

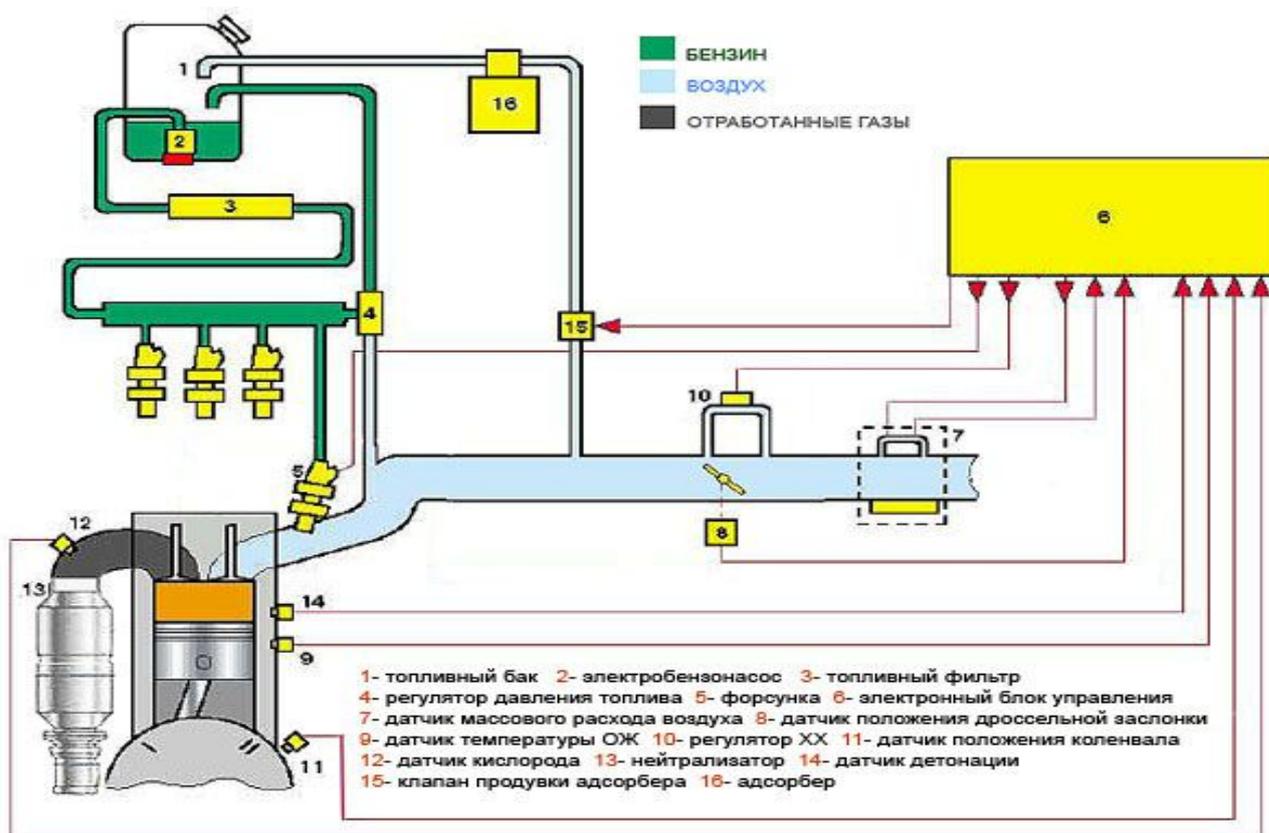
1. ИНЖЕКТОРНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ

Инжекторный (впрысковый) двигатель практически полностью заменил устаревшую карбюраторную систему. Инжекторный двигатель существенно улучшает эксплуатационные и мощностные показатели автомобиля (динамика разгона, экологические характеристики, расход топлива).

Инжекторные системы подачи топлива имеют перед карбюраторными следующие основные преимущества:

1. точное дозирование топлива и, следовательно, более экономный его расход.
2. снижение токсичности выхлопных газов. Достигается за счет оптимальности топливно-воздушной смеси и применения датчиков параметров выхлопных газов.
3. увеличение мощности двигателя примерно на 7-10%. Происходит за счет улучшения наполнения цилиндров, оптимальной установки угла опережения зажигания, соответствующего рабочему режиму двигателя.
4. улучшение динамических свойств автомобиля. Система впрыска незамедлительно реагирует на любые изменения нагрузки, корректируя параметры топливно-воздушной смеси.
5. легкость пуска независимо от погодных условий.

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ (на примере электронной системы распределенного впрыска)



В современных впрысковых двигателях для каждого цилиндра предусмотрена индивидуальная форсунка. Все форсунки соединяются с топливной рампой, где топливо находится под давлением, которое создает электробензонасос. Количество впрыскиваемого топлива зависит от продолжительности открытия форсунки. Момент открытия регулирует электронный блок управления (контроллер) на основании обрабатываемых им данных от различных датчиков.

Датчик массового расхода воздуха служит для расчета циклового наполнения цилиндров. Измеряется массовый расход воздуха, который потом пересчитывается программой в цилиндрическое цикловое наполнение. При аварии датчика его показания игнорируются, расчет идет по аварийным таблицам.

Датчик положения дроссельной заслонки служит для расчета фактора нагрузки на двигатель и его изменения в зависимости от угла открытия дроссельной заслонки, оборотов двигателя и циклового наполнения.

Датчик температуры охлаждающей жидкости служит для определения коррекции топливоподачи и зажигания по температуре и для управления электроклапаном. При аварии датчика его показания игнорируются, температура берется из таблицы в зависимости от времени работы двигателя.

Датчик положения коленвала служит для общей синхронизации системы, расчета оборотов двигателя и положения коленвала в определенные моменты времени. ДПКВ – полярный датчик. При неправильном включении двигатель заводиться не будет. При аварии датчика работа системы невозможна. Это единственный «жизненно важный» в системе датчик, при котором движение автомобиля невозможно. Аварии всех остальных датчиков позволяют своим ходом добраться до автосервиса.

Датчик кислорода предназначен для определения концентрации кислорода в отработавших газах. Информация, которую выдает датчик, используется электронным блоком управления для корректировки количества подаваемого топлива. Датчик кислорода используется только в системах с каталитическим нейтрализатором под нормы токсичности Евро-2 и Евро-3 (в Евро-3 используется два датчика кислорода - до катализатора и после него).

Датчик детонации служит для контроля за детонацией. При обнаружении последней ЭБУ включает алгоритм гашения детонации, оперативно корректируя угол опережения зажигания.

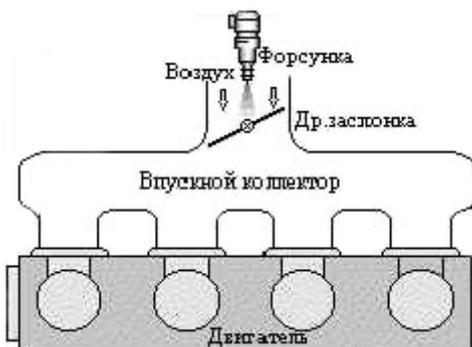
Здесь перечислены только некоторые основные датчики, необходимые для работы системы. Комплектации датчиков на различных автомобилях зависят от системы впрыска, от норм токсичности и пр.

Про результаты опроса определенных в программе датчиков, программа ЭБУ осуществляет управление исполнительными механизмами, к которым относятся: форсунки, бензонасос, модуль зажигания, регулятор холостого хода, клапан адсорбера системы улавливания паров бензина, вентилятор системы охлаждения и др. (все опять же зависит от конкретной модели)

Из всего перечисленного, возможно, не все знают, что такое адсорбер. Адсорбер является элементом замкнутой цепи рециркуляции паров бензина. Нормами Евро-2 запрещен контакт вентиляции бензобака с атмосферой, пары бензина должны собираться (адсорбироваться) и при продувке посылаться в цилиндры на дожиг. На неработающем двигателе пары бензина попадают в адсорбер из бака и впускного коллектора, где происходит их поглощение. При запуске двигателя адсорбер по команде ЭБУ продувается потоком воздуха, всасываемого двигателем, пары увлекаются этим потоком и дожигаются в камере сгорания.

2. ТИПЫ ИНЖЕКТОРНЫХ СИСТЕМ

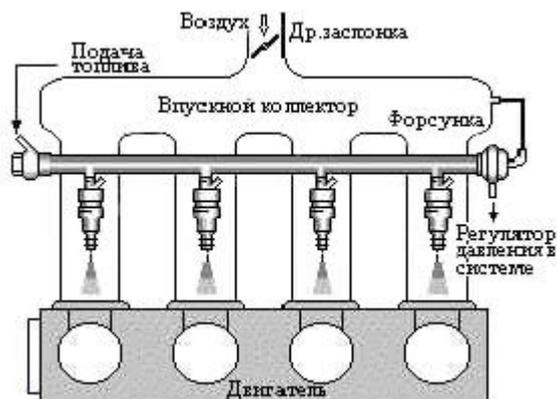
В зависимости от количества форсунок и места подачи топлива, системы впрыска подразделяются на три типа: одноточечный или моновпрыск (одна форсунка во впускном коллекторе на все цилиндры), многоточечный или распределенный (у каждого цилиндра своя форсунка, которая подает топливо в коллектор) и непосредственный (топливо подается форсунками непосредственно в цилиндры, как у дизелей).



Одноточечный впрыск проще, он менее начинен управляющей электроникой, но и менее эффективен. Управляющая электроника позволяет снимать информацию с датчиков и сразу же менять параметры впрыска. Немаловажно и то, что под моновпрыск легко адаптируются карбюраторные двигатели почти без конструктивных переделок или технологических изменений в производстве. У

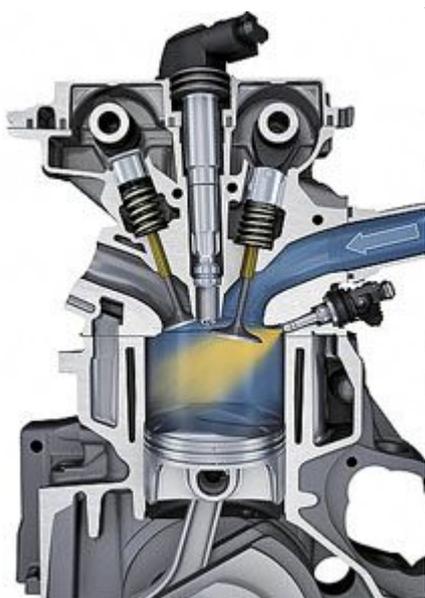
одноточечного впрыска преимущество перед карбюратором состоит в экономии топлива, экологической чистоте и относительной стабильности и надежности параметров. А вот в приёмистости двигателя одноточечный впрыск проигрывает. Еще один недостаток: при использовании одноточечного впрыска, как и при использовании карбюратора до 30% бензина оседает на стенках коллектора.

Системы одноточечного впрыска, безусловно, являлись шагом вперед по сравнению с карбюраторными системами питания, но уже не удовлетворяют современным требованиям.



Более совершенными являются системы **многоточечного впрыска**, в которых подача топлива к каждому цилиндру осуществляется индивидуально. Распределенный впрыск мощнее, экономичнее и сложнее. Применение такого впрыска увеличивает мощность двигателя примерно на 7-10 процентов. *Основные преимущества распределенного впрыска:*

1. возможность автоматической настройки на разных оборотах и соответственно улучшение наполнения цилиндров, в итоге при той же максимальной мощности автомобиль разгоняется гораздо быстрее;
2. бензин впрыскивается вблизи впускного клапана, что существенно снижает потери на оседание во впускном коллекторе и позволяет осуществлять более точную регулировку подачи топлива.



Непосредственный впрыск как очередное и эффективное средство в деле оптимизации сгорания смеси и повышения КПД бензинового двигателя реализует простые принципы. А именно: более тщательно распыляет топливо, лучше перемешивает с воздухом и грамотней распоряжается готовой смесью на разных режимах работы двигателя. В итоге двигатели с непосредственным впрыском потребляют меньше топлива, чем обычные «впрысковые» моторы (в особенности при спокойной езде на невысокой скорости); при одинаковом рабочем объеме они обеспечивают более интенсивное ускорение

автомобиля; у них чище выхлоп; они гарантируют более высокую литровую мощность за счет большей степени сжатия и эффекта охлаждения воздуха при испарении топлива в цилиндрах. В то же время они нуждаются в качественном бензине с низким содержанием серы и механических примесей, чтобы обеспечить нормальную работу топливной аппаратуры.

А как раз главное несоответствие между ГОСТами, ныне действующими в России и Украине, и евростандартами- повышенное содержание серы, ароматических углеводородов и бензола. Например, российско-украинский стандарт допускает наличие 500 мг серы в 1 кг топлива, тогда как "Евро-3"- 150 мг, «Евро-4»- лишь 50 мг, а «Евро-5»- всего 10 мг. Сера и вода способны активизировать коррозионные процессы на поверхности деталей, а мусор является источником абразивного износа калиброванных отверстий форсунок и плунжерных пар насосов. В результате износа снижается рабочее давление насоса и ухудшается качество распыления бензина. Все это отражается на характеристиках двигателей и равномерности их работы.

Первой применила двигатель с непосредственным впрыском на серийном автомобиле компания Mitsubishi. Поэтому рассмотрим устройство и принципы действия непосредственного впрыска на примере двигателя GDI (Gasoline Direct Injection). Двигатель GDI может работать в режиме сгорания сверхобедненной топливовоздушной смеси: соотношение воздуха и топлива по массе до 30-40:1. Максимально возможное для традиционных инжекторных двигателей с распределенным впрыском соотношение равно 20-24:1 (стоит напомнить, что оптимальный, так называемый стехиометрический, состав - 14,7:1) - если избыток воздуха будет больше, переобедненная смесь просто не воспламенится. На двигателе GDI распыленное топливо находится в цилиндре в виде облака, сосредоточенного в районе свечи зажигания. Поэтому, хотя в целом смесь переобедненная, у свечи зажигания она близка к стехиометрическому составу и легко воспламеняется. В то же время, обедненная смесь в остальном объеме имеет намного меньшую склонность к детонации, чем стехиометрическая. Последнее обстоятельство позволяет повысить степень сжатия, а значит увеличить и мощность, и крутящий момент. За счет того, что при впрыскивании и испарении в цилиндр топлива, воздушный заряд охлаждается - несколько улучшается наполнение цилиндров, а также снова снижается вероятность возникновения детонации.

Режимы работы двигателя GDI

Всего предусмотрено три режима работы двигателя:

- Режим сгорания сверхобедной смеси (впрыск топлива на такте сжатия).
- Мощностной режим (впрыск на такте впуска).

- **Двухстадийный режим** (впрыск на тактах впуска и сжатия) (применяется на евромодификациях).

Режим сгорания сверхбедной смеси (впрыск топлива на такте сжатия). Этот режим используется при малых нагрузках: при спокойной городской езде и при движении за городом с постоянной скоростью (до 120 км/ч). Топливо впрыскивается компактным факелом в конце такта сжатия в направлении поршня, отражается от него, смешивается с воздухом и испаряется, направляясь в зону свечи зажигания. Хотя в основном объеме камеры сгорания смесь чрезвычайно обеднена, заряд в районе свечи достаточно обогащен, чтобы воспламениться от искры и поджечь остальную смесь. В результате двигатель устойчиво работает даже при общем соотношении воздуха и топлива в цилиндре 40:1.

Мощностной режим (впрыск на такте впуска). Так называемый "режим однородного смесеобразования" используется при интенсивной городской езде, высокоскоростном загородном движении и обгонах. Топливо впрыскивается на такте впуска коническим факелом, перемешиваясь с воздухом и образуя однородную смесь, как в обычном двигателе с распределенным впрыском. Состав смеси - близок к стехиометрическому (14,7:1)

Двухстадийный режим (впрыск на тактах впуска и сжатия). Этот режим позволяет повысить момент двигателя в том случае, когда водитель, двигаясь на малых оборотах, резко нажимает педаль акселератора. Когда двигатель работает на малых оборотах, а в него вдруг подается обогащенная смесь, вероятность детонации возрастает. Поэтому впрыск осуществляется в два этапа. Небольшое количество топлива впрыскивается в цилиндр на такте впуска и охлаждает воздух в цилиндре. При этом цилиндр заполняется сверхбедной смесью (примерно 60:1), в которой детонационные процессы не происходят. Затем, в конце такта сжатия, подается компактная струя топлива, которая доводит соотношение воздуха и топлива в цилиндре до "богатого" 12:1.

Почему этот режим введен только для автомобилей для европейского рынка? Да потому что для Японии присущи невысокие скорости движения и постоянные пробки, а Европа - это протяженные автобаны и высокие скорости (а следовательно, высокие нагрузки на двигатель).

Компания Mitsubishi стала пионером в применении непосредственного впрыска топлива. На сегодняшний день аналогичную технологию используют Mercedes (CGI), BMW (NPI), Volkswagen (FSI, TFSI, TSI) и Toyota (JIS). Главный принцип работы этих систем питания аналогичен - подача бензина не во впускной тракт, а непосредственно в камеру сгорания и

формирование послойного либо однородного смесеобразования в различных режимах работы мотора. Но подобные топливные системы имеют и различия, причем иногда довольно существенные. Основные из них – рабочее давление в топливной системе, расположение форсунок и их конструкция.

3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДАТЧИКАХ

3.1 Понятия датчика и датчиковой аппаратуры

Как известно, основным элементом системы управления двигателем является электронный блок управления (ЭБУ). Он способен воспринимать информацию только в виде электрических сигналов, характеризующихся тем или иным значением напряжения, частоты, скважности и т.п. Но параметры работы двигателя носят чисто физические характеристики. Чтобы сообщить их блоку управления, необходимо преобразовать физическую величину в величину электрическую, пригодную для обработки в блоке управления в соответствии с заложенной в него программой.

Датчик – это элемент системы управления двигателем, задача которого состоит в преобразовании физических величин, характеризующих работу двигателя, в электрические величины, пригодные для обработки электронным блоком управления.

Перечислим физические величины и явления, информация о которых необходима блоку управления. К ним относятся:

- температура;
- давление;
- частота вращения;

- *концентрация;*
- *количество воздуха;*
- *пространственное положение;*
- *вибрация.*

Перечисленную совокупность датчики преобразуют в электрические параметры:

- *напряжение;*
- *ток;*
- *частота.*



Рисунок 3.1 Простейшая схема работы датчика

3.2 Диагностика электронной системы управления двигателем (ЭСУД)

Диагностика любого датчика ЭСУД сводится к проверке адекватности преобразования физического параметра в электрический параметр.

Другими словами, необходимо установить заведомо известное значение параметра на входе датчика и проконтролировать его выходной сигнал при помощи мотортестера или сканера. Простой пример: датчик абсолютного давления во впускном коллекторе. В качестве эталона можно использовать атмосферное давление, которое будет присутствовать во впускном коллекторе заглушенного двигателя. Проконтролировав отображаемое датчиком в этом состоянии давление при помощи сканера, можно сделать вывод о достоверности его показаний. Предположим, есть некий датчик, подключенный к ЭБУ, и есть необходимость оценить его работоспособность (см. рисунок 3.2). Рассмотрим классическую схему подключения датчиков к блоку. С блока управления на датчик подается питающее напряжение 5 В и масса. Сигнал с датчика поступает в блок и обрабатывается им.

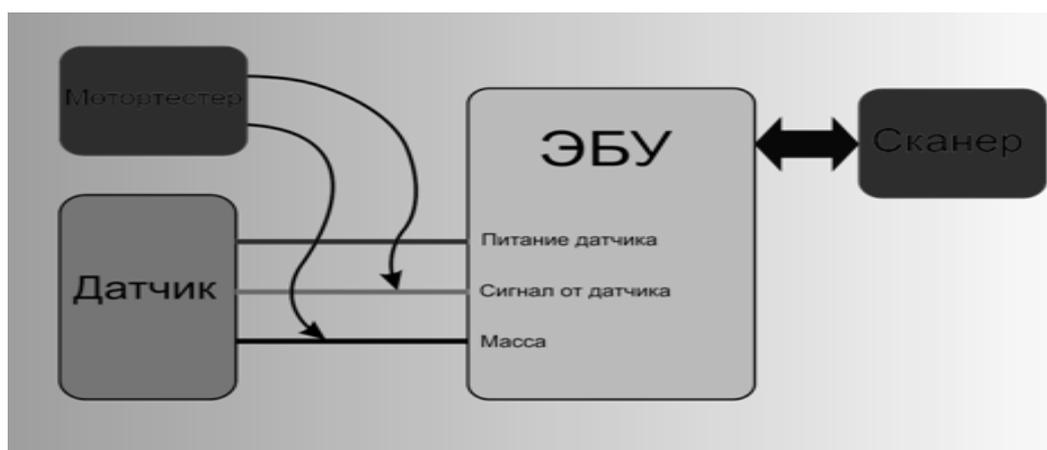


Рисунок 2-Классическая схема подключения мотортестера к выводам датчика

Для проверки исправности датчиков применяются два основных диагностических прибора: сканер и мотортестер.

Подключив сканер, диагност получает возможность "увидеть" сигнал датчика "глазами" блока управления. Для того чтобы оценить выходной сигнал датчика при помощи мотортестера, необходимо подключить его щупы к цепи датчика, как показано на рисунке: один к массе, другой к сигнальному проводу. Работа сканером более проста и удобна, но не следует забывать, что обмен информацией между ЭБУ и сканером происходит отнюдь не мгновенно, и какие-то интересные моменты сигнала можно попросту не обнаружить. Помимо этого, сканер невозможно использовать на достаточно старых автомобилях, примерно до середины девяностых годов, вследствие низкого уровня интеллекта и быстродействия тогдашних блоков управления.

Напротив, мотортестер позволяет оценить сигнал датчика очень качественно и подробно, не пропустив ни малейшей детали, хотя трудоемкость его применения выше, чем у сканера. Обратите внимание на то, что щупы мотортестера правильнее всего подключать непосредственно к разъему датчика. Особенно это касается щупа массы: не следует присоединять его к первой попавшейся точке массы двигателя.

Краткие итоги. Датчик представляет собой преобразователь физического параметра в параметр электрический, пригодный для обработки в ЭБУ. Физическими параметрами можно назвать температуру, давление, концентрацию, пространственное положение, количество воздуха, вибрацию. Электрические параметры, с которыми оперируют датчики, это напряжение, ток, частота. Проверку датчиков можно выполнить двумя приборами:

сканером, подключив его к ЭБУ, и мотортестером, подключив его щупы непосредственно к сигнальному и массовому выводам датчика.

3.3 Особенности электрического подключения датчиков к цепям ЭСУД

Нужно обязательно упомянуть о том, каким образом датчики подключаются к блоку управления. Схема подключения датчиков представляет собой очень важный момент. Обратимся к рисунку 3.3

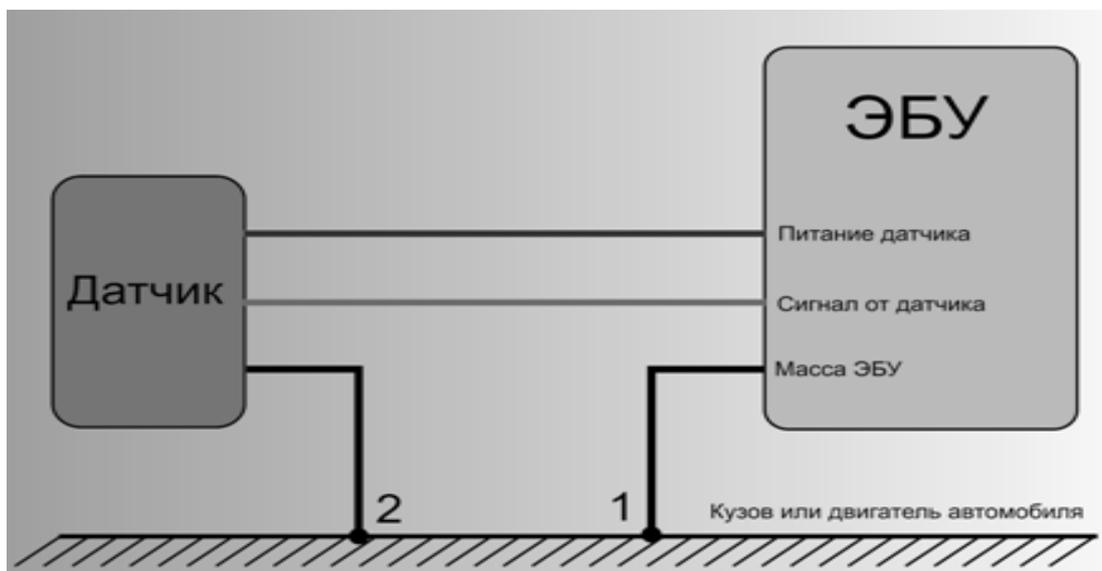


Рисунок 3.3 Схема подключения "массы" датчика непосредственно к кузову или двигателю автомобиля

Существует так называемая "масса", или общий провод электропроводки автомобиля. Она объединяет металлические части кузова и двигателя и подключается к минусовой клемме аккумулятора. Большинству датчиков требуется подключение к массе в силу особенностей их работы.

ЭБУ также подключается к массе, на рисунке это точка 1. Рассмотрим, каким образом подключается масса датчиков. На первый взгляд, массу можно подключить к датчику в любой ближайшей точке двигателя или кузова (точка 2), а сигнальный вывод датчика подключить к одному из контактов в разьеме блока. Посмотрим на полученную схему критически. Что получается? А получается, что цепь датчика включает в себя участок кузова или двигателя автомобиля между точками 2 и 1. Одновременно с этим по кузову идут токи мощных нагрузок вроде ламп головного света, вентиляторов, электродвигателей стеклоочистителя и т.п. Получается, что по одному и тому же пути идут слабые токи датчика, содержащие полезную информацию, и большие токи мощных нагрузок. В итоге в цепи датчика возникают сильные помехи от электроприборов автомобиля и системы зажигания.

Такая ситуация совершенно недопустима, и подобное подключение массы датчиков (за редчайшим исключением) нигде не используется.

Куда же подключается масса датчиков? Она подключается непосредственно к блоку управления.

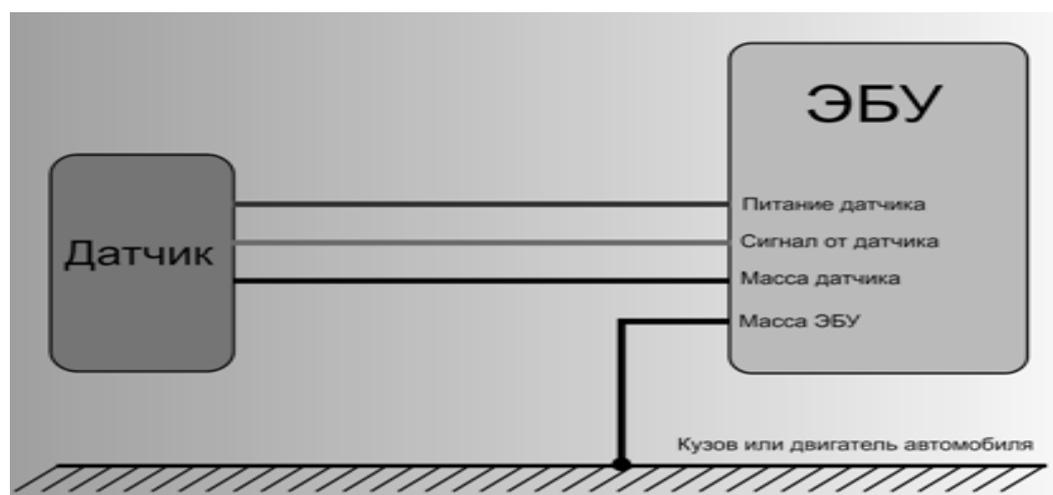


Рисунок 3.4 Схема подключения "массы" датчика к ЭБУ

В такой ситуации цепь датчика оказывается не привязанной к цепи протекания токов нагрузок и сигнал датчика без помех и искажений поступает в ЭБУ. Сам блок, конечно же, подключен к массе автомобиля. Если открыть любую базу данных и посмотреть назначение выводов ЭБУ, то можно увидеть назначение выводов вроде "Масса датчика положения дроссельной заслонки", "Масса датчика абсолютного давления" и т.п. Отдельным выводом выполнена "Масса электронного блока управления". Вот это и есть точка подключения массы ЭБУ, а массы всех датчиков подключаются к ЭБУ отдельно, внутри него они соединяются вместе и подключаются к массе блока.

Убедиться в сказанном достаточно просто с помощью тестера: достаточно прозвонить цепь массы любого датчика на минусовую клемму аккумулятора, а затем, сняв разъем с ЭБУ, убедиться, что цепь разорвалась.

Есть два исключения из этого правила: резонансный датчик детонации конструкции GM, который применялся на первых системах управления ВАЗ, и однопроводной датчик концентрации кислорода. Но это исключения, а отнюдь не правило.

К сожалению, многолетняя практика диагностики двигателей дает право констатировать, что вышеизложенные факты понимают далеко не все специалисты автосервиса. Приходилось видеть двигатели, в электропроводку которых было произведено вмешательство с целью создать более надежный контакт массы датчика расхода воздуха. При этом провод массы подсоединялся непосредственно к выводу датчика и к минусовой клемме аккумулятора. Такое решение совершенно недопустимо. Оно приводит к значительному повышению уровня помех в цепи датчика вследствие образования контура и даже может при определенных обстоятельствах

вызвать выход ЭБУ из строя. Никакое изменение схемы подключения датчиков, никакое привнесение лишних проводов в ЭСУД недопустимо.

Существуют датчики, информацию с которых необходимо донести до ЭБУ максимально качественно, без помех. Примером может служить датчик положения коленчатого вала. В таком случае провода от датчика до ЭБУ заключают в экран, представляющий собой гибкую оплетку из алюминиевой фольги либо тонкого провода. Назначение экрана – защита цепи датчика от внешних электромагнитных помех. Сам экран также подключается к массовому проводу системы и обозначается на электрической схеме в виде пунктирного контура вокруг проводов.

4. САМОДИАГНОСТИКА КОМПЬЮТЕРА СИСТЕМЫ TCCS

Любая современная система впрыска имеет встроенную подсистему самодиагностики, которая позволяет определить различного рода неисправности датчиков, исполнительных механизмов и узлов системы. В результате процедуры самодиагностики компьютер вырабатывает диагностические коды, которые можно тем или иным способом извлечь из памяти компьютера и расшифровать в соответствии с таблицами. Способ извлечения этих кодов у разных производителей - разный. В системе TCCS для этого используется лампочка "Check Engine" на панели приборов, а переключение компьютера в режим вывода диагностических кодов осуществляется путем закорачивания пары контактов на диагностическом разъеме в моторном отсеке автомобиля. Диагностический разъем обычно находится вблизи левой опоры стойки передней подвески и представляет собой черную или серую коробочку с надписью "DIAGNOSIS" на крышке.

Пошаговая процедура самодиагностики:

1. Начальные условия

- напряжение в бортовой сети превышает 11 вольт

- дроссельная заслонка полностью закрыта
- трансмиссия в положении "нейтраль" (или "парковка" для автоматических трансмиссий)
- кондиционер выключен

2. Металлическим проводником (провод, разогнутая канцелярская скрепка) замкнуть контакты Т (или TE1) и E1 на диагностическом разъеме.

3. Повернуть ключ зажигания в положение "ON", но не запускать двигатель стартером.

4. Считать коды путем подсчета количества миганий лампочки "Check Engine".

Считывание кодов диагностики. При считывании кодов возможны две ситуации:

1. Неисправностей не обнаружено:

- лампочка будет мигать непрерывно с интервалом в 0.25 секунды

2. Обнаружены неисправности:

- последует серия миганий с интервалом 0.5 секунды - первая цифра кода (например, пять миганий - цифра 5)

- пауза 1.5 секунды

- серия миганий с интервалом 0.5 секунды - вторая цифра кода (например, четыре мигания - цифра 4)

- в случае, если кодов больше одного - пауза 2.5 секунды

- после отображения всех кодов следует пауза в 4.5 секунды и процесс повторяется сначала

Сброс кодов диагностики. Обнаруженные коды диагностики (за исключением кодов 51 и 53) будут находиться в памяти компьютера даже после устранения неисправности. Чтобы очистить область памяти компьютера, в которой хранятся коды, нужно при заглушенном двигателе вынуть на 30-60 секунд предохранитель EFI (15А) из блока предохранителей. Коды диагностики также сбрасываются при отключении аккумуляторной батареи.

Таблица диагностических кодов. Все коды системы ТССS унифицированы и значение их одинаково для всех двигателей Toyota, но для каждого конкретного двигателя используется специфичное для него подмножество кодов. Например, код 34 может присутствовать только на двигателях, оборудованных турбонаддувом.