

Глава 1

Введение в самодиагностику

Содержание

Введение	1	Стратегия ограниченной управляемости	3
Работа системы самодиагностики	2	Адаптивное управление	4

1 Введение

Назначением системы самодиагностики (СД), иногда называемой бортовой диагностикой (БД), является снижение вредных выбросов из выхлопной системы автомобиля. Самодиагностика является основой управления двигателем, обеспечивающей оптимальные условия его работы.

Управление двигателем (книга Haynes)

Наличие общего представления о работе систем управления двигателем (СУД) и о химических реакциях, происходящих при сгорании топлива, делает понятным, почему СД стала столь важной частью современного автомобиля. Описание работы современных СУД дано в книге "Автомобильные двигатели. Системы управления и впрыск топлива" издательства Haynes (имеется русский перевод).

Химические реакции в камере сгорания

Топливо для дизелей и двигателей с воспламенением от искры состоит из смеси углеводородов, которые в камере сгорания реагируют с воздухом. С азотом и остальными газами, содержащимися в воздухе, также происходят химические реакции. При полном сгорании никаких токсических веществ не образуется. В реальных условиях помимо нетоксических веществ - азота N_2 , водяного пара H_2O и углекислого газа CO_2 - образуется еще целый ряд токсичных продуктов неполного сгорания, к числу которых относятся: окись углерода CO , не сгоревшие углеводороды HC , окислы азота NO_x , двуокись серы SO_2 , свинец и сажа (см. рис. 1.1 и 1.2). Высокая концентрация токсичных веществ в составе выхлопных газов может оказывать вредное воздействие на здоровье, вызывая легочные заболевания, а также на окружающую среду.

Еще в 60-е годы Калифорнийский Совет по изучению воздушных ресурсов выдвинул идею и доказал осуществимость снижения токсичности выхлопных газов путем совершенствования процессов в транспортных двигателях. В 1968 году Правительство Калифорнии впервые в рамках акции "Чистый воздух" ввело ограничения на вредные выбросы для пассажирских автомобилей.

Функции управления, мониторинг и диагностика

Первая система управления двигателем, известная как Bosch Motronic, была разработана и установлена на автомобиль BMW 732i в 1978 году. Идея системы

управления состоит в том, что установленный в автомобиле блок электронного управления (БЭУ) постоянно следит за режимом работы двигателя и подстраивает его параметры так, чтобы в любой момент двигатель работал наилучшим образом.

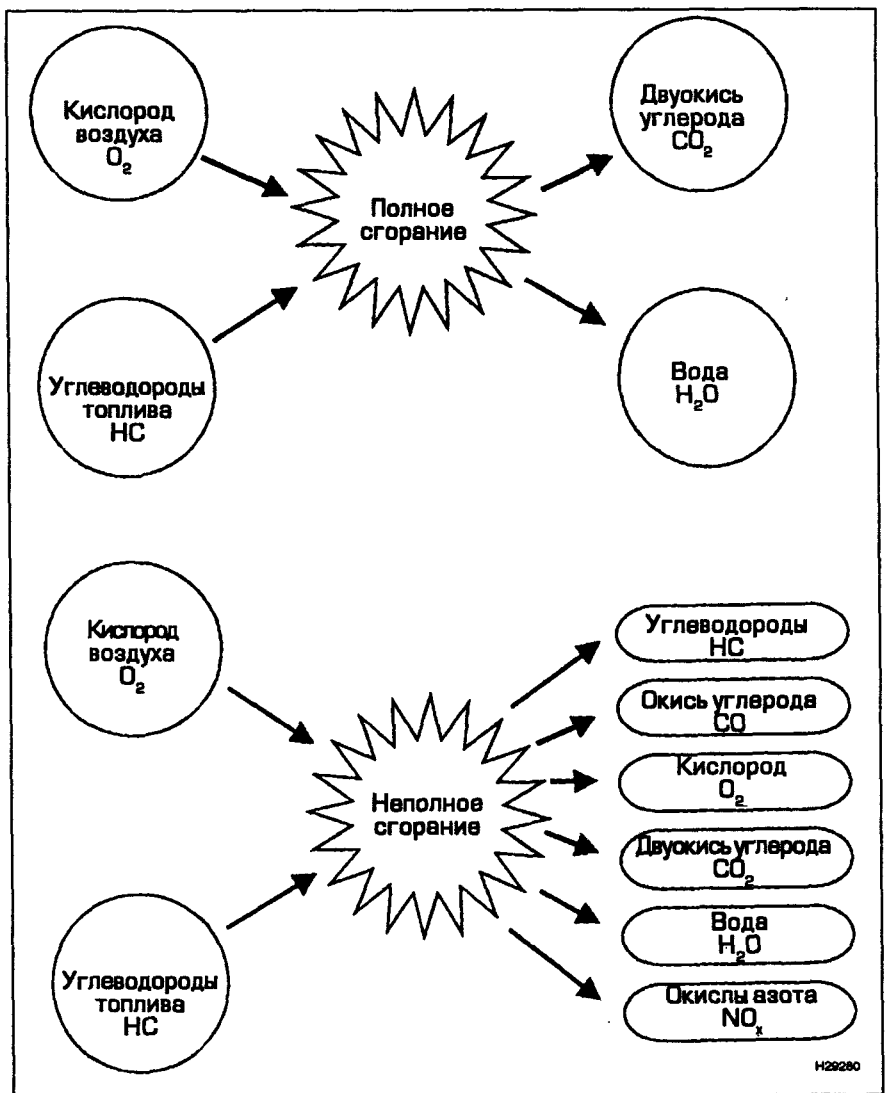


Рис. 1.1. Диаграмма процесса сгорания

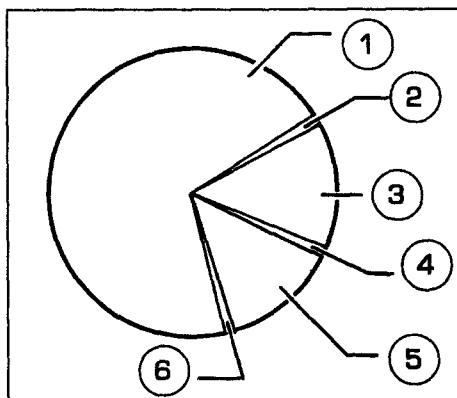


Рис. 1.2. Диаграмма показывает процентное содержание состава выхлопных газов

- 1 Азот 72.3
- 2 Вредные выбросы 1.0
- 3 Водяной пар 12.7
- 4 Аргон и прочие газы 1.0
- 5 Двуокись углерода 12.3
- 6 Кислород 0.7

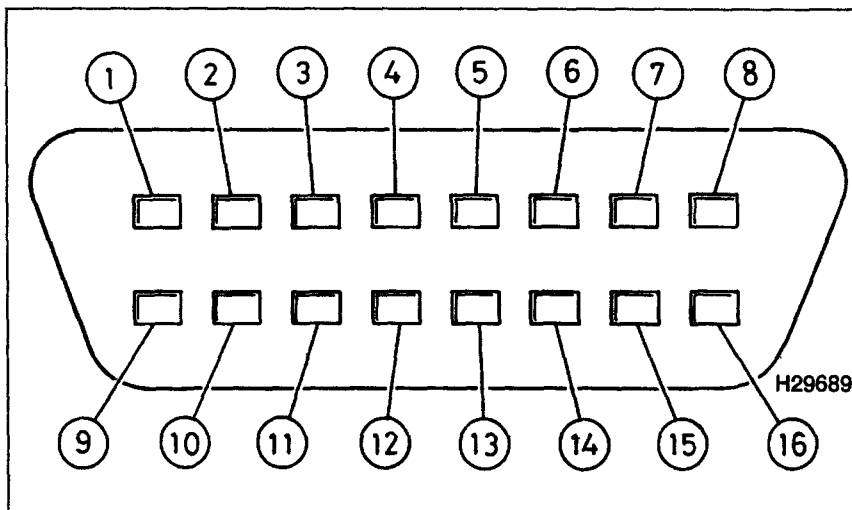


Рис. 1.3. 16-штырьковый диагностический разъем

В дальнейшем в БЗУ были введены функции самодиагностики, которые дали возможность водителю или автомеханику следить за состоянием двигателя и определять возникшие неисправности, которые трудно идентифицировать иным образом. Это было достигнуто за счет оснащения БЗУ микропроцессором с памятью и базой данных. Теперь информация о неисправностях может быть сохранена в памяти компьютера и извлечена из нее по мере необходимости. На одних автомобилях система самодиагностики извещает водителя о неисправности, на других она может сообщать код неисправности в виде серии вспышек лампочки. Впервые система самодиагностики Bendix Digital была установлена в 1981 году на автомобиле Cadillac.

Интенсивное развитие систем управления двигателем в течение 80-х годов привело к тому, что БЗУ, которыми теперь оснащаются современные автомобили, лишь отдаленно напоминают ранние прототипы. Под управлением и диагностическим наблюдением БЗУ может теперь работать не только система управления двигателем, но также и автоматическая трансмиссия, и антиблокировочная система торможения, и вспомогательное оборудование (например, воздушные подушки безопасности). В БЗУ введена адаптивная функция, которая может подстраивать базу данных и программу управления в соответствии с текущим состоянием двигателя.

Основная идея самодиагностики

Система самодиагностики проверяет соответствие уровня сигналов БЗУ их эталонным аналогам, заложенным в память. Если уровень сигнала выходит за допустимые пределы, БЗУ трактует это как неисправность и заносит в память специальное сообщение. Эти сообщения могут быть вызваны из памяти в виде "кода неисправности". После извлечения эти коды дают важную информацию для диагностики.

Стандартизация бортовой диагностики

Начиная с 1988 года установлены три основных критерия, которым должна удовлетворять система самодиагностики. Первое - автомобиль должен быть оснащен системой самодиагностики. Второе - о возникновении любых неисправностей, которые могут вызвать ухудшение состава выхлопа, водитель должен быть извещен сигнальной лампочкой на приборной панели. Третье - информация о неисправности должна быть зафиксирована и сохранена в памяти БЗУ с возможностью ее извлечения с помощью считывателя кодов или приспособления с мигающей лампочкой.

С 1988 по 1991 год Международная Организация Стандартизации (ISO) обновила стандарт 9141 на 9141-2, в котором сделана попытка упорядочить:

Конструкцию диагностического разъема
Диагностическое оборудование и область его применения

Содержание протоколов

Область обмена данными

Эти правила были разработаны применительно к Америке. Тем не менее с ними согласились и приняли у себя правительства Европейских стран и многих стран всех пяти континентов.

Еще более жесткие требования были положены в основу нового соглашения OBD II, которое было введено начиная с моделей выпуска 1994 года. С 1996 года эти требования были отнесены и к дизелям. OBD вводит следующие дополнительные требования:

Предупреждающая лампочка на приборной панели снабжена мигающей функцией.

Контроль функций и элементов системы не только на предмет их неисправности, но и в связи с влиянием на состав выхлопа.

В дополнение к хранению неисправностей в виде цифрового кода, сохранение условий работы в виде так называемой "Freeze Frame".

Извлечение содержащихся в памяти

неисправностей с помощью считывателя кодов взамен мигающей лампочки.

Примечание. Системы, разработанные в соответствии с требованиями OBD II, оснащены 16-штырьковым разъемом (см. рис. 1.3).

Мониторинговые функции системы также были расширены и изменены. OBD II требует контроля следующих дополнительных элементов и областей:

Процесса сгорания.

Каталитического преобразователя.

Датчика кислорода.

Вторичной воздушной системы.

Системы улавливания паров топлива.

Системы рециркуляции газов.

Мониторинг дизельных двигателей также должен обеспечивать систему диагностики необходимой информацией, но, понятно, перечень контролируемых элементов в них может быть иным (например, запальные свечи). ISO, SAE и неправительственные экологические организации выступают за дальнейшее ужесточение правил. Организация "Чистый воздух" (США) внесла в правительство стандарт CARB как основу сохранения окружающей среды и здоровья. Подобные законы были приняты после 1968 года многими местными и национальными правительствами. Появление каталитических преобразователей, систем впрыска топлива, применение топлива без содержания свинца, увеличение относительного числа автомобилей, оснащенных дизельными двигателями, позволили за последние 30 лет достичь значительных позитивных сдвигов в решении проблемы токсичности выхлопных газов.

О Европейском стандарте диагностики

Европейские производители автомобилей ожидают появления европейского стандарта, который ужесточит правила ISO 9141-CARB. Введение этого стандарта предполагается в начале нового века. Ожидается, что европейский стандарт будет включать в себя большинство положений OBD II с некоторыми дополнениями.

2 Функции системы самодиагностики

Что такое самодиагностика

Самодиагностика (иногда называемая бортовой диагностикой) это система, которая постоянно держит под наблюдением сигналы различных датчиков и исполнительных механизмов системы управления двигателем (СУД). Эти сигналы сравниваются с их контрольными значениями, которые хранятся в памяти бортового компьютера. Набор таких контрольных значений может быть разным в разных автомобилях и их моделях. Он может в себя включать верхние и нижние допустимые границы контролируемых параметров, допустимое число ошибочных сигналов в единицу времени, неправдоподобные сигналы, сигналы, выходящие за допустимые пределы и др. При выходе сигнала за пределы контрольных значений (например, сопротивление цепи стало равным нулю - короткое замыкание) БЭУ квалифицирует это состояние как неисправность, формирует и помещает в память соответствующий код.

Ранние конструкции систем диагностики были способны формировать и хранить лишь небольшое число кодов. Современные системы в состоянии генерировать и хранить 100 и более кодов и способны еще увеличить это количество по мере того, как программное обеспечение бортовых компьютеров научится выделять новые сбойные ситуации.

Например в одной диагностической системе все неисправности в какой-то цепи определяются одним кодом. В другой, более совершенной системе, разным неисправностям в этой цепи будут соответствовать разные коды, что поможет быстрее найти неисправный элемент и устранить неисправность. Возьмем для примера цепь датчика температуры охлаждающей жидкости. В самой простой системе при неисправности в этой цепи появится единственный код - неисправность цепи в целом. Более совершенная система сможет уже указать, что произошло - короткое замыкание или обрыв цепи. Наконец, в дополнение к коду неисправности может быть зафиксировано, например, такое сопутствующее обстоятельство как состав рабочей смеси. В СУД с обратной связью, которая поддерживает состав рабочей смеси близким к идеальному, неисправность датчика температуры может вызвать выход состава смеси за допустимые пределы, а это вызовет, в свою очередь появление новых кодов. Во избежание появления слишком большого числа кодов, которое затруднит поиск неисправности, БЭУ перейдет в режим с ограниченным управлением ("limp home" - "хромая домой").

По мере совершенствования БЭУ под его контроль будет попадать все большее число элементов и параметров, которые должны фиксироваться системой диагностики. Эта книга посвящена, в основном, проверке систем, относящихся к двигателю. Однако в таблицах кодов неисправностей, которые приводятся во всех главах, будут упомянуты и коды прочих неисправностей, которые выявляет БЭУ, относящиеся, например, к кондиционеру воздуха или к автоматической трансмиссии.

Недостатки систем диагностики

Системы диагностики еще не достигли такого идеального состояния, при котором можно было бы полностью положиться на их информацию. Ведь код не может появиться в тех случаях, когда для каких-либо датчиков или состояний программным обеспечением не предусмотрена соответствующая обработка информации. Так, системой диагностики не охвачены механические повреждения двигателя, вторичная цепь зажигания и др. Вместе с тем, побочные эффекты, порождаемые, например, утечкой вакуума или неисправностью выпускного клапана могут вызвать проблемы с составом смеси или холостым ходом, которые приведут к появлению соответствующих кодов. Таким образом, при появлении таких кодов придется проверить многие системы двигателя, чтобы обнаружить истинную причину неисправности.

Заметим также, что код указывает только на неисправную цепь. Например, код, указывающий на неисправность цепи датчика температуры охлаждающей жидкости, может означать неисправность самого датчика, либо связанных с ним проводов, либо электрических разъемов.

Диагностические системы некоторых автомобилей могут фиксировать случайные сбои, а на других автомобилях системы таких сбоев не фиксируют. В некоторых системах коды неисправностей сбрасываются при выключении зажигания. В таких случаях для обнаружения неисправности надо быть особенно внимательным.

Код неисправности, как правило, позволяет опытному механику быстро найти и устранить отказ. Вместе с тем, отсутствие кодов еще не означает отсутствие неисправностей, поэтому, несмотря на наличие системы самодиагностики, следует тщательно соблюдать обычные правила технического обслуживания автомобиля.

Ложные сигналы

Нарушения в работе вторичной цепи системы зажигания и в других электрических цепях могут вызвать помехи радиочастотного диапазона, которые способны нарушить работу

БЭУ или вызвать появление ложных диагностических кодов. Нарушение работы БЭУ, в свою очередь, может вызвать неправильное управление двигателем.

Предельные уровни сигналов датчиков

Если сигнал датчика остается в заданных пределах, даже если контролируемый им параметр из этих пределов вышел, код неисправности не появится. Например, если датчик температуры двигателя перестал реагировать на изменение температуры, но при этом его сопротивление осталось в пределах запрограммированных границ, неисправность зафиксирована не будет.

Логическое определение неисправности

Программное обеспечение новейших диагностических систем стало более изощренным и способно проследить изменение напряжения или тока за определенный промежуток времени. Если сигнал датчика не претерпевает ожидаемого изменения, будет зафиксирован код неисправности.

Системы более ранних конструкций в любом случае зафиксировали бы неисправность, если контролируемый сигнал вышел за допустимый уровень. При этом не учитывались обстоятельства, при которых возникла неисправность и состояние других цепей. Современные системы принимают во внимание сигналы от нескольких логически связанных элементов и могут сопоставлять их друг с другом. Если, например, обороты двигателя возрастают, дроссельная заслонка полностью открыта, а датчик расхода воздуха не регистрирует нарастание потока, значит датчик неисправен и БЭУ сформирует код его неисправности.

Световой сигнал неисправности

Многие автомобили оснащены световым сигналом о неисправности, который обычно расположен на приборной панели (см. рис. 1.4

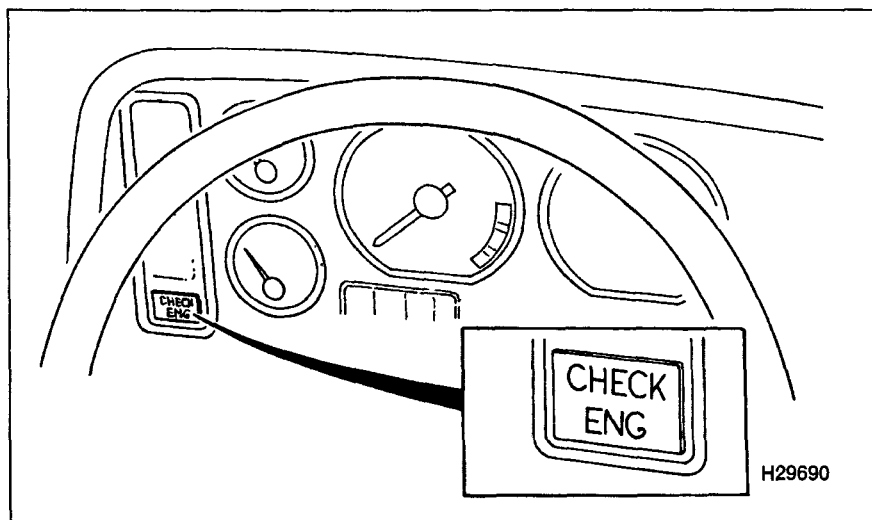


Рис. 1.4. Световой сигнал неисправности, расположенный на приборной панели

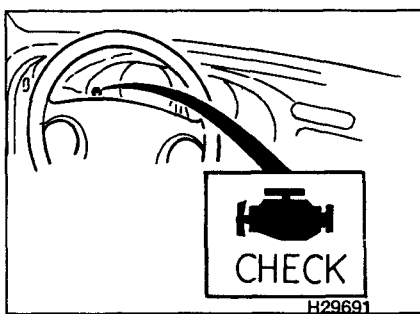


Рис. 1.5. Световой сигнал неисправности иной формы, расположенный на приборной панели

- 1.6; надпись на световом табло "CHECK ENG" означает "проверь двигатель"). В некоторых случаях световой сигнал в виде светодиода располагается на панели БЭУ. При включении зажигания световой сигнал загорается. Это означает, что цепь сигнализации и сама лампочка исправны. После пуска двигателя лампочка гаснет и не загорится до тех пор, пока система диагностики не зафиксирует неисправность. При появлении неисправности лампочка загорается и остается включенной, пока неисправность не будет устранена. Если неисправность исчезла, лампочка погаснет, но код неисправности останется в памяти БЭУ, пока его не удалит оттуда принудительно. При возникновении некоторых, не очень серьезных неисправностей световой сигнал может не загораться, хотя код неисправности и в этом случае заносится в память.

На некоторых автомобилях такой световой сигнализации нет, поэтому на них приходится время от времени спрашивать БЭУ с помощью считывателя кодов или мигающего светодиода о наличии или отсутствии неисправностей.

Быстрые и медленные коды

Коды, сохраняемые в памяти БЭУ бывают "быстрые" и "медленные". Медленными называют коды, которые воспроизводятся системой с небольшой скоростью, так что их возможно прочесть с помощью мигающего

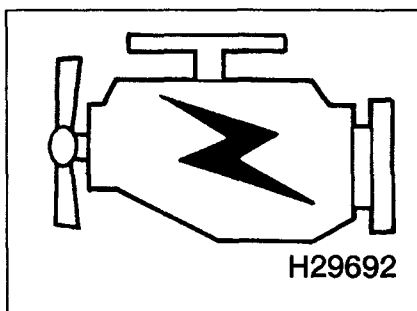


Рис. 1.6. Типичный вид светового сигнала неисправности

светодиода или сигнальной лампочки на приборной панели. Быстрые коды воспроизводятся в цифровой форме с высокой скоростью и их нельзя прочесть с помощью мигающей лампочки. Для извлечения таких кодов необходим специальный прибор - считыватель кодов.

Другие функции диагностической системы

Объем, формат и способ прочтения диагностической информации определяет производитель автомобиля. Если программой, которую ввел в БЭУ производитель, не предусмотрено получение какой-то информации, то эту информацию и не удастся получить никаким образом.

Кроме чтения и стирания кодов неисправностей через диагностический разъем обычно можно выполнить следующие дополнительные операции:

проверку цепей и исполнительных устройств;
настройки элементов;
кодирование БЭУ;
получение текущей информации;
выполнение функции "путевой рекордер".

Примечание: Не все перечисленные функции могут быть выполнены разными системами. Для выполнения большинства дополнительных операций требуется использование считывателя кодов.

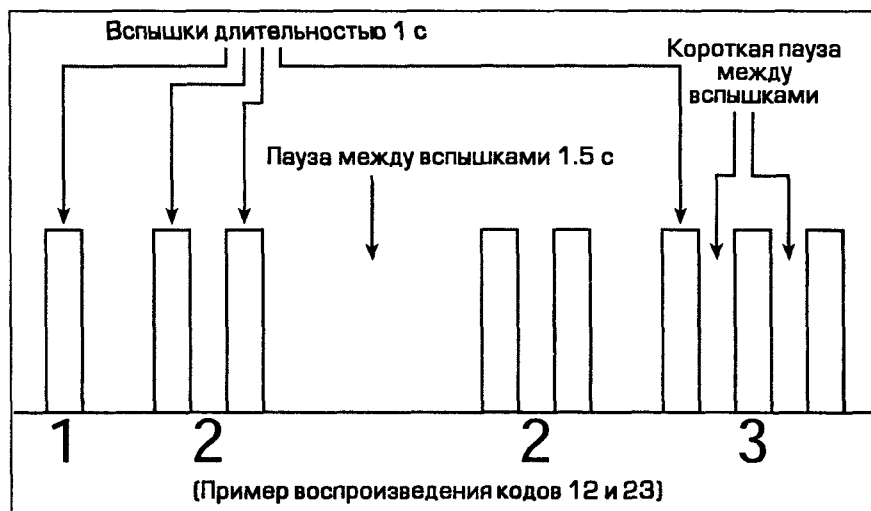


Рис. 1.7. Воспроизведение 2-разрядного кода неисправности с помощью сигнальной лампочки или светодиода. Длительность вспышек одинакова для десятков и единиц

Чтение кодов неисправностей

Коды неисправностей можно извлечь из БЭУ через выходной разъем (последовательный порт), подключив к нему подходящий считыватель кодов, либо вручную, при помощи соответствующей процедуры, имеющей свои характерные особенности для каждой конкретной системы (такой способ был основным в ранних моделях; в современных моделях ручной способ, как правило неприменим).

Считыватель кодов или сканер

Профессиональный инструмент, используемый для извлечения кодов неисправностей из диагностических систем автомобилей, носит название "считыватель кодов". Иногда этот прибор называют "сканером". Первый термин чаще употребляется в европейских странах, тогда как второй происходит из США. Принципиальной разницы между этими терминами нет и оба термина взаимозаменяемы, поэтому мы в этой книге будем пользоваться обоими, отдавая все же предпочтение европейскому варианту "считыватель".

Ручная процедура извлечения кодов ("мигающие коды")

Некоторые ранние модели диагностических систем предусматривали ручное извлечение кодов. Этот метод хорош тем, что не требует сложного оборудования, но вместе с тем, он работает очень медленно, число кодов в нем ограничено, а процесс извлечения сопряжен с большой вероятностью ошибок. Обычно в таких системах процесс считывания запускается переключением определенной пары контактов в диагностическом разъеме. Затем начинается считывание кодов, которые воспроизводятся вспышками сигнальной лампочки на панели приборов, либо вспышками специального светодиода на корпусе БЭУ. Получаемые таким образом коды носят название "мигающих кодов" (см. рис. 1.7 - 1.9). Сосчитав вспышки и обратившись к таблице кодов (такие таблицы приводятся в конце каждой главы), можно определить вид неисправности. Некоторые системы не оснащены сигнальной лампочкой или светодиодом - в этих случаях для считывания кодов можно использовать переносной светодиод или даже просто аналоговый вольтметр (см. предупреждение № 5 в конце книги).

Удаление кодов из памяти

По мере совершенствования систем диагностики способы удаления кодов из памяти БЭУ менялись. В середине 80-х годов коды не хранились долго и при выключении зажигания сбрасывались. Затем память БЭУ подключили к аккумулятору минуя замок зажигания, что позволило сохранять коды при выключенном зажигании. Обычно коды в таких системах удаляются с помощью считывателя кодов (СК), однако в некоторых системах предусмотрено и их ручное сбрасывание, например путем отключения БЭУ от аккумулятора или размыканием разъема БЭУ. В современных БЭУ память имеет свой источник питания (т.н.

энергонезависимое питание), что позволяет сохранять коды и при отключенном аккумуляторе. В таких системах удалить коды можно только с использованием считывателя (см. рис. 1.10).

Примечание: Коды обязательно надо удалить, если выполнялась проверка или замена элементов СД.

Ручное удаление кодов

Часто бывает возможно удалить коды неисправностей, используя процедуру, подобную чтению кодов.

Тестирование элементов и исполнительных устройств

СК можно использовать для тестирования проводов и компонентов в цепях некоторых исполнительных устройств. Например, с его помощью можно активизировать клапан управления холостым ходом. Если клапан активизировался, значит его цепь исправна. Обычно доступны для активизации и тестирования с помощью СК цепи топливных форсунок, реле, датчиков и исполнительных устройств системы выхлопа, а также другие цепи и системы. Бывает возможным также протестировать сигналы некоторых датчиков. Например, можно проверить датчик положения дроссельной заслонки, полностью ее открыв, а затем полностью закрыв. Если трек потенциометра имеет дефект, то считыватель покажет неисправность.

Ручная проверка датчиков и активизация элементов

Обычно активизация элементов может быть выполнена только с помощью СК. Однако в некоторых системах предусмотрена возможность выполнять проверки без этого прибора. В тех случаях, когда такие проверки возможны, процедуры проверок будут описаны в соответствующих главах.

Регулировки систем

В большинстве современных двигателей невозможно выполнить какую-либо подстройку системы холостого хода или опережения зажигания. Вместе с тем, в некоторых системах ранних конструкций такие регулировки предусмотрены. Примерами могут служить автомобили Ford с системой управления EEC IV, Rover 800 SPi и более ранние модели Rover с системой MEMS. В этих автомобилях возможна регулировка системы холостого хода и зажигания с использованием СК.

Кодирование БЭУ

В некоторых системах предусмотрена возможность кодирования БЭУ для выполнения различных операций. Обычно эта функция доступна только дилеру, уполномоченному производителем. Кодирование позволяет привести БЭУ в соответствие с параметрами конкретного данного автомобиля.

Получение текущей информации

Текущая информация - это сигналы, которыми обменивается БЭУ с датчиками и

Fault codes

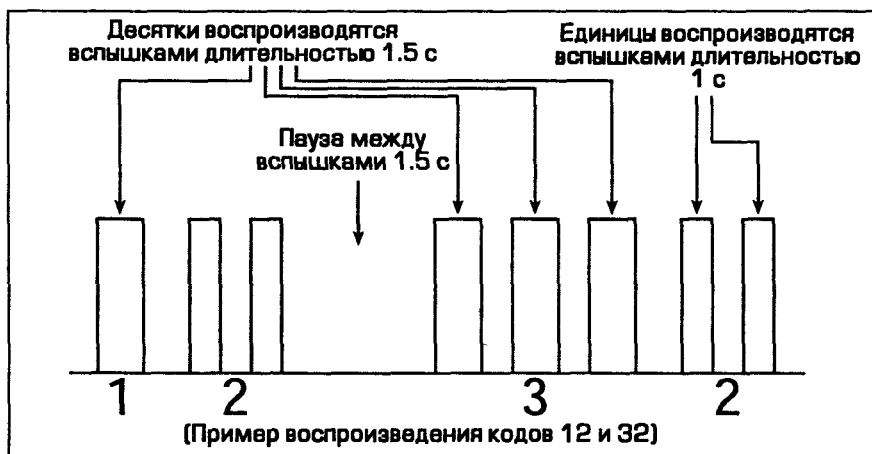


Рис. 1.8. Воспроизведение 2-разрядного кода неисправности с помощью сигнальной лампочки или светодиода. Длительность вспышек, изображающих десятки, больше, чем для единиц

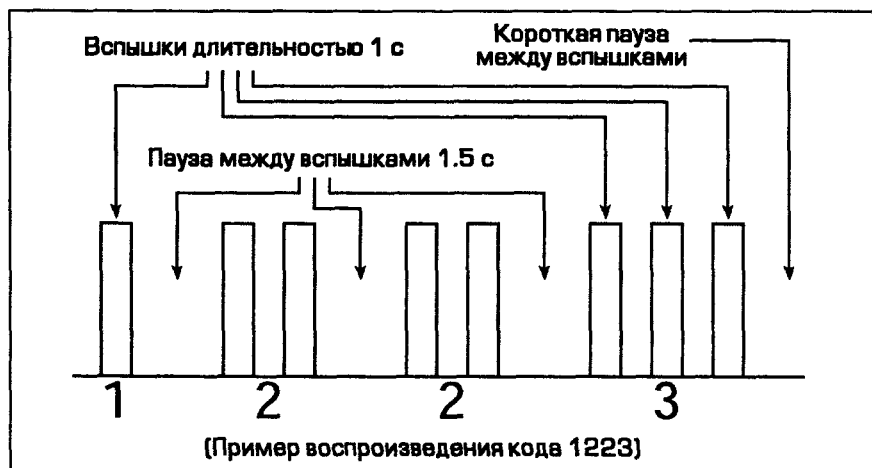


Рис. 1.9. Воспроизведение 4-разрядного кода неисправности с помощью сигнальной лампочки или светодиода

исполнительными устройствами в данный момент. Такие данные могут быть отображены на дисплее СК. Эта функция особенно полезна для быстрой проверки подозрительного датчика или исполнительного элемента. Проверка может быть выполнена на разных оборотах двигателя и при разных значениях температуры. Например, проверку сигнала датчика температуры двигателя можно начать при холодном двигателе, а затем наблюдать его изменения в процессе прогрева. Любые погрешности в работе датчика станут совершенно очевидными.

Конечно, сигналы датчиков можно наблюдать и с помощью осциллоскопа или цифрового мультиметра (тестера), подключая прибор к соответствующей цепи. Однако использование для этих целей СК значительно проще и удобнее. Некоторые СК можно подключить к обычному персональному компьютеру и занести в его память все интересующие Вас процессы. Затем с помощью подходящего программного обеспечения можно снова просмотреть всю записанную информацию.

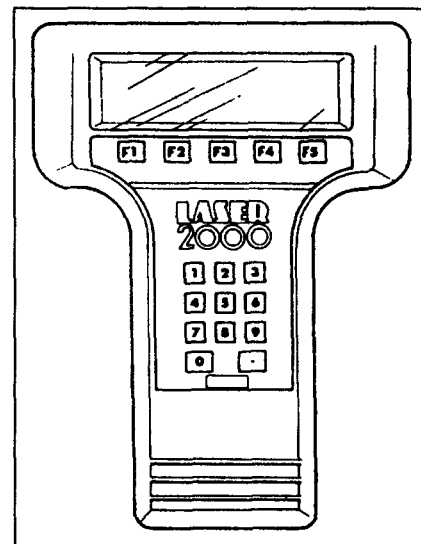


Рис. 1.10. Обычный пользовательский считыватель кодов

Функция "путевой рекордер"

Некоторые СД способны фиксировать и сохранять значения параметров в процессе работы двигателя. Параметры записываются в цифровой форме в виде серии "мгновенных снимков" или кадров. Если неисправность появляется случайным образом и снова исчезает, ее причину бывает очень трудно обнаружить. В этом случае "мгновенный снимок" параметров работы двигателя в момент появления неисправности может сильно облегчить ее обнаружение.

Для выполнения такой записи надо подключить СК к диагностическому разъему и вывести автомобиль на дорожные испытания. В самом начале испытаний СД следует перевести в режим "путевого рекордера". СД начнет записывать "мгновенные снимки" через определенные короткие интервалы времени. Поскольку память СД ограничена, число таких снимков не может быть бесконечным. При возникновении неисправности следует нажать кнопку на СК, тогда в памяти сохранятся несколько кадров до и после появления неисправности. Затем, вернувшись в гараж, можно не торопясь просмотреть эти кадры с записями и найти решение проблемы.

Следует заметить, что функцией "путевого рекордера" обладают не все СД и СК.

3 Стратегия ограниченной управляемости

Большинство современных СД способны переводить БЭУ в режим ограниченной управляемости (известный как режим "limp home" - "хромая домой"). Стратегия состоит в том, что при возникновении неисправности в цепи какого-то датчика БЭУ заменит сигнал этого датчика на постоянное значение, хранящееся в памяти. Это позволяет автомобилю продолжить движение в сторону гаража или ремонтной мастерской. После устранения неисправности БЭУ вернется в обычное состояние.

При переходе в режим ограниченной управляемости двигатель продолжает работать, хотя и с меньшей эффективностью. Некоторые СУД настолько "сообразительны", что водитель даже может не заметить, что продолжает ехать с неисправностью. Только горящая сигнальная лампочка говорит о том, что с двигателем не все в порядке.

Поскольку обычно подставляемые значения параметров соответствуют прогретому или полупрогретому двигателю, работа холодного двигателя будет не вполне удовлетворительна. При неисправности особо важного датчика, такого как датчик расхода воздуха или датчик давления в коллекторе, БЭУ может ограничить динамические характеристики двигателя. Например, если система EEC IV автомобиля Ford обнаруживает серьезную неисправность в БЭУ, она устанавливает угол опережения зажигания на постоянном уровне 10°.

В некоторых системах при неисправности датчика температуры воздуха или охлаждающей жидкости БЭУ заменяет показания одного датчика показаниями

другого. Кроме того, установлены два значения температуры "по умолчанию": для холодного двигателя при его пуске и прогреве и для прогретого двигателя. Второе значение включается после того, как двигатель проработал 10 минут.

4 Адаптивная функция

Во многих современных СУД предусмотрена приспособляемость (адаптация) БЭУ к изменению параметров двигателя. Для своей адаптации система постоянно следит за различными характеристиками двигателя и со временем вычисляет их средние значения.

При нормальной работе БЭУ обращается к различным трехмерным картам для определения оптимального опережения зажигания, впрыска топлива, холостых оборотов и т.д. В зависимости от показаний датчиков расхода воздуха, температуры, скорости и т.д. БЭУ постоянно корректирует управляющие сигналы на исполнительные органы. Используя накопленную информацию о средних значениях, БЭУ может быстрее приспособиться практически к любым изменениям условий движения.

По мере износа деталей двигателя средние значения параметров меняются и адаптивная система приспособляется к новым условиям. Если адаптированный параметр выходит за допустимые пределы, появляется сигнал неисправности. Адаптивное управление используется в следующих процессах и системах:

- холостой ход;*
- управление составом смеси;*
- управление с обратной связью по детонации;*
- управление продувкой угольного фильтра;*
- рециркуляция газов.*

При использовании адаптированной карты в управлении работой каталитического преобразователя с датчиком кислорода БЭУ значительно быстрее и точнее реагирует на изменение состава выхлопных газов. Во время работы с обратной связью базовое значение длительности впрыска топлива, определяется по карте при заданных оборотах и нагрузке двигателя. Если при базовом значении длительности впрыска смесь оказывается слишком богатой или слишком бедной, это приводит к выходу значения лямбда за допустимые пределы (0.98...1.02). Датчик кислорода заметит это несоответствие и даст сигнал на БЭУ, который исправит положение, введя некоторую поправку на длительность впрыска. Адаптивная система запомнит эту поправку и добавит ее к базовой карте. Начиная с этого момента на большинстве рабочих режимов состав смеси будет лежать очень близко к $\lambda = 1$.

Система управления холостым ходом также запоминает внешние нагрузки на двигатель и быстро устанавливает наилучшую скорость.

При продувке угольного фильтра (адсорбера паров топлива) в камеру сгорания поступает лишнее топливо, что компенсируется соответствующим уменьшением впрыска.

Поправка на впрыск также запоминается адаптивной системой по ранее полученным сигналам датчика кислорода.

Адаптивные значения формируются в БЭУ за определенный период времени и усредняются по большому числу измерений. Это означает, что, если произошло какое-то внезапное изменение, то адаптивной системе потребуется некоторое время, чтобы к нему приспособиться. Такие изменения могут произойти в случае внезапной неисправности, а также в случае замены какого-нибудь элемента.

При замене одного и более элементов БЭУ потребуются некоторое время для запоминания новых значений, что может вызвать временную нестабильность работы двигателя и нарушение его управляемости, пока БЭУ не закончит процесс адаптации. Например, подтекает форсунка и БЭУ адаптируется к этому факту уменьшением времени впрыска. Если теперь такую форсунку заменить, первое время БЭУ будет продолжать управление форсункой с уменьшенным временем впрыска, т.е. обеднять смесь. Естественно, что при этом могут возникнуть перебои в работе двигателя, пока БЭУ не приспособится к новой форсунке. Некоторые системы позволяют, используя СК, вернуть адаптивную память БЭУ в исходное состояние "по умолчанию".

Многие системы теряют свои адаптивные настройки при отключении аккумулятора. После повторного включения аккумулятора и пуске двигателя системе потребуются некоторое время для нового переучивания. Обычно этот процесс происходит достаточно быстро, но первое время холостой ход может быть недостаточно устойчивым.

Во все системы теряют свои адаптивные установки при отключении аккумулятора. Примером такой системы может служить СУД Rover MEMS, в которой имеется энергонезависимая память, позволяющая сохранять установки при отключении внешнего питания.

Шалости адаптивных систем

Если в процессе работы системы в ее память попадет какой-нибудь ошибочный сигнал, то он может исказить адаптированные установки и двигатель в течение некоторого времени будет испытывать проблемы с управлением. Если при этом ошибочный сигнал не настолько опасен, чтобы сгенерировать код неисправности, Вы даже и не будете знать, что случилось с двигателем.

В некоторых случаях БЭУ может давать сбои и тогда адаптированные установки могут сильно исказиться. Опять могут появиться проблемы с управлением двигателем, а система диагностики не обнаружит никакой неисправности. В таких случаях можно попытаться, отключив аккумулятор, сбросить память системы в исходное состояние. Еще лучше то же самое сделать с помощью СК, поскольку при отключении аккумулятора могут потеряться и нужные данные, хранящиеся в памяти.