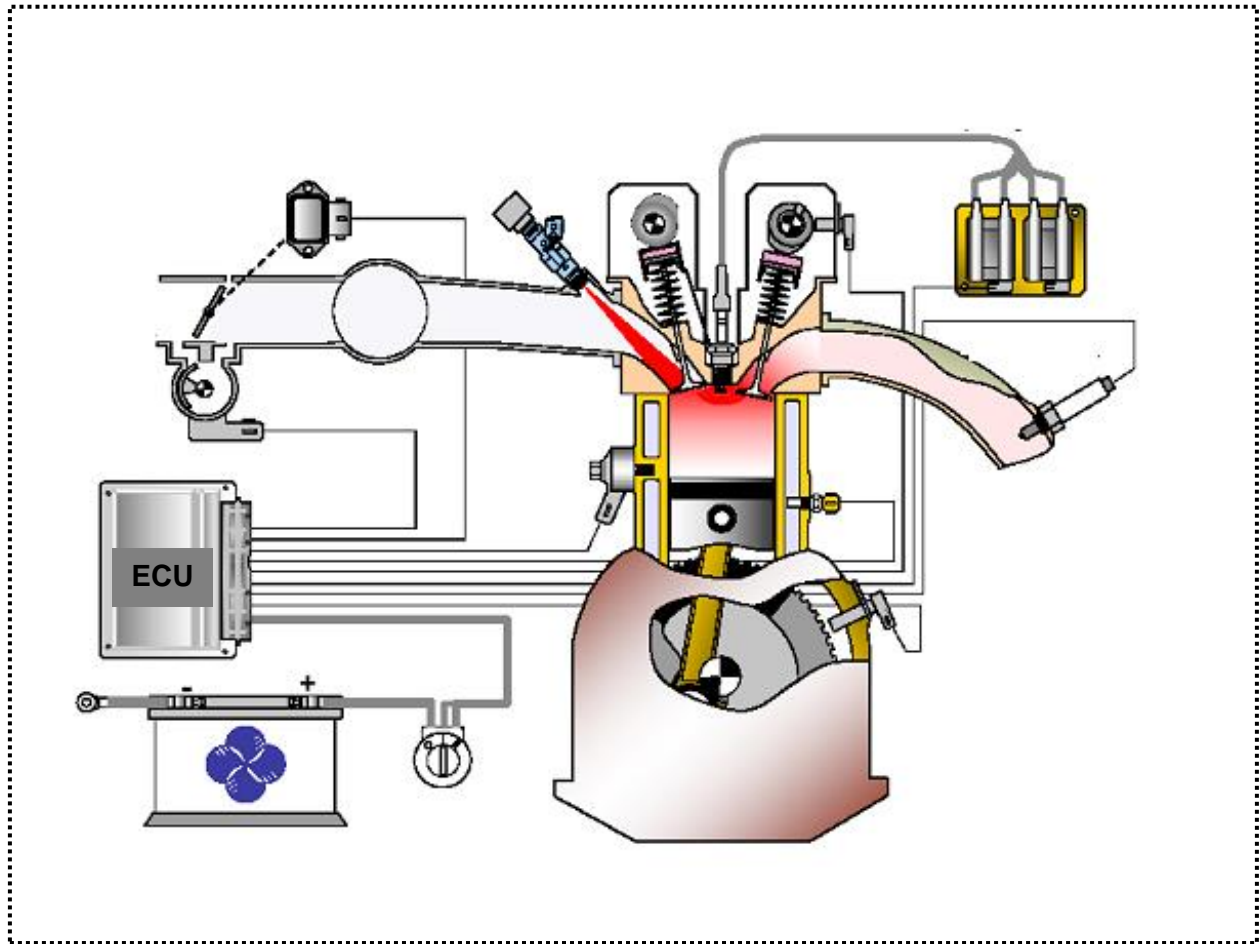


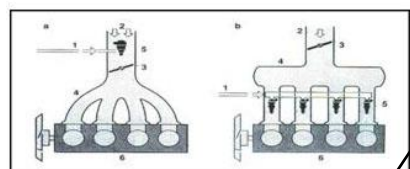
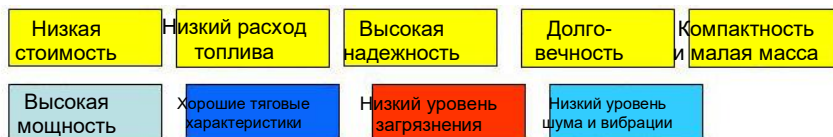
Управление двигателем



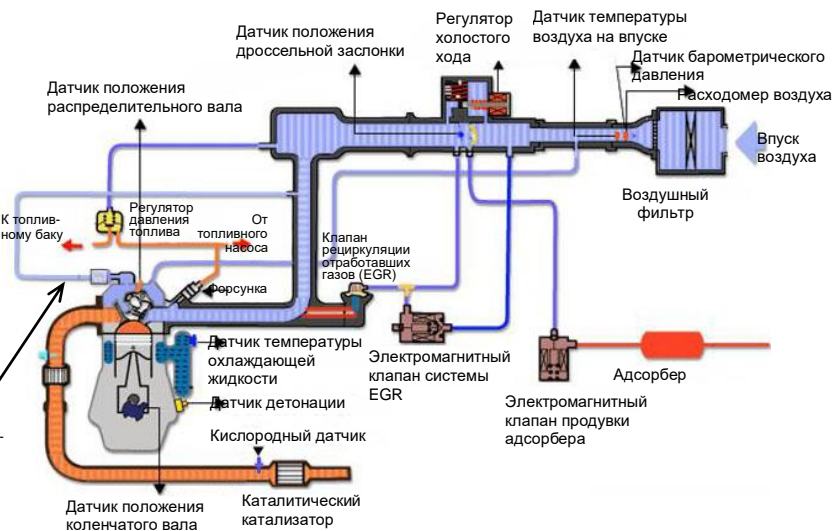
Содержание

Раздел	Страница
Этапы развития систем управления двигателем	3
Основы процесса сгорания	4
Влияние состава смеси	5
Управление смесеобразованием	7
Блок управления	8
Подсистемы управления двигателем	9
Описание систем впрыска топлива	10
Топливный насос.....	11
Управление топливным насосом.....	13
Магистраль подачи топлива и регулятор давления.....	14
Система топливоподачи без обратного топливопровода	16
Топливные форсунки	17
Описание системы подачи воздуха	18
Ресивер и впускной коллектор.....	19
Система регулирования холостого хода ISC	20
Корпус дроссельной заслонки с электрическим управлением ETC	21
Блок-схема управления электрической дроссельной заслонкой ETC	22
Система впуска воздуха изменяемой геометрии	23
Управление изменением фаз газораспределения (CVVT).....	26
Диаграмма режимов системы CVVT	27
Контроль за снижением токсичности	28
Управление продолжительностью впрыска	30
Коррекция топливоподачи.....	32
Коррекция при разгоне и торможении	34
Метод впрыскивания и опережение зажигания	35
Описание системы зажигания	36
Основные компоненты.....	37
Управление углом опережения зажигания и замкнутого состояния первичной обмотки	38
Схема опережения зажигания	39
Базовый угол опережения зажигания	40
Коррекция момента зажигания	41
Коррекция при превышении температуры	42
Контроль детонации	43
Диагностические функции	44

Этапы развития систем управления двигателем

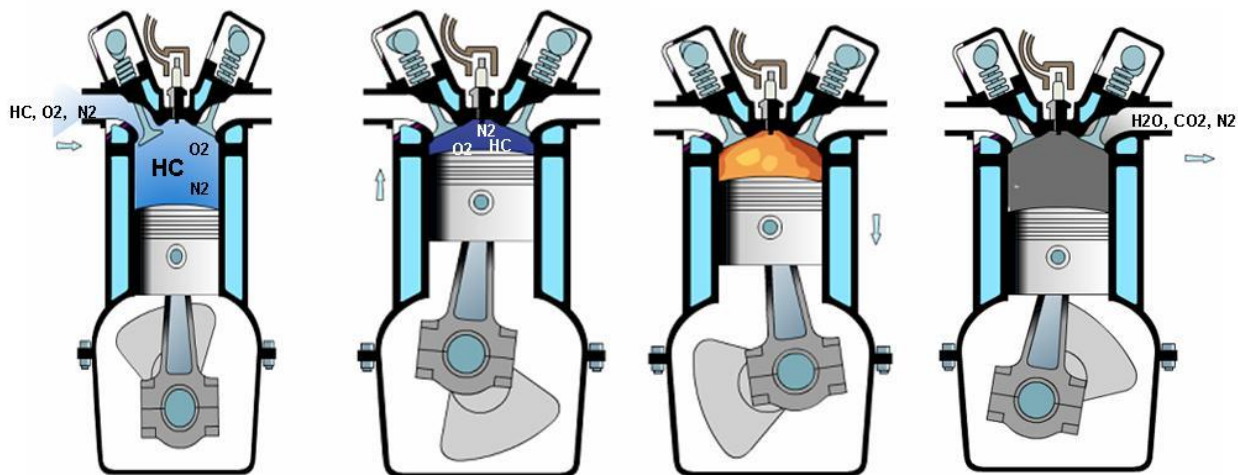


Клапан принудительной вентиляции картера



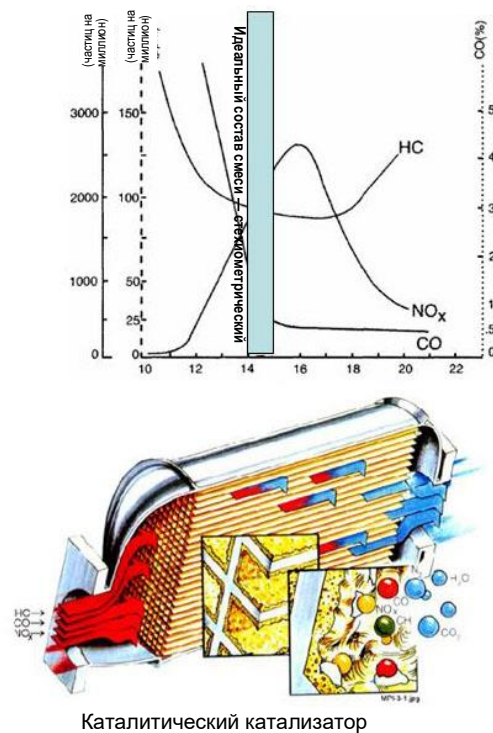
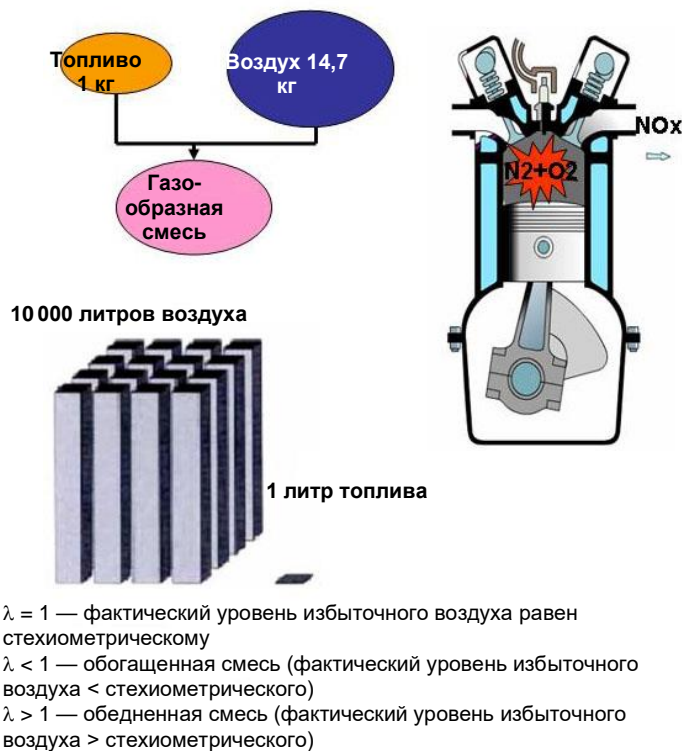
Требования, предъявляемые к безопасности, комфортабельности, экономичности и экологичности автомобиля постоянно повышаются. Для их удовлетворения необходимо непрерывное усовершенствование применяемых конструкций и технологий. Первые системы управления двигателем были механическими, как, например, карбюратор или распределитель зажигания. Но с помощью подобных систем невозможно одновременно обеспечить и высокий КПД двигателя, и соответствие строгим нормам токсичности отработавших газов. Поэтому следующим этапом развития систем стало появление механических систем впрыска топлива, например, так называемой K-Jetronic Bosch, а затем их сменили системы с электронным управлением, в том числе L-Jetronic Bosch. В некоторых системах устанавливалась только одна форсунка (одноточечная система впрыска), но большинство современных систем имеет несколько форсунок, по одной на каждый цилиндр, которые управляются индивидуально (многоточечная система). Системы управления обеспечивают оптимальное соотношение между воздухом и топливом в смеси и эффективные значения угла опережения зажигания, что позволяет получить высокие мощность и крутящий момент при низком уровне выбросов вредных веществ ОГ. В настоящее время системы управления двигателем EMS состоят из датчиков, необходимых для получения данных о режимах работы двигателя, исполнительных механизмов, осуществляющих корректировку работы двигателя, и управляющего всей системой ЭБУ двигателя. ЭБУ обрабатывает данные от датчиков, рассчитывает оптимальные условия работы двигателя и реализует их, управляя исполнительными механизмами. Чтобы понимать принципы управления, необходимо знать, как работает двигатель.

Основы процесса сгорания

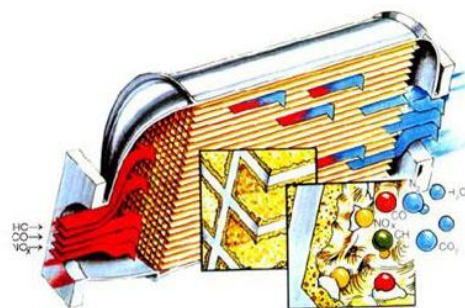
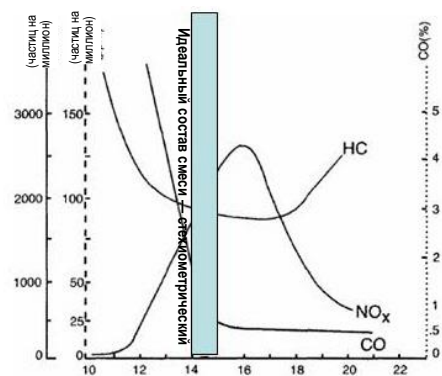
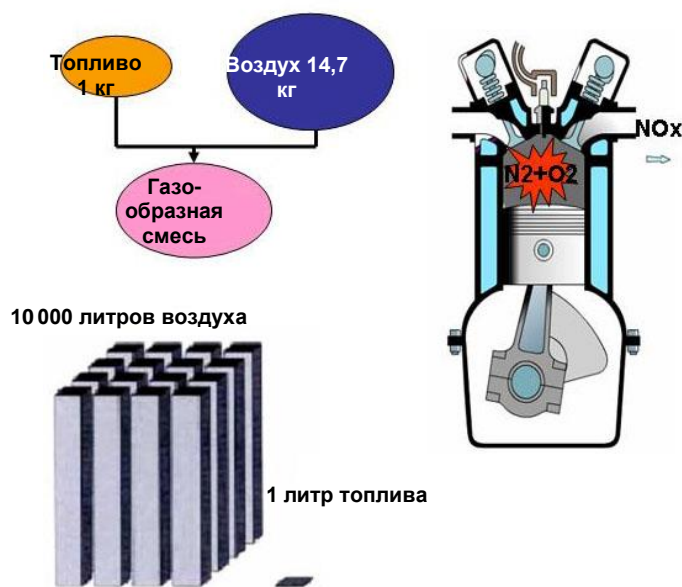


Бензиновый двигатель является двигателем внутреннего сгорания с искровым зажиганием. Он оснащен устройством для приготовления рабочей смеси. Смесеобразование осуществляется вне камеры сгорания. Форсунки установлены во впускном коллекторе и подают топливо перед впускным клапаном (непрямой впрыск), где происходит его смешивание с воздухом. При движении поршня вниз топливовоздушная смесь заполняет камеру сгорания. Затем она сжимается движущимся вверх поршнем. Происходит воспламенение смеси свечой зажигания, и начинается процесс сгорания. Высвобождающаяся тепловая энергия увеличивает давление в цилиндре, которое толкает поршень вниз, заставляя его совершать работу. Двигатель получает мощность. Поршень поднимается вверх и вытесняет из цилиндра горячие газы, затем рабочий цикл снова повторяется. Давайте более внимательно рассмотрим процесс сгорания в цилиндре: при полном сгорании в результате взаимодействия углеводородов с кислородом воздуха, содержащимся в топливовоздушной смеси, образуется водяной пар (H_2O) и углекислый газ (CO_2). К сожалению, сгорание в двигателе не является идеальным, поэтому выхлопные газы содержат загрязняющие вредные вещества, например, HC и CO. Кроме того: при определенных режимах работы двигателя азот, содержащийся в воздухе, взаимодействует с кислородом с образованием ядовитых окислов азота (NO_x). Поэтому необходимо снижать содержание NO_x и других вредных веществ в отработавших газах. Для этого применяются различные меры по снижению выброса вредных веществ. Наиболее важной из них является установка трехкомпонентного катализатора, но существуют и другие методы, с которыми вы познакомитесь в данном учебном курсе.

Влияние состава смеси



Как упоминалось ранее: для работы бензинового двигателя требуется кислород и топливо. Кислород берется из атмосферного воздуха, который содержит примерно 21% кислорода O_2 и 78% азота N_2 . Также в состав воздуха входят различные газы. Топливо, которое преимущественно состоит из углеводородов, находится в топливном баке автомобиля. Углеводороды представляют собой атомы водорода, химически связанные с атомами углерода. При сгорании топлива энергия, образующаяся в результате химической реакции, преобразуется в механическую работу. Для полного сгорания рабочей смеси воздух и топливо должны находиться в пропорции 14,7:1, которую называют стехиометрической. Так как расход топлива в двигателе с искровым зажиганием зависит от состава смеси, то избыток воздуха (обедненная смесь) обеспечивает сгорание всего топлива, содержащегося в смеси, а значит его максимальную экономию. Степень обеднения смеси ограничена способностью ее воспламенения и временем сгорания. То есть, слишком бедная смесь не способна воспламениться. На современных двигателях, максимальная топливная экономичность достигается при отношении массы воздуха к массе топлива, равном 15-18:1, то есть на 15-18 кг воздуха приходится 1 кг топлива. В этом случае примерно 10 000 л воздуха потребуется для сгорания 1 л топлива. Для обеспечения устойчивого холостого хода и максимальной мощности при полностью открытой дроссельной заслонке необходим обогащенный состав топливовоздушной смеси. Система, осуществляющая подготовку топливовоздушной смеси, должна учитывать эти условия. Коэффициент избытка воздуха (лямбда) указывает, насколько фактическое соотношение воздуха и топлива в рабочей смеси отличается от теоретически необходимого 14,7:1. Стехиометрическому составу смеси соответствует коэффициент лямбда, равный единице. Каталитический катализатор устанавливается в выпускной системе двигателя для очистки отработавших газов от вредных веществ. Эффективная очистка ОГ в трехкомпонентном каталитическом катализаторе осуществляется при условии, если коэффициент избытка воздуха равен 1.

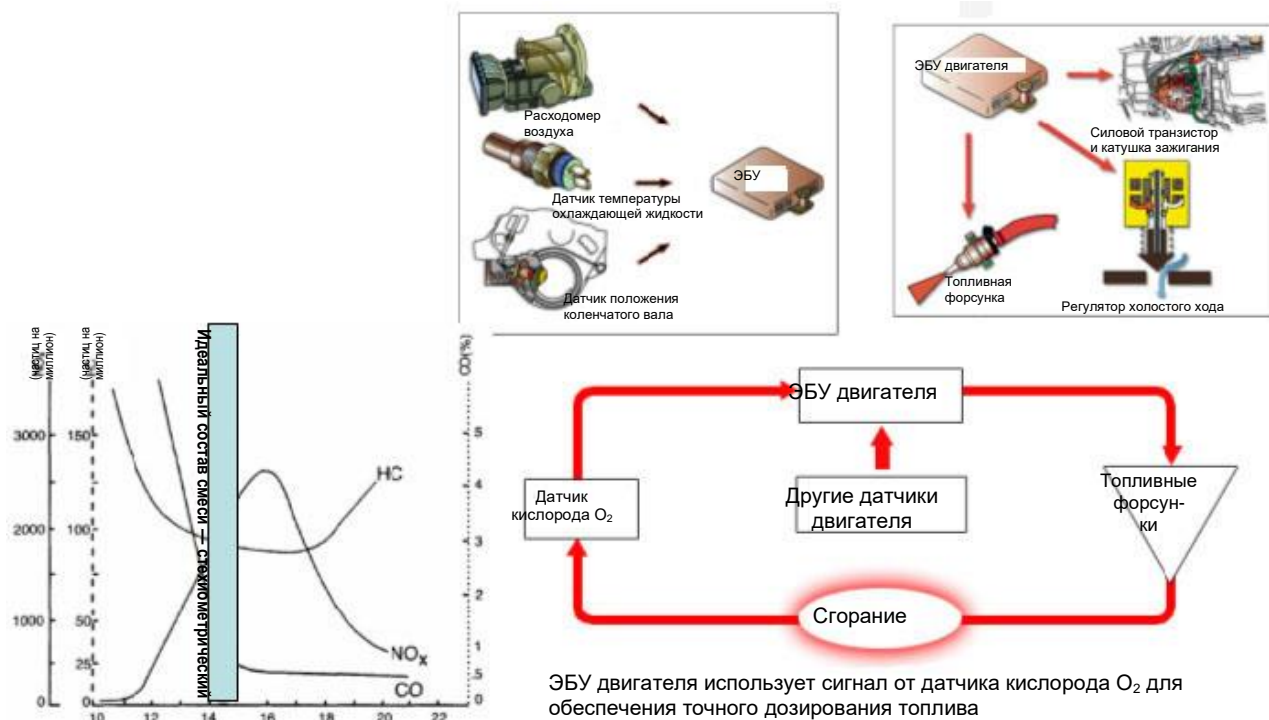


Каталитический катализатор

- $\lambda = 1$ — фактический уровень избыточного воздуха равен стехиометрическому
- $\lambda < 1$ — обогащенная смесь (фактический уровень избыточного воздуха < стехиометрического)
- $\lambda > 1$ — обедненная смесь (фактический уровень избыточного воздуха > стехиометрического)

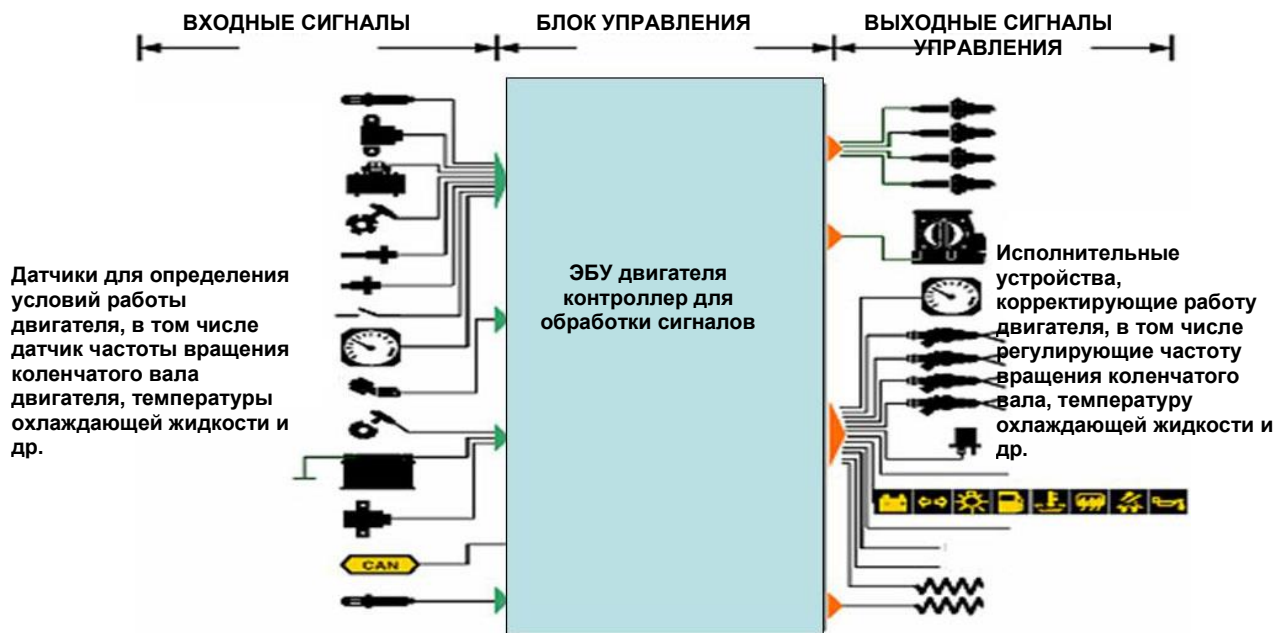
Для этого необходимо точно измерять количество поступающего в двигатель воздуха и, соответственно, правильно дозировать топливо. Высокие температура и давление в цилиндре могут привести к активизации процесса окисления азота с образованием ядовитых окислов NO_x . Несмотря на то, что существуют различные формы азотсодержащих выбросов, основным загрязняющим веществом является оксид азота NO , на который приходится около 98% всех производимых двигателем выбросов NO_x . Основная часть NO_x образуется в условиях средних и высоких нагрузок на двигатель, но в небольшом количестве они образуются и на малых нагрузках и при установившемся режиме движения. Высокий уровень выброса NO_x возникает при небольшом обеднении смеси. С другой стороны, как показано на диаграмме, уровни HC и CO достигают минимума при стехиометрическом составе смеси 14,7:1. Именно поэтому необходимо очень точное управление составом топливовоздушной смеси. Разная направленность в изменениях выбросов HC/CO и NO_x в зависимости от состава смеси создает определенные трудности для управления процессами снижения токсичности ОГ. Довольно сложно в этих условиях сокращать выбросы одновременно трех видов загрязняющих веществ. Основными причинами роста выбросов NO_x являются неисправности в системе рециркуляции отработавших газов (EGR), обедненная топливовоздушная смесь и высокая температура воздуха на впуске. Но даже уровень выбросов безвредных веществ, содержащихся в отработавших газах, например CO_2 , необходимо уменьшать, так как CO_2 способствует усилению глобального потепления. Уровень CO_2 может быть снижен путем уменьшения расхода топлива. Только 20% тепловой энергии от сгорания топлива в двигателе преобразуется в механическую работу и движение автомобиля; остальные 80% неизбежно теряются на трение движущихся частей в двигателе, аэродинамическое сопротивление движению автомобиля, привод дополнительных устройств и разогрев. Поэтому еще одной важной задачей является повышение КПД двигателя для снижения расхода топлива.

Управление смесеобразованием



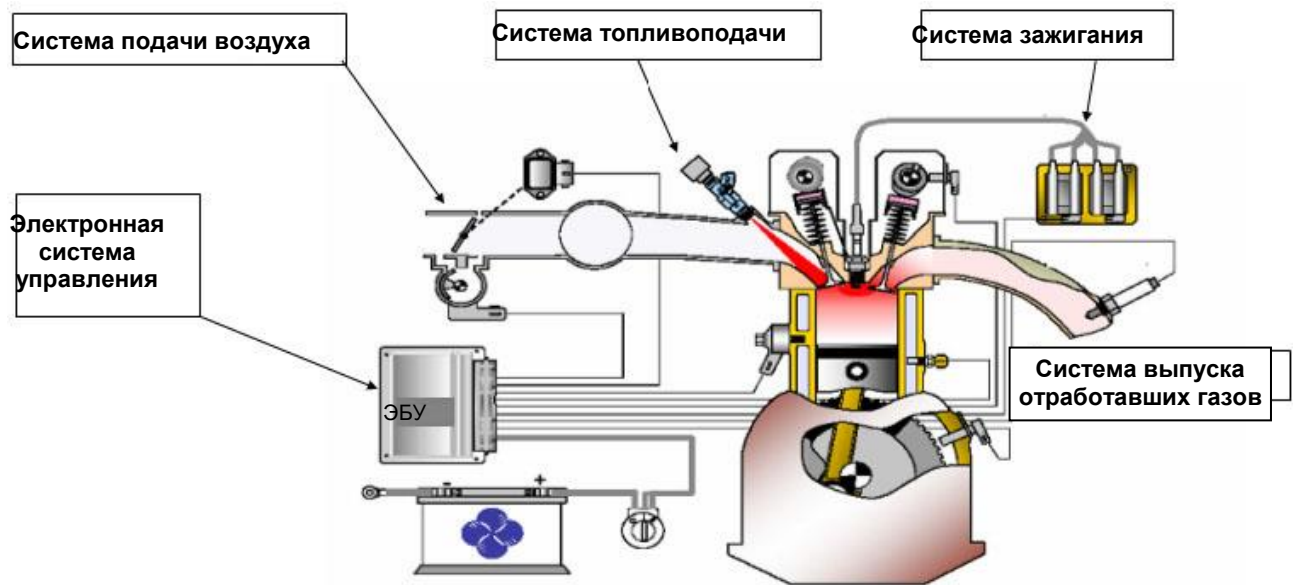
Как упоминалось ранее, основным методом очистки ОГ является установка трехкомпонентного катализатора. Он называется так потому, что снижает содержание HC, NO_x и CO в отработавших газах. Для эффективной работы катализатора необходимо поддерживать определенное соотношение воздуха и топлива в смеси. Это соотношение обеспечивает полное сгорание топлива и называется стехиометрической смесью. На диаграмме видно, что отклонение от этого состава приводит к росту уровня выбросов загрязняющих веществ. Поэтому в современных системах впрыска имеется замкнутый контур лямбда-управления, с помощью которого блок управления контролирует состав рабочей смеси и непрерывно его регулирует, обеспечивая требуемое стехиометрическое соотношение. Такой вид управления называется управлением с обратной связью.

Блок управления



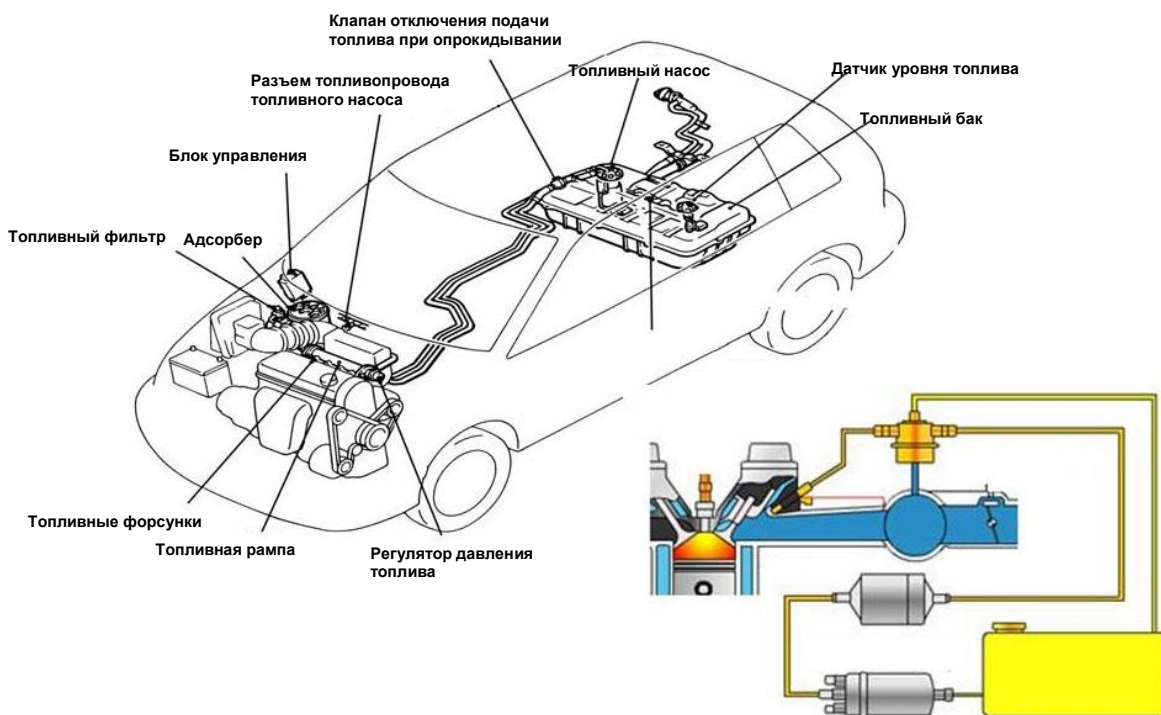
Все функции управления выполняет ЭБУ двигателя. Управление становится возможным только в том случае, если режимы работы двигателя определяются по сигналам специальных устройств, или датчиков. Они, например, определяют частоту вращения коленчатого вала двигателя, угол открытия дроссельной заслонки и многое другое. Более подробная информация о датчиках приводится во второй части учебного курса, посвященного системам управления двигателем. ЭБУ двигателя принимает электрические сигналы от датчиков, обрабатывает их и генерирует выходные сигналы, которые поступают на механизмы управления. Последние называют также исполнительными механизмами. К основным исполнительным механизмам относятся форсунки впрыска и катушки зажигания, но есть также и другие. Более подробно входные сигналы будут рассмотрены позднее. Обработку сигналов и все функции управления можно разделить на 6 типов: управление впрыском топлива, управление зажиганием, управление частотой холостого хода, снижение уровня токсичных веществ в ОГ, аварийные режимы работы и самодиагностика. ЭБУ двигателя использует хранящиеся в его памяти программы для обработки сигналов, поступающих от датчиков. Входные сигналы необходимы для расчета и генерирования сигналов управления исполнительными механизмами (например, катушками зажигания и форсунками).

Подсистемы управления двигателем



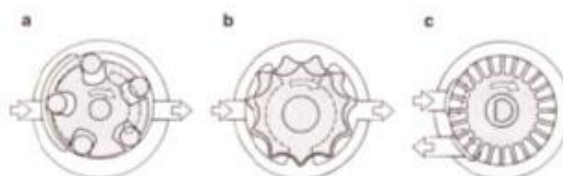
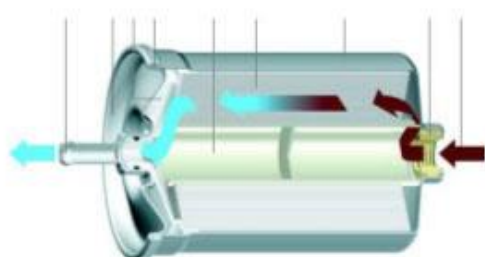
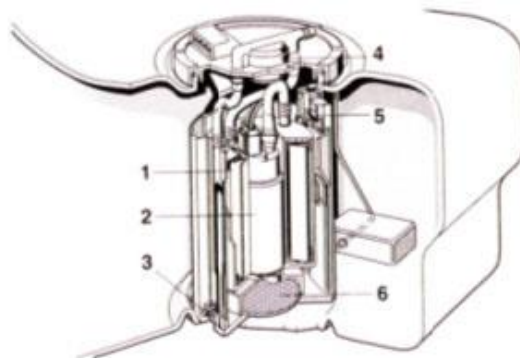
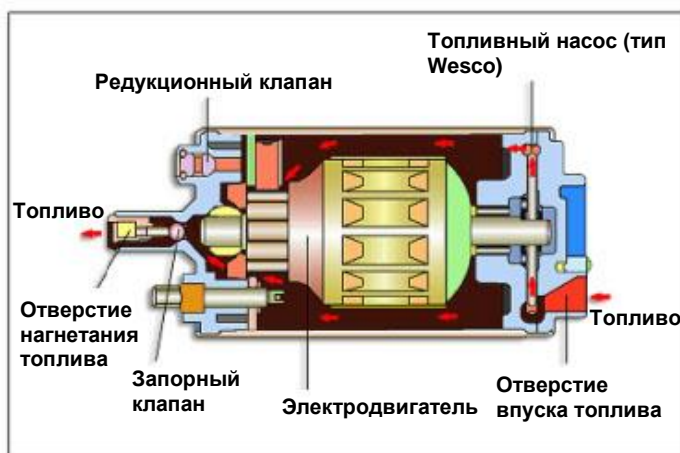
Современная электронная система управления двигателем состоит из четырех основных подсистем (или даже пяти, если подсистема снижения токсичности ОГ является самостоятельной). Здесь рассматриваются следующие четыре подсистемы, при этом контроль уровня токсичных веществ входит в одну из них: система управления топливоподачей, система подачи воздуха, электронная система управления и система зажигания. Перед изучением первой подсистемы сделаем небольшое историческое отступление и кратко рассмотрим основные этапы развития системы впрыска топлива.

Описание систем впрыска топлива



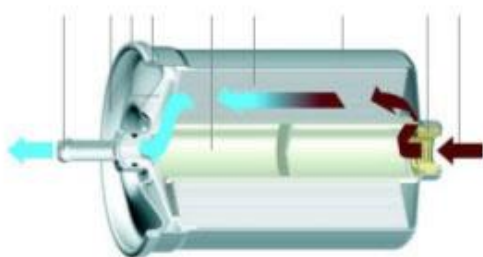
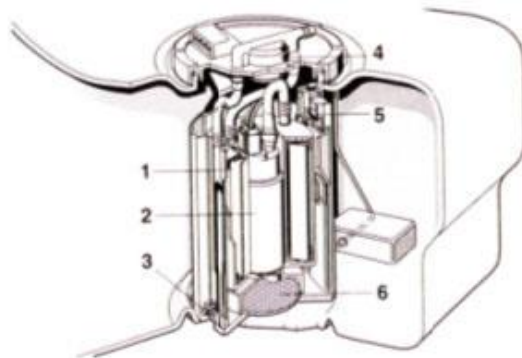
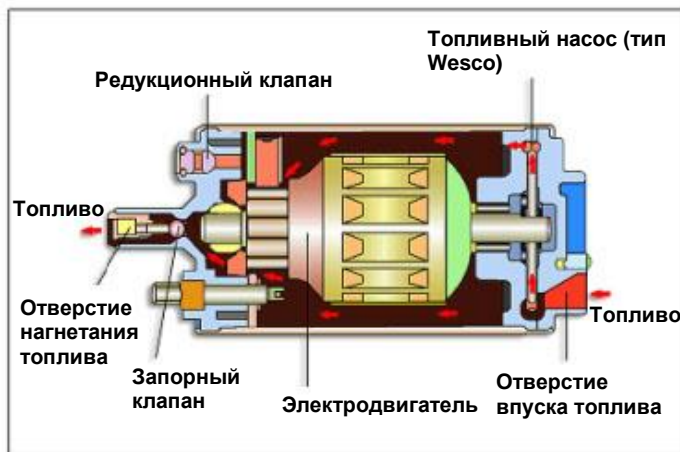
Имея четкие представления о требованиях, предъявляемых к точности работы систем управления двигателем, рассмотрим те системы, которые устанавливаются на автомобилях Hyundai. Начнем с подсистемы управления топливоподачей. Она состоит из топливного бака, топливного насоса, топливного фильтра, топливоподающего трубопровода, топливных форсунок, регулятора давления топлива и возвратной топливной магистрали. Топливо забирается из топливного бака и подается к форсункам топливным насосом, расположенным в баке или рядом с ним. Топливный фильтр большой емкости задерживает загрязняющие частицы, которые содержатся в топливе. До сих пор в большинстве систем устанавливается регулятор давления топлива, который компенсирует нагрузку двигателя, изменяя давление топлива в зависимости от давления воздуха во впускном коллекторе. Благодаря этому поддерживается правильное количество впрыскиваемого топлива при заданной продолжительности впрыска. Избыточное топливо отводится регулятором обратно в топливный бак. Сравнительно недавно появились также системы топливоподачи без обратной магистрали слива. Оба типа систем будут рассмотрены подробно позднее. Такие дополнительные устройства, как адсорбер, применяются для улавливания паров топлива и предотвращения их попадания в атмосферу. Эта система также будет подробно рассмотрена в рамках данного курса.

Топливный насос

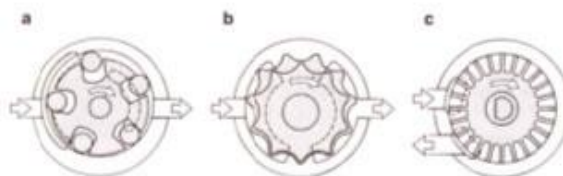


Топливный фильтр (требует периодической замены)

Многие годы электронные системы впрыска топлива EFI автомобилей Hyundai оснащались двумя типами электрических топливных насосов. На самых первых системах применялся внешний подвесной насос (роторный с роликами) в сборе с демпфером давления топлива, который сглаживал пульсации давления и тем самым снижал уровень шума от его работы. Его производительность составляла 1,5-2,5 л/мин, а рабочее давление — 3-6 кг/см². В настоящее время применяются топливные насосы погружного типа, которые устанавливаются в топливный бак (тип насоса WESCO). Такая конструкция имеет следующие основные преимущества: низкий уровень шума, снижение пульсаций давления топлива, низкомоментный и высокооборотистый двигатель более компактного размера и небольшого веса. Их рабочие характеристики препятствуют возникновению утечек топлива и образованию паровых пробок. В новых моделях в насос встроен датчик уровня топлива. Несмотря на эти различия оба типа насосов имеют много сходных черт. Например, оба называются охлаждаемыми насосами, так как электродвигатель омывается топливом. Проходя через электродвигатель, топливо охлаждает и смазывает его. Редукционный клапан срабатывает в том случае, если магистраль подачи топлива засорена. Клапан открывается при превышении давления топлива определенной величины и направляет топливо под высоким давлением обратно на вход насоса. В насосе установлен запорный клапан, который перекрывает канал нагнетания топлива в момент остановки насоса. Поэтому в топливоподающей магистрали поддерживается избыточное давление топлива, что препятствует образованию паровых пробок. Кроме того, это облегчает повторный запуск двигателя. В топливоподающей магистрали установлен топливный фильтр, который предотвращает попадание загрязняющих частиц в узлы топливной системы и препятствует повреждению или засорению форсунок впрыска. Если фильтр засоряется и начинает создавать сопротивление движению топлива, появляется неравномерность работы двигателя, потери мощности под нагрузкой и проблемы с горячим запуском. Несмотря на то, что полностью засоренные фильтры меняются редко, причиной его засорения может быть, например, плохое топливо. В этом случае двигатель перестанет заводиться. Поэтому необходимо соблюдать интервал замены топливного фильтра.



Топливный фильтр (требуется периодической замены)

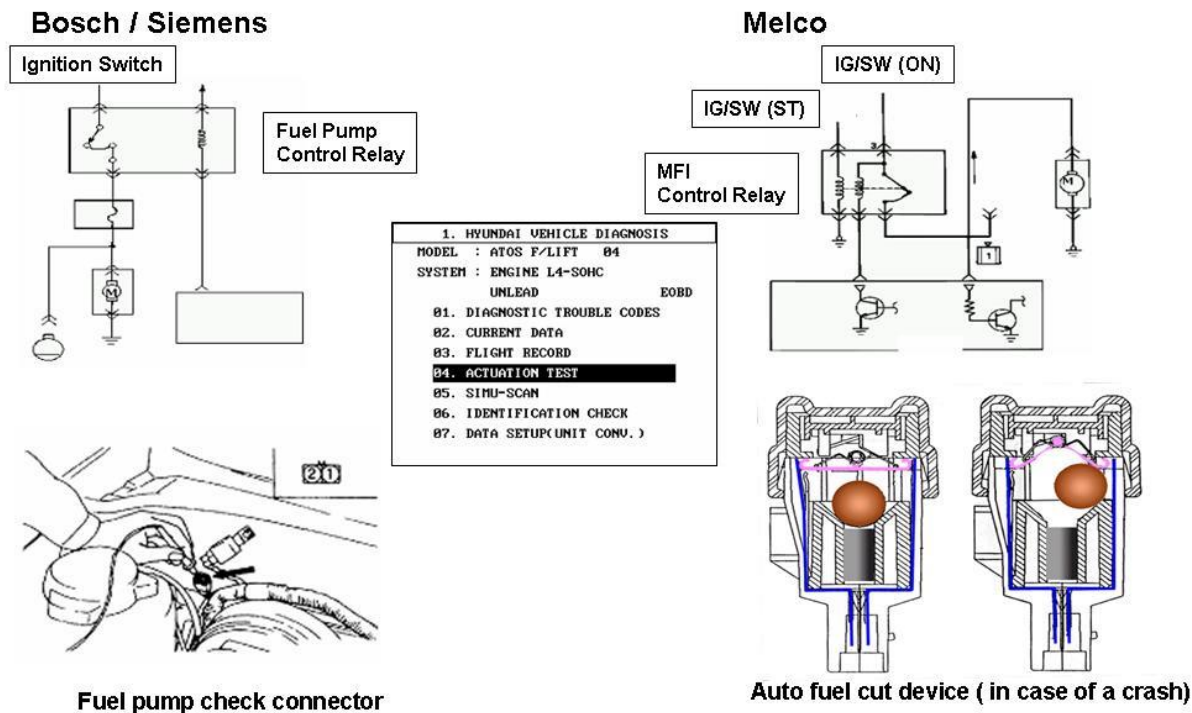


При замене топливного фильтра необходимо соблюдать направление его установки, так как большинство из них имеют определенное направление потока, указанного стрелкой на корпусе. При проведении работ по замене топливного фильтра и проверке топливного насоса следует обращаться к разделу «Эксплуатация и техническое обслуживание автомобиля».

Предупреждение

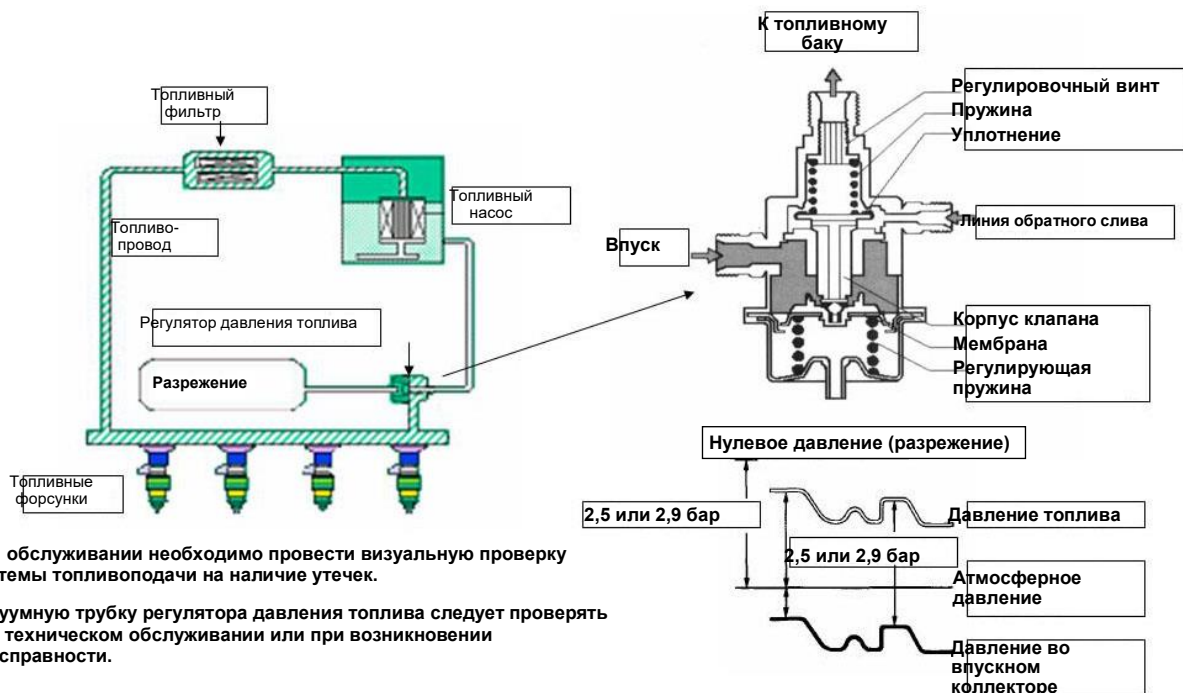
Если магистраль подачи топлива открыта, возникает опасность пожара. Поэтому очень важно сбросить давление в топливной системе перед отсоединением топливопровода от фильтра. Также необходимо отсоединить отрицательный провод аккумуляторной батареи перед отсоединением топливопроводов, так как некоторые фильтры расположены в непосредственной близости от клеммы +В стартера. Необходимо использовать заводскую инструкцию, неукоснительно соблюдать меры предосторожности и порядок замены фильтра.

Управление топливным насосом



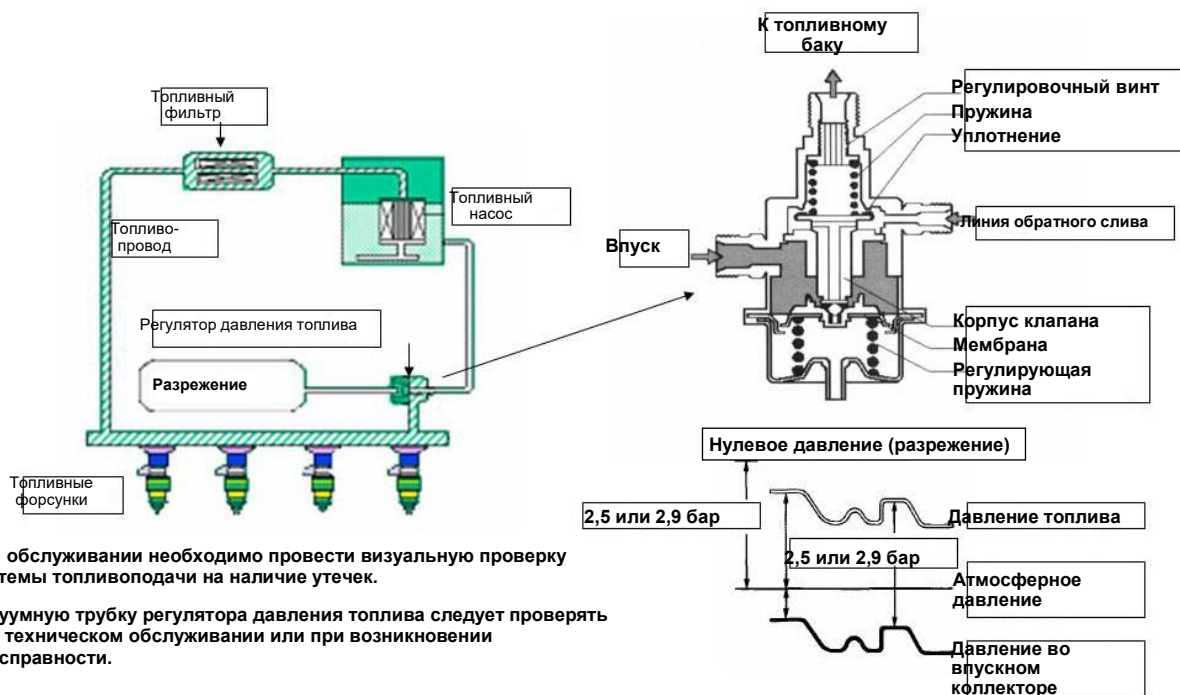
Управление топливным насосом в системах разных производителей незначительно отличается друг от друга. В основном, топливный насос включается по сигналу от электронного блока управления. ЭБУ двигателя запускает насос после получения сигнала о вращении коленчатого вала СКР. В целях упрощения диагностики и для включения насоса без подачи сигнала управления от ЭБУ двигателя можно использовать разъем для проверки насоса, который позволяет напрямую подключать насос к источнику питания. Насос можно включить также в режиме проверки исполнительных устройств с помощью диагностического прибора (HI-SCAN-PRO). Некоторые модели автомобилей оснащены системой автоматического отключения подачи топлива. Система предотвращает возгорание автомобиля в момент аварии. Как только датчик устройства зарегистрировал удар, сразу прекращается подача топлива к форсункам. В момент столкновения автомобиля стальной шарик по инерции выходит из углубления и, поднимаясь, нажимает на контакт, замыкая его. Если столкновение произошло на скорости свыше 15 миль/ч, датчик обязательно сработает и отключит подачу топлива. Если авария случилась на скорости менее 8 миль/ч, датчик не среагирует. В диапазоне скоростей 9-14 миль/ч датчик может сработать или нет. Это зависит от условий столкновения и чувствительности датчика. Датчик расположен в моторном отсеке на арке левого переднего колеса. Для замыкания контактов датчика и запуска двигателя после аварии необходимо нажать на его кнопку.

Магистраль подачи топлива и регулятор давления



До сих пор большинство систем топливоподачи имели обратный топливопровод. В них давление топлива корректируется регулятором в зависимости от давления во впускном коллекторе. Избыточное топливо отводится регулятором обратно в топливный бак. Топливо сжимается и подается насосом через фильтр в топливную рейку. Топливная рейка является аккумулятором топлива. Регулятор давления закреплен на топливной рейке. Он установлен на конце рейки и поддерживает в ней постоянную разницу между давлением топлива и давлением во впускном трубопроводе. Это обеспечивает неизменное давление впрыска. Прежде всего, количество впрыскиваемого топлива зависит от давления, продолжительности впрыска и размера отверстия распылителя. Если отверстие распылителя имеет определенный размер и поддерживается постоянный перепад между давлением топлива и давлением во впускном коллекторе, ЭБУ способен точнее рассчитать порцию топлива для подачи его в цилиндр путем изменения продолжительности открытия форсунки. Избыток топлива отводится в топливный бак по обратному топливопроводу. Базовая настройка регулятора давления топлива соответствует атмосферному давлению, при котором давление топлива в рейке составляет 3,35 бар. Это достигается перекрытием подпружиненным клапаном магистрали слива в бак. Последний открывает обратный топливопровод только в том случае, если давление в рейке превышает 3,35 бар. Пружина, прижимающая клапан к седлу, выполнена заодно с мембраной, которая делит регулятор давления на вакуумную и топливную камеры. Вакуумная камера соединена с впускным коллектором таким образом, что давление в камере соответствует давлению в коллекторе. Если во впускном коллекторе создается разрежение, мембрана прогибается, преодолевая усилие пружины, и снижает свое воздействие на клапан. В результате этого уменьшается давление в топливной рейке. В результате обеспечивается заранее заданный перепад давлений независимо от нагрузки двигателя.

Управление двигателем

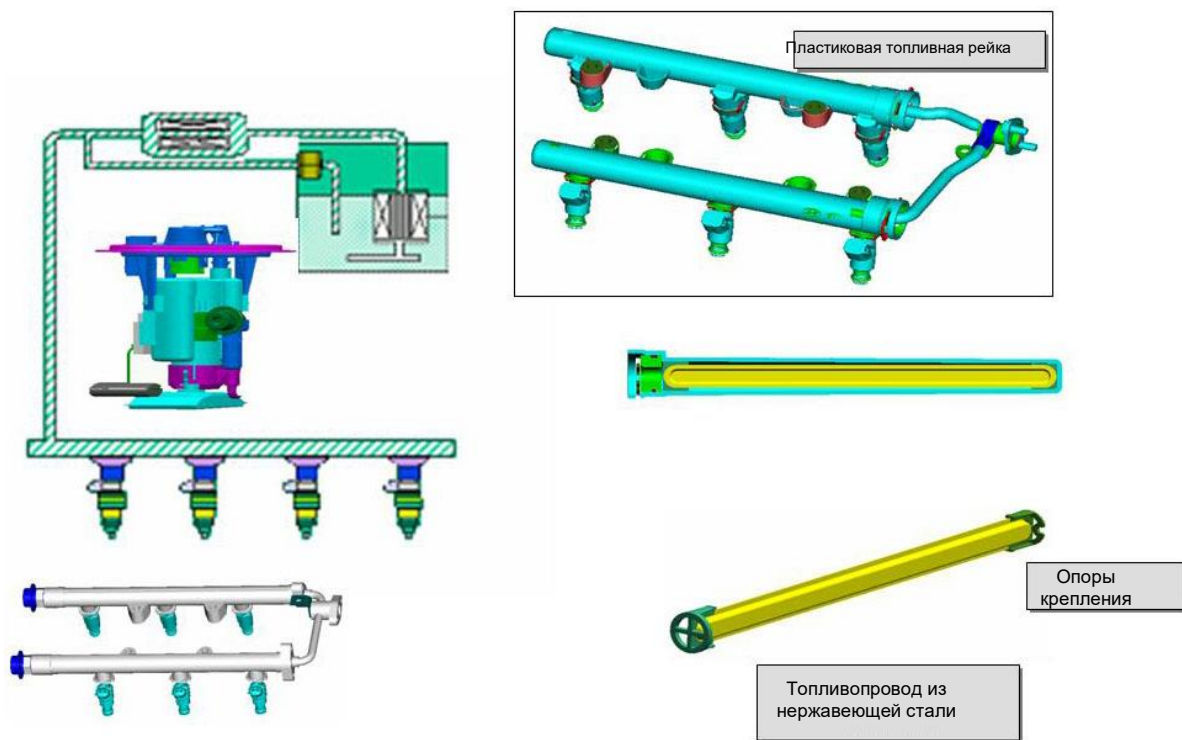


Поскольку избыточное давление во впускном коллекторе увеличит усилие, прижимающее клапан к седлу, такую систему можно также применять на двигателях с турбонаддувом.

Проверка регулятора давления

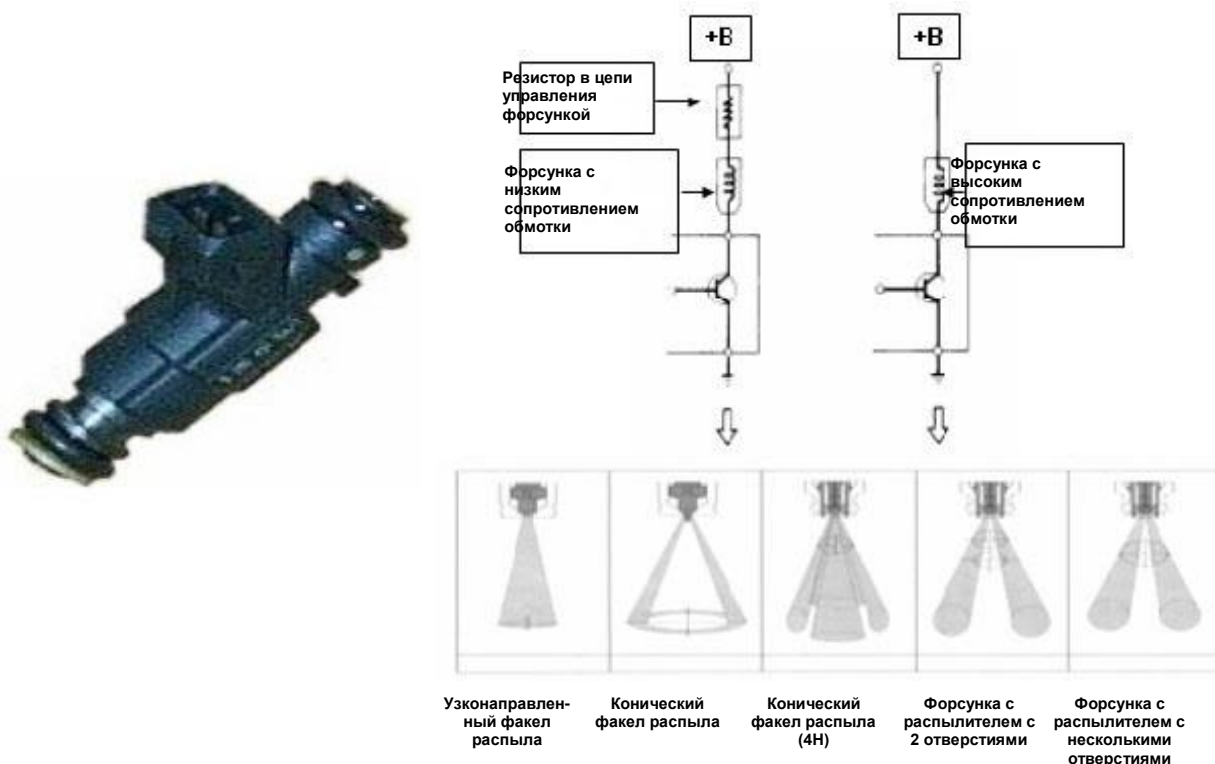
Для проверки регулятора давления топлива следует обратиться к разделу «Эксплуатация и техническое обслуживание автомобиля». Необходимо использовать заводскую инструкцию, неукоснительно соблюдать меры предосторожности и порядок действий.

Система топливоподачи без обратного топливопровода



Системы впрыска, устанавливаемые на современных моделях автомобилей, являются системами без обратного топливопровода RLFS. Эта конструкция позволяет не только снизить количество паров топлива, проходящих через возвратную магистраль, но и уменьшить испарение топлива благодаря тому, что топливо в баке нагревается здесь меньше, чем в стандартной системе. Эта система была разработана для соответствия нормам уровня паров топлива. Регулятор давления в системе без обратного слива установлен в блоке топливного насоса и поддерживает постоянное давление в 3,8 бар. Поэтому давление впрыска форсункой здесь зависит от давления во впускном коллекторе. Необходимая компенсация по давлению в коллекторе осуществляется путем внесения корректировок в продолжительность впрыска. Из-за более высоких пульсаций давления топлива в рейке на ней установлен демпфер. Самые современные системы оснащены пластиковыми топливными рейками с вмонтированным в них демпфером. Последний установлен внутри рейки и представляет собой деформируемую стальную камеру.

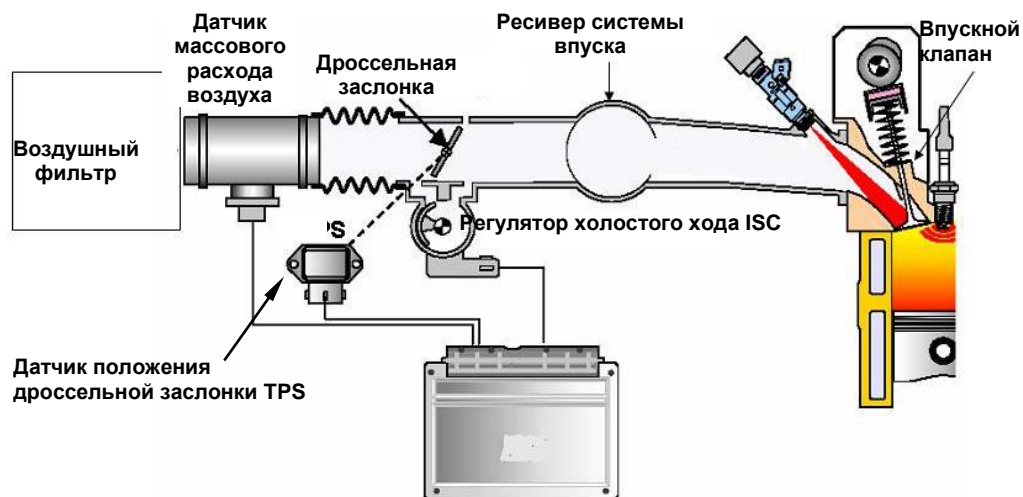
Топливные форсунки



Форсунка представляет собой дозирующий клапан, которым управляет ЭБУ двигателя. Она состоит из корпуса, распылителя и электромагнита. Игольчатый клапан в распылителе открывается и закрывается в момент подачи напряжения на электромагнит и его отключения блоком управления двигателем. На один из контактов обмотки электромагнита подается напряжение при включенном зажигании. Это напряжение приходит прямо от источника питания или через главное реле системы впрыска MFI. Второй контакт обмотки электромагнита соединяется с массой самим блоком управления двигателем. В тот момент, когда ЭБУ замыкает цепь управления, ток протекает через обмотку форсунки. Магнитное поле притягивает якорь иглы клапана, открывая его. В момент размыкания цепи управления ЭБУ игла клапана за счет усилия пружины снова опускается на седло, закрывая форсунку.

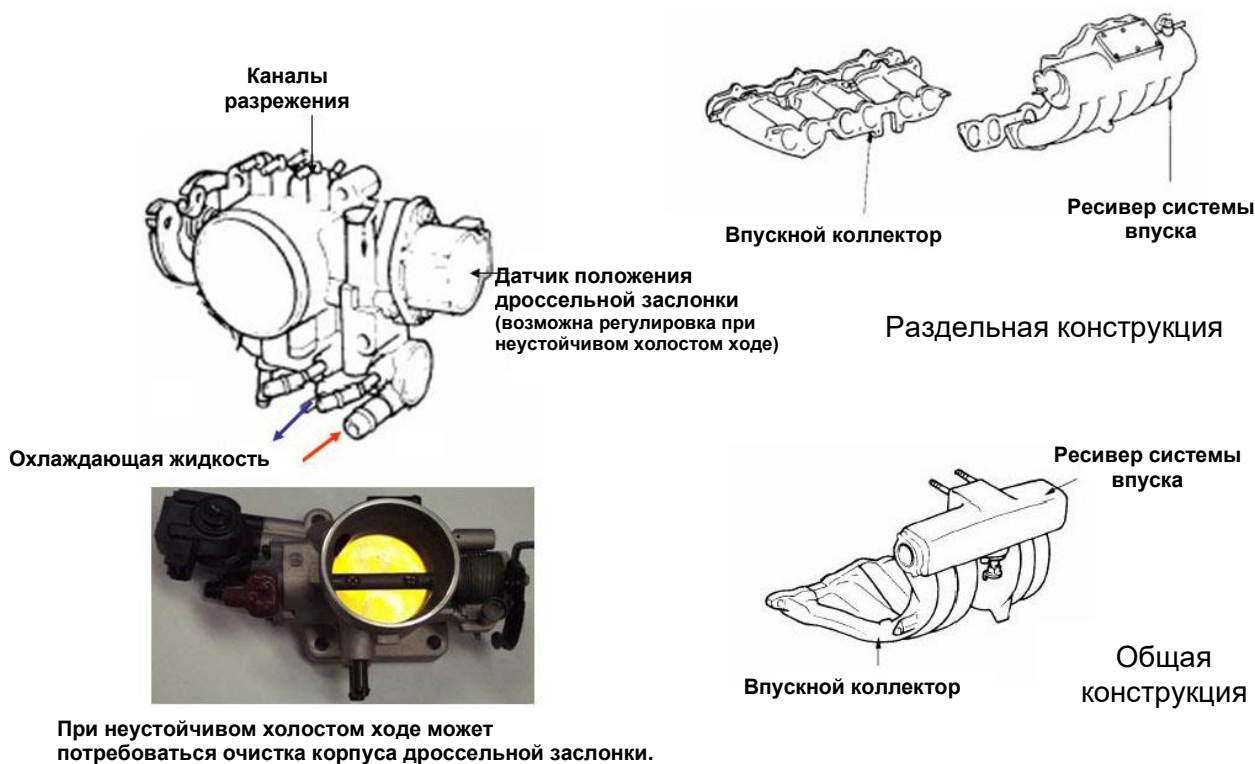
Существует два типа цепей управления, применяемых в настоящее время на автомобилях Hyundai. Их работа основана на принципе замыкания на массу, но в одной из них используется внешнее сопротивление и форсунка с низким внутренним сопротивлением 0,6-3 Ом, а в других — форсунка с высоким внутренним сопротивлением 12-17 Ом без дополнительного резистора в цепи. Форсунка должна отвечать следующим требованиям: точное дозирование, линейная характеристика, широкий рабочий диапазон, правильная форма распыла, отсутствие утечек, низкий шум и высокая надежность. На разных типах двигателей устанавливаются различные форсунки. Наиболее ярким подтверждением этому служит разное количество отверстий в распылителях и различные формы факела распыла. При установке форсунок необходимо использовать только новые уплотнительные кольца. Это предотвращает возникновение утечек и обеспечивает правильную установку форсунки в топливную рейку и впускной коллектор.

Описание системы подачи воздуха



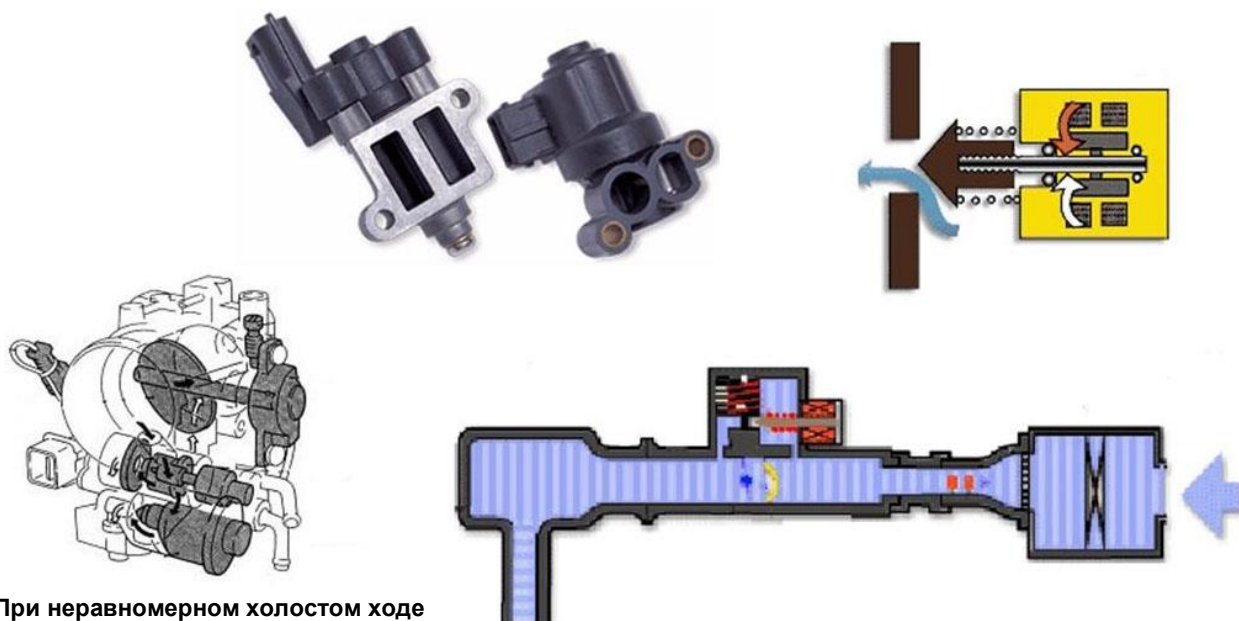
Подсистема воздухоподачи осуществляет измерение и управление количеством воздуха, необходимого для сгорания топлива в двигателе. Основными компонентами системы являются воздушный фильтр, устройство для измерения количества воздуха (например, расходомер воздуха), дроссельная заслонка, ресивер системы впуска (впускной коллектор) и впускной клапан двигателя. Когда дроссельная заслонка открыта, поршень всасывает атмосферный воздух, который поступает через воздушный фильтр, заслонку, впускной коллектор и впускной клапан в цилиндр двигателя. Двигаясь по длинным узким каналам впускного коллектора, воздушная масса ускоряется, что приводит к улучшению наполняемости цилиндров. Количество поступающего в двигатель воздуха зависит от угла открытия дроссельной заслонки и частоты вращения коленчатого вала двигателя. Так, дальнейшее открытие заслонки приведет к увеличению расхода воздуха в двигателе. Угол открытия заслонки определяется датчиком положения дроссельной заслонки TPS. В автомобилях Hyundai расход воздуха может измеряться тремя различными методами: с помощью датчика абсолютного давления во впускном коллекторе MAP или одного из двух типов расходомеров воздуха: объемного расходомера воздуха с поворотной заслонкой или термопленочного массового расходомера воздуха. Также в обходном канале подачи воздуха установлен регулятор холостого хода ISC, который очень точно регулирует частоту вращения двигателя и пропускает в двигатель воздух, даже если дроссельная заслонка закрыта. Регулятор увеличивает частоту вращения двигателя во время холодного пуска, если температура двигателя ниже определенной величины.

Ресивер и впускной коллектор



В корпусе дроссельной заслонки установлены заслонка и датчик ее положения, а также имеется обходной канал подачи воздуха на холостом ходу и различные каналы разрежения для различных устройств, снижающих уровень токсичных веществ, например, клапан рециркуляции отработавших газов EGR. Все рабочие настройки положения заслонки и регулятора холостого хода выполнены на заводе, поэтому в процессе эксплуатации автомобиля регулировать холостой ход не требуется. Показатели работы двигателя и его токсичность можно улучшить за счет оптимизации формы впускного коллектора и ресивера. В результате повышается наполняемость цилиндров, а значит, увеличивается мощность и крутящий момент двигателя. На автомобилях Hyundai применяется два типа впускных коллекторов: объединенный вместе с ресивером и отдельный. В обоих случаях подача топлива форсунками производится в нижнюю часть коллектора, примыкающую к впускным каналам. Благодаря этому системы впрыска имеют преимущества по сравнению с карбюраторными, так как здесь не образуется топливной пленки на поверхности впускного коллектора. Это снижает уровень выбросов загрязняющих веществ и повышает топливную экономичность. Сравнительно недавно стали применяться впускные коллекторы переменной геометрии, целью которых является повышение наполняемости цилиндров на разных режимах работы двигателя. Заслонку и/или ее положение необходимо проверить и/или отрегулировать в случае неравномерности холостого хода. Возможно, при проведении технического обслуживания потребуются очистить корпус дроссельной заслонки. В этом случае следует обратиться к разделу «Эксплуатация и техническое обслуживание автомобиля». Необходимо использовать заводскую инструкцию, неукоснительно соблюдать меры предосторожности и порядок действий.

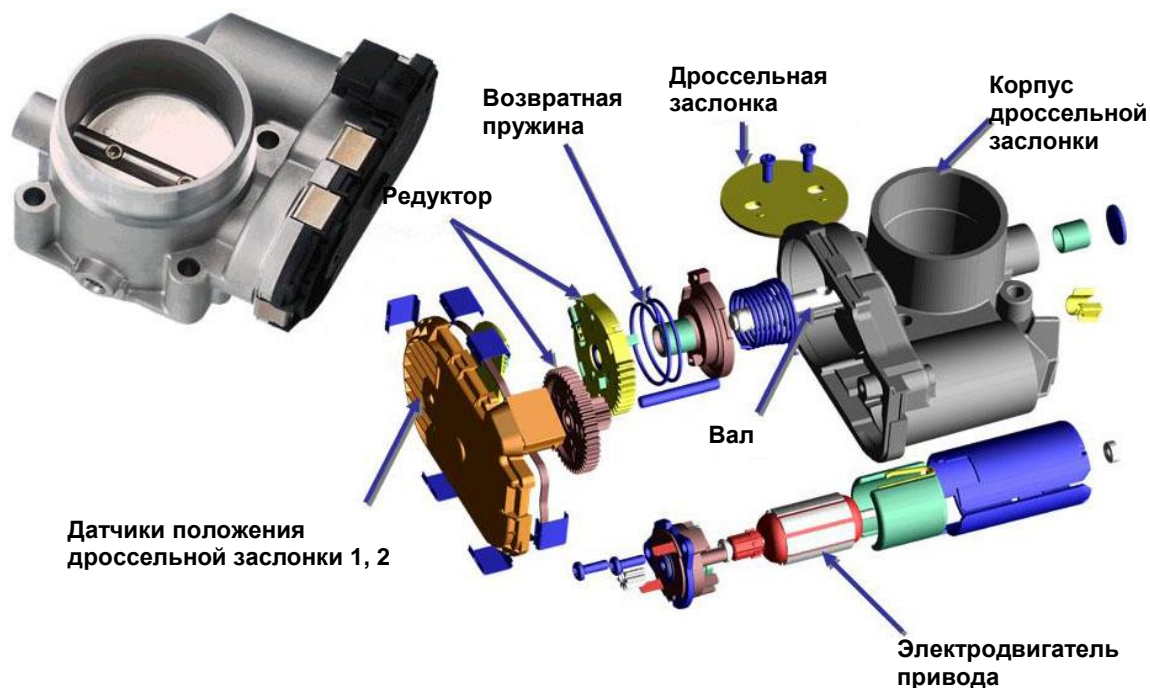
Система регулирования холостого хода ISC



При неравномерном холостом ходе может потребоваться базовая регулировка

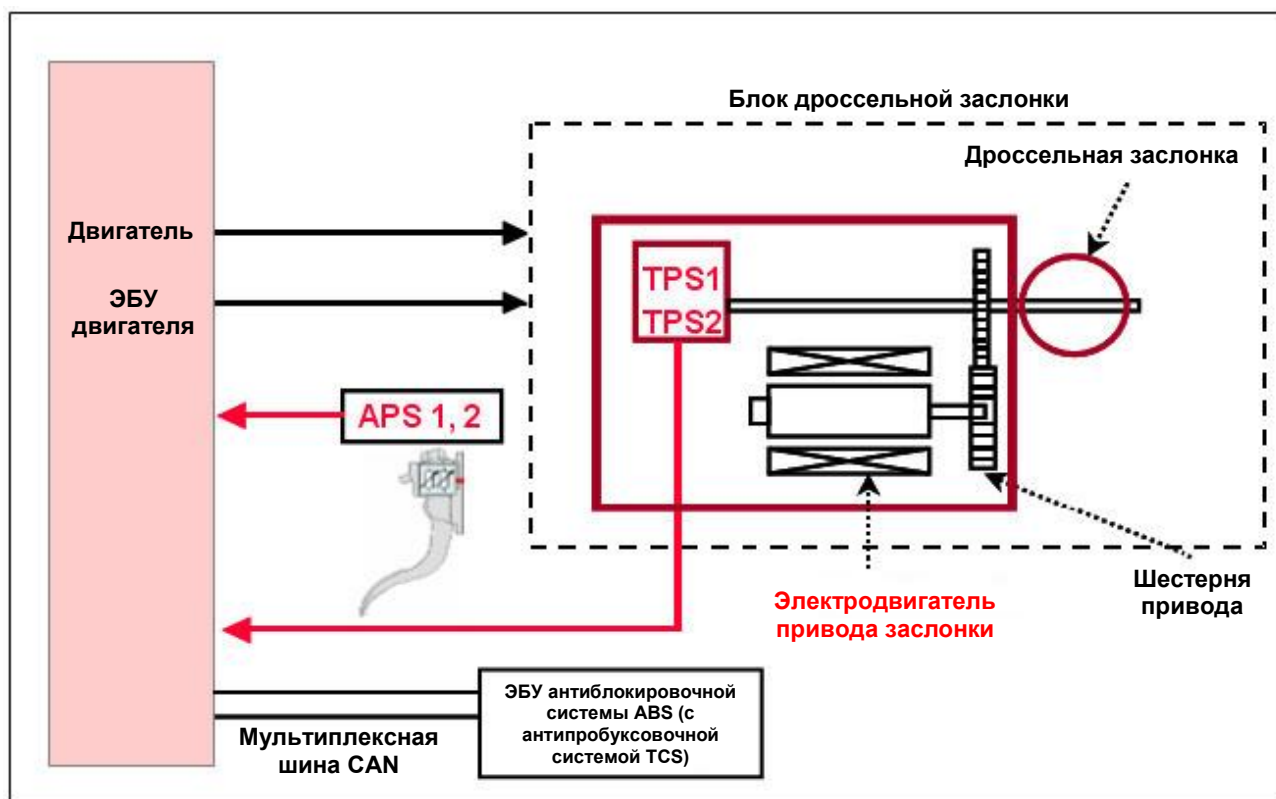
Частотой холостого хода управляет ЭБУ двигателя посредством регулятора холостого хода. Система управления холостым ходом осуществляет регулирование частоты вращения вала двигателя путем изменения проходного сечения обходного канала и, соответственно, количества воздуха, поступающего в двигатель при закрытой дроссельной заслонке. Холостой ход регулируется в зависимости от условий работы двигателя, например, при холодном пуске, пуске горячего двигателя, включении кондиционера, дополнительных электрических устройств, перемещении рычага селектора передач в положение N/D (R) и т. д. Определенные регулировки в этой системе могут потребоваться при неравномерном холостом ходе. В этом случае следует обратиться к разделу «Эксплуатация и техническое обслуживание автомобиля». Необходимо использовать заводскую инструкцию, неукоснительно соблюдать меры предосторожности и порядок действий.

Корпус дроссельной заслонки с электрическим управлением ETC



Благодаря электрическому управлению добиваются точного дозирования поступающего в двигатель воздуха и управления оборотами двигателя, что обеспечивает высокий ездовой комфорт. Более того, заслонка ETC задействована в системах курсовой устойчивости ESP, антипробуксовочной системе TCS, системе холостого хода и т. д. Вдобавок, благодаря отсутствию большого количества проводов и соединений, вероятность возникновения неисправности становится меньше, а надежность системы ETC — больше. При возникновении неисправности под действием пружины, расположенной в корпусе, заслонка занимает некоторое промежуточное положение, соответствующее углу ее поворота в 5 градусов. Если раньше управление круиз-контролем или антипробуксовочной системой осуществлялось механически или путем изменения угла опережения зажигания, то теперь с установкой электрических дроссельных заслонок делать это стало гораздо проще.

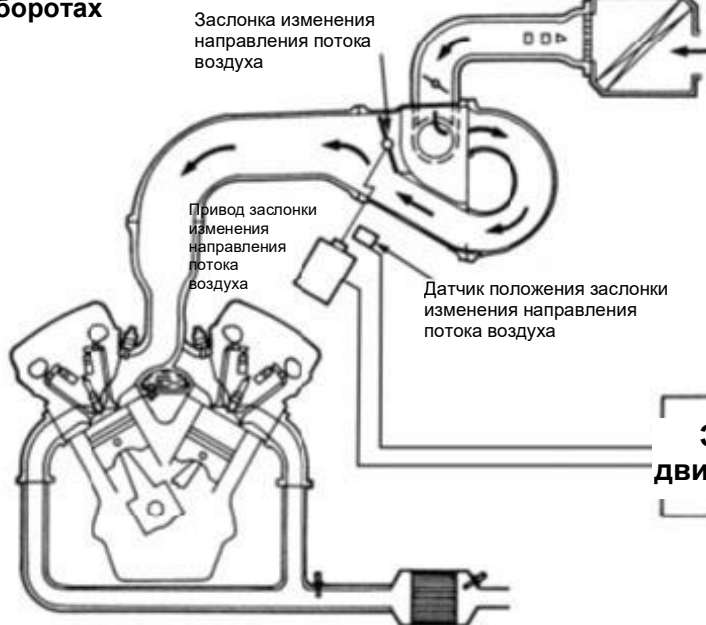
Блок-схема управления электрической дроссельной заслонкой ETC



Поскольку электрическая дроссельная заслонка механически не связана с педалью акселератора, на последней установлен датчик положения педали акселератора. Сигнал от датчика педали акселератора APS поступает в ЭБУ двигателя, который, в свою очередь, посылает сигнал управления на электродвигатель дроссельной заслонки. В результате по сигналу от блока управления электродвигатель открывает или закрывает заслонку. Точность управления и защита от поломок обеспечивается потенциометрическим датчиком положения дроссельной заслонки TPS, который посылает сигнал обратной связи в ЭБУ двигателя. Благодаря этому обеспечивается точность управления и высокая надежность работы дроссельного механизма. Эта система с легкостью выполнит запрос на снижение крутящего момента двигателя, полученный от других систем автомобиля. Здесь также не требуется дополнительных устройств (регуляторов) для управления холостым ходом.

Система впуска воздуха изменяемой геометрии

Работа на малых оборотах

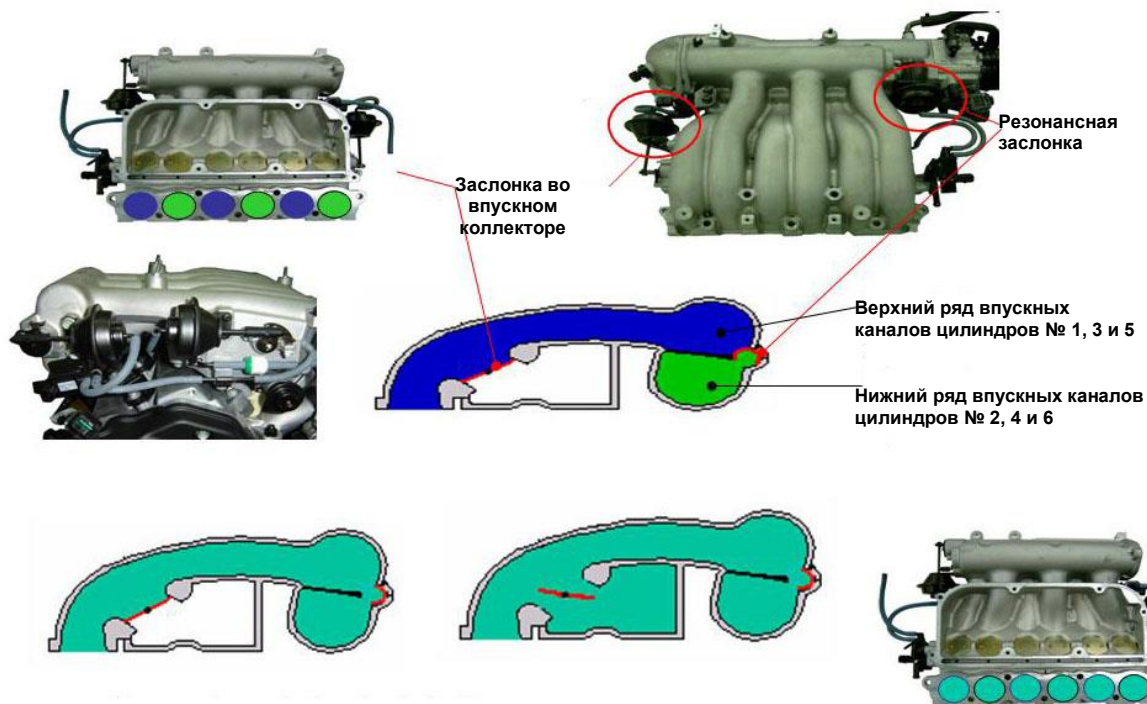


Работа на высоких оборотах



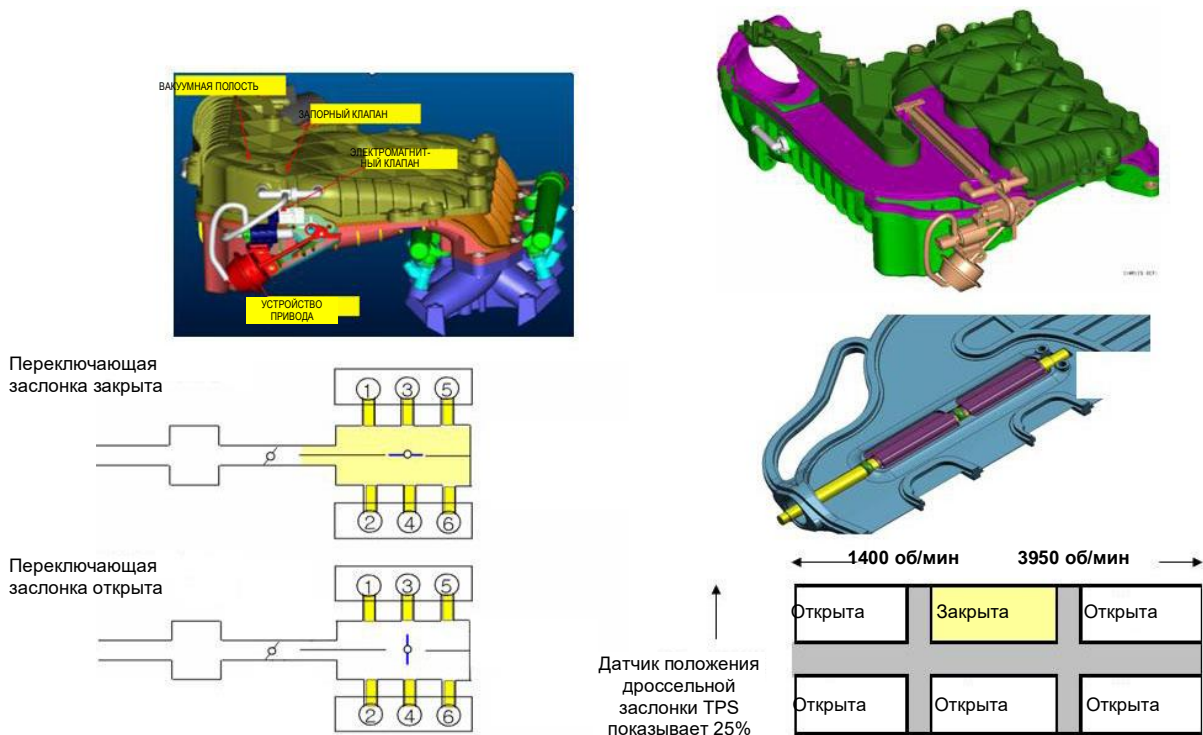
ЭБУ двигателя

Благодаря применению системы впуска изменяемой геометрии улучшается наполняемость цилиндров двигателя топливовоздушной смесью. В зависимости от исполнения в системе меняется длина впускного тракта или внутренний объем ресивера. Возможно применение сразу двух решений. Системой изменяемой геометрии VIS управляет ЭБУ двигателя с целью оптимизации работы двигателя на разных режимах, прежде всего в зависимости от частоты вращения коленчатого вала и нагрузки на двигатель. На автомобилях Hyundai установлены системы разных типов. Это зависит от модели автомобиля и двигателя. Первый тип системы, показанный на данном рисунке, имеет два режима работы. При низких и средних оборотах двигателя заслонка находится в закрытом положении. Поэтому воздух, поступающий в двигатель, проходит по длинной впускной трубе коллектора. За счет резонансного эффекта, достигаемого при таком движении впускного воздуха, обеспечивается лучшее наполнение цилиндров на малых оборотах. Но на высоких оборотах резонансные колебания, распространяющиеся в потоке воздуха, незначительны, и создается сопротивление движению воздуха на впуске, что снижает КПД двигателя. Поэтому на этих режимах работы двигателя заслонка открывается, воздух проходит через короткую впускную трубу, что способствует повышению наполняемости цилиндров на высоких оборотах. Для получения сведений о критериях оценки работы системы на интересующем двигателе следует обращаться к заводской инструкции.



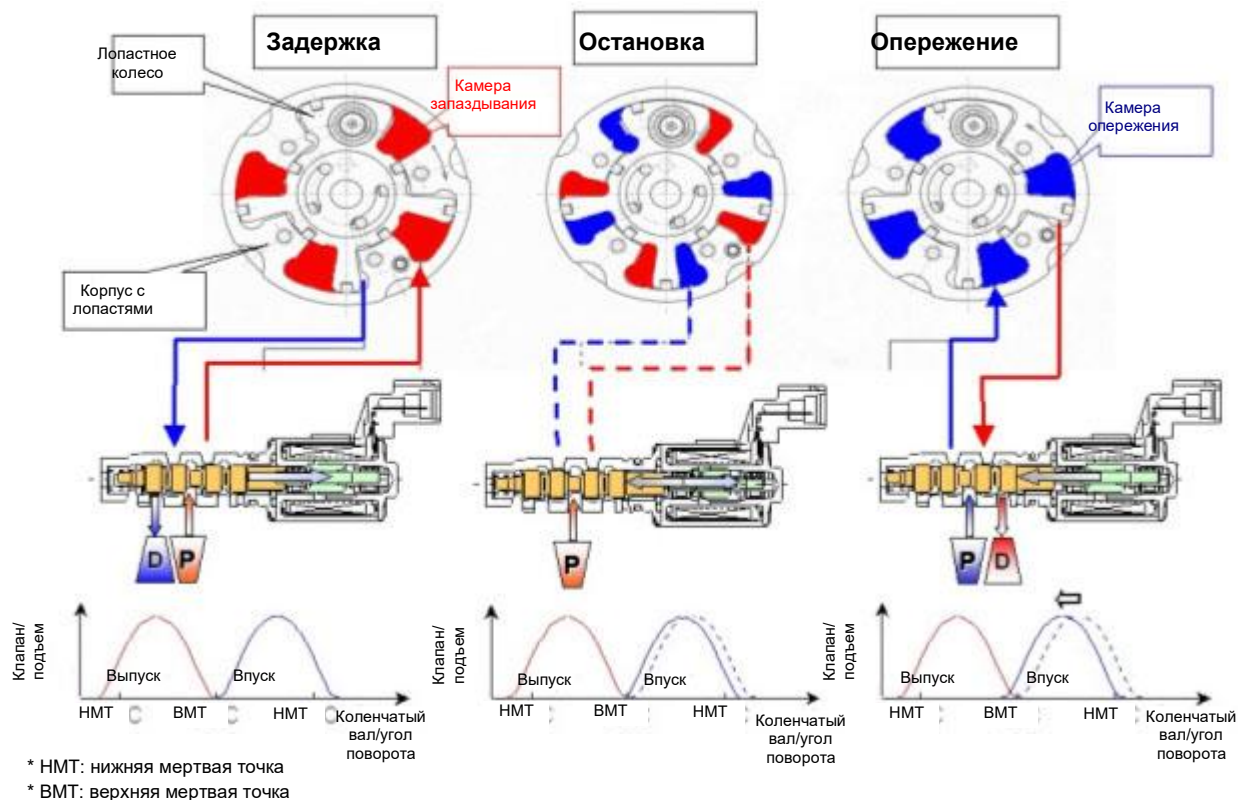
При проведении технического обслуживания необходимо выполнить визуальный контроль состояния вакуумных шлангов

Показанная система имеет три режима работы: низкий, средний и высокий. На низких оборотах двигателя резонансная и переключающая заслонки закрыты, что исключает влияние одного цилиндра на работу другого и улучшает наполняемость цилиндров. На средних режимах (около 3000 об/мин, точная информация приведена в заводской инструкции) резонансная заслонка открывается и соединяет оба ряда впускных каналов (левый и правый). За счет пульсации давления во впускной системе, созданной противоположным рядом цилиндров, происходит «докачка» дополнительной порции воздуха в данный ряд и наоборот. На высоких оборотах также открывается переключающая заслонка во впускном коллекторе (примерно при 5000 об/мин, точная информация приведена в заводской инструкции) и сокращает длину впускного тракта, повышая наполняемость цилиндров. Для получения сведений о критериях оценки работы системы на интересующем двигателе следует обращаться к заводской инструкции.



Данный тип системы изменяемой геометрии впускного трубопровода VIS позволяет повысить наполняемость цилиндров в диапазоне малых и средних оборотов двигателя. При частоте вращения двигателя ниже и выше заданного значения заслонка VIS открыта. В среднем диапазоне частот она закрыта, если датчик положения дроссельной заслонки TPS показывает превышение определенного значения угла ее поворота. Воздух поступает в каждый ряд цилиндров отдельно. Приведены значения рабочих параметров: частота вращения двигателя 1400-3950 об/мин, угол открытия заслонки по датчику TPS выше 25%. При этих условиях переключающая заслонка закрыта, в противном случае — открыта. Для получения сведений о критериях оценки работы системы на интересующем двигателе следует обращаться к заводской инструкции.

Управление изменением фаз газораспределения (CVVT)



Непрерывное регулирование фаз газораспределения — это новейшая технология, которая позволяет влиять на количество поступающего в двигатель свежего заряда. В этой системе фазы газораспределения изменяются с помощью подвижного лопастного колеса. Например: в исходном состоянии лопастное колесо занимает крайнее левое положение, возникает задержка открытия впускного клапана, что приводит к полному отсутствию перекрытия клапанов. Соответственно, уменьшается перетекание части впускного воздуха через выпускной клапан. На высоких оборотах подобная установка фаз газораспределения может привести к тому, что отработавший газ вследствие инерции не успеет полностью покинуть камеру сгорания двигателя, что приведет к снижению объема свежего заряда. Поэтому на этих режимах необходимо увеличить перекрытие клапанов для повышения КПД двигателя. В обычном двигателе найден компромисс между этими двумя целями, но в двигателе с системой CVVT решаются обе задачи: благодаря изменяемому углу перекрытия клапанов достигается высокая наполняемость свежим зарядом на разных оборотах двигателя. Наиболее широкое распространение получили системы, в которых изменяется момент открытия впускных клапанов. Вместе с тем, данная технология позволяет также одновременно регулировать фазы впускных и выпускных клапанов. Положением подвижного лопастного колеса управляет блок ЭБУ двигателя при помощи электромагнитного клапана. ЭБУ управляет степенью открытия клапана, изменяя сигнал широтно-импульсной модуляции. Если он равен 0%, устройство CVVT работает в режиме задержки, так как в полость камеры запаздывания подается масло, а полость камеры опережения соединена со сливом. Если сигнал широтно-импульсной модуляции равен 100%, то фазорегулятор выходит на режим опережения. Для повышения надежности работы системы ЭБУ осуществляет цикл ее самоочистки всякий раз при включении зажигания. При этом клапан фазорегулятора OCV 10 раз быстро перемещается, что приводит к удалению масляных отложений. Если водитель запустил двигатель до окончания самоочистки, этот цикл будет выполнен при выключении зажигания.

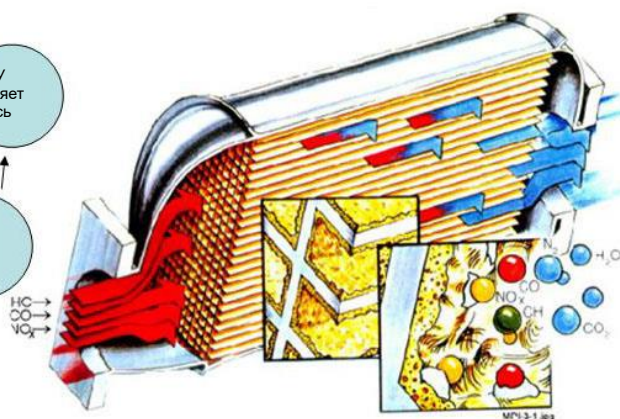
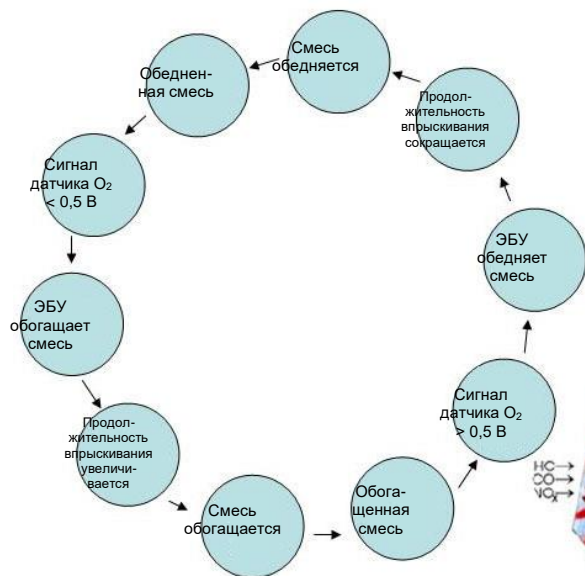
Диаграмма режимов системы CVVT



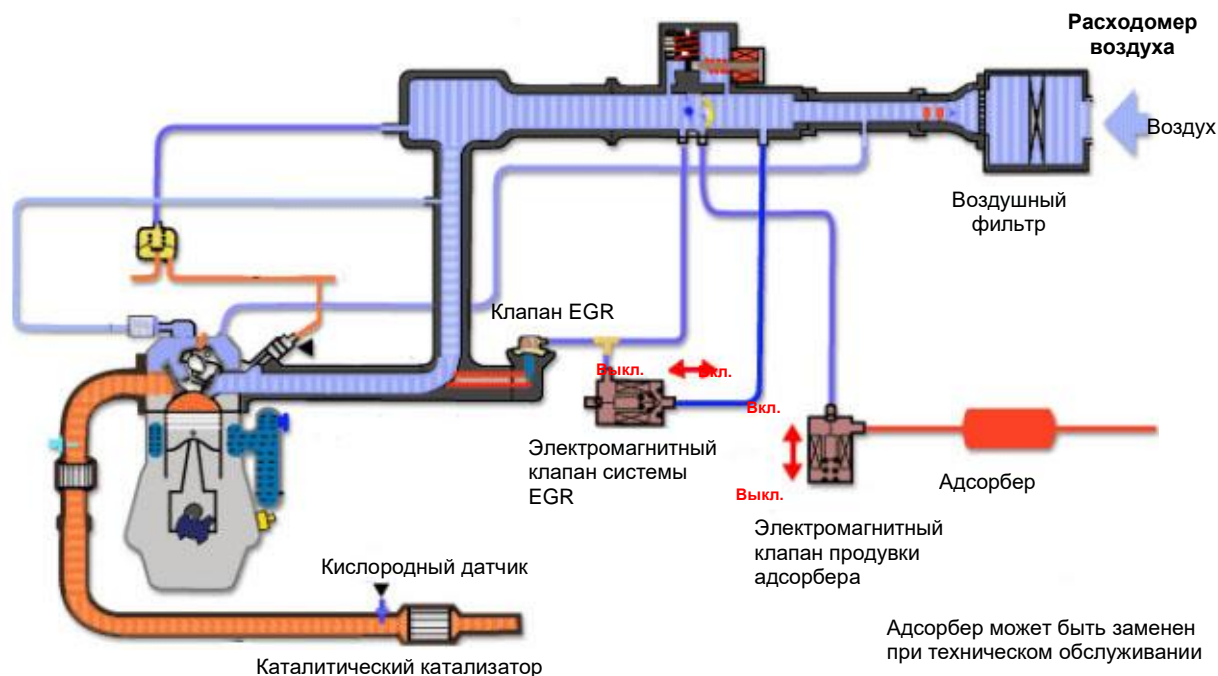
Как показано на рисунке, момент открытия и закрытия впускных клапанов зависит от частоты вращения двигателя и его нагрузки. Помимо увеличения выходной мощности система позволяет снизить выбросы вредных веществ отработавших газов, прежде всего оксидов азота NO_x за счет эффекта внутренней рециркуляции газов, возникающего при перекрытии клапанов. Кроме того, повышается топливная экономичность благодаря снижению потерь на дросселирование вследствие увеличения перекрытия на высоких оборотах и снижения — на низких. Малое перекрытие клапанов обеспечивает стабильное протекание процесса сгорания и более устойчивую работу двигателя на холостом ходу. Основные преимущества: повышаются выходная мощность и крутящий момент на низких оборотах двигателя, снижаются выбросы вредных веществ.

Контроль за снижением токсичности

Цикл лямбда-регулирующего



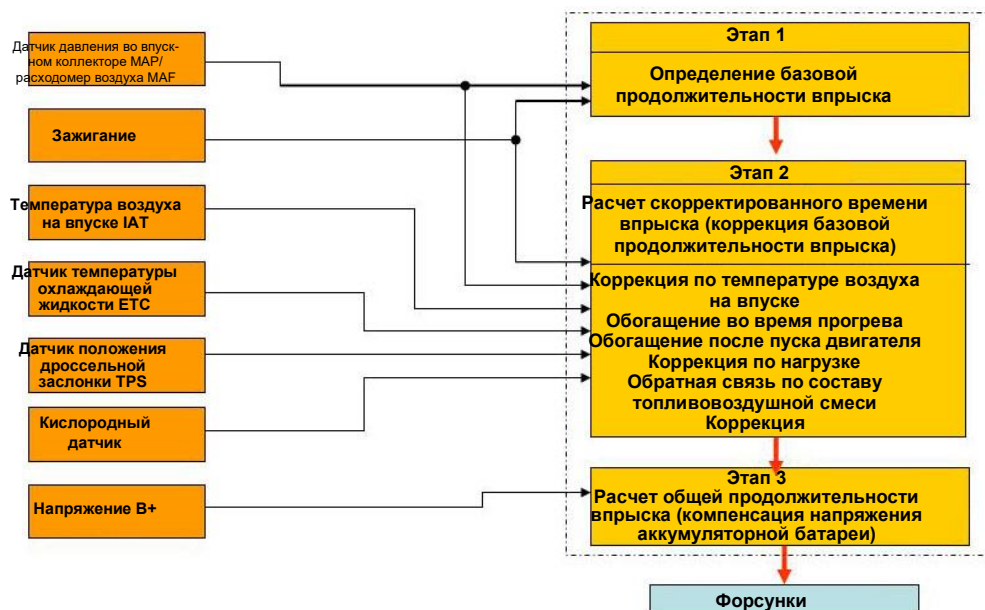
Самым важным условием снижения уровня вредных веществ является организация замкнутого контура управления распределенным впрыском топлива MPI. Он позволяет системе в режиме обратной связи контролировать состав отработавшего газа и путем адаптации количества впрыскиваемого топлива поддерживать состав рабочей смеси, близкий к стехиометрическому. Если эти циклы непрерывны, такое регулирование называют замкнутым контуром управления. Стехиометрическое соотношение обеспечивает максимальный уровень преобразования токсичных компонентов отработавших газов в трехкомпонентном катализаторе: $\lambda = 1$. Состав отработавшего газа, а именно содержание в нем остаточного кислорода, измеряется кислородным датчиком. На некоторых типах двигателей и определенных системах впрыска может устанавливаться несколько кислородных датчиков. На отдельных рабочих режимах, прежде всего на холостом ходу и при равномерном движении, ЭБУ двигателя корректирует продолжительность впрыска по сигналам от кислородного датчика. Кислородный датчик контролирует содержание кислорода в потоке отработавшего газа и вырабатывает сигнал напряжения для ЭБУ двигателя. ЭБУ постоянно получает сигнал напряжения от датчика, который позволяет ему определить насколько обогащена или обеднена смесь по сравнению с $\lambda = 1$. В замкнутом контуре управления сигнал кислородного датчика быстро изменяется от минимального до максимального значения и наоборот в зависимости от состава смеси. Это связано с тем, что в результате корректирования количества впрыскиваемого топлива невозможно достичь значения λ , равного единице. Поэтому скорректированный состав рабочей смеси получается чуть богаче или беднее, чем $\lambda = 1$, что и регистрирует кислородный датчик. Но если изменения состава смеси происходят быстро, а отработавшие газы интенсивно смешиваются при движении в выпускном коллекторе и катализаторе, среднее значение коэффициента избытка воздуха будет равным единице.



Адсорбер может быть заменен при техническом обслуживании

Приблизительно 20% всех выбросов углеводородов в автомобиле возникает в результате испарения топлива, например из топливного бака. Система улавливания паров топлива EVAP предназначена для хранения и удаления паров топлива, возникающих в топливной системе, прежде всего — в топливном баке в результате испарения. Пары топлива не выпускаются в атмосферу, тем самым загрязняя воздух, а накапливаются в адсорбере не только при движении автомобиля, но и во время его стоянки с выключенным двигателем. Затем система EVAP направляет пары топлива во впускной коллектор, где они одновременно с топливоздушной смесью сгорают в цилиндрах двигателя. Процессом подачи паров топлива во впускной коллектор управляет ЭБУ двигателя с помощью электромагнитного клапана продувки адсорбера. Этот клапан обеспечивает рециркуляцию паров топлива только при замкнутом контуре управления составом смеси. В этом случае дополнительное обогащение смеси парами топлива компенсируется снижением количества впрыскиваемого топлива. Поэтому для работы клапана продувки адсорбера должны быть соблюдены следующие условия: температура охлаждающей жидкости двигателя выше 80°C , контур управления составом смеси замкнут, отсутствует максимальная нагрузка на двигатель. ЭБУ двигателя контролирует работу клапана по следующим параметрам: частота вращения двигателя, температура охлаждающей жидкости, напряжение кислородного датчика, расход воздуха и проверка системы продувки. Клапан продувки адсорбера приводится в действие системой управления с помощью разрежения во впускном коллекторе. Создание разрежения прекращается и возобновляется электромагнитным клапаном с управлением в виде широтно-импульсной модуляции. Отслеживая показания кислородного датчика и контролируя продолжительность впрыска топлива при продувке адсорбера, ЭБУ двигателя фиксирует снижение содержания остаточного кислорода в отработавшем газе и моментально реагирует на обогащение смеси. Работу электромагнитного клапана можно проверить: измерением формы управляющего сигнала (импульсная модуляция), проверкой клапана с помощью вакуумметра. Неправильная работа системы EVAP может привести к: затрудненному запуску двигателя, ухудшению эксплуатационных качеств автомобиля, обогащению топливоздушной смеси.

Управление продолжительностью впрыска



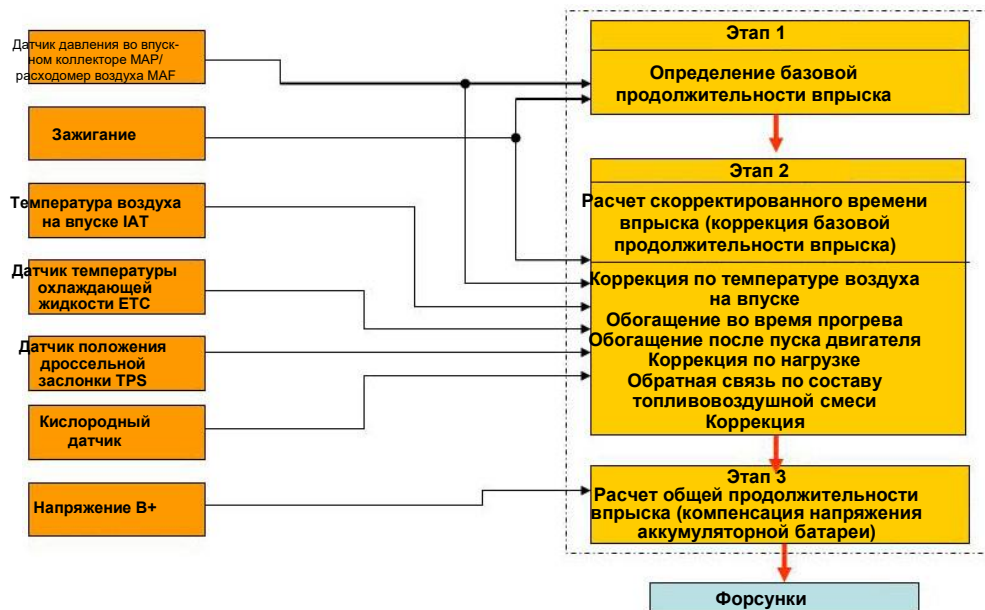
Для того чтобы точнее осуществлять подачу топлива в цилиндры двигателя, расчет продолжительности впрыска производится в три этапа:

Этап 1, базовая величина продолжительности впрыска

Для ее определения используются сигналы следующих датчиков: датчика массового расхода воздуха, абсолютного давления во впускном коллекторе и частоты вращения коленчатого вала двигателя (СКР). ЭБУ двигателя рассчитывает базовую продолжительность впрыска в зависимости от оборотов двигателя и расхода воздуха, который определяет нагрузку на двигатель. При увеличении любого из этих параметров продолжительность впрыска также возрастает.

Этап 2, условия коррекции продолжительности впрыска

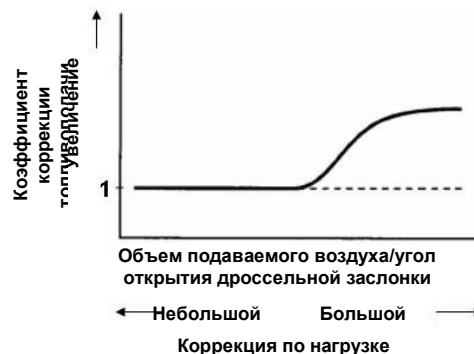
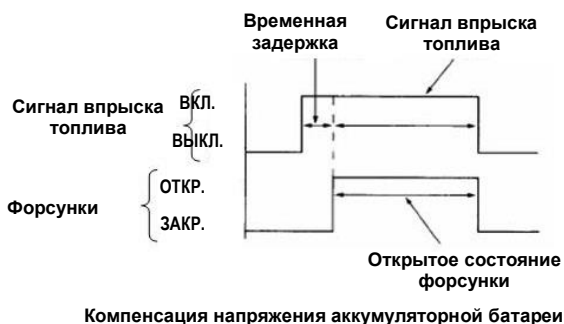
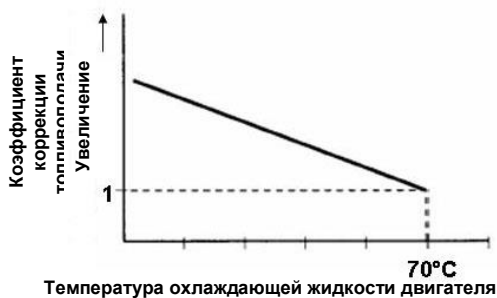
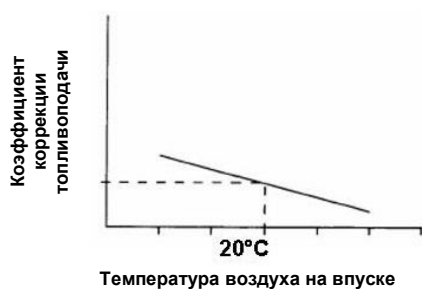
Для коррекции продолжительности впрыска используются показания следующих датчиков: датчика температуры охлаждающей жидкости двигателя ECT, температуры воздуха на впуске IAT, положения дроссельной заслонки TPS и кислородного датчика (только при замкнутом контуре управления). Базовая продолжительность впрыска корректируется при изменении этих параметров. Если температуры двигателя и впускного воздуха повышаются, продолжительность впрыска снижается. При открытии дроссельной заслонки одновременно увеличивается и количество впрыскиваемого топлива. Количество впрыскиваемого топлива периодически увеличивается и уменьшается в зависимости от сигнала кислородного датчика.



Этап 3, компенсация напряжения аккумуляторной батареи

Последний этап состоит в компенсации напряжения аккумуляторной батареи. Между моментом подачи сигнала на открытие форсунки со стороны ЭБУ двигателя и ее фактическим открытием возникает временная задержка. Она зависит от нарастания силы магнитного поля в катушке форсунки. При снижении напряжения аккумуляторной батареи продолжительность задержки возрастает. В этих условиях ЭБУ увеличивает продолжительность впрыска, а значит и управляющего сигнала на форсунку.

Коррекция топливоподачи



Коррекция по температуре воздуха на впуске

Плотность воздуха зависит от его температуры; топливоподача корректируется при изменении температуры воздуха относительно базового значения в 20°C. Поэтому показателем изменения температуры является количество впрыскиваемого топлива: 1. Увеличение объема топливоподачи выражается цифрами, превышающими значение равное единице. Например, 1,1 означает, что топливоподача увеличилась на 10%. Уменьшение объема топливоподачи, соответственно, выражается величинами меньше единицы. Среди параметров, выдаваемых ЭБУ в процессе диагностики, этих показателей нет.

Коррекция по температуре охлаждающей жидкости (обогащение при прогреве)

Когда двигатель не прогрет, топливо испаряется медленно. При температурах ниже 70°C степень обогащенности топливоздушной смеси зависит от температуры охлаждающей жидкости. Это сделано для того, чтобы не возникало проблем с приемистостью и управляемостью. При очень низких температурах продолжительность впрыска увеличивается почти в два раза по сравнению с прогретым двигателем.

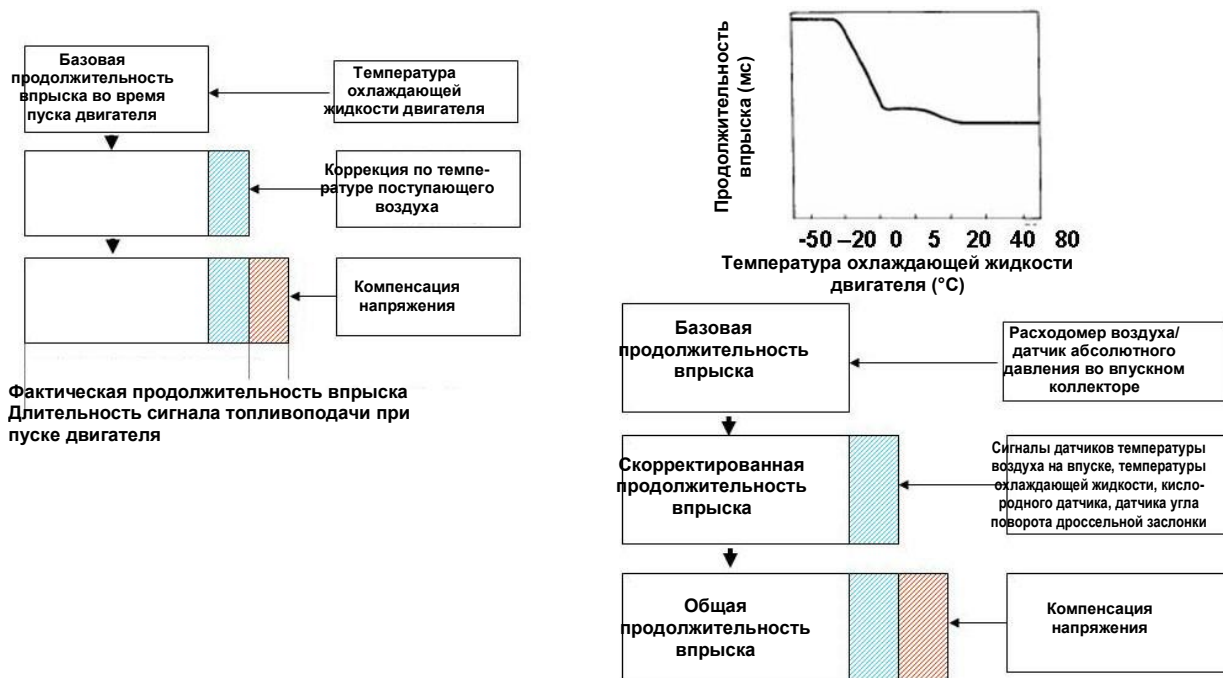
Коррекция по нагрузке

В диапазоне средних и высоких нагрузок на двигатель продолжительность подачи топлива форсунками увеличивается на 30%. Коррекция выполняется по сигналам датчиков расходомера воздуха, угла поворота дроссельной заслонки и частоты вращения вала двигателя. По мере увеличения нагрузки на двигатель растет и продолжительность впрыска.

Компенсация напряжения аккумуляторной батареи

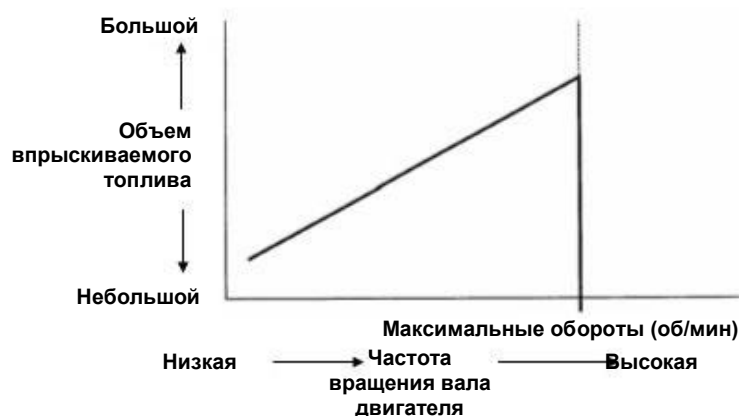
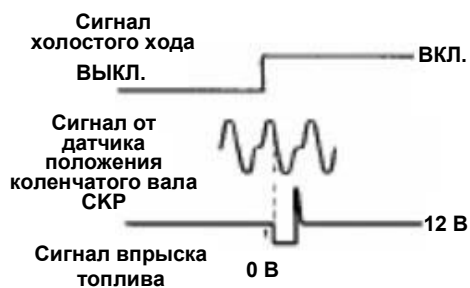
Если бортовое напряжение питания низкое, время открытия форсунок необходимо увеличить, так как в этом случае требуется больше времени для подъема иглы клапана и полного открытия распылителя форсунки. Поэтому продолжительность впрыска должна быть отрегулирована в зависимости от коэффициента коррекции по напряжению, чтобы обеспечить требуемый объем топливоподачи.

Управление пуском и прогревом двигателя



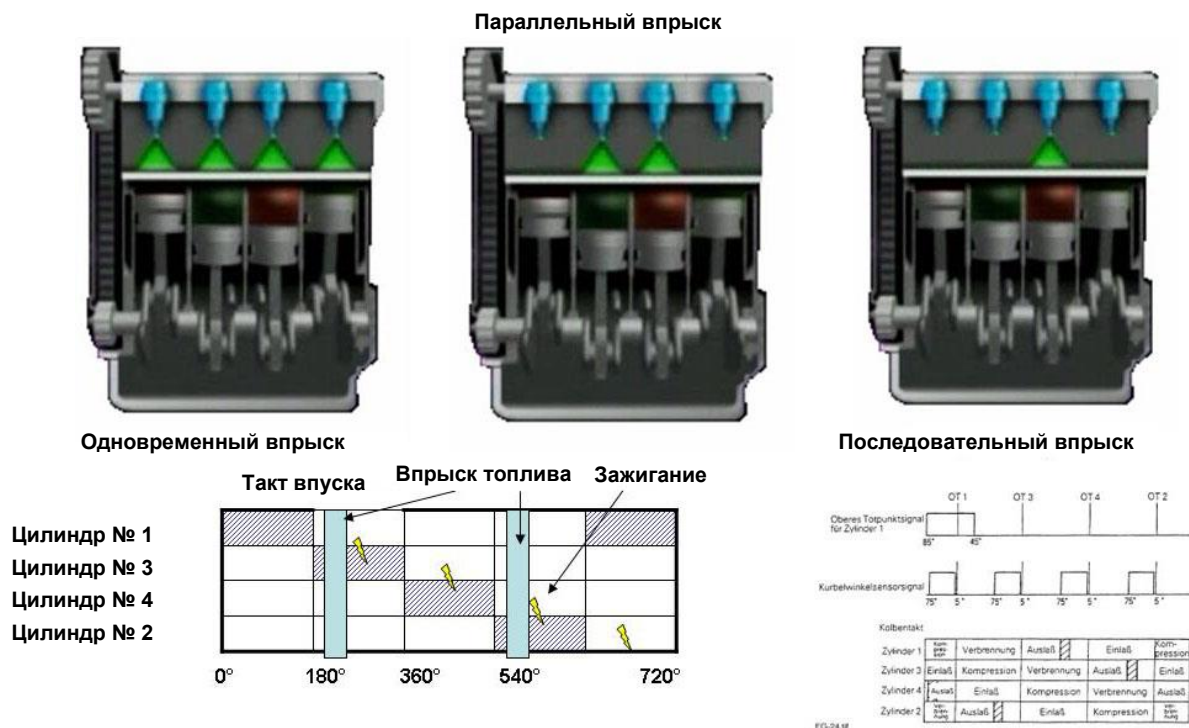
Для обеспечения точного впрыска топлива при пуске/прокручивании двигателя стартером ЭБУ задействует программу расчета количества впрыскиваемого топлива в зависимости от температуры охлаждающей жидкости двигателя. Как только базовое значение продолжительности впрыска определено, осуществляются корректировки по температуре окружающего воздуха и напряжению батареи, которое в момент пуска снижается. Для работы форсунок необходимы следующие два сигнала: сигнал датчика положения коленчатого вала СКР и сигнал датчика положения распределительного вала СМР. Если при пуске сигнал от датчика положения коленчатого вала не приходит, ЭБУ не может рассчитать моменты открытия форсунок. Датчик положения распределительного вала СМР необходим для определения момента впрыска в каждый цилиндр (определяет положение ВМТ 1-го цилиндра). Его сигнал необходим во время пуска двигателя; как только он получен, ЭБУ начинает проводить расчеты исключительно по сигналам датчика угла поворота коленчатого вала. Если в момент пуска двигателя сигналы о частоте вращения вала двигателя и объеме подаваемого воздуха ошибочны, все форсунки начинают работать в асинхронном режиме сразу после получения сигналов от датчиков СМР и СКР. Затем режим впрыска изменяется, но схема обогащения при пуске сохраняется. Следует обратить внимание на то, что при отрицательных температурах, базовая продолжительность впрыска увеличивается для компенсации слабого процесса испарения топлива. На графике видно, что ЭБУ двигателя применяет в этих условиях основную схему обогащения. Чтобы стабилизировать частоту вращения двигателя после пуска, за короткий промежуток времени ЭБУ двигателя подает дополнительное количество топлива в двигатель, необходимое для плавного перехода от режима прокручивания стартером к режиму рабочего вращения. Максимальное обогащение зависит от температуры охлаждающей жидкости двигателя. Следует обратить внимание на то, что при отрицательных температурах базовая продолжительность впрыска увеличивается для компенсации слабого процесса испарения топлива. Как только двигатель вышел на рабочий режим, информация о частоте его вращения и объеме поступающего воздуха используется для расчетов базовой продолжительности впрыска.

Коррекция при разгоне и торможении



При увеличении оборотов двигателя возникает обеднение смеси, так как дроссельная заслонка открывается, а топливо, имеющее более высокую плотность по сравнению с воздухом, медленно заполняет цилиндр. Для предотвращения толчков и вибраций ЭБУ двигателя включает режим обогащения при ускорении. Как только концевой выключатель холостого хода размыкается, начинает подаваться дополнительная порция топлива. При сменах режимов движения и работы двигателя, связанных с переходом от разгона к торможению, объем впрыскиваемого топлива изменяется мало, что обеспечивает более высокий КПД двигателя и топливную экономичность. При торможении с закрытой дроссельной заслонкой нет необходимости в подаче топлива в цилиндры двигателя. Фактически, подача топлива на данном режиме может вызвать увеличение токсичных выбросов и ухудшение топливной экономичности. Моменты прекращения и возобновления подачи топлива зависят от температуры охлаждающей жидкости и состояния муфты компрессора кондиционера А/С. Если муфта компрессора А/С включена, скорость прекращения и возобновления подачи топлива увеличивается. При включении выключателя стоп-сигналов скорость прекращения и возобновления подачи топлива снижается (применяется на некоторых моделях). Если частота вращения двигателя очень высокая, прекращается подача топлива для предотвращения превышения максимальных оборотов двигателя и его выхода из строя. Максимальная частота вращения двигателя зависит от его конструкции и условий установки на автомобиль.

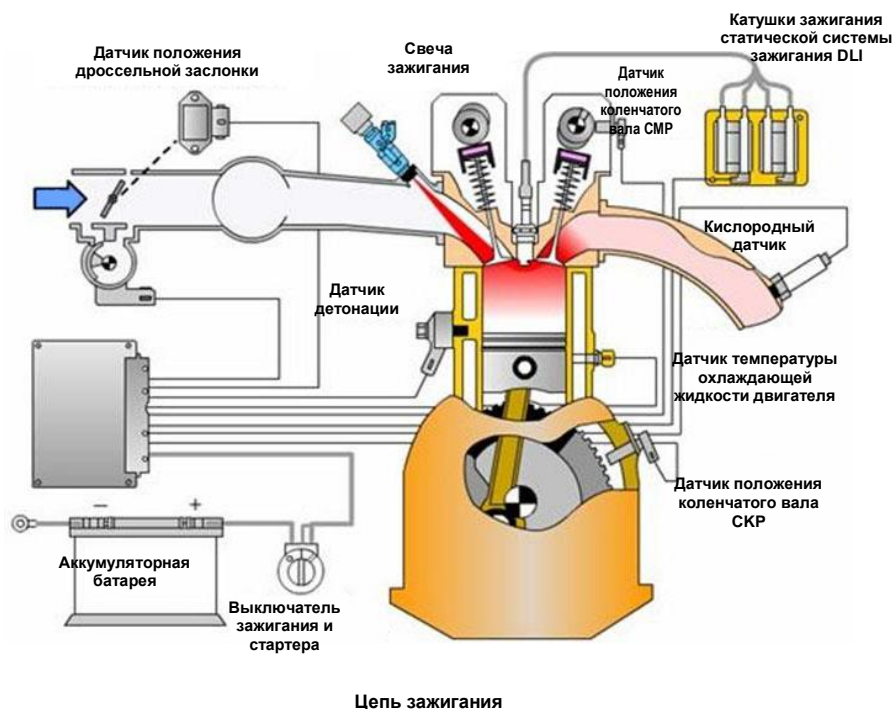
Метод впрыскивания и опережение зажигания



В современных системах впрыска топлива могут быть организованы разные режимы подачи топлива форсунками в двигатель.

Существует два основных режима впрыскивания, реализуемых ЭБУ двигателя при разных условиях работы двигателя. Их называют синхронным и асинхронным впрыском. При синхронном впрыске момент подачи топлива в цилиндр согласован с подачей искры при определенных углах поворота коленчатого вала. Этот режим является основным рабочим режимом управления топливоподачей. Асинхронный впрыск применяется при ускорении, торможении и во время пуска. В этом случае момент подачи топлива определяется по изменениям показаний датчика положения дроссельной заслонки TPS и не привязан к зажиганию и углам поворота коленчатого вала. Кроме этого, впрыск может быть одновременным, параллельным и последовательным. При одновременном впрыске все форсунки подают топливо в цилиндры в одно и то же время. Параллельный впрыск заключается в том, что несколько форсунок одновременно впрыскивают топливо в цилиндры, например во 2-й и 3-й цилиндры 4-цилиндрового двигателя. И, наконец, последовательный впрыск означает, что все форсунки имеют индивидуальное управление в зависимости от положения поршня в соответствующем цилиндре.

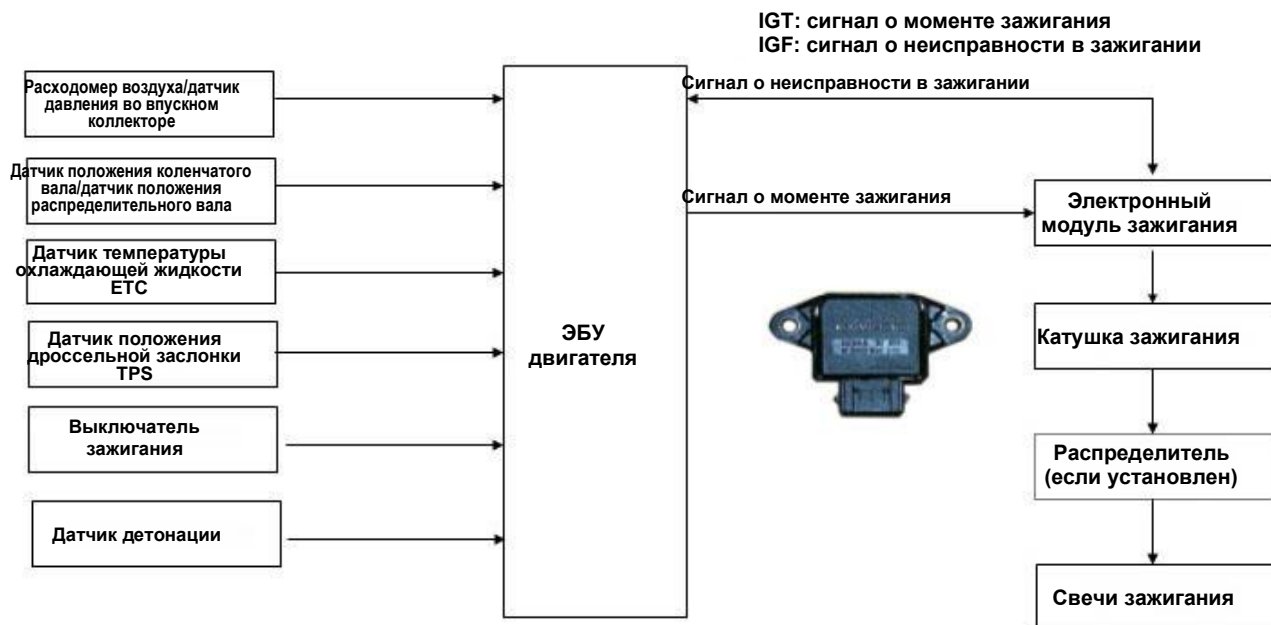
Описание системы зажигания



В системах зажигания, управляемых компьютером, достигается высокая точность установки момента опережения зажигания. ЭБУ двигателя рассчитывает момент опережения зажигания на основе входных сигналов ряда датчиков. В памяти ЭБУ двигателя содержатся данные по оптимальным углам опережения для всех режимов работы двигателя. Несмотря на то, что система зажигания является частью общей системы управления двигателем, ряд компонентов системы работает независимо от системы впрыска. Некоторые входные сигналы этих систем отличаются. Кроме того, у системы зажигания имеются свои собственные датчики. Поэтому рассмотрим систему зажигания более подробно. Системы зажигания бывают двух типов: распределительного типа и статического DLI. Все современные модели автомобилей оснащены статической системой зажигания DLI.

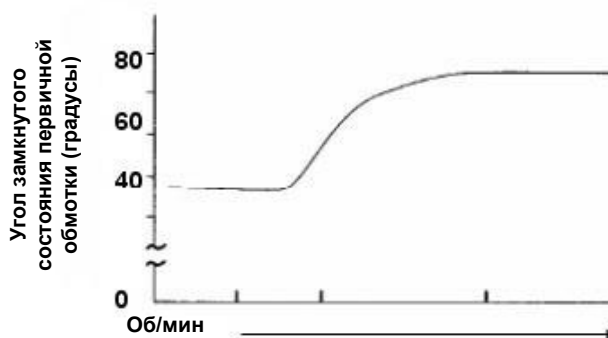
Основные компоненты

В зависимости от типа системы зажигания ее основными компонентами являются:



Основное назначение системы зажигания состоит в воспламенении топливоздушную смеси в камере сгорания в строго определенное время. Для повышения мощности двигателя топливоздушную смесь следует поджечь так, чтобы максимальное давление сгорания было достигнуто в момент угла поворота коленчатого вала, равного 10° до верхней мертвой точки. Момент зажигания зависит от: частоты вращения двигателя, состава смеси и т. д. На рисунке приведены входные сигналы датчиков, необходимые для управления моментом зажигания: датчика положения дроссельной заслонки, массового расходомера воздуха и датчика абсолютного давления во впускном коллекторе, датчика температуры охлаждающей жидкости двигателя, датчика положения коленчатого вала, выключателя зажигания, датчика положения распределительного вала и датчика детонации. Основываясь на информации от этих датчиков, блок управления посылает сигнал для установки угла опережения зажигания IGT в модуль зажигания (силовой транзистор). После прохождения сигнала IGT силовой каскад модуля зажигания замыкает и размыкает первичную обмотку катушки зажигания, создавая высокое напряжение, необходимое для возникновения электрической искры (7 кВ – 35 кВ).

Управление углом опережения зажигания и замкнутого состояния первичной обмотки



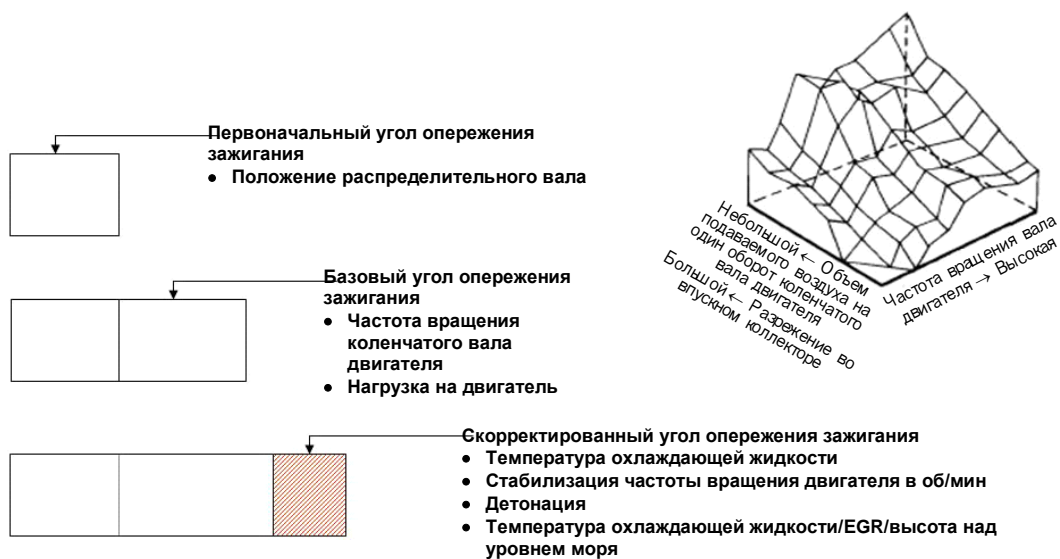
Управление углом замкнутого состояния первичной обмотки катушки зажигания

Чаще всего с увеличением оборотов двигателя время замкнутого состояния первичной обмотки катушки зажигания сокращается. Это приводит также к снижению вторичного напряжения. Чтобы предотвратить это негативное явление и обеспечить высокое вторичное напряжение, блок управления временно увеличивает, насколько это возможно, угол замкнутого состояния первичной обмотки.

Защитная блокировка

Силовой транзистор отключается, если по первичной обмотке протекает ток в течение времени, которое больше заданного. Это защищает катушку зажигания и силовой транзистор от перегрева и выхода из строя. Цепь защиты от перенапряжения отключает силовой транзистор, если напряжение питания становится слишком высоким. Это обеспечивает защиту катушки зажигания и силового транзистора.

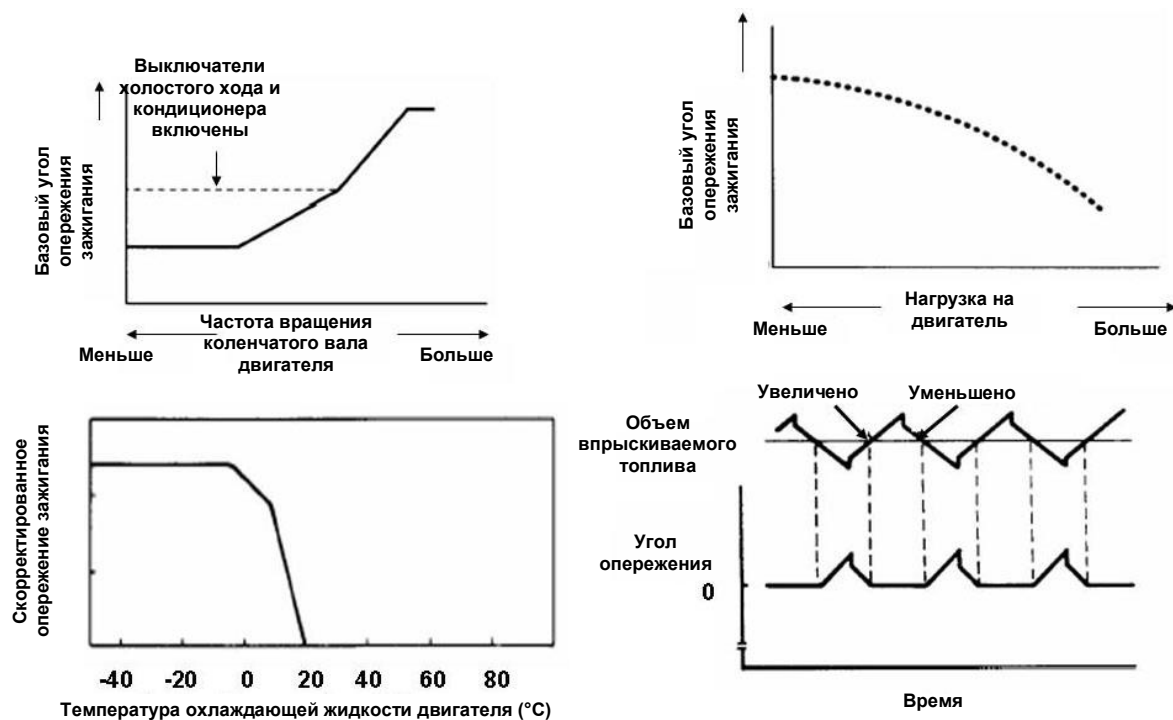
Схема опережения зажигания



Опережение зажигания зависит от многих факторов. Оптимальное опережение зажигания на всех режимах работы двигателя выставляет ЭБУ двигателя по данным картограммы значений, хранящейся в его памяти. Выбор точных значений опережения зажигания выполняется по диаграмме параметров на основе сочетания данных частоты вращения двигателя, температуры охлаждающей жидкости, положения дроссельной заслонки и показаний датчика детонации. Последний позволяет откорректировать момент зажигания под разное октановое число. ЭБУ двигателя увеличивает угол опережения зажигания в момент запуска холодного двигателя и уменьшает его на прогревом двигателе, при движении в горах и особенно в момент регистрации детонации.

Оптимальное опережение зажигания = первоначальный угол опережения зажигания + базовый угол опережения + скорректированный угол опережения (задержки) зажигания.

Базовый угол опережения зажигания



Базовый угол опережения зажигания

ЭБУ двигателя рассчитывает значение этого угла на основе данных о частоте вращения двигателя и расхода воздуха. Сигналы этих датчиков оказывают основное влияние на определение базового опережения зажигания.

Есть еще ряд дополнительных датчиков, сигналы которых используются для коррекции расчета этого угла. Сигнал о включении муфты компрессора кондиционера увеличивает угол опережения, если замкнуты контакты холостого хода в датчике положения дроссельной заслонки. На некоторых двигателях базовый угол опережения может увеличиваться или уменьшаться ЭБУ двигателя после определения последним типа топлива по сигналам датчика детонации.

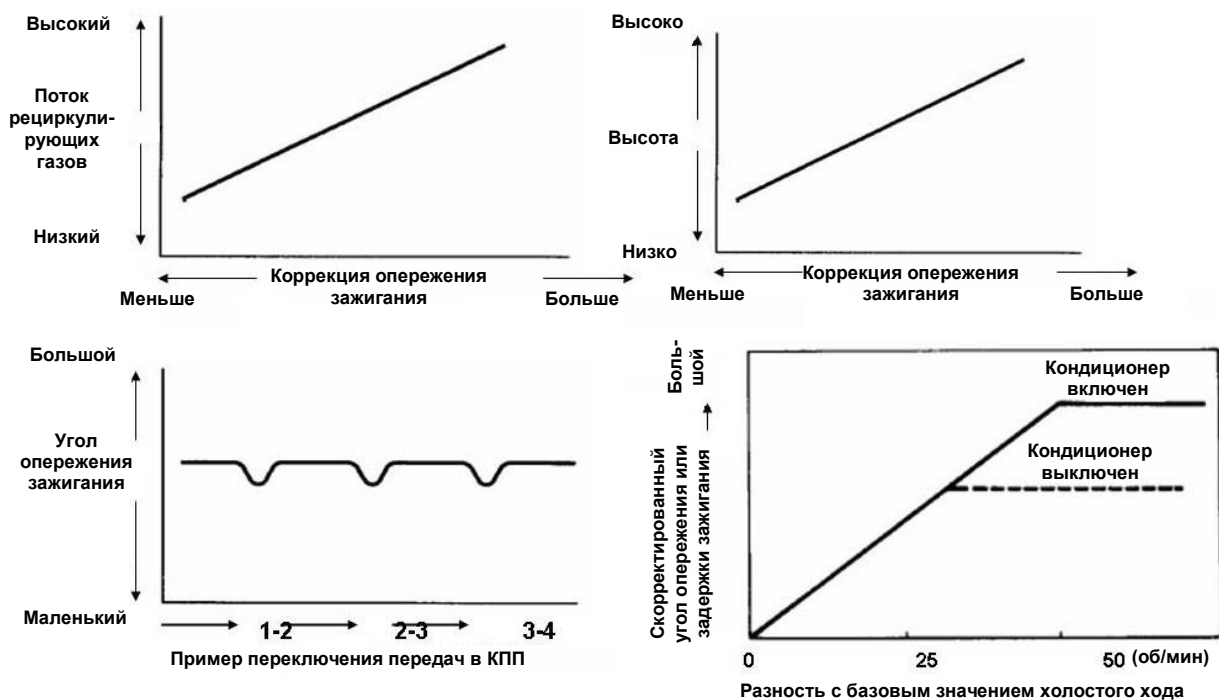
Коррекция по температуре двигателя

Для обеспечения устойчивости работы холодного двигателя опережение зажигания увеличивается. ЭБУ двигателя рассчитывает значение дополнительного (скорректированного) угла опережения зажигания на основании данных о расходе воздуха и состоянии контактного выключателя холостого хода в датчике положения дроссельной заслонки.

Коррекция по составу смеси для обеспечения устойчивого холостого хода

Чтобы снизить неравномерность работы двигателя из-за изменения состава топливоздушной смеси в ходе управления по замкнутому контуру, ЭБУ двигателя увеличивает опережение зажигания в момент обеднения смеси (когда количество впрыскиваемого топлива снижается). Совсем малый корректирующий угол обеспечивает ровный холостой ход.

Коррекция момента зажигания



Коррекция по рециркуляции отработавших газов EGR

Зажигание будет более ранним по сравнению с базовым моментом, если контакты выключателя холостого хода в датчике положения дроссельной заслонки будут разомкнуты, а клапаны системы EGR — открыты.

Коррекция по высоте

Установка более раннего зажигания (только на определенных моделях) на больших высотах улучшает рабочие характеристики двигателя и устойчивость холостого хода.

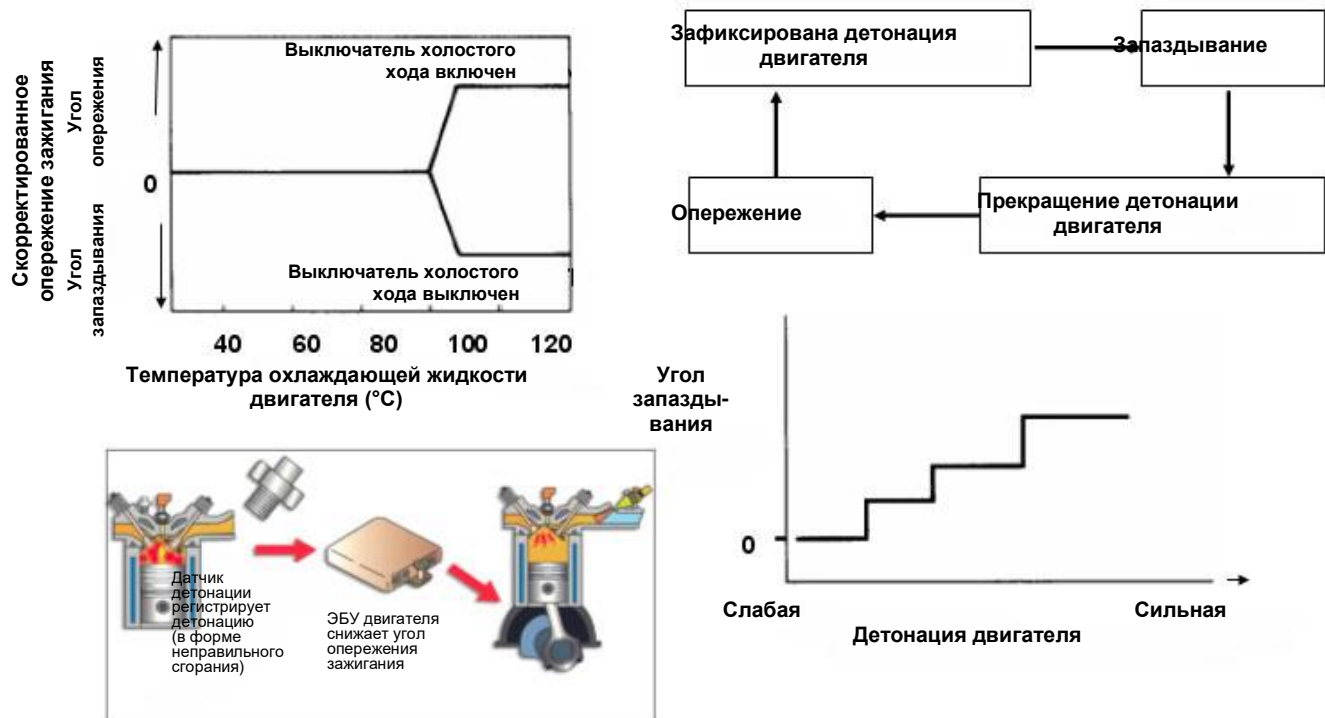
Коррекция в момент переключения передач в АКП

На некоторых моделях, оснащенных автоматической коробкой передач (АКП), в момент переключения передач угол опережения зажигания уменьшается. В результате снижается крутящий момент двигателя и происходит плавное переключение передач.

Нагрузка на двигатель и коррекция для стабилизации холостого хода

Когда из-за роста нагрузки частота холостого хода двигателя изменяется, ЭБУ двигателя регулирует момент зажигания для ее стабилизации. ЭБУ двигателя постоянно контролирует и рассчитывает среднюю частоту вращения двигателя. Если она ниже заданной, ЭБУ двигателя увеличивает угол зажигания, корректируя базовое значения угла.

Коррекция при превышении температуры

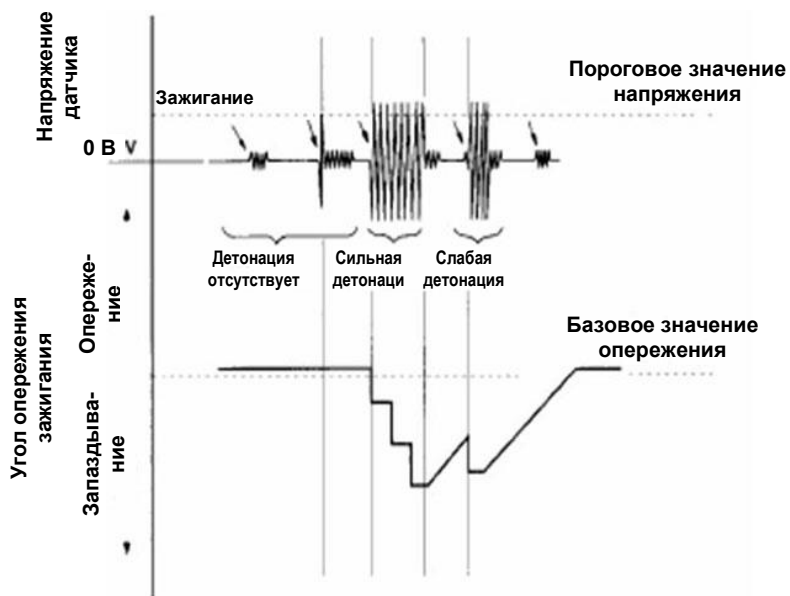


Если возникает опасность перегрева двигателя, ЭБУ двигателя делает момент зажигания более ранним в том случае, когда контакты выключателя холостого хода замкнуты. Если контакты выключателя разомкнуты, ЭБУ двигателя уменьшает угол опережения зажигания для предотвращения детонации двигателя. Система зажигания двигателя, оснащенная датчиком детонации, может работать в зоне, максимально близкой к границе детонации. Если регистрируется детонация, устанавливается более позднее зажигание, значение которого выбирается из картограммы данных, хранящихся в памяти ЭБУ двигателя. Затем шаг за шагом опережение возвращается к своему первоначальному значению. Если в ходе этого процесса вновь регистрируется детонация, угол опережения уменьшается, в противном случае он увеличивается до достижения исходного значения опережения. Если сигнал детонации резко отличается от уровня шума работы двигателя и превышает предельное (пороговое) значение в течение заданного времени, то производится коррекция по детонации, в результате которой опережение зажигания уменьшается на определенную величину. Датчик детонации необходимо затягивать определенным моментом, указанным в заводской инструкции. Затяжка неправильным моментом может привести к появлению неоправданно большой задержки зажигания, что в худшем случае приведет к поломке двигателя!

Коррекция по детонации

ЭБУ двигателя постоянно получает сигнал от датчика детонации. В зависимости от уровня сигнала этого датчика в определенной степени снижается базовый угол опережения зажигания. Как только детонация исчезла, ЭБУ двигателя постепенно возвращает исходное значения угла опережения. Схема коррекции по детонации позволяет оптимизировать работу двигателя на топливах с разным октановым числом, одновременно обеспечивая максимальный КПД двигателя на топливе с высоким октановым числом.

Контроль детонации



Система зажигания двигателя, оснащенная датчиком детонации, может работать в зоне, максимально близкой к границе детонации. Если регистрируется детонация, устанавливается более позднее зажигание, значение которого выбирается из картограммы данных, хранящихся в памяти ЭБУ двигателя. Затем шаг за шагом опережение возвращается к своему первоначальному значению. Если в ходе этого процесса вновь регистрируется детонация, угол опережения уменьшается, в противном случае он увеличивается до достижения исходного значения опережения. Если сигнал детонации резко отличается от уровня шума работы двигателя и превышает предельное (пороговое) значение в течение заданного времени, то производится коррекция по детонации, в результате которой опережение зажигания уменьшается на определенную величину. Датчик детонации необходимо затягивать определенным моментом, указанным в заводской инструкции. Затяжка неправильным моментом может привести к появлению неоправданно большой задержки зажигания, что в худшем случае приведет к поломке двигателя!

Диагностические функции



```
1. HYUNDAI VEHICLE DIAGNOSIS
MODEL : ATOS F/LIFT06-
SYSTEM : ENGINE L4-SOHC
UNLEAD EOBDB
01. DIAGNOSTIC TROUBLE CODES
02. CURRENT DATA
03. FLIGHT RECORD
04. ACTUATION TEST
05. SIMU-SCAN
06. IDENTIFICATION CHECK
07. DATA SETUP(UNIT CONU.)
```

```
1. HYUNDAI VEHICLE DIAGNOSIS
MODEL : ATOS F/LIFT06-
SYSTEM : ENGINE L4-SOHC
UNLEAD EOBDB
01. DIAGNOSTIC TROUBLE CODES
02. CURRENT DATA
03. FLIGHT RECORD
04. ACTUATION TEST
05. SIMU-SCAN
06. IDENTIFICATION CHECK
07. DATA SETUP(UNIT CONU.)
```

Систему распределенного впрыска MPI можно продиагностировать. Можно выполнить следующее: чтение диагностических кодов неисправностей, вывод значений параметров и проведение проверки исполнительных механизмов. Для получения более подробной информации о работе диагностического прибора Hi-Scan Pro необходимо обратиться к соответствующему разделу, посвященному инструменту и оборудованию. Диагностический прибор также имеет дополнительные функции, например: имитация сигналов или работа в режиме осциллографа. Эти функции рассматриваются во второй части данного учебного курса.