



Создан по инициативе Diagnostов - активных Участников Форума <http://forum.autodata.ru/> и Издательства "Легион - Автодата" <http://autodata.ru/>, зарегистрирован в Едином государственном реестре юридических лиц Российской Федерации «23» октября 2007 г.



Поддерживается Издательством «Легион - Автодата»

## Описание топливной системы (Common Rail), систем впуска и выпуска двигателей Mazda - RF-CDT, MZR-CD

### Система выпуска и снижения токсичности ОГ

Система выпуска отработавших газов служит для очистки цилиндров от продуктов сгорания топливовоздушной смеси. В системе выпуска отработавших газов установлен ряд элементов и систем для снижения содержания токсичных компонентов в отработавших газах. В систему снижения токсичности данного двигателя входят:

- Система рециркуляции ОГ и дроссельная заслонка - снижение содержания  $\text{NO}_x$ .
- Окислительный нейтрализатор - снижение содержания  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CH}$ ,  $\text{CO}$ .
- Сажевый фильтр "DPF" - снижение содержания твердых частиц сажи.

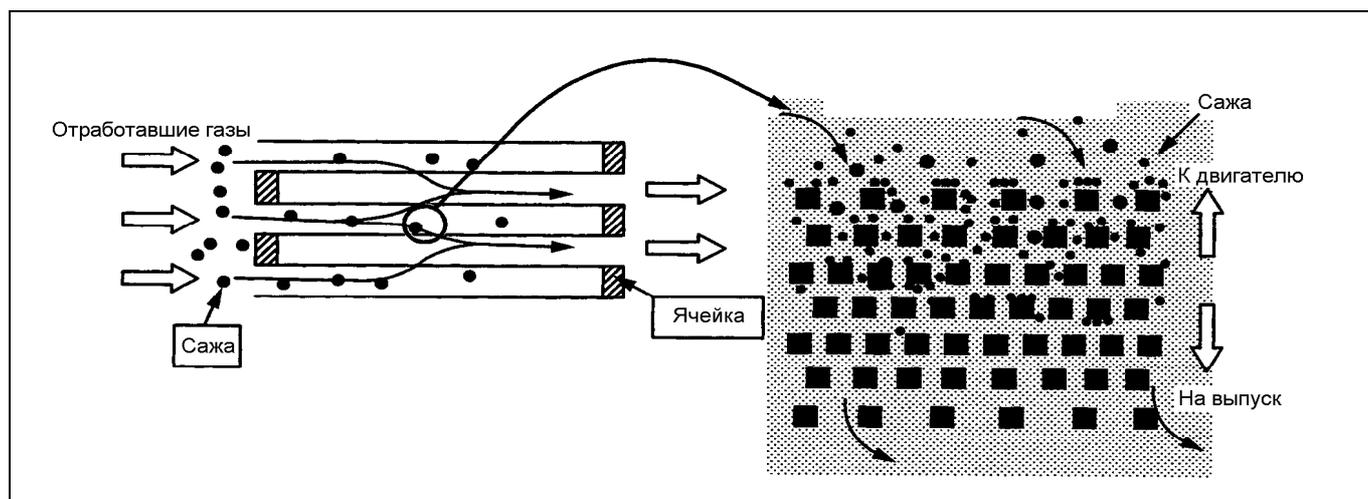
В двигателе предусмотрена система принудительной вентиляции картера. Система служит для удаления отработавших газов, прорвавшихся из камеры сгорания в картер двигателя. Для этого к крышке головки блока цилиндров подведен шланг, соединяющийся со впускным коллектором. По шлангу картерные газы поступают во впускной коллектор, а затем в камеру сгорания.

### Окислительный нейтрализатор и сажевый фильтр (DPF)

Окислительный нейтрализатор и сажевый фильтр объединены в одном корпусе.

В данной системе процесс снижения токсичности ОГ разделен на два этапа. На первом этапе в окислительном нейтрализаторе снижается содержание углеводородов  $\text{CH}$  и оксида углерода  $\text{CO}$ . Перед окислительным нейтрализатором установлен датчик температуры отработавших газов, способствующий оптимизации работы окислительного нейтрализатора и в частности улучшению процесса снижения содержания  $\text{CH}$  в отработавших газах.

На втором этапе происходит улавливание твердых частиц сажевым фильтром. Сажевый фильтр представляет собой элемент, состоящий из множества ячеек (сот), в которых происходит улавливание сажи.



Улавливание сажи сажевым фильтром (DPF).

Из-за постоянного накопления в сажевом фильтре твердых частиц (сажи), для нормального его функционирования, необходимо производить очистку (прожиг) сажевого фильтра, иначе сажевый фильтр может выйти из строя. Признаком засорения сажевого фильтра могут быть снижение мощности двигателя, динамики при разгоне и повышение противодавления.

Процесс прожига сажевого фильтра представляет собой сжигание (окисление) сажи при температуре около 600°C до нетоксичного CO<sub>2</sub>. При запуске процесса прожига по сигналу блока управления двигателем форсунки начинают впрыскивать большее количество топлива (увеличивается основной впрыск и производится дополнительный впрыск) и начинает работать дроссельная заслонка, в результате чего температура ОГ повышается. Таким образом, при запуске процесса прожига сажевого фильтра, температура ОГ перед сажевым фильтром является ключевым параметром для успешного протекания процесса. Для измерения этой температуры, установлен датчик температуры ОГ перед сажевым фильтром. За сажевым фильтром так же установлен датчик температуры ОГ, контролирующей температуру ОГ после сажевого фильтра, тем самым предохраняя сажевый фильтр от перегрева.

Датчик давления в системе выпуска (дифференциального давления) через систему трубок и шлангов регистрирует падение давления после прохождения газами сажевого фильтра. В процессе работы двигателя сажа постепенно накапливается в сажевом фильтре и разница давлений до и после сажевого фильтра увеличивается. Сигнал данного датчика используется блоком управления двигателем для вычисления загрязнения сажевого фильтра. Основываясь на показаниях данного датчика, блок управления двигателем принимает решение о необходимости проведения очистки (прожига) сажевого фильтра и зажигает соответствующий индикатор.

Датчик давления в системе выпуска (абсолютного давления) контролирует давление перед сажевым фильтром и определяет состав (количество сажи) отработавших газов перед сажевым фильтром.

### Дроссельная заслонка с электронным приводом

Для регулирования количества подаваемого в двигатель воздуха в систему установлена дроссельная заслонка с электронным приводом, что способствует регулированию состава топливовоздушной смеси и необходимого количества отработавших газов, подаваемых на впуск по системе рециркуляции, что способствует полноте сгорания топлива и снижению токсичности ОГ.

Наличие дроссельной заслонки способствует облегчению процесса прожига сажевого фильтра, путем уменьшения подачи воздуха во время проведения прожига, в результате чего температура отработавших газов увеличивается.

Также достигается плавность и снижение шума при остановке двигателя после поворота ключа зажигания в положение "OFF", путем закрытия дроссельной заслонки и прекращения подачи воздуха в двигатель.

Привод дроссельной заслонки осуществляется с помощью электродвигателя, через систему шестерен. Открытие дроссельной заслонки контролируется блоком управления двигателем с помощью датчика положения дроссельной заслонки.

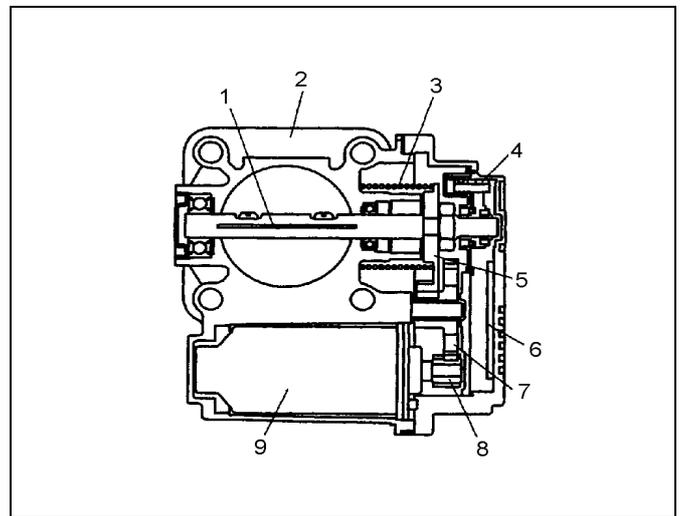
В случае возникновения неисправности в системе управления дроссельной заслонкой, управление заслонкой прекращается и дроссельная заслонка полностью открывается под действием возвратной пружины, что позволяет продолжать движение автомобиля.

### Система рециркуляции ОГ (EGR)

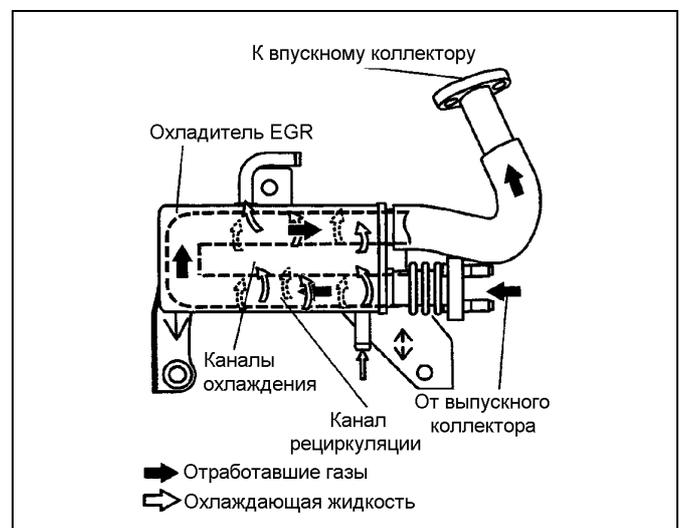
Система рециркуляции отработавших газов служит для снижения токсичности отработавших газов путем дожигания оксидов азота NO<sub>x</sub> в камере сгорания.

Система состоит из клапана системы рециркуляции ОГ с датчиком положения, двух электромагнитных клапанов, охладителя и системы трубок.

Система рециркуляции ОГ управляется блоком управления двигателем с помощью электромаг-



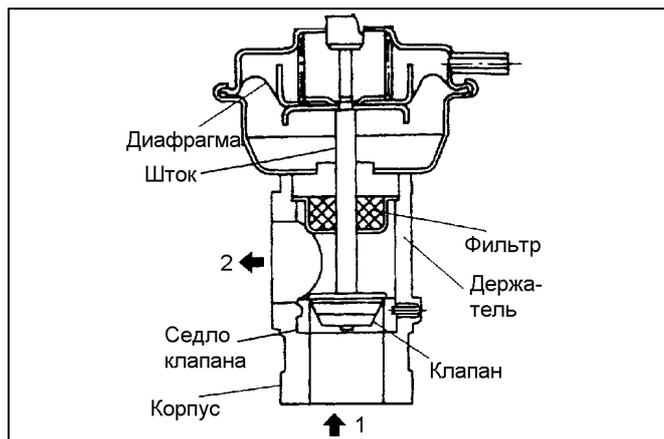
1 - дроссельная заслонка, 2 - корпус дроссельной заслонки, 3 - возвратная пружина, 4 - датчик положения дроссельной заслонки, 5 - шестерня привода заслонки, 6 - цепь управления, 7 - промежуточная шестерня, 8 - ведущая шестерня, 9 - электродвигатель привода заслонки.



Охлаждение отработавших газов в охладителе системы рециркуляции отработавших газов.

нитных клапанов. В системе установлен электромагнитный клапан №1 (вакуумный клапан) и электромагнитный клапан №2 (вентиляционный клапан), с помощью обоих электромагнитных клапанов блок управления двигателем контролирует открытие клапана системы рециркуляции ОГ. По сигналу от блока управления, электромагнитные клапана открываются и закрываются, подавая в диафрагму клапана либо разрежение от вакуумного насоса (через электромагнитный вакуумный клапан) либо атмосферное давление (через вентиляционный клапан, связанный с атмосферой).

Открытием клапана системы рециркуляции ОГ регулируется количество перепускаемых во впускной коллектор и далее в камеру сгорания отработавших газов. В камере сгорания происходит дожигание  $\text{NO}_x$ .



Клапан системы рециркуляции ОГ. 1 - от охладителя EGR, 2 - к впускному коллектору.

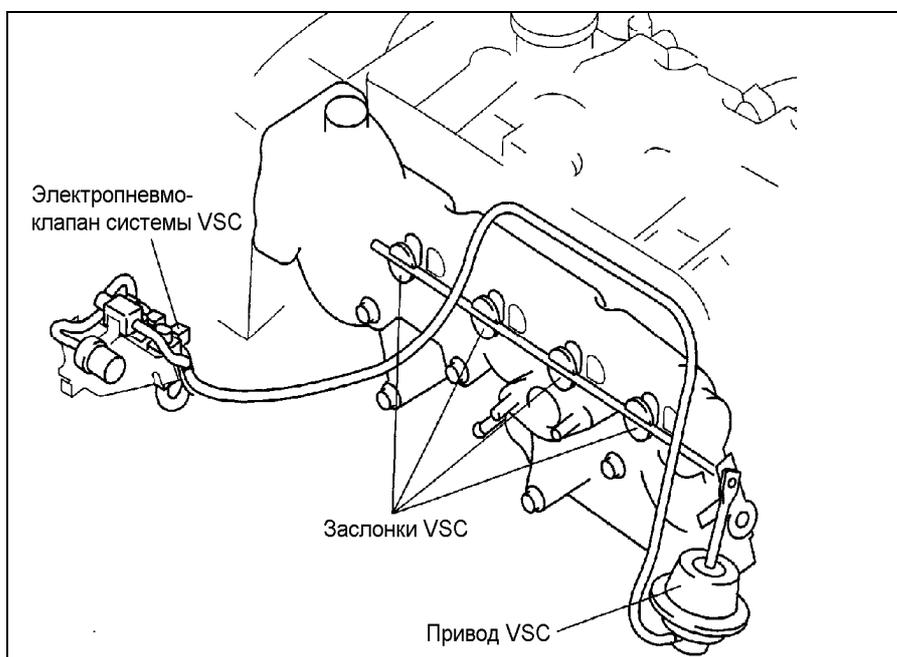
### Система впуска воздуха

Система впуска воздуха служит для подачи воздуха в цилиндры двигателя. Система состоит из резонатора (для снижения шума от всасываемого воздуха), воздушного фильтра, турбокомпрессора, привода и заслонок системы изменения интенсивности потока воздуха на впуске (VSC), впускного коллектора, трубок и шлангов. Для облегчения запуска холодного двигателя во впускные порты установлены свечи накалывания.

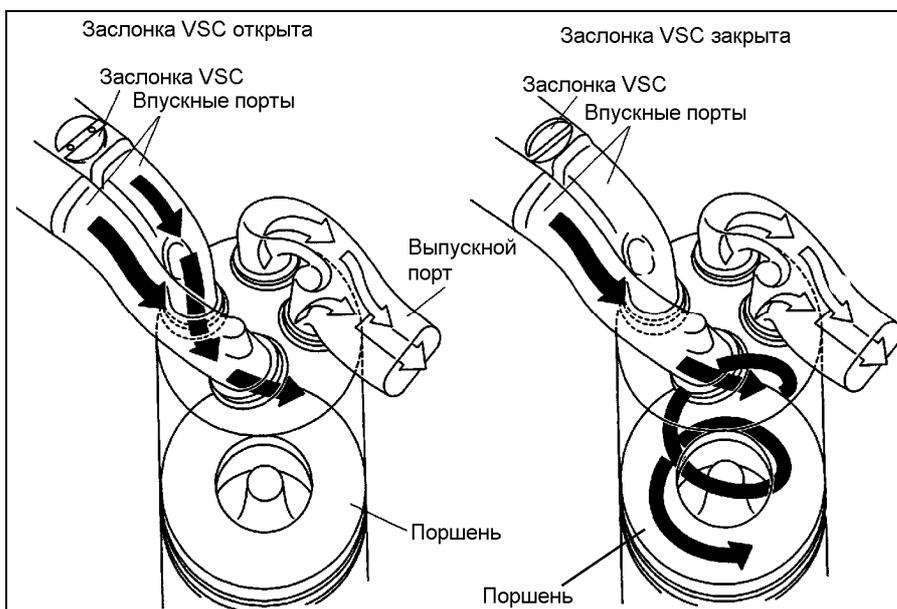
Турбокомпрессор с перепускным клапаном установлен в систему для улучшения наполнения цилиндров. Турбокомпрессор использует энергию отработавших газов для дополнительного сжатия воздуха на впуске и подачи его в цилиндры с большим давлением и плотностью, в результате чего достигается увеличение мощности, улучшение характеристик двигателя.

### Система изменения интенсивности потока воздуха на впуске (VSC)

Система состоит из электропневмоклапана, привода и четырех заслонок, установленных во впускном коллекторе и перекрывающих один из двух впускных портов каждого цилиндра двигателя. Система служит для снижения токсичности отрабо-



Элементы системы изменения интенсивности потока воздуха на впуске VSC.



Работа системы изменения интенсивности потока воздуха на впуске VSC.

тавших газов на низкой частоте вращения коленчатого вала. На низкой частоте вращения, по сигналу блока управления двигателем, электропневмоклапан открывает вакуумный канал, в результате чего разрежение подается на привод системы VSC. Под действием разрежения привод, с помощью заслонок закрывает один из впускных портов каждого цилиндра, в результате чего воздух подается в открытый впускной порт с большей интенсивностью и в цилиндре возникает завихрение, способствующее лучшему испарению топлива, распределения топливовоздушной смеси по объему камеры сгорания, а так же способствует снижению дымности.

### Топливная система

На двигатель RF-CDT установлена аккумуляторная система впрыска топлива Common Rail.

Основные функции системы заключаются в оптимальном и правильном управлении процессом впрыска дизельного топлива в нужный момент и в требуемом количестве, а также при необходимом давлении впрыска, что обеспечивается применением электронной системой управления. Такая организация управления процессом впрыска обеспечивает плавную и экономичную работу дизеля. Данная система позволяет добиться снижения содержания твердых частиц сажи в отработавших газах и оксидов азота  $NO_x$ .

Аккумуляторная топливная система Common Rail включает в себя: ступень низкого давления, ступень высокого давления и электронную систему управления двигателем.

Основными элементами данной системы являются электрогидравлические форсунки, ТНВД фирмы DENSO (HP3) (с датчиком температуры топлива и клапаном регулирования давления топлива), аккумулятор топлива (с датчиком давления топлива и редукционным клапаном), датчики, клапана, усилитель форсунок и электронный блок управления двигателем.

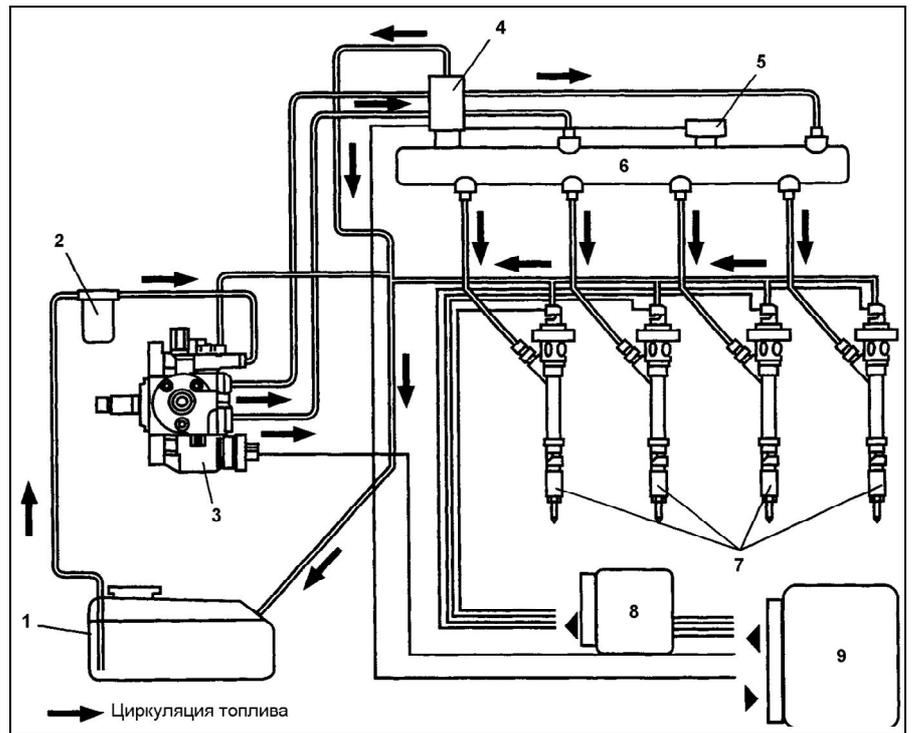
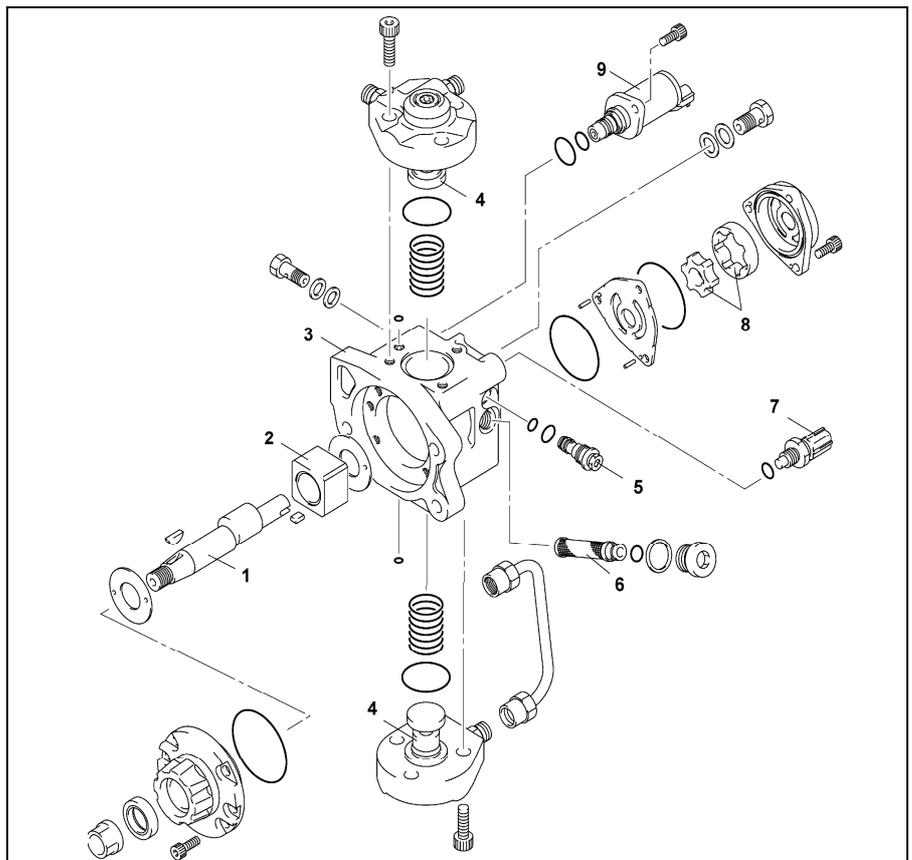


Схема аккумуляторной топливной системы Common Rail. 1 - топливный бак, 2 - топливный фильтр, 3 - ТНВД, 4 - редукционный клапан, 5 - датчик давления в аккумуляторе топлива, 6 - аккумулятор топлива, 7 - форсунка, 8 - усилитель форсунок, 9 - блок управления двигателем.



Топливный насос высокого давления. 1 - эксцентриковый вал, 2 - кулачковое кольцо, 3 - корпус ТНВД, 4 - плунжер, 5 - регулирующий клапан, 6 - фильтр, 7 - датчик температуры топлива, 8 - роторы топливонасоса, 9 - клапан регулирования давления топлива.

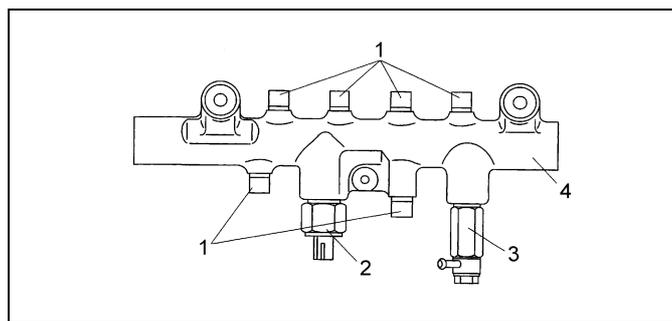
Ступень низкого давления состоит из топливного бака, топливного фильтра и трубопроводов линии низкого давления.

Ступень высокого давления в аккумуляторной топливной системе Common Rail включает в себя ТНВД, аккумулятор топлива, форсунки, линии высокого давления и линии возврата топлива.

Топливный насос высокого давления приводится ремнем привода ГРМ от коленчатого вала и подает топливо под необходимым давлением в аккумулятор топлива. ТНВД включает в себя топливоподкачивающий насос (накачивающий топливо из топливного бака в плунжерную камеру), датчик температуры топлива, клапан регулирования давления топлива, кулачковый вал и два плунжера, накачивающие топливо под высоким давлением в аккумулятор топлива.

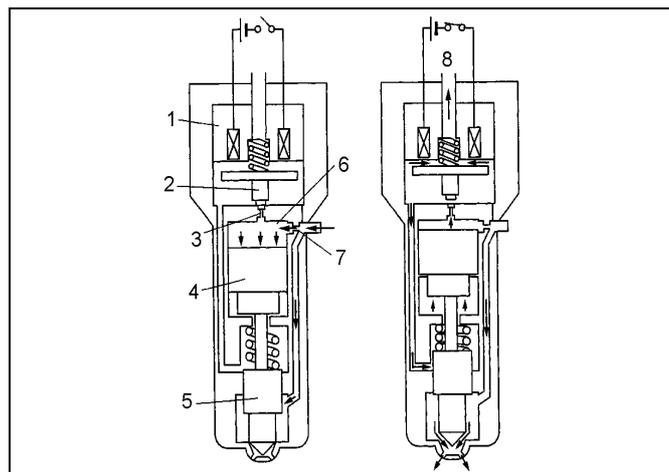
Количество топлива, подаваемого в плунжерную камеру высокого давления регулируется регулирующим клапаном топливоподкачивающего насоса. Клапан регулирования давления топлива регулирует количество подаваемого к аккумулятору топлива, тем самым поддерживая постоянное давление в аккумуляторе топлива. Клапан управляется блоком управления двигателем, по сигналу которого клапан открывается и лишнее топливо подается в линию возврата. Датчик температуры топлива включает в себя измерительный резистор и питается напряжением 5 В. Сопротивление резистора меняется в зависимости от температуры топлива, что в свою очередь влияет на выходное напряжение (сигнал) посылаемое датчиком на блок управления. Блок управления получает сигнал от датчика и определяет температуру топлива по заложенному в его памяти алгоритму. Данные полученные от датчика температуры топлива используются для расчета цикловой подачи топлива.

Топливо от ТНВД под высоким давлением поступает в аккумулятор топлива, откуда оно подается к форсункам. В аккумуляторе топлива поддерживается оптимальное давление. При превышении определенной величины давления, часть топлива сливается через редукционный клапан (установленный на аккумуляторе топлива) в линию возврата топлива. На аккумуляторе топлива также установлен датчик давления.



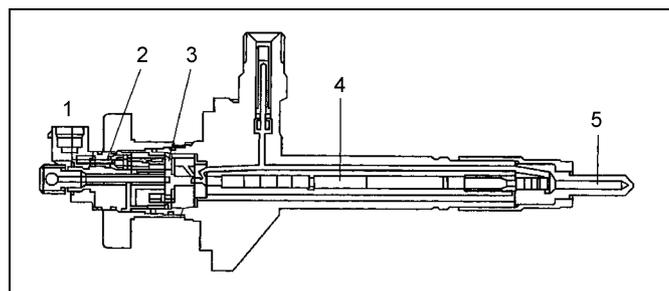
1 - порты для подсоединения топливных трубок высокого давления, 2 - датчик давления в аккумуляторе топлива, 3 - редукционный клапан, 4 - аккумулятор топлива.

В систему установлены форсунки с электромагнитным управляющим клапаном типа "G2". Управление форсунками осуществляется блоком управления двигателем. Каждая форсунка состоит из подпружиненного поршня, иглы, электромагнитного клапана и гидрокамеры. В гидрокамере топливо находится под давлением, равным давлению в аккумуляторе топлива. Когда форсунка закрыта, топливо давит на подпружиненный поршень, который, в свою очередь, воздействует на иглу форсунки, не давая ей открыться. Когда электронный блок управления двигателем выдает управляющий пусковой сигнал на соответствующий электромагнитный клапан форсунки, открывается шток. Шток открывает канал, соединяющий гидрокамеру с линией возврата топлива, в результате чего часть топлива сливается и давление в гидрокамере форсунки ослабевает. В то же время давление топлива, подаваемого к игле форсунки, преодолевает усилие пружины поршня и игла открывается, в результате чего осуществляется впрыск форсункой топлива в цилиндр.



1 - электромагнитный клапан, 2 - шток, 3 - канал отвода топлива, 4 - поршень, 5 - игла, 6 - гидрокамера, 7 - канал подачи топлива, 8 - в линию возврата топлива.

Блок управления двигателем контролирует количество впрыскиваемого топлива и момент впрыска. Данная топливная система может обеспечить до пяти последовательных впрысков (многостадийный впрыск). Каждая форсунка подсоединена к линии возврата топлива.



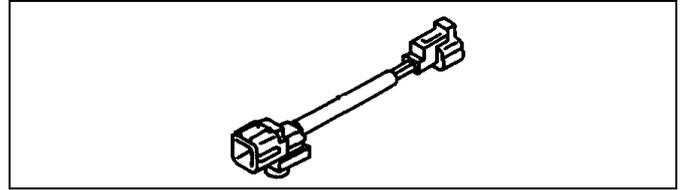
1 - от аккумулятора топлива, 2 - электромагнитный клапан, 3 - шток, 4 - поршень, 5 - игла форсунки.

В цепь между блоком управления двигателем и форсунками установлен усилитель форсунок. Основной задачей усилителя форсунок служит генерация высокого напряжения (более 50 В) из напряжения аккумуляторной батареи и передача напряжения на форсунку. Это необходимо для обеспечения высокой скорости впрыска и, тем самым, получения возможности организации многостадийного впрыска.

Количество впрыскиваемого форсункой топлива определяется по контрольному сигналу, постоянно посылаемому форсункой на блок управления двигателем.

На некоторых моделях, в зависимости от установленного блока управления двигателем, перед форсункой установлен резистор.

С помощью резистора блок управления двигателем осуществляет коррекцию и устраняет несоответствие между расчетным и реальным количеством впрыскиваемого форсункой топлива, возникающее из-за механических характеристик форсунки.



Резистор.

Управление впрыском топлива осуществляет блок управления двигателем, на основании сигналов ряда датчиков системы управления двигателем, а так же в зависимости от режима работы двигателя. Блок управления управляет количеством впрыскиваемого топлива, моментом впрыска и количеством впрысков за один такт в каждом цилиндре отдельно.

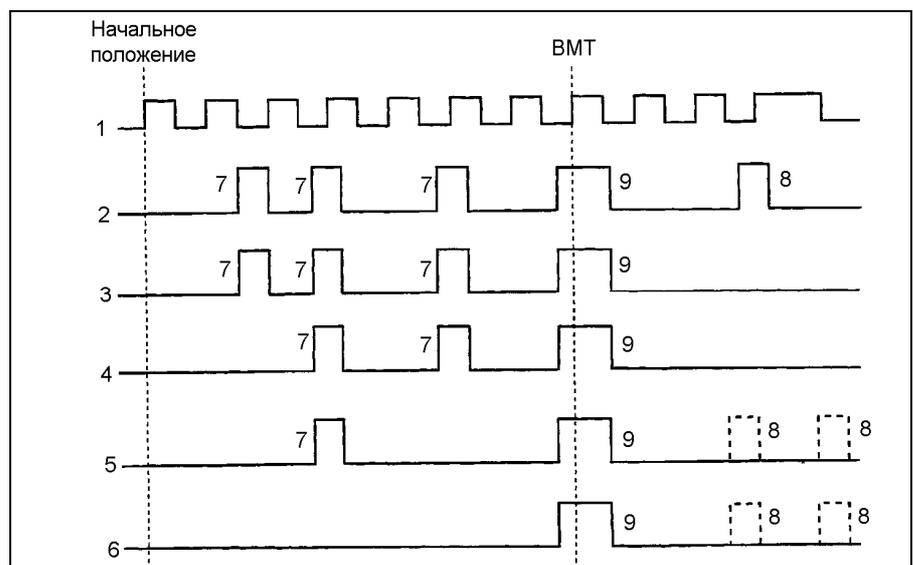
Количество впрыскиваемого топлива зависит от времени открытия иглы форсунки, которое контролируется блоком управления с помощью усилителя форсунок в зависимости от нажатия педали акселератора и частоты вращения коленчатого вала. В расчетное количество впрыскиваемого топлива вносится корректировка в зависимости от давления и температуры воздуха на впуске и атмосферного давления. Также блок управления постоянно корректирует количество впрыскиваемого в каждый цилиндр топлива в зависимости от изменения частоты вращения коленчатого вала, для снижения колебаний частоты вращения. Корректирующие параметры при этом заносятся в память блока управления двигателем и используются им в дальнейшем. Корректирующие параметры в памяти блока управления обновляются автоматически в зависимости от пробега автомобиля. Также рекомендуется ежегодно производить корректировку цикловой подачи топлива для улучшения эксплуатационных характеристик.

Момент впрыска рассчитывается блоком управления на основании сигналов различных датчиков, режима работы двигателя, частоты вращения коленчатого вала и количества впрыскиваемого топлива по алгоритму, записанному в памяти блока управления. В расчетное время впрыска топлива вносится корректировка в зависимости от температуры воздуха на впуске, температуры охлаждающей жидкости и атмосферного давления.

Давление впрыска напрямую зависит от давления в аккумуляторе топлива и контролируется блоком управления двигателем на основе сигнала датчика давления в аккумуляторе топлива.

Давление топлива регулируется блоком управления в зависимости от частоты вращения коленчатого вала и цикловой подачи топлива с помощью клапана регулирования давления топлива, установленного в ТНВД. Создание оптимального давления впрыска топлива, способствует снижению токсичности отработавших газов.

Количество впрысков, производимых форсункой в цилиндр, контролируется блоком управления двигателем в зависимости от условий движения автомобиля и служит для снижения вибраций и токсичности отработавших газов. Данная аккумуляторная топливная система позволяет реализовать до пяти впрысков в один цилиндр за цикл.



Управление количеством впрысков топлива. 1 - сигнал датчика положения коленчатого вала, 2 - пять впрысков, 3 - четыре впрыска, 4 - три впрыска, 5 - два впрыска, 6 - один впрыск, 7 - пилотный впрыск, 8 - послевпрыск, 9 - основной впрыск.

В памяти блока управления запрограммированы несколько оптимальных алгоритмов впрыска топлива при различных состояниях. Так, при низкой частоте вращения коленчатого вала и низкой нагрузке производится четыре впрыска за цикл, для снижения вероятности детонации. При высокой частоте вращения коленчатого вала и высокой нагрузке для улучшения мощностных показателей и снижения расхода топлива производится только один впрыск за цикл.

Дополнительные функции управления служат для улучшения характеристик по снижению эмиссии вредных веществ с ОГ и расхода топлива или используются для повышения безопасности, комфорта и удобства управления.

Описание процедур ремонта, диагностики и обслуживания двигателей RF-CDT на автомобилях Mazda Bongo / Bongo Brawny / Nissan Vanette Вы можете найти в книге "Mazda Bongo / Bongo Brawny / Nissan Vanette модели 2WD&4WD выпуска с 1999 г." по адресу:  
<http://www.autodata.ru/goodsinfo.osg?idb=0&idc=249&idg=4356&stype=2&c=linkinfo>

Описание процедур ремонта, диагностики и обслуживания двигателей Mazda R2, RF, RF-CDT, MZR-CD, WL и WL-T Вы можете найти в книге "Mazda R2 (2,2 л), RF (2,0 л), RF-CDT (2,0 л), MZR-CD (2,0 л), WL и WL-T (2,5 л)" по адресу:  
<http://www.autodata.ru/goodsinfo.osg?idc=249&page=1&idg=3342&stype=2&c=linkinfo>

**Бушин Сергей,  
 Легион-Автодата**

\*\*\*\*\*

## **ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ НАШИХ ЧИТАТЕЛЕЙ**

**Новую литературу** по вопросам Диагностики и ремонта автомобилей Вы можете заказать в Интернет-магазине издательства «Легион-Автодата» по адресу:

<http://www.autodata.ru/catalog.osg?idc=676&stype=0>

**Новые Авторские статьи** Вы можете прочитать по адресу:

<http://www.autodata.ru/item.osg>

**Архив статей** по вопросам автомобильной Диагностики и ремонта располагается по адресам:

<http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=43>

**"Практика ремонта"** - <http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=47>

**"Гибридные автомобили"** - <http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=76>

**"Непосредственный впрыск топлива, системы GDI, FSI, NeoDi"** -

<http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=41>

**"Diesel"** - <http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=16>

**"Трансмиссия:** вариаторные коробки передач, автоматическая трансмиссия" -

<http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=18>

**"То, чем работаем:** устройства, технические девайсы и приспособления для проведения автомобильной диагностики" -

<http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=72>

**"Полезные мелочи":** простейшие методики и способы используемые в работе

автоДиагноста - <http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=21>

**"Просто водителям":** практические советы для тех, кто является «просто водителем» и может самостоятельно что-то сделать для своего автомобиля своими руками или что-то проверить -

<http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=40>

**"Устройство и теория систем":** описание автомобильных систем, теория работы -

<http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=39>

## АДРЕСА

технических статей с 2001 по 2010 г.г  
по вопросам автомобильной Диагностики и ремонта  
автомобилей из Японии, Европы и США

Практика автомобильной Диагностики и ремонта - 2001 год

<http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=10>

Практика автомобильной Диагностики и ремонта - 2002 год

<http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=11>

Практика автомобильной Диагностики и ремонта - 2003 год

<http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=12>

Практика автомобильной Диагностики и ремонта - 2004 год

<http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=13>

Практика автомобильной Диагностики и ремонта - 2005 год

<http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=14>

Практика автомобильной Диагностики и ремонта - 2006

<http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=42>

Практика автомобильной Диагностики и ремонта - 2007 год

<http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=71>

Практика автомобильной Диагностики и ремонта - 2008 год

<http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=74>

Практика автомобильной Диагностики и ремонта - 2009 год

<http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=77>

Практика автомобильной Диагностики и ремонта - 2010 год

<http://www.autodata.ru/item.osg?idr=2&idt=78>

**Автомобильный Форум**, где регулярно идет обсуждение вопросов автоДиагностики и ремонта, располагается по адресу: <http://forum.autodata.ru/index.php>  
Приходите, регистрируйтесь, участвуйте. У нас Доброжелательная обстановка.

### **ВАЖНО. Прочтите Внимательно**

Материал (статья) носит общепознавательный характер, не является инструкцией по ремонту или эксплуатации автомобиля. Не подлежит копированию и размещению на других Интернет-ресурсах без разрешения «Легион-Автодата», редактированию и компилированию. Автор и редакционная коллегия не несут ответственность за неверную трактовку материала и другие последствия, вызванные прочтением данного материала. С предложениями, замечаниями и пожеланиями обращайтесь по адресу: [efidata@yandex.ru](mailto:efidata@yandex.ru)

© 1999 – 2010 *Легион-Автодата*