

M-STEP

MPI – Система многоточечного впрыскивания



2008

Оглавление

Глава 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ MPI	1-1
1. Системы подачи топлива бензиновых двигателей	1-1
2. Обзор устройства системы распределенного впрыскивания (MPI)	1-3
2.1 Схема типичной системы распределенного впрыскивания (MPI)	1-3
2.2 Обзор системы подачи топлива	1-4
2.3 Обзор системы зажигания	1-5
2.4 Обзор системы управления расходом воздуха	1-6
2.5 Обзор системы управления токсичностью отработавших газов	1-8
3. Общие сведения об элементах системы распределенного впрыскивания топлива (MPI)	1-9
3.1 Электронный блок управления двигателем (Engine-ECU)	1-10
3.2 Исполнительные устройства (актюаторы)	1-11
4. Принцип действия системы распределенного впрыскивания топлива	1-12
4.1 Входные сигналы	1-13
4.2 Принятие решения	1-17
4.3 Действие	1-18
4.4 Управление цепью обратной связи	1-20
4.5 Принцип работы электронного блока управления двигателем	1-23
5. Проверка полученных знаний	1-28
Глава 2 СИСТЕМА ВПРЫСКИВАНИЯ ТОПЛИВА	2-1
1. Работа системы	2-1
1.1 Система топливоподачи	2-1
1.2 Система электронного управления	2-3
1.3 Система распределенного впрыскивания топлива (MPI)	2-3
1.4 Способы подачи топлива системой распределенного впрыскивания	2-4
1.5 Одновременный способ подачи топлива	2-5
1.6 Синхронный способ подачи топлива	2-6
1.7 Несинхронизированное управление топливоподачей	2-9
2. Управление количеством впрыскиваемого топлива	2-11
2.1 Расчет количества впрыскиваемого топлива	2-11
2.2 Длительность базового импульса управления форсункой	2-12
2.3 Определение частоты вращения коленчатого вала двигателя	2-15
2.4 Управление с обратной связью	2-15
2.5 Коррекция, основанная на информации от датчиков других источников	2-19
2.6 Другие виды управления подачей топлива	2-24
2.7 Качество используемого топлива	2-26
3. Устройство и работа элементов системы топливоподачи	2-28
3.1 Топливный насос	2-29
3.2 Регулятор давления топлива	2-32
3.3 Топливный фильтр	2-35
3.4 Топливная форсунка	2-36
3.5 Датчик положения коленчатого вала двигателя	2-39
3.6 Датчик положения распределительного вала	2-41
3.7 Датчик расхода воздуха	2-45
3.8 Датчик температуры воздуха во впускном коллекторе	2-48
3.9 Датчик массового расхода воздуха	2-49
3.10 Датчик абсолютного давления	2-50
3.11 Датчик атмосферного давления	2-50

3.12 Датчик температуры охлаждающей жидкости в двигателе	2-51
3.13 Датчик положения дроссельной заслонки	2-51
3.14 Датчик положения педали акселератора	2-54
3.15 Кислородный датчик	2-58
3.16 Датчик скорости автомобиля	2-60
4. Проверка полученных знаний	2-62
Глава 3 СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ	3-1
1. Принцип действия системы зажигания	3-1
1.1 Система зажигания с распределителем	3-1
1.2 Системы зажигания без распределителя	3-2
2. Управление распределением искрообразования по цилиндрам	3-4
2.1 Статическая система зажигания с двухвыводными катушками зажигания	3-4
2.2 Статическая система зажигания с индивидуальными катушками зажигания	3-5
3. Управление углом опережения зажигания	3-7
3.1 Расчет времени рабочего цикла	3-8
3.2 Управление моментом открывания силового транзистора	3-8
3.3 Управление моментом закрывания силового транзистора	3-9
3.4 Управление углом опережения зажигания	3-10
3.5 Коррекция угла опережения зажигания	3-11
3.6 Управление детонацией	3-14
3.7 Совместное управление двигателем и коробкой передач	3-16
4. Управление временем накопления энергии в катушке зажигания	3-16
4.1 Ток в первичной обмотке катушки зажигания	3-16
4.2 Блок-схема управления временем накопления в первичной обмотке катушки зажигания	3-17
5. Принцип действия элементов системы	3-18
5.1 Датчик положения коленчатого вала двигателя	3-18
5.2 Датчик положения распределительного вала	3-18
5.3 Датчик детонации	3-19
5.4 Силовой транзистор	3-20
5.5 Датчик неисправности системы зажигания	3-21
6. Проверка полученных знаний	3-22
Глава 4 СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ХОЛОСТЫМ ХОДОМ ДВИГАТЕЛЯ	4-1
1. Управление частотой вращения коленчатого вала в режиме холостого хода	4-1
2. Принцип действия системы	4-2
2.1 Алгоритм управления оборотами холостого хода	4-2
2.2 Управление расходом воздуха	4-3
2.3 Управление оборотами холостого хода	4-7
2.4 Управление положением шагового электродвигателя	4-11
3. Принцип действия элементов системы холостого хода	4-16
3.1 Сервопривод регулятора оборотов холостого хода	4-16
3.2 Количество воздуха проходящего через байпасный канал и количество шагов шагового электродвигателя	4-16
3.3 Принцип действия шагового электродвигателя	4-17
3.4 Выключатель кондиционера	4-20
3.5 Вывод FR генератора	4-20
3.6 Вывод G генератора	4-22
3.7 Управление током генератора	4-23

3.8 Датчик давления рабочей жидкости в рулевом управлении	4-24
3.9 Датчик положения селектора АКПП	4-25
4. Проверка полученных знаний	4-26
Глава 5 СИСТЕМА СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ	5-1
1. Отработавшие газы	5-1
1.1 Состав отработавших газов	5-2
1.2 Вредные компоненты в отработавших газах и их влияние на человеческий организм	5-2
1.3 Механизм образования вредных компонентов	5-3
1.4 Другие компоненты отработавших газов	5-6
1.5 Причины превышения концентрации вредных выбросов в отработавших газах	5-7
2. Принцип действия системы снижения токсичности	5-10
2.1 Система принудительной вентиляции картера	5-10
2.2 Система улавливания паров топлива	5-12
2.3 Система рециркуляции отработавших газов (EGR)	5-14
2.4 Каталитический нейтрализатор	5-16
2.5 Винт регулировки состава смеси	5-19
3. Система бортовой диагностики (OBD)	5-20
3.1 Диагностические коды неисправности	5-20
3.2 Принцип действия системы определения неисправностей	5-21
3.3 Контрольная лампа индикации неисправностей двигателя	5-22
3.4 Данные «стоп-кадр»	5-22
3.5 Диагностические коды	5-24
3.6 Основные контролируемые элементы	5-27
3.7 Проверка кислородного датчика	5-27
3.8 Проверка состояния каталитического нейтрализатора	5-29
3.9 Проверка системы топливоподдачи	5-31
3.10 Контроль пропусков воспламенения	5-35
3.11 Ездовой цикл управления автомобилем	5-39
3.12 Диагностические режимы системы E-OBD	5-44
4. Проверка полученных знаний	5-46
Глава 6 ТЕХНИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ НА АВТОМОБИЛЕ	6-1
1. Общие сведения	6-1
1.1 Управление при возникновении неисправности	6-1
2. Диагностические коды неисправности	6-3
2.1 Методика считывания и стирания диагностических кодов неисправностей	6-3
2.2 Система самодиагностики	6-4
2.3 Таблица поиска причин неисправностей по признакам	6-14
2.4 Справочная таблица данных	6-16
2.5 Справочная таблица проверки исполнительных устройств	6-22
2.6 Проверки на выводах разъема электронного блока управления двигателем	6-23
2.7 Диагностика с использованием осциллографа	6-25
2.8 Специальный инструмент	6-27
3. Технические операции, выполняемые на автомобиле	6-29
3.1 Очистка корпуса дроссельной заслонки	6-29
3.2 Регулировка базовой частоты вращения холостого хода	6-31
3.3 Обучение работе на холостом ходу	6-32

3.4 Инициализация значений, сохраненных в блоке управления двигателем	6-33
3.5 Инициализация электронно-управляемой дроссельной заслонки	6-33
3.6 Проверка угла опережения зажигания	6-33
3.7 Регулировка датчика положения дроссельной заслонки	6-35
3.8 Проверка сервопривода регулятора оборотов холостого хода	6-36
3.9 Проверка работы топливного насоса	6-37
3.10 Сброс давления топлива	6-38
3.11 Измерение давления топлива	6-38
3.12 Проверка форсунки	6-42
3.13 Проверка датчика расхода воздуха	6-43
3.14 Проверка вакуумного датчика	6-44
3.15 Проверка датчика положения распределительного вала и датчика положения коленчатого вала	6-45
3.16 Проверка датчика температуры воздуха на впуске	6-45
3.17 Проверка датчика температуры охлаждающей жидкости	6-46
3.18 Проверка кислородного датчика	6-48
3.19 Проверка вакуумных линий	6-50
3.20 Проверка системы принудительной вентиляции картера	6-51
3.21 Проверка системы улавливания паров топлива	6-53
3.22 Проверка системы рециркуляции ОГ	6-56
5. Проверка полученных знаний	6-60

Глава 7 СИСТЕМА НЕПОСРЕДСТВЕННОГО ВПРЫСКИВАНИЯ БЕНЗИНА GDI 7-1

1. Общие сведения	7-1
2. Основные элементы конструкции	7-1
3. Особенности двигателей с системой GDI	7-2
3.1 Движение воздушного потока внутри цилиндра	7-2
3.2 Способы смесеобразования двигателей с системой GDI	7-3
4. Устройство и основные элементы	7-7
4.1 Головка блока цилиндров	7-7
4.2 Поршень	7-7
4.3 Впускная система	7-8
5. Система топливоподачи	7-11
5.1 Элементы топливной системы	7-12
5.2 Системы снижения токсичности	7-16

Глава 1

Общие сведения о системе МРІ

1. Системы подачи топлива бензиновых двигателей

Для нормальной работы бензинового двигателя необходимо подавать в камеру сгорания топливоздушную смесь, которая должна обладать следующими свойствами:

- находиться в газообразной фазе (жидкость не горит)
- быть гомогенной (однородной, хорошо перемешанной)
- тщательно дозирована (отношении массы бензина к массе воздуха должно поддерживаться таким образом, чтобы обеспечить наиболее полное сгорание).

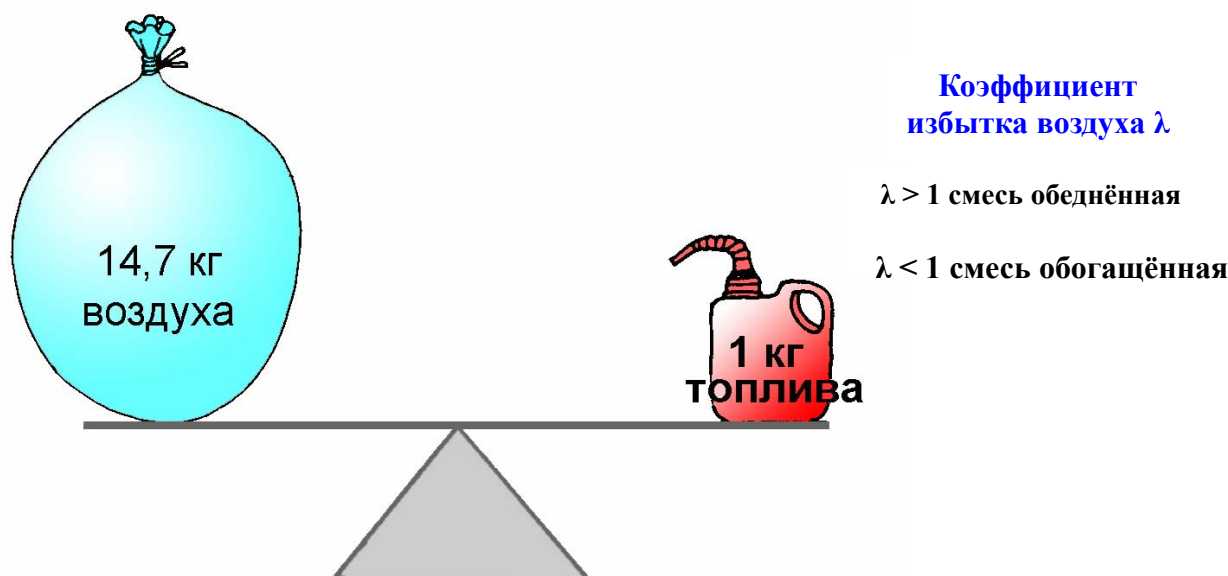


Рис.1.1 Стехиометрическое соотношение

Установлено, что идеальное количество воздуха необходимое для полного сгорания топлива, в весовых единицах составляет 14,7:1(**стехиометрическое соотношение**).

Коэффициент избытка воздуха λ - показывает во сколько раз действительное количество воздуха, отличается от теоретически необходимого количества.

$$\lambda = \frac{\text{Стехиометрическое отношение массы топлива к массе воздуха}}{\text{Действительное отношение массы топлива к массе воздуха}}$$

В зависимости от режима работы двигателя оптимальная величина воздушно-топливного отношения меняется и может отличаться от идеального стехиометрического значения:

- ($\lambda > 1$) - **экономичный состав смеси (обеднённая смесь)** - в этой смеси имеется избыток воздуха, обеспечивающий сгорание всего топлива, содержащегося в смеси.
- ($\lambda < 1$) - **мощной состав смеси (обогащённая смесь)** - в этой смеси имеется избыток топлива, что позволяет увеличивать скорость сгорания.

Общие сведения о системе МРІ

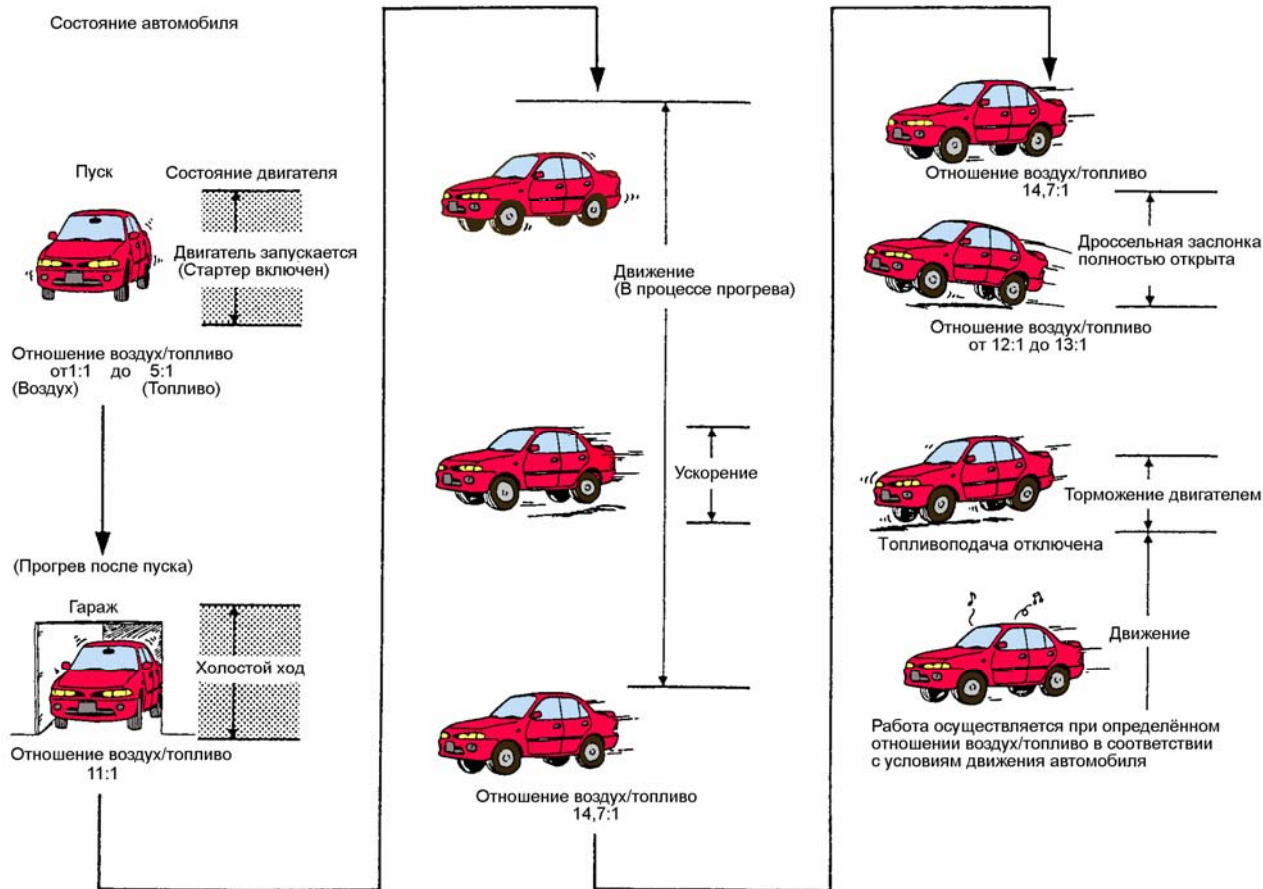


Рис.1.2 Состав топливоздушной смеси при различных условиях движения автомобиля

На большинстве режимов движения автомобиля состав топливной смеси близок к стехиометрическому, однако при изменении режимов и условий работы двигателя его необходимо корректировать.

При запуске двигателя топливо подаётся с избытком (отношение от 1:1 до 5:1), т.к. в холодном двигателе оно плохо испаряется и конденсируется на стенках впускного коллектора, но при этом свечи зажигания заливаются не должны.

Для устойчивой работы при прогреве двигателя смесь должна быть обогащённой (отношение примерно 11:1). Степень обогащения зависит от температуры охлаждающей жидкости и всасываемого воздуха.

После прогрева в режиме холостого хода и установившемся режиме движения, двигатель работает на стехиометрическом составе смеси.

В переходных режимах, т.е. при резком изменении нагрузки, дроссельная заслонка открывается достаточно быстро и во впускной коллектор поступает больше воздуха, поэтому смесь необходимо кратковременно обогащать.

При движении автомобиля с полной нагрузкой, для получения максимальной мощности смесь необходимо обогащать (отношение от 12:1 до 13:1).

В режиме торможения двигателем топливоподача полностью прекращается. При снижении частоты вращения коленчатого вала ниже заданной величины топливоподача восстанавливается.

2. Обзор устройства системы распределенного впрыскивания (MPI)

2.1 Схема типичной системы распределенного впрыскивания (MPI)

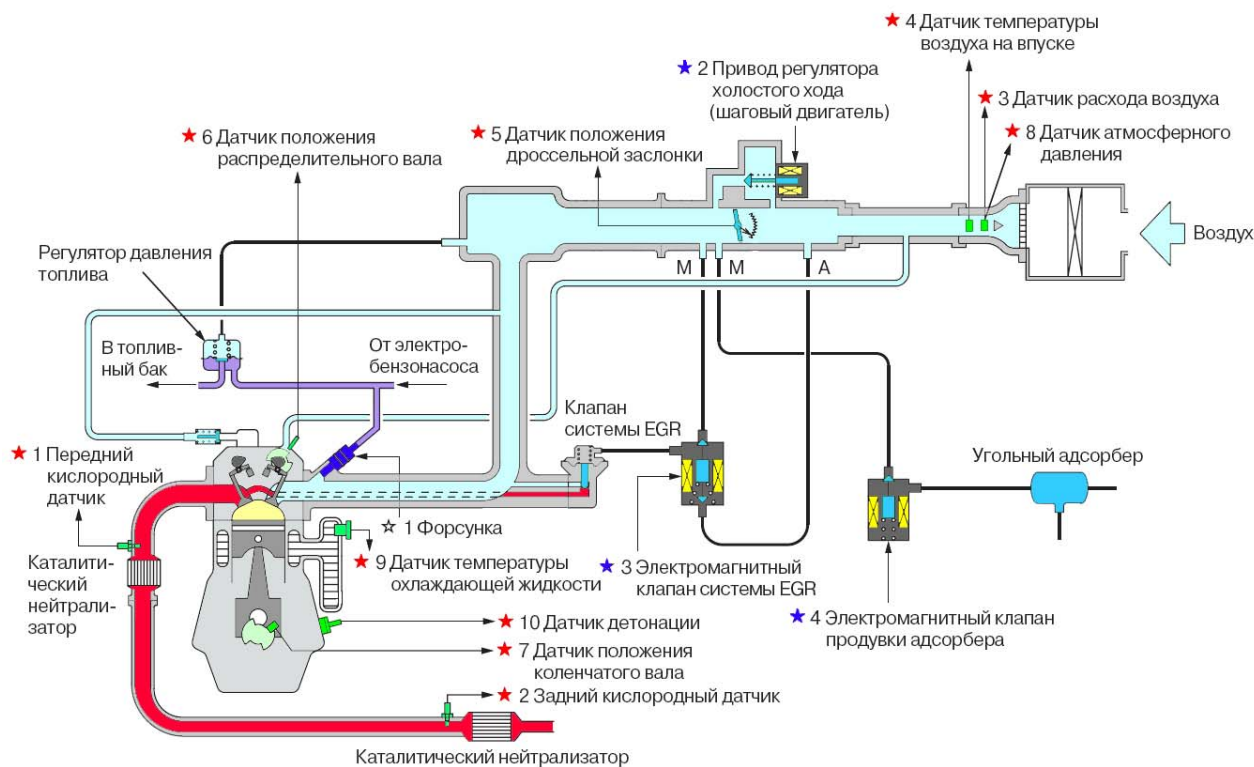


Рис.1.3 Схема типичной системы распределенного впрыскивания (MPI)

Электронно-управляемая система впрыскивания бензина, используемая в автомобилях фирмы Mitsubishi Motors, состоит из:

- системы подачи топлива;
- системы зажигания;
- системы управления расходом воздуха;
- системы управления токсичностью отработавших газов.

В системах распределенного впрыскивания (MPI) фирмы Mitsubishi при расчете соотношения воздух-топливо используется три способа определения количества воздуха, поступающего в цилиндры:

1. В большинстве случаев (автомобили с двигателями серии 4G6,4G9,6G7) используется датчик расхода воздуха типа Карман (Karman Vortex – вихри Кармана). Этот тип датчика преобразует расход воздуха в цифровой код, что повышает точность и быстродействие. Он обеспечивает измерение **объёма воздуха**, поступающего в двигатель. Массовый расход рассчитывается с учётом плотности воздуха.
2. На современных двигателях (4G69,4B1,6B3) применяются датчики, непосредственно измеряющие **массовый расход воздуха** (MAF – Mass Air Flow).
3. В системах, использующих косвенный принцип измерения расхода воздуха (автомобили с двигателями серии 4G1,3A9,4A9) используют датчик барометрического давления во впускном коллекторе (MAP sensor – Manifold Absolute Pressure Sensor). Массовый расход воздуха в этом случае не измеряется, а рассчитывается на основании измерения параметров (давление во впускном коллекторе, обороты двигателя, температура воздуха).

2.2 Обзор системы подачи топлива

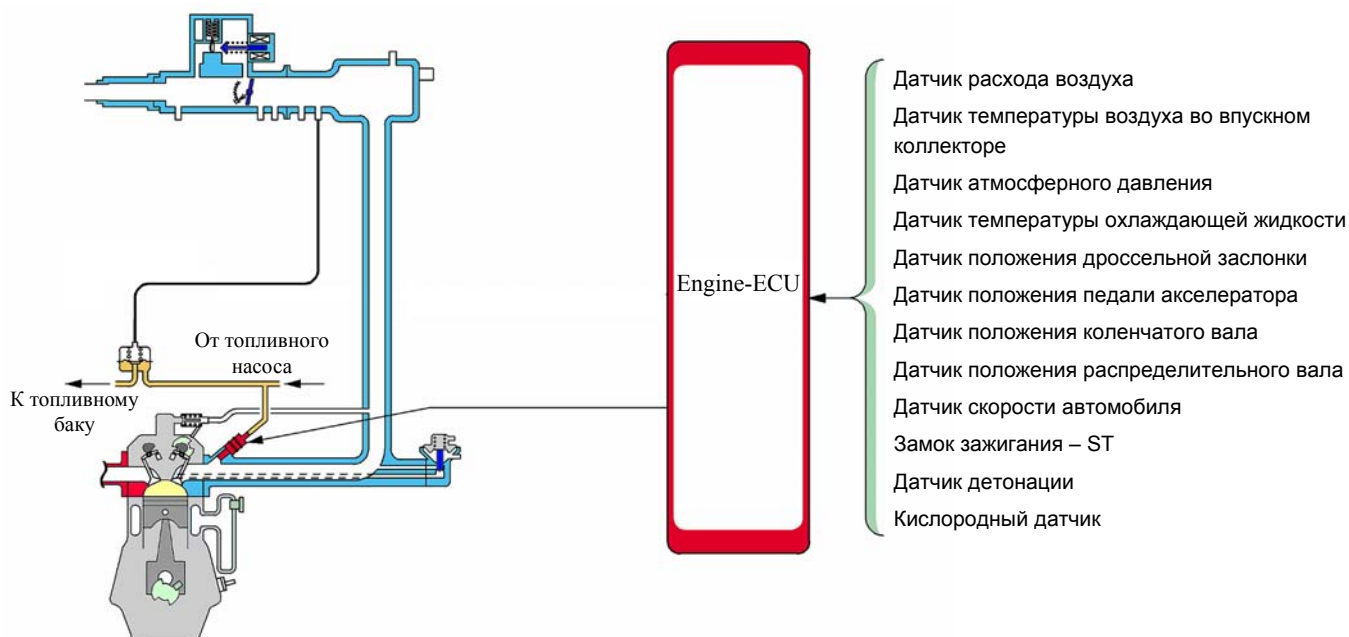


Рис. 1-4 Типичная схема системы подачи топлива

Системы подачи топлива, применяемые на автомобилях Mitsubishi Motors, производят точную дозировку топлива, обеспечивая оптимальное соотношение между получаемой мощностью, топливной экономичностью и низким уровнем токсичности отработавших газов.

Электронный блок управления двигателем (Engine-ECU) получает сигналы от соответствующих датчиков и управляет топливными форсунками таким образом, чтобы обеспечить наилучший состав воздушно-топливной смеси на различных режимах двигателя. Объем впрыскиваемого топлива задается временем работы форсунки (временем впрыска). Существует установленное базовое время впрыска, которое меняется в зависимости от оборотов двигателя и массы поступающего воздуха. При изменении режимов работы, топливная система немедленно к ним подстраивается. В соответствии с сигналами от различных датчиков и дорожными условиями вычисляется оптимальное время открытия форсунок (объем впрыскиваемого топлива).

Общие сведения о системе МРІ

2.3 Обзор системы зажигания

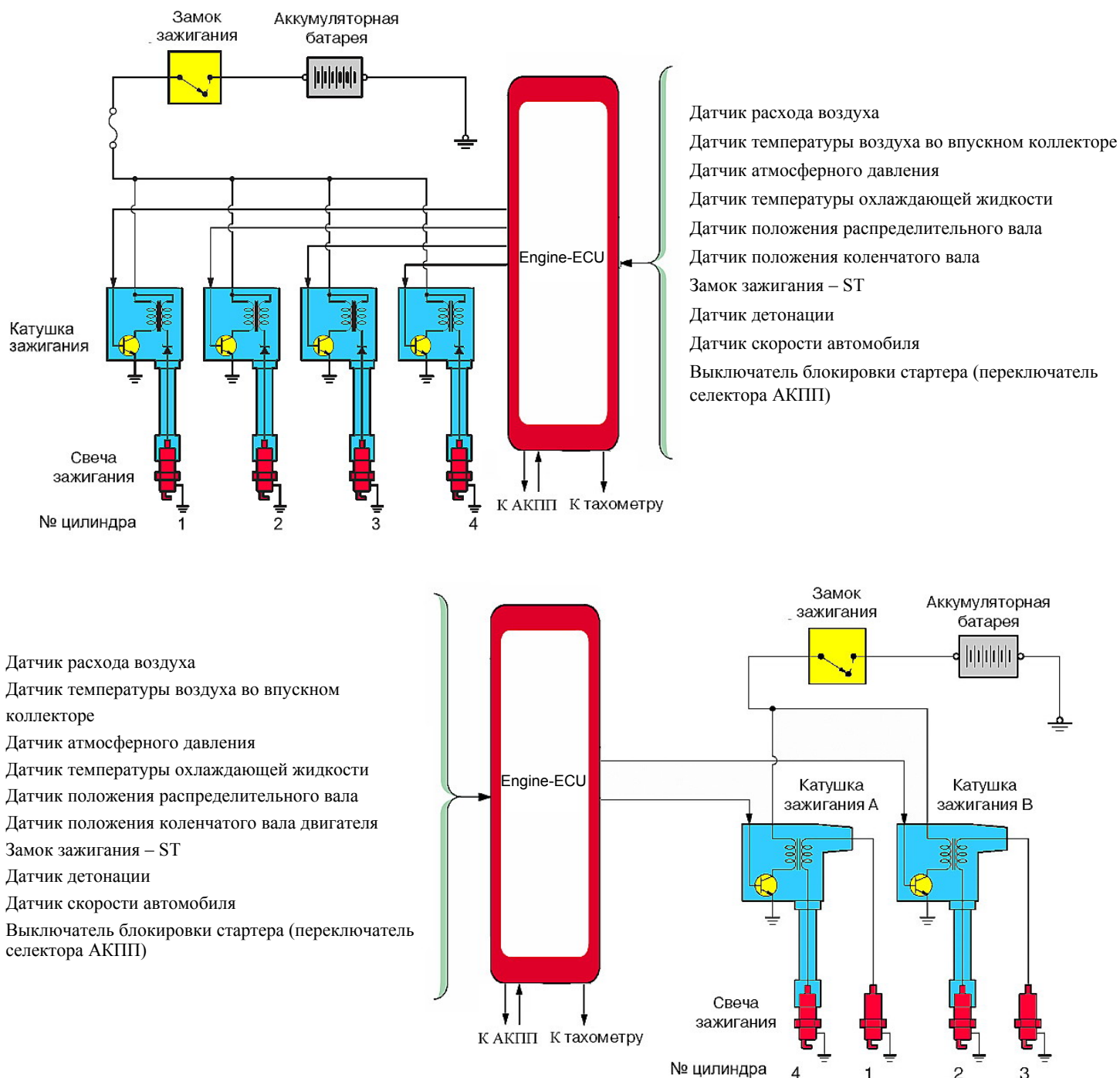


Рис. 1.5 Типичные схемы систем зажигания

Для обеспечения эффективного сгорания, система зажигания должна воспламенить воздушно-топливную смесь в цилиндре двигателя в точно заданный момент. Правильно выбранный момент зажигания гарантирует, что выделяющаяся тепловая энергия и развиваемое в цилиндре давление, как результат сгорания, высвобождаются в оптимальный момент в соответствии с положением поршня. Электронный блок управления двигателем (Engine-ECU) получает сигналы от датчика положения коленчатого вала, датчика положения распределительного вала и датчика расхода воздуха и управляет моментом зажигания. Дополнительно угол опережения зажигания корректируется в соответствии с условиями работы двигателя, такими как температура охлаждающей жидкости, температура воздуха, атмосферное давление, детонация и др.

2.4 Обзор системы управления расходом воздуха

2.4.1 Система с механическим управлением дроссельной заслонкой

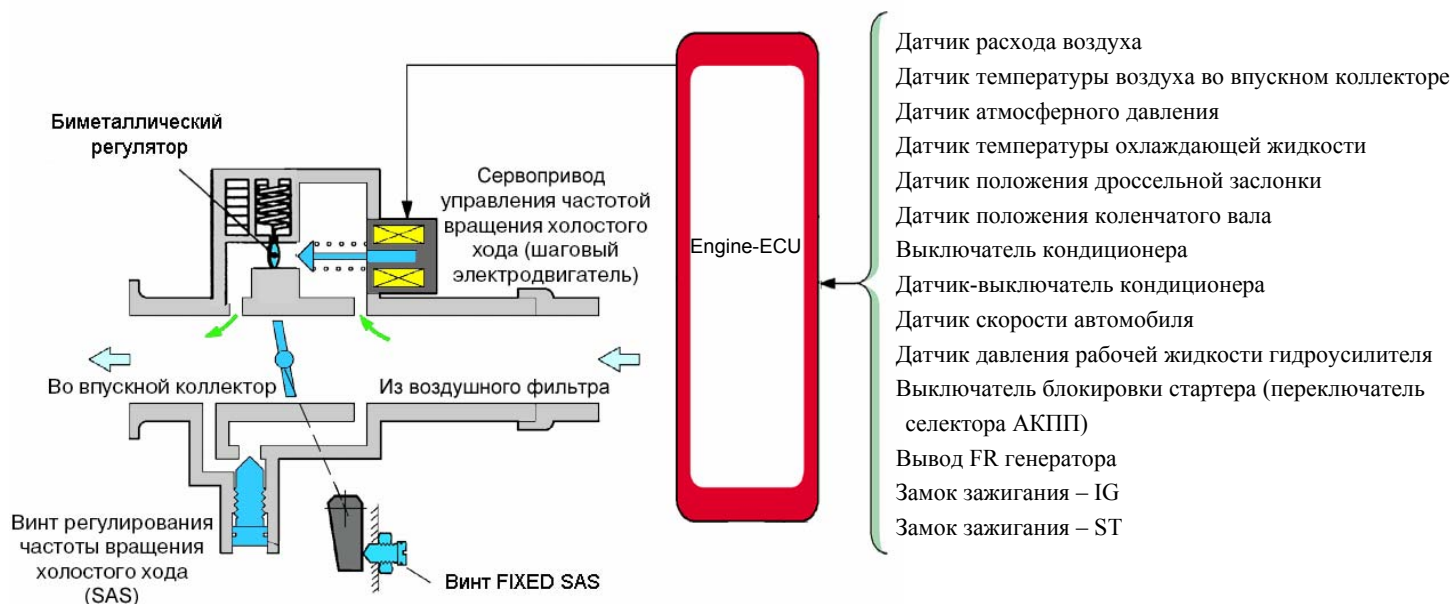


Рис. 1.6 Типичная схема системы управления расходом воздуха

Система управления расходом воздуха состоит из системы регулирования расхода воздуха и системы управления оборотами холостого хода. Система регулирования расхода воздуха обеспечивает оптимальную регулировку потока воздуха при движении автомобиля на нагрузочных режимах. Регулирование расхода воздуха осуществляется путем изменения положения дроссельной заслонки, при помощи механического привода.

Система управления оборотами холостого хода регулирует расход воздуха через систему впуска при полностью закрытой дроссельной заслонке. На вход системы поступает информация о значениях текущих параметров двигателя и окружающей среды, включая данные о частоте вращения двигателя и положении дроссельной заслонки.

На холодном двигателе частота оборотов холостого хода регулируется с помощью двух различных клапанов (на большинстве моделей). Биметаллический ограничитель регулирует расход воздуха в зависимости от температуры охлаждающей жидкости. Сервопривод регулирует расход в соответствии с командами, получаемыми от блока управления двигателем.

Во время холодного пуска ограничитель увеличивает количество воздуха, поступающего во впускной коллектор, что приводит к увеличению частоты вращения двигателя. После достижения нормальной рабочей температуры ограничитель закрывается, а для регулирования частоты оборотов холостого хода используется только клапан сервопривода.

На более поздних моделях биметаллический ограничитель отсутствует, и регулировка производится только клапаном сервопривода управления частотой оборотов холостого хода.

Общие сведения о системе МРІ

2.4.2. Система с электронно-управляемой дроссельной заслонкой

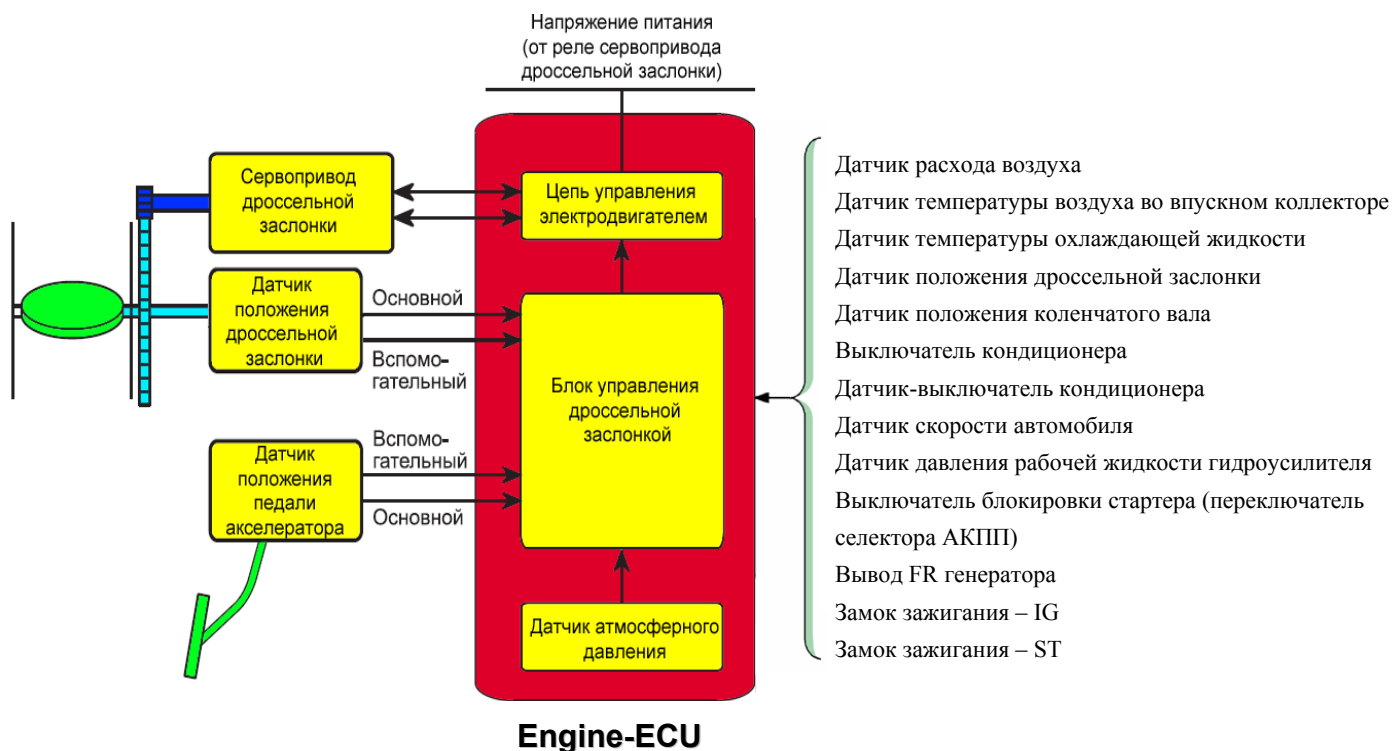


Рис. 1.7 Типичная схема системы управления расходом воздуха

Система с электронно-управляемой дроссельной заслонкой, управляет углом открытия заслонки в соответствии с заданным углом нажатия на педаль акселератора. Электронный блок управления двигателем (Engine-ECU) определяет степень нажатия на педаль акселератора при помощи датчика положения педали акселератора. К предварительно заданным базовым углам нажатия добавляются различные поправки и в соответствии с этим, рассчитывается угол открытия дроссельной заслонки.

2.5 Обзор системы управления токсичностью отработавших газов

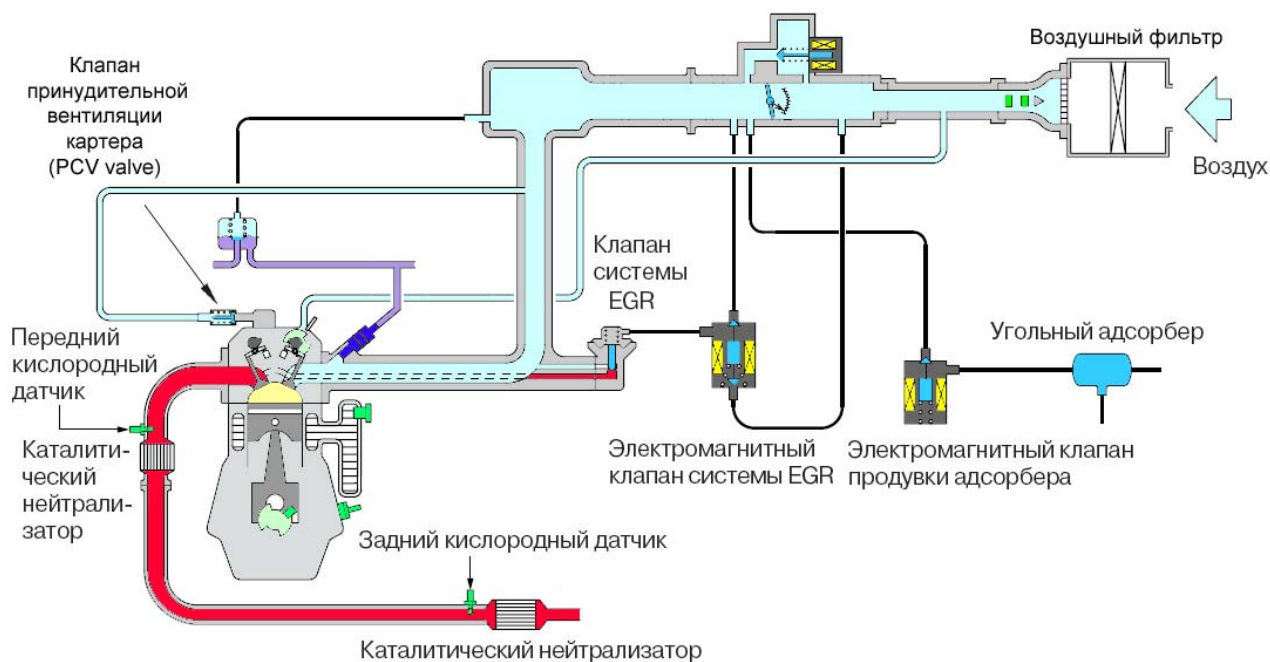


Рис. 1.8 Типичная схема системы управления токсичностью отработавших газов

Системы управления токсичностью отработавших газов необходимы для снижения содержания углеводородов (CH), окиси углерода (CO), и окислов азота (NOx). На автомобилях фирмы Mitsubishi Motors устанавливаются следующие системы, снижающие выбросы вредных компонентов в отработавших газах.

Система принудительной вентиляции картера (PCV)

Часть газов из камеры сгорания прорывается, через неплотности поршневых колец, в картер двигателя. Эти просочившиеся газы (blow-by gases) токсичны и при попадании в атмосферу наносят вред окружающей среде.

Клапан принудительной вентиляции картера (PCV valve) является основным элементом этой системы. Он пропускает картерные газы во впускной коллектор, где они, перемешиваясь с воздушно-топливной смесью, направляются в камеру сгорания двигателя.

Система улавливания паров топлива

Система улавливания паров топлива обеспечивает накопление паров топлива образующихся в топливном баке, состоящих в основном из летучих углеводородов (CH), в угольном адсорбере.

Во время продувки адсорбера накопленные в нём пары топлива смешиваются с поступающим в двигатель воздухом и сгорают в цилиндрах двигателя.

Система рециркуляции отработавших газов (EGR)

Система рециркуляции отработавших газов на некоторых режимах работы двигателя отбирает часть отработавших газов из выпускного коллектора и направляет их во впускной коллектор для снижения температуры в камере сгорания.

Окислы азота (NOx) образуются в отработавших газах как результат сгорания смесей при высоких температурах.

Каталитический нейтрализатор

Каталитический нейтрализатор помогает снизить содержание вредных компонентов, являясь, по сути, второй камерой сгорания. Он способствует ускорению протекания химических реакций, ведущих к снижению концентрации вредных выбросов в отработавших газах. Для того чтобы каталитический нейтрализатор работал наиболее эффективно состав рабочей смеси должен поддерживаться в строго заданном соотношении (стехиометрический состав смеси).

Для контроля и диагностирования работы системы управления токсичностью отработавших газов, элементов системы подачи топлива применяется система бортовой диагностики (EOBD).

3. Общие сведения об элементах системы распределенного впрыскивания топлива (МРІ)

Система распределенного впрыскивания топлива (МРІ) управляется электронным блоком управления двигателем. Электронный блок управления двигателем использует поступающую на него информацию от различных датчиков для того, чтобы определить оптимальное количество впрыскиваемого форсунками топлива, момент впрыска топлива, момент зажигания рабочей смеси в цилиндре, а также определить корректирующий коэффициент для установления необходимой частоты вращения двигателя на режиме холостого хода. В соответствии с полученными результатами расчетов, электронный блок управления вырабатывает управляющие сигналы и посылает их к определенным исполнительным устройствам.

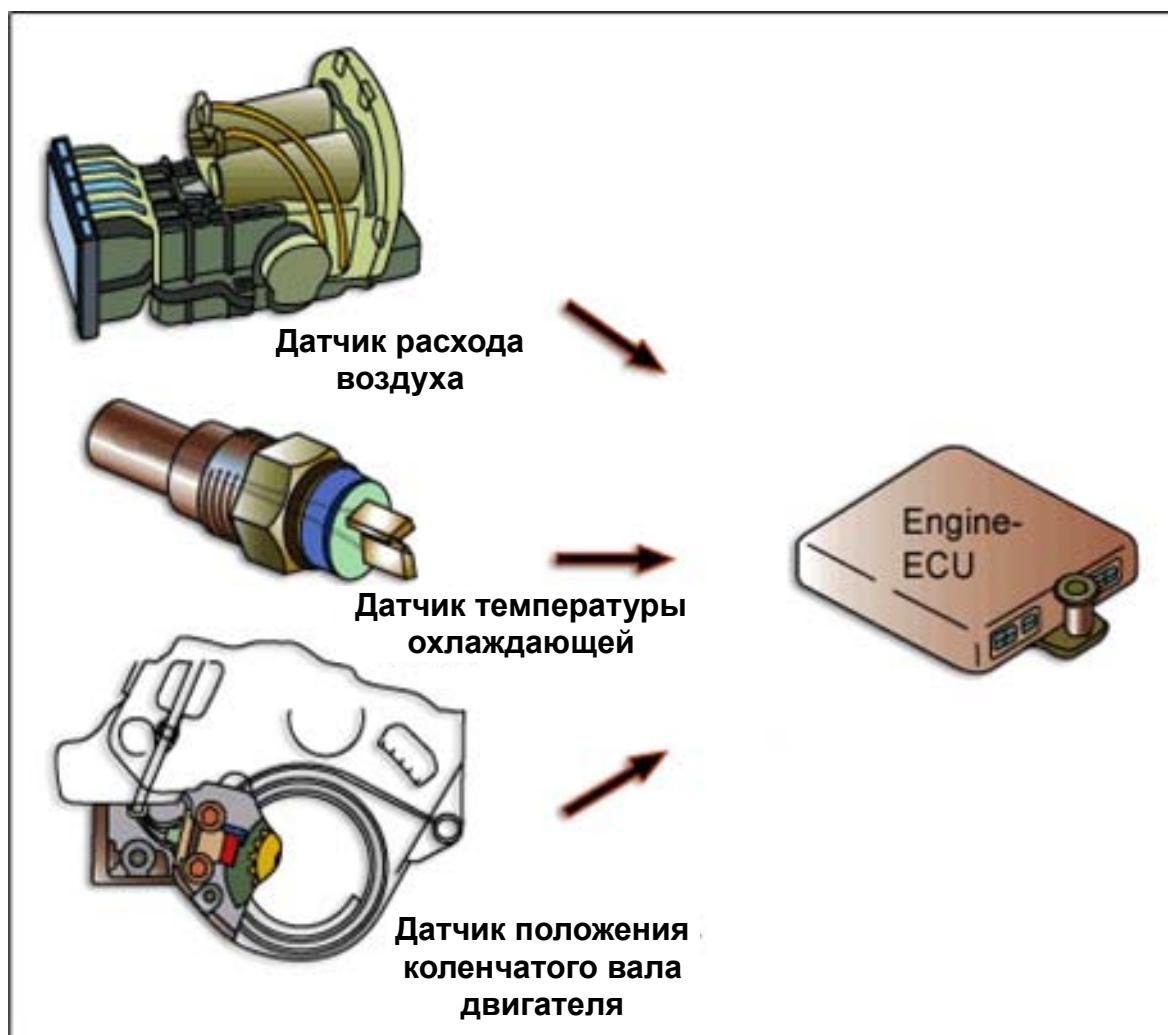


Рис. 1.9

Датчики измеряют параметры работы системы, для того, чтобы определить необходимое количество подаваемого топлива, момент зажигания и необходимый расход воздуха двигателем на режиме холостого хода. Такими параметрами являются: температура охлаждающей жидкости, расход воздуха и т.д. Сигналы с этих датчиков являются входными параметрами для электронного блока управления двигателем.

3.1 Электронный блок управления двигателем (Engine-ECU)

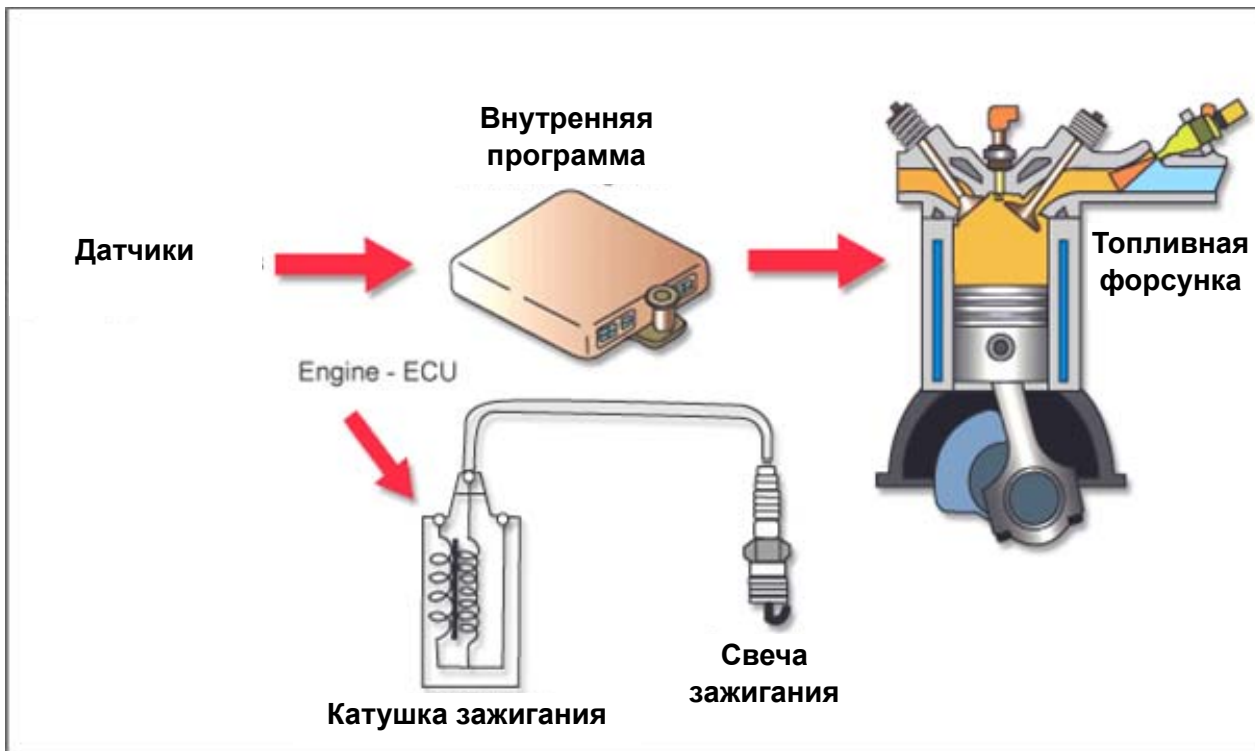


Рис. 1.10

Основным элементом системы управления двигателем является компьютер, быстродействие которого позволяет отслеживать изменение состояния двигателя и управляющих воздействий водителя.

Кроме того, в управляющей программе электронного блока управления есть функции упреждающего регулирования подачи топлива, чего не может сделать самый совершенный карбюратор. Следовательно, управление дозированием топлива происходит более точно.

Электронный блок управления отслеживает условия работы двигателя, а затем, с помощью заложенной программы, определяет необходимое количество впрыскиваемого топлива, момент зажигания, а также производит и другие управляющие действия.

По окончании расчетов, электронный блок управления посылает сигналы соответствующим элементам (исполнительным устройствам), которые обеспечивают требуемое дозирование топлива и его своевременное воспламенение в соответствии со сложившимися рабочими условиями.

При изменении условий работы, электронный блок управления производит расчеты с новыми значениями входных параметров и корректирует количество впрыскиваемого топлива, момент зажигания, и др. Этот процесс постоянно находится в динамике и продолжается непрерывно, пока работает двигатель.

3.2 Исполнительные устройства (актюаторы)

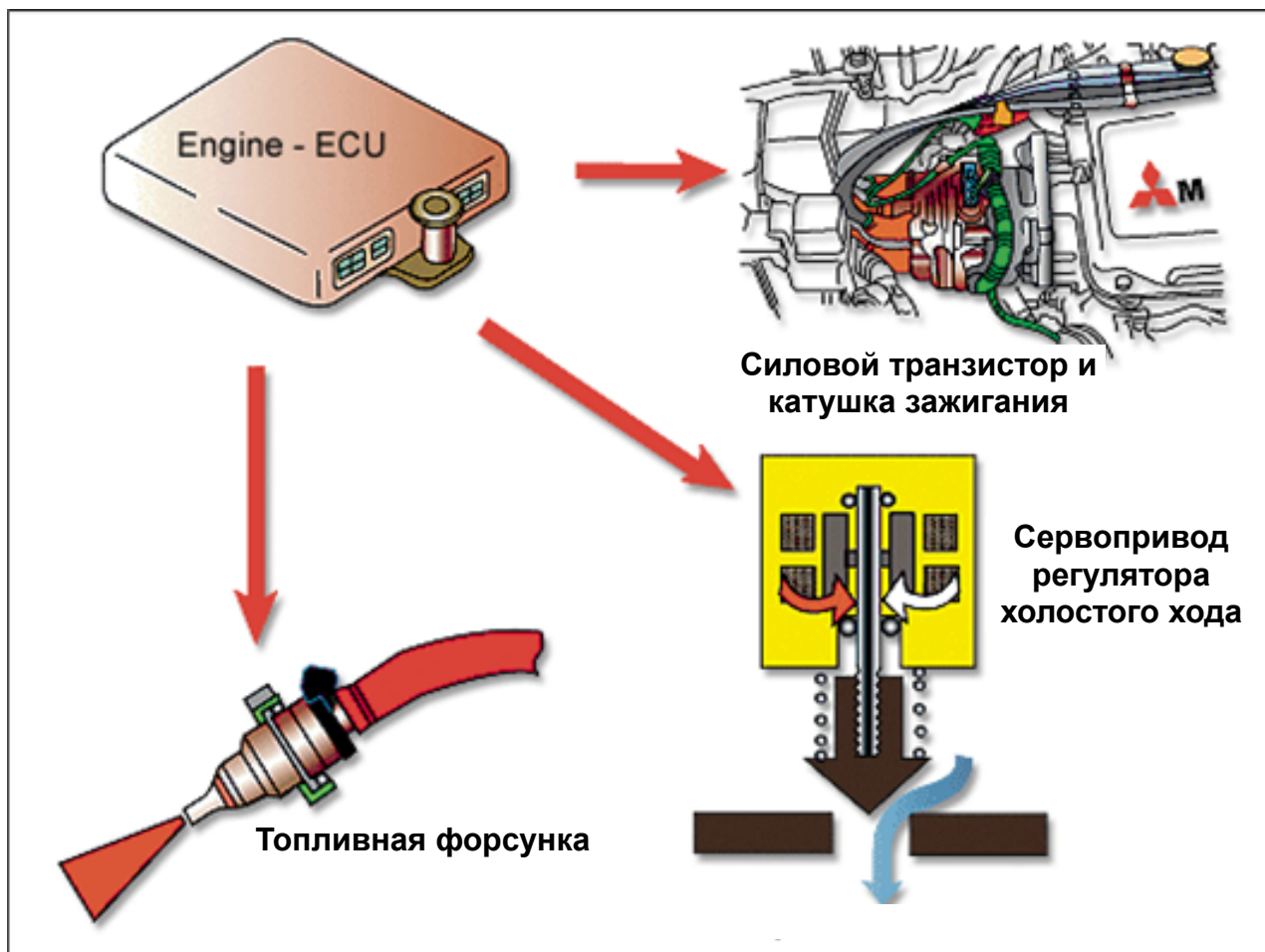


Рис. 1.11

Исполнительными механизмами или актюаторами - называются устройства, при помощи которых электронный блок управления двигателем осуществляет управляющие воздействия. Можно выделить три основных исполнительных устройства системы впрыскивания топлива:

- Топливные форсунки (управление подачей топлива)
- Сервопривод регулятора холостого хода или электронно-управляемая дроссельная заслонка (регулирование частоты оборотов холостого хода)
- Силовой транзистор и катушка зажигания (управление моментом искрообразования).

Например, если необходимо увеличить частоту оборотов холостого хода, то электронный блок управления двигателем посылает управляющий сигнал на соответствующий исполнительный механизм (регулятор холостого хода) для увеличения количества воздуха, подаваемого в обход дроссельной заслонки.

Исполнительные механизмы работают по сигналам, получаемым от электронного блока управления двигателем. Большинство из них не имеют с ним обратной связи.

4. Принцип действия системы распределенного впрыскивания топлива (МРІ)

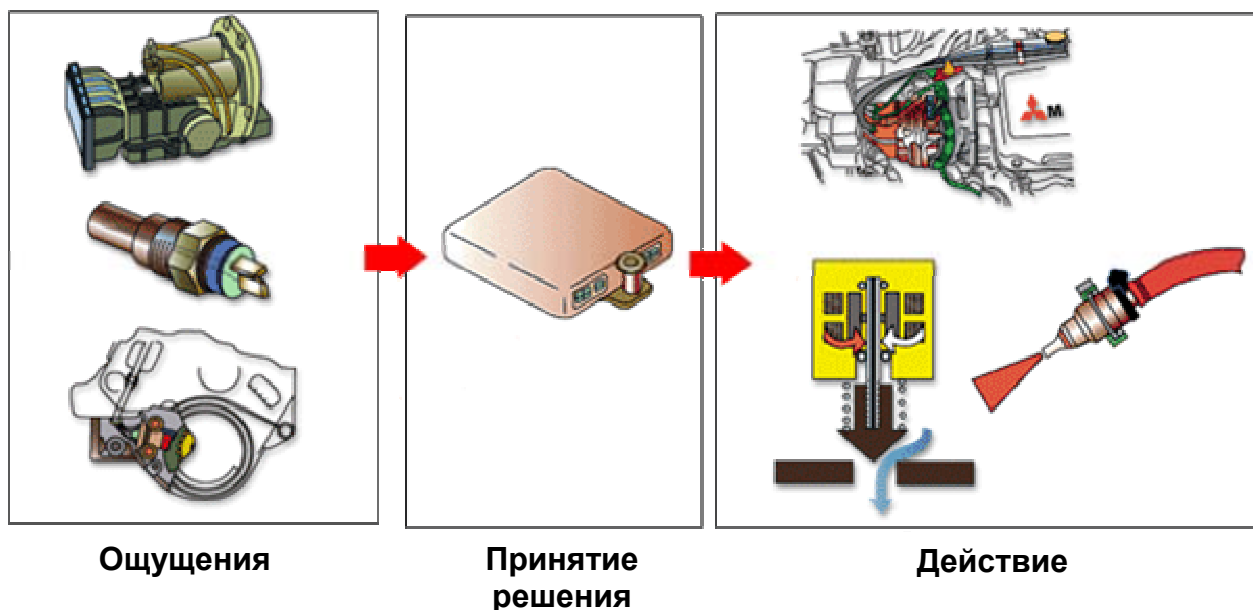


Рис. 1.12

Компьютер обеспечивает точное управление подачей топлива, моментом зажигания, частотой оборотов холостого хода и составом отработавших газов по циклической схеме: «входной сигнал – принятие решения – действие».

Для определения состояния и текущих условий работы двигателя электронный блок управления использует входные сигналы, поступающие от различных датчиков и выключателей.

Электронный блок управления двигателем использует, полученную от датчиков, информацию для принятия определенного решения в соответствии с заложенной программой.

После завершения этапа вычислений на выходе контроллера формируются значения управляющих сигналов, которые поступают на соответствующие исполнительные механизмы. Исполнительные механизмы обеспечивают точную реализацию управляющих воздействий.

Общие сведения о системе МРІ

4.1 Входные сигналы

В системах впрыскивания топлива используются различные типы датчиков. По типу выходного сигнала датчики можно подразделить на четыре группы.

4.1.1. Датчики типа "Включен – выключен"

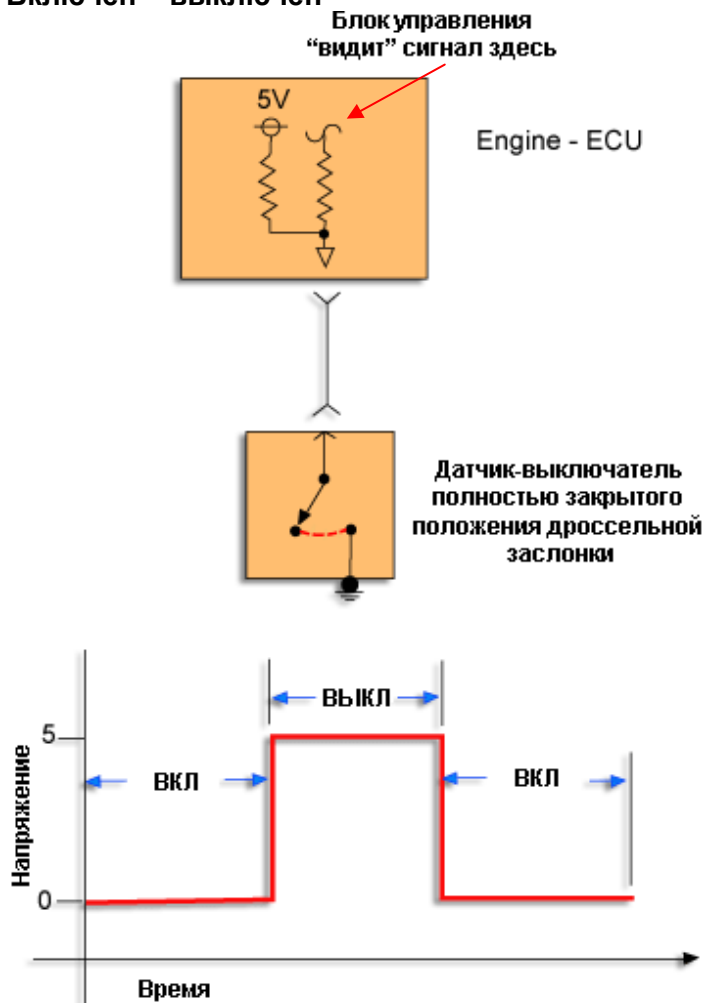


Рис. 1.13

Датчики типа «Включен – выключен» или датчики-выключатели, замыкают или размыкают электрическую цепь, когда некоторая физическая величина достигает определенного значения. Примеры датчиков-выключателей: выключатель кондиционера, датчик-выключатель полностью закрытого положения дроссельной заслонки, датчик-выключатель давления рабочей жидкости усилителя рулевого управления, выключатель заднего хода, контакторы дверей и пр.

Электрическое сопротивление такого датчика изменяется от нулевого значения при замкнутых контактах до бесконечности при разомкнутых, и, следовательно, на выходе возможно только два уровня напряжения – низкий 0 В для режима «Включено» или высокий 5 В или 5V (напряжение бортовой сети) для режима «Выключено».

(Положение «Включено» соответствует замкнутому состоянию контактов датчика-выключателя).

Контроль сигнала датчика

При проверке сигналов этого типа датчиков может быть использовано следующее контрольно-испытательное оборудование:

- Вольтметр
- Специальный пробник (logic)
- Прибор MUT-II или MUT-III (некоторые сигналы)
- Осциллограф

Общие сведения о системе МРІ

4.1.2. Частотные датчики

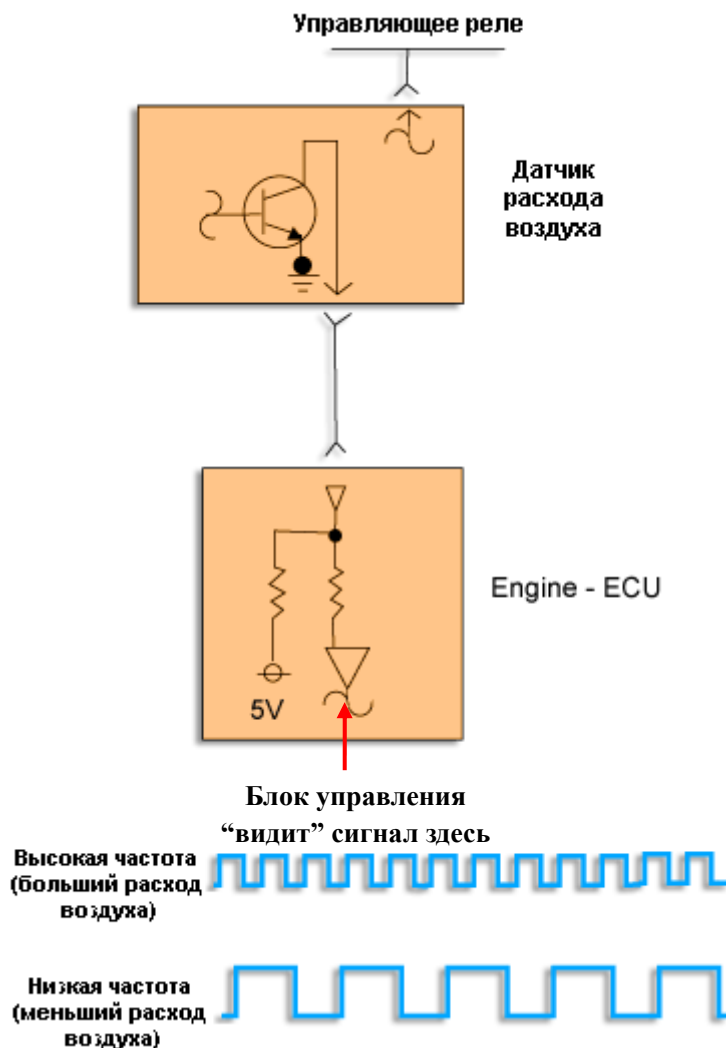


Рис. 1.14

Примеры частотных датчиков: датчик расхода воздуха, датчик положения коленчатого вала, датчик положения распределительного вала, датчик скорости автомобиля и т.д.

На выходе этих датчиков возникает сигнал в форме прямоугольных импульсов (5В – 0В – 5В – 0В ...) следующих с изменяющейся частотой.

Контроль сигнала датчика

При проверке сигналов этого типа датчиков может быть использовано следующее контрольно-испытательное оборудование:

- Некоторые типы вольтметров
- Специальный пробник (logic)
- Прибор MUT-II или MUT-III (некоторые сигналы)
- Осциллограф

С помощью диагностических приборов MUT-II, MUT-III или вольтметров можно получить лишь ограниченную информацию о параметрах сигнала датчика.

4.1.3. Датчики переменного сопротивления

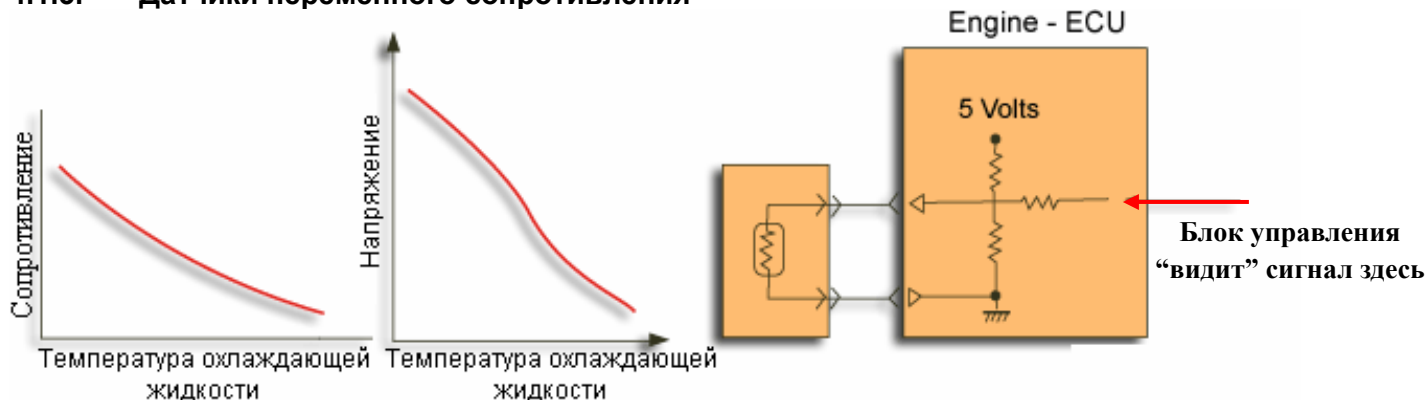


Рис. 1.15

Примеры датчиков, изменяющих свое внутреннее сопротивление (изготавливаются на базе термисторов и потенциометров): датчик положения дроссельной заслонки, датчик температуры охлаждающей жидкости в двигателе и датчик температуры воздуха во впускном коллекторе двигателя.

Датчики этого типа непосредственно входят в состав электрической цепи, с помощью которой изменение внутреннего сопротивления датчика преобразуется в изменение напряжения. Входной сигнал в виде изменяющегося напряжения в диапазоне от 0 В до 5 В поступает на вход электронного блока управления двигателем.

Из рис.1.15 видно, что при изменении сопротивления, меняется также и величина протекающего по цепи тока, которая влияет на величину напряжения определяемого электронным блоком управления двигателем.

Контроль сигнала датчика

При проверке сигналов этого типа датчиков может быть использовано следующее контрольно-испытательное оборудование:

- Цифровой вольтметр
- Прибор MUT-II или MUT-III (некоторые сигналы)
- Осциллограф

4.1.4. Датчики, вырабатывающие напряжение

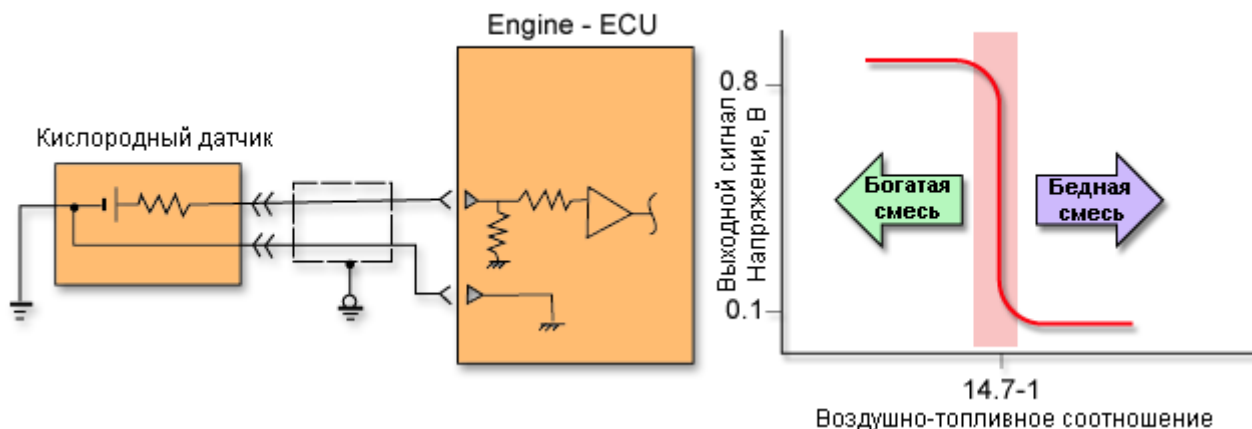


Рис. 1.16

Датчики, вырабатывающие напряжение, это датчики, не требующие источника питания для своей работы. В качестве примера можно привести датчик детонации, кислородный датчик и индукционный датчик. На их выходе появляется напряжение, величина которого изменяется в соответствии с изменением измеряемого параметра. Так например, сигнал кислородного датчика может изменяться от 0 В до 1,0 В в зависимости от величины воздушно-топливного отношения (состава смеси) в процессе сгорания.

Контроль сигнала датчика

При проверке сигналов этого типа датчиков может быть использовано следующее контрольно-испытательное оборудование:

- Цифровой вольтметр
- Прибор MUT-II или MUT-III (некоторые сигналы)
- Осциллограф

4.2 Принятие решения

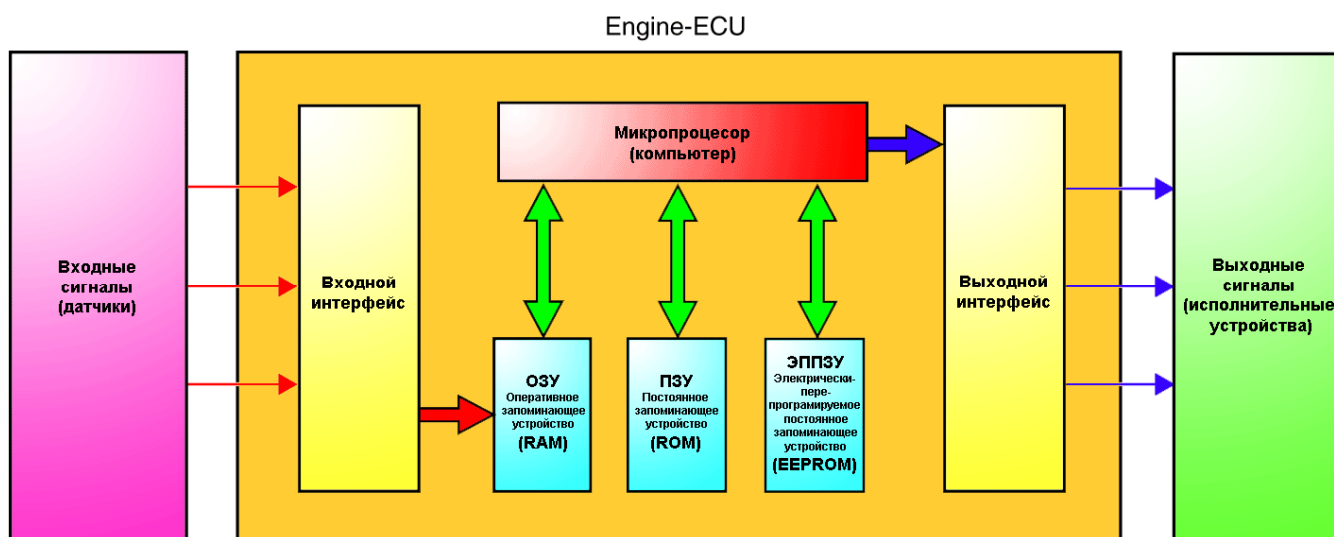


Рис. 1.17

Электронный блок управления двигателем (Engine-ECU) осуществляет управление исполнительными механизмами (актюаторами), вычисляя оптимальные настройки, для постоянно изменяющихся дорожных условий основываясь на информации, поступающей от датчиков.

Электронный блок управления двигателем состоит из микропроцессора, оперативного запоминающего устройства (**RAM**), постоянного запоминающего устройства (**ROM**), электрически-перепрограммируемого постоянного запоминающего устройства (**EEPROM**) и интерфейса ввода-вывода.

Расчёт управляющих воздействий происходит на основании программы, предварительно записанной в память электронного блока управления двигателем.

Электронный блок управления имеет три различных вида памяти:

- **ПЗУ** - постоянное запоминающее устройство (ROM). Этот вид памяти предназначен только для чтения, не требует энергии, и вся информация сохраняется при отключении аккумуляторной батареи сколько угодно долго.
- **ОЗУ** - оперативное запоминающее устройство (RAM). Этот вид памяти используется для хранения результатов промежуточных вычислений, величин сигналов поступающих с датчиков, и некоторых данных самообучения, определённых при работе двигателя и требует энергии для сохранения информации. При отключении аккумуляторной батареи информация теряется.
- **ЭПЗУ** – электрически-перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство (EEPROM) используется, чтобы сохранённые корректировочные данные сохранялись даже при отключении аккумуляторной батареи.

4.3 Действие

Электронный блок управления двигателем воздействует на системы двигателя, используя электронные элементы, которые называются исполнительными устройствами (актюаторами).

Электронный блок управления двигателем может управлять исполнительными устройствами, используя их цепи питания или заземления.

4.3.1. Цепь топливных форсунок

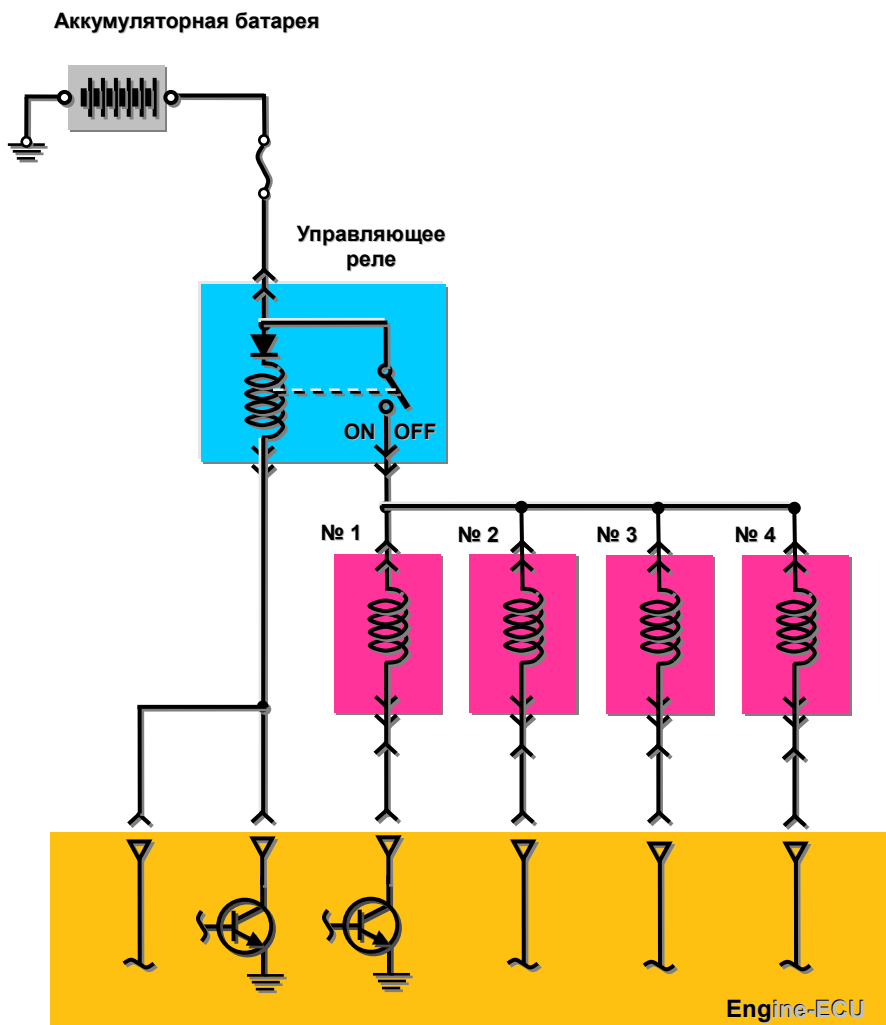


Рис. 1.18

Схема управления топливными форсунками является примером управления по цепи заземления исполнительного устройства.

При положении ключа зажигания в “ON” (включено) или “START” (запуск) «плюс» аккумуляторной батареи соединяется через управляющее реле со всеми топливными форсунками

Для включения топливной форсунки, электронный блок управления двигателем замыкает электрическую цепь этой форсунки на «массу». В результате, через обмотку форсунки проходит ток, что вызывает открытие ее топливного клапана, и топливо впрыскивается в канал впускного клапана двигателя.

Электронный блок управления двигателем поддерживает протекание тока через электромагнитную обмотку форсунки, в течении строго определенного времени, которое рассчитывается в соответствии со скоростным и нагрузочным режимами работы двигателя. Количество впрыскиваемого топлива определяется временем открытого состояния форсунки.

4.3.2. Цепь силового транзистора

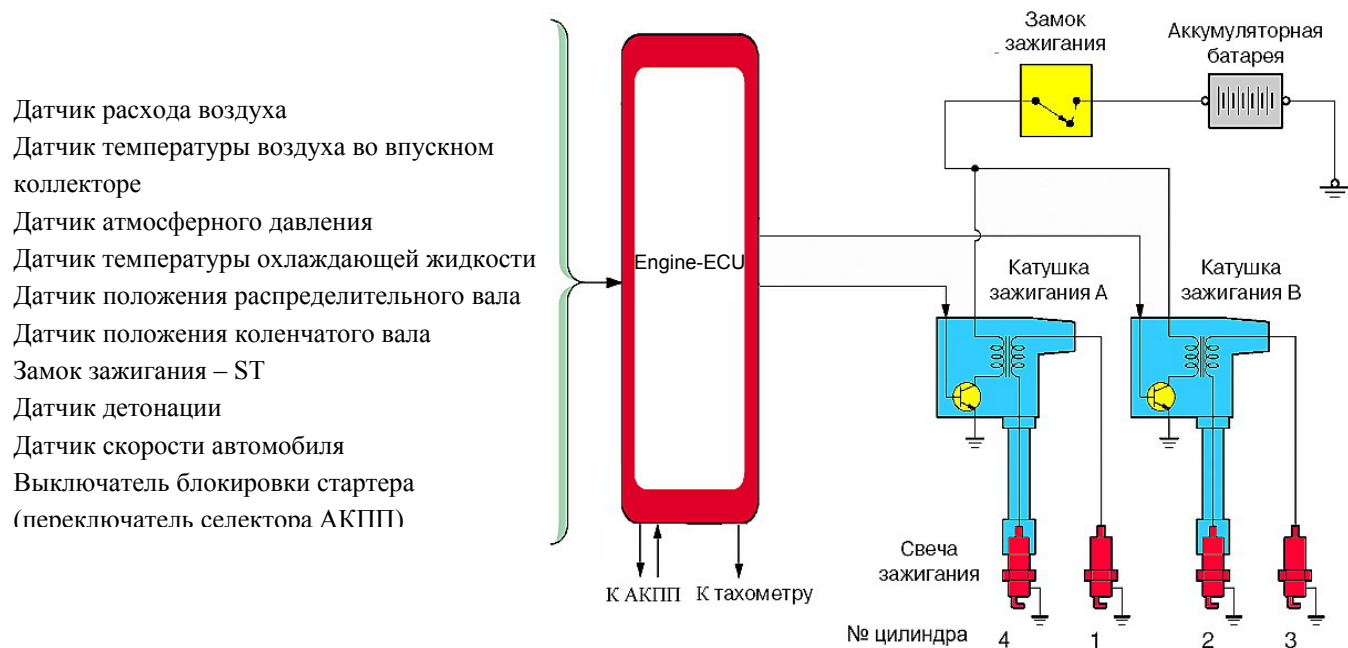


Рис. 1.19

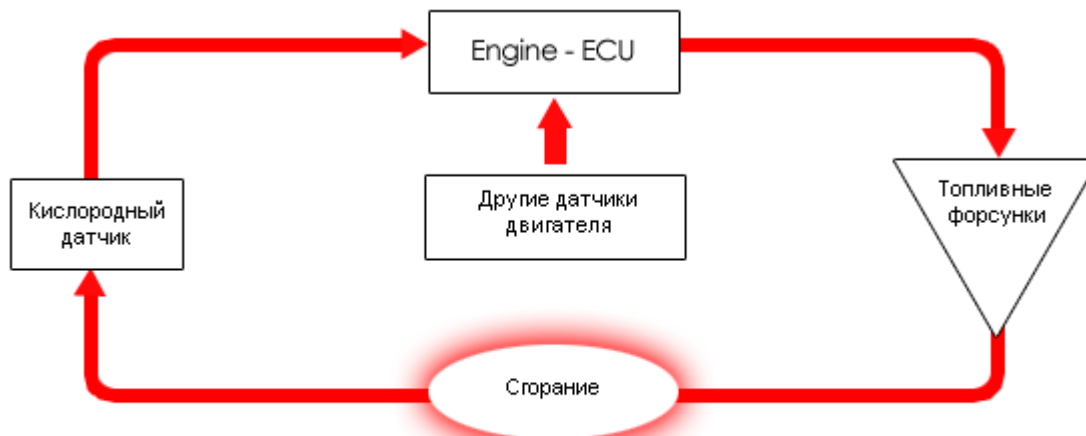
Схема включения катушки зажигания является ещё одним примером управления цепью заземления исполнительного устройства.

Электронный блок управления двигателем управляет силовым транзистором, который замыкает и размыкает цепь заземления первичной обмотки катушки зажигания.

При подаче с электронного блока управления двигателем на базу силового транзистора управляющего напряжения он открывается (сопротивление "Коллектор – Эмиттер" силового транзистора стремится к нулю) и ток проходит через первичную обмотку катушки зажигания на «массу».

Электронный блок управления вырабатывает последовательность управляющих импульсов на основании сигналов поступающих от датчиков и заложенной программы.

4.4 Управление цепью обратной связи



Электронный блок управления двигателем использует сигнал кислородного датчика для коррекции необходимого количества впрыскиваемого топлива

Рис. 1.20

Кислородные датчики, датчик детонации и некоторые другие датчики позволяют отслеживать изменение выходных параметров работы двигателя после реализации управляющих воздействий блоком управления двигателем. Сигнал с выхода этих датчиков воспринимается электронным блоком управления двигателем и позволяет обеспечить режим работы с **обратной связью**.

Обратная связь позволяет электронному блоку управления двигателем наиболее точно корректировать работу системы впрыскивания топлива и системы зажигания, а также управление расходом воздуха при работе двигателя на режиме холостого хода.

4.4.1. Обратная связь по управлению подачей топлива

Кислородный датчик устанавливается в выпускном коллекторе на пути следования отработавших газов и вырабатывает электрический сигнал в диапазоне от 0 В до 1,0 В, в зависимости от количества кислорода, остающегося в отработавших газах (т.е. является функцией воздушно-топливного отношения при сгорании смеси). Электронный блок управления двигателем использует это напряжение в качестве сигнала для корректирования расчета длительности впрыскивания топлива.

Напряжение сигнала в диапазоне от 0,5 до 1,0 В свидетельствует о богатой смеси, а в диапазоне от 0 до 0,5 В указывает на смесь бедного состава.

Корректирование топливopодачи происходит в соответствии с уровнем выходного сигнала кислородного датчика, который практически мгновенно реагирует на всякое изменение состава смеси.

Режим работы системы подачи топлива, когда электронный блок управления двигателем непрерывно отслеживает поступающий на него сигнал кислородного датчика и производит коррекцию длительности впрыска топлива, называется **управлением подачей топлива по обратной связи (closed loop)**.

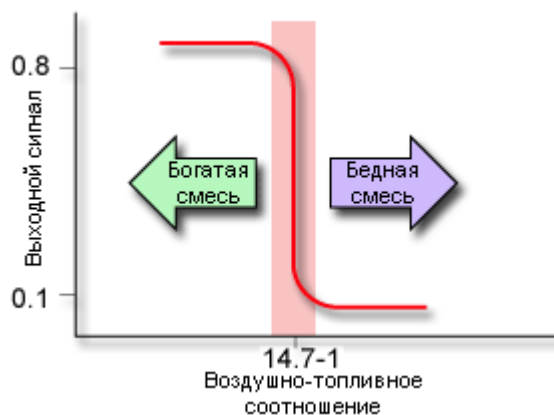


Рис. 1.21

4.4.2. Обратная связь по управлению системой зажигания

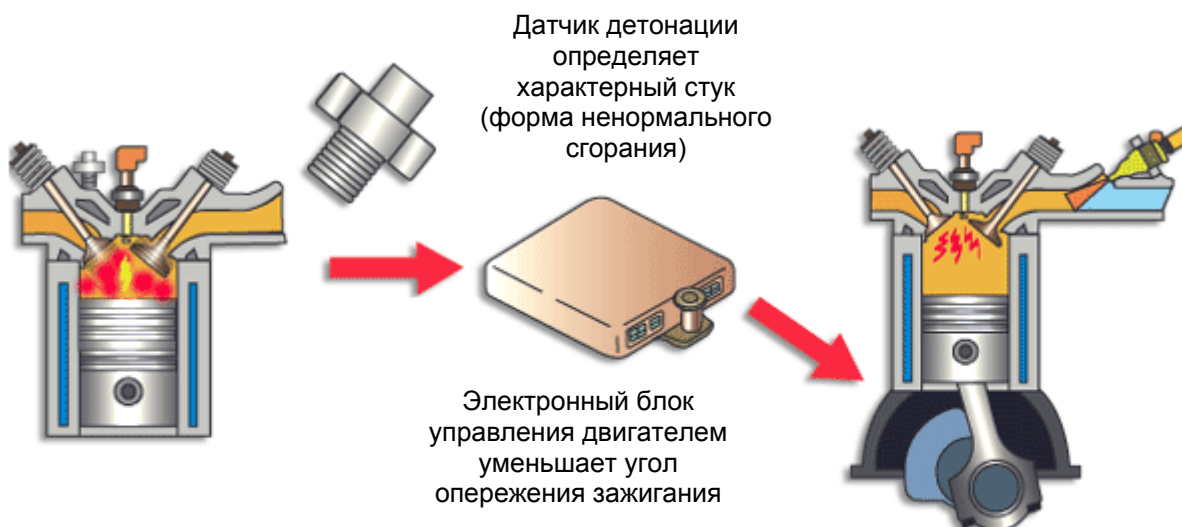


Рис. 1.22

Датчик детонации, устанавливаемый на блоке цилиндров двигателя, реагирует на вибрацию блока цилиндров в определенном диапазоне частот (появление вибрации в этом диапазоне указывает на появление детонации).

При появлении детонации, напряжение на выходе датчика существенно возрастает. Электронный блок управления двигателем немедленно реагирует на поступивший сигнал уменьшением угла опережения зажигания.

При уменьшении амплитуды колебаний до нормального уровня, угол опережения зажигания по команде с электронного блока управления двигателем постепенно увеличивается.

Процесс отслеживания уровня детонации и корректирования угла опережения зажигания происходит непрерывно во время работы двигателя (режим обратной связи по контуру управления системой зажигания).

Общие сведения о системе МРІ

4.4.3. Управление системой холостого хода в режиме обратной связи

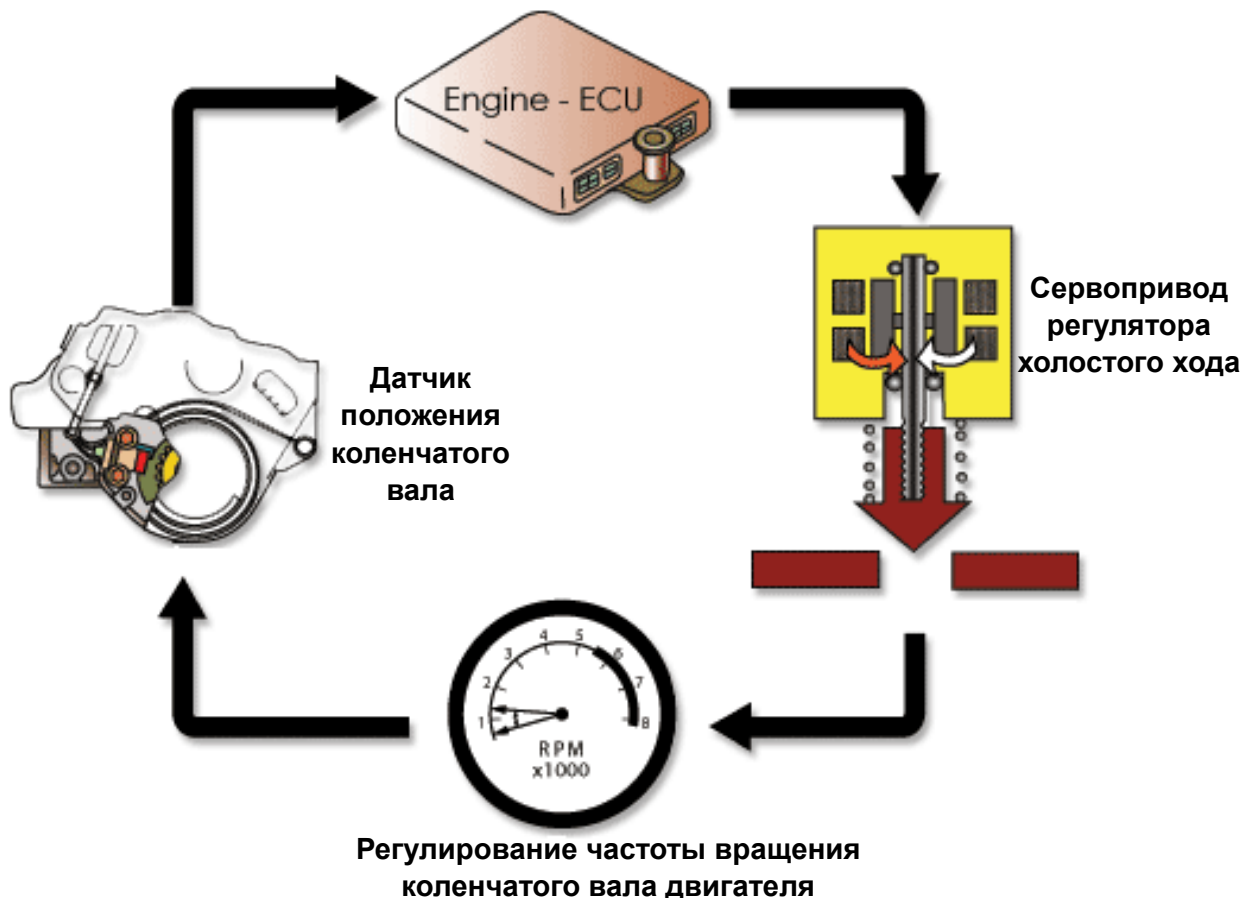


Рис. 1.23

При работе двигателя на режиме холостого хода (когда дроссельная заслонка полностью закрыта), электронный блок управления двигателем непрерывно подстраивает расход воздуха через систему холостого хода. С помощью датчика положения коленчатого вала двигателя блок управления “узнает”, достигнута ли желаемая частота вращения или нет.

Для увеличения или уменьшения оборотов коленчатого вала двигателя, электронный блок управления воздействует на сервопривод регулятора холостого хода (исполнительное устройство), с целью изменения количества воздуха, поступающего во впускной коллектор.

4.5 Принцип работы электронного блока управления двигателем

4.5.1. Типы устройств «памяти»

(а) **ПЗУ - постоянное запоминающее устройство** (ROM – Read Only Memory – память, предназначенная только для считывания).

- **Хранение исходной программы**

Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) содержит неизменяемые данные, которые электронный блок управления двигателем использует при обработке входных сигналов. В этот тип памяти записана программа работы микропроцессора для всех возможных режимов и условий работы двигателя. Кроме этого, в ПЗУ хранятся всевозможные матрицы, таблицы, значения поправочных коэффициентов и другие данные, необходимые процессору для расчётов длительности управляющих импульсов форсунок, угла опережения зажигания и т.д.

- **Информация не изменяется во время работы**

Информация, занесённая производителем в этот тип памяти, не может быть изменена во время работы электронного блока управления двигателем. Электронный блок управления двигателем может считывать информацию с ПЗУ, но не может записывать в него данные.

В более современных моделях электронного блока управления двигателем, в качестве ПЗУ применяют **flash-память**, содержимое которой можно изменять с помощью диагностического прибора MUT-II или MUT-III (перепрограммирование блока Engine-ECU).

Flash-память - это энергонезависимый тип памяти, содержание которой может быть стерто или перезаписано электрическим путём.

- **Не требует энергии аккумуляторной батареи для сохранения информации**

Вся информация сохраняется при отключении аккумуляторной батареи сколь угодно долго.

(b) **ОЗУ - оперативное запоминающее устройство** (RAM – Random Access Memory – память произвольного доступа)

- **Электронный блок управления может считывать и записывать информацию**

Электронный блок управления двигателем может, как считывать, так и записывать информацию в оперативное запоминающее устройство.

- **Возможность временного сохранения базы данных, снимаемых с датчиков**

ОЗУ используется для временного хранения величин сигналов поступающих с датчиков, результатов промежуточных вычислений, диагностической информации (коды неисправностей) и некоторых других данных.

- **Адаптивная память**

Процесс, во время которого электронный блок управления двигателем корректирует заложенные в него программы, называется процессом “самообучения”.

Например, если продолжительная работа обратной связи кислородного датчика показывает, что подача топлива не соответствует норме; то через некоторое время электронный блок управления двигателем корректирует внутреннюю программу. Для хранения значений корректирующих коэффициентов используется ОЗУ, а та часть оперативной памяти, в которой хранится эта информация, называется “адаптивной” памятью.

Использование “самообучения” позволяет компенсировать дефекты, связанные с износившимися элементами системы, изменившимися свойствами топлива или условиями работы двигателя. Значения параметров, найденных во время “самообучения” хранятся в “адаптивной” памяти. Эти данные сохраняются в течении всего времени, пока остается подсоединенной аккумуляторная батарея.

Если, по каким-либо причинам, отсоединить аккумуляторную батарею, электронный блок управления двигателем должен вновь “обучиться”. Начальный процесс обучения начинается с первых минут работы после подключения аккумуляторной батареи.

Обновления базы данных адаптивной памяти происходят постоянно во время работы двигателя и автомобиля в целом. Изменение корректирующих коэффициентов происходит относительно медленно.

Общие сведения о системе МРІ

- При сохранении информации требуется энергия аккумуляторной батареи

Этот вид памяти требует энергии. Информация, хранящаяся в ней, сохраняется, даже если ключ зажигания находится в положении «Выключено», но при отключении аккумуляторной батареи, теряется.

Если же, по какой-либо причине, питание от аккумуляторной батареи отключается, то при запуске двигателя электронный блок управления двигателем будет работать в соответствии с инструкциями, получаемыми с ROM до тех пор, пока не накопится новая база данных во время работы двигателя на RAM.

(с) ЭППЗУ – электрически-перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство (EEPROM – Electrically Erasable Programmable ROM) используется, чтобы сохранённые корректировочные данные не удалялись даже при отключении аккумуляторной батареи.

Это энергонезависимый тип памяти, содержание которой электронный блок управления двигателем может стирать или многократно перезаписывать.

Содержание этой памяти не теряется при снятии клеммы с аккумуляторной батареи, поэтому адаптивные параметры, коды неисправности и другие данные, хранящиеся в этом типе памяти невозможно стереть без применения диагностического прибора.

4.5.2. Диагностические коды

Одной из важных функций осуществляемой блоком управления двигателем является непрерывная самодиагностика как входных, и выходных цепей, устройств, так и некоторых функций внутреннего состояния системы. Эти возможности реализуются блоком управления двигателем в соответствии с программой, заложенной в ПЗУ, во время, когда микропроцессор не загружен выполнением своих основных управляющих алгоритмов.

- Коды неисправностей можно считывать при помощи диагностического прибора MUT-II или MUT-III
- С их помощью можно установить область возникновения неисправности в какой-либо цепи
- Указывают на то, что электронный блок управления двигателем не может выполнять некоторые функции управления
- Лампа индикации неисправности двигателя “CHECK ENGINE” загорается при появлении большинства кодов неисправности
- Блок управления двигателем может продолжать работу в “аварийном” режиме (**failsafe mode**)

(а) Определение неисправной цепи

Так как электронный блок управления двигателем может распознавать присутствие входных сигналов и определять их параметры, то он также может определять те случаи, когда значения входных сигналов выходят из допустимого диапазона.

Как только электронный блок управления двигателем установит наличие неисправности, которая длится более четырёх секунд (для большинства типов неисправностей), в его памяти сохраняется код этой неисправности.

Коды неисправностей можно считать с помощью диагностического прибора MUT-II или MUT-III. Для точного определения причины неисправности обычно требуется проведение детальной проверки внутри области возникновения неисправности.

(b) Электронный блок управления двигателем не может выполнять некоторые из функций

Код неисправности также может указывать на то, что электронный блок управления двигателем не может выполнять некоторые из предусмотренных функций. Так, например, код неисправности: “требуется слишком много времени для приведения состава смеси к стехиометрическому” - определяет проблему, но не устанавливает причины неисправности.

Код неисправности данного типа может появиться и в том случае, когда электронный блок управления двигателем не обнаруживает признаков неисправности электрических компонентов системы. Для установления причин подобных неисправностей крайне важны знания принципов работы электронного блока управления двигателем.

4.5.3. Контрольная лампа индикации неисправности двигателя (CHECK ENGINE)

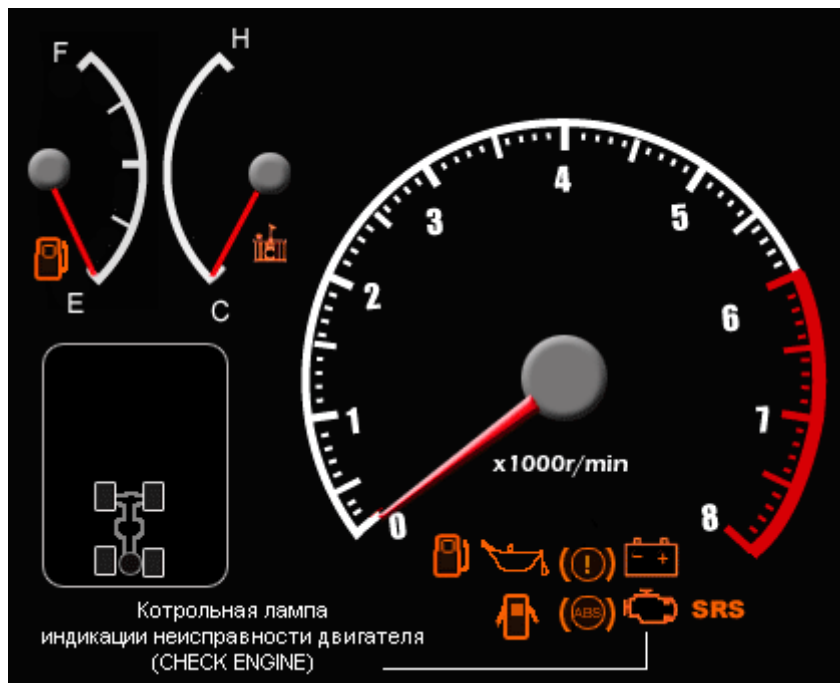


Рис. 1.24

Как только появляется код неисправности, электронный блок управления зажигает контрольную лампу индикации неисправности двигателя (CHECK ENGINE). Диагностический код запоминается и не исчезает при выключении зажигания. В случае периодически повторяющейся неисправности, контрольная лампа индикации неисправности двигателя (CHECK ENGINE) может включаться и затем выключаться. Однако диагностический код неисправности остается в памяти. В большинстве случаев, если сбой длится менее четырех секунд, диагностический код не запоминается и контрольная лампа индикации неисправности двигателя (CHECK ENGINE) не загорается.

Аварийный режим работы (fail-safe) при появлении неисправностей:

- Если неисправный элемент системы играет важную роль при работе, но не оказывает разрушающего влияния при работе двигателя, электронный блок управления двигателем может перейти в так называемый аварийный режим (fail-safe).
- В этом режиме блок управления двигателем использует программу работы, которая позволяет двигателю работать при неисправностях одного или нескольких элементов системы. Двигатель работает с пониженной эффективностью, что может привести к ухудшению ездовых качеств автомобиля.
- Однако при отказе критических элементов системы, таких как датчик положения коленчатого вала, электронный блок управления двигателем не может управлять ни системой зажигания, ни подачей топлива.

4.5.4 Бортовая система самодиагностики – OBD.

- Регламентируется международными стандартами
- Контролирует состав отработавших газов
- Отслеживает состояние датчиков и элементов системы

Бортовые системы самодиагностики OBD построены в соответствии с международными стандартами и применяются на автомобилях с целью унификации методов их диагностирования. Принятая система диагностических кодов постоянно изменяется, для того чтобы соответствовать существующим системам OBD. Помимо отслеживания неисправностей элементов системы, то есть помимо функций, присущих обычным системам, система OBD отслеживает уровень токсичности отработавших газов.

Известны три типа систем OBD:

- OBD-II для автомобилей, производимых для США;
- E – OBD для автомобилей, производимых для европейского сообщества
- J - OBD для автомобилей, производимых для Японии.

Все три типа систем используют различные способы контроля.

В США, Агентство по защите окружающей среды (EPA) обязывает производителей автомобилей обеспечить систему контроля над токсичностью отработавших газов с применением OBD в соответствии с принятой Хартией «Чистый воздух» (Clean Air Act).

Развитие системы OBD в США и Канаде

1) OBD-I (89 – 93гг.)

Обнаружение ухудшения работы в системе управления составом отработавших газов и

- предупреждение водителя зажиганием контрольной лампы индикации неисправности (MIL)
- запоминанием кодов неисправностей в памяти электронного блока управления (DTC)

2) OBD-II (94г. -)

(1) Повышение ремонтпригодности

A: Предприняты следующие меры, для того чтобы коды неисправностей (DTC) считывались в обычных ремонтных мастерских

- Разработаны технические требования на применение специального сканера (GST – General Scan Tool)
- Унифицирован разъем для присоединения диагностических приборов (применяется 16-контактный штыревой разъем, который в настоящее время используется MMC)
- Использование общих кодов неисправностей DTC
- Электронный блок управления двигателем позволяет любому диагностическому прибору GST считывать коды неисправностей DTC
- Использование стандартизованных Министерством по защите окружающей среды (ARB – Air Resources Board) терминов

B: Унификация Руководств по техническому обслуживанию автомобильного транспорта

(2) Отслеживание автомобилей с неисправной системой управления составом отработавших газов (проверка I/M).

E-OBD

В соответствии с директивой Евросоюза 98/69/ЕС в Европе были введены системы, аналогичные системе OBD-II в США.

Эти системы называют европейскими системами бортовой диагностики или системами E-OBD.

Данные системы диагностики используются в 15 странах Евросоюза, а также в Швейцарии, Норвегии и Исландии.

Общие сведения о системе MPI

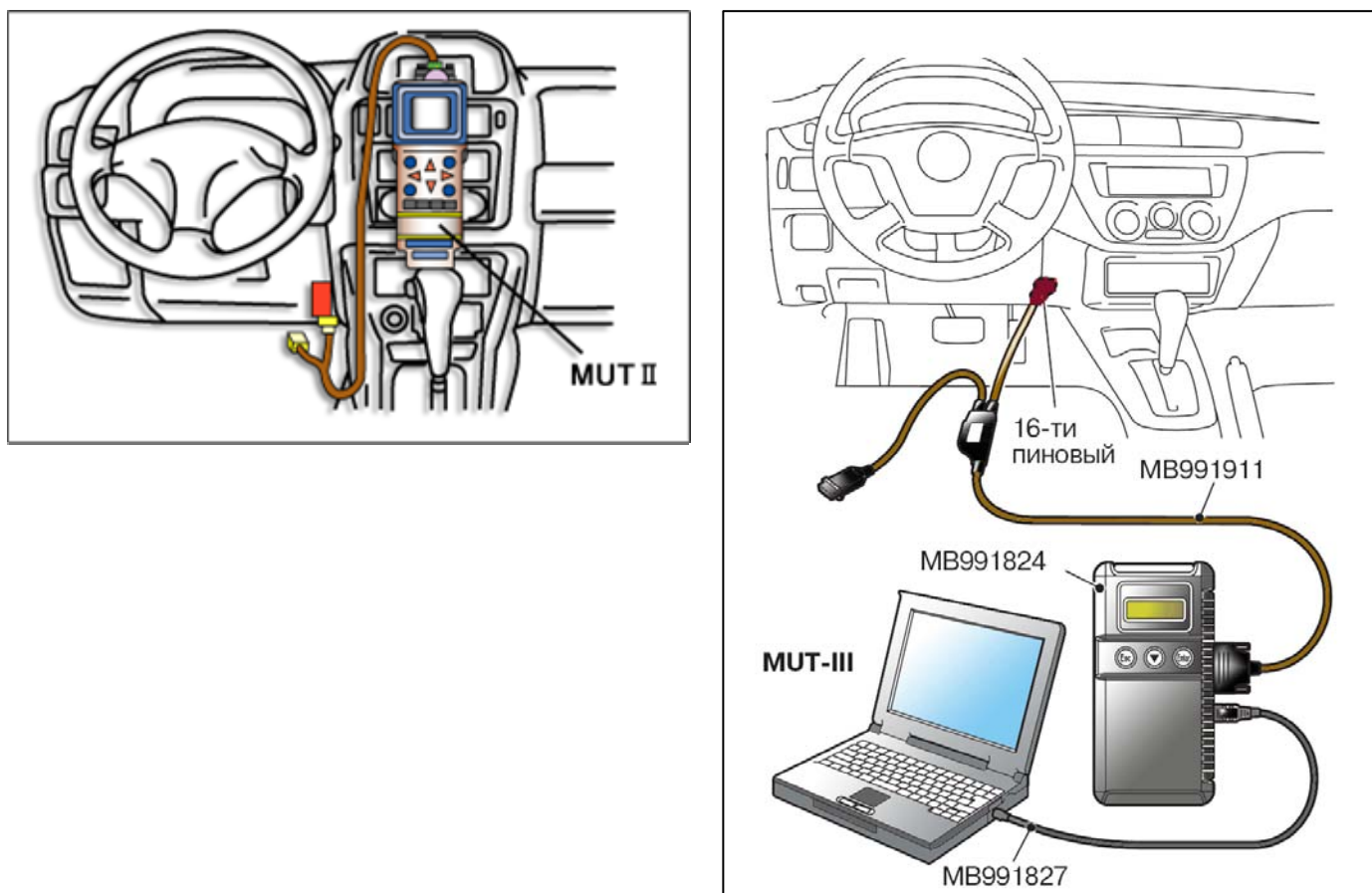


Рис. 1.25

4.5.5. Соединение с диагностическим прибором MUT-II или MUT-III

Прибор MUT-II или MUT-III может быть подсоединен непосредственно к электронному блоку управления двигателем. После подключения к 12-и и/или 16-и контактному штыревому разъемам возможно выполнение большого количества операций:

- чтение кодов неисправностей,
- просмотр данных по техническому обслуживанию (информацию, получаемую с датчиков),
- стирание диагностических кодов неисправностей,
- перепрограммирование ПЗУ электронного блока управления двигателем,
- ручное управление некоторыми исполнительными устройствами.

Все это в значительной степени обеспечивает быстрое обнаружение и локализацию неисправностей при диагностировании двигателя.

5. Проверка полученных знаний

1) Отметьте правильное утверждение

- (a) Для полного сгорания 14,7 кг топлива необходим 1 кг воздуха.
- (b) При запуске холодного двигателя необходимо подавать топливо с избытком (отношение 11:1).
- (c) После прогрева, двигатель всегда работает на стехиометрическом составе смеси.
- (d) При движении автомобиля с полной нагрузкой или при резком ускорении топливовоздушную смесь необходимо обогащать.

2) Отметьте неправильное утверждение

- (a) Система MPI фирмы Mitsubishi состоит из четырех подсистем: системы топливоподачи, системы зажигания, системы управления токсичностью отработавших газов и системы управления расходом воздуха.
- (b) Система подачи топлива обеспечивает точную дозировку топлива и наилучший состав смеси на всех режимах работы двигателя.
- (c) Системы управления токсичностью отработавших газов состоят из системы улавливания паров топлива и системы рециркуляции отработавших газов.

3) Отметьте правильное утверждение

- (a) Основными элементами системы MPI являются: датчики, исполнительные устройства и электронный блок управления двигателем.
- (b) Электронный блок управления двигателем управляет различными датчиками.
- (c) Исполнительные устройства управляются соответствующими датчиками.

4) Отметьте правильное утверждение

- (a) Для управления моментом зажигания, блок управления двигателем непосредственно подаёт электрический ток на первичную обмотку катушки зажигания.
- (b) Система управления расходом воздуха холостого хода двигателя управляет оборотами холостого хода двигателя путем изменения количества воздуха, подаваемого в обход дроссельной заслонки.
- (c) Каталитический нейтрализатор эффективно работает при любом составе смеси.

5) Отметьте правильное утверждение

- (a) Для диагностики система MPI необходимо использовать диагностический прибор. В самой системе не предусмотрена функция самодиагностики.
- (b) В системе MPI предусмотрен аварийный режима работы (**fail-safe**). В этом режиме двигатель продолжает эффективно работать, даже при наличии неисправностей.
- (c) Система MPI имеет функцию самодиагностики.

Глава 2

Система впрыскивания топлива

1. Работа системы

1.1 Система топливоподдачи

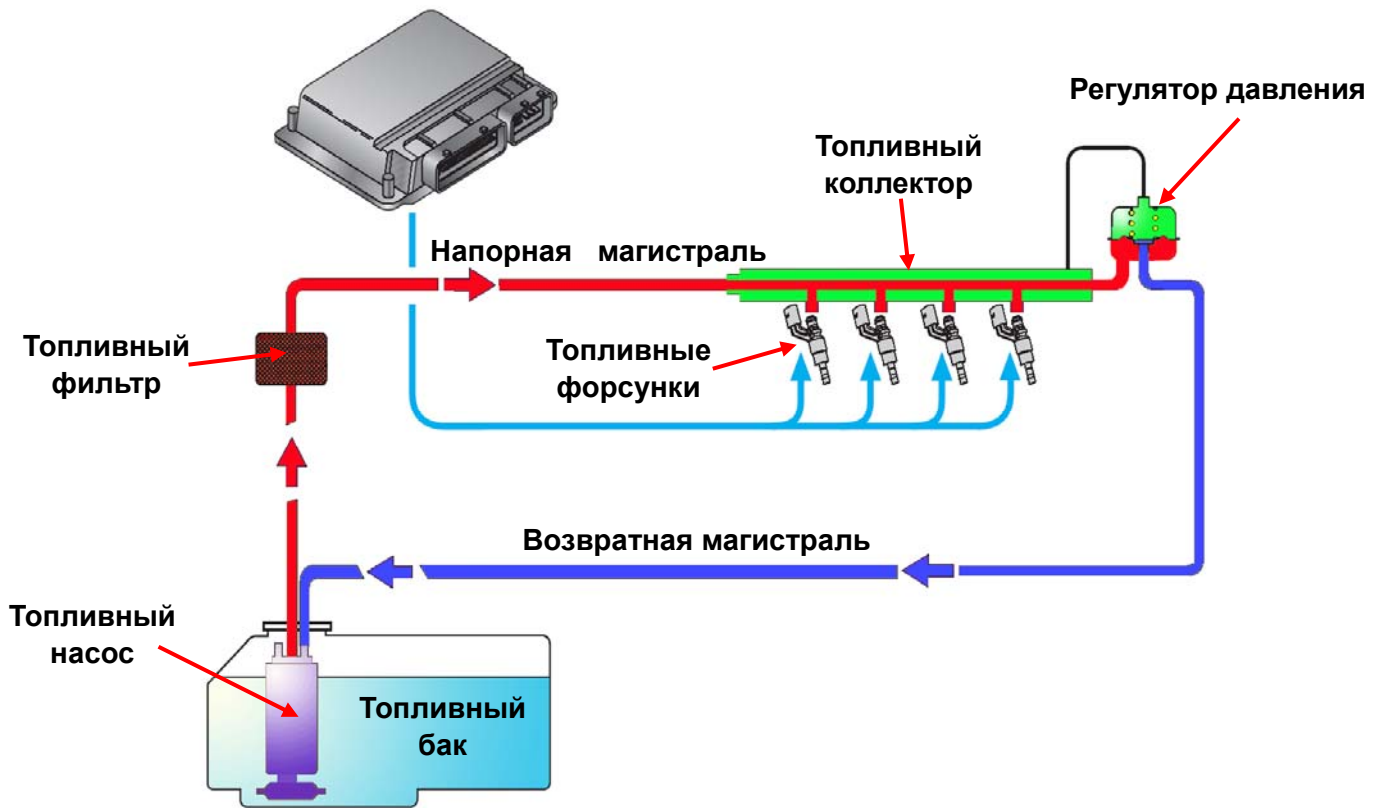


Рис. 2.1

К системе подачи топлива относятся все те элементы, которые необходимы для перемещения топлива из топливного бака к форсункам. На большинстве автомобилей фирмы Mitsubishi используется система топливоподдачи рециркуляционного типа.

Топливо забирается из бака электрическим топливным насосом и под избыточным давлением подается в топливный коллектор. Рабочее давление и производительность топливного насоса подобраны таким образом, чтобы обеспечить надежную работу двигателя на всех режимах работы. Регулятор давления топлива обеспечивает отвод некоторого количества топлива назад в топливный бак, что позволяет поддерживать необходимое для работы топливных форсунок давление в топливном коллекторе.

Система впрыскивания топлива

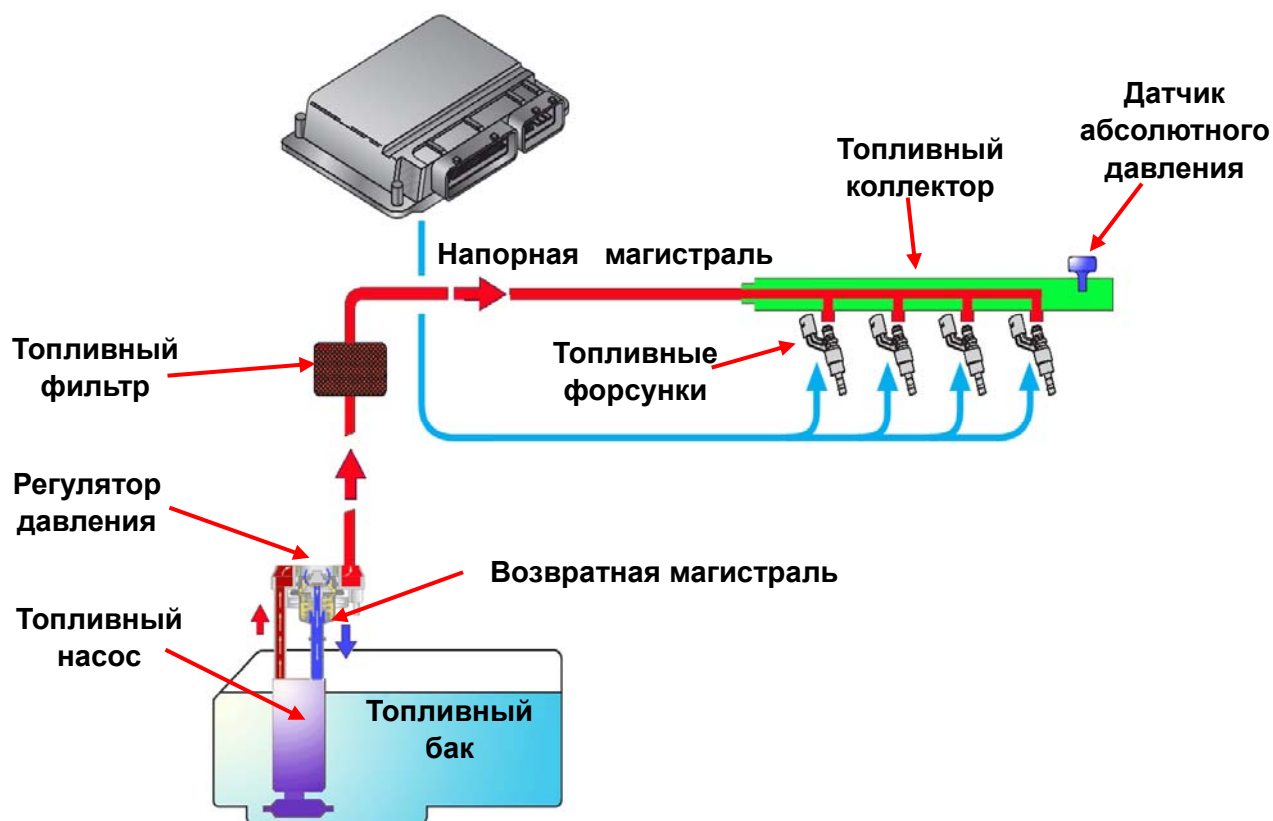


Рис. 2.2

На некоторых моделях двигателей используется система топливоподачи тупикового типа, у которой отсутствует возвратная магистраль.

Установленный в топливном насосе регулятор давления поддерживает давление в напорной магистрали на постоянном уровне. При работе двигателя величина давления во впускном коллекторе изменяется и поэтому блок управления двигателем должен корректировать время впрыска. Необходимый для этого сигнал он получает от датчика абсолютного давления (MAP sensor).

Система впрыскивания топлива

1.2 Система электронного управления

Принятие решения

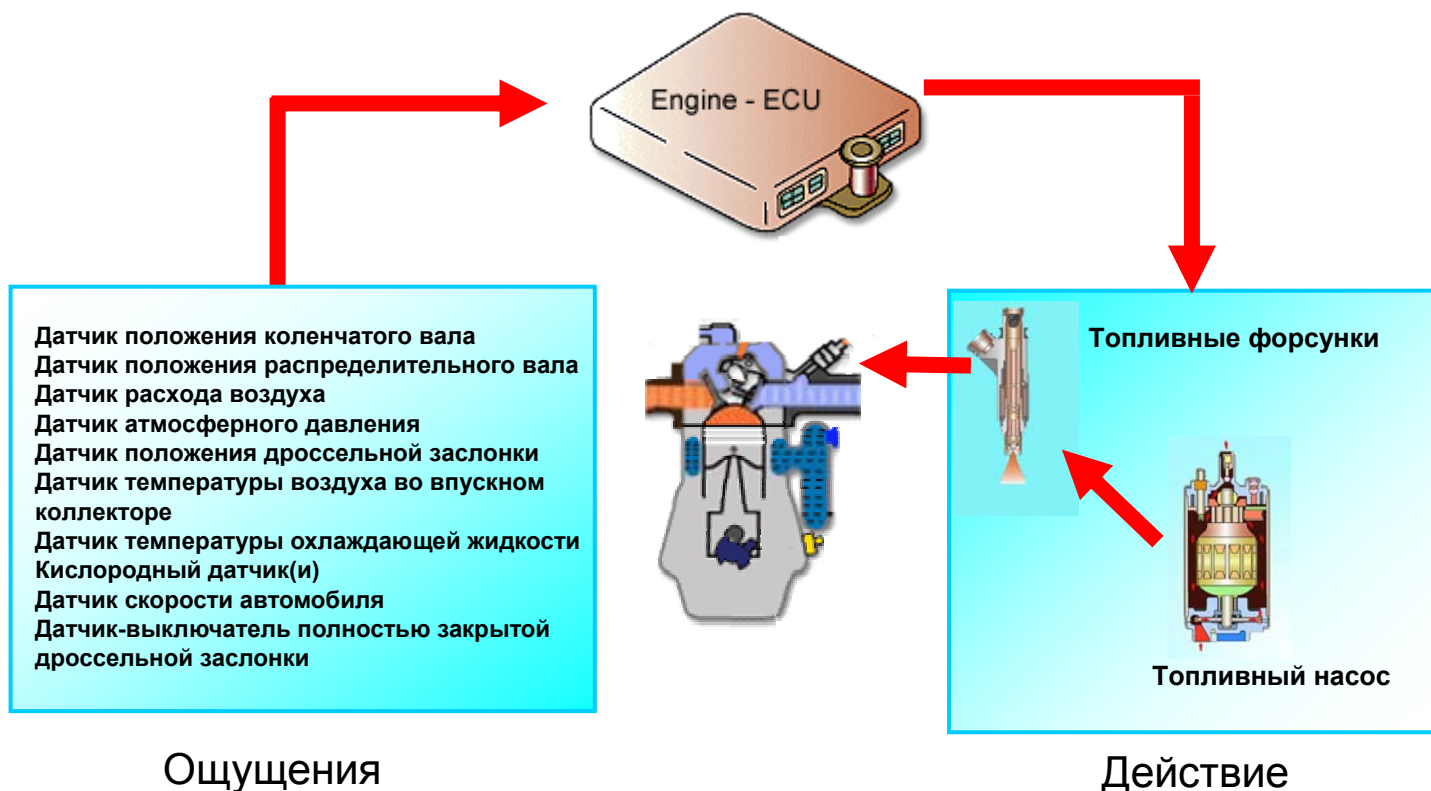


Рис. 2.3

Электронная система управления состоит из датчиков, электронного блока управления двигателем и топливных форсунок.

Управление топливоподачей является циклическим процессом, состоящим из этапов получения информации (ощущения), обработки информации (принятие решения) и реализации управляющих воздействий (действие). С помощью датчиков осуществляется сбор необходимой информации о режиме работы двигателя и условиях движения. На основе анализа полученных данных электронный блок управления двигателем рассчитывает значения выходных параметров подаваемых на топливные форсунки, чтобы обеспечить подачу требуемого количества топлива.

1.3 Система распределенного впрыскивания топлива (MPI)

- Обеспечивает впрыск необходимого количества топлива, что обеспечивает эффективное управление двигателем.
- Снижает уровень вредных выбросов с отработавшими газами.

В системе распределенного впрыскивания блоком управления двигателем осуществляется поцилиндровое управление подачей топлива. Это позволяет на всех режимах работы двигателя точно дозировать количество впрыскиваемого топлива, в результате чего обеспечивается наилучшая динамика при одновременном снижении вредных выбросов.

(Для справки)

Режим работы двигателя	Соотношение воздух-топливо
Запуск двигателя	1 – 5 (воздух) : 1 (топливо)
Холостой ход (во время прогрева двигателя)	11 : 1
Равномерное движение автомобиля	12 до 18 : 1
Разгон автомобиля	12 до 13 : 1

Система впрыскивания топлива

1.4 Способы подачи топлива системой распределенного впрыскивания топлива (MPI)

Существует три способа подачи топлива системой распределенного впрыскивания:

- **Одновременный**



При одновременном впрыскивании, все топливные форсунки подают топливо в один и тот же момент времени.

- **Синхронный**



При синхронном впрыскивании каждая из форсунок управляется индивидуально и в соответствии с порядком работы цилиндров. Этот способ подачи топлива является наиболее часто используемым для большинства возможных режимов работы двигателя.

- **Групповой**



На некоторых моделях автомобилей используется групповой способ подачи топлива. При этом способе каждая пара топливных форсунок (№1 - №3 одна пара и №4 - №2 другая пара) включаются одновременно. В этом случае упрощается система управления.

Система впрыскивания топлива

1.5 Одновременный способ подачи топлива

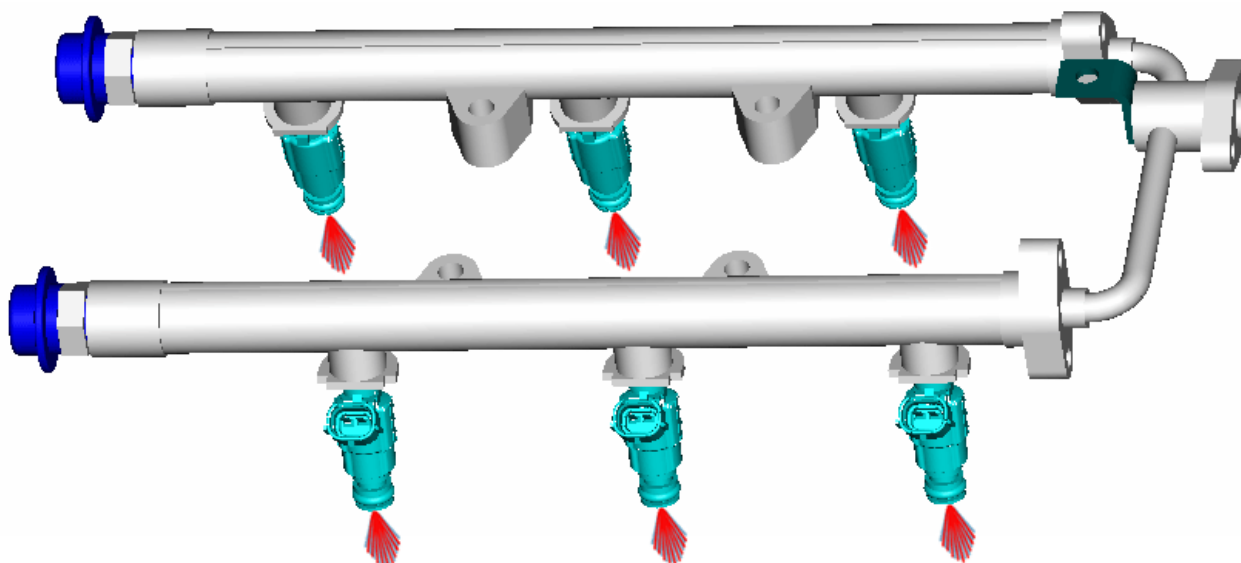


Рис. 2.4

При одновременном способе подачи – топливо впрыскивается всеми форсунками двигателя одновременно, при определённом положении коленчатого вала двигателя. Синхронизация момента впрыскивания осуществляется по сигналу от датчика положения коленчатого вала.

Этот способ используется в системе распределённого впрыскивания MPI в следующих случаях:

- Во время запуска холодного двигателя
- При работе двигателя, имеющего неисправности (**failsafe mode**)

1.5.1. Во время запуска холодного двигателя

Во время запуска холодного двигателя, впрыскивание топлива происходит одновременно во все цилиндры в соответствии с сигналом датчика положения коленчатого вала двигателя (рис.2.5). Топливо должно впрыскиваться таким способом, поскольку время испарения топлива (подготовки воздушно-топливной смеси) во время запуска холодного двигателя значительно больше времени испарения топлива при других режимах работы двигателя.

1.5.2. При работе двигателя, имеющего неисправности (**failsafe mode**)

Электронный блок управления двигателем также обеспечивает одновременное впрыскивание топлива всеми топливными форсунками при работе двигателя, имеющего неисправности (**failsafe mode**). Если, например, во время работы двигателя пропал сигнал от датчика положения ВМТ первого цилиндра (датчик положения распределительного вала), то электронный блок управления двигателем активирует все топливные форсунки одновременно, чтобы поддержать двигатель в работоспособном состоянии.

Система впрыскивания топлива

1.6 Синхронный способ подачи топлива

Форсунки последовательно впрыскивают топливо во впускной коллектор один раз за два поворота коленчатого вала в соответствии со следующим порядком работы цилиндров 1 – 3 – 4 – 2. Электронный блок управления двигателем активирует каждую топливную форсунку, опираясь на передний фронт (обычно 75° до ВМТ такта выпуска) импульса датчика положения коленчатого вала.

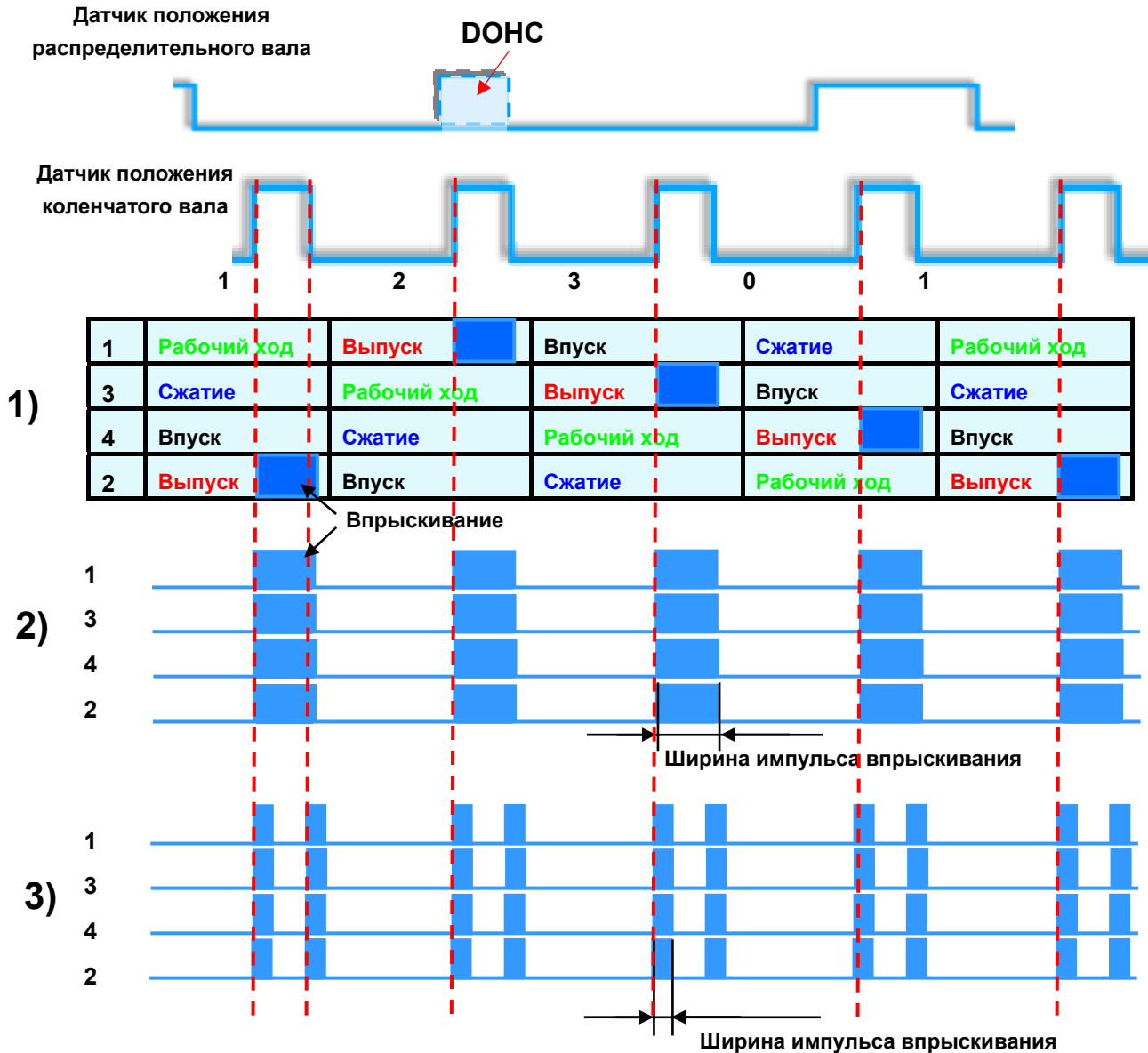


Рис. 2.5

- 1) Синхронный способ подачи топлива (нормальная работа двигателя, после запуска двигателя)
- 2) Одновременный способ подачи топлива (во время запуска двигателя при условии, что продолжительность импульса впрыскивания больше, чем при нормальной работе двигателя)
- 3) Одновременный способ подачи топлива (во время запуска двигателя при условии, что продолжительность импульса впрыскивания, равна или меньше, чем при нормальной работе двигателя)

Система впрыскивания топлива

В двигателе 4G9 электронный блок управления идентифицирует цилиндры и управляет процессом впрыскивания топлива так, как это описывается ниже. Для получения информации об управлении впрыскиванием топлива для других моделей двигателей обращайтесь к соответствующим Техническим Руководствам.

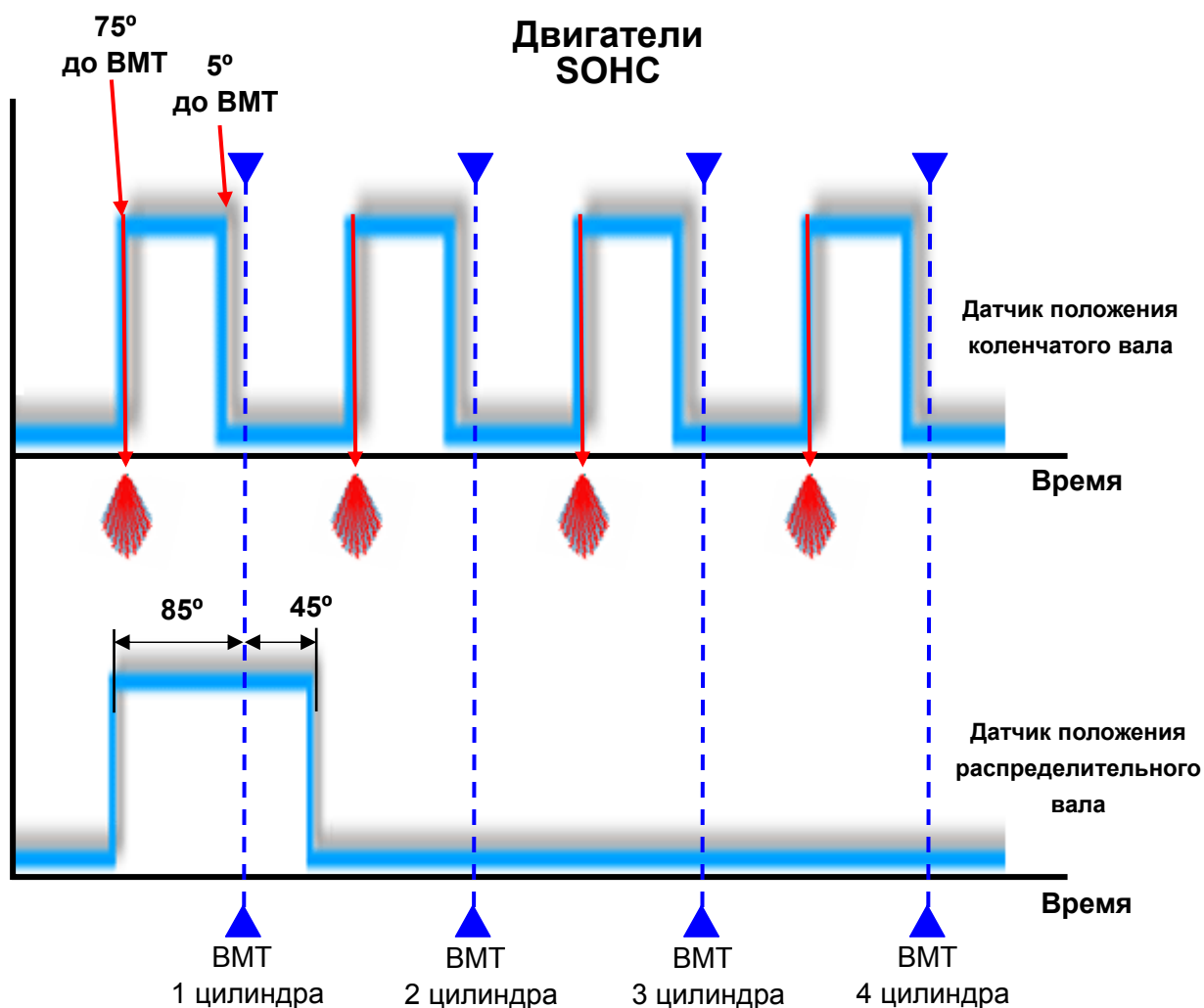


Рис. 2.6

- **Двигатель с одним верхним распределительным валом (SOHC)**

После определения порядка работы цилиндров электронный блок управления двигателем синхронизирует работу элементов топливоподачи по переднему фронту импульса датчика положения коленчатого вала, что обычно соответствует положению поршня за 75° до ВМТ, и одновременно выбирает форсунку, которая будет производить впрыскивание топлива.

Система впрыскивания топлива

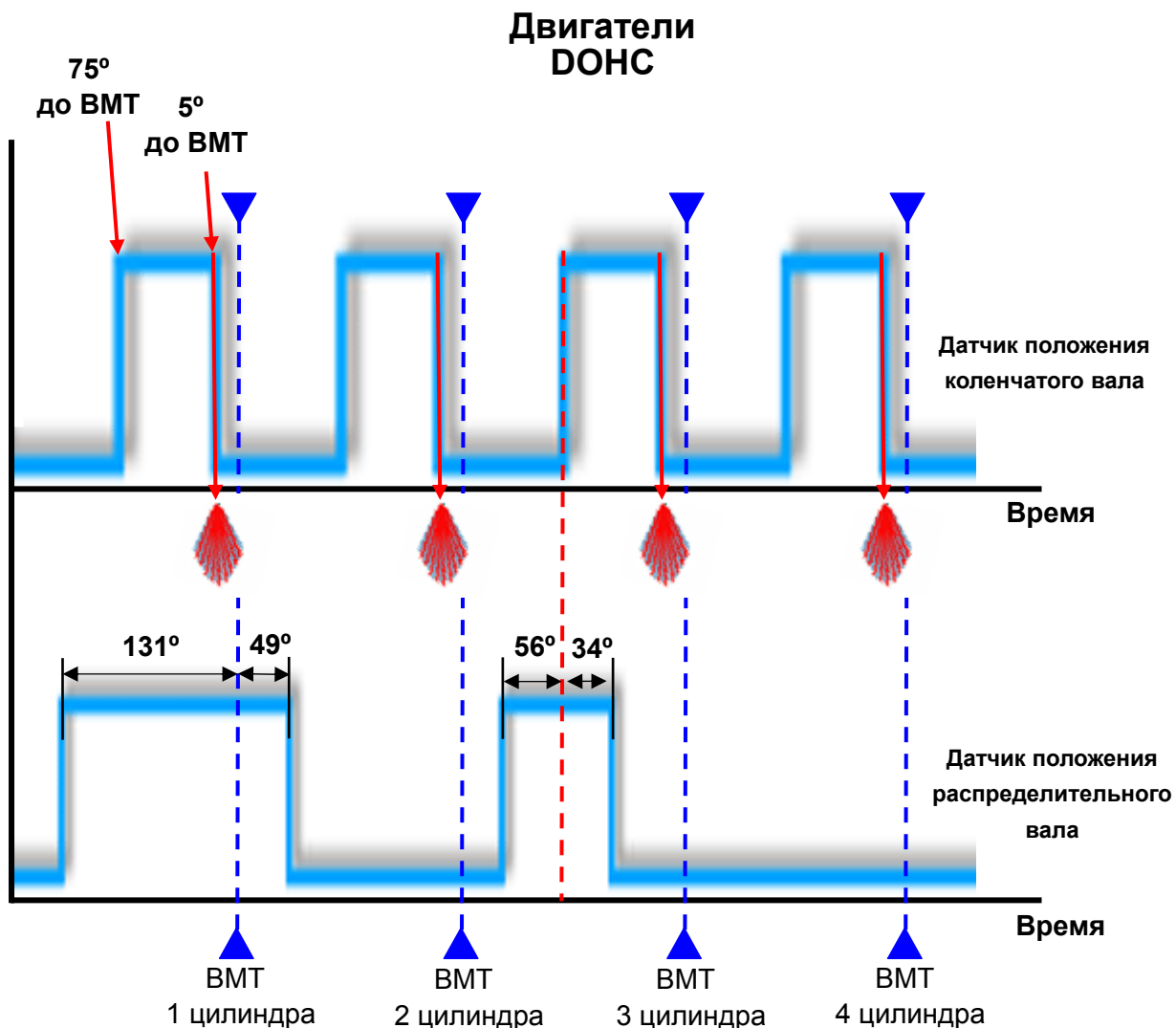


Рис. 2.7

- **Двигатель с двумя верхними распределительными валами (DOHC)**

После определения порядка работы цилиндров электронный блок управления двигателем синхронизирует работу элементов топливоподачи по заднему фронту импульса датчика положения коленчатого вала, что обычно соответствует положению поршня за 5° до ВМТ, и одновременно выбирает форсунку, которая будет производить впрыскивание топлива.

Система впрыскивания топлива

1.7 Несинхронизированное управление топливоподачей

В некоторых случаях электронный блок управления двигателем «заставляет» топливные форсунки производить впрыскивание топлива, не проводя синхронизацию с сигналом датчика положения коленчатого вала двигателя.

1.7.1 Во время запуска двигателя

В момент окончания самого первого импульса от датчика положения коленчатого вала (примерно за 5° до ВМТ) электронный блок управления двигателем подает управляющий сигнал одновременно на все топливные форсунки. Такая стратегия выбирается потому, что до получения сигнала от датчика положения распределительного вала невозможно определить ВМТ первого цилиндра и осуществлять синхронное впрыскивание.

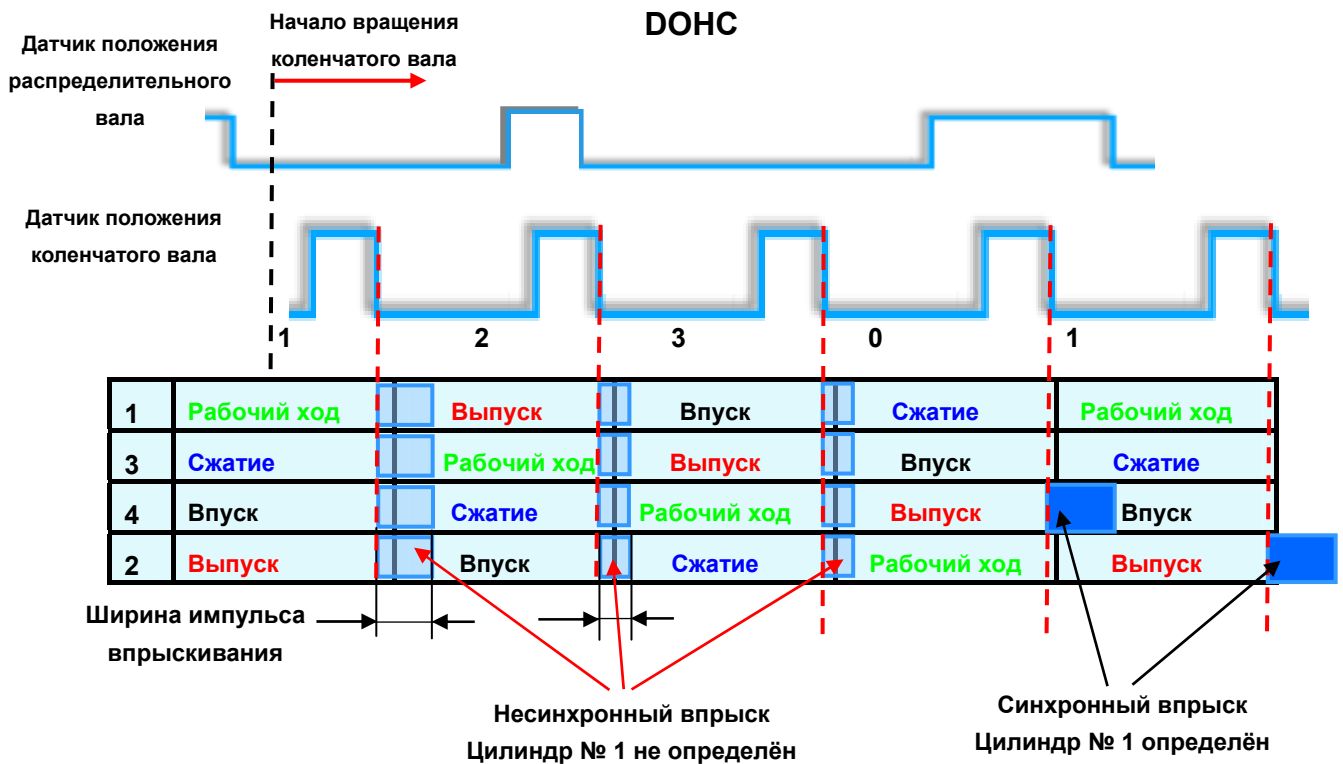


Рис. 2.8

После определения ВМТ первого цилиндра производится переход на синхронное впрыскивание топлива.

Система впрыскивания топлива

1.7.2. Во время запуска двигателя при низкой температуре

Для запуска двигателя при низкой температуре охлаждающей жидкости требуется впрыск большого количества топлива. Топливо впрыскивается всеми форсунками одновременно, дважды за каждый оборот коленчатого вала. При этом начало впрыска топлива осуществляется по спаду сигнала датчика положения коленчатого вала, т.е. за 5° до ВМТ.

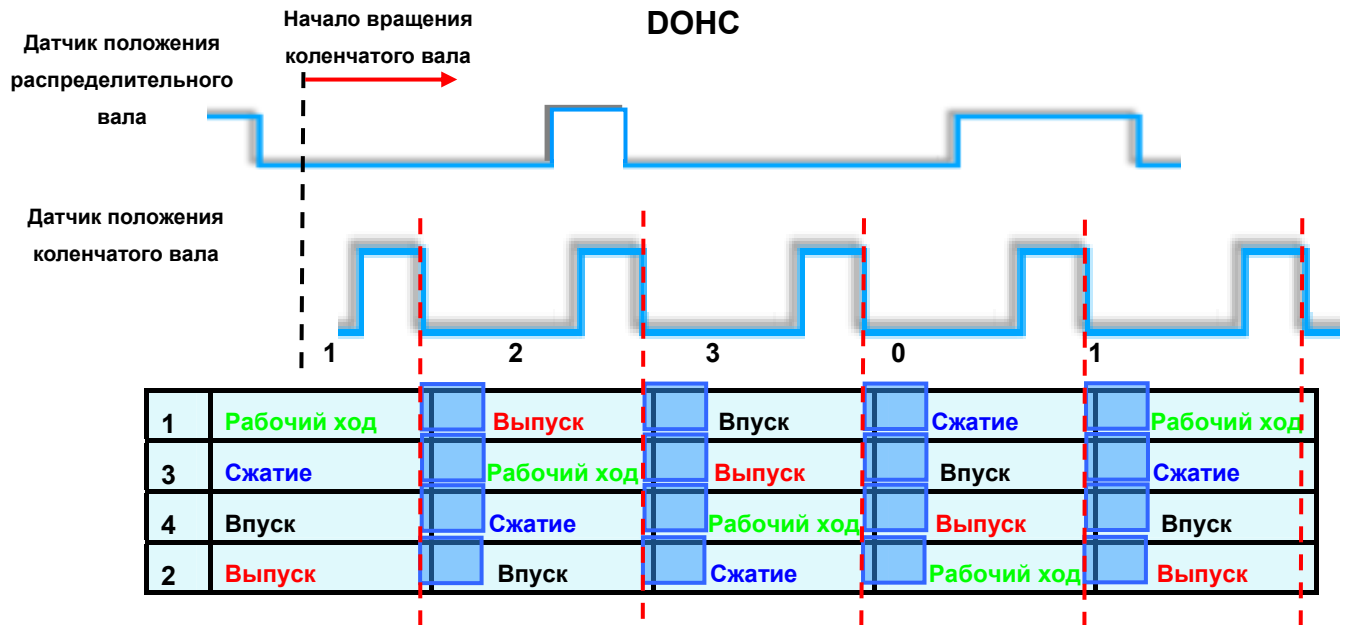


Рис. 2.9

1.7.3. Во время резкого разгона

В период разгона автомобиля, если скорость открытия дроссельной заслонки превышает установленное предельное значение, то производится впрыск короткими импульсами дополнительного количества топлива в каждый из цилиндров, в котором осуществляется такт впуска или выпуска.

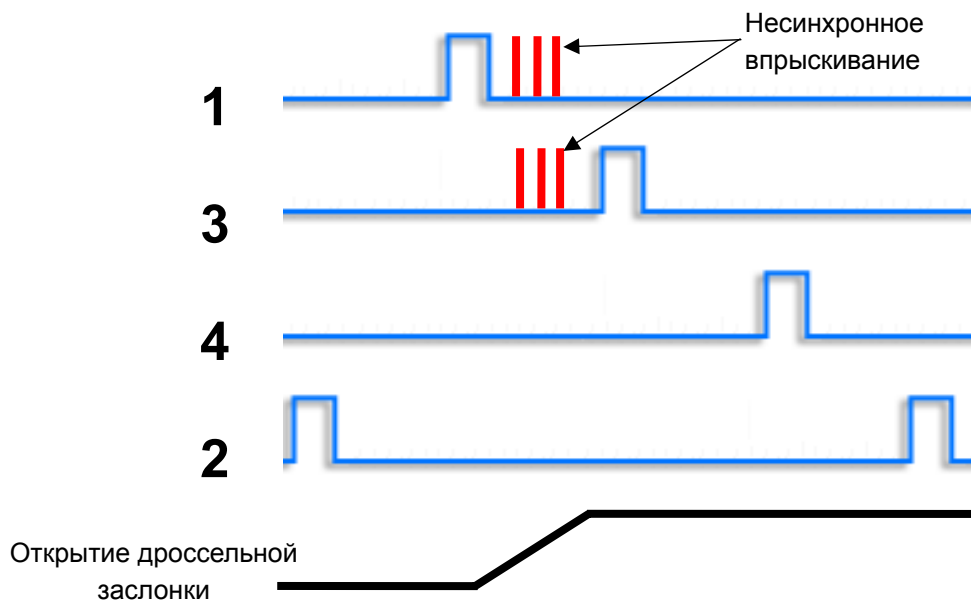


Рис. 2.10

Система впрыскивания топлива

2. Управление количеством впрыскиваемого топлива

Блок управления двигателем рассчитывает количество топлива, необходимое для сгорания в каждом рабочем цикле, при данных условиях работы двигателя. Для подачи в каждый из цилиндров рассчитанного количества топлива, формируется электрический сигнал, который поступает на топливную форсунку соответствующего цилиндра. Длительность этого сигнала, определяет время, в течение которого топливная форсунка открыта (длительность впрыскивания топлива).

При расчете длительности управляющего импульса электронный блок управления использует данные о количестве воздуха, поступившего во впускной коллектор за один такт впуска, а также сигналов от датчиков, характеризующих режим работы двигателя.

Количество воздуха, поступившее за один такт, рассчитывается на основании сигнала от датчика частоты вращения двигателя, а также сигналов от датчиков расхода воздуха, датчика температуры воздуха во впускном коллекторе и датчика атмосферного давления.

На основании определённого количества воздуха и требуемого воздушно-топливного соотношения и определяется количество топлива необходимое для сгорания в каждом рабочем цикле.

ПРИМЕЧАНИЕ: Требуемое воздушно-топливное соотношение зависит от множества условий:

- получение требуемой мощности и приемистости двигателя;
- ограничение вредных выбросов;
- обеспечение низкого расхода топлива.

2.1 Расчет количества впрыскиваемого топлива

За исключением режима запуска двигателя, время (длительность) впрыскивания топлива (T) определяется с учетом следующих факторов:

- базовой длительности впрыскивания (T_1), которая изменяется с изменением количества воздуха;
- значения корректирующего коэффициента (K_c) базовой длительности впрыскивания ;
- задержки срабатывания форсунки (T_2).

$$T = T_1 \cdot K_c + T_2 \text{ (мс)}$$

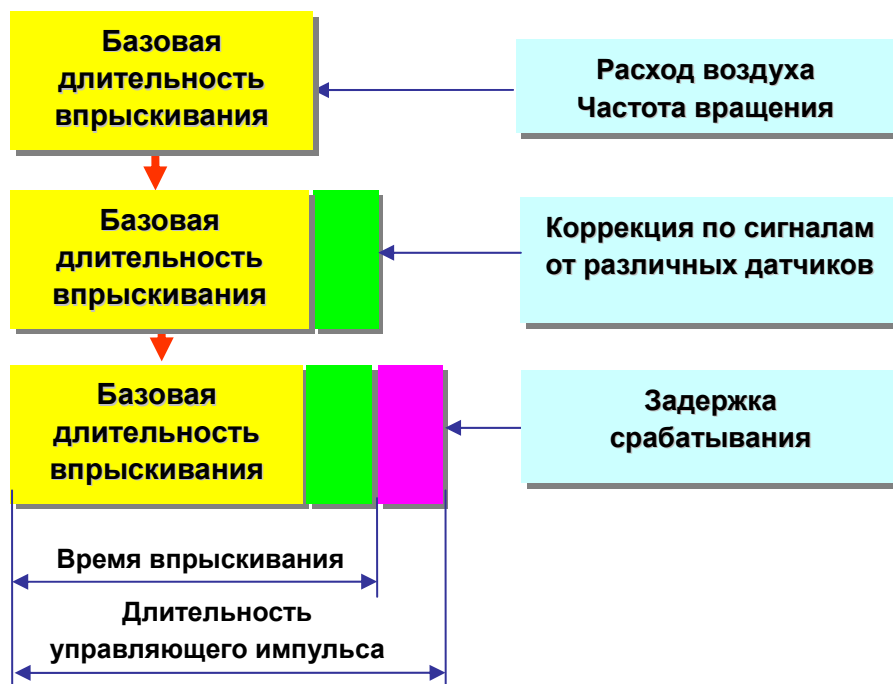


Рис. 2.11

Система впрыскивания топлива

В режиме запуска длительность впрыскивания топлива (T) определяется с учетом следующих факторов:

- базовой длительности впрыскивания (T_1), которая рассчитывается с учётом температуры охлаждающей жидкости;
- значения корректирующего коэффициента (K_t) зависящего от температуры всасываемого воздуха ;
- продолжительности срабатывания форсунки (T_2).

$$T = T_1 \cdot K_t + T_2 \text{ (мс)}$$

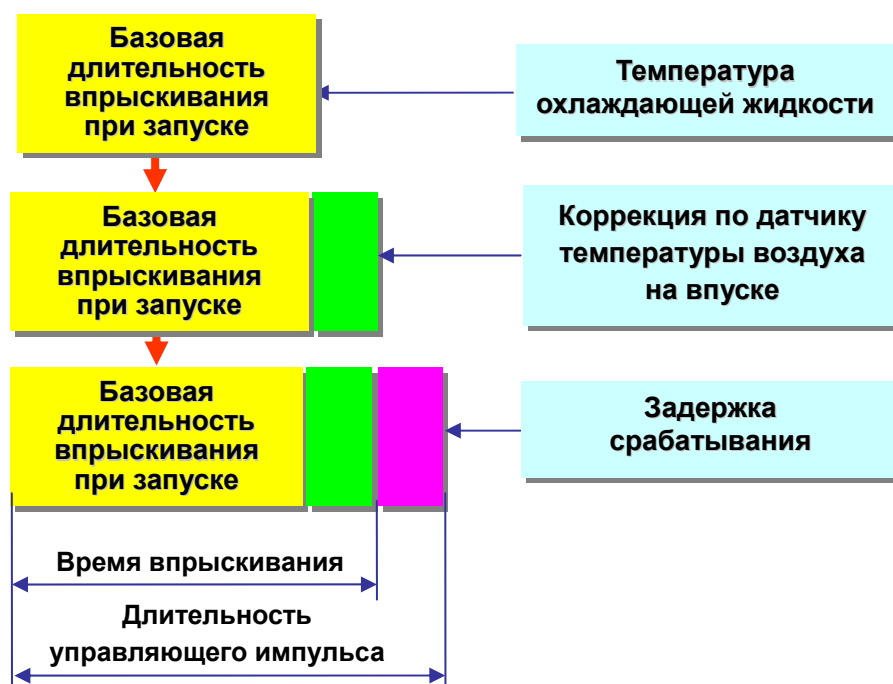


Рис. 2.12

2.2 Длительность базового импульса управления топливной форсункой

2.2.1. Базовая длительность впрыскивания

Топливо впрыскивается в каждый цилиндр один раз за рабочий цикл (за полный такт работы цилиндра).

Длительность впрыскивания, при которой в каждый из цилиндров подается такое количество топлива, которое образует с поступившим в цилиндр воздухом смесь стехиометрического состава, называется **базовой длительностью впрыскивания**.

$$\text{Базовая длительность впрыскивания} \sim \frac{\text{Количество воздуха поступившее в цилиндр за цикл}}{\text{Стехиометрический состав смеси}}$$

Количество воздуха, поступающего в цилиндр двигателя за один цикл, определяется электронным блоком управления двигателем на основании поступающего сигнала с датчика расхода воздуха и сигнала датчика положения коленчатого вала двигателя. Количество воздуха, поступающее в один цилиндр за один цикл, обозначается символом A/N .

Пример расчета базовой длительности впрыскивания:

Частота вращения коленчатого вала - 720 об/мин;

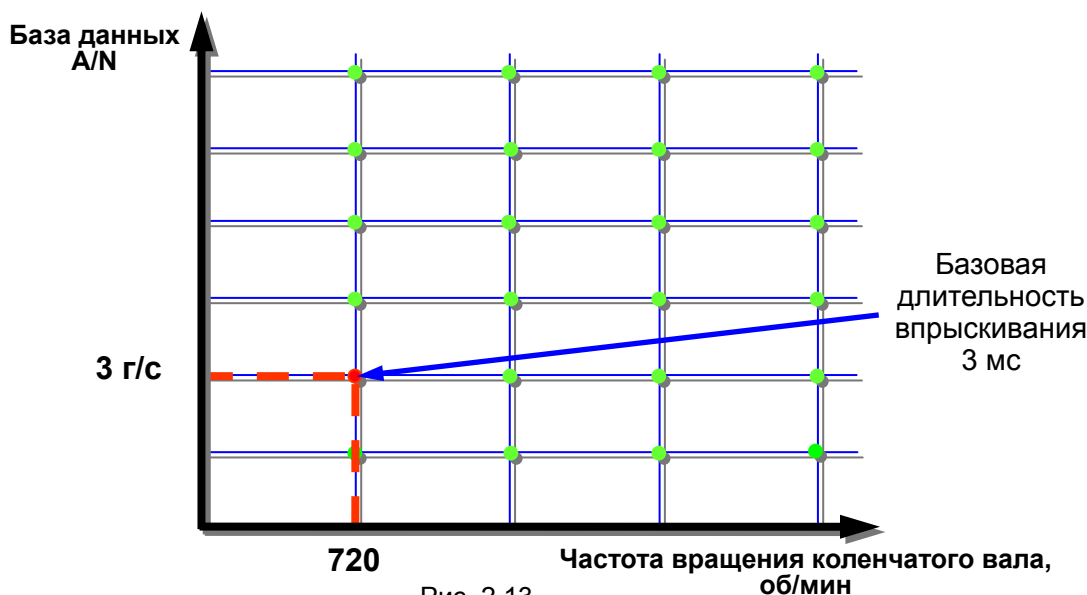
Расход воздуха – 3 г/с.

1. Рассчитываем количество оборотов в секунду : $n=720/60= 12 \text{ об/с}$
2. Для четырехцилиндрового четырехтактного двигателя один такт впуска в цилиндр происходит за два оборота коленчатого вала. Определим количество тактов впуска в секунду : $12 \text{ об/с}=6 \text{ тактов впуска в цилиндр/с}=6 \text{ тактов впуска/с} \times 4 \text{ цилиндра} = 24 \text{ цикла/с}$

Система впрыскивания топлива

3. Количество воздуха, поступающее за один цикл: $A/N = 3 \text{ г/с} / 24 \text{ цикла/с} = 0.125 \text{ г/цикл}$
4. Количество топлива впрыскиваемого за цикл для получения стехиометрического состава смеси: $0.125 \text{ г/цикл} / 14,7 = 0.0085 \text{ г/цикл}$
5. На основании полученного значения блок управления двигателем определяет по таблице (база данных, которая хранится в памяти) **базовую длительность впрыскивания**. Например: $0.0085 \text{ г/цикл} \rightarrow 3 \text{ мс}$

Из приведённого выше примера видно, что базовая длительность впрыскивания зависит только от **двух переменных величин** - расхода воздуха и частоты вращения двигателя, и **одной постоянной величины** (зависящей от количества тактов и цилиндров). Поэтому ещё на этапе разработки двигателя определяется "базовая карта" - значения базовой длительности впрыскивания топлива в зависимости от расхода воздуха и частоты вращения двигателя. Вся эта информация в виде матрицы хранится в ПЗУ блока управления двигателем. При работе двигателя блок управления двигателем получает информацию от датчика частоты вращения коленчатого вала и расхода воздуха и находит в ПЗУ соответствующее значение длительности впрыскивания. При отличии одной или обеих входных переменных от дискретных значений имеющихся в ПЗУ, производится интерполяция.



При запуске двигателя базовая длительность пусковой подачи топлива определяется тоже по таблице (база данных, которая хранится в блоке управления двигателем), в которой записано значение длительности впрыскивания от температуры охлаждающей жидкости и воздуха на впуске.

2.2.2. Определение количества воздуха, поступающего в цилиндр двигателя за один цикл

Для определения количества воздуха могут использоваться методы непосредственного или косвенного определения массы воздуха. При измерении массы воздуха непосредственным методом измеряется количество воздуха поступающего в двигатель. Используются два различных метода, определяемые конструкцией используемых датчиков:

- измеряется масса воздуха;
- измеряется объем, плотность и температура воздуха, а затем вычисляется его масса.

При использовании косвенного метода количество поступающего воздуха в двигатель не измеряется, а рассчитывается по измерению значения параметра, от которого он зависит. Масса воздуха поступающего в цилиндры двигателя определяется следующей формулой:

$$A = N \cdot V \cdot \mu \cdot P / R \cdot T, \text{ где}$$

A - масса воздуха

N - обороты двигателя

V - объем двигателя

μ - коэффициент использования объема двигателя

P – давление (разряжение) во впускном коллекторе

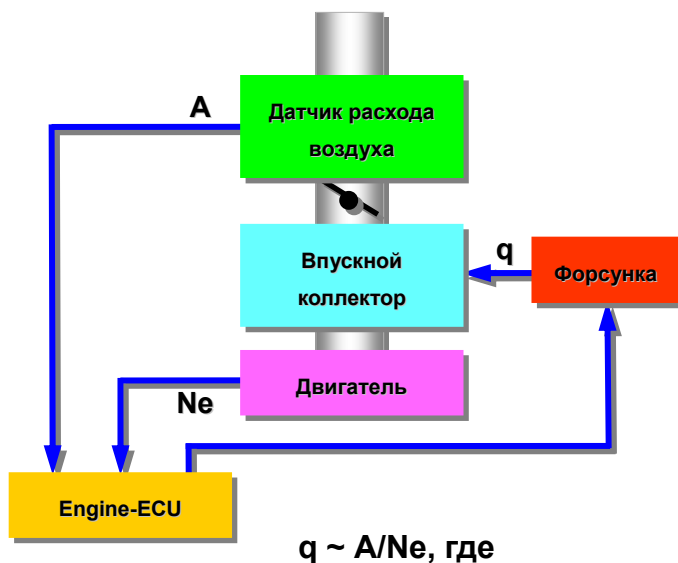
R – газовая постоянная

T – температура воздуха во впускном коллекторе

Система впрыскивания топлива

Из приведенной формулы видно, что количество воздуха, поступающее в цилиндр за один цикл A/N , зависит от двух переменных величин: разрежения во впускном коллекторе и температуры воздуха. На этом и основан метод косвенного измерения воздуха.

Системы впрыскивания, использующие метод непосредственного измерения (рис 2.14), обязательно имеют в своем составе специальный датчик расхода воздуха. Существуют большое количество разновидностей датчиков расхода воздуха, однако в автомобилях Mitsubishi в основном используются датчики, измеряющие объем воздуха (на основе вихрей Кармана) или массу воздуха (на основе терморезисторов). Датчики на основе вихрей Кармана на выходе имеют импульсный сигнал, частота которого пропорциональна объему проходящего воздуха (измеряется в л/с). Масса воздуха в этом случае рассчитывается блоком управления двигателем с использованием данных расходомера, температуры воздуха и барометрического давления. Датчики на основе терморезисторов на выходе имеют аналоговый сигнал, изменяющийся пропорционально массе проходящего воздуха (измеряется в г/с). Устройство и работа этих датчиков будут описаны далее.



$$q \sim A/N_e, \text{ где}$$

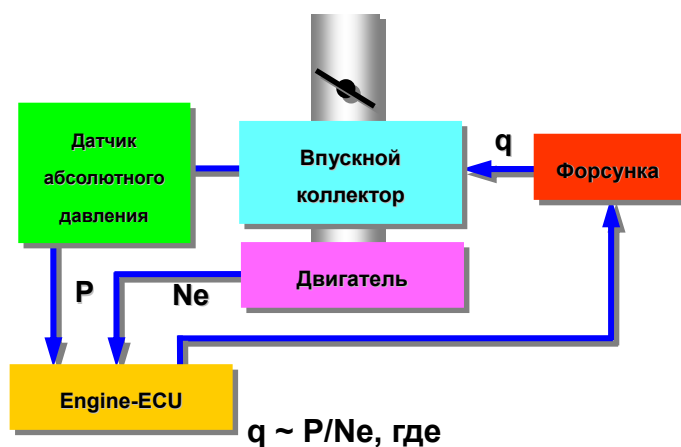
q – количество впрыскиваемого топлива

A – количество воздуха

N_e – частота вращения двигателя

Рис. 2.14

Системы косвенного измерения (рис. 2.15) в качестве параметра для определения расхода воздуха используют величину абсолютного давления во впускном коллекторе за дроссельной заслонкой. При использовании этого метода необходимо учитывать запаздывание изменения разрежения по отношению к изменению массы. Такой метод измерения получается более дешёвым, но менее точным.



$$q \sim P/N_e, \text{ где}$$

q – количество впрыскиваемого топлива

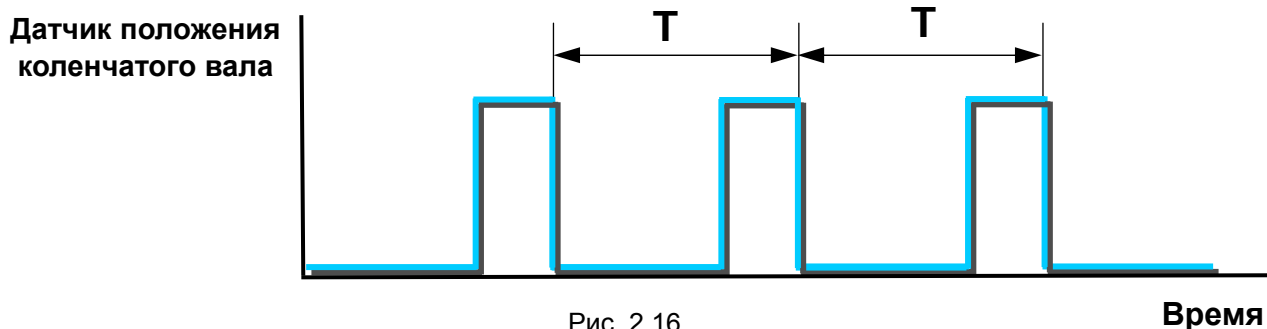
P – величина давления (разрежения) за дроссельной заслонкой

N_e – частота вращения двигателя

Рис. 2.15

Система впрыскивания топлива

2.3. Определение частоты вращения коленчатого вала двигателя



Частота вращения коленчатого вала двигателя может быть определена путем измерения интервала между соседними импульсами на выходе датчика положения коленчатого вала (частота и период - это обратные величины). Интервал между импульсами измеряется в секундах и одному обороту двигателя соответствует два импульса от датчика положения коленчатого вала (для 4-х цилиндрового двигателя), поэтому:

$$N \text{ (об/мин)} = \frac{60 \text{ с}}{2 \times T \text{ с}} = 30/T \quad (\text{для 4-х цилиндрового двигателя})$$

T: интервал между соседними импульсами на выходе датчика положения коленчатого вала

2.4. Управление с обратной связью (система управления с обратной связью – closed-loop control)

Чтобы снизить содержание вредных составляющих в отработавших газах в соответствии с международными нормами, выпускные системы автомобилей фирмы Mitsubishi Motors оснащаются трехкомпонентными каталитическими нейтрализаторами.

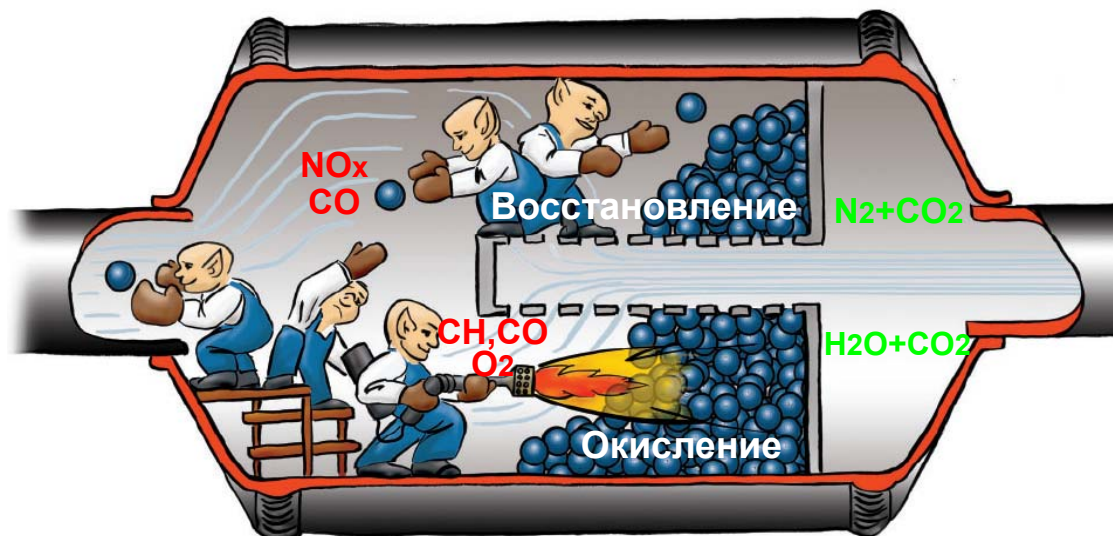


Рис. 2.17

Трехкомпонентный каталитический нейтрализатор расщепляет составляющую NO_x (реакция восстановления) и использует высвободившийся кислород для “дожигания” (реакция окисления) двух других составляющих отработавших газов - CO и CH_4 до CO_2 и H_2O .

Система впрыскивания топлива

2.4.1. Работа с обратной связью

Если топливно-воздушная смесь более богатая, чем стехиометрический состав, то содержание кислорода в отработавших газах низкое, следовательно, выходное напряжение кислородного датчика будет высокого уровня и на вход блока управления поступает сигнал "богатая смесь" (высокий уровень сигнала). В соответствии с этим сигналом электронный блок управления двигателем уменьшает время открытого состоянию форсунки, и в результате смесь будет обедняться. Когда топливно-воздушное соотношение перейдет критическую точку и смесь станет беднее, чем стехиометрический состав, то содержание кислорода в отработавших газах увеличивается, и выходное напряжение кислородного датчика станет низкого уровня. Сигнал "бедная смесь" (низкий уровень сигнала) поступает на электронный блок управления двигателем и на основании этого сигнала, увеличивается время открытия форсунки.

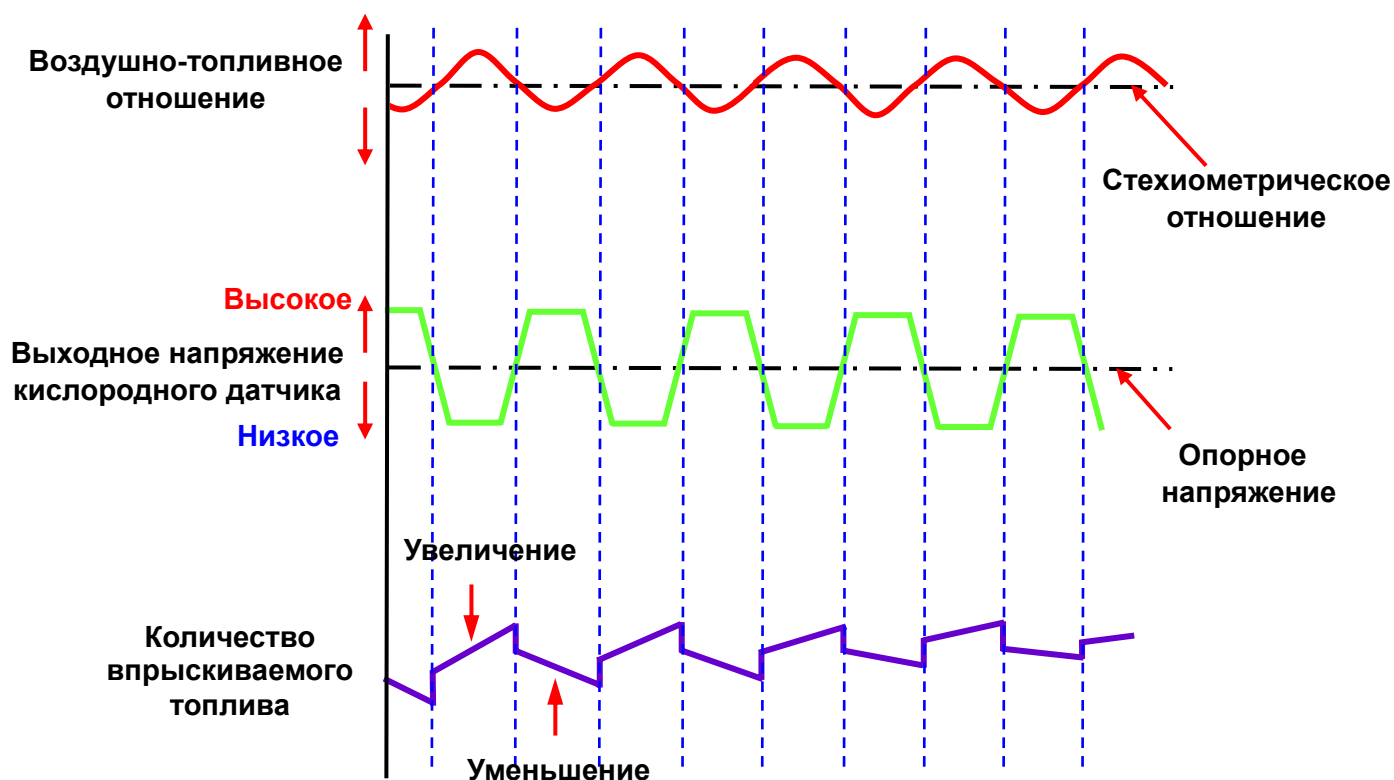


Рис. 2.20

Весь цикл изображенный на рисунке непрерывно повторяется, и состав смеси постоянно колеблется между обедненными и обогащенными состояниями. Таким образом, при помощи управления топливоподачей с обратной связью, обеспечивается регулирование состава смеси на стехиометрическом отношении с высокой точностью.

Однако для улучшения работы системы топливоподачи управление обратной связью не используется в следующих случаях:

1. При прокрутке двигателя в процессе запуска двигателя
2. Во время прогрева двигателя, т.е., когда температура охлаждающей жидкости ниже 45°
3. В процессе разгона/торможения
4. При высоких нагрузках
5. При неисправности кислородного датчика

Система впрыскивания топлива

2.4.2. Самообучение

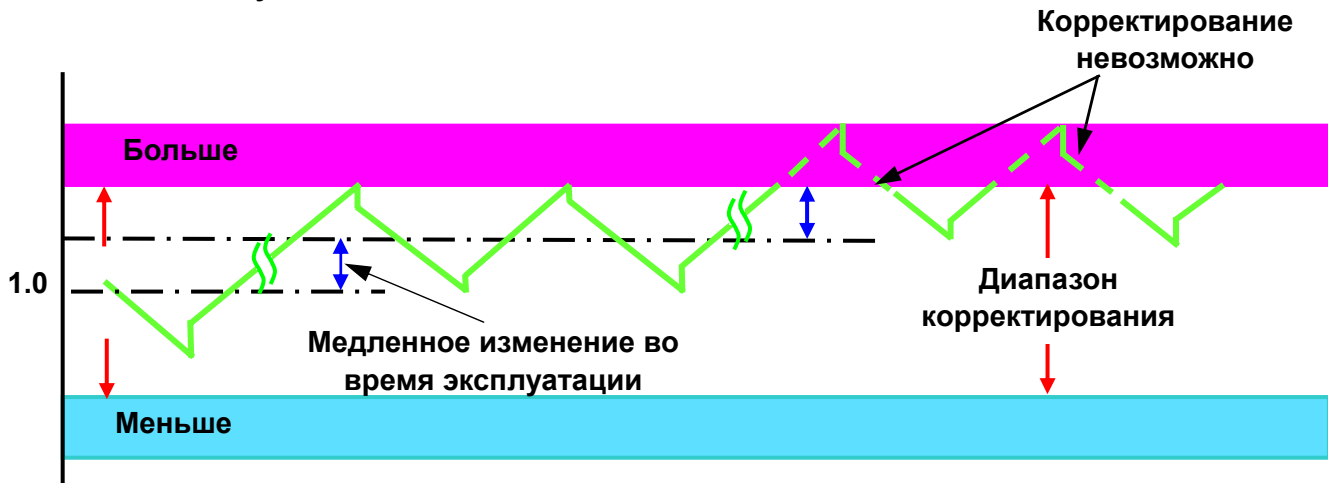


Рис. 2.21

Один только механизм управления с обратной связью не всегда может поддерживать оптимальный состав смеси. Например, так называемая средняя линия диапазона корректирования процесса управления обратной связью может смещаться по прошествии времени (см. рис. 2.16) вследствие изменения характеристик элементов системы, что, тем самым, сужает возможности для корректирования электронным блоком управления двигателем. Чтобы преодолеть это явление, электронный блок управления двигателем заставляет сместившуюся среднюю линию диапазона корректирования вернуться в исходное положение. Этот тип коррекции называется «самообучение».

Процесс «самообучения» состоит из трех этапов, показанных на рис. 2.22.

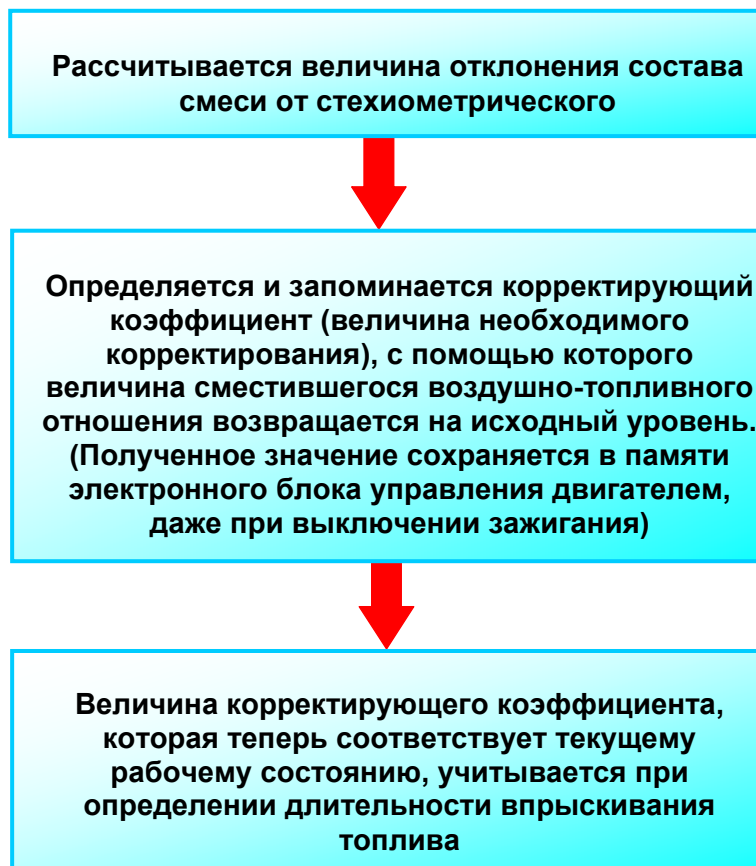


Рис. 2.22

Система впрыскивания топлива

2.4.3. Задний кислородный датчик.

Задний кислородный датчик измеряет содержание кислорода в отработавших газах, которые прошли через каталитический нейтрализатор. Сравнивая показания заднего кислородного датчика с показаниями переднего кислородного датчика, электронный блок управления двигателем определяет состояние каталитического нейтрализатора (ухудшение его технического состояния). При деградации переднего кислородного датчика, происходит уход уровня напряжения от номинального (равного примерно 0,5 В при стехиометрическом составе смеси). Последствия этого ухода корректируются блоком управления двигателя по показаниям заднего кислородного датчика.

2.5. Коррекция, основанная на информации от датчиков и других источников

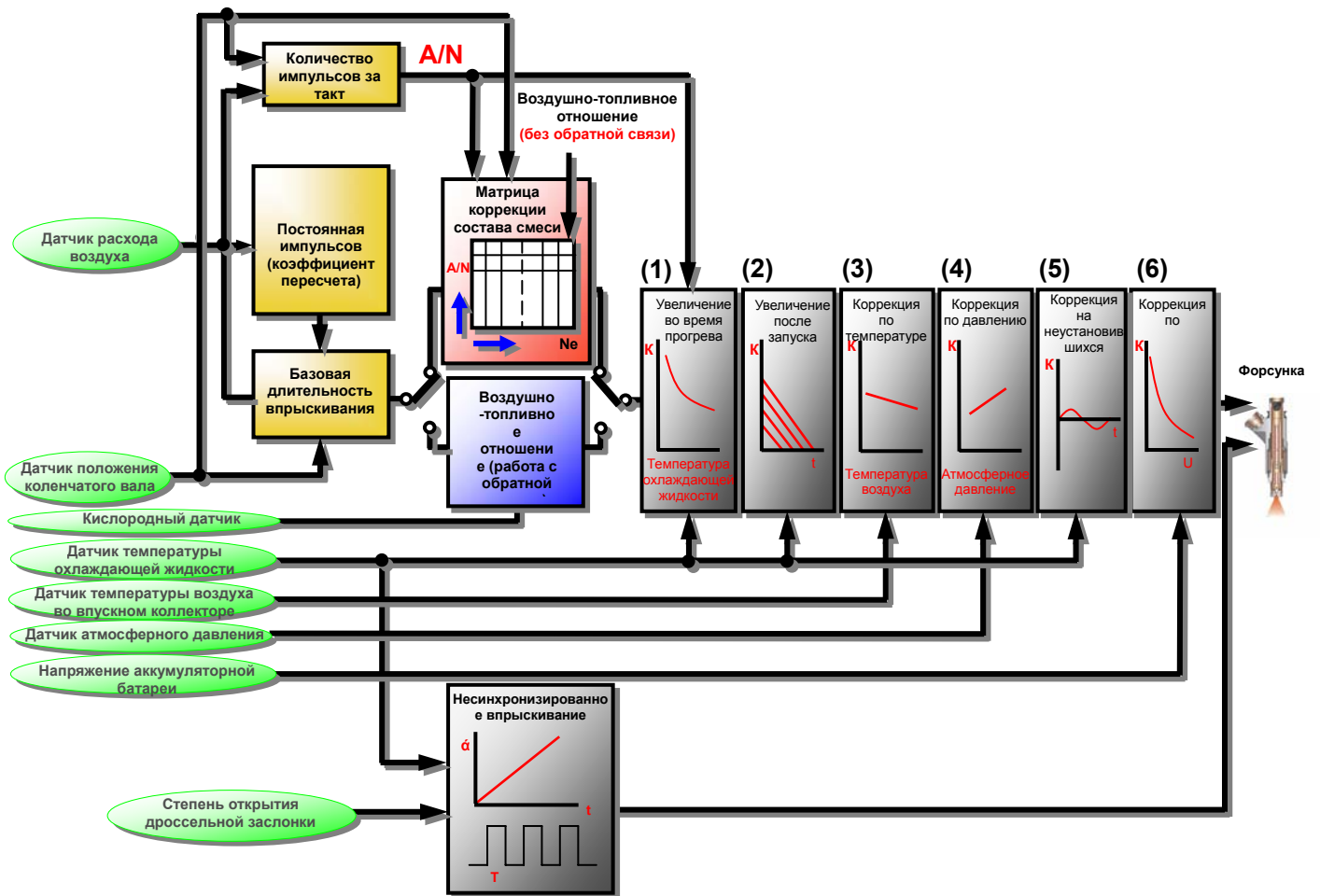


Рис. 2.23

Система впрыскивания топлива

2.5.1. Управление обогащением смеси сразу после запуска двигателя

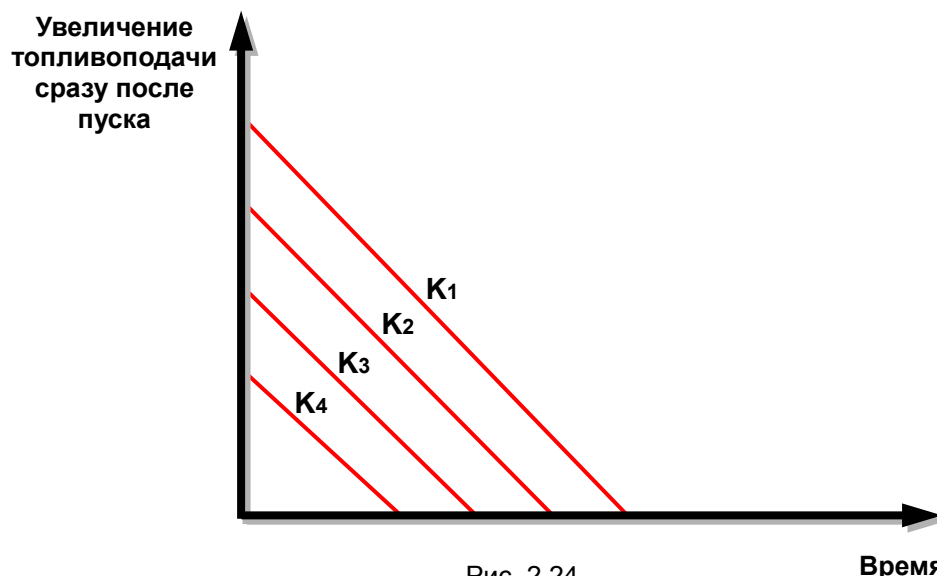


Рис. 2.24

Значение коэффициента (K) увеличивается (более богатая смесь) при уменьшении температуры охлаждающей жидкости. Во время запуска холодного двигателя электронный блок управления двигателем должен так обогатить смесь, чтобы двигатель смог устойчиво работать сразу после стартовых вспышек, без помощи стартера. Через короткое время коэффициент уменьшается и обогащение прекращается.

2.5.2. Управление обогащением смеси во время прогрева двигателя

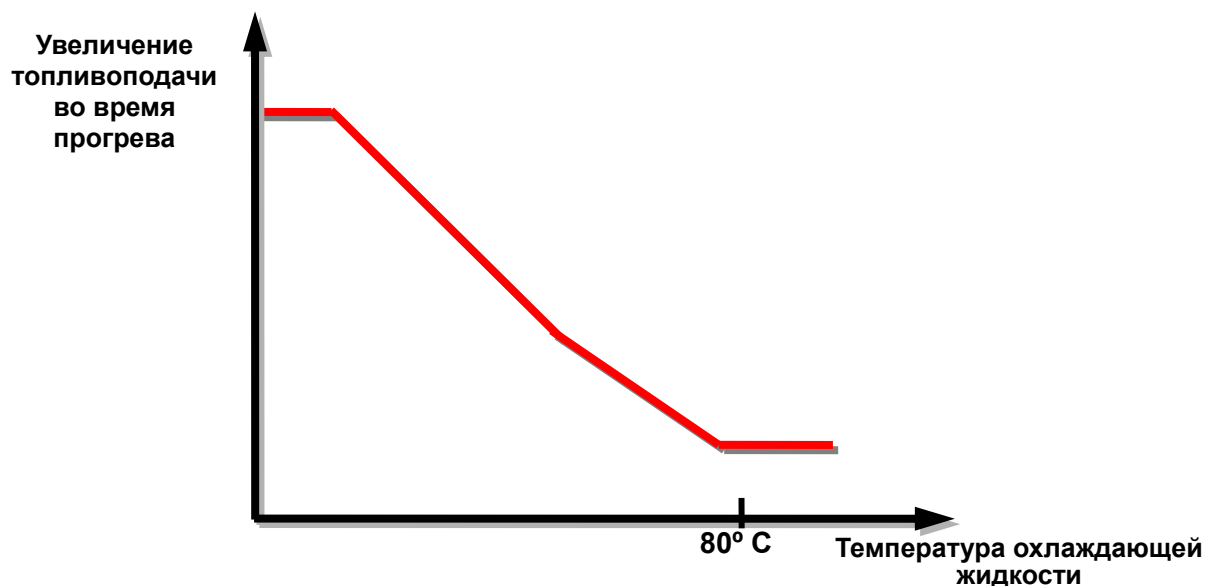


Рис. 2.25

Значение коэффициента (K) увеличивается при снижении температуры охлаждающей жидкости в двигателе.

При низкой температуре охлаждающей жидкости часть топлива осаждается на впускных, выпускных клапанах и стенках цилиндров, которые остаются холодными, даже если воздушно-топливная смесь в цилиндре двигателя полностью сгорает. Для компенсации недостаточной испаряемости топлива во время прогрева двигателя, электронный блок управления двигателем продолжает обогащать смесь до тех пор, пока температура охлаждающей жидкости не достигнет требуемого уровня.

Система впрыскивания топлива

2.5.3. Коррекция состава смеси в зависимости от температуры воздуха во впускном коллекторе

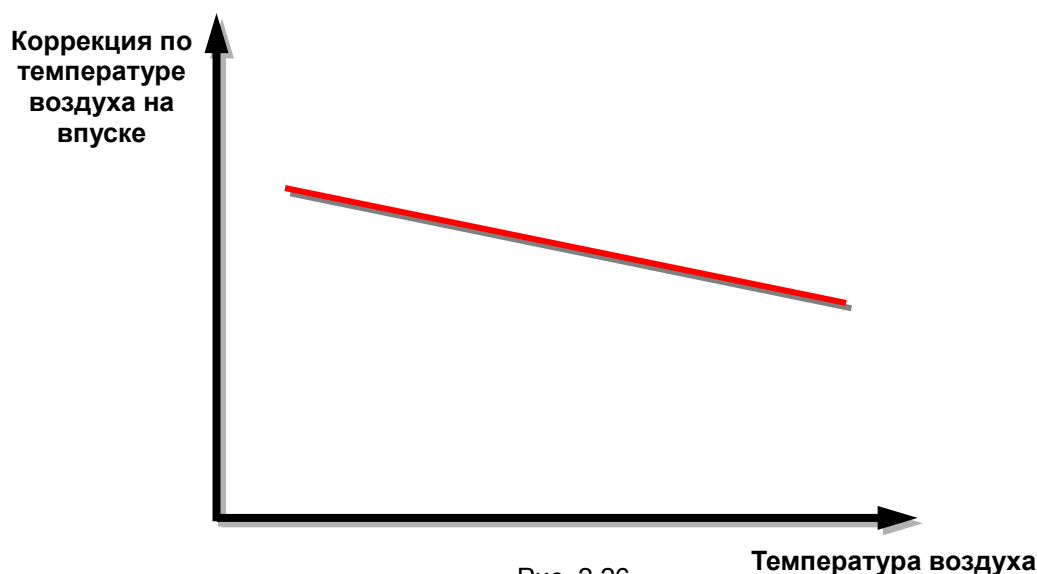


Рис. 2.26

Значение коэффициента (K) увеличивается при уменьшении температуры воздуха во впускном коллекторе.

Объём воздуха поступающий в цилиндры при изменении температуры воздуха не изменяется, однако масса воздуха изменяется. При снижении температуры плотность воздуха увеличивается, что приводит к увеличению массового наполнения цилиндров воздухом и соответственно увеличению воздушно-топливного соотношения смеси. Вследствие этого явления, состав смеси должен быть скорректирован в соответствии с температурой окружающего воздуха.

2.5.4. Коррекция по атмосферному давлению

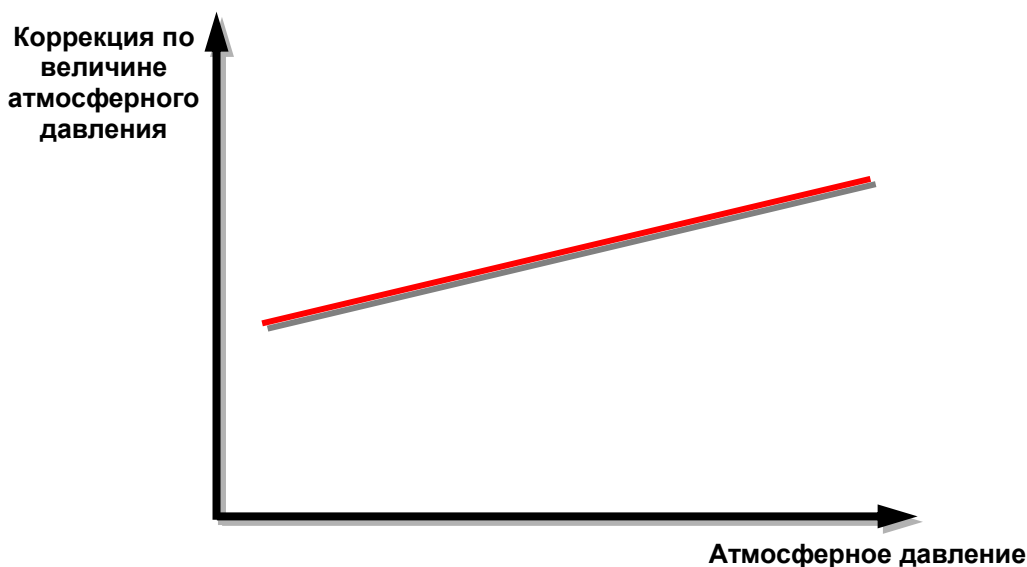


Рис. 2.27

Значение коэффициента (K) увеличивается при увеличении атмосферного давления.

Объём воздуха поступающий в цилиндры при изменении атмосферного давления не изменяется, однако масса воздуха изменяется. При увеличении давления плотность воздуха увеличивается, что приводит к увеличению массового наполнения цилиндров воздухом и соответственно увеличению воздушно-топливного соотношения смеси. Вследствие этого явления, состав смеси должен быть скорректирован в соответствии с изменениями атмосферного давления.

Система впрыскивания топлива

2.5.5. Коррекция при переходных процессах

Коррекция при переходных процессах необходима для сохранения воздушно-топливного соотношения смеси во время увеличения или снижения частоты вращения коленчатого вала двигателя. Поправка вносится в соответствии со скоростью открытия дроссельной заслонки и может быть как положительной (при ускорении), так и отрицательной (при замедлении).

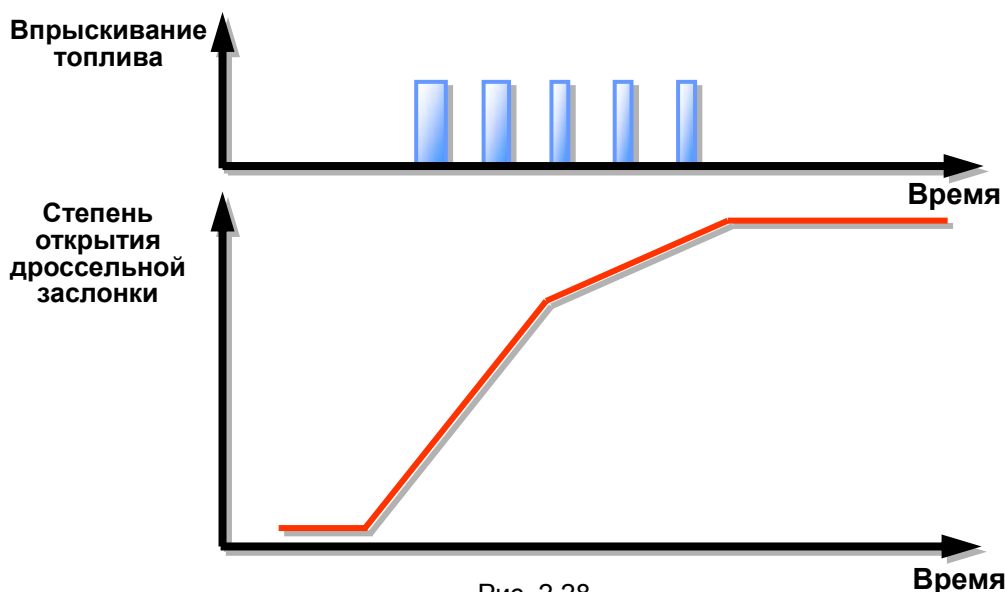


Рис. 2.28

(а) Управление во время разгона

Во время разгона автомобиля блок управления двигателем рассчитывает корректирующую добавку, которая зависит от величины и скорости открытия дроссельной заслонки.

Используемый датчик:

- датчик положения дроссельной заслонки.

(b) Управление по уменьшению топливоподачи во время торможения двигателем

В режиме торможения двигателем (дроссельная заслонка полностью закрыта), например, при движении под уклон вниз, срабатывает функция по ограничению подачи топлива (длительность импульсов впрыскивания становится равной 0), что предотвращает перегрев каталитического нейтрализатора и улучшает топливную экономичность.

Это происходит при выполнении следующих условий:

- дроссельная заслонка закрыта (контакты датчика положения дроссельной заслонки замкнуты)
- частота вращения коленчатого вала выше 1200-1300 об/мин (зависит от типа двигателя). При снижении частоты вращения менее этого значения топливоподача возобновляется.

Датчики, управляющие процессом торможения двигателем:

- датчик расхода воздуха;
- датчик-выключатель полностью закрытой дроссельной заслонки;
- датчик положения коленчатого вала.

Отключение подачи топлива при торможении двигателем не происходит в следующих ситуациях:

- При работе антиблокировочной тормозной системы полноприводного автомобиля
- При скорости движения полноприводного автомобиля более 25 км/ч

Система впрыскивания топлива

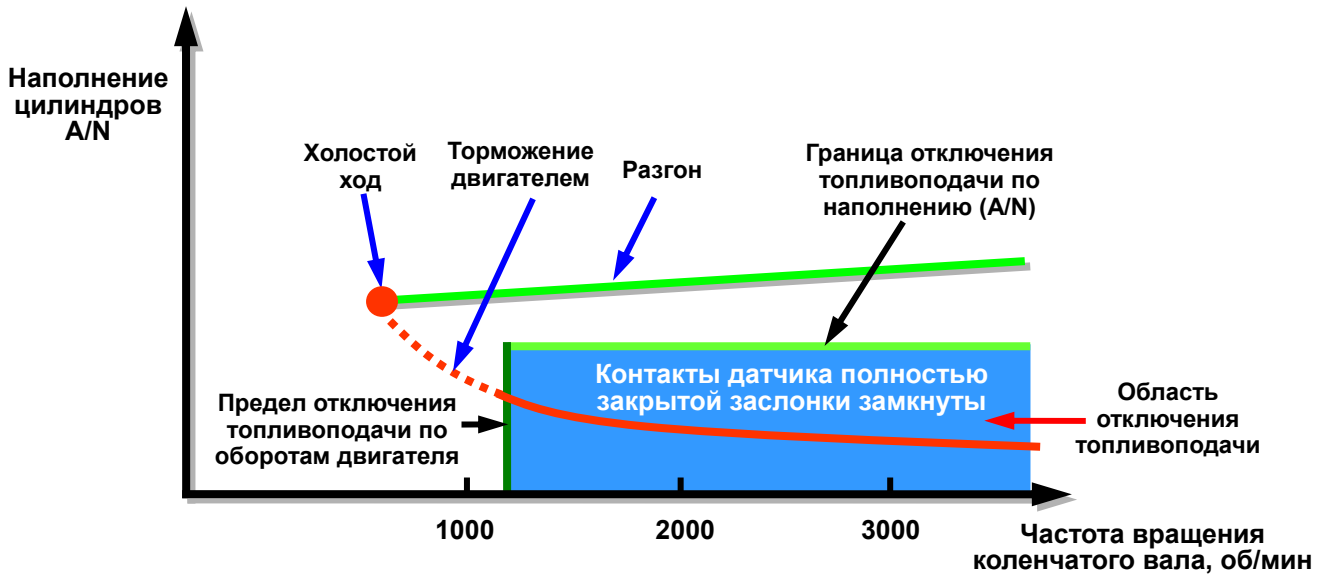


Рис. 2.29

2.5.6. Коррекция задержки срабатывания форсунки

При поступлении управляющего сигнала от блока управления двигателем на обмотку электромагнита форсунки её механический клапан открывается. Из-за наличия некоторой задержки, которое зависит от напряжения бортовой сети, действительное время открытия форсунки оказывается меньше, чем длительность управляющего импульса. Поэтому для получения требуемого состава смеси необходимо учитывать изменение времени задержки в зависимости от величины бортового напряжения, и следовательно от состояния аккумуляторной батареи (во время пуска двигателя).

Действительное время впрыскивания топлива будет меньше, чем продолжительность импульса управления форсункой на величину времени задержки срабатывания.

Поэтому требуемое воздушно-топливное соотношение не может быть получено без корректирования длины импульса впрыскивания топлива.

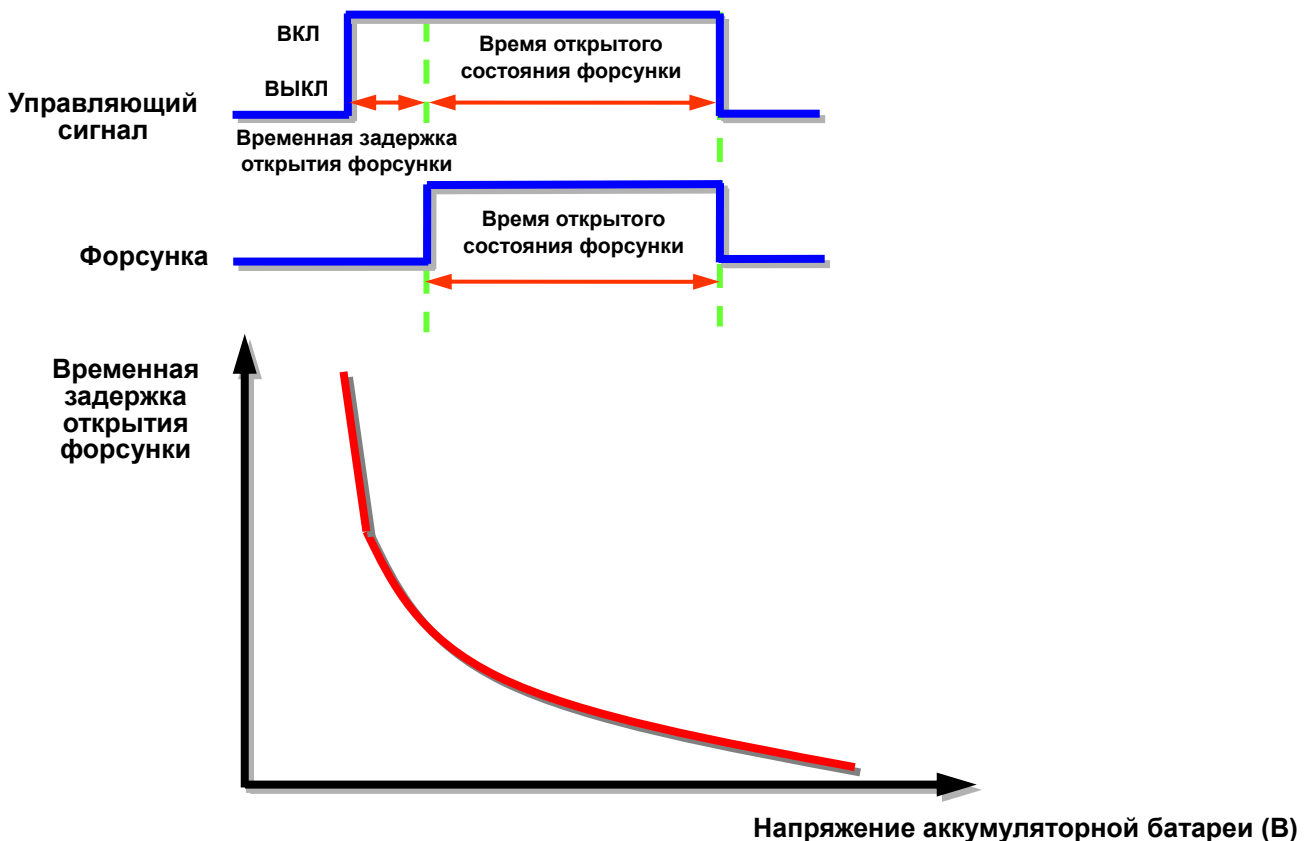


Рис. 2.30

Система впрыскивания топлива

2.5.7. Компенсация по обогащению состава смеси

При больших углах открытия дроссельной заслонки, для поддержки высокоскоростного режима или режима большой нагрузки, топливоподача может увеличиваться.

Эта компенсация применяется только в случае, если длительность импульса впрыскивания рассчитанная по углу открытия дроссельной заслонки превысит длительность взятую из “базовой карты” впрыскивания (зависимость длительности впрыскивания от оборотов двигателя и расхода воздуха).

Используемый датчик:

- датчик положения дроссельной заслонки.

2.6 Другие виды управления подачей топлива

2.6.1. Управление во время запуска двигателя



Рис. 2.31

При запуске двигателя базовая длительность впрыскивания определяется с помощью специальной матрицы, построенной в зависимости от температуры охлаждающей жидкости двигателя. С понижением температуры длительность впрыскивания увеличивается. Значение базовой длительности дополнительно корректируется в зависимости от температуры воздуха на впуске, атмосферного давления и напряжения аккумуляторной батареи. Пусковой режим считается завершённым при достижении частоты вращения коленчатого вала 300-500 об/мин, после чего длительность впрыскивания рассчитывается уже в зависимости от оборотов двигателя и расхода воздуха (по “базовой карте”).

Используемые датчики:

- датчик температуры охлаждающей жидкости;
- сигнал с замка зажигания –ST;
- напряжение аккумуляторной батареи;
- датчик атмосферного давления;
- датчик температуры воздуха на впуске.

2.6.2. Управление отключением подачи топлива для предотвращения “разноса” двигателя

Если частота вращения коленчатого вала двигателя превосходит допускаемую величину, происходит отключение подачи топлива для предотвращения разрушения двигателя. Если автомобиль неподвижен и обороты двигателя в течении некоторого промежутка времени (примерно 30-40 с) превышают заданное значение (60-70 % от максимальных оборотов), то и в этом случае происходит отключение топливоподачи.

Система впрыскивания топлива

2.6.3. Управление отключением подачи топлива для предотвращения превышения давления наддува (для двигателей с турбонаддувом).

Когда отношение A/N превышает установленную величину, происходит отключение подачи топлива для предотвращения чрезмерного роста давления наддува.

Даже в случае выхода из строя клапана перепуска отработавших газов турбокомпрессора давление наддува не превысит допустимое значение, что обеспечит дополнительную защиту двигателя.

2.6.4. Управление отключением подачи топлива для предотвращения превышения скоростного режима автомобиля.

В случае, если скорость автомобиля достигает своего максимально разрешенного значения (180 км/ч), происходит отключении подачи топлива для предотвращения дальнейшего увеличения скорости автомобиля.

Данная функция предусматривается только на автомобилях, предназначенных для японского потребителя.

2.6.5. Управление стабилизацией холостого хода при высокой температуре охлаждающей жидкости в двигателе.

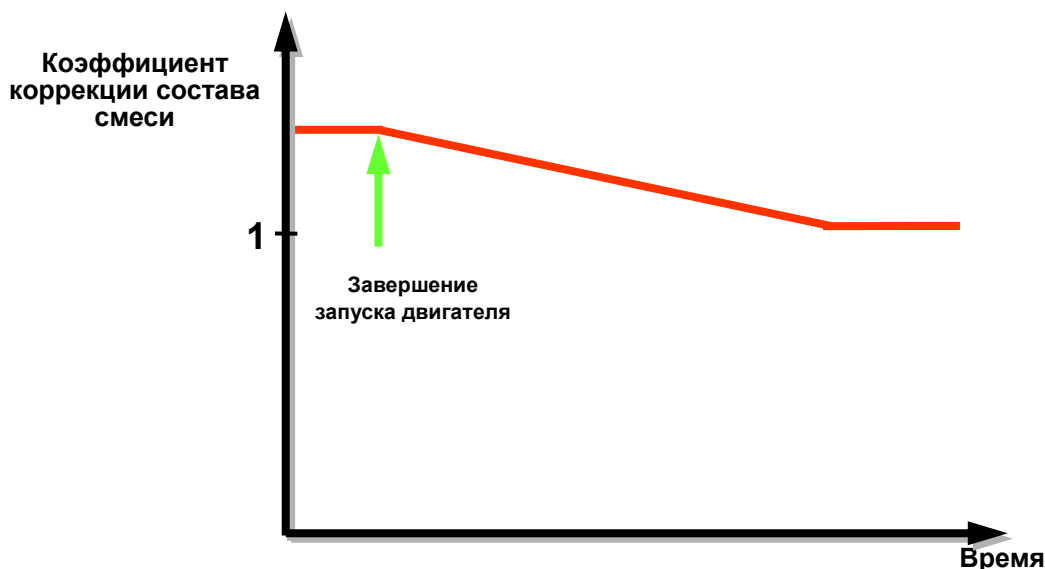


Рис. 2.32

Если после запуска двигателя температура воздуха во впускном коллекторе более 50°C , а температура охлаждающей жидкости выше 100°C , то значение коэффициента коррекции состава смеси устанавливается несколько выше обычного. Через некоторое время, его величина постепенно уменьшается до нормального значения.

Используемые датчики:

- датчик температуры воздуха во впускном коллекторе;
- датчик температуры охлаждающей жидкости;
- сигнал с замка зажигания –ST.

Система впрыскивания топлива

2.6.6. Управление составом смеси на холостом ходу (автомобили без кислородного датчика).

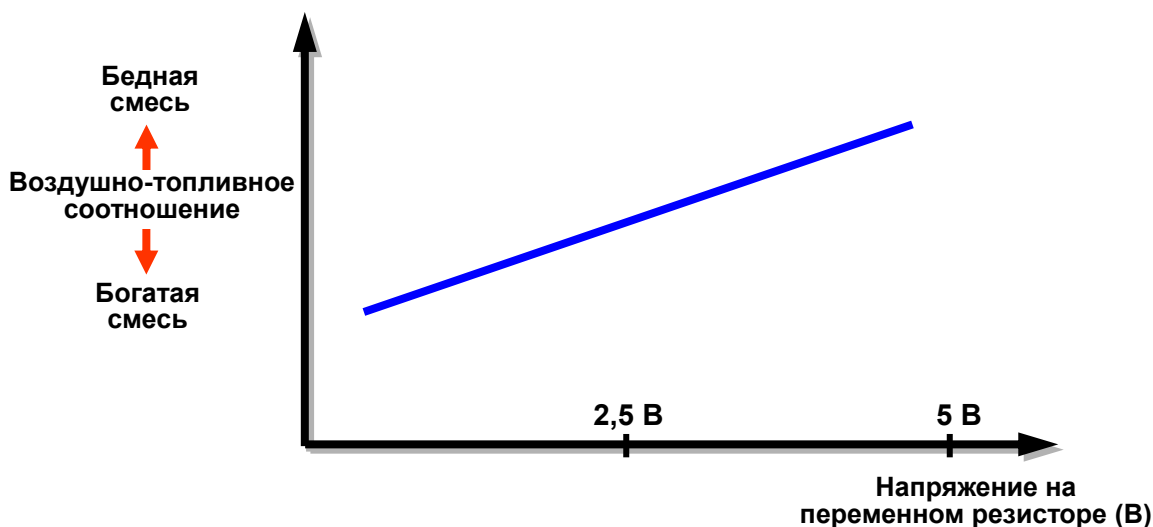


Рис. 2.33

При работе прогретого (температура охлаждающей жидкости не ниже 70°C) двигателя на режиме холостого хода (при частоте вращения коленчатого вала не выше 950 мин^{-1} и работе без нагрузки), количество впрыскиваемого топлива (воздушно-топливное отношение) можно корректировать с помощью специального переменного резистора.

2.7. Качество используемого топлива

Качество топлива является важнейшим фактором, влияющим на работу двигателя и «ездовые качества» автомобиля. Строгие требования, регулирующие выбросы вредных веществ автомобилями, регламентируют и некоторые характеристики применяемого топлива.

Характеристики топлива, оказывающие влияние на работу двигателя

- октановое число;
- содержание спиртов/воды в топливе;
- наличие ароматических углеводородов;
- испаряемость топлива.

Диагностирование неисправностей, связанных с ухудшением «ездовых» характеристик автомобиля и обусловленных низким качеством топлива, представляют собой чрезвычайно трудную задачу. Далее будут рассмотрены основные характеристики топлива, знание которых поможет облегчить решение подобных задач.

2.7.1. Октановое число

- **Определяет стойкость топлива к детонации**
- **Чем выше октановое число, тем выше стойкость к детонации**
- **При работе с сильной детонацией возможно ухудшение характеристик двигателя и даже его разрушение.**

Октановое число определяет способность топлива противостоять появлению детонации. Топливо с высоким октановым числом (например, бензин АИ-95) обладает большей сопротивляемостью к детонации, чем топливо с меньшим октановым числом (например, бензин АИ-91).

Системы зажигания, использующие датчик детонации, изменяют величину угла опережения зажигания при изменении октанового числа топлива. В случае появления детонационного сгорания в цилиндрах двигателя, электронный блок управления двигателем старается снизить детонацию путем смещения угла опережения зажигания в сторону его запаздывания. Появление детонации ухудшает работу двигателя и снижает топливную экономичность. Усиление детонации может серьезно повредить двигатель.

Система впрыскивания топлива

2.7.2. Содержание спиртов

- Добавление спиртов в топливо позволяет снизить выбросы СО и повышает октановое число
- Наиболее распространены добавки в виде этанола, метанола и изопропилового спирта.
- Излишняя концентрация спиртов в топливе ухудшает “ездовые” качества автомобиля и может повредить элементы системы топливоподачи.

Кислородосодержащие топлива (которые содержат спирты) содержат кислород в их химической структуре, в результате чего снижаются выбросы окиси углерода (СО), уменьшается склонность к детонации, происходит более полное сгорание топлива. Большая часть промышленно выпускаемых топлив является кислородосодержащими, в которые может добавляться этанол, метанол и изопропиловый спирт.

Этанол (зерновой спирт) допускается добавлять в топливо до 10% объема. Метанол можно добавлять до 5% объема. При использовании кислородосодержащего топлива всегда следуйте рекомендациям, изложенным в Руководствах по техническому обслуживанию.

Отмечается ухудшение “ездовых” качеств автомобиля при наличии избыточного количества спирта в топливе. Возможны провалы, потеря мощности, остановки двигателя и даже затруднения с запуском двигателя. Это может быть связано с повреждением элементов системы топливоподачи, которое вызывается возникновением коррозии с последующим засорением топливных фильтров.

2.7.3. Содержание ароматических углеводородов

Ароматические углеводороды добавляются в топливо, в основном, с целью повышения октанового числа. Их слишком высокая концентрация в топливе приводит к отложению сажи на впускных клапанах, следствием чего является ухудшение топливной экономичности, снижение мощности и повышение содержания вредных компонентов в отработавших газах.

2.7.4. Испаряемость топлива

Испаряемость характеризует способность топлива переходить из жидкого состояния в паровую фазу. Бензин в жидком состоянии не горит, поэтому он должен испариться, прежде чем попасть в камеру сгорания. Однако степень испаряемости бензина напрямую связана с выбросом вредных веществ с испарениями из топливного бака и других элементов топливной системы.

Поскольку температура окружающего воздуха влияет на работу двигателя, то в разное время года применяются разные сорта топлива. Поэтому при резком изменении температуры возможно возникновение различных неисправностей, обусловленных несоответствия топлива и погодных условий.

Низкая испаряемость

- Затрудненный запуск холодного двигателя
- Медленный прогрев двигателя
- Плохая работа в холодную погоду
- Отложения в картере, на стенках камеры сгорания и на электродах свечей зажигания.

Высокая испаряемость

- Выделение вредной паровой фазы
- Перегрузка адсорбера паровой фазой
- Образование паровых пробок

2.7.5. Содержание воды в топливе

Наличие воды в топливе вызывает массу проблем и может стать причиной разнообразных жалоб на плохую работу двигателя. Существует единственный способ удалить воду из топлива: опорожнить топливный бак и продуть все топливопроводы.

Неисправности, вызванные попаданием воды в топливо

- Трудный/невозможный запуск двигателя
- Вялый разгон/рывки во время разгона
- Увеличенный расход топлива
- Повышенное содержание вредных выбросов в отработавших газах
- Неравномерная работа двигателя на режиме холостого хода

Система впрыскивания топлива

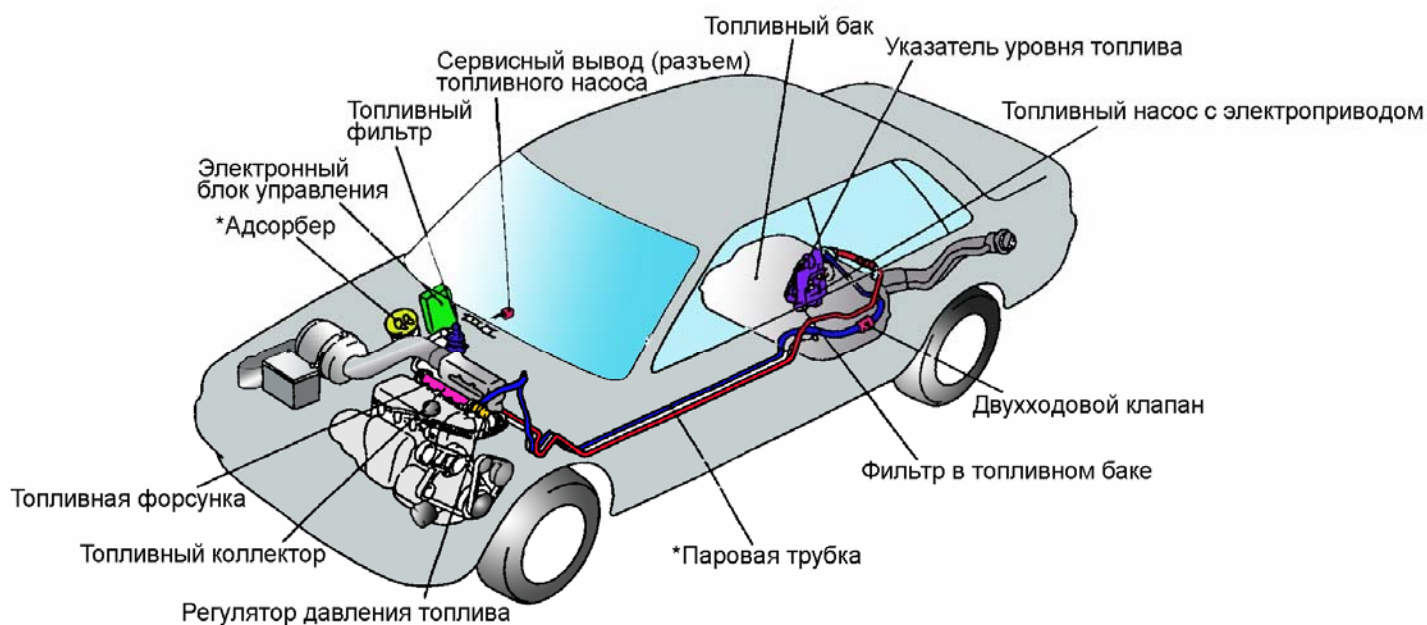
3. Устройство и работа элементов системы топливоподачи

Система топливоподачи состоит из следующих элементов:

- электромагнитных форсунок;
- топливного коллектора;
- регулятора давления топлива;
- топливного насоса с электроприводом, который обеспечивает подачу топлива под давлением;
- электронного блока управления, который управляет топливными форсунками и топливным насосом по сигналам от различных датчиков.

В системе может устанавливаться два топливных фильтра, один внутри топливного бака, а другой в моторном отсеке. (На моделях автомобилей последних годов выпуска, все топливные фильтры устанавливаются в топливном баке). Для снижения выбросов углеводородов СН, устанавливается система улавливания паров топлива, которая состоит из паровой трубки (трубопровод отвода паров топлива из бака), угольного адсорбера, и некоторых других элементов.

Описанная ниже система распределенного впрыскивания топлива (MPI) устанавливалась на автомобиль Pajero iO.



*: Устанавливается на некоторых моделях автомобилей

Рис. 2.34

Система впрыскивания топлива

3.1 Топливный насос

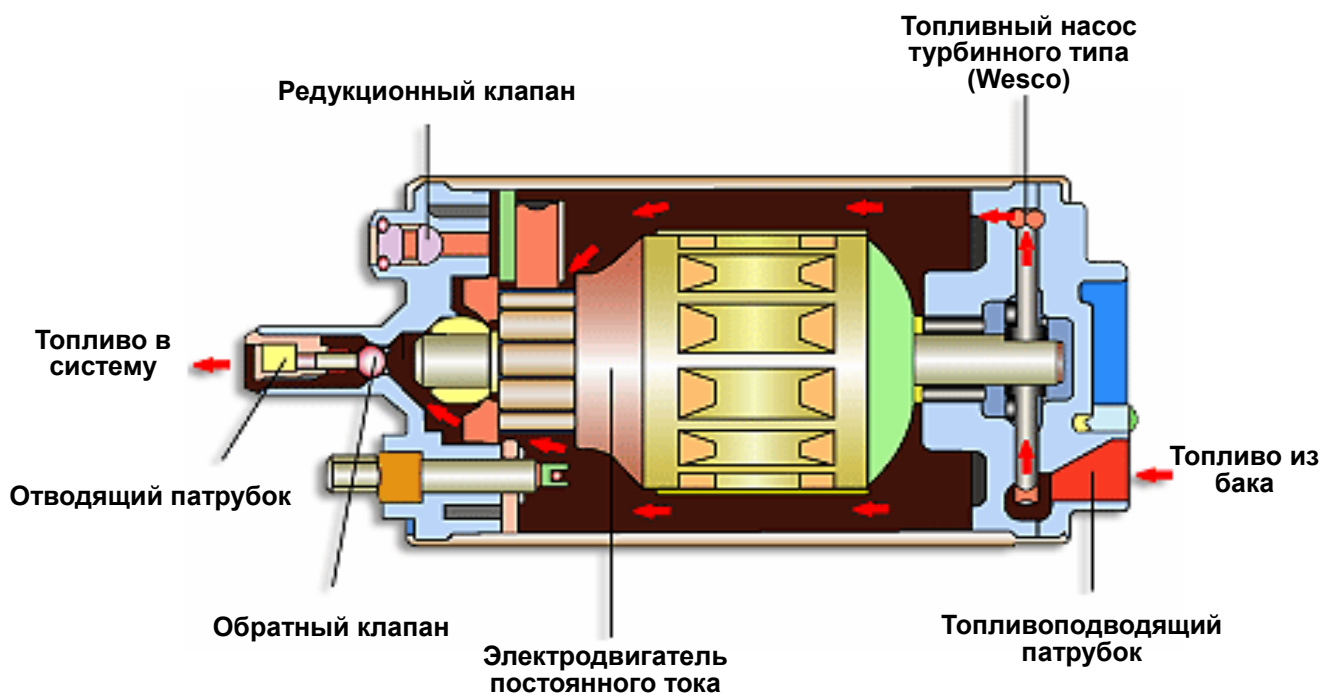


Рис. 2.35

3.1.1. Устройство

Типовая конструкция насоса центробежного (или турбинного) типа показана на рис. 2.35. Он расположен в топливном баке и поэтому называется “погружным” топливным насосом. Его основное преимущество – снижение вероятности образования паровых пробок. Кроме того, такие насосы более предпочтительны в случае образования утечек топлива. Охлаждение и смазка насоса производится топливом.

3.1.2. Редукционный клапан

Редукционный клапан предотвращает разрушение топливопроводов, расположенных за топливным насосом в случае засорения топливопроводов и последующие утечки топлива при повышении давления топлива в системе выше расчетного.

3.1.3. Обратный клапан

Обратный клапан закрывается при остановке двигателя, и прекращении подачи топлива насосом, что позволяет сохранить давление топлива между топливным насосом и регулятором давления. Назначение обратного клапана удерживать, так называемое, остаточное давление топлива в системе, что облегчает повторный запуск горячего двигателя, так как при этом в топливопроводах не образуются паровые пробки. (В случае образования паровых пробок ухудшается работа топливного насоса и форсунок).

Система впрыскивания топлива

3.1.4. Топливный насос турбинного типа

Топливный насос турбинного типа (рис 2.36) имеет крыльчатку, которая имеет большое количество лопаток. При вращении крыльчатки возникает разность давления между лопатками и канавками, в результате чего и создается давление топлива, практически без пульсаций.

Особенности

Снижение шумности и вибрации при работе, поскольку крыльчатка и корпус насоса не касаются друг друга.

Небольшой уровень пульсации давления топлива, вследствие отсутствия изменения объемов - это исключает необходимость установки демпфера на выходе насоса и улучшает его весовые и габаритные характеристики.

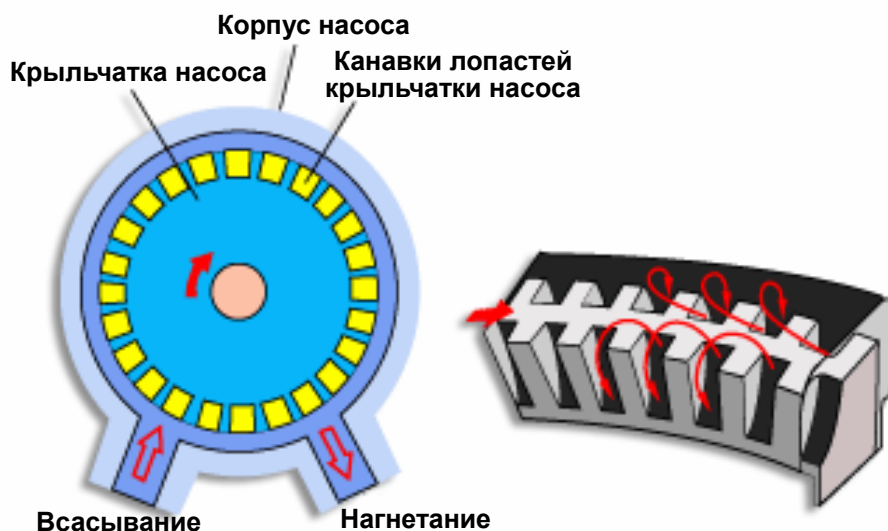


Рис. 2.36

Бензонасос обеспечивает максимальное значение давления в 1,5-2 раза выше рабочего давления в системе. Рабочее давление в системе обеспечивается перепуском топлива через специальный регулятор давления. Регулятор давления может устанавливаться на топливном коллекторе или непосредственно на самом бензонасосе, в зависимости от конструкции топливной системы.

Производительность бензонасосов существенно превышает потребности двигателя даже на режиме максимальной мощности и в зависимости от мощности двигателя составляет 1-2 л/мин.

3.1.5. Инжекторный насос (Jet pump)

Инжекторный насос это не электрический насос, а дополнительное устройство, которое обычно используется, если топливный бак разделен на две секции. Один из возможных вариантов конструкции показан на рисунке

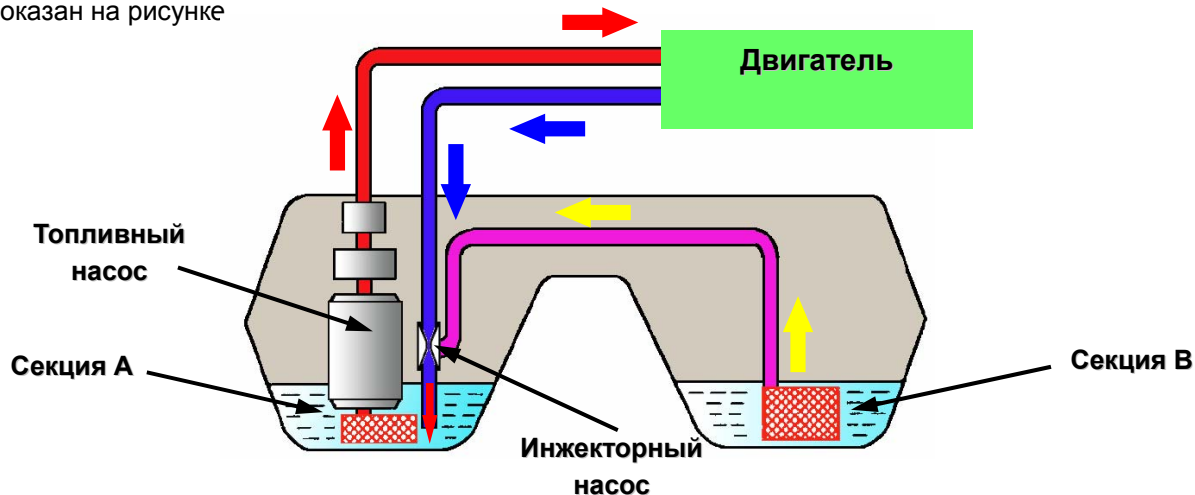
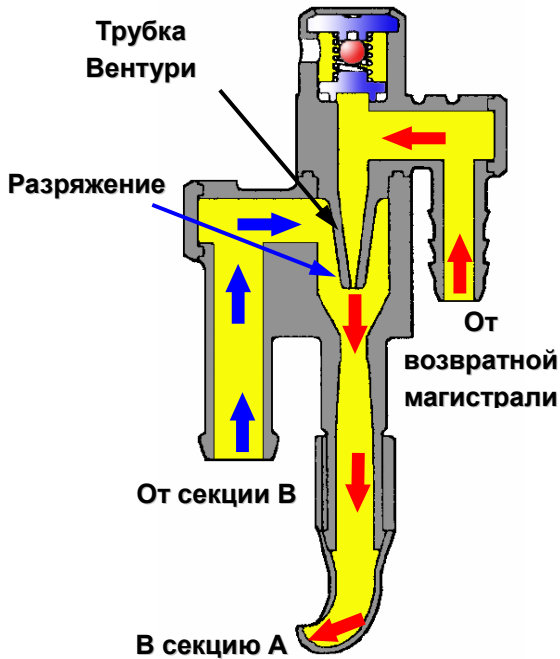


Рис. 2.37

Система впрыскивания топлива



Топливо, возвращаясь в бак по возвратной магистрали, движется через трубку Вентури, вокруг которой создаётся разрежение. За счёт разницы давлений происходит движение топлива из секции В в секцию А.

Рис. 2.38

3.1.6. Электропитание топливного насоса

Ток поступает к обмотке реле топливного насоса следующим образом: аккумуляторная батарея → плавкий предохранитель → замок зажигания – IG1 → обмотка реле топливного насоса → транзистор электронного блока управления двигателем. При подаче тока управления на обмотку реле, замыкаются контакты реле, и ток поступает на привод электродвигателя топливного насоса.

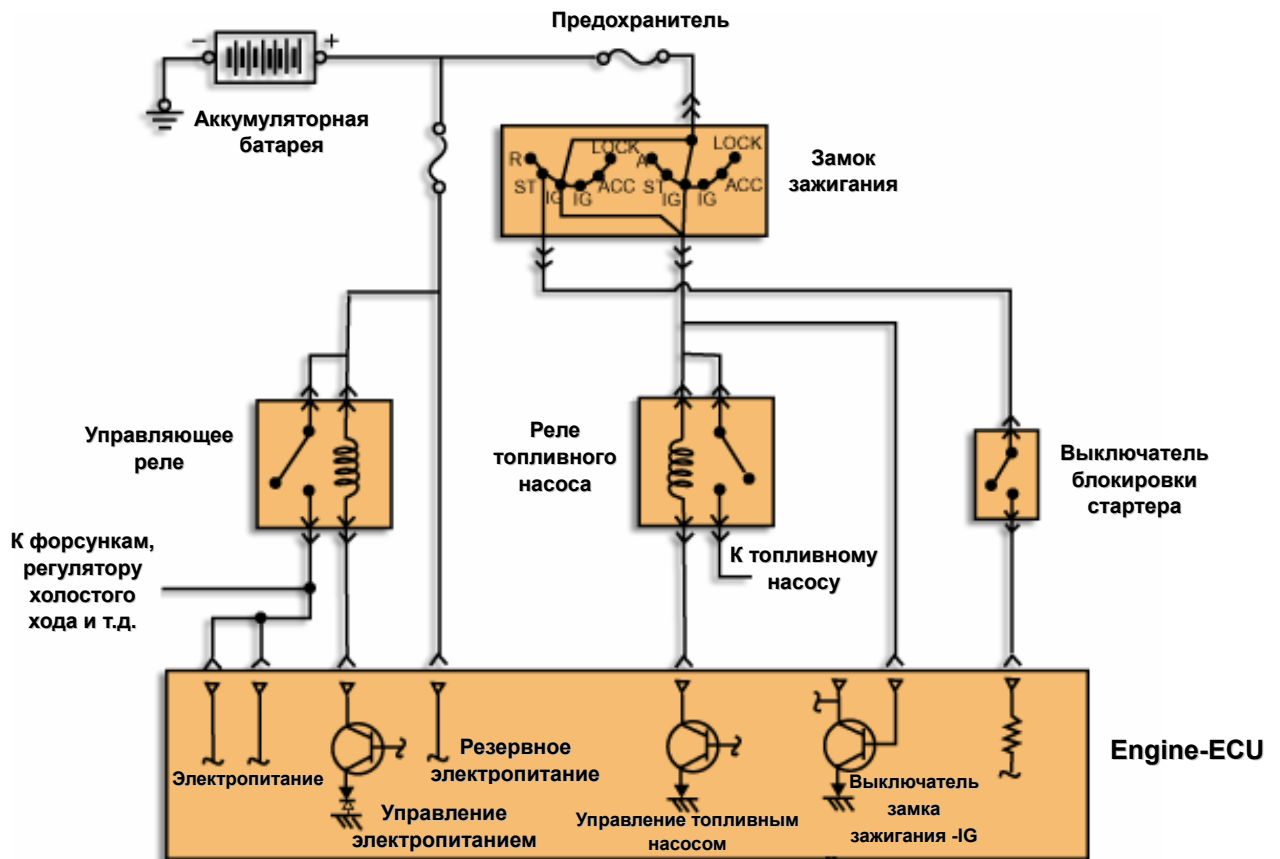
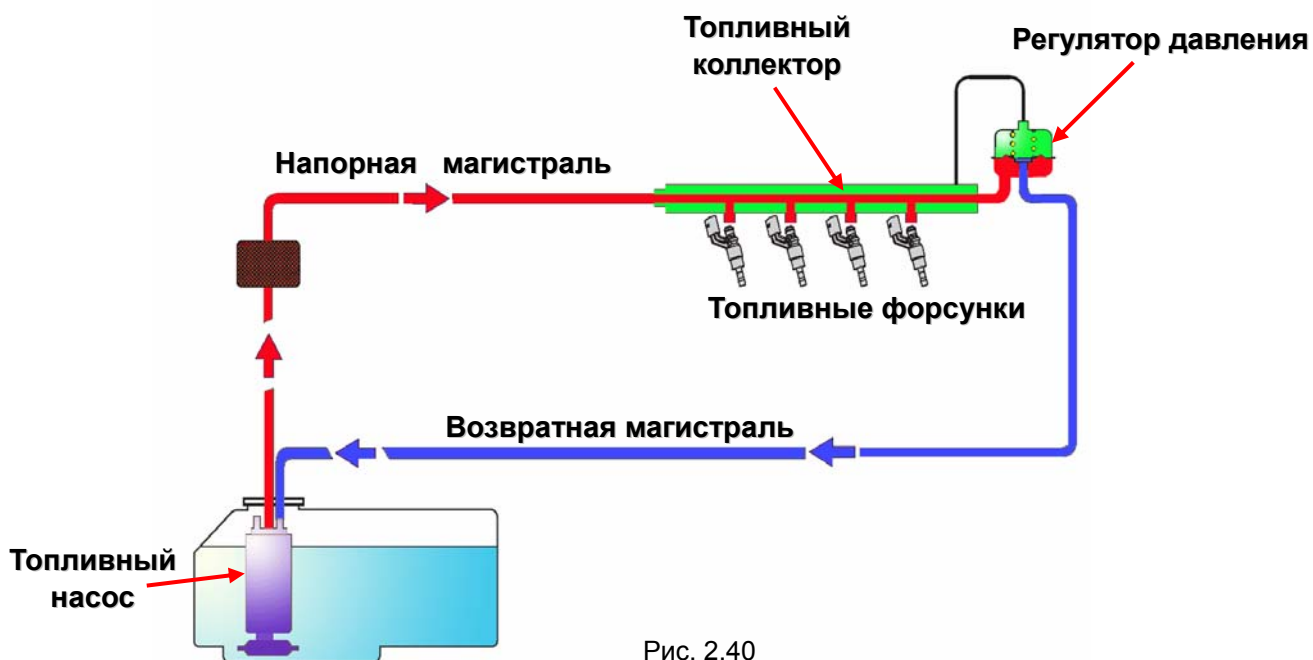


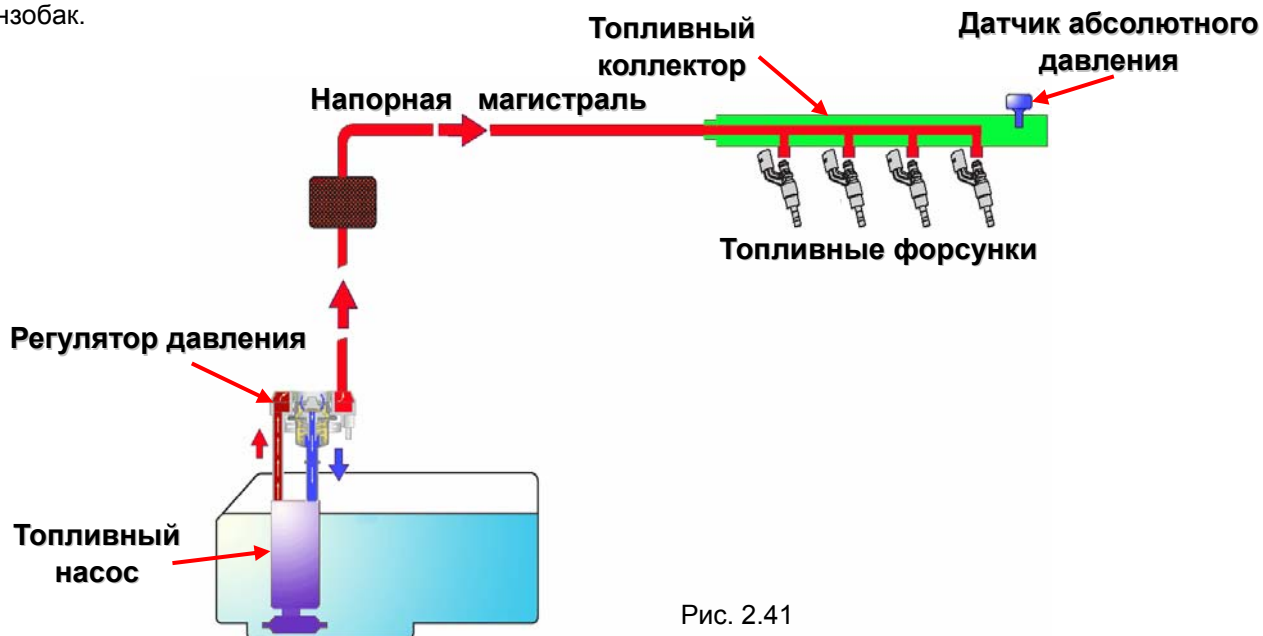
Рис. 2.39

Система впрыскивания топлива

3.2 Регулятор давления топлива



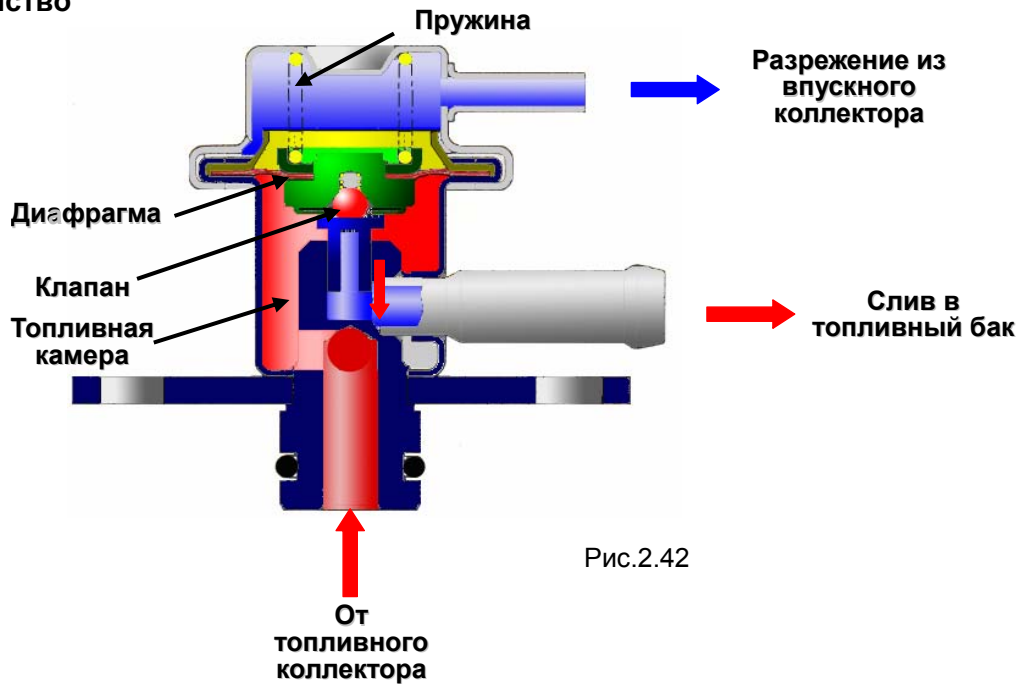
Абсолютная величина давления в топливном коллекторе зависит от нагрузки на двигатель и постоянно изменяется при его работе. При неизменном времени открытия форсунки это будет приводить к постоянному изменению количества впрыскиваемого топлива. По этой причине необходимо поддерживать постоянную разницу между абсолютными давлениями топлива в системе и воздуха во впускном коллекторе (за дроссельной заслонкой). Для этой цели используется специальный регулятор давления, стабилизирующий разницу давлений на постоянном уровне и перепускающий часть топлива обратно в бензобак.



Некоторые модели автомобилей Mitsubishi не имеют возвратной магистрали (обратного топливопровода). Регулятор давления в этом случае тоже присутствует, но он устанавливается непосредственно в бензобаке, является частью моноблока бензонасоса и поддерживает давление на постоянном уровне. Поэтому в таких топливных системах разница между абсолютным давлением топлива и абсолютным давлением воздуха во впускном коллекторе постоянно изменяется при работе двигателя. Для нормальной работы вводится дополнительная коррекция количества топлива (коррекция времени впрыска), которая зависит от нагрузки на двигатель. Необходимый для этого сигнал блок управления двигателем получает от датчика абсолютного давления (MAP sensor) установленного на впускном коллекторе (за дроссельной заслонкой).

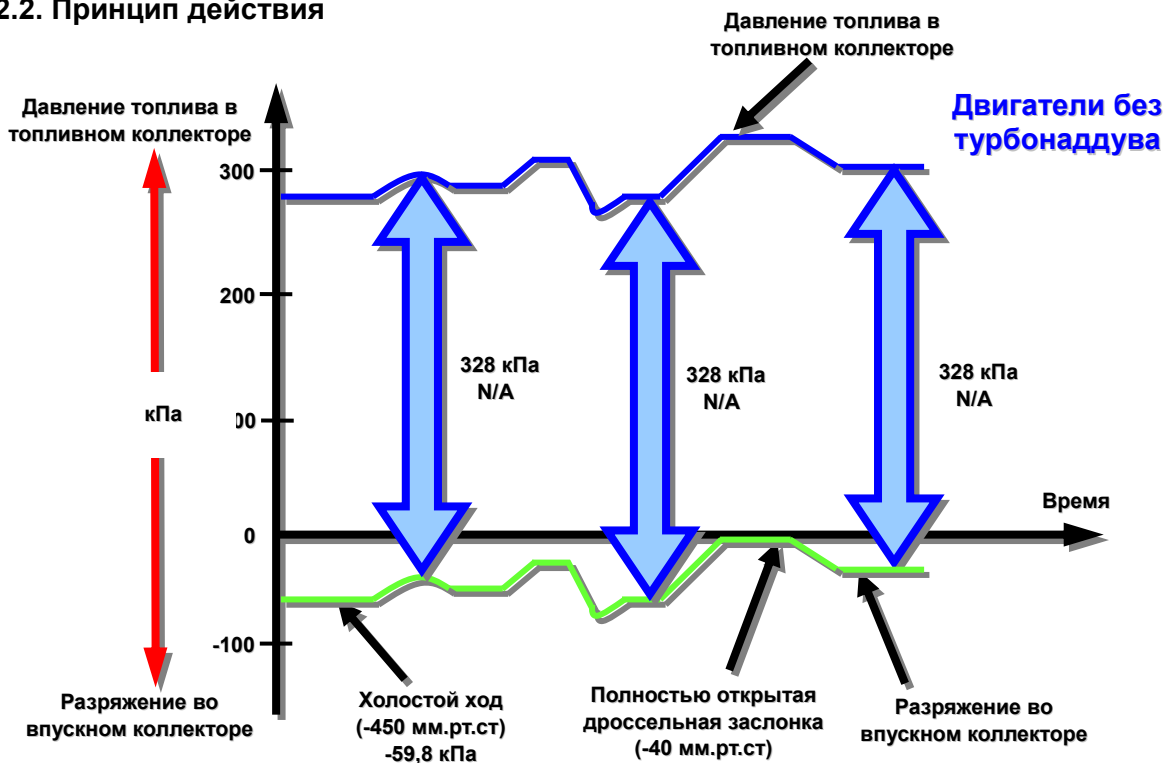
Система впрыскивания топлива

3.2.1. Устройство



Внутреннее пространство регулятора давления топлива разделено диафрагмой на две камеры: воздушную камеру с пружиной и топливную камеру. Топливо, подаваемое топливным насосом, поступает в топливную камеру регулятора давления. Под действием давления топлива на диафрагму клапан перемещается вверх до тех пор, пока не наступит равновесие между давлением топлива с одной стороны и силой упругости пружины и давлением воздуха во впускном коллекторе с другой стороны. Избыточное топливо возвращается в бак через клапан. Камера с пружиной соединяется шлангом с впускным коллектором двигателя.

3.2.2. Принцип действия



Регулятор давления топлива поддерживает постоянный перепад давления на форсунках (разницу между давлением топлива и разрежением во впускном коллекторе) при изменении разрежения во впускном коллекторе. В противном случае, если эта разница будет меняться, то при одном и том же времени открытия форсунки количество топлива будет изменяться, в соответствии с величиной разрежения во впускном коллекторе двигателя.

Система впрыскивания топлива

На рис. 2.43,2.44 показана связь между давлением топлива и разрежением во впускном коллекторе. Из рисунков видно, что на всех режимах работы разница между ними остается неизменной.

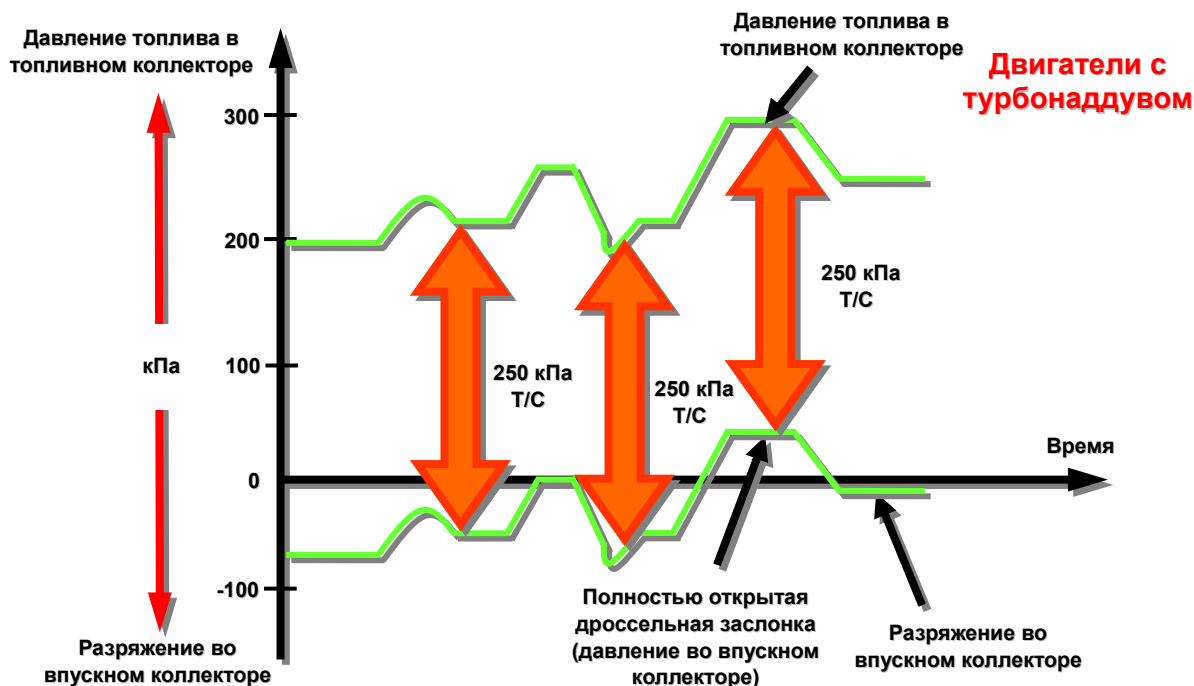


Рис. 2.44

При работе двигателя с турбонаддувом во впускном коллекторе может быть как разрежение, так и давление, в зависимости от режима работы двигателя.

3.2.3. Связь давления топлива в системе с его количеством

Количество впрыскиваемого топлива, необходимого для нормальной работы двигателя, обеспечивается подачей сигнала с электронного блока управления двигателем на топливную форсунку.

Если давление топлива в топливном коллекторе не регулировать, то при более высоком, против нормы, давлении, увеличивается количество впрыскиваемого топлива и, наоборот, при низком давлении топлива, его количество уменьшается даже при одной и той же продолжительности сигнала, активирующего топливную форсунку.

3.2.4. Топливный коллектор

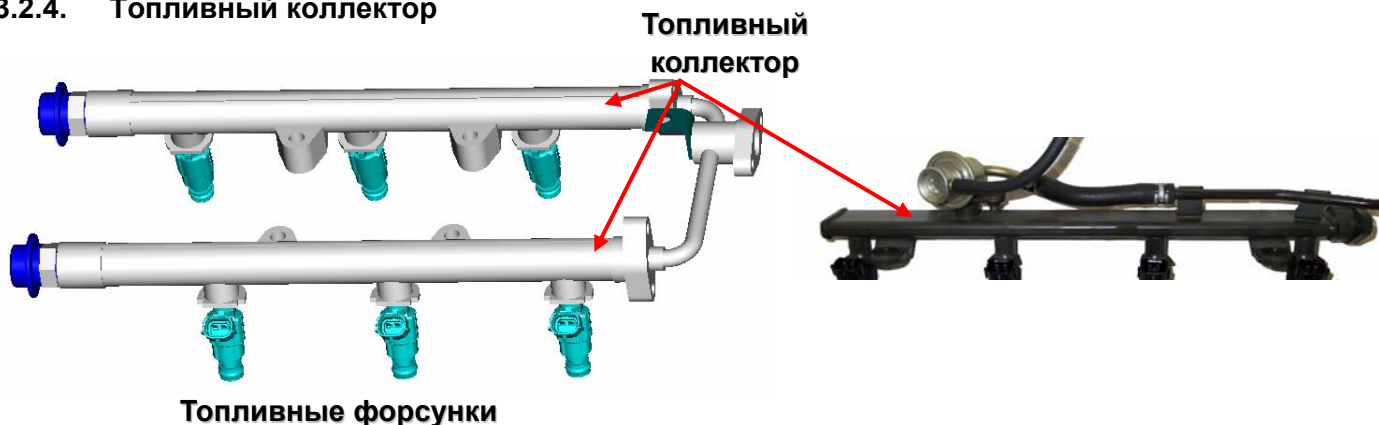


Рис. 2.45

Топливный коллектор распределяет топливо по топливным форсункам, которые крепятся к нему. Он также сглаживает небольшие колебания давления топлива, которые случаются во время впрыскивания топлива форсунками.

Система впрыскивания топлива

3.3 Топливный фильтр

3.3.1 Назначение

Задерживать частицы окислов железа (ржавчины), пыли другие твердые включения, содержащиеся в топливе, тем самым, препятствуя засорению топливопроводов, топливных форсунок и др., что снижает механический износ деталей, обеспечивает надежную и долговечную работу двигателя.

3.3.2. Устройство

Топливный фильтр устанавливается на нагнетательной линии, после топливного насоса. Так как внутри корпуса фильтра топливо находится под давлением от 200 до 300 кПа, то он должен выдерживать давление не менее 540 кПа.

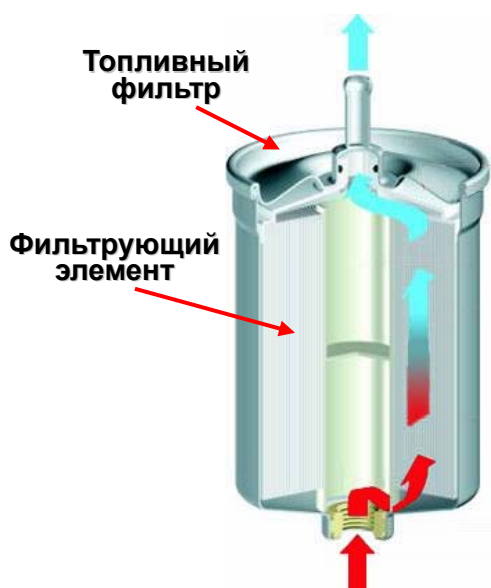
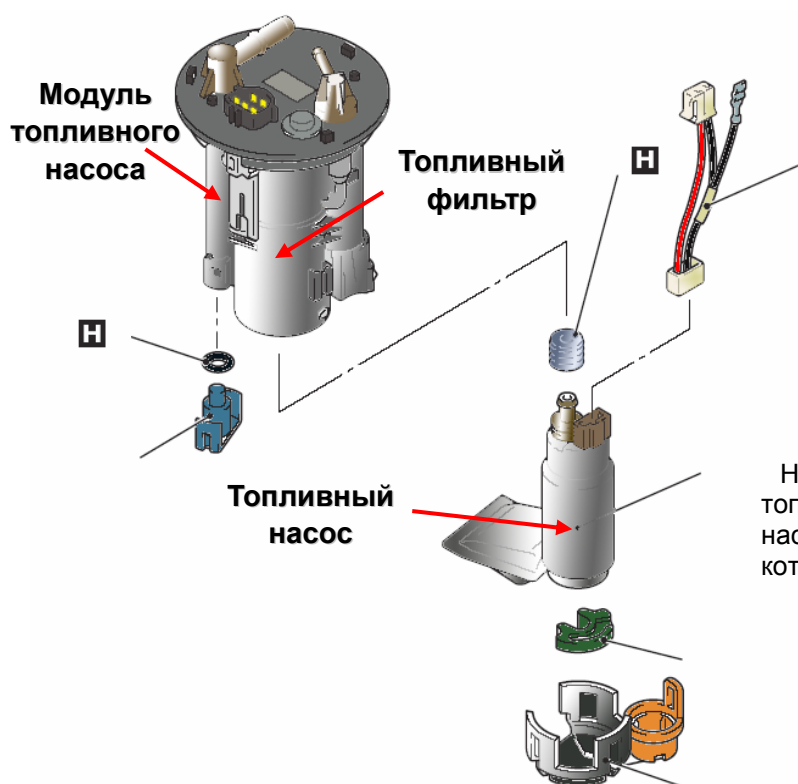


Рис. 2.46 Топливный фильтр устанавливаемый на топливном трубопроводе



На некоторых моделях автомобилей, топливный фильтр объединяется с топливным насосом, образуя модуль топливного насоса, который располагается в топливном баке.

Топливный фильтр устанавливаемый в топливном баке

Система впрыскивания топлива

3.4 Топливная форсунка

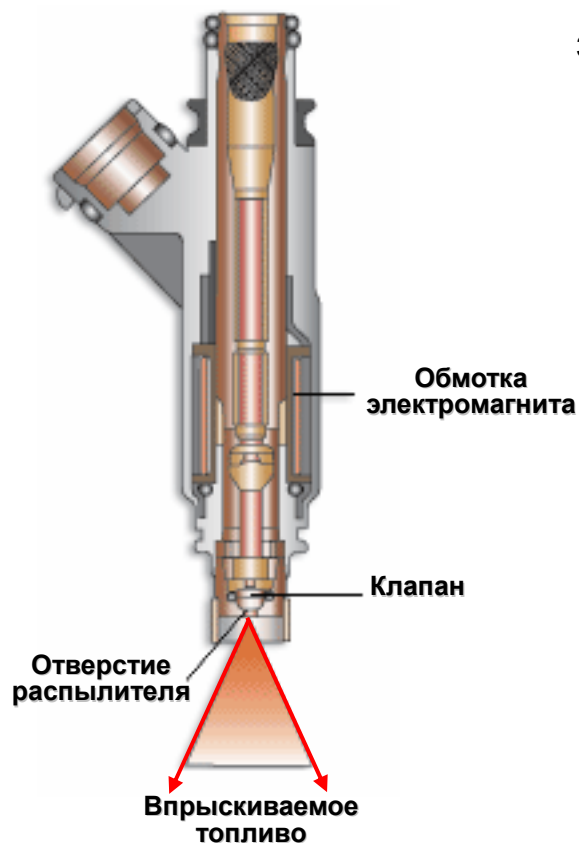


Рис. 2.48

3.4.1. Принцип действия

На автомобилях фирмы Mitsubishi используется достаточно большое число форсунок различной конструкции, однако их принцип действия одинаков. Все они имеют подпружиненный запирающий элемент, перекрывающий в нормальном состоянии одно или несколько отверстий для распыливания топлива. Форма нижней части запирающего клапана может быть конусной, сферической или плоской. Соответствующую форму имеет и седло, на которое садится запирающий клапан. Число и форма распыливающих отверстий тоже может быть различной, что в совокупности с конструкцией запирающего элемента определяет число струй, угол распыливания и размер частичек топлива на выходе форсунки.

Другой важнейшей характеристикой форсунки является её быстродействие, которое определяется жесткостью возвратной пружины, массой запирающего элемента и индуктивностью обмотки. Индуктивность обмотки зависит от количества витков, поэтому все быстродействующие форсунки имеют небольшое количество витков и малое сопротивление (4 Ом и менее).

На рис. 2.48 показана в разрезе топливная форсунка с верхней подачей топлива.

3.4.2. Характеристики процесса впрыскивания топлива

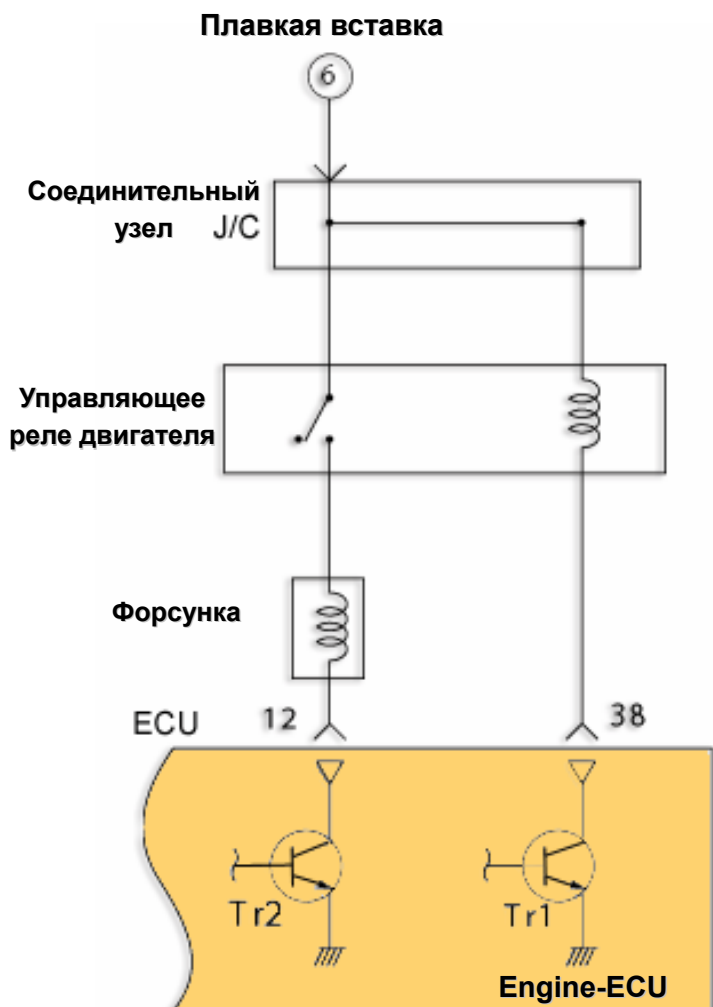


Рис. 2.49

Как видно из рис.2.49, характеристика процесса впрыскивания топлива представляет зависимость количества впрыскиваемого топлива за цикл q ($\text{мм}^3/\text{цикл}$) от длительности управляющего импульса на обмотке форсунки T_i (мс).

Система впрыскивания топлива

3.4.3. Цепь питания форсунки



По величине сопротивления обмотки топливные форсунки можно классифицировать следующим образом:

1) Форсунка низкого сопротивления

Эта форсунка имеет сопротивление обмотки электромагнита 0,3 – 3,0 Ом.

2) Форсунка высокого сопротивления

Эта форсунка имеет сопротивление обмотки электромагнита 12 – 17 Ом. Такие форсунки можно рассматривать как форсунки низкого сопротивления, имеющие дополнительное встроенное сопротивление (электромагнитное сопротивление).

Типичная цепь питания форсунки (двигатель 4G18 MPI) показана на рис.2.50.

При открытии транзистора Tr1, расположенного внутри электронного блока управления двигателем, контакты управляющего реле двигателя замыкаются, обеспечивая подачу напряжения питания на форсунку.

При открытии транзистора Tr2 через обмотку форсунки протекает ток. Таким образом, при помощи транзистора Tr2 производится управление продолжительностью импульса управления форсункой.

Рис. 2.50

Система впрыскивания топлива

3.4.5. Резисторы <двигатель с турбонаддувом>

Обмотки топливных форсунок двигателей с турбонаддувом имеют сравнительно небольшое количество витков, что позволяет этим форсункам обеспечить быструю реакцию на сигналы, поступающие от электронного блока управления двигателем.

Однако небольшое количество витков обмотки будет вызывать их сильный нагрев вследствие протекания большого тока, что, в конечном итоге, приведет к перегреву топливных форсунок. Для того чтобы предотвратить это явление и уменьшить протекающий ток, между источником питания (+) и каждой топливной форсункой подсоединяется дополнительный резистор.

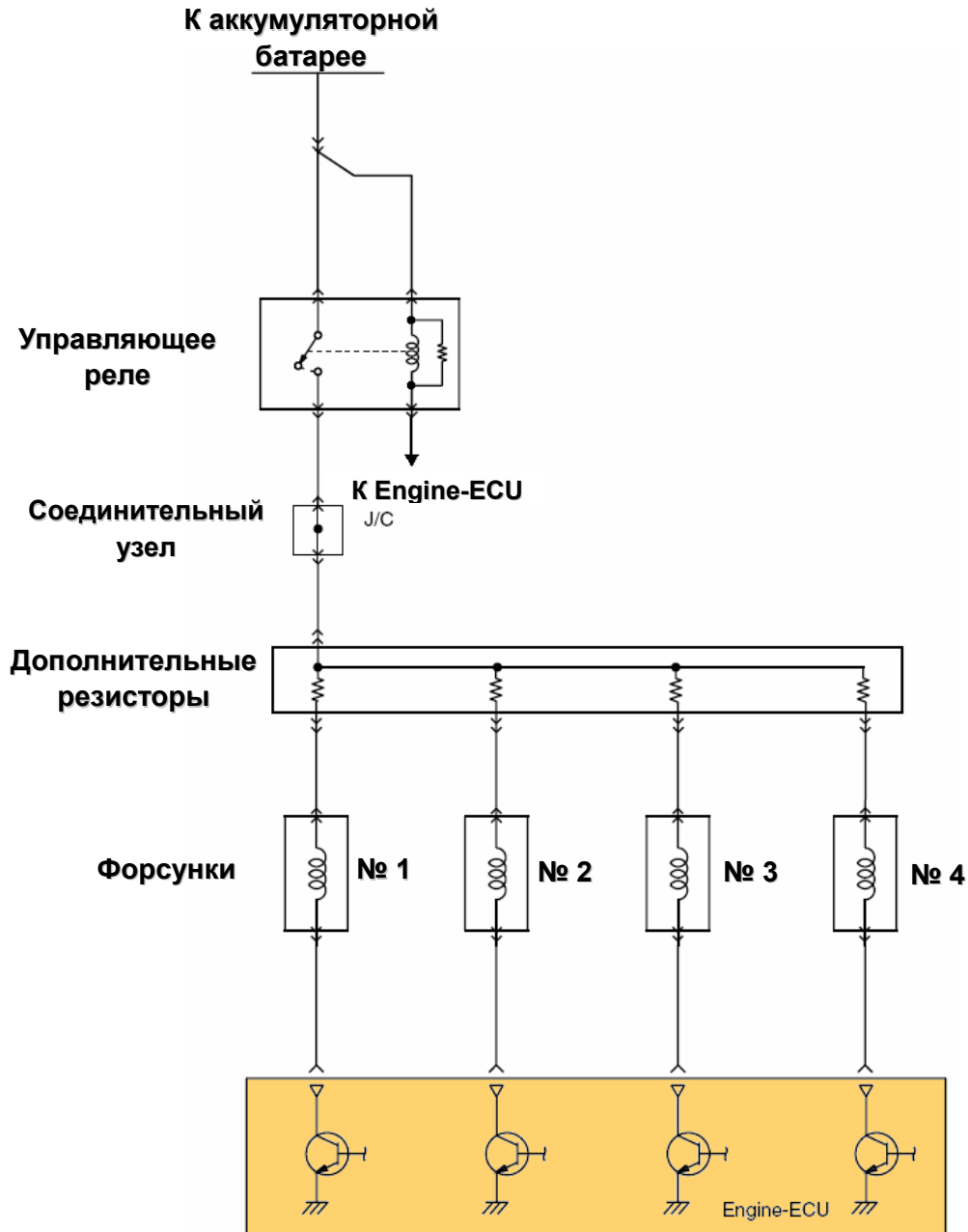


Рис. 2.51

Система впрыскивания топлива

3.5 Датчик положения коленчатого вала двигателя (CRANK ANGLE SENSOR)

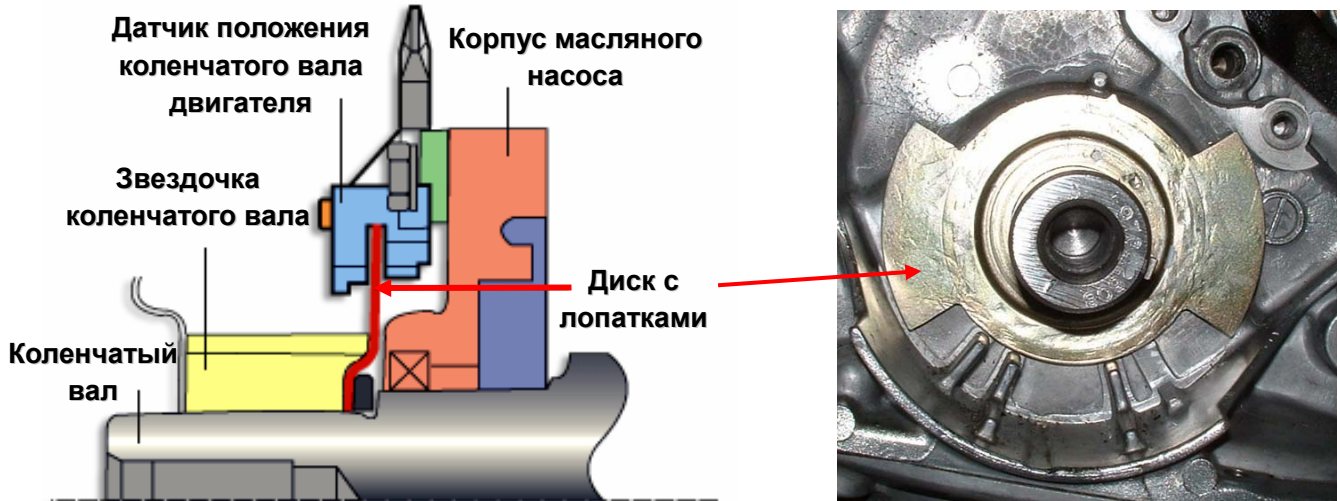


Рис. 2.52

Конструктивно датчик положения коленчатого вала выполнен на основе датчика Холла.

Датчик положения коленчатого вала состоит из диска с лопатками, закрепленного на коленчатом валу двигателя, и самого датчика, установленного на корпусе масляного насоса.

Элемент датчика Холла это микросхема, работающая на основе эффекта «Холла». Он может быть использован для определения плотности и направления магнитного потока.

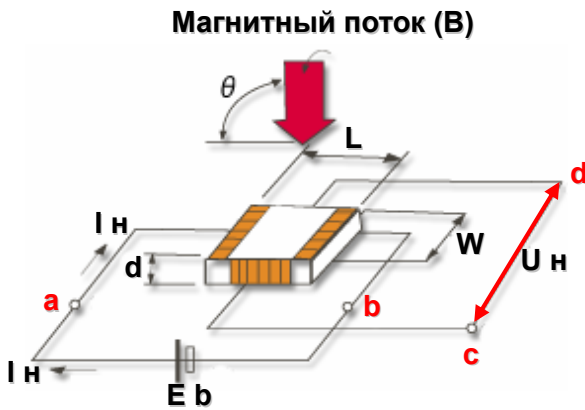


Рис. 2.53

Элемент датчика Холла работает следующим образом. Если при прохождении тока (I_H) через элемент Холла его пронизывает магнитный поток плотности (В), направленный перпендикулярно направлению движения электрического тока, как это показано на рис. 2.53, то между выводами с и d возникает ЭДС (U_H). Величина этой ЭДС будет пропорциональна плотности магнитного потока (В).

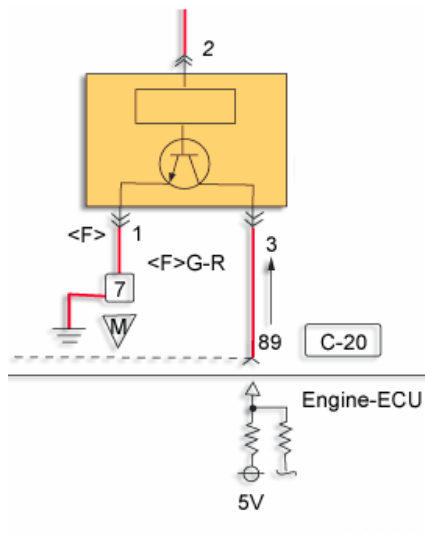


Рис. 2.54

На рис. 2.54 показана электрическая цепь датчика положения коленчатого вала. Работоспособность этой цепи может быть проверена вольтметром или осциллографом, которые подсоединяются между выводом 3 и «массой». Форма импульсов на выходе датчика показана на рис.2.55.

Система впрыскивания топлива

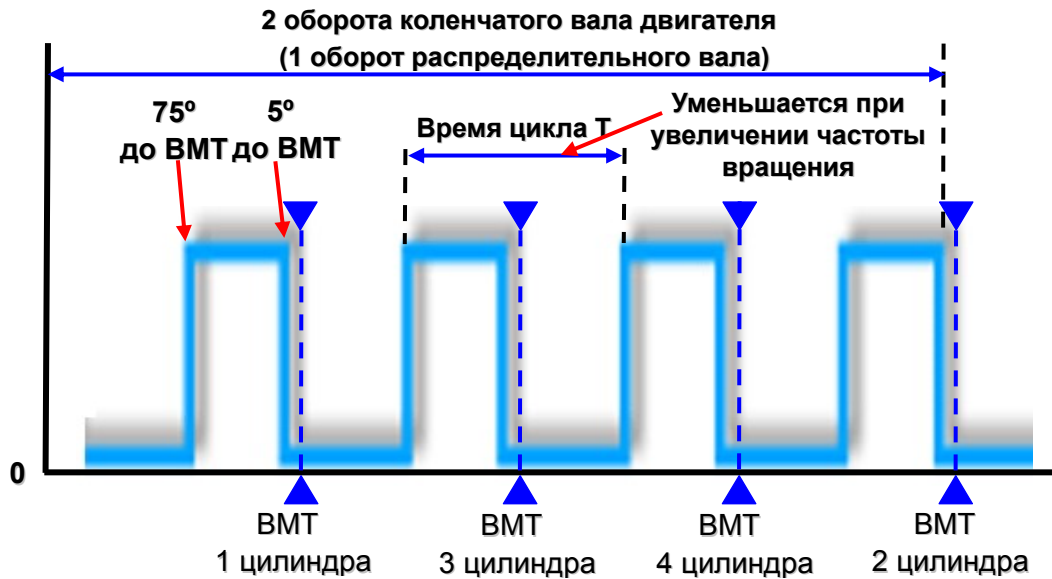
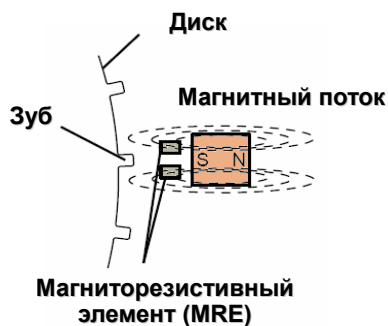


Рис. 2.55

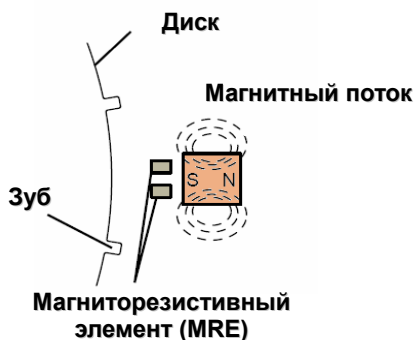
Также существуют варианты датчиков выполненные на основе магниторезистивных элементов (MRE). Датчик на основе магниторезистивного элемента основан на свойстве некоторых материалов, изменять свое сопротивление, при воздействии на него внешнего магнитного поля.

Датчики, выполненные на основе магниторезистивного элемента, обладают рядом преимуществ:

- величина сигнала на выходе датчика выше, чем у датчиков Холла, что позволяет увеличить воздушный зазор и упростить конструкцию подвижной мишени
- более дешевый, чем датчик Холла.



Если перед магниторезистивным элементом находится зуб, то магнитный поток, созданный постоянным магнитом возрастает и проходит через магниторезистивный элемент. В этом случае сопротивление элемента возрастает.



В положении, когда перед магниторезистивным элементом зуб отсутствует, магнитный поток созданный постоянным магнитом не проходит через магниторезистивный элемент.

В этом случае сопротивление элемента значительно снижается.

Система впрыскивания топлива

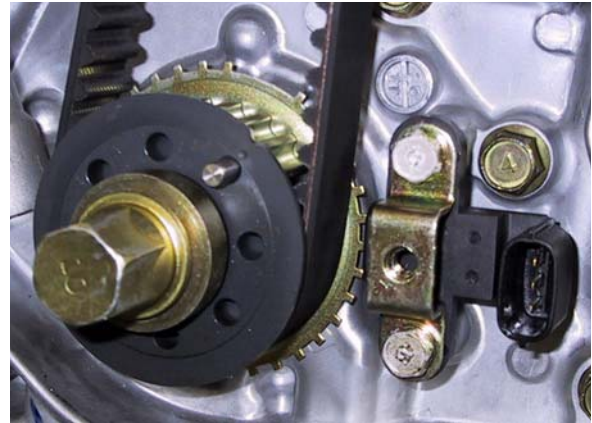
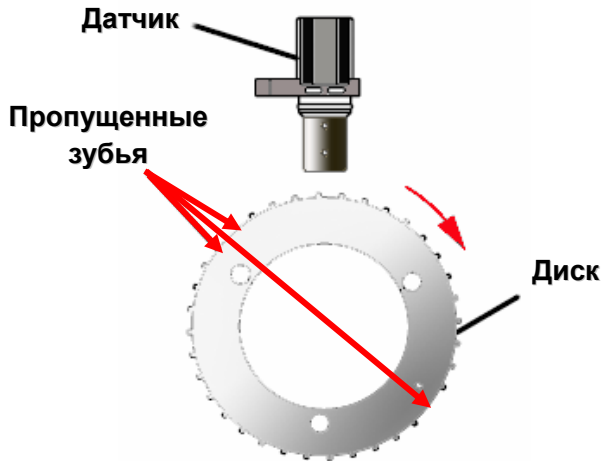


Рис. 2.57

Современные датчики положения коленчатого вала имеют вращающийся диск другого вида (рис.2.57). Он имеет не лопасти, а определенное количество зубьев расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга.

Это сделано для возможности измерения равномерности вращения коленчатого вала двигателя (определение пропусков воспламенения). Для определения ВМТ один или несколько зубьев пропущено.

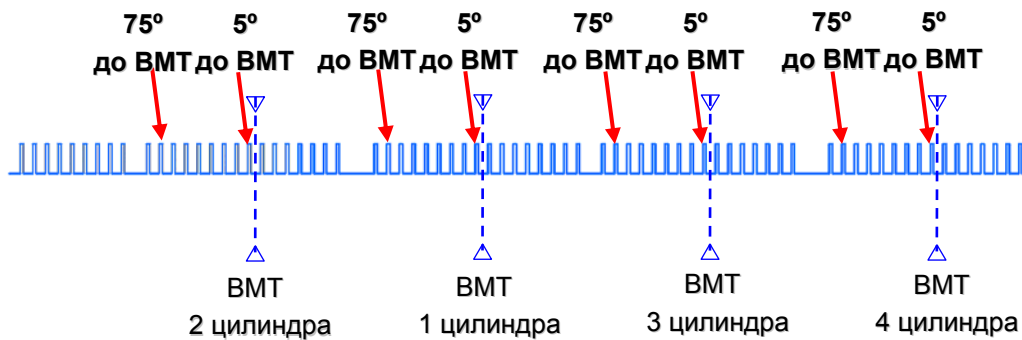


Рис. 2.58

3.6 Датчик положения распределительного вала(CAMSHAFT POSITION SENSOR)

3.6.1. Общие сведения

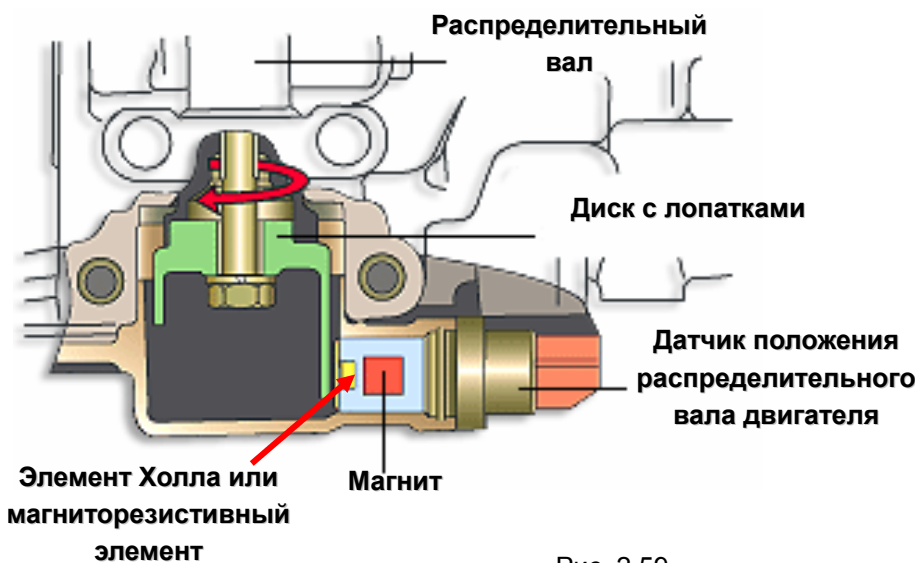


Рис. 2.59

Датчик положения распределительного вала предназначен для определения ВМТ (верхняя мертвая точка) поршня первого цилиндра в конце такта сжатия.

Система впрыскивания топлива

Существуют два типа датчиков положения распределительного вала: один из них использует датчик Холла, а другой использует датчик магниторезистивного типа.

Оба типа состоят из вращающегося элемента, закрепленного на заднем конце распределительного вала (диск с лопатками) и самого датчика, который устанавливается на головке блока цилиндров.

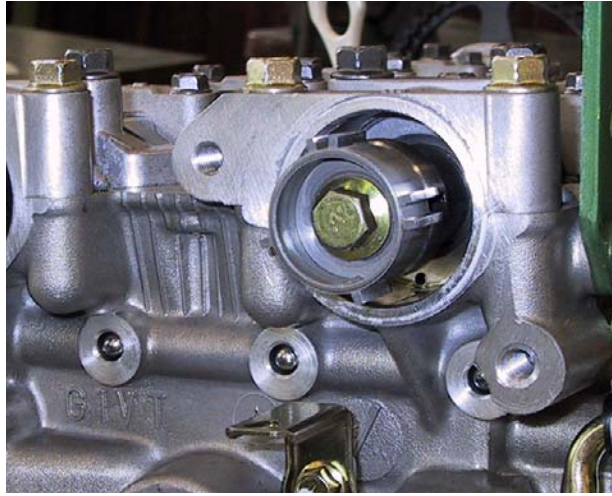
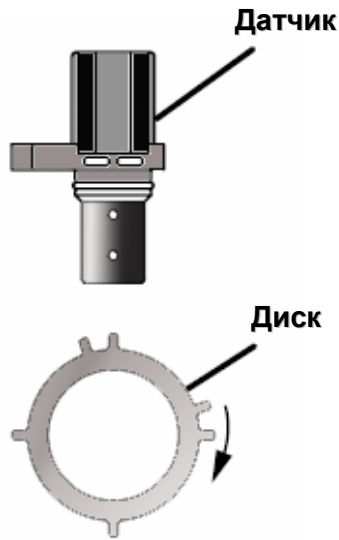


Рис. 2.60

Форма диска устанавливаемого на распределительном валу может быть различной.

3.6.2. Принцип действия

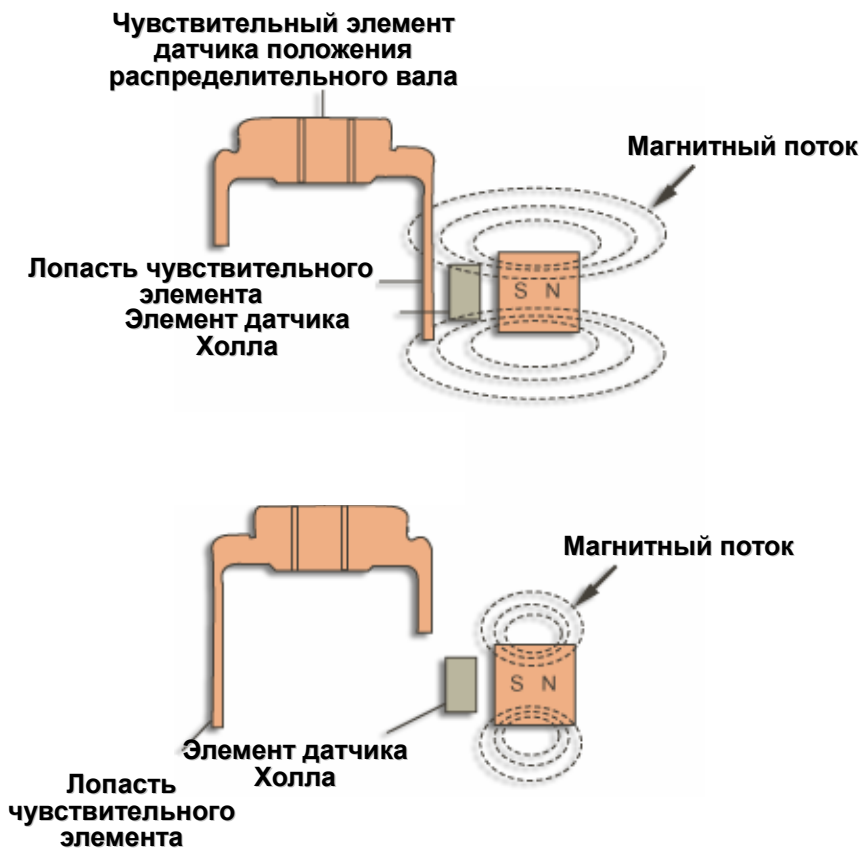


Рис. 2.61

а) Датчик с элементом Холла

В положении, когда лопасть диска находится перед элементом датчика Холла, магнитный поток постоянного магнита пересекает элемент датчика Холла. В результате этого элемент датчика Холла генерирует напряжение.

Если перед элементом датчика Холла отсутствует лопасть диска, магнитное сопротивление велико и магнитный поток не пересекает элемент датчика Холла (не проходит сквозь него). В этом случае на выходе элемента датчика Холла напряжение отсутствует.

Система впрыскивания топлива

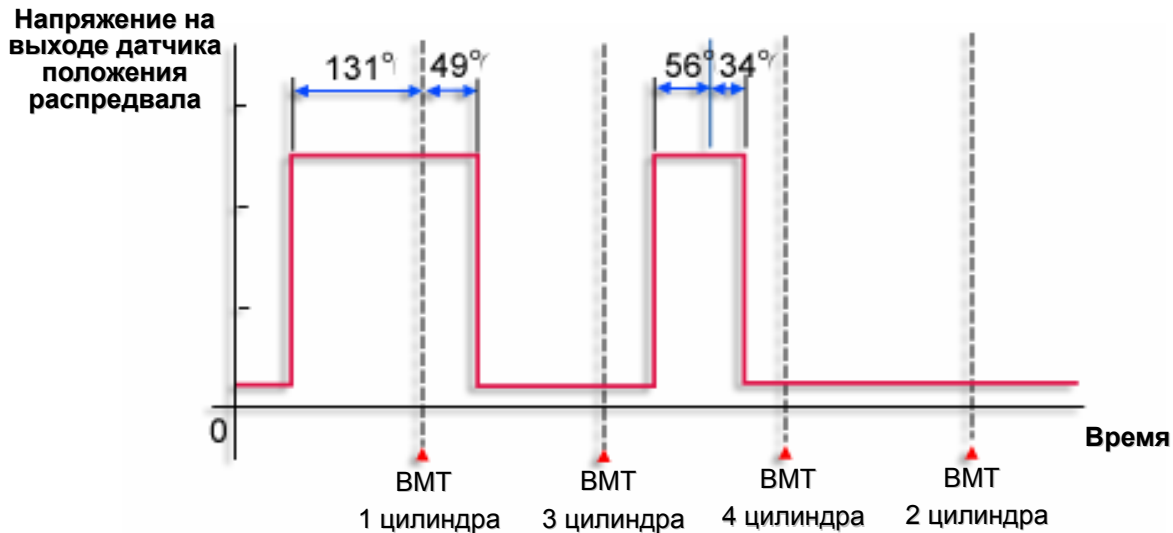
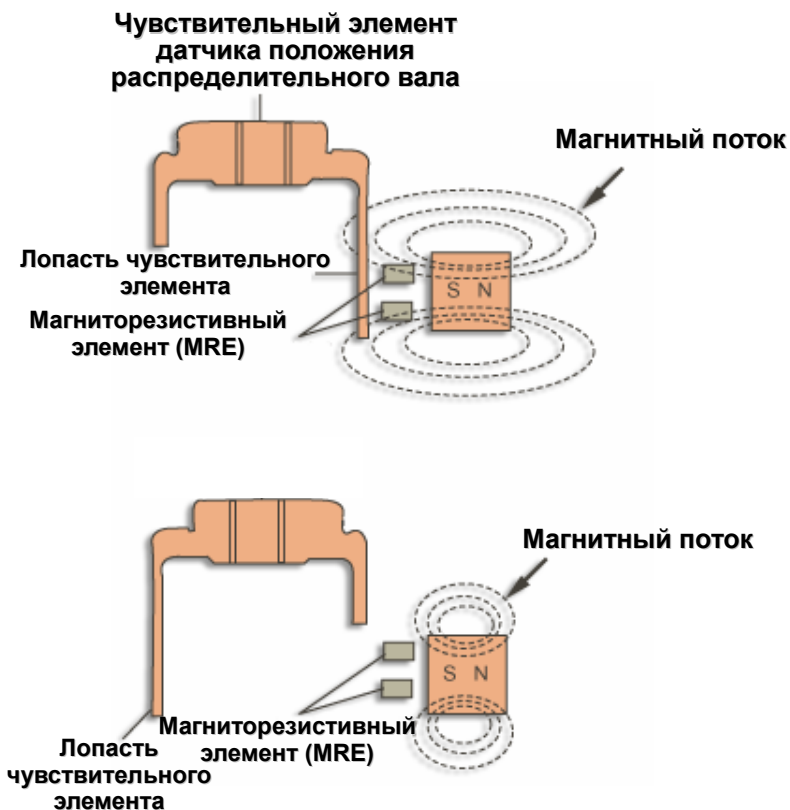


Рис. 2.62

Схема формирования сигнала преобразует генерируемое элементом датчика Холла напряжение в импульсный сигнал с амплитудой 5 В.

б) Датчик с элементом магниторезистивного типа



В положении, когда лопасть диска находится перед магниторезистивным элементом, магнитный поток постоянного магнита проходит сквозь магниторезистивный элемент. В результате этого сопротивление элемента возрастает.

Если перед магниторезистивным элементом отсутствует лопасть диска, магнитный поток не проходит сквозь магниторезистивный элемент. В этом случае сопротивление элемента значительно снижается.

Рис. 2.63

Система впрыскивания топлива

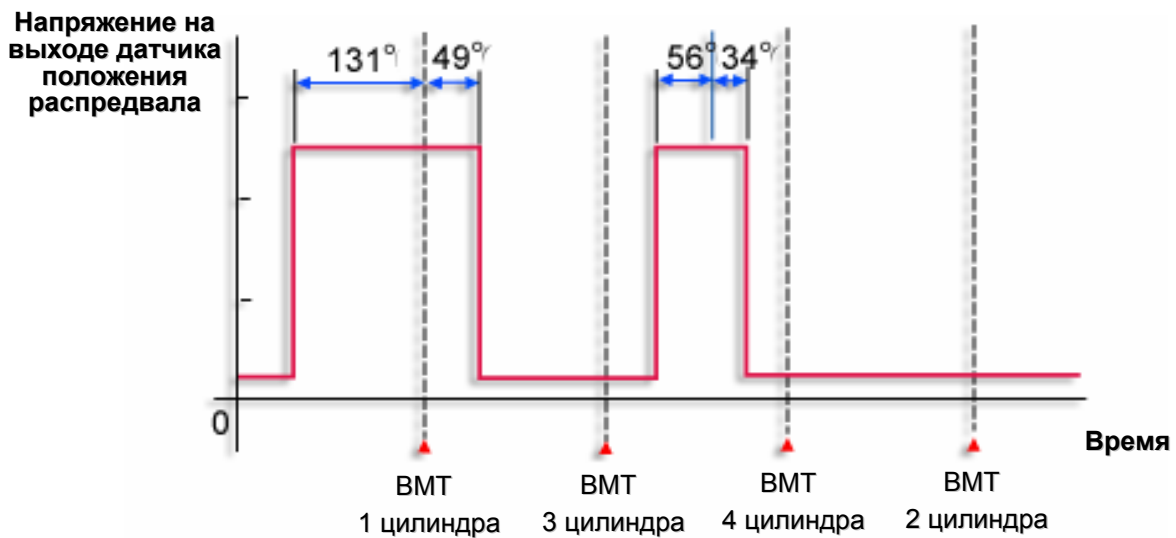
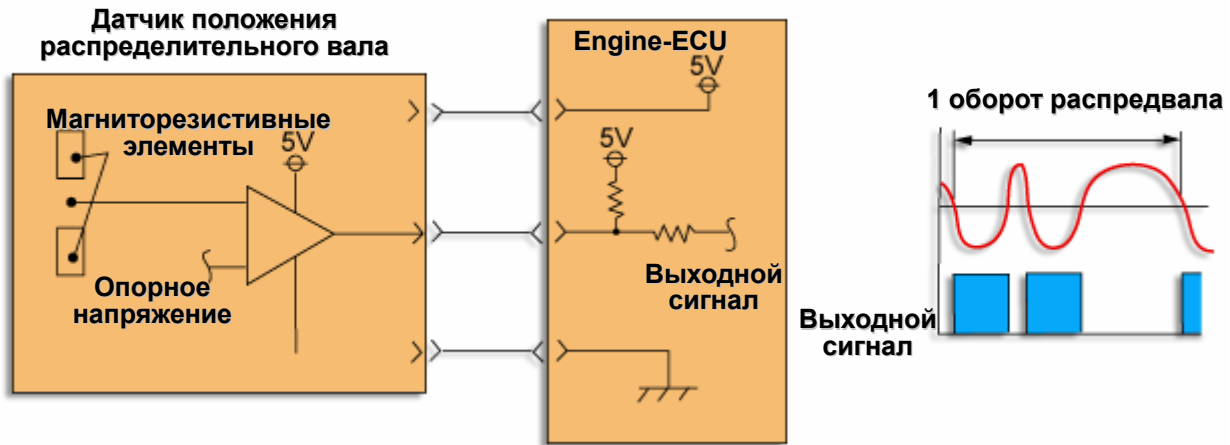
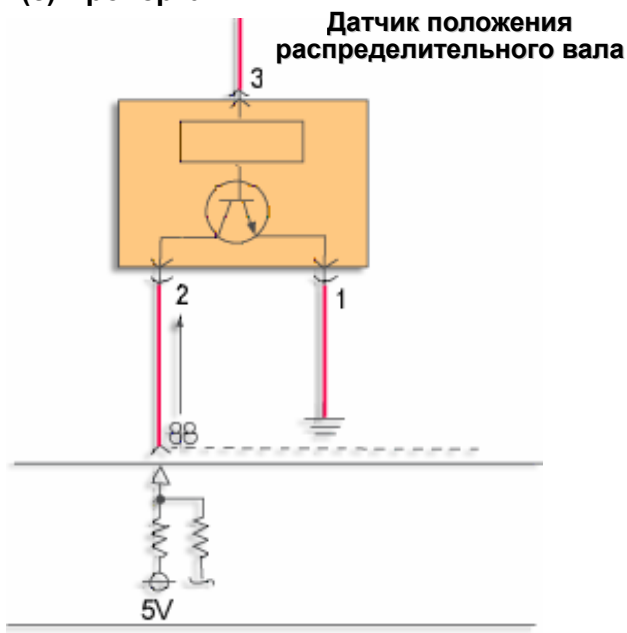


Рис. 2.64

Схема формирования сигнала преобразует изменение сопротивления магниторезистивного элемента в импульсный сигнал с амплитудой 5 В.

(с) Проверка



Проверка работы датчика положения распределительного вала может быть выполнена путем измерения напряжения, или наблюдения формы сигнала при помощи осциллографа на выводе №2.

Рис. 2.65

Система впрыскивания топлива

3.7 Датчик расхода воздуха (AFS - AIR FLOW SENSOR)

3.7.1. Общие сведения

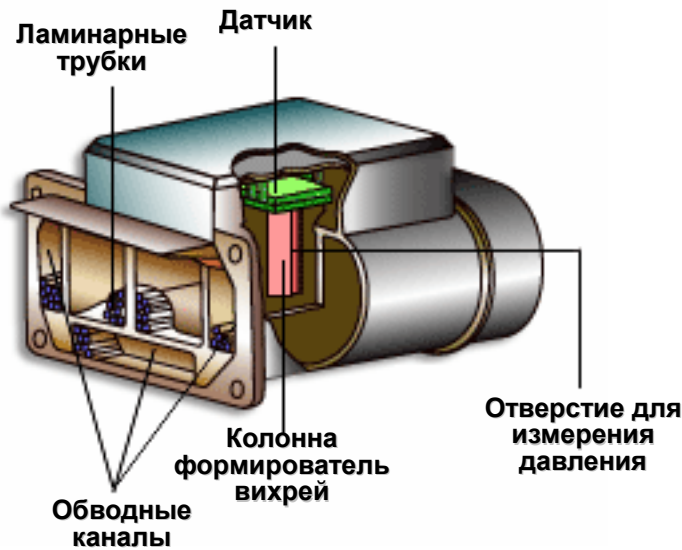


Рис. 2.66

Датчик расхода воздуха (AFS) измеряет количество воздуха на входе в двигатель и установлен на впускном патрубке двигателя. Датчик использует принцип подсчета вихрей Кармана, и посылает в электронный блок управления двигателем сигнал, прямо пропорциональный количеству проходящего воздуха через канал измерения.

Электронный блок управления использует этот сигнал, а также сигнал частоты вращения коленчатого вала двигателя (об/мин) с датчика положения коленчатого вала для расчета продолжительности базового импульса управления форсункой.

Внутри датчика расхода воздуха расположены также датчик температуры воздуха во впускном коллекторе и датчик атмосферного давления.

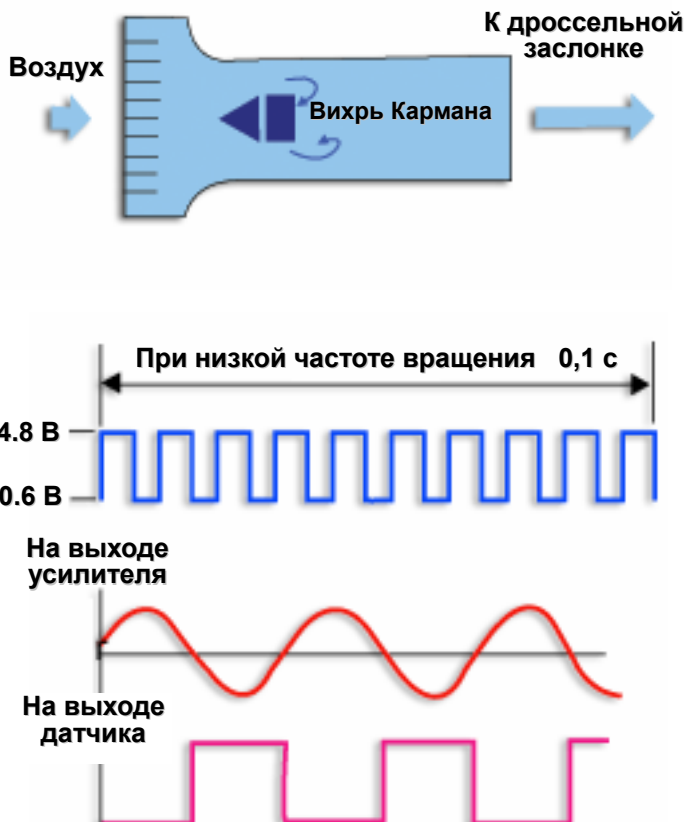


Рис. 2.67

Когда колонну-формирователь вихря обтекает ламинарный поток воздуха, вихри формируются попеременно с двух сторон в нижней части колонны. Эти вихри носят название вихрей Кармана.

Частота, с которой формируются вихри Кармана, пропорциональна величине расхода воздуха. Таким образом, расход воздуха на входе в двигатель может быть определен подсчетом количества вихрей Кармана.

На автомобилях фирмы Mitsubishi Motors используются три способа подсчета вихрей Кармана: ультразвуковой, при помощи датчика давления, и при помощи нагреваемых элементов (тонкой проволоки или пленочных покрытий).

Ультразвуковой тип не применяется с 1990 модельного года, поэтому далее будут рассмотрены только два оставшихся способа.

Система впрыскивания топлива

3.7.2. Принцип действия

а) С помощью датчика давления

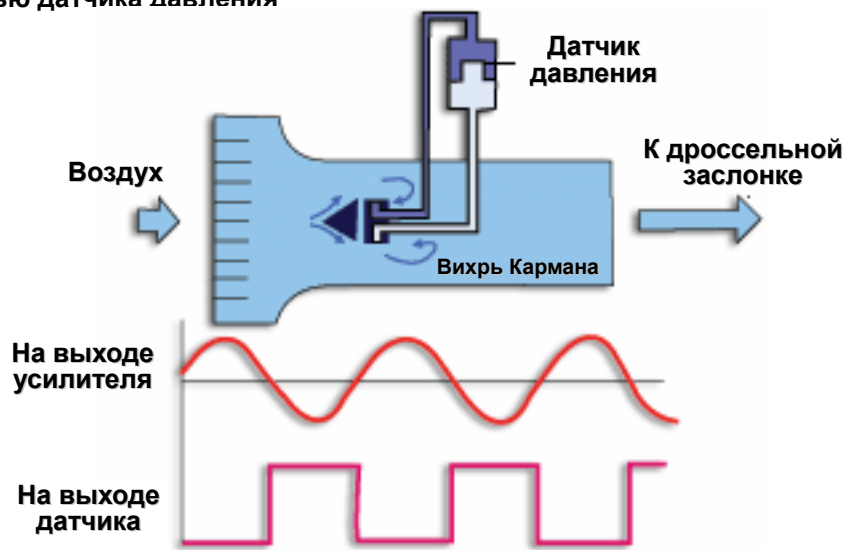


Рис. 2.68

Если в область, расположенную в потоке воздуха за вихревым конусом, вывести канал для измерения давления и установить в этом канале датчик давления, то при каждом прохождении вихря мимо отверстия измерительного канала датчик будет фиксировать изменение давления. Частота изменения давления будет пропорциональна частоте образования вихрей. Другими словами, частота изменения сигнала датчика давления будет пропорциональна расходу воздуха двигателем. Для определения изменений давления, вызванных образованием вихрей Кармана, используется полупроводниковый датчик давления (ранее для этого использовался ультразвуковой датчик).

Датчик расхода воздуха преобразует изменения давления в сигнал прямоугольной формы, пропорциональный расходу воздуха. Сигнал подается, в электронный блок управления двигателем.

б) При помощи нагреваемых элементов (MUKAS)

Применяемый на автомобилях Mitsubishi Motors датчик расхода воздуха, в котором для определения частоты образования вихрей Кармана используется нагреваемый электрическим током проводник ("горячая" проволока), называется датчиком типа MUKAS (Mitsubishi Ultimate Karman Air Flow Sensor).

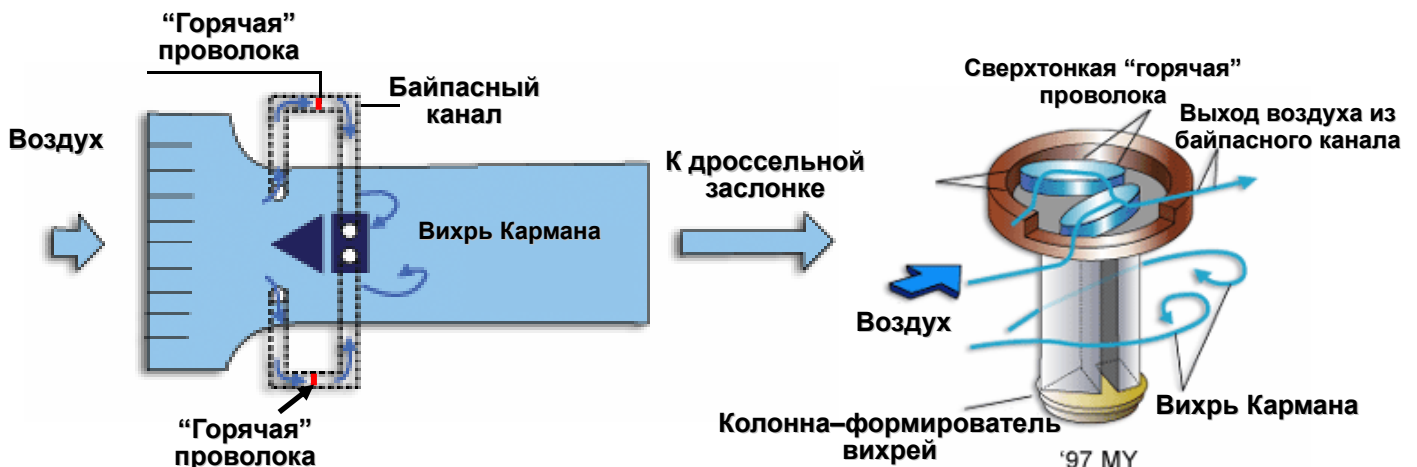
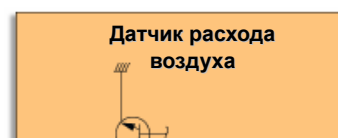


Рис. 2.69

В точке образования вихрей Кармана расположены два байпасных канала, в каждом из которых установлена нагреваемая проволоочная нить. Изменение расхода воздуха, протекающего через байпасные каналы, при прохождении вихрей Кармана приводит к изменению температуры и, следовательно, электрического сопротивления проволоки, которое легко можно измерить.



Система впрыскивания топлива

Рис. 2.70

На вход блока управления двигателем с выхода датчика типа MUKAS поступает импульсный сигнал, у которого изменяется частота пропорционально объему проходящего воздуха.

3.7.3. Сигнал установки датчика расхода воздуха в исходное состояние

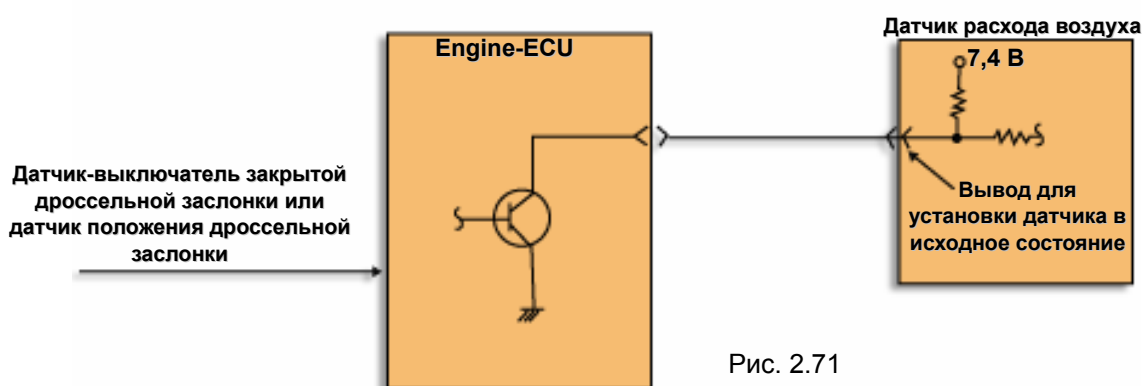


Рис. 2.71

При работе двигателя на режиме холостого хода (при включенном датчике-выключателе), в электронном блоке управления двигателем открывается силовой транзистор, и датчик расхода воздуха устанавливается в исходное состояние.

В этом состоянии датчик расхода воздуха переустанавливает в исходное положение цепь фильтра, повышая тем самым точность определения объемного расхода воздуха на режимах небольших расходов (холостой ход).

3.7.4. Электрическая схема включения датчика расхода воздуха (AFS)

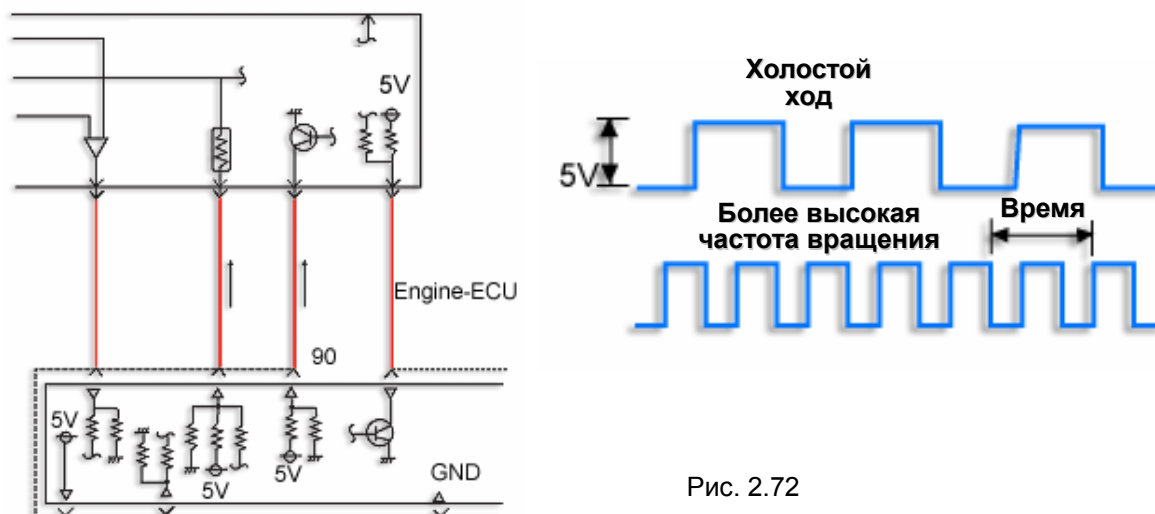


Рис. 2.72

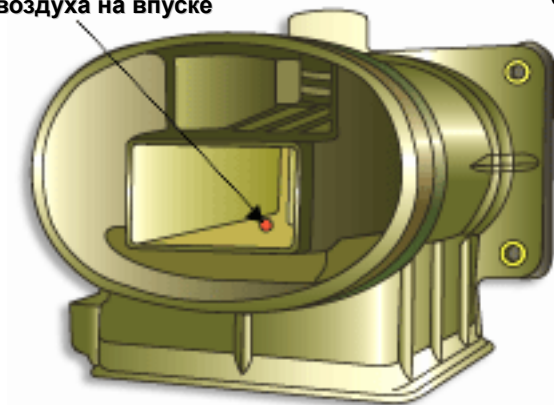
На рисунке приведена типичная электрическая схема цепи включения датчика расхода воздуха (AFS), которая может быть проверена измерением напряжения (вольтметром) или наблюдением формы выходного сигнала датчика с помощью осциллографа на выводе №3 датчика расхода воздуха (AFS) или на выводе № 90 электронного блока управления двигателем.

3.8 Датчик температуры воздуха во впускном коллекторе

Система впрыскивания топлива

Этот датчик выдает в электронный блок управления двигателем сигнал пропорциональный температуре воздуха во впускном коллекторе, что позволяет электронному блоку управления двигателем скорректировать количество впрыскиваемого топлива в соответствии с изменениями температуры воздуха на впуске.

Датчик температуры воздуха на впуске



Сопротивление, кОм

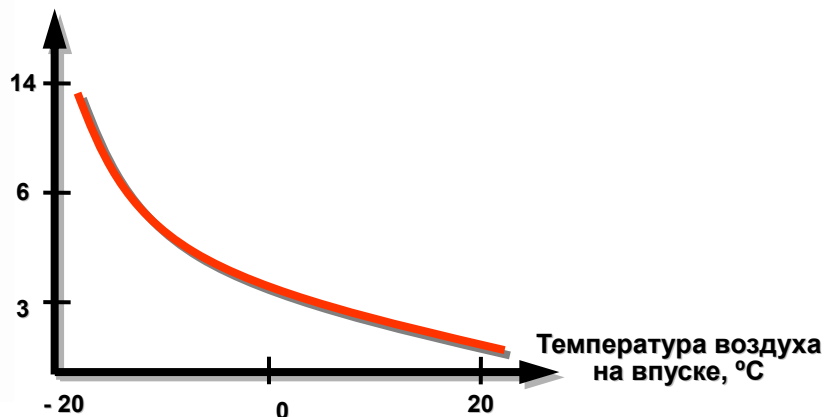
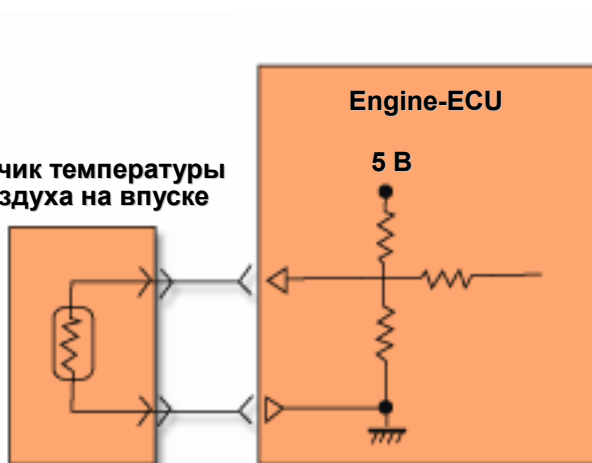


Рис. 2.73

Измерительным элементом датчика является термистор, электрическое сопротивление которого уменьшается с ростом температуры и наоборот.

Датчик температуры воздуха на впуске



Выходное напряжение, В



Рис. 2.74

Соответственно, выходное напряжение на термисторе, которое подается на электронный блок управления двигателем, тоже уменьшается с увеличением температуры и наоборот.

Система впрыскивания топлива

3.9 Датчик массового расхода воздуха (μAFS – MASS AIR FLOW SENSOR)

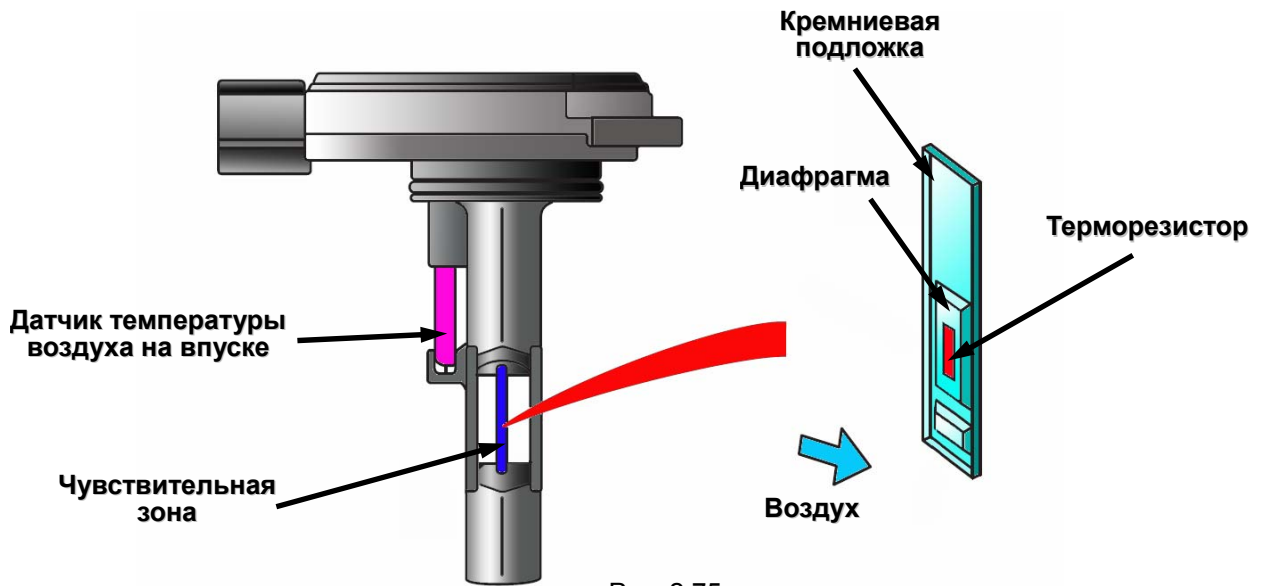


Рис. 2.75

Этот датчик состоит из кремниевой подложки, на которой расположен измерительный резистор. В датчике массового расхода воздуха используется термоанемометрический метод измерения, основанный на охлаждении движущимся потоком воздуха нагреваемого током терморезистора.

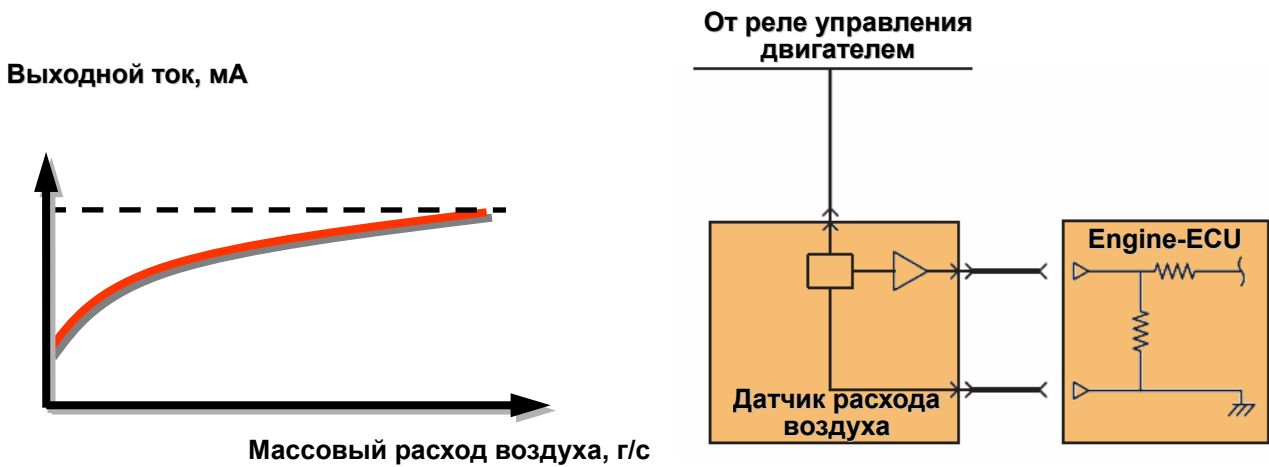


Рис. 2.76

Электрический ток нагревает терморезистор до температуры, которая выше чем температура окружающей среды. Сила тока через это терморезистор изменяется таким образом, чтобы его температура оставалась постоянной, по отношению к температуре поступающего воздуха. Для измерения температуры поступающего воздуха используется датчик температуры воздуха на впуске. При увеличении расхода воздуха температура терморезистора уменьшится и, следовательно, величину тока для поддержания температуры необходимо будет увеличить. При уменьшении расхода воздуха все происходит наоборот. Как видно на рис. 2.76 выходной ток увеличивается по мере увеличения массового расхода воздуха, причем эта зависимость имеет нелинейный характер. В области малых расходов воздуха датчик имеет более высокую чувствительность.

Система впрыскивания топлива

3.10 Датчик абсолютного давления (MAP-MANIFOLD ABSOLUT PRESURE SENSOR)

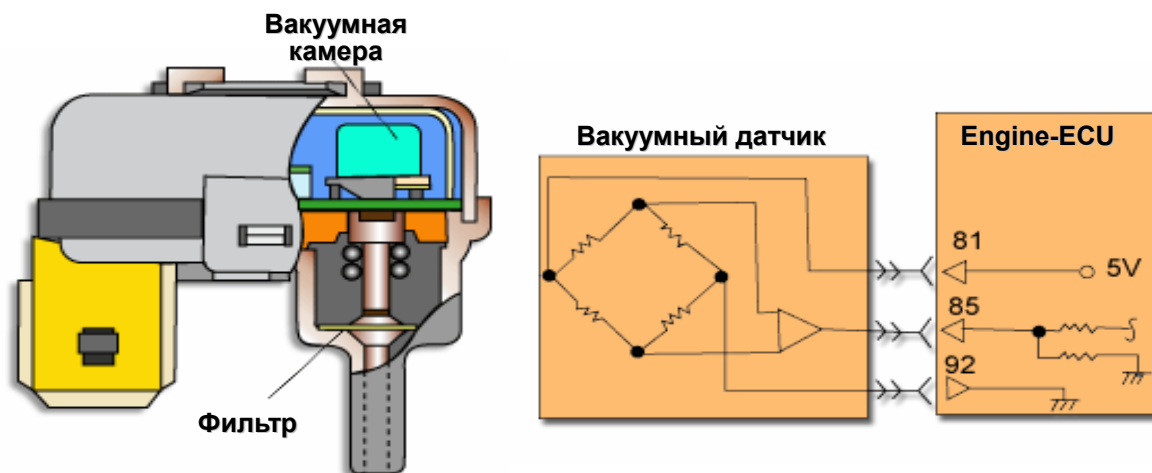


Рис. 2.77

Вакуумный датчик преобразует изменения давления во впускном коллекторе в изменения напряжения; он соединяется с впускным коллектором резиновым шлангом.

Датчик давления состоит из чувствительного элемента и гибридной интегральной схемы (ИС), которая усиливает сигнал чувствительного элемента. Чувствительный элемент представляет собой кремниевую диафрагму, принцип работы которой основан на пьезорезистивном эффекте.

ПРИМЕЧАНИЕ Пьезорезистивный эффект:

Если в результате деформации изменяется длина и площадь поперечного сечения металлического проводника, то одновременно с этим изменяется и его электрическое сопротивление. Похожим образом происходит и изменение электрического сопротивления полупроводника при изменении пространственной структуры кристалла вследствие деформации. Это явление называют пьезорезистивным эффектом.

Проверка

Датчик давления во впускном коллекторе можно проверить, измерив, напряжение на выводе № 85 блока управления двигателем.

3.11 Датчик атмосферного давления

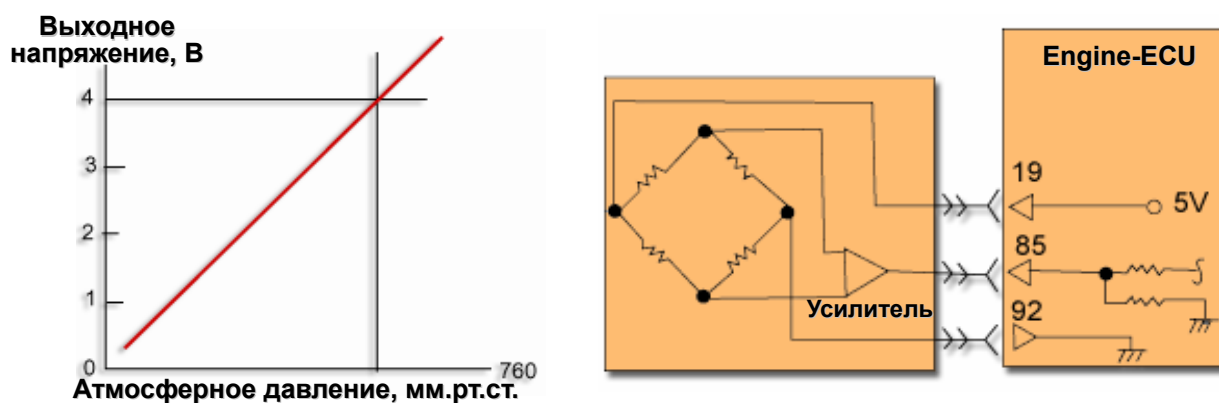


Рис. 2.78

Если на автомобиле установлен датчик расхода воздуха на основе эффекта Кармана, то при расчете массы необходимо учитывать изменение плотности воздуха вследствие изменения барометрического давления и осуществлять коррекцию подачи топлива. Для этого в состав расходомера MUCAS входит датчик атмосферного давления.

Большинство датчиков атмосферного давления, применяемых на автомобилях Mitsubishi Motors, являются датчиками давления полупроводникового типа, конструкция и работа которых аналогична конструкции и работе описанного выше датчика давления во впускном коллекторе.

Проверка

Датчик атмосферного давления может быть проверен измерением напряжения на выводе № 85 блока управления двигателем (см. рис. 2.78).

Система впрыскивания топлива

3.12 Датчик температуры охлаждающей жидкости в двигателе

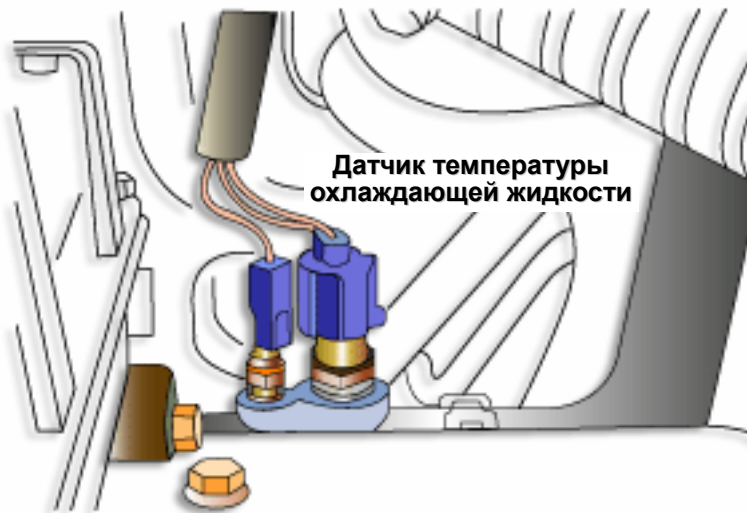
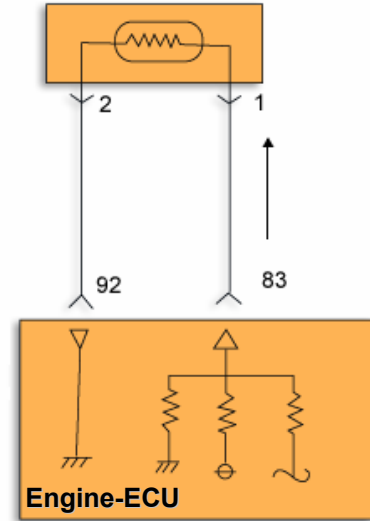


Рис. 2.79

Датчик температуры охлаждающей жидкости



Датчик температуры охлаждающей жидкости устанавливается на корпусе термостата и состоит из термистора, сопротивление которого меняется в значительной степени при изменении температуры.

Сопротивление термистора увеличивается по мере снижения температуры охлаждающей жидкости в двигателе.

Проверка

Датчик температуры охлаждающей жидкости может быть проверен путем измерения напряжения на выводе № 83 электронного блока управления двигателем (см. рис.2.79).

3.13 Датчик положения дроссельной заслонки (TPS–THROTTLE POSITION SENSOR)

Эти датчики предназначены для определения положения дроссельной заслонки.

Применяются датчики двух различных типов:

- контактные
- бесконтактные (эффект Холла).

3.13.1. Датчики контактного типа

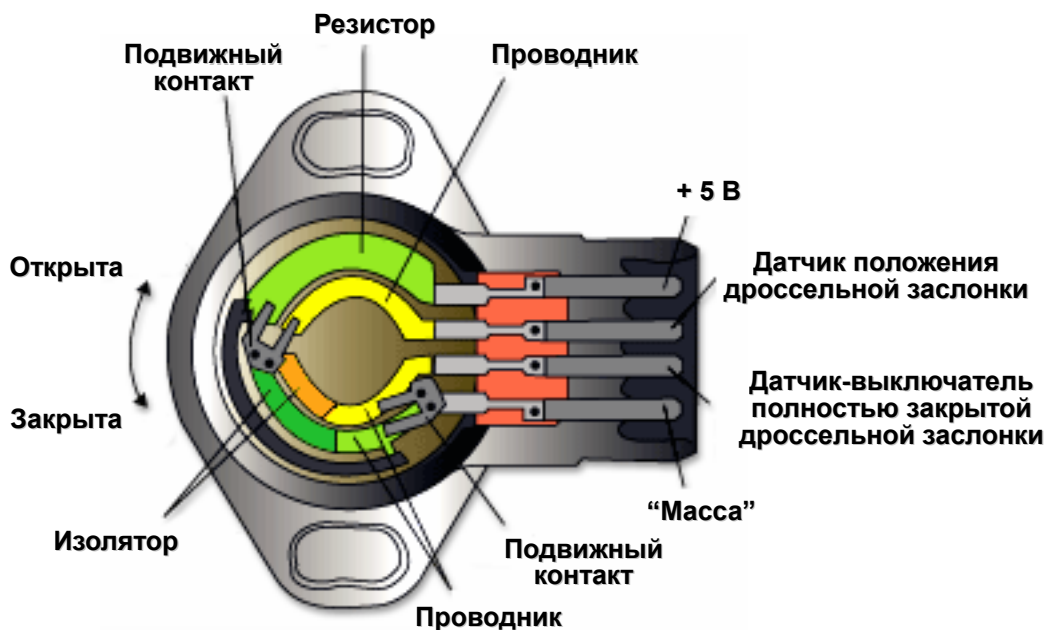


Рис. 2.80

Система впрыскивания топлива

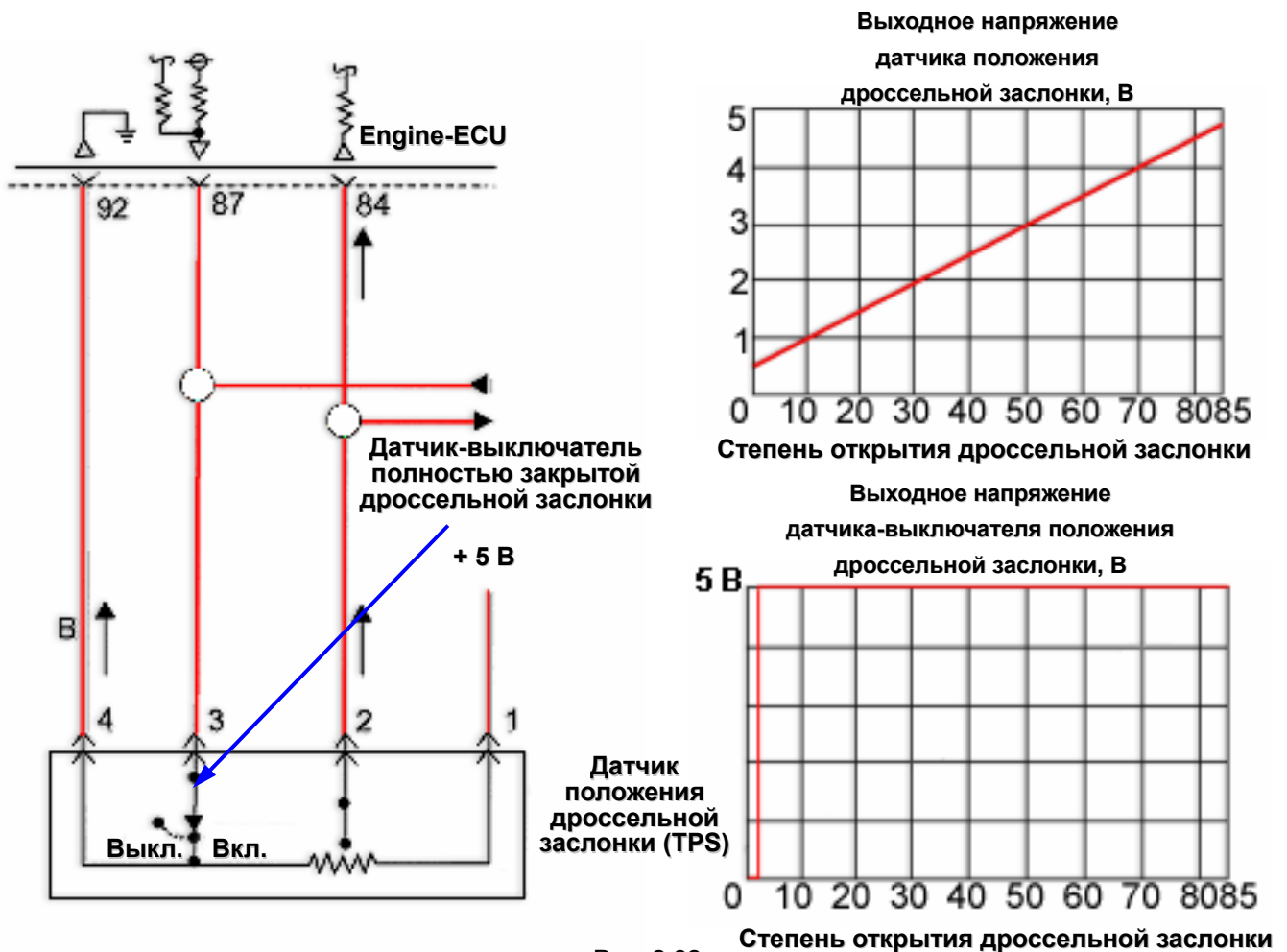


Рис. 2.82

На рис. 2.82 показана конструкция датчика положения дроссельной заслонки, объединенного с датчиком-выключателем полностью закрытой дроссельной заслонки. Два подвижных контакта перемещаются вместе с дроссельной заслонкой при её повороте.

Один из подвижных контактов перемещается по контактной поверхности плёночного резистора. Выходное напряжение на выходе датчика изменяется линейно в соответствии с угловым положением дроссельной заслонки. Поэтому степень открытия дроссельной заслонки может оцениваться величиной выходного напряжения. Кроме этого, представляется возможным прогнозировать скорость открытия дроссельной заслонки по скорости изменения выходного напряжения с датчика.

Другой подвижный контакт замыкает цепь только в случае полного закрытия дроссельной заслонки (режим холостого хода). Этот контакт позволяет электронному блоку управления двигателем определить, работает ли двигатель на режиме холостого хода. На некоторых моделях двигателей этот контакт не предусмотрен.

Датчик положения дроссельной заслонки может быть проверен при помощи вольтметра измерением выходного напряжения между выводом № 2 датчика и «массой».

Система впрыскивания топлива

3.13.2. Датчики бесконтактного типа

Датчик этого типа построен на основе элемента Холла. На корпусе дроссельной заслонки расположены неподвижно два датчика (Hall IC), а на вращающейся оси закреплены магниты (рис 2.83).

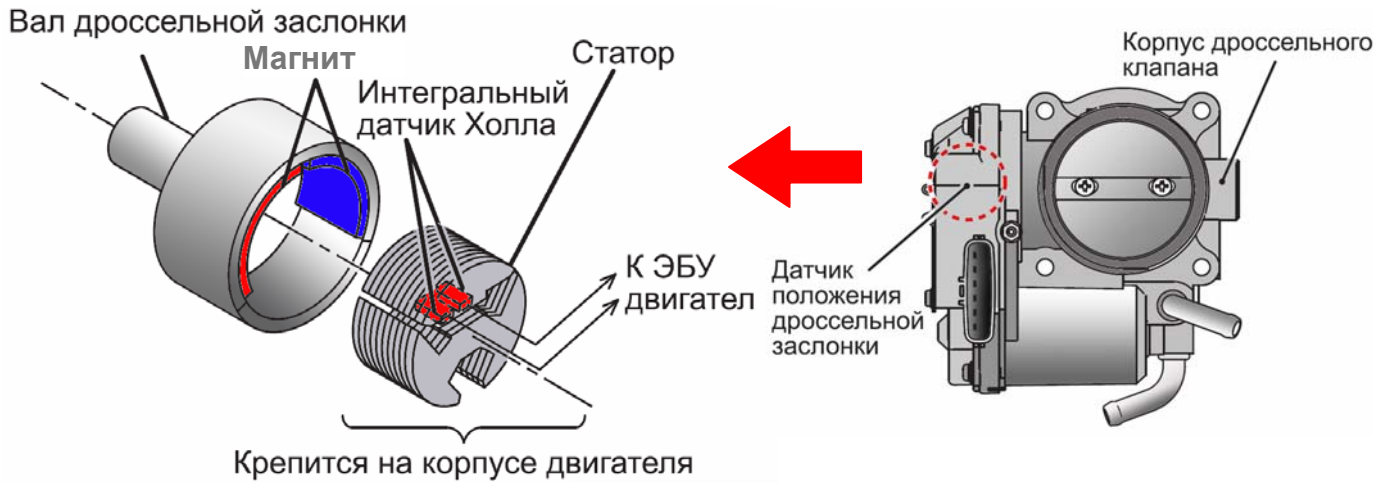


Рис. 2.83

При вращении оси заслонки изменяется направление силовых линий магнитного поля. Напряжение на выходе элементов Холла изменяется пропорционально изменению магнитного поля. Внутри датчика находятся две выходные системы – основная и резервная. При повороте дроссельного клапана меняются оба выходных напряжения, что позволяет определить действительный угол открытия. Кроме того, сравниваются показания основного и резервного датчиков, и проверяется их правильность показаний (между ними есть взаимосвязь, нарушение которой говорит о неисправности).

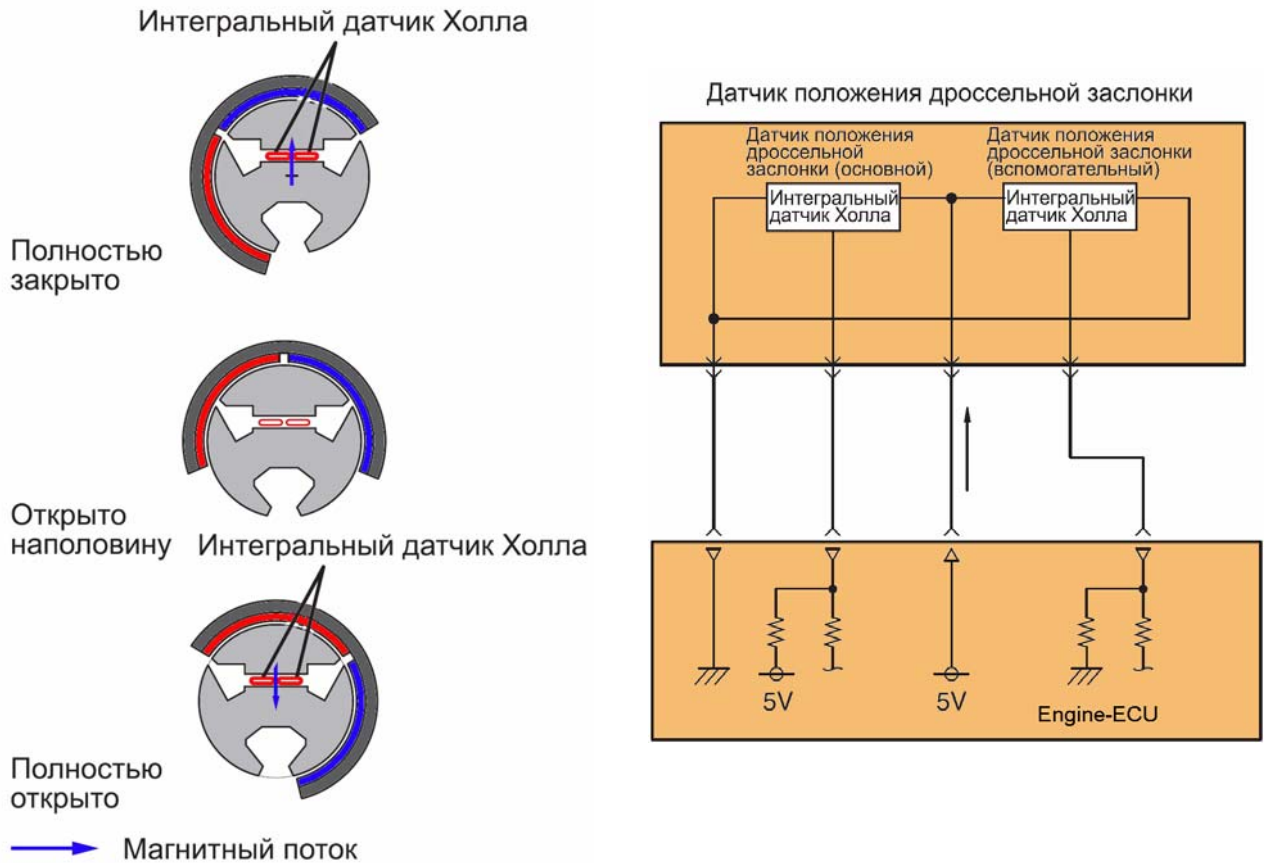


Рис. 2.84

Система впрыскивания топлива

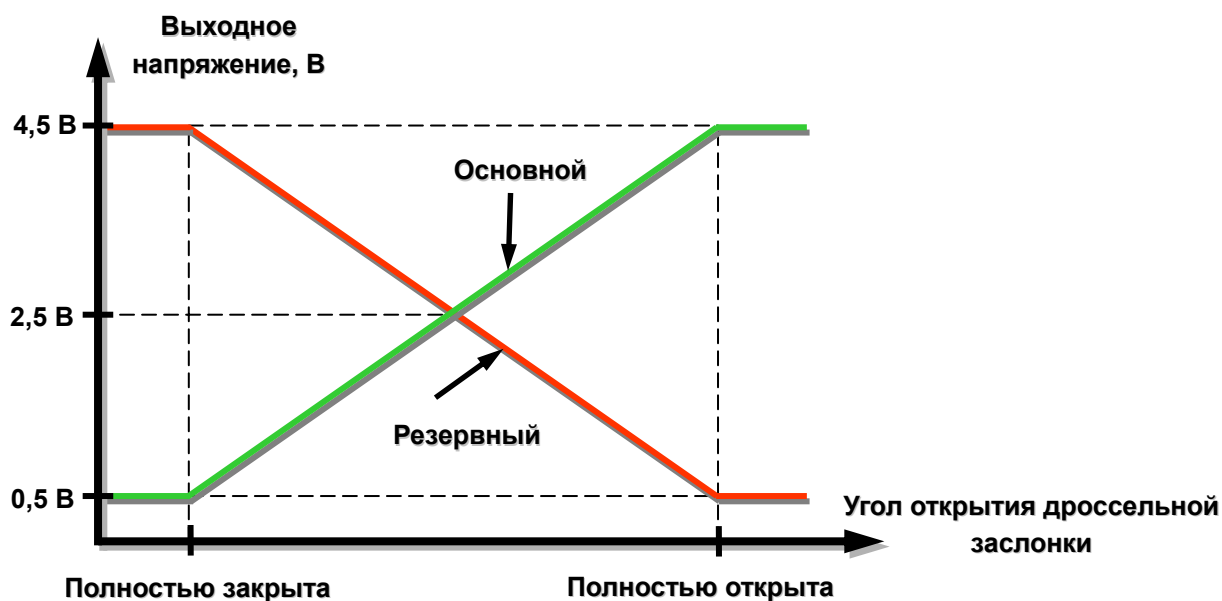


Рис. 2.85

Датчики размещены таким образом, что напряжение на их выходах различно. Когда заслонка полностью закрыта, то сигнал основного датчика должен быть около 0,5 В, а резервного 4,5. В случае если дроссельная заслонка полностью открыта, то наоборот сигнал основного датчика должен быть около 4,5 В, а резервного 0,5 (рис. 2.85).

3.14 Датчик положения педали акселератора (APS-ACCELERATION POSITION SENSOR)

Эти датчики предназначены для определения положения педали акселератора в системах с применением электронно-управляемой дроссельной заслонки. Устроены аналогично датчикам положения дроссельной заслонки.

Применяются датчики двух различных типов:

- контактные
- бесконтактные (эффект Холла).

3.14.1. Датчики контактного типа

Датчики контактного типа построены на основе потенциометра со скользящим контактом.

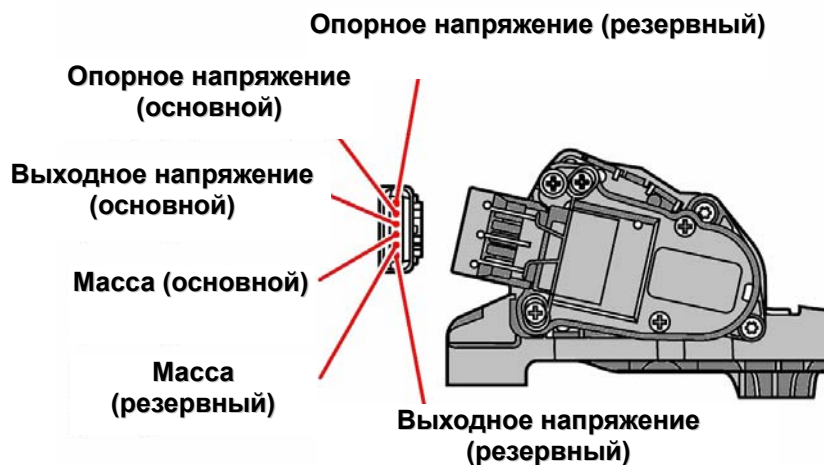


Рис. 2.86

Система впрыскивания топлива

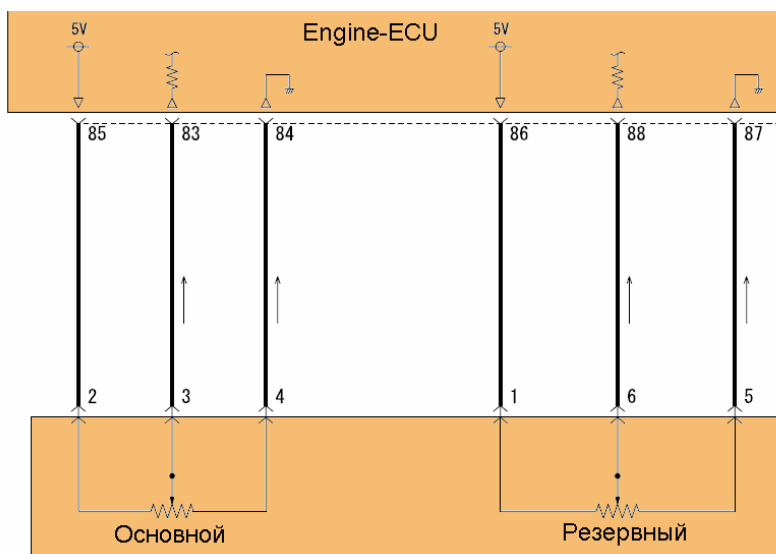


Рис. 2.87

Конструктивно внутри корпуса размещены два потенциометра и, следовательно, две выходные системы – основная и резервная. При нажатии на педаль акселератора меняются оба выходных напряжения, что позволяет определить действительную величину нажатия на педаль. Кроме того, сравниваются показания основного и резервного датчиков для проверки правильности показаний датчика. Связь между углом нажатия педали акселератора и выходным напряжением основного и вспомогательного датчиков приведена на рисунке.

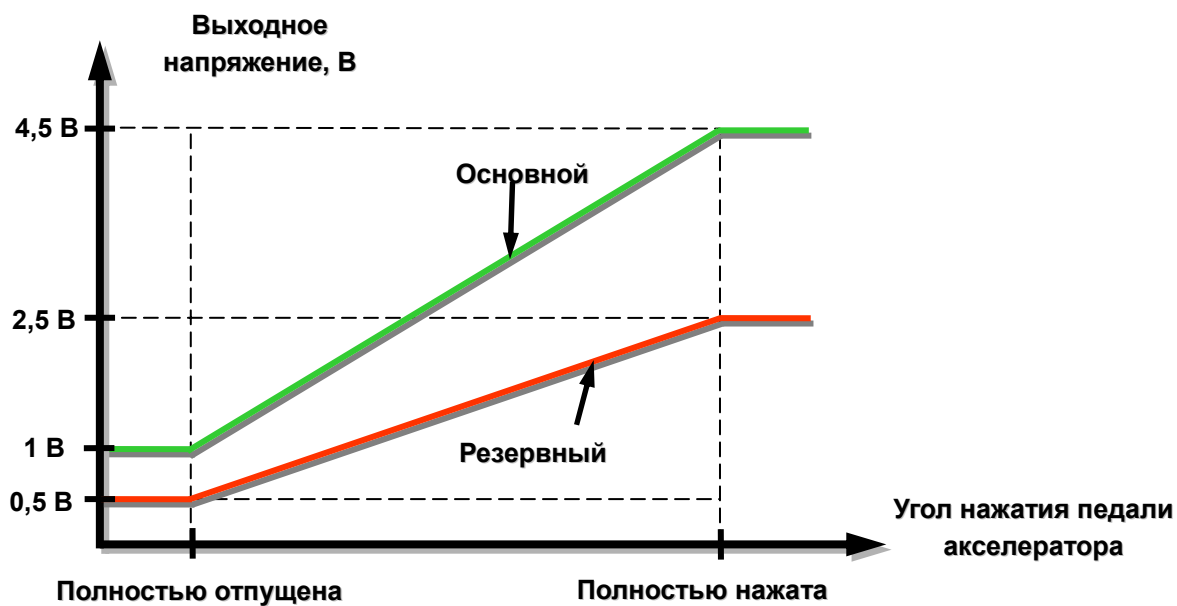


Рис. 2.88

Выходное напряжение основного и резервного датчика отличается в 2 раза.

Система впрыскивания топлива

3.14.2. Датчики бесконтактного типа

Датчик этого типа построен на основе элемента Холла. На корпусе педали акселератора расположены неподвижно два датчики (Hall IC), а на вращающейся оси закреплены магниты (рис 2.89).

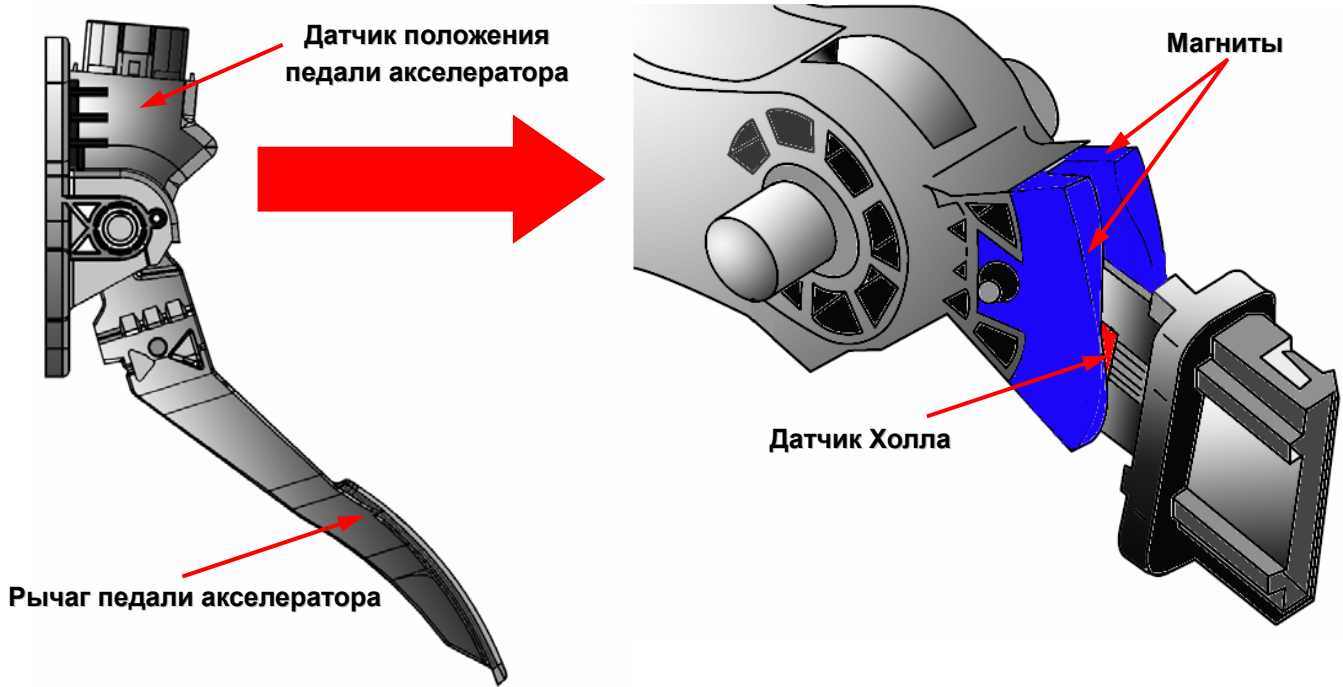


Рис. 2.89

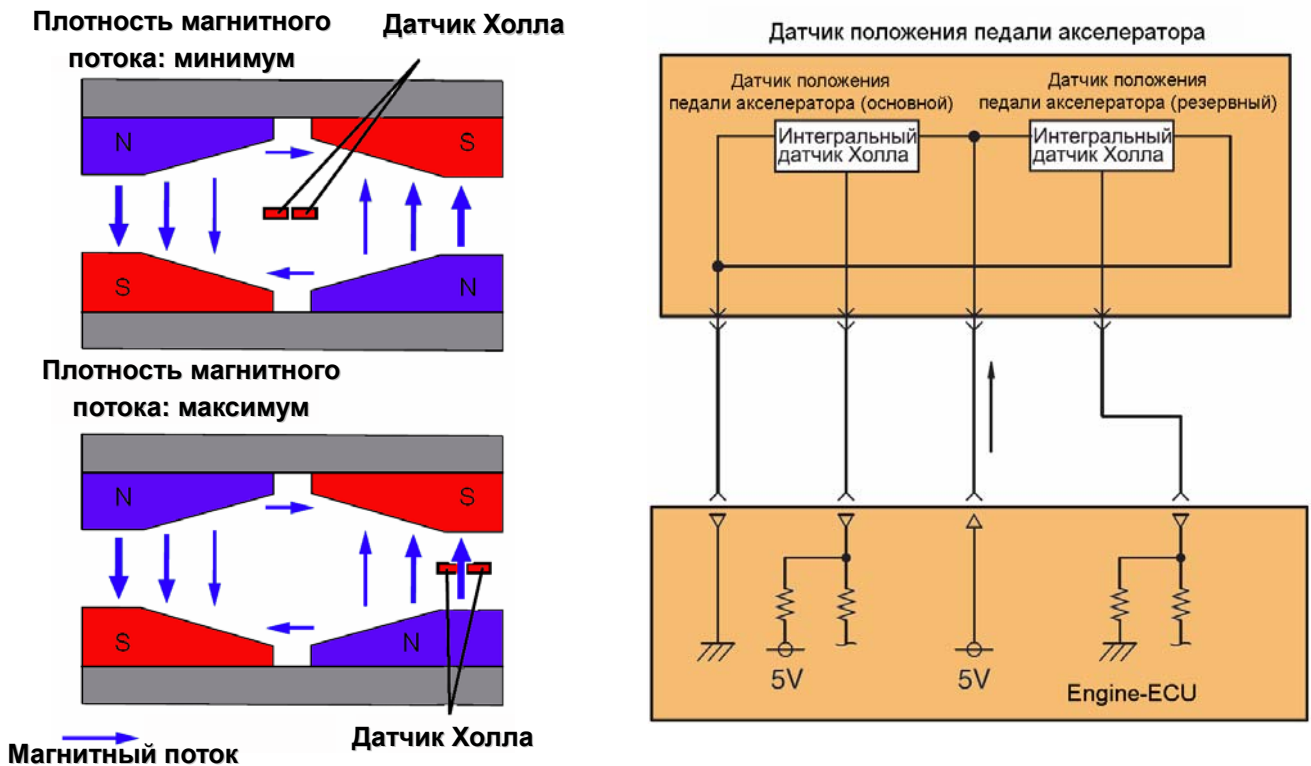


Рис. 2.90

Напряжение на выходе датчика Холла изменяется пропорционально плотности магнитного потока, проходящего через него.

Система впрыскивания топлива

Внутри датчика находятся две выходные системы – основная и резервная. При нажатии на педаль акселератора меняются оба выходных напряжения, что позволяет определить действительный угол открытия. Кроме того, сравниваются показания основного и резервного датчиков, и проверяется их правильность показаний (между ними есть взаимосвязь, нарушение которой говорит о неисправности).

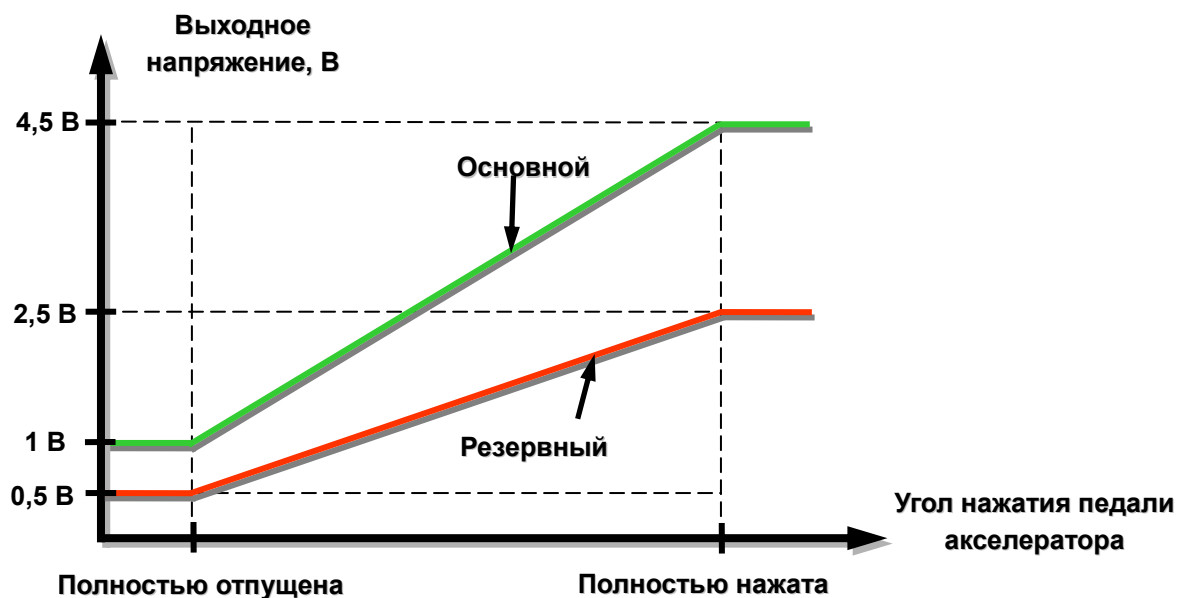


Рис. 2.91

Связь между углом нажатия педали акселератора и выходным напряжением основного и вспомогательного датчиков приведена на рисунке (рис.2.91).

Система впрыскивания топлива

3.15 Кислородный датчик

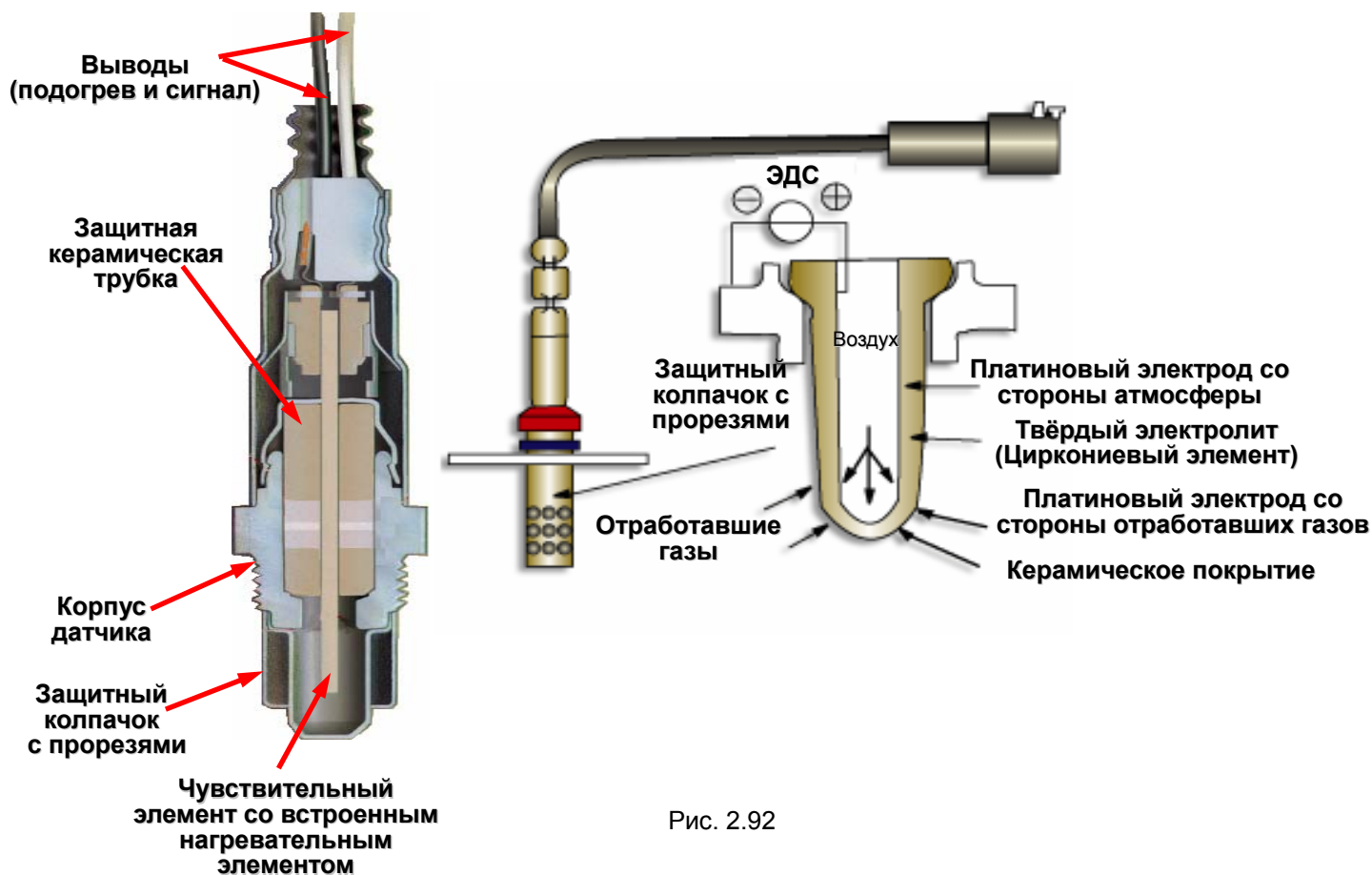


Рис. 2.92

3.15.1. Устройство датчика

Выходное напряжение датчика зависит от температуры и поэтому рабочей температурой датчика считается 500–600°C. Благодаря встроенному нагревательному элементу, обеспечивается быстрый нагрев и более эффективная работа датчика кислорода при низкой температуре отработавших газов. Поэтому становится возможным быстрое включение системы управления топливоподачей по сигналу обратной связи после запуска двигателя. При достижении рабочей температуры подогрев отключается.

3.15.2. Принцип действия

На автомобилях фирмы Mitsubishi используются кислородные датчики на основе двуокиси циркония (ZrO_2).

При наличии разницы между концентрацией кислорода на его внутренней поверхности (эта поверхность «омывается» воздухом) и концентрацией кислорода на его наружной поверхности (эта поверхность «омывается» отработавшими газами) в циркониевом элементе (твёрдый электролит), показанный на рис. 2.92 возникает ЭДС (электродвижущая сила). Когда концентрация кислорода в отработавших газах относительно низка, большое количество ионов кислорода перемещается от наружного электрода к внутреннему электроду. Это движение ионов кислорода вызывает появление электродвижущей силы, а следовательно и разности потенциалов между выводами кислородного датчика.

Система впрыскивания топлива

3.15.3. Характеристика

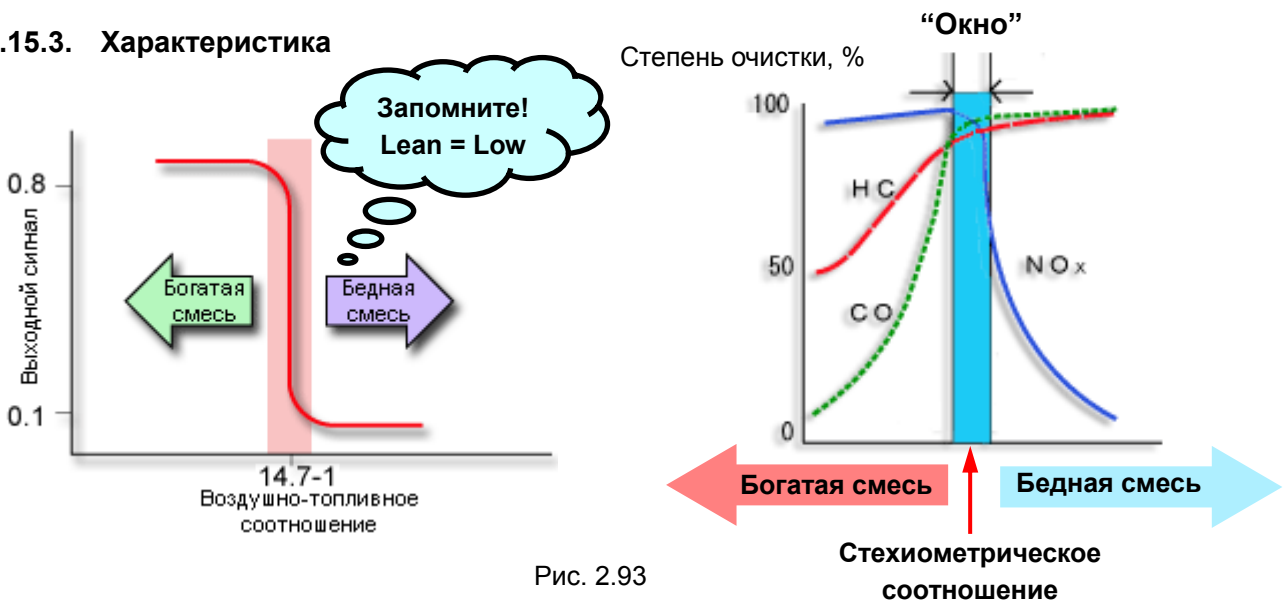


Рис. 2.93

Особенностью циркониевого датчика является то, что даже при незначительных изменениях состава смеси ЭДС на его выходе изменяется скачком от нескольких милливольт до почти одного вольта. По величине напряжения электронный блок управления двигателем определяет текущий состав смеси (богатая или бедная по отношению к стехиометрическому составу смеси).

На основании полученной информации, электронный блок управления двигателем обеспечивает высокоточное управление, чтобы приблизить топливно-воздушное соотношение к стехиометрическому составу, что необходимо для эффективной работы трёхкомпонентного каталитического нейтрализатора.

Диапазон, в котором происходит наилучшая очистка (нейтрализация) вредных примесей в отработавших газах (CO, CH и NO_x), называется «окном» или диапазоном регулирования.

3.15.4. Электрическая цепь

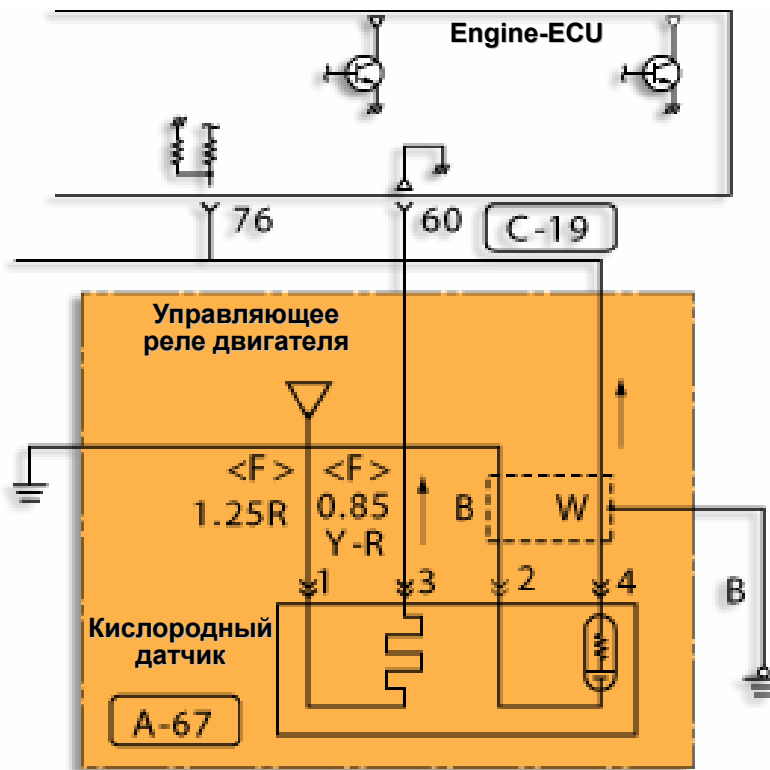


Рис. 2.94

На рис. 2.94 показана электрическая схема подсоединения кислородного датчика автомобиля Pajero-iO с двигателем 4G93.

Аккумуляторная батарея соединяется с платиновым нагревательным элементом через вывод № 1 кислородного датчика (A-67).

Система впрыскивания топлива

Как только кислородный датчик нагревается до рабочей температуры, его выходное напряжение изменяется в соответствии с изменениями топливно-воздушного соотношения.

3.15.5. Проверка

Кислородный датчик может быть проверен посредством контроля формы выходного напряжения с вывода № 76 электронного блока управления двигателем.

Платиновый нагревательный элемент кислородного датчика может быть проверен путем измерения напряжения между выводом № 1 (+) и № 3 (-) разъема кислородного датчика А67.

3.16 Датчик скорости автомобиля

3.16.1. Устройство

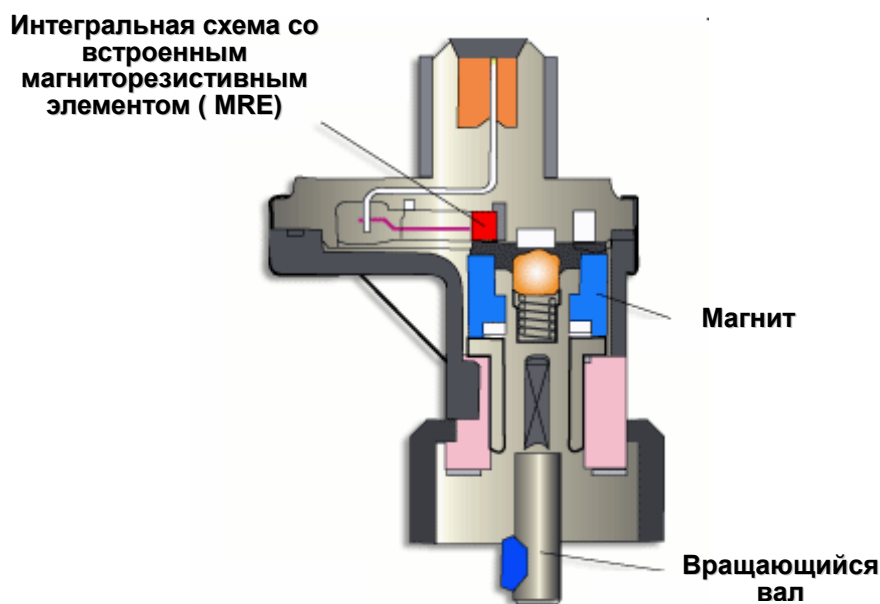


Рис. 2.95

Вал датчика скорости автомобиля соединен в коробке перемены передач с шестерней привода спидометра. Одновременно с вращением шестерни привода вращается и вал датчика скорости автомобиля вместе с закрепленным на нем постоянным магнитом. Над магнитом размещается интегральная схема, в которую встроен магниторезистивный элемент (MRE). Интегральная схема преобразует вращение магнита в импульсный сигнал напряжения. За время одного оборота шестерни привода на выходе датчика формируется четыре импульса.

Сигналы этого датчика используются для прекращения подачи топлива при превышении скоростного режима автомобиля и при управлении двигателем на режиме холостого хода.

Система впрыскивания топлива

3.16.2. Принцип действия

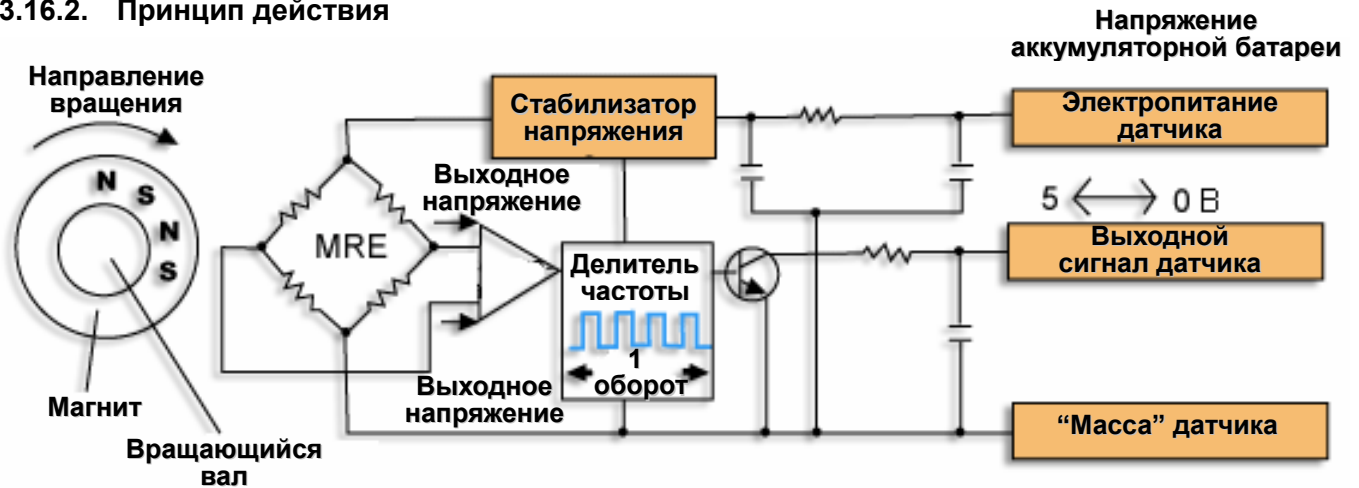


Рис. 2.96

При вращении магнита, изменяется магнитное поле, проходящее через магниторезистивный элемент (MRE), что вызывает изменение сопротивления самого магниторезистивного элемента. В соответствии с изменением сопротивления изменяется и напряжение на выходе операционного усилителя (компаратора). Выходное напряжение с выхода компаратора подаётся на вход делителя частоты для формирования импульсного сигнала. Сформированный сигнал подается на базу транзистора, который является усилителем сигнала. Таким образом, на вход электронного блока управления подается сигнал, состоящий из четырех импульсов на каждый оборот вала привода спидометра.

3.16.3. Проверка

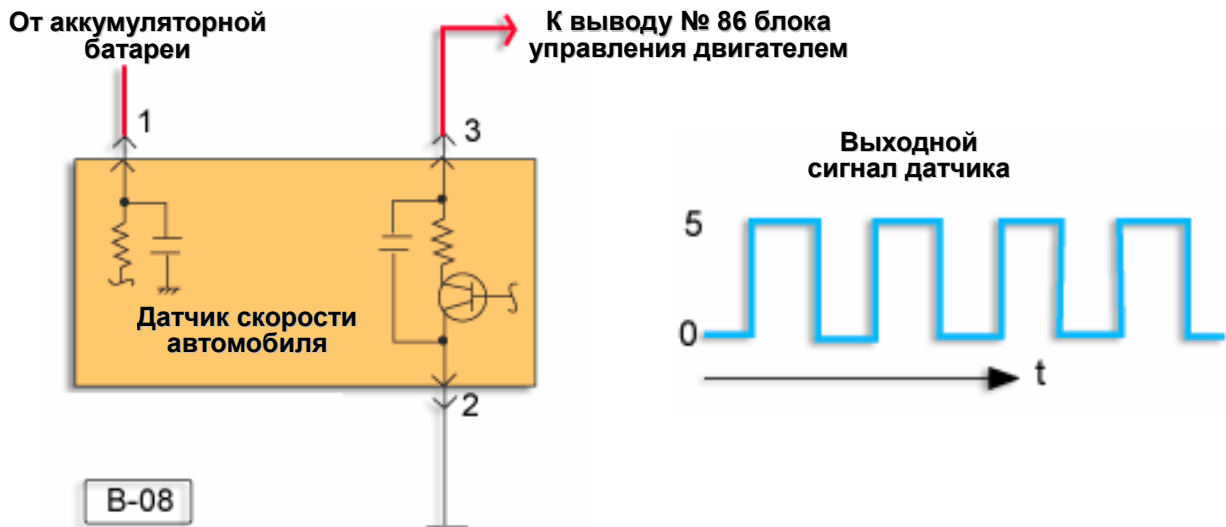


Рис. 2.97

Датчик скорости автомобиля может быть проверен путем измерения формы сигнала напряжения на выводе № 86 электронного блока управления двигателем или на выводе № 3 датчика скорости автомобиля. См. рис. 2.97.

4. Проверка полученных знаний

1) Отметьте неверное утверждение

- (a) Существует три способа подачи топлива системой распределенного впрыскивания топлива: одновременное впрыскивание, синхронное впрыскивание, групповое впрыскивание.
- (b) Топливо впрыскивается синхронно с выходным сигналом датчика положения распределительного вала.
- (c) Топливо впрыскивается в синхронном режиме при нормальном движении автомобиля и одновременно при запуске двигателя.

2) Отметьте неверное утверждение

- (a) Электронный блок управления двигателем определяет необходимое количество впрыскиваемого топлива только на основании базы данных, заложенных в его память при изготовлении.
- (b) Управление с обратной связью является одним из видов управления, используемого для корректирования количества впрыскиваемого топлива.
- (c) Электронный блок управления двигателем определяет необходимое количество впрыскиваемого топлива путем выбора соответствующих данных из его памяти и путем коррекции его количества в соответствии с сигналами различных датчиков.

3) Отметьте неверное утверждение

- (a) Существует два метода определения расхода воздуха: непосредственный и косвенный.
- (b) Датчик положения коленчатого вала двигателя определяет верхнюю мертвую точку поршня первого цилиндра.
- (c) Датчик температуры воздуха во впускном коллекторе необходим для обеспечения корректирования количества впрыскиваемого топлива в соответствии с изменениями плотности воздуха на впуске в двигатель. (Изменение температуры воздуха на впуске вызывает изменение его плотности).

4) Отметьте неверное утверждение

- (a) Чтобы обеспечить точную дозировку топлива при его впрыскивании, необходимо управлять давлением топлива в топливном коллекторе.
- (b) Топливные форсунки имеют электрический привод.
- (c) Изменение давления топлива в системе не приводит к изменению количества впрыскиваемого топлива.

Глава 3

Система зажигания

1. Принцип действия системы зажигания

1.1 Система зажигания с распределителем

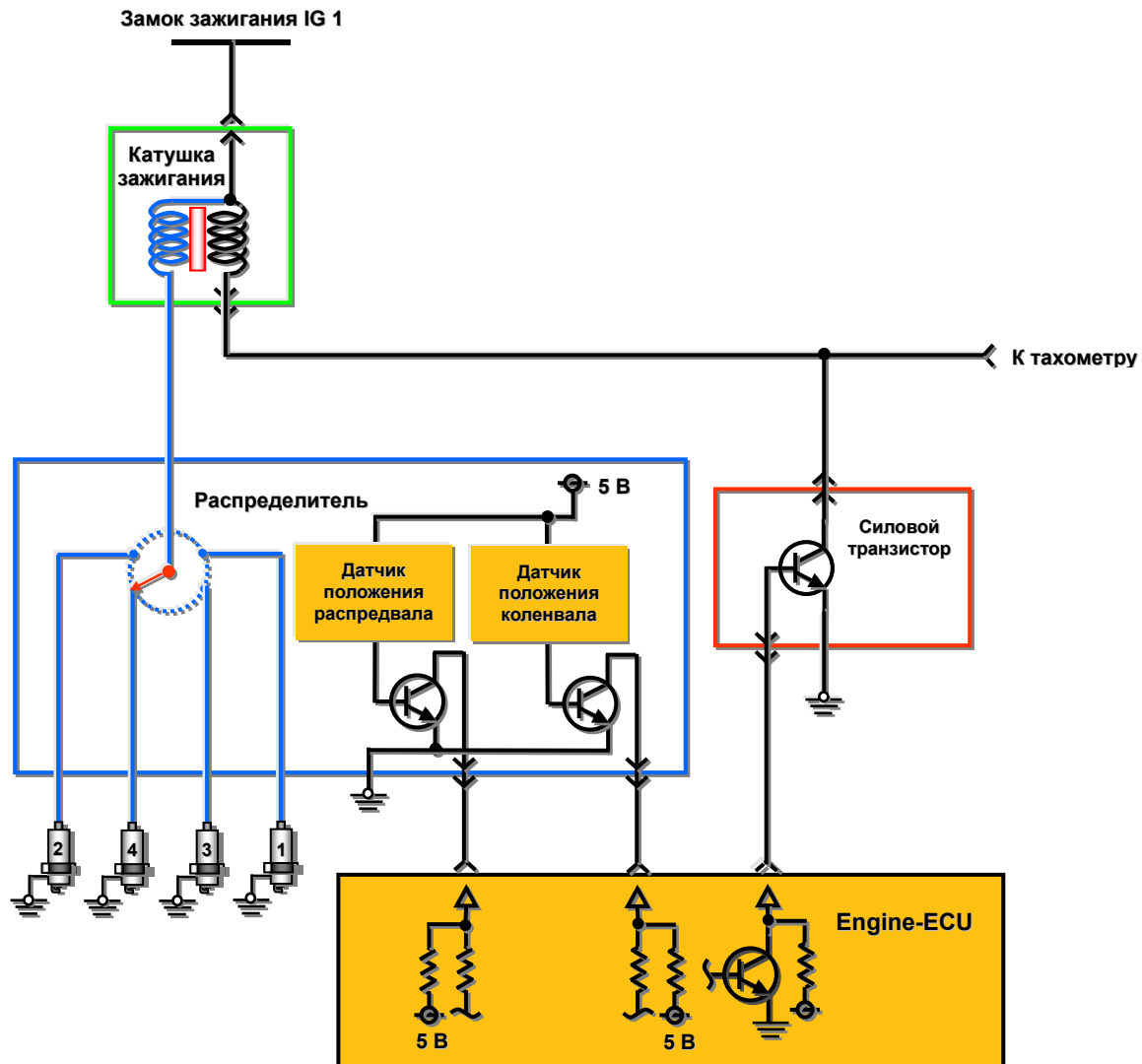


Рис. 3.1

Для определения момента искрообразования электронный блок управления двигателем использует сигналы от датчика положения коленчатого вала и датчика положения распределительного вала (датчик ВМТ)

Для дополнительной корректировки момента искрообразования с целью обеспечения наиболее эффективного сгорания топлива электронный блок управления двигателем использует информацию от других датчиков, отслеживающих изменение условий и воздействие водителя на органы управления.

Для накопления энергии, необходимой для надежного образования искрового разряда, блок управления двигателем управляет работой силового транзистора. При открытии силового транзистора через первичную обмотку катушки зажигания начинает протекать электрический ток, который увеличивается постепенно (резкому увеличению препятствует ЭДС самоиндукции, направленная навстречу) и вокруг катушки формируется электромагнитное поле.

В заранее вычисленный момент времени электронный блок управления двигателем закрывает силовой транзистор и ток, проходящий через первичную обмотку катушки зажигания, прерывается. В результате быстрого исчезновения магнитного потока во вторичной обмотке наводится высокое напряжение около 25 – 30 кВ. С помощью механического распределителя высокое напряжение подается на свечу зажигания того цилиндра, в котором заканчивается такт сжатия.

Значение напряжения во вторичной обмотке зависит от величины тока прерывания в первичной обмотке, скорости его убывания, характеристик магнитопровода катушки и количества витков во вторичной обмотке.

Система зажигания

1.2 Системы зажигания без распределителя

1.2.1. Статическая система зажигания с двухвыводными катушками зажигания (метод "Waste Spark"- "холостая искра")

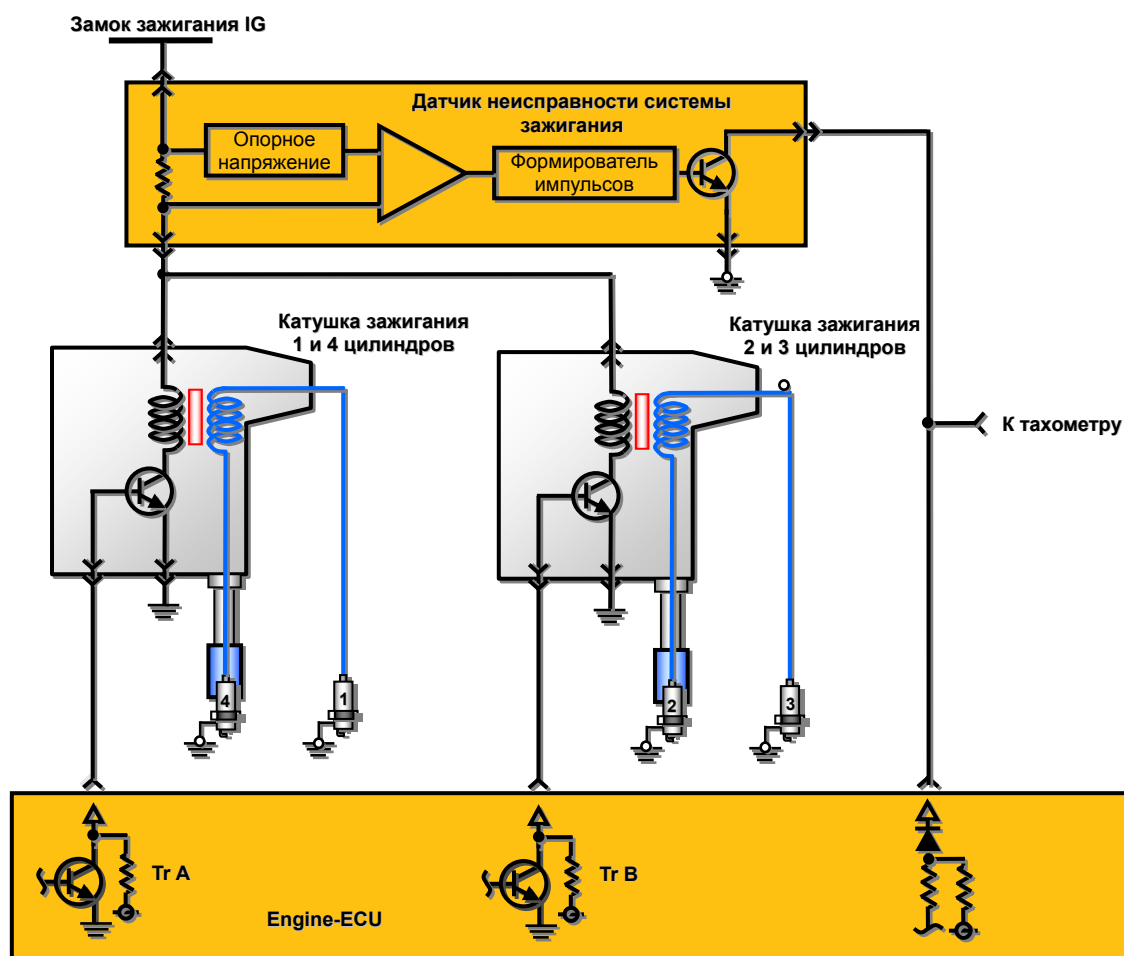


Рис. 3.2

Система зажигания такого типа использует либо две, либо три катушки зажигания, в зависимости от количества цилиндров двигателя. Каждая из катушек зажигания в такой системе управляется своим силовым транзистором, работает на два цилиндра, свечи зажигания всегда срабатывают парами и искра формируется в двух цилиндрах одновременно. Силовой транзистор встроены в катушку зажигания. Вторичная обмотка двухвыводной катушки зажигания соединяется с двумя свечами зажигания проводами высокого напряжения.

Рабочие процессы, происходящие в первичной цепи такой системы аналогичны процессам, происходящим в системе зажигания с распределителем. Когда открывается силовой транзистор «А», через первичную обмотку катушки зажигания 1 и 4 цилиндров начинает протекать ток. В момент закрытия силового транзистора «А», ток, протекающий через первичную обмотку, прерывается, в результате чего во вторичной обмотке катушки зажигания индуцируется высокое напряжение, поступающее к свечам зажигания цилиндров № 1 и № 4 и вызывающее пробой искрового промежутка. Таким образом, за один рабочий цикл в каждом из цилиндров происходит **два искровых разряда**. Один искровой разряд (**силовая искра**) возникает в цилиндре, который находится на такте сжатия и используется для воспламенения топливно-воздушной смеси, а второй искровой разряд (**холостая искра**) возникает в цилиндре, который находится на такте выпуска и она не оказывает влияния на процесс горения. Аналогичные процессы происходят при открывании и закрывании силового транзистора В.

Для правильного распределения высокого напряжения по цилиндрам, т.к. здесь нет механического распределителя, необходим входной сигнал от датчика положения распределительного вала (датчик ВМТ). Электронный блок управления использует этот сигнал для выбора катушки зажигания и соответственно распределения высокого напряжения на свечи зажигания тех цилиндров, в которых поршень находится в этот момент в ВМТ.

Система зажигания

В конструктивном отношении такая система зажигания оказывается наиболее простой.

Полярность высоковольтных импульсов на выводах такой катушки разная, что является недостатком такой системы. Пробивное напряжение на свече с импульсом положительной полярности должно быть выше, чем на свече с импульсом отрицательной полярности. Кроме того, это приводит к разному износу свечей зажигания.

Некоторые автомобили оборудуются датчиком неисправности системы зажигания. Этот датчик отслеживает напряжение в первичной обмотке катушки зажигания и формирует сигнал, поступающий на один из входов, в электронный блок управления двигателем. Электронный блок управления двигателем использует этот сигнал для определения возможных пропусков зажигания. Сигнал с этого датчика также поступает на бортовой тахометр для индикации текущей частоты вращения коленчатого вала двигателя.

1.2.2. Статическая система зажигания с индивидуальными катушками зажигания (метод непосредственного распределения)

При непосредственном распределении высокого напряжения для каждого цилиндра используется индивидуальная катушка, расположенная в непосредственной близости от свечи зажигания. В этом случае высоковольтные провода вообще отсутствуют. Потери энергии в такой системе минимальные и отсутствие воздушного паразитного зазора “бегунок-крышка” может привести к искровому пробое свечи в момент начала протекания тока по первичной обмотке (момент открытия силового транзистора). Для исключения этого явления во вторичную обмотку каждой катушки может включаться высоковольтный диод (или диод Зенера) препятствующий протеканию тока обратной полярности.

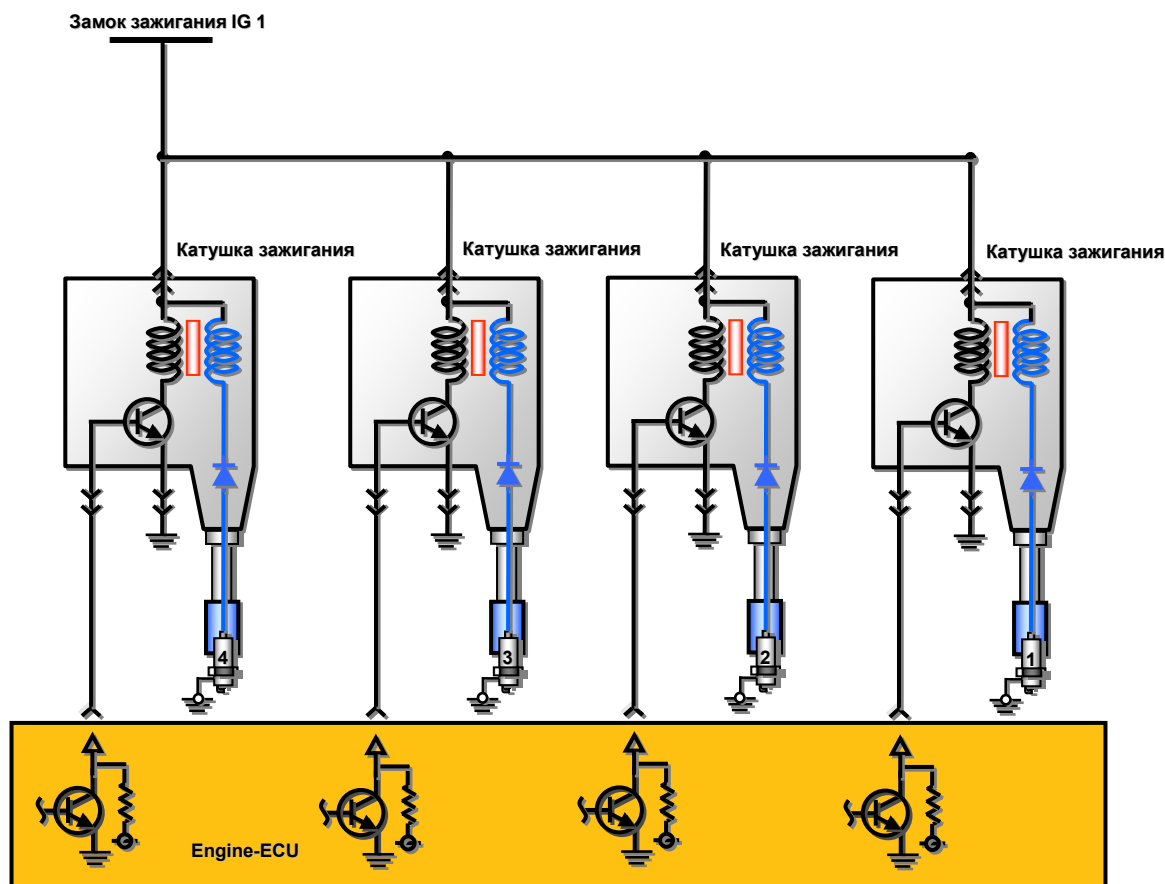


Рис. 3.3

Блок управления двигателем содержит несколько выходных управляющих каскадов (по числу цилиндров), работающих в последовательности повторяющей порядок работы цилиндров двигателя. Для синхронизации работы используется датчик положения распределительного вала (датчик ВМТ).

Системы зажигания с индивидуальными катушками дороже и сложнее, однако, обладают рядом преимуществ. Они имеют более высокую надежность, меньший уровень электромагнитных помех, позволяют значительно повысить устойчивость искрообразования в условиях загрязнённых свечей.

2. Управление распределением искрообразования по цилиндрам

2.1 Статическая система зажигания с двухвыводными катушками зажигания (метод “Waste Spark”- “холостая искра”)

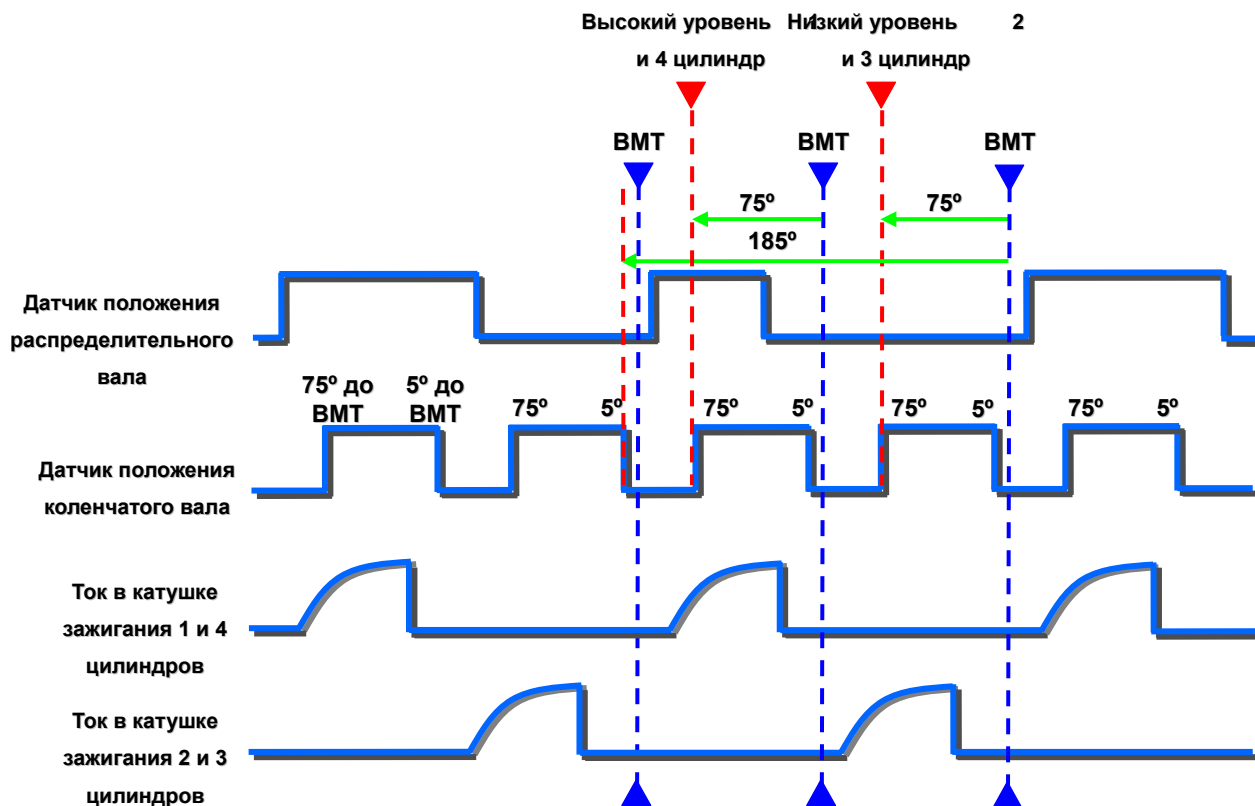


Рис. 3.4

2.1.1. Принцип действия

Момент искрообразования блок управления двигателем рассчитывает на основании сигнала от датчика положения коленчатого вала и, закрывая силовой транзистор, тем самым прерывает ток в первичной обмотке катушки зажигания, что приводит к появлению импульса высокого напряжения на свечах зажигания. Для определения цилиндра, в котором в данный момент требуется воспламенение смеси, используется сигнал от датчика положения распределительного вала (датчика BMT).

Если в момент появления импульса от датчика положения коленчатого вала (за 75° до BMT) сигнал от датчика положения распределительного вала имеет высокий уровень, то блок управления двигателем определяет такт сжатия в первом (или четвертом) цилиндре и закрывает силовой транзистор А, обеспечивая воспламенение смеси в первом (или четвертом) цилиндре. Если в момент появления импульса от датчика положения коленчатого вала (за 75° до BMT) сигнал от датчика положения распределительного вала имеет низкий уровень, то блок управления двигателем определяет такт сжатия в третьем (или втором) цилиндре и закрывает силовой транзистор В, обеспечивая воспламенение смеси в третьем (или втором) цилиндре.

Таким образом, для распределения импульсов зажигания по цилиндрам двигателя осуществляется попеременное включение и выключение силовых транзисторов «А» и «В».

Используемые датчики:

- Датчик положения распределительного вала (BMT первого и четвертого цилиндров);
- Датчик положения коленчатого вала.

Система зажигания

2.1.2. Сигналы датчиков и ток в первичной обмотке

На рис.3.4 показана взаимосвязь между сигналами датчика положения распределительного вала (он используется для определения ВМТ), датчика положения коленчатого вала и током в первичной обмотке катушки зажигания.

- Длительность накопления энергии в первичной обмотке катушки зажигания выбирается таким образом, чтобы первичный ток к моменту закрывания транзистора составлял примерно 6 А. Момент включения силового транзистора (начало протекания тока и накопления энергии) обычно рассчитывается относительно 75° до ВМТ (на большой скорости вращения коленчатого вала относительно 185° до ВМТ).
- Момент искрообразования (прерывание тока) обычно рассчитывается относительно переднего фронта импульса от датчика положения коленчатого вала соответствующего 75° до ВМТ.

2.1.3. Искрообразование и номер цилиндра

В четырехцилиндровом двигателе, искрообразование происходит одновременно на двух свечах зажигания, а именно:

На свечах зажигания №1 и №4 цилиндров.

На свечах зажигания №2 и №3 цилиндров.

Такт

№ 1	Сжатие 	Сгорание	Выпуск 	Впуск	Сжатие 
№ 3	Впуск	Сжатие 	Сгорание	Выпуск 	Впуск
№ 4	Выпуск 	Впуск	Сжатие 	Сгорание	Выпуск 
№ 2	Сгорание	Выпуск 	Впуск	Сжатие 	Сгорание

Рис. 3.5

2.2 Статическая система зажигания с индивидуальными катушками зажигания (метод непосредственного распределения)

2.2.1. Принцип действия

Момент искрообразования блок управления двигателем рассчитывает на основании сигнала от датчика положения коленчатого вала и, закрывая силовой транзистор, тем самым прерывает ток в первичной обмотке катушки зажигания, что приводит к появлению импульса высокого напряжения на свече зажигания. Искрообразование в этой системе производится только в одном цилиндре, а не в двух, как в предыдущей системе зажигания. Поэтому для определения того цилиндра, в котором в данный момент требуется воспламенение смеси, используется сигнал, как от датчика положения коленчатого вала, так и от датчика положения распределительного вала (датчика ВМТ).



Рис. 3.6

Вращающийся диск датчика положения коленчатого вала, имеет зубья, расположенные через 10° (см. рис.3.6), однако три из них пропущены (два зуба и один зуб расположенные через 180°). Сигнал на выходе датчика положения коленчатого вала представляет собой последовательность импульсов, через каждые 10° вращения с тремя пропусками. Пропущенные импульсы позволяют определить ВМТ коленчатого вала. Когда блок управления двигателем обнаруживает один пропущенный импульс, то он определяет ВМТ 1 или 4 цилиндра, а когда два пропущенных импульса, то ВМТ 2 или 3 цилиндра.

Система зажигания

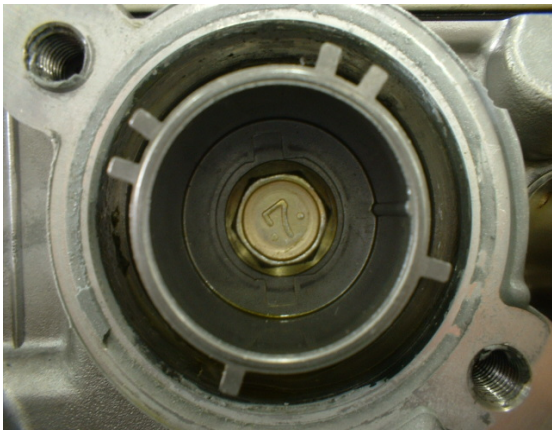


Рис. 3.7

Датчик положения распределительного вала имеет 6 зубьев (см. рис.3.7).

Если блок управления двигателем обнаруживает одинарный импульс от датчика распределительного вала и один пропущенный импульс от датчика коленчатого вала, то он определяет такт сжатия в первом цилиндре, а если одинарный импульс от датчика распределительного вала и два пропущенных импульса от датчика коленчатого вала, то такт сжатия во втором цилиндре.

Соответственно, если блок управления двигателем обнаруживает двойной импульс от датчика распределительного вала и один пропущенный импульс от датчика коленчатого вала, то он определяет такт сжатия в четвёртом цилиндре, а если одинарный импульс от датчика распределительного вала и два пропущенных импульса от датчика коленчатого вала, то такт сжатия в третьем цилиндре.

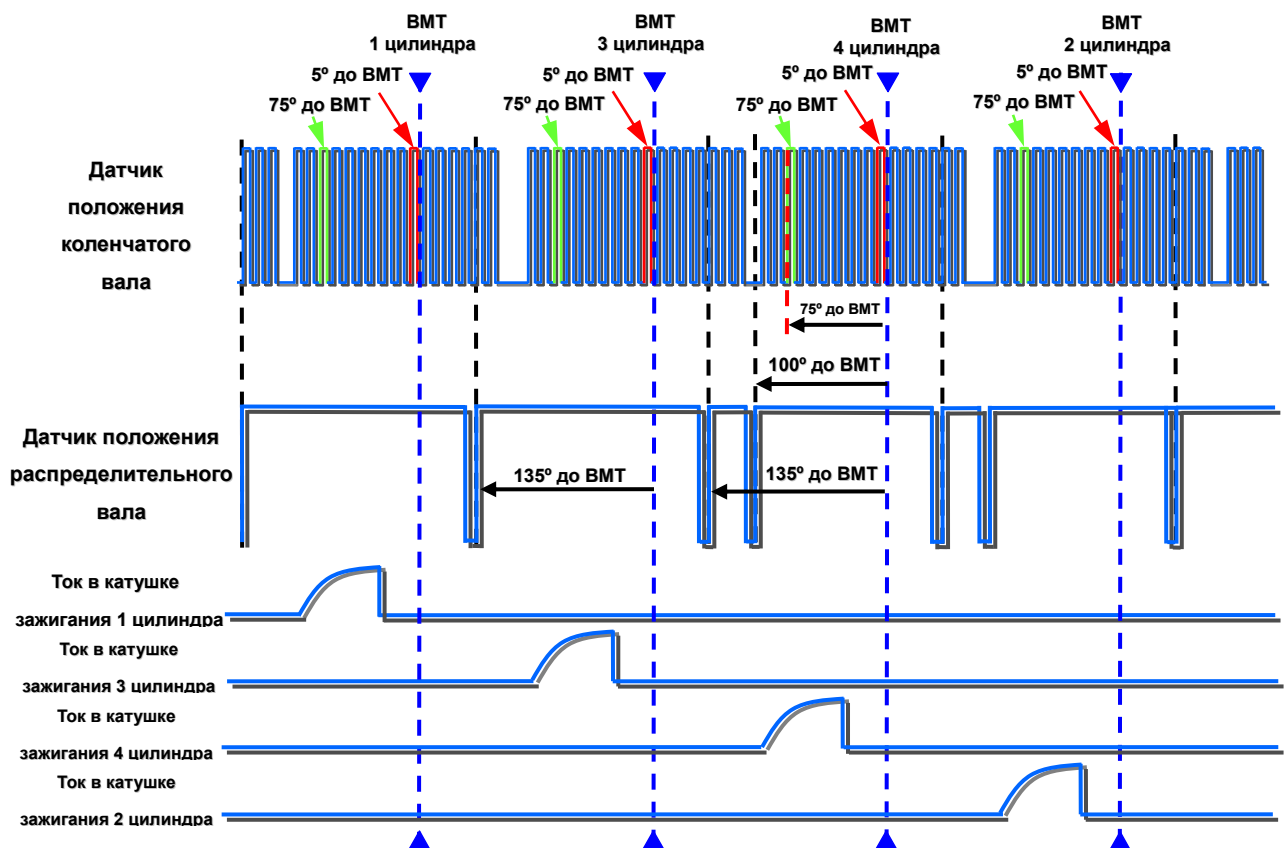


Рис. 3.8

Блок управления двигателем закрывает силовые транзисторы, обеспечивая воспламенение смеси в цилиндрах в соответствии с определённым им порядком работы цилиндров, на основании сигналов от датчиков положения коленчатого и распределительного валов.

2.2.2. Сигналы датчиков и ток в первичной обмотке

На рис.3.8 показана взаимосвязь между сигналами датчика положения распределительного вала, сигналом датчика положения коленчатого вала и током первичной обмотки катушки зажигания.

- Длительность накопления энергии в первичной обмотке катушки зажигания выбирается таким образом, чтобы первичный ток к моменту закрывания транзистора составлял примерно 6А. Момент включения силового транзистора (начало протекания тока) рассчитывается относительно 75° до ВМТ.
- Момент искрообразования обычно рассчитывается относительно переднего фронта импульса от датчика положения коленчатого вала соответствующего 75° до ВМТ.

Система зажигания

2.2.3. Искрообразование и номер цилиндра

В четырехцилиндровом двигателе, искрообразование происходит на свече зажигания только того цилиндра, который находится на такте сжатия.

Такт

№ 1	Сжатие ⚡	Сгорание	Выпуск	Впуск	Сжатие ⚡
№ 3	Впуск	Сжатие ⚡	Сгорание	Выпуск	Впуск
№ 4	Выпуск	Впуск	Сжатие ⚡	Сгорание	Выпуск
№ 2	Сгорание	Выпуск	Впуск	Сжатие ⚡	Сгорание

Рис. 3.9

3. Управление углом опережения зажигания

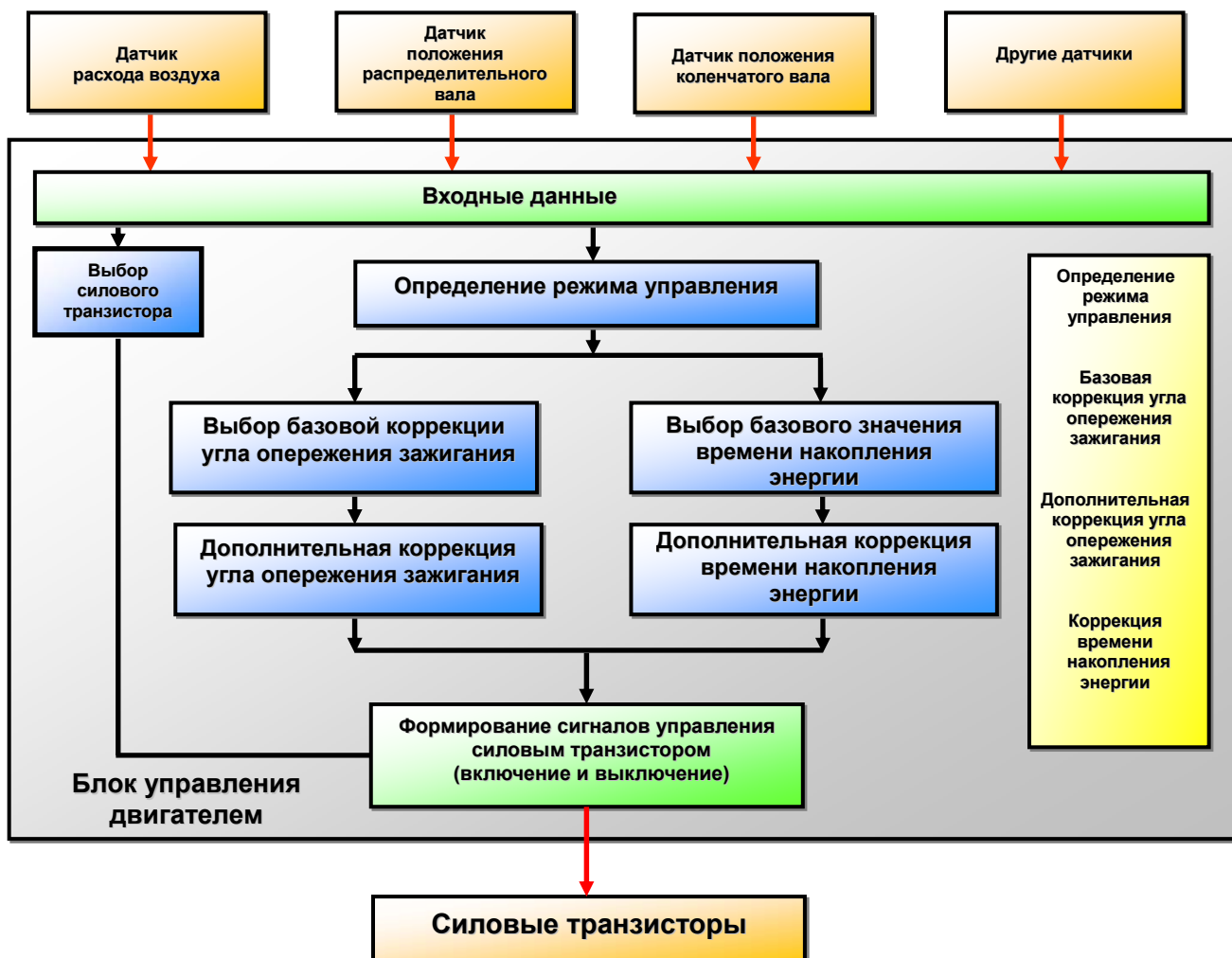


Рис. 3.10 Схема системы управления зажиганием

Установлено, что режим работы двигателя, при котором происходит наиболее полное превращение тепловой энергии, выделяющейся при сгорании воздушно-топливной смеси в полезную работу достигается тогда, когда максимальное давление сгорания-расширения соответствует примерно 10^0 после ВМТ. Поэтому воспламенение смеси должно происходить немного раньше этой точки.

Для количественной оценки момента воспламенения принято пользоваться термином "угол опережения зажигания". Это угол поворота коленчатого вала, выраженный в градусах, с момента пробоя искрового промежутка свечи до момента прохождения поршнем ВМТ.

Система зажигания

Продолжительность периода тепловыделения остается практически неизменной при любом скоростном режиме двигателя. Абсолютное время от начала зажигания до начала тепловыделения, также более или менее неизменно. Поэтому при увеличении скорости вращения коленчатого вала двигателя, необходимо увеличивать угол опережения зажигания, и наоборот.

Кроме того, скорость сгорания топливно-воздушной смеси зависит от условий работы двигателя. Когда скорость сгорания снижается (например, при малой нагрузке), необходимо увеличить угол опережения зажигания, а при высокой скорости сгорания, наоборот, угол опережения зажигания необходимо уменьшать. В реальном двигателе, на величину оптимального угла опережения зажигания оказывает влияние также температура охлаждающей жидкости в двигателе, температура воздуха во впускном коллекторе, состав топливно-воздушной смеси и другие факторы.

3.1 Расчет времени рабочего цикла

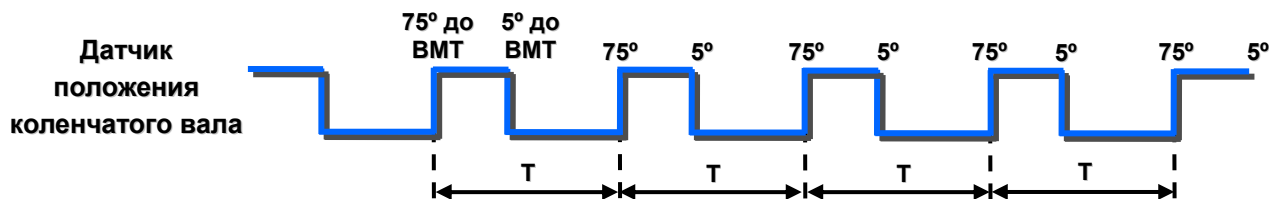


Рис. 3.11

Время рабочего цикла (T) определяется на основании сигнала от датчика положения коленчатого вала (используется передний фронт сигнала, соответствующий 75° до ВМТ).

3.2 Управление моментом открывания силового транзистора (временем накопления энергии)

В диапазоне низких частот вращения момент открывания силового транзистора (и начала протекания тока через первичную обмотку катушки зажигания) рассчитывается относительно переднего фронта сигнала от датчика положения коленчатого вала двигателя, который соответствует 75° до ВМТ.

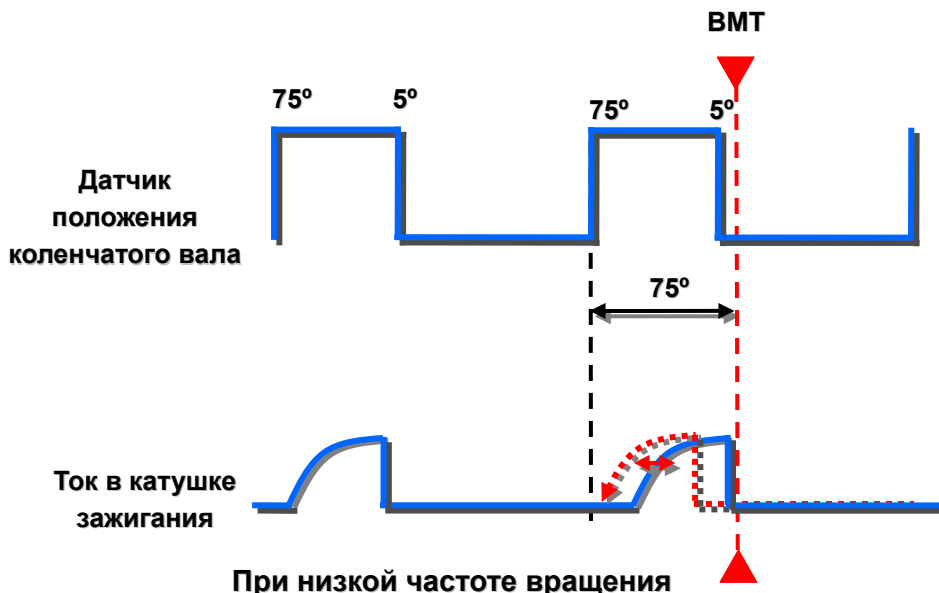


Рис. 3.12

Система зажигания

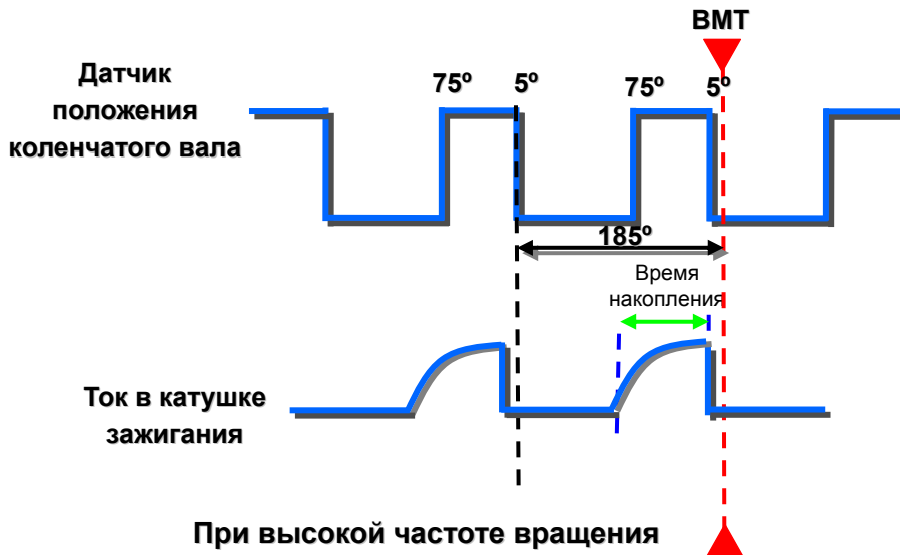


Рис. 3.13

При работе двигателя на высоких частотах вращения, время накопления энергии может начать превышать длительность импульса от датчика коленчатого вала, которая постепенно уменьшается при увеличении оборотов двигателя (время накопления будет больше, чем длительность импульса от датчика положения коленчатого вала). По этой причине уже будет невозможно начинать отсчет от переднего фронта импульса за 75° до ВМТ. Поэтому, на высоких частотах вращения, момент открывания силового транзистора рассчитывается на основании заднего фронта предыдущего импульса соответствующего 185° до ВМТ (рис. 3.13).

3.3 Управление моментом закрытия силового транзистора (момент подачи искры)

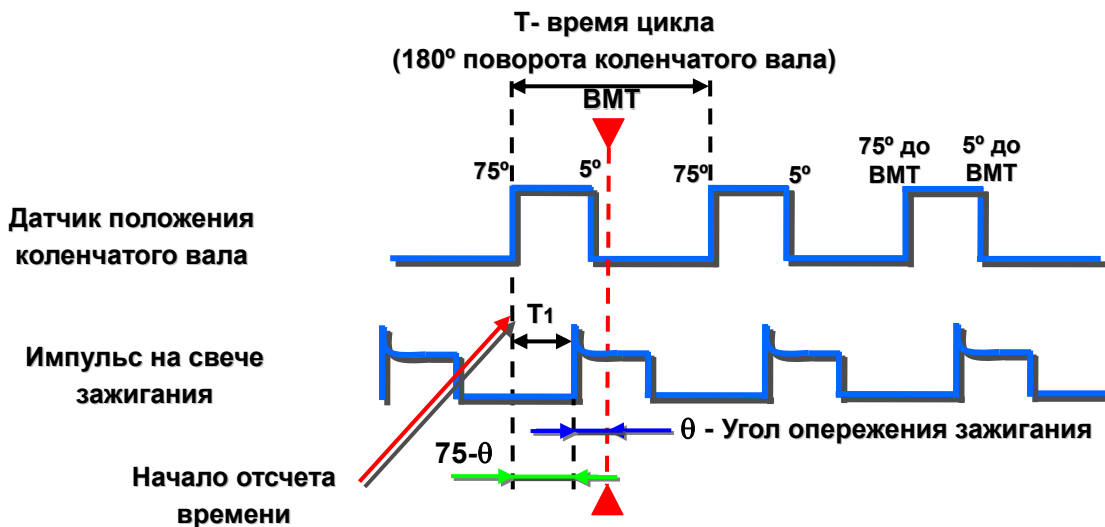


Рис. 3.14

При расчете момента закрытия транзистора, нужно учитывать, что с изменением оборотов двигателя, время за которое коленчатый вал двигателя поворачивается на 1°, тоже изменяется (если обороты увеличиваются, то время уменьшается, и наоборот).

Поэтому вначале рассчитывается время (t), необходимое для проворачивания коленчатого вала на 1°. Оно легко определяется из времени цикла (T), которое уже известно:

$$t = T/180$$

После определения времени t , имеются все необходимые данные для расчета момента закрытия силового транзистора (момент подачи искры). За начало отсчета берется угол 75° до ВМТ.

$$T_1 = t \times (75 - \theta)$$

θ : угол опережения зажигания, рассчитанный электронным блоком управления двигателем.

Система зажигания

3.4 Управление углом опережения зажигания

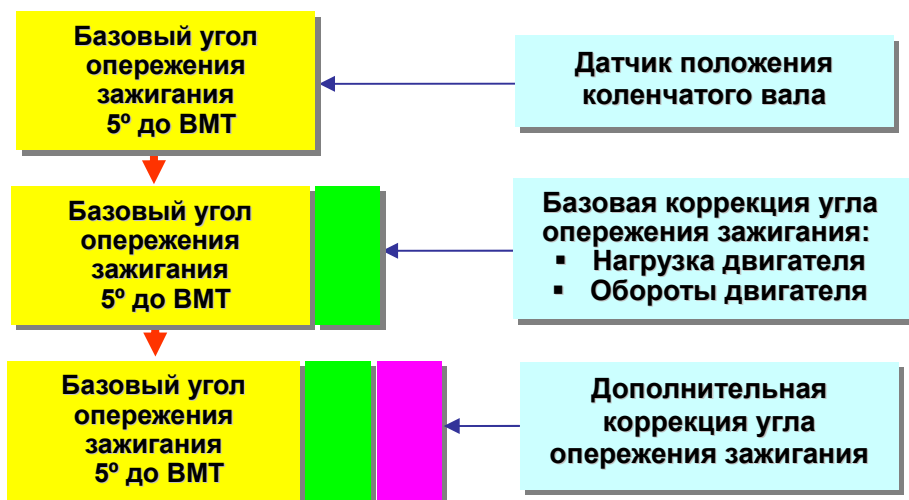


Рис. 3.15

Электронный блок управления двигателем рассчитывает угол опережения зажигания путём суммирования базового угла опережения зажигания (обычно базовый угол опережения зажигания составляет 5° до ВМТ) и поправок увеличивающих или уменьшающих его, в зависимости от изменяющихся условий и режимов работы двигателя.

Базовый угол опережения зажигания никогда не изменяется при работе двигателя (точка отсчёта) и соответствует заднему фронту импульса датчика положения коленчатого вала (5° до ВМТ).

Как рассматривалось выше, угол опережения зажигания должен изменяться в зависимости от нагрузки и оборотов двигателя. На этапе разработки, испытаний и доводки двигателя определяется матрица оптимальных углов опережения зажигания в зависимости от оборотов и нагрузки двигателя. Это **базовая коррекция угла опережения зажигания**, которая определяется с помощью датчиков расхода воздуха и положения коленчатого вала двигателя.

При необходимости угол опережения дополнительно корректируются с учётом сигналов от различных датчиков (атмосферного давления, температуры охлаждающей жидкости, температуры воздуха на впуске и др.).

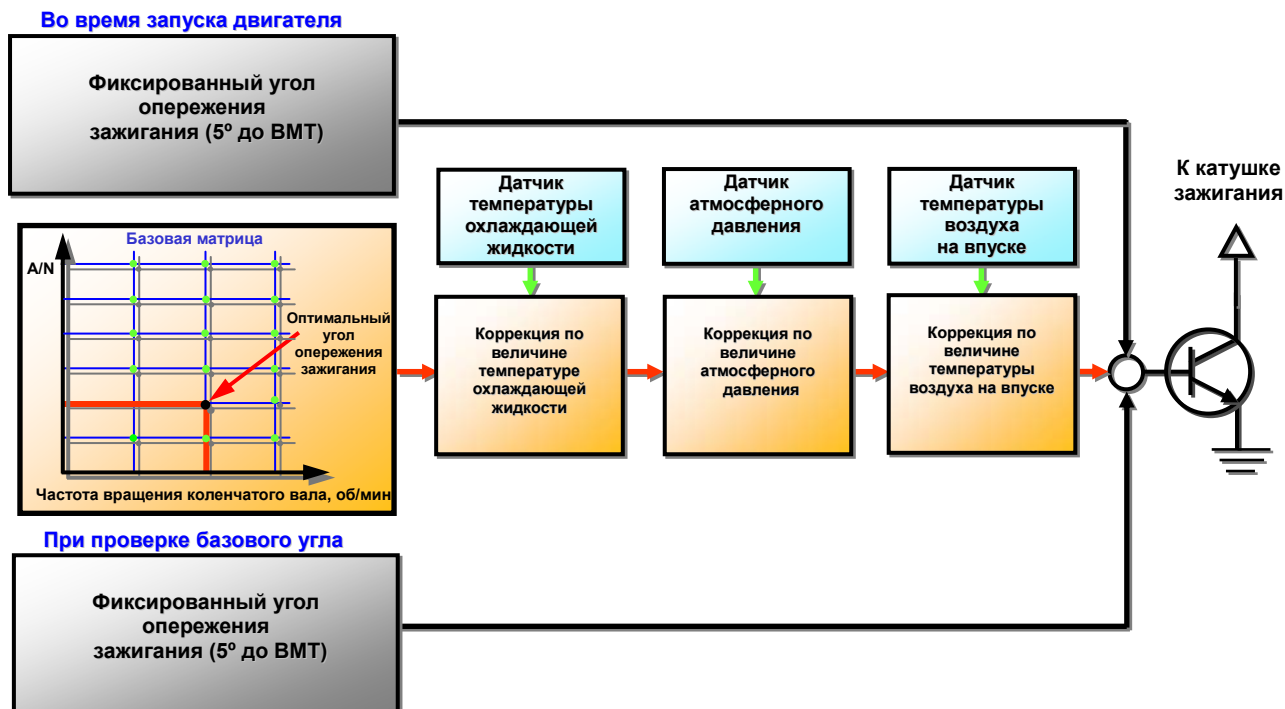


Рис. 3.16 Блок-схема управления углом опережения зажигания

Система зажигания

3.4.1. Управление углом опережения зажигания при запуске двигателя

При прокручивании двигателя стартером блок управления двигателем использует фиксированное значение угла зажигания, соответствующее базовому углу (5° до ВМТ), синхронизированное с датчиком положения коленчатого вала.

3.4.2. Управление углом опережения зажигания при проверке базового угла зажигания

При проверке базового угла опережения зажигания (сервисная операция, для которой необходим диагностический прибор и стробоскоп) двигатель работает с фиксированным углом опережения зажигания (5° до ВМТ). При превышении частоты вращения коленчатого вала определенного значения (обычно 1200 об/мин), происходит переход на управление углом зажигания в обычном режиме.

3.4.3. Управление углом опережения зажигания при нормальной работе двигателя

В памяти блока управления двигателем записана таблица (базовая матрица) с оптимальными значениями углов зажигания, соответствующих всем возможным значениям нагрузки двигателя и частоты вращения коленчатого вала. Нагрузка двигателя определяется по показаниям датчика расхода воздуха. Цикловой расход воздуха (A/N) может рассчитываться по-разному, в зависимости от используемого датчика и метода определения расхода воздуха. Частота вращения коленчатого вала определяется при помощи датчика положения коленчатого вала двигателя. После получения информации о частоте вращения коленчатого вала и нагрузке на двигатель блок управления двигателем выбирает из записанной в ПЗУ базовой матрицы необходимое в данный момент значение угла опережения зажигания. В зависимости от величин сигналов с других датчиков вводится дополнительная коррекция табличных значений угла опережения зажигания.

3.5 Коррекция угла опережения зажигания

3.5.1. Базовая коррекция угла опережения зажигания

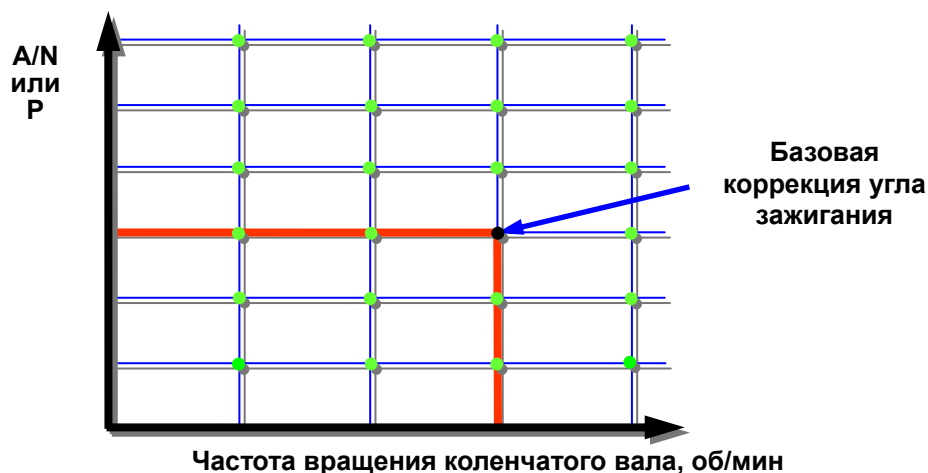


Рис. 3.17

При использовании метода косвенного измерения расхода воздуха для расчета нагрузки на двигатель используются показания датчика абсолютного давления (MAP sensor). В базовую матрицу записана зависимость углов опережения зажигания от разряжения во впускном коллекторе P в задрессельном пространстве и частоты вращения коленчатого вала двигателя.

При использовании метода непосредственного измерения расхода воздуха в базовую матрицу записана зависимость углов опережения зажигания от цикловой подачи воздуха A/N и частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Используемые датчики:

- Датчик расхода воздуха
- Датчик положения коленчатого вала двигателя

Система зажигания

3.5.2. Коррекция по атмосферному давлению

Коррекция по атмосферному давлению служит для улучшения ездовых качеств автомобиля при эксплуатации на большой высоте над уровнем моря. Вначале производится коррекция величины цикловой подачи воздуха (A/N) по величине атмосферного давления и после именно это значение используется для определения базовой коррекции угла опережения зажигания.

Используемый датчик: Датчик атмосферного давления.

3.5.3. Коррекция по температуре охлаждающей жидкости

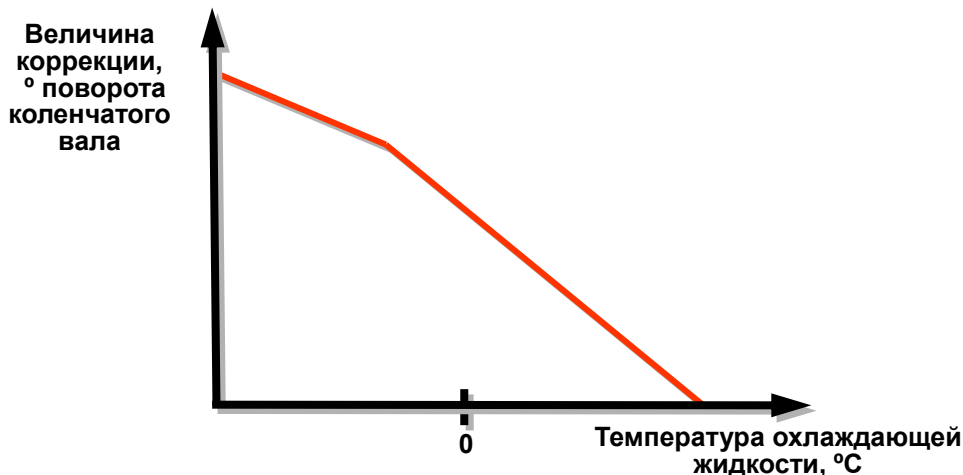


Рис. 3.18

Коррекция вносится в соответствии с температурой охлаждающей жидкости для улучшения ездовых качеств автомобиля с непрогретым двигателем. При низкой температуре охлаждающей жидкости угол опережения зажигания увеличивается.

Используемый датчик: Датчик температуры охлаждающей жидкости

3.5.4. Коррекция по температуре воздуха на впуске

При низкой температуре воздуха на впуске угол опережения зажигания уменьшается для предотвращения детонации в холодную погоду. При высокой температуре воздуха на впуске, угол опережения зажигания также уменьшается для предотвращения детонации.

Используемый датчик: Датчик температуры воздуха на впуске

3.5.5. Уменьшение угла опережения зажигания при разгоне

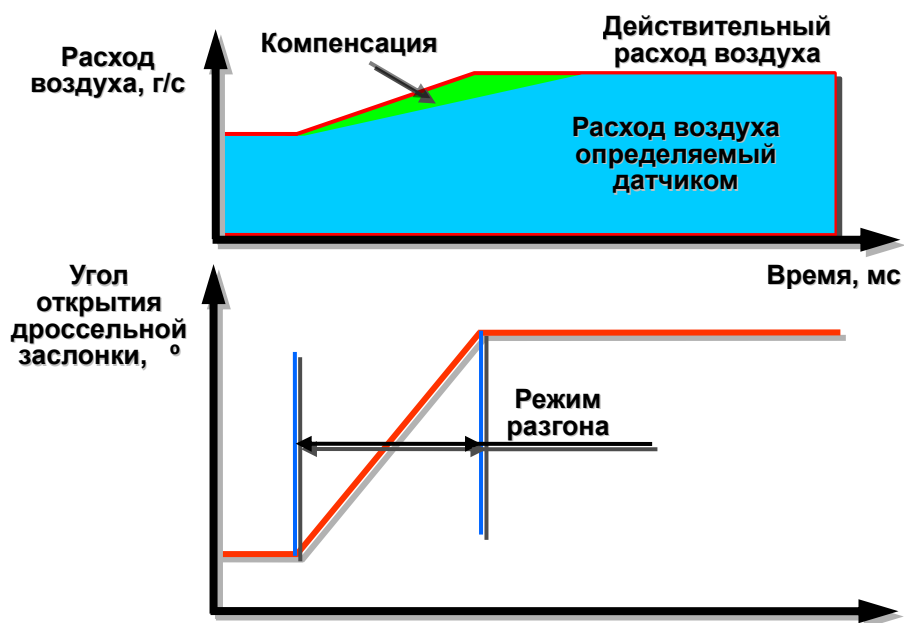


Рис. 3.19

Система зажигания

При резком разгоне сигнал датчика расхода воздуха изменяется с некоторой задержкой по отношению к поступающему в цилиндр действительному количеству воздуха (рис. 3.19). Для получения истинного значения циклового наполнения (A/N), и правильного определения соответствующих ему значений угла опережения зажигания, задержка реакции датчика расхода воздуха при ускорении компенсируется в соответствии со скоростью открытия дроссельной заслонки. Этим обеспечивается соответствие угла опережения зажигания действительному расходу воздуха на впуске и предотвращается появление детонации при резком разгоне.

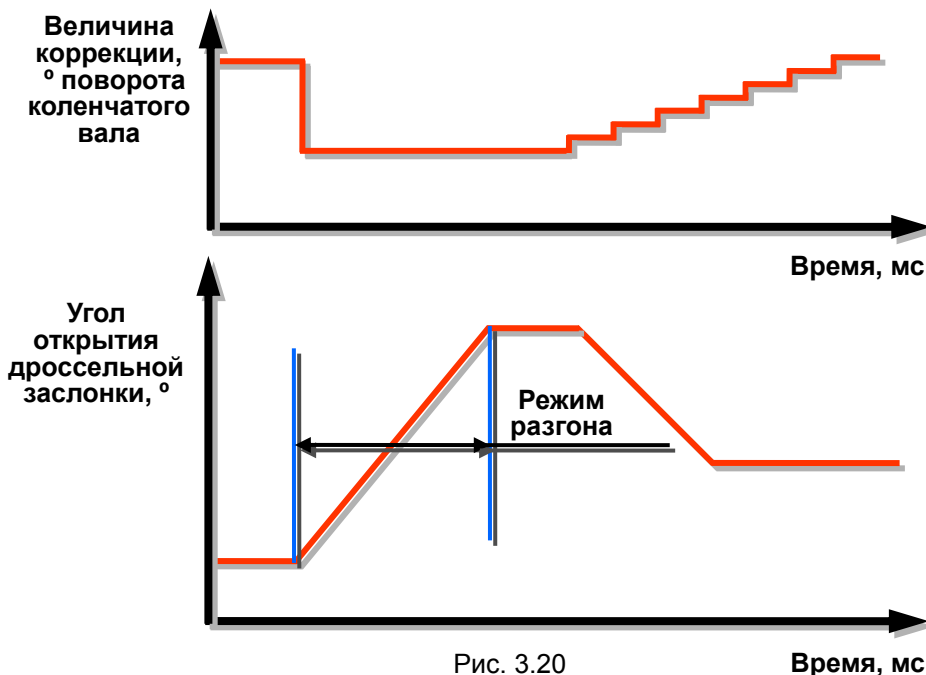


Рис. 3.20

В период разгона при скорости открытия дроссельной заслонки, превышающей заданный уровень, с целью предотвращения детонации угол опережения зажигания уменьшается. После завершения разгона после нескольких рабочих циклов постепенно восстанавливается нормальный угол опережения зажигания (рис.3.20).

Используемый датчик: Датчик положения дроссельной заслонки.

3.5.6. Уменьшение угла опережения зажигания при возобновлении топливоподачи после ее отключения

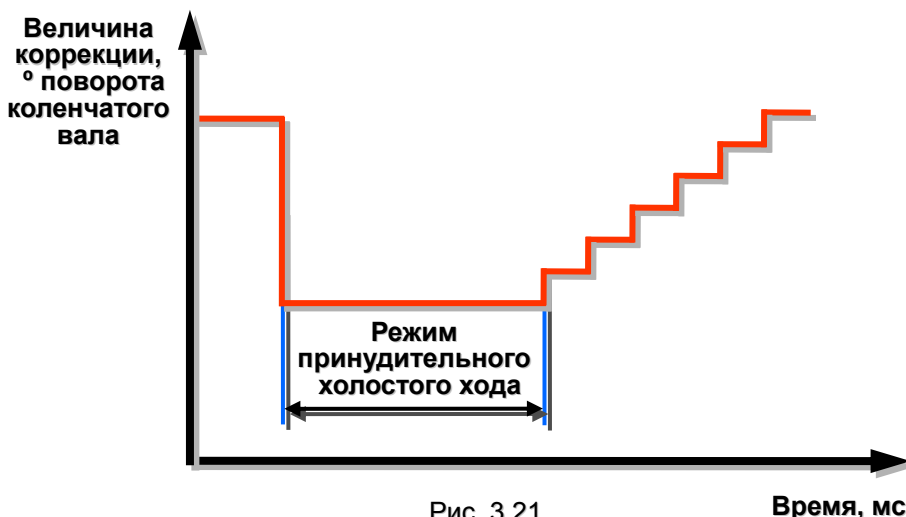


Рис. 3.21

В режиме принудительного холостого хода угол опережения зажигания уменьшается (на величину около 13°). Когда двигатель переходит на работу в нормальный режим, то угол опережения зажигания увеличивается на один градус за каждый цикл искрообразования, пока не достигнет номинальной величины. Это снижает рывок при переходе двигателя с режима принудительного холостого хода на обычный режим работы.

Система зажигания

Используемые датчики:

- Датчик расхода воздуха
- Датчик закрытого положения дроссельной заслонки
- Датчик положения коленчатого вала.

3.5.7. Коррекция угла опережения зажигания для стабилизации оборотов холостого хода

На режиме холостого хода, для стабилизации частоты вращения коленчатого вала производится коррекция угла опережения зажигания, обеспечивающая стабильность частоты вращения коленчатого вала. При снижении оборотов холостого хода угол опережения зажигания увеличивается, и наоборот.

Эта коррекция позволяет изменить частоту вращения двигателя практически мгновенно, что позволяет поддерживать обороты холостого хода неизменными при скачкообразных изменениях нагрузки.

Данная коррекция производится при наличии следующих условий:

- Автомобиль неподвижен (скорость менее 2,5 км/час) или датчик закрытого положения дроссельной заслонки находится в замкнутом состоянии.
- Частота вращения коленчатого вала равна 1000 об/мин или менее.

Используемые датчики:

- Датчик положения коленчатого вала
- Датчик скорости автомобиля
- Датчик закрытого положения дроссельной заслонки.

3.6 Управление детонацией (коррекция угла опережения зажигания с обратной связью по сигналу от датчика детонации)

Система управления детонацией определяет ее появление в двигателе при высоких нагрузках (большие значения отношения A/N) и устанавливает оптимальный угол опережения зажигания для предотвращения детонации и защиты двигателя.

3.6.1. Блок-схема системы управления детонацией

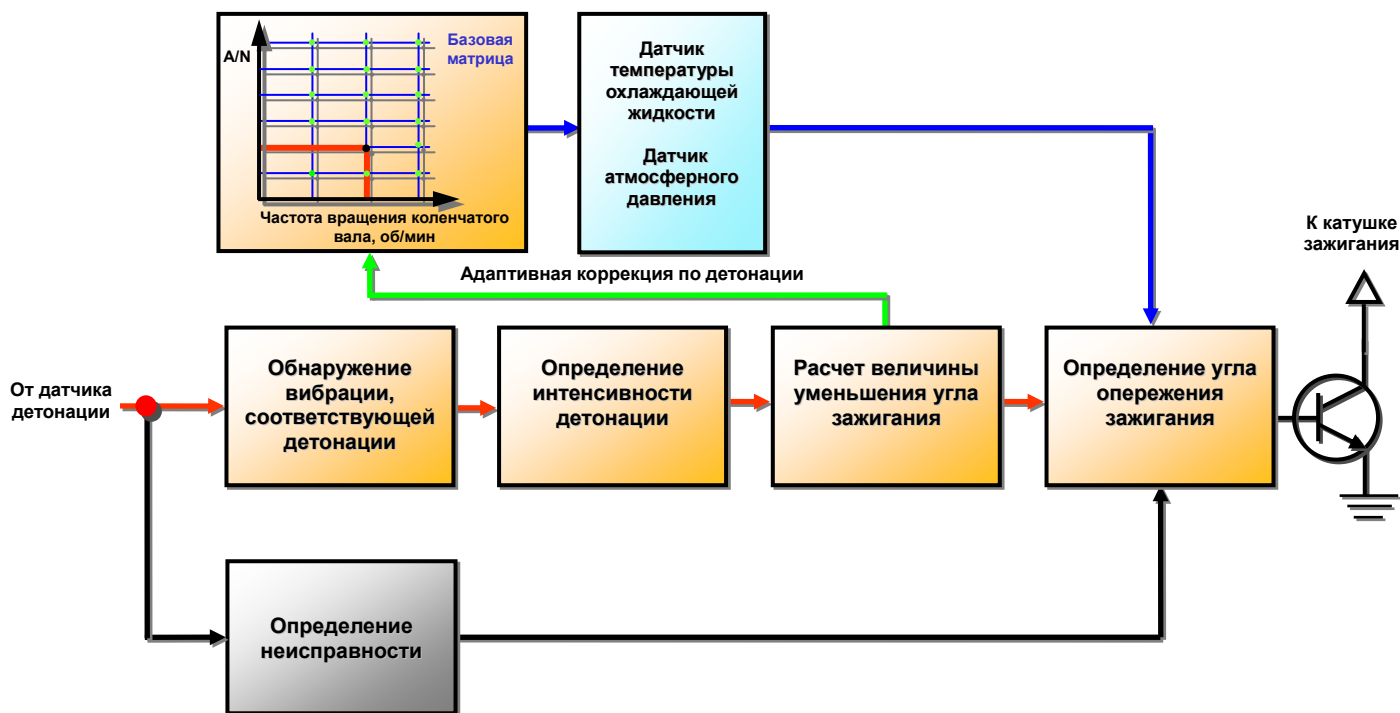


Рис. 3.22

Система зажигания

Алгоритм управления детонацией:

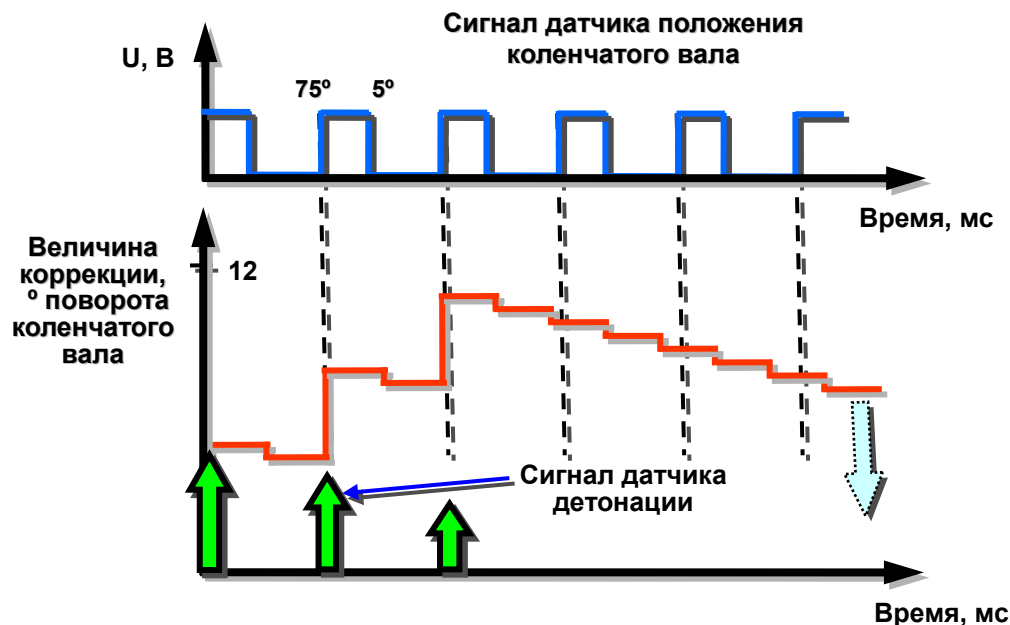


Рис. 3.23

В момент поступления сигнала от датчика положения коленчатого вала (передний фронт импульса 75° до ВМТ) блок управления двигателем обрабатывает сигнал датчика детонации, пропуская его через частотный фильтр. В зависимости от интенсивности детонации вычисляется величина необходимой коррекции угла опережения зажигания (в сторону уменьшения угла опережения зажигания). Уменьшение угла опережения зажигания происходит до тех пор, пока детонация не будет полностью устранена (максимальная величина поправки составляет 15° поворота коленчатого вала).

После прекращения детонации угол опережения зажигания постепенно увеличивается до исходного значения через определенные промежутки времени (600 мс). В случае обрыва или короткого замыкания в цепи датчика детонации, угол опережения зажигания уменьшается на фиксированный угол (примерно 3° угла поворота коленчатого вала). Это позволяет предотвратить возникновение детонации.

Используемые датчики:

- Датчик детонации
- Датчик положения коленчатого вала

3.6.2. Изменение базовой коррекции угла опережения зажигания (адаптивная коррекция)

Величина коррекции угла опережения зажигания по детонации проверяется через определённые промежутки времени (400 мс). При превышении её величины определённого значения (более 2°) базовая коррекция угла опережения зажигания уменьшается на заданную величину (около $0,004$ град.). Таким образом, значение базовой коррекции медленно изменяется в сторону уменьшения угла опережения зажигания.

Если двигатель долгое время работает без детонации, и величина коррекции по детонации уменьшилась до определенного значения (менее 1°), то происходит плавное изменение базовой коррекции угла опережения зажигания в сторону её увеличения.

Адаптивная коррекция угла опережения зажигания вычисляется при следующих условиях:

- Двигатель работает с большой нагрузкой
- Температура охлаждающей жидкости более 80°C

Используемые датчики:

- Датчик расхода воздуха
- Датчик положения коленчатого вала
- Датчик температуры охлаждающей жидкости

Система зажигания

3.7 Совместное управление двигателем и коробкой перемены передач

При повышении передачи, электронный блок управления АКПП передает сигнал на электронный блок управления двигателем о необходимости снижения момента. В ответ на это требование, электронный блок управления двигателем уменьшает угол опережения зажигания и, тем самым, уменьшает момент, развиваемый двигателем. Подобное взаимодействие минимизирует величину изменения момента при переключении передач, что, в конечном итоге, обеспечивает ощущение плавности при переключении передач.

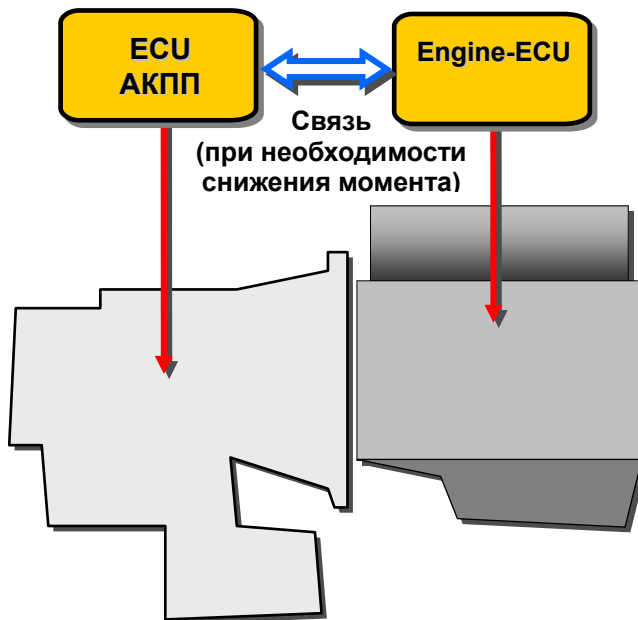


Рис. 3.24

4. Управление временем накопления энергии в катушке зажигания

4.1 Ток в первичной обмотке катушки зажигания

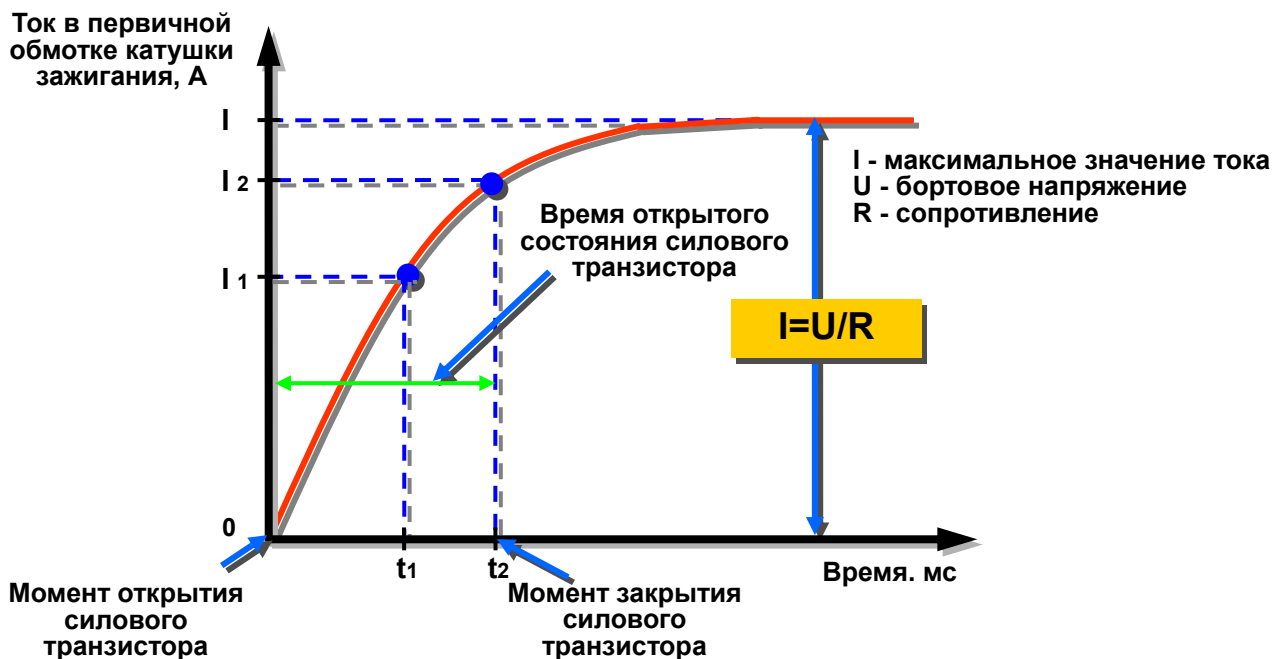


Рис. 3.25

Система зажигания

После открытия силового транзистора в первичной обмотке катушки зажигания начинает протекать ток. В силу закона электромагнитной индукции мгновенное увеличение тока невозможно. Этому препятствует ЭДС самоиндукции, поэтому увеличение тока происходит постепенно по закону, показанному на рис.3.25. Если закрыть силовой транзистор в момент времени t_1 , то ток, протекающий через первичную обмотку катушки зажигания, достигнет значения I_1 , а если в момент времени t_2 , то значения I_2 . Чем больше время открытого состояния транзистора, тем большего значения достигает ток и тем больше энергии будет накоплено в магнитном поле катушки зажигания. Для того чтобы энергия накопления с ростом оборотов двигателя не уменьшалась необходимо, чтобы длительность управляющего импульса оставалась неизменной.

Напряжение, возникающее во вторичной обмотке катушки зажигания, зависит от величины тока при разрыве цепи первичной обмотки и скорости, с которой осуществляется прерывание тока в ней. Чтобы получить во вторичной обмотке напряжение 30 кВ или более, в момент закрытия силового транзистора ток в катушке зажигания должен достигнуть определённого значения (обычно 6 А). Для обеспечения этого условия блок управления двигателем управляет временем накопления энергии, путем управления моментом открывания силового транзистора, в зависимости от напряжения бортовой сети и оборотов коленчатого вала двигателя.

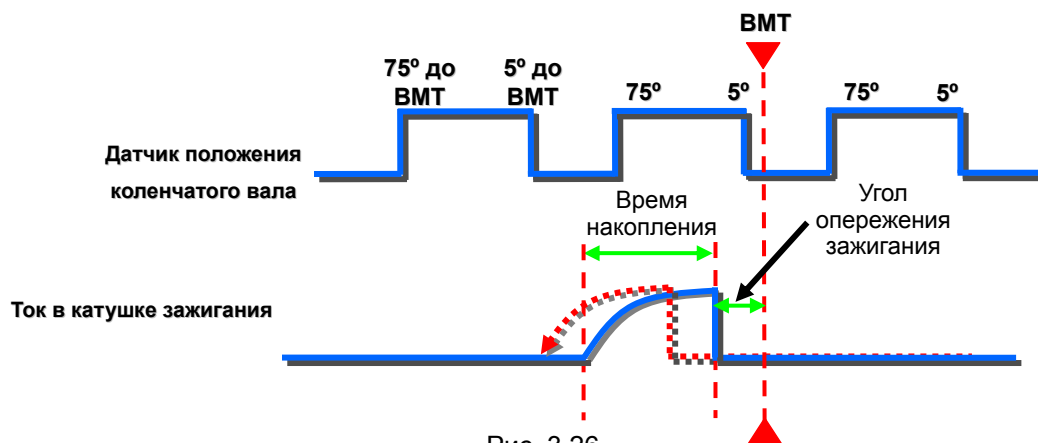


Рис. 3.26

4.2 Блок-схема управления временем накопления в первичной обмотке катушки зажигания (упрощённая схема)

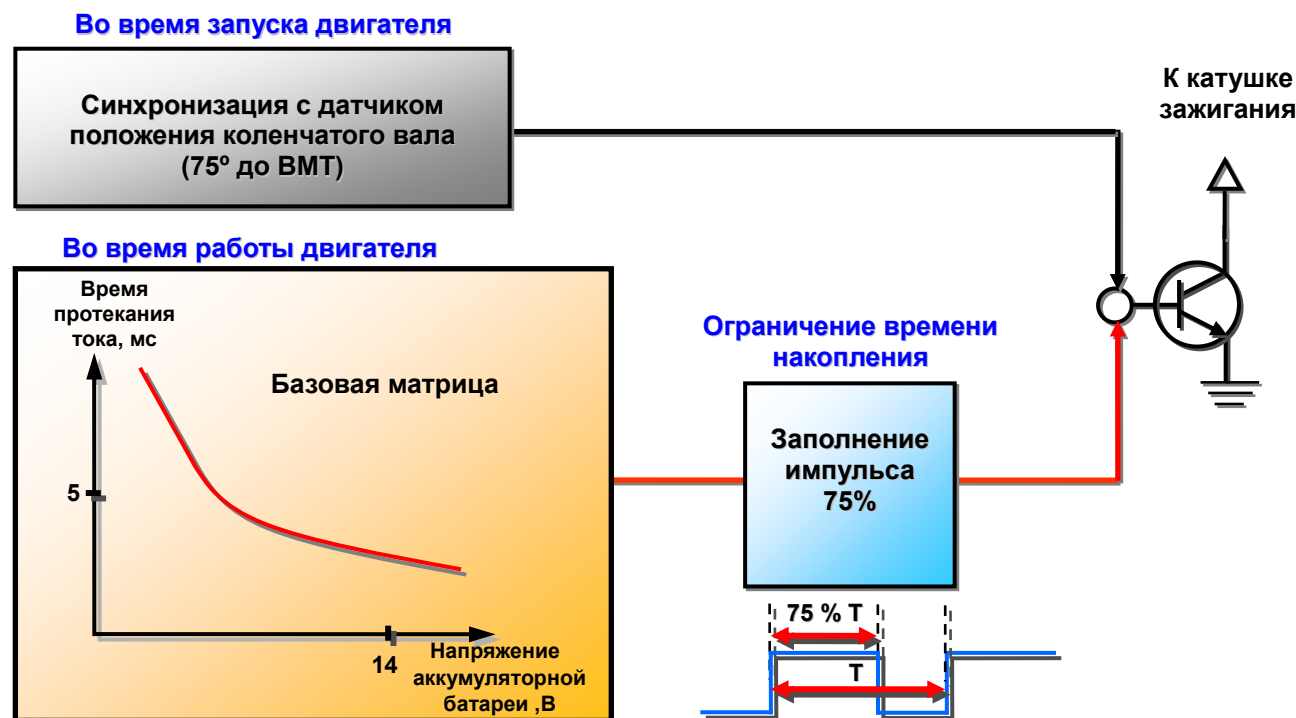
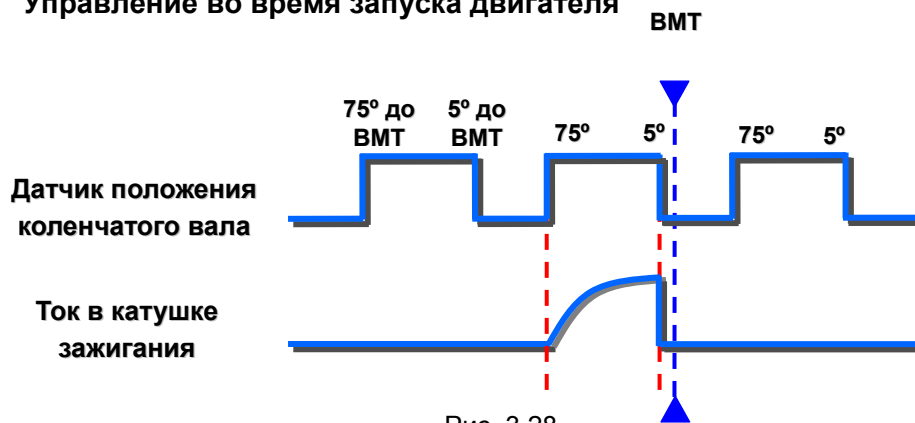


Рис. 3.27 Блок-схема управления временем накопления энергии

Система зажигания

При работе двигателя и во время режима запуска используются различные способы управления временем накопления энергии в катушке зажигания.

4.2.1. Управление во время запуска двигателя



При прокручивании двигателя стартером, ток подается на катушку зажигания синхронно с сигналом от датчика положения коленчатого вала, соответствующего 75° до ВМТ. Если зажигание включено (ON), но двигатель не прокручивается стартером, то ток на катушку зажигания не подается.

Используемые датчики:

- Датчик положения коленчатого вала
- Выключатель стартера

4.2.2. Управление при работе двигателя

При работе двигателя время накопления энергии определяется с помощью специальной таблицы (базовая матрица), в зависимости от изменения напряжения питания в бортовой сети автомобиля. При изменении напряжения питания изменяется величина тока проходящего через первичную обмотку катушки зажигания, поэтому базовое время накопления при низком напряжении питания увеличивается, а при высоком – уменьшается. Таким образом, величина тока в первичной цепи катушки зажигания в момент искрообразования поддерживается на постоянном уровне.

Используемые датчики:

- Датчик положения коленчатого вала

Коэффициент заполнения управляющего импульса, при любых режимах работы двигателя, не должен превышать 75 % и ограничивается на этом уровне. В противном случае энергия, запасаемая в катушке зажигания, не будет успевать рассеиваться, выполняя полезную работу. Это приводит к уменьшению запасаемой энергии на высоких оборотах.

В случае использования двухвыводной катушки зажигания, временной интервал между двумя последовательными искрообразованиями увеличивается в два раза (в случае использования индивидуальных катушек в четыре раза). По этой причине, в таких системах зажигания, даже при работе двигателя на высоких оборотах коленчатого вала, ограничение времени накопления на уровне 75 % не производится, и уменьшение запасаемой энергии не происходит.

5. Принцип действия элементов системы

5.1 Датчик положения коленчатого вала

Сигнал датчика положения коленчатого вала используется для определения угла опережения зажигания. Принцип действия этого датчика был подробно описан в Главе 2 «Система топливоподачи».

5.2 Датчик положения распределительного вала

Сигнал датчика положения распределительного вала используется для определения угла опережения зажигания. Принцип действия этого датчика был подробно описан в Главе 2 «Система топливоподачи».

Система зажигания

5.3 Датчик детонации

- При возникновении детонации в бензиновом двигателе возникают ударные волны, и происходит увеличение выделения тепла. Если это состояние продолжается в течение некоторого времени, то свечи зажигания и поршни перегреваются и обгорают, что приводит к выходу из строя двигателя.
- Детонация тесно связана с углом опережения зажигания. Ранний угол опережения зажигания увеличивает пик давления в процессе сгорания, вследствие этого, вероятность возникновения детонации повышается.
- Для определения детонации служит датчик детонации.

В основе работы датчиков лежит явление пьезоэлектрического эффекта (возникновение электрических зарядов при деформации кристаллов). При сжатии или растяжении на гранях появляются заряды противоположного знака, пропорциональные давлению на пластину.

Датчик крепится на блоке цилиндров двигателя. Он генерирует сигналы, соответствующие вибрациям, которые передаются на корпус блока цилиндров.

В зависимости от конструкции датчики детонации могут быть резонансными или широкополосными.



Рис. 3.29

В резонансных датчиках (рис. 3.29) амплитуда выходного напряжения резко возрастает и превышает пороговый уровень на одной резонансной частоте детонации, которая совпадает с частотой вибрации той детали, куда вворачивается датчик.

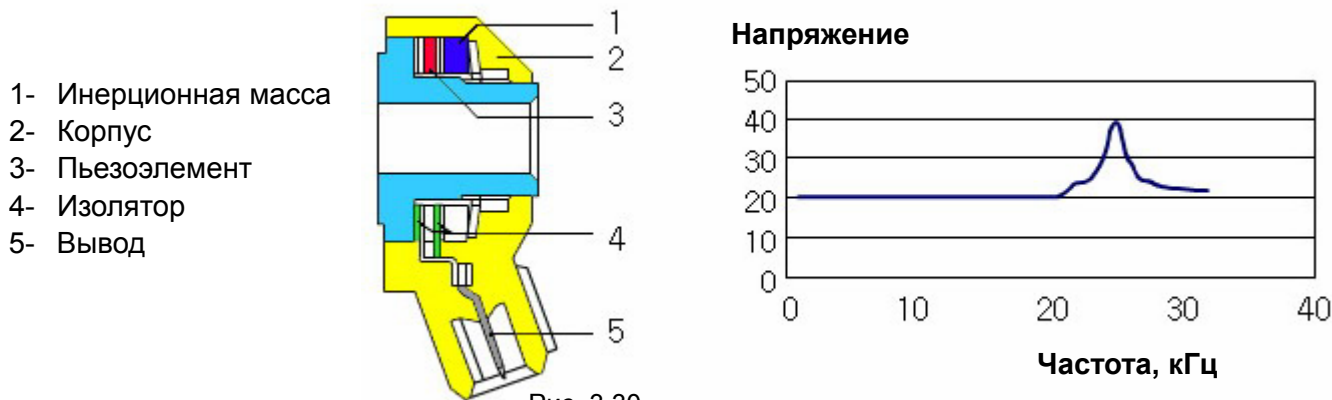


Рис. 3.30

В широкополосных датчиках (рис 3.30) собственная резонансная частота достаточно высокая (20-30 кГц) и необходимая резонансная характеристика формируется в блоке управления двигателем.

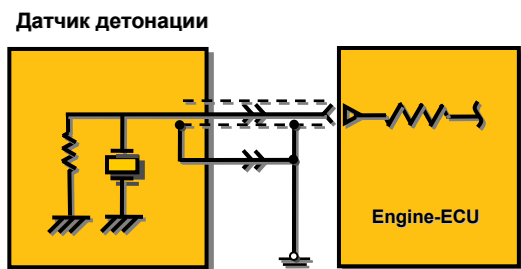


Рис. 3.22

Пьезоэлектрические элементы относятся к диэлектрикам и не пропускают электрический ток, поэтому для возможности диагностирования и обнаружения обрыва цепи, параллельно датчику подключён резистор (рис. 3.22).

5.4 Силовой транзистор

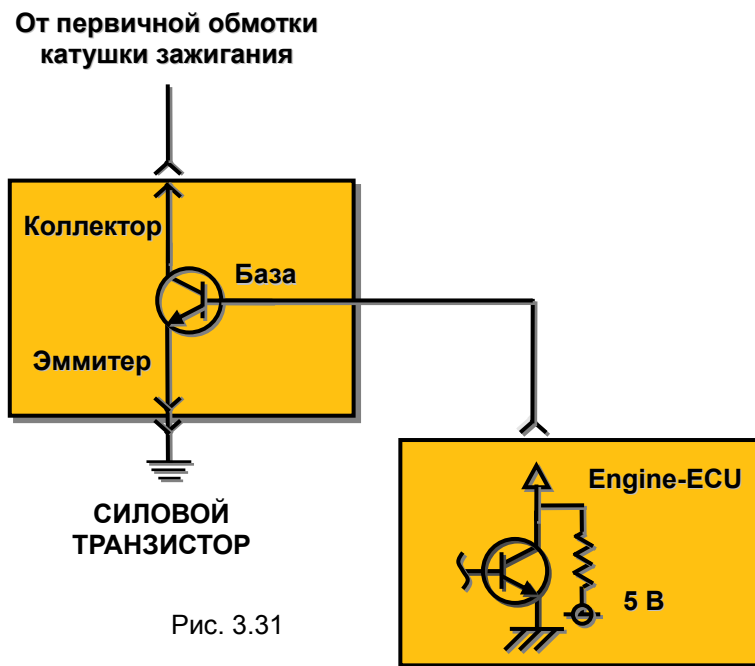


Рис. 3.31

Силовой транзистор работает как обычный транзистор, но имеет усиленную конструкцию, чтобы пропускать сравнительно большой ток (как правило, 5 – 6 А), проходящий через первичную обмотку катушки зажигания.

Силовой транзистор периодически подключает и отключает первичную обмотку катушки зажигания на "землю". Он управляется слаботочным сигналом, подаваемым на базу от электронного блока управления двигателем. Если к базе транзистора приложено напряжение 5 В, то сопротивление перехода коллектор-эмиттер транзистора стремится к нулю (транзистор отпирается) и через первичную обмотку катушки зажигания начинает протекать электрический ток. При окончании управляющего импульса (0 В) подаваемого на базу транзистора от электронного блока управления двигателем, сопротивление перехода коллектор-эмиттер транзистора стремится к бесконечности (транзистор запирается), что приводит к прекращению протекания тока через первичную обмотку катушки зажигания.

5.4.1. Характеристики управляющего сигнала силового транзистора

На рисунке 3.22 показано характерное нарастание напряжения. Это происходит вследствие того, что напряжение на базе транзистора постепенно увеличивается по мере роста тока, протекающего по первичной обмотке катушки зажигания.

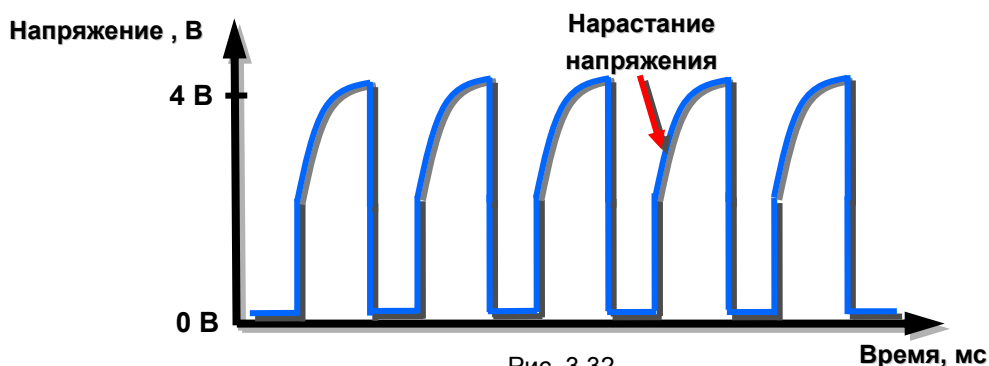


Рис. 3.32

Если форма управляющего сигнала силового транзистора выглядит по иному, это означает, что первичная обмотка катушки зажигания имеет межвитковое замыкание или имеет повышенное сопротивление. В любом случае, результирующее напряжение, генерируемое во вторичной обмотке катушки зажигания, будет недостаточным.

Система зажигания

5.5 Датчик неисправности системы зажигания

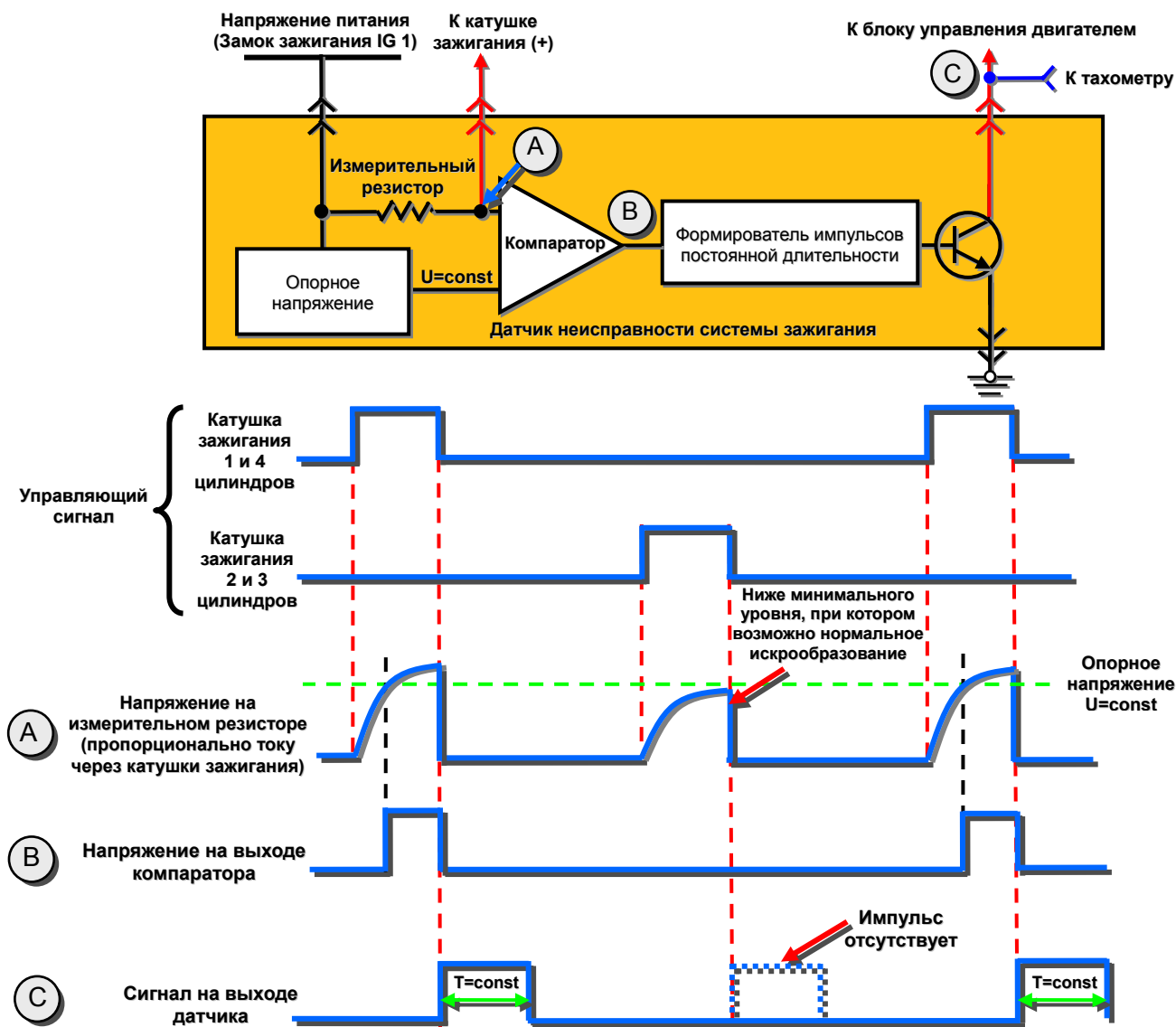


Рис. 3.32

Этот датчик вырабатывает сигнал в соответствии с изменениями напряжения в первичной обмотке катушки зажигания. Электронный блок управления двигателем использует этот сигнал для определения пропусков зажигания. Этот сигнал также подается на тахометр для индикации скоростного режима двигателя.

6. Проверка полученных знаний

1) Отметьте неверное утверждение.

- (a) ВМТ поршня первого цилиндра определяется при помощи сигналов датчиков положения распределительного вала и коленчатого вала.
- (b) Момент искрообразования определяется с помощью сигналов от датчиков положения распределительного и коленчатого вала.
- (c) В системе зажигания без распределителя (с двухвыводными катушками зажигания), искрообразование происходит одновременно в цилиндрах № 1 и № 4, а также в цилиндрах № 2 и № 3 (для 4-х цилиндрового двигателя).

2) Отметьте неверное утверждение.

- (a) Электронный блок управления двигателем рассчитывает угол опережения зажигания путем суммирования угла зажигания из заложенной в него базы данных и поправок увеличивающих или уменьшающих этот угол опережения зажигания.
- (b) Электронный блок управления двигателем управляет током, протекающим через первичную обмотку катушки зажигания путем включения – выключения силового транзистора.
- (c) Во время запуска двигателя, угол опережения зажигания изменяется в зависимости от напряжения аккумуляторной батареи.

3) Отметьте неверное утверждение.

- (a) При появлении детонации, электронный блок управления двигателем увеличивает угол опережения зажигания.
- (b) Для определения уровня детонации электронный блок управления двигателем использует сигнал датчика детонации.
- (c) Работа датчика детонации основана на использовании пьезоэлектрического эффекта.

4) Отметьте неверное утверждение.

Блок управления двигателем рассчитывает угол опережения зажигания, путем суммирования базового угла опережения зажигания (обычно базовый угол опережения зажигания равный 5° до ВМТ) и поправок увеличивающих или уменьшающих этот угол опережения зажигания.

- (a) Определение поворота коленчатого вала 5° до ВМТ происходит при помощи сигнала датчика положения коленчатого вала.
- (b) За начало отсчета при определении момента искрообразования принимается угловая отметка 5° до ВМТ, определяемая с помощью датчика положения коленчатого вала.
- (c) Во время запуска двигателя, момент открытия силового транзистора изменяется в зависимости от напряжения аккумуляторной батареи.

1. Управление частотой вращения коленчатого вала в режиме холостого хода

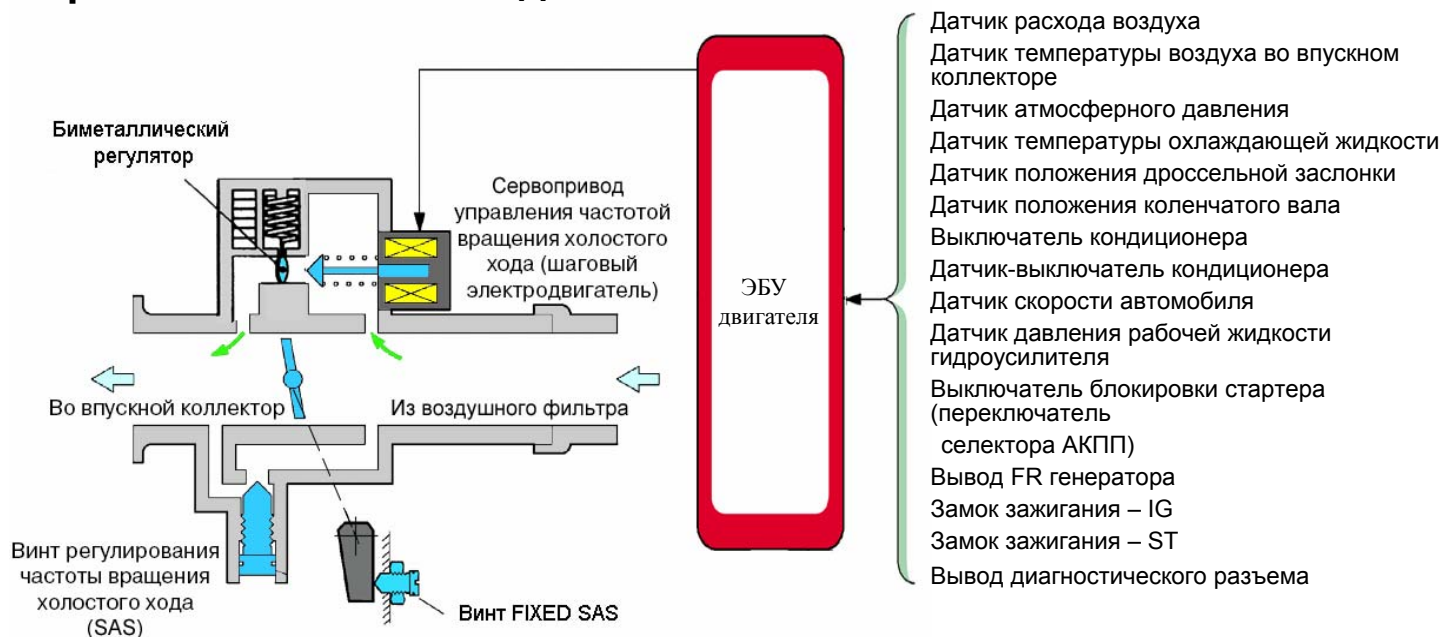


Рис. 4.1

Частота вращения коленчатого вала в режиме холостого хода изменяется в зависимости от внешних условий и нагрузки на двигатель. Для поддержания частоты вращения на оптимальном уровне блок управления двигателем осуществляет регулирование расхода воздуха через байпасный (обходной) канал системы при помощи шагового электродвигателя (SM – stepper motor). При перемещении штока шагового электродвигателя в прямом или обратном направлении в соответствии с заданным алгоритмом управления изменяется количество воздуха, подаваемого в двигатель в обход дроссельной заслонки.

Действительная частота вращения холостого хода всегда определяется электронным блоком управления двигателем.

При наличии разницы между необходимой и действительной частотой вращения коленчатого вала двигателя в режиме холостого хода производится управление с обратной связью.

Блок управления двигателем приводит в действие шаговый электродвигатель и тем самым изменяет количество воздуха проходящего во впускной коллектор воздуха (вследствие этого изменяется и количество топливно-воздушной смеси). Таким образом, текущая частота вращения холостого хода и заданная совмещаются.

Для устранения влияния на частоту вращения изменения нагрузки, например при включении или выключении кондиционера, шток шагового электродвигателя перемещается в определенное положение на заданное количество шагов (позиционное управление).

В режимах запуска или принудительного холостого хода (торможение двигателем) также осуществляется позиционное управление шаговым электродвигателем.

Система управления холостым ходом двигателя

2. Принцип действия системы

2.1 Алгоритм управления оборотами холостого хода двигателя

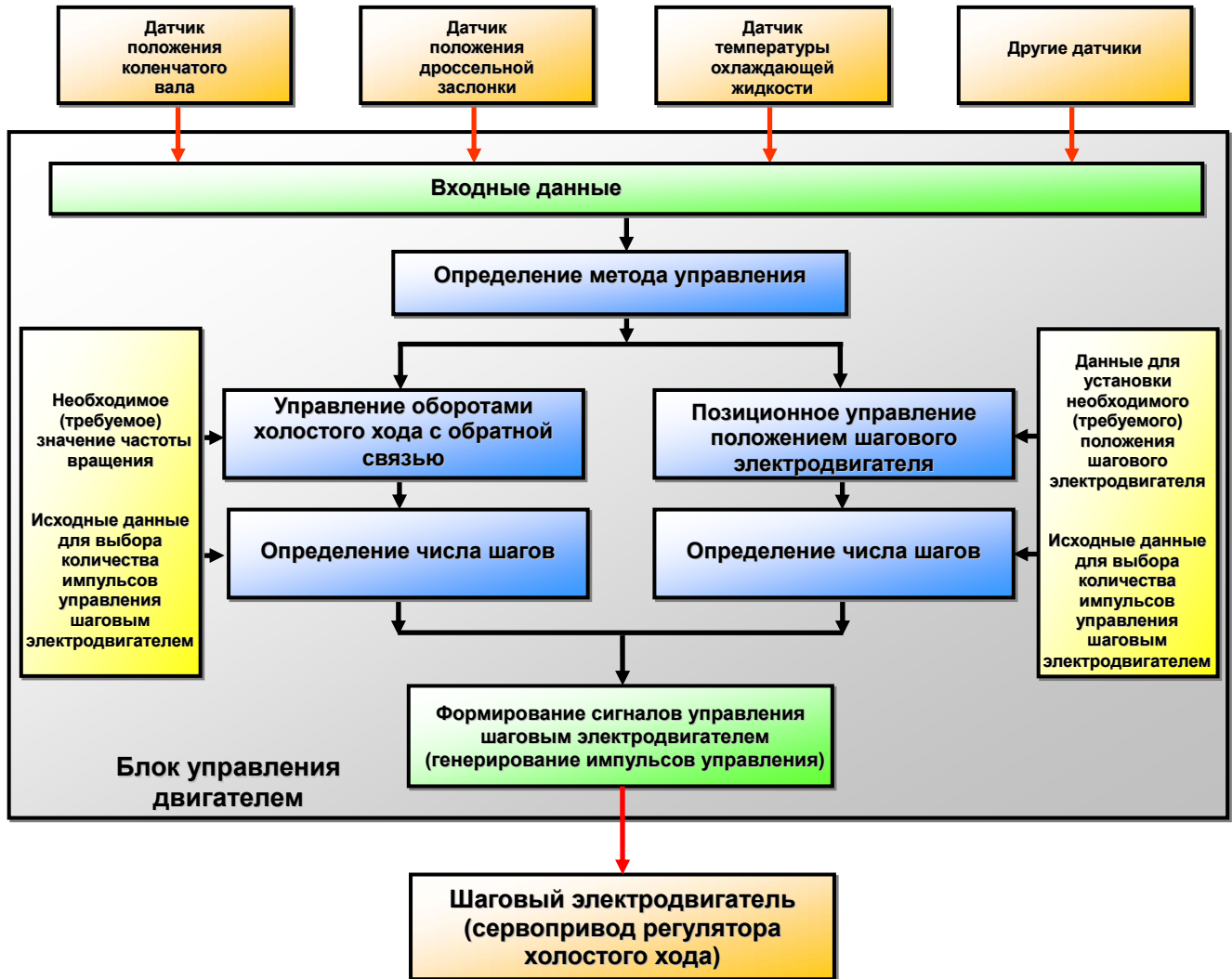
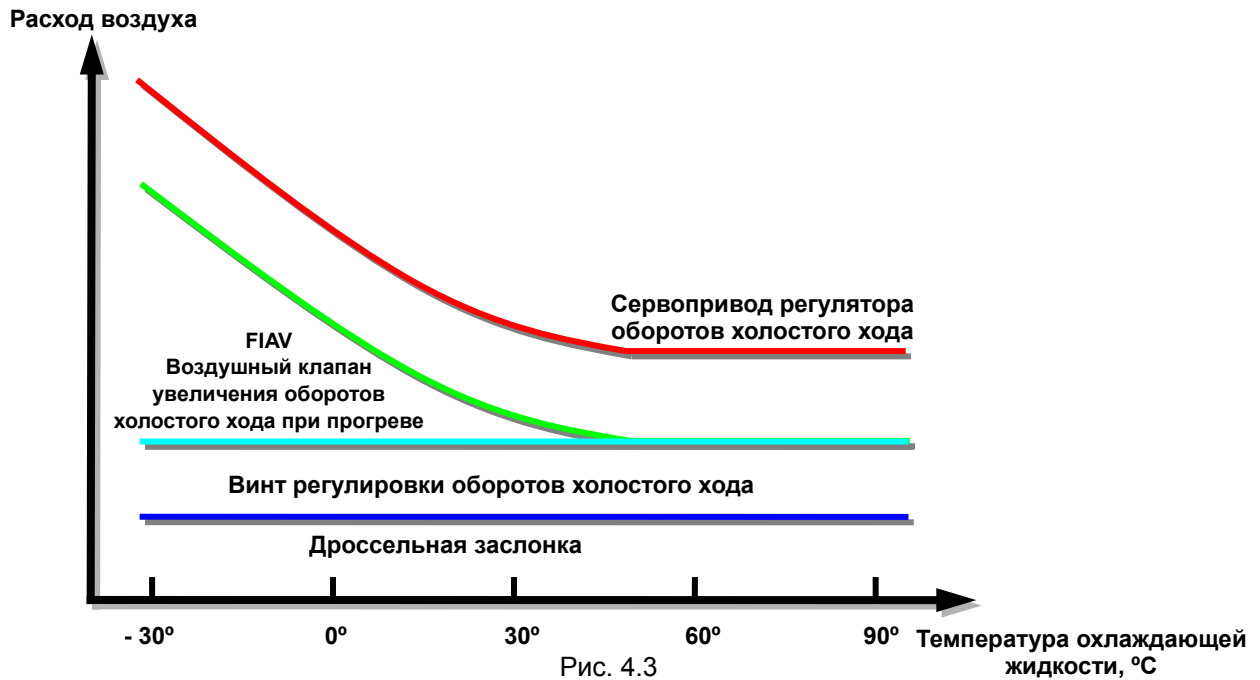


Рис. 4.2

Электронный блок управления двигателем сравнивает действительную частоту вращения холостого хода с заранее заданной частотой из базы данных в соответствии с различными условиями и уровнями нагрузки на двигатель. Затем вычисляется величина поправки, необходимая для компенсации отклонения действительной частоты от заданной. В соответствии с этой поправкой активируется шаговый электродвигатель для изменения расхода воздуха двигателем.

Система управления холостым ходом двигателя

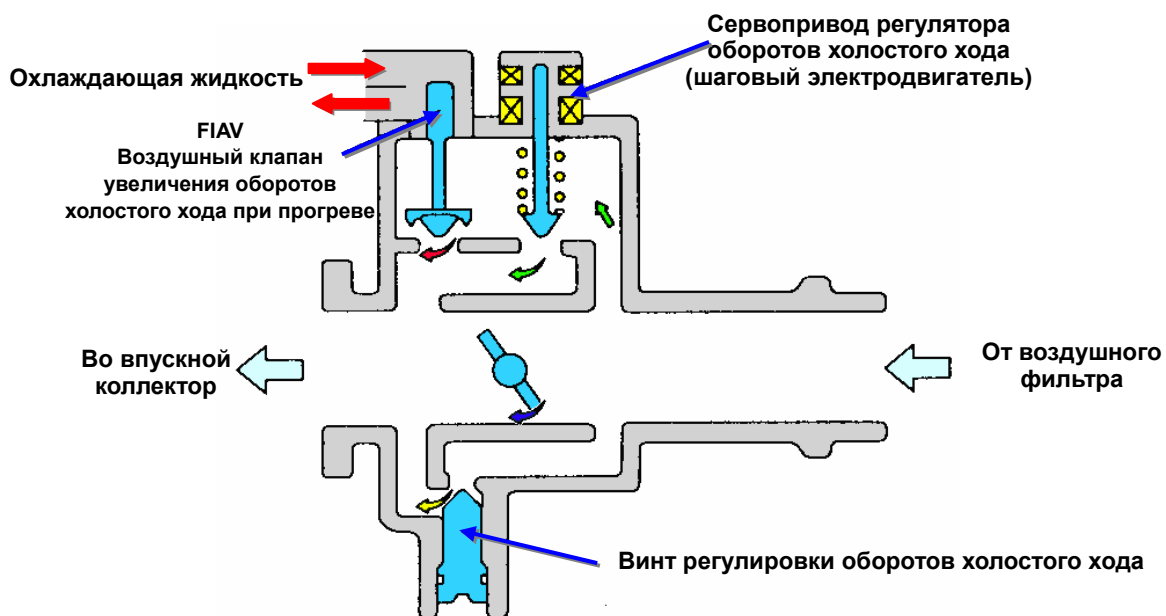
2.2 Управление расходом воздуха (на режиме холостого хода)



При работе двигателя на режиме холостого хода воздух поступает во впускной коллектор по четырем различным каналам:

- канал сервопривода регулятора оборотов холостого хода;
- канал воздушного клапана увеличения оборотов холостого хода при прогреве двигателя;
- канал винта регулировки холостого хода;
- кольцевую щель дроссельной заслонки.

2.2.1 Система управления холостым ходом <с воздушным клапаном увеличенных оборотов холостого хода при прогреве двигателя FIAV >



Для поддержания оптимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя на режиме холостого хода блок управления двигателем изменяет количество воздуха, проходящего через проходное сечение регулятора оборотов холостого хода.

Система управления холостым ходом двигателя

Количество воздуха, проходящего через воздушный клапан увеличения оборотов холостого хода при прогреве двигателя, регулируется термозлементом с твердым наполнителем. При низкой температуре охлаждающей жидкости в двигателе твердый наполнитель термозлемента сжимается и открывает воздушный канал тем самым, увеличивая количество воздуха проходящего через канал клапана. При температуре охлаждающей жидкости около 50⁰С, воздушный клапан полностью закрывается.

С помощью винта регулировки оборотов холостого хода (SAS) изменяется количество воздуха проходящего через дополнительный канал, и поэтому им возможно регулировать расход воздуха, не изменяя положения дроссельной заслонки. Для проведения регулировки необходимо зафиксировать регулятор оборотов холостого хода (шаговый электродвигатель) в определенном положении (обычно 9 шагов) при помощи замыкания контакта выбора режима на “массу” или используя актюатор-тест.

Чтобы предотвратить “закусывание” дроссельной заслонки она устанавливается в слегка приоткрытом положении.

2.2.2 Система управления холостым ходом <с ограничителем воздушного потока FLICS>

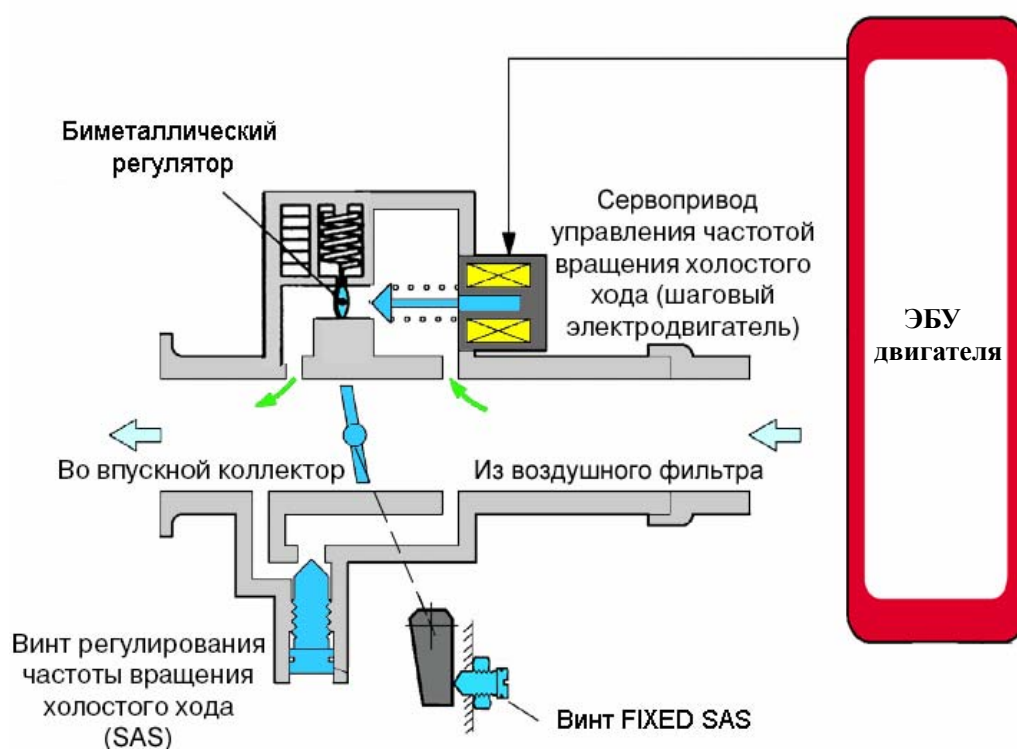


Рис. 4.5

Система управления оборотами холостого хода с ограничителем воздушного потока позволяет достичь более высокого уровня стабильности при прогреве двигателя за счет удаления термозлемента с твердым наполнителем (FIAV) и использования сервопривода регулятора оборотов холостого хода с расширенным диапазоном регулирования.

Чтобы предотвратить “закусывание” дроссельной заслонки она устанавливается в слегка приоткрытом положении. Это положение устанавливается на заводе при помощи упорного винта FIXED SAS.

С помощью винта регулировки оборотов холостого хода (SAS) изменяется количество воздуха проходящего через дополнительный канал, и поэтому им возможно регулировать расход воздуха, не изменяя положения дроссельной заслонки. Для проведения регулировки необходимо зафиксировать регулятор оборотов холостого хода (шаговый электродвигатель) в определенном положении (базовая частота холостого хода).

Система управления холостым ходом двигателя

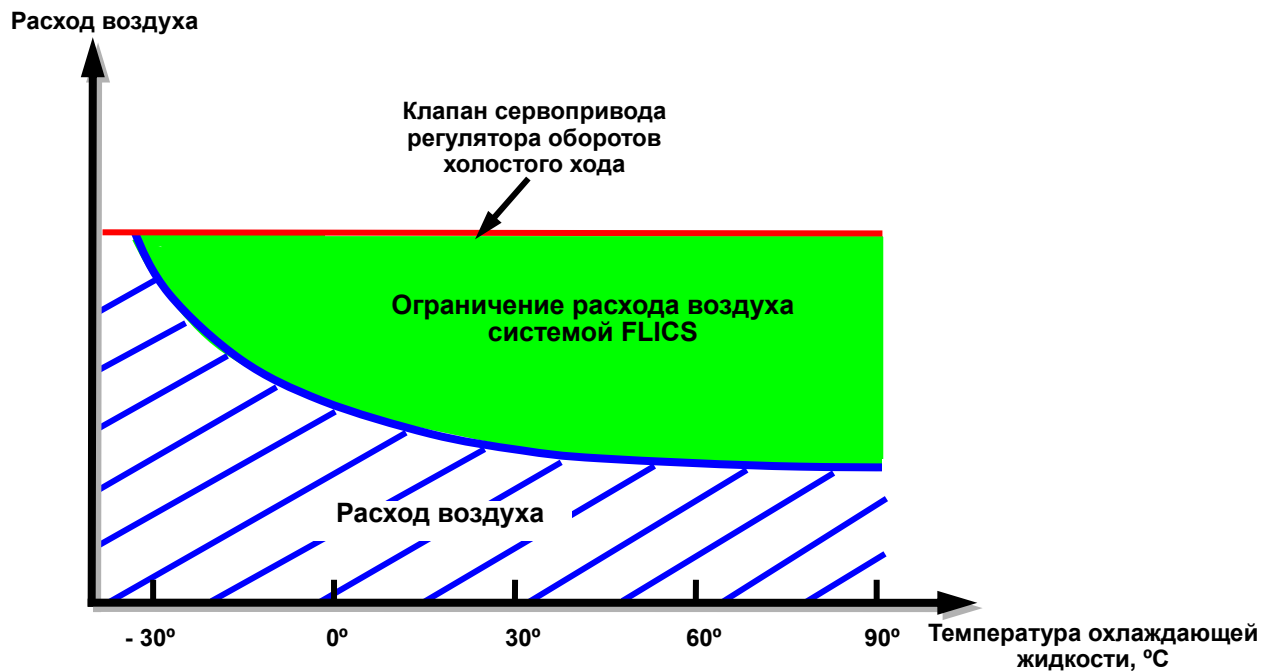


Рис. 4.6 Расход воздуха через дроссельную заслонку при отказе шагового электродвигателя

Ограничитель воздушного потока (биметаллического типа) расположен последовательно сервоприводу регулятора оборотов холостого хода (открывается и закрывается биметаллической пластиной в соответствии с температурой охлаждающей жидкости в двигателе), поэтому даже при его выходе из строя и полностью открытом клапане, сработает ограничитель воздушного потока, что снизит обороты холостого хода.

2.2.3 Дроссельная заслонка

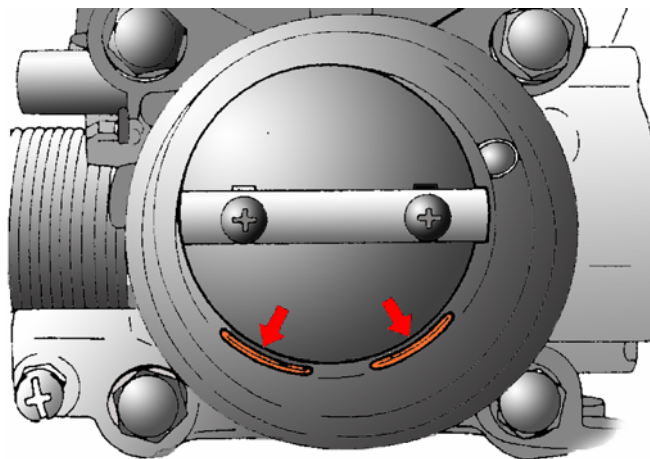


Рис. 4.7

Дроссельная заслонка установлена слегка приоткрытой для предотвращения ее закусывания под действием на нее теплового воздействия. Зазор регулируется с помощью упорного винта (Fixed SAS).

Система управления холостым ходом двигателя

2.2.4 Упорный винт дроссельной заслонки (винт Fixed SAS)

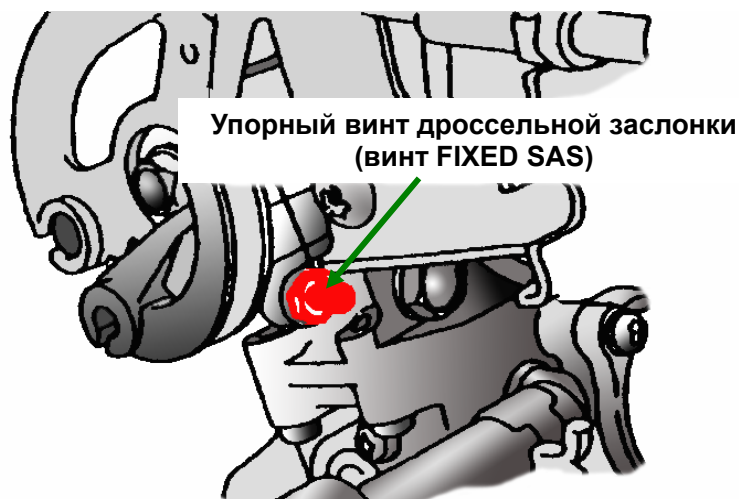


Рис. 4.8

При повороте упорного винта дроссельной заслонки (Fixed SAS) изменяется зазор между корпусом и заслонкой. Величина зазора оптимально регулируется на заводе и при эксплуатации автомобиля его регулировка, как правило, не требуется. На более поздних вариантах конструкции дроссельной заслонки может отсутствовать.

2.2.5 Винт заводской регулировки оборотов холостого хода (винт SAS)

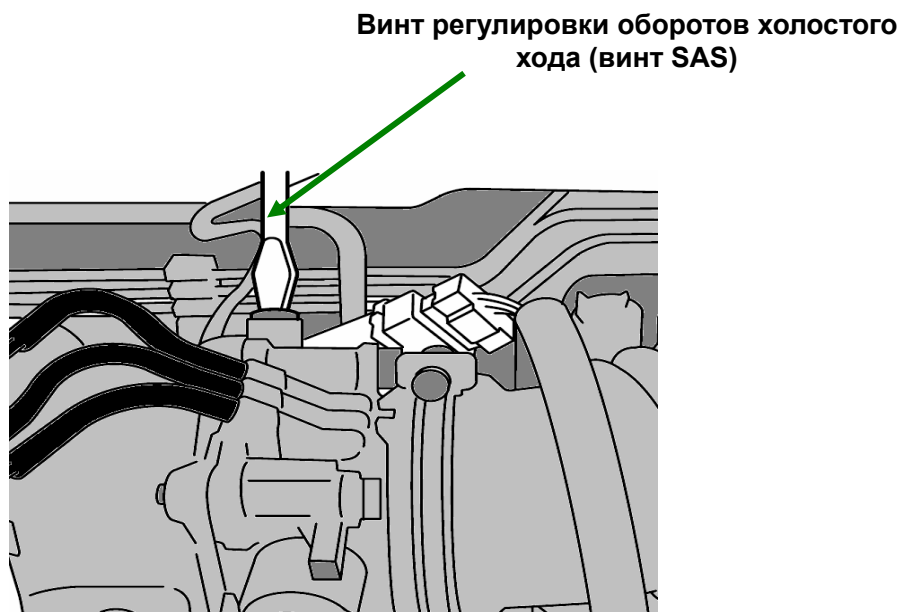


Рис. 4.9

Винт регулировки оборотов холостого хода изменяет количество воздуха проходящего через байпасный канал и его регулировка, как правило, не требуется. С его помощью устанавливается **базовая частота холостого хода**. Если обстоятельства требуют подобной регулировки, то для этой цели должен быть использован специальный сервисный разъем или диагностический прибор MUT-II, MUT-III.

Система управления холостым ходом двигателя

2.2.6 Система управления холостого хода с электронно-управляемой дроссельной заслонкой

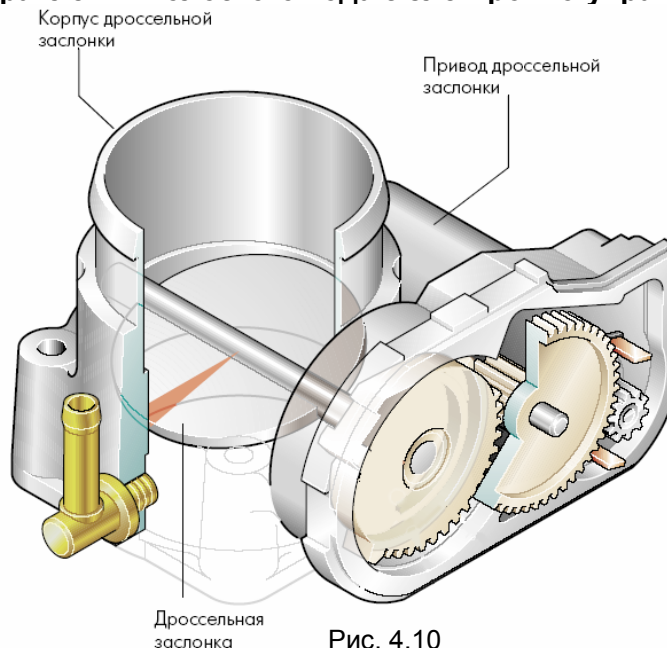


Рис. 4.10

Система с электронно-управляемой дроссельной заслонкой имеет только один канал для поступления воздуха во впускной коллектор и регулирует обороты в режиме холостого хода путем изменения положения дроссельной заслонки. Блок управления двигателем управляет приводом дроссельной заслонки при помощи электродвигателя постоянного тока. К предварительно заданному базовому значению добавляются различные поправки и в соответствии с этим, рассчитывается угол открытия дроссельной заслонки. Система не требует регулировки в процессе эксплуатации автомобиля. При замене корпуса дроссельной заслонки или блока управления двигателем необходимо проводить процедуру инициализации дроссельной заслонки.

2.3 Управление оборотами холостого хода

2.3.1 Обзор

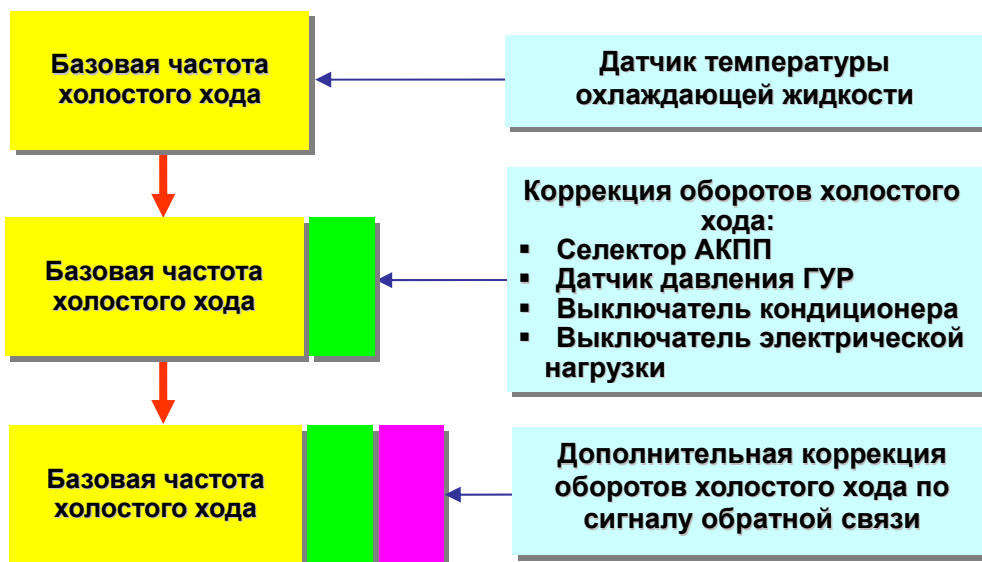


Рис. 4.11

Блок управления двигателем рассчитывает частоту вращения коленчатого вала двигателя в режиме холостого хода путём суммирования базового значения частоты холостого хода, которое зависит от температуры охлаждающей жидкости и поправок корректирующих её, в зависимости от изменяющихся условий и режимов работы двигателя.

Система управления холостым ходом двигателя

Базовая частота холостого хода определяется из базовой матрицы с использованием сигнала от датчика температуры охлаждающей жидкости.

Вращение рулевого колеса, включение или выключение кондиционера, перемещение рычага управления АКПП (только на автомобилях с автоматической трансмиссией), включения электрической нагрузки вызывает изменение нагрузки на двигатель, в результате чего частота оборотов холостого хода будет изменяться. Чтобы этого не происходило, значение частоты холостого хода корректируется с учётом сигналов от различных датчиков (**программный метод управления**).

Частота вращения коленчатого вала поддерживается на заданном уровне с помощью шагового электродвигателя путём регулирования расхода воздуха, проходящего через байпасный канал, в обход дроссельной заслонки.

Для поддержания стабильных оборотов холостого хода на заданном уровне, кроме программного метода управления по сигналам от различных датчиков, дополнительно используется **управление с обратной связью**.

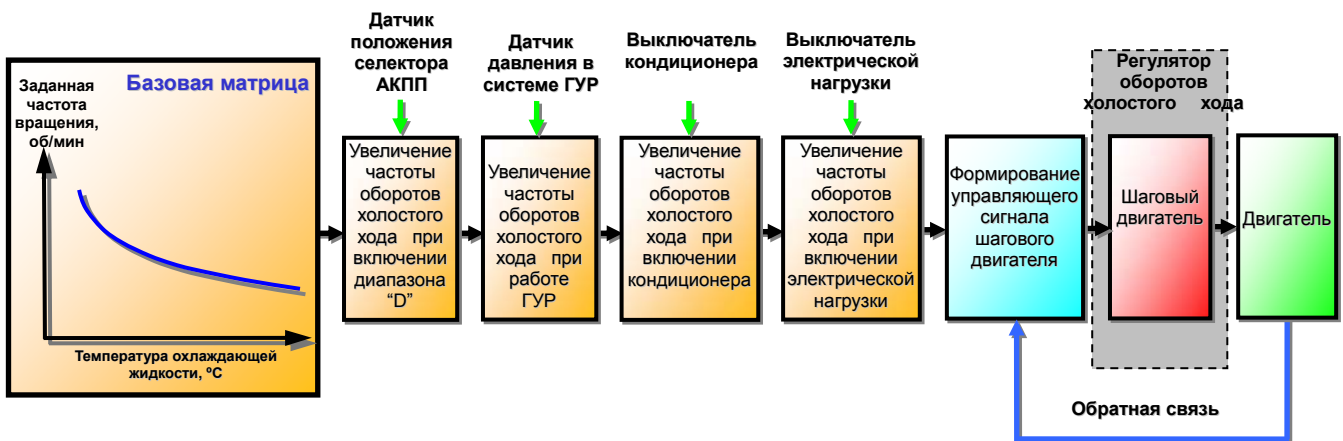


Рис. 4.12 Блок-схема управления оборотами холостого хода

2.3.2 Базовое значение заданной частоты вращения (базовая частота холостого хода)

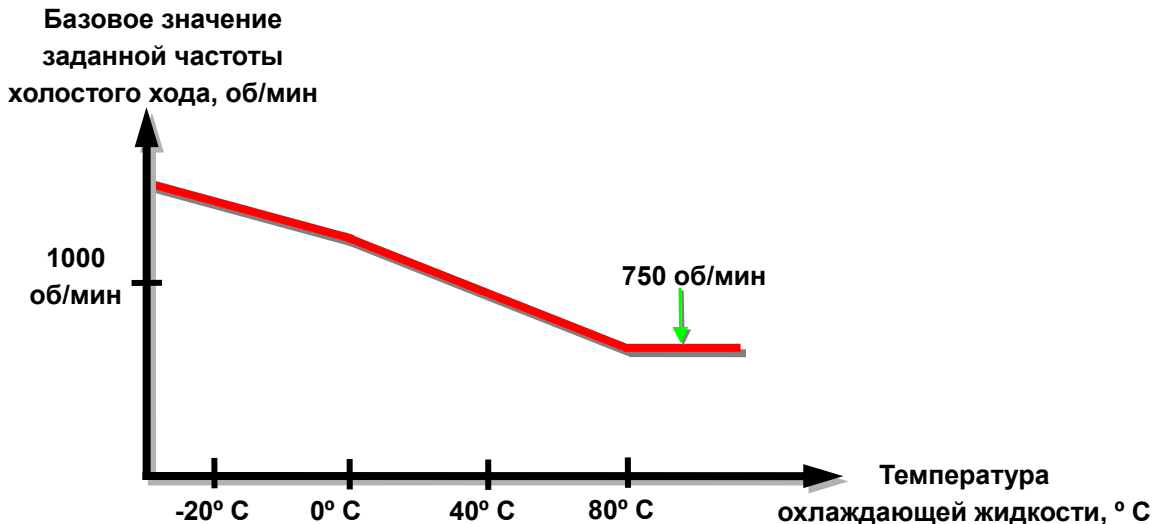


Рис. 4.13

Базовое значение заданной частоты вращения – это оптимальная частота вращения коленчатого вала двигателя, которая зависит от теплового состояния двигателя, и существует в виде табличных значений (базовая матрица) хранящихся в памяти блока управления двигателем.

Стабильность оборотов двигателя на режиме холостого хода достигается поддержанием требуемой частоты вращения коленчатого вала двигателя в зависимости от включения дополнительных нагрузок.

Система управления холостым ходом двигателя

Для компенсации возможных отклонений используется регулирование с использованием обратной связи.

Используемый датчик:

- датчик температуры охлаждающей жидкости в двигателе.

2.3.3 Коррекция частоты вращения при включении дополнительных нагрузок

Значение частоты холостого хода при включении дополнительных нагрузок корректируется с учётом сигналов от различных датчиков (**программный метод управления**). Данный метод позволяет избежать резкого изменения частоты вращения двигателя.

2.3.4 Управление оборотами холостого хода с обратной связью

Регулирование оборотов холостого хода с обратной связью применяется на режимах установившегося холостого хода, однако такое управление не осуществляется при следующих условиях:

- При движении автомобиля (скорость выше 2,5 км/ч).
- В момент переключения датчика-выключателя полностью закрытого положения дроссельной заслонки с режима "OFF" (выключено) на режим "ON" (включено) или при его выключенном состоянии ("OFF"). На моделях автомобилей без упомянутого датчика-выключателя, аналогичные состояния определяются при помощи выходного сигнала датчика положения дроссельной заслонки.
- При переключении выключателя кондиционера из положения "ON" (включен) в положение "OFF" (выключен).
- Когда селектор АКПП переводится из режима "N" в режим "D".
- Когда датчик-выключатель давления рабочей жидкости в системе рулевого управления переходит из положения "ON" (включен) в положение "OFF" (выключен).
- Когда замок зажигания переводится из положения "ST" (стартер) в положение "IG" (зажигание).
- При переходных режимах работы двигателя.

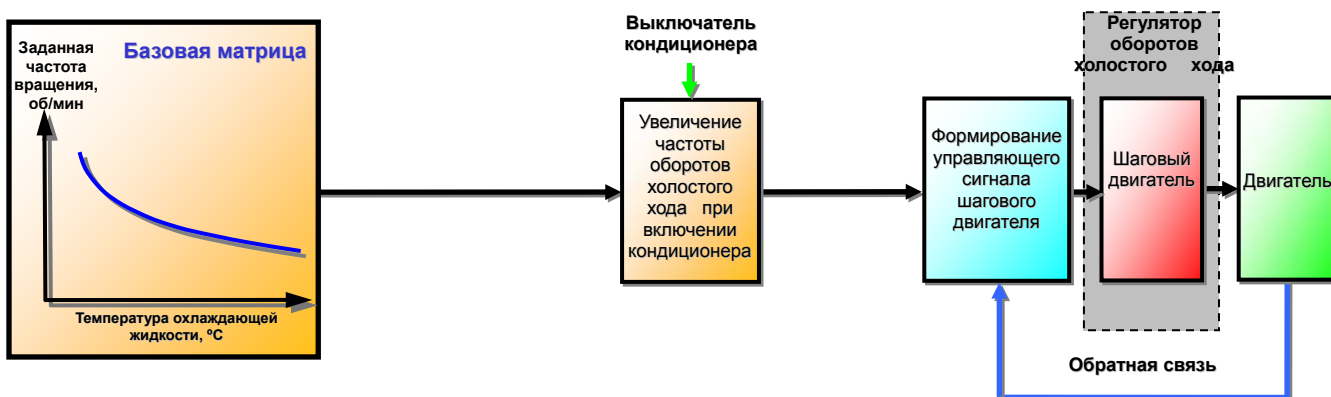


Рис. 4.14 Блок-схема управления оборотами холостого хода с обратной связью

Действительное значение частоты вращения двигателя может отличаться от расчетного значения, поэтому для поддержания стабильных оборотов холостого хода на заданном уровне, кроме программного метода управления по сигналам от различных датчиков, дополнительно используется управление с обратной связью.

Например, при включении кондиционера шаговый двигатель перемещается на определённое количество шагов, при этом частота оборотов холостого хода двигателя изменится и должна соответствовать определённому **заданному** значению. По ряду причин **действительное** значение оборотов холостого хода может оказаться меньше или больше заданного значения, но использование обратной связи позволяет устранить эту разницу.

Система управления холостым ходом двигателя

2.3.5 Коррекция частоты вращения холостого хода при наличии разницы между действительной и заданной частотами.

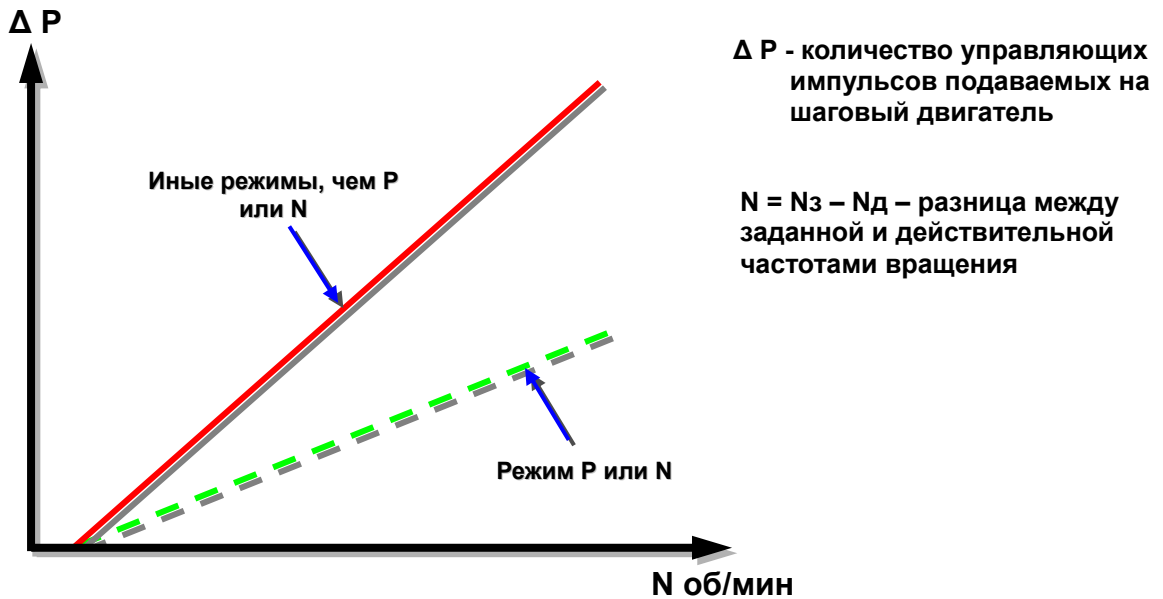


Рис. 4.15 Коррекция положения шагового двигателя при управлении с обратной связью

Для приближения действительной частоты вращения к заданной частоте вращения на шаговый электродвигатель подаётся необходимое количество управляющих импульсов, и он совершает несколько шагов, изменяя положение запорного конуса, регулируя тем самым проходное сечение канала. Количество шагов электродвигателя будет зависеть от имеющейся разницы между действительной и заданной частотами вращения.

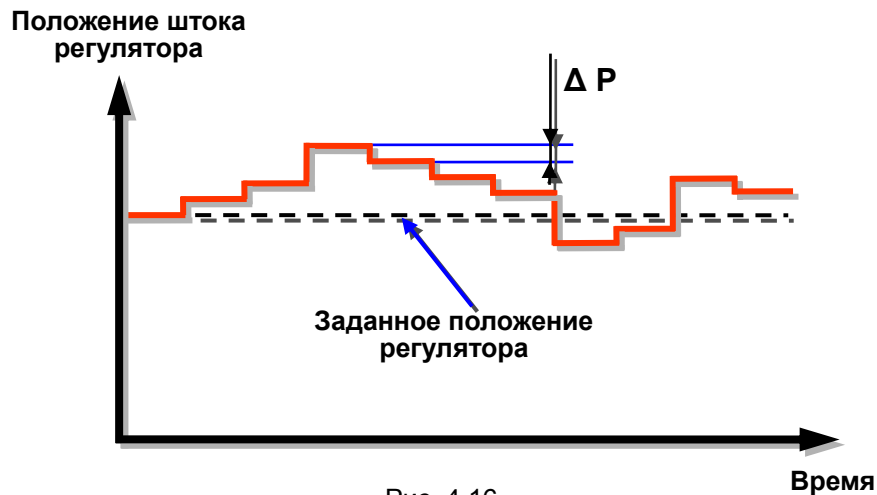


Рис. 4.16

Как показано на рисунке 4.16, при управлении с обратной связью положение штока шагового электродвигателя постоянно корректируется.

Используемый датчик:

- Датчик положения коленчатого вала.

Система управления холостым ходом двигателя

2.4 Управление положением шагового электродвигателя

2.4.1 Обзор

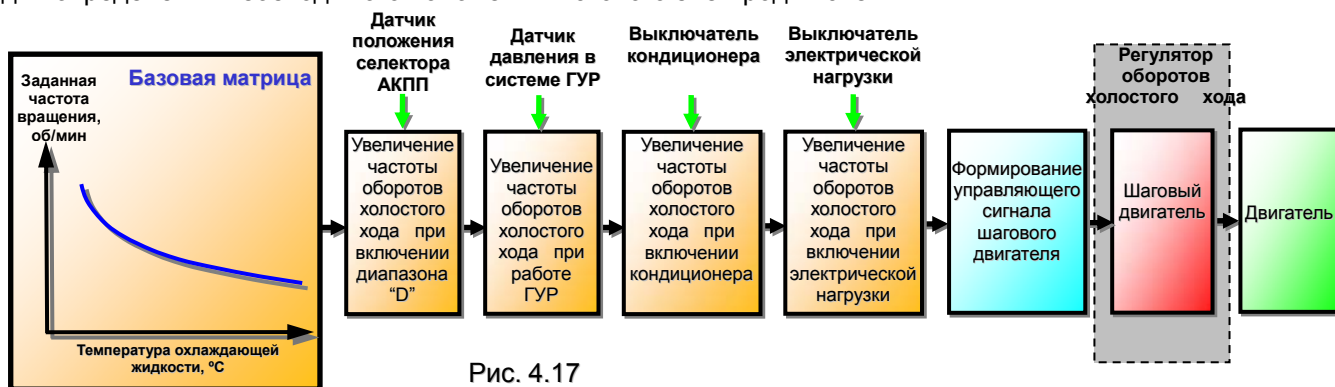
Во время работы двигателя на режиме холостого хода любое изменение нагрузки приводит к изменению частоты вращения коленчатого вала. Сразу после поступления соответствующего электрического сигнала о включении той или иной дополнительной нагрузки на вход блока управления двигателем регулятор оборотов холостого хода (шаговый электродвигатель) изменяет количество воздуха, проходящего через байпасный канал и, тем самым, снижает влияние нагрузки на частоту оборотов холостого хода.

Во время запуска двигателя, при разгоне автомобиля или в режиме торможения двигателем, шаговый электродвигатель устанавливается в положение наилучшим образом соответствующее рабочему режиму двигателя.

Управление шаговым двигателем производится со скоростью 125 шагов/с. Рабочий диапазон вращения составляет от 0 до 120 шагов. При снижении напряжения аккумуляторной батареи менее 10 В, управление шаговым электродвигателем не производится. Сразу после выключения зажигания, запорный конус шагового электродвигателя полностью втягивается, после чего выдвигается на 80 шагов, чтобы быть готовым к следующему запуску двигателя.

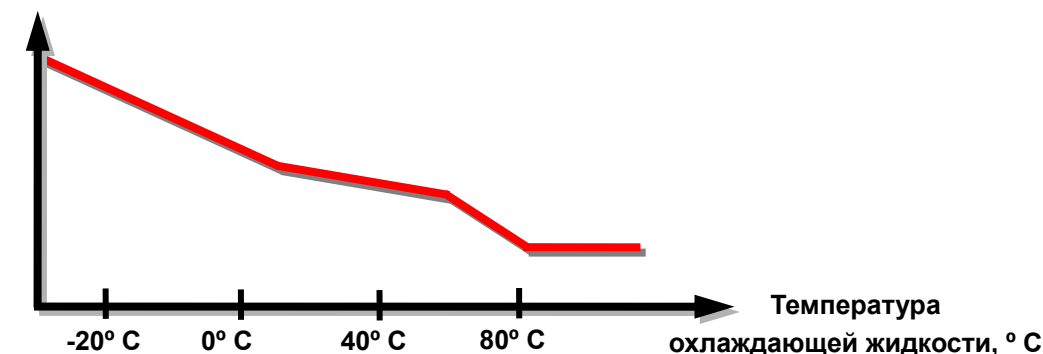
2.4.2 Блок-схема управления положением шагового электродвигателя

На блок-схеме показано, какие датчики используются электронным блоком управления двигателем для определения необходимого положения шагового электродвигателя.



2.4.3 Базовое положение шагового электродвигателя

Базовое положение шагового двигателя, шаги



Базовое положение штока шагового двигателя зависит от температуры охлаждающей жидкости и записано в памяти блока управления двигателем в виде таблицы. При установке штока шагового двигателя в заданное базовое положение обеспечивается соответствующая ему частота оборотов холостого хода.

Используемый датчик:

- датчик температуры охлаждающей жидкости в двигателе.

Система управления холостым ходом двигателя

2.4.4 Коррекция положения шагового электродвигателя для компенсации дополнительных нагрузок

а) Увеличение частоты оборотов холостого хода при включении диапазона “D”

На автомобилях с автоматической трансмиссией при переводе рычага управления коробкой передач из положения P или N в любое другое шаговый электродвигатель устанавливается в положение большего открытия, чтобы компенсировать сопротивление гидротрансформатора.

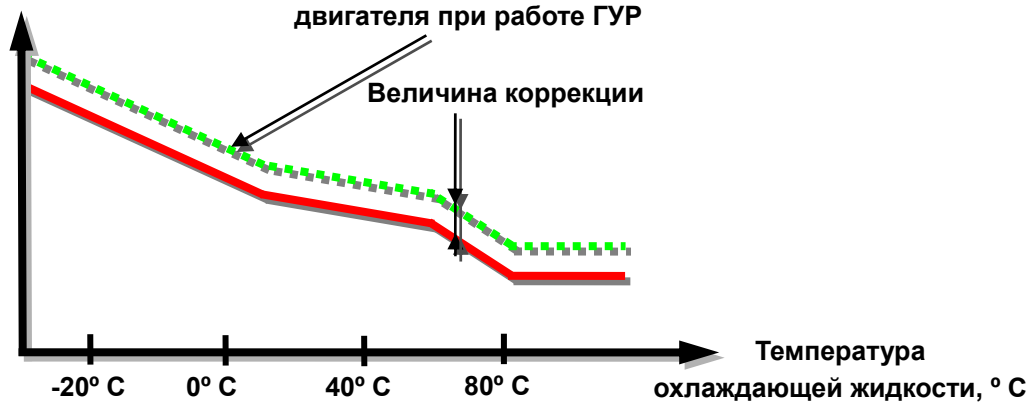
Используемый датчик:

- Датчик положения рычага управления АКПП.

б) Увеличение частоты оборотов холостого хода при работе гидроусилителя рулевого управления (ГУР)

Заданное положение шагового двигателя, шаги

Заданное положение шагового двигателя при работе ГУР



Поворот рулевого колеса при неподвижном автомобиле вызывает увеличение давления в гидравлической системе рулевого управления и замыкание датчика-выключателя. Для компенсации нагрузки гидравлического усилителя шаговый двигатель устанавливается в положение большего открытия. Существуют варианты датчика на основе пьезоэлектрического элемента выдающего сигнал пропорциональный величине давления в системе. В этом случае коррекция носит не ступенчатый, а плавный характер и шаговый двигатель перемещается в соответствии с изменением давления.

Используемый датчик:

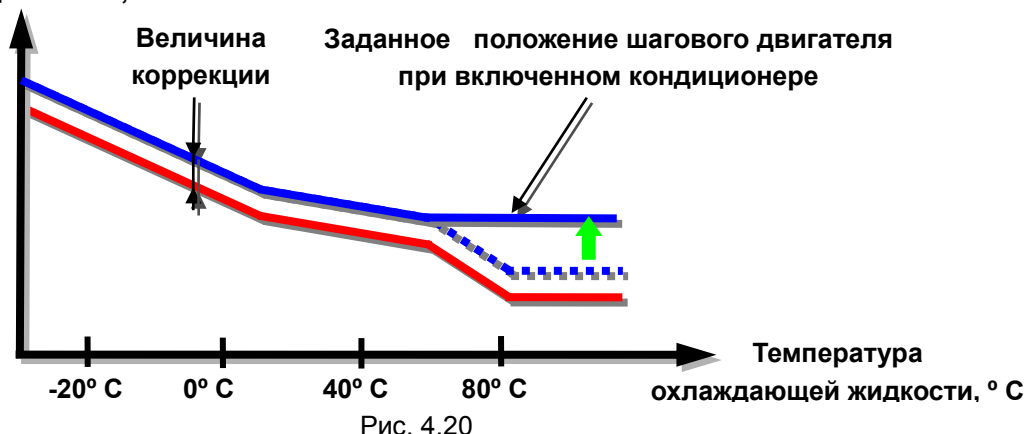
- Датчик давления рабочей жидкости в рулевом управлении.

с) Увеличение частоты оборотов холостого хода при включении кондиционера

Заданное положение шагового двигателя, шаги

Величина коррекции

Заданное положение шагового двигателя при включенном кондиционере



При переводе выключателя кондиционера во включенное положение шаговый двигатель устанавливается в положение ещё большего открытия, если вдруг уже используется какая-либо коррекция частоты вращения.

Используемый датчик:

- Выключатель кондиционера.

Система управления холостым ходом двигателя

d) Коррекция по высоте над уровнем моря

На больших высотах атмосферное давление меньше и плотность поступающего воздуха низкая. Для компенсации уменьшения массового расхода воздуха производится дополнительное открытие регулятора.

Используемый датчик:

- Датчик атмосферного давления

e) Увеличение частоты оборотов холостого хода при включении электрической нагрузки

При включении электрической нагрузки частота оборотов холостого хода уменьшается. Для компенсации уменьшения оборотов холостого хода шаговый двигатель перемещается в положение большего открытия в соответствии с изменением нагрузки.

Используемый датчик:

- Вывод FR генератора

2.4.5 Управление при снижении частоты вращения до предельно низкой величины

Методы компенсации при снижении оборотов холостого хода двигателя ниже 450 об/мин при прогретом двигателе (температура охлаждающей жидкости не ниже 55 °С):

a) Если используется метод управления с обратной связью

Шаговый электродвигатель немедленно перемещается на количество шагов, пропорционально величине отклонения действительной частоты вращения от заданной.

b) Если используется программный метод управления

Шаговый электродвигатель перемещается в сторону открытия на фиксированное количество шагов (40 шагов).

2.4.6 Управление при работе двигателя на переходных режимах

Для устранения удара (толчка) при резком закрытии дроссельной заслонки, шаговый электродвигатель перемещается в требуемое положение плавно с небольшой скоростью.

Используемые датчики:

- Датчик положения коленчатого вала;
- Датчик положения дроссельной заслонки;
- Датчик-выключатель полностью закрытого положения дроссельной заслонки.

2.4.7 Управление при переходе к режиму принудительного холостого хода

При переходе от режима работы под нагрузкой к режиму принудительного холостого хода (торможение двигателем) шаговый двигатель обеспечивает медленное закрытие байпасного канала, с целью исключения резкого снижения расхода воздуха. Благодаря этому исключается резкий рывок.

Вышеописанное управление производится при следующих условиях:

- Если частота вращения коленчатого вала двигателя или напряжение на выходе датчика положения дроссельной заслонки уменьшаются
- Замкнуты контакты датчика-выключателя закрытого положения дроссельной заслонки.

Система управления холостым ходом двигателя

2.4.8 Управление во время запуска двигателя

Базовое положение
шагового двигателя,
шаги

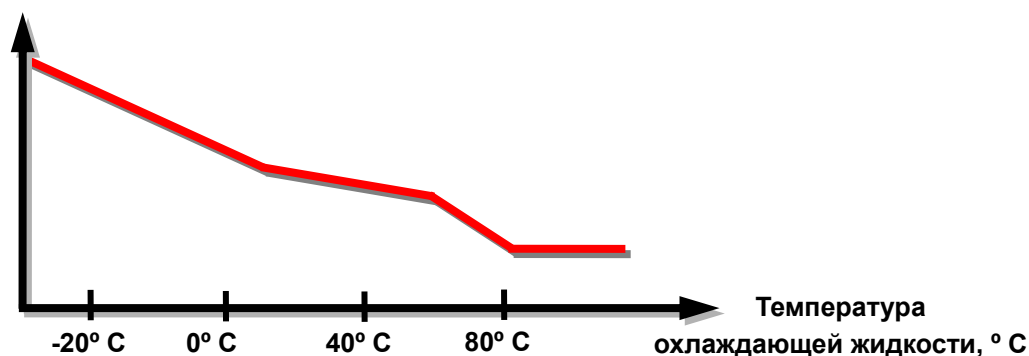


Рис. 4.21

При запуске двигателя сервопривод регулятора оборотов холостого хода регулирует количество воздуха, проходящего через байпасный канал в зависимости от температуры охлаждающей жидкости в двигателе.

Сразу после замыкания контактов “ST” (запуск) замка зажигания, шаговый электродвигатель, переводится в заданное (целевое) положение, соответствующее режиму запуска двигателя.

Используемые датчики:

- Замок зажигания (ST);
- Датчик-выключатель полностью закрытого положения дроссельной заслонки;
- Датчик температуры охлаждающей жидкости двигателя.

2.4.9 Управление при запуске горячего двигателя

Увеличение частоты
вращения, об/мин

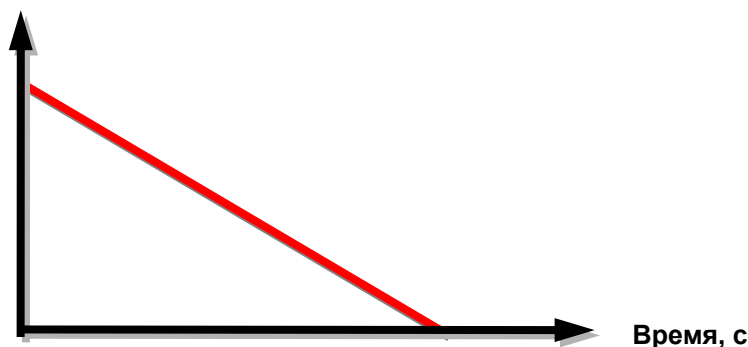


Рис. 4.22

Если при запуске двигателя температура охлаждающей жидкости превышает 90°C, то шток шагового двигателя перемещается в положение большего открытия, обеспечивая повышенные обороты холостого хода. Затем регулятор медленно закрывается, и обороты уменьшаются до заданного значения.

Используемые датчики:

- Датчик температуры охлаждающей жидкости двигателя;
- Датчик положения коленчатого вала;
- Замок зажигания (ST);
- Датчик температуры воздуха во впускном коллекторе.

Система управления холостым ходом двигателя

2.4.10 Инициализация положения шагового электродвигателя

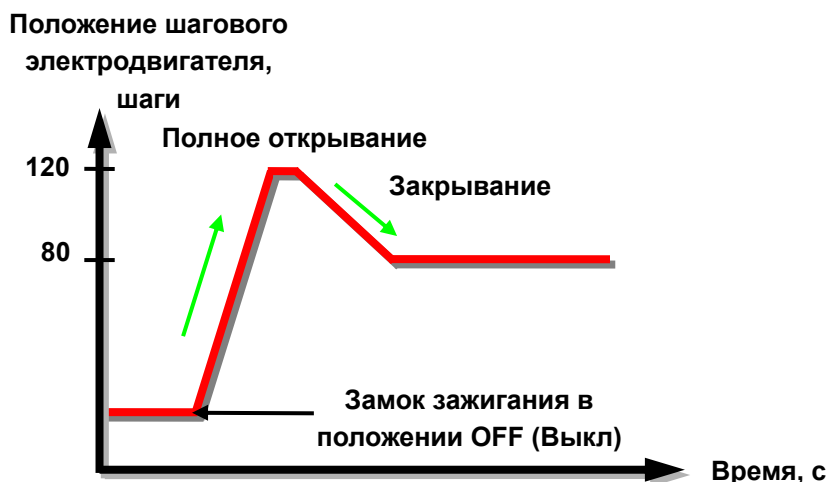


Рис. 4.23

Сразу после выключения зажигания запорный конус шагового электродвигателя полностью втягивается (120 шагов) для инициализации (определение исходного положения), а затем переводится в положение 80 шагов, чтобы быть готовым к следующему запуску двигателя.

Если производилось отсоединение провода от клеммы аккумуляторной батареи, то при первом включении зажигания после подсоединения провода к аккумуляторной батарее шток шагового электродвигателя полностью втягивается для определения исходного положения.

2.4.11 Режим регулировки базовой частоты холостого хода

Для выполнения регулирования базовой частоты холостого хода необходим диагностический прибор MUT-II или MUT-III. Сервисный режим регулировки базовой частоты холостого хода включается при помощи актуатор-теста. В этом режиме сервопривод регулятора оборотов холостого хода фиксируется неподвижно в базовом положении, что позволяет отрегулировать базовую частоту холостого хода винтом SAS.

2.4.12 Функция самообучения

Для более точного управления положением регулятора холостого хода используется функция самообучения. Данные, основанные на измерении заданных и действительных частот вращения коленчатого вала, и соответствующие им поправки сохраняются в памяти блока управления двигателем. Если производилось отсоединение провода от клеммы аккумуляторной батареи или регулировки системы холостого хода, то необходимо проводить обучение двигателя холостому ходу (для записи новых поправок).

3. Принцип действия элементов системы холостого хода

3.1 Сервопривод регулятора оборотов холостого хода (ISC)

(а) Устройство

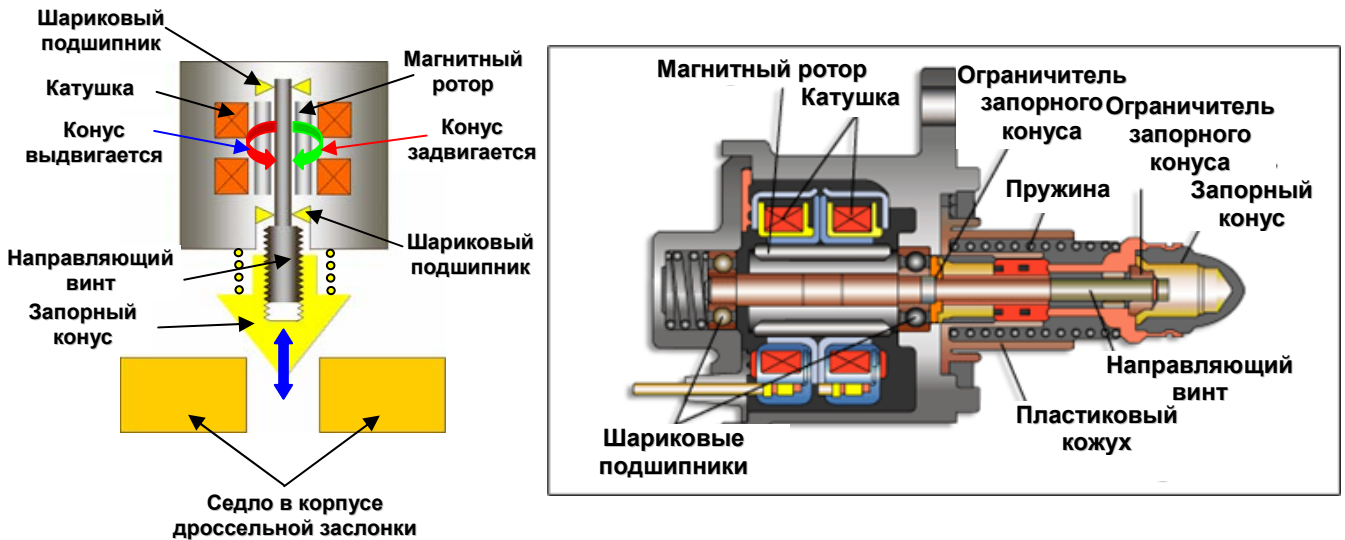


Рис. 4.24

Регулятор холостого хода представляет собой узел, монтируемый на корпусе дроссельной заслонки. Он состоит из шагового электродвигателя и запорного конуса с винтовой подачей. Управляющие импульсы с электронного блока приводят во вращение ротор шагового электродвигателя, в результате чего запорный конус линейно перемещается и изменяет расход воздуха через байпасный канал.

3.2 Количество воздуха, проходящего через байпасный канал и количество импульсов (шагов) шагового электродвигателя

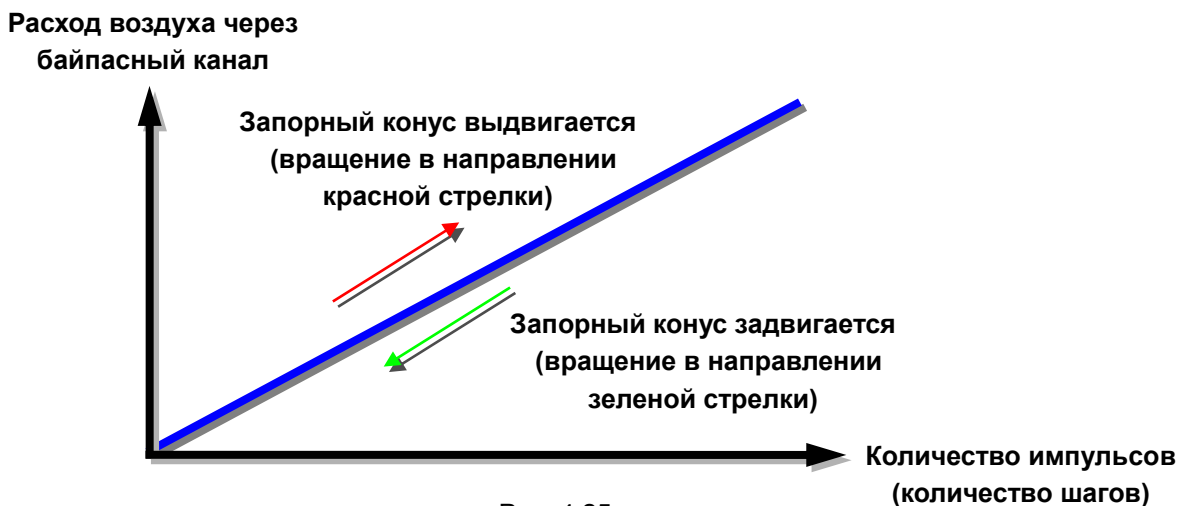


Рис. 4.25

Шаговый электродвигатель сконструирован таким образом, что при подаче на него одного импульса управления он перемещается на один шаг, который составляет 15° . Ротор шагового двигателя может вращаться в прямом и обратном направлении (электродвигатель реверсивного типа) на угол соответствующий числу подаваемых на электродвигатель импульсов (или на определенное количество шагов).

Система управления холостым ходом двигателя

Запирающий конус вместе с направляющим винтом и валом магнитного ротора составляют одно целое. Когда вал шагового электродвигателя вращается по часовой стрелке (в направлении зелёной стрелки - рис. 4.25), направляющий винт вместе с запорным конусом убирается внутрь корпуса электродвигателя, увеличивая зазор между запирающим конусом и седлом клапана и, следовательно, расход воздуха через байпасный канал. При вращении против часовой стрелки (в направлении красной стрелки), направляющий винт вместе с запирающим конусом выдвигаются из корпуса электродвигателя, уменьшая зазор между запирающим конусом и седлом клапана и, следовательно, расход воздуха через байпасный канал.

Другими словами, расход воздуха через байпасный канал увеличивается или уменьшается пропорционально количеству импульсов (числу шагов).

3.3 Принцип действия шагового электродвигателя (STM)

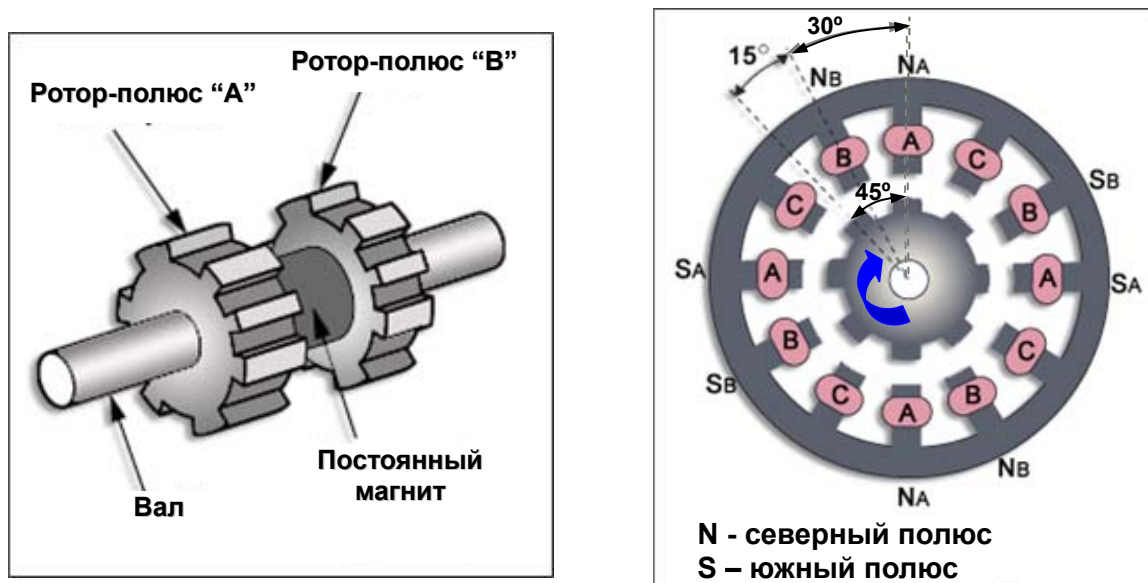


Рис. 4.26

Шаговый электродвигатель состоит из двух статоров и составного ротора. На наружных поверхностях ротора и внутренних поверхностях статоров имеются зубья. На роторе расположены постоянные магниты.

На рис. 4.26 показана схема шагового электродвигателя с углом шага 15° . Статор имеет 12 зубьев и три фазовые обмотки (А, В и С). Ротор имеет 8 зубьев.

В положении, которое показано на рис.4.26 ток подаётся на обмотки фазы А. Намагнитенные катушки фазы А притягивают соответствующие зубья ротора, удерживая его в неподвижном положении. Если переключить подачу питания с обмотки фазы А на обмотки фазы В, то положение оси магнитного поля создаваемого статором изменится (оно повернётся на 30° против часовой стрелки с NA-SA на NB-SB). Возникшая электромагнитная сила притяжения между намагнитенными катушками фазы В и ближайшими зубьями ротора приведет к его повороту на угол 15° по часовой стрелке.

Система управления холостым ходом двигателя

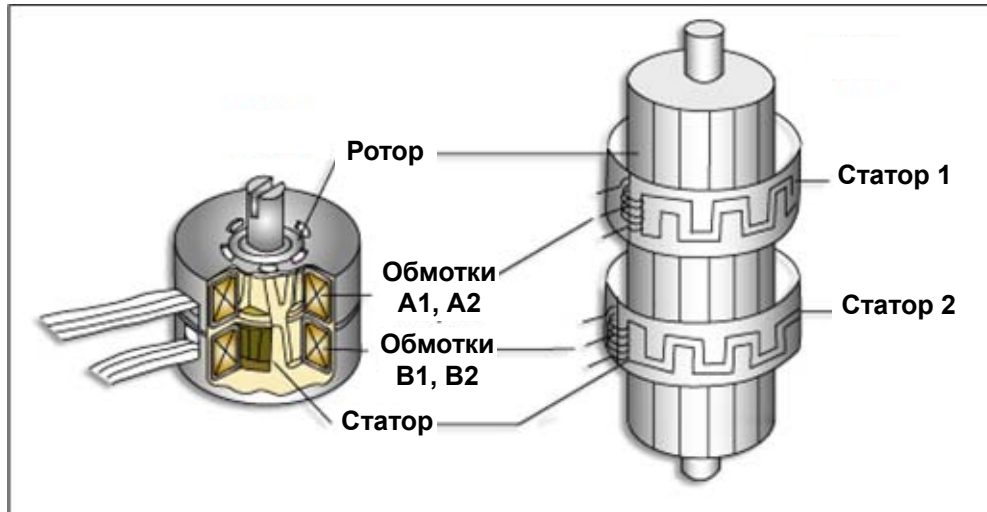


Рис. 4.27

Устройство реальной конструкции шагового электродвигателя показано на рис.4.27. Он состоит из двух статоров, каждый из которых содержит по две обмотки (A1, A2, B1, B2). Обмотки выполнены таким образом, что если ток протекает через обмотки A1(B1), то верхние части статоров становятся магнитными полюсами N, а их нижние части полюсами S. При протекании тока через обмотки A2(B2) полюса меняются местами.

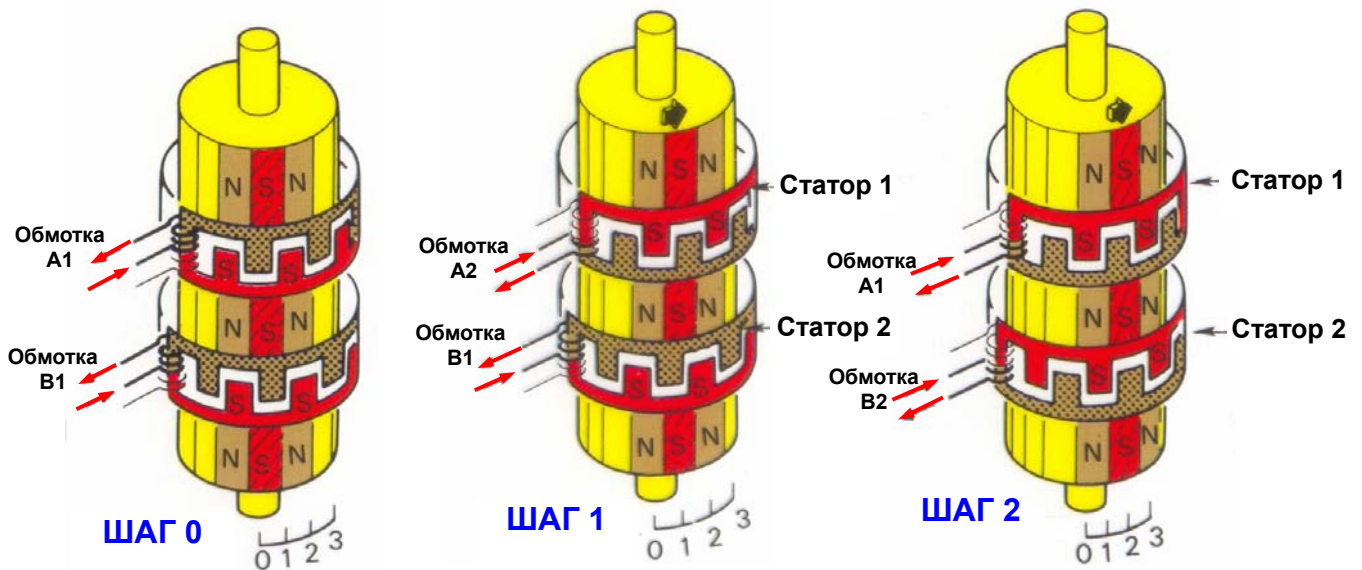


Рис. 4.28

ШАГ 0 При протекании тока через обмотки A1 и B1 верхние части статоров становятся магнитными полюсами N, а их нижние части полюсами S и соответственно притягивают полюса S и N магнитного ротора и удерживают его неподвижно.

ШАГ 1 При отключении обмотки A1 и подключении обмотки A2 нижняя часть статора 1 становится полюсом N. Этот полюс перемещается по статору вправо от исходного положения. В результате S-полюс ротора притягивается, и ротор поворачивается вправо на шаг.

ШАГ 2 При отключении обмотки B1 и подключении обмотки B2 нижняя часть статора 2 становится полюсом N. Этот полюс перемещается по статору вправо от исходного положения. Как и в предыдущем случае S-полюс ротора притягивается, и ротор поворачивается вправо на шаг.

Система управления холостым ходом двигателя

3.3.1 Цепь сервопривода регулятора оборотов холостого хода (ISC)

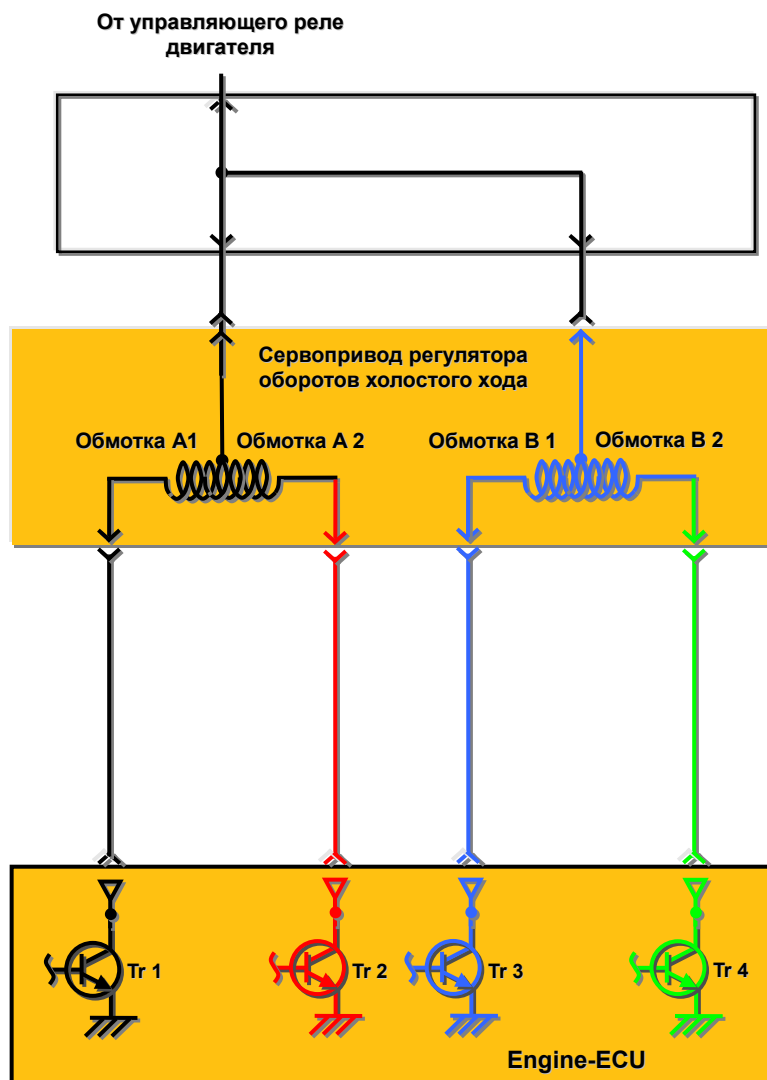


Рис. 4.29

Шаговый электродвигатель, показанный на рис.4.26 работает при последовательной подаче тока на различные фазовые обмотки, начиная с обмотки А. Аналогично работает и сервопривод регулятора холостого хода, показанный на рис 4.29. Электронный блок управления двигателем сначала включает транзистор Tr₁, чтобы запитать катушку A₁, а затем транзистор Tr₄, чтобы запитать катушку B₂. Продолжение идет в следующем порядке: (B₁ и A₂) → (A₂ и B₂) → (B₂ и A₁) → (A₁ и B₁). В этом случае шаговый электродвигатель вращается по часовой стрелке.

Электродвигатель реверсируется (изменяет направление вращения ротора), если катушки будут подключаться в следующем порядке: (A₁ и B₂) → (B₂ и A₂) → (A₂ и B₁) → (B₁ и A₁).

Система управления холостым ходом двигателя

3.4 Выключатель кондиционера

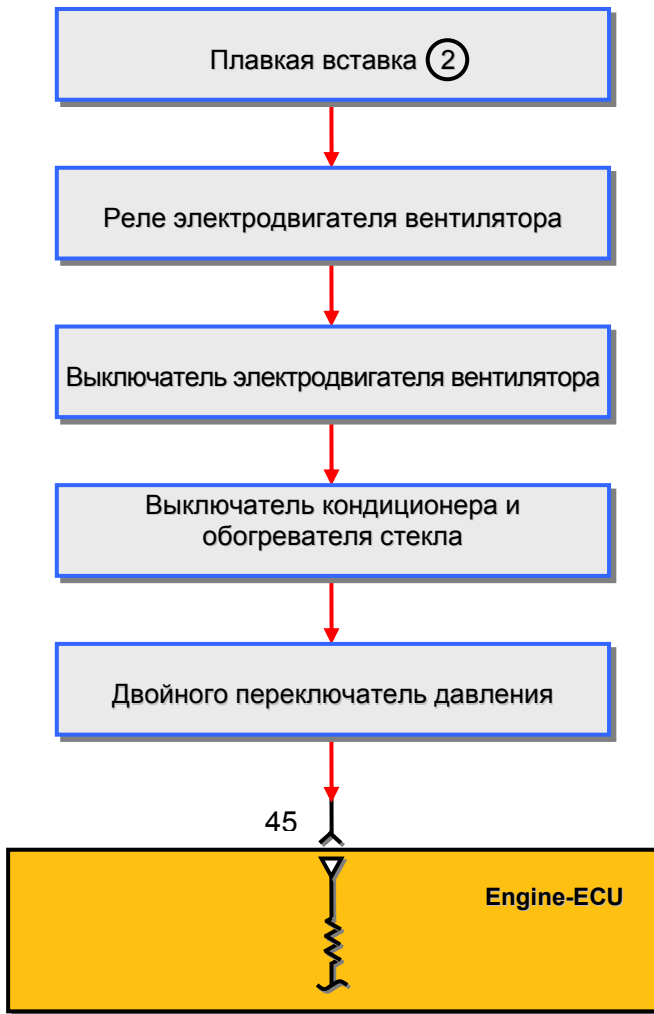


Рис. 4.30

На рис. 4.30 показана блок схема цепи кондиционера (эта схема соответствует модели Pajero iO 1999 года выпуска).

При включении зажигания (IG₂), включается реле электродвигателя вентилятора.

Если после этого выключатель электродвигателя вентилятора перевести в положение "ON", сигнал "Включить кондиционер" поступает на вывод 45 электронного блока управления двигателем.

С небольшой задержкой, электронный блок управления двигателем подключает реле компрессора кондиционера и компрессор включается. Время задержки включения кондиционера необходимо для того, чтобы предотвратить снижение частоты вращения двигателя на режиме холостого хода двигателя.

3.5 Вывод FR генератора

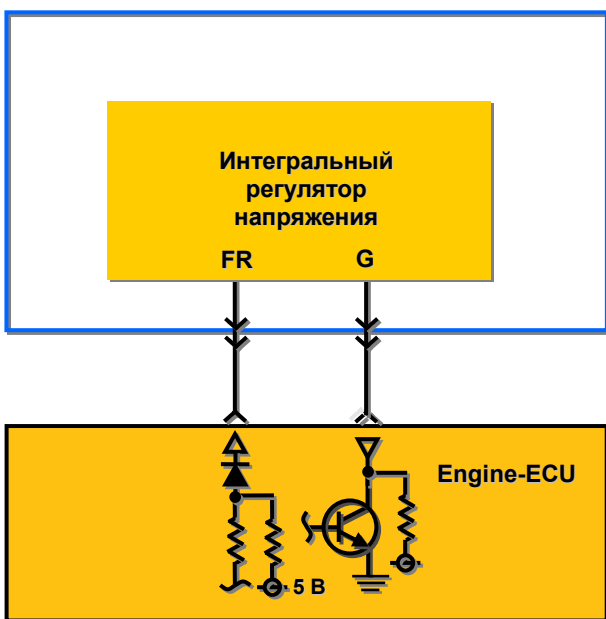


Рис. 4.31

На рис.4.31 показана цепь интегрального регулятора напряжения (эта схема соответствует модели Pajero iO 1999 года выпуска).

Наличие вывода FR генератора позволяет определить коэффициент заполнения (duty ratio), который пропорционален времени запитывания обмотки возбуждения генератора и, следовательно, выходному току генератора.

При увеличении электрической нагрузки, напряжение на выводе FR генератора понижается, что связано с более продолжительным временем нахождения силового транзистора во включенном состоянии (если транзистор включен, то напряжение на нем низкое).

Система управления холостым ходом двигателя

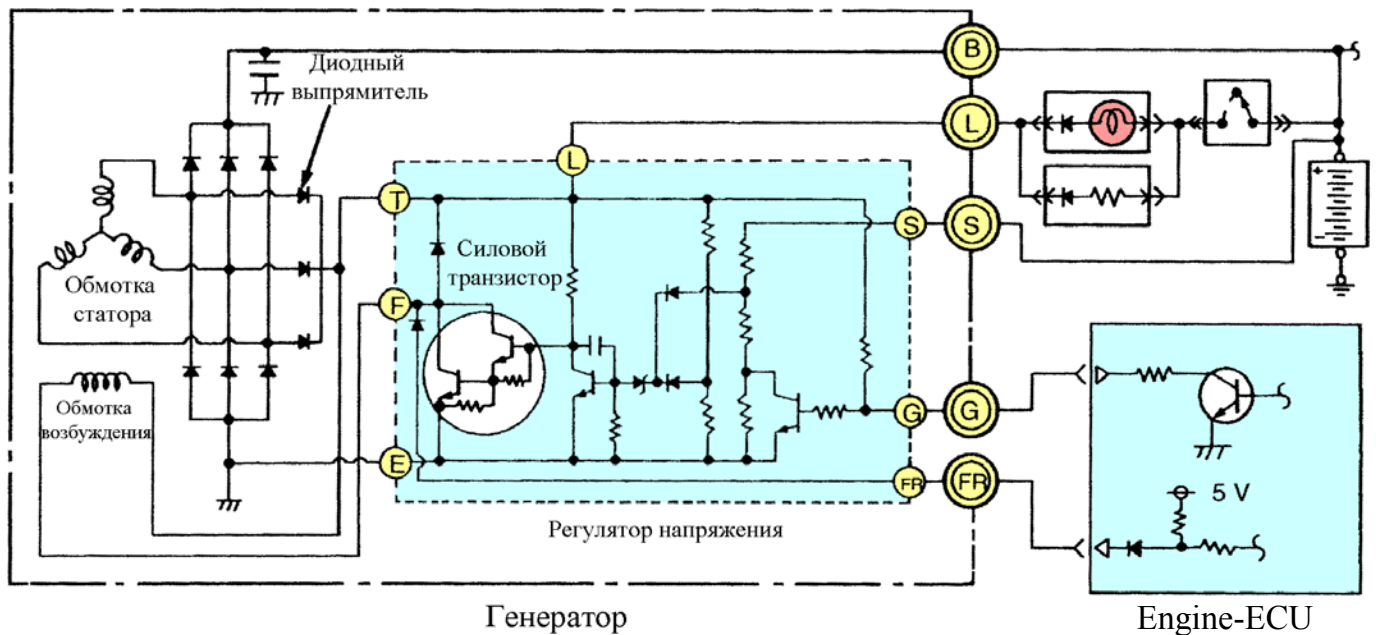


Рис. 4.32

С вывода FR генератора снимается сигнал состояния обмотки возбуждения генератора (duty ratio) и поступает в электронный блок управления двигателем.

По этому сигналу электронный блок управления двигателем "определяет" выходной ток генератора и, в зависимости от нагрузки на генератор, приводит в действие сервопривод регулятора холостого хода. Это стабилизирует обороты холостого хода при изменении электрической нагрузки.

При включенном силовом транзисторе регулятора напряжения через обмотку возбуждения протекает ток, и генератор активно вырабатывает электрическую энергию. Когда силовой транзистор выключается, электрическая энергия, вырабатываемая генератором, быстро уменьшается. Таким образом, величина тока на выходе генератора зависит от соотношения времени включенного и выключенного состояния силового транзистора, **чем больше он включен, тем больше ток (ON duty)**.

Напряжение на выводе FR низкое, при включенном транзисторе (ON), и высокое при выключенном (OFF) транзисторе, поэтому, **чем больше он включен, тем ниже напряжение**. Поэтому, рабочий режим силового транзистора регулятора напряжения или выходной ток генератора может быть определен по величине **напряжения на выводе FR генератора**.

Когда выходное напряжение генератора достигает номинального уровня (около 14,4 В), силовой транзистор закрывается, а когда выходное напряжение падает ниже номинального значения, то силовой транзистор открывается. Таким образом, выходное напряжение генератора поддерживается постоянным.

Система управления холостым ходом двигателя

3.6 Вывод «G» генератора

Блок управления двигателем ограничивает ток генератора, изменяя проводимость между выводом генератора G и «массой» (duty control).

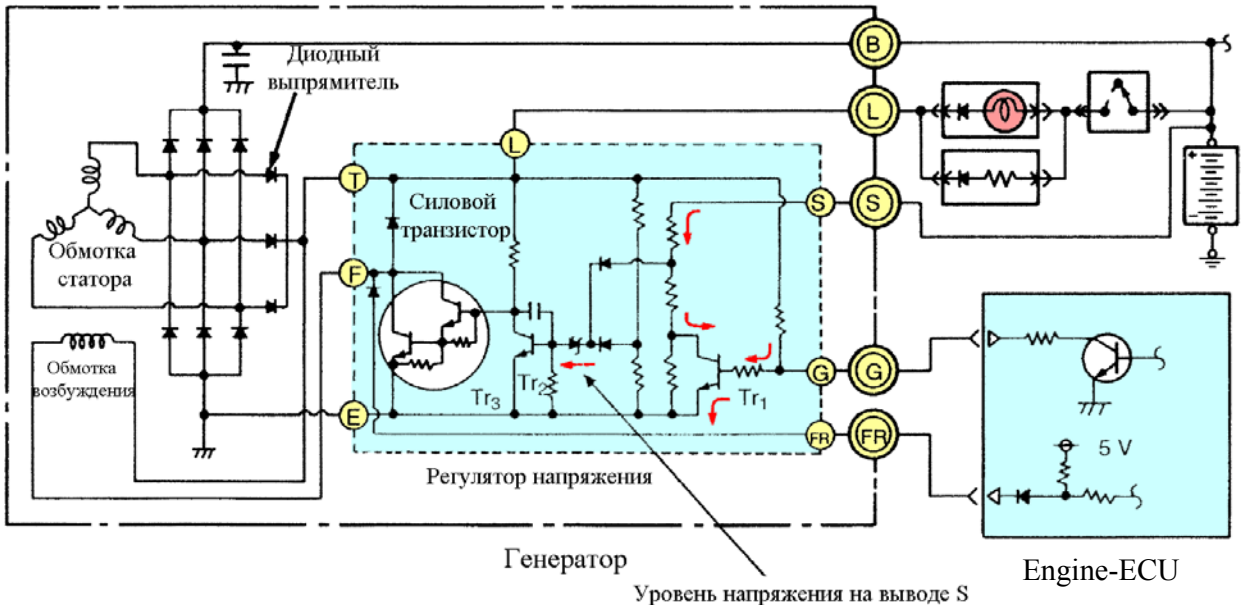


Рис. 4.32

При отсутствии проводимости между выводами G и «массой» (100% duty), транзистор Tr_1 остается всегда во включенном состоянии и никак не влияет на работу реле-регулятора и генератора. Работа реле-регулятора ничем не отличается от обычного генератора без выводов FR и G.

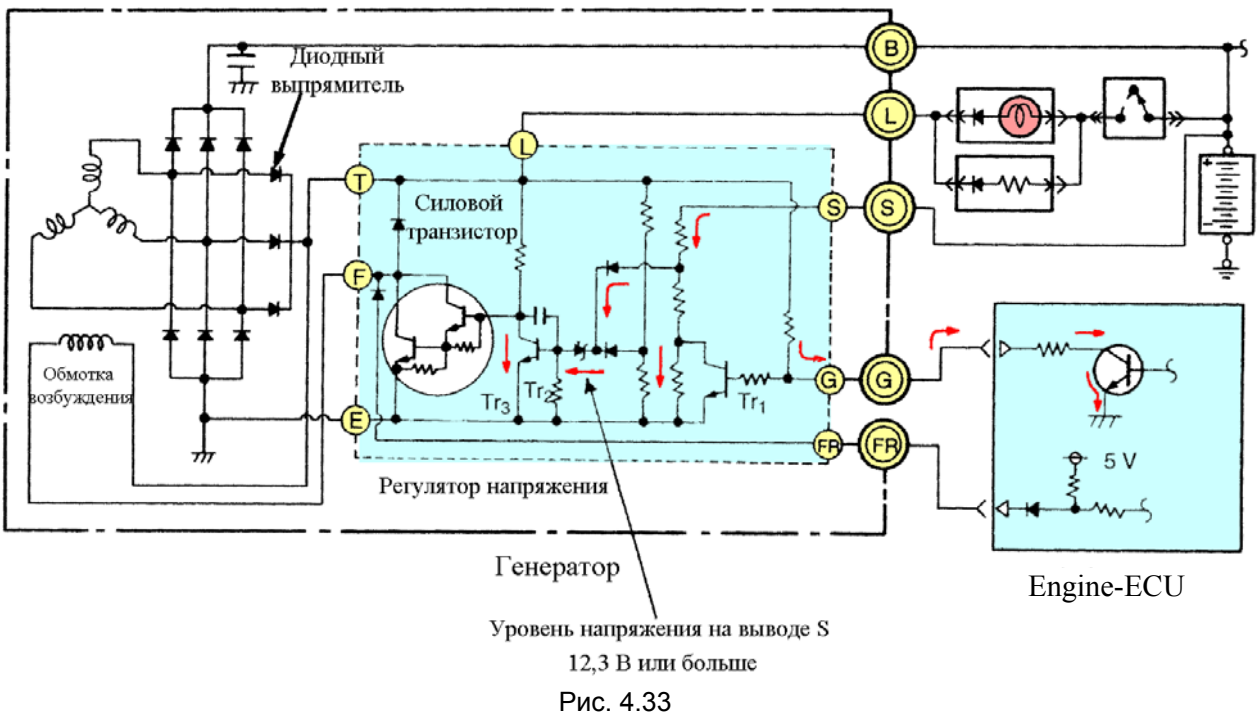


Рис. 4.33

Когда вывод G соединяется с «массой» (0% duty) и транзистор Tr_1 закрывается. В этом случае на диод Зенера через (верхний по схеме) диод подается напряжение с вывода S (напряжение аккумулятора примерно 12,3 В). Управляющий транзистор Tr_2 открывается, а силовой транзистор Tr_3 закрывается. Вследствие этого ток в обмотке возбуждения пропадает, и электропитание автомобиля на короткий промежуток времени (примерно 0,5 сек) осуществляется от аккумуляторной батареи. За это время блок управления успевает увеличить обороты двигателя и подключает генератор к нагрузке уже совсем при других – частота вращения ротора генератора больше. Такое управление генератором снижает вероятность выхода его из строя.

Система управления холостым ходом двигателя

3.7 Управление током генератора

При работе двигателя, электронный блок управления двигателем осуществляет управление проводимостью между выводом "G" и "массой". (В этом случае, осуществляется управление проводимостью вывода G (OFF duty) по сигналу с вывода FR силового транзистора регулятора напряжения(ON duty)).

Например, включение фар головного света вызывает резкое потребление электроэнергии, но блок управления двигателем, получив сигнал о включении света фар, оценивает коэффициент загрузки обмотки возбуждения генератора и параметры текущего состояния двигателя. Вычисляется необходимая топливная добавка, которая предотвращает снижение оборотов двигателя, работающего на режиме холостого хода. Кроме этого, за счет повышения оборотов двигателя повышается частота вращения ротора генератора – тем самым устраняется резкое повышение выходного тока генератора, что защищает обмотку возбуждения генератора от перегрева. (В переходный период, когда генератор еще не производит достаточно энергии, аккумуляторная батарея отдает часть энергии на фары головного света).

В течение около 0,5 с после того, как включается датчик-выключатель давления рабочей жидкости в рулевом управлении, и также около 0,5 с после перемещения селектора АКПП из положения "N" в положение "D", электронный блок управления двигателем управляет напряжением на выводе "G" (коэффициент заполнения OFF duty 30%), для подавления резкого повышения мощности отдаваемого генератором.

Управление выходным током генератора не производится в следующих случаях:

- При высоких оборотах двигателя;
- При температуре охлаждающей жидкости ниже 50°C;
- При включенном кондиционере;
- Более 0,5 с после включения датчика-выключателя давления рабочей жидкости рулевого управления;
- Более 0,5 с после перемещения селектора АКПП из положения "N" в положение "D";
- Первые 3 с после запуска двигателя.

Если высокий выходной сигнал на выводе "FR" длится более 20 с во время работы двигателя, электронный блок управления двигателем принимает его и считает, что разорвана цепь вывода "FR" генератора и «запоминает» код неисправности (No. 64 или P1500) и удерживает вывод "G" генератора всегда в выключенном состоянии. Генератор продолжает работу как обычный, без дополнительных выводов.

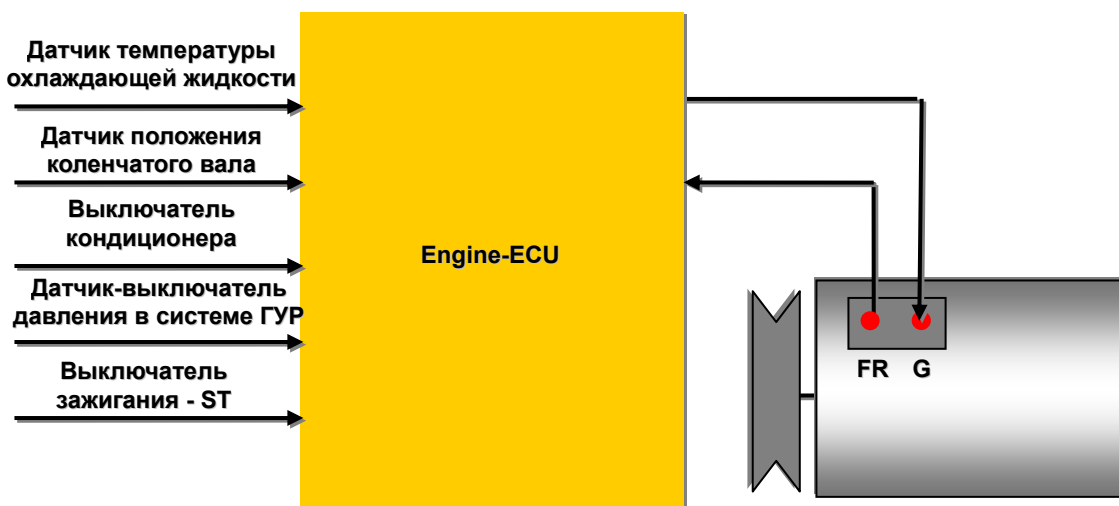


Рис. 4.34

Система управления холостым ходом двигателя

3.8 Датчик давления рабочей жидкости в рулевом управлении

Для определения нагрузки на рулевом управлении используется датчик давления рабочей жидкости. Существуют два типа датчиков: датчики-выключатели и датчики давления.

а) Датчик-выключатель

Датчик-выключатель представляет собой контактный выключатель. При повышении давления масла гидроусилителя в случае поворота рулевого колеса на вход блока управления двигателем поступает сигнал ВКЛ (контакты замкнуты). В соответствии с полученным сигналом блок управления двигателем предотвращает снижение оборотов двигателя в результате увеличения нагрузки.

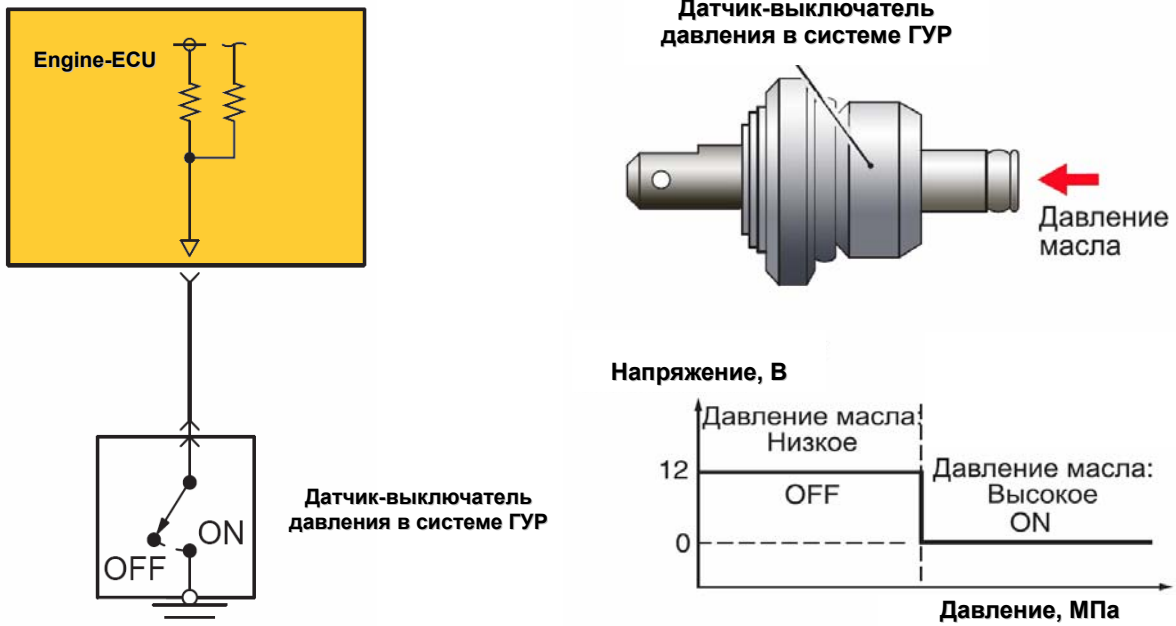


Рис. 4.35

б) Датчик давления

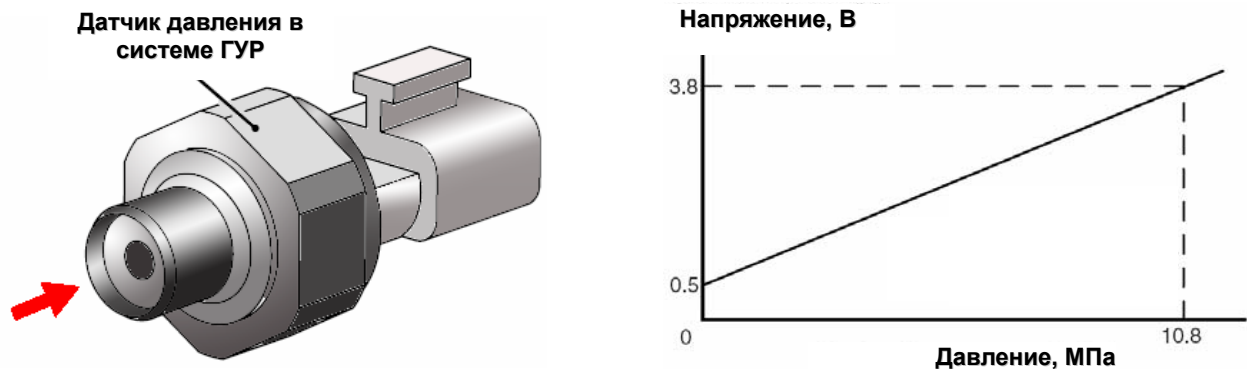


Рис. 4.36

Датчик давления имеет линейную характеристику и выдаёт сигнал пропорциональный величине давления в гидроусилителе. Блок управления двигателем управляет оборотами холостого хода в соответствии с изменениями давления и изменением нагрузки.

Система управления холостым ходом двигателя

3.9 Датчик положения селектора передач АКПП

(также выполняет роль блокировки режима старта)

Датчик определяет каждое положение переключателя селектора АКПП.

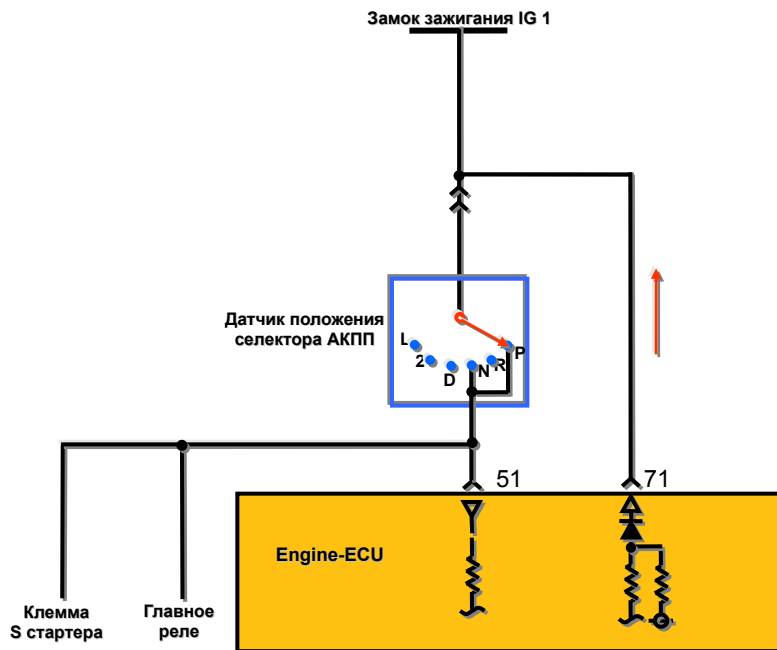


Рис. 4.37

4. Проверка полученных знаний

1) Отметьте неверное утверждение.

- (a) Воздушный клапан увеличенных оборотов холостого хода при прогреве двигателя применяется в системе управления холостым ходом с ограничителем воздушного потока.
- (b) Сервопривод регулятора оборотов холостого хода изменяет положение клапана и, тем самым, изменяет расход воздуха двигателем.
- (c) В системе с ограничителем воздушного потока применяется биметаллический элемент.

2) Отметьте неверное утверждение.

- (a) При работе двигателя в режиме холостого хода воздух поступает в двигатель через: дроссельную заслонку, винт для регулирования оборотов холостого хода (SAS), сервоклапан регулятора оборотов холостого хода, воздушный клапан увеличенных оборотов холостого хода (или ограничитель воздушного потока).
- (b) Винт регулирования оборотов холостого хода (SAS) применяется для регулирования базовой частоты вращения коленчатого вала двигателя в режиме холостого хода.
- (c) Винт заводской регулировки оборотов холостого хода (FIXED SAS - винт-упор дроссельной заслонки) является механизмом для регулирования зазора между дроссельной заслонкой и корпусом дроссельной заслонки. Регулирование этого зазора является периодическим действием при техническом обслуживании.

3) Отметьте неверное утверждение.

- (a) Управление холостым ходом двигателя заключается в подстройке действительных оборотов холостого хода к заданному значению из базы данных.
- (b) Система управления холостым ходом двигателя имеет электрическое управление ограничителем воздушного потока.
- (c) Система управления холостым ходом использует программный метод и метод регулирования с обратной связью.

4) Отметьте неверное утверждение.

- (a) При включении кондиционера, срабатывает система программного управления.
- (b) При перемещении селектора АКПП из положения "N" в положение "D", срабатывает система программного управления.
- (c) При выключении датчика-выключателя полностью закрытой дроссельной заслонки, срабатывает система регулирования с обратной связью.

Глава 5

Система снижения токсичности

1. Отработавшие газы

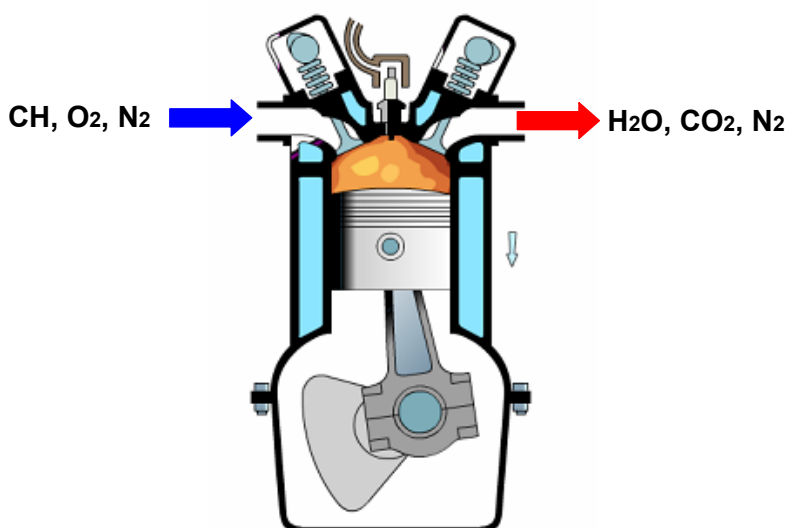


Рис. 5.1

Автомобильные двигатели производят полезную работу за счет сжигания топлива в основном состоящего из углеводородов CH . Топливо (CH) смешиваясь с воздухом, состоящим на 21% из кислорода O_2 и на 78% из азота N_2 , в определенном соотношении попадает в камеру сгорания. Если соотношение воздуха и топлива соответствует стехиометрическому отношению (14,7:1), то топливо сгорает полностью. В случае его “идеального” сгорания отработавшие газы состоят из воды H_2O , углекислого газа CO_2 и азота N_2 , который не участвует в процессе горения.

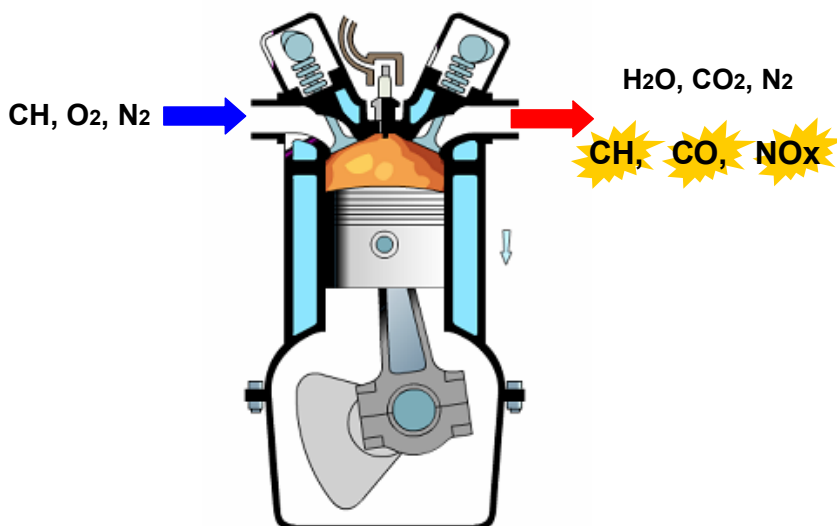


Рис. 5.2

К сожалению реальные процессы сгорания, по ряду причин отличаются от “идеального” сгорания, поэтому в отработавших газах кроме воды H_2O , углекислого газа CO_2 и азота N_2 , ещё присутствуют углеводороды CH , окись углерода CO (угарный газ) и оксиды азота NO_x . Эти выбросы загрязняют окружающую среду, поэтому существуют строгие ограничения на выброс этих вредных веществ.

Система снижения токсичности

1.1 Состав отработавших газов

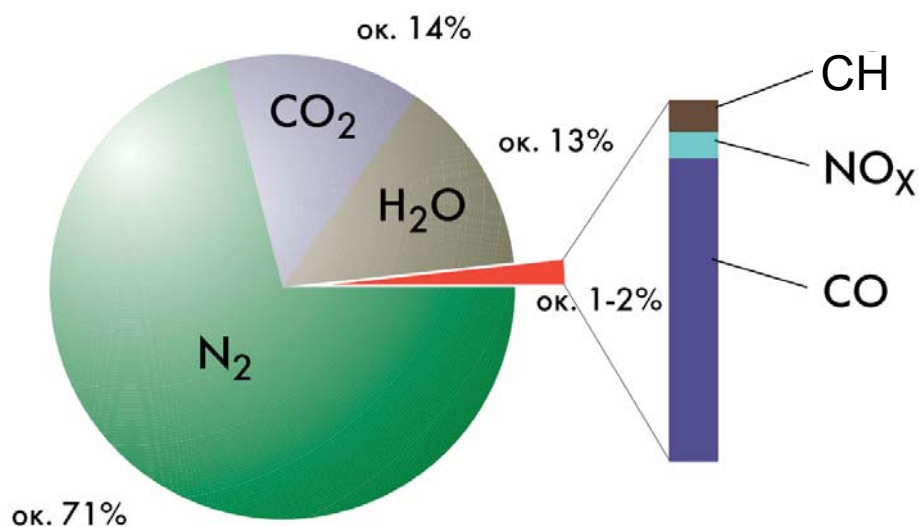


Рис. 5.3 Состав ОГ бензиновых двигателей

Вредные выбросы, образующие при сгорании топлива в бензиновом двигателе составляют лишь небольшую часть общей массы отработавших газов, около 1-2%.

1.2 Вредные компоненты в отработавших газах и их влияние на человеческий организм

Вредными компонентами считаются такие компоненты, содержащиеся в отработавших газах, которые оказывают непосредственное или косвенное воздействие на окружающую среду и человеческий организм. Каждый из них оказывает различное воздействие:

- **Оксид углерода CO (угарный газ):** возникает в результате неполного сгорания топлива. Этот газ не имеет ни цвета, ни запаха, взрывоопасен и очень ядовит. Он обладает способностью увеличивать скорость разрушения гемоглобина находящегося в крови примерно в 300 раз, тем самым, блокируя поступления кислорода, и способен вызвать смерть при относительно малой концентрации в воздухе (объёмная концентрация 0,3% может привести к смерти человека в течение 30 мин)
- **Оксиды азота NOx:** (NO, NO₂, N₂O и другие) образуются при сгорании в двигателе под воздействием высокой температуры и давления при наличии избытка кислорода. Некоторые из них токсичны и вызывают расстройство центральной нервной системы и дыхательной системы в зависимости от уровня концентрации этого компонента и продолжительности его вдыхания.
- **Углеводороды CH:** появляются в результате неполного сгорания топлива и могут появляться в различных формах (например, C₆H₆, C₈H₁₈ и др.) и их действие на организм человека различно. Некоторые из них вызывают раздражение органов чувств, а другие развитие злокачественных опухолей.
- **Углеводороды CH и оксиды азота NOx:** распределение этой смеси в атмосфере воздуха приводит к образованию фотохимического смога при сильном солнечном свете. Фотохимический смог состоит из озона, альдегидов и нитратов, вызывающий раздражение кожи, слизистых оболочек и глаз.

1.3 Механизм образования вредных компонентов

1.3.1 Образование CO

Оксид углерода CO образуется в результате **неполного сгорания топлива (бензина)**. Если топливовоздушная смесь имеет недостаточное количество воздуха для полного сгорания топлива (смесь богатая), то концентрация, образующего CO увеличивается. В некоторых случаях допускается работа двигателя при соотношении воздух-топливо большем, чем стехиометрическое соотношение и это считается его нормальным режимом работы (например, режим запуска и прогрева после пуска, режимы ускорения и полной нагрузки).

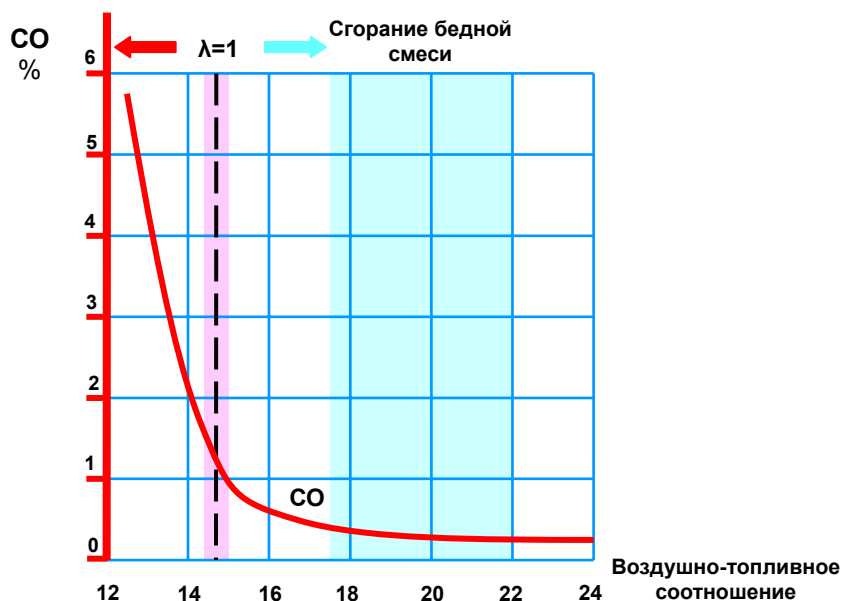


Рис. 5.4

Образование CO практически полностью зависит только от отношения массы воздуха к массе топлива. Концентрация CO уменьшается при сгорании бедных и увеличивается при сгорании богатых топливовоздушных смесей.

1.3.2 Образование CH

Углеводороды в отработавших газах появляются в результате неполного сгорания топлива. Образование CH происходит на всех режимах работы двигателя и зависит от многих факторов (формы камеры сгорания, зазоров между поршнем и цилиндром, угла опережения зажигания, фаз газораспределения и др.), и поэтому их содержание в отработавших газах зависит не только от отношения массы воздуха к массе топлива, но и от конструкции двигателя.

Углеводороды, образующиеся в результате неполного сгорания:

В тех случаях, когда смесь (воздух, топливо, остаточные газы) с трудом сгорает в камере сгорания двигателя из-за её неоптимального состава (например, при значительной концентрации в смеси остаточных газов, во время торможения двигателем, при работе на бедных смесях), увеличивается количество несгоревшего топлива или появляются пропуски воспламенения. Это приводит к значительному выбросу углеводородов в атмосферу.

Углеводороды, образующиеся в процессе нормального сгорания:

При нормальном протекании процесса сгорания углеводороды образуются вследствие неполного сгорания смеси в пристеночной зоне и в «мёртвых» объёмах, образующихся в щели между днищем поршня и головкой блока цилиндров («щелевой эффект»), между боковой стенкой поршня до первого кольца и стенкой цилиндра, и в пристеночных зонах камеры сгорания.

Система снижения токсичности

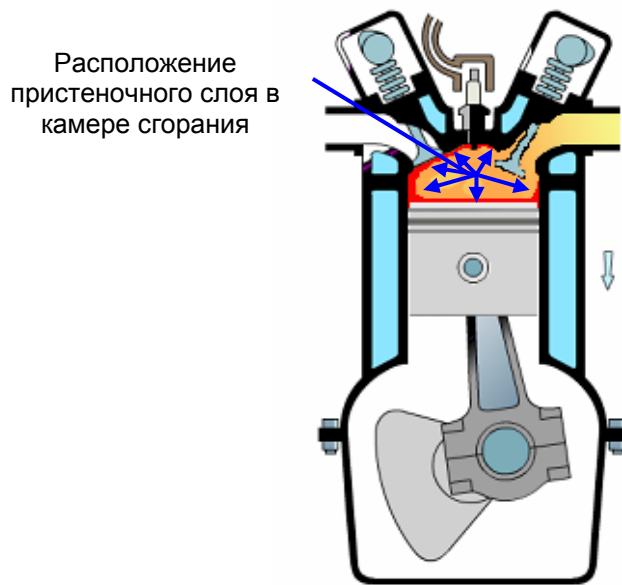


Рис. 5.5

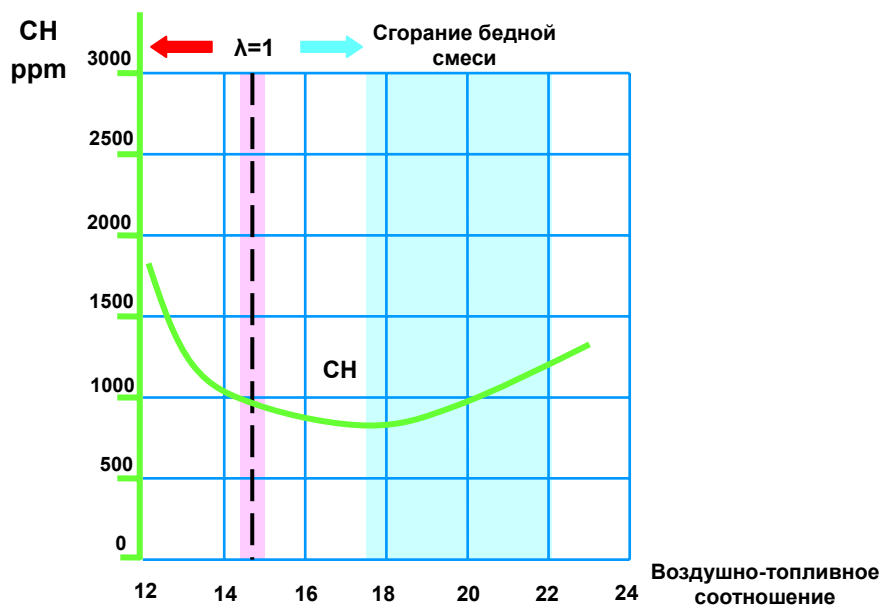


Рис. 5.6

Концентрация СН минимальная в точке, в которой отношение воздух-топливо примерно равно 18:1. Это происходит в связи с уменьшением количества топлива в пристеночных зонах при переобеднении смеси. Увеличение концентрации СН при дальнейшем обеднении связано с возникновением пропусков воспламенения.

Система снижения токсичности

1.3.3 Образование NO_x

Большая часть оксидов азота NO_x состоит из окислов азота NO , которые образуются в процессе сгорания в результате реакции взаимодействия между азотом N_2 и кислородом O_2 в условиях высокой температуры и давления при наличии избытка кислорода.

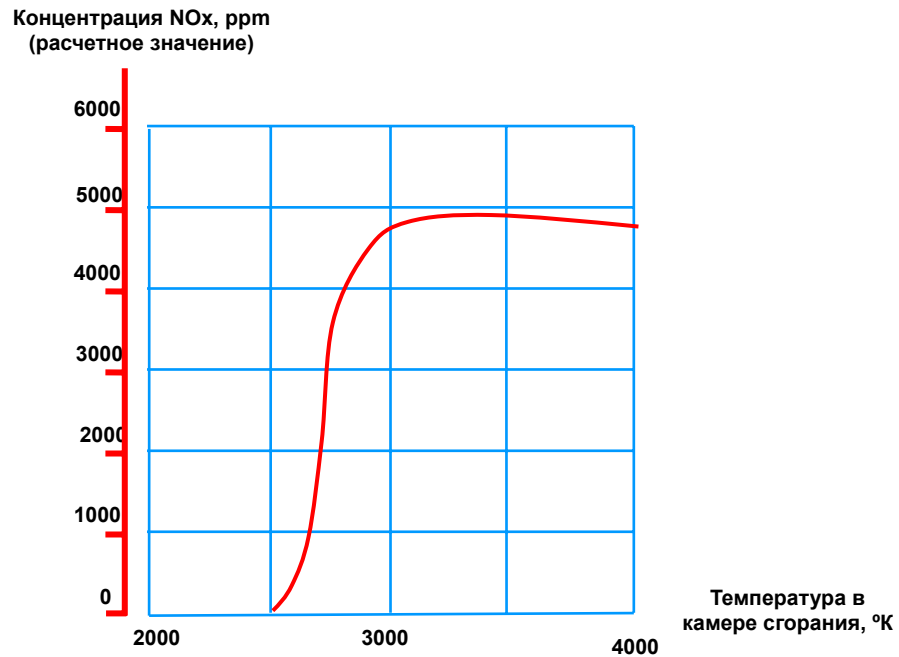


Рис. 5.7

В результате проведенных исследований, установлено, что основными факторами, влияющими на количество образующихся окислов азота NO является величина концентрации кислорода O_2 и величина максимальной температуры в камере сгорания. При увеличении температуры в камере сгорания количество образующихся оксидов азота NO_x резко увеличивается.

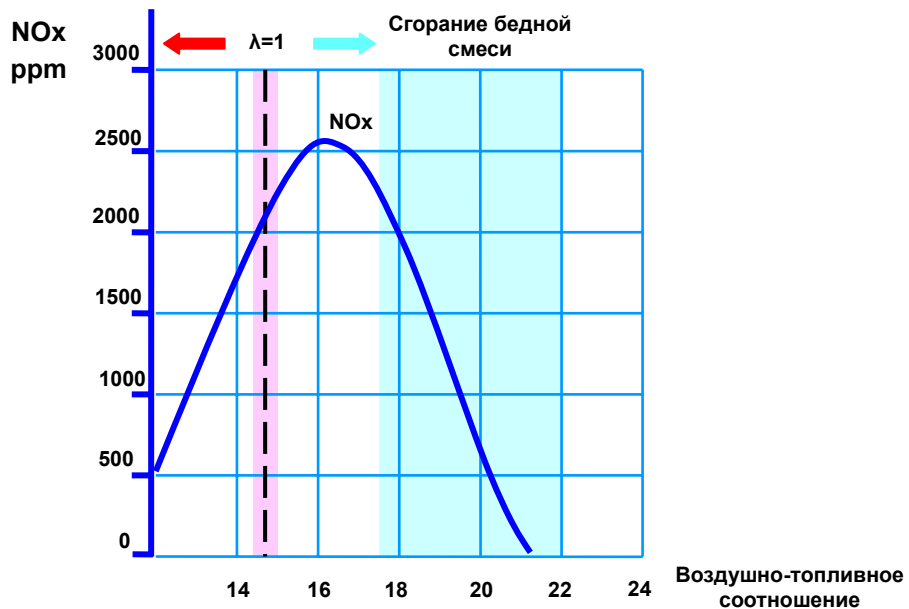


Рис. 5.8

При сгорании богатой топливной смеси количество образующихся оксидов азота снижается, что связано с уменьшением количества кислорода O_2 . В точке, когда отношение воздух-топливо примерно равно $16:1$ концентрация NO_x достигает максимального значения. Это связано с увеличением температуры в камере сгорания, которая максимальна именно при таком воздушно-топливном соотношении.

Система снижения токсичности

1.4 Другие компоненты отработавших газов

Кроме вредных компонентов в отработавших газах содержатся азот N_2 , кислород O_2 , углекислый газ CO_2 , вода H_2O и двуокись серы SO_2 . Концентрация кислорода O_2 и углекислого газа CO_2 в отработавших газах изменяется и служит хорошим "индикатором" процессов сгорания.

1.4.1 Образование CO_2

Углекислый газ CO_2 возникает в результате сгорания бензина содержащего углерод при его полном окислении (неполное окисление приводит к образованию CO). При "идеальном" сгорании топлива образуется углекислый газ CO_2 и вода H_2O .

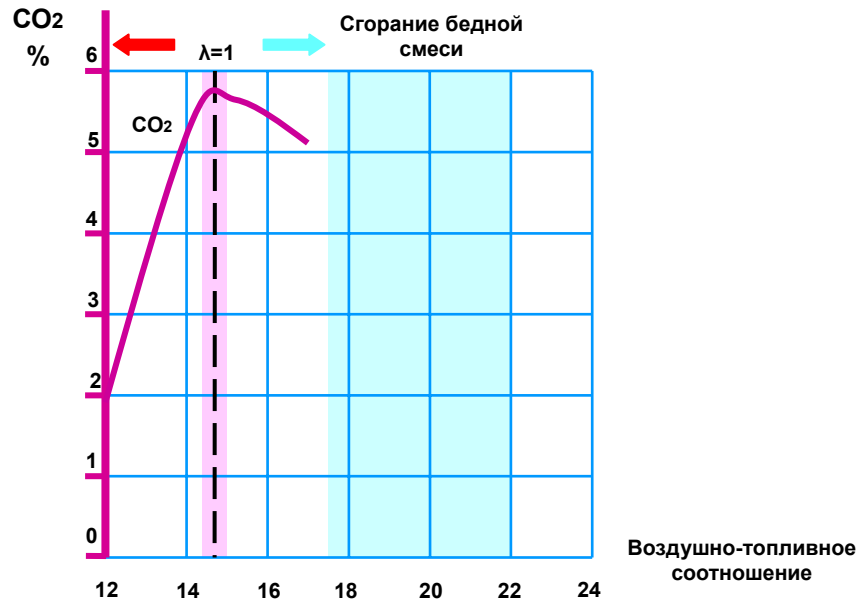


Рис. 5.9

Концентрация CO_2 достигает максимума при стехиометрическом соотношении и служит хорошим индикатором эффективного сгорания. Снижение концентрации CO_2 в отработавших газах происходит в случае отклонения воздушно-топливного соотношения от стехиометрического, наличия пропусков воспламенения или наличия механических проблем в двигателе приводящих к нарушению процессов сгорания.

1.4.2 Кислород O_2

Концентрация кислорода в отработавших газах служит хорошим индикатором работы двигателя на обедненных топливовоздушных смесях.

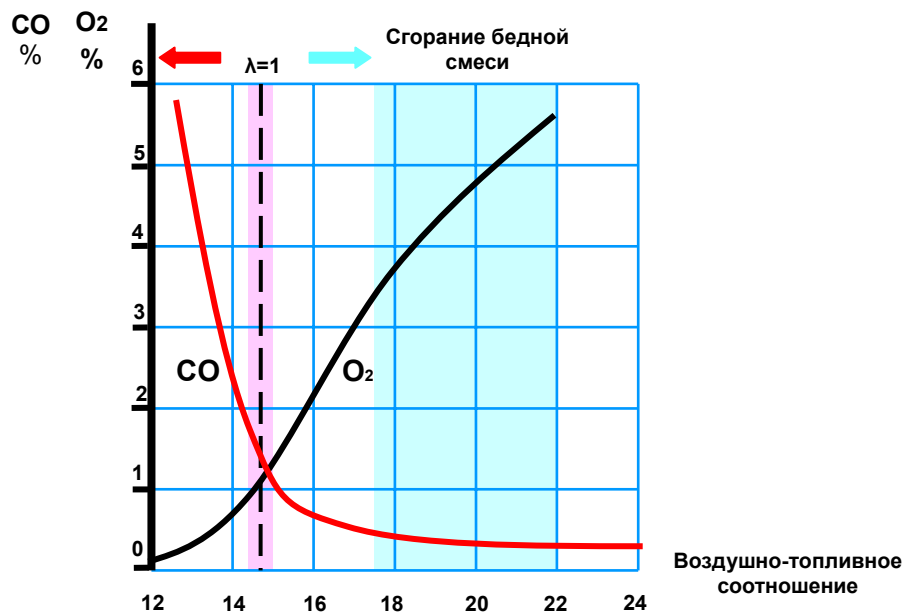


Рис. 5.10

Система снижения токсичности

Характер изменения количества кислорода O_2 в отработавших газах противоположен характеру изменения CO . Большая концентрация кислорода O_2 возникает при работе двигателя на обедненных, а большая концентрация CO при работе на обогащенных смесях.

1.4.3 Образование двуокиси серы SO_2

Двуокись серы SO_2 возникает в результате сгорания бензина содержащего небольшое количество серы. Это бесцветный негорючий газ и его концентрация в отработавших газах очень мала. В результате химических процессов происходящих в катализаторе он преобразуется в сероводород, имеющий характерный запах тухлых яиц.

1.5 Причины превышения концентрации вредных выбросов в отработавших газах

Увеличение концентрации CH , CO или NOx в отработавших газах происходит в следующих случаях:

- Увеличение CH происходит в случае появления пропусков зажигания (неисправности системы зажигания) или пропусков воспламенения (неисправности топливной системы, работа двигателя на слишком бедных или богатых топливовоздушных смесях).
- Увеличение CO происходит в случае работы двигателя на слишком богатых топливовоздушных смесях.
- Увеличение NOx происходит в случае увеличения температуры в камере сгорания.

1.5.1 Образование CH

Высокая концентрация углеводородов в отработавших газах обычно возникает в случае пропусков воспламенения в двигателе в следующих случаях:

1. Неисправности системы зажигания, приводящие к снижению вторичного напряжения:
 - распределитель зажигания (в системе зажигания с распределителем)
 - свечи зажигания
 - высоковольтные провода
 - катушки зажигания
2. Переобеднение топливовоздушной смеси:
 - подсос воздуха во впускной коллектор
3. Неисправности системы рециркуляции отработавших газов EGR:
 - исполнительный клапан системы перепускает слишком большое количество отработавших газов или полностью открыт
 - неисправность электромагнитного клапана системы EGR
 - засорение или повреждения воздушных шлангов системы EGR
4. Засорение топливных форсунок.
5. Неправильная работа системы обратной связи приводящая к смещению регулирования в сторону обеднения смеси
6. Ошибочный сигнал на входе блока управления двигателем:
 - неверное определение нагрузки
 - неверное определение температуры охлаждающей жидкости
 - неверное определение количества O_2
 - неверное определение положения дроссельной заслонки
7. Утечка выхлопных газов через выпускные клапана:
 - неправильно отрегулированный тепловой зазор выпускных клапанов (слишком маленький зазор)
 - прогорание клапана или седла
8. Нарушение работы системы зажигания:

Система снижения токсичности

- неверное значение базового угла опережения зажигания
 - неверный сигнал на входе блока управления двигателем
9. Большое количество картерных газов:
 - износ поршневых колец или цилиндров двигателя
 10. Низкая компрессия.
 11. Отложения нагара на впускных клапанах.

1.5.2 Образование CO

Высокая концентрация **CO** в отработавших газах наблюдается в случае работы двигателя на богатой топливовоздушной смеси. Это может происходить по следующим причинам:

1. Повышенное топливное давление.
2. Подтекание форсунок.
3. Разрыв диафрагмы регулятора давления топлива.
4. Неисправности системы улавливания паров топлива.
5. Попадание большого количества картерных газов во впускной коллектор.
6. Засорение клапана или отверстий системы принудительной вентиляции картера.
7. Неправильная работа системы обратной связи приводящая к смещению регулирования в сторону обогащения смеси.
8. Ошибочный сигнал на входе блока управления двигателем:
 - неверное определение нагрузки
 - неверное определение температуры охлаждающей жидкости
 - неверное определение количества O₂
 - неверное определение положения дроссельной заслонки

1.5.3 Образование NO_x

Высокая концентрация **NO_x** происходит в случае увеличения температуры в камере сгорания в следующих случаях:

1. Неисправности системы охлаждения:
 - недостаточное охлаждение радиатора воздушным потоком (засорение или некорректная работа системы управления вентилятором)
 - недостаточное количество охлаждающей жидкости
 - заедание термостата в закрытом или слегка приоткрытом положении
 - засорение радиатора или системы охлаждения
2. Переобеднение топливовоздушной смеси:
 - подсос воздуха во впускной коллектор (в случае использования AFS)
3. Неправильная работа системы обратной связи приводящая к смещению регулирования в сторону обеднения смеси.
4. Нарушение работы системы обратной связи по причине неисправности кислородного датчика
 - низкая частота переключения кислородного датчика
 - смещение напряжения (увеличение) средней точки переключения кислородного датчика
5. Нарушение или неэффективная работа системы рециркуляции отработавших газов EGR:
 - засорение каналов, приводящее к уменьшению количества перепускаемых газов.
 - неисправность исполнительного клапана системы EGR.

Система снижения токсичности

- неисправность электромагнитного клапана системы EGR.
 - отсутствие управляющего сигнала на электромагнитном клапане системы EGR.
 - засорение отверстий расположенных на дроссельной заслонке.
 - засорение или повреждения воздушных шлангов системы EGR
6. Нарушение работы системы зажигания:
- неверное значение базового угла опережения зажигания
 - неверный сигнал на входе блока управления двигателем
 - нарушение работы системы обратной связи использующей датчик детонации
7. Отложения нагара на впускных клапанах.

2. Принцип действия системы снижения токсичности

2.1 Система принудительной вентиляции картера

2.1.1 Схема системы

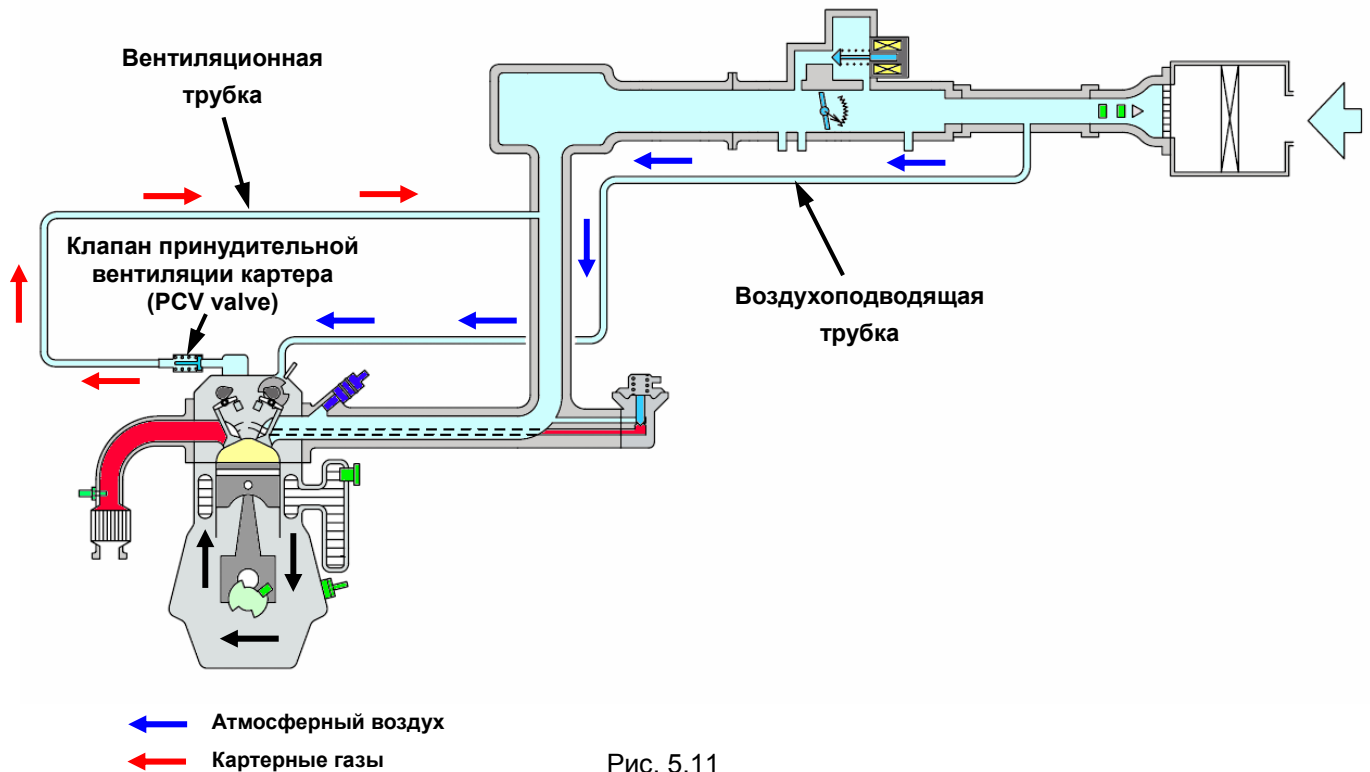


Рис. 5.11

Система принудительной вентиляции картера предотвращает попадание картерных газов в атмосферу и состоит из клапана принудительной вентиляции картера (PCV valve), воздухоподводящей и вентиляционной трубки.

Очищенный воздух из воздушного фильтра поступает через воздухоподводящую трубку в пространство под крышкой головки блока цилиндров и смешивается там с газами, прорвавшимися между поршнем и цилиндром. Картерные газы, перемешанные со свежим воздухом, под действием разрежения поступают во впускной коллектор через клапан принудительной вентиляции картера (клапан PCV). Перемещение плунжера клапана PCV осуществляется пропорционально величине разрежения во впускном коллекторе. С целью обеспечения устойчивой работы двигателя на малых нагрузках количество картерных газов попадающих во впускной коллектор уменьшается, а на больших нагрузках увеличивается для увеличения эффективности работы системы вентиляции.

Неисправности системы принудительной вентиляции картера могут приводить к изменению соотношения воздух-топливо. Например, в случае засорения клапана нормальная циркуляция картерных газов нарушается, и в результате этого воздушно-топливная смесь может переобогащаться. Кроме этого, в случае засорения клапана может появиться течь масла через уплотнения из-за увеличения давления картерных газов. При нарушении нормальной работы системы картерные газы могут попадать во впускную систему через воздухоподводящую трубку. Это может привести к попаданию масла во впускную систему и засорению воздухоподводящей трубки. Если обнаруживаются следы масла во впускной системе, то необходимо проверить работу системы вентиляции картерных газов.

Система снижения токсичности

2.1.2 Клапан PCV (принудительной вентиляции картера)

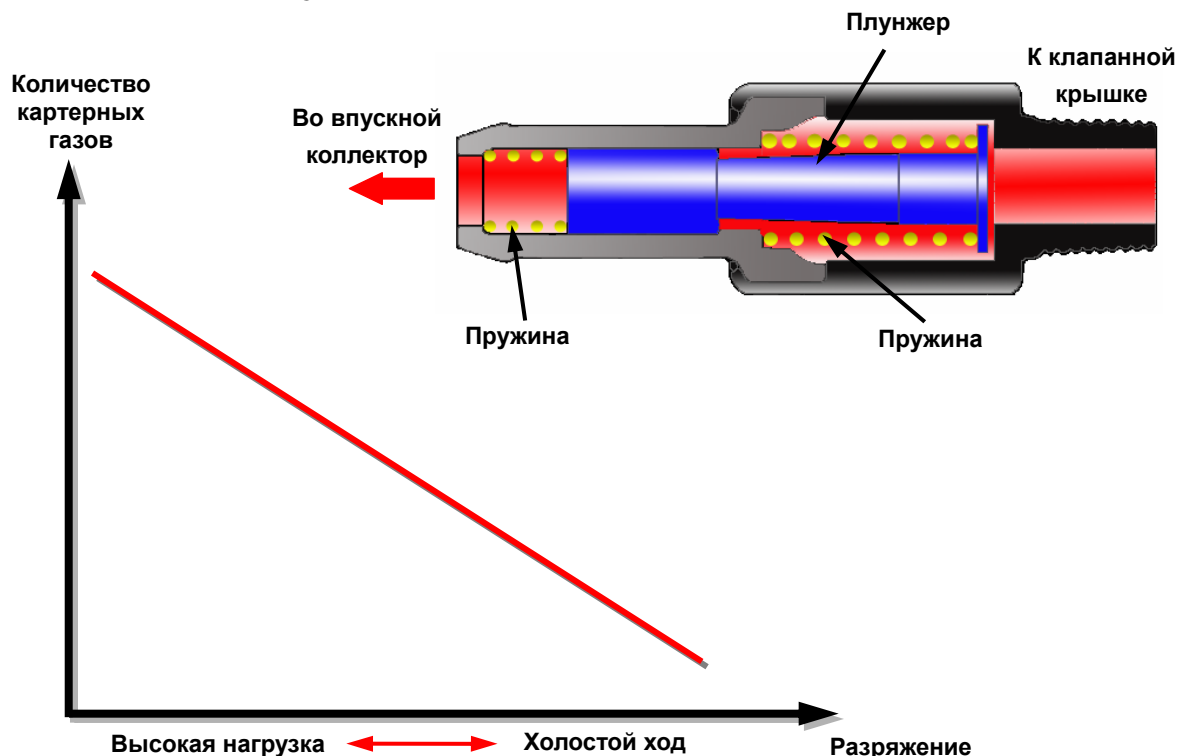


Рис. 5.12

Перемещение плунжера клапана PCV зависит от разрежения во впускном коллекторе. При низкой нагрузке на двигатель разрежение во впускном коллекторе высокое. Под его воздействием плунжер клапана, перемещаясь влево, сжимает пружины, и уменьшает проходное сечение. Количество картерных газов попадающих во впускной коллектор в этом случае минимальное. При равномерном движении автомобиля разрежение уменьшается, плунжер перемещается правее и количество перепускаемых картерных газов увеличивается. При резком ускорении или в режиме максимальной нагрузки разрежение во впускном коллекторе невысокое, а количество картерных газов максимальное. Плунжер клапана перемещается вправо и максимально увеличивает проходное сечение клапана, тем самым, обеспечивая максимально возможное количество перепускаемых картерных газов. При неработающем двигателе под воздействием пружин плунжер находится в крайнем правом положении и клапан полностью закрыт.

Нагрузка двигателя	Разрежение	Положение плунжера	Расход картерных газов
Малая	Высокое	Перемещается влево	Малый
Средняя	Среднее	Находится посередине	Средний
Большая	Низкое	Перемещается вправо	Большой

Система снижения токсичности

2.2 Система улавливания паров топлива

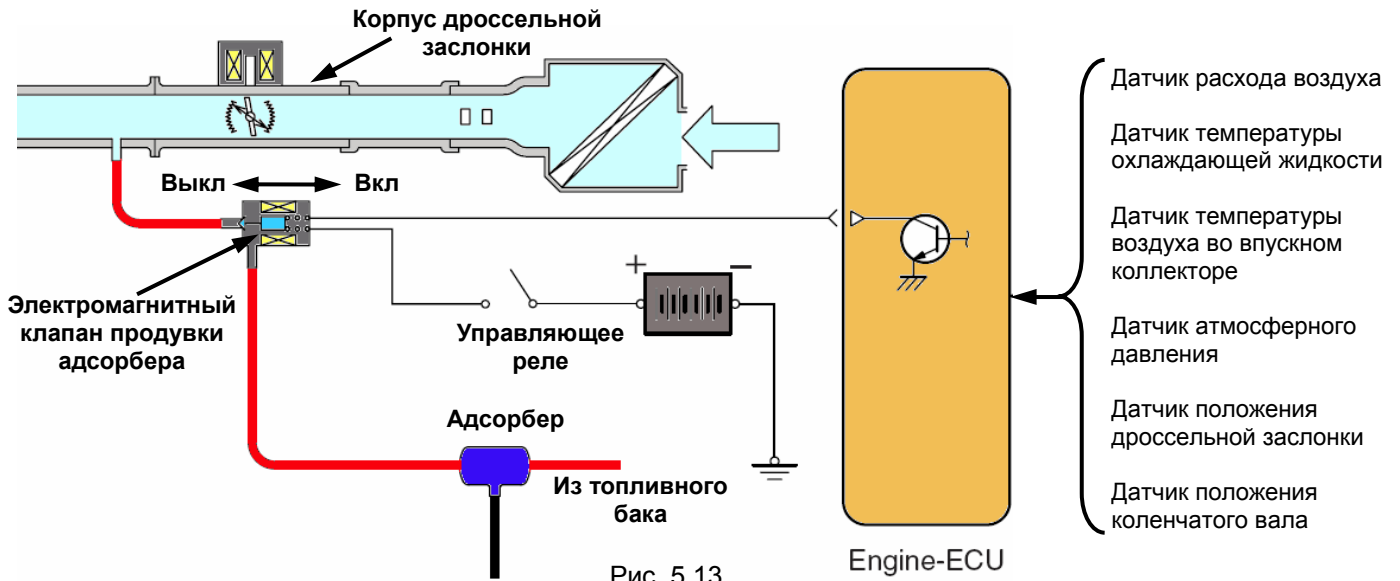


Рис. 5.13

Система улавливания паров топлива предотвращает выброс паров топлива, образующихся в топливном баке, в атмосферу. Пары топлива из бака проходят через двухходовой клапан, (он создает определенный уровень давления паров топлива в баке) и систему трубок/шлангов в адсорбер для их накопления. При работе двигателя, электромагнитный клапан продувки адсорбера включается по команде электронного блока управления двигателем, и пары топлива, накопленные в адсорбере, проходят через электромагнитный клапан продувки, продувочный канал и поступают во впускной коллектор, где затем сжигаются в камере сгорания двигателя.

При низкой температуре охлаждающей жидкости или при малом расходе воздуха (режим холостого хода), электронный блок управления двигателем выключает электромагнитный клапан продувки адсорбера. При этом прекращается поступление паров топлива во впускной коллектор. Это не только улучшает приемистость автомобиля при движении с холодным двигателем или с малой нагрузкой, но и стабилизирует уровень вредных выбросов.

2.2.1 Схема системы

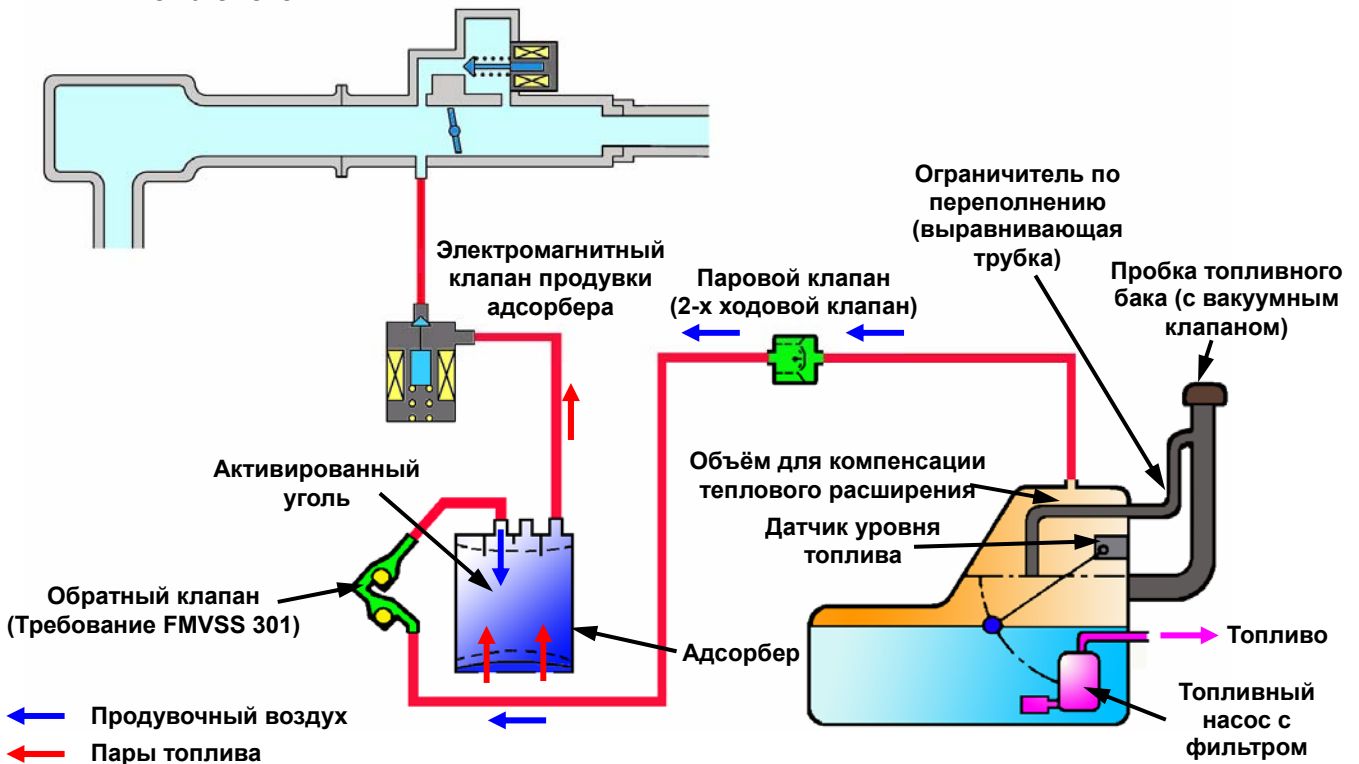


Рис. 5.14

Система снижения токсичности

2.2.2 Адсорбер

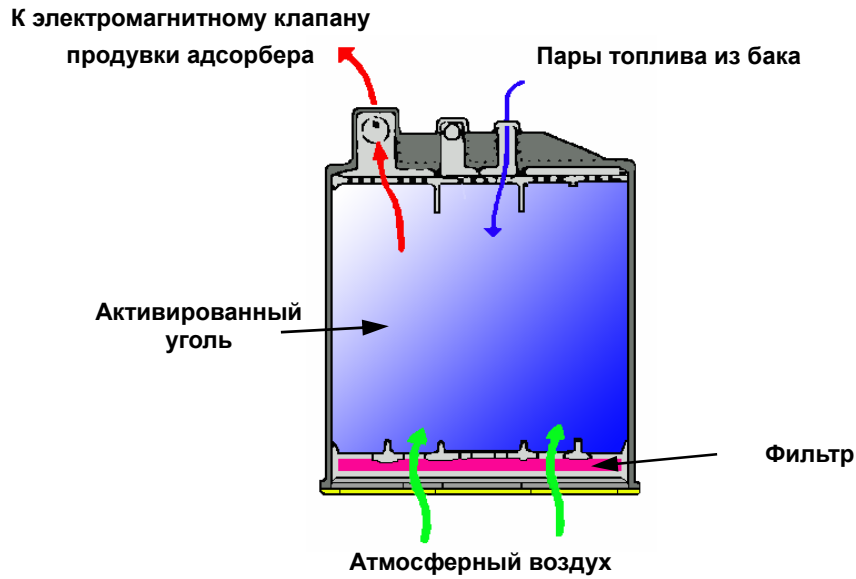


Рис. 5.15

При неработающем двигателе, пары топлива, образующиеся внутри топливного бака, переходят в адсорбер и накапливаются в нем.

При работающем двигателе, пары топлива, накопившиеся в адсорбере, через открытый электромагнитный клапан продувки адсорбера, попадают за счет имеющегося разрежения во впускной коллектор.

2.2.3 Электромагнитный клапан продувки адсорбера

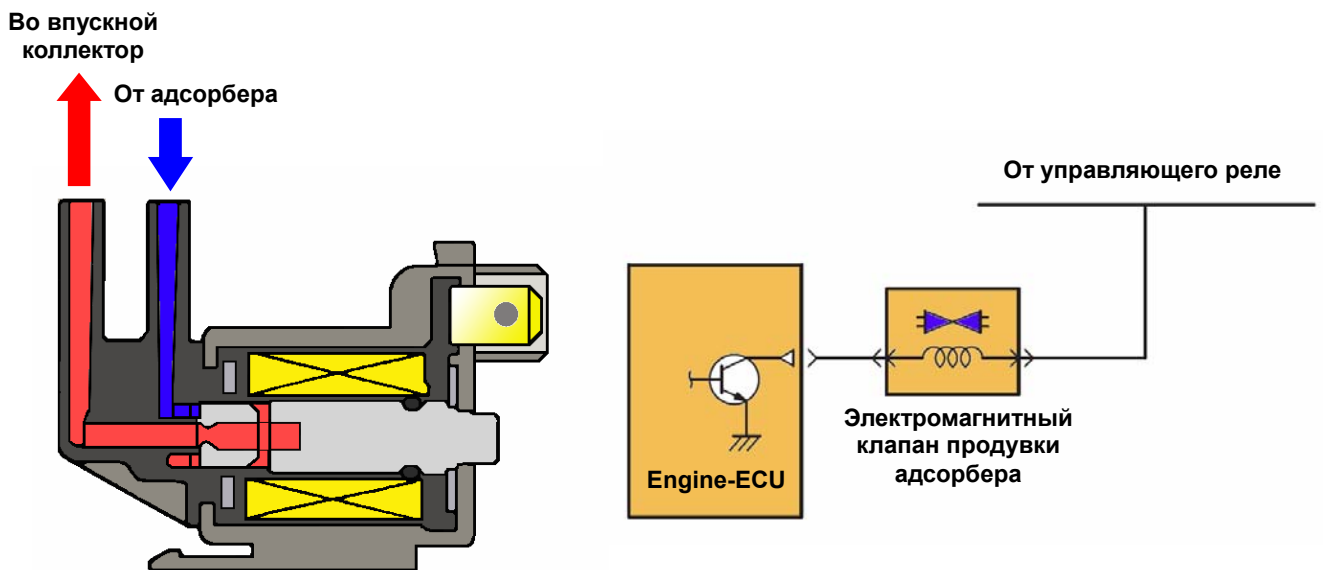


Рис. 5.16

Электромагнитный клапан продувки адсорбера представляет собой клапан типа - (ON)/(OFF). При подаче напряжения на обмотку электромагнитного клапана он открывается, и топливные пары из адсорбера отсасываются во впускной коллектор. При отсутствии напряжения он закрыт.

2.3 Система рециркуляции отработавших газов (EGR)

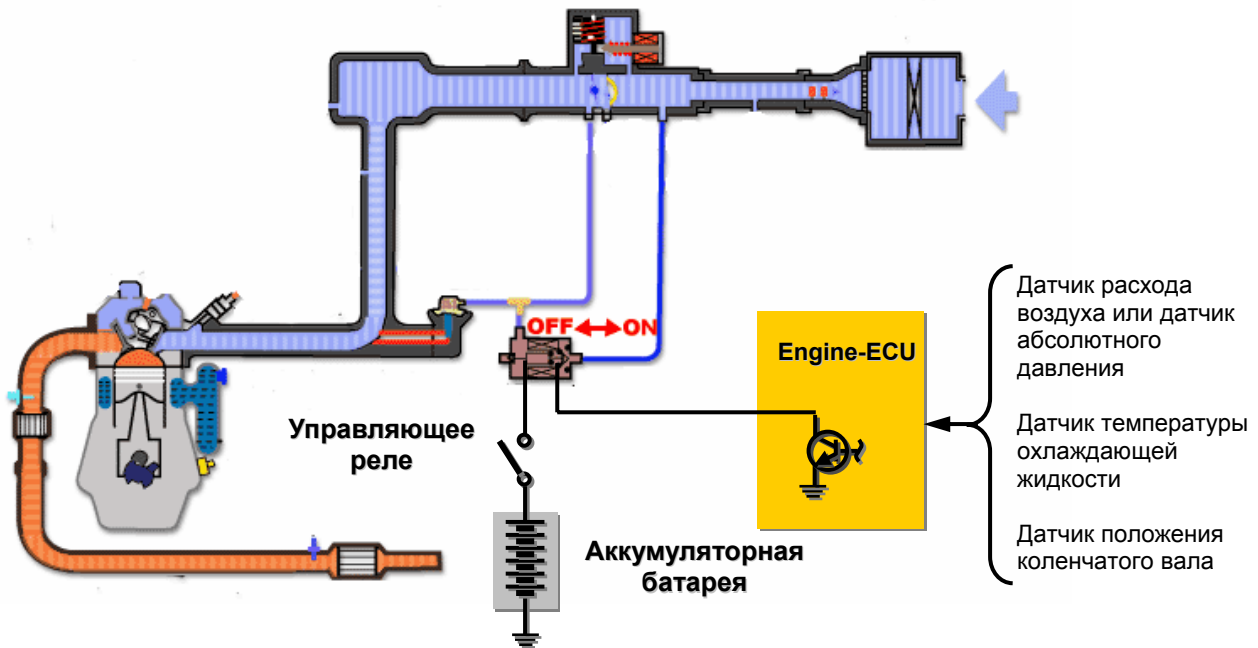


Рис. 5.17

Система рециркуляции отработавших газов (EGR) предназначена для снижения выбросов оксидов азота (NO_x). При повышении температуры сгорания воздушно-топливной смеси, в цилиндре двигателя образуется большое количество оксидов азота (NO_x). Система EGR возвращает часть отработавших газов во впускной коллектор. Поскольку отработавшие газы инертны, то количество кислорода в камере сгорания уменьшается, что приводит к снижению температуры цикла в цилиндре двигателя и снижению концентрации оксидов азота (NO_x).

При движении автомобиля в режиме средних нагрузок необходим большой поток перепускаемых газов, а при движении с невысокими нагрузками на двигатель или с малой скоростью поток газов необходимо уменьшать. Система EGR может существенно ухудшить работу двигателя или его характеристики на некоторых режимах работы двигателя и поэтому ее отключают в следующих случаях:

- низкая температура охлаждающей жидкости;
- двигатель работает в режиме холостого хода;
- полностью открытая дроссельная заслонка.

Если количество перепускаемых газов слишком большое, то крутящий момент и мощность двигателя могут существенно снизиться, а если слишком маленькое, то возможно возникновение детонации и увеличение выбросов NO_x .

Система EGR состоит из исполнительного клапана, электромагнитного клапана и соединительных шлангов.

Существуют два различных способа управления системой EGR.

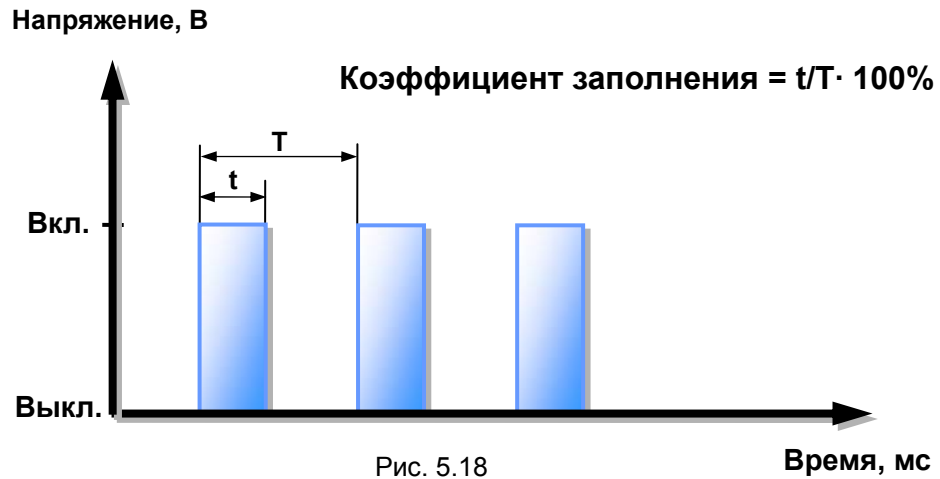
2.3.1 Управление ON / OFF

При низкой температуре охлаждающей жидкости, полностью открытой дроссельной заслонке или на режиме холостого хода блок управления двигателем выключает электромагнитный клапан EGR и исполнительный клапан закрывается. В этом случае рециркуляция отработавших газов не осуществляется. При движении автомобиля во всех других случаях, электромагнитный и исполнительный клапаны открыты и в вакуумную камеру исполнительного клапана EGR подается разрежение, которое создается потоком воздуха, проходящего по обрезу дроссельной заслонки. Шток исполнительного клапана поднимается, и отработавшие газы проходят во впускной коллектор.

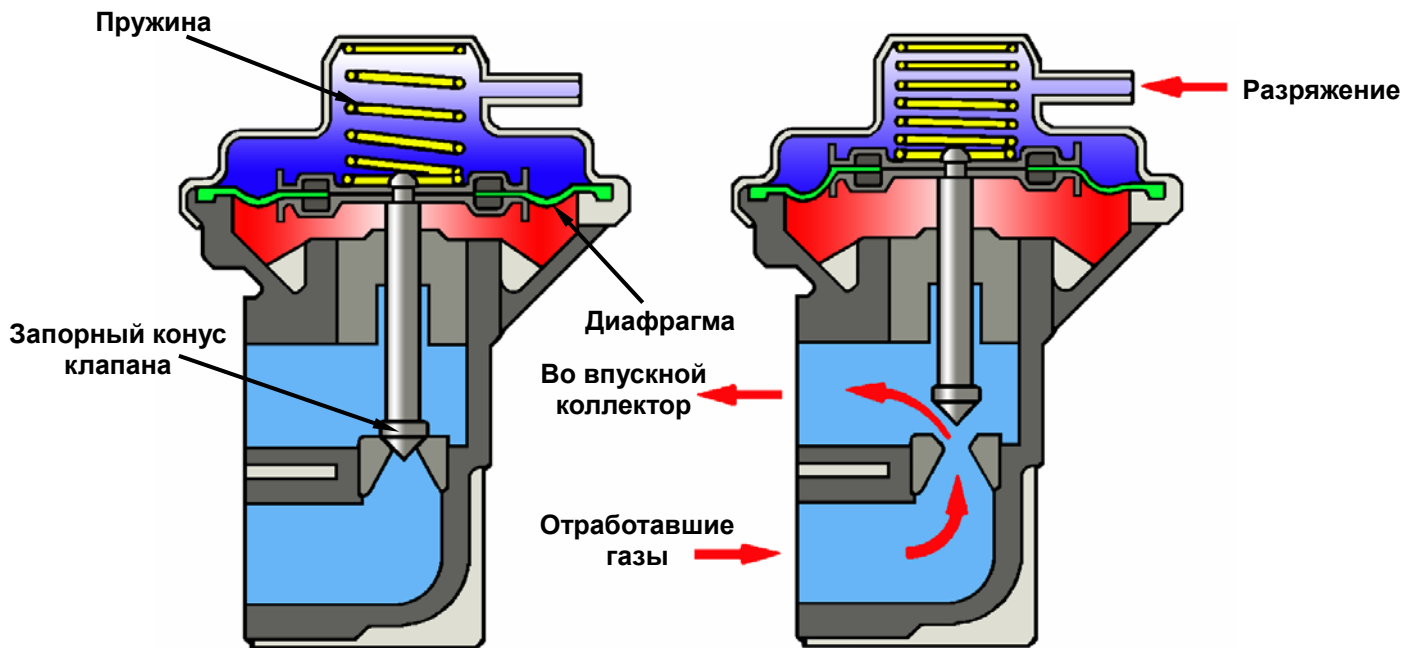
Система снижения токсичности

2.3.2 Импульсное управление (duty control - широтно-импульсная модуляция)

В системе рециркуляции отработавших газов (EGR) с электронным управлением, количество перепускаемых отработавших газов регулируется с помощью широтно-импульсной модуляции управляющего сигнала (duty control), подаваемого на электромагнитный клапан системы рециркуляции отработавших газов (EGR). Чем больше коэффициент заполнения импульса, тем больше количество перепускаемых отработавших газов.



2.3.3 Исполнительный клапан системы рециркуляции отработавших газов (EGR)



Клапан системы рециркуляции отработавших газов (EGR), использует диафрагменный механизм для управления потоком отработавших газов. Запорный конус клапана перемещается в соответствии с величиной разрежения, подаваемого в полость над диафрагмой.

Когда усилие от действия разрежения превысит усилие пружины, клапан открывается, как показано на рисунке выше, и отработавшие газы поступают во впускной коллектор.

Система снижения токсичности

2.3.4 Электромагнитный клапан управления системой рециркуляции отработавших газов (EGR)

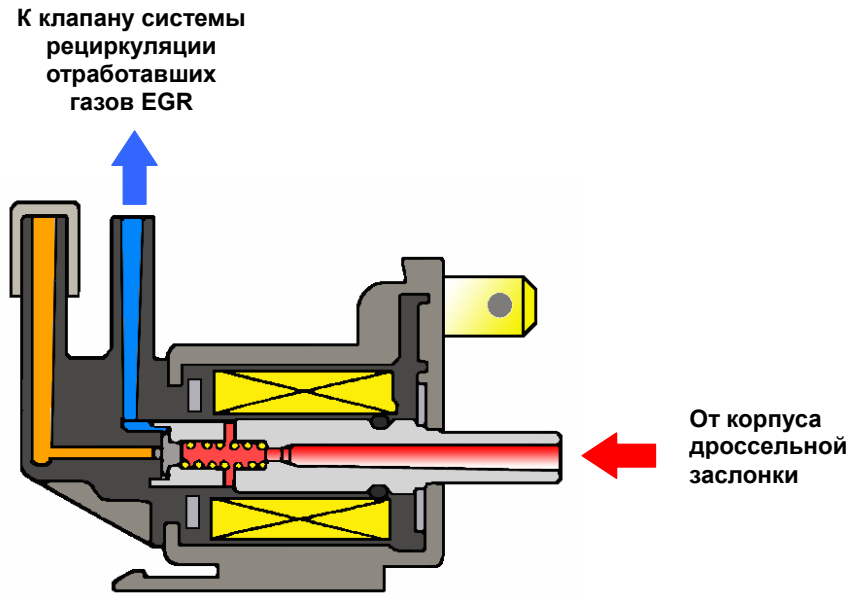


Рис. 5.20

Электромагнитный клапан системы EGR управляет величиной разрежения подаваемого к исполнительному клапану по сигналу от блока управления двигателем.

Используются клапаны двух типов:

- "включен"– "выключен" (ON/OFF).
- с ШИМ - широтно-импульсной модуляцией (duty control).

2.4. Каталитический нейтрализатор

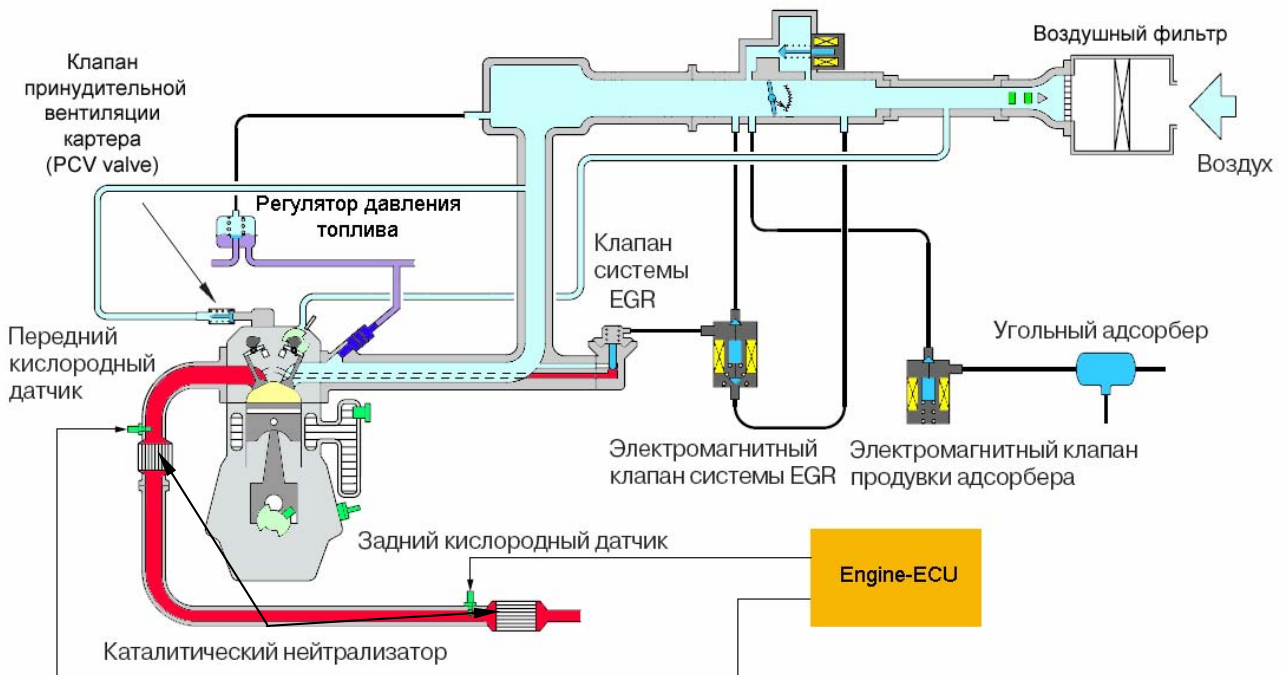


Рис. 5.21

Система снижения токсичности

Система снижения токсичности содержит в своем составе трёхкомпонентный каталитический нейтрализатор, для эффективной работы которого необходимо поддерживать состав топливовоздушной смеси с высокой точностью.

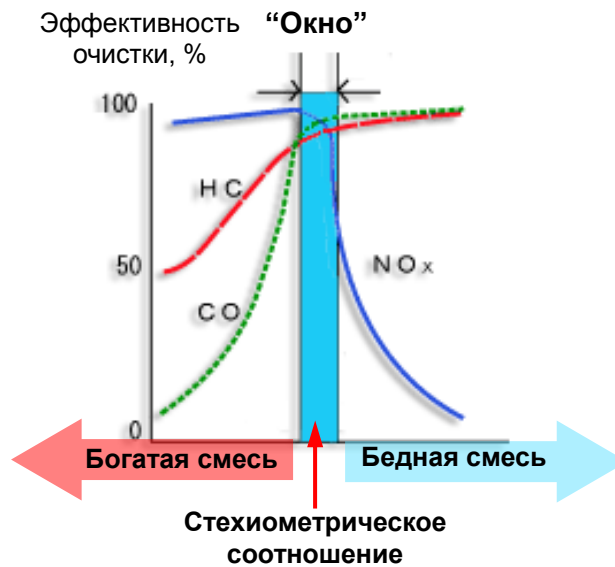


Рис. 5.22

Из графика изображенного выше видно, что максимальная степень очистки отработавших газов от углеводородов (HC), оксидов углерода (CO) и оксидов азота (NO_x) с помощью каталитического нейтрализатора достигается при **стехиометрическом составе смеси**. Для поддержания стехиометрического соотношения с необходимой высокой точностью (отклонения не более $\pm 1\%$) используется система автоматического регулирования с обратной связью по сигналу кислородного датчика.

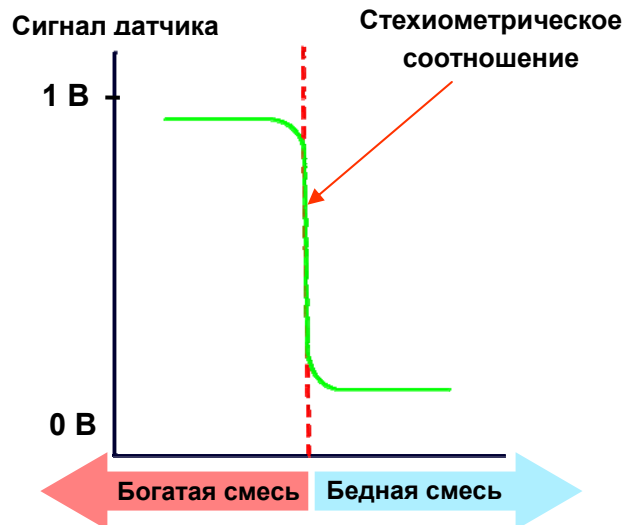


Рис. 5.23

Кислородный датчик на основе оксида циркония генерирует ЭДС, зависящую от количества кислорода в отработавших газах. Эта зависимость показана на рис. 5.23 и как видно из рисунка электродвижущая сила резко возрастает при обогащении состава смеси и резко снижается при ее обеднении, реагируя даже на очень слабые колебания.

Следует подчеркнуть, что блок управления двигателем поддерживает состав смеси в очень узком диапазоне наиболее близком к стехиометрическому составу путем подстройки количества впрыскиваемого топлива в соответствии с сигналом кислородного датчика.

При работе прогретого двигателя на режимах низких и средних нагрузок, блок управления двигателем осуществляет управление с обратной связью по сигналу кислородного датчика (см. раздел "Работа с обратной связью" на стр. 2.16).

Система снижения токсичности

Двигатели с непосредственным впрыскиванием бензина в цилиндры (GDI) для достижения лучшей топливной экономичности и снижения содержания CO в отработавших газах, при небольших или умеренных нагрузках работают на обеднённых смесях.

2.4.1 Трехкомпонентный каталитический нейтрализатор

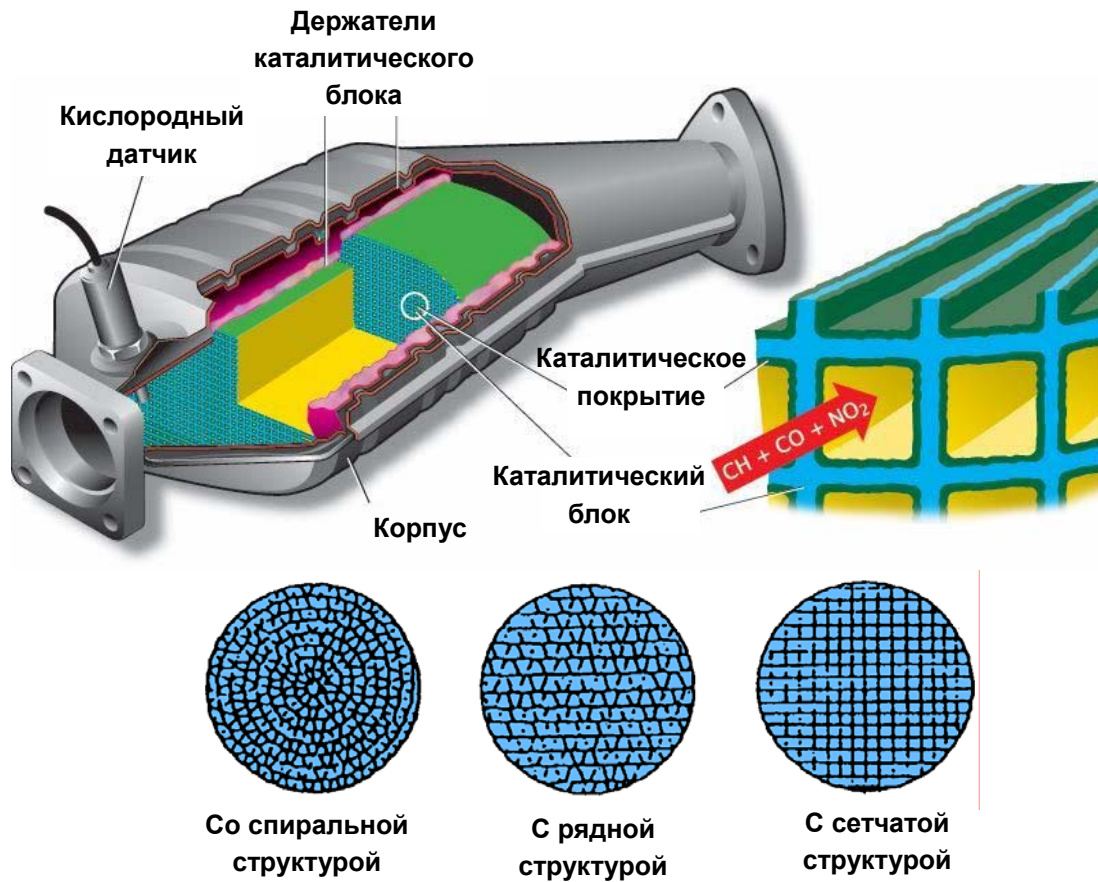


Рис. 5.24

Для преобразования токсичных компонентов (CO , CH и NO_x), содержащихся в отработавших газах, в безвредные вещества применяются комбинированные каталитические покрытия нейтрализатора (платино-родиевые или платино-родиево-палладиевые). Существует два типа трехкомпонентных каталитических нейтрализаторов: шарикового (гранулированного) типа и монолитного (блочного) типа. Шариковый нейтрализатор состоит из шариков диаметром 2-4 мм, которые покрыты каталитическими материалами. Монолитный тип представляет собой сотовую структуру, поверхность которой покрыта каталитическими материалами. Практически все современные трехкомпонентные каталитические нейтрализаторы имеют монолитную структуру.

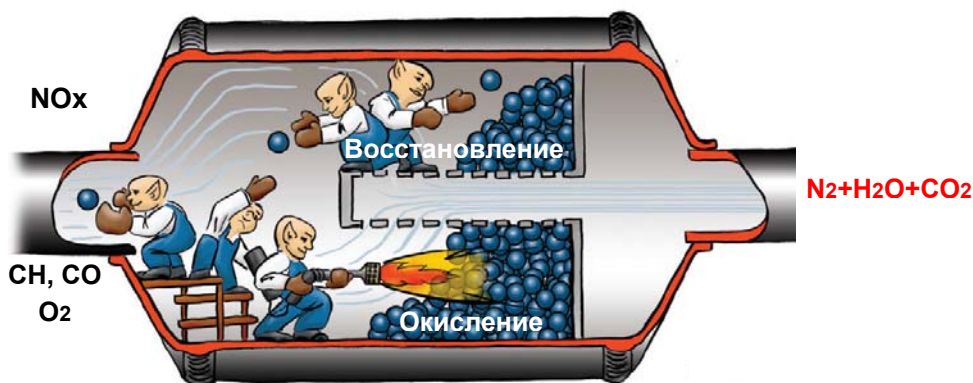


Рис. 5.25

Система снижения токсичности

В трехкомпонентном нейтрализаторе происходит одновременно две различные химические реакции: окисления и восстановления. Реакция восстановления приводит к образованию азота N_2 , а освободившийся при этом кислород O_2 используется для реакции окисления окиси углерода CO и углеводородов CH , приводящей к образованию углекислого газа CO_2 и воды H_2O .

2.5. Винт регулировки состава смеси (переменное сопротивление)

<Автомобили без каталитического нейтрализатора>

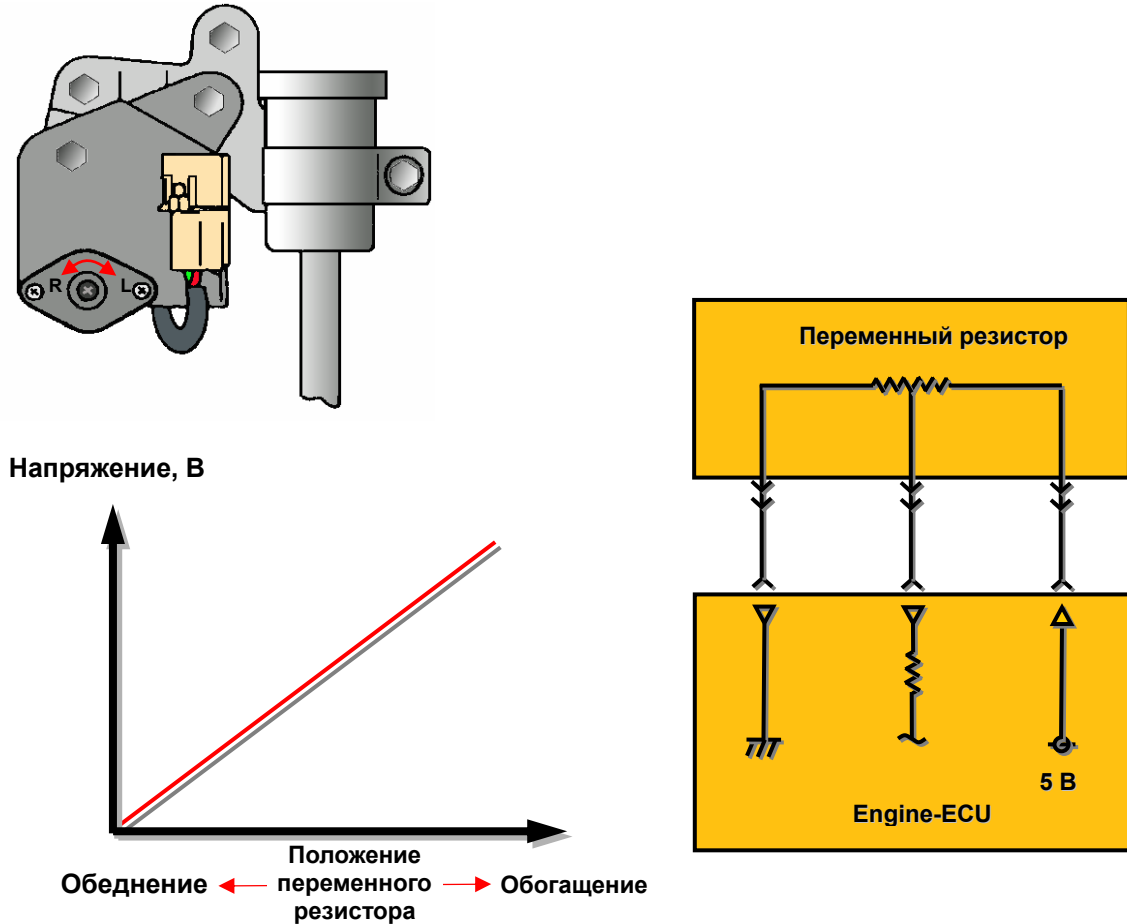


Рис. 5.26

Винт регулировки состава смеси измеряет сопротивление переменного резистора. Он используется для регулирования концентрации окиси углерода (CO) в отработавших газах при работе двигателя на режиме холостого хода. Электронный блок управления запрограммирован таким образом, чтобы иметь возможность изменять количество впрыскиваемого топлива в соответствии с положением переменного сопротивления.

3 Система бортовой диагностики (OBD)

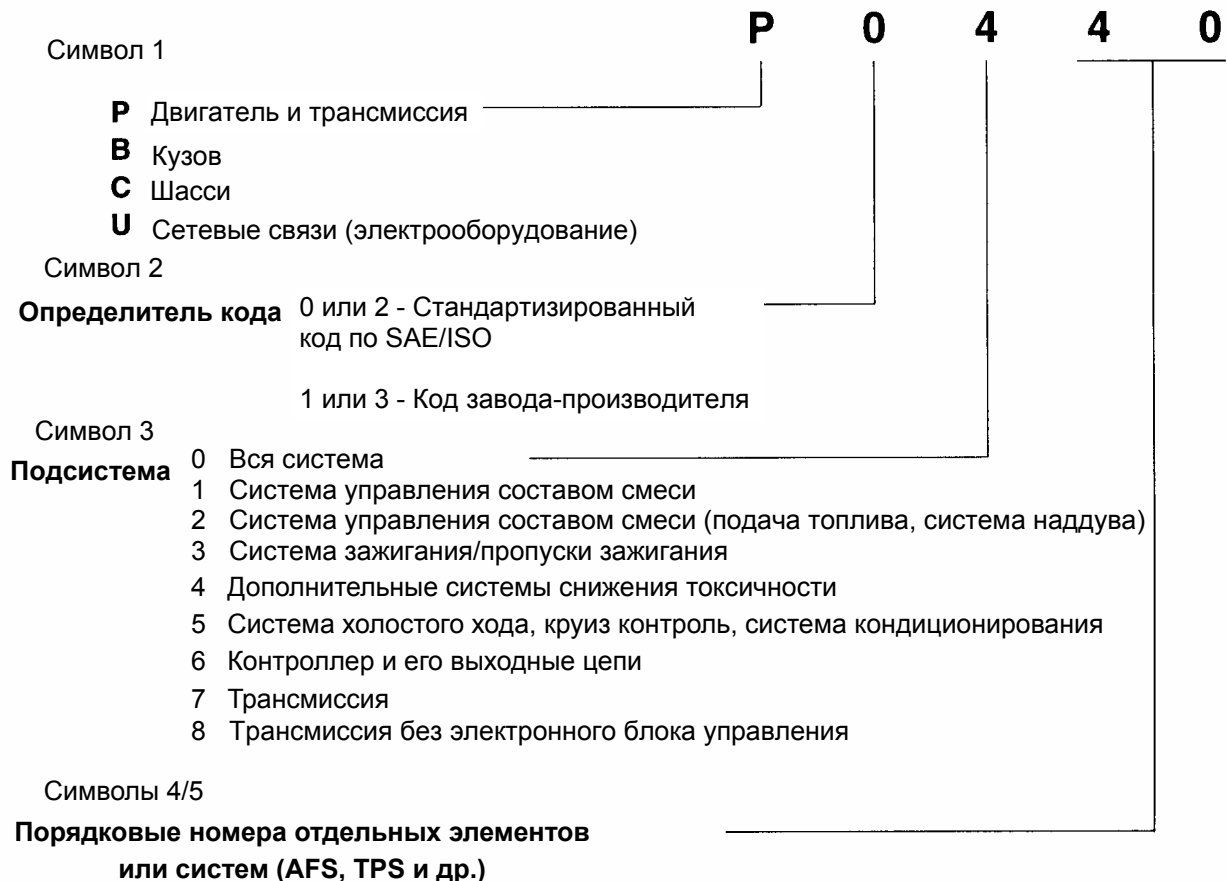
Бортовые системы самодиагностики OBD помимо определения неисправностей ориентированы на экологичность автомобиля и дополнительно отслеживают уровень токсичности отработавших газов. Кроме определения неисправности, ведущей к превышению порога токсичности отработавших газов (при этом включается сигнальная лампа неисправности), диагностическая система, соответствующая требованиям OBD должна дополнительно:

- запоминать неисправности
- запоминать определенные параметры в момент появления неисправности (FREEZE FRAME)
- определять нарушения процессов сгорания, которые могут привести к повреждению каталитического нейтрализатора

3.1 Диагностические коды неисправности (DTC)

Диагностические коды систем E-OBD (для Европы), OBD-II (для США) и J-OBD (для Японии), отличаются от применяемых ранее двухзначных обозначений, и в соответствии с международными стандартами были изменены на пятизначные коды. Новый код неисправности начинается с буквы, за которой следует четыре цифры (ISO 15031-6/SAE J2012).

Вследствие использования новых стандартов, общепринятый метод считывания диагностических кодов (с помощью мигания контрольной лампы индикации неисправности двигателя) больше не используется. Для считывания кодов неисправностей необходимо использовать диагностический прибор MUT-II или MUT-III.



Первый символ (буква) определяет систему, к которой относится код:

- P – Power train - коды связанные с работой двигателя и/или АКПП
- B – Body – коды связанные с работой “кузовных систем” (SRS, центральный замок, электростеклоподъемники и др.),
- C – Chassis – коды относящиеся к шасси
- U – Network – коды относящиеся к системе взаимодействия между электронными блоками (например, к шине CAN).

Система снижения токсичности

Второй символ определяет группу, к которой относится код. OBD-II-коды имеют единый формат, однако по их расшифровке подразделяются на две большие группы - основные коды, начинающиеся с 0 или 2 и дополнительные коды, начинающиеся с 1 или 3. Основные коды жестко стандартизированы и их расшифровка одинакова для всех автомобилей, поддерживающих OBD-II. Один и тот же основной код описывает одинаковую неисправность, вне зависимости, с какого автомобиля производится считывание. Например, код P0102 означает одну и ту же проблему для любого автомобиля, поддерживающего требования OBD II / EOBD – **низкий уровень сигнала датчика расхода воздуха**. Сканер общего назначения GST может считывать и расшифровывать только коды группы P0.

Дополнительные коды были введены автопроизводителями специально для расширения возможностей диагностики и различаются по разным маркам автомобилей. Расширенные коды (P1xxx, P3xxx), даже если имеют одинаковый номер, у разных производителей имеют разную расшифровку.

Третий символ (или вторая цифра) определяет подсистему, к которой относится код, а четвертая и пятая позиции – это собственно номер кода, идентифицирующий цепь или компонент.

3.2 Принцип действия системы определения неисправностей (E-OBD)

В основном принцип действия системы не отличается от обычной системы диагностики, за исключением того, что оценивается не только работоспособность систем и элементов, но и их влияние на уровень вредных выбросов отработавших газов. Для этого имеются дополнительные функции контроля:

- катализатора
- топливной системы
- переднего и заднего датчиков кислорода
- системы зажигания (определение пропусков воспламенения).

Для наблюдения за состоянием нейтрализатора, на его выходе устанавливается второй кислородный датчик.

Проверяемый параметр	Проверяемое устройство
Уровень токсичности отработавших газов	Каталитический нейтрализатор
	Пропуски воспламенения в двигателе
	Кислородный датчик
	Топливная система (система впрыскивания топлива)
Неисправность системы	Система регулятора оборотов холостого хода (ISC) в двигателях с распределенным впрыскиванием топлива (MPI)
	Система электронного привода дроссельной заслонки (ETV)
	Система рециркуляции отработавших газов (EGR)
Обрыв или короткое замыкание в цепи	Датчик атмосферного давления
	Датчик температуры воздуха во впускном коллекторе
	Датчик расхода воздуха (AFS), датчик разрежения (MAP sensor)
	Датчик температуры охлаждающей жидкости в двигателе
	Датчик положения дроссельной заслонки (TPS)
	Датчик положения педали акселератора (APS)
	Датчик положения распределительного вала
	Датчик положения коленчатого вала
	Кислородный датчик
	Нагревательный элемент кислородного датчика
	Датчик детонации (на некоторых моделях автомобиля)
	Датчик давления топлива (система GDI)
Форсунка (система MPI), формирователь сигналов управления форсунками (система GDI)	

3.3 Контрольная лампа индикации неисправности двигателя (Check Engine)

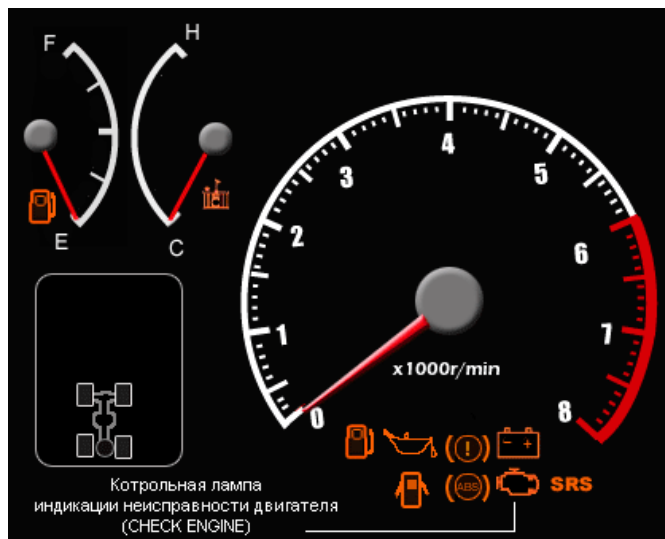


Рис. 5.27

При появлении неисправностей систем или датчиков контрольная лампа индикации неисправности двигателя загорается или начинает мигать, предупреждая водителя о возникшей неисправности.

В некоторых случаях, при появлении неисправности, контрольная лампа включаться не будет. Включение контрольной лампы и запоминание кода неисправности происходит только в том случае, когда одна и та же неисправность повторилась в двух последовательных **ездовых циклах (drive cycle)***. Если же неисправность обнаружилась только однажды и не повторилась при следующем цикле, контрольная лампа индикации неисправности двигателя не загорается.

Мигание контрольной лампы индикации неисправности двигателя происходит только тогда, когда появляется неисправность в электронном приводе дроссельной заслонки ETV (только для двигателя GDI). В этом случае включение индикации происходит сразу же после первого обнаружения неисправности. В этом случае также происходит запоминание диагностического кода неисправности – DTC.

Контрольная лампа индикации неисправности двигателя гаснет, если неисправность не была обнаружена в течение трех последовательных циклах. Однако диагностический код неисправности остается в памяти блока управления. Для удаления диагностического кода из блока управления, необходимо использовать прибор MUT-II, MUT-III или сканер общего назначения (GST). В автомобилях с энергозависимой памятью диагностический код неисправности также может быть удалён путём отсоединения отрицательного провода от аккумуляторной батареи.

* **Ездовой цикл D/C – (drive cycle)** – это промежуток времени, в течение которого были выполнены три условия:

- запуск двигателя
- движение автомобиля во время которого было проведено диагностирование соответствующей системы или датчика
- выключение зажигания.

3.4 Данные «стоп-кадр» (Freeze Frame)

Если электронный блок управления двигателем определяет неисправность и сохраняет диагностический код этой неисправности, то в памяти также сохраняются данные, характеризующие состояние двигателя в момент возникновения неисправности. Последующий анализ этих данных с помощью диагностического прибора повышает эффективность поиска неисправностей. Данные "Freeze-Frame" записываются при первом появлении неисправности. Перезапись данных осуществляется только в случае возникновения неисправности с более высоким приоритетом.

Система снижения токсичности

Приоритет:

- I: Отказы, связанные с нарушением топливоподачи и пропусками зажигания
- II: Другие отказы системы топливоподачи
- III: Отказы систем, не связанные с системой снижения токсичности.

Данные, запоминаемые в момент возникновения неисправности (Freeze Frame data).

Данные	Единицы измерения или состояние системы
Температура охлаждающей жидкости	°C
Обороты двигателя	мин ⁻¹
Скорость автомобиля	км/ч
Адаптивная коррекция подачи топлива в режиме 'long term' (долгосрочная коррекция)	%
Адаптивная коррекция подачи топлива в режиме 'short term' (краткосрочная коррекция)	%
Условия при управлении подачей топлива	CL - Управление с обратной связью OL - Управление без обратной связи OL-DRV - Управление без обратной связи в режиме замедления/ускорения OL-SYS – Управление без обратной связи из-за неисправностей в системе CL-HO2S – Управление с обратной связью с использованием только переднего кислородного датчика, когда задний неисправен
Определение степени загрузки двигателя	%
Диагностические коды неисправности	-

Примечание:

- При стирании диагностических кодов неисправностей стираются также все данные из базы "Freeze frame"
- Перечень параметров "Freeze frame" может быть различным для разных моделей автомобиля.

Система снижения токсичности

3.5 Диагностические коды

Примеры диагностических кодов

Контролируемые элементы		Обнаруженные неисправности	Диагностический код №	MPI	GDI	*MIL	Количество циклов, приводящее к загоранию MIL
Каталитический нейтрализатор	Блок цилиндров 1	Снижение эффективности	P0421	X/-	-	ВКЛ	2 D/C
	Блок цилиндров 2	Снижение эффективности	P0431	X/-	-	ВКЛ	2 D/C
	УСС	Снижение эффективности	P0420	X	X	ВКЛ	2 D/C
Датчик температуры каталитического нейтрализатора		Обрыв цепи / короткое замыкание	P0425	-	X	ВКЛ	2 D/C
Кислородный датчик	Блок цилиндров 1 (передний)	Снижение эффективности / обрыв	P0130	X	X	ВКЛ	2 D/C
	Блок цилиндров 1 (задний)	Обрыв / короткое замыкание	P0136	X	X	ВКЛ	2 D/C
	Блок цилиндров 2 (передний)	Снижение эффективности / обрыв	P0150	X	-	ВКЛ	2 D/C
	Блок цилиндров 2 (задний)	Обрыв / короткое замыкание	P0156	X	-	ВКЛ	2 D/C
Нагревательный элемент кислородного датчика	Блок цилиндров 1 (передний)	Разрыв цепи / короткое замыкание	P0135	X	X	ВКЛ	2 D/C
	Блок цилиндров 1 (задний)	Разрыв цепи / короткое замыкание	P0141	X	X	ВКЛ	2 D/C
	Блок цилиндров 2 (передний)	Разрыв цепи / короткое замыкание	P0155	X	-	ВКЛ	2 D/C
	Блок цилиндров 2 (задний)	Разрыв цепи / короткое замыкание	P0161	X	-	ВКЛ	2 D/C
Пропуски воспламенения	Система зажигания	Пропуски воспламенения	P0300	X	X	ВКЛ	1 или 2 D/C
	Цилиндр № 1	Пропуски воспламенения	P0301	X	X	ВКЛ	1 или 2 D/C
	Цилиндр № 2	Пропуски воспламенения	P0302	X	X	ВКЛ	1 или 2 D/C
	Цилиндр № 3	Пропуски воспламенения	P0303	X	X	ВКЛ	1 или 2 D/C
	Цилиндр № 4	Пропуски воспламенения	P0304	X	X	ВКЛ	1 или 2 D/C
	Цилиндр № 5	Пропуски воспламенения	P0305	X	X	ВКЛ	1 или 2 D/C
Система рециркуляции ОГ (EGR)	Электромагнитный клапан (EGR)	Разрыв цепи / короткое замыкание	P0403	X	-	ВКЛ	2 D/C
	STM (EGR)	Разрыв цепи / короткое замыкание	P0403	-	Нерывно	ВКЛ	2 D/C
Система топливоподачи	Группа 1	Коэффициент избытка воздуха	P0170	X	X	ВКЛ	2 D/C
	Группа 2	Коэффициент избытка воздуха	P0173	X	-	ВКЛ	2 D/C
Система резервного управления составом смеси		Работоспособность системы	P0125	X	X	ВКЛ	1 D/C
Испаритель	Клапан адсорбера	Разрыв цепи / короткое замыкание	P0443	X	X	ВКЛ	2 D/C
Система регулирования оборотов холостого хода (ISC)		Работоспособность системы	P0505	X	-	ВКЛ	2 D/C

* MIL: Лампа индикации неисправности = Контрольная лампа индикации неисправности двигателя

Система снижения токсичности

Контролируемые элементы		Обнаруженные неисправности	Диагностический код №	MPI	GDI	*MIL	Количество циклов, приводящее к загоранию MIL	
Система электронно-управляемой дроссельной заслонки (ETV)	Система	Работоспособность системы	P1220	-	x	Мигание	1DC	
	Положение обратной связи	Работоспособность системы	P1221	-	X	Мигание	1DC	
	Сервопривод	Работоспособность системы	P1222	-	X	Мигание	1DC	
	Шина связи	Работоспособность системы	P1223	-	X	Мигание	1DC	
	Электродвигатель 1	Работоспособность системы	P1224	-	X	Мигание	1DC	
	Контроллер	Работоспособность системы	P1226	-	X	Мигание	1DC	
	Электромагнитный клапан ETV	Работоспособность системы	P1227	-	X	Мигание	1DC	
	Электродвигатель 2	Работоспособность системы	P1228	-	X	Мигание	1DC	
	Датчик положения дроссельной заслонки	Разрыв цепи / короткое замыкание (1-й канал)	Рациональность проверки (2-й канал)	P0120	-	X	Вкл. или мигает	1DC
			P0225	-	X	1DC		
	Датчик положения педали акселератора	Разрыв цепи/короткое замыкание	P0220	-	X	Вкл. или мигает	1DC	
Разрыв цепи / короткое замыкание		P1225	-	X	1DC			
Датчик расхода воздуха (AFS)		Разрыв цепи / короткое замыкание	P0100	X/-	X	Вкл.	2DC	
Вакуумный датчик		Разрыв цепи / короткое замыкание	P0105	-/x	-	Вкл.	2DC	
Датчик атмосферного давления		Разрыв цепи / короткое замыкание	P0105	X/-	X	Вкл.	2DC	
Датчик температуры во впускном коллекторе		Разрыв цепи / короткое замыкание	P0110	X	X	Вкл.	2DC	
Датчик температуры охлаждающей жидкости в двигателе	Разрыв цепи / короткое замыкание	P0115	X	X	Вкл.	2DC		
	Рациональность проверки	P0115	X	X	Вкл.	2DC		
Датчик положения дроссельной заслонки (TPS)		Разрыв цепи / короткое замыкание	P0120	X	-	Вкл.	2DC	
Датчик детонации (на некоторых моделях)		Разрыв цепи / короткое замыкание	P0325/ P3330	X	X	Вкл.	2DC	
Датчик положения коленчатого вала		Разрыв цепи / короткое замыкание	P0335	X	X	Вкл.	2DC	
Датчик положения распределительного вала		Разрыв цепи / короткое замыкание	P0340	X	X	Вкл.	2DC	
Датчик скорости автомобиля		Разрыв цепи (рациональность проверки)	P0500	X	X	Вкл.	2DC	
Датчик-выключатель полностью закрытой дроссельной заслонки (на некоторых моделях)		Постоянно включен (короткое замыкание)	P0510	X	-	Вкл.	2DC	
Датчик-выключатель давления рабочей жидкости в рулевом управлении		Постоянно включен (короткое замыкание)	P0551	X	-	Вкл.	2DC	
Датчик давления топлива		Разрыв цепи / короткое замыкание	P0190	-	x	Вкл.	1DC	

Система снижения токсичности

Контролируемые элементы		Обнаруженные неисправности	Диагностический код №	MPI	GDI	*MIL	Количество циклов, приводящее к загоранию MIL
Форсунка	С 1-го по 6-й цилиндры	Разрыв цепи	От P0201 до P0206	x	-	Вкл.	2 D/C
Формирователь сигналов управления форсунками	Шина связи	Разрыв цепи	P1200	-	X	Вкл.	2 D/C
	Каждый цилиндр	Разрыв цепи	От P0201 до P0206	-	X	Вкл.	2 D/C
Генератор	Вывод FR	Разрыв цепи	P1500	X	X	-	-
Иммобилайзер		Разрыв цепи	P1610	X	X	-	-
Датчик разрежения в системе тормозов		Разрыв цепи / короткое замыкание	P1515	X	X	Вкл.	2 D/C
Электронное управление АКПП	Входной датчик скорости	Проводимость цепи	P0715	X	X	Вкл.	2 D/C
	Выходной датчик скорости	Проводимость цепи	P0720	X	X	Вкл.	2 D/C
	Электромагнитный клапан А переключения передач	Проводимость цепи	P0750	X	X	Вкл.	2 D/C
	Электромагнитный клапан В переключения передач	Проводимость цепи	P0755	X	X	Вкл.	2 D/C
	Электромагнитный клапан С переключения передач	Проводимость цепи	P0760	X	X	Вкл.	2 D/C
	Электромагнитный клапан D переключения передач	Проводимость цепи	P0765	x	X	Вкл.	2 D/C
	Электромагнитный клапан E переключения передач	Проводимость цепи	P0770	x	X	Вкл.	2 D/C
	Электромагнитный клапан сцепления T/C	Проводимость цепи	P0740	X	X	Вкл.	2 D/C
	Датчик температуры масла АКПП	Проводимость цепи	P0710	X	X	Вкл.	2 D/C
	Переключатель диапазонов	Проводимость цепи	P0705	X	X	Вкл.	2 D/C
	Управляющее реле	Проводимость цепи	P1751	X	X	Вкл.	2 D/C
	Датчик положения коленчатого вала	Проводимость цепи	P0725	X	-	Вкл.	2 D/C
	Датчик положения дроссельной заслонки (TPS) (кроме Rajero PININ)	Проводимость цепи	P1795	X	-	Вкл.	2 D/C
	Датчик положения педали акселератора (APS) (для Rajero PININ)	Проводимость цепи	P1795	-	X	Вкл.	2 D/C
	Датчик скорости автомобиля	Проводимость цепи	P1720	X	X	Вкл.	2 D/C

Система снижения токсичности

3.6 Основные контролируемые элементы

В соответствии с принятыми требованиями система E-OBD должна контролировать сигналы датчиков и работу исполнительных механизмов, влияющих на выбросы вредных веществ. Кроме этого блок управления двигателем при помощи специальных программ-мониторов осуществляет тестирование некоторых систем и элементов двигателя по критериям качества их работы и влияние на токсичность отработавших газов. Основные проверяемые элементы:

- Каталитический нейтрализатор
- Система топливоподачи
- Пропуски воспламенения
- Кислородный датчик

Проверка этих элементов (кроме пропусков воспламенения) не проводится при температуре охлаждающей жидкости двигателя ниже 30°C , температуре окружающего воздуха ниже -10°C или если атмосферное давление ниже 570 мм рт. ст. (Директива 98/69/ЕС).

3.7 Проверка кислородного датчика

Эффективное управление уровнем токсичности отработавших газов достигается при работе системы топливоподачи с обратной связью по сигналу датчика кислорода. Наиболее важным элементом в этой системе является кислородный датчик установленный в выпускной системе.

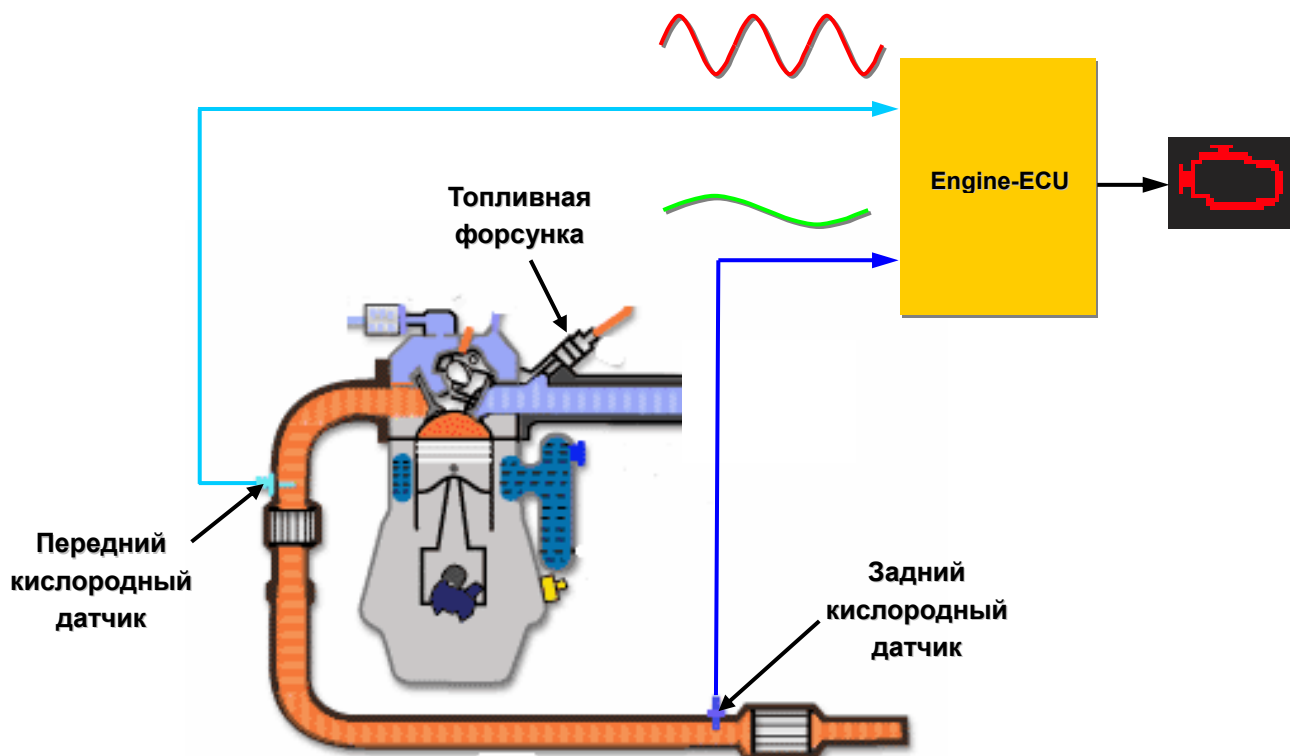


Рис. 5.28

При достижении рабочей температуры (около 400°C) датчик генерирует напряжение, которое обратно пропорционально количеству кислорода в отработавших газах. Эта информация используется электронным блоком управления двигателем для вычисления продолжительности электрического импульса, подаваемого на форсунку, для получения стехиометрического состава смеси (14,7 : 1).

Исправный датчик должен генерировать напряжение в диапазоне от 0 до 1 В в зависимости от изменения концентрации кислорода в отработавших газах и быстро реагировать на эти изменения. Чтобы определить изменение состава воздушно-топливной смеси (бедная или богатая), выходное напряжение датчика должно колебаться около среднего (порогового) значения указанного диапазона (от 0 до 1 В), т.е. около 0,5 В. Неисправный датчик может выдавать выходное напряжение, не превышающее пороговый уровень или очень медленно изменяющееся во времени.

Методы контроля, которые применялись до внедрения системы E-OBD, позволяли определять явные неисправности датчика кислорода, но не позволяли определить снижение быстродействия или снижение эффективности работы датчиков.

Система снижения токсичности

Например, замедленная реакция или снижение выходного напряжения являются признаками старения кислородного датчика. Следствием применения такого датчика будет являться нарушение оптимального состава воздушно-топливной смеси и увеличение токсичности отработавших газов. Для определения подобных неисправностей существуют методы испытания кислородных датчиков, основанные на принципе мониторинга параметров датчика, позволяющие определить общую степень изношенности датчиков или отдельные параметры, показатели которых выходят за рабочие пределы.

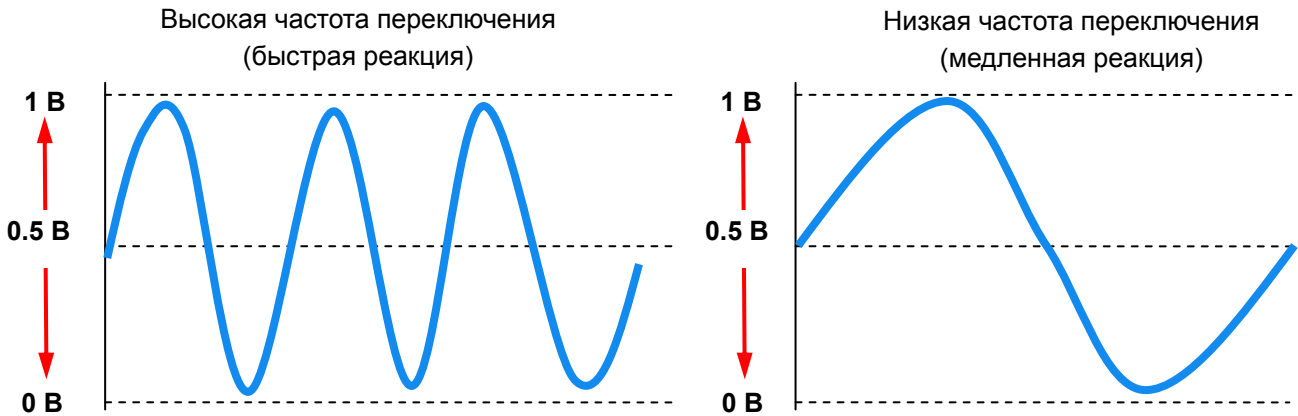


Рис. 5.29

Электронный блок управления двигателем начинает контролировать состояние кислородных датчиков, как только выходной сигнал переходит пороговое напряжение.

Контроль состояния происходит путем измерения числа переключений "богатая/бедная смесь" выходного сигнала кислородного датчика. Блок управления подсчитывает количество переключений за 10 секунд, что считается одной выборкой. За один ездовой цикл производится 7 выборок, и частота переключений определяется как средняя величина этих измерений.

Если насчитывается менее 12 переключений, то кислородный датчик считается неисправным.

Если же при анализе первой выборки насчитывается более 15 переключений, то электронный блок управления двигателем считает кислородный датчик полностью исправным и прекращает дальнейшую проверку.

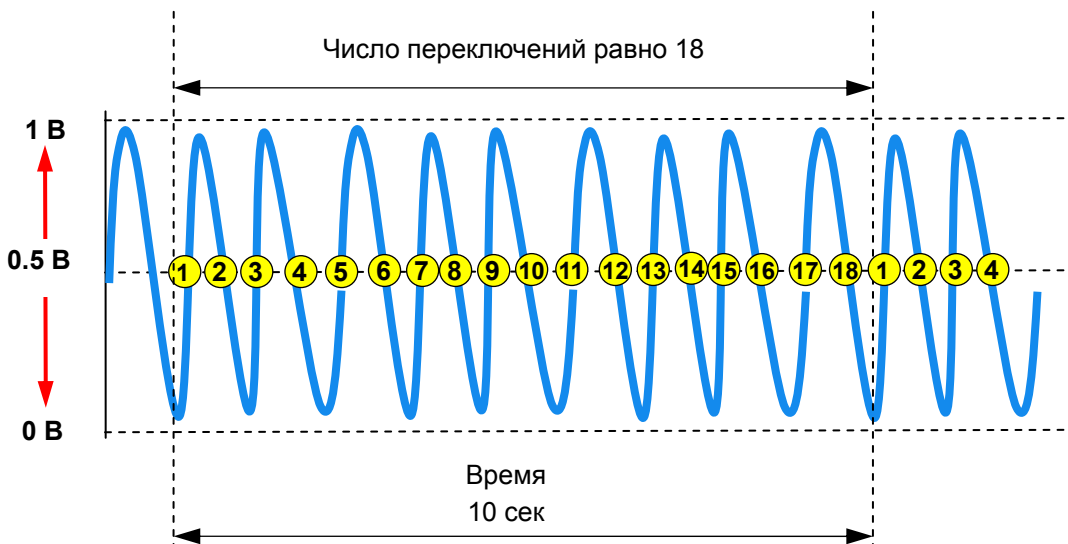


Рис. 5.30

Система снижения токсичности

Условия, при которых происходит проверка состояния кислородного датчика

Параметр	Условия работы
Температура охлаждающей жидкости в двигателе	Рабочая температура (не менее 60°C)
Нагрузка двигателя	25 – 60%
Частота вращения коленчатого вала двигателя	1250 – 3000 мин ⁻¹
Количество ездовых циклов для записи кода неисправности	2 цикла управления автомобилем (D/C)

3.8 Проверка состояния каталитического нейтрализатора

Способность каталитического нейтрализатора накапливать в себе кислород является показателем его состояния. Работоспособный нейтрализатор накапливает кислород, необходимый для реакции окисления CH и CO, происходящей в нём. По мере износа каталитического нейтрализатора, его накопительная способность, а, следовательно, и эффективность его работы уменьшаются. Накопительная способность катализатора, может быть рассчитана косвенным образом, путём сравнения сигналов с двух кислородных датчиков. Передний кислородный датчик определяет количество кислорода в отработавших газах на входе в каталитический нейтрализатор, а задний на его выходе. Новый нейтрализатор способен накопить кислорода намного больше, чем его содержится в отработавших газах, поэтому количество кислорода на выходе нейтрализатора меньше, чем на его входе и изменение его уровня происходит медленно. Поэтому сигнал с переднего кислородного датчика имеет высокую частоту переключения, а сигнал заднего кислородного датчика почти не изменяется и имеет низкую частоту переключения. Состарившийся каталитический нейтрализатор уже не способен накапливать весь кислород, попадающий в него, поэтому частота переключений заднего кислородного датчика увеличивается и по мере старения нейтрализатора, приближается к частоте переключения переднего кислородного датчика.

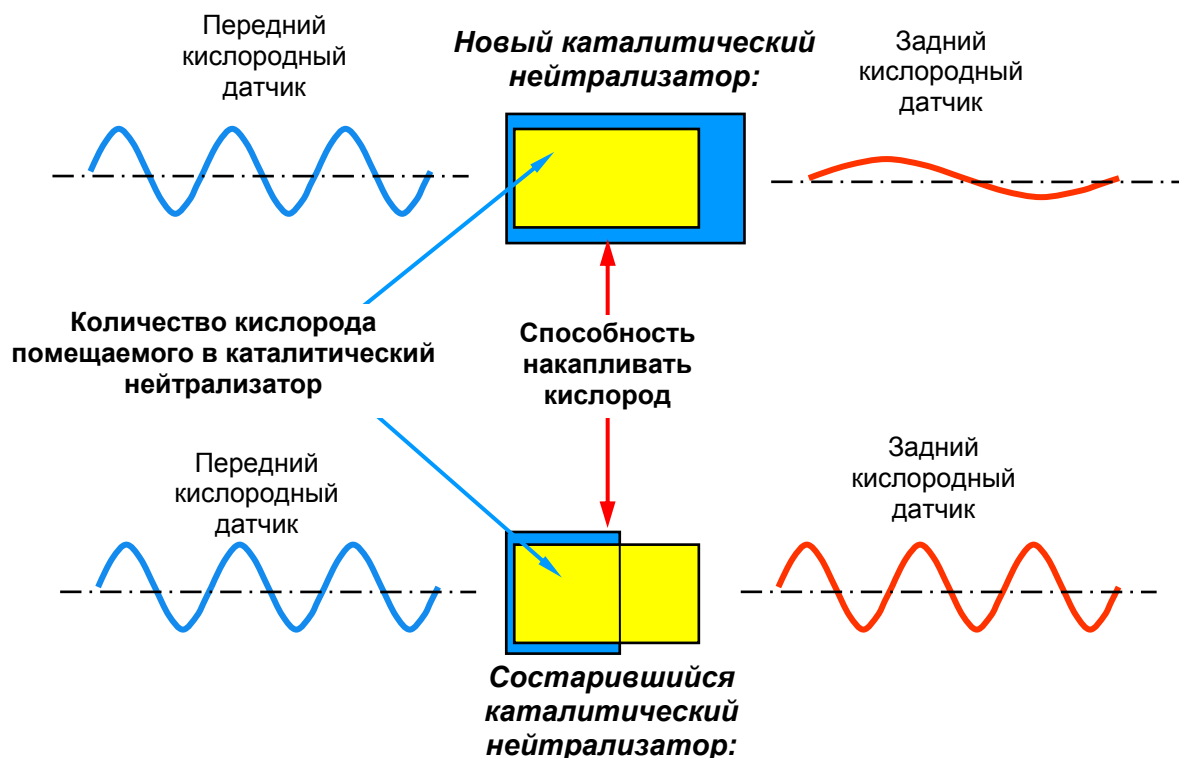


Рис. 5.31

Блок управления двигателем регистрирует выходные сигналы с переднего и заднего кислородного датчиков. Когда частота срабатывания заднего датчика достигает определенного порогового значения (сравнимого с частотой сигнала переднего кислородного датчика), контрольная лампа индикации неисправности двигателя (MIL) загорается.

Это пороговое значение зависит от типа автомобиля, каталитического нейтрализатора и т.д. При достижении этого состояния вредные выбросы превышают законодательные нормы.

Система снижения токсичности

3.8.1 Методика проверки катализатора

- Контроль состояния производится путём сравнения частот переключения переднего и заднего кислородных датчиков. Блок управления двигателем определяет отношение частот (R_F) :

$$R_F = \frac{\text{Частота сигнала заднего кислородного датчика}}{\text{Частота сигнала переднего кислородного датчика}}$$

- 10-и секундное измерение (выборка) может проводиться не более 7 раз за один ездовой цикл, и среднее значение этих измерений используется для определения состояния нейтрализатора.
- Измерения не проводятся последовательно. Если, например, требуется провести измерение 5-й раз, то оно не произойдет, пока не изменится режим работы двигателя.
- Если значение R_F превосходит величину 0,8, то каталитический нейтрализатор считается неисправным.
- Если значение R_F при первом измерении явно мало (менее 0,2), то каталитический нейтрализатор считается исправным и электронный блок управления двигателем прекращает дальнейшую проверку. В следующем ездовом цикле проверка будет возобновлена.

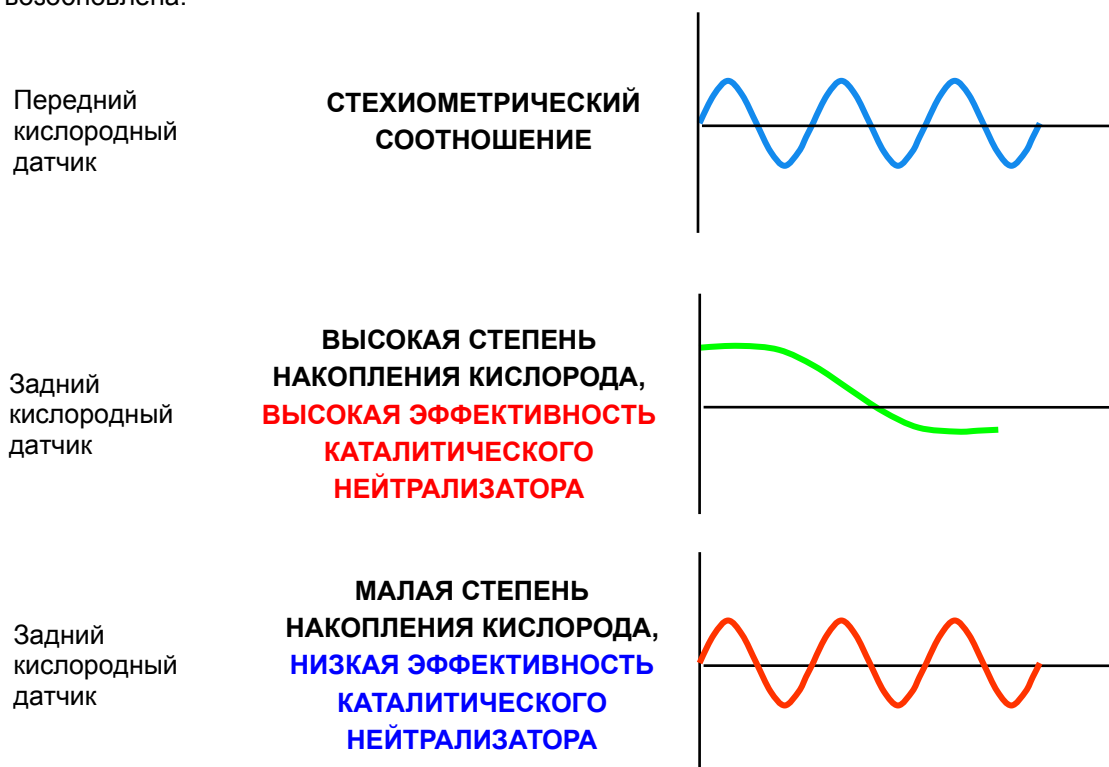


Рис. 5.32

Условия, при которых происходит проверка состояния катализатора

Параметр	Условия работы
Управление кислородным датчиком	С обратной связью
Скорость автомобиля	Не ниже 1,5 км/ч
Частота вращения коленчатого вала двигателя	От оборотов холостого хода и до 3000 мин ⁻¹
Температура каталитического нейтрализатора	Рабочая температура (не ниже 450°C)
Выходная частота датчика расходомера (AFS)	50 – 300 Гц
Количество ездовых циклов для записи кода неисправности	2 цикла управления автомобиля (D/C)

Система снижения токсичности

3.9 Проверка системы топливоподачи

Для обеспечения минимального количества вредных компонентов в отработавших газах, система топливоподачи с высокой точностью обеспечивает управление составом воздушно-топливной смеси, поддерживая оптимальное стехиометрическое соотношении (отношение воздух-топливо 14,7:1). В этом случае достигается наилучший баланс между уровнями выбросов CH , CO (снижаются при обеднении смеси) и NO_x (увеличиваются при обеднении смеси). Наиболее эффективная работа каталитического нейтрализатора также максимальная при стехиометрическом соотношении (рис. 5.33). Основной задачей электронного блока управления двигателем является проверка входных сигналов и формирование сигналов управления, обеспечивающих приготовление стехиометрического состава смеси (обедненного состава смеси для двигателей с системой непосредственного впрыскивания бензина в цилиндры – GDI).

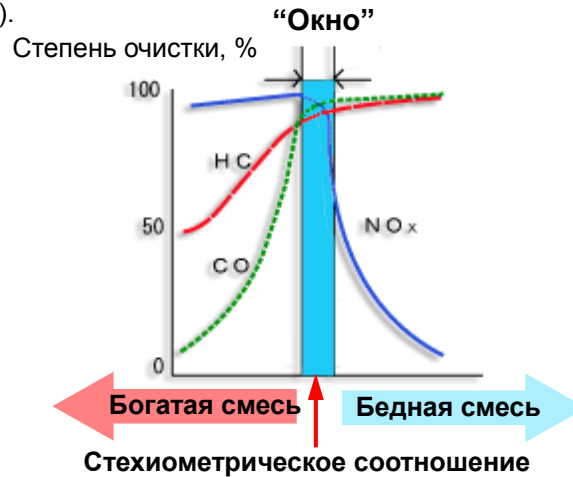


Рис. 5.33

3.9.1 Коррекция топливоподачи в режиме «short term» и «long term» (кратковременная и долговременная коррекция)

Для того чтобы постоянно поддерживать оптимальное отношение воздух-топливо на уровне стехиометрического, блок управления двигателем должен находиться в режиме управления с обратной связью. Переход в этот режим происходит при соблюдении следующих условий:

- Температура охлаждающей жидкости в двигателе не ниже 50°C .
- Кислородный датчик исправен и нагрет до рабочей температуры.
- Режим работы двигателя допускает управление с обратной связью (режим холостого хода и средних нагрузок).

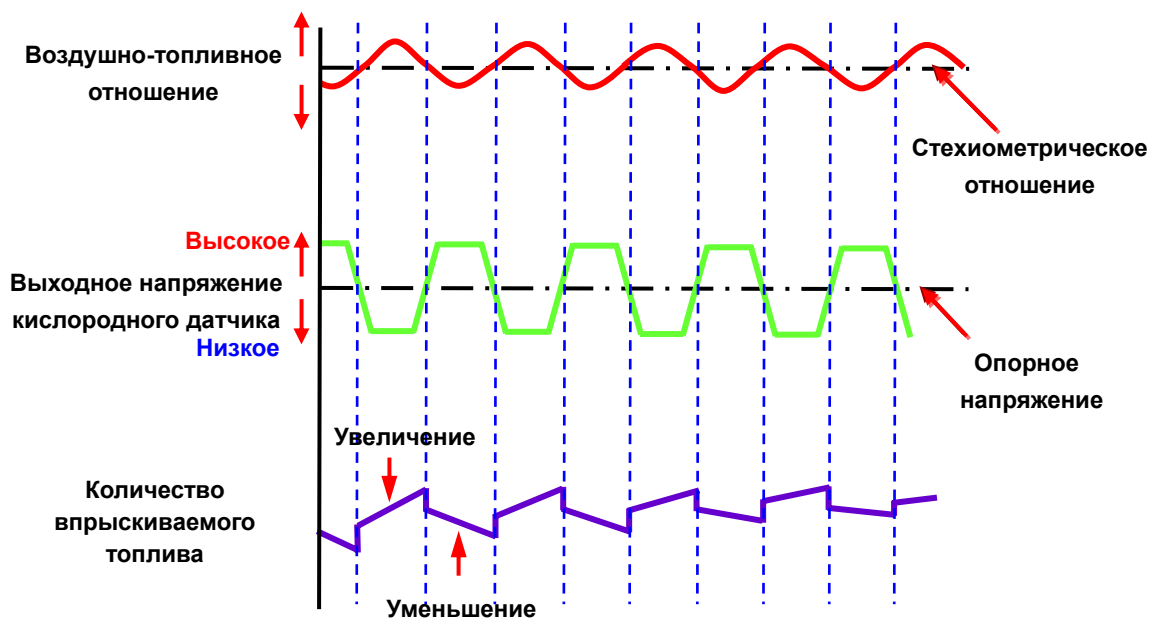


Рис. 5.34

Система снижения токсичности

Кратковременный топливный баланс (short term fuel trim) – дополнительная коррекция базовой длительности впрыскивания (носит временный характер, постоянно изменяется), которая производится по сигналу кислородного датчика и изменяет состав смеси с целью получения стехиометрического в настоящий момент. Нормальный диапазон этого параметра составляет $\pm 20\%$. При исправной топливной системе он не превышает значение $\pm 10\%$. Если диапазон изменений превышает значение $\pm 10\%$, то вводится долговременная коррекция таким образом, чтобы диапазон изменения кратковременной коррекции вновь стал равным $\pm 10\%$. После выключения зажигания значение кратковременной коррекции не сохраняется.

Долговременный топливный баланс (long term fuel trim) – длительная коррекция, введение которой позволяет уменьшить среднее значение кратковременной коррекции до нуля. После окончания ездового цикла значение коэффициента долгосрочной коррекции заносится в долговременную память и используется при следующем запуске двигателя. В результате непрерывного “самообучения” обеспечивается оптимальное управление с учётом изменений условий работы, связанных с износом деталей и естественным старением. В отличие от кратковременной коррекции, которая определяет продолжительность впрыскивания топлива только в режиме управления с обратной связью, долговременная коррекция учитывается и в режиме работы без обратной связи.

Пример 1. Исправная топливная система

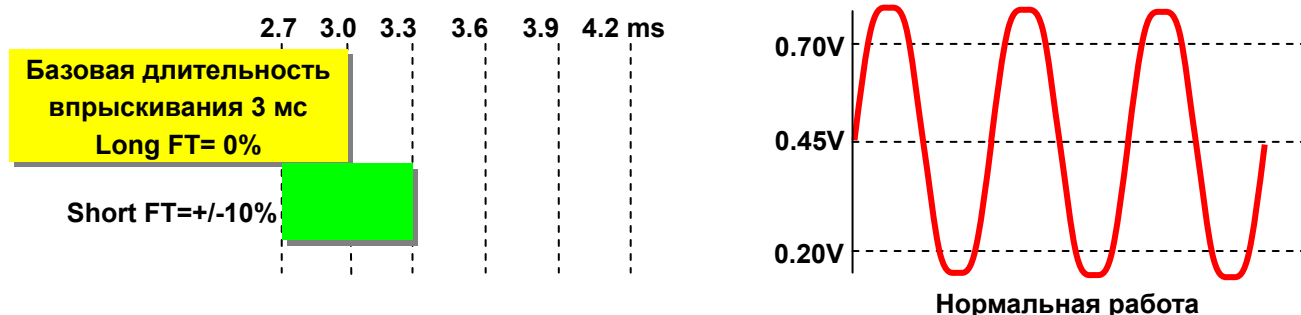


Рис. 5.37

Базовая длительность впрыскивания при определённой нагрузке и частоте вращения коленчатого вала составляет 3,0 мс, кратковременная коррекция изменяется в диапазоне $\pm 10\%$ и выходное напряжение датчика изменяется нормально.

Пример 2. Нарушение герметичности впускного коллектора.

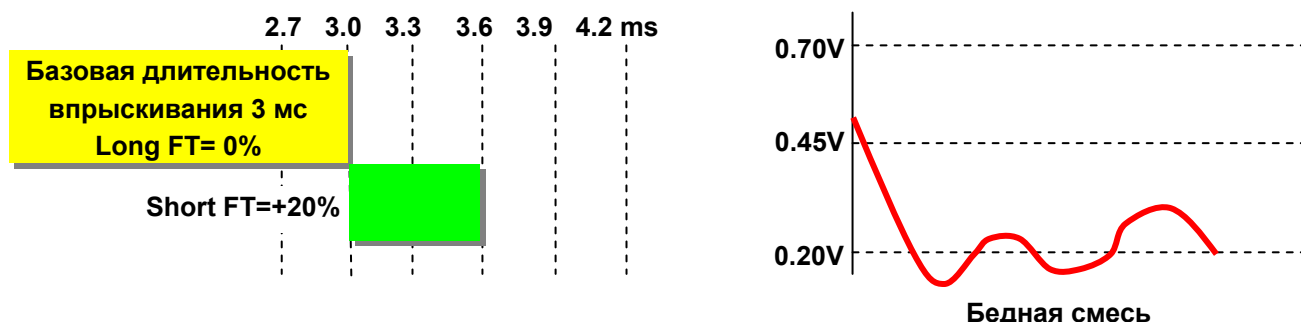


Рис. 5.38

Нагрузка двигателя не изменилась, поэтому базовая длительность впрыскивания не изменилась и составляет 3,0 мс. Дополнительное количество воздуха обедняет смесь, поэтому напряжение кислородного датчика уменьшилось. Блок управления двигателем пытается исправить это положение, изменяя кратковременную коррекцию, но безуспешно, достигнув максимально возможного предела + 20%. Для того, чтобы выходное напряжение кислородного датчика находилось в допустимом рабочем диапазоне необходимо изменить базовую длительность впрыскивания, путем введения положительной долговременной коррекции.

Система снижения токсичности

Пример 3. Нарушение герметичности впускного коллектора. Промежуточная коррекция.

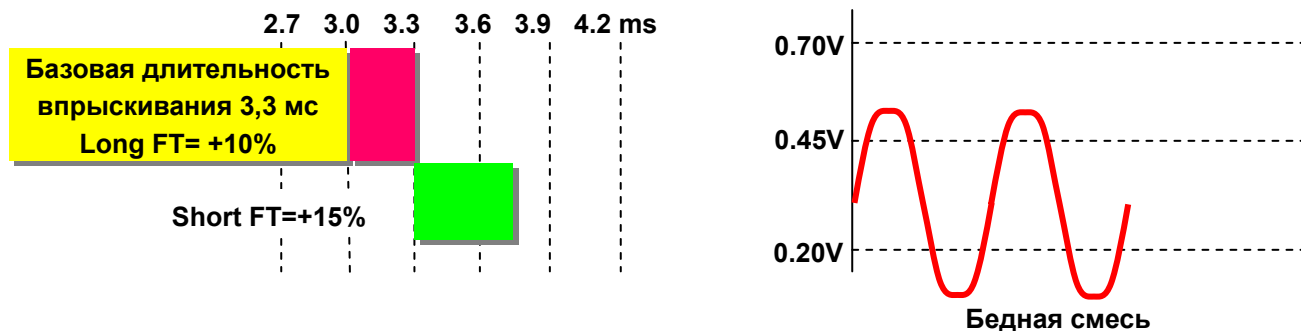


Рис. 5.39

Долговременный топливный баланс изменился на + 10 %, поэтому базовая длительность впрыскивания также изменилась и составляет теперь 3,3 мс, хотя нагрузка и частота вращения двигателя не изменились. В этом состоянии переключения датчика кислорода происходят, но диапазон напряжения датчика смещен в сторону обедненного состава смеси. Для устранения этого состояния требуется чрезмерная кратковременная коррекция + 15 %. Для того, чтобы выходное напряжение кислородного датчика находилось в нормальном рабочем диапазоне необходимо ещё изменить базовую длительность впрыскивания, путем дальнейшего увеличения положительной долговременной коррекции.

Пример 4. Нарушение герметичности впускного коллектора. Восстановление нормальной работы.

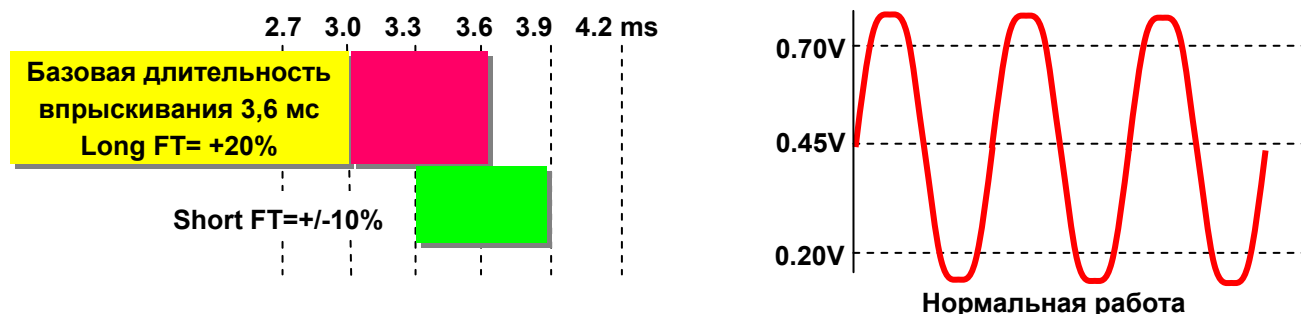


Рис. 5.40

Долговременный топливный баланс изменился на + 20 % и базовая длительность впрыскивания составляет теперь 3,6 мс. Кратковременная коррекция изменяется в диапазоне $\pm 10\%$ и выходное напряжение датчика изменяется нормально. В результате адаптации системы к реальному состоянию двигателя состав смеси вновь становится оптимальным, но базовая длительность впрыскивания при той же нагрузке и оборотах увеличилась. Если для приведения состава смеси к стехиометрическому требуется значительное увеличение или уменьшение длительности впрыскивания, то это говорит о наличии какой-то неисправности в топливной системе.

Система топливоподачи тестируется в каждом ездовом цикле при возникновении подходящих условий и считается неисправной:

- если при обогащенной смеси продолжительность импульса уменьшается более чем на 10% за счет долговременной коррекции и на 10% за счет кратковременной коррекции;
- если при обедненной смеси продолжительность импульса увеличивается более чем на 10% за счет долговременной коррекции и на 10% за счет кратковременной коррекции.

Система снижения токсичности

3.9.2 Метод контроля

Блок управления двигателем рассчитывает значения коэффициентов топливной компенсации:

- K_1 - интегральный коэффициент определяемый для кратковременной коррекции
- K_{LRN} - коэффициент самообучения определяемый для долговременной коррекции

Электронный блок управления двигателем оценивает систему топливоподачи как неисправную, если вычисленная необходимая компенсация подачи топлива составляет более 20% (10% для долговременной коррекции "long term" и 10% для кратковременной коррекции "short term").

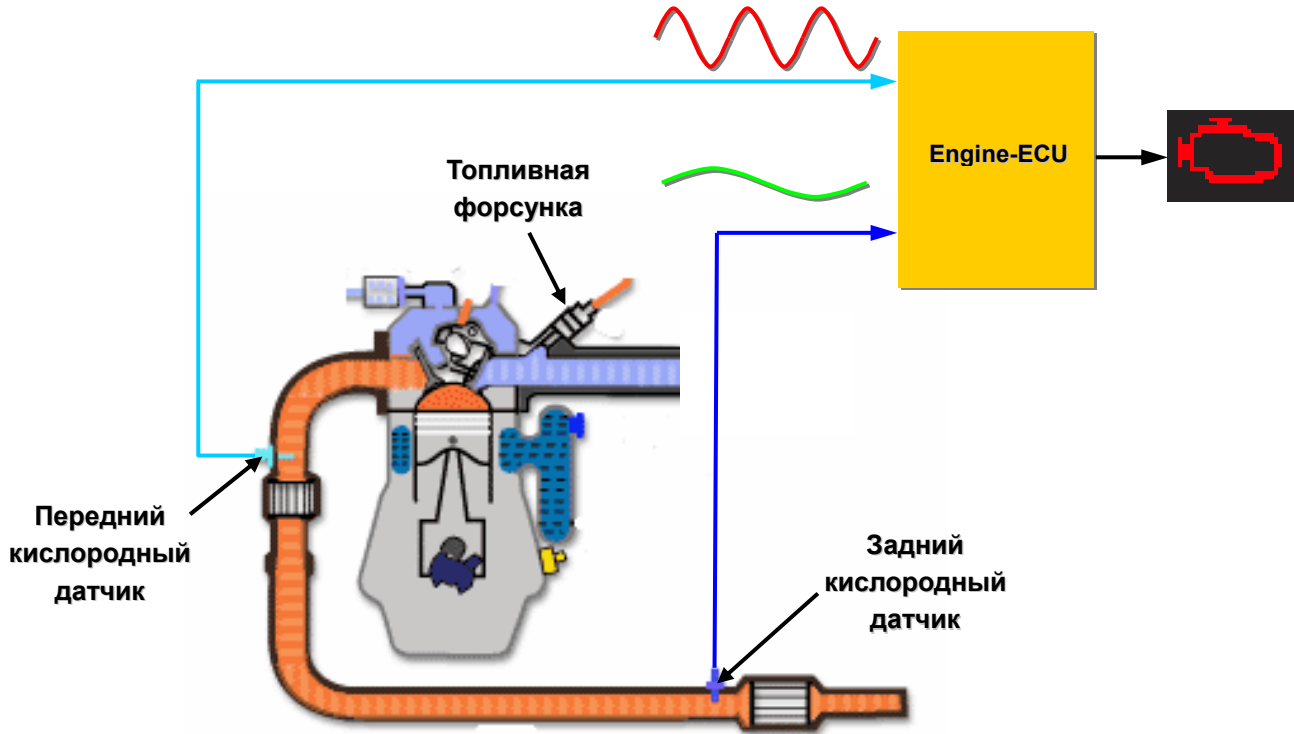


Рис. 5.41

3.10 Контроль пропусков воспламенения

3.10.1 Общие сведения

Пропуски воспламенения могут происходить по причине отсутствия искры, обеднения смеси, низкой компрессии и других неисправностей. В результате этого несгоревшая воздушно-топливная смесь на такте выпуска выбрасывается в выпускную систему. Несгоревшее топливо и излишний кислород отрицательно воздействуют на кислородный датчик, нарушают работу системы обратной связи и могут вызвать необратимое повреждение каталитического нейтрализатора.

3.10.2 Функционирование системы

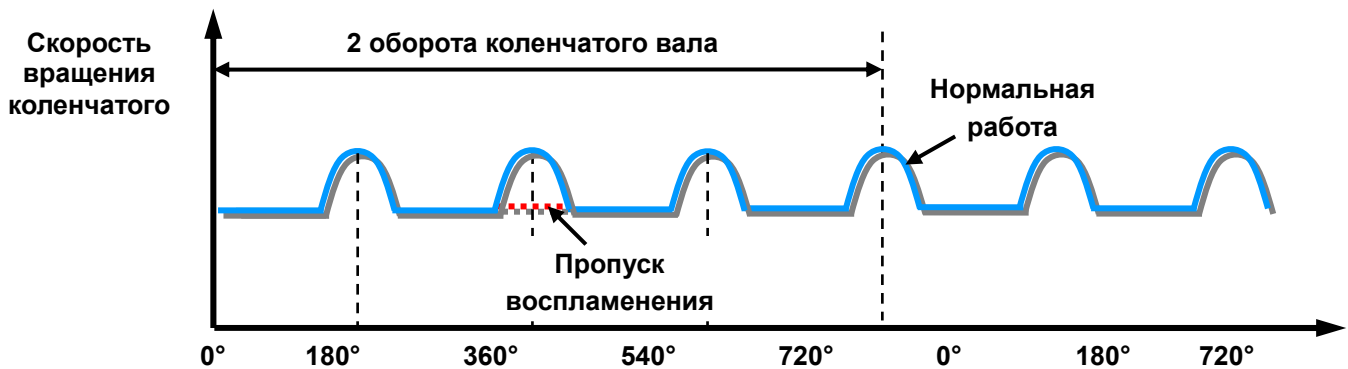


Рис. 5.42

Система снижения токсичности

Предусмотренная в системе E-OBD функция контроля позволяет определить пропуски воспламенения путём измерения частоты вращения коленчатого вала и обнаружения её отклонения от равномерного вращения.

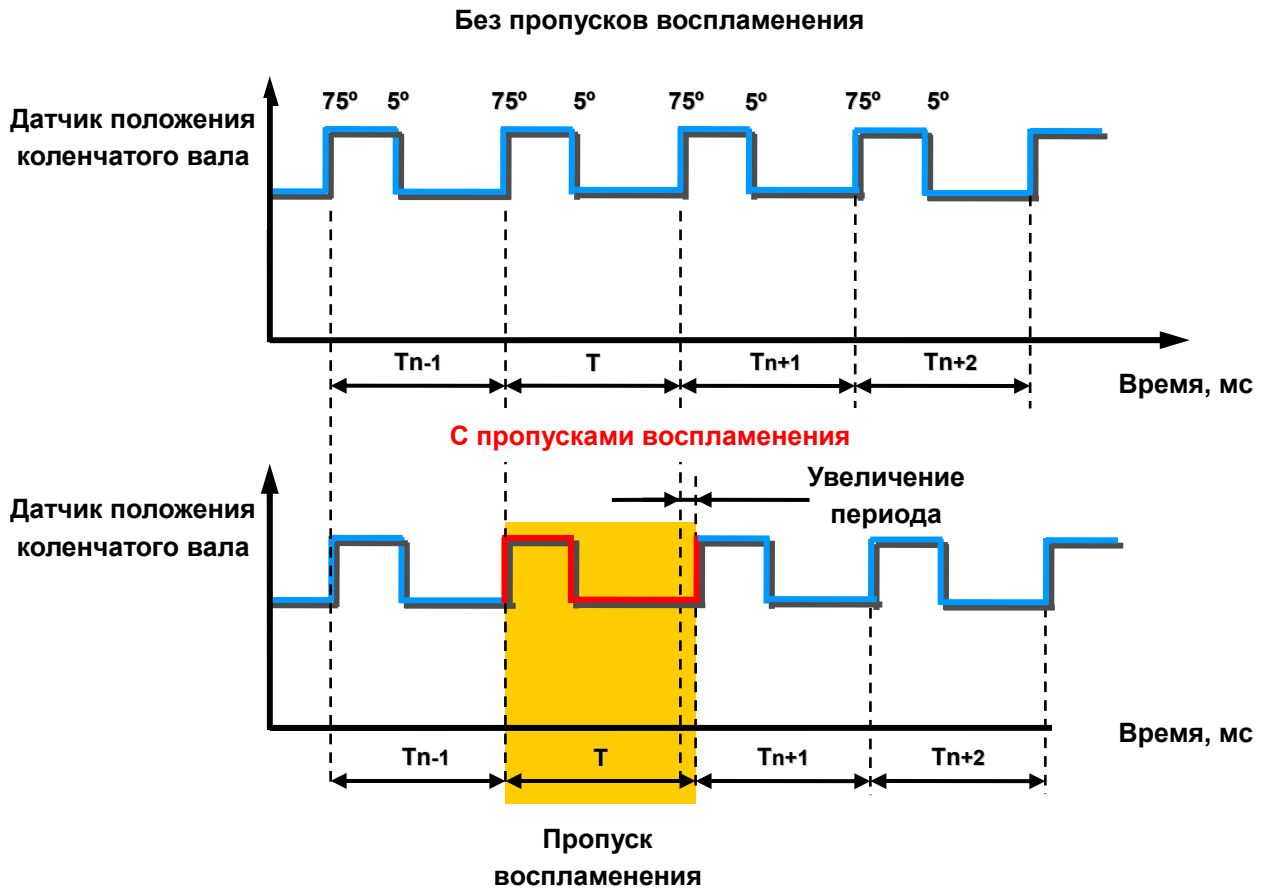


Рис. 5.43

Частота вращения определяется по сигналу датчика положения коленчатого вала, путём измерения времени между импульсами, обычно соответствующих 75° до ВМТ.

Допускаемое отклонение частоты вращения, при превышении которого можно судить о наличии пропусков воспламенения, зависит от нагрузки и частоты вращения. Это связано с тем, что при увеличении частоты вращения или уменьшении нагрузки, снижается влияние пропусков воспламенения на неравномерность частоты вращения из-за момента инерции коленчатого вала двигателя.

Контроль пропусков зажигания – адаптивная функция, учитывающая общий износ, нарушение работы датчиков, зазоров между трущимися поверхностями. Электронный блок управления двигателем заносит в память изменение частоты вращения между рабочими циклами цилиндров во время нормальной работы двигателя, в качестве «опорного сигнала», необходимое для последующего вычисления пороговой величины неравномерности вращения при определении перебоев в работе системы зажигания.

ПРИМЕЧАНИЕ:

При отсоединении клеммы питания от аккумуляторной батареи, значения параметров нормальной работы двигателя (накопленные до проявления неисправности) будут утеряны. Поскольку для электронного блока управления нет понятия или справочного значения «нормальная работа», то в этом случае блок управления будет воспринимать перебои в работе системы зажигания (если они имеют место) как «нормальную» работу. Это может послужить причиной неправильной диагностики. Аналогичная ситуация может возникнуть при замене блока управления двигателем.

Система снижения токсичности

Система обнаружения пропусков воспламенения имеет два различных алгоритма оценки.

Пропуски зажигания за 1000 оборотов коленчатого вала двигателя

Контроль пропусков воспламенения осуществляется непрерывно при выполнении необходимых условий небольшими порциями (сегментами). Каждый контрольный сегмент прослеживает работу двигателя за 200 оборотов. Если обнаруживается более 2% пропусков воспламенения за период 1000 оборотов, то в память записывается предварительный код неисправности. Данные "freeze frame" сохраняются для 200 последних оборотов из 1000. При повторении этой неисправности в следующем ездовом цикле, контрольная лампа индикации неисправности двигателя (MIL) загорается, а в памяти блока управления запоминается код неисправности. Важно отметить, что для появления кода неисправности в этом случае необходимы две поездки. Появление постоянных пропусков зажигания во время первой поездки не вызывает появления кода неисправности и загорания контрольной лампы.

Пропуски зажигания за 200 оборотов коленчатого вала

Если контроль определяет более 15% пропусков зажигания на один цилиндр во время любого 200-т оборотного сегмента, контрольная лампа индикации неисправности двигателя немедленно загорается, и в память блока управления заносится код неисправности. Это указывает на то, что пропуски зажигания в двигателе достигли значения, при котором возможно повреждение и выход из строя каталитического нейтрализатора. Данные "freeze frame" (стоп-кадра) запоминаются в момент появления неисправности.

Управление топливopодачей в этом случае производится в режиме работы без обратной связи, для уменьшения количество топлива, подаваемого в цилиндры двигателя и, предотвращения разрушения каталитического нейтрализатора.

При определенных условиях движения автомобиля и работы двигателя, могут появляться пропуски воспламенения при совершенно исправных элементах и системах, и контрольная лампа индикации неисправности двигателя может загореться даже при отсутствии неисправностей. Постарайтесь выявить условия, которые могли вызвать появление пропусков воспламенения при отсутствии неисправностей элементов системы. Примеры таких условий приведены ниже:

- Переключение передач
- Движение по бездорожью или неровной дороге (выходной сигнал датчика положения дроссельной заслонки – TPS изменяется вследствие вибрации кузова автомобиля)
- Быстрое изменение положения дроссельной заслонки
- Высокая частота вращения коленчатого вала двигателя
- Включение или выключение компрессора кондиционера
- Работа двигателя сразу после запуска (в течение примерно 5 с)

3.10.3 Метод контроля

- Измеряются колебания углового ускорения коленчатого вала
- Блок управления двигателем вычисляет величину углового ускорения A_n коленчатого вала по приведенному ниже уравнению.

$$A_n = \frac{1}{T_n} \left(\frac{1}{T_n} - \frac{1}{T_{n-1}} \right)$$

где T_n = n -ый период, продолжительность цикла (за цикл принимается 180° для 4-х цилиндрового двигателя и 120° для 6-ти цилиндрового двигателя).

Если $A_n > a_{MF}$ (a_{MF} : пороговое значение), блок управления двигателем определяет наличие пропусков воспламенения.

Система снижения токсичности

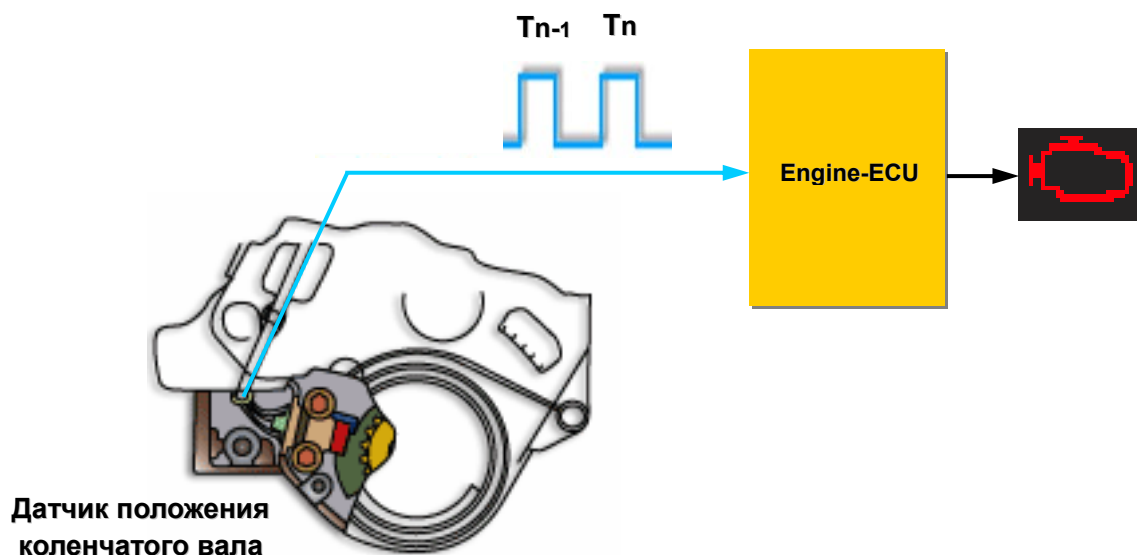


Рис. 5.44

Условия, при которых происходит контроль пропусков воспламенения

Параметр	Условия работы
Частота вращения коленчатого вала двигателя	От холостого хода до 4500 мин ⁻¹
Нагрузка двигателя	Положительное значение вращающего момента
Выходной сигнал датчика положения дроссельной заслонки (TPS)/датчика положения педали акселератора (APS) (нажатие на педаль акселератора)	В любой момент кроме режимов резкого разгона/торможения
Запуск двигателя	Через 5 секунд
Кондиционер	Через 1 с после включения/выключения кондиционера
Дорожные условия	Кроме движения по дороге с неровным покрытием
Переключение передач	В любой момент, кроме переключения в процессе движения
Количество ездовых циклов необходимых для регистрации кода неисправности	1 ездовой цикл управления автомобилем при определении пропусков воспламенения в сегменте 200 оборотов
	2 ездовых цикла управления автомобилем при определении пропусков воспламенения в сегменте 1000 оборотов

Система снижения токсичности

3.11 Ездовой цикл управления автомобилем

Цикл управления автомобилем – это циклический процесс от момента запуска двигателя до полной его остановки, во время которого была проведена проверка состояния системы или работа датчиков.

3.11.1 Проверка на готовность к работе (Readiness Test)

Проверка на готовность к работе осуществляется во время ездового цикла при выполнении определенных условий. Проверяются следующие три элемента:

- Каталитический нейтрализатор (P0420, P0421, P0431).
- Кислородный датчик (P0130, P0150).
- Подогреватель кислородного датчика (P0135, P0141, P0155, P0161).

3.11.2 Стандартные ездовые циклы дорожных тестов

Проведение дорожных тестов по четырем стандартным циклам позволяет провести полную проверку всех компонентов топливной системы, контроль и диагностика которых осуществляется только во время движения автомобиля. Другими словами, проводя подобные испытания, можно воспроизвести (выявить) любую неисправность, которая приводит к загоранию контрольной лампы индикации неисправности двигателя, и проверить эффективность выполненного ремонта.

Внимание:

При выполнении подобных испытаний в автомобиле должно находиться два механика.

ПРИМЕЧАНИЕ:

Убедитесь в отсутствии кодов неисправностей перед выполнением дорожных испытаний. Сотрите их, если они есть.

3.11.3 Режим ездового цикла ('01 M/Y Pajero/Montero GDI-M/T)

Процедура	Проверяемый элемент	Код неисправности
1	Проверка каталитического нейтрализатора	P0420
	Проверка переднего кислородного датчика с подогревателем	P0130
2	Проверка системы топливоподачи	P0170
3	Проверка управления топливоподачей с обратной связью	P0125
4	Прочие элементы	P0136, P0201, P0202, P0203, P0204, P0205, P0206, P0300, P0301, P0302, P0303, P0304, P0305, P0306, P0325

ПРИМЕЧАНИЕ:

Чтобы судить о состоянии (исправен/неисправен) датчика скорости автомобиля (P0500) и о датчике-выключателе давления рабочей жидкости в гидроусилителе рулевого управления (P0551), используйте функцию "Data list" прибора MUT-II или MUT-III.

Система снижения токсичности

МЕТОДИКА 1

Проверяемый элемент	ПРОВЕРКА КАТАЛИТИЧЕСКОГО НЕЙТРАЛИЗАТОРА (P0420) ПРОВЕРКА ПЕРЕДНЕГО КИСЛОРОДНОГО ДАТЧИКА (P0130)
Образец цикла	<p>Проверка за один ездовой цикл (от запуска двигателя до его выключения) может считаться выполненной, если её проводить в соответствии со схемой, приведенной ниже. Эта процедура занимает примерно 10 минут.</p> <p style="text-align: center;">Рис. 5.45</p>
Условия проверки	<ul style="list-style-type: none"> • Температура окружающего воздуха: не ниже - 10°C • Состояние АКПП: Положение селектора в положении "D", переключатель повышающей передачи (overdrive) – включен
Методика испытаний	<ol style="list-style-type: none"> 1. Запустите двигатель 2. Разгоните автомобиль до скорости не менее 100 км/ч 3. В течении 5 минут или более двигайтесь с равномерной скоростью не менее 100 км/ч 4. Сбавьте скорость до 60-80 км/ч 5. Двигайтесь со скоростью 60-80 км/ч в течение не менее 5 минут при постоянной степени нажатия на педаль акселератора <ul style="list-style-type: none"> • Во время данной операции разрешается остановка и торможение. <ol style="list-style-type: none"> 6. Возвращайтесь в ремонтную мастерскую, выключите зажигание

Система снижения токсичности

МЕТОДИКА 2

Проверяемый элемент	ПРОВЕРКА СИСТЕМЫ ПОДАЧИ ТОПЛИВА (P0170)
Образец цикла	<p>Проверка за один ездовой цикл (от запуска двигателя до его выключения) может считаться выполненной, если её проводить в соответствии со схемой, приведенной ниже. Эта процедура занимает не менее 15 минут.</p> <div style="text-align: center;"> <p>Рис. 5.46</p> </div>
Условия проверки	<ul style="list-style-type: none"> • Температура охлаждающей жидкости в двигателе: не ниже 85°C • Температура окружающего воздуха: не ниже -10°C • Состояние АКПП: Положение селектора в положении "D", переключатель повышающей передачи (overdrive) – включен
Методика испытаний	<ol style="list-style-type: none"> 1. Запустите двигатель 2. Разгоните автомобиль до скорости 80 - 110 км/ч 3. В течении 15 минут или более двигайтесь с равномерной скоростью 80 - 110 км/ч при постоянной степени нажатия на педаль акселератора 4. Возвращайтесь в ремонтную мастерскую, выключите зажигание

Система снижения токсичности

МЕТОДИКА 3

Проверяемый элемент	ПРОВЕРКА УПРАВЛЕНИЯ ТОПЛИВОПОДАЧЕЙ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ (P0125)
Образец цикла	<p>Проверка за один ездовой цикл (от запуска двигателя до его выключения) может считаться выполненной, если её проводить в соответствии со схемой, приведенной ниже. Эта процедура занимает не менее 5 минут.</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">Рис. 5.47</p> </div>
Условия проверки	<ul style="list-style-type: none"> • Температура охлаждающей жидкости в двигателе: не ниже 85°C • Температура окружающего воздуха: не ниже -10°C • Состояние АКПП: Положение селектора в положении "D", переключатель повышающей передачи (overdrive) – включен
Методика испытаний	<ol style="list-style-type: none"> 1. Запустите двигатель 2. Разгоните автомобиль до скорости 100 - 120 км/ч 3. В течении 5 минут или более двигайтесь с равномерной скоростью 100 – 120 км/ч при постоянной степени нажатия на педаль акселератора 4. Возвращайтесь в ремонтную мастерскую, выключите зажигание

Система снижения токсичности

МЕТОДИКА 4

Проверяемый элемент	ПРОВЕРКА ДРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ
№ диагностического кода	P0136, P0201, P0202, P0203, P0204, P0205, P0206, P0300, P0301, P0302, H0303, P0304, P0305, P0306, P0325
Образец цикла	<p>Проверка за один ездовой цикл (от запуска двигателя до его выключения) может считаться выполненной, если её проводить в соответствии со схемой, приведенной ниже. Эта процедура занимает не менее 6 минут.</p> <div style="text-align: center;"> <p>Рис. 5.48</p> </div>
Условия проверки	<ul style="list-style-type: none"> • Температура охлаждающей жидкости в двигателе: не ниже 85°С • Температура окружающего воздуха: не ниже -10°С • Состояние АКПП: Положение селектора в положении "D", переключатель повышающей передачи (overdrive) – включен
Методика испытаний	<ol style="list-style-type: none"> 1. Запустите двигатель 2. Разгоните автомобиль до скорости не менее 60 км/ч 3. В течении 5 минут или более двигайтесь с равномерной скоростью не менее 60 км/ч при постоянной степени нажатия на педаль акселератора 4. Возвращайтесь в ремонтную мастерскую 5. После остановки автомобиля, дайте двигателю поработать на холостом ходу около 30 с, при следующих условиях: <ul style="list-style-type: none"> • Выключатель кондиционера: выключен • Все потребители электрической энергии: выключены • КПП: в нейтральном положении 6. Выключите зажигание

3.12 Диагностические режимы системы E-OBD

Диагностика и самотестирование в системах E-OBD осуществляется с помощью специальных программ блока управления двигателем – мониторов, контролирующих работу систем автомобиля, неисправность в работе которых может привести к увеличению загрязнения окружающей среды. Контроль осуществляется в фоновом режиме, без вмешательства человека. Существует два типа мониторов. Постоянные мониторы осуществляются блоком управления постоянно, сразу после пуска двигателя. Непостоянные активируются только при строго определенных условиях и режимах работы двигателя. Статусы мониторов выводятся на дисплей диагностического прибора (меню - Readiness test).

Readiness Test Results	
Item	Status
EGR system	N/A
Oxygen sensor heater	Comp
Oxygen sensor	Comp
A/C refrigerant	N/A
Secondary air system	N/A
Evaporative system	N/A
Heated catalyst	N/A
Catalyst	Comp

Рис. 5.49

Статус монитора может принимать один из четырех вариантов – поддерживается (A-available) , не поддерживается (N/A-not available), завершен (COMP - complete) или незавершен (N/C - not complete). Таким образом, статус монитора – это просто признак его состояния. Результаты выполнения этого тестирования важны. Если в строках статусы мониторов высвечиваются символы «завершен», и при этом коды неисправностей отсутствуют, то проблем нет. Если же какой-либо из мониторов не завершен, нельзя с уверенностью говорить о том, что система функционирует нормально, необходимо создать условия для завершения теста (либо отправиться на тест-драйв, либо попросить владельца автомобиля приехать еще раз через какое-то время).

Протоколы EOBD предоставляют ряд стандартизированных режимов диагностики:

Режим 01 - Считывание текущих параметров системы управления (Real-time powertrain data)

В этом режиме выводятся текущие параметры блока управления. Всего стандартом поддерживается около 20 параметров. Однако, каждый конкретный блок управления поддерживает ограниченное количество из них (например, в зависимости от установленных датчиков кислорода).

Через систему диагностики можно считать (основные параметры):

- режим работы системы топливной коррекции (Fuel system status). При значении "Closed Loop" система работает в режиме обратной связи (замкнутой петли), при этом данные с датчика кислорода используются для корректировки топливоподачи. При значении "Open Loop" данные с датчика кислорода не используются для корректировки топливоподачи;
- расчетная нагрузка на двигатель (Calculated Load);
- температура охлаждающей жидкости (Coolant temperature);
- краткосрочная коррекция подачи топлива (Short Term Fuel Trim Bank 1/2);
- долгосрочная коррекция подачи топлива (Long Term Fuel Trim Bank 1/2);

Система снижения токсичности

- давление топлива (Fuel pressure);
- давление во впускном коллекторе (Manifold pressure);
- обороты двигателя (Engine speed - RPM);
- скорость автомобиля (Vehicle speed);
- угол опережения зажигания (Ignition Timing Advance);
- температура всасываемого воздуха (Intake Air Temperature);
- расход воздуха (Air Flow);
- положение дроссельной заслонки (Throttle position);
- данные с датчика кислорода №1/2/3/4 (O2 Sensor 1/2/3/4 Bank 1/2 Volts).

Как правило, для анализа работы конкретной подсистемы системы управления двигателем, достаточно одновременно контролировать 2-3 параметра. Однако, иногда требуется одновременно просматривать и большее их количество. Число одновременно контролируемых параметров зависят от используемого протокола обмена. Используемый протокол ISO-9141-2 (K-line) является достаточно медленным и при работе с ним невозможно просматривать с приемлемой частотой дискретизации более 2-4 параметров.

Режим 02 – Данные стоп-кадра (Freeze Frame).

Обращение к этому пункту меню имеет смысл только в том случае, если в памяти блока управления имеются коды неисправностей. В этом случае на дисплей выводится сохраненный блоком кадр тех значений параметров, которые были зафиксированы в момент принятия решения о записи кода. Иными словами, это «моментальный снимок». Это необходимо, во-первых, для знания условий, при которых возникла неисправность, что облегчает дальнейший ее поиск, а во-вторых, для того, чтобы как можно точнее воспроизвести эти условия при проведении тестовой поездки. Кодов неисправности в памяти контроллера может быть много, а вот «замороженный кадр» – как правило, только один.

Режим 03 - Считывание и просмотр кодов неисправностей (Read Diagnostic Trouble Codes (DTCs)).

Режим 04 - Очистка диагностической памяти (Reset DTC's and Freeze Frame data) - стирание кодов неисправностей, данных стоп-кадра, результатов тестов датчиков кислорода, результатов тестовых мониторов.

Режим 05 - Вывод результатов теста датчиков кислорода (O2 Sensor Monitoring Test Result).

Режим 06 - Вывод результатов мониторинга для непостоянно тестируемых систем (Test results, non-continuously monitored) - эти тесты контролируют работу катализатора, систему рециркуляции выхлопных газов (EGR) и систему вентиляции топливного бака.

Режим 7 - Вывод результатов мониторинга для постоянно тестируемых систем (Test results, continuously monitored) - эти тесты контролируют состав топливовоздушной смеси, пропуски воспламенения (misfire), и другие компоненты, влияющие на токсичность отработавших газов. В этом режиме просматриваются предварительные диагностические коды (**Provisional DTS**).

Режим 8 - Управление исполнительными механизмами (Actuator test).

Режим 9 - Вывод идентификационных параметров автомобиля (VIN-код) (Request vehicle information).

Надо учитывать, что не на каждом автомобиле блок управления поддерживает все перечисленные функции и имеет возможность использовать все перечисленные режимы.

4. Проверка полученных знаний

1) Отметьте неверное утверждение.

- (a) Система вентиляции картера предотвращает попадание картерных газов в атмосферу.
- (b) Система улавливания паров топлива предотвращает попадание углеводородов СН в атмосферу.
- (c) Система рециркуляции отработавших газов перепускает часть отработавших газов в выпускную систему для снижения уровня СО.

2) Отметьте неверное утверждение.

- (a) Трехкомпонентный каталитический нейтрализатор используется совместно с кислородным датчиком, который обеспечивает обратную связь по корректированию состава смеси.
- (b) Электродвижущая сила, вырабатываемая кислородным датчиком резко изменяет свое значение при отклонении состава воздушно-топливной смеси от стехиометрического.
- (c) Трехкомпонентный каталитический нейтрализатор в значительной степени снижает содержание СО и СН в отработавших газах, но весьма слабо снижает содержание NOx. Для этого применяют систему EGR.

3) Отметьте неверное утверждение.

- (a) Используются электромагнитные клапаны продувки адсорбера только одного типа "включен – выключен".
- (b) Используются два типа электромагнитных клапана системы рециркуляции отработавших газов (EGR): типа "включен – выключен" и по управлению режимом работы.
- (c) Автомобили без каталитического нейтрализатора имеют регулировочный винт состава смеси, который используется для регулирования содержания СН в отработавших газах при работе двигателя на режиме холостого хода.

4) Отметьте неверное утверждение.

- (a) Клапан системы принудительной вентиляции картера уменьшает долю проходящих через систему картерных газов при работе двигателя на небольших нагрузках, и наоборот, увеличивает эту долю при работе двигателя при высоких нагрузках
- (b) Система улавливания паров топлива постоянно отбирает пары топлива в адсорбер – это предотвращает выброс паров топлива в атмосферу. Адсорбер должен периодически заменяться.
- (c) Система рециркуляции отработавших газов (EGR) вступает в работу при небольших и средних нагрузках двигателя

Глава 6

Технические операции на автомобиле

1. Общие сведения

В данной главе содержатся предостережения, указания и другая информация которую должен помнить технический персонал при проведении проверки и регулировки системы распределенного впрыска топлива (MPI) на автомобиле.

При проведении измерений и проверке диагностических кодов неисправностей при помощи диагностических приборов MUT-II или MUT-III вы должны четко представлять цель своих действий и определить, какие данные вы должны собрать для достижения поставленной цели. Вы должны также хорошо понимать значения диагностических кодов неисправностей, знать условия, при которых происходит определение этих неисправностей и аварийные режимы функционирования двигателя и его систем.

Данная глава составлена на основании Руководства по ремонту двигателя 4G63 установленного на Lancer 2004 модельного года. При необходимости указаны ссылки на другие модели автомобилей.

Примечание: Приемы диагностики, методики поиска неисправностей, технические операции могут быть различными на разных моделях автомобилей. Для более детального изучения работы системы и определения этих различий необходимо использовать **Workshop Manual** (Руководство по ремонту) и **Electrical Wiring Manual** (Руководство по электрооборудованию) конкретного автомобиля.

1.1 Управление при возникновении неисправности

При возникновении неисправности в системе распределенного впрыска топлива (MPI) блок управления двигателем фиксирует её возникновение и записывает в устройство памяти соответствующий код, который указывает на неисправные элементы системы. Одновременно блок управления двигателем переходит в аварийный режим работы (fail-safe mode) и, при необходимости, использует занесенные в память значения входных параметров, принимаемые по умолчанию. При этом автомобиль может продолжать движение при сохранении минимальных функциональных возможностей. Для информирования водителя о возникновении в системе распределенного впрыска топлива (MPI) неисправности, электронный блок управления включает контрольную лампу неисправности двигателя (CHECK ENGINE).

1.1.1 Функция диагностики

В случае появления отклонения сигналов датчиков и исполнительных устройств от нормальных значений блок управления двигателем записывает в память сведения о характере возникшей неисправности и предупреждает об этом водителя. Кроме того, данная функция полезна обслуживающему персоналу, поскольку помогает быстрее найти неисправности системы распределенного впрыска топлива (MPI).

1.1.2 Контрольная лампа неисправности двигателя (CHECK ENGINE)

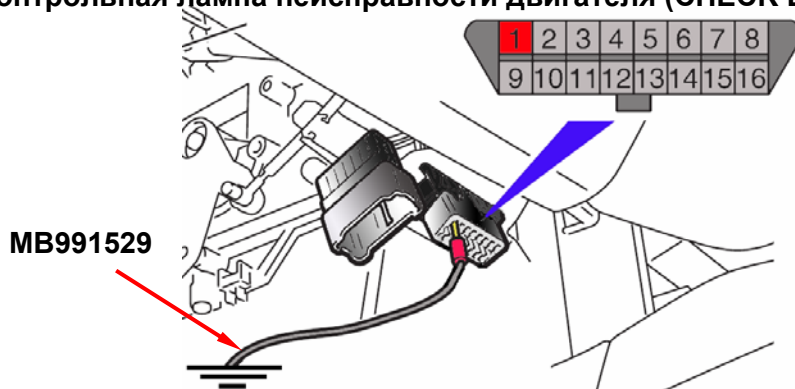


Рис. 6.1

Контрольная лампа индикации неисправности двигателя загорается, чтобы предупредить водителя о возникновении неисправности в системе распределенного впрыска топлива (MPI). При соединении контакта №1 16-ти контактного диагностического разъёма с “массой” автомобиля с помощью специального инструмента MB991529, и после включения зажигания, контрольная лампа позволяет считать диагностические коды неисправности без использования диагностического прибора, путем мигания. Вследствие использования новых стандартов, на автомобилях с системой бортовой диагностики E-OBD общепринятый метод считывания диагностических кодов (с помощью мигания контрольной лампы индикации неисправности двигателя) больше не используется. Для считывания кодов неисправностей необходимо использовать диагностический прибор MUT-II или MUT-III.

Технические операции на автомобиле

1.1.3 Функции аварийного режима работы(fail-safe mode) и резервного управления (backup function).

(а) Функция аварийного режима работы

При подаче неверного сигнала от любого из датчиков на вход блока управления двигателем, возможно ухудшение характеристик двигателя, перегрев каталитического нейтрализатора отработавших газов или возникновение других неисправностей. Для предотвращения этого, электронный блок управления двигателем в таких случаях игнорирует неверный сигнал от датчика и использует для расчета параметров управления данные, хранящиеся в его ПЗУ. В случае необходимости, останавливается двигатель. Данная функция, которая позволяет продолжить работу в таком режиме, носит название функции аварийного режима ("**fail-safe mode**").

(b) Резервная функция управления

В случае возникновения неисправности в самом блоке управления двигателем, предусмотрена передача управления резервной интегральной схеме (ИС), работающей по программе, заложенной в ней. Резервная ИС позволяет продолжить движение, обеспечивая выполнение минимального количества режимов доступных при нормальной работе двигателя ("backup"). В этом случае происходит ухудшение характеристик автомобиля.

(с) Справочная таблица аварийного режима работы

В случае если система самодиагностики обнаруживает неисправность одного из основных датчиков, она переходит в аварийный режим, чтобы автомобиль мог продолжить движение (до СТО).

Таблица 1

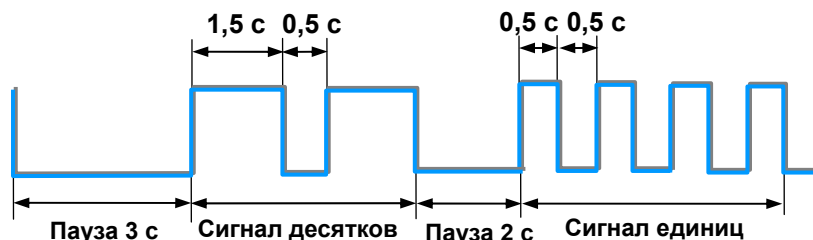
Неисправный элемент	Описание управления при возникновении неисправности
Датчик расхода воздуха	1. Для выбора значений базовой длительности впрыскивания и угла опережения зажигания из карты данных используются сигналы от датчика положения дроссельной заслонки (TPS) и датчика положения коленчатого вала (CAS). 2. Сервопривод регулятора оборотов холостого хода (ISC) фиксируется в определенном положении. Регулирование оборотов холостого хода прекращается.
Датчик температуры воздуха во впускном коллекторе	Температура воздуха во впускном коллекторе принимается равной 25°C.
Датчик положения дроссельной заслонки	Не происходит увеличения топливopодачи при нажатии на педаль акселератора (по сигналу от датчика положения дроссельной заслонки).
Датчик температуры охлаждающей жидкости	Температура охлаждающей жидкости принимается равной 80°C.
Датчик положения распределительного вала	Если положение ВМТ 1-го цилиндра не утрачено, то продолжается работа двигателя с нарушенным фазированием впрыскивания. Если положение ВМТ 1-го цилиндра утрачено или не обнаружено после поворота ключа зажигания в положение ON (ВКЛ), то подача топлива через 4 секунды после обнаружения неисправности прекращается.
Датчик атмосферного (барометрического) давления	Атмосферное (барометрическое) давление принимается равным 101 кПа (760 мм. рт. ст.).
Датчик детонации	Электронный блок управления двигателем переключает угол опережения зажигания с величины, установленной для бензина 95 RON (по исследовательскому методу), на величину, установленную для бензина 91 RON (по исследовательскому методу).
Катушка зажигания	Прекращается подачу топлива к цилиндрам с неисправным зажиганием.
Передний кислородный датчик	Не регулируется состав смеси с обратной связью
Задний кислородный датчик	Продолжается регулирование состава смеси с обратной связью, с использованием сигнала только переднего кислородного датчика
Шина данных между блоками управления двигателем и АКПП	Угол опережения зажигания не уменьшается во время переключения передач (общее управление двигателем и коробкой передач не осуществляется).
Вывод FR генератора	Не производится регулирование выходной мощности генератора в соответствии с электрической нагрузкой (работает как стандартный (обычный) генератор)

2. Диагностические коды неисправностей

2.1 Методика считывания и стирания диагностических кодов неисправностей

(а) При использовании контрольной лампы индикации неисправности двигателя

На автомобилях, не имеющих системы бортовой диагностики E-OBD считывание диагностических кодов неисправностей возможно с использованием контрольной лампы неисправности двигателя.



Когда выводится диагностический код неисправности № 24



Когда диагностический код неисправности отсутствует

Рис. 6.2

ПРИМЕЧАНИЕ

- Другие коды неисправности также выводятся в виде двузначных чисел, совпадающих с номерами кодов неисправности при считывании с помощью MUT-II.
- Чтобы стереть диагностические коды неисправностей отсоедините отрицательную клемму аккумуляторной батареи на 10 секунд или более (только в автомобилях с энергозависимой памятью).

(b) При использовании MUT-II или MUT-III

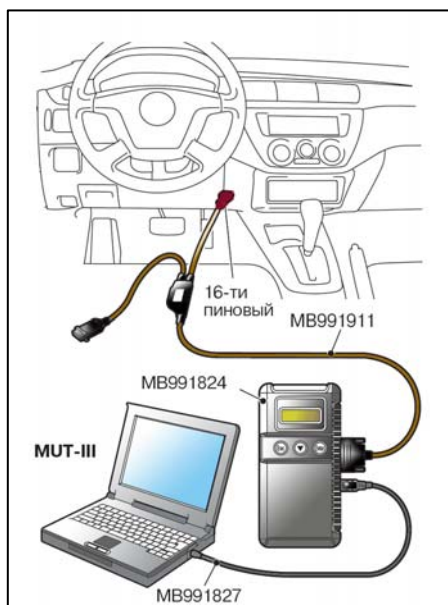
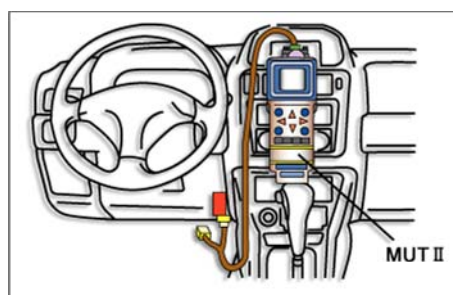


Рис. 6.3



1. Подсоедините MUT-II или MUT-III к диагностическому разъему (16-ти контактному) и считайте диагностические коды неисправностей.
2. Руководствуясь ТАБЛИЦЕЙ ПРОВЕРКИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ КОДОВ НЕИСПРАВНОСТЕЙ и соответствующей методикой, устраните неисправность.
3. Выключите и снова включите зажигание.
4. Сотрите диагностические коды неисправностей, используя MUT-II или MUT-III.

ПРИМЕЧАНИЕ: При подсоединении и отсоединении MUT-II или MUT-III зажигание должно быть выключено.

(с) Компоненты, отказ которых приводит к включению контрольной лампы неисправности двигателя:

- Блок управления двигателем
- Датчик расхода воздуха
- Датчик атмосферного давления
- Датчик температуры воздуха на впуске
- Датчик температуры охлаждающей жидкости:
- Датчик положения дроссельной заслонки
- Кислородный датчик
- Форсунки
- Катушки зажигания и силовые транзисторы
- Датчик детонации
- Датчик положения коленчатого вала двигателя
- Датчик положения распределительного вала
- Электромагнитный клапан EGR
- Электромагнитный клапан управления продувкой абсорбера
- Датчик скорости движения автомобиля
- Регулятор холостого хода
- Иммобилайзер
- Датчик аварийного давления гидроусилителя рулевого управления

Примечание:

- Если сигнализатор неисправности двигателя включается из-за неисправности собственно блока управления двигателем, то связь между блоком управления и прибором MUT-II/III может отсутствовать. В этом случае чтение кодов неисправностей невозможно.
- Если блок управления двигателем регистрирует неисправность и при последующем запуске двигателя подтвердится её наличие, то контрольная лампа неисправности двигателя будет включена. Однако, для кодов неисправности, помеченных значком *, сигнализатор включается сразу при первой регистрации неисправности.
- Сигнализатор неисправности выключается при перечисленных ниже условиях:
 - Когда блок управления двигателем три раза подряд, в период от запуска до остановки двигателя, отмечает отсутствие прежней неисправности.
 - Если пропуск воспламенения обнаруживается при тех же самых условиях (частота вращения коленчатого вала, температура охлаждающей жидкости и т.д.), что и в первый раз.

2.2 Система самодиагностики

В случае возникновения неисправности в системе распределенного впрыска топлива (MPI) соответствующий диагностический код неисправности можно считать с использованием MUT-II или MUT-III. Обратите внимание, что диагностические коды неисправностей выводятся только при возникновении соответствующих, предварительно определенных условий, указанных в таблице (Lancer 2004 модельного года, двигатель 4G6).

Технические операции на автомобиле

Таблица 2

Номер кода	Проверяемый элемент	Условия	Возможные причины неисправности
-	Блок управления двигателем		
P0100	Цепь датчика расхода воздуха	<p>Условия проверки:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Частота вращения коленчатого вала не ниже 500 об/мин. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Частота сигнала на выходе датчика менее 3,3 Гц в течение 2 секунд. 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ датчика расхода воздуха • Обрыв или короткое замыкание в цепи датчика расхода или плохой контакт в разъёме • Отказ блока управления двигателем
P0105	Цепь датчика атмосферного давления	<p>Условия проверки:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Через 2 секунды после включения зажигания или запуска двигателя. • Напряжение аккумуляторной батареи не менее 8 В. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Напряжение выхода датчика не менее 4,5 В на протяжении 2 секунд (атмосферное давление равно не менее 114 кПа). или • Напряжение выхода датчика не более 0,2 В на протяжении 2 секунд (атмосферное давление не менее 53 кПа). 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ датчика атмосферного давления • Обрыв или короткое замыкание в цепи датчика атмосферного давления или плохой контакт в разъёме • Отказ блока управления двигателем
P0110	Цепь датчика температуры воздуха на впуске	<p>Условия проверки:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Через 2 секунды после включения зажигания или запуска двигателя. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Напряжение выхода не менее 4,6 В на протяжении 2 секунд (температура воздуха на впуске не выше -45°C). или • Напряжение выхода не более 0,2 В на протяжении 2 секунд (температура воздуха на впуске не выше -125°C). 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ датчика температуры воздуха на впуске • Обрыв или короткое замыкание в цепи датчика температуры воздуха на впуске или плохой контакт в разъёме • Отказ блока управления двигателем
P0115	Цепь датчика температуры охлаждающей жидкости	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Через 2 секунды после включения зажигания или сразу после запуска двигателя. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Напряжение выхода не менее 4,6 В на протяжении 2 секунд (температура воздуха на впуске не выше -45°C). или • Напряжение выхода не более 0,1 В на протяжении 2 секунд (температура охлаждающей жидкости не ниже 140°C). 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ датчика температуры охлаждающей жидкости • Обрыв или короткое замыкание в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости или плохой контакт в разъёме • Отказ блока управления двигателем
	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • После запуска двигателя. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Напряжение выхода датчика растёт до значения 1,6 В (температура охлаждающей жидкости снижается от 40°C) и уменьшается от 1,6 В (температура охлаждающей жидкости повышается от 40°C). 		

Технические операции на автомобиле

Номер кода	Проверяемый элемент	Условия	Возможные причины неисправности
P0120	Цепь датчика положения дроссельной заслонки	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Положение ключа зажигания: ON. Через 2 секунды после включения зажигания или запуска двигателя. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Напряжение выхода датчика не более 0,2 В на протяжении 2 секунд или • Частота вращения двигателя не превышает 1000 об/мин, расход воздуха менее 40% от максимального, напряжение на выходе датчика не менее 4,4 В в течение 2 секунд. 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ датчика положения дроссельной заслонки. • Обрыв или короткое замыкание в цепи датчика положения дроссельной заслонки или плохой контакт в разъёме. • Отказ блока управления двигателем.
P0125*	Цепь настройки режима обратной связи (по сигналу кислородного датчика)	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Температура охлаждающей жидкости не ниже 82°C. • Режим работы с использования обратной связи. • Не происходит замедление движения. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • В течение 30 секунд напряжение выхода датчика не отклоняется от 0,5 В. 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ переднего кислородного датчика. • Повреждение проводного жгута в цепи кислородного датчика или плохой контакт в разъёме. • Отказ заднего кислородного датчика. • Неисправность системы подачи топлива. • Неисправность системы выпуска. • Отказ блока управления двигателем.
P0130	Цепь переднего кислородного датчика <датчик 1>	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Не ранее, чем через 3 минуты после запуска двигателя. • Температура охлаждающей жидкости не ниже 82°C. • Частота вращения коленчатого вала не ниже 1200 об/мин. • Коэффициент наполнения не ниже 25%. • Продолжительность наблюдения не меньше 5 секунд. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Если при напряжении выхода переднего кислородного датчика, не превышающем 0,2 В, блок управления двигателем подаст на передний датчик напряжение питания 5 В, то напряжение выхода должно быть не ниже 4,5 В. <hr/> <p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Частота вращения коленчатого вала не выше 3 000 об/мин. • При проверке режима обратной связи по составу рабочей смеси. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Средняя частота выходного сигнала не более 6 за 10 секунд наблюдения. 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ переднего кислородного датчика. • Обрыв или короткое замыкание в цепи переднего кислородного датчика или плохой контакт в разъёме. • Отказ блока управления двигателем.

Технические операции на автомобиле

Номер кода	Проверяемый элемент	Условия	Возможные причины неисправности
P0135	Цепь нагревателя переднего кислородного датчика <датчик 1>	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Температура охлаждающей жидкости не ниже 20°C. • Нагреватель переднего кислородного датчика включён. • Частота вращения коленчатого вала не ниже 50 об/мин. • Напряжение аккумуляторной батареи 11 – 16 В. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • На протяжении одной секунды ток в цепи нагревателя либо меньше 0,2 А либо выше 3,5 А. 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ нагревателя переднего кислородного датчика. • Обрыв или короткое замыкание в цепи нагревателя переднего кислородного датчика или плохой контакт в разъёме. • Отказ блока управления двигателем.
P0136	Цепь заднего кислородного датчика <датчик 2>	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Не ранее, чем через 3 минуты после запуска двигателя. • Температура охлаждающей жидкости не ниже 82°C. • Частота вращения коленчатого вала не ниже 1200 об/мин. • Коэффициент наполнения не ниже 25%. • Продолжительность наблюдения не менее 5 секунд. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Если при напряжении выхода заднего кислородного датчика, не превышающем 0,2 В, блок управления двигателем подаст на передний датчик напряжение питания 5 В, то напряжение выхода должно быть не ниже 4,5 В. <p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Через две секунды после, того как блок управления регистрирует обрыв в цепи. • Передний кислородный датчик находится в исправном состоянии. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • При работе двигателя на богатой смеси напряжение выхода переднего кислородного датчика не менее 0,5 В, напряжение выхода заднего кислородного датчика не более 0,1 В с отклонением до 0,078 В. 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ заднего кислородного датчика. • Обрыв или короткое замыкание в цепи заднего кислородного датчика или плохой контакт в разъёме. • Отказ блока управления двигателем.
P0141	Цепь нагревателя заднего кислородного датчика <датчик 2>	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Температура охлаждающей жидкости не ниже 20°C. • Нагреватель заднего кислородного датчика включён. • Частота вращения коленчатого вала не ниже 50 об/мин. • Напряжение аккумуляторной батареи 11 – 16 В. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • На протяжении одной 1 секунды ток в цепи нагревателя либо меньше 0,2 А либо выше 3,5 А. 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ нагревателя заднего кислородного датчика. • Обрыв или короткое замыкание в цепи нагревателя заднего кислородного датчика или плохой контакт в разъёме. • Отказ блока управления двигателем.

Технические операции на автомобиле

Номер кода	Проверяемый элемент	Условия	Возможные причины неисправности
P0170	Неисправность системы подачи топлива	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Обучение состава рабочей смеси. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Величина коррекции цикловой подачи слишком мала на протяжении более двух секунд. или • Величина коррекции цикловой подачи слишком велика на протяжении более двух секунд. 	<ul style="list-style-type: none"> • Неисправность системы подачи топлива. • Отказ переднего кислородного датчика. • Отказ датчика температуры воздуха на впуске. • Отказ датчика расхода воздуха. • Отказ электромагнитного клапана управления продувкой абсорбера. • Отказ блока управления двигателем.
P0201	Цепь форсунки 1	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Частота вращения коленчатого вала приблизительно 50 - 1000 об/мин. • Выходное напряжение датчика положения дроссельной заслонки составляет 1,15 В или меньше. • Форсунка не находится в режиме принудительного привода (режим проверки исполнительных устройств). <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выброс напряжения катушки зажигания не определяется в течение 4 секунд. 	<ul style="list-style-type: none"> • Неисправность форсунки. • Плохой контакт в разъеме, обрыв или короткое замыкание в жгуте проводов цепи форсунки. • Неисправность электронного блока управления двигателем.
P0202	Цепь форсунки 2	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Частота вращения коленчатого вала приблизительно 50 - 1000 об/мин. • Выходное напряжение датчика положения дроссельной заслонки составляет 1,15 В или меньше. • Форсунка не находится в режиме принудительного привода (режим проверки исполнительных устройств). <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выброс напряжения катушки зажигания не определяется в течение 4 секунд. 	<ul style="list-style-type: none"> • Неисправность форсунки. • Плохой контакт в разъеме, обрыв или короткое замыкание в жгуте проводов цепи форсунки. • Неисправность электронного блока управления двигателем.
P0203	Цепь форсунки 3	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Частота вращения коленчатого вала приблизительно 50 - 1000 об/мин. • Выходное напряжение датчика положения дроссельной заслонки составляет 1,15 В или меньше. • Форсунка не находится в режиме принудительного привода (режим проверки исполнительных устройств). <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выброс напряжения катушки зажигания не определяется в течение 4 секунд. 	<ul style="list-style-type: none"> • Неисправность форсунки. • Плохой контакт в разъеме, обрыв или короткое замыкание в жгуте проводов цепи форсунки. • Неисправность электронного блока управления двигателем.

Технические операции на автомобиле

Номер кода	Проверяемый элемент	Условия	Возможные причины неисправности
P0204	Цепь форсунки 4	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Частота вращения коленчатого вала приблизительно 50 - 1000 об/мин. • Выходное напряжение датчика положения дроссельной заслонки составляет 1,15 В или меньше. • Форсунка не находится в режиме принудительного привода (режим проверки исполнительных устройств). <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выброс напряжения катушки зажигания не определяется в течение 4 секунд. 	<ul style="list-style-type: none"> • Неисправность форсунки. • Плохой контакт в разъеме, обрыв или короткое замыкание в жгуте проводов цепи форсунки. • Неисправность электронного блока управления двигателем.
P0300	Цепь детектора пропуска воспламенения	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Не раньше, чем через 5 секунд после запуска двигателя. • Частота вращения коленчатого вала 500 – 4500 об/мин. • Температура охлаждающей жидкости не ниже -10°C. • Температура воздуха на впуске не ниже -10°C. • Атмосферное давление не ниже 72 кПа. • Коэффициент наполнения в пределах 30 – 60%. • Проведена адаптация задающего диска датчика положения коленчатого вала. • Во время проверки не допускайте переключения передач, движения с низкой скоростью, резкого ускорения или замедления, периодического включения компрессора кондиционера (в течении трёх секунд после выключения или после включения компрессора). • Скорость изменения сигнала датчика положения дроссельной заслонки в пределах от -0,059 В/10мс до 0,059 В/10мс. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Количество пропусков зажигания (температура каталитического нейтрализатора не менее 950°C) выходит за установленные пределы (более 7,3% в двух цилиндрах или больше) за время последних 200 оборотов. или • Количество пропусков зажигания выходит за установленные пределы (более 2% в двух цилиндрах или больше) за время последних 1 000 оборотов (соответствует превышению норм токсичности в полтора раза). 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ одного или более компонентов системы зажигания. • Отказ датчика положения коленчатого вала. • Неправильный состав рабочей смеси. • Низкая компрессия. • Отказ датчика температуры охлаждающей жидкости. • Проскок ремня ГРМ. • Отказ системы рециркуляции и клапана рециркуляции ОГ. • Отказ блока управления двигателем.

Технические операции на автомобиле

Номер кода	Проверяемый элемент	Условия	Возможные причины неисправности
P0301*	Цепь детектора пропуска воспламенения в цилиндре 1	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Не раньше, чем через 5 секунд после запуска двигателя. • Частота вращения коленчатого вала 500 – 4500 об/мин. • Температура охлаждающей жидкости не ниже –10°С. • Температура воздуха на впуске не ниже –10°С. • Атмосферное давление не ниже 72 кПа. • Коэффициент наполнения в пределах 30 – 60%. • Проведена адаптация задающего диска датчика положения коленчатого вала. • Во время проверки не допускайте переключения передач, движения с низкой скоростью, резкого ускорения или замедления, периодического включения компрессора кондиционера (в течении трёх секунд после выключения или после включения компрессора). • Скорость изменения сигнала датчика положения дроссельной заслонки в пределах от –0,059 В/10мс до 0,059 В/10мс. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Количество пропусков зажигания (температура каталитического нейтрализатора не менее 950°С) выходит за установленные пределы (более 7,3% в цилиндре № 1) за время последних 200 оборотов. <p>Или</p> <ul style="list-style-type: none"> • Количество пропусков зажигания выходит за установленные пределы (более 2% в цилиндре № 1) за время последних 1000 оборотов (соответствует превышению норм токсичности в полтора раза). 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ одного или более компонентов системы зажигания. • Низкая компрессия. • Отказ блока управления двигателем.
P0302*	Цепь детектора пропуска воспламенения в цилиндре 2	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Не раньше, чем через 5 секунд после запуска двигателя. • Частота вращения коленчатого вала 500 – 4500 об/мин. • Температура охлаждающей жидкости не ниже –10°С. • Температура воздуха на впуске не ниже –10°С. • Атмосферное давление не ниже 72 кПа. • Коэффициент наполнения в пределах 30 – 60%. • Проведена адаптация задающего диска датчика положения коленчатого вала. • Во время проверки не допускайте переключения передач, движения с низкой скоростью, резкого ускорения или замедления, периодического включения компрессора кондиционера (в течении трёх секунд после выключения или после включения компрессора). • Скорость изменения сигнала датчика положения дроссельной заслонки в пределах от –0,059 В/10мс до 0,059 В/10мс. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Количество пропусков зажигания (температура каталитического нейтрализатора не менее 950°С) выходит за установленные пределы (более 7,3% в цилиндре № 2) за время последних 200 оборотов. <p>или</p> <ul style="list-style-type: none"> • Количество пропусков зажигания выходит за установленные пределы (более 2% в цилиндре № 2) за время последних 1000 оборотов (соответствует превышению норм токсичности в полтора раза). 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ одного или более компонентов системы зажигания. • Низкая компрессия. • Отказ блока управления двигателем.

Номер	Проверяемый	Условия	Возможные причины
-------	-------------	---------	-------------------

Технические операции на автомобиле

кода	элемент		неисправности
P0303*	Цепь детектора пропуска воспламенения в цилиндре 3	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Не раньше, чем через 5 секунд после запуска двигателя. • Частота вращения коленчатого вала 500 – 4500 об/мин. • Температура охлаждающей жидкости не ниже –10°С. • Температура воздуха на впуске не ниже –10°С. • Атмосферное давление не ниже 72 кПа. • Коэффициент наполнения в пределах 30 – 60%. • Проведена адаптация задающего диска датчика положения коленчатого вала. • Во время проверки не допускайте переключения передач, движения с низкой скоростью, резкого ускорения или замедления, периодического включения компрессора кондиционера (в течении трёх секунд после выключения или после включения компрессора). • Скорость изменения сигнала датчика положения дроссельной заслонки в пределах от –0,059 В/10мс до 0,059 В/10мс. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Количество пропусков зажигания (температура каталитического нейтрализатора не менее 950°С) выходит за установленные пределы (более 7,3% в цилиндре № 3) за время последних 200 оборотов. или • Количество пропусков зажигания выходит за установленные пределы (более 2% в цилиндре № 3) за время последних 1000 оборотов (соответствует превышению норм токсичности в полтора раза). 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ одного или более компонентов системы зажигания. • Низкая компрессия. • Отказ блока управления двигателем.
P0304*	Цепь детектора пропуска воспламенения в цилиндре 4	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Не раньше, чем через 5 секунд после запуска двигателя. • Частота вращения коленчатого вала 500 – 4500 об/мин. • Температура охлаждающей жидкости не ниже –10°С. • Температура воздуха на впуске не ниже –10°С. • Атмосферное давление не ниже 72 кПа. • Коэффициент наполнения в пределах 30 – 60%. • Проведена адаптация задающего диска датчика положения коленчатого вала. • Во время проверки не допускайте переключения передач, движения с низкой скоростью, резкого ускорения или замедления, периодического включения компрессора кондиционера (в течении трёх секунд после выключения или после включения компрессора). • Скорость изменения сигнала датчика положения дроссельной заслонки в пределах от –0,059 В/10мс до 0,059 В/10мс. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Количество пропусков зажигания (температура каталитического нейтрализатора не менее 950°С) выходит за установленные пределы (более 7,3% в цилиндре № 4) за время последних 200 оборотов. или • Количество пропусков зажигания выходит за установленные пределы (более 2% в цилиндре № 4) за время последних 1000 оборотов (соответствует превышению норм токсичности в полтора раза). 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ одного или более компонентов системы зажигания. • Низкая компрессия. • Отказ блока управления двигателем.

Технические операции на автомобиле

Номер кода	Проверяемый элемент	Условия	Возможные причины неисправности
P0325	Цепь датчика детонации	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Не раньше, чем через 2 секунды после запуска двигателя. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Напряжения на выходе датчика детонации (пиковое напряжения каждые пол-оборота коленчатого вала) не изменяется более чем на 0,08 В за 200 последовательных циклов. 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ датчика детонации. • Обрыв или короткое замыкание в цепи датчика детонации или плохой контакт в разъёме. • Отказ блока управления двигателем.
P0335	Цепь датчика положения коленчатого вала двигателя	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Двигатель прокручивается стартером <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Напряжение выхода остаётся неизменным (нет импульсного сигнала) на протяжении двух секунд. 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ датчика положения коленчатого вала. • Обрыв или короткое замыкание в цепи датчика коленчатого вала или плохой контакт в разъёме. • Отказ блока управления двигателем.
P0340	Цепь датчика положения распределительного вала	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • После запуска двигателя. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Напряжение выхода остаётся неизменным (нет импульсного сигнала) на протяжении двух секунд. 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ датчика положения распредвала. • Обрыв или короткое замыкание в цепи датчика положения распредвала или плохой контакт в разъёме. • Отказ блока управления двигателем.
P0403	Цепь электромагнитного клапана EGR	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Положение ключа зажигания: "ON" (включено) • Напряжение аккумуляторной батареи не менее 10 В. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Нет скачка напряжения (+2 V) на обмотке клапана при выключении электромагнитного клапана. 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ электромагнитного (электровакуумного) клапана системы EGR. • Обрыв или короткое замыкание в цепи электровакуумного клапана или плохой контакт в разъёме. • Отказ блока управления двигателем.
P0421	Сбой режима ускоренного прогрева нейтрализатора	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Частота вращения коленчатого вала: не более 4 000 об/мин. • Во время поездки. • Режим работы с обратной связью по составу рабочей смеси. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Отношение частоты выходного сигнала заднего кислородного датчика к частоте переднего превышает 0,8 на протяжении 10 секунд. 	<ul style="list-style-type: none"> • Деградация каталитического нейтрализатора. • Отказ переднего кислородного датчика. • Отказ заднего кислородного датчика.
P0443	Цепь электромагнитного клапана управления продувкой абсорбера	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Положение ключа зажигания: "ON" (включено). • Напряжение аккумуляторной батареи не менее 10 В. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Нет скачка напряжения (+ 2 V) на обмотке клапана при выключении электромагнитного клапана продувки. 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ электромагнитного клапана управления продувкой абсорбера. • Обрыв или короткое замыкание в цепи электромагнитного клапана или плохой контакт в разъёме. • Отказ блока управления двигателем

Технические операции на автомобиле

Номер кода	Проверяемый элемент	Условия	Возможные причины неисправности
P0500	Цепь датчика скорости движения автомобиля	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Не ранее, чем через 2 секунды после запуска двигателя. • Частота вращения коленчатого вала: не менее 2 000 об/мин. • Коэффициент наполнения в пределах 40–75%. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Напряжение выхода остаётся неизменным (нет импульсного сигнала) на протяжении 2 секунд. 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ датчика скорости. • Обрыв или короткое замыкание в цепи датчика скорости или плохой контакт в разъёме. • Отказ блока управления двигателем.
P0505	Цепь регулятора холостого хода	<p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Скорость движения автомобиля хотя бы раз превысила 1,5 км/час. • Контур управления режимом холостого хода замкнут. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Действительные обороты холостого хода превышают заданное (расчётное) значение на 300 об/мин на протяжении более чем 10 секунд. <hr/> <p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Скорость движения автомобиля хотя бы раз превысила 1,5 км/час. • Контур управления режимом холостого хода замкнут. • Максимальная температура окружающего воздуха во время предыдущего ездового цикла не превышала 45°C. • Температура охлаждающей жидкости не ниже 82°C. • Напряжение аккумуляторной батареи не менее 10 В. • Температура воздуха на впуске не ниже –10°C. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Действительные обороты холостого хода превышают заданное (расчётное) значение на 200 об/мин на протяжении более чем 10 секунд. <hr/> <p>Условия проверки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Контур управления режимом холостого хода замкнут. • Температура охлаждающей жидкости не ниже 82°C. • Напряжение аккумуляторной батареи не менее 10 В. • Контактный датчик давления насоса гидроусилителя рулевого управления разомкнут. • Коэффициент наполнения не выше 40%. • Температура воздуха на впуске не ниже –10°C. <p>Условия регистрации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Действительные обороты холостого хода меньше заданного (расчётного) значения на 100 об/мин на протяжении более чем 10 секунд. 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ привода регулятора холостого хода. • Обрыв или короткое замыкание в цепи привода регулятора холостого хода или плохой контакт в разъёме. • Отказ блока управления двигателем.

Технические операции на автомобиле

Номер кода	Проверяемый элемент	Условия	Возможные причины неисправности
P0513	Цепь иммобилайзера	Условия проверки • Положение ключа зажигания: "ON" (включено). Условия регистрации кода: • Установлено нарушение связи между блоком управления двигателем и иммобилайзером.	• Обрыв или короткое замыкание в цепи иммобилайзера или плохой контакт в разъёме. • Отказ иммобилайзера. • Отказ блока управления двигателем.
P0551*	Цепь датчика аварийного давления гидроусилителя рулевого управления	Условия проверки • Температура воздуха на впуске не ниже -10°C . • Температура охлаждающей жидкости не ниже 30°C . • Не менее 10 раз проделайте тестовую поездку *1 и поездку *2. режим *1: частота вращения коленчатого вала не ниже 2 500 об/мин (скорость движения не менее 50 км/час). режим *2: Скорость движения не выше 1,5 км/час. Условия регистрации кода: • Контактный датчик давления в гидроусилителе рулевого управления остаётся в замкнутом состоянии.	• Отказ датчика давления в гидроусилителе рулевого управления. • Обрыв или короткое замыкание в цепи датчика давления или плохой контакт в разъёме. • Отказ блока управления двигателем.
P0622	Цепь контакта реле обмотки возбуждения генератора	Условия проверки • Частота вращения коленчатого вала не ниже 50 об/мин. Условия регистрации кода: • Напряжение на контакте реле обмотки возбуждения равно напряжению системы или выше на протяжении более 20 секунд.	• Обрыв в цепи контакта реле возбуждения. • Отказ блока управления двигателем.
P1603*	Цепь резервного питания	Условия проверки • Положение ключа зажигания: "ON" (включено). Условия регистрации кода: • Напряжение в цепи резервного питания ниже 6 В.	• Обрыв или короткое замыкание в цепи резервного питания или плохой контакт в разъёме. • Отказ блока управления двигателем.

2.3 Таблица поиска причин неисправностей по признакам

Существуют неисправности, при которых диагностические коды не возникают. В этом случае производится поиск причины неисправности по ее внешнему признаку. Для этого используются специальные методики поиска, позволяющие локализовать неисправность. Возможные признаки неисправностей в системе распределенного впрыска топлива (MPI) приведены в следующей таблице (Lancer 2004 модельного года, двигатель 4G6).

Технические операции на автомобиле

Таблица 3

Наименование	Признак неисправности		Процедура проверки
Нет связи с диагностическим прибором MUT-II/MUT-III	Нет связи со всеми системами		1
	Нет связи только с блоком управления двигателем		2
Контрольная лампа "Check Engine"	Контрольная лампа "Check Engine" не включается сразу после поворота ключа зажигания в положение "ON"		3
	Контрольная лампа "Check Engine" остается постоянно включенной		4
Запуск	Двигатель не запускается (стартер не вращается)	Не работает стартер	5
	Двигатель не запускается (стартер вращается, но нет "вспышек")	Стартер работает, но запуск двигателя не происходит из-за отсутствия воспламенения	5
	Двигатель не запускается (смесь воспламеняется, но нет полного сгорания)	Смесь воспламеняется, но двигатель останавливается из-за неполного сгорания (двигатель "схватывает" и глохнет)	7
	Затрудненный запуск (долгое время запуска)	Двигатель запускается, но для этого требуется продолжительная работа стартера	
Ненормальная работа двигателя в режиме холостого хода	Неустойчивая работа двигателя в режиме холостого хода	Непостоянные обороты холостого хода ("гуляют"). Признаками такой неисправности являются подергивание стрелки тахометра, вибрация двигателя, передаваемая на рулевое колесо, рычаг КПП, кузов автомобиля и др.	8
	Обороты холостого хода выше или ниже нормы	Не удается добиться нормальных оборотов холостого хода	
	Двигатель глохнет в режиме холостого хода ("захлебывается")	Двигатель глохнет в режиме холостого хода, независимо от того, движется автомобиль или нет	
Двигатель глохнет	Двигатель глохнет в начале движения автомобиля	Двигатель глохнет во время работы или при нажатии на педаль газа (из режима холостого хода)	9
	Двигатель глохнет во время замедления	Двигатель глохнет во время замедления	10
Движение	Двигатель не набирает обороты	При нажатии на педаль газа обороты двигателя не увеличиваются	11
	"Провал" ускорения автомобиля	Задержка ускорения или временное падение скорости автомобиля при нажатии на педаль газа. Это явление называется "провал".	12
	Медленное ускорение	Ускорение автомобиля не соответствует положению педали газа. При движении с постоянной скоростью двигатель работает ровно	
	Дерганье	Запаздывание набора оборотов при трогании с места	
	Рывки	При движении с постоянной скоростью или ускорении автомобиль дергается (вперед-назад)	
	Удары или вибрация при ускорении	Ощущение сильного удара при ускорении	13
	Удары или вибрация при замедлении	Ощущение сильного удара при замедлении	14
	Детонация	Резкий звук, напоминающий стук молотка по стенкам цилиндров, приводящий к ухудшению характеристик двигателя	15
Отклонения в регулировке угла опережения зажигания	Базовый угол опережения зажигания не соответствует техническим условиям.	16	

Технические операции на автомобиле

Наименование	Признак неисправности		Процедура проверки
Остановка	Работа двигателя после выключения зажигания ("дизелирование")	Двигатель продолжает работать с выключенным зажиганием после перевода ключа в положение "LOCK" или "OFF"	17
Отработавшие газы ("выхлоп")	Неприятный запах, белый или черный дым, высокое содержание СО и СН в режиме холостого хода	Отработавшие газы имеют неприятный запах, наблюдается белый или черный дым. Высокое содержание СО и СН в режиме холостого хода	18
Зарядка аккумуляторной батареи	Аккумуляторная батарея разряжается	Аккумуляторная батарея быстро разряжается или плохо принимает зарядку	19
Работа системы охлаждения	Перегрев	Очень высокая температура охлаждающей жидкости	20
	Ненормальная работа электровентилятора двигателя	Работа электродвигателя вентилятора при включенном зажигании не соответствует температуре охлаждающей жидкости	21
Работа системы кондиционирования	Неэффективная работа системы кондиционирования	Температура воздуха на выходе из системы кондиционирования сильно отличается от заданной	22

2.4 Справочная таблица данных (DATA LIST)

При подключении диагностического прибора MUT-II/MUT-III возможно не только считать коды возникших неисправностей, но и просмотреть значения некоторых сигналов и параметров, в цифровом или графическом виде, необходимых для поиска неисправности. Допустимые значения параметров приводятся в справочной таблице (**Data List Reference Table**) находящейся в руководстве по ремонту.

2.4.1 Режим проверки параметров (Check Mode).

При выборе нескольких сигналов или параметров производится их последовательное считывание по одному, пока все данные не будут получены. Чем большее количество параметров выбирается для наблюдения, тем реже производится их считывание (выборка) и ниже достоверность полученной информации (при быстром изменении сигнала можно не увидеть этого изменения). Вследствие применения системы E-OBD скорость передачи данных стала меньше и как следствие интервал между выборками стал больше. Для возможности получать данные с интервалом выборки аналогичному, до применения системы EOB-D был добавлен специальный режим проверки (Check Mode). В этом режиме невозможно просмотреть диагностические коды и данные системы E-OBD. Ниже приведены основные сервисные данные, которые доступны в режиме Check Mode (Lancer 2004 модельного года, двигатель 4G6).

Таблица 4

№	Проверяемый элемент	Условия проверки		Исправное состояние	Процедура проверки
11	Передний кислородный датчик Oxygen sensor (front)	Двигатель прогрет. Происходит обеднение топливовоздушной смеси при отпуске педали акселератора, и обогащение смеси при нажатии на педаль акселератора.	Резкое торможение двигателем при частоте вращения коленчатого вала 4000 об/мин	Напряжение изменится от 0,2В или менее до 0,6-1В через несколько секунд	Код № P0130
			Резкое нажатие на педаль акселератора.	600 - 1000 мВ	
		Двигатель прогрет. Для определения состава топливовоздушной смеси и коррекции величины цикловой топливоподачи используется сигнал кислородного датчика.	Двигатель работает на холостом ходу.	Напряжение периодически изменяется от 400 мВ или менее до 600-1000 мВ	
			2500 об/мин		

Технические операции на автомобиле

№	Проверяемый элемент	Условия проверки		Исправное состояние	Процедура проверки
12	Датчик расхода воздуха * ¹ Air flow sensor	<ul style="list-style-type: none"> • Температура охлаждающей жидкости 80-95°C • Освещение и все дополнительное оборудование выключено • Коробка передач: Нейтраль (МКПП) Положение Р (АКПП) 	Двигатель работает на холостом ходу	14 - 40 Гц	
			2500 мин ⁻¹	51 - 91 Гц	
			Увеличение частоты вращения (нажатие на педаль акселератора)	Увеличение частоты пропорционально ускорению	
13	Датчик температуры воздуха на впуске Intake air temperature sensor	Ключ зажигания в положении ON (ВКЛ.) или двигатель работает.	Температура воздуха во впускном коллекторе: -20°C	-20°C	Код № P0110
			Температура воздуха во впускном коллекторе: 0°C	0°C	
			Температура воздуха во впускном коллекторе: 20°C	20°C	
			Температура воздуха во впускном коллекторе: 40°C	40°C	
			Температура воздуха во впускном коллекторе: 80°C	80°C	
14	Датчик положения дроссельной заслонки Throttle position sensor	Ключ зажигания в положении ON (ВКЛ.)	Дроссельная заслонка полностью закрыта (режим холостого хода)	535 - 735 мВ	Код № P0120
			Дроссельная заслонка постепенно открывается	Возрастает пропорционально углу открытия дроссельной заслонки	
			Дроссельная заслонка полностью открыта	4500 - 5500 мВ	
16	Напряжение питания Power supply voltage	Положение ключа зажигания: "ON"		Напряжение питания системы	Процедура № 23
18	Сигнал прокручивания двигателя (ключ зажигания в положении "ST") Cranking signal (Ignition switch-ST)	Положение ключа зажигания: "ON"	Двигатель: Не работает	"OFF" (выкл.)	Процедура № 23
			Двигатель: Прокручивание	"ON" (вкл.)	
21	Датчик температуры охлаждающей жидкости Engine coolant temperature sensor	Ключ зажигания в положении ON (ВКЛ.) или двигатель работает.	Температура охлаждающей жидкости: -20°C	-20°C	Код № P0115
			Температура охлаждающей жидкости: 0°C	0°C	
			Температура охлаждающей жидкости: 20°C	20°C	
			Температура охлаждающей жидкости: 40°C	40°C	
			Температура охлаждающей жидкости: 80°C	80°C	

Технические операции на автомобиле

№	Проверяемый элемент	Условия проверки		Исправное состояние	Процедура проверки	
22	Датчик положения коленчатого вала Crank angle sensor	<ul style="list-style-type: none"> • Коленчатый вал двигателя прокручивается стартером. • Тахометр подключен • Двигатель работает на холостом ходу. • Датчик-выключатель полностью закрытого положения дроссельной заслонки: "ON" (ВКЛ) 	Сравните показания тахометра и MUT-III	Показания должны совпадать	Код № P0335	
			Температура охлаждающей жидкости: -20°C	1100 - 1300 об/мин		
			Температура охлаждающей жидкости: 0°C	1100 - 1300 об/мин		
			Температура охлаждающей жидкости: 20°C	1100 - 1300 об/мин		
			Температура охлаждающей жидкости: 40°C	920 – 1120 об/мин		
		Температура охлаждающей жидкости: 80°C	650 – 850 об/мин			
25	Датчик атмосферного давления Barometric pressure sensor	Ключ зажигания в положении ON (ВКЛ.)	Высота 0 м над уровнем моря	101 кПа		
			Высота 600 м над уровнем моря	95 кПа		
			Высота 1200 м над уровнем моря	88 кПа		
			Высота 1800 м над уровнем моря	81 кПа		
26	Сигнал холостого хода Idle position signal	Положение ключа зажигания: "ON" (Несколько раз нажмите и отпустите педаль газа)	Отпустите педаль газа.	"ON" (вкл.)	Код № P0120	
			Слегка нажмите на педаль газа	"OFF" (выкл.)		
27	Датчик давления в гидроусилителе рулевого управления Power steering fluid pressure switch	Двигатель работает на холостом ходу.	Рулевое колесо: неподвижно	"OFF" (выкл.)	Код № P0551	
			Рулевое колесо: поворачивается	"ON" (вкл.)		
28	Выключатель кондиционера A/C switch	Двигатель работает на холостом ходу.	Выключатель кондиционера в положении OFF (ВЫКЛ.)	"OFF" (выкл.)	Процедура № 26	
			Выключатель кондиционера в положении ON (ВКЛ.)	Компрессор не работает		"OFF" (выкл.)
				Компрессор работает		"ON" (вкл.)
37	Коэффициент наполнения Volumetric efficiency	<ul style="list-style-type: none"> • Температура охлаждающей жидкости 85-95°C • Световые приборы, вентилятор системы охлаждения и прочие дополнительные приборы: "OFF" (выкл.) 	Режим холостого хода	11- 31%		
			2 500 об/мин	7 - 27%		
			Резкое ускорение	Наполнение растёт с ускорением		

Технические операции на автомобиле

№	Проверяемый элемент	Условия проверки		Исправное состояние	Процедура проверки	
41	Время включённого состояния форсунки*2 Injector drive time	Двигатель: прокручивание стартером	Температура охлаждающей жидкости: 0°C (одновременная подача топлива)	59,8-88,8 мс		
			Температура охлаждающей жидкости: 20°C	26,6-39,8 мс		
			Температура охлаждающей жидкости: 80°C	6,8-10,2 мс		
	Время включённого состояния форсунки*3 Injector drive time	<ul style="list-style-type: none"> • Температура охлаждающей жидкости 85 – 95°C • Световые приборы, вентилятор системы охлаждения и прочие дополнительные приборы: "OFF" (выкл.) • КПП: нейтраль 	Режим холостого хода	1,8-3,0 мс		
		2 500 об/мин	1,6-2,8 мс			
		Резкое ускорение	Увеличивается			
44	Угол опережения зажигания Ignition advance	<ul style="list-style-type: none"> • Двигатель прогрет до рабочей температуры • Подключите стробоскоп для измерения действительного значения угла опережения зажигания 	Режим холостого хода	2 – 18° до ВМТ	Процедура № 28	
			2 500 об/мин	18 – 38° до ВМТ		
45	Положение регулятора холостого хода (шаговый двигатель)*4 ISC (stepper motor) servo position	<ul style="list-style-type: none"> • Температура охлаждающей жидкости 85-95°C • Световые приборы, вентилятор системы охлаждения и прочие дополнительные приборы: "OFF" (выкл.) • КПП: нейтраль • Двигатель работает на холостом ходу • При включении кондиционера должен работать компрессор 	Выключатель системы кондиционирования: "OFF" (выключен)	2-25 шагов		
			Выключатель системы кондиционирования: OFF (выкл.) → ON (вкл.)	Увеличивается до 10-70 шагов		
49	Реле компрессора кондиционера A/C relay	Двигатель прогрет до рабочей температуры, режим холостого хода	Выключатель кондиционера OFF (ВЫКЛ)		"OFF" (выкл.)	Процедура № 26
			Выключатель кондиционера ON (ВКЛ)	Компрессор не работает	"OFF" (выкл.)	
				Компрессор работает	"ON" (вкл.)	
59	Задний кислородный датчик Oxygen sensor (rear)	Двигатель прогрет до рабочей температуры	Резкое нажатие на педаль акселератора.	Напряжение периодически изменяется от 0 В до 0,6-1 В	Код № P0136	

Технические операции на автомобиле

ПРИМЕЧАНИЕ:

- *1. В новых автомобилях (с пробегом приблизительно 500 км или менее) разряжение во впускном коллекторе может превышать номинальное значение на 10%.
- *2. Длительность впрыскивания форсунки указана при следующих условиях: частота вращения коленчатого вала с частотой 250 об/мин или менее, напряжении питания 11 В.
- *3. В новых автомобилях (с пробегом приблизительно 500 км или менее) длительность впрыскивания форсунки может превышать номинальную величину на 10%.
- *4. В новых автомобилях (с пробегом приблизительно 500 км или менее) положение шагового электродвигателя может превышать номинальное значение на 30 шагов.

2.4.2 Обычный режим проверки параметров

В обычном режиме работы доступны параметры режима Check Mode и ещё дополнительно параметры, соответствующие стандарту E-OBD, поэтому время выборки в этом режиме увеличивается. Первоначально при поиске неисправности, необходимо оценить ситуацию в целом и наблюдать как можно больше параметров, в обычном режиме. При выявлении данных с отклонениями можно проводить поиск неисправности уже более целенаправленно в режиме Check Mode.

Номера параметров, соответствующие стандарту E-OBD выводятся на экране MUT-III на зеленом фоне. Ниже приведены основные сервисные данные, соответствующие стандарту E-OBD (Lancer 2004 модельного года, двигатель 4G6).

Таблица 5

№	Проверяемый элемент	Условия проверки		Исправное состояние	Процедура проверки
12	Датчик расхода воздуха Air flow sensor	<ul style="list-style-type: none"> • Температура охлаждающей жидкости 80-95°C • Освещение и все дополнительное оборудование выключено. • МКПП - Нейтраль • АКПП - Положение "Р" 	Двигатель работает на холостом ходу	1,4 – 4,1 г/с	
			2500 об/мин	5,4-10,1 г/с	
			Увеличение частоты вращения (нажатие на педаль акселератора)	Увеличение частоты пропорционально ускорению	
13	Датчик температуры воздуха на впуске Intake air temperature sensor	Ключ зажигания в положении ON (ВКЛ.) или двигатель работает.	Температура воздуха во впускном коллекторе:-20°C	-20°C	Код № P0110
			Температура воздуха во впускном коллекторе:0°C	0°C	
			Температура воздуха во впускном коллекторе:20°C	20°C	
			Температура воздуха во впускном коллекторе:40°C	40°C	
			Температура воздуха во впускном коллекторе:80°C	80°C	
21	Датчик температуры охлаждающей жидкости Engine coolant temperature sensor	Ключ зажигания в положении ON (ВКЛ.) или двигатель работает.	Температура охлаждающей жидкости: -20°C	-20°C	Код № P0115
			Температура охлаждающей жидкости: 0°C	0°C	
			Температура охлаждающей жидкости: 20°C	20°C	
			Температура охлаждающей жидкости: 40°C	40°C	
			Температура охлаждающей жидкости: 80°C	80°C	

Технические операции на автомобиле

№	Проверяемый элемент	Условия проверки		Исправное состояние	Процедура проверки
22	Датчик положения коленчатого вала Crank angle sensor	<ul style="list-style-type: none"> • Коленчатый вал двигателя прокручивается стартером • Тахометр подключен 	Сравните показания тахометра и MUT-III	Показания должны совпадать	Код № P0335
		<ul style="list-style-type: none"> • Двигатель работает на холостом ходу. • Датчик-выключатель полностью закрытого положения дроссельной заслонки: "ON" (ВКЛ) 	Температура охлаждающей жидкости: -20°C	1100-1300 об/мин	
			Температура охлаждающей жидкости: 0°C	1100-1300 об/мин	
			Температура охлаждающей жидкости: 20°C	1100-1300 об/мин	
			Температура охлаждающей жидкости: 40°C	920-1120 об/мин	
			Температура охлаждающей жидкости: 80°C	650 - 850 об/мин	
24	Датчик скорости автомобиля Vehicle speed sensor	Выполняется поездка со скоростью 40 км/ч		Приблизительно 40 км/ч	Код № P0500
44	Угол опережения зажигания Ignition advance	<ul style="list-style-type: none"> • Двигатель прогрет до рабочей температуры • Подключите стробоскоп для измерения действительного значения угла опережения зажигания 	Режим холостого хода	2 – 18° до ВМТ	Процедура № 28
			2 500 об/мин	18 – 38° до ВМТ	
81	Долговременная коррекция Long-term fuel trim	Двигатель прогрет до рабочей температуры, 2500 об/мин, управление с обратной связью		-7,0 – 12,5%	Код № P0170
82	Кратковременная коррекция Short-term fuel trim	Двигатель прогрет до рабочей температуры, 2500 об/мин, управление с обратной связью		-25,0 – 25,0%	Код № P0170
87	Нагрузка на двигатель Calculation load value	Двигатель прогрет до рабочей температуры	Режим холостого хода	11 – 31%	Код № P0170
			2500 об/мин	7 – 27%	
88	Состояние контура управления топливоподачей Fuel control condition	Двигатель прогрет до рабочей температуры	2500 об/мин	С обратной связью	Код № P0120
			Ускорение	Без обратной связи	
8A	Датчик положения дроссельной заслонки (угол открытия) Throttle position sensor (Throttle opening angle)	Ключ зажигания в положении ON (ВКЛ.)	Дроссельная заслонка полностью закрыта (режим холостого хода)	0-10%	Код № P0120
			Дроссельная заслонка постепенно открывается	Увеличивается в соответствии с ходом педали	
			Дроссельная заслонка полностью открыта	80-100%	

Технические операции на автомобиле

№	Проверяемый элемент	Условия проверки		Исправное состояние	Процедура проверки
A1	Передний кислородный датчик Oxygen sensor (front)	Двигатель прогрет. Происходит обеднение топливовоздушной смеси при отпуске педали акселератора, и обогащение смеси при нажатии на педаль акселератора.	Резкое изменение частоты вращения коленчатого вала от 4000 об/мин	Напряжение изменится от 0,2 В или менее до 0,6-1В через несколько секунд	Код № P0130
			Резкое нажатие на педаль акселератора.	0,6 – 1 В	
		Двигатель прогрет. Для определения состава топливовоздушной смеси и коррекции величины цикловой топливоподачи используется сигнал кислородного датчика.	Двигатель работает на холостом ходу.	Напряжение периодически изменяется от 0,4 В или менее до 0,6-1В	
			2500 об/мин		
A2	Задний кислородный датчик Oxygen sensor (rear)	Двигатель прогрет до рабочей температуры	Резкое нажатие на педаль акселератора.	Напряжение периодически изменяется от 0 В до 0,6-1 В	Код № P0136

2.5 Справочная таблица режима проверки исполнительных устройств (ACTUATOR TEST)

Эта функция используется для принудительного включения или выключения исполнительных устройств или сервисных режимов. Ниже приведена справочная таблица режима проверки исполнительных устройств (Lancer 2004 модельного года, двигатель 4G6).

Таблица 6

№	Проверяемый элемент	Содержание проверки	Условия проверки		Исправное состояние
01	Форсунки	Отключение форсунки №1	Двигатель прогрет и работает на холостом ходу. (По очереди отключайте форсунки, чтобы определить цилиндры, отключение которых не повлияло на работу двигателя на холостом ходу).		Работа двигателя на холостом ходу становится неравномерной, нестабильной.
02		Отключение форсунки №2			
03		Отключение форсунки №3			
04		Отключение форсунки №4			
07	Топливный насос	Топливный насос работает и осуществляется возврат топлива в бак.	Ключ зажигания в положении ON (ВКЛ.)	Пережмите пальцами шланг возврата топлива и проверьте, ощущается ли пульсация.	Ощущается пульсация.
				Проверьте звук работающего насоса возле топливного бака	Слышен звук работающего насоса.
08	Электромагнитный клапан продувки адсорбера	Изменения положения клапана из положения "ВЫКЛ" в положение "ВКЛ".	Ключ зажигания в положении ON (ВКЛ.)		Слышен звук срабатывающего электромагнитного клапана.
10	Электромагнитный клапан рециркуляции ОГ (EGR)	Изменения положения клапана из положения "ВЫКЛ" в положение "ВКЛ".	Ключ зажигания в положении ON (ВКЛ.)		Слышен звук срабатывающего электромагнитного клапана.

Технические операции на автомобиле

№	Проверяемый элемент	Содержание проверки	Условия проверки	Исправное состояние
17	Базовый угол опережения зажигания	Включение режима проверки/регулировки угла опережения зажигания	Двигатель прогрет и работает на холостом ходу. Подключен стробоскоп.	5° до ВМТ
21	Вентилятор радиатора системы охлаждения	Включение электродвигателя вентилятора (радиатора)	Ключ зажигания в положении ON (ВКЛ.)	Электродвигатель вентилятора радиатора системы охлаждения работает.
30	Режим регулировки частоты вращения холостого хода	Установите режим регулировки частоты вращения холостого хода	Двигатель прогрет и работает на холостом ходу.	Сервопривод регулятора оборотов холостого хода (ISC) фиксируется

2.6 Проверки на выводах разъема электронного блока управления двигателем

2.6.1 Измерение напряжения на выводах разъема

Измерения напряжения на выводах разъема электронного блока управления двигателем позволяет получить полезную информацию о работе элементов системы распределенного впрыска топлива (MPI). Проверка входных сигналов, поступающих на электронный блок управления двигателем от датчиков и исполнительных устройств, и проверка соответствующих выходных сигналов дают возможность оценить работоспособность не только самих этих элементов, но и цепей распространения сигналов.

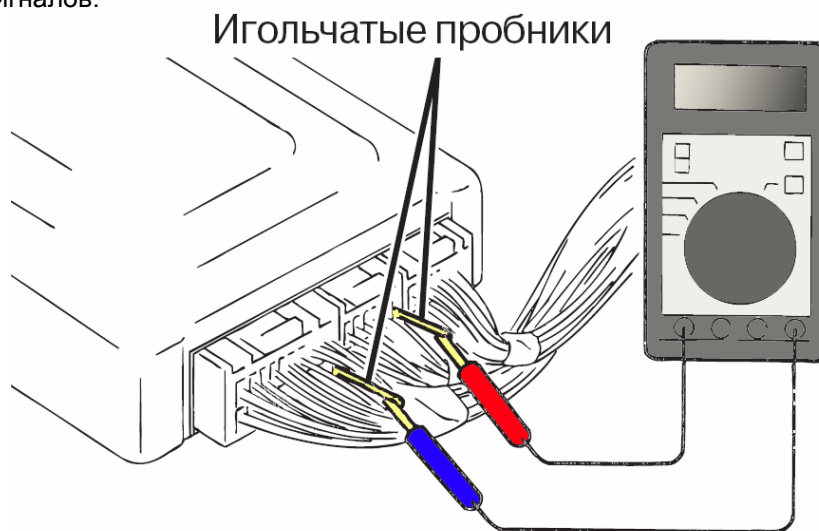


Рис. 6.5

Методика проведения измерения

1. Подсоедините игольчатые пробники (жгут тестовых проводов MB991223 или скрепку) к щупам вольметра.
2. В соответствии с таблицей проверки вставьте игольчатый пробник в соответствующий вывод разъема электронного блока управления двигателем со стороны жгута проводов и измерьте напряжения, сопоставляя их величины с проверочной таблицей.

Технические операции на автомобиле

ПРИМЕЧАНИЕ:

- Измерение напряжений проводите при подсоединенном к электронному блоку управления двигателем разъеме.
- Измерения будет проводить проще, если вынуть блок управления двигателем.
- Допускается проведение проверок в порядке отличном от указанного в таблице.

Внимание

Короткое замыкание положительного (+) щупа, соединенного с выводом разъема, на "массу" может вызвать повреждение электропроводки, датчика, электронного блока управления двигателем, либо всех этих элементов. БУДЬТЕ ОСТОРОЖНЫ, ЧТОБЫ НЕ ДОПУСТИТЬ ЭТОГО!

3. Если показания вольтметра расходятся с табличным значением, то проверьте соответствующий датчик, исполнительное устройство и сопутствующую им часть проводки, затем отремонтируйте или замените.

4. После ремонта или замены вновь выполните проверку, чтобы убедиться в достижении желаемого результата.

Значения напряжений на выводах и условия проверки приведены в таблице проверки напряжений на контактах разъема. В качестве примера, рассмотрим фрагмент такой таблицы и условия проверки переднего и заднего кислородных датчиков (Lancer 2004 модельного года).

Таблица 7

№ контакта	Проверяемый элемент	Условия проверки (состояние работы двигателя)	Исправное состояние
75	Задний кислородный датчик	Двигатель полностью прогрет, режим холостого хода (проверка при помощи цифрового вольтметра)	0 ↔ 0,6 В (периодически изменяется)
76	Передний кислородный датчик	Двигатель полностью прогрет, 2500 об/мин (проверка при помощи цифрового вольтметра)	0 ↔ 0,8 В (периодически изменяется)

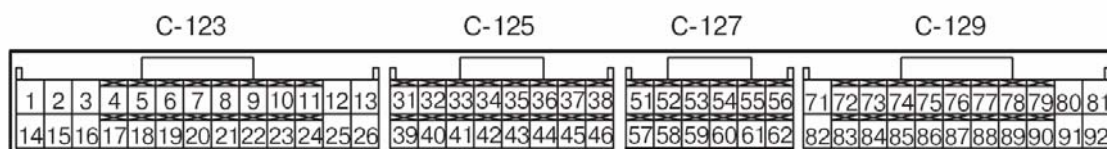


Рис. 6.3 Схема расположения выводов в разъеме электронного блока управления двигателем (пример)

2.6.2. Проверка сопротивления и целостности цепи между контактами

Проверка сопротивления между выводами разъема электронного блока управления двигателем позволяет получить дополнительную полезную информацию о состоянии элементов и цепей распространения сигналов.

Проверка сопротивления производится при выключенном зажигании и отсоединенном разъеме!

Методика проведения измерения

1. Установите ключ зажигания в положение "LOCK" (OFF).
2. Отсоедините разъем блока управления двигателем.
3. Измерьте сопротивление и проверьте неразрывность цепи между контактами разъема блока управления двигателем со стороны жгута, сверяя измеренные значения с данными таблицы.

ПРИМЕЧАНИЕ:

- При проверке величины сопротивления и неразрывности цепи необходимо пользоваться специальными жгутами, а не игольчатыми пробниками.
- Порядок выполнения проверок может отличаться от указанного в таблице

Внимание

Если допустить ошибку в соединении проверяемых контактов, или допустить ошибочное соединение контакта с "массой", то может быть повреждена проводка, датчики, блок управления двигателем и/или омметр. Не допускайте этого!

Технические операции на автомобиле

4. Если показания омметра расходятся с табличным значением, то проверьте соответствующий датчик, исполнительное устройство и сопутствующую им часть проводки, затем отремонтируйте или замените.
5. После ремонта или замены вновь выполните проверку, чтобы убедиться в достижении желаемого результата.

Значения величины сопротивлений между выводами приведены в таблице проверки сопротивления и целостности цепи между контактами разъёма. В качестве примера, рассмотрим фрагмент такой таблицы и условия проверки цепи подогревателя переднего и заднего кислородных датчиков (Lancer 2004 модельного года, двигатель 4G6).

Таблица 8

№ контактов	Проверяемый элемент	Исправное состояние
12-54	Подогреватель заднего кислородного датчика	11-18 Ом (при 20° С)
12-60	Подогреватель переднего кислородного датчика	4,5-8,0 Ом (при 20° С)

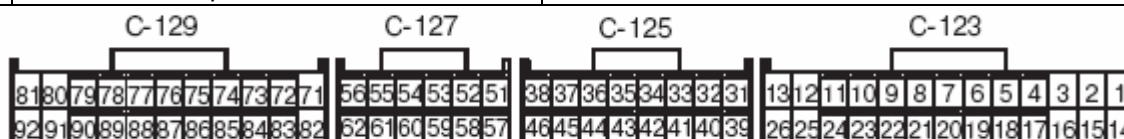


Рис. 6.4 Схема расположения выводов в разъеме электронного блока управления двигателем (пример)

Внимание

Проверка производится при отсоединенных разъемах, поэтому расположение выводов и разъемов на схеме зеркальное! Необходимо пользоваться специальными жгутами, а не игольчатыми пробниками.

2.7 Диагностика с использованием осциллографа

Выходные сигналы датчиков или управляющие сигналы исполнительными устройствами могут быть проверены визуально, путём исследования формы импульсов с помощью осциллографа. Подобные проверки применяются для анализа частотных или импульсных сигналов, когда невозможно применить вольтметр и позволяют ускорить процесс поиска неисправностей. Для подключения осциллографа к датчику или исполнительному устройству необходимы специальные переходные кабели, т.к. разъемы, как правило, герметичные и не допускают нарушения целостности. Для случая отсутствия соответствующих переходников, предусматриваются альтернативные методы измерения, когда подключение производится к разъему находящемуся на блоке управления (или промежуточном разъёме). В качестве примера, рассмотрим проверку датчиков положения коленчатого и распределительного валов.

2.7.1 Проверка датчиков положения коленчатого и распределительного валов с использованием осциллографа

1. Отсоедините разъём от датчика положения распредвала и соедините разъём со штатным жгутом при помощи переходного жгута MB991709 (все контакты должны быть соединены).
2. Присоедините съёмник сигнала осциллографа к контакту № 2 датчика.
3. Отсоедините разъём от датчика положения коленчатого вала и соедините разъём со штатным жгутом при помощи переходного жгута MD998478.
4. Присоедините съёмник сигнала осциллографа к контакту № 2 датчика.

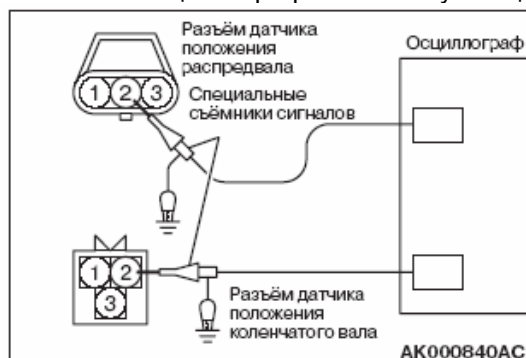


Рис. 6.5

Технические операции на автомобиле

Альтернативный метод (переходных жгутов нет в наличии)

1. Присоедините съёмник сигнала осциллографа к контакту № 88 блока управления двигателем (при проверке формы сигнала датчика положения распредвала).
2. Присоедините съёмник сигнала осциллографа к контакту № 89 блока управления двигателем (при проверке формы сигнала датчика положения коленчатого вала).

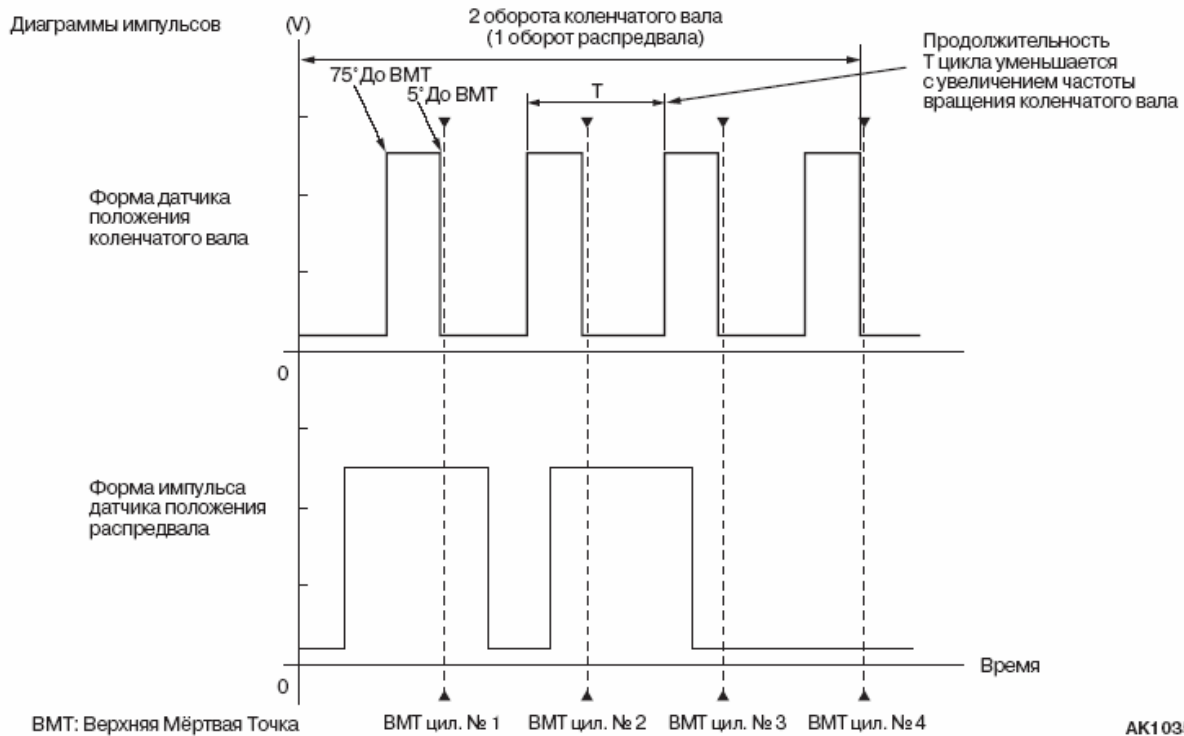
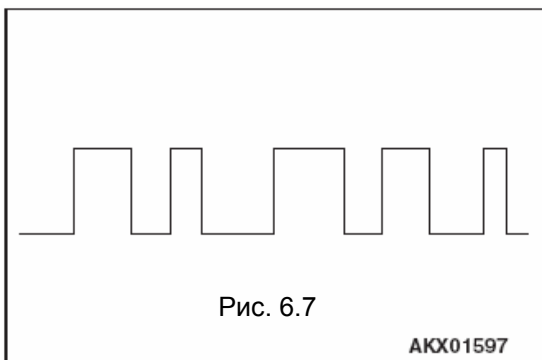


Рис. 6.6

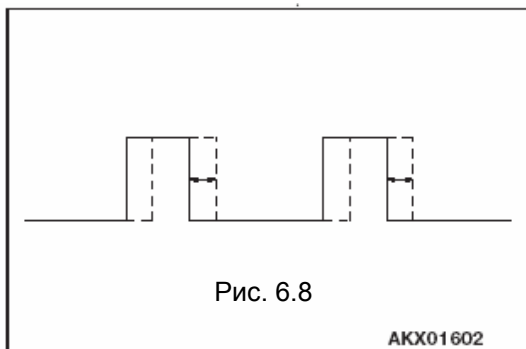
На что обращать внимание

Проверьте, чтобы продолжительность цикла Т становилась меньше при увеличении частоты вращения коленчатого вала (частота выхода растёт с повышением частоты вращения коленчатого вала).

Примеры отклонений от нормальной формы сигнала



- Пример 1
Причина неисправности
Неисправность интерфейса датчика
Характеристики импульсов
Импульсы прямоугольной формы формируются, даже если двигатель не работает



• Пример 2

Причина неисправности

Слабое натяжение ремня ГРМ

Неисправность задающего диска

Характеристики импульсов


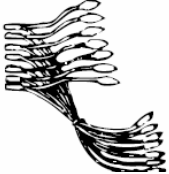

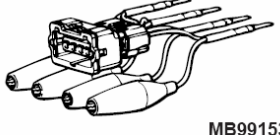


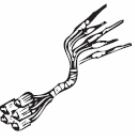
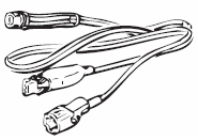
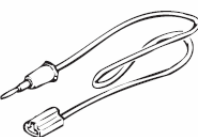

Смещение импульса вправо или влево.

2.8 Специальный инструмент







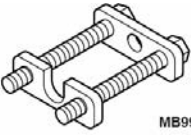
Таблица 9

Инструмент	Номер по каталогу	Название	Назначение
<p>B991502</p>	MB 991502	Тестер MUT-II	<ul style="list-style-type: none"> • Чтение кодов неисправностей • Диагностика системы распределённого впрыска топлива (MPI) • Измерение давления топлива
<p>A</p> <p>MB991824</p> <p>B</p> <p>MB991827</p> <p>C</p> <p>НЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ</p> <p>MB991910</p> <p>D</p> <p>MB991911</p> <p>E</p> <p>MB991825</p> <p>F</p> <p>MB991826</p> <p>MB991955</p>	<p>MB991955</p> <p>A: MB991824</p> <p>B: MB991827</p> <p>C: MB991910</p> <p>D: MB991911</p> <p>E: MB991825</p> <p>F: MB991826</p>	<p>Комплект диагностического оборудования MUT-III</p> <p>A: Блок сопряжения с бортовой системой управления V.C.I (сканер)</p> <p>B: Кабель MUT-III USB</p> <p>C: Главный жгут А соединительных проводов (автомобили с мультиплексной шиной CAN)</p> <p>D: Главный жгут В соединительных проводов (автомобили без мультиплексной шины CAN)</p> <p>E: Измерительный адаптер для тестера MUT-III</p> <p>F: Триггерный жгут проводов для тестера MUT-III</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Чтение кодов неисправностей • Диагностика системы распределённого впрыска топлива (MPI) • Измерение давления топлива

Технические операции на автомобиле

Инструмент	Номер по каталогу	Название	Назначение
	MB991348	Диагностический жгут проводов	<ul style="list-style-type: none"> • Проверка, проводимая при помощи осциллографа
	MB991709	Диагностический жгут проводов	<ul style="list-style-type: none"> • Проверка, проводимая при помощи осциллографа • Проверка напряжения во время проведения диагностики • Проверка привода регулятора холостого хода
	MD998478	Диагностический жгут проводов (трёхконтактный, треугольный разъём)	<ul style="list-style-type: none"> • Проверка напряжения во время проведения диагностики • Проверка, проводимая при помощи осциллографа
	MB 991536	Жгут для выполнения регулировки датчика положения дроссельной заслонки	<ul style="list-style-type: none"> • Проверка напряжения во время проведения диагностики • Регулировка датчика положения дроссельной заслонки
	MD998464	Жгут для выполнения регулировки датчика положения дроссельной заслонки	<ul style="list-style-type: none"> • Проверка напряжения во время проведения диагностики • Регулировка датчика положения дроссельной заслонки
	MB991658	Диагностический жгут проводов	<ul style="list-style-type: none"> • Проверка напряжения во время проведения диагностики • Проверка заднего кислородного датчика
<p>A </p> <p>B </p> <p>C </p> <p>D </p>	<p>MB991223</p> <p>A: MB991219</p> <p>B: MB991220</p> <p>C: MB991221</p> <p>D: MB991222</p>	<p>Набор соединительных жгутов</p> <p>A: Диагностический жгут проводов</p> <p>B: Жгут проводов со светодиодами</p> <p>C: Адаптер для жгута проводов со светодиодами</p> <p>D: Пробник</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Проверка контактов на разъёме блока управления двигателем <p>A: Проверка контактов электрических разъемов</p> <p>B: Проверка силовых цепей</p> <p>C: Проверка силовых цепей</p> <p>D: Подключение контрольно-измерительных приборов общего назначения</p>

Технические операции на автомобиле

Инструмент	Номер по каталогу	Название	Назначение
	MD998709	Шланг переходного тройника	Измерение давления топлива
	MD998742	Переходной тройник	
 MB991637	MB991637	Комплект для измерения давления топлива	
 MD998706	MD998706	Комплект для проверки форсунок	Проверка факела распыла топлива
 MB991607	MB991607	Жгут проводов для проверки форсунок	
 MD998741	MD998741	Переходник для проверки форсунок	
 MB991976	MB991976	Струбцина для проверки форсунок	

3. Технические операции, выполняемые на автомобиле

В данной главе описываются простые проверки и регулировки, которые могут быть проведены с использованием MUT-II/III, вольтметра и омметра. Помимо просто чтения и понимания операций вы должны практиковать операции в соответствии с учебником. Практикуясь, помните о цели каждой проверки и регулировки и смотрите, как ваши регулировки влияют на работу двигателя. Порядок рассмотрения технических операций для лучшего понимания отличается от порядка изложенного в документации. При ремонте и обслуживании необходимо использовать Workshop Manual (Руководство по ремонту) и Electrical Wiring Manual (Руководство по электрооборудованию) конкретного автомобиля.

3.1 Очистка корпуса дроссельной заслонки (зоны дроссельной заслонки)

В случае появления нестабильной работы двигателя на режиме холостого хода или других проблем требуется провести очистку дроссельной заслонки от грязи и отложений. После выполнения этой процедуры необходимо провести некоторые сервисные операции (регулировка базовой частоты холостого хода, обучение работе на холостом ходу, инициализация и др.). Различают два различных типа дроссельных заслонок – с механическим и электронным управлением. Нужно учитывать, что и сервисные операции в зависимости от типа обслуживаемой заслонки тоже будут различными.

3.1.1 Дроссельная заслонка с механическим приводом (Lancer 2004 модельного года).

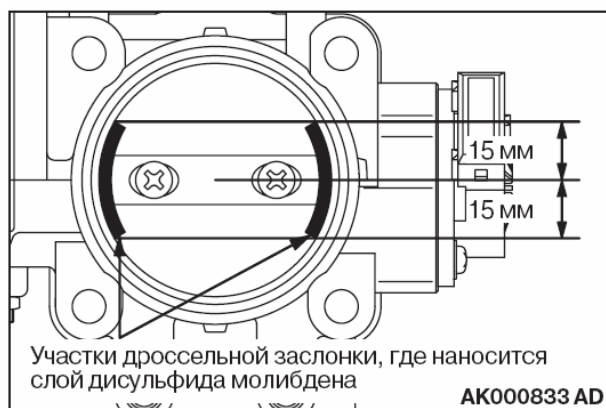


Рис. 6.5

Если вам необходимо очистить корпус дроссельной заслонки вследствие нестабильной работы двигателя на режиме холостого хода или из-за других проблем, произведите следующие операции:

1. Снимите воздушный шланг с корпуса дроссельной заслонки.
2. Опрысните чистую ткань моющим составом.

Внимание

- Не разбрызгивайте моющий состав на поверхность дроссельной заслонки.
 - Примите меры к тому, чтобы моющий состав не попал на шаговый двигатель через обводной воздушный канал. Моющий состав не должен также попасть на датчик положения дроссельной заслонки по её оси.
 - Не допускайте того, чтобы с оси дроссельной заслонки стёрся слой нанесённого на неё молибдена.
3. Удалите налёт вокруг дроссельной заслонки, пользуясь тканью смоченной моющей жидкостью.
 4. Наденьте воздушный шланг.
 5. Отрегулируйте базовое значение оборотов холостого хода.
 6. Проведите процедуру обучения работе на холостом ходу.

3.1.2 Электронно-управляемая дроссельная заслонка (Lancer 2008 модельного года).



Рис. 6.6

! Осторожно

Прежде чем прикасаться к дроссельному клапану, убедитесь, что цепи управления данного клапана отключены. Если цепи управления не отключены, то можно повредить пальцы, т.к. их может зажать дроссельным клапаном.

1. Снимите воздушный шланг с корпуса дроссельной заслонки.
2. Отсоедините разъем дроссельной заслонки.
3. Снимите узел корпуса дроссельной заслонки.

Внимание

- Не разбрызгивайте моющий состав непосредственно на дроссельный клапан.
 - Примите меры к тому, чтобы моющий состав не попал на датчик через ось дроссельного клапана.
 - Не удаляйте молибден, который нанесен вокруг дроссельного клапана.
4. Разбрызгайте чистящую жидкость на чистую ткань.
 5. Удалите налёт вокруг дроссельного клапана, пользуясь тканью смоченной моющей жидкостью.
 6. Установите узел корпуса дроссельной заслонки обратно.
 7. Присоедините разъем электронно-управляемой дроссельной заслонки обратно.
 8. Присоединить воздушный шланг.
 9. Проведите процедуру инициализации значений, сохраненных в блоке управления двигателем.
 10. После инициализации проведите процедуру обучения работе на холостом ходу.

3.2 Регулировка базовой частоты холостого хода (LANCER 2004 модельного года).

Внимание

- Нужное значение оборотов холостого хода устанавливается винтом регулировки (SAS) на заводе-изготовителе и дальнейшая регулировка обычно не требуется.
 - Если было допущено случайное вмешательство в регулировку, то обороты холостого хода могут быть завышены, либо станут слишком сильно изменяться при увеличении нагрузки со стороны таких компонентов, как компрессор системы кондиционирования. В этом случае нужно выполнить регулировку по изложенной ниже методике.
 - Регулировку следует проводить только после того, как будет подтверждена исправность свечей зажигания, форсунок, привода регулятора холостого хода, проведена проверка компрессии и т.д.
1. Приведите перед проверкой автомобиль в следующее состояние:
 - Температура охлаждающей жидкости двигателя: 80 – 90°C
 - Освещение, электровентилятор системы охлаждения и все дополнительное оборудование: ВЫКЛ.
 - МКПП: Нейтраль
 - АКПП: Положение “Р”
 - Рулевое колесо: установлено в положение движения по прямой.

Технические операции на автомобиле

2. Установите замок зажигания в положение "LOCK" (OFF) – ВЫКЛ, и присоедините прибор MUT-II/III к диагностическому разъёму.

3. Запустите двигатель и дайте ему поработать на режиме холостого хода.

4. В меню **ACTUATOR TEST** (проверка исполнительных устройств) выберите сервисный режим №30 (Базовая частота холостого хода).

ПРИМЕЧАНИЕ:

В этом режиме регулятор холостого хода (шаговый электродвигатель) зафиксирован в положении, необходимом для регулировки. Угол опережения зажигания тоже будет зафиксирован.

5. Проверьте величину оборотов холостого хода. **Номинальное значение: 750 ± 100 об/мин**

ПРИМЕЧАНИЕ:

- На новом автомобиле (с пробегом не более 500 км) обороты холостого хода могут быть на 20-100 об/мин ниже указанного значения, но проводить регулировку в этом случае не требуется.
- Если двигатель глохнет или обороты холостого хода слишком низкие (пробег более 500 км), то причиной может быть загрязнение дроссельной заслонки и ее необходимо очистить.

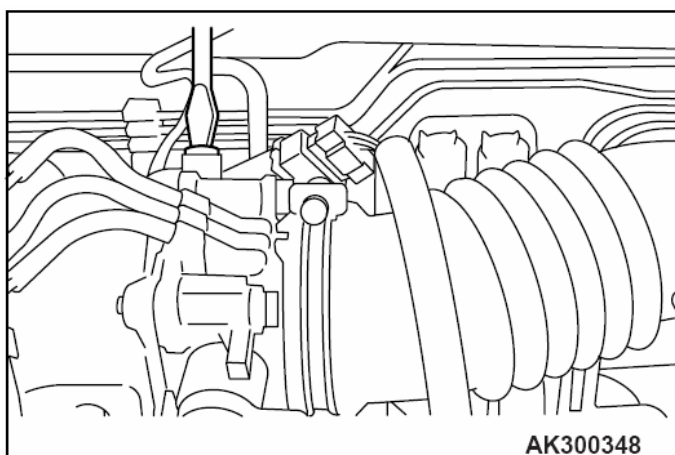


Рис. 6.7

6. Если значение оборотов холостого хода отличается от номинального, то отрегулируйте его при помощи винта регулировки оборотов холостого хода (SAS) (если он имеется).

ПРИМЕЧАНИЕ:

Если даже при полностью ввернутом винте регулировки оборотов холостого хода (SAS), значение оборотов холостого хода выше номинального, то необходимо проверить, не страгивался ли упорный винт дроссельной заслонки (FIXED SAS – покрашен краской и обычно не требует регулировки). Если есть такие признаки, то восстановите его положение.

7. Нажмите клавишу отмены сервисного режима № 30 на MUT-II/III.

Внимание

Если режим не выключить, то он принудительно будет включён 27 минут.

8. Если прибор MUT-II/III больше не предполагается использовать, то выключите зажигание и отсоедините его от диагностического разъёма.

9. Проведите процедуру обучения работе на холостом ходу.

3.3 Обучение работе на холостом ходу.

1. Прогрейте двигатель перед проверкой до температуры 80° С или более. Если двигатель уже прогрет до температуры 80° С или более, то запускать двигатель не требуется, но переключатель зажигания установите в положение "ON" – ВКЛ

2. Установите замок зажигания в положение "LOCK" (OFF) – ВЫКЛ, и выключите двигатель.

3. Не менее чем через 10 секунд, снова запустите двигатель.

4. Дайте ему поработать на режиме холостого хода в течение 10 минут в следующих условиях и убедитесь, что холостые обороты в норме:

- Температура охлаждающей жидкости двигателя: 80 – 90°C
- Освещение, электровентилятор системы охлаждения и все дополнительное оборудование: ВЫКЛ.
- МКПП: Нейтраль
- АКПП: Положение “Р”
- Рулевое колесо: установлено в положение движения по прямой.

ПРИМЕЧАНИЕ:

Если двигатель на холостых оборотах глохнет, проведите очистку дроссельной заслонки и повторите процедуру обучения.

3.4 Инициализация значений, сохраненных в блоке управления двигателем (Lancer 2008 модельного года).

Эта процедура необходима для сброса накопленных адаптивных параметров из энергонезависимой памяти блока управления двигателем. Она проводится в следующих случаях:

- При замене двигателя в сборе *1 *2
- При замене или чистке форсунки *2
- При замене или чистке корпуса дроссельной заслонки *2
- При замене датчика детонации

ПРИМЕЧАНИЕ:

*1 инициализируйте сохраненные адаптивные параметры для автоматической трансмиссии (вариатора)

*2 после инициализации необходимо провести процедуру обучения холостому ходу.

1. Установив переключатель зажигания в положение «LOCK» (ВЫКЛ), подсоедините MUT-III к диагностическому разъему.

2. Выведите на экран диалоговое окно инициализации. Отметьте все необходимые поля и запустите инициализацию.

3.5 Инициализация электронно-управляемой дроссельной заслонки (LANCER 2008 модельного года).

Значение положения закрытой дроссельной заслонки стирается при снятии клеммы с аккумуляторной батареи. Это может стать причиной неправильной работы контроллера холостых оборотов. Если кабели аккумуляторной батареи отсоединялись, то необходимо инициализировать сервопривод дроссельного клапана следующим образом:

1. Поверните переключатель зажигания в положение «ON» и затем в положение «LOCK» (ВЫКЛ).
2. Удерживайте переключатель зажигания в положении «LOCK» (ВЫКЛ) не менее 10 секунд.

3.6 Проверка угла опережения зажигания

Проверку угла опережения зажигания производите в соответствии со следующими указаниями (Lancer 2004 модельного года).

1. Приведите перед проверкой автомобиль в следующее состояние:

- Температура охлаждающей жидкости двигателя: 80 – 90°C
- Освещение, электровентилятор системы охлаждения и все дополнительное оборудование: ВЫКЛ.
- МКПП: Нейтраль
- АКПП: Положение “Р”
- Рулевое колесо: установлено в положение движения по прямой.

Технические операции на автомобиле

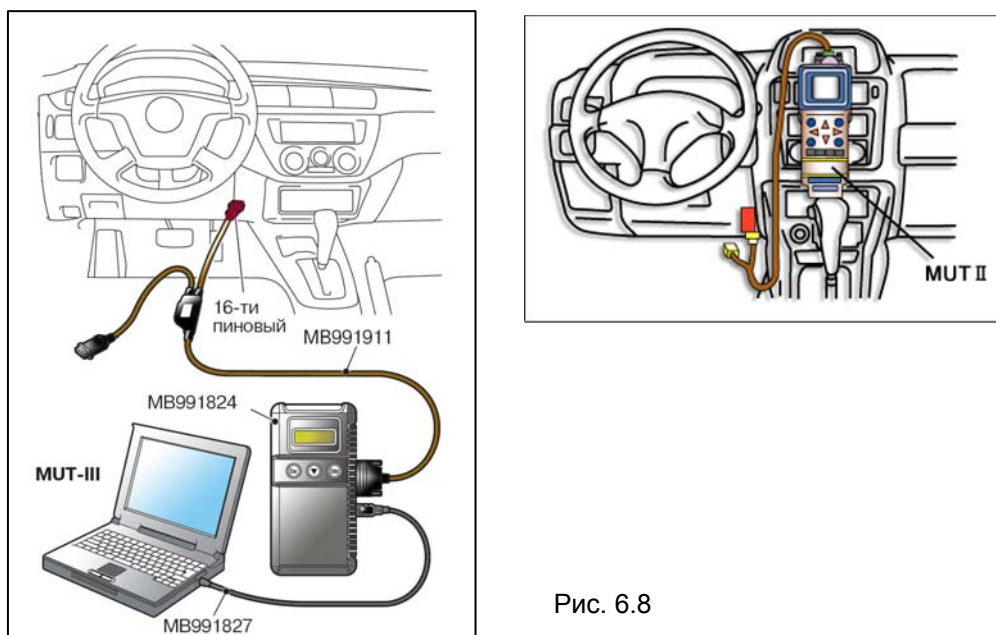
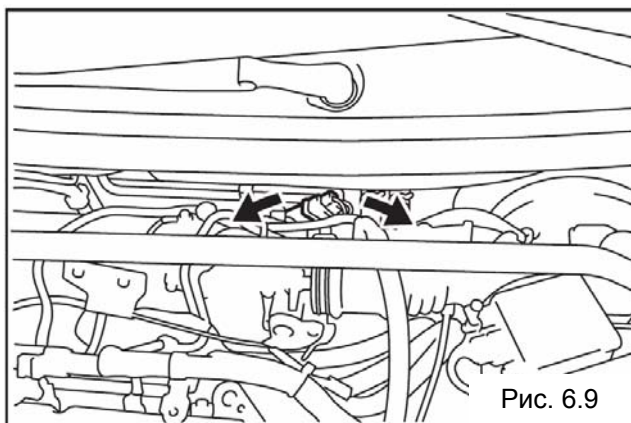


Рис. 6.8

- Установите замок зажигания в положение "LOCK" (OFF) – ВЫКЛ, и присоедините прибор MUT-II/III к диагностическому разъёму.
 - Подключите стробоскоп.
 - Запустите двигатель и дайте ему поработать на режиме холостого хода.
 - С помощью прибора MUT-II/III измерьте обороты холостого хода и убедитесь в том, что они находятся в допустимых пределах. **Номинальное значение: 750 ± 100 об/мин**
 - В меню ACTUATOR TEST (проверка исполнительных устройств) выберите сервисный режим №17(Базовый угол опережения зажигания).
 - Измерьте базовый угол опережения зажигания, используя стробоскоп при работе двигателя на режиме холостого хода. Убедитесь в том, что он соответствует номинальному значению. **Номинальное значение: 5° до ВМТ ± 3°**
 - Поскольку базовый угол опережения зажигания задан предварительно и не может быть отрегулирован, в случае если он не соответствует номинальному значению, проверьте систему распределенного впрыска топлива (MPI) (как установлен датчик положения коленчатого вала).
 - Нажмите клавишу отмены сервисного режима № 17 на MUT-II/III.
- ВНИМАНИЕ** Если режим не выключить, то он принудительно будет включён 27 минут. Движение в таком режиме может привести к повреждению двигателя.
- Измерьте угол опережения зажигания, используя стробоскоп при работе двигателя на режиме холостого хода. Убедитесь в том, что угол опережения зажигания соответствует номинальному значению. **Номинальное значение: Приблизительно 10° до ВМТ**
- ПРИМЕЧАНИЕ:**
- Даже при нормальной работе величина угла опережения зажигания может изменяться в пределах ± 7° до ВМТ.
 - На большой высоте над уровнем моря угол опережения может увеличиться по сравнению с номинальным примерно на 5°.
- Отсоедините стробоскоп.
 - Если прибор MUT-II/III больше не предполагается использовать, то выключите зажигание и отсоедините его от диагностического разъёма.

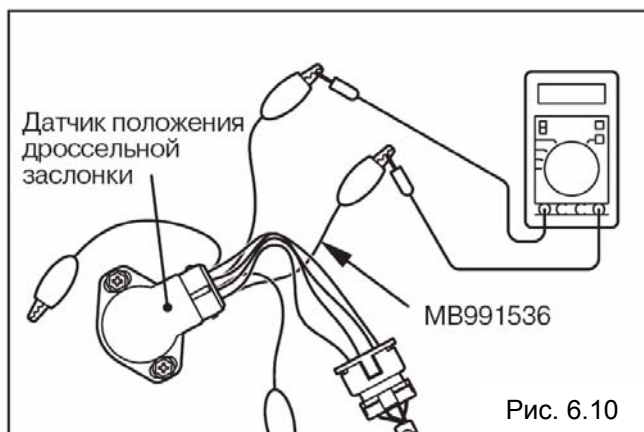
3.7 Регулировка датчика положения дроссельной заслонки (TPS) (Lancer 2004 модельного года).

3.7.1 С использованием MUT-II/III.



1. Подсоедините MUT-II/III к диагностическому разъему.
2. Поверните ключ зажигания в положение ON (ВКЛ.), но не заводите двигатель.
3. Считайте выходное напряжение датчика положения дроссельной заслонки (TPS) на MUT-II/III (№ 14 Data List). **Номинальное значение: 535-735 мВ**
4. При наличии отклонений от номинального значения, ослабьте болты крепления датчика и, поворачивая корпус датчика, отрегулируйте его положение (рис. 6-9).
5. Поверните ключ зажигания в положение LOCK (OFF) (ВЫКЛ.).
6. Отсоедините MUT-II/III.
7. Если в процессе регулировки положения датчика появились диагностические коды неисправности, то сотрите их при помощи MUT-II/III или отсоедините отрицательную клемму аккумуляторной батареи не менее чем на 10 секунд. После этого, снова подсоедините клемму аккумуляторной батареи и обучите двигатель работе на холостом ходу.

3.7.2 Без использования MUT-II/III.



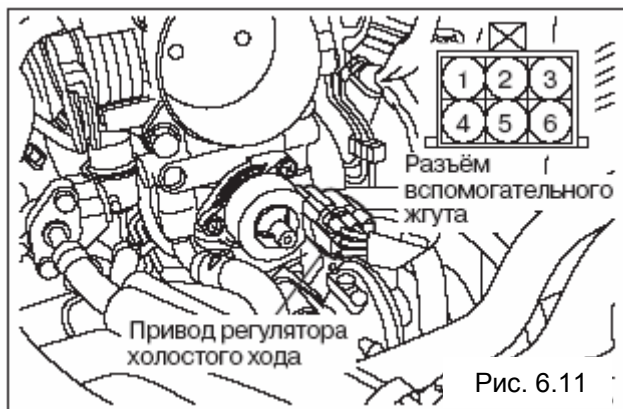
1. Поверните ключ зажигания в положение OFF (ВЫКЛ.).
2. Отсоедините разъем датчика положения дроссельной заслонки и подсоедините к нему специальный инструмент (жгут тестовых проводов для проверки датчика положения дроссельной заслонки MB 991536), обращая внимание на правильность подключения выводов.
3. Подсоедините электронный вольтметр между выводом № 2 (выходной сигнал датчика: желтый зажим специального инструмента) и выводом № 4 ("масса" датчика: красный зажим специального инструмента) разъема датчика положения дроссельной заслонки.
4. Поверните ключ зажигания в положение ON (ВКЛ.), но не заводите двигатель.

Технические операции на автомобиле

5. Измерьте напряжение на выходе датчика положения дроссельной заслонки (TPS).
Номинальное значение: 535-735 мВ
6. При наличии отклонений от номинального значения, ослабьте болты крепления датчика и, поворачивая корпус датчика, отрегулируйте его положение (рис. 6-9).
7. Поверните ключ зажигания в положение LOCK (OFF) (ВЫКЛ.).

3.8 Проверка сервопривода регулятора оборотов холостого хода (ISC) (шагового электродвигателя).

3.8.1 Проверка на наличие звука работающего шагового электродвигателя.



1. Проверьте, чтобы температура охлаждающей жидкости была 20°C или ниже.

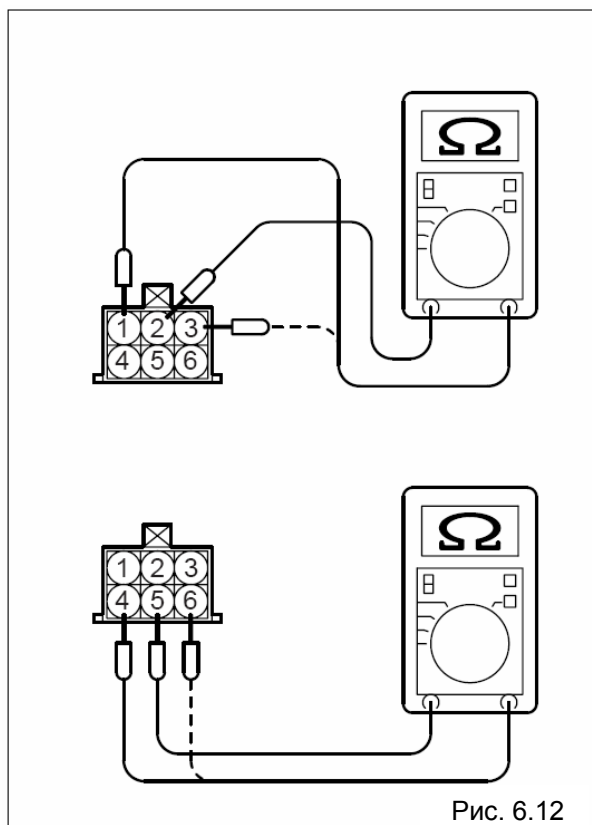
ПРИМЕЧАНИЕ

Также допускается отсоединить разъем датчика температуры охлаждающей жидкости и подсоединить к разъему со стороны жгута проводов другой датчик температуры охлаждающей жидкости, имеющий температуру 20°C или ниже.

2. Проверьте, слышен ли звук работающего шагового электродвигателя после того, как Вы повернули ключ зажигания в положение ON (ВКЛ; не запуская двигатель).

3. Если звук работающего шагового электродвигателя не слышен, то проверьте цепи питания обмоток статора электродвигателя. Если в цепях неисправности не обнаружено, то, вероятно, возникла неисправность в сервоприводе регулятора оборотов холостого хода (шаговом электродвигателе) или в электронном блоке управления двигателем.

3.8.2 Проверка сопротивлений обмоток



1. Отсоедините разъем от регулятора оборотов холостого хода.

2. Измерьте сопротивление между выводом 2 и либо выводом 1, либо выводом 3 со стороны разъема регулятора оборотов холостого хода.

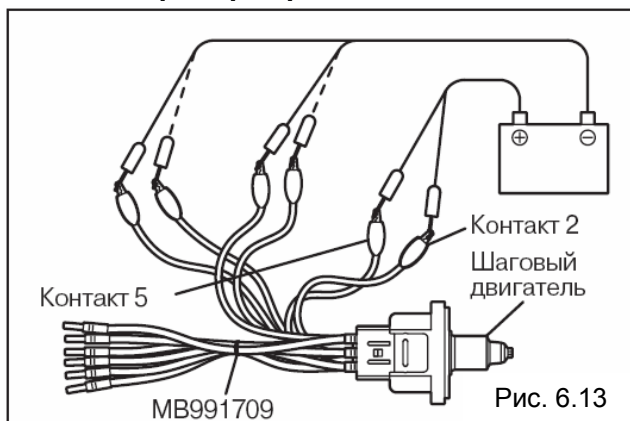
Номинальное значение: 28 – 33 Ом (при 20°C)

3. Измерьте сопротивление между выводом 5 и либо выводом 6, или выводом 4 разъема регулятора оборотов холостого хода.

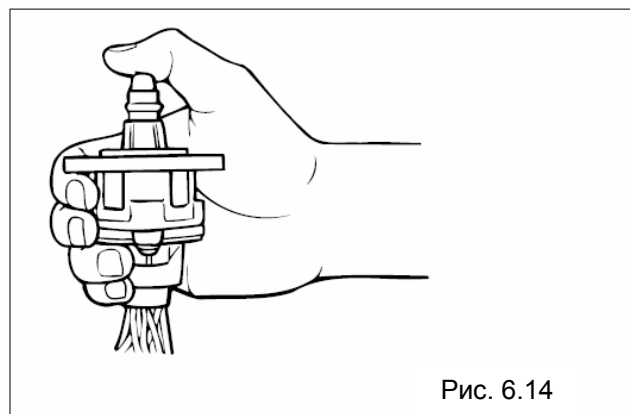
Номинальное значение: 28 – 33 Ом (при 20°C)

4. Если величина сопротивлений значительно отличается от номинальных значений, то замените сервопривод регулятора оборотов холостого хода.

3.8.3 Проверка работы



1. Снимите дроссельный патрубок.
2. Снимите шаговый двигатель.
3. Присоедините к разъёму привода регулятора специальный жгут MB991709.
4. Подведите к контактам № 2 и № 5 "положительный" провод от источника питания с напряжением около 6 В.



5. Удерживая привод регулятора в руке, как показано на рисунке, присоединяйте "отрицательный" (-) провод источника к каждому из перечисленных ниже контактов. Если будет ощущаться слабая вибрация, то двигатель активируется.

- (1) Присоедините "отрицательный" (-) провод от источника питания к контактам № 1 и № 4.
- (2) Присоедините "отрицательный" (-) провод от источника питания к контактам № 3 и № 4.
- (3) Присоедините "отрицательный" (-) провод от источника питания к контактам № 3 и № 6.
- (4) Присоедините "отрицательный" (-) провод от источника питания к контактам № 1 и № 6.
- (5) Присоедините "отрицательный" (-) провод от источника питания к контактам № 1 и № 4.
- (6) Повторите все проверки с (5) по (1) в обратном порядке,

6. Если во время проверки ощущается вибрация, то двигатель можно считать исправным.

3.9 Проверка работы топливного насоса.

1. Для проверки работы топливного насоса используйте прибор MUT-II/III в режиме проверки исполнительных устройств. Поскольку звук работы насоса услышать трудно, то снимите крышку топливозаливной горловины и прослушивайте через неё.

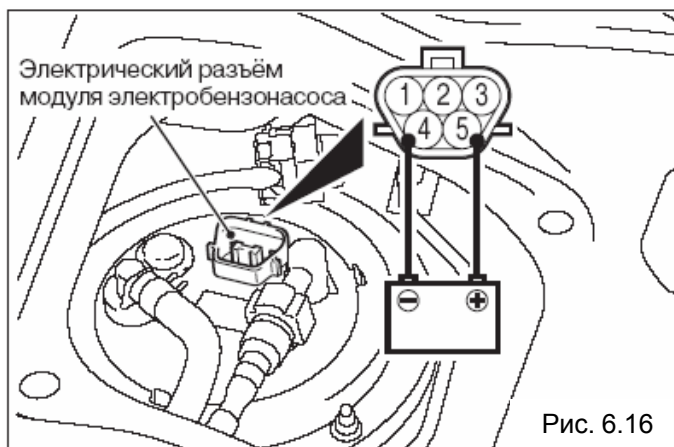
2. Если топливный насос не будет работать, то выполните проверку по изложенной ниже методике. Если результаты проверки окажутся положительными, то проверьте цепь управления топливного насоса.

- 1) Установите ключ зажигания в положение "LOCK" (OFF).
- 2) Снимите подушку заднего сиденья.
- 3) Отверните винты крепления крышки лючка и снимите крышку.



Технические операции на автомобиле

- 4) Отсоедините электрический разъём от топливного насоса.



- 5) Присоедините разъём питания непосредственно к аккумуляторной батарее и проверьте, слышен ли звук работающего насоса. Если звук работающего насоса не слышен, то замените его.

ПРИМЕЧАНИЕ: Поскольку используется насос погружного типа, то звук его работы услышать трудно. Снимите крышку топливозаливной горловины и прослушивайте через неё.

- 6) Проверьте наличие давления топлива, сжав нагнетательный шланг пальцами.
7) Присоедините электрический разъём к топливному насосу обратно.
8) Установите крышку лючка и затяните винты крепления.
9) Поставьте подушку заднего сиденья.

3.10 Сброс давления топлива.

Так как топливная магистраль находится под высоким давлением, то перед снятием топливных трубок и штуцеров требуется снизить давление топлива. В случае утечки и возгорания бензина, возникшее пламя может угрожать жизни людей и повредить или уничтожить автомобиль и другую собственность, включая здание и оборудование.



- 1) Снимите подушку заднего сиденья
- 2) Отверните винты крепления крышки лючка и снимите крышку.
- 3) Отсоедините электрический разъём от топливного насоса.
- 4) Запустите двигатель и дайте ему работать до остановки из-за выработки топлива, затем выключите зажигание (ключ в положении "LOCK" или "OFF").
- 5) Присоедините электрический разъём к электробензонасосу.
- 6) Установите крышку лючка и затяните винты крепления.
- 7) Поставьте подушку заднего сиденья.

3.11 Измерение давления топлива

Существует два способа измерения давления топлива:

- С использованием комплекта для измерения давления топлива (MB991637) и MUT-II/III.
- С использованием манометра, специального инструмента (переходников и т. п.) и MUT-III/III.

Наиболее точные значения давления топлива можно получить, используя комплект для измерения давления топлива (MB991637) показанный на рис. 6.18. Данный метод измерения обладает наибольшей точностью, потому что до начала замера давления топлива измеряется выходной сигнал датчика давления соответствующий атмосферному давлению. Это значение используется для коррекции величины давления топлива получаемой при дальнейшем измерении.

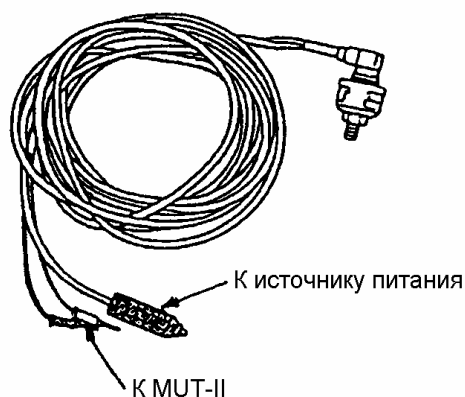


Рис. 6.18

1. Чтобы топливо не разбрызгалось, нужно сбросить остаточное давление в топливоподводящей магистрали.

ВНИМАНИЕ

Прикройте ветошью топливный разъем, чтобы предотвратить выброс остатков топлива из топливной магистрали.

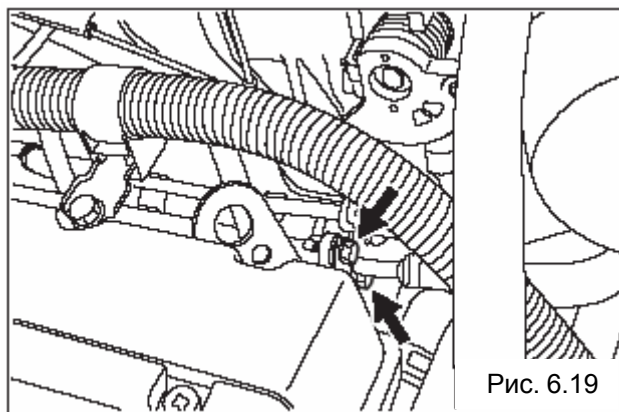


Рис. 6.19

2. Отсоедините топливоподводящую трубку, как показано на рисунке.

3. Установите переходник для подключения измерительных приборов.

<При использовании специального комплекта для измерения давления>

а. Установите в топливную магистраль специальное приспособление MD998742 и штуцер MD998709.

б. На собранный в п.(а) тройник установите специальное приспособление M991637 для измерения давления используя прокладку, чтобы не допустить утечек топлива.

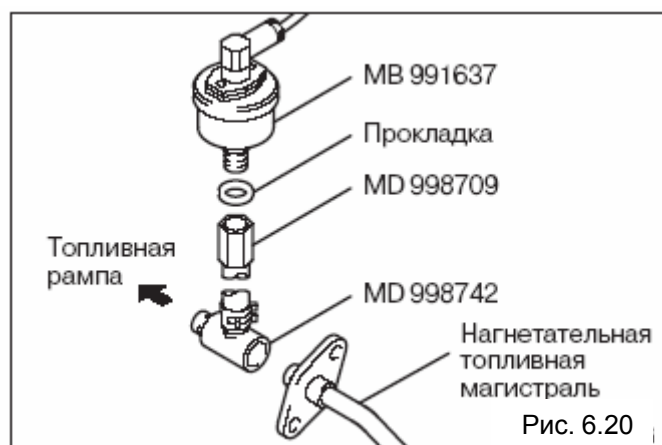
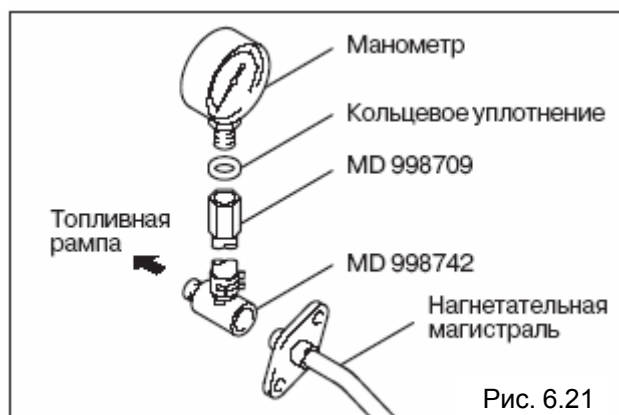


Рис. 6.20

Технические операции на автомобиле

<При использовании манометра>

- а. Установите в топливную магистраль специальное приспособление MD998742 и штуцер MD998709.
- б. На собранный в п.(а) тройник установите манометр для измерения давления используя прокладку, чтобы не допустить утечек топлива.



4. Приспособления для измерения давления монтируются между топливной рампой и топливоподводящей магистралью.
5. Подсоедините тестер MUT-II/III к диагностическому разъёму.
ВНИМАНИЕ
Для предотвращения выхода из строя тестера MUT-II/III перед его подключением или отключением устанавливайте ключ замка зажигания в положение "LOCK" (OFF).
6. Установите ключ зажигания в положение "ON" (но не запускайте двигатель).
7. Войдите в режим проверки исполнительных устройств и выберите актюатор тест № 07 для включения топливного насоса. Убедитесь в отсутствии утечек топлива на всех участках собранной конструкции.
8. Выйдите из режима проверки исполнительных устройств или установите ключ зажигания в положение "LOCK"(OFF).
9. Запустите двигатель и дайте ему поработать на холостом ходу.
10. Измерьте давление топлива в режиме холостого хода.
Номинальное значение: Приблизительно 270 кПа на оборотах холостого хода.
11. Отсоедините вакуумный шланг от регулятора давления топлива, зажмите его отверстие (отверстие шланга) пальцем и измерьте давление.
Номинальное значение: Приблизительно 330– 350 кПа на оборотах холостого хода
12. Проверьте, что давление топлива в режиме холостого хода не падает после того, как несколько раз подряд резко увеличивались обороты двигателя.
13. Снова несколько раз подряд резко увеличьте обороты двигателя и слегка зажмите трубку обратного слива, чтобы ощутить наличие давления топлива.
Примечание: Если подача топлива недостаточна, то в шланге обратного слива давление ощущаться не будет.
14. Если значения давления топлива, измеренные в пунктах с 10 по 13, не будут соответствовать техническим условиям, то нужно выполнить диагностику и устранить неисправность в соответствии с инструкциями в расположенной ниже таблице.

Технические операции на автомобиле

Таблица 10

Признаки неисправности	Возможная причина	Способ устранения неисправности
<ul style="list-style-type: none"> • Давление топлива слишком низкое • Давление топлива падает после резкого нажатия на педаль акселератора • Нет давления в шланге обратного слива 	Засорение топливного фильтра	Замените топливный фильтр
	Топливо перетекает в магистраль обратного слива из-за плохой посадки клапана в регуляторе давления или из-за подсевшей пружины регулятора.	Замените регулятор давления топлива
	Топливный насос не развивает необходимого давления	Замените топливный насос.
Давление топлива слишком высокое	Заедание клапана в регуляторе давления	Замените регулятор давления топлива
	Засорение шланга или трубки обратного слива	Прочистите или замените
Давление топлива не меняется при отсоединении вакуумного шланга	Повреждение вакуумного шланга или засорение штуцера	Замените вакуумный шланг или прочистите штуцер

15. Остановите двигатель и проследите за изменением давления топлива. Нормальным считается, если давление не падает на протяжении 2-х минут. Если давление падает, то определите скорость падения давления, выполните диагностику и отремонтируйте, следуя инструкциям в расположенной ниже таблице.

Таблица 11

Признаки неисправности	Возможная причина	Способ устранения неисправности
После остановки двигателя давление топлива постепенно падает	Неплотность форсунок ("текут")	Замените форсунку.
	Неплотность посадки клапана регулятора давления топлива	Замените регулятор давления топлива
После остановки двигателя давление топлива резко падает	Обратный клапан топливного насоса остаётся открытым	Замените топливный насос.

16. Сбросьте остаточное давление в топливоподводящей магистрали

ВНИМАНИЕ

Прикройте ветошью топливный разъём, чтобы предотвратить выброс остатков топлива из топливной магистрали.

17. Отсоедините от топливоподводящей магистрали средства измерения давления и переходной тройник.

18. Замените кольцевое уплотнение на топливоподводящей магистрали на новое. Перед установкой нового кольцевого уплотнения смажьте его моторным маслом.

19. Присоедините топливную магистраль к рампе и затяните болты указанным моментом.

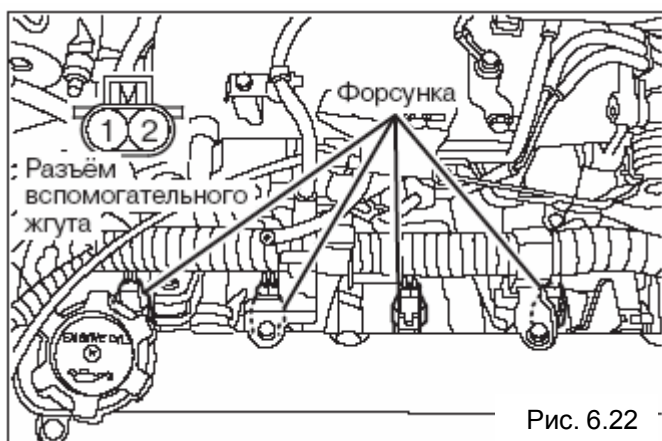
Величина момента затяжки: $8,8 \pm 1,9$ Нм

20. Выполните процедуру п.7 для поиска возможных утечек топлива.

21. Отсоедините диагностический прибор MUT-II/III.

3.12 Проверка форсунки

3.12.1. Проверка звука работы



1. В режиме холостого хода или стартерной прокрутки, используя стетоскоп, прослушайте звук работы (щелчки) работающих форсунок.

ВНИМАНИЕ

Имейте в виду, что даже если форсунка, которую нужно проверить, не работает, то может быть слышен звук работы от работающих, соседних форсунок.

2. Убедитесь в том, что при увеличении оборотов двигателя звук работы становится громче.

Примечание: Если звук работы форсунки не прослушивается, то проверьте цепь питания обмотки форсунки.

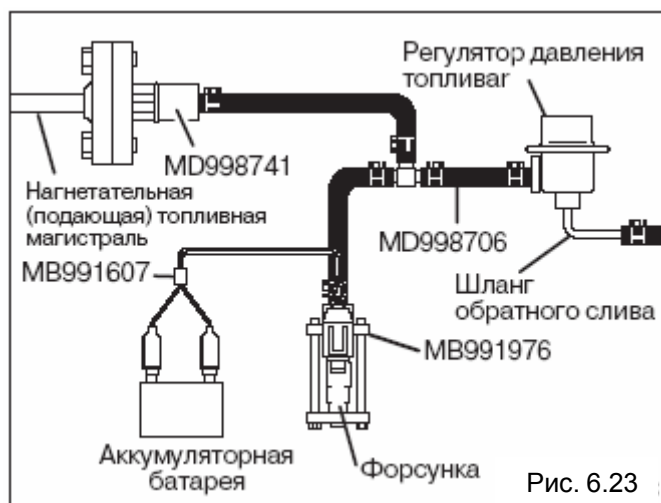
3.12.2. Измерение сопротивления между выводами

1. Отсоедините разъем от форсунки.
2. Измерьте сопротивление между выводами.

Номинальное значение: 10,5 – 13,5 Ом (при 20°C)

3. Подсоедините разъем форсунки.

3.12.3. Проверка формы факела распыла форсунки и герметичность форсунки

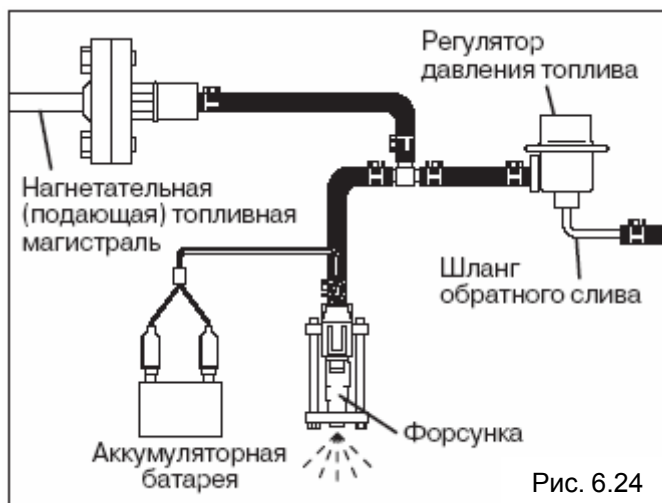


1. Сбавьте остаточное давление из топливной магистрали перед началом проверки, чтобы не допустить разбрызгивания топлива.

2. Снимите форсунку.

3. Соберите специальный комплект для проверки форсунки как показано на рисунке.

- Комплект для проверки форсунок (MD998706).
- Жгут проводов для проверки форсунок (MB991607).
- Переходник для проверки форсунок (MD998741).
- Струбцина для проверки форсунок (MB991976).



4. Подсоедините прибор MUT-II/III к диагностическому разъёму.

5. Установите ключ зажигания в положение "ON" (но не запускайте двигатель).

6. Для проверки работы топливного насоса используйте прибор MUT-II/III в режиме проверки исполнительных устройств. Выберите режим № 07 прибора MUT-II/III для включения топливного насоса (проверка исполнительных устройств системы управления).

7. Приведите форсунку в действие и проверьте факел распыла топлива. Качество распыла можно считать удовлетворительным, если нет явных отклонений от нормы.

8. Прекратите подачу напряжения на форсунку и проверьте гидравлическую плотность распылителя.

Номинальное значение: Не более 1 капли в минуту

9. При выключенном топливном насосе подайте питание на форсунку, чтобы слить остатки топлива.

10. Если распыление топлива явно неудовлетворительное или подтекание распылителя выше допустимого, форсунку нужно заменить.

11. Отсоедините прибор MUT-II/III.

3.13 Проверка датчика расхода воздуха (AFS)



Для проверки датчика расхода воздуха (AFS), подсоедините прибор MUT-II/III к диагностическому разъёму. Увеличивайте и уменьшайте частоту вращения коленчатого вала двигателя. Если при изменении частоты вращения коленчатого вала двигателя частота сигнала изменяется, то можно считать датчик расхода воздуха (AFS) исправным. Для проведения более подробной проверки необходимо подключить осциллограф к выходу датчика для снятия формы сигнала (более подробно см. соответствующую документацию).

Технические операции на автомобиле

Таблица 12

№	Проверяемый элемент	Условия проверки		Исправное состояние	Процедура проверки
12	Датчик расхода воздуха *1 Air flow sensor	<ul style="list-style-type: none"> Температура охлаждающей жидкости 80-95°C Освещение и все дополнительное оборудование выключено Коробка передач: Нейтраль (МКПП) Положение Р (АКПП) 	Двигатель работает на холостом ходу	14 - 40 Гц	
			2500 мин ⁻¹	51 - 91 Гц	
			Увеличение частоты вращения (нажатие на педаль акселератора)	Увеличение частоты пропорционально ускорению	
12	Датчик расхода воздуха Air flow sensor	<ul style="list-style-type: none"> Температура охлаждающей жидкости 80-95°C Освещение и все дополнительное оборудование выключено. МКПП - Нейтраль АКПП - Положение "Р" 	Двигатель работает на холостом ходу	1,4 – 4,1 г/с	
			2500 об/мин	5,4-10,1 г/с	
			Увеличение частоты вращения (нажатие на педаль акселератора)	Увеличение частоты пропорционально ускорению	

3.14 Проверка вакуумного датчика (MAP sensor - двигатель 4G1).

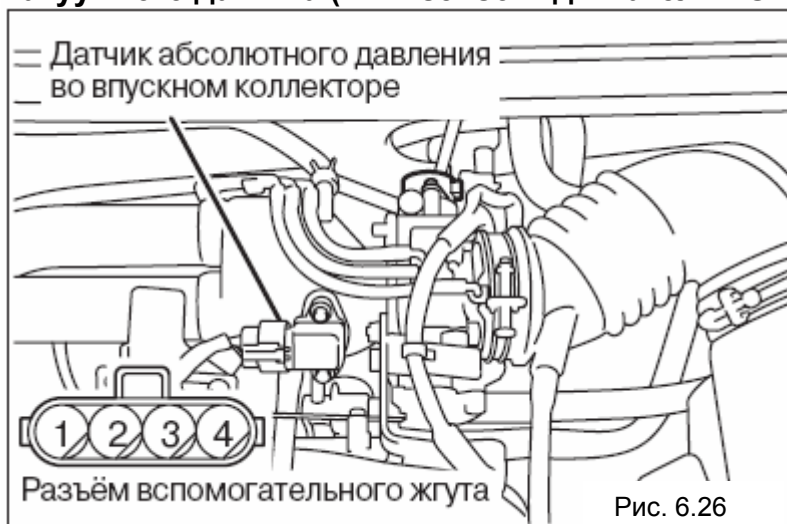


Таблица 13

№	Проверяемый элемент	Условия проверки		Исправное состояние	Процедура проверки
32	Датчик абсолютного давления во впускном коллекторе Manifold absolute pressure sensor	Положение ключа зажигания: ON (зажигание включено)	Высота над уровнем моря: 0м	101 кПа	Код № 0105
			Высота над уровнем моря: 600м	95кПа	
			Высота над уровнем моря: 1200 м	88 кПа	
			Высота над уровнем моря: 1800 м	81 кПа	
		<ul style="list-style-type: none"> Температура охлаждающей жидкости 80-95°C Освещение и все дополнительное оборудование выключено Коробка передач: Нейтраль (МКПП) Положение Р (АКПП) 	Режим холостого хода	21,3-34,7 кПа	
		Резкое ускорение	Увеличивается		

Технические операции на автомобиле

Проверить исправность вакуумного датчика, можно сравнив показания фактических значений и значений, соответствующих работе исправного датчика для пункта 32 таблицы данных MUT-II/III.

3.15 Проверка датчика положения распределительного вала и датчика положения коленчатого вала

Работу датчика положения коленчатого вала можно проверить, сравнив показания фактических значений и значений, соответствующих работе исправного датчика для пункта 22 таблицы данных MUT-II/III.

Работу датчика положения коленчатого вала и распределительного вала можно также проверить, наблюдая сигнал на их выходе при помощи осциллографа (методика проверки была рассмотрена выше пункт 2.5.1).

Таблица 14

№	Проверяемый элемент	Условия проверки		Исправное состояние	Процедура проверки
22	Датчик положения коленчатого вала Crank angle sensor	<ul style="list-style-type: none"> • Коленчатый вал двигателя прокручивается стартером. • Тахометр подключен 	Сравните показания тахометра и MUT-III	Показания должны совпадать	Код № P0335
		<ul style="list-style-type: none"> • Двигатель работает на холостом ходу. • Датчик-выключатель полностью закрытого положения дроссельной заслонки: "ON" (ВКЛ) 	Температура охлаждающей жидкости: -20°C	1100 - 1300 об/мин	
			Температура охлаждающей жидкости: 0°C	1100 - 1300 об/мин	
			Температура охлаждающей жидкости: 20°C	1100 - 1300 об/мин	
			Температура охлаждающей жидкости: 40°C	920 – 1120 об/мин	
Температура охлаждающей жидкости: 80°C	650 – 850 об/мин				

3.16 Проверка датчика температуры воздуха на впуске

Работа датчика температуры воздуха на впуске основана на использовании термистора, чье сопротивление изменяется при изменении температуры воздуха на впуске. Работу этого датчика можно проверить, нагревая воздух на впуске при помощи фена (см. рис. 6.27) и наблюдая за результатами изменения значения, измеряемого прибором MUT-II/III (**DATA LIST №13**).



Рис. 6.27

Технические операции на автомобиле

1. Отсоедините разъём датчика расхода воздуха.
2. Измерьте сопротивление между выводами № 5 и № 6.

Номинальное значение:

13 – 17 кОм (при -20°C)

5,3 – 6,7 кОм (при 0°C)

2,3 – 3,0 кОм (при 20°C)

1,0 – 1,5 кОм (при 40°C)

0,56 – 0,76 кОм (при 60°C)

0,30 – 0,42 кОм (при 80°C)

3. Снимите датчик расхода воздуха.

4. Измерьте сопротивление, подогревая датчик при помощи фена.

Нормальное состояние:

Таблица 15

Температура, (°C)	Сопротивление (кОм)
Повышается	Понижается

5. Если значения сопротивления не соответствуют техническим условиям или не изменяются, то замените датчик расхода воздуха в сборе.

6. Установите датчик расхода воздуха и затяните его установленным моментом.

Величина момента затяжки: $8,8 \pm 1$ Н-м

3.17 Проверка датчика температуры охлаждающей жидкости

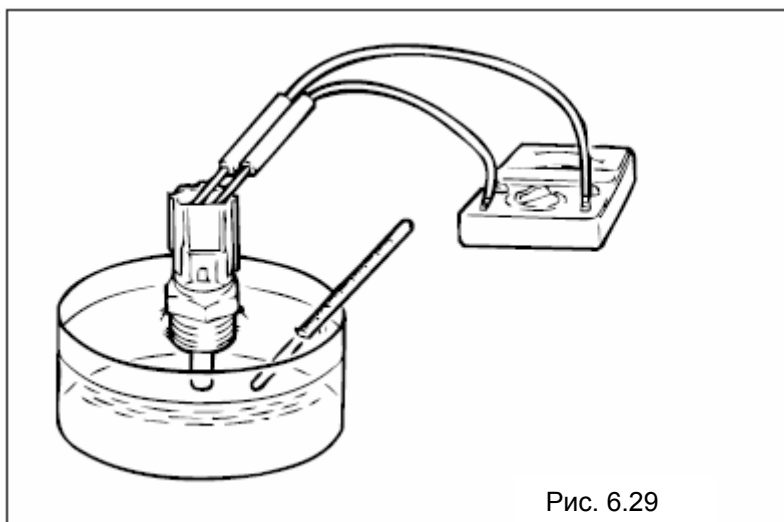


Для проверки датчика температуры охлаждающей жидкости подсоедините MUT-II/III к диагностическому разъему и сравните температуру охлаждающей жидкости, показанную во время запуска двигателя, с температурой, показанной после завершения прогрева двигателя.

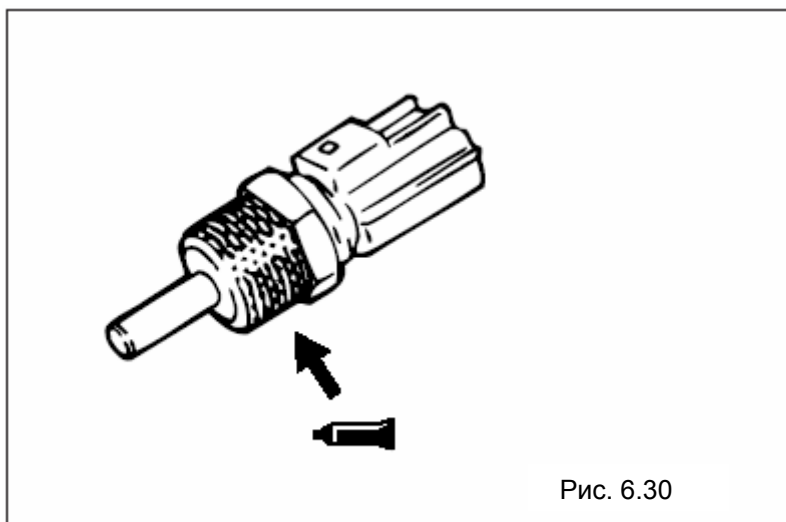
Датчик также можно проверить отдельно следующим образом.

Внимание!

Снимая и устанавливая датчик, старайтесь не повредить инструментами пластмассовую часть его разъёма.



1. Снимите датчик температуры охлаждающей жидкости.
2. Опустите чувствительный элемент датчика в горячую воду и измерьте сопротивление.
Номинальное значение:
14 – 17 кОм (при -20°C)
5,1 – 6,5 кОм (при 0°C)
2,1 – 2,7 кОм (при 20°C)
0,9 – 1,3 кОм (при 40°C)
0,48 – 0,68 кОм (при 60°C)
0,26 – 0,36 кОм (при 80°C)
3. Если значение сопротивления значительно отличается от номинального, замените датчик.



4. Нанесите герметик на резьбовую часть датчика.
Рекомендуемый герметик:
Фиксатор резьбы 3М, номер по каталогу 4171 или равноценный
5. Установите датчик температуры охлаждающей жидкости и затяните его установленным моментом.
Величина момента затяжки: $29 \pm 10 \text{ Н}\cdot\text{м}$

3.18 Проверка кислородного датчика

3.18.1. Передний кислородный датчик

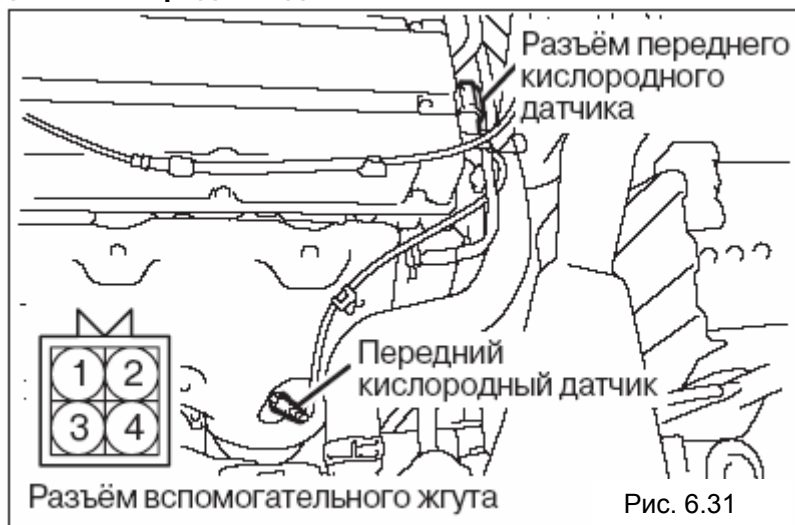


Рис. 6.31

Чтобы проверить выходное напряжение кислородного датчика прогрейте двигатель и проведите следующие операции:

1. Отсоедините разъём от кислородного датчика и присоедините к датчику специальный жгут MD998464.
2. Проверьте, чтобы между контактами № 1 (красный зажим) и № 3 (голубой зажим) кислородного датчика было сопротивление 4,5 – 8,0 Ом при 20°C.
3. Если будет обнаружен разрыв цепи, то замените кислородный датчик.
4. Прогрейте двигатель до температуры не менее 80°C.
5. Удерживайте двигатель на 4 500 об/мин не менее 5-ти минут.

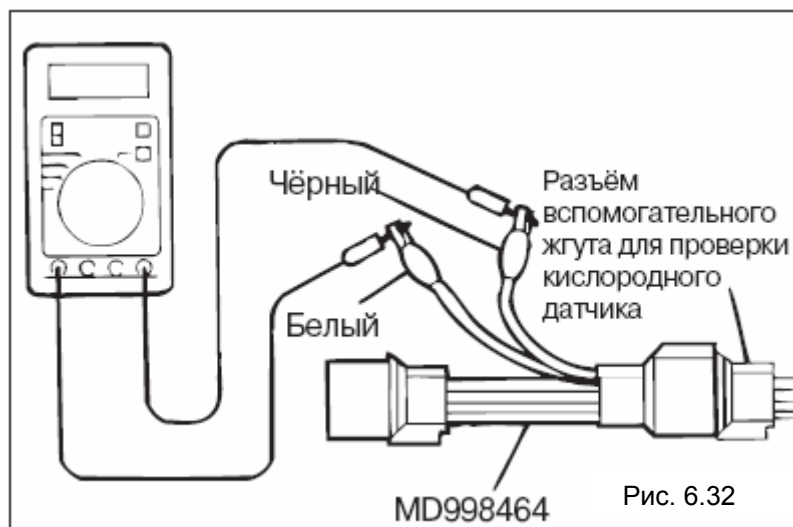


Рис. 6.32

6. Присоедините вольтметр между контактами № 2 (чёрный зажим) и № 4 (белый зажим).
7. Периодически увеличивая обороты, измерьте напряжение на выходе датчика.

Номинальное значение:

Таблица 16

Двигатель	Напряжение выхода кислородного датчика	Комментарии
При разгоне двигателя	0,6-1,0 В	Если обогатить рабочую смесь периодическим увеличением оборотов двигателя, то на исправном кислородном датчике напряжение будет в диапазоне 0,6-1,0 В.

Примечание:

Если кислородный датчик не будет прогрет до рабочей температуры (приблизительно 400 °С), то напряжение на его выходе может быть пониженным, несмотря на достаточно богатую рабочую смесь. Поэтому, если напряжения на выходе датчика будет низкое, то соедините перемычкой контакты № 1 (красный зажим) и № 3 (голубой зажим) с "положительной" и "отрицательной" клеммами источника напряжения 8 В, соответственно, и проведите повторную проверку.

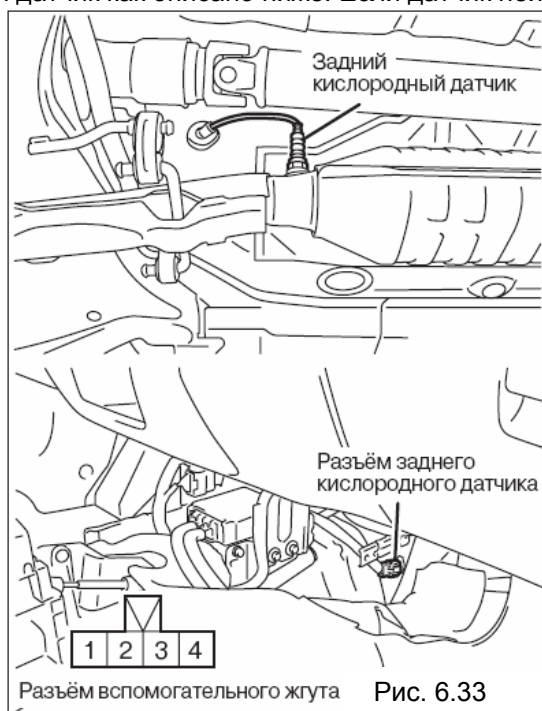
ВНИМАНИЕ

- Будьте внимательны, присоединяя провода к аккумуляторной батарее. Неправильное присоединение может повредить кислородный датчик.
- Нагреватель кислородного датчика может быть повреждён, если на него подать напряжение, превышающее 8 В.

8. Если датчик неисправен, то замените его.

3.18.2. Задний кислородный датчик

Проверьте кислородный датчик как описано ниже. Если датчик неисправен, замените его новым.



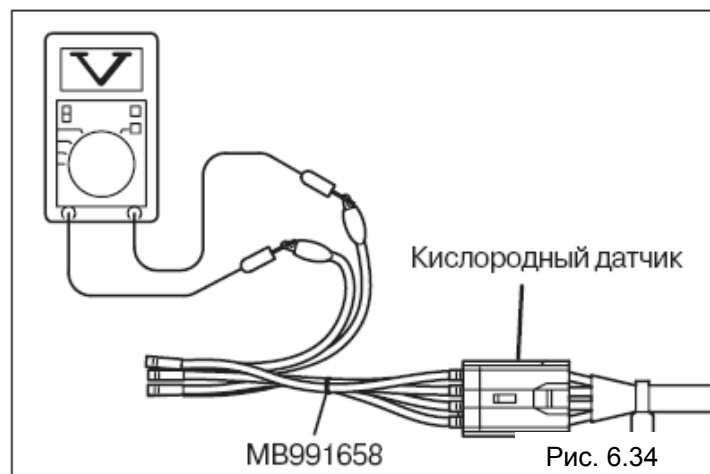
1. Отсоедините разъём от кислородного датчика и присоедините к датчику специальный жгут MD991658.

2. Проверьте, чтобы между контактами № 3 и № 4 кислородного датчика было сопротивление 11-18 Ом при 20°С.

3. Если будет обнаружен разрыв цепи, то замените кислородный датчик.

4. Прогрейте двигатель до температуры не менее 80°С.

5. Удерживайте двигатель на 4 500 об/мин не менее 5-ти минут.



Технические операции на автомобиле

6. Присоедините цифровой вольтметр между контактами № 1 и № 2.
7. Периодически увеличивая обороты, измерьте напряжение на выходе датчика.

Номинальное значение:

Таблица 17

Двигатель	Напряжение выхода кислородного датчика	Комментарии
При разгоне двигателя	0,6-1,0 В	Если обогатить рабочую смесь периодическим увеличением оборотов двигателя, то на исправном кислородном датчике напряжение будет в диапазоне 0,6-1,0 В.

Примечание:

Если кислородный датчик не будет прогрет до рабочей температуры (приблизительно 400 °С), то напряжение на его выходе может быть пониженным, несмотря на достаточно богатую рабочую смесь. Поэтому, если напряжение на выходе датчика будет низкое, то соедините перемычкой контакты № 1 (красный зажим) и № 3 (голубой зажим) с "положительной" и "отрицательной" клеммами источника напряжения 8 В, соответственно, и проведите повторную проверку.

ВНИМАНИЕ

- Будьте внимательны, присоединяя провода к аккумуляторной батарее. Неправильное присоединение может повредить кислородный датчик.
- Нагреватель кислородного датчика может быть повреждён, если на него подать напряжение, превышающее 8 В.

8. Если датчик неисправен, то замените его.

3.19 Проверка вакуумных линий

ПРОВЕРКА ВАКУУМНЫХ ШЛАНГОВ

1. Проверьте правильность подсоединения вакуумных шлангов, пользуясь приведённой схемой (рис. 6.35 и рис.6.36).
2. Проверьте закрепление концов шлангов (ослабление посадки, отрыв) и отсутствие видимых повреждений и резких изгибов шлангов.

УСТАНОВКА ВАКУУМНЫХ ШЛАНГОВ

1. Концы вакуумных шлангов должны быть надёжно закреплены на штуцерах.
2. Во время монтажа шлангов пользуйтесь приведённой схемой (рис. 6.35 и рис.6.36).

<4G1>

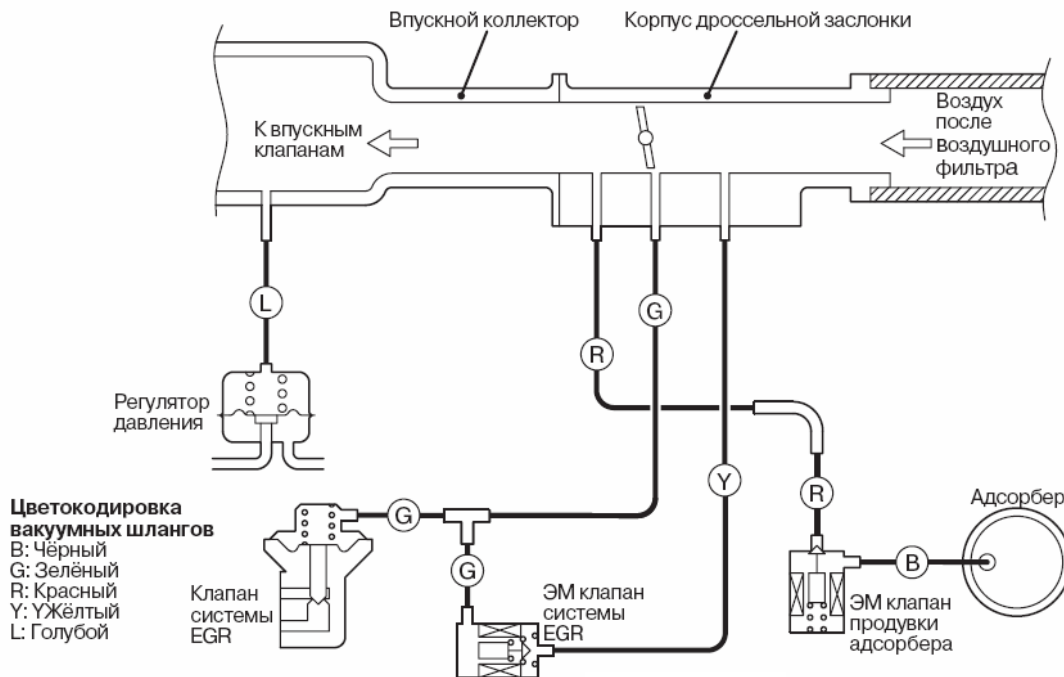


Рис. 6.35

<4G6>

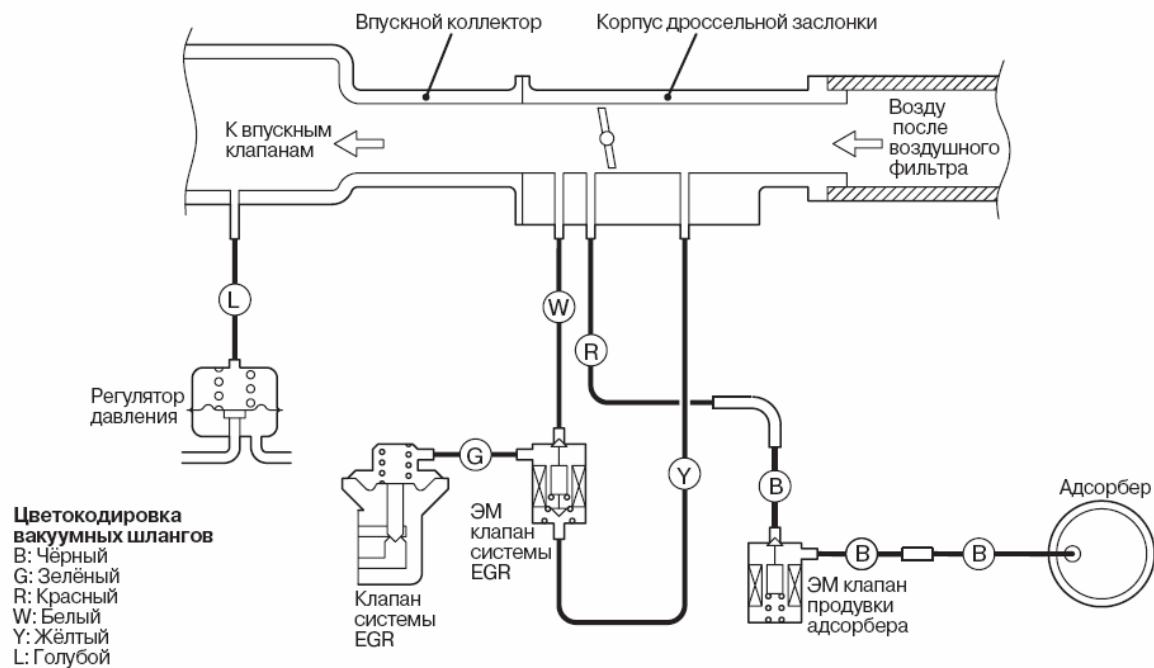


Рис. 6.36

3.20 Проверка системы принудительной вентиляции картера

3.20.1. Расположение компонентов системы принудительной вентиляции картера

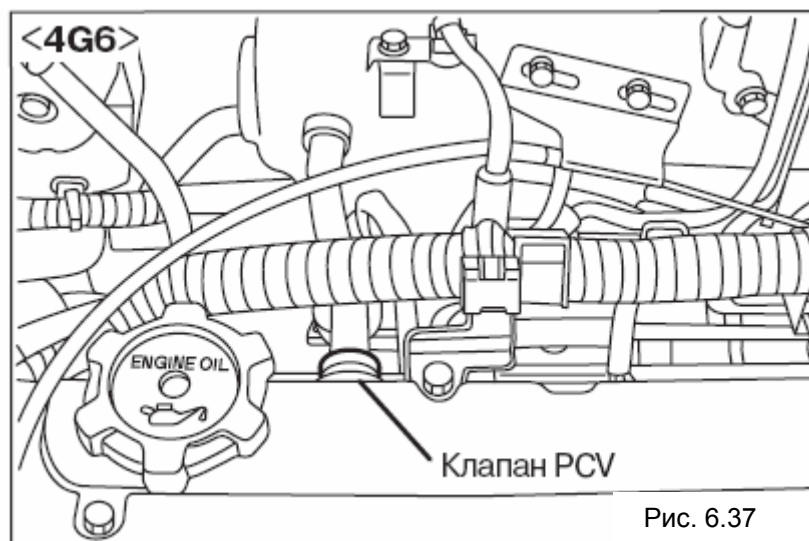
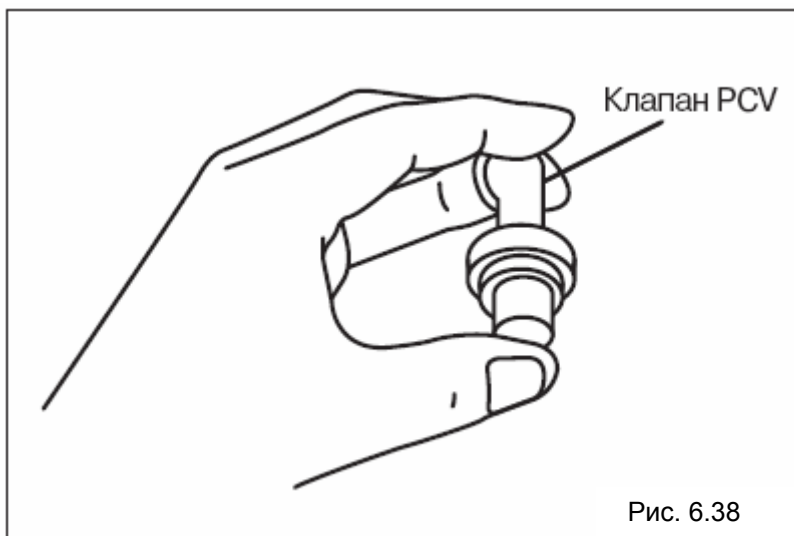


Рис. 6.37

3.20.2. Проверка системы принудительной вентиляции картера

1. Отсоедините шланг вентиляции картера от клапана PCV.
2. Отсоедините клапан PCV от клапанной крышки.
3. Подсоедините шланг вентиляции к клапану PCV.
4. Запустите двигатель и дайте ему поработать на холостом ходу.

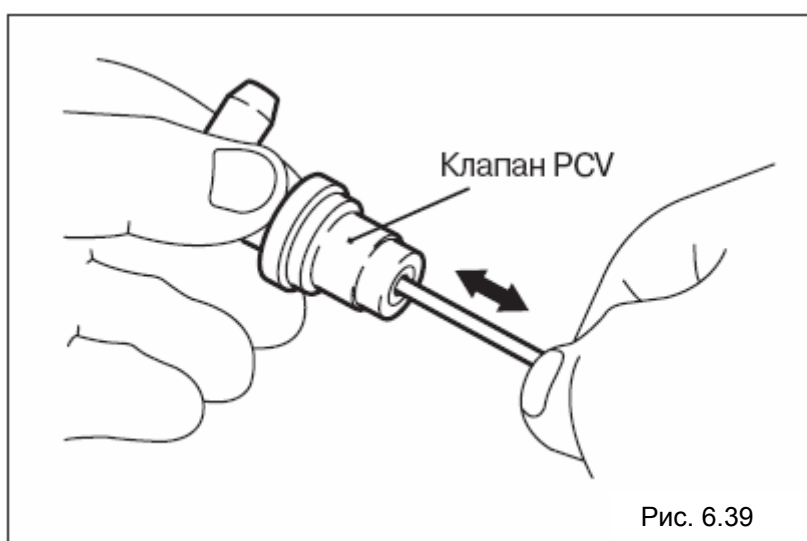


5. Коснитесь пальцем входного отверстия клапана и убедитесь в наличии вакуума.

Примечание: В этот момент произойдёт перемещение штока клапана.

6. Если во впускном отверстии клапана разрежение не создаётся, то очистите или замените клапан PCV.

3.20.3. Проверка клапана системы принудительной вентиляции картера (клапана PCV)

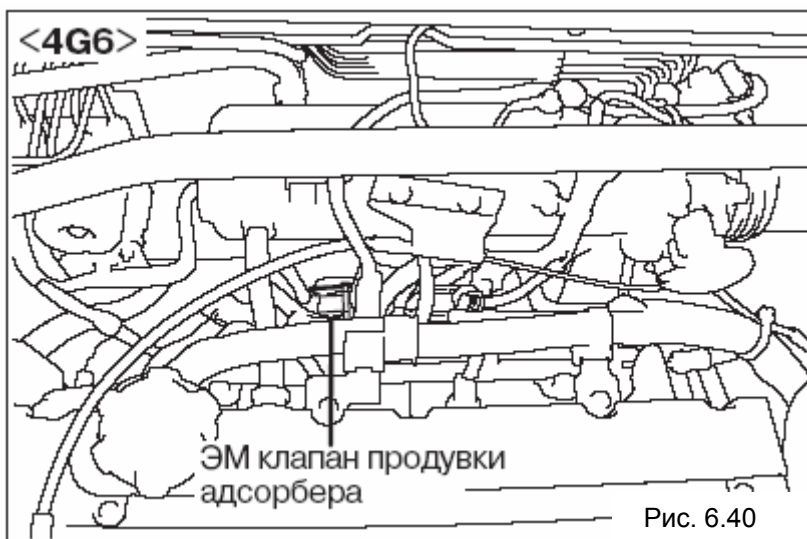


1. Со стороны впускного отверстия клапана вставьте штифт, как показано на рисунке. Под действием штифта шток клапана должен перемещаться.

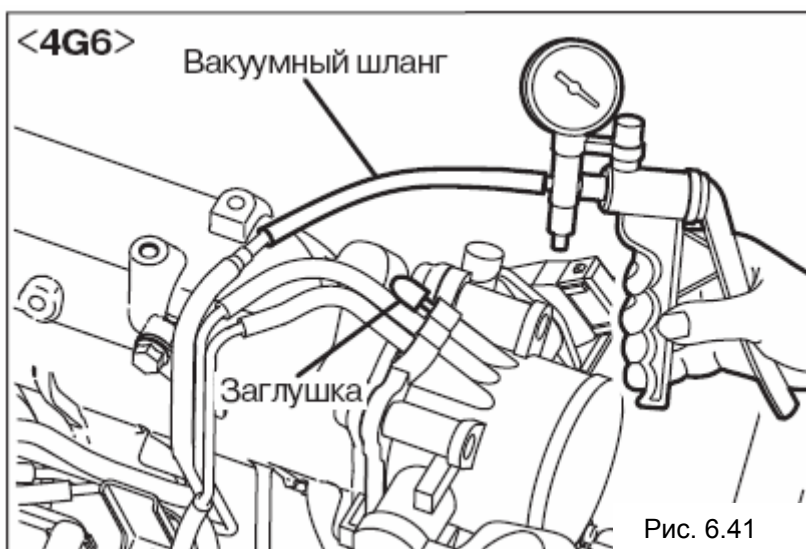
2. Если шток клапана не перемещается, то клапан PCV засорён. В этом случае следует очистить или заменить клапан PCV.

3.21 Проверка системы улавливания паров топлива

3.21.1. Расположение компонентов системы улавливания паров топлива



3.21.2. Проверка системы улавливания паров топлива



1. Отсоедините вакуумный шланг (шланг с красной полоской) от корпуса дроссельной заслонки и подсоедините его к ручному вакуумному насосу.
2. Заглушите штуцер, от которого был отсоединён вакуумный шланг.
3. На холодном и горячем двигателе создайте разрежение 53 кПа и проверьте герметичность системы.

На холодном двигателе
(Температура охлаждающей жидкости: 40°C или менее)

Таблица 18

Частота вращения двигателя	Признак исправного клапана
На холостом ходу	Система герметична (вакуум не уменьшается)
3000 об/мин	

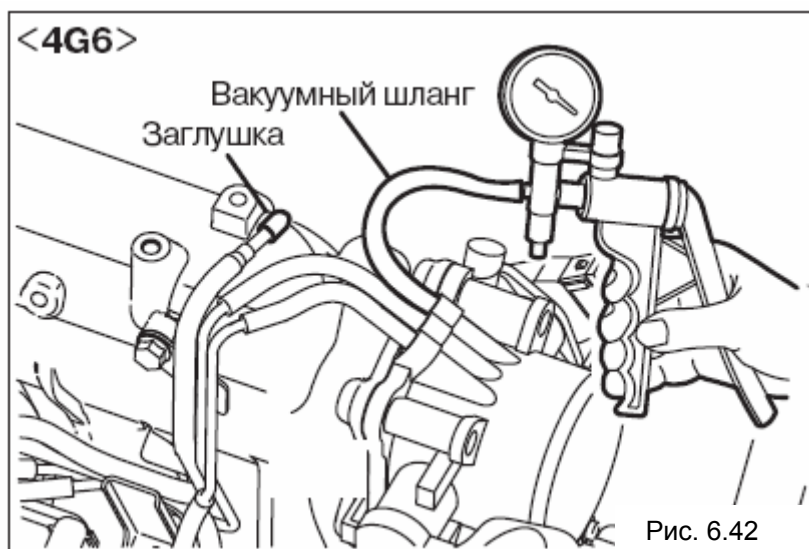
Технические операции на автомобиле

На горячем двигателе (Температура охлаждающей жидкости: 80°C или более)

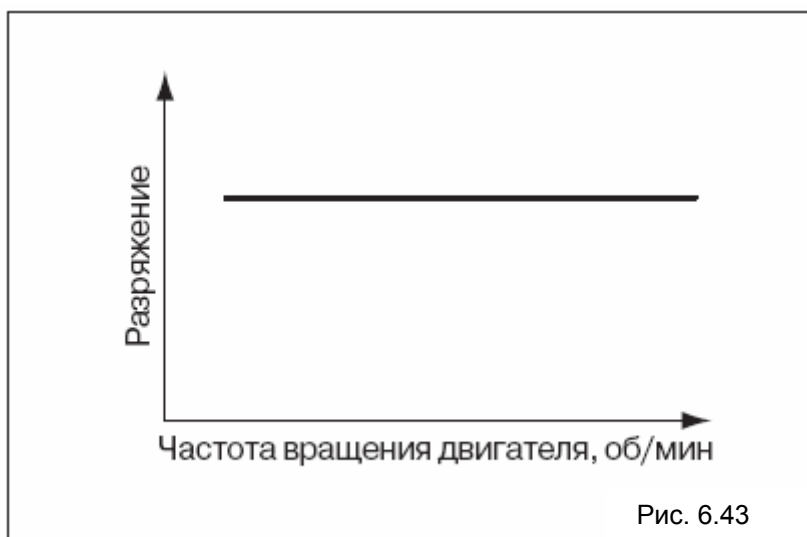
Таблица 19

Частота вращения двигателя	Признак исправного клапана
На холостом ходу	Система герметична (вакуум не уменьшается)
3000 об/мин (спустя 3 минуты после запуска)	Разрежение должно уменьшаться

3.21.3. Проверка канала для продувки адсорбера

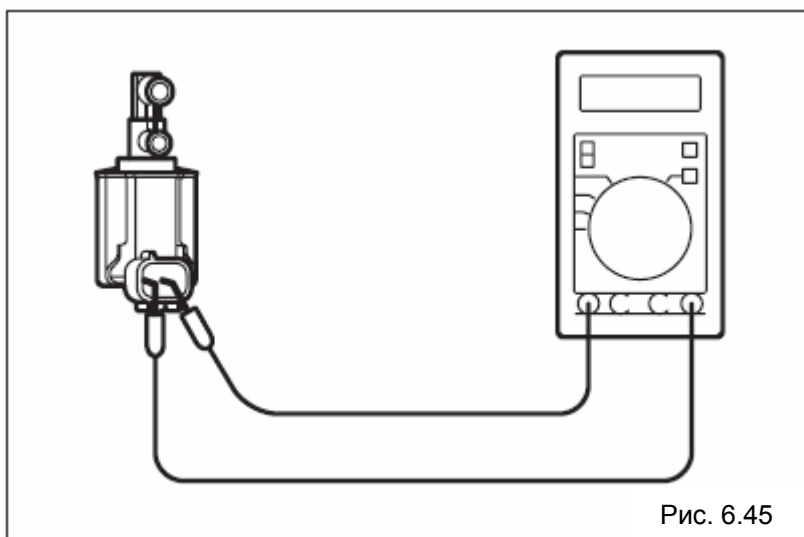
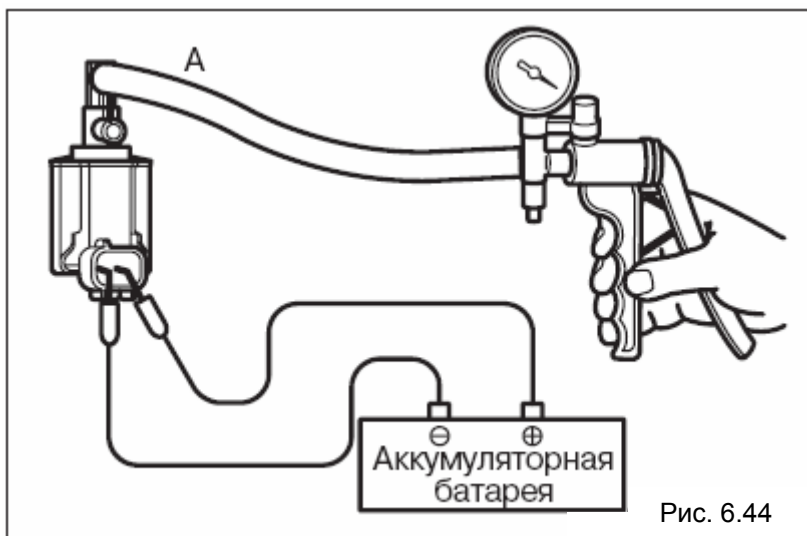


1. Отсоедините вакуумный шланг (шланг с красной полоской) от корпуса дроссельной заслонки и подсоедините к штуцеру вакуумный насос.
2. Заглушите отсоединённый вакуумный шланг.



3. Запустите двигатель.
4. Убедитесь в том, что независимо от частоты вращения двигателя, вакуумметр регистрирует разрежение.
5. Если разрежение не регистрируется, то канал забит и его следует прочистить.

3.21.4. Проверка электромагнитного клапана продувки адсорбера



ПРИМЕЧАНИЕ:

При отсоединении вакуумных шлангов всегда предварительно наносите установочные метки, чтобы при подсоединении шланг был установлен в исходное положение.

1. Отсоедините вакуумный шланг от электромагнитного клапана.
2. Отсоедините разъём клапана.
3. Подсоедините шланг ручного вакуумного насоса к штуцеру (А) электромагнитного клапана (смотрите рисунок 6.44).
4. Проверьте герметичность клапана при помощи вакуумного насоса. Во время проверки напряжение на обмотку подавайте непосредственно с аккумуляторной батареи.

Таблица 20

Напряжение аккумуляторной батареи	Признак исправного клапана
Напряжение подаётся	Разрежение уменьшается
Не подаётся	Клапан герметичен (разрежение не уменьшается)

5. Проверьте сопротивление между выводами обмотки ЭМ клапана.
Номинальное значение: 30 – 34 Ом (при 20°C)

3.22 Проверка системы рециркуляции ОГ (EGR)

3.22.1. Расположение компонентов системы рециркуляции ОГ

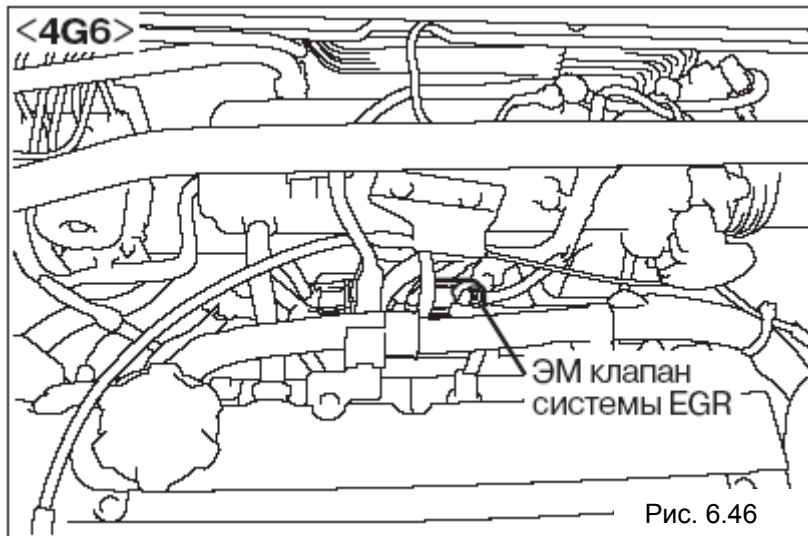


Рис. 6.46

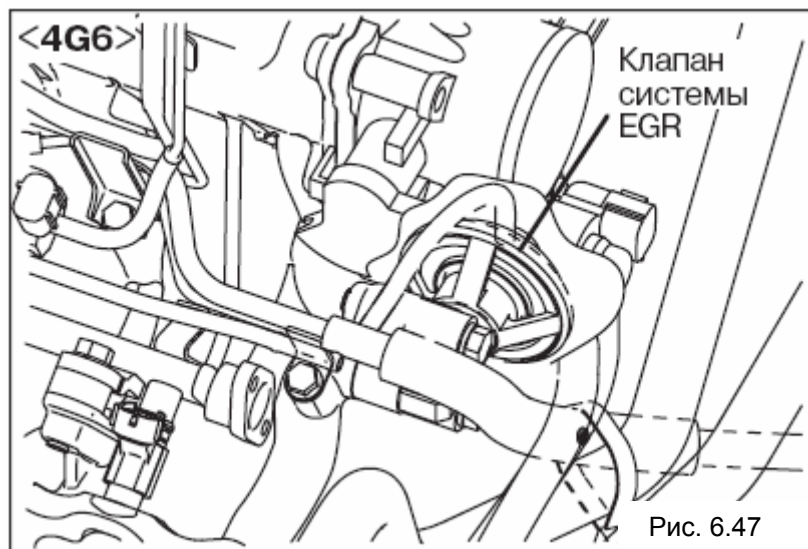


Рис. 6.47

3.22.2. Проверка разрежения

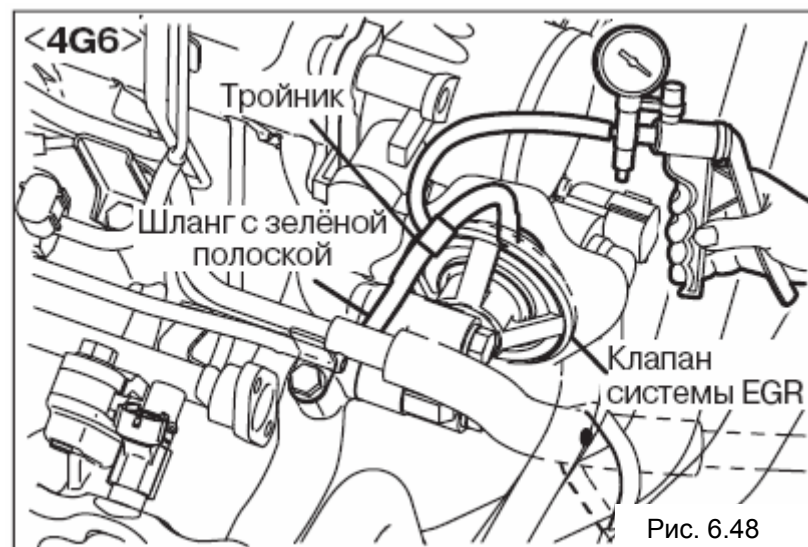


Рис. 6.48

Технические операции на автомобиле

Проведите проверку разрежения следующим способом:

1. Отсоедините вакуумный шланг (шланг с зелёной полоской) от клапана EGR и посредством тройника подсоедините к штуцеру клапана вакуумный насос.
2. На горячем и холодном двигателе измерьте разрежение при различной частоте вращения двигателя.

На холодном двигателе (Температура охлаждающей жидкости: 20°C или менее)

Таблица 21

Дроссельная заслонка	Признак исправной системы
При быстром открытии	Вакуумметр не должен показывать разрежение

На горячем двигателе (Температура охлаждающей жидкости: 80°C или более)

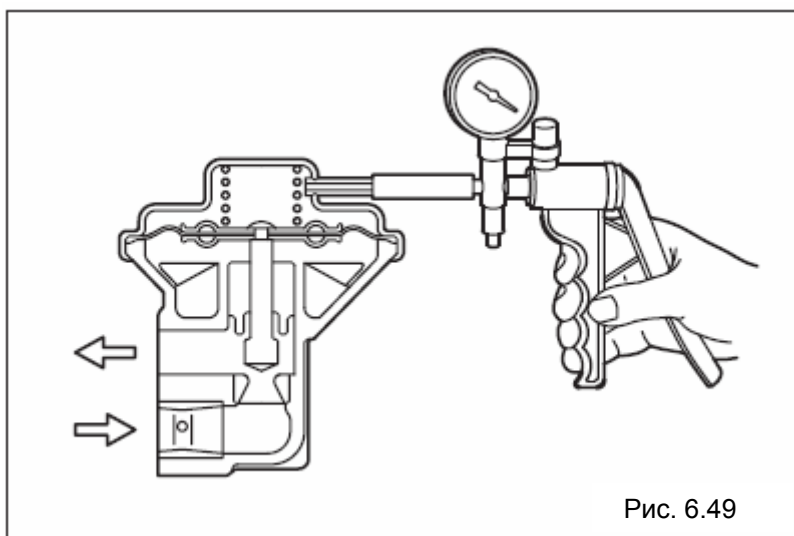
Таблица 22

Дроссельная заслонка	Признак исправной системы
При быстром открытии	Моментально возрастет выше 13 кПа

3. Отсоедините тройник.
4. Подсоедините ручной вакуумный насос к штуцеру клапана EGR.
5. При создании разрежения 30 кПа или более, двигатель, работающий на режиме холостого хода, должен останавливаться или работать неустойчиво.

3.22.3. Проверка клапана рециркуляции ОГ (EGR)

1. Снимите клапан EGR и проверьте отсутствие заеданий и сажевых отложений. Очистите уплотнительную поверхность клапана подходящим растворителем.
2. Подсоедините ручной вакуумный насос к штуцеру клапана EGR.
3. Создайте разрежение 67 кПа. Убедитесь в герметичности диафрагмы клапана.



4. Создав вакуум, проверьте открытие клапана. Для этого продуйте его со стороны любого из каналов корпуса.

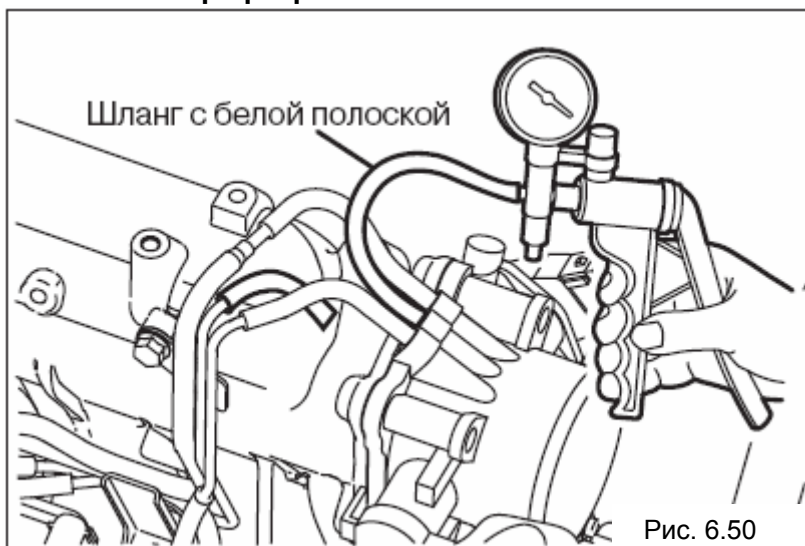
Таблица 23

Разряжение	Состояние исправного клапана
5,3 кПа или менее	Клапан не продувается со стороны любого из каналов
27 кПа или более	Клапан продувается со стороны любого из каналов

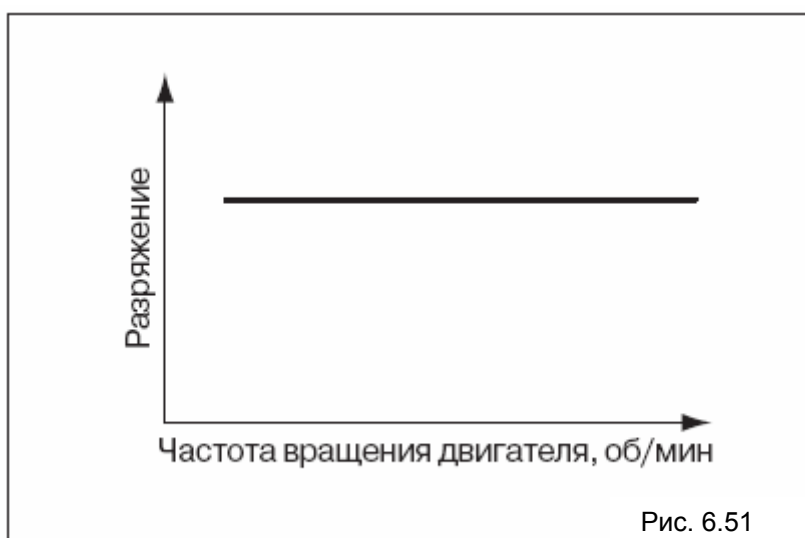
5. Замените прокладку и затяните болты требуемым моментом затяжки.

Момент затяжки: <4G6> 20 ± 2 Нм

3.22.4. Проверка канала отбора разряжения



1. Отсоедините вакуумный шланг (шланг с белой полоской) от корпуса дроссельной заслонки и подсоедините к штуцеру вакуумный насос.
2. Заглушите отсоединённый вакуумный шланг.



3. Запустите двигатель.
4. Убедитесь в том, что независимо от частоты вращения двигателя вакуумметр регистрирует разрежение.
5. Если разрежение не регистрируется, то канал забит и его следует прочистить.

3.22.5. Проверка электромагнитного клапана системы ОГ

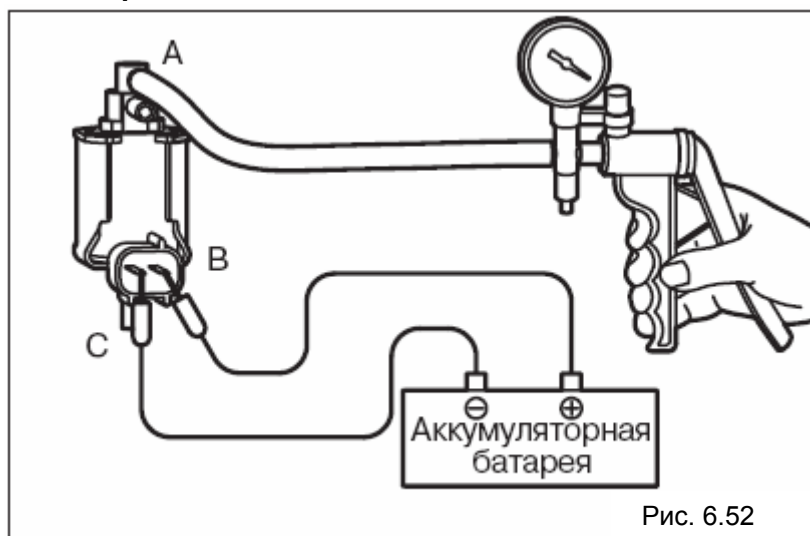


Рис. 6.52

ПРИМЕЧАНИЕ:

При отсоединении вакуумных шлангов всегда предварительно наносите установочные метки, чтобы при подсоединении шланг был установлен в исходное положение.

1. Отсоедините вакуумный шланг от электромагнитного клапана.
2. Отсоедините разъём клапана.
3. Подсоедините шланг ручного вакуумного насоса к штуцеру (А) электромагнитного клапана (смотрите рисунок 6.52).
4. Проверьте герметичность клапана при помощи вакуумного насоса. Во время проверки напряжение на обмотку подавайте непосредственно с аккумуляторной батареи.

Таблица 24

Напряжение аккумуляторной батареи	Признак исправного клапана
Не подаётся	Клапан герметичен (разрежение не уменьшается)
Напряжение подаётся	Разрежение уменьшается

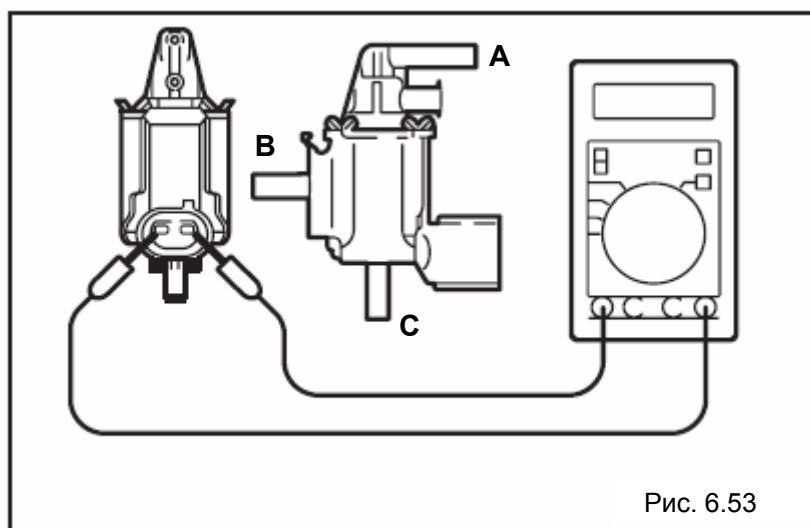


Рис. 6.53

5. Проверьте сопротивление между выводами обмотки ЭМ клапана.
Номинальное значение: 29 – 35 Ом (при 20°C)

4. Проверка полученных знаний

(1) Отметьте неправильное утверждение.

- (a) При возникновении неисправности в системе распределенного впрыска топлива (MPI) система использует функцию диагностики и обеспечивает запоминание неисправностей. Содержащиеся в памяти данные, можно считать, используя диагностический прибор.
- (b) Если использовать диагностический прибор, то можно считать выходные сигналы датчиков в реальном режиме времени.
- (c) При использовании диагностического прибора можно обнаружить все неисправности.

(2) Отметьте неправильное утверждение.

- (a) Перед подсоединением диагностического прибора к диагностическому разъему необходимо повернуть ключ зажигания в положение OFF (ВЫКЛ.).
- (b) При отсутствии кодов неисправности производится поиск неисправности по внешним признакам.
- (c) При измерении напряжения на разъемах электронного блока необходимо повернуть ключ зажигания в положение OFF (ВЫКЛ.).

(3) Отметьте неправильное утверждение.

- (a) При помощи диагностического прибора можно стереть диагностические коды неисправностей.
- (b) При помощи диагностического прибора можно отключить форсунку.
- (c) При помощи диагностического прибора можно отрегулировать базовый угол опережения зажигания.

(4) Отметьте неправильное утверждение.

- (a) В случае неисправности датчика расхода воздуха, электронный блок управления двигателем позволяет продолжить движение, осуществляя управление по сигналам от датчика положения дроссельной заслонки и датчика положения коленчатого вала.
- (b) В случае неисправности датчика температуры охлаждающей жидкости, электронный блок управления двигателем позволяет продолжить движение, осуществляя управление, используя принятое по умолчанию значение температуры 80° С.
- (c) В случае неисправности датчика положения коленчатого вала, электронный блок управления двигателем позволяет продолжить движение, формируя сигналы управления по специальной программе.

Глава 7

Система непосредственного впрыскивания бензина GDI

1. Общие сведения

В двигателях с системой GDI бензин впрыскивается непосредственно внутрь цилиндров, что обеспечивает высокую приемистость двигателя, высокую точность управления подачей топлива и эффективное сгорание бедных смесей. За счет лучшего наполнения цилиндров и более высокой степени сжатия термический КПД двигателей GDI выше, чем у обычных двигателей MPI. Двигатели GDI могут быть значительно экономичнее обычных двигателей MPI на некоторых режимах (при работе на обедненных смесях) - холостой ход, движение с постоянной скоростью. Однако при работе на больших нагрузках или большой скорости их экономичность близка к форсированным моторам MPI.

2. Основные элементы конструкции

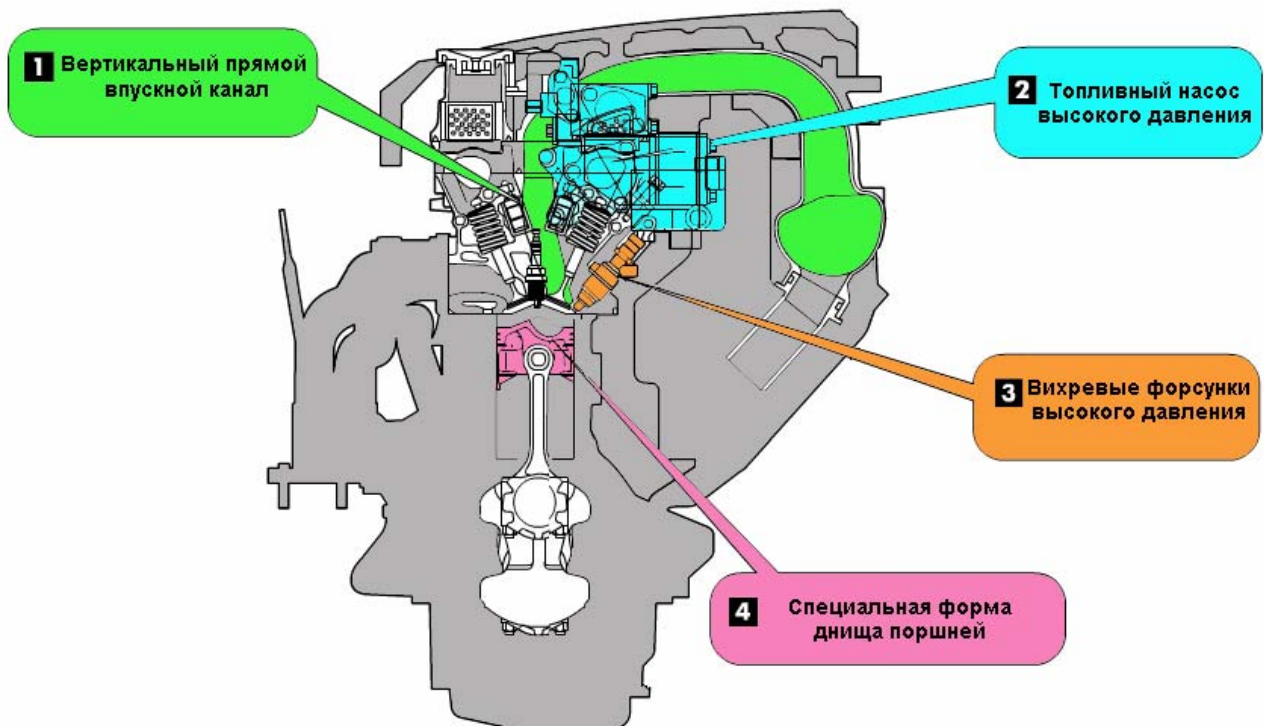


Рис. 7.1

Двигатели GDI фирмы Mitsubishi имеют лучшие показатели по сравнению с двигателями MPI за счет следующих четырех технических решений не применявшихся ранее:

1. **Впускные каналы, направленные по оси цилиндра (вертикальные каналы).** Такие каналы создают интенсивный “воздушный вихрь” направленный по часовой стрелке, обеспечивающий высокую эффективность. Кроме этого плавный профиль и строго вертикальная форма каналов обеспечивают увеличение наполнения цилиндров, что особенно важно на режиме максимальной мощности (Superior Output Mode).
2. **Топливный насос высокого давления.** Его применение обеспечивает подачу топлива к форсункам под необходимым высоким давлением.
3. **Вихревые форсунки высокого давления.** Такие форсунки являются ключевым элементом двигателей GDI фирмы Mitsubishi, обеспечивающим возможность работы во всех режимах. Это достигается за счет изменения характера подачи топлива в зависимости от условий движения автомобиля.
4. **Специальная форма днища поршня.** Сферическая камера сгорания, расположенная в днище поршня, способствует созданию “воздушного вихря” направленного по часовой стрелке и позволяет сконцентрировать топливо в зоне расположения свечи зажигания, расположенной в центре камеры сгорания.

Система непосредственного впрыскивания бензина GDI

3. Особенности двигателей с системой GDI

За счет того, что топливо впрыскивается непосредственно в цилиндр, становится возможным управлять распределением топлива по объёму камеры сгорания.

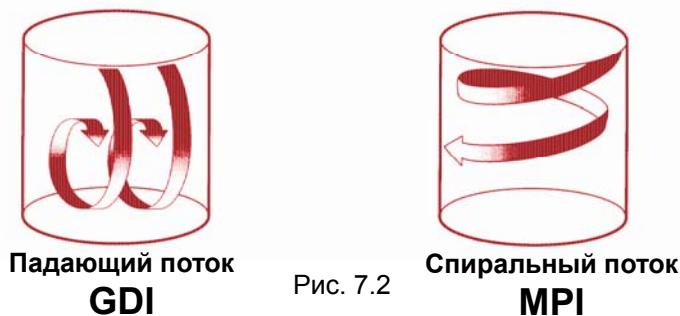
Используя направленное движение воздушного заряда, созданное вертикальным впускным каналом и особой формой поршня, удаётся добиться неравномерного распределения смеси в объёме цилиндра (послойное смесеобразование). Благодаря этому обеспечивается устойчивое сгорание сверхбедных смесей с соотношением воздух-топливо до 40:1.

Для сравнения, на обычном двигателе MPI не удаётся добиться эффективного сгорания смесей с соотношением воздух-топливо более 15:1 (рабочий диапазон 12,5:1 – 15:1).

Таблица 1. Основные различия двигателей GDI и MPI

Тип двигателя	GDI	MPI
Форма впускного канала	Вертикальный впускной канал	Горизонтальный впускной канал
Форма поршня	Специальная форма днища поршня	Плоское днище поршня
Степень сжатия	10-12,5:1	9-10:1
Разряжение во впускном коллекторе	37 кПа (бедная смесь)	60 кПа (Galant)
Соотношение воздух-топливо	Сверхбедная смесь 30-40:1 Бедная смесь 20-24:1 Стехиометрическая смесь 14,7:1	Стехиометрическая смесь 14,7:1
Зазор между электродами свечей зажигания	0,5-0,6 мм предельное значение 0,75 мм	1,0-1,1 мм
Давление топлива В контуре низкого давления В контуре высокого давления	329 кПа 5 МПа(4G9) или 5,5 Мпа (4G6)	300-335 кПа -
Форсунка Подача топлива Соппротивление	DIM 1000G (4G9) 1000 мл/мин 0,9-1,1 Ом при 20° С	CDH210(для примера) 2000 мл/мин 13-16 Ом при 20° С
Время открытия форсунки	0,4-0,5 мс на холостом ходу	3-5 мс на холостом ходу
Момент впрыска	Такт впуска и такт сжатия	Такт выпуска
Импульс управления форсункой	100 В, 20 А	Бортовое напряжение, 1 А
Система EGR	Макс 30% Шаговый электродвигатель	Макс 10% Электромагнитный клапан
Управление оборотами холостого хода	Регулятор XX + управление подачей топлива, 600 об/мин	Регулятор XX, 750 об/мин
Тип каталитического нейтрализатора	Селективный каталитический нейтрализатор для снижения NOx с использованием CH	Трехкомпонентный каталитический нейтрализатор

3.1. Движение воздушного потока внутри цилиндра



Движение воздушного потока в двигателе GDI организовано иначе, чем в двигателе MPI. Вертикальный впускной канал формирует падающий воздушный поток с направлением вращения по часовой стрелке (в двигателе MPI спиральный воздушный поток с направлением вращения против часовой стрелки).

Система непосредственного впрыскивания бензина GDI

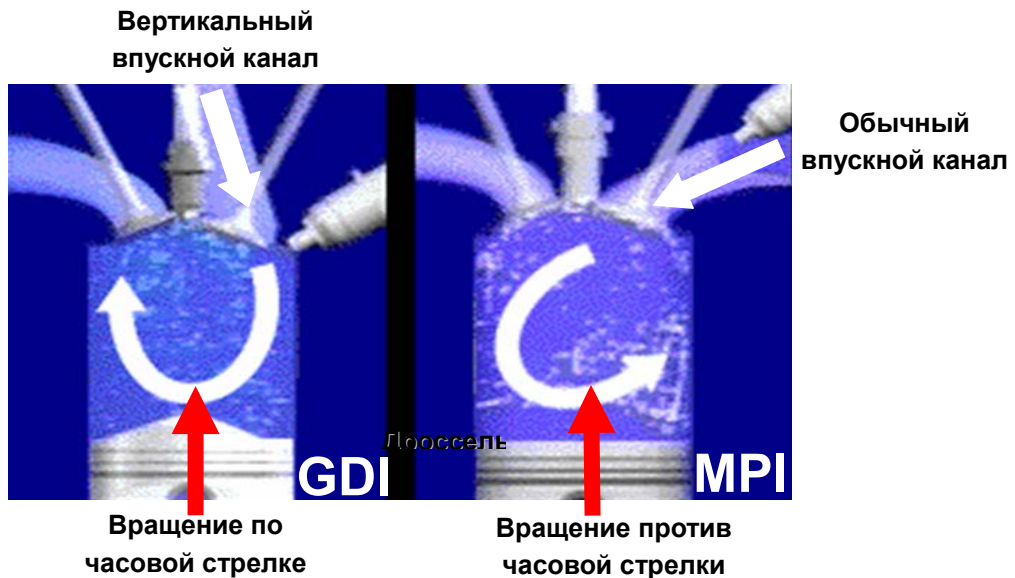


Рис. 7.3

Движение воздушного потока по часовой стрелке позволяет сконцентрировать топливо, поданное в конце такта сжатия, предотвращая его рассеивание по всему объёму камеры сгорания.

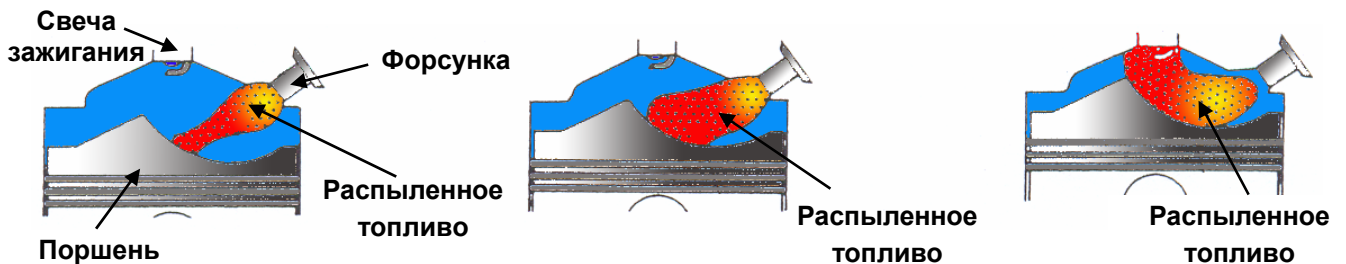


Рис. 7.4

Спрофилированное днище поршня усиливает интенсивность вихревого движения воздуха и позволяет направить сконцентрированное топливо на свечу зажигания.

3.2 Способы смесеобразования двигателей с системой GDI

В двигателях GDI в зависимости от крутящего момента и мощности используются различные способы смесеобразования.

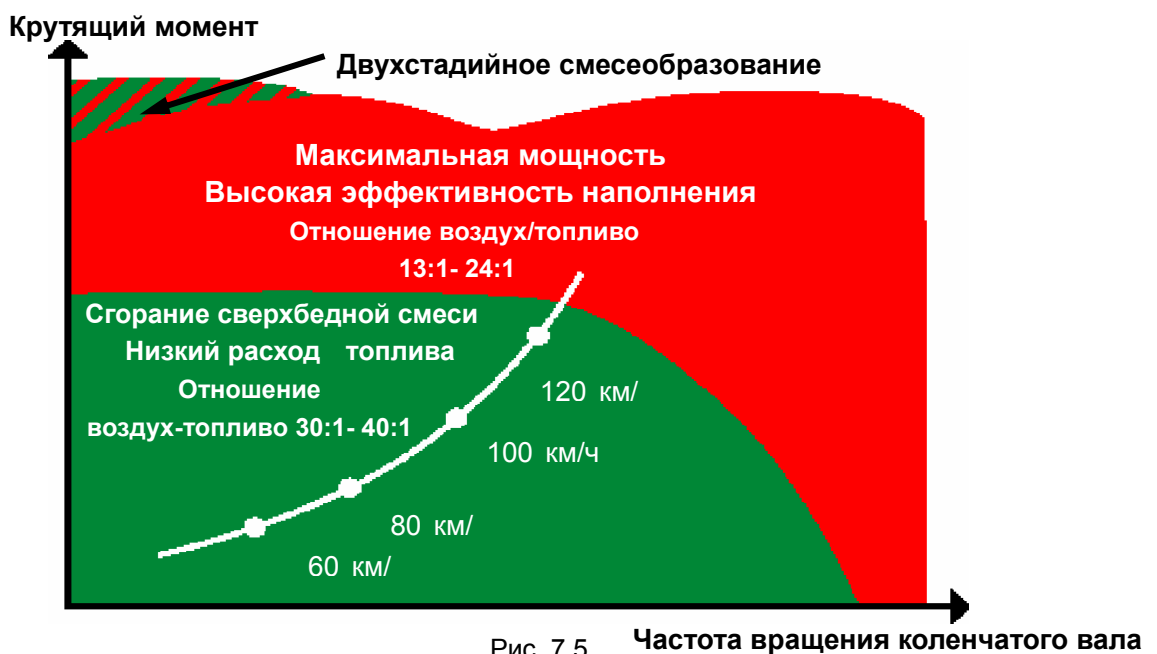


Рис. 7.5

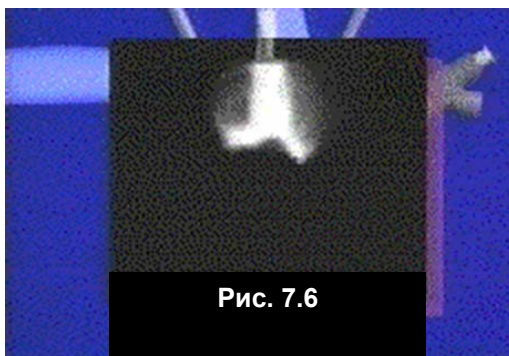
Система непосредственного впрыскивания бензина GDI

При работе двигателя на малых и средних нагрузках и частотах вращения (движение с постоянной скоростью до 120 км/ч) используется **послойное (гетерогенное) смесеобразование**, позволяющее работать на сверхбедных смесях (отношение воздух-топливо 30:1-40:1).

При работе на режимах больших нагрузок и частот вращения используется **впрыск на такте впуска**, и двигатель работает на гомогенной (однородной) смеси. В зависимости от нагрузки состав смеси изменяется в широких пределах (отношение воздух-топливо 13:1-24:1). Возможна работа двигателя на смесях обедненного, стехиометрического (с обратной связью) и обогащенного составов.

При работе на режимах больших нагрузок и низких частот вращения **используется двухстадийное смесеобразование**.

3.2.1. Работа двигателя при послойном смесеобразовании



При работе на сверхбедных смесях топливо впрыскивается в последней части такта сжатия непосредственно перед воспламенением. Так как давление в цилиндре в этот момент высокое, то распыленное вихревой форсункой топливо в направлении топливной выемки в поршне образует компактное облако сферической формы.

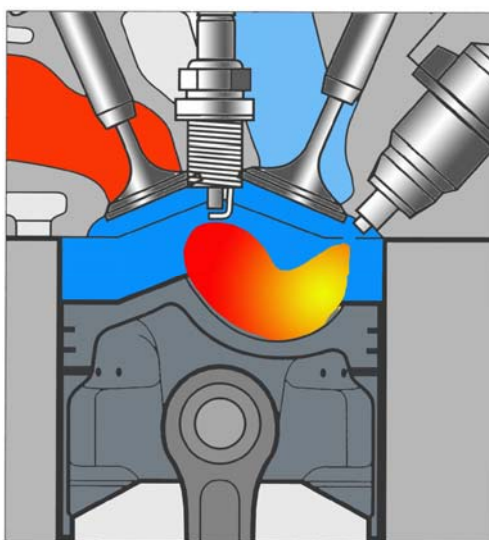


Рис. 7.7

Под действием вихревого движения горячего воздуха распыленное топливо быстро испаряется. Некоторая часть топлива попадает на днище поршня и испаряется за счет его тепла. Специальная форма поршня, не позволяет топливу равномерно распределиться по объему камеры сгорания, в результате чего образуется расслоенный заряд, который переносится в зону расположения свечи зажигания. Таким образом, возле свечи удастся создать топливовоздушную смесь оптимального состава, которая легко воспламеняется от искры. В то же время, в объеме камеры сгорания образуется очень бедная топливовоздушная смесь.

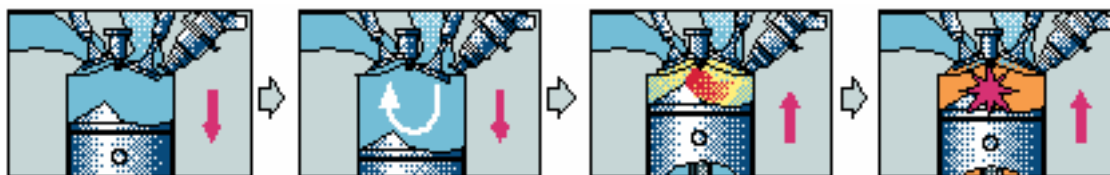


Рис. 7.8 Режим работы на сверхбедных смесях. Впрыскивание на такте сжатия.

Система непосредственного впрыскивания бензина GDI

Степень снижения расхода топлива двигателя GDI зависит от режима его работы, однако по сравнению с обычным двигателем максимальное снижение расхода топлива достигается на режимах малых нагрузок при сгорании сверхбедных смесей:

1. При работе на режиме холостого хода.

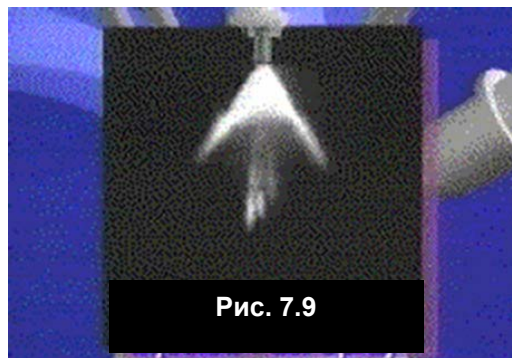
Благодаря избыточному количеству воздуха регулирование частоты вращения может осуществляться не изменением положения дроссельной заслонки, а более простым способом - изменением количества подаваемого топлива (способ качественного регулирования аналогично дизельному двигателю). Данный способ регулирования также улучшает приёмистость двигателя. Частота оборотов холостого хода может быть снижена до 600 об/мин, что позволяет добиться снижения расхода топлива приблизительно на 40% по сравнению с обычным бензиновым двигателем.

2. При движении автомобиля с постоянной скоростью

В случае обычного бензинового двигателя ухудшение процесса сгорания начинается при соотношении воздух-топливо 20:1. В случае же двигателей GDI устойчивое сгорание топлива сохраняется даже при соотношении воздуха и топлива 40:1. Это позволяет улучшить топливную экономичность на 20-50% (при движении со скоростями 120 км/ч или менее).

3.2.2. Режим максимальной мощности. Впрыск на такте впуска.

Основная идея получения высокой мощности двигателя заключается в охлаждении воздуха за счет впрыскивания топлива на такте впуска. При этом улучшается наполнение цилиндров, так как топливо впрыскивается непосредственно в цилиндр, и испарение происходит внутри камеры сгорания. За счет теплоты, отнимаемой топливом при испарении, воздушный заряд охлаждается и его плотность увеличивается. Кроме того, снижение температуры внутри камеры сгорания приводит к повышению детонационной стойкости двигателя и позволяет повысить степень сжатия двигателя. Например, двигатель 4G93 имеет степень сжатия 12,0. Получение такой степени сжатия в обычном двигателе MPI довольно затруднительно.



При работе в режиме впрыска на такте впуска топливо впрыскивается в момент, когда в цилиндре разрежение и распыленное вихревой форсункой топливо образует струю конической формы.

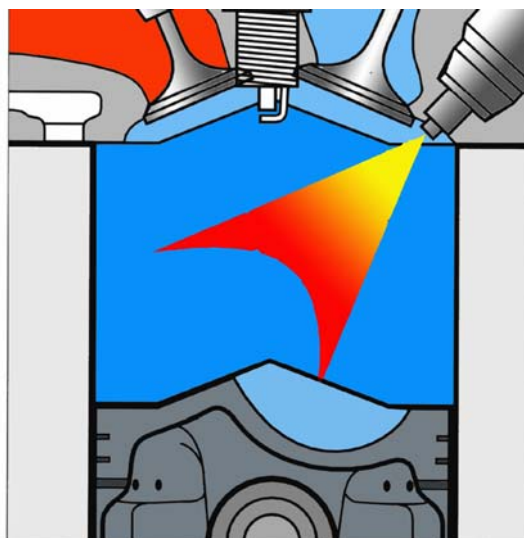


Рис. 7.10

При впрыске на такте впуска всегда достаточно времени для образования гомогенной смеси и ее воспламенения. Возможна работа двигателя на смесях обедненного, стехиометрического или обогащенного составов.

Система непосредственного впрыскивания бензина GDI

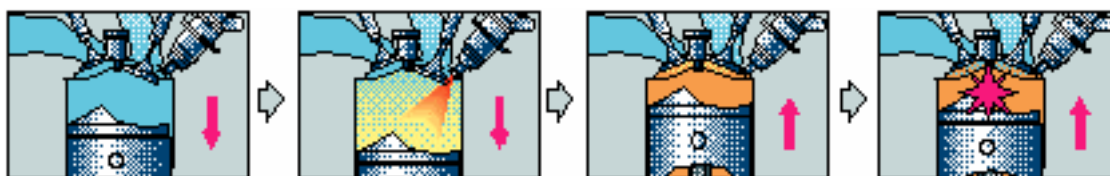


Рис. 7.11 Режим максимальной мощности. Впрыскивание на такте впуска.

3.2.3. Режим максимальной мощности. Двухстадийный впрыск (для увеличения крутящего момента при низких оборотах).

При работе на режимах больших нагрузок и низких частот вращения используется двухстадийное смесеобразование. Во время такта впуска впрыскивается небольшое количество топлива (воздушно-топливное соотношение около 60), чтобы охладить воздух. Затем во время такта сжатия впрыскивается основная часть топлива, чтобы обогатить топливовоздушную смесь (отношение достигает 12:1). В зоне свечи образуется более богатая смесь, чем на периферии камеры сгорания. Это улучшает процесс сгорания и снижает вероятность появления детонации. Тем самым достигается высокая мощность и крутящий момент двигателя.

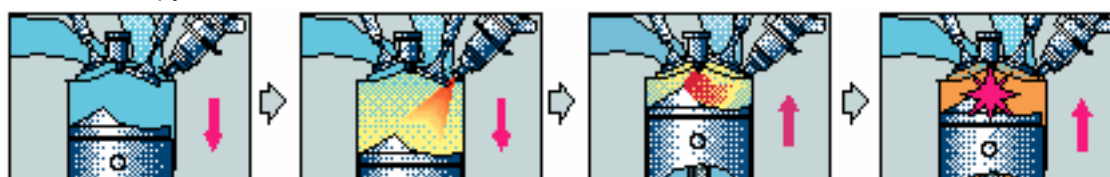


Рис. 7.12 Режим максимальной мощности. Двухстадийный впрыск.

3.2.4. Режим разогрева катализатора. Двухстадийный впрыск.

После запуска холодного двигателя и его работе на режиме холостого хода используется послыное смесеобразование и работа на сверхбедных смесях (впрыск на такте сжатия). Для увеличения температуры отработавших газов в конце такта рабочего хода впрыскивается небольшое количество топлива, которое самовоспламеняется и сгорает (используя избыток воздуха в переобеднённой смеси), дополнительно нагревая отработавшие газы. В результате их температура доходит до 800°C. Каталитический нейтрализатор быстро прогревается до температуры более 250° С, что обеспечивает его эффективную работу. При использовании такого режима время прогрева нейтрализатора не превышает 30 секунд, а без него 100 секунд и более. В результате сокращается выброс СН сразу после запуска холодного двигателя. Данный режим применяется тогда, когда требуется выполнение установленных законодательных норм токсичности при запуске и прогреве холодного двигателя.

Таблица 2 Режимы работы двигателей GDI

Режим работы	Низкий расход		Высокая мощность	
	Во время такта сжатия.	Во время такта впуска.	Во время такта впуска.	Во время такта впуска.
Режим впрыскивания топлива	Сверхбедная смесь. Работа без обратной связи.	Бедная смесь. Работа без обратной связи.	Стехиометрическая смесь. Работа с обратной связью	Богатая смесь. Работа без обратной связи.
Состав смеси	30-40:1	20-24:1	14,7:1	13-14:1
Состояние смеси	Неоднородная смесь (послойное смесеобразование)	Однородная смесь	Однородная смесь	Однородная смесь
Режим нагрузки	Низкая нагрузка	Средняя нагрузка	Высокая нагрузка	Высокая нагрузка
Рециркуляция отработавших газов	Производится	Не производится	Производится	Производится

ПРИМЕЧАНИЕ

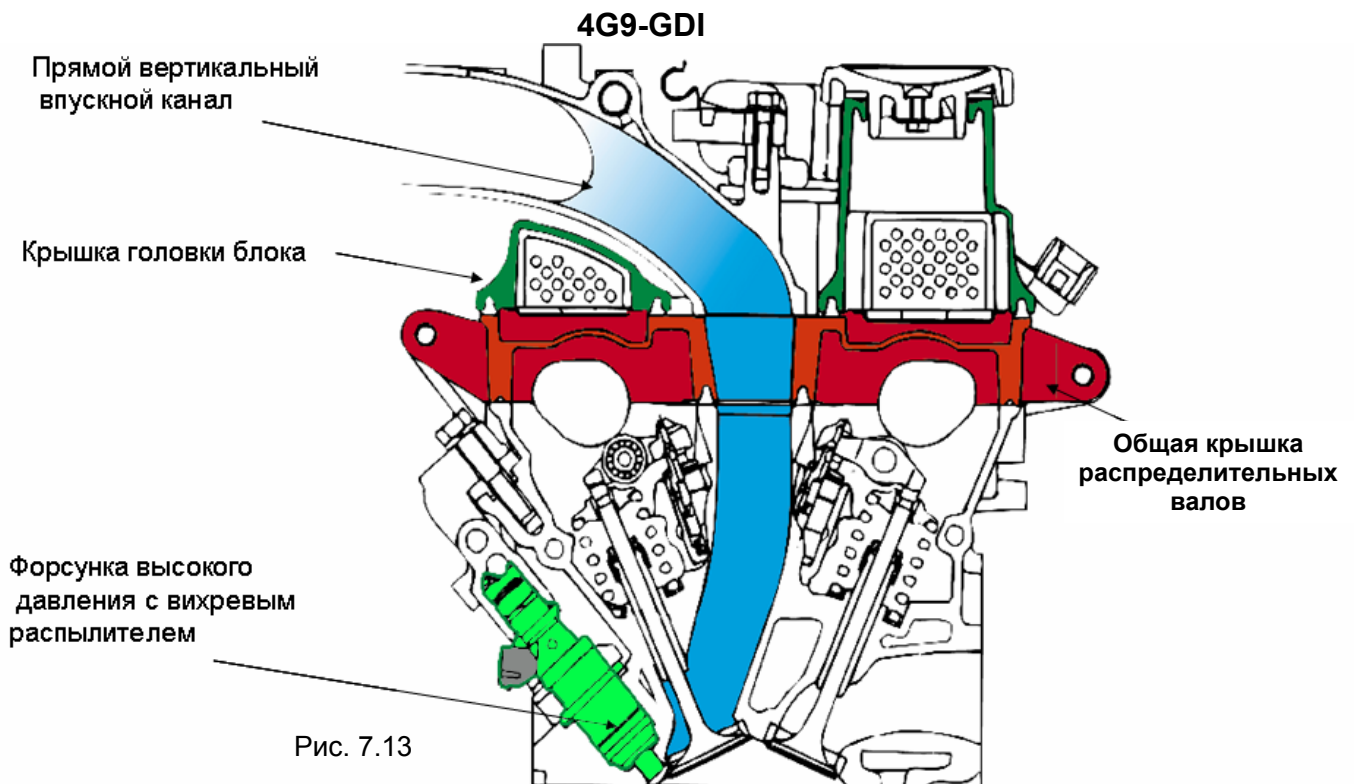
1. Для получения высокого крутящего момента при работе на малых оборотах с высокой нагрузкой используется режим двухстадийного впрыскивания на такте впуска и сжатия. Двигатель 6G74 не имеет такого режима.

2. Для разогрева катализатора может применяться режим двухстадийного впрыскивания на такте сжатия и рабочего хода.

4. Устройство и основные элементы

4.1 Головка блока цилиндров.

- Вертикальный впускной канал расположен по центру головки блока цилиндров. Такие каналы создают интенсивный “воздушный вихрь” направленный по часовой стрелке, обеспечивающий высокую эффективность. Кроме этого плавный профиль и строго вертикальная форма каналов уменьшают сопротивление впускной системы и обеспечивают увеличение наполнения цилиндров, что особенно важно на режиме максимальной мощности (Superior Output Mode).
- Свечи зажигания расположены по середине камеры сгорания, что способствует оптимизации процессов горения.
- Общая крышка распределительных валов, в которой выполнены отверстия для впускных каналов, свечей зажигания и крышки подшипников распределительных валов.



4.2 Поршень.



Рис. 7.14

Сферическая камера сгорания, расположенная в днище поршня, способствует созданию “воздушного вихря” направленного по часовой стрелке и позволяет сконцентрировать топливо в зоне расположения свечи зажигания. Такая форма поршня позволяет реализовать сгорание сверхбедных топливовоздушных смесей.

За счет уменьшения высоты жарового пояса (расстояние от верхнего компрессионного кольца до днища поршня) удалось добиться уменьшения “мертвых” объемов камеры сгорания и снизить выбросы продуктов неполного сгорания (СН).

Система непосредственного впрыскивания бензина GDI

4.3 Впускная система.

4.3.1. Дроссельная заслонка с механическим приводом и клапанами байпасного канала (клапан ABV) <4G93 CARISMA 98 MY>

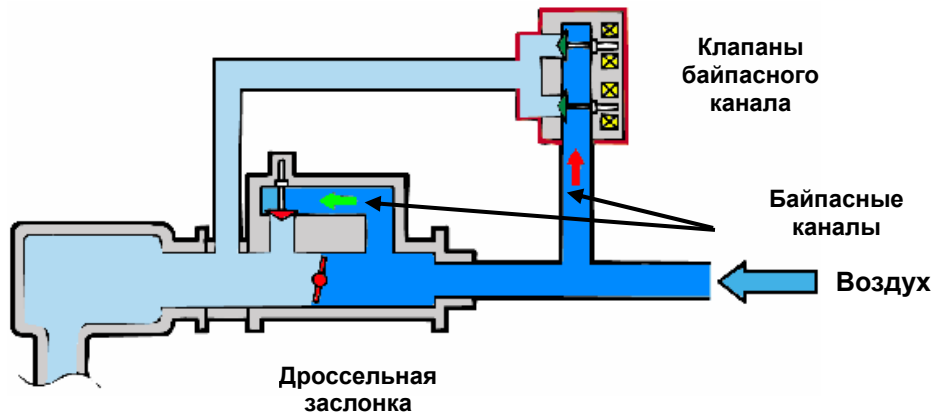


Рис. 7.15

Для подачи значительно возросшего количества воздуха, необходимого для работы на сверхбедных смесях, параллельно дроссельной заслонке установлены два электромагнитных клапана.

- Сервопривод управления оборотами холостого хода с шаговым электродвигателем увеличивает количество воздуха подаваемого в обход дроссельной заслонки при полном открытии примерно на 12%. Этого недостаточно для работы двигателя на сверхбедных смесях.

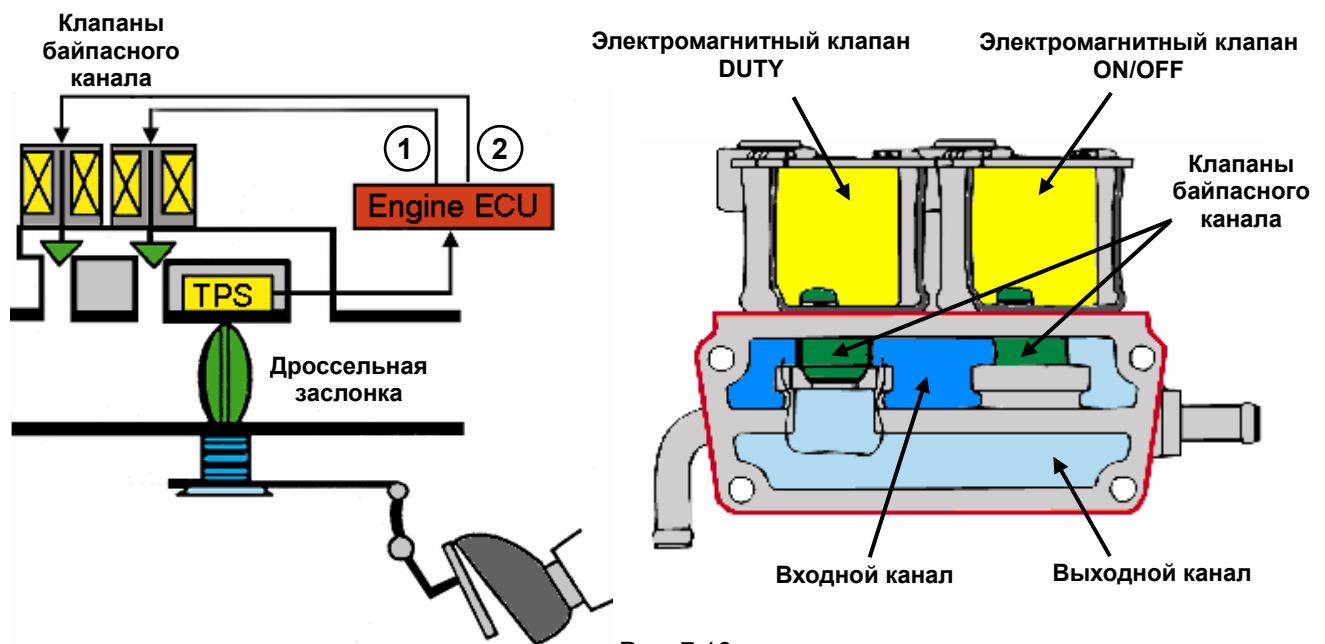


Рис. 7.16

- Для управления количеством воздуха через дополнительный байпасный канал с высокой точностью и скоростью одновременно, имеются два электромагнитных клапана, установленных параллельно друг другу. Один из клапанов обеспечивает высокую скорость управления, имеет два положения (Открыт/Закрит) и используется для быстрого перехода от режима с низким расходом топлива к режиму максимальной мощности. Второй клапан может плавно изменять своё положение (ШИМ) и обеспечивает плавное и точное управление расходом воздуха.

4.3.2 Электронно-управляемая дроссельная заслонка (4G93, 4G64 за исключением CARISMA 98 MY)

- Применение электронно-управляемой дроссельной заслонки позволяет значительно упростить конструкцию и управлять расходом воздуха с высокой точностью и скоростью.

Система непосредственного впрыскивания бензина GDI

- Для обеспечения высокой надежности имеется резервирование всех датчиков системы. Однако если отказ всё же произойдет, то подача напряжения на привод дроссельной заслонки прекращается и она устанавливается в положение “по умолчанию” (режим fail-save). Это позволяет обеспечить движение автомобиля с небольшой скоростью (аварийный режим).
- В случае полного отказа системы управления или если на привод заслонки не подается электропитание, дроссельная заслонка приоткрывается на определенный угол за счет особенностей конструкции электромагнитного привода. Это предотвращает самопроизвольное увеличение оборотов двигателя.

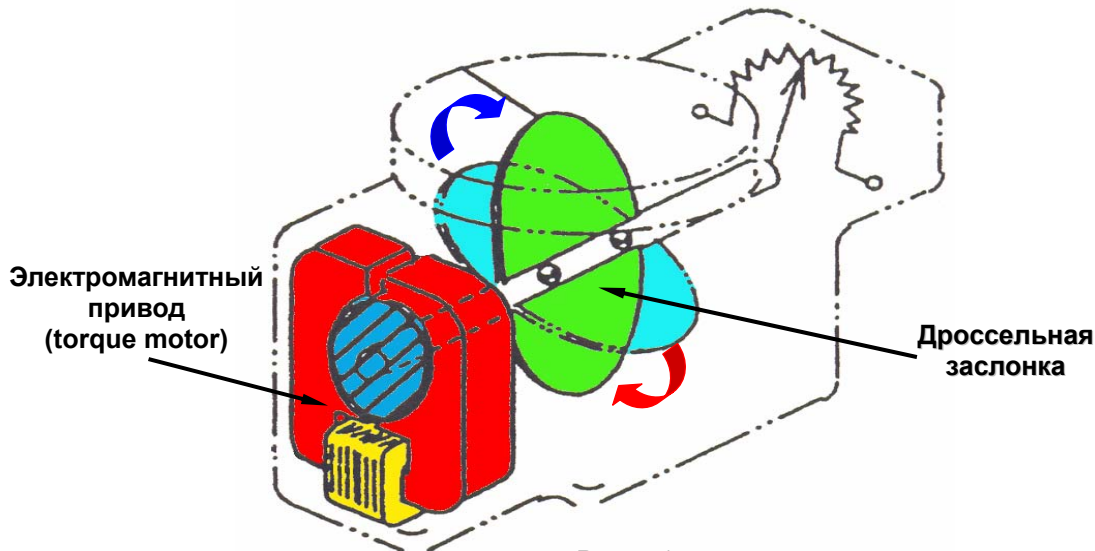


Рис. 7.17

Конструкция заслонки с электромагнитным приводом (torque motor) показана на рис. 7.17. Статор представляет собой электромагнит, а на роторе закреплён постоянный магнит. При увеличении тока через обмотку катушки статора его магнитное поле увеличивается и воздействует на магнитное поле ротора, разворачивая его по направлению своих силовых линий. Чем больший ток протекает через катушку, тем на больший угол поворачивается магнит ротора.

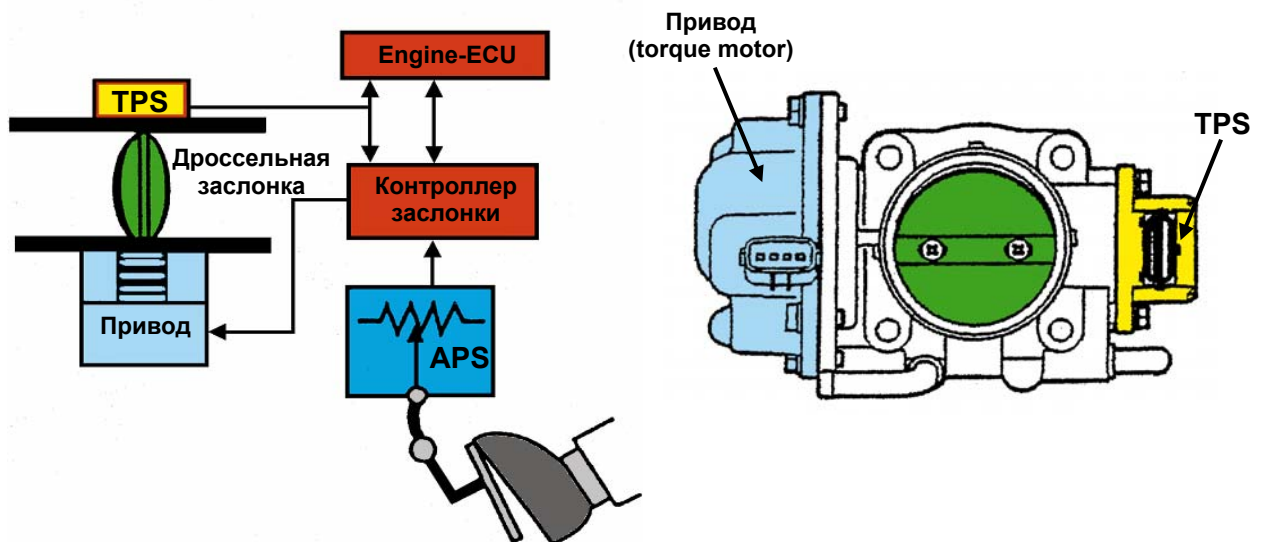


Рис. 7.18

Управление положением дроссельной заслонки осуществляется специальным контроллером. Получая сигнал от датчика положения педали акселератора (APS), контроллер открывает заслонку на угол пропорциональный усилию нажатия на педаль. По сигналу датчика положения дроссельной заслонки (TPS) определяется реальное положение заслонки, которое может отличаться от заданного положения. В соответствии с сигналом этого датчика корректируется реальное положение заслонки.

Система непосредственного впрыскивания бензина GDI

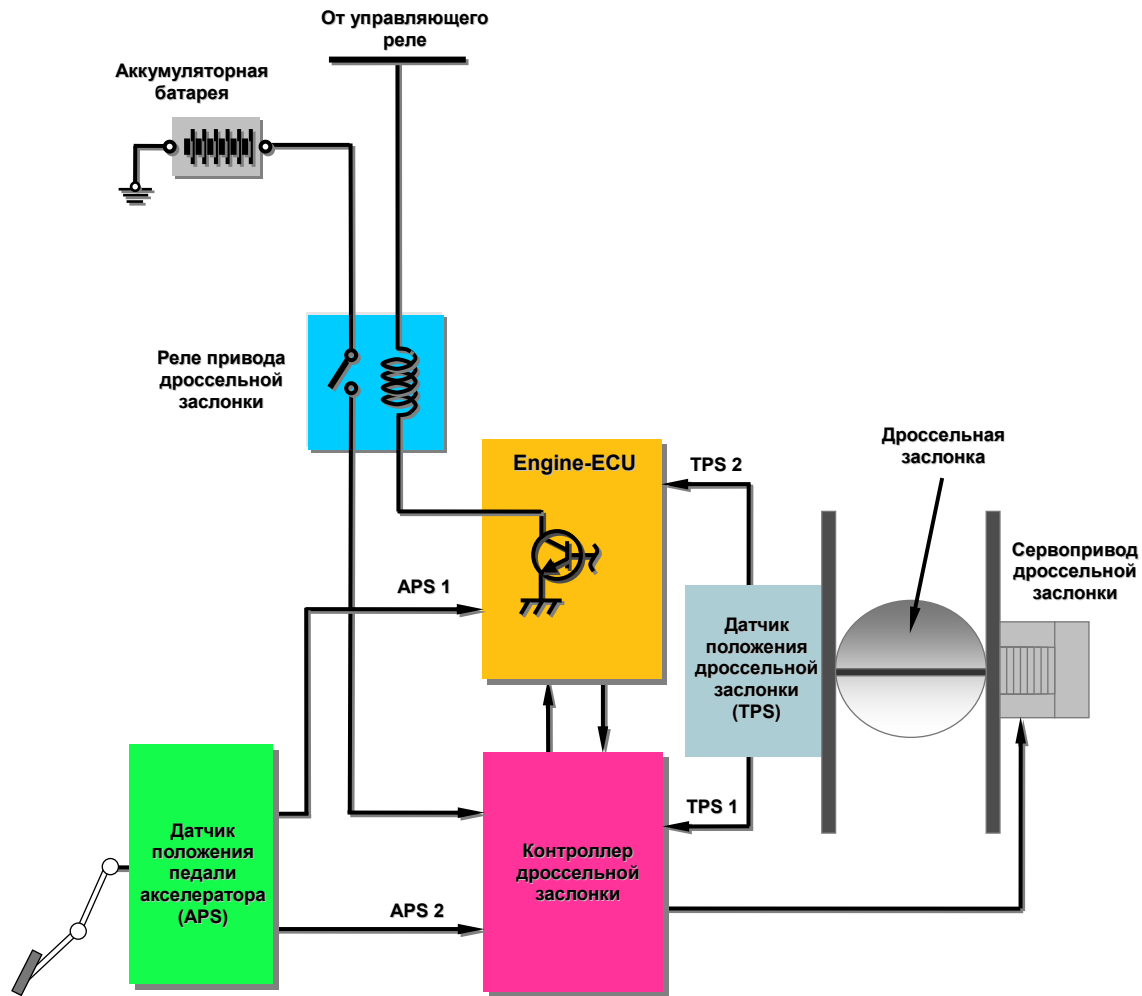


Рис. 7.19

Датчики положения дроссельной заслонки и педали акселератора конструктивно состоят из двух систем – основной и резервной. Один из выходных сигналов подается на блок управления двигателем, а другой на контроллер дроссельной заслонки.

4.3.3 Электронно-управляемая дроссельная заслонка (6G74)

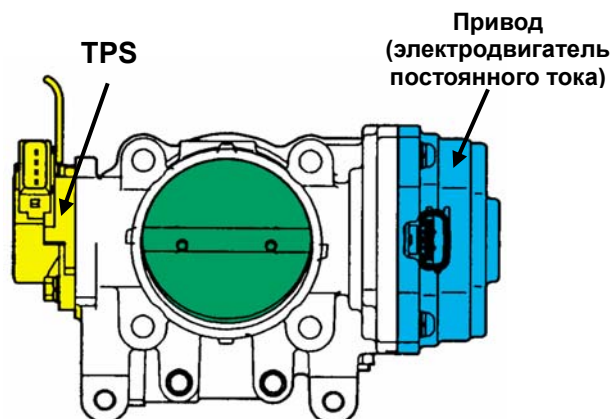


Рис. 7.20

Конструкция дроссельной заслонки отличается применением в качестве привода – электродвигателя постоянного тока с редуктором. Имеется встроенный механизм для аварийного режима работы в случае неисправности, оставляющий заслонку в приоткрытом положении.

5. Система топливоподачи

Система топливоподачи (4G93 CARISMA 98 MY) состоит из электромагнитных топливных форсунок, формирователя сигналов управления форсунками, топливного коллектора, топливного насоса высокого давления с регулятором высокого давления топлива, регулятора низкого давления топлива, топливного насоса низкого давления, топливного фильтра и топливного бака.

В состав системы входят новые элементы:

- Топливный насос высокого давления
- Форсунки с вихревым распылением
- Формирователь сигналов управления форсунками (импульсы амплитудой 100 В)

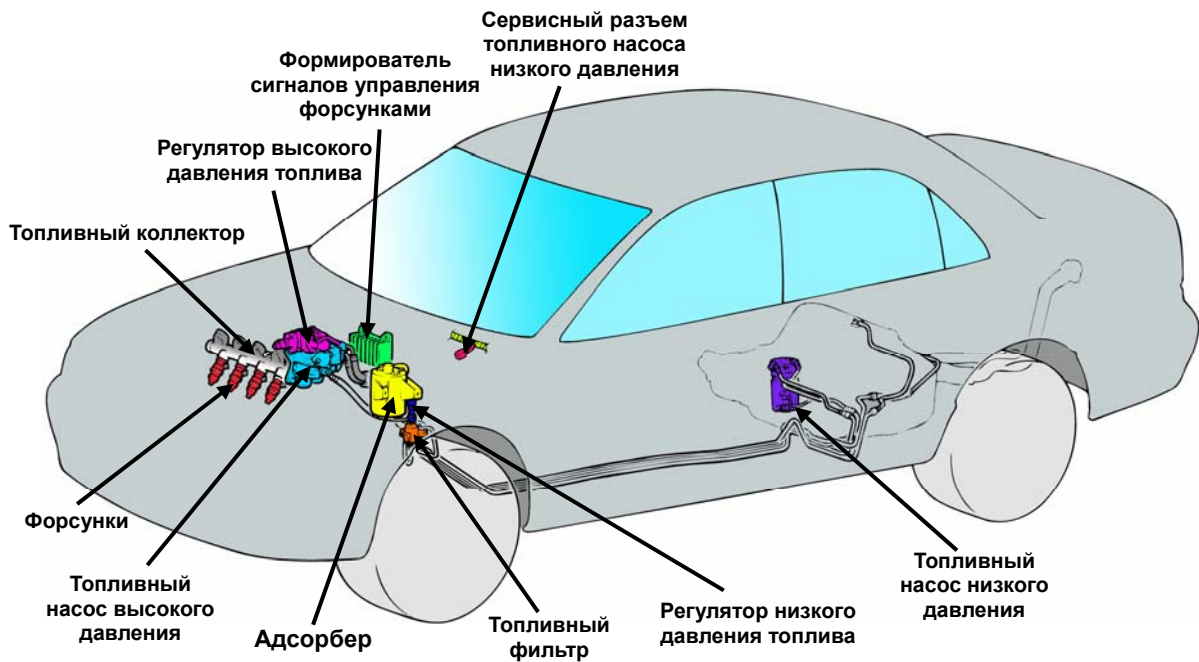


Рис. 7.21

Топливная система разделяется на контуры низкого и высокого давления.

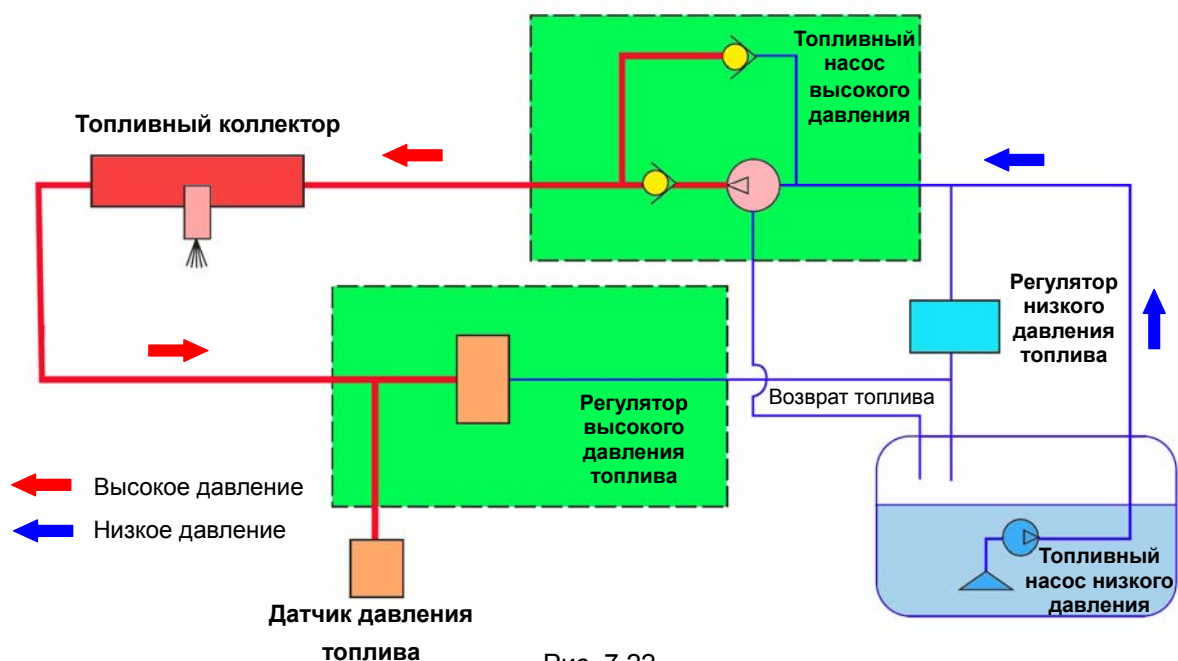


Рис. 7.22

Система непосредственного впрыскивания бензина GDI

В состав контура низкого давления входят: топливный бак, топливный насос низкого давления (топливоподкачивающий электронасос) с регулятором давления и датчиком уровня топлива. Давление в контуре поддерживается регулятором давления на постоянном уровне (оно может быть разным у разных моделей). В состав контура высокого давления входят: насос высокого давления механического типа с приводом от кулачка распределительного вала двигателя, регулятор высокого давления топлива с встроенным электрическим датчиком давления топлива и форсунки высокого давления. Величина давления топлива в этом контуре при изменении оборотов двигателя изменяется (она не превышает определенной величины, ограниченной регулятором давления). Для корректирования длительности впрыскивания при изменении давления в контуре используется сигнал датчика давления топлива.

Таблица 3 Технические характеристики топливной системы

Компонент		4G93	4G64	6G74
Топливный насос высокого давления	Тип	Механический	Механический	Механический
	Давление, МПа	5	5,5	5
Топливный насос низкого давления		Электродвигатель	Электродвигатель	Электродвигатель
Регулятор низкого давления топлива, кПа		329	323	329
Форсунки	Тип	Электромагнитный	Электромагнитный	Электромагнитный
	Количество	4	4	6

5.1 Элементы топливной системы

Рассмотрим устройство компонентов топливной системы контура высокого давления на примере двигателя 4G93.

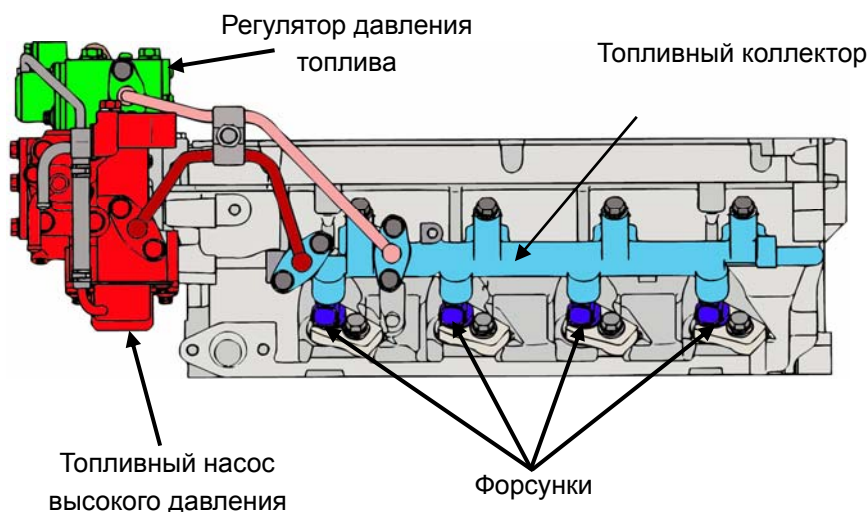


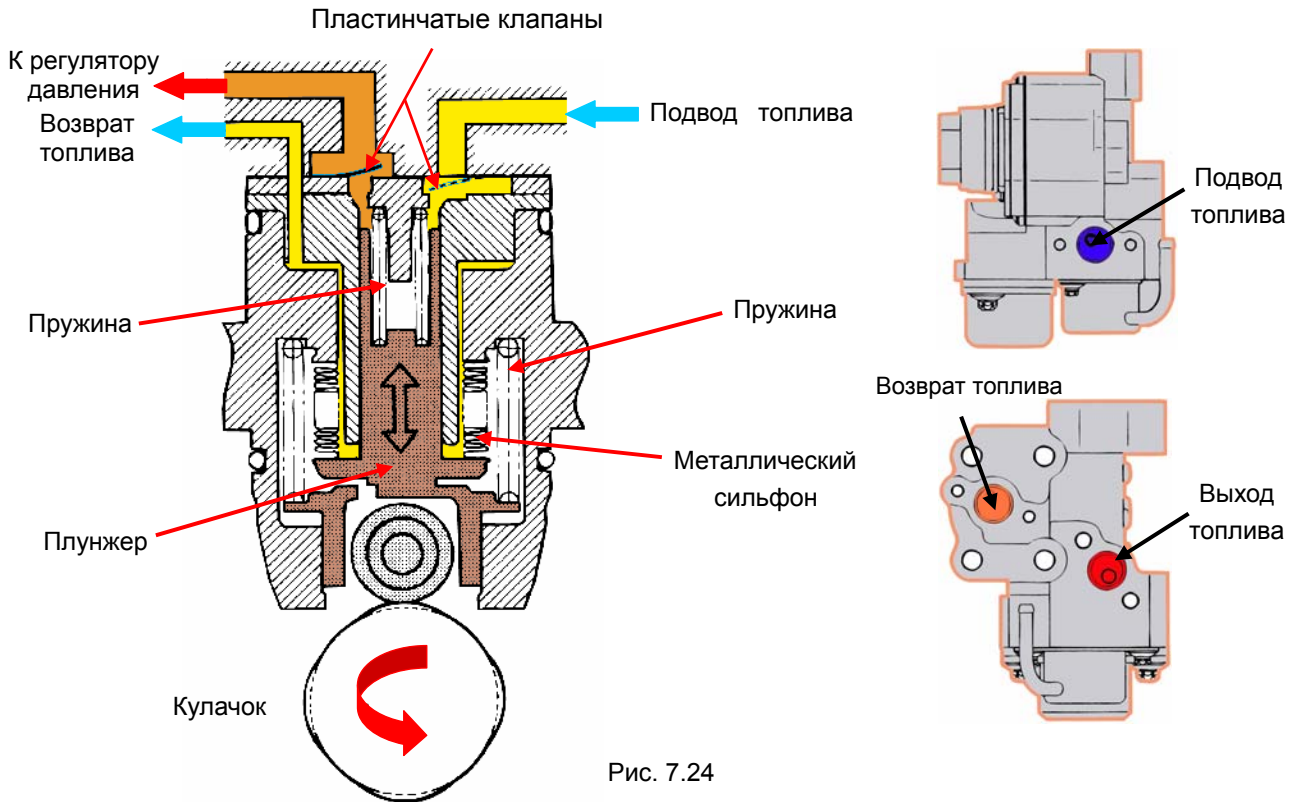
Рис. 7.23

5.1.1 Топливный насос высокого давления

Топливный насос высокого давления крепится к головке блока цилиндров. Это насос плунжерного типа с приводом от кулачка распределительного вала. Для отвода просочившегося вдоль плунжера топлива имеется отдельная возвратная магистраль.

При ходе всасывания плунжер движется вниз за счет усилия пружины и под действием создаваемого разрежения впускной пластинчатый клапан открывается. Топливо поступает в надплунжерное пространство.

Система непосредственного впрыскивания бензина GDI



При ходе нагнетания плунжер движется вверх, создавая давление, под действием которого выпускной пластинчатый клапан открывается. Топливо поступает в регулятор давления и далее к форсункам.

5.1.2 Регулятор высокого давления топлива и датчик давления топлива

Регулятор высокого давления топлива поддерживает давление топлива на постоянном уровне. Если давление топлива превышает 5 МПа (4G93, 6G74) или 5,5 МПа (4G64), клапан открывается и топливо сливается в бензобак через возвратную магистраль.

Регулятор давления топлива

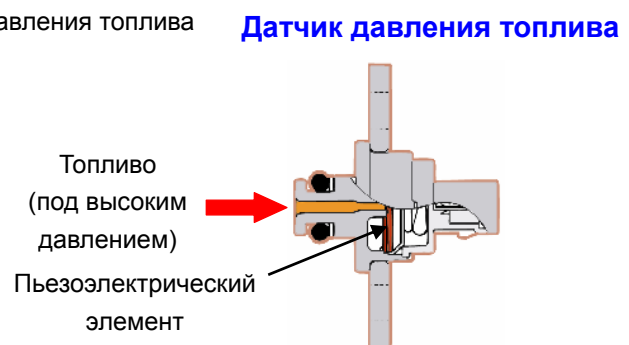
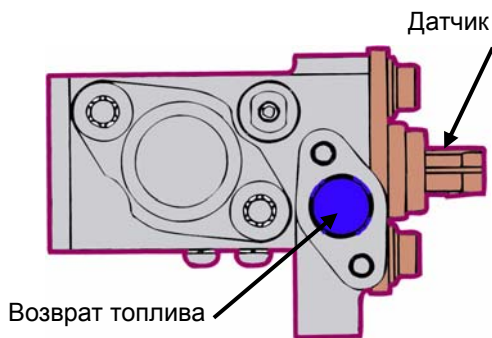
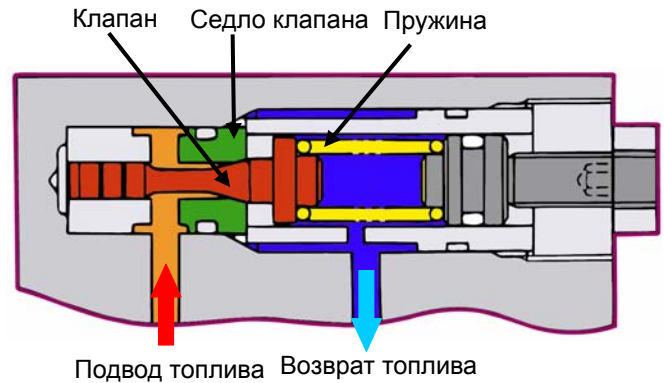
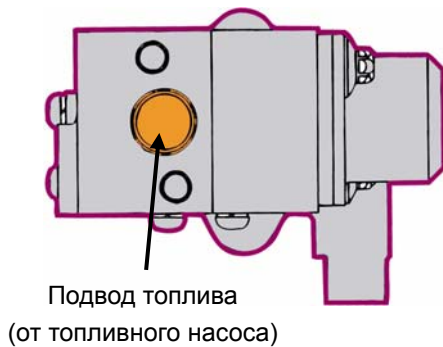
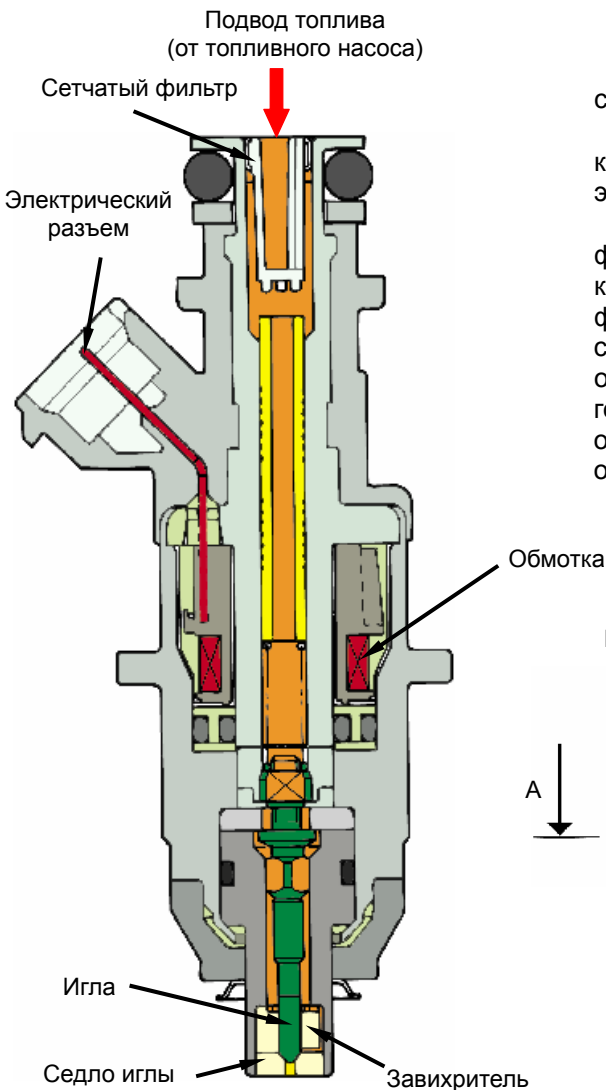


Рис. 7.25

Система непосредственного впрыскивания бензина GDI

Датчик давления топлива расположен на корпусе регулятора высокого давления топлива и выполнен на базе пьезоэлектрического элемента. Он преобразует давление топлива в электрический сигнал. Например, если давление топлива изменится от 0 МПа до 7,85 МПа, то напряжение на выходе датчика изменится от 0,5 В до 4,5 В.

5.1.3 Форсунки высокого давления




Вихревая форсунка высокого давления имеет следующие особенности:

- За счет оптимизации формы деталей (седло клапана, завихритель) осуществляется завихрение и эффективное распыление топлива.
- Вихревые распределители создают различную форму топливного факела: на мощностном режиме - конический, в режиме сгорания бедной смеси - узкий факел, который посредством поршня направляется к свече зажигания. Направление факела выбрано таким образом, чтобы бензин не попадал на стенки цилиндра и головку поршня. За счет закрутки топлива осуществляется режим самоочистки распылителя, отложений и нагара.

Рис. 7.26

Таблица 4

Режим работы	Низкий расход	Высокая мощность
Режим впрыскивания топлива	Сверхбедная смесь.	Высокая эффективность наполнения
	Неоднородная смесь (послойное смесеобразование)	Однородная (гомогенная) смесь
Момент впрыска	На такте сжатия	На такте впуска
Давление впрыска	5 МПа или 5,5 МПа	5 МПа или 5,5 МПа
Давление внутри цилиндра в момент впрыска	0.5 МПа	Ниже атмосферного
Воздушно-топливное соотношение	30-40:1	13-24:1
Форма факела	Компактная сферическая 	Коническая 

Система непосредственного впрыскивания бензина GDI

5.1.4 Формирователь сигналов управления форсунками

В режиме работы на сверхбедных смесях для впрыскивания маленького количества топлива форсунку необходимо открывать на очень короткий промежуток времени.

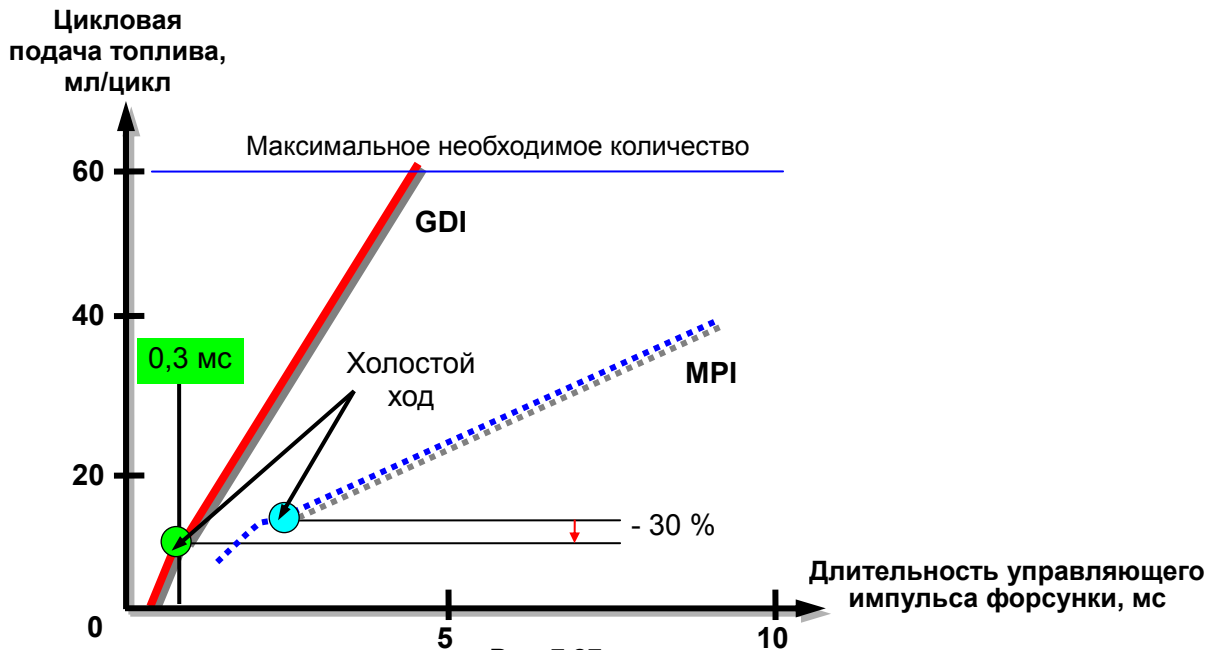


Рис. 7.27

Для этого имеется специальный модуль, формирующий импульсы высокого напряжения (100 В) и большого тока (20 А). Это позволяет уменьшить время задержки открытия форсунки приблизительно в 4 раза, по сравнению с двигателями MPI.

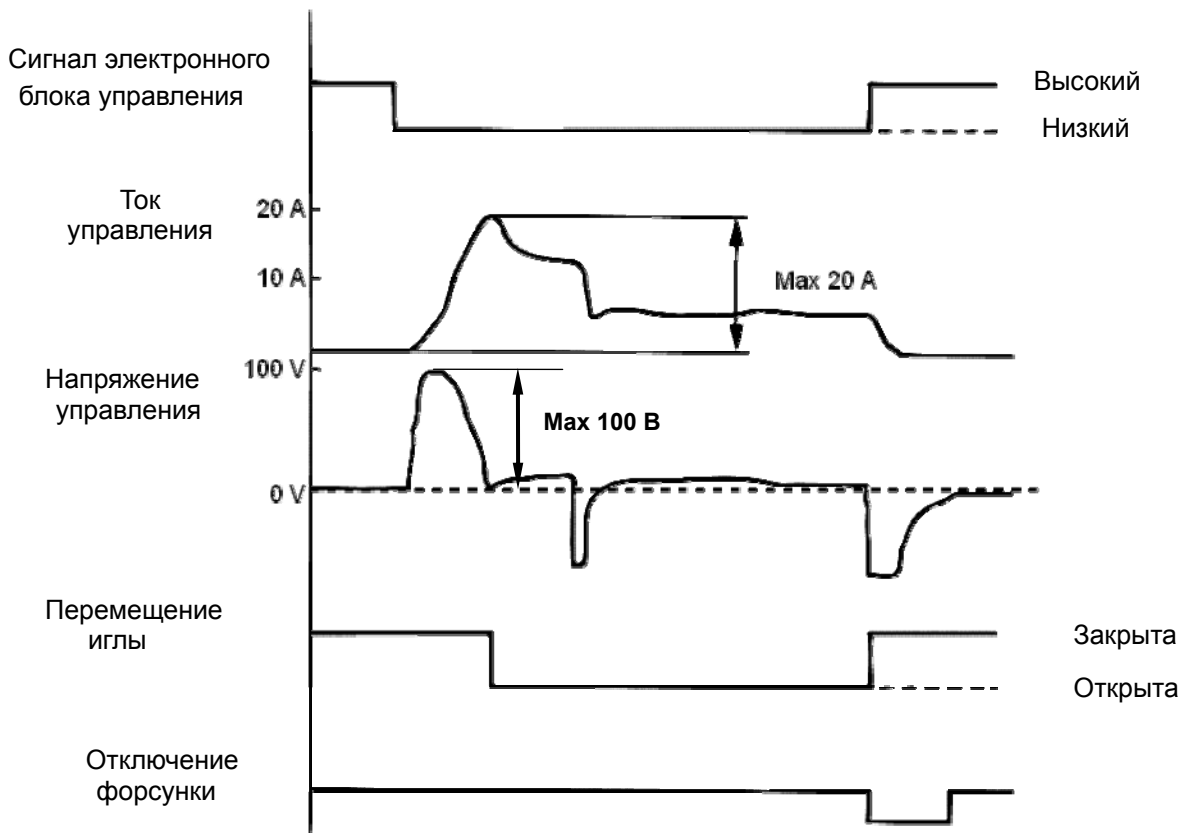


Рис. 7.28

Система непосредственного впрыскивания бензина GDI

5.2 Системы снижения токсичности

Системы снижения токсичности двигателей GDI устроены аналогично двигателям MPI, однако имеется ряд особенностей. Во время работы двигателя на бедных и сверхбедных смесях достигается необходимое снижение выбросов CO и CH, но при этом образуется значительное количество NOx. Это связано со следующими причинами:

- увеличение образующихся оксидов азота из-за избыточного количества воздуха в смеси
- низкая эффективность очистки отработавших газов от оксидов азота трехкомпонентным каталитическим нейтрализатором в этом режиме работы двигателя.

Для снижения выбросов NOx в соответствии с требованиями действующего законодательства используются системы рециркуляции, обеспечивающие рециркуляцию увеличенного количества отработавших газов, и устанавливаются дополнительные каталитические нейтрализаторы NOx.

5.2.1 Система рециркуляции отработавших газов EGR

При работе двигателя на бедных смесях с подачей топлива во время такта сжатия образуется меньшее количество оксидов азота NOx, чем при работе на стехиометрической смеси. С помощью одних только нейтрализаторов не удаётся обеспечить требуемое снижение выбросов оксидов азота, поэтому для их дополнительного снижения применяется система EGR. Сгорание в двигателях GDI происходит с очень высокой скоростью, поэтому даже при работе на сверхбедных смесях введение рециркуляции не приводит к ухудшению процесса сгорания и стабильности воспламенения. С учётом этих особенностей в двигателях с непосредственным впрыскиванием существенно увеличена доля перепускаемых отработавших газов (до 30%), что невозможно в случае обычных бензиновых двигателей (до 10%). При этом содержание NOx на выходе из двигателя снижено приблизительно на 90% по сравнению с уровнем обычного двигателя, работающего на стехиометрических смесях. Рециркуляция отработавших газов также используется и при работе двигателя на мощностных режимах со стехиометрическим составом смеси. Это позволяет уменьшить насосные потери двигателя, так как при рециркуляции увеличивается давление во впускном коллекторе.

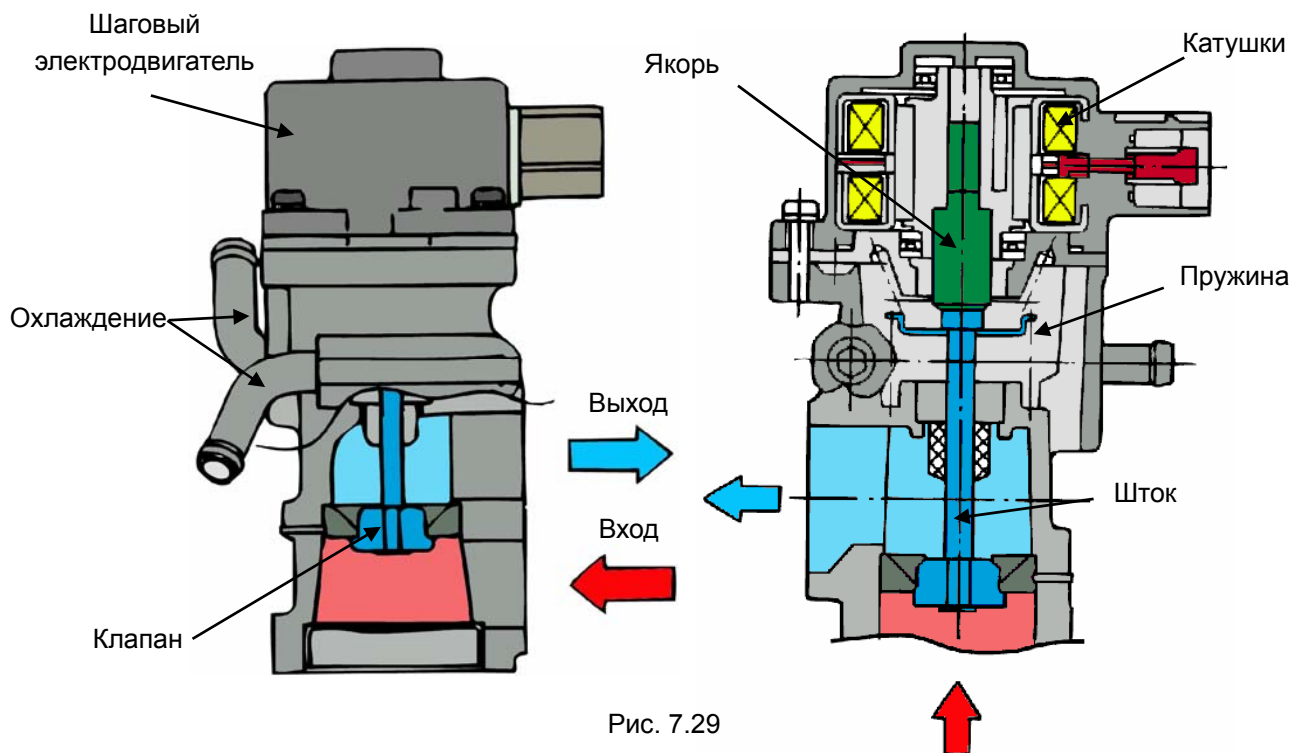


Рис. 7.29

Применение в качестве привода клапана системы EGR шагового электродвигателя позволяет достичь высокой точности управления при возросшем количестве перепускаемых газов и небольшом разрежении во впускном коллекторе при работе на сверхбедных смесях.

5.2.2 Каталитический нейтрализатор

Обеспечить полную и стабильную нейтрализацию NOx только за счет системы EGR невозможно, так как при увеличении нагрузки на двигатель количество перепускаемых ОГ должно быть уменьшено. Поэтому для обеспечения эффективного снижения выбросов NOx на всех режимах работы двигателя применяют дополнительный нейтрализатор NOx, т.к. обычный трехкомпонентный нейтрализатор при работе на сверхбедных смесях имеет низкую эффективность очистки от оксидов азота. При работе двигателя на стехиометрическом составе смеси этот нейтрализатор выполняет функцию трехкомпонентного нейтрализатора.

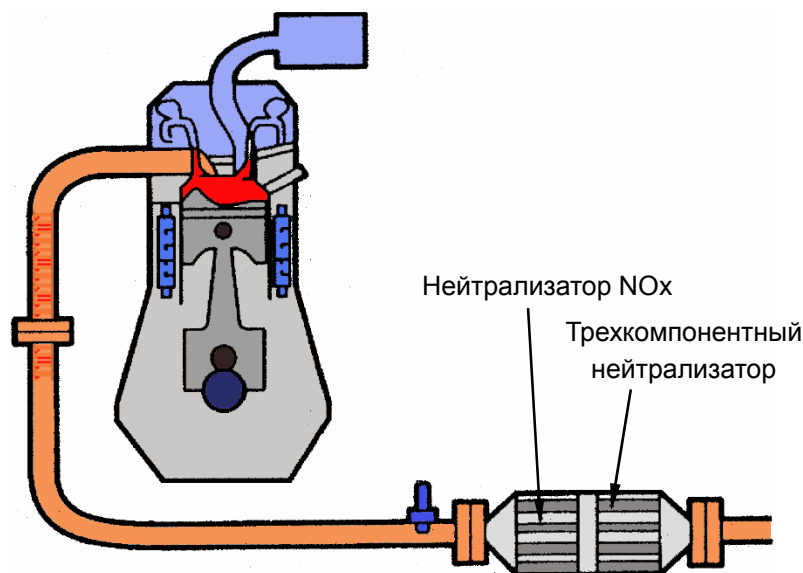


Рис. 7.30

Существует две разновидности каталитических нейтрализаторов для уменьшения выбросов NOx:

- селективного типа (Selective Reduction Type)
- накопительного типа (NOx Trap Type).

Нейтрализаторы накопительного типа очень эффективны, но чрезвычайно чувствительны к высокому содержанию серы в топливе, по сравнению с каталитическими нейтрализаторами селективного типа. В соответствии с этим, селективные катализаторы устанавливаются на модели для стран с высоким содержанием серы в бензине (Европа), а накопительные - для остальных (Япония, США).

Для работы селективного нейтрализатора необходимо наличие углеводородов CH, что не позволяет расположить его за трехкомпонентным нейтрализатором. Поэтому для быстрого прогрева трехкомпонентного каталитического нейтрализатора необходимо применять дополнительные меры.