0%).

Правильный ответ — А.

97. Коэффициент коррекций топливоподачи 15% означает, что ЭБУ-Д постоянно увеличивает на 15% количество подаваемого в двигатель топлива по сравнению с расчетным, необходимым для поддержания стехиометрического состава топливной смеси. Очевидно, в автомобиле за время эксплуатации накопились какие-то изменения. Но возможен и другой вариант, когда дополнительный воздух, попадающий в выпускную систему до датчика кислорода, приводит к появлению сигнала об обеднении ТВ-смеси на выходе датчика. Компьютер по этому ложному сигналу будет подавать в двигатель больше топлива для обогащения ТВ-смеси. Этим также можно объяснить значение коэффициента коррекции топливоподачи + 15%.

Прав техник — А.

98. ЭБУ-Д в режиме работы с обратной связью осуществляет стабилизацию стехиометрического состава топливовоздушной смеси. Это релейная стабилизация, т. е. состав смеси постоянно колеблется между уровнями «богатая смесь — бедная смесь», но в среднем состав поддерживается стехиометрическим. Частота колебаний около 10 Гц. во время эксплуатации в автомобиле накапливаются различные изменения характеристик, которые компьютер компенсирует, изменяя значения коэффициентов топливокоррекции, которые хранятся в памяти ЭБУ-Д. Коэффициент коррекции топливоподачи + 21% означает, что ЭБУ-Д подает в двигатель в среднем на 21% больше топлива для поддержания стехиометрического состава смеси, чем требуется по расчету для того же режима (или определено экспериментально для заведомо исправного двигателя). В данном случае причиной может быть, например, утечка разрежения, что приводит к появлению дополнительного воздуха, для компенсации которого ЭБУ вводит больше топлива в цилиндры (на 21% больше).

При релейной стабилизации стехиометрического состава ТВ-смеси ЭБУ-Д постоянно меняет этот состав в пределах $\pm 20\%$.

Это нормально, такие переключения состава смеси требуются и для работы каталитического нейтрализатора. Колебания состава смеси отражаются мгновенными значениями коэффициента коррекции топливоподачи. Эти значения колеблются относительно среднего в интервале $\pm 20\%$ при нормальной работе.

Приведенные данные позволяют сделать вывод о том, что в настоящий момент двигатель работает на богатой смеси (среднее значение коэффициента коррекций топливоподачи + 21%), размах колебаний мгновенных значений коэффициента коррекций топливоподачи несколько больше нормы.

Правильный ответ — 14.

99. Состав выхлопных газов находится в норме, кроме содержания СН, т. е. каталитический нейтрализатор исправен. Нет явных признаков бедной смеси и

пропусков (высокое содержание О_д) или богатой смеси (высокое содержание СО). При неисправном термостате и холодном из-за этого двигателе могут нарушаться химические процессы, проходящие при сгорании топливовоздушной смеси, в результате содержание СН (несгоревшее топливо) повышено. Правильный ответ — В.

100. Газоанализатор показывает, что содержание СН и О₂ выше нормы, СО₂ ниже нормы и СО в норме. Высокое содержание кислорода говорит о том, что двигатель работает на бедной смеси, а высокий уровень СН является признаком пропусков воспламенения.

Прав техник Б.

Литература

1. Chowanietz E. Automobile electronics. — Society of Automotive Engineers, Inc, 1995, 246 pp.
2. Shufi Mizutani, Car electronics. – Nippondenso Co, Ltd. 1992. 280pp.
3. Tom Denton. Automobile electrical and electronic systems. - Society of Automotive Engineers, Inc., 1995. 312 pp.
4. William B. Ribbens. Understanding automotive electrpncs. - Butterworth-Heinemann, 1998. 434 pp.
5. Scan tool and lab scope guide. — Chek-Chart Publication, 1997,123pp.
6. Allan Wm. Bonnick. Wehicle electronic systems and fault diagnosis. — STS Press, 1998. 225 pp.
7. Ronald K. Jurgen. Automotive electronics handbook. — McGraw-Hill, Inc., 1999.
8. Система управления двигателями ВАЗ-2122 и ВАЗ-2112 (1,5 л) с распределенным впрыском топлива. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту. – Издательство третий Рим, 1999. 168с.
10. Ютт В. Е. Электро оборудование автомобилей: Учеб. Для студентов вузов. – 2 изд., перераб. И доп.- М.: Транспорт 2000. 320с.
10. Система управления двигателями ВАЗ-2122 и ВАЗ-2112 (1,5 л) с распределенным впрыском топлива. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту - Издательство третий Рим, 1999.168с.
11. James D. Preparation guide for the advanced engine performance specialist test (L1). 1998. 110 pp.
12. Engine performance diagnosis and tune-up. – Chek-Chart, 1998. 507 pp.
13. Соснин Д.А. Автотроника: Учебн. пособие. – М.: «Солон-Р», 2001. 272с.

Содержание

Предисловие научного редактора

Порядок диагностики

электронных систем автомобиля

1. Общие сведения

1.1. Традиционные методы диагностики

1.2. Диагностика современных автомобилей

2. Порядок проведения диагностики

Шаг 1. Подтверждение факта наличия неисправности

Шаг 2. Внешний осмотр и проверка узлов, блоков и систем автомобиля

Шаг 3. Проверка, технического состояния подсистем

Шаг 4. Работа с сервисной документацией. Считывание кодов ошибок

Шаг 5. Просмотр параметров с помощью сканера

Шаг 6. Локализация неисправности на уровне подсистемы или цилиндра

Шаг 7. Ремонт

Шаг 8. Проверка после ремонта и стирание кодов ошибок из памяти ЭБУ

3. Поиск неисправностей.

Считывание кодов неисправностей.

1. Бортовая система диагностики

2. Работа с бортовой диагностической системой автомобиля Cadillac (США)

Стирание кодов ошибок

3. Считывание кодов неисправностей на автомобилях General Motors

4. Считывание кодов неисправностей на автомобилях Ford

5. Считывание кодов неисправностей на автомобилях Chrysler

6. Считывание кодов неисправностей на автомобилях Honda

7. Считывание кодов неисправностей на автомобилях Toyota

8. Считывание кодов неисправностей на автомобилях ВАЗ

9. Типы кодов ошибок

Бортовые диагностические системы второго поколения

Стандарт OBD-I

2. Основные сведения о стандарте OBD-II

3. Структура программного обеспечения систем OBD-II

4. Диагностический разъём

5. Структура кодов ошибок

6. «Замороженный» кадр (Freeze frame hexagod)

7. Проверка бортовой диагностической системы OBD-II в испытательном

ездом цикле

Автомобильные диагностические сканеры

1. Общие сведения

2. Достоинства сканеров

3. Ограниченные возможности сканеров

4. Международный стандарт ISO9141

5. Передача информации от ЭБУ к сканеру и ее представление на дисплее сканера

6. Скорость обмена данными

7. Доступность потоков цифровых параметров для сканеров на различных моделях автомобилей

8. Работа с потоком цифровых параметров

9. Запись данных (работа в режиме снимка)

10. Программные картриджи

11. Компьютерные сканеры

12. Диагностическая программа «Мотор-Тестер»

Электронные измерительные приборы для диагностики электрооборудования автомобилей.

1. Автомобильные осциллографы

2. Логические пробники

3. Автомобильные цифровые мультиметры

4. Подключение измерительных приборов

к автомобильным электрическим и электронным цепям

5. Компьютерные мотор-тестеры

Диагностика по показаниям газоанализатора

1. Общие сведения

2. Повышенное содержание СН в выхлопных газах

3. Повышенное содержание СО в выхлопных газах

4. Повышенное содержание СО и СН в выхлопных газах

5. Необходимость измерения содержания кислорода (O₂), и двуокиси углерода (CO₂) в выхлопных газах

6. Примеры диагностирования по показаниям газоанализатора

7. Окислы азота NO_x и их измерение

8. Стендовые испытания двигателя автомобиля на токсичность выхлопных газов

Диагностика систем рециркуляции выхлопных газов

1. Общие сведения

1.1. Функционирование системы EGR при различных режимах работы двигателя

1.2. Система EGR и детонация

2. Пневмомеханические системы EGR

2.1. Работа системы ЕОК с учетом давления выхлопных газов

3. Системы ЕОК с электронным управлением

3.1. Электропневматические системы

3.2. Цифровые клапаны EGR

3.3. Мониторинг системы EGR с помощью ЭБУ

4. Основные неисправности системы EGR

4.1. Неисправности каналов и клапана EGR

4.2. Сигнал разрежения вне нормы

4.3. Процедуры проверки пневматической системы EGR

5. Диагностика основных компонентов пневмомеханической системы EGR

5.1. Диагностика термклапана, датчиков и соленоидов

5.2. Диагностика основного клапана системы EGR

5.3. Замена компонентов системы EGR

6. Диагностика систем EGR с электронным управлением

6.1. Электропневматические системы (ЭПС)

6.2. Диагностика цифровых клапанов EGR

Диагностика датчиков электронной системы управления двигателем

1. Датчик температуры двигателя
2. Предварительная проверка компонентов системы охлаждения двигателя
3. Диагностика датчика температуры охлаждающей жидкости с помощью мультиметра и контактного пирометра
4. Диагностика датчика температуры охлаждающей жидкости с помощью сканера
5. Датчик положения дроссельной заслонки
6. Датчик концентрации кислорода
7. Диагностика датчика кислорода с помощью сканера
8. Диагностика датчика кислорода с помощью мультиметра
9. Проверка датчика кислорода с помощью осциллографа
10. Неисправности, приводящие к неверным показаниям датчика кислорода
11. Внешний осмотр датчика кислорода
12. Датчики расхода воздуха
13. Индукционные датчики углового положения и угловой скорости

Системы активной и пассивной безопасности автомобиля

1. Системы активной безопасности
 - 1.1 Антиблокировочная система торможения
 - 1.2. Система антипробуксовки колес
 - 1.3. Система динамической стабилизации направления движения
 - 1.4. Адаптивный круиз-контроль
 - 1.5. Система пробуждения от сна за рулем
 - 1.6. Ориентирование в условиях плохой видимости
 - 1.7. Система контроля за состоянием шин
2. Системы пассивной безопасности
 - 2.1. Рациональная конструкция корпуса
 - 2.2. Системы ограничения перемещений и перегрузок человека при столкновении
 - 2.3. Краш-тесты

Проверка знаний специалистов автосервиса по диагностике двигателей с электронным управлением

1. Описание автомобиля
 - 1.1. Общие сведения
 - 1.2. Система подачи топлива
 - 1.3. Система зажигания
 - 1.4. Обороты холостого хода
 - 1.5. Датчики
 - 1.6. Исполнительные механизмы
 - 1.7. Режимы управления подачей топлива
 - 1.8. Диагностическая информация
2. Структурная и электрическая схемы ЭСАУ-Д композитного (учебного) автомобиля

3. Экзаменационные тестовые вопросы	190
4. Примеры развернутых письменных ответов на тестовые задачи	234
Задача № 1	234
Решение	235
Задача № 2	236
Решение	237
Задача № 3	238
Решение	239
Ответы на тестовые вопросы	240
Литература	267

Серия «Библиотека ремонта»
выпуск 8

Вадим Фридрихович Яковлев

Диагностика электронных систем
автомобиля
(учебное пособие)

Ответственный за выпуск

БИБЛИОТЕКА
Винницкого технического
колледжу

119854

В. Митин

Макет и верстка

О. Ушакова

Обложка

Е. Холмский

ООО «СОЛОН-Пресс»

123242, Москва, а/я 20

Телефоны: (095) 254-44-10, 252-36-96, 252-25-21

E-mail: Solon-R@coba.ru

ООО «СОЛОН-Пресс»

127051, Москва, М. Сухаревская пл., д. 6, стр. 1 (пом. ТАРП ЦАО)

Формат 60×88/16. Объем 17 п. л. Тираж 4000

ООО «Пандора-1»

Москва, Открытое ш., д. 28

Заказ № 67

НОВЫЙ

ЖУРНАЛ

ДЛЯ ОФИСА И ДОМА

(095) 252-7326 e-mail: avk@coba.ru http://www.org-tech.ru

ОРГТЕХНИКА

и компьютеры



• Лазерный принтер HP LJ 1120



• Использование пользовательских настроек копирования XEROX 5975



• Использование факса при помощи персональной



• Адаптация картриджа для принтеров

• Адаптация картриджа для принтеров HP Laser Jet

Организуем
Работу
Грамотно!

Подписной индекс:
по каталогу Роспечати
81684 (стр. 285)
по объединенному каталогу
«Пресса России»
41842 (стр. 295)

- Компьютеры
- Периферия
- Копировальная техника
- Офис и связь
- Сети
- Защита информации
- Программное обеспечение
- Справочная информация
- Новости
- Полезные советы