



Ничто из данного руководства не может быть воспроизведено ни в какой форме без предварительного разрешения Mazda Motor Europe GmbH.

Иллюстрации, техническая информация, технические данные и текст пояснений к данному пособию, по нашим сведениям, были верны в момент предшествующий передаче в печать.

Владелец авторских прав не несет ответственности за какие-либо неточности или опущения в данной публикации, хотя было сделано все возможное, чтобы как можно полнее и точнее донести содержание данного пособия до читателей.

© 2010  
**Mazda Motor Europe GmbH**  
**Training Services**



<b>Введение .....</b>	<b>00</b>
<b>Общие положения .....</b>	<b>00-3</b>
Характеристики топливно-воздушной смеси.....	00-3
Момент начала впрыска топлива.....	00-5
Характеристики впрыска топлива .....	00-9
Давление впрыска.....	00-11
Направление впрыска.....	00-11
Продукты сгорания дизельного топлива.....	00-12
Выброс сажевых частиц.....	00-13
Дизельный сажевый фильтр.....	00-14
Выбросы NO <sub>x</sub> .....	00-16
Система селективной каталитической нейтрализации .....	00-17
<b>Система впрыска топлива Common Rail фирмы Denso .....</b>	<b>01</b>
<b>Впускная система .....</b>	<b>01-2</b>
Схема расположения элементов системы .....	01-2
Обзор системы.....	01-3
Датчик массового расхода воздуха/Датчик температуры всасываемого воздуха .....	01-4
Диагностика .....	01-5
Турбокомпрессор .....	01-6
Датчик положения лопаток турбины .....	01-9
Управление давлением наддува.....	01-10
Диагностика .....	01-11
Проверка турбокомпрессора .....	01-11
Измерение давления наддува.....	01-11
Проверка срабатывания лопаток турбины .....	01-11
Охладитель воздуха наддува.....	01-12
Датчик температуры всасываемого воздуха .....	01-13
Диагностика .....	01-13
Датчик абсолютного давления во впускном коллекторе.....	01-14
Диагностика .....	01-14
<b>Топливная система.....</b>	<b>01-15</b>
Схема расположения элементов системы .....	01-15
Обзор системы.....	01-16
Инструкция по работе с топливной системой .....	01-17
Подготовительные работы .....	01-17
Техника безопасности.....	01-18

# Содержание

---

<b>Система низкого давления.....</b>	<b>01-19</b>
Топливный узел .....	01-19
Топливный фильтр.....	01-20
Датчик уровня воды .....	01-21
Подогрев топлива .....	01-22
Роторный топливный насос.....	01-23
Редукционный клапан.....	01-24
Перепускной клапан.....	01-25
Диагностика .....	01-26
Измерение вакуума в подающем топливном трубопроводе.....	01-26
Измерение давления в обратном топливопроводе.....	01-26
Проверка топливной магистрали на предмет засорения.....	01-27
Проверка обратного топливопровода на предмет засорения .....	01-27
Проверка системы низкого давления на наличие в ней воздуха .....	01-27
Проверка системы низкого давления на наличие продуктов износа .....	01-28
<b>Система высокого давления .....</b>	<b>01-29</b>
Насос высокого давления.....	01-29
Радиально-поршневой насос .....	01-31
Магистраль высокого давления .....	01-33
Общая топливная магистраль.....	01-34
Редукционный клапан .....	01-35
Диагностика .....	01-36
Проверка стороны низкого давления в ТНВД.....	01-36
Проверка стороны высокого давления ТНВД.....	01-36
<b>Система регулировки давления топлива .....</b>	<b>01-37</b>
Датчик давления топлива .....	01-37
Дозирующий топливный клапан.....	01-38
Регулирование давления топлива .....	01-39
Диагностика .....	01-40
<b>Система управления впрыском топлива.....</b>	<b>01-41</b>
Датчик температуры топлива .....	01-41
Форсунки.....	01-42
Поправочные коэффициенты форсунок .....	01-47
Функция обучения для количества впрыскиваемого топлива .....	01-48
Управление количеством впрыскиваемого топлива .....	01-51
Запуск двигателя.....	01-51
Нормальный режим движения.....	01-51
Холостой ход .....	01-51
Стабильность оборотов двигателя .....	01-51

Демпфирование рывков.....	01-51
Предотвращение сухого хода.....	01-52
Ограничение частоты вращения .....	01-52
Остановка двигателя .....	01-52
Внешнее воздействие на количество впрыскиваемого топлива .....	01-52
Управление моментом начала впрыска топлива .....	01-52
Управление многократным впрыском топлива.....	01-53
Диагностика .....	01-55
Проверка срабатывания форсунок .....	01-56
Замер количества топлива, возвращаемого от форсунок .....	01-56
Оценка форсунок за счет адаптационных топливных значений .....	01-57
Сравнение соответствующих адаптационных топливных значений.....	01-57
<b>Система выпуска отработавших газов (ОГ) .....</b>	<b>01-58</b>
<b>Расположение элементов системы .....</b>	<b>01-58</b>
<b>Общий вид системы .....</b>	<b>01-59</b>
<b>Выхлопная система.....</b>	<b>01-60</b>
Катализатор окисления .....	01-61
<b>Система рециркуляции отработавших газов .....</b>	<b>01-63</b>
Клапан рециркуляции отработавших газов (EGR) .....	01-63
Датчик положения клапана EGR .....	01-64
Охлаждение системы рециркуляции .....	01-65
Байпас системы охлаждения рециркуляции .....	01-66
Байпасный клапан EGR .....	01-67
Впускной запорный клапан .....	01-68
Датчик положения впускного запорного клапана ISV.....	01-69
Управление рециркуляцией отработавших газов .....	01-70
Диагностика .....	01-71
<b>Система дизельного сажевого фильтра.....</b>	<b>01-72</b>
Дизельный сажевый фильтр .....	01-72
Датчик дифференциального давления DPF.....	01-77
Датчик температурной коррекции .....	01-79
Датчики температуры выхлопных газов .....	01-80
Обогреваемый лямбда-зонд .....	01-82
Сигнальная лампа DPF.....	01-84
Управление регенерацией.....	01-85
Расчет количества сажи .....	01-85
Процесс регенерации.....	01-87
Интервалы регенерации .....	01-87
Регенерация в ручном режиме.....	01-88
Моторное масло.....	01-89
Щуп для определения уровня масла .....	01-90
Расчет разжижения масла.....	01-91
Диагностика .....	01-93

# Содержание

---

<b>Система селективной каталитической нейтрализации .....</b>	<b>01-94</b>
Преобразователь SCR.....	01-95
Смеситель для карбамида .....	01-96
Датчик NO <sub>x</sub> .....	01-97
Бак для карбамида.....	01-98
Насос для карбамида .....	01-100
Форсунка для карбамида .....	01-100
Модуль управления SCR.....	01-101
Работа системы SCR.....	01-102
Информирование водителя, связанное с системой SCR .....	01-103
Индикация неисправностей системы SCR .....	01-105
Управление системой SCR.....	01-106
Управление реле SCR .....	01-106
Управление обогревателями.....	01-106
Управление моментом активации датчика NO <sub>x</sub> .....	01-106
Управление активацией насоса для карбамида.....	01-106
Управление стабильностью давления карбамида .....	01-106
Управление возвратом карбамида .....	01-107
Управление форсункой для карбамида .....	01-107
Контроль оставшегося количества карбамида.....	01-107
Диагностика .....	01-108
<b>Система управления .....</b>	<b>01-110</b>
<b>Общий вид системы .....</b>	<b>01-111</b>
<b>Таблица взаимоотношений .....</b>	<b>01-114</b>
<b>Блок управления двигателем .....</b>	<b>01-117</b>
Формирование сигналов.....	01-118
Обработка сигналов.....	01-119
Постоянное запоминающее устройство .....	01-119
Оперативное запоминающее устройство .....	01-120
Различные конфигурации .....	01-121
Выходы блока.....	01-122
Интерфейсы связи .....	01-122
Информационная шина CAN .....	01-123

<b>Датчики</b> .....	<b>01-126</b>
Датчик положения коленчатого вала .....	01-126
Диагностика .....	01-127
Датчик положения распределительного вала .....	01-128
Диагностика .....	01-128
Датчик положения педали акселератора .....	01-129
Диагностика .....	01-129
Датчик температуры охлаждающей жидкости.....	01-130
Диагностика .....	01-130
Датчик атмосферного давления.....	01-131
Диагностика .....	01-131
Датчик положения педали сцепления / датчик парковки/нейтрали.....	01-132
Диагностика .....	01-132
Датчик давления рулевого привода с усилителем .....	01-133
Диагностика .....	01-133
Датчик давления хладагента.....	01-134
Диагностика .....	01-134
<b>Исполнительные элементы</b> .....	<b>01-135</b>
<b>Система предпускового подогрева</b> .....	<b>01-136</b>
Свечи накаливания (предпускового подогрева).....	01-136
Управление предпусковым подогревом .....	01-138
Предварительный нагрев .....	01-138
Сопровождающий нагрев .....	01-138
Регенерация DPF .....	01-138
Диагностика .....	01-139
<b>Электрические вентиляторы радиатора</b> .....	<b>01-140</b>
Электрический вентилятор радиатора с релейным управлением .....	01-140
Электрические вентиляторы радиатора с блоком управления.....	01-141
Диагностика .....	01-142
<b>Компрессор системы кондиционирования воздуха</b> .....	<b>01-143</b>
Диагностика .....	01-144
<b>Интеллектуальная система зарядки</b> .....	<b>01-145</b>
Диагностика .....	01-146
<b>Круиз-контроль</b> .....	<b>01-147</b>
Диагностика .....	01-147
<b>Иммобилайзер</b> .....	<b>01-148</b>

<b>Система впрыска топлива Common Rail фирмы Bosch .....</b>	<b>02</b>
<b>Впускная система .....</b>	<b>02-2</b>
Расположение элементов системы .....	02-3
Общий вид системы .....	02-4
<b>Датчик массового расхода воздуха/датчик температуры всасываемого воздуха .....</b>	<b>02-5</b>
Функция коррективы датчика MAF .....	02-6
Диагностика .....	02-6
<b>Турбокомпрессор .....</b>	<b>02-7</b>
Диагностика .....	02-8
Проверка клапана управления давлением наддувом .....	02-8
<b>Байпас наддувочного воздуха .....</b>	<b>02-9</b>
Байпасный клапан наддувочного воздуха .....	02-10
Датчик положения байпасного клапана наддувочного воздуха .....	02-13
Диагностика .....	02-13
<b>Запорные клапаны управления завихрением воздушного потока .....</b>	<b>02-14</b>
Диагностика .....	02-15
Проверка срабатывания запорных клапанов VSC .....	02-15
<b>Топливная система.....</b>	<b>02-16</b>
Расположение элементов системы .....	02-16
Общий вид системы .....	02-17
<b>Система низкого давления.....</b>	<b>02-18</b>
Топливный фильтр.....	02-18
Подогреватель топлива .....	02-19
Шестеренчатый подающий насос .....	02-20
Диагностика .....	02-20
<b>Система высокого давления .....</b>	<b>02-21</b>
Насос высокого давления.....	02-21
Радиально-поршневой насос .....	02-23
Общая топливная магистраль.....	02-24
Диагностика .....	02-24
<b>Система регулирования давления топлива .....</b>	<b>02-25</b>
Дозирующий топливный клапан.....	02-25
Диагностика .....	02-26
<b>Система управления впрыском топлива .....</b>	<b>02-27</b>
Датчик температуры топлива .....	02-27
Форсунки.....	02-28
Поправочные коэффициенты форсунок .....	02-29
Диагностика .....	02-31



<b>Система выпуска отработавших газов</b> .....	<b>02-32</b>
<b>Расположение элементов системы</b> .....	<b>02-32</b>
<b>Общий вид системы</b> .....	<b>02-33</b>
<b>Система выпуска отработавших газов (ОГ)</b> .....	<b>02-34</b>
Система подогрева .....	02-35
Выпускной запорный клапан.....	02-36
Диагностика .....	02-37
Проверка срабатывания выпускного запорного клапана .....	02-37
<b>Система рециркуляции отработавших газов</b> .....	<b>02-38</b>
Клапан рециркуляции отработавших газов (EGR) .....	02-38
Входной запорный клапан .....	02-40
Диагностика .....	02-42
Проверка клапана EGR на предмет зависания .....	02-43
Проверка срабатывания входного запорного клапана (ISV).....	02-43
<b>Система дизельного сажевого фильтра</b> .....	<b>02-44</b>
Дизельный сажевый фильтр .....	02-44
Система подачи топливной присадки .....	02-47
Правила для выполнения работ с системой подачи топливной присадки .....	02-48
Бак для топливной присадки .....	02-49
Узел дозирующего насоса топливной присадки .....	02-51
Форсунка для впрыска топливной присадки .....	02-52
Датчик крышки топливного бака .....	02-53
Блок управления подачей топливной присадки .....	02-54
Расчет количества впрыскиваемой топливной присадки .....	02-55
Впрыск топливной присадки .....	02-55
Проверка уровня топливной присадки .....	02-57
Система управления регенерацией .....	02-58
Расчет количества сажи .....	02-58
Процесс регенерации фильтра .....	02-58
Интервалы регенерации фильтра DPF .....	02-60
Диагностика .....	02-61
<b>Система управления</b> .....	<b>02-62</b>
<b>Блок управления двигателем</b> .....	<b>02-65</b>
<b>Датчики</b> .....	<b>02-66</b>
Датчик положения коленчатого вала .....	02-67
Диагностика .....	02-68
Датчик положения распределительного вала .....	02-69
Диагностика .....	02-69
Датчик положения педали акселератора .....	02-70
Диагностика .....	02-71
Датчик холостого хода .....	02-72
Диагностика .....	02-72
Датчик положения педали сцепления.....	02-73
Диагностика .....	02-73
Датчик положения педали тормоза.....	02-73
Диагностика .....	02-73
<b>Исполнительные элементы</b> .....	<b>02-74</b>

## Содержание

---

<b>Диагностика .....</b>	<b>03</b>
<b>Система бортовой диагностики .....</b>	<b>03-1</b>
Самодиагностика .....	03-1
Контроль параметров .....	03-1
Моделирование.....	03-1
<b>Механические компоненты двигателя.....</b>	<b>03-2</b>
Компрессия.....	03-2
Фазы газораспределения .....	03-3
Зазоры клапанов .....	03-4
Диагностика .....	03-5
Проверка падения давления .....	03-5
<b>Процесс диагностики .....</b>	<b>03-6</b>
<b>Основные проверки, выполняемые при выявлении неисправности.....</b>	<b>03-7</b>
Механика двигателя.....	03-7
Впускная система.....	03-7
Топливная система .....	03-8
Система выпуска отработавших газов.....	03-8
Система управления.....	03-8
<b>Список сокращений.....</b>	<b>04</b>

**Замечания:**

## Введение

- Все более строгие требования, предъявляемые к предельным значениям выбросов отработавших газов и максимально допустимому уровню шума, а также необходимое снижение потребления топлива, ставят все новые и новые задачи перед системами впрыска топлива дизельных двигателей.
- Особое внимание уделяется снижению выбросов отработавших газов, уровень которых регламентируется законодательно установленными нормами.
- Ниже представлена таблица, отражающая развитие требований к выбросам отработавших газов для дизельных двигателей (начиная со стандарта Euro3):

Стандарт (начиная с)/допустимая масса компонентов ОГ [мг/км]	Euro3 (01.01.2000)	Euro4 (01.01.2005)	Euro5 (01.09.2009)	Euro6 (01.09.2014)
CO (Угарный газ)	640	500	500	500
HC+NO <sub>x</sub> (Углеводород и оксид азота)	560	300	230	170
NO <sub>x</sub> (Оксид азота)	500	250	180	80
PM (Твердые частицы)	50	25	5	5

- Вносимые в двигатель изменения, например, применение современных систем впрыска топлива высокого давления, оптимизация системы подачи воздуха, а также внедрение все более сложных систем рециркуляции отработавших газов, уже позволили добиться относительно чистого и малотоксичного сжигания топлива.
- Однако для дальнейшего снижения уровня выбросов отработавших газов необходимо сочетание вносимых в двигатель изменений с эффективной обработкой отработавших газов. Под внесением изменений в двигатель, в первую очередь имеется в виду внедрение дизельного сажевого фильтра.
- За счет эксплуатации различных систем впрыска топлива типа Common Rail и систем фильтрации твердых частиц компания Mazda удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к дизельным двигателям.

## Введение

---

- В данном учебном пособии рассматриваются следующие системы прямой подачи топлива Common Rail:
  - Система впрыска топлива Common Rail производства компании Denso, устанавливаемая в автомобилях с двигателем RF-T (2,0 MZR-CD) и двигателем R2 (2,2 MZR-CD)
  - Система впрыска топлива Common Rail производства компании Bosch, устанавливаемая в автомобилях с двигателем Y6 (1,6 MZ-CD) и двигателем WL-C (2,5 MZR-CD)
- В настоящий момент дизельные двигатели различных типов устанавливаются в следующих моделях автомобилей:

Модель/Двигатель	Y6 (1,6 MZ-CD)	RF-T (2,0 MZR-CD)	R2 (2,2 MZR-CD)	WL-C (2,5 MZR-CD)
Mazda2 (DE)	X			
Mazda3 (BL)	X		X	
Mazda5 (CR)		X		
Mazda6 (GH)		X	X	
CX-7			X	
BT-50				X

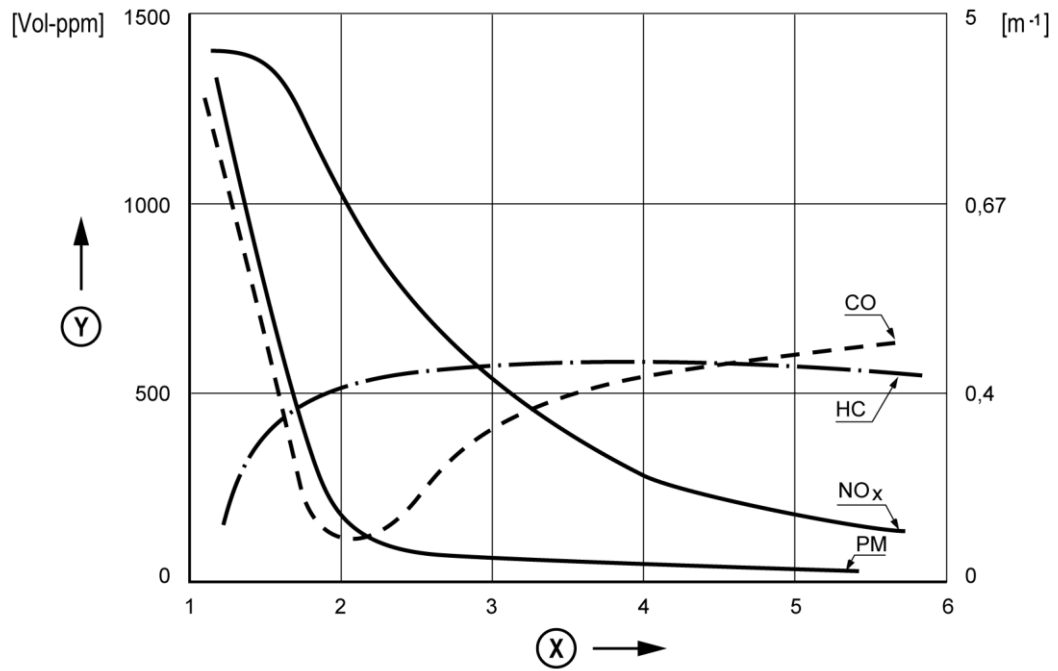
- Каждый специалист, занимающийся диагностикой и ремонтом систем управления дизельных двигателей, должен обладать достаточным объемом знаний для успешного проведения «первого ремонта». Поэтому в рамках курса обучения и повышения квалификации для диагностики и ремонта систем управления дизельными двигателями предлагается данный курс обучения. Он предназначен для механиков, которые уже обладают достаточными знаниями в области технического обслуживания и ремонта автомобилей Mazda и успешно прошли следующие курсы:
  - Портал Mazda МТС\_103
  - Модульная диагностическая система Mazda МТС\_104
  - Электрика/электроника МТС\_106
  - Датчики, исполнительные механизмы и шины передачи данных МТС\_207

## Общие положения

- Образование топливно-воздушной смеси в значительной степени влияет на расход топлива, состав отработавших газов и шум, создаваемый в дизельном двигателе в процессе сгорания топлива. В смесеобразовании и процессе сжигания топлива в камере сгорания двигателя принимают участие следующие параметры:
  - Соотношение компонентов топливно-воздушной смеси
  - Момент начала впрыска топлива
  - Характеристики впрыска топлива
  - Давление впрыска
  - Направление впрыска

## Характеристики топливно-воздушной смеси

- Эффективная мощность дизельного двигателя управляется за счет количества впрыскиваемого топлива. Поэтому дизельные двигатели, как правило, работают с избытком воздуха, то есть стехиометрическое отношение масс составляет приблизительно 14,5 : 1. Это значит, что для полного сжигания 1 килограмма топлива требуется около 14,5 килограммов воздуха. Коэффициент избытка воздуха  $\lambda$  указывает на то, насколько фактическая воздушно-топливная смесь отличается от теоретического соотношения масс, необходимого для полного сжигания топлива:  
$$\lambda = \text{реальная масса воздуха} / \text{теоретически необходимое количество воздуха}$$
- На холостых оборотах дизельный двигатель работает со значительным избытком воздуха, составляющим более  $\lambda \sim 3,4$ , поэтому в камере сгорания происходит чистое сгорание топлива. Концентрация таких компонентов отработавших газов, как **СО** (Carbon Monoxide = окись углерода) и сажа (**PM** - Particulate Matter = твердые частицы) чрезвычайно мала. При увеличении количества впрыскиваемого топлива избыток воздуха в камере сгорания двигателя сокращается. Таким образом, при высокой нагрузке на двигатель он работает с незначительным избытком воздуха равным  $\lambda \sim 1,4$ .
- При коэффициенте избытка воздуха равном  $\lambda < 1,4$  выбросы сажи, **NO<sub>x</sub>** (Oxides of Nitrogen = оксиды азота) и окиси углерода (CO) значительно возрастают. Причина этого кроется во внутреннем смесеобразовании дизельного двигателя, то есть топливно-воздушная смесь в цилиндре не однородна, в особенности при высокой нагрузке на двигатель. При незначительном избытке воздуха необходимо ограничить выброс вредных веществ, то есть количество впрыскиваемого топлива должно быть очень точно адаптировано к имеющемуся количеству воздуха и дозировано в зависимости от частоты вращения двигателя. При низком атмосферном давлении (например, на большой высоте над уровнем моря) количество впрыскиваемого топлива необходимо адаптировать к меньшему количеству имеющегося воздуха.



312\_V1\_00001

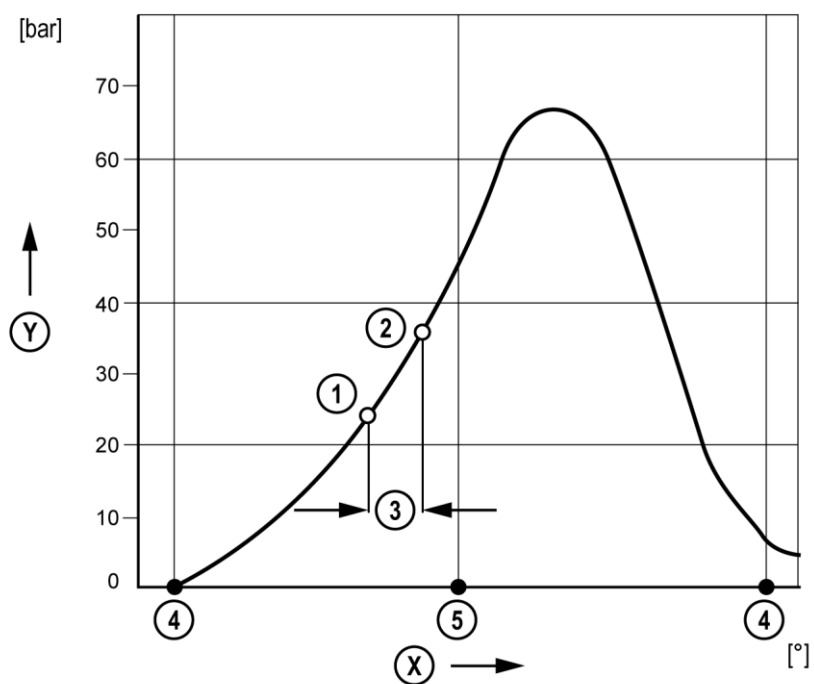
X Коэффициент избытка воздуха  $\lambda$

Y Выбросы вредных веществ

## Момент начала впрыска топлива

- Начало впрыска топлива представляет собой четко установленный момент (угол поворота коленчатого вала) в который открывается форсунка и происходит впрыск топлива в камеру сгорания. Фактическое положение плунжера воздействует на перемещение воздуха в камере сгорания, его плотность и температуру. Следовательно, скорость движения и качество топливно-воздушной смеси зависят от момента начала впрыска топлива.
- Момент начала впрыска топлива в значительной степени влияет на начало сжигания топливно-воздушной смеси. Поскольку впрыскиваемому топливу для распыления и смешивания с воздухом до начала самовоспламенения необходимо некоторое время, этот фактор следует учитывать при задании момента впрыска топлива. Промежуток между началом впрыска топлива и началом сжигания смеси называется задержкой самовоспламенения. На задержку самовоспламенения воздействуют следующие факторы:
  - Воспламеняемость топлива (выражается цетановым числом)
  - Степень сжатия
  - Температура всасываемого воздуха
  - Температура двигателя
  - Температура топлива
  - Распыление топлива (на распыление воздействуют, момент начала впрыска топлива, давление открытия форсунки и температура двигателя).

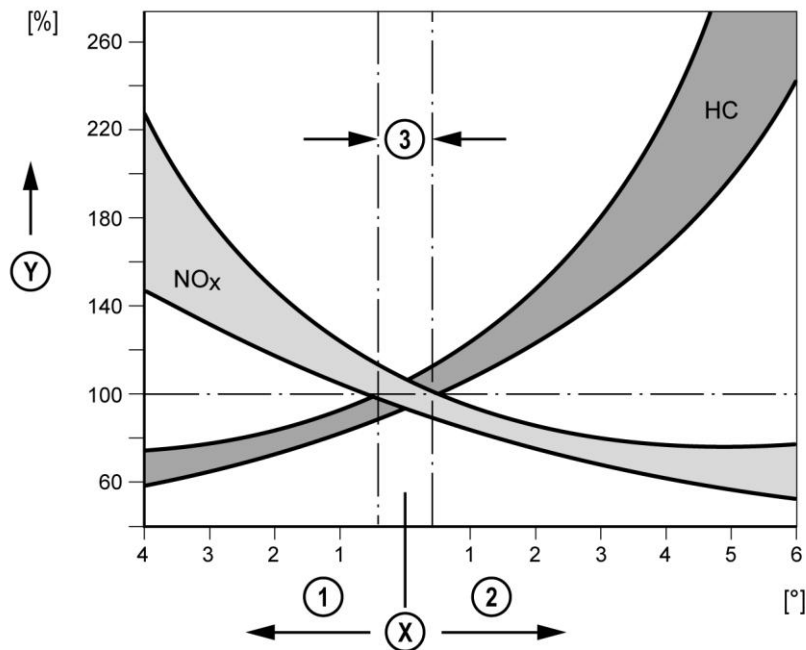




312\_V1\_00002

- |   |                                |   |                            |
|---|--------------------------------|---|----------------------------|
| X | Угол поворота коленчатого вала | 3 | Задержка самовоспламенения |
| Y | Давление в цилиндре            | 4 | Нижняя мертвая точка       |
| 1 | Начало впрыска топлива         | 5 | Верхняя мертвая точка      |
| 2 | Начало сжигания смеси          |   |                            |

- Задержка самовоспламенения не зависит от частоты вращения двигателя и составляет приблизительно 1 мс. Вследствие этого, при увеличении частоты вращения двигателя угол поворота коленчатого вала между моментом начала впрыска топлива и началом сжигания топливной смеси увеличивается, и сжигание топливной смеси начинается не в нужный момент (при неизменном начале впрыска топлива). Следовательно, для компенсации задержки самовоспламенения, при увеличении частоты вращения двигателя начало впрыска топлива необходимо перенести вперед.
- При перенесении момента впрыска топлива вперед в камере сгорания создается давление, противодействующее перемещению плунжера вверх. В результате этого резко возрастает давление, что значительно повышает температуру сжигания топливной смеси, а, следовательно, выбросы оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ). Кроме того, такое сжигание топливной смеси становится причиной возникновения сильного шума при воспламенении, в особенности на холодном двигателе.
- Если начало впрыска топлива смещается назад, то вследствие задержки самовоспламенения процесс сжигания топлива протекает во время перемещения плунжера вниз. В результате этого уменьшается давление в цилиндре, что приводит к снижению температуры сжигания топлива, и повышению уровня выброса углеводородов **HC** (**Hydro Carbon** = углеводород) и сажи. Помимо этого, процесс сжигания топлива должен быть завершен до раскрытия выпускного клапана.



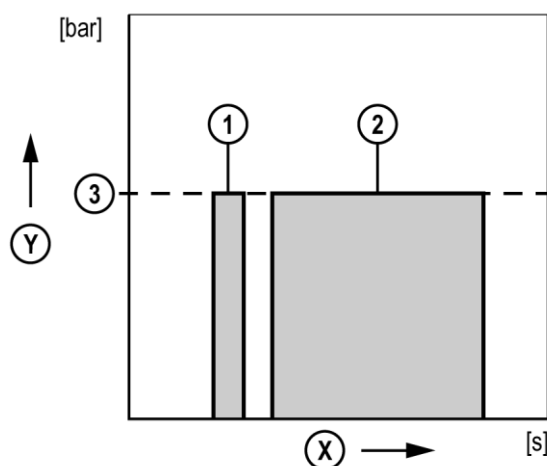
312\_V1\_00003

- |   |                                |   |   |
|---|--------------------------------|---|---|
| X | Угол поворота коленчатого вала | 2 | Позднее начало впрыска топлива                |
| Y | Выбросы отработавших газов     | 3 | Оптимальный момент для начала впрыска топлива |
| 1 | Раннее начало впрыска топлива  |   |   |

- Противоположно направленные кривые выбросов оксидов азота (NOX) с одной стороны и остаточных углеводородов (HC) с другой, требуют минимальных допусков для начала впрыска топлива, что позволит оптимизировать соответствующие значения.

## Характеристики впрыска топлива

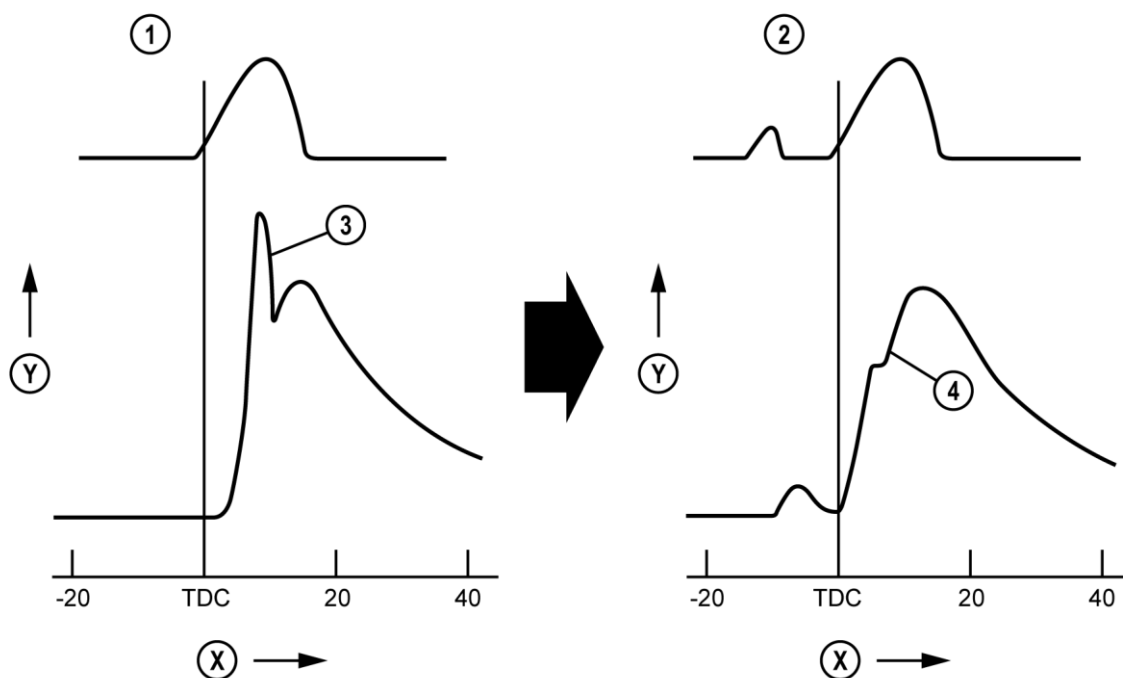
- Характеристики впрыска определяют способ впрыска заданного количества топлива в камеру сгорания в зависимости от угла поворота коленчатого вала. На начальном этапе впрыскивается небольшое количество топлива, тогда как на завершающем этапе количество впрыскиваемого топлива возрастает. Вследствие этого количество топлива, находящегося в камере сгорания при задержке самовоспламенения, незначительно, что вызывает медленное возрастание давления сгорания. Такие характеристики впрыска топлива обеспечивают его бесшумное сгорание.
- На завершающем этапе впрыска топлива форсунка должна закрываться максимально быстро и надежно. Особенно нежелателен впрыск дополнительного топлива в виде так называемой «утечки», причиной которой становится повторное раскрытие иглы форсунки после ее первоначального закрытия. Вследствие этого в камеру сгорания попадает плохо распыленное топливо, которое сгорает не полностью или не сгорает совсем, становясь причиной повышенных выбросов остаточных углеводородов (НС) и сажи.
- В двигателях, оборудованных системой впрыска топлива Common Rail, процесс создания давления и количества впрыскиваемого топлива разделены, то есть при впрыске топлива давление впрыска остается постоянным, в то время как количество впрыскиваемого топлива увеличивается. На начальном этапе впрыска топлива, его количество в камере сгорания ограничивается блоком управления двигателем, что позволяет разделить общее количество впрыскиваемого топлива на предварительный и основной впрыск.
- Предварительный впрыск топлива происходит до впрыска основного объема топлива, то есть на такте сжатия в камеру сгорания впрыскивается относительно небольшое количество топлива (от 1 до 4 мм<sup>3</sup>). Это уменьшает период задержки воспламенения основной фазы впрыска топлива и дает возможность получения более плавной кривой увеличения давления, что положительно влияет на шумность работы двигателя.



312\_V1\_00004

X Время  
 Y Давление впрыска  
 1 Предварительный впрыск

2 Основной впрыск  
 3 Давление в общей магистрали



312\_V1\_00005

X	Угол поворота коленчатого вала	3	Резкое возрастание давления в цилиндре
Y	Давление в цилиндре / Впрыск	4	Контролируемое возрастание давления в цилиндре
1	Без предварительного впрыска		
2	С предварительным впрыском		

- Кроме того, большинство двигателей, оборудованных системой впрыска топлива Common Rail, работают с завершающим впрыском топлива. Завершающий впрыск топлива осуществляется после основного впрыска, то есть на такте выпуска впрыскивается четко дозированное количество топлива. Вследствие остаточного тепла, содержащегося в потоке отработавших газов, впрыскиваемое топливо испаряется, снижая выбросы оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ). Завершающий впрыск топлива также используется для регенерации сажевых фильтров дизельных двигателей. В этом случае он используется для повышения температуры отработавших газов, обеспечивая сжигание сажи, накопившейся в сажевом фильтре.

### Давление впрыска

- Давление впрыска определяет скорость потока топлива, поступающего в камеру сгорания, то есть высокое давление впрыска задает высокую скорость потока топлива. Чем выше относительная скорость между топливом и воздухом, а также плотность воздуха в камере сгорания, тем тоньше распыление дизельного топлива.
- В двигателях с прямым впрыском топлива скорость воздуха в камере сгорания относительно невысока. Таким образом, при впрыске топлива в камеру сгорания под высоким давлением смесеобразование значительно улучшается. За счет высокого давления впрыска (до 200 МПа), в особенности при низкой частоте вращения двигателя, возможно значительное снижение выбросов сажи.

### Направление впрыска

- Как правило, двигатели с прямым впрыском работают с 4-10 струями впрыскиваемого топлива, направление впрыска которых очень точно адаптируется к соответствующей камере сгорания. Отклонения от оптимального направления впрыска, составляющие около  $2^\circ$ , становятся причиной измеримого увеличения выбросов сажи и расхода топлива.

## Продукты сгорания дизельного топлива

- При сжигании дизельного топлива в двигателе образуются:
  - Окись углерода (угарный газ) (**CO**)
  - Остаточные углеводороды (**HC**)
  - Оксиды азота (**NO<sub>x</sub>**)
  - Диоксид серы (**SO<sub>2</sub>**)
  - Серная кислота (**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**)
  - Частицы сажи (**PM**)
- В дизельных двигателях при правильном смесеобразовании выбросы окиси углерода (**CO**) и несгоревших углеводородов (**HC**) снижаются за счет катализатора и преобразуются в воду **H<sub>2</sub>O** и углекислый газ **CO<sub>2</sub>** (Carbon Dioxide = углекислый газ).
- Из-за избытка воздуха снижение уровня выброса оксидов азота (**NO<sub>x</sub>**) в катализаторе окисления невозможно. Ввиду высоких температур сгорания топлива, оксиды азота образуются в первую очередь в дизельных двигателях с прямым впрыском топлива и наддувом. Их выброс следует снижать за счет четко согласованной рециркуляции отработавших газов. Дополнительным методом снижения выбросов оксидов азота являются системы селективной каталитической нейтрализации.
- Доля диоксида серы **SO<sub>2</sub>** (Sulphur Dioxide = диоксид серы) и серной кислоты **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** (Sulphuric Acid = серная кислота) в отработавших газах в значительной степени зависит от качества топлива и содержащихся в нем присадок.
- Частицы сажи в первую очередь образуются при неполном сгорании. Наряду с изменениями, вносимыми в двигатель, снижению выбросов сажи способны эффективно содействовать системы фильтрации твердых частиц в выхлопе дизельного двигателя.

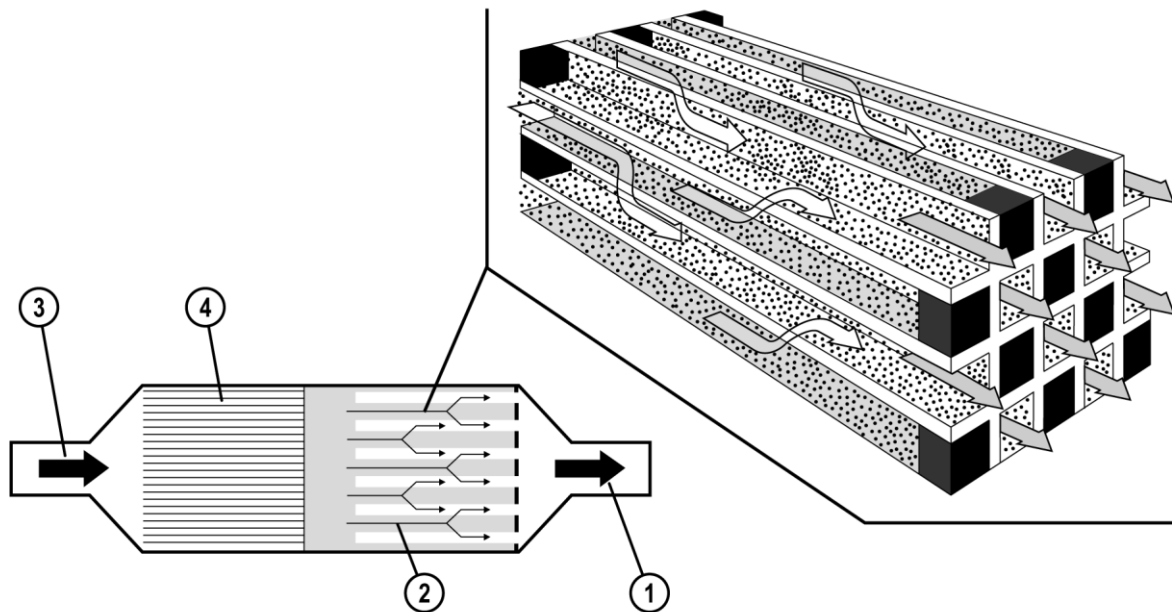
## **Выброс сажевых частиц**

- При ускорении, холодном запуске двигателя или при высоких нагрузках на него, в дизельном двигателе происходит неполное сгорание топлива, что приводит к образованию значительного количества сажевых частиц. Диаметр этих микроскопических частиц составляет приблизительно 0,05 мкм. Сажевые частицы или твердые частицы выхлопа дизельных двигателей также называются полициклическими ароматическими углеводородами **ПАН (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)**.
- Сама по себе сажа не оказывает вредного воздействия на организм человека. Однако углеводороды, содержащиеся в топливе и смазочных материалах, а также вода и сульфаты присоединяются к частицам сажи, увеличивая их диаметр до 0,09 мкм. Таким образом, образуются сажевые частицы, способные нанести вред человеческому организму.
- Нос и бронхи человека не в состоянии удерживать частицы, диаметр которых меньше 2,5 мкм (для сравнения: толщина человеческого волоса составляет около 70 мкм). Следовательно, такие частицы через дыхательные пути способны проникать в легкие человека, представляя собой опасность для его здоровья, в особенности для детей и взрослых, страдающих определенными заболеваниями. Сажевые частицы предположительно способны вызывать некоторые аллергические реакции, и даже рак. В первую очередь это касается частиц, диаметр которых составляет от 0,1 до 1,0 мкм.
- Евросоюз вводит все более строгие нормы, которые призваны снизить загрязнение воздуха, вызываемое выбросом вредных веществ, содержащихся в отработавших газах автомобилей. В рамках этих законодательных норм, все новые легковые автомобили, оборудованные дизельным двигателем, подлежащие сертификации, начиная с 1 сентября 2009 года, должны соответствовать стандарту Euro 5. Кроме того, все автомобили, оборудованные дизельным двигателем и официально допущенные к эксплуатации после 1 января 2011 года, должны соответствовать стандарту Euro 5.
- В сравнении с автомобилями, соответствующими стандарту Euro 4 (0,025 г/км), предельное значение по выбросу сажевых частиц для автомобилей, отвечающих стандарту Euro 5 (0,005 г/км) было снижено на 80%. В целях соответствия строгим требованиям стандарта выбросов автомобили Mazda, оборудованные дизельными двигателями, были оснащены дизельными сажевыми фильтрами (Mazda3 (BK), Mazda6 (GG/GY) Facelift и Mazda5 (CR) были первыми автомобилями с дизельным двигателем от компании Mazda, оборудованными дизельными сажевыми фильтрами в 2005 году).
- В настоящий момент дизельными сажевыми фильтрами оборудованы автомобили Mazda3 (BL) с двигателем Y6 (1,6 MZ-CD), Mazda3 (BL), Mazda5 (CR), Mazda6 (GH) с двигателем RF-T (2,0 MZR-CD) и Mazda6 (GH), Mazda3 (BL), а также CX-7 (ERH) с двигателем R2 (2,2 MZR-CD).
- Следующий пример призван подчеркнуть преимущества сажевого фильтра для дизельных двигателей: Современный дизельный двигатель, оборудованный системой впрыска топлива Common Rail без дизельного сажевого фильтра, на 80000 километров пробега выбрасывает в среднем около 3 килограммов сажи. При таком же пробеге дизельный двигатель, оборудованный дизельным сажевым фильтром, выбрасывает менее 100 граммов сажевых частиц, что соответствует снижению выброса на 95%.



## Дизельный сажевый фильтр

- Фильтр **DPF** (**Diesel Particulate Filter** = фильтр твердых частиц) представляет собой монолит, изготовленный из карбидокремниевой керамики. Отдельные каналы фильтра имеют пористые перегородки и не имеют других выходов. В результате, отработавшие газы вынуждены проходить через перегородки, которые удерживают на себе твердые частицы, состоящие преимущественно из сажи, а также из остатков масла, топлива и присадок.



312\_V1\_00006

- |   |                             |   |   |
|---|-----------------------------|---|---|
| 1 | Очищенные отработавшие газы | 3 | Отработавшие газы, поступающие от двигателя |
| 2 | Фильтр DPF                  | 4 | Катализатор окисления                       |

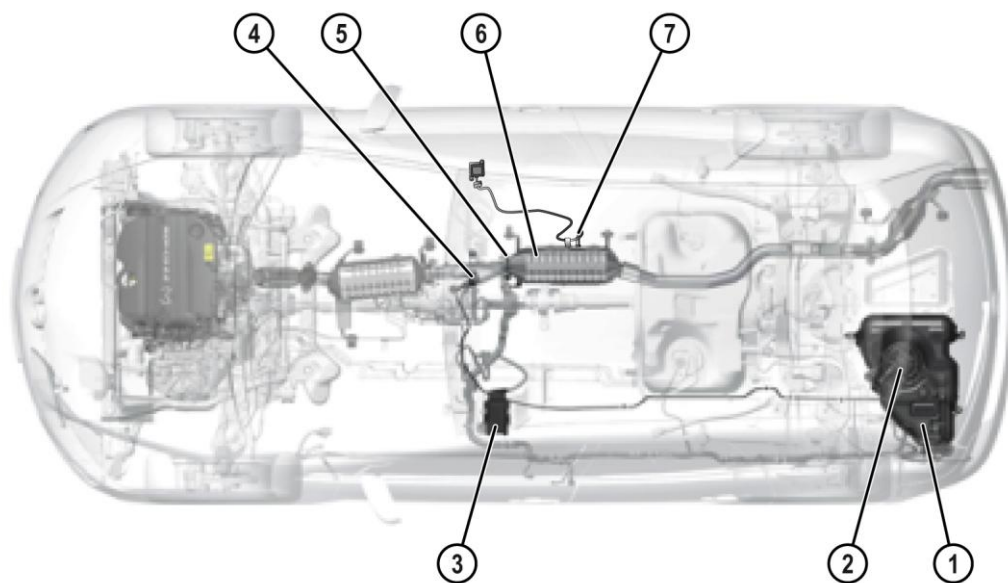
- Чтобы избежать засорения фильтра DPF частицами сажи, его нужно очищать с регулярными интервалами, т.е. выжигать осевшие в фильтре частицы сажи. Этот процесс называется регенерацией.
- Регенерация фильтра выполняется в зависимости от степени его загрязнения, длины пробега автомобиля и эксплуатационных условий.
- Для регенерации фильтра необходимо добиться температуры воспламенения сажевых частиц, которая в обычных условиях составляет около 600° С. Поскольку такая температура выхлопных газов практически никогда не достигается, а в обычных условиях, в особенности при езде на короткие расстояния, не превышает 250° С, регенерация фильтра должна сопровождаться дополнительными мерами.
- В зависимости от устройства фильтра принимаются меры, с одной стороны снижающие температуру, необходимую для выжигания сажевых частиц (за счет присадок или нанесения специального покрытия на фильтр), а с другой стороны, повышающие температуру выхлопных газов (дополнительный впрыск и повышение температуры сгорания). После достижения температуры воспламенения, сажевые частицы превращаются в углекислый газ.
- После регенерации остатки золы, которые образовались из моторного масла и дизельного топлива, остаются в фильтре и не могут преобразовываться дальше. Эти остатки уменьшают полезный объем фильтра, укорачивая интервалы между циклами регенерации. Поскольку поры фильтра засорены зольными остатками, то давление отработавших газов и, следовательно, расход топлива, увеличиваются.
- Сажевый фильтр необходимо заменять на определенных этапах техобслуживания или при преждевременном насыщении фильтра.

### Выбросы NO<sub>x</sub>

- Оксиды азота (NO<sub>x</sub>) – это собирательный термин для всех соединений азота (N) и кислорода (O), в основном, соединение монооксида азота (NO) и диоксида азота (NO<sub>2</sub>), вырабатываемых во время сгорания. NO<sub>x</sub> является вредным веществом и вырабатывается, главным образом при высоких температурах. Поскольку современные высокоэффективные двигатели внутреннего сгорания, особенно, дизельные двигатели с турбонаддувом и прямым впрыском, имеют высокие температуры сгорания, это приводит к конфликту между выбросами NO<sub>x</sub> и сокращением потребления топлива.
- Системы двигателей, такие как сложная и точно подогнанная рециркуляция выхлопных газов, оптимизированный наддув и прямой впрыск уже близки к своим пределам по снижению выбросов NO<sub>x</sub>, без влияния на эффективность, производительность или другие выбросы, подобные твёрдым частицам.
- Это приводит к необходимости внедрения системы дополнительной обработки выхлопных газов. Таковой является система селективной каталитической нейтрализации, эффективно снижающая содержания NO<sub>x</sub> с целью соответствия всё более строгим стандартам по выбросам.
- После введения системы селективной каталитической нейтрализации для модернизированной модели CX-7 компания Mazda стала первым японским производителем автомобилей, который вводит эту систему в автомобиль массового производства, достигая общего снижения выбросов NO<sub>x</sub> примерно на 40 процентов.

## Система селективной каталитической нейтрализации

- Система **SCR** (**S**elective **C**atalytic **R**eduction = селективная каталитическая нейтрализация) – это система дополнительной обработки выхлопных газов для снижения выбросов **NO<sub>x</sub>** (**N**itrogen **O**xides = оксиды азота). Она преобразует **NO<sub>x</sub>** при помощи катализатора с применением аммиака в качестве восстановителя, вырабатываемого из карбамида, который добавляется в отработавшие газы.



312\_V2\_00001

- |   |                        |   |                        |
|---|------------------------|---|------------------------|
| 1 | Бак для карбамида      | 5 | Смеситель карбамида    |
| 2 | Насос для карбамида    | 6 | Преобразователь SCR    |
| 3 | Модуль управления SCR  | 7 | Датчик NO <sub>x</sub> |
| 4 | Форсунка для карбамида |   |                        |

## **ОСНОВЫ**

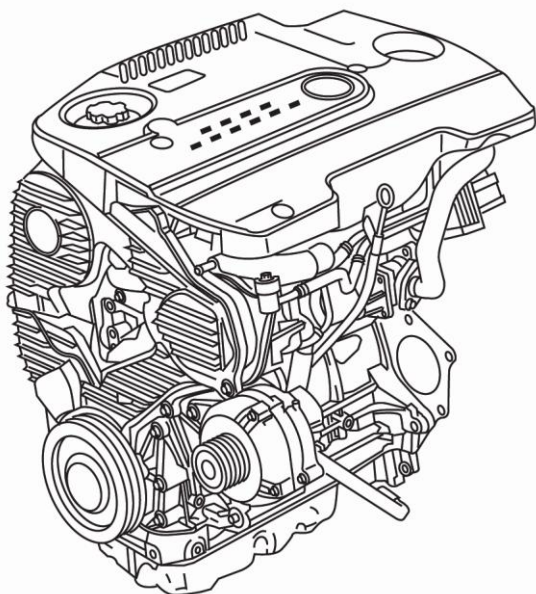
---

**Замечания:**

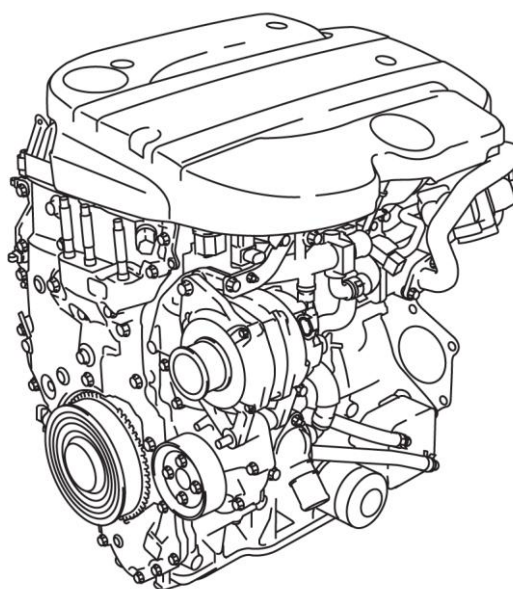
# Система впрыска топлива Common Rail фирмы Denso

## Система впрыска топлива Common Rail фирмы Denso

- Автомобили с двигателями RF-T (2,0 MZR-CD) и R2 (2,2 MZR-CD) оборудованы системой с прямым впрыском и общей топливной магистралью Common Rail производства фирмы Denso.
- Система впрыска топлива подразделяется на следующие отдельные системы:
  - Впускная система
  - Топливная система
  - Система выпуска ОГ
  - Блок управления



Двигатель RF-T (2,0 MZR-CD)



Двигатель R2 (2,2 MZR-CD)

312\_V1\_01001

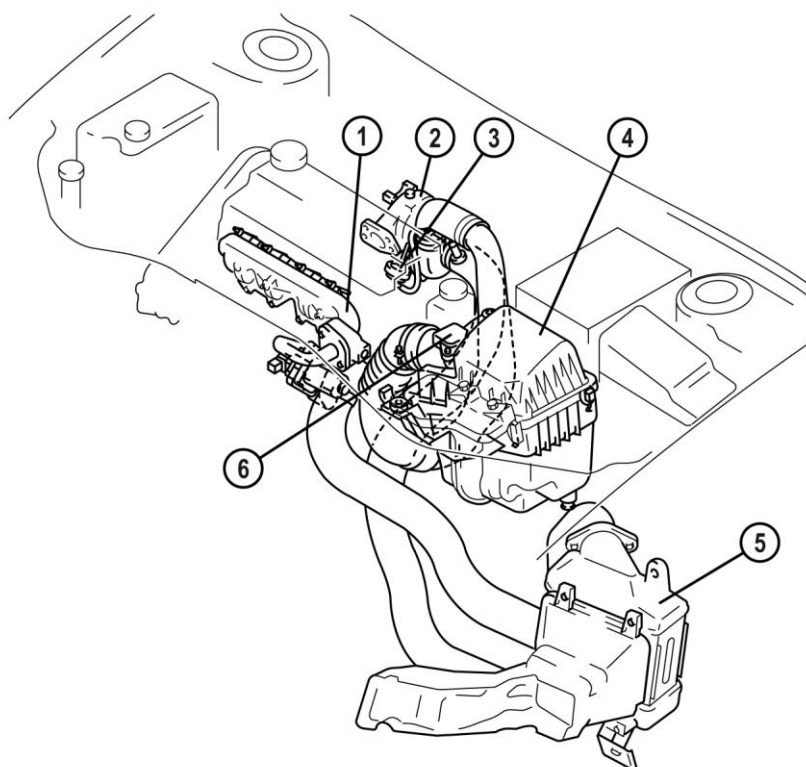
**ПРИМ:** Поскольку системы с общей топливной магистралью фирмы Denso для двигателей RF-T и R2 чрезвычайно схожи, в этой главе будет рассмотрена система Denso Common Rail для двигателя RF-T. Ссылка на особенности двигателя R2 будет делаться только в случае необходимости.

**ПРИМ:** Если в последующих главах встретятся справочные значения, не внесенные в инструкцию по техническому обслуживанию автомобилей, это означает, что такие значения были выявлены на автомобилях, системах и конструктивных элементах, находящихся в безупречном техническом состоянии. В зависимости от модели автомобиля возможны колебания упомянутых значений, которые представляют собой лишь ориентировочные значения, используемые в процессе диагностики.

## Впускная система

- В соответствии с существующими условиями эксплуатации двигателя впускная система обеспечивает наличие необходимого всасываемого воздуха для заполнения цилиндров.
- В основном система всасывания воздуха в системе Denso Common Rail состоит из следующих компонентов:
  - Датчика массового расхода воздуха с нитью накала и встроенным датчиком температуры всасываемого воздуха
  - Турбокомпрессора с изменяемой геометрией турбины
  - Радиатора промежуточного охлаждения воздуха
  - Датчика температуры всасываемого воздуха
  - Датчика абсолютного давления во впускном коллекторе

## Схема расположения элементов системы

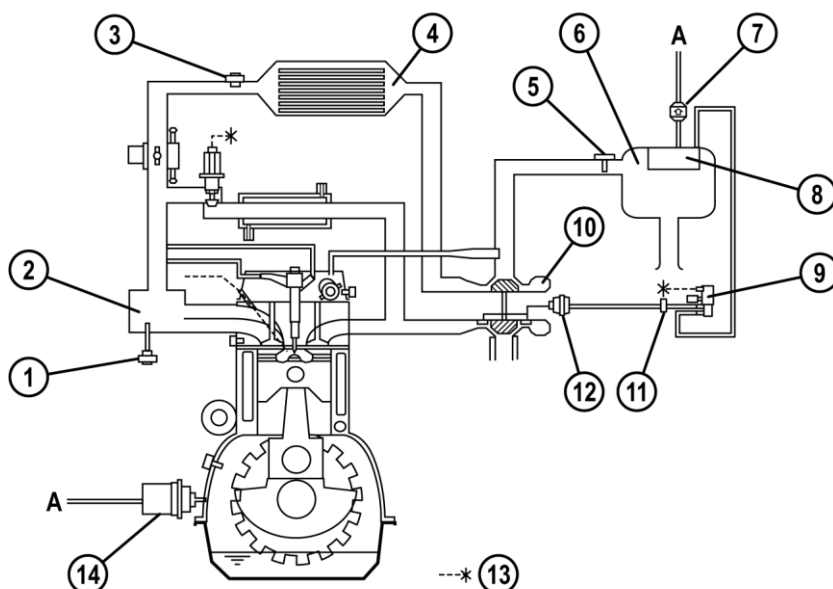


312\_V1\_01002

### Впускная система автомобиля Mazda5 с двигателем RF-T

- |                        |   |
|------------------------|---|
| 1 Впускной коллектор   | 5 Радиатор охладителя   |
| 2 Турбокомпрессор      | 6 Датчик массового расхода воздуха/<br>датчик температуры всасываемого<br>воздуха |
| 3 Вакуумный привод VBC |   |
| 4 Воздушный фильтр     |   |

Обзор системы



312\_V1\_01003

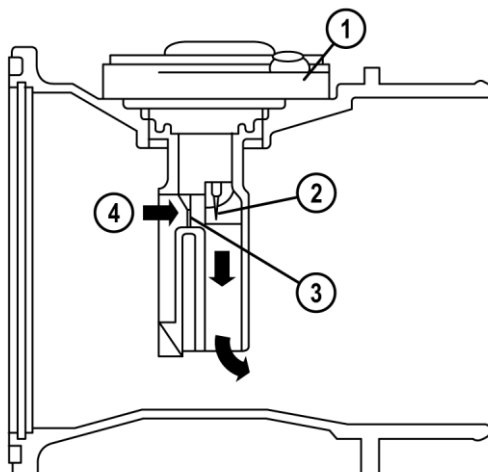
Система всасывания воздуха в двигателе RF-T

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1 Датчик абсолютного давления во впускном коллекторе                       | 6 Воздушный фильтр            |
| 2 Впускной коллектор   | 7 Обратный клапан             |
| 3 Датчик температуры всасываемого воздуха после охладителя                 | 8 Вакуумная камера            |
| 4 Охладитель надувочного воздуха   | 9 Электромагнитный клапан VBC |
| 5 Датчик массового расхода воздуха/Датчик температуры всасываемого воздуха | 10 Турбокомпрессор            |
|  | 11 Стабилизатор вакуума VBC   |
|  | 12 Вакуумный привод VBC       |
|  | 13 К PCM                      |
|  | 14 Вакуумный насос            |



**Датчик массового расхода воздуха/Датчик температуры всасываемого воздуха**

- Датчик **MAF** (**Mass Air Flow** = массовый расход воздуха) установлен в корпусе воздушного фильтра и фиксирует массу поступающего воздуха.
- Датчик MAF выполнен в виде датчика массового расхода воздуха с нитью накала. Чувствительный элемент размещен в байпасном канале. За счет этого мимо чувствительного элемента проходит только определенная часть всасываемого воздуха. Это позволяет свести к минимуму воздействие колебаний напора газового потока на измеренную массу, а также уменьшить загрязнение чувствительного элемента.
- Выходное напряжение датчика MAF пропорционально массовому расходу воздуха, тот есть чем выше массовый расход воздуха, тем выше напряжение на выходе датчика.
- Сигнал датчика используется в основном системой рециркуляции отработавших газов.



312\_V1\_01005

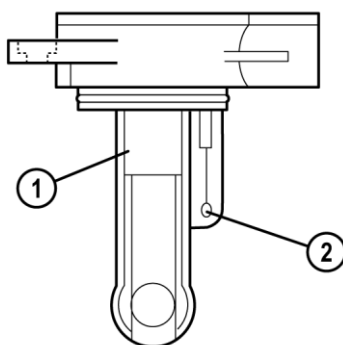
1 Датчик MAF

2 Компенсирующий резистор

3 Нить накала

4 Всасываемый воздух

- Датчик **IAT** (**I**ntake **A**ir **T**emperature = температура всасываемого воздуха) встроен в датчик **MAF** и фиксирует температуру всасываемого воздуха. Датчик **IAT** представляет собой терморезистор с **NTC** (**N**egative **T**emperature **C**oefficient = отрицательный температурный коэффициент), то есть при повышении температуры сопротивление датчика снижается.
- Выходное напряжение датчика **IAT** обратно пропорционально температуре всасываемого воздуха, то есть чем выше температура, тем ниже напряжение.



312\_V1\_01006

1 Датчик MAF

2 Датчик IAT

После замены датчика **MAF** необходимо выполнить сброс настроек **PCM** при помощи диагностического модуля **M-MDS**. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

**Toolbox** → **Powertrain** → **Data reset** → **MAF sensor**

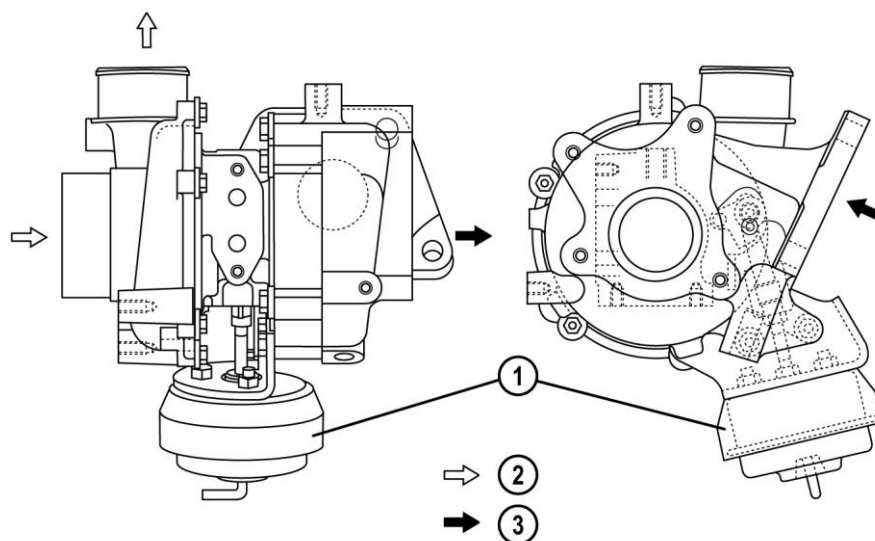
### Диагностика

- Датчик **MAF** проверяется следующим образом:
  - Контроль параметра **MAF** (Mass/Volt)
  - Измерение напряжения
  - Проверка заданного значения массового расхода воздуха за счет параметра **MAF\_DSD** (Mass)

## Турбокомпрессор

- Турбокомпрессор улучшает наполнение цилиндров двигателя, что позволяет соответствующим образом увеличить крутящий момент двигателя и его мощность. Энергия потока отработавших газов приводит в действие ротор, который через вал связан с насосным колесом компрессора, которое осуществляет наддув всасываемого воздуха и передает его в цилиндры.
- В процессе эксплуатации скорость вращения вала турбины может превышать  $200000 \text{ мин}^{-1}$ . Помимо этого, турбокомпрессор подвергается значительным термическим нагрузкам, поскольку температура отработавших газов может достигать  $800^\circ \text{C}$ . Для смазки подшипников турбокомпрессор подключается к системе смазки двигателя. А так же, корпус турбокомпрессора чаще всего охлаждается за счет контура охлаждающей жидкости двигателя.

**ПРИМ:** Повреждение турбокомпрессора, закупорка магистрали рециркуляции масла, или засорение системы вентиляции картера могут стать причиной увеличения утечки масла в турбокомпрессоре. Вследствие этого в камеру сгорания двигателя может попасть моторное масло, что в свою очередь приведет к повреждению катализатора, сажевого фильтра и лямбда-зонда.



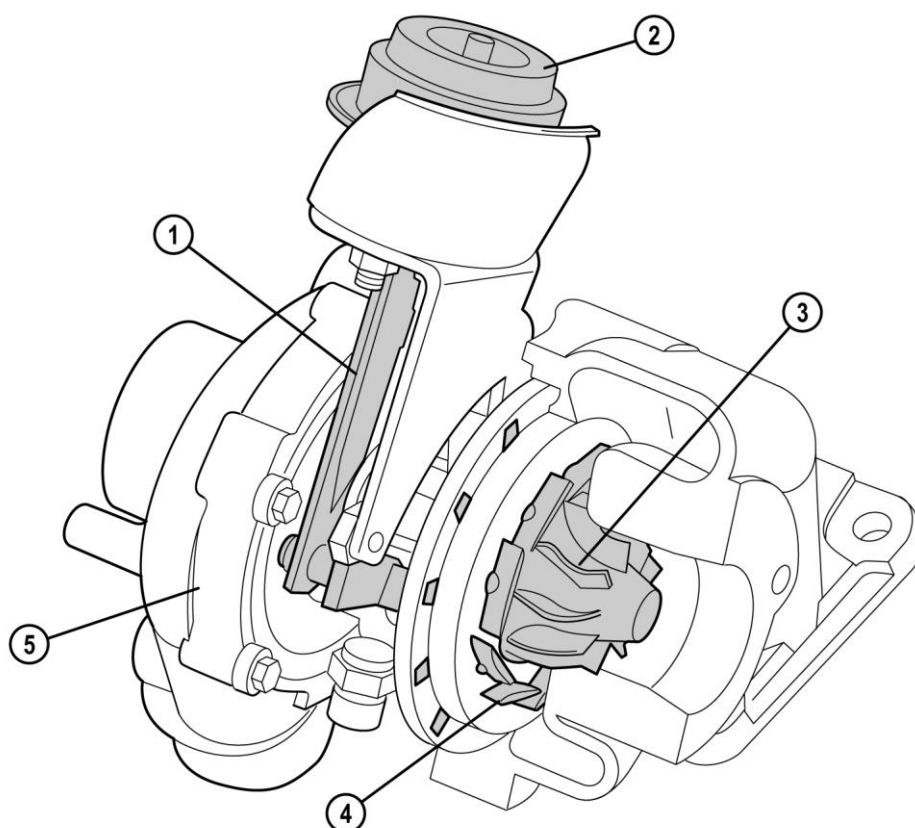
312\_V1\_01007

### Турбокомпрессор двигателя RF-T

- |   |                            |   |                          |
|---|----------------------------|---|--------------------------|
| 1 | Вакуумный привод VBC       | 3 | Поток отработавших газов |
| 2 | Поток всасываемого воздуха |   |                          |

- Современные дизельные двигатели, оборудованные системой Denso Common Rail, оснащены турбокомпрессором с **VGT (Variable Geometry Turbine = изменяемая геометрия турбины)**, в которой давление наддува управляется за счет регулируемых направляющих лопаток. Направляющие лопатки находятся в корпусе турбины и регулируются за счет вакуумного привода.
- Направляющие лопатки изменяют поперечное сечение потока перед колесом турбины, то есть поперечное сечение каналов, по которым поток отработавших газов направляется к колесу турбины. Положение направляющих лопаток определяется блоком управления двигателя (PCM), который управляет электромагнитным клапаном **VBC (Variable Boost Control = управление регулировкой усиления)** и определяет его положение. Это позволяет удерживать давление наддува постоянным в широком диапазоне частоты вращения.

**ПРИМ:** На системе рычагов между вакуумным приводом VBC и турбинными лопатками имеется резьбовой участок. С его помощью на заводе настраивается вакуумный привод. На этом участке запрещается последующее выполнение любых регулировок, поскольку они могут стать причиной серьезных повреждений двигателя и/или турбокомпрессора.

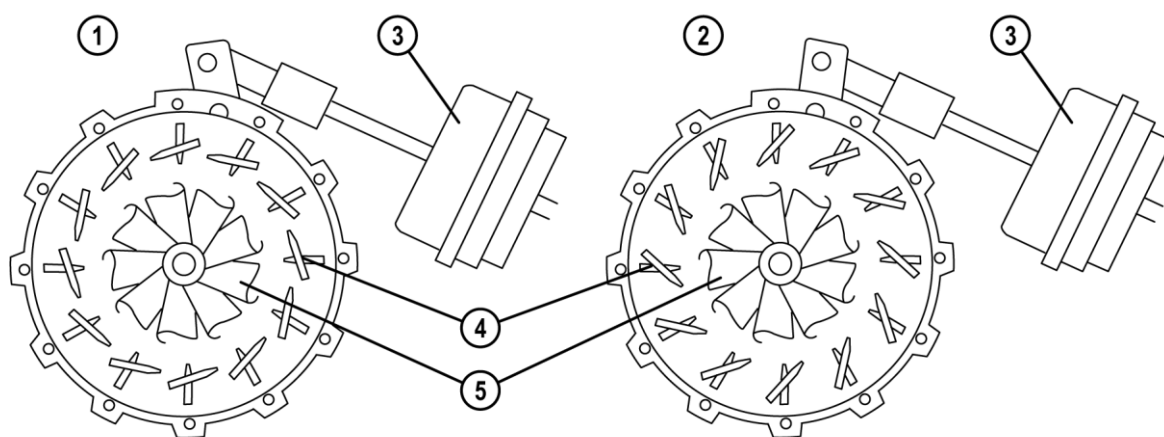


312\_V1\_01008

- 1 Система рычагов
- 2 Вакуумный привод
- 3 Турбина

- 4 Лопатки турбины
- 5 Корпус компрессора

- При низкой скорости вращения двигателя блок управления двигателем (PCM) включает электромагнитный клапан VBC с высокой частотой импульсов, за счет чего вакуумный привод перемещает лопатки турбины в сторону замыкания, сужая поперечное сечение каналов отработавших газов. В результате поток отработавших газов контактирует с колесом турбины на большой скорости, что приводит к повышению давления наддува.
- При высокой скорости вращения двигателя блок управления двигателем (PCM) включает электромагнитный клапан VBC с низкой частотой импульсов. За счет этого лопатки турбины перемещаются в сторону размыкания, расширяя поперечное сечение каналов прохождения отработавших газов. В результате поток отработавших газов контактирует с колесом турбины на низкой скорости, что приводит к снижению или же ограничению давления наддува.



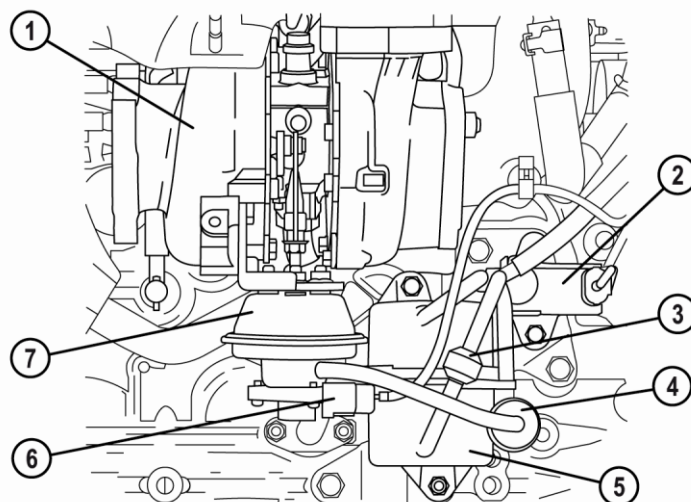
312\_V1\_01009

- |   |   |   |                      |
|---|---|---|----------------------|
| 1 | Положение лопаток турбины для высокого давления наддува | 3 | Вакуумный привод VBC |
| 2 | Положение лопаток турбины для низкого давления наддува  | 4 | Лопатки турбины      |
|   |   | 5 | Колесо турбины       |

**ПРИМ:** При выходе из строя электромагнитного клапана (VBC) лопатки турбины переходят в «состояние покоя», в результате чего создается минимальное давление наддува.

## Датчик положения лопаток турбины

- Турбокомпрессор двигателя R2 оборудован датчиком положения лопаток турбины. Этот датчик встроен в вакуумный привод VBC и посредством потенциометра со скользящим контактом на основании положения вакуумного привода фиксирует положение лопаток турбины. При увеличении угла раскрытия лопаток турбины напряжение на контактах датчика увеличивается. Соответственно напряжение сигнала от датчика к PCM так же увеличивается.



312\_V1\_01058

## Датчик положения лопаток турбины на двигателе R2

- |   |                             |   |                      |
|---|-----------------------------|---|----------------------|
| 1 | Турбокомпрессор             | 5 | Вакуумная камера     |
| 2 | Электромагнитный клапан VBC | 6 | Датчик положения     |
| 3 | Обратный клапан             | 7 | Вакуумный привод VBC |
| 4 | Стабилизатор вакуума        |   |                      |

**Управление давлением наддува**

- Изменение давления наддува происходит за счет изменения режима работы двигателя. Блок управления двигателем (PCM) обрабатывает поступающую в него информацию, рассчитывает необходимое значение давления наддува и соответствующим образом изменяет положение лопаток турбины. Основными параметрами для расчета давления наддува являются:
  - Количество впрыскиваемого топлива
  - Частота вращения коленчатого вала.
  
- Блок управления двигателем (PCM) на основании сигналов, поступающих от датчика абсолютного давления в коллекторе (MAP), непрерывно контролирует давление наддува.

### Диагностика

- Турбокомпрессор проверяется следующим образом:
  - Мониторинг давления наддува с помощью параметра **MAP** (Press/Volt)
  - Мониторинг величины давления наддува с помощью параметра **BOOST\_DSD** (Press)
  - Проверка турбокомпрессора (механическое состояние)
  - Проверка работы лопаток турбины за счет параметра **VBCV#** (Per)
  - Мониторинг положения лопаток турбины с помощью параметра **VBC\_POS** (Volt/mm) (только для двигателя R2)
  - Проверка напряжения сигнала электромагнитного клапана VBC
  - Измерение давления наддува
  - Проверка лопастей турбины

### Проверка турбокомпрессора

- При проверке турбокомпрессора следует визуально осмотреть лопасти турбины и корпус компрессора на наличие износа и повреждений. Проверить осевой и радиальный люфт вала турбокомпрессора. Убедиться, что вал вращается свободно, без заеданий.

### Измерение давления наддува

- Для измерения давления наддува нужно подключить манометр между охладителем воздуха и датчиком MAP. Давление наддува следует измерять под нагрузкой, например, в ходе пробной поездки на автомобиле.

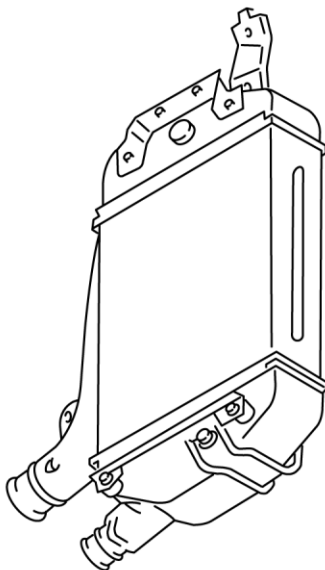
### Проверка срабатывания лопаток турбины

- Подключить к вакуумному приводу VBC ручной вакуумный насос и подать вакуум. Проверить свободу перемещения системы рычагов и их возврат в исходное положение после прекращения подачи вакуума.



**Охладитель воздуха наддува**

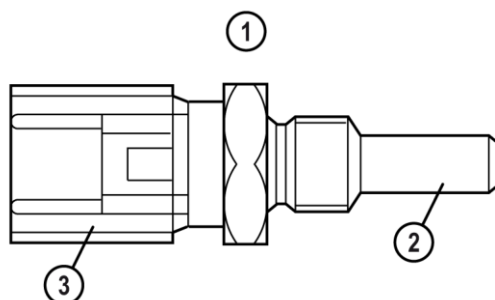
- Охлаждение воздуха наддува повышает мощность двигателя, а также сокращает выбросы вредных веществ в атмосферу. При сжатии воздуха в турбокомпрессоре увеличивается его давление и соответственно температура. Охлаждение наддувочного воздуха обеспечивает дальнейшее повышение мощности двигателя на выходе, поскольку с охлаждением плотность газа увеличивается, а вместе с тем увеличивается и массовый расход воздуха. Кроме того, охлажденный воздух снижает температуру сгорания, что сокращает выброс  $\text{NO}_x$ .



312\_V1\_01010

### Датчик температуры всасываемого воздуха

- Автомобили, оснащенные системой Common Rail фирмы Denso, оборудованы вторым датчиком температуры всасываемого воздуха (IAT), который устанавливается на охладителе воздуха наддува и фиксирует температуру охлажденного воздуха. Этот датчик представляет собой резистор с отрицательным температурным коэффициентом.
- Сигнал, поступающий от датчика IAT, представляет собой поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на плотность воздуха.



312\_V1\_01011

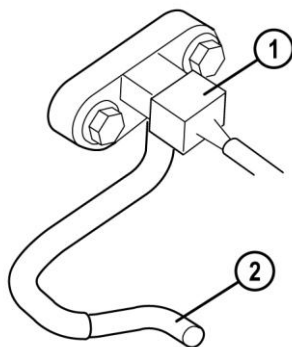
- |  |                  |
|--|------------------|
| 1 Датчик IAT   | 3 Разъем датчика |
| 2 Резистор с отрицательным температурным коэффициентом |                  |

### Диагностика

- Датчик IAT проверяется следующим образом:
  - Проверка PID параметра **IAT** (Temp/Volt)
  - Измерение напряжения
  - Измерение сопротивления

### Датчик абсолютного давления во впускном коллекторе

- Датчик **MAP** (**Manifold Absolute Pressure** = абсолютное давление во впускном коллекторе, называемый также датчиком давления наддува) подключается к впускному коллектору и фиксирует абсолютное давление в нем.
- Этот датчик состоит из пьезоэлектрического элемента, установленного в вакуумной камере. При изменении формы пьезоэлектрического элемента под воздействием давления изменяется и его электрическое сопротивление. Напряжение на выходе датчика MAP пропорционально абсолютному давлению во впускном коллекторе, то есть чем выше давление, тем выше выходное напряжение.
- Сигнал, поступающий от датчика MAP, используется блоком управления двигателем (PCM) в основном для регулировки давления наддува, а также в качестве поправочного коэффициента для регулировки количества впрыскиваемого топлива. Этот сигнал также применяется при рециркуляции отработавших газов и для регенерации фильтра твердых частиц (DPF).



312\_V1\_01012

1 Датчик MAP

2 Вакуумная магистраль к впускному коллектору

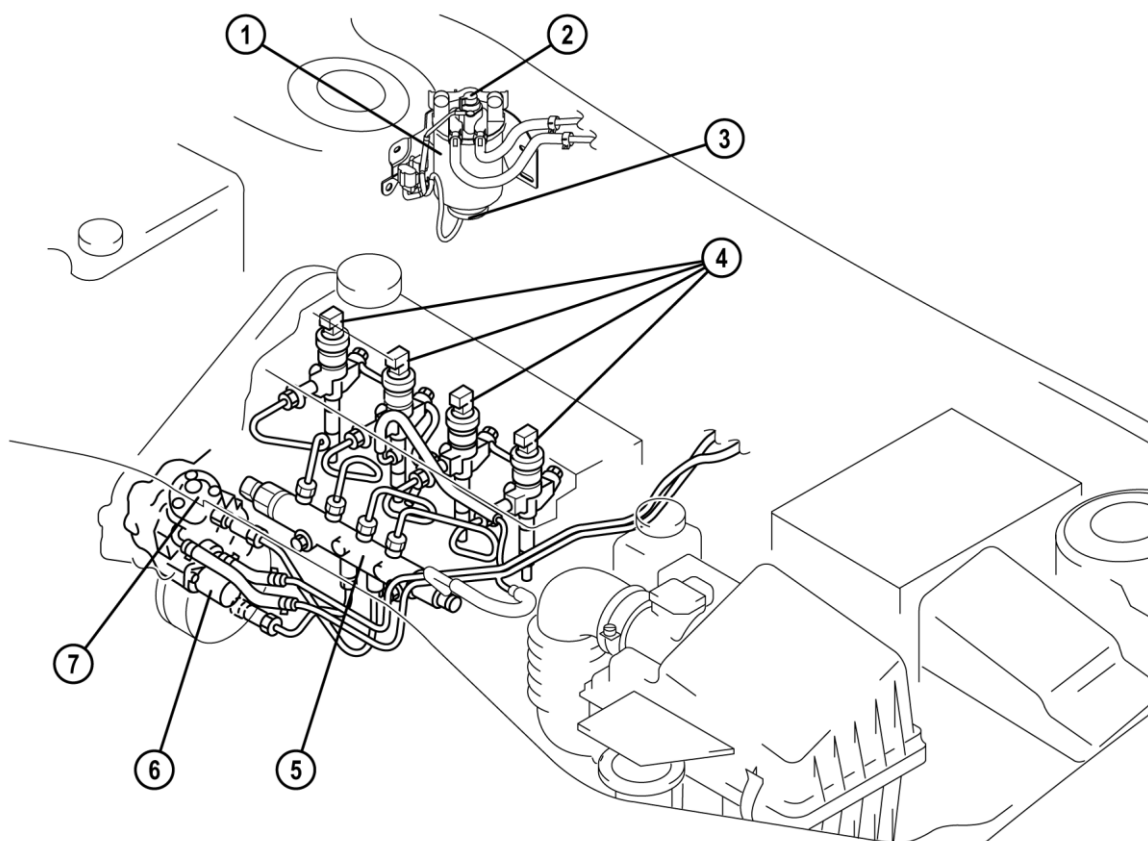
### Диагностика

- Датчик MAP проверяется следующим образом:
  - Проверка PID параметра **MAP** (Press/Volt)
  - Измерение напряжения

## Топливная система

- Топливная система с общей магистралью обеспечивает достаточное количество топлива в различных эксплуатационных режимах двигателя.
- Топливная система с общей магистралью состоит из следующих компонентов:
  - Система низкого давления
  - Система высокого давления
  - Система управления давлением топлива
  - Система управления впрыском

## Схема расположения компонентов системы

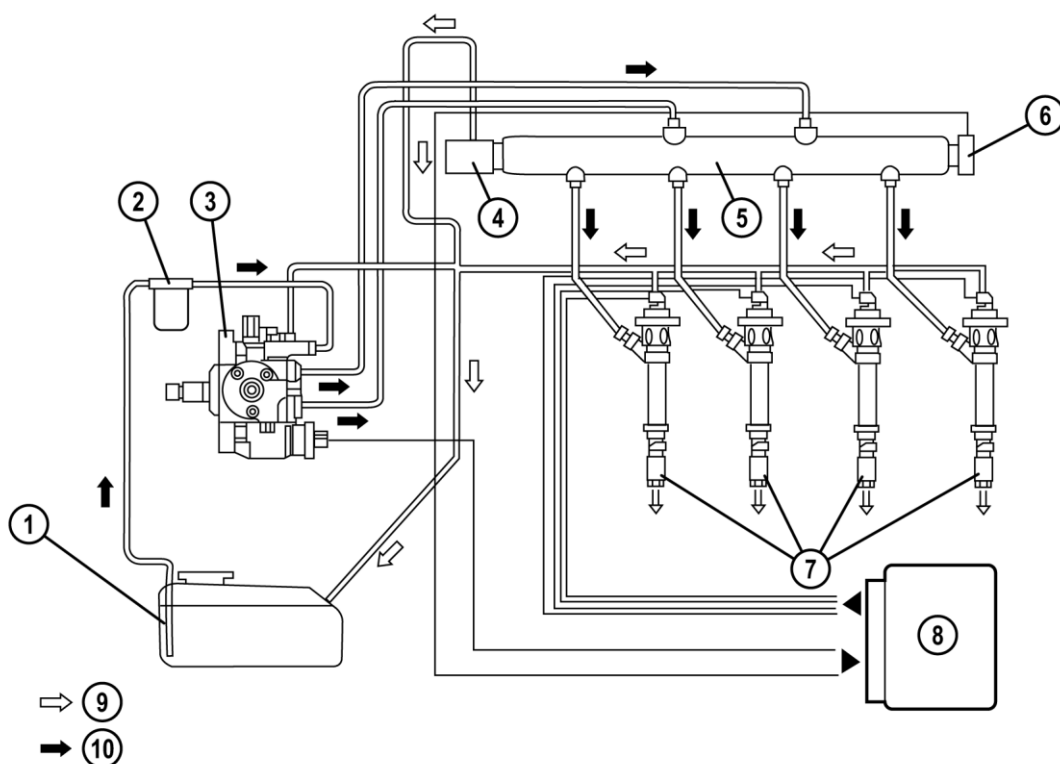


312\_V1\_01013

### Топливная система автомобиля Mazda5 с двигателем RF-T

- |   |                       |   |                            |
|---|-----------------------|---|----------------------------|
| 1 | Топливный фильтр      | 5 | Общая топливная магистраль |
| 2 | Подогреватель топлива | 6 | Дросселирующий клапан      |
| 3 | Датчик уровня воды    | 7 | Насос высокого давления    |
| 4 | Форсунки              |   |                            |

## Обзор системы



312\_V1\_01014

## Система Denso Common Rail-для двигателя RF-T

- |   |                            |    |                         |
|---|----------------------------|----|-------------------------|
| 1 | Топливный бак              | 6  | Датчик давления топлива |
| 2 | Топливный фильтр           | 7  | Форсунки                |
| 3 | Насос высокого давления    | 8  | PCM                     |
| 4 | Дросселирующий клапан      | 9  | Возврат топлива         |
| 5 | Общая топливная магистраль | 10 | Подача топлива          |

**ПРИМ:** Для обеспечения правильности работы топливной системы разрешается использовать только дизельное топливо на основе минеральных масел, соответствующее требованиям стандарта DIN EN 590. Использование **FAME** (**F**atty **A**cid **M**ethyl **E**ster = метиловые эфиры жирных кислот), также называемых биодизельным топливом, строгойше запрещено, поскольку это может стать причиной серьезных повреждений топливной системы (например, коррозия, заклинивание насоса, повреждение уплотнений). Максимально допустимый объем добавляемого топлива FAME не должен превышать 7%, поскольку в некоторых странах биодизельное топливо используется в качестве составных компонентов для дизельного топлива, изготавливаемого на основе минеральных масел.

**ПРИМ:** Добавление в дизельное топливо других компонентов (например, бензин, присадки) строгойше запрещено, поскольку они могут стать причиной серьезных повреждений элементов топливной системы (например, заклинивание насоса).

## Инструкция по работе с топливной системой

- Любые работы с топливной системой дизельного двигателя должны выполняться исключительно квалифицированным персоналом, ознакомленным с соответствующими правилами техники безопасности. Необходимо следовать всем правилам и положениям, относящимся к:
  - Положениям, изданным органами здравоохранения
  - Профилактике несчастных случаев
  - защите окружающей среды

## Подготовительные работы

- До начала работы с топливной системой необходимо принять следующие меры:
  - Участок выполнения работ должен быть чистым и свободным от пыли.
  - Чувствительные элементы системы (топливный насос высокого давления, топливную магистраль, магистраль высокого давления, форсунки) необходимо прочистить перед снятием .
  - Одежда механиков должна быть чистой.
  - Сразу после снятия системы необходимо закрыть все отверстия специальными заглушками, что бы предотвратить попадание инородных частиц в систему.
  - Во время выполнения работ все элементы системы должны храниться в месте свободном от пыли.
  - При сборке системы необходимо использовать откалиброванный динамометрический ключ для соблюдения установленных моментов затяжки крепежных болтов, особенно для магистрали высокого давления.

**ПРИМ:** Применение топливных присадок для чистки металлических компонентов топливной системы или нанесения на них защитного слоя, недопустимо.

## Техника безопасности

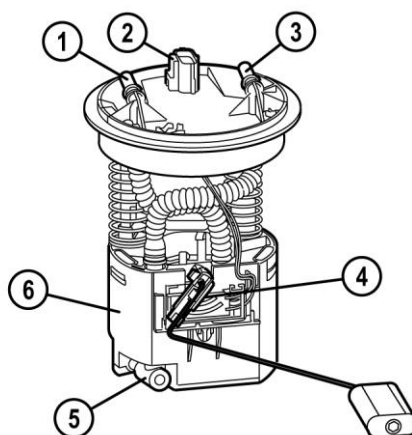
- При проведении ремонтных работ необходимо придерживаться следующих требований:
  - Запрещается работать в непосредственной близости от открытого огня или искр. Категорически запрещается курить.
  - Запрещается выполнение работ с системой высокого давления при работающем двигателе.
  - После выключения двигателя следует подождать по крайней мере 30 секунд пока давление в системе не спадет. Только после этого разрешается приступить к работе.
  - При работающем двигателе следует находиться на безопасном расстоянии на случай возможного образования факелов топлива, поскольку они могут стать причиной тяжелых травм.
  - При работающем двигателе запрещается подносить руки к участку предполагаемой утечки в системе высокого давления.

## Система низкого давления

- Система низкого давления в автомобилях, оборудованных системой впрыска топлива с общей магистралью фирмы Denso, в основном состоит из следующих компонентов:
  - Топливного бака
  - Топливного фильтра с ручным насосом и датчиком уровня воды
  - Подогревателя топлива
  - Подающего насоса
  - Редукционного клапана
  - Перепускного клапана

## Узел топливного насоса

- Топливный узел состоит из датчика уровня топлива, буферного топливного резервуара, и насоса. В буферном топливном резервуаре поддерживается постоянный уровень топлива, который должен обеспечить бесперебойную подачу топлива в топливную магистраль. Топливоподающий насос в узле топливного бака отсутствует.
- Насос обеспечивает постоянный уровень топлива в буферном топливном резервуаре. Возвращаемое из двигателя топливо, проходит через насос и за счет этого топливо подсасывается из топливного бака в буферный топливный резервуар. Это предотвращает падение мощности двигателя из-за нехватки топлива.



312\_V1\_01015

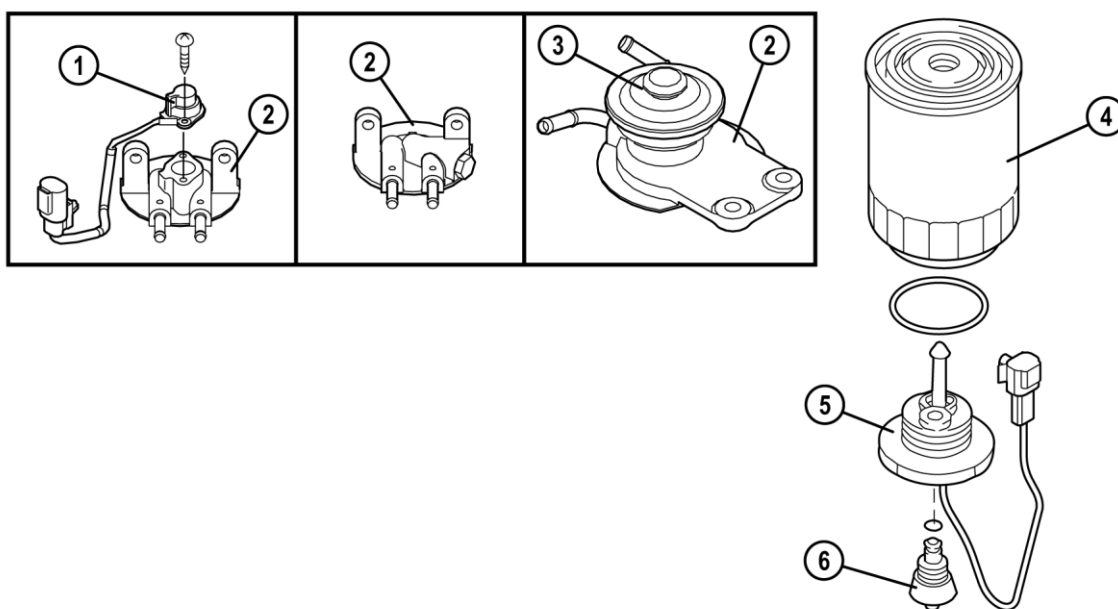
- |   |   |   |                              |
|---|---|---|------------------------------|
| 1 | Патрубок подающей магистрали (к топливному фильтру) | 4 | Датчик уровня топлива        |
| 2 | Разъем датчика уровня топлива                       | 5 | Насос                        |
| 3 | Патрубок возвратной магистрали                      | 6 | Буферный топливный резервуар |



## Топливный фильтр

- Поскольку в системах впрыска дизельного топлива на стороне высокого давления используются компоненты, изготовленные с высокой точностью, топливо должно подвергаться чрезвычайно тонкой фильтрации, чтобы предотвратить чрезмерный износ и повреждения элементов. Интервалы замены фильтра зависят от его объема, а также от степени загрязнения топлива (смотри инструкцию по техническому обслуживанию автомобилей).
- В зависимости от модели автомобиля и условий его эксплуатации узел топливного фильтра может быть дополнительно оборудован подогревателем топлива и/или ручным насосом.

**ПРИМ:** Чрезмерно засоренный патрон топливного фильтра может стать причиной недостаточной подачи топлива. Кроме того, негерметичность топливного фильтра может привести к попаданию воздуха в систему низкого давления.



312\_V1\_01016

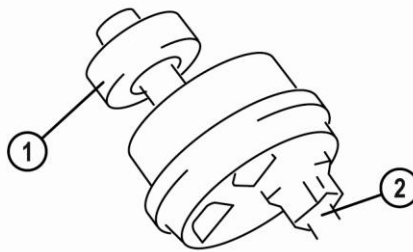
- 1 Подогреватель топлива
- 2 Корпус фильтра
- 3 Ручной насос

- 4 Топливный фильтр
- 5 Датчик уровня воды
- 6 Болт слива воды

- Вода, попадающая в топливо в результате конденсации и загрязнения, может стать причиной коррозии компонентов системы впрыска дизельного топлива, поэтому ее необходимо отделять от топлива. Поскольку плотность воды выше плотности топлива, она оседает в нижней части патрона фильтра (водоотделителе). Эту воду необходимо регулярно сливать в соответствии с заданными интервалами технического обслуживания (смотри инструкцию по техническому обслуживанию автомобилей).

### Датчик уровня воды

- Датчик уровня воды установлен в нижней части топливного фильтра и фиксирует уровень воды в водоотделителе. Этот датчик состоит из поплавка со встроенным кольцевым магнитопроводом и герконом. Если количество воды превосходит заданное предельное значение, то срабатывает геркон, который включает сигнальную лампу уровня воды на панели приборов.



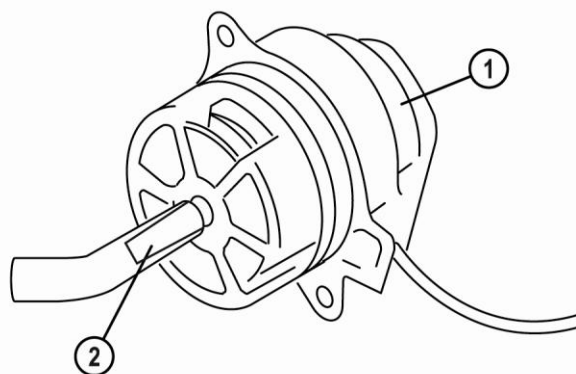
312\_V1\_01017

1 Поплавок

2 Разъем

## Подогрев топлива

- При низкой температуре окружающей среды парафиновые кристаллы, выделяющиеся из топлива, могут стать причиной засорения топливного фильтра. Присадки в дизельном топливе поддерживают его фильтруемость до  $-22^{\circ}\text{C}$ . Однако в неблагоприятных условиях выделение кристаллов начинается уже при температуре в  $0^{\circ}\text{C}$ . Этот процесс предотвращается за счет использования подогревателя топлива, который встраивается в крышку фильтра и состоит из вакуумного выключателя и нагревательного элемента.
- Если двигатель эксплуатируется при низких температурах, а выделяющиеся из топлива парафиновые кристаллы, забивают топливный фильтр, то разрежение в подводящем трубопроводе возрастает. Если разрежение превышает заданное предельное значение, то контакт замыкается и включается нагревательный элемент. Вырабатываемое тепло растворяет парафиновые кристаллы, а разрежение уменьшается. Если разрежение падает ниже определенного значения, то контакт вакуумного выключателя размыкается, а нагревательный элемент выключается.



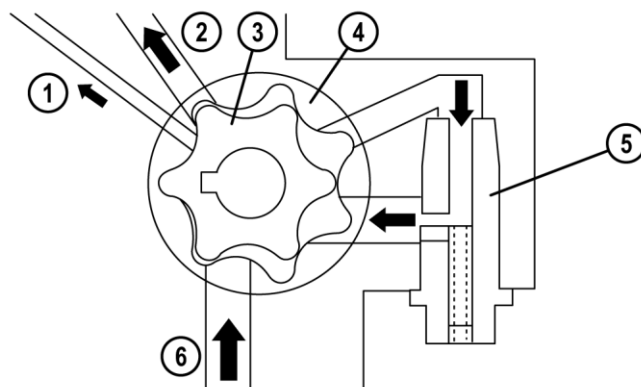
312\_V1\_01018

1 Нагревательный элемент

2 Подвод вакуума

## Роторный топливный насос

- Для подкачки топлива в насос высокого давления встроен механический подкачивающий насос. Через фильтр он подсасывает топливо из топливного бака и непрерывно подает его в полость насоса высокого давления. Мощность подачи подкачивающего насоса всегда больше, чем количество топлива, которое необходимо для общей топливной магистрали. Избыточное топливо охлаждает насос высокого давления и через обратный трубопровод возвращается в топливный бак.
- Для подачи топлива система Denso Common Rail оборудована роторным подкачивающим насосом. Этот насос состоит из колеса с 6 внутренними зубьями (внутренний ротор) и колеса с 7 внешними зубьями (внешний ротор), которые вращаются на двух различных осях вращения. Внутренний ротор приводится в действие валом насоса и в свою очередь вращает внешний ротор. За счет этого из больших полостей всасывается топливо, которое попадает под давление ввиду уменьшающихся полостей. Поскольку насос приводится в действие двигателем, объем его подачи зависит от частоты вращения двигателя.

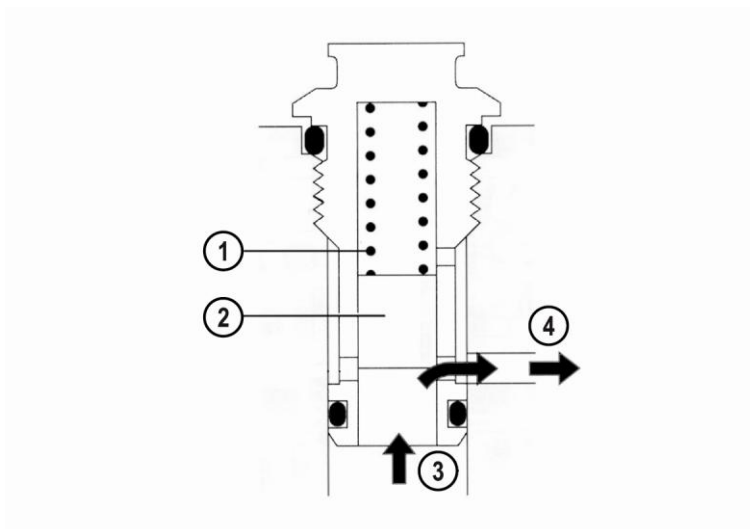


312\_V1\_01019

- |   |  |
|---|--|
| 1 Напорная сторона (во внутреннюю полость насоса)         | 4 Внешний ротор                              |
| 2 Напорная сторона (к элементам насоса высокого давления) | 5 Редукционный клапан                        |
| 3 Внутренний ротор  | 6 Сторона всасывания (от топливного фильтра) |

## Редукционный клапан

- Редукционный клапан управляет количеством топлива, возвращаемым к стороне впуска подкачивающего топливного насоса, а значит и напором насоса. Клапан встроен в насос высокого давления и включает в себя подпружиненный поршень. Если давление на напорной стороне насоса превышает заданное предельное значение, то редукционный клапан открывается, а избыточное топливо возвращается к стороне впуска насоса.

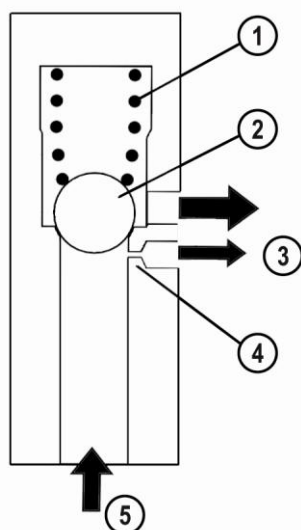


312\_V1\_01020

- |  |   |
|--|---|
| 1 Пружина  | 4 К подкачивающему насосу<br>(сторона всасывания) |
| 2 Поршень  |   |
| 3 Со стороны подкачивающего насоса<br>(напорная сторона) |   |

## Перепускной клапан

- Перепускной клапан управляет количеством топлива, возвращаемым в топливный бак, а значит и давлением внутри насоса. Кроме того, перепускной клапан обеспечивает возможность автоматического вентилирования насоса высокого давления.
- Этот клапан встроен в насос высокого давления и состоит из дроссельного отверстия и подпружиненного шарика. Если давление внутри насоса ниже заданного предельного значения, то избыточное топливо через дроссельное отверстие перетекает в обратный топливный трубопровод, а оттуда обратно в топливный бак. Если давление внутри насоса превышает заданное предельное значение, то шариковый клапан открывается, а избыточное топливо отводится обратно в топливный бак.



312\_V1\_01021

- 1 Пружина
- 2 Шарик клапана
- 3 К топливному баку

- 4 Дроссельное отверстие
- 5 От внутренней полости насоса

**Диагностика**

- Конструктивные элементы системы низкого давления проверяются следующим образом:
  - Измерение давления на датчике уровня воды
  - Измерение сопротивления датчика уровня воды
  - Измерение напряжения подогревателя топлива
  - Измерение сопротивления подогревателя топлива
  - Измерение вакуума в подающем топливном трубопроводе
  - Измерение давления в обратном топливном трубопроводе
  - Проверка подающего топливного трубопровода на предмет засорения
  - Проверка обратного топливного трубопровода на предмет засорения
  - Проверка системы низкого давления на предмет доступа воздуха
  - Проверка системы низкого давления на предмет наличия продуктов износа

**Измерение вакуума в подающей топливной магистрали**

- Подключить манометр к присоединительному отверстию на подводящем топливопроводе и стравить воздух из системы при помощи насоса ручной подкачки. После этого замерить давление топлива на холостом ходу или прокрутить двигатель стартером (если двигатель не заводится). Если разрежение значительно превышает нормативное значение, это указывает на засорение топливного фильтра или сужение в подводящем топливопроводе. Если разрежение значительно ниже нормативного значения, следует проверить сторону низкого давления в насосе высокого давления (смотри раздел «Диагностика системы высокого давления»).

**Измерение давления в обратном топливопроводе**

- Подключить к обратному трубопроводу манометр (у передней стенки кузова). После этого следует измерить давление топлива на холостом ходу или при прокручивании двигателя стартером (если двигатель не заводится). Если давление значительно превышает нормативное значение, это указывает на сужение в обратном топливопроводе. Если измеренное давление значительно ниже нормативного значения, следует проверить сторону низкого давления в насосе высокого давления (смотри раздел «Диагностика системы высокого давления»).

### Проверка топливной магистрали на предмет засорения

- Отсоединить магистраль у топливного фильтра и на её место подсоединить самодельную магистраль. Погрузить другой конец этой магистрали в отдельный резервуар с топливом, заполненный топливом. Затем при помощи ручного насоса стравить из нее воздух и запустить двигатель. Если двигатель работает нормально, это указывает на сужение в подводящем топливопроводе на участке от топливного бака к топливному фильтру.

**ПРИМ:** Поскольку инородные тела, содержащиеся в топливе, забивают топливный фильтр, необходимо гарантировать абсолютную чистоту отдельного резервуара с топливом.

### Проверка обратного топливопровода на предмет засорения

- Отсоединить обратный топливопровод и подсоединить к металлическому трубопроводу самодельный топливопровод. Погрузить другой конец этого самодельного топливопровода в отдельный резервуар с топливом. Затем запустить двигатель. Если двигатель работает нормально, это указывает на засорение в обратном топливопроводе на участке от передней стенки кузова к топливному баку.

### Проверка системы низкого давления на наличие в ней воздуха

- Отсоединить обратный топливопровод от насоса высокого давления, а вместо него смонтировать прозрачный топливопровод. Затем запустить двигатель и проверить проходят ли через прозрачный трубопровод пузырьки воздуха. Пузырьки воздуха большого размера указывают на негерметичность в системе низкого давления.

**ПРИМ:** Поскольку в подводящей топливной магистрали на участке между топливным баком и насосом высокого давления создается постоянный вакуум, трещины в трубопроводе могут остаться незамеченными. Помимо этого, причиной притока воздуха могут быть засоренные конструктивные элементы или перегиб топливопроводов на стороне низкого давления вызванный повышением разрежения.



### Проверка системы низкого давления на наличие продуктов износа

- Демонтировать топливный фильтр и слить его содержимое в чистую емкость. Затем подождать 30 минут, чтобы частицы осели на дно емкости. Провести магнитом по днищу емкости, чтобы проверить содержатся ли в топливе металлические продукты износа. Наличие в системе чрезмерного количества продуктов износа металла может быть признаком повреждения насоса высокого давления.

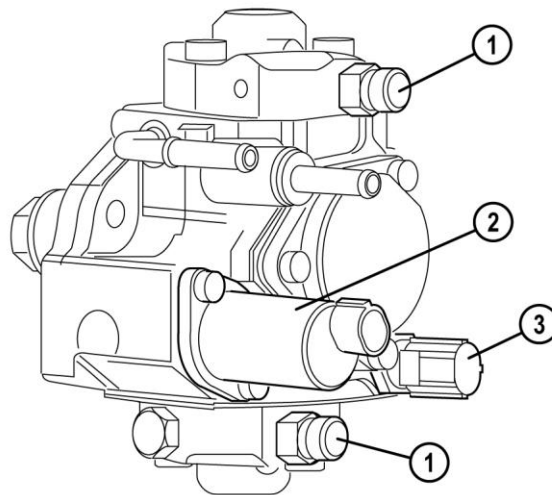
**ПРИМ:** При наличии в системе низкого давления значительного количества продуктов износа, поступающих из системы высокого давления, необходимо заменить насос высокого давления, форсунки и топливный фильтр. Кроме того, следует промыть дизельным топливом все остальные элементы на стороне высокого и низкого давления топливной системы (подводящий топливопровод, обратный топливопровод, общую топливную магистраль и магистраль высокого давления).

## Система высокого давления

- Система высокого давления на автомобилях, которые оснащены системой впрыска топлива с общей магистралью фирмы Denso, в основном состоит из следующих компонентов:
  - Радиально-поршневой насос высокого давления
  - Общая топливная магистраль с редукционным клапаном

## Насос высокого давления

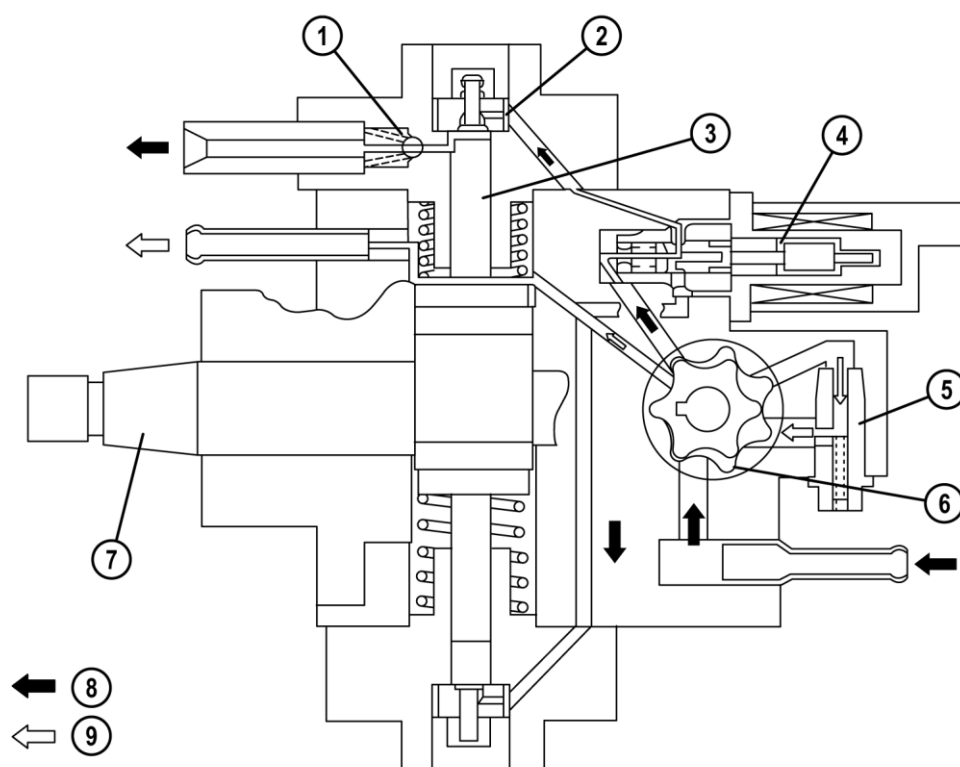
- В системе Denso Common Rail радиально-поршневой насос с двумя плунжерными парами служит для создания высокого давления.



312\_V1\_01022

- |   |                            |   |                            |
|---|----------------------------|---|----------------------------|
| 1 | Патрубок высокого давления | 3 | Датчик температуры топлива |
| 2 | Дросселирующий клапан      |   |                            |

**ПРИМ:** Насос высокого давления не подлежит демонтажу. При неисправности насоса, дроссельного клапана или температурного датчика следует обратиться к производителю насоса высокого давления для его ремонта или замены.

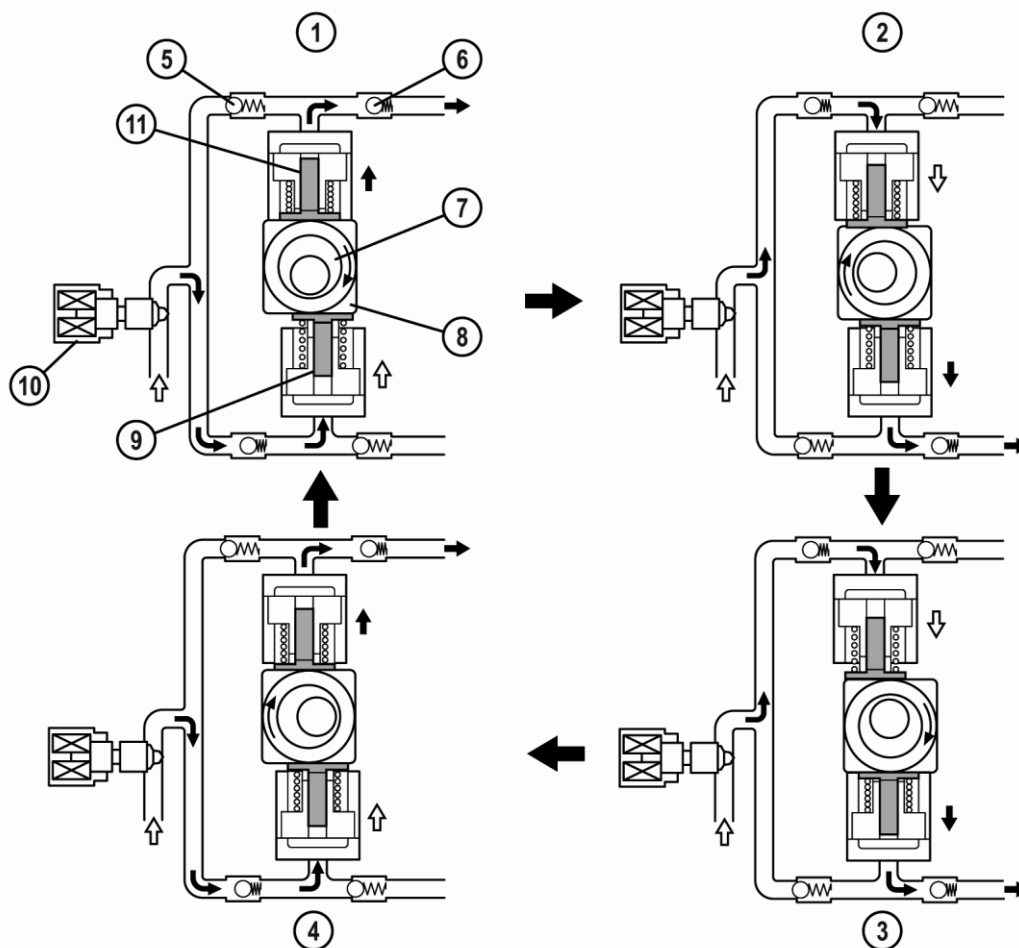


312\_V1\_01023

- |   |                     |   |                       |
|---|---------------------|---|-----------------------|
| 1 | Выпускной клапан    | 6 | Топливоподающий насос |
| 2 | Впускной клапан     | 7 | Приводной вал         |
| 3 | Поршень насоса      | 8 | Подвод топлива        |
| 4 | Дроссельный клапан  | 9 | Возврат топлива       |
| 5 | Редукционный клапан |   |                       |

## Радиально-поршневой насос

- Радиально-поршневой насос создает высокое давление и подает топливо в общую топливную магистраль. Он является составной частью насоса высокого давления и состоит из приводного вала с эксцентриком, поршня, а также впускного и выпускного клапана.



312\_V1\_01024

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| 1 Поршень насоса А: завершение фазы давления/<br>Поршень насоса В: завершение фазы всасывания | 5 Впускной клапан     |
| 2 Поршень насоса А: начало фазы всасывания/<br>Поршень насоса В: начало фазы давления         | 6 Выпускной клапан    |
| 3 Поршень насоса А: завершение фазы всасывания/<br>Поршень насоса В: завершение фазы давления | 7 Эксцентрик          |
| 4 Поршень насоса А: начало фазы давления/<br>Поршень насоса В: начало фазы всасывания         | 8 Кулачковая обойма   |
|   | 9 Поршень насоса В    |
|   | 10 Дроссельный клапан |
|   | 11 Поршень насоса А   |

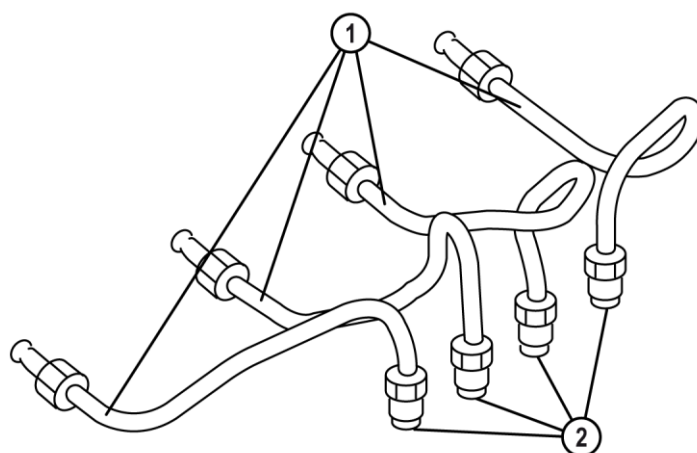
- Частота вращения приводного вала с эксцентриком составляет половину частоты вращения двигателя. Подпружиненные поршни насоса прижимаются к кулачку, который преобразует поворотное движение приводного вала в поступательное движение поршней насоса.
- Когда поршень насоса перемещается из верхней мертвой точки в нижнюю мертвую точку, через открытый впускной клапан в камеру высокого давления поступает топливо (фаза всасывания). Когда поршень насоса затем перемещается из нижней мертвой точки в верхнюю мертвую точку (рабочий ход), впускной клапан закрывается, и топливо в нагнетательной камере сжимается (фаза давления).
- При повышении давления в камере открывается выпускной клапан, и через магистраль высокого давления в общую топливную магистраль подается топливо. Рабочий ход завершается после того как давление в нагнетательной камере оказывается ниже давления в высоконапорном трубопроводе и выпускной клапан закрывается (завершение фазы давления).
- После замены насоса высокого давления при помощи диагностического модуля M-MDS необходимо восстановить адаптационные значения, сохраненные в блоке управления двигателем (PCM). Для этого в диагностическом модуле следует выбрать следующую опцию: **Toolbox** → **Powertrain** → **Data reset** → **Fuel pump**.

**ПРИМ:** Во избежание значительных колебаний давления в общей топливной магистрали при установке насоса высокого давления следует обратить особое внимание на правильное расположение установочных меток (фазы газораспределения).

### **Магистраль высокого давления**

- Магистраль высокого давления соединяет насос высокого давления с общей топливной магистралью, а общую магистраль с отдельными форсунками. Во избежание колебаний давления и образования трещин, вызванных вибрацией, трубопроводы изготовлены из толстостенных бесшовных стальных труб, обладающих большим радиусом изгиба. Эти трубопроводы обладают одинаковой длиной и одинаковым внутренним диаметром. За счет этого на все форсунки подается одинаковое давление топлива.

**ПРИМ:** Поскольку радиусы изгиба магистрали высокого давления в точности рассчитаны для системы, в процессе установки категорически запрещается их гнуть. Для обеспечения герметичности магистрали высокого давления следует в установленной последовательности завернуть патрубки высокого давления с заданным моментом затяжки. Поскольку в процессе монтажа коническая поверхность уплотнений магистрали деформируется, на двигателе RF-T магистраль высокого давления разрешается демонтировать и монтировать только пять раз. Если же она демонтируется в шестой раз - необходимо заменить на новую.



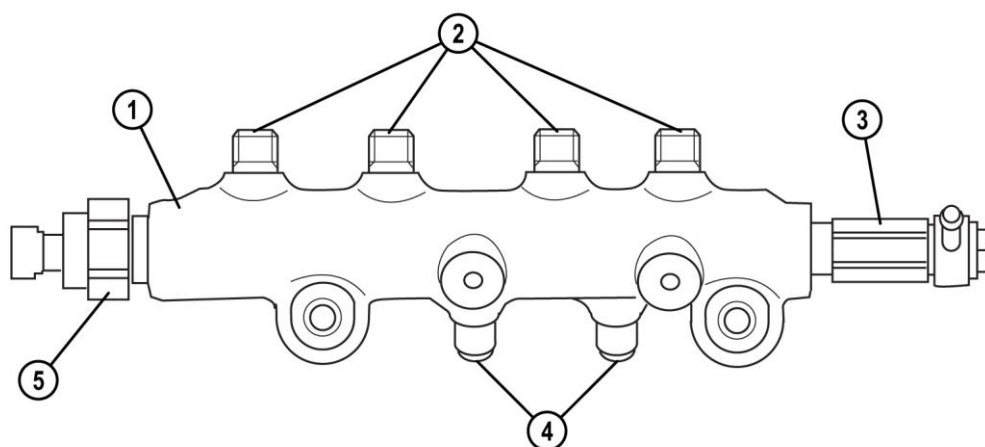
312\_V1\_01025

**Топливная магистраль высокого давления двигателя RF-T**

- 1 Топливные трубки высокого давления      2 Патрубки высокого давления

## Общая топливная магистраль

- В общей топливной магистрали постоянно поддерживается высокое давление согласно условий работы (от 33 до 180 МПа для двигателя RF-T или от 25 до 200 МПа для двигателя R2). Перемещения поршня ТНВД, а также раскрытие и закрытие форсунок вызывают колебания давления в системе высокого давления. Система Common Rail сконструирована так, что за счет своего достаточно большого объема она сводит к минимуму колебания давления. С другой стороны, объем общей топливной магистрали достаточно мал, чтобы за кратчайшее время создать необходимое давление топлива.



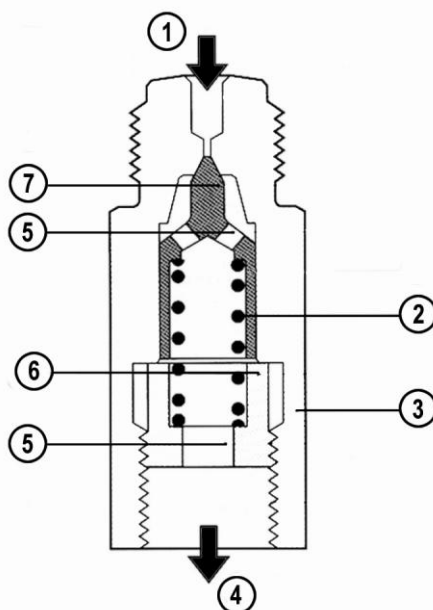
312\_V1\_01026

### Общая топливная магистраль для двигателя RF-T

- |   |                                |   |  |
|---|--------------------------------|---|--|
| 1 | Общая топливная магистраль     | 4 | Патрубки (со стороны высокого давления насоса) |
| 2 | Патрубки (со стороны форсунок) | 5 | Датчик давления топлива                        |
| 3 | Редукционный клапан            |   |  |
- После выключения двигателя давление в общей топливной магистрали со стороны насоса высокого давления и со стороны форсунок снижается. Скорость снижения давления зависит от давления топлива и его температуры. Поэтому после выключения двигателя необходимо подождать некоторое время, прежде чем вскрывать систему со стороны высокого давления.

## Редукционный клапан

- В случае сбоя редукционный клапан защищает сторону высокого давления системы от чрезмерно высоких давлений. Клапан встроен в общую топливную магистраль и оборудован подпружиненной иглой. Если давление в общей топливной магистрали превышает максимально допустимое значение равное около 220 МПа (RF-T) или 241 МПа (R2), то клапан открывается и избыточное топливо возвращается в топливный бак. При снижении давления до 50 МПа редукционный клапан закрывается.



312\_V1\_01027

- |   |                               |   |                  |
|---|-------------------------------|---|------------------|
| 1 | От общей топливной магистрали | 5 | Проточные каналы |
| 2 | Пружина                       | 6 | Стопор           |
| 3 | Корпус клапана                | 7 | Игла клапана     |
| 4 | К топливному баку             |   |                  |

**ПРИМ:** Запрещается отсоединять или демонтировать редукционный клапан в общей топливной магистрали. При неисправности клапана заменяется вся общая топливная магистраль в сборе.



## Диагностика

- Насос высокого давления проверяется следующим образом:
  - Проверка стороны низкого давления в ТНВД
  - Проверка стороны высокого давления в ТНВД

### Проверка стороны низкого давления в ТНВД

- Отсоединить штекерный разъем форсунок, чтобы закрыть дроссельный клапан, а затем отсоединить обратный топливопровод от насоса высокого давления. После этого подключить к насосу самодельный топливопровод и опустить другой конец этого топливопровода в мерный резервуар. Прокрутить двигатель стартером на протяжении 10 секунд и проверить количество поданного топлива. Если количество поданного топлива гораздо меньше соответствующего опорного значения, это может указывать на неисправность ТНВД.

**ПРИМ:** Проверку стороны низкого давления высоконапорного насоса разрешается выполнять только при условии, что давление топлива при прокручивании двигателя стартером ниже 10 МПа, а диагностика показала, что система низкого давления на участке от топливного бака к насосу высокого давления исправна.

### Проверка стороны высокого давления ТНВД

- Отсоединить штекерный разъем от дозирующего топливного клапана, чтобы добиться максимального давления топлива, а затем отсоединить штекерный разъем форсунок, чтобы предотвратить впрыск топлива. Прокрутить двигатель стартером в течение 5 секунд, контролируя давление топлива за счет PID параметра **FRP** (Press). Если давление топлива значительно ниже опорного значения, это указывает на возможную неисправность насоса высокого давления или одной из форсунок. Чтобы до замены насоса высокого давления исключить неисправность форсунки следует проверить количество возвращаемого топлива (смотри раздел «Диагностика системы управления впрыском топлива»).

**ПРИМ:** Прокручивать двигатель стартером следует не дольше 5 секунд, а проверку повторять не чаще двух раз. В противном случае возможно повреждение насоса высокого давления.

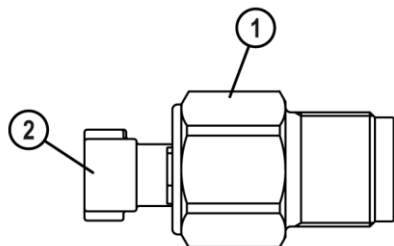
**ПРИМ:** Это проверку следует выполнять только в том случае, если диагностика подтвердила исправность системы низкого давления, включая сторону низкого давления ТНВД.

### Система регулирования давления топлива

- В общей топливной магистрали процесс повышения давления и впрыска топлива независимы друг от друга, то есть в любых эксплуатационных условиях давление топлива может быть задано вне зависимости от количества впрыскиваемого топлива.
- Система регулировки давления топлива в основном состоит из следующих компонентов:
  - Датчик давления топлива
  - Дозирующий топливный клапан

### Датчик давления топлива

- Датчик давления топлива установлен в общей топливной магистрали и за счет пьезоэлемента фиксирует давление в системе. Напряжение на выходе датчика пропорционально давлению топлива, то есть чем выше давление, тем выше напряжение.
- Подаваемый датчиком сигнал, используется для управления количеством впрыскиваемого топлива и временем впрыска, а также воздействует на процесс рециркуляции отработавших газов.



312\_V1\_01028

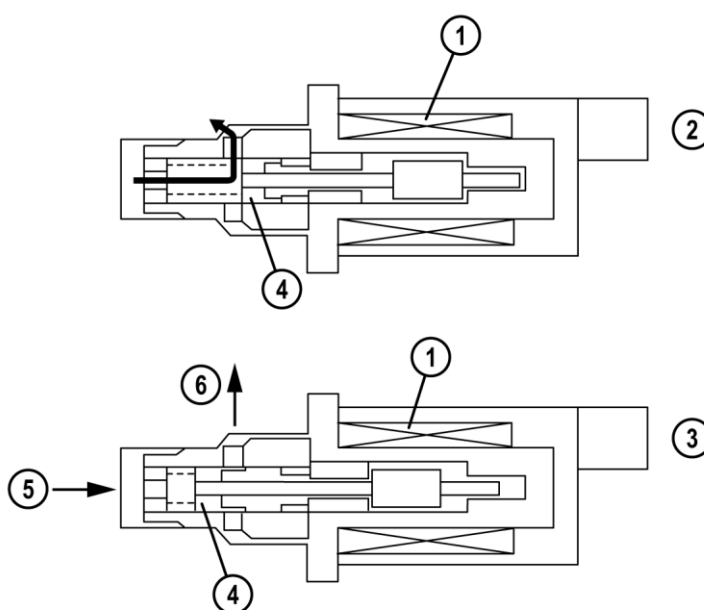
1 Датчик давления топлива

2 Электрический разъем

**ПРИМ:** Запрещается отсоединять или демонтировать датчик давления топлива. При неисправности датчика заменяется вся общая топливная магистраль в сборе.

## Дозирующий топливный клапан

- Клапан **SCV** (**Suction Control Valve** = дозирующий топливный клапан) управляет всасываемым объемом ТНВД, а значит и объемом подачи в общую топливную магистраль. В зависимости от эксплуатационных условий соответствующим образом изменяется давление топлива в магистрали. Клапан SCV установлен в насосе высокого давления и изменяет поперечное сечение канала между топливоподкачивающим насосом и радиально-поршневым насосом. Клапан состоит из катушки и подпружиненного толкателя клапана. Положением поршня клапана управляет блок управления двигателем (PCM).



312\_V1\_01029

- |   |               |   |                                 |
|---|---------------|---|---------------------------------|
| 1 | Катушка       | 4 | Поршень клапана                 |
| 2 | Клапан открыт | 5 | От топливоподкачивающего насоса |
| 3 | Клапан закрыт | 6 | К насосу высокого давления      |

**ПРИМ:** В случае сбоя клапан SCV открывается и шум работы двигателя усиливается. Кроме того, частота вращения двигателя ограничивается значением в 1800 мин<sup>-1</sup>.

- Если необходимо низкое давление топлива, блок управления двигателем (PCM) включает клапан SCV с большой скважностью импульсов. За счет этого поршень уменьшает поперечное сечение канала между топливоподкачивающим насосом и ТНВД. В результате этого всасываемый объем топлива уменьшается, и фаза высокого давления задерживается. За счет этого уменьшается количество топлива, подаваемое в топливную магистраль Common Rail, а давление топлива снижается.
- Если необходимо высокое давление топлива, блок управления силовым агрегатом (PCM) включает клапан SCV с небольшой скважностью импульсов. За счет этого поршень увеличивает поперечное сечение канала между топливоподкачивающим насосом и радиально-поршневым насосом. Вследствие этого объем всасываемого топлива увеличивается, и фаза высокого давления начинается раньше. Количество топлива, подаваемое в распределительный трубопровод, возрастает, что становится причиной повышения давления топлива.

### **Регулирование давления топлива**

- Система регулировки давления топлива адаптирует давление топлива к соответствующим условиям эксплуатации двигателя. Блок управления двигателем (PCM) обрабатывает поступающую
- информацию, рассчитывает заданное значение давления топлива и соответствующим образом включает клапан SCV. К основным параметрам, используемым для расчета давления топлива, относятся следующие:
  - Частота вращения двигателя
  - Нагрузка на двигатель
  - Температура охлаждающей жидкости
- При возрастании частоты вращения двигателя давление топлива увеличивается, поскольку время, отводимое на впрыск топлива, сокращается.
- В зависимости от нагрузки на двигатель давление топлива на холостых оборотах двигателя составляет около 25-30 МПа, при парциальной нагрузке около 30-100 МПа, а при полной нагрузке около 100-180 МПа для двигателя RF-T или 100-200 МПа для двигателя R2.

- Блок управления двигателем (PCM) непрерывно сравнивает фактическое значение давления топлива, измеренное датчиком давления топлива, с фактическим значением давления топлива. Если отклонение от заданного значения превышает  $\pm 5$  МПа, то блок управления двигателем (PCM) прекращает подачу топлива, тем самым отключая двигатель.
- Отклонение, превышающее значение в -5 МПа, может указывать на зависание форсунки в открытом состоянии или её негерметичность, что может стать причиной повреждения двигателя. Отклонение, превышающее значение в +5 МПа может указывать на зависание форсунки в закрытом состоянии, что может стать причиной создания чрезвычайно высокого давления в общей топливной магистрали, а, следовательно, повреждения конструктивных элементов топливной системы.

### Диагностика

- Компоненты системы регулировки давления проверяются следующим образом:
  - Контроль давления топлива за счет PID параметра **FRP** (Press/Volt)
  - Измерение напряжения на датчике давления топлива
  - Проверка клапана SCV за счет PID параметра **FIP\_SCV** (Cur/Volt)
  - Проверка режима срабатывания клапана SCV за счет параметра **FIP\_MODE** (Mode)
  - Проверка сигнала по напряжению на клапане SCV
  - Измерение сопротивления на клапане SCV
  - Проверка количества подаваемого топлива за счет параметра **FIP\_FL** (Cur/Volt)
  - Проверка заданного значения количества подаваемого топлива за счет параметра **FIP\_FL\_DSD** (Num)

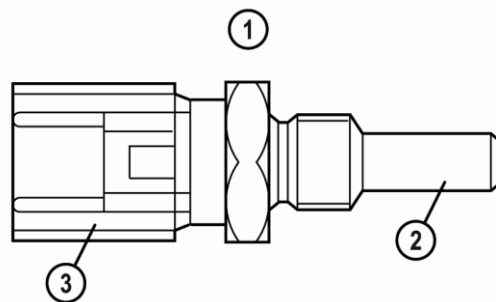
## Система управления впрыском топлива

- В автомобилях с системой Denso Common Rail система управления впрыском топлива в основном состоит из следующих компонентов:
  - Датчик температуры топлива (встроен в насос высокого давления)
  - Форсунки с элетромагнитными клапанами

### Датчик температуры топлива

- Датчик **FLT** (**F**uel **T**emperature = температура топлива) встроен в насос высокого давления и фиксирует температуру топлива во внутренней полости насоса. Датчик FLT представляет собой резистор с отрицательным температурным коэффициентом.
- Сигнал, поступающий от датчика FLT, представляет собой поправочный коэффициент, учитывающий воздействие температуры на вязкость топлива.

**ПРИМ:** Датчик FLT не подлежит демонтажу из насоса высокого давления. При неисправности датчика следует обратиться к производителю насоса высокого давления, для его ремонта или замены.

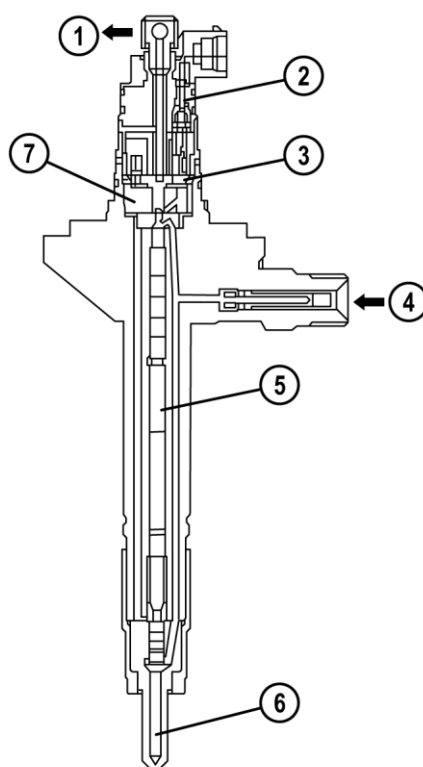


312\_V1\_01036

- |                                |                  |
|--------------------------------|------------------|
| 1 Датчик FLT                   | 3 Разъем датчика |
| 2 Резистор с отрицательным ТКС |                  |

**Форсунки**

- Электрические форсунки под высоким давлением напрямую впрыскивают распыленное топливо в камеру сгорания. Согласно расчетному времени впрыска и расчетному количеству впрыскиваемого топлива они включаются блоком управления силовым агрегатом (PCM) в соответствии с существующими эксплуатационными условиями.
- Форсунки имеют 6 (двигатель RF-T) или 10 (двигатель R2) распылительных отверстий, диаметр которых составляет около 0,13 мм (двигатель RF-T) или около 0,119 мм (двигатель R2).
- Форсунки состоят из корпуса с иглой, гидравлической сервосистемы и электромагнитного клапана.

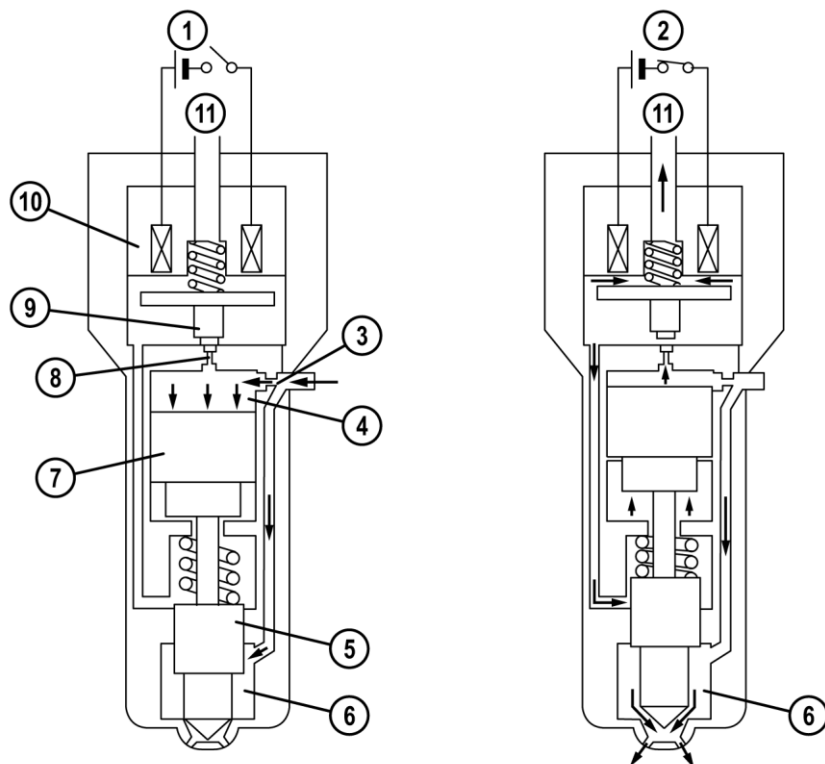


312\_V1\_01030

**Форсунка двигателя RF-T**

- |   |                               |   |                              |
|---|-------------------------------|---|------------------------------|
| 1 | К топливному баку             | 5 | Поршень управляющего клапана |
| 2 | Электромагнитный клапан       | 6 | Игла форсунки                |
| 3 | Клапан                        | 7 | Дроссельный клапан           |
| 4 | От общей топливной магистрали |   |                              |

- Электромагнитный клапан через гидравлическую сервосистему управляет положением иглы форсунки. Топливо подается по магистрали высокого давления через подводящий канал к распылителю форсунки, а также через дроссельное отверстие подачи топлива – в камеру управляющего клапана. Если на электромагнитный клапан не подается питание, дроссельное отверстие остается закрытым и давление создается в распылителе форсунки и в камере управляющего клапана. В этом случае гидравлическая сила, воздействующая сверху на поршень управляющего клапана, превышает силу давления топлива снизу на конус иглы распылителя. Игла закрывает отверстия распылителя.



312\_V1\_01031

- |                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1 Форсунка выключена          | 7 Поршень управляющего клапана |
| 2 Форсунка включена           | 8 Выпускное отверстие          |
| 3 Впускное отверстие          | 9 Электромагнитный клапан      |
| 4 Камера управляющего клапана | 10 Катушка                     |
| 5 Игла                        | 11 Обратный слив               |
| 6 Распылитель форсунки        |                                |



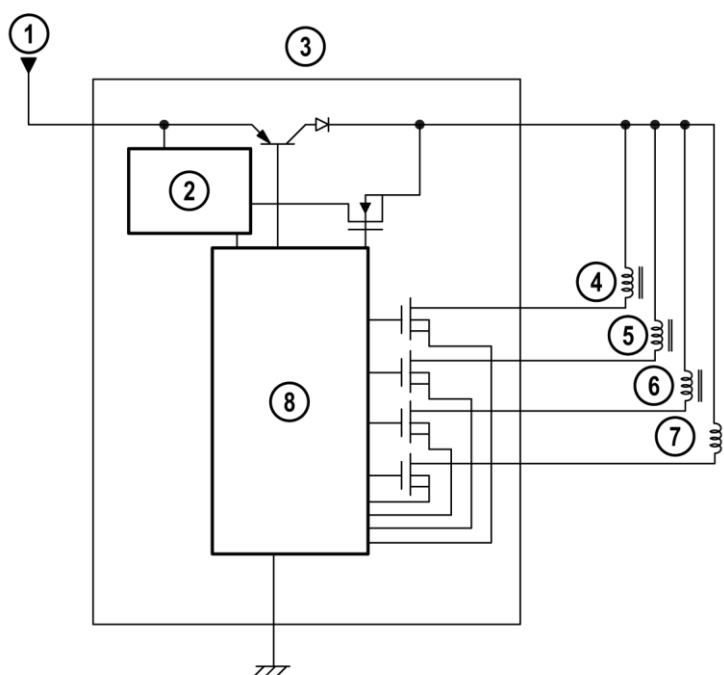
- При срабатывании электромагнитного клапана якорь электромагнита сдвигается вверх, открывая дроссельное отверстие. Соответственно снижаются как давление в камере управляющего клапана, так и гидравлическая сила, действующая на поршень управляющего клапана. Под действием давления топлива на конус игла распылителя отходит от седла, так что топливо через отверстия распылителя попадает в камеру сгорания цилиндра. Поскольку находящееся под давлением топливо через дроссельное отверстие воздействует и на нижнюю часть поршня управляющего клапана, это поддерживает раскрытие отверстий распылителя.
- Если поток топлива, подаваемого на форсунки, прерывается, то электромагнитный клапан закрывает дроссельное отверстие отвода топлива. Находящееся под давлением топливо от общей топливной магистрали через отверстие подвода топлива поступает в камеру управляющего клапана. За счет этого давление в камере управляющего клапана медленно возрастает. Когда давление в камере управляющего клапана превосходит давление в распылителе форсунки, игла закрывает отверстия распылителя, а впрыск топлива прекращается.

**ПРИМ:** При негерметичности клапана одной из форсунок игла ввиду незначительного давления в камере управляющего клапана открывается раньше, а закрывается позже. Таким образом количество топлива, впрыскиваемого в соответствующий цилиндр, увеличивается, что приводит к неравномерной работе двигателя на холостом ходу и повышению выброса сажи.

- Поскольку при неисправности форсунки количество отводимого топлива увеличивается, на основании замера количества возвращаемого топлива может быть выявлена негерметичность электромагнитного клапана. Для этого при помощи специальных мензурок измеряется количество топлива, которое отводится от форсунки за определенное время.

**ПРИМ:** В случае демонтажа обратных трубопроводов необходимо заменить их уплотнения, поскольку в случае их повторного использования уплотнения могут оказаться негерметичными. Поскольку на двигателе RF-T обратные трубопроводы размещены под крышкой головки блока цилиндров, вытекающее топливо может стать причиной разжижения масла, что приведет к повреждению двигателя.

- Форсунки напрямую включаются блоком управления двигателем (PCM). Блок управления оборудован встроенным высоковольтным трансформатором, преобразующим напряжение аккумулятора в высокое напряжение, равное приблизительно 90 В и накапливающим его в конденсаторе.
- Микросхема управления передает высокое напряжение на форсунки в виде пускового сигнала.
- Из соображений безопасности подача питания на систему управления форсунками, встроенную в PCM, осуществляется через отдельное реле управления.



312\_V1\_01032

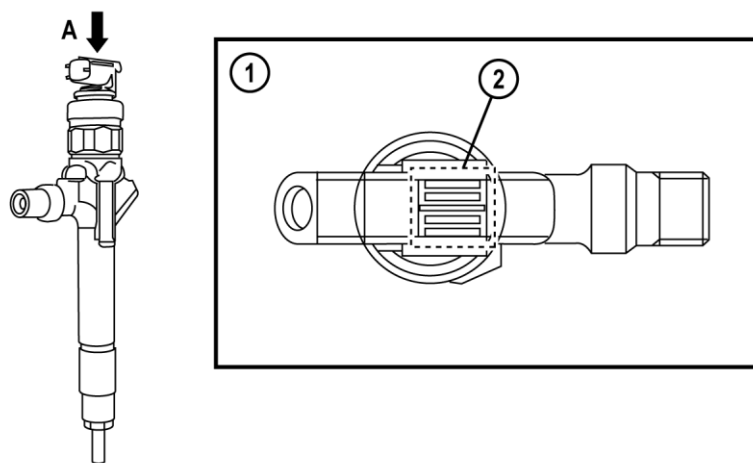
- |   |                              |   |                       |
|---|------------------------------|---|-----------------------|
| 1 | От реле управления PCM       | 5 | Форсунка № 2          |
| 2 | Высоковольтный трансформатор | 6 | Форсунка № 3          |
| 3 | PCM                          | 7 | Форсунка № 4          |
| 4 | Форсунка № 1                 | 8 | Микросхема управления |

- Включение катушек электромагнита, а значит, и время раскрытия форсунок зависит от пускового сигнала, поступающего от микросхемы управления, встроенной в блок управления двигателем(PCM).
- Существует две фазы включения форсунок блоком управления двигателем. Для максимально быстрого раскрытия форсунки блок управления силовым агрегатом в фазе открытия подает на форсунку максимальное напряжение равное приблизительно 90 В. Ввиду высокого значения тока открытия (16 А) форсунка мгновенно открывается. Когда форсунка открыта, блок управления силовым агрегатом снижает напряжение до 12 В (фаза удержания). Получающийся в результате незначительный ток удержания (около 8 В) предотвращает чрезмерное выделение тепла в высоковольтном трансформаторе и в форсунках.
- Все форсунки включены параллельно, то есть высокое напряжение подается на форсунки через один зажим в блоке управления силовым агрегатом (PCM).

**ПРИМ:** При разрыве электрической цепи одной из форсунок, блок управления силовым агрегатом прекращает включение этой форсунки, а двигатель продолжает работу с тремя цилиндрами.

### Поправочные коэффициенты форсунок

- В гидравлической сервосистеме установлены различные дроссели чрезвычайно малого диаметра, имеющие производственные допуски. Поскольку эти допуски влияют на скорость раскрытия и закрытия форсунки, а значит, и на количество впрыскиваемого топлива, они компенсируются поправочными коэффициентами форсунок. Эти поправочные коэффициенты задаются в процессе изготовления форсунок и наносятся на верхнюю часть форсунки в виде шестнадцатеричных цифр (семь групп с четырьмя цифрами и одна группа с двумя цифрами).
- После завершения изготовления автомобиля поправочные коэффициенты установленных форсунок программируются в блок управления силовым агрегатом (PCM). За счет этих поправочных коэффициентов блок управления силовым агрегатом приводит в соответствие количество топлива, впрыскиваемого каждой форсункой, способствуя равномерной работе двигателя, снижению шума, создаваемого в процессе сгорания и сокращению содержания вредных веществ в отработавших газах.



312\_V1\_01034

### Форсунка двигателя RF-T

1 Вид сверху А

2 Поправочный коэффициент форсунки

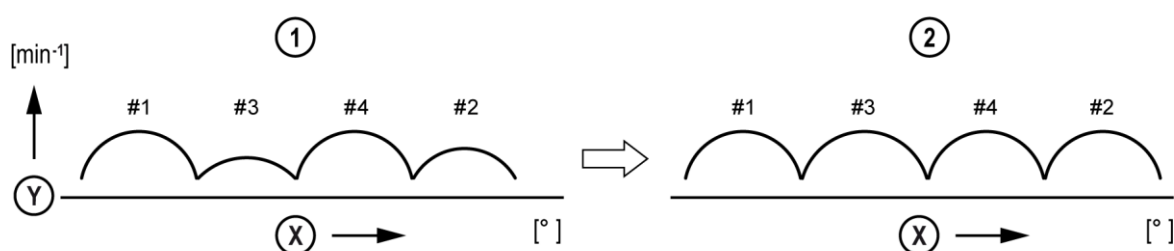
**ПРИМ:** При установке форсунок после ремонта, их следует устанавливать именно в те цилиндры из которых они были демонтированы. Поэтому до того как приступить к демонтажу форсунок следует записать поправочные коэффициенты и номер цилиндра из которого была демонтирована форсунка с соответствующим поправочным коэффициентом. Несоблюдение этого правила может стать причиной неравномерной работы двигателя на холостом ходу, усиления шума, создаваемого в процессе сгорания топлива и/или повышенного выброса сажи.

**ПРИМ:** Перед установкой форсунок необходимо тщательно почистить подходящей для этого щеткой гнезда и уплотнительные поверхности форсунок в головке блока цилиндров. Кроме того, следует установить новые уплотнительные кольца со стороны камеры сгорания. Форсунки необходимо затягивать поэтапно с заданными моментами затяжки. Несоблюдение этого правила может стать причиной негерметичности и последующего нагарообразования в системе смазки, что приведет к недостаточной смазке и повреждениям двигателя.

- После замены одной или нескольких форсунок необходимо выполнить следующие действия:
  1. При помощи диагностического модуля M-MDS следует восстановить обучающие значения в блоке управления силовым агрегатом (PCM). Для этого необходимо выбрать опцию: **Toolbox** → **Powertrain** → **Data reset** → **Injector**.
  2. При помощи диагностического модуля M-MDS следует запрограммировать в блок управления силовым агрегатом (PCM) поправочные коэффициенты форсунок, воспользовавшись для этого следующей опцией: **Module programming** → **Programmable parameters** → **Injector correction factors**.
  3. Программирование количества впрыскиваемого топлива выполняется при помощи диагностического модуля M-MDS (смотри функция обучения для количества впрыскиваемого топлива).

### Функция обучения для количества впрыскиваемого топлива

- Функция обучения для количества впрыскиваемого топлива служит для компенсации колебаний объема впрыскиваемого топлива, вызванных механическим износом форсунок и/или механических компонентов двигателя. Компенсация, которая должна обеспечить максимально возможную равномерность работы двигателя, осуществляется за счет поправочных значений.
- После завершения обучения блок управления двигателем (PCM) при помощи сигнала, поступающего от датчика положения коленчатого вала, сравнивает частоту вращения коленчатого вала для отдельных цилиндров. При наличии различий частоты вращения коленчатого вала, блок управления силовым агрегатом вводит поправочное значение для форсунки соответствующего цилиндра.



X Угол коленчатого вала  
 Y Частота вращения двигателя  
 1 До коррекции объема впрыскиваемого топлива

2 После коррекции объема впрыскиваемого топлива

312\_V1\_01035

- В ходе первых 1500 километров движения блок управления двигателем (PCM) через каждые 150 километров вызывает функцию обучения. Затем этот вызов происходит через каждые 3000 километров при наличии следующих условий:
  - Двигатель вращается со скоростью холостого хода
  - Рычаг переключения передач находится в положении нейтрали
  - Скорость движения автомобиля составляет 0 км/ч
  - Температура охлаждающей жидкости составляет от 65 до 95° С
  - Система кондиционирования воздуха не работает
  - Педаль акселератора не нажата
  - Регенерация фильтра твердых частиц (DPF) не происходит
- Если в ходе действия функции обучения одно из этих условий изменяется, то процесс прекращается до тех пор, пока необходимые условия не будут восстановлены.
- После замены блока управления двигателем (PCM) или одной из форсунок необходимо при помощи диагностического модуля M-MDS провести обучение количества впрыскиваемого топлива. Для этого следует выбрать следующую опцию: **Toolbox** → **Powertrain** → **Engine tests** → **Learning operation** → **Injection quantity correction**, а затем следовать инструкциям, выводимым на экран диагностического модуля.
- В ходе процесса значения параметров температуры охлаждающей жидкости, температуры всасываемого воздуха и температуры топлива должны находиться в пределах заданного диапазона. При выполнении всех необходимых условий функция обучения будет выполнена несколько раз для давлений в 35 МПа, 65 МПа, 100 МПа и 140 МПа. Поэтому изменение шума двигателя является нормальным.

**ПРИМ:** В заданные интервалы техобслуживания необходимо вызывать функцию обучения для количества впрыскиваемого топлива (смотри инструкцию по техническому обслуживанию автомобилей).

**ПРИМ:** Выполнение функции обучения прерывается в том случае, если колебания частоты вращения двигателя на холостом ходу слишком высоки (например, вследствие неисправности форсунки). В этом случае на экран диагностического модуля M-MDS выводится сообщение о коммуникационной ошибке, даже если связь между блоком управления двигателем (PCM) и диагностическим модулем M-MDS исправна.

- Адаптационные топливные значения соответствующей форсунки при различных давлениях могут быть проверены в регистраторе данных через параметр **FI\_LRN**. Например, для форсунки первого цилиндра:
  - **FI\_LRN 01** = адаптационное топливное значение для давления в 35 МПа
  - **FI\_LRN 11** = адаптационное топливное значение для давления в 65 МПа
  - **FI\_LRN 21** = адаптационное топливное значение для давления в 100 МПа
  - **FI\_LRN 31** = адаптационное топливное значение для давления в 140 МПа

**ПРИМ:** При определенных обстоятельствах адаптационные топливные значения **FI\_LRN** могут быть использованы для диагностики неисправной форсунки (смотри раздел «Диагностика системы управления впрыском топлива»).

- Для дальнейшей оптимизации равномерной работы двигателя на холостых оборотах блок управления силовым агрегатом двигателя R2 способен выполнить краткосрочную избирательную корректировку количества впрыскиваемого топлива. Эти поправочные значения для отдельных форсунок могут быть проверены в регистраторе данных за счет параметра **INJ\_CMP**.

## Управление количеством впрыскиваемого топлива

- Система управления количеством впрыскиваемого топлива изменяет количество впрыскиваемого топлива в зависимости от условий эксплуатации двигателя. К основным параметрам, используемым для расчета количества впрыскиваемого топлива, относятся следующие параметры:
  - Положение педали акселератора
  - Частота вращения двигателя
  - Температура охлаждающей жидкости
  - Температура топлива

## Запуск двигателя

- Количество впрыскиваемого при запуске двигателя топлива, зависит от частоты вращения двигателя и от температуры охлаждающей жидкости.

## Нормальный режим движения

- В нормальном режиме движения количество впрыскиваемого топлива рассчитывается на основании положения педали акселератора и частоты вращения двигателя.

## Холостой ход

- При отклонении от заданного значения частоты вращения двигателя на холостом ходу, блок управления двигателем(PCM) увеличивает или уменьшает количество впрыскиваемого топлива, чтобы в создавшихся эксплуатационных условиях поддержать постоянную частоту вращения двигателя на холостом ходу.

## Стабильность оборотов двигателя

- Механические изменения в системе впрыска топлива и в двигателе становятся причиной колебаний числа оборотов двигателя на холостом ходу. Поэтому для обеспечения максимально плавного хода количество впрыскиваемого топлива регулируется отдельно для каждого цилиндра.

## Демпфирование рывков

- Для предотвращения рывков, возникающих при быстром нажатии на педаль акселератора, информация, касающаяся положения педали акселератора, демпфируется. Поэтому при повышении частоты вращения двигателя блок управления двигателем (PCM) впрыскивает меньшее количество топлива, увеличивая впрыскиваемый объем при снижении числа оборотов двигателя. Это предотвращает резкое изменение нагрузки на двигатель, а, следовательно, и рывки.



**Предотвращение сухого хода**

- Функция **RDP (Run Dry Prevention = предотвращение сухого хода)** предотвращает попадание воздуха в топливную систему, вызванное слишком низким уровнем заполнения системы топливом. При этом в случае занижения различных предельных значений (уровень заполнения под маркировкой E на указателе уровня топлива) блок управления двигателем (PCM) принудительно снижает нагрузку на двигатель, моделирует перебои в зажигании или же полностью выключает двигатель. При этом в блоке управления силовым агрегатом сохраняются соответствующие коды неисправностей.

**Ограничение частоты вращения**

- После достижения двигателем максимальной частоты вращения, блок управления двигателем (PCM) снижает количество впрыскиваемого топлива, чтобы предотвратить превышение максимальной частоты вращения двигателя.

**Остановка двигателя**

- При выключении зажигания блок управления силовым агрегатом прекращает впрыск топлива.

**Внешнее воздействие на количество впрыскиваемого топлива**

- При внешнем вмешательстве в систему регулировки впрыскиваемого топлива на количество впрыскиваемого топлива воздействует другой блок управления (например, блок управления системой DSC). В соответствии с данными, передаваемыми другим блоком управления, блок управления двигателем (PCM) уменьшает количество впрыскиваемого топлива, а вместе с ним и крутящий момент двигателя.

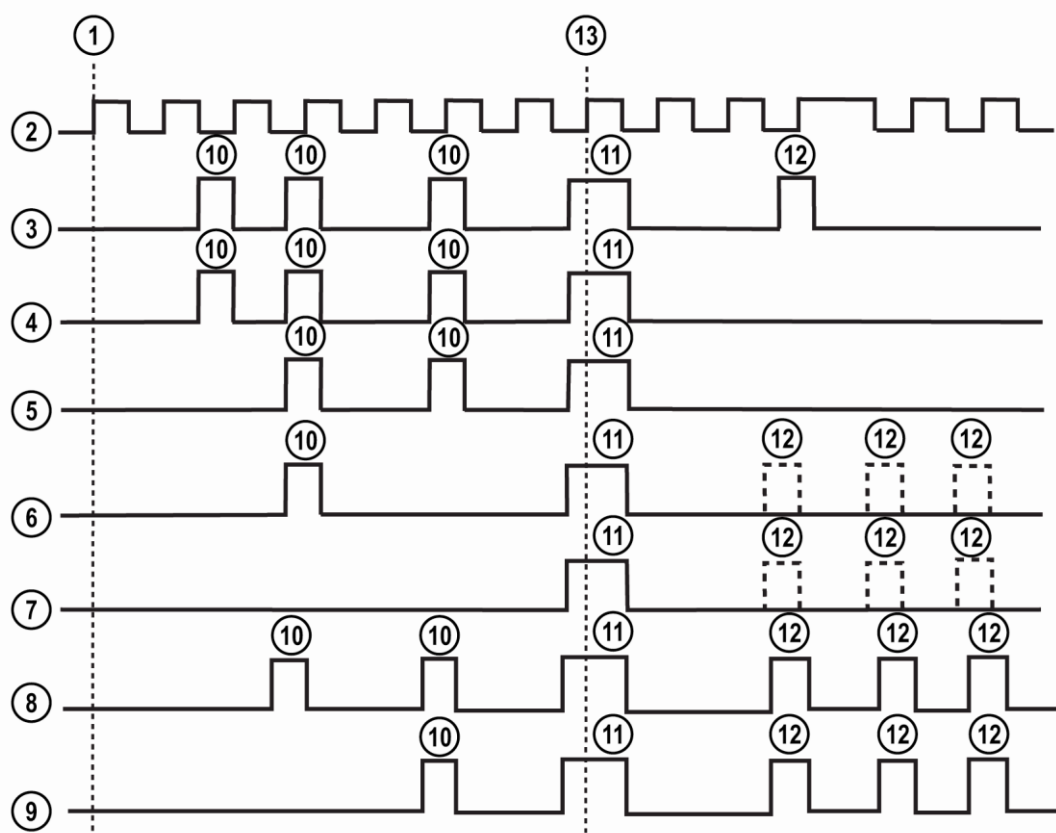
**Управление моментом начала впрыска топлива**

- В зависимости от условий эксплуатации двигателя изменяется момент начала впрыска топлива. К основным параметрам расчета момента начала впрыска топлива относятся следующие параметры:
  - Количество впрыскиваемого топлива
  - Частота вращения двигателя
  - Температура охлаждающей жидкости
- Начало впрыска переносится на более ранний срок при наличии следующих условий:
  - Если увеличивается количество впрыскиваемого топлива, поскольку в этом случае продолжительность процесса впрыска возрастает.
  - Если возрастает частота вращения двигателя, чтобы компенсировать задержку зажигания.
  - При холодном двигателе для увеличения температуры сгорания и предотвращения образования сажи и возникновения шумов в холодном двигателе.

**Управление многократным впрыском топлива**

- В зависимости от условий эксплуатации двигателя система управления многократным впрыском топлива изменяет количество и порядок тактов впрыска. К основным параметрам, которые используются для расчета тактов впрыска, относятся следующие параметры:
  - Частота вращения двигателя
  - Количество впрыскиваемого топлива
  - Температура охлаждающей жидкости
- В систему управления многократным впрыском топлива заложено семь рисунков впрыска с различным количеством тактов впрыска топлива. При этом до и после основного впрыска происходит несколько дополнительных впрысков, которые служат для снижения вредных выбросов, улучшения работы двигателя, снижения шумов, создаваемых в процессе сгорания топлива, для повышения крутящего момента двигателя, а также для регенерации фильтра твердых частиц (DPF).
- До основного впрыска топлива происходит один или несколько предварительных впрысков, то есть во время такта сжатия в камеру сгорания впрыскивается небольшое количество топлива. Впрыскиваемое топливо вызывает процесс предварительного сгорания, который снижает уровень шумов, создаваемых в процессе сгорания топлива, а также уменьшает выброс ОГ.
- Вспомогательные впрыски топлива происходят после основного впрыска, то есть во время рабочего хода за верхней мертвой точкой происходит впрыск точно рассчитанного количества топлива. За счет остаточного тепла отработавших газов впрыскиваемое топливо испаряется, выступая в качестве химического восстановителя, предотвращающего выброс оксидов азота. Последующий впрыск используется для повышения температуры отработавших газов в процессе регенерации.

- В зависимости от эксплуатационных условий выбирается соответствующий рисунок впрыска топлива.



312\_V1\_01037

- |  |  |
|--|--|
| <p>1 Угол коленчатого вала – стандартное положение</p> <p>2 Сигнал от датчика положения коленчатого вала</p> <p>3 Рисунок впрыска топлива (в процессе обучения форсунки)</p> <p>4 Рисунок впрыска топлива для четырех впрысков</p> <p>5 Рисунок впрыска топлива для трех впрысков</p> <p>6 Рисунок впрыска топлива для двух Впрысков (вспомогательный впрыск опционален)</p> | <p>7 Рисунок впрыска топлива для одного впрыска (вспомогательный впрыск опционален)</p> <p>8 Рисунок впрыска топлива для шести впрысков (при регенерации DPF)</p> <p>9 Рисунок впрыска топлива для пяти впрысков (при регенерации DPF)</p> <p>10 Предварительный впрыск</p> <p>11 Основной впрыск</p> <p>12 Вспомогательный впрыск</p> <p>13 Верхняя мертвая точка</p> |
|--|--|

**Диагностика**

- Компоненты системы управления впрыском проверяются следующим образом:
  - Проверка начала впрыска за счет PID параметра **INJ\_TIM** (Deg)
  - Проверка режима включения форсунки за счет PID параметра **INJ\_MODE** (Mode)
  - Проверка режима включения многократного впрыска топлива за счет PID параметра **FIP\_MODE** (Mode)
  - Проверка сигнала по напряжению, подаваемого на форсунки
  - Измерение сопротивления форсунок
  - Проверка срабатывания форсунок
  - Проверка количества топлива, возвращаемого от форсунок
  - Оценка форсунок с использованием адаптационных значений топлива
  - Сравнение адаптационных значений топлива за счет PID параметра **FI\_LRN**
  - Измерение напряжения на реле управления PCM
  - Проверка поправочных коэффициентов форсунок за счет PID параметров **INJ1\_CMP/ INJ2\_CMP/ INJ3\_CMP/ INJ4\_CMP** (мм<sup>3</sup>/stroke) (в настоящий момент только для R2)
  - Проверка датчика FLT за счет PID параметров **FLT** (Temp)/**FLTV** (Volt)
  - Измерение напряжения на датчике FLT
  - Измерение сопротивления на датчике FLT
  - Проверка маршрута, пройденного после последнего вызова функции обучения для количества впрыскиваемого топлива за счет параметра **INJ\_LRN\_DIS** (Meter)

### Проверка срабатывания форсунок

- Для проверки срабатывания форсунки необходимо выключить двигатель и отсоединить штекерный разъем форсунки. Затем следует запустить двигатель и проверить, снизилась ли частота вращения двигателя (если да, то насколько). Повторить эту процедуру для всех форсунок и записать соответствующие значения.
- Если снижение частоты вращения двигателя на одном из цилиндров меньше чем на других, это может указывать на неисправность соответствующей форсунки или двигателя. Чтобы исключить неисправность двигателя, перед заменой форсунки следует замерить компрессию.

### Замер количества топлива, возвращаемого от форсунок

- Если возвратные топливные трубопроводы находятся над крышкой головки блока цилиндров (например, двигатель R2), их следует отсоединить от форсунок и установить на их место заглушки. Затем подключить к возвратному патрубку форсунок специальный инструмент, предназначенный для измерения количества топлива, возвращаемого от форсунок. На холостом ходу в течение одной минуты замерять количество топлива, возвращаемого от отдельных форсунок. Записать полученные значения и слить топливо из мензурок. Повторить эту процедуру при частоте вращения двигателя в  $2000 \text{ мин}^{-1}$  и  $4000 \text{ мин}^{-1}$ .
- Если измеренное количество возвращаемого топлива значительно больше или значительно меньше опорного значения, это может указывать на неисправность соответствующей форсунки. Кроме того, количество топлива, возвращаемое от отдельных форсунок, не должно значительно различаться. Значительные отклонения указывают на неисправность форсунки.
- Если возвратные топливопроводы находятся под крышкой головки блока цилиндров (как на двигателе RF-T), то возможно измерение только общего количества возвращаемого топлива. Для определения количества топлива, возвращаемого от отдельных форсунок, необходимо сначала измерить общее количество возвращаемого топлива. Для этого следует отсоединить обратный трубопровод форсунок и установить на его место заглушку. Затем подключить к возвратному патрубку специальный инструмент, предназначенный для измерения количества топлива, возвращаемого от форсунок. На холостом ходу в течение одной минуты замерять количество топлива, возвращаемого от всех форсунок. Записать полученные значения и слить топливо из мензурок. Повторить эту процедуру при частоте вращения двигателя в  $2000 \text{ мин}^{-1}$  и  $4000 \text{ мин}^{-1}$ . Затем за счет параметров INJ\_1#, INJ\_2#, INJ\_3#, INJ\_4# отключить каждую из форсунок и повторить выполненную ранее процедуру для каждой из форсунок. При этом следует вычесть измеренное значение из общего количества возвращаемого топлива. Полученная разница будет соответствовать количеству топлива, возвращаемого от соответствующей форсунки.

**Оценка форсунок за счет адаптационных топливных значений**

- Для оценки форсунок при помощи адаптационных значений топлива необходимо сначала вызвать параметры FI\_LRN\_01 bis FI\_LRN\_34. Затем следует использовать функцию обучения для количества впрыскиваемого топлива (смотри раздел „Управление впрыском – функция обучения“).
- Если после этого адаптационные топливные значения FI\_LRN\_01 - FI\_LRN\_34 выходят за предел диапазона от -100 до +100, это может указывать на неисправность соответствующей форсунки или двигателя. Чтобы исключить неисправность двигателя, перед заменой форсунки следует замерить давление сжатия двигателя.

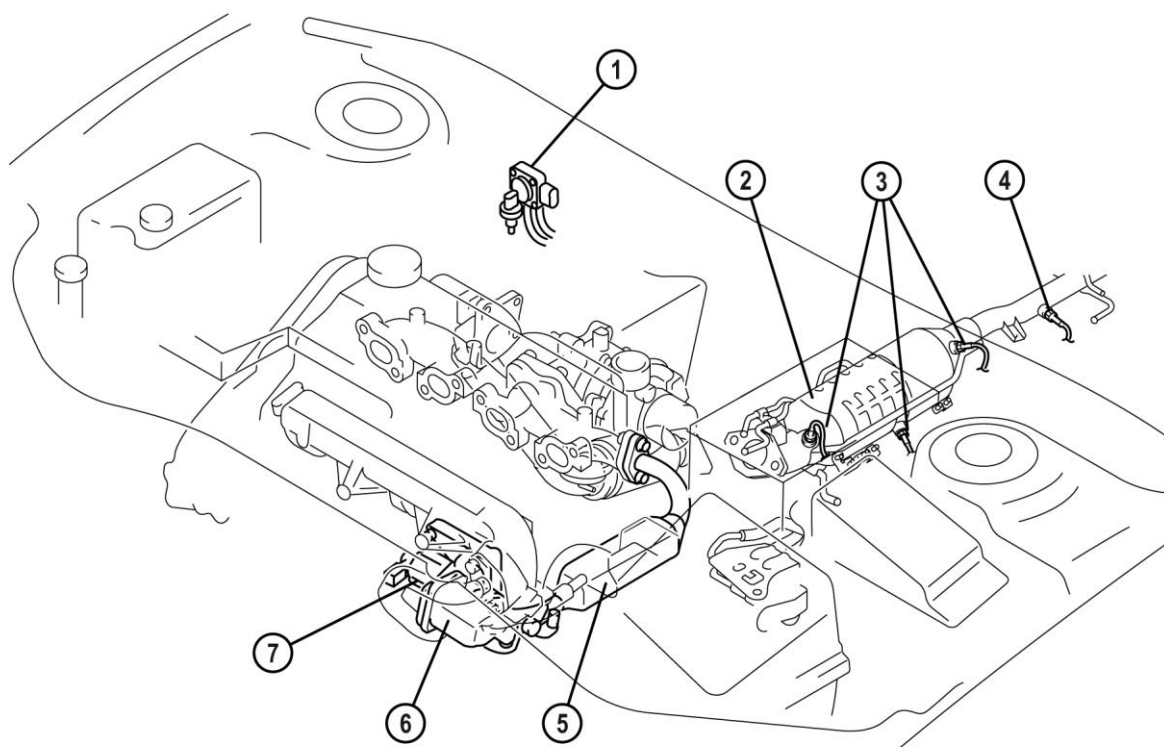
**Сравнение соответствующих адаптационных топливных значений**

- Для привлечения адаптационных топливных значений к диагностике форсунки следует в неизменных условиях несколько раз подряд использовать функцию обучения для количества впрыскиваемого топлива (минимум три раза) (смотри раздел „Управление впрыском – функция обучения“). После каждого обучения следует записывать новые значения всех форсунок. Для этого при помощи параметра FI\_LRN необходимо сначала считать значения для каждой из форсунок и записать их в таблицу, а затем сравнить значения, полученные после каждого обучения.
- Если при каждом обучении значения форсунки значительно изменяются, то это может указывать на неисправность соответствующей форсунки.

## Система выпуска отработавших газов (ОГ)

- Задача системы выпуска отработавших газов состоит в преобразовании газов в соответствии с установленными законом предельными значениями.
- Система выпуска отработавших газов в основном состоит из следующих компонентов:
  - Выхлопная система
  - Система рециркуляции отработавших газов
  - Система дизельного сажевого фильтра
  - Система селективной каталитической нейтрализации (только для модернизированной модели CX-7 Facelift с двигателем R2)

## Расположение элементов системы

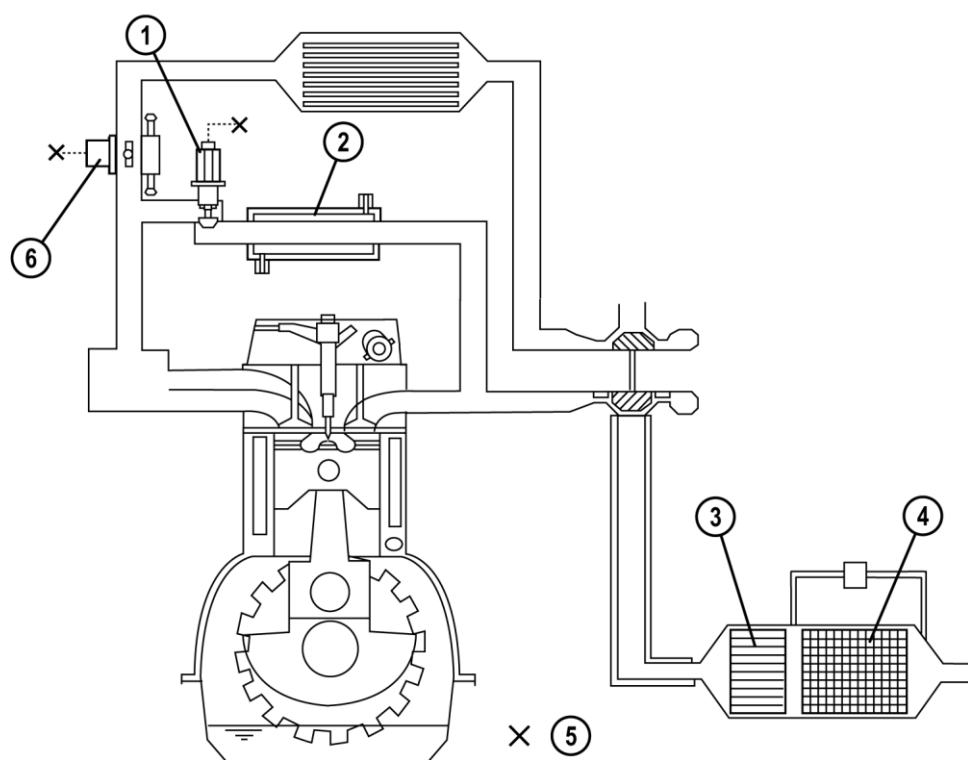


312\_V1\_01038

## Система выпуска отработавших газов на автомобиле Mazda5 с двигателем RF-T

- |  |  |
|--|--|
| 1 Датчик разности давлений/датчик температурной компенсации сажевого фильтра (DPF) | 4 Лямбда-зонд  |
| 2 Окислительный катализатор и сажевый фильтр дизельного двигателя                  | 5 Радиатор рециркулируемых отработавших газов          |
| 3 Датчики температуры выхлопных газов  | 6 Впускной запорный клапан                             |
|  | 7 Клапан системы рециркуляции отработавших газов (EGR) |

## Общий вид системы



312\_V1\_01039

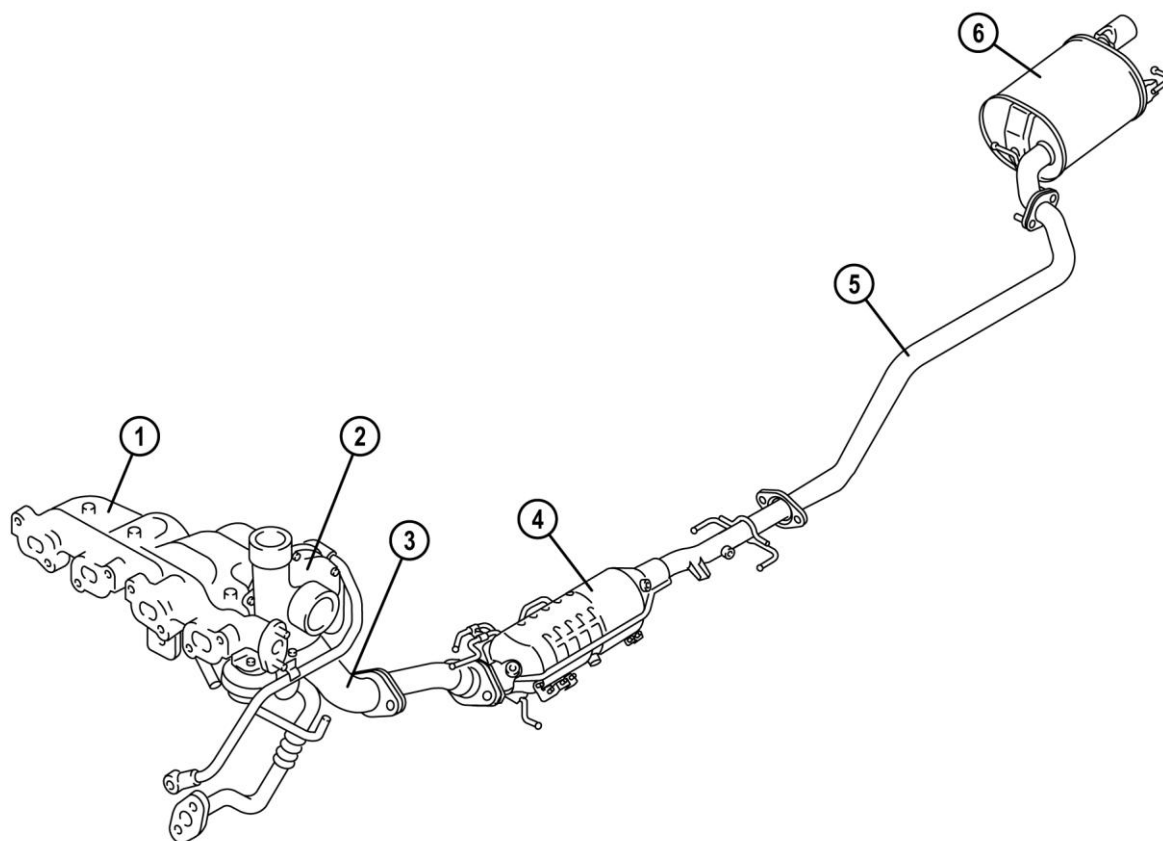
### Система выпуска отработавших газов для двигателя RF-T

- |  |  |
|--|--|
| 1 Клапан EGR   | 5 К блоку управления силовым агрегатом (PCM) |
| 2 Радиатор рециркулируемых отработавших газов                          | 6 Впускной запорный клапан                   |
| 3 Окислительный катализатор  |  |
| 4 Система фильтрации твердых частиц выхлопа дизельного двигателя (DPF) |  |



## Выхлопная система

- Выхлопная система очищает выбрасываемые двигателем отработавшие газы и одновременно снижает шум выпуска.
- Выхлопная система в основном состоит из следующих компонентов:
  - Выпускной коллектор, выхлопные трубы, глушители
  - Окислительный катализатор (с встроенным сажевым фильтром)



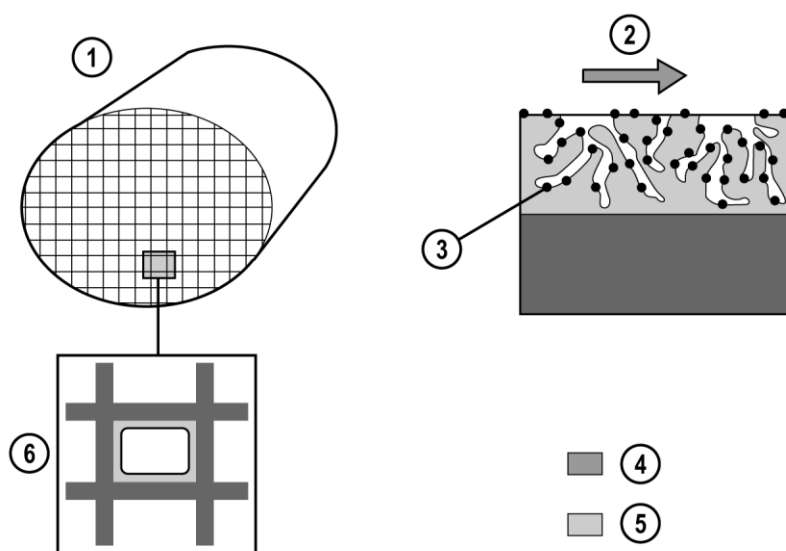
312\_V1\_01040

### Выхлопная система автомобиля Mazda5 с двигателем RF-T

- |   |                          |   |                         |
|---|--------------------------|---|-------------------------|
| 1 | Выпускной коллектор      | 5 | Средняя выхлопная труба |
| 2 | Турбокомпрессор          | 6 | Основной глушитель      |
| 3 | Передняя выхлопная труба |   |                         |
| 4 | Катализатор              |   |                         |

## Катализатор

- Поскольку дизельные двигатели эксплуатируются с избытком воздуха, катализатор использует избыток кислорода из потока отработавших газов для преобразования вредных углеводородов (НС) и окиси углерода (СО) в  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Катализатор состоит из керамического (сотового) носителя, на который нанесен пористый оксидный слой, так называемый Washcoat. На этот слой нанесено каталитическое платиновое покрытие, имеющее структуру, которая увеличивает эффективную площадь.
- Рабочая температура катализатора в значительной степени влияет на скорость преобразования. Ввиду избытка воздуха преобразование вредных веществ в отработавших газах начинается уже при рабочей температуре в 170 С. Оптимальная эффективность катализатора достигается в диапазоне рабочей температуры от 170 до 350 С. При рабочей температуре, превышающей 350 С, увеличивается выброс твердых частиц, поскольку сера, содержащаяся в дизельном топливе, способствует образованию сульфатов. При температурах, превышающих 800 С, начинается процесс старения каталитического слоя, который через некоторое время полностью теряет свою эффективность.



312\_V1\_01041

- |   |  |   |          |
|---|--|---|----------|
| 1 | Керамический сотовый носитель                        | 5 | Washcoat |
| 2 | Поток отработавших газов                             | 6 | Каналы   |
| 3 | Каталитический слой                                  |   |          |
| 4 | Слой, наносимый на поверхность носителя катализатора |   |          |

- В автомобилях, оборудованных сажевым фильтром, окислительный катализатор за счет преобразования окиси азота (NO) в диоксид азота (NO<sub>2</sub>) способствует снижению температуры воспламенения и естественной регенерации. Поскольку этот процесс протекает чрезвычайно медленно, он возможен только в благоприятных эксплуатационных условиях, например при длительной работе двигателя при высоких нагрузках (движение по автостраде).
- При увеличении отложений сажи в выхлопной системе и в катализаторе окисления возможна забивка узких каналов в керамическом носителе. Это увеличивает противодавление отработавших газов и приводит к потере мощности.

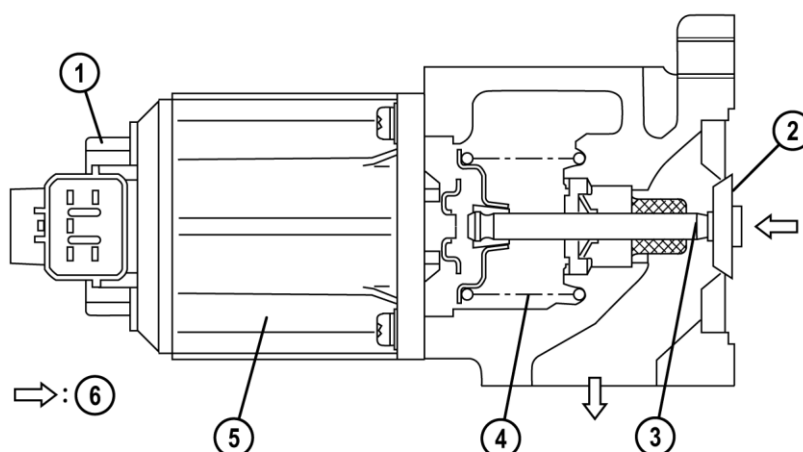
**ПРИМ:** Окислительный катализатор не подлежит чистке или ремонту. В случае необходимости катализатор следует заменить.

## Система рециркуляции отработавших газов

- Задача системы рециркуляции отработавших газов состоит в снижении выбросов  $\text{NO}_x$ , возникающих при высоких температурах в камере сгорания и при избытке кислорода.
- Для этого в определенных эксплуатационных условиях некоторая часть отработавших газов возвращается для сжигания. За счет смешивания отработавших газов с всасываемым воздухом доля кислорода в заряде цилиндра снижается. Таким образом снижается и температура сгорания. Высокая теплопоглощающая способность отработавших газов дополнительно уменьшает температуру сгорания.
- Система рециркуляции отработавших газов в основном состоит из следующих компонентов:
  - Клапан системы рециркуляции отработавших газов (EGR) с электродвигателем постоянного тока и датчиком положения
  - Охладитель системы EGR
  - Впускной запорный клапан с электродвигателем постоянного тока и датчиком положения

### Клапан рециркуляции отработавших газов (EGR)

- Клапан **EGR** (Exhaust Gas Recirculation = рециркуляция отработавших газов) установлен на выпускном коллекторе и отводит отработавшие газы обратно в систему впуска двигателя.



312\_V1\_01042

- |                                |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1 Датчик положения клапана EGR | 4 Пружина обратного действия        |
| 2 Клапан                       | 5 Электродвигатель постоянного тока |
| 3 Нажимная штанга              | 6 Поток отработавших газов          |

- Клапан системы рециркуляции отработавших газов (EGR) регулируется электродвигателем постоянного тока DC (Direct Current = постоянный ток) в зависимости от сигнала, поступающего от блока управления двигателем (PCM).
- Шпиндель с винтовой резьбой преобразует вращательное движение двигателя в продольное перемещение клапана EGR, изменяя поперечное сечение канала, соединяющего выпускной и впускной коллектор. Положение клапана EGR фиксируется датчиком положения.
- При низкой частоте вращения двигателя блок управления двигателем (PCM) включает электродвигатель постоянного тока с высокой скважностью импульсов. Двигатель открывает клапан EGR и отработавшие газы рециркулируют.
- При высокой частоте вращения двигателя блок управления двигателем (PCM) включает электродвигатель постоянного тока с низкой скважностью импульсов. Клапан EGR закрывается.
- Для удаления отложений сажи с седла клапана EGR при выключении двигателя запускается функция его очистки. Для этого клапан EGR несколько раз полностью открывается и закрывается.

**ПРИМ:** При выходе системы рециркуляции отработавших газов из строя, клапан EGR остается в закрытом положении, а рециркуляции отработавших газов не происходит.

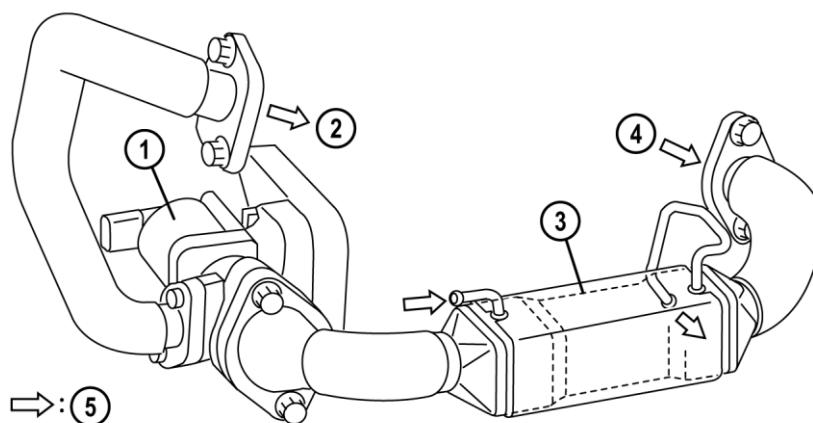
**ПРИМ:** Отложения сажи на седле клапана, а также его коррозия могут привести к тому, что клапан останется в полностью или частично открытом состоянии, что станет причиной нарастания выбросов сажи и снижения мощности двигателя.

### Датчик положения клапана EGR

- Датчик положения клапана EGR встроен в электродвигатель постоянного тока и через потенциометр со скользящим контактом фиксирует положение клапана. Когда клапан EGR открывается, сопротивление, фиксируемое потенциометром, увеличивается, а сигнал по напряжению, передаваемый на блок управления двигателем (PCM) возрастает.
- Сигнал датчика положения клапана служит для распознавания сбоя клапана EGR. Для проверки возможного зависания клапана EGR блок управления двигателем непрерывно сравнивает данные, поступающие от датчика положения с сигналом, передаваемым датчиком массового расхода воздуха (MAF).
- После замены клапана EGR при помощи диагностического модуля M-MDS необходимо восстановить его значения, запрограммированные в блоке управления двигателем (PCM), а затем инициализировать клапан EGR. Для этого необходимо выбрать следующую опцию: **Toolbox** → **Powertrain** → **Data reset** → **ETB/EGR**. Затем инициализировать датчик EGR VP. Для этого выбрать следующую опцию: **Toolbox** → **Powertrain** → **ETB/ EGR initialisation**.

## Охлаждение системы рециркуляции

- Радиатор рециркулируемых отработавших газов (EGR) установлен в соединительном трубопроводе между выпускным коллектором и клапаном EGR и подключен к контуру охлаждения двигателя.
- Охлаждение рециркулируемых отработавших газов позволяет увеличить скорость их рециркуляции, поскольку плотность охлажденного газа увеличивается, что соответствующим образом увеличивает его массовый расход. Помимо этого, охлажденные отработавшие газы снижают температуру сгорания, что дополнительно уменьшает выбросы NO<sub>x</sub>.



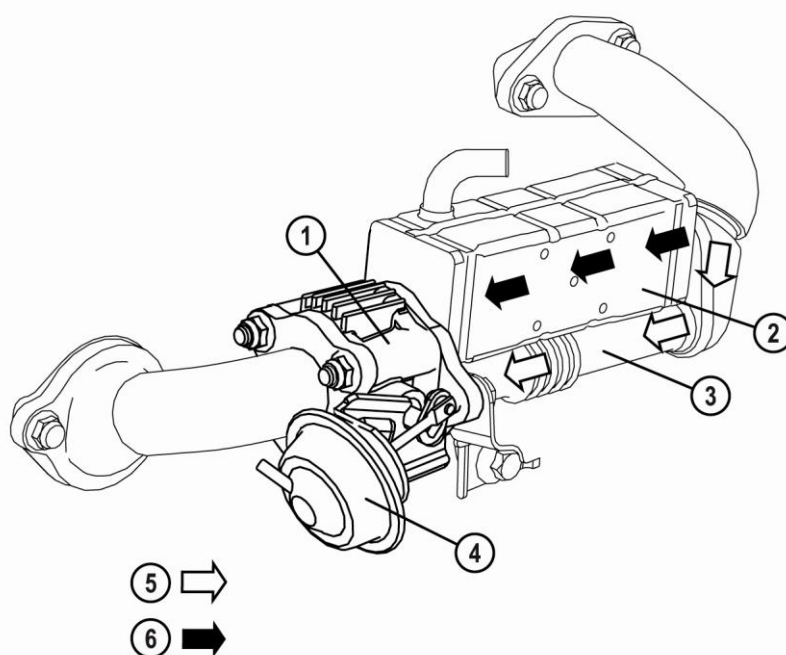
312\_V1\_01043

### Радиатор EGR в двигателе RF-T

- |   |                        |   |                            |
|---|------------------------|---|----------------------------|
| 1 | Клапан EGR             | 4 | От выпускного коллектора   |
| 2 | К впускному коллектору | 5 | Поток охлаждающей жидкости |
| 3 | Радиатор EGR           |   |                            |

**Байпасный клапан EGR**

- Хотя охлаждение рециркулируемых отработавших газов снижает выбросы  $NO_x$ , но при этом на этапе разогрева двигателя ему требуется более продолжительное время для достижения рабочей температуры. Это увеличивает выброс остаточных углеводородов. Для противодействия такому увеличению, двигатель R2 оборудован байпасом радиатора рециркулируемых отработавших газов.
- Байпасный клапан EGR позволяет обходить радиатор в процессе разогрева двигателя. Наряду со снижением выброса остаточных углеводородов (HC) за счет более полного сжигания, байпас предохраняет радиатор от осаждения конденсированных паров, вызванного слишком низкой температурой отработавших газов.



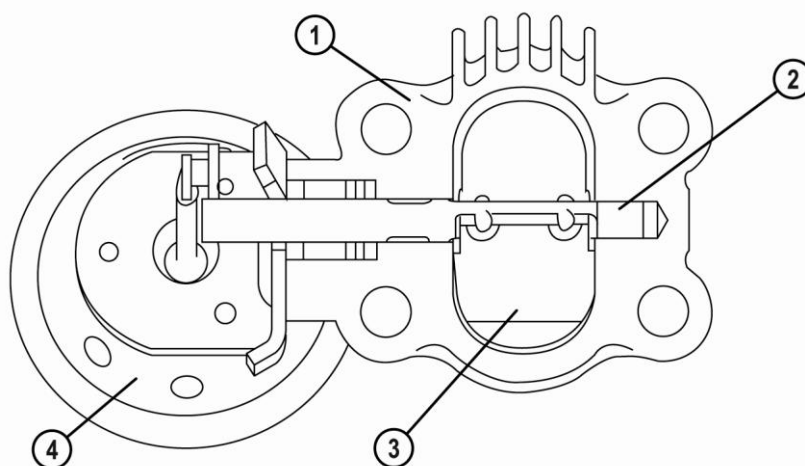
312\_V1\_01059

**Байпасный клапан EGR в двигателе R2**

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| 1 Байпасный клапан радиатора | 5 Поток отработавших газов в холодном двигателе   |
| 2 Радиатор EGR               | 6 Поток отработавших газов в разогретом двигателе |
| 3 Байпас                     |   |
| 4 Вакуумный привод           |   |

**Байпасный клапан EGR**

- Байпасный клапан радиатора рециркулируемых отработавших газов приводится в действие вакуумным приводом. В зависимости от условий эксплуатации двигателя, блок управления двигателем (PCM) за счет сигнала включения/выключения включает или выключает байпасный клапан радиатора рециркулируемых отработавших газов.
- Если температура охлаждающей жидкости ниже 65° С, а температура отработавших газов ниже 205° С, то блок управления двигателем (PCM) включает байпасный клапан. За счет этого на вакуумный привод подается вакуум, а байпасный клапан открывается, пропуская поток отработавших газов через байпасный канал.
- Если клапан выключен, байпасный канал закрыт и отработавшие газы проходят через радиатор.



312\_V1\_01060

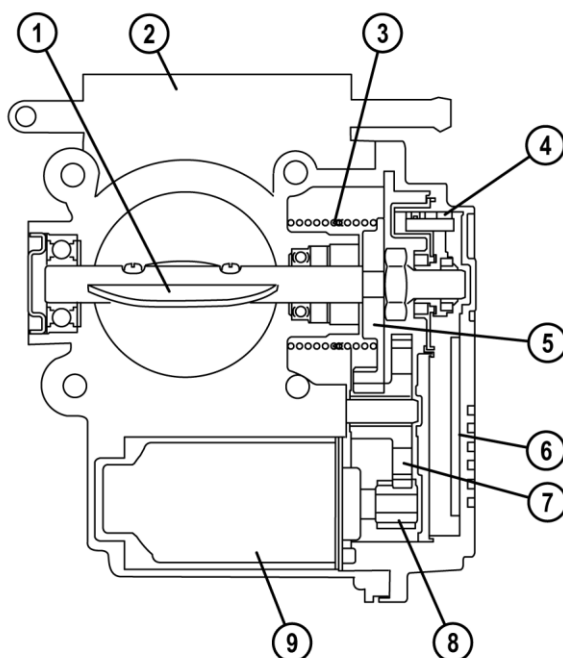
**Байпасный клапан EGR в двигателе R2**

- |   |   |   |                  |
|---|---|---|------------------|
| 1 | Байпасный клапан радиатора рециркулируемых отработавших газов | 3 | Клапан           |
| 2 | Вал   | 4 | Вакуумный привод |



## Впускной запорный клапан

- Впускной запорный клапан **ISV** (Intake Shutter Valve = впускной запорный клапан, также называемый дроссельным клапаном EGR) установлен во впускной трубе перед клапаном EGR и при низкой частоте вращения двигателя увеличивает интенсивность рециркуляции отработавших газов. При выключении двигателя запорный клапан ISV перекрывает систему впуска воздуха. За счет этого происходит немедленная остановка двигателя без неприятных вибраций.
- Во избежание обледенения клапана ISV при низкой температуре окружающей среды корпус клапана подключен к контуру охлаждения двигателя.
- В зависимости от тактового импульса, поступающего от блока управления двигателем, впускной запорный клапан (ISV) регулируется электродвигателем постоянного тока. За счет понижающего редуктора большой угол поворота двигателя преобразуется в небольшой угол поворота запорного клапана.



312\_V1\_01044

- |  |  |
|--|--|
| 1 Клапан                                   | 5 Приводное колесо с намагниченным ротором |
| 2 Корпус впускного запорного клапана (ISV) | 6 Драйвер                                  |
| 3 Возвратная пружина                       | 7 Промежуточное колесо                     |
| 4 Статор с элементом Холла                 |  |

- При высокой интенсивности рециркуляции отработавших газов блок управления двигателем (PCM) включает электродвигатель постоянного тока с высокой скважностью импульсов. Впускной запорный клапан (ISV) закрывается приблизительно наполовину, уменьшая поперечное сечение впускного трубопровода. Таким образом, во впускном коллекторе создается вакуум, что позволяет увеличить интенсивность рециркуляции отработавших газов.
- При выключении двигателя блок управления двигателем включает электродвигатель постоянного тока с максимальной скважностью импульсов. За счет этого впускной запорный клапан ISV закрывается полностью и подача воздуха в двигатель прекращается.
- Для удаления отложений с клапана ISV, при каждом выключении двигателя запускается функция очистки. Для этого впускной запорный клапан ISV несколько раз полностью открывается и закрывается.

**ПРИМ:** При выходе клапана ISV из строя он открывается, предотвращая создание вакуума.

### Датчик положения впускного запорного клапана ISV

- Датчик положения впускного запорного клапана ISV, представляющий собой датчик Холла, встроен в крышку корпуса клапана и фиксирует положение впускного запорного клапана ISV.
- Напряжение на выходе элементов Холла пропорционально положению запорного клапана, то есть, чем больше угол раскрытия клапана, тем выше напряжение.
- После замены впускного запорного клапана ISV необходимо восстановить его значения, запрограммированные в блоке управления двигателем (PCM), а также и инициализировать датчик положения впускного запорного клапана ISV. Выбрать следующую опцию: **Toolbox** → **Powertrain** → **Data reset** → **ETB/EGR**. Затем необходимо инициализировать датчик положения клапана ISV. Для этого выбрать следующую опцию: **Toolbox** → **Powertrain** → **ETB/EGR initialisation**.

**Управления рециркуляцией отработавших газов**

- В зависимости от условий эксплуатации двигателя система управления рециркуляцией отработавших газов изменяет интенсивность рециркуляции отработавших газов. Блок управления двигателем (PCM) обрабатывает поступающие данные и на основании этой информации рассчитывает заданное значение интенсивности рециркуляции отработавших газов, соответствующим образом включая клапан EGR и клапан ISV. Рециркуляция отработавших газов рассчитывается опираясь на следующие значения:
  - Положение педали акселератора
  - Частота вращения двигателя
  - Абсолютное давление во впускном коллекторе
  - Температура охлаждающей жидкости
- На основании сигнала, поступающего от датчика массового расхода воздуха (MAF), блок управления двигателем (PCM) непрерывно контролирует процесс рециркуляции отработавших газов. При рециркуляции отработавших газов воздушная масса, подаваемая в цилиндры, соответствующим образом уменьшается, то есть интенсивность рециркуляции отработавших газов напрямую влияет на массовый расход воздуха. Датчик массового расхода воздуха (MAF) фиксирует уменьшение массы воздуха и передает эту информацию на блок управления двигателем (PCM), который на основании этих данных определяет интенсивность рециркуляции отработавших газов.
- Чрезмерная интенсивность рециркуляции отработавших газов становится причиной неполного сжигания топлива, что повышает содержание окиси углерода (CO), остаточных углеводородов (HC) и сажи в отработавших газах. Следовательно, необходимо ограничение рециркуляции отработавших газов, чтобы для сжигания впрыскиваемого топлива обеспечивался достаточный избыток воздуха.

### Диагностика

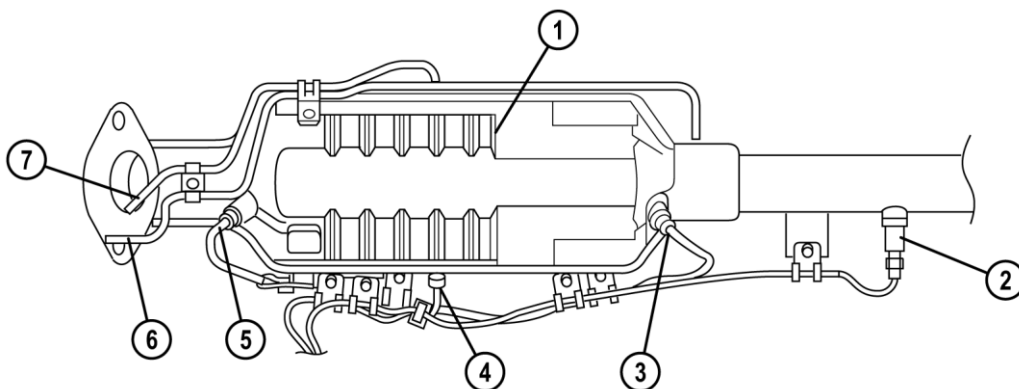
- Система рециркуляции отработавших газов проверяется следующим образом:
  - Проверка положения клапана EGR и его включение за счет параметра **EGRP** (Per/Volt/mm)
  - Проверка фактической интенсивности рециркуляции отработавших газов за счет параметра **MAF** (Volt/Num)
  - Проверка напряжения на электродвигателе постоянного тока системы EGR
  - Измерение сопротивления на электродвигателе постоянного тока системы EGR
  - Проверка клапана EGR на предмет зависания
  - Проверка запрограммированных значений клапана EGR за счет параметра **EGR\_LRN** (mm)
  - Проверка включения байпасного клапана EGR за счет параметра **EGR\_C\_BP** (Mode)
  - Проверка положения впускного запорного клапана ISV за счет параметра **ISV\_POS** (Per/Volt)
  - Проверка включения клапана ISV за счет параметра **ISV\_ACT** (Angl)
  - Проверка заданных значений для включения клапана ISV за счет параметра **ISV\_DSD** (Per/Angl)
  - Проверка запрограммированных значений клапана ISV за счет параметра **ISV\_LRNC** (Per)
  - Измерение напряжения на электродвигателе постоянного тока клапана ISV
  - Измерение сопротивления на электродвигателе постоянного тока клапана ISV

## Система дизельного сажевого фильтра

- Задача системы дизельного сажевого фильтра (DPF) состоит в снижении количества частиц сажи, которые образуются, прежде всего, при неполном сгорании топлива (например, при холодном запуске двигателя и при полной нагрузке на двигатель).
- Для этого частицы отфильтровываются из потока отработавших газов и дожигаются в определенных эксплуатационных условиях.
- Система фильтрации в основном состоит из следующих компонентов:
  - Дизельный сажевый фильтр, встроенный в корпус катализатора окисления
  - Датчик разности давлений системы DPF с датчиком температурной коррекции
  - Датчики температуры выхлопных газов
  - Обогреваемый лямбда-зонд
  - Сигнальная лампа DPF
  - Система управления регенерацией DPF

### Дизельный сажевый фильтр

- Окислительный катализатор и дизельный сажевый фильтр (DPF) установлены один за другим в общем корпусе.

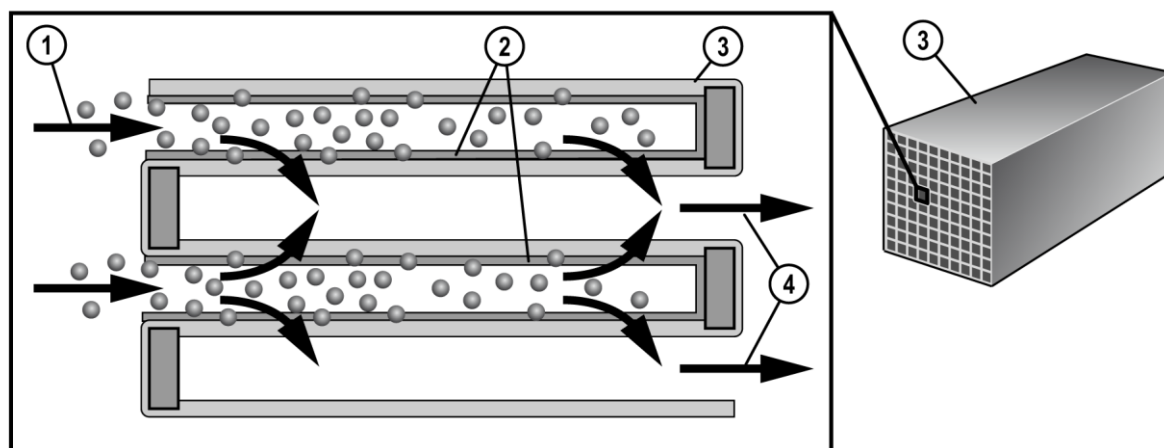


312\_V1\_01045

### Корпус сажевого фильтра/катализатора окисления в двигателе RF-T

- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 1 | Окислительный катализатор и фильтр DPF       | 5 | Датчик температуры выхлопных газов (передний)       |
| 2 | Обогреваемый лямбда-зонд                     | 6 | Подключение к стандартному давлению за фильтром DPF |
| 3 | Датчик температуры выхлопных газов (задний)  | 7 | Подключение к высокому давлению перед фильтром DPF  |
| 4 | Датчик температуры выхлопных газов (средний) |   |   |

- Ввиду того, что каналы керамического сажевого фильтра (DPF) попеременно закрываются, выхлопные газы вынуждены проходить через пористые перегородки фильтра. Эти перегородки пропускают только газообразные компоненты, задерживая твердые частицы.
- Каналы фильтра DPF покрыты платиной. Этот каталитический слой облегчает регенерацию сажевого фильтра, поскольку он значительно снижает температуру, которая необходима для сжигания частиц сажи, а также ускоряет их сгорание. Без этого покрытия сжигание частиц сажи происходит при температуре, превышающей 600° С. Платиновое покрытие снижает температуру возгорания сажевых частиц до 500° С.



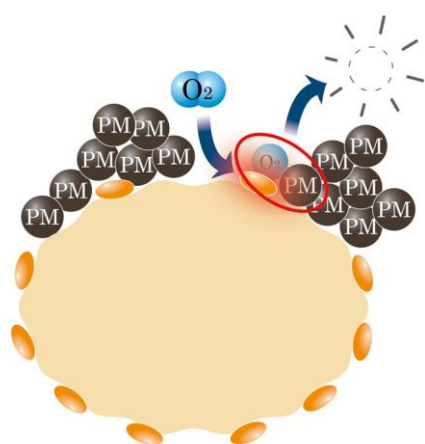
312\_V1\_01046

- |   |  |   |                          |
|---|--|---|--------------------------|
| 1 | Выхлопные газы, поступающие от двигателя | 3 | Фильтр DPF               |
| 2 | Каталитический слой                      | 4 | Очищенные выхлопные газы |

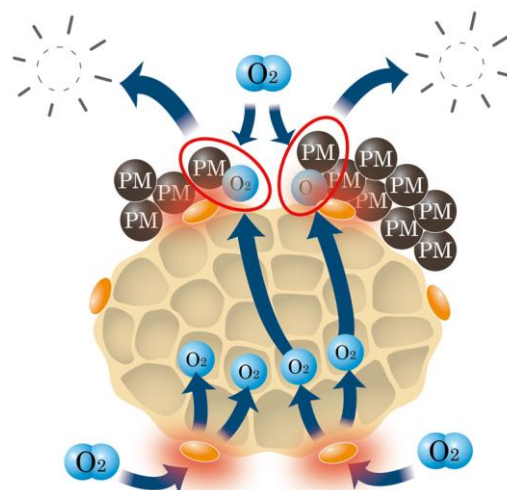
**ПРИМ:** Для обеспечения правильного функционирования системы DPF должно использоваться только минеральное дизельное топливо с относительным содержанием серы 350 млн<sup>-1</sup> частиц в соответствии с DIN EN 590. Использование топлива с более высоким содержанием серы категорически запрещено, поскольку это может привести к засорению DPF.

**ПРИМ:** Добавление любых присадок с металлическими соединениями к дизельному топливу (например, очистителя клапанов, ускорителя запуска холодного двигателя) категорически запрещено, поскольку это ведёт к повышенному образованию золы и влечёт за собой засорение DPF.

- В то время как в автомобилях с двигателем RF-T используется стандартный сажевый фильтр (DPF), в автомобилях с двигателями R2 устанавливается фильтр с измененной керамической структурой.
- Стандартный фильтр DPF, используя кислород из потока отработавших газов, превращает сажевые частицы в диоксид углерода. Эта реакция происходит на поверхности каталитического слоя. При этом скорость регенерации DPF, среди прочего, зависит от количества кислорода, находящегося на поверхности. Для сокращения времени регенерации фильтра температура выхлопных газов повышается за счет дополнительных впрысков топлива на такте выпуска. Однако ввиду ограниченной допустимой тепловой нагрузки на керамический носитель существует ряд определенных ограничений, которые продлевают процесс регенерации.
- В фильтре DPF автомобилей, оборудованных двигателем R2, в высокоустойчивый к термическим нагрузкам керамический монолит фильтра были добавлены дополнительные кислородные каналы. За счет этого обеспечивается большее количество кислорода, который необходим для сжигания твердых частиц. Таким образом повышается скорость регенерации фильтра DPF и удлиняются циклы регенерации, что положительно сказывается на потреблении топлива.



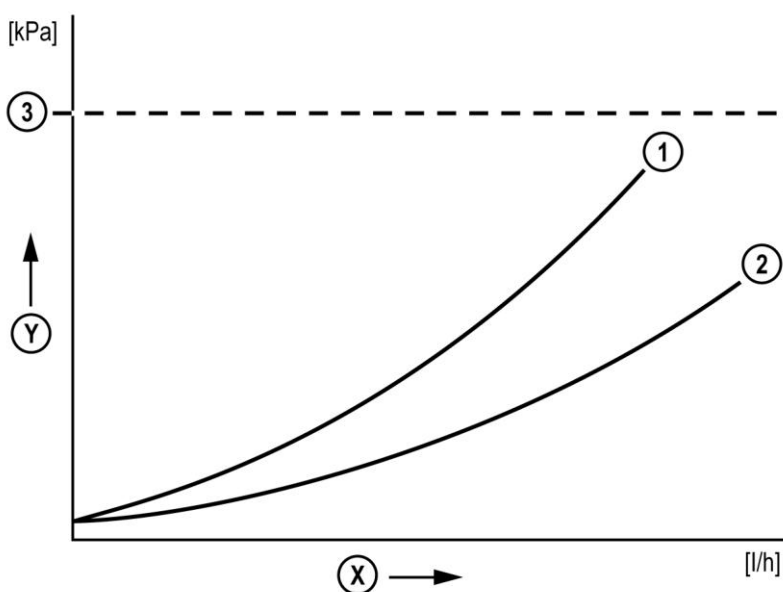
Фильтр DPF двигателя RF-T



Фильтр DPF двигателя R2

- В зависимости от нагрузки и условий эксплуатации фильтр DPF необходимо регенерировать, чтобы избежать его засорения частицами сажи. Датчики давления и температуры выхлопных газов выдают информацию о нагрузке на фильтр DPF и о его температуре. В зависимости от эксплуатационных условий блок управления двигателем (PCM) запускает процесс регенерации фильтра. Этот процесс снижает обратное давления отработавших газов, вызываемое накопившимся количеством сажи, препятствуя увеличению расхода топлива.

**ПРИМ:** При определённых условиях из выхлопной трубы во время регенерации может выходить белый дым. Это также является побочным продуктом процесса регенерации, и его не следует считать проблемой.



312\_V1\_01047

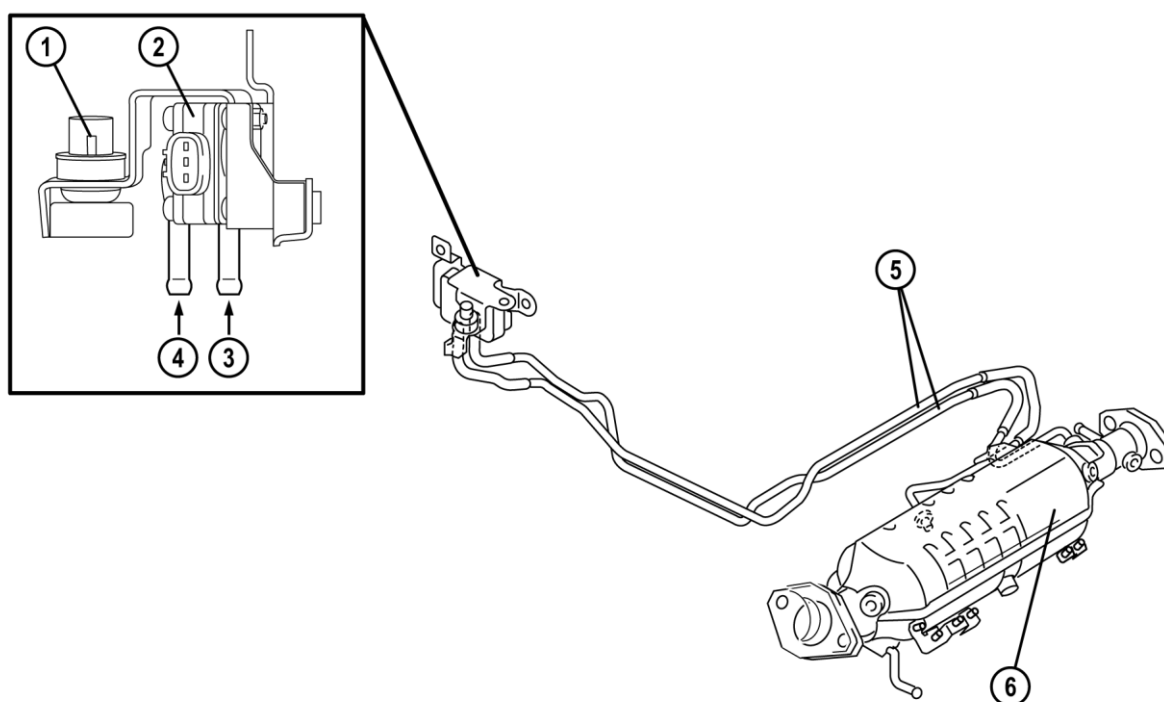
- |   |                                   |   |                                       |
|---|-----------------------------------|---|---------------------------------------|
| X | Объёмный поток отработавших газов | 2 | Новый фильтр                          |
| Y | Перепад давлений                  | 3 | Предельное значение перепада давлений |
| 1 | Использованный фильтр             |   |                                       |



- После регенерации зольные остатки, которые образовались из моторного масла и дизельного топлива, остаются в DPF и не могут преобразовываться дальше. Эти остатки уменьшают полезный объем фильтра, укорачивая интервалы регенерации. Поскольку поры фильтра засорены зольными остатками, обратное давление отработавших газов и, следовательно, расход топлива, увеличиваются. Благодаря использованию малозольного моторного масла, эти эффекты можно свести к минимуму. По этой причине для фильтра не существует заданного периода замены.
- Однако в зависимости от условий эксплуатации, полезный объем фильтра может достигнуть предела в течение срока службы автомобиля. В этом случае DPF следует заменить.
- После замены фильтра DPF следует выполнить несколько шагов, чтобы гарантировать его правильную работу:
  1. При помощи диагностического модуля M-MDS необходимо восстановить адаптационные значения фильтра DPF, сохраненные в блоке управления двигателем (PCM). Выбрать следующую опцию:  
**Toolbox → Powertrain → Data reset → DPF.**
  2. При помощи диагностического модуля M-MDS необходимо выполнить сброс системы управления регенерацией фильтра в блоке управления двигателем (PCM). Выбрать следующую опцию:  
**Toolbox → Powertrain → DPF → DPF reset.**
  3. Необходимо выполнить функцию обучения для количества впрыскиваемого топлива. Выбрать следующую опцию: **Toolbox → Powertrain → Engine checks → Learning functions → Injection quantity corrections.**
  4. При помощи диагностического модуля M-MDS необходимо осуществить регенерацию фильтра DPF в ручном режиме. Выбрать следующую опцию:  
**Toolbox → Powertrain → DPF → DPF regeneration.**
  5. Пользуясь диагностическим модулем M-MDS необходимо установить перепад давлений перед фильтром DPF и за ним. Выбрать следующую опцию:  
**Toolbox → Powertrain → DPF → DPF evaluation.**

## Датчик дифференциального давления DPF

- Датчик дифференциального давления фильтра DPF определяет разницу давления отработавших газов до и после DPF при помощи пьезоэлемента. Датчик расположен в моторном отсеке у перегородки и подключён к точке замера до и после DPF с помощью трубопроводов давления.
- Разность давлений является мерой количества сажи, накопленной в фильтре (т.е., чем больше разность давлений, тем больше количество сажи). Сигнал, поступающий от этого датчика, используется также для контроля процесса регенерации фильтра.

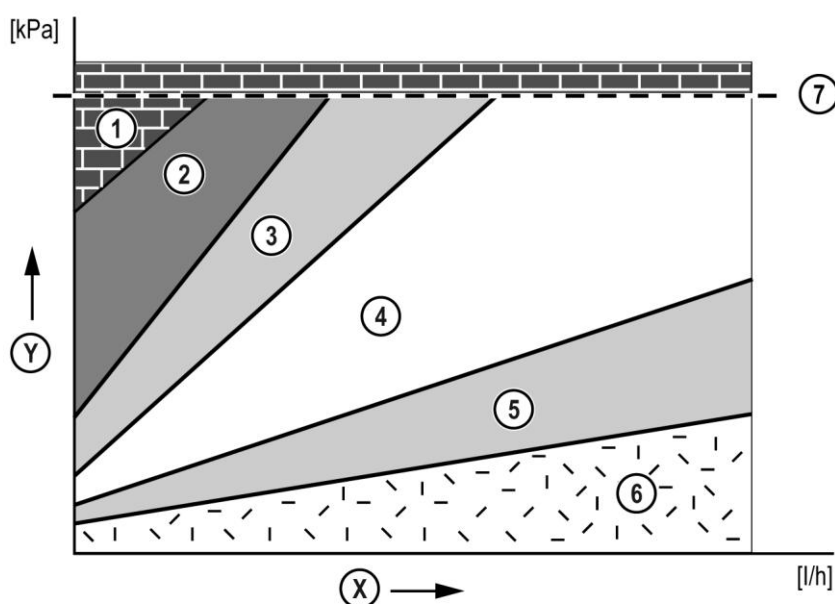


312\_V1\_01048

## Датчик дифференциального давления DPF в двигателе RF-T

- |   |  |
|---|--|
| 1 Датчик температурной коррекции                                | 4 Подключение к давлению перед фильтром DPF (высокое давление) |
| 2 Датчик дифференциального давления DPF                         | 5 Напорные трубопроводы  |
| 3 Подключение к давлению за фильтром DPF (стандартное давление) | 6 Окислительный катализатор и DPF                              |

- Поскольку сам фильтр представляет собой определенное препятствие на пути потока отработавших газов, сигнал от датчика дифференциального давления DPF используется также и для оценки состояния фильтра.



312\_V1\_01049

X	Поток отработавших газов	4	Промежуточное состояние фильтра
Y	Дифференциальное давление	5	Фильтр регенерирован
1	Фильтр засорен	6	Фильтр поврежден
2	Перегрузка фильтра	7	Предельное значение дифференциального давления
3	Нагрузка на фильтр		

- Если значение, измеренное датчиком дифференциального давления, выше заданного значения, то блок управления двигателем (PCM) расценивает это как засорение фильтра DPF и сохраняет соответствующий код неисправности. Включается индикатор неисправности **MIL** (**M**alfunction **I**ndicator **L**ight = индикатор неисправности), а блок управления двигателем (PCM) переходит в аварийный режим работы.
- Если дифференциальное давление, измеренное датчиком, ниже заданного значения, то блок управления двигателем расценивает это как повреждение фильтра DPF. Он сохраняет соответствующий код неисправности, включает индикатор неисправности и переходит в аварийный режим работы.
- В этом случае следует сначала проверить датчик дифференциального давления фильтра DPF (смотри раздел «Диагностика системы дизельного сажевого фильтра»).

- Для обеспечения правильности срабатывания датчика дифференциального давления фильтра DPF после его замены необходимо выполнить следующие действия:
  1. При помощи диагностического модуля M-MDS необходимо восстановить адаптационные значения датчика дифференциального давления DPF, сохраненные в блоке управления двигателем (PCM). Выбрать следующую опцию:  
**Toolbox → Powertrain → Data reset → DPF pressure sensor.**
  2. Необходимо выполнить сброс системы управления регенерацией фильтра в блоке управления двигателем (PCM). Выбрать следующую опцию:  
**Toolbox → Powertrain → DPF → DPF reset.**
  3. При помощи диагностического модуля M-MDS следует определить перепад давлений до фильтра DPF и после него. Выбрать следующую опцию:  
**Toolbox → Powertrain → DPF → DPF evaluation.**

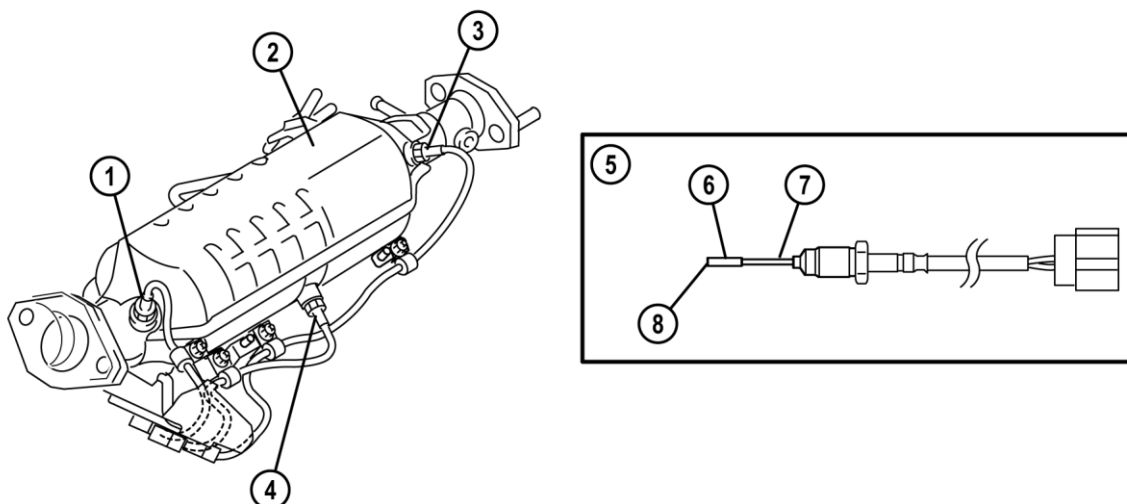
### Датчик температурной коррекции

- Кроме того, датчик дифференциального давления фильтра DPF отличается наличием датчика температурной коррекции, который находится на кронштейне датчика дифференциального давления и определяет температуру в моторном отсеке. Датчик представляет собой термостойкий резистор с отрицательным температурным коэффициентом (NTC).
- Датчик температурной коррекции используется для введения поправки на характеристики датчика дифференциального давления DPF.

**ПРИМ:** Датчик дифференциального давления заменяется только вместе с кронштейном. Датчик температурной коррекции может заменяться отдельно.

## Датчики температуры выхлопных газов

- В двигателе RF-T три датчика температуры выхлопных газов (верхний/средний/нижний) размещены в общем корпусе катализатора/DPF и определяют температуру выхлопных газов на входе окислительного каталитического преобразователя, а также на входе и выходе DPF. Каждый датчик представляет собой термостойкий резистор с отрицательным температурным коэффициентом.



312\_V1\_01050

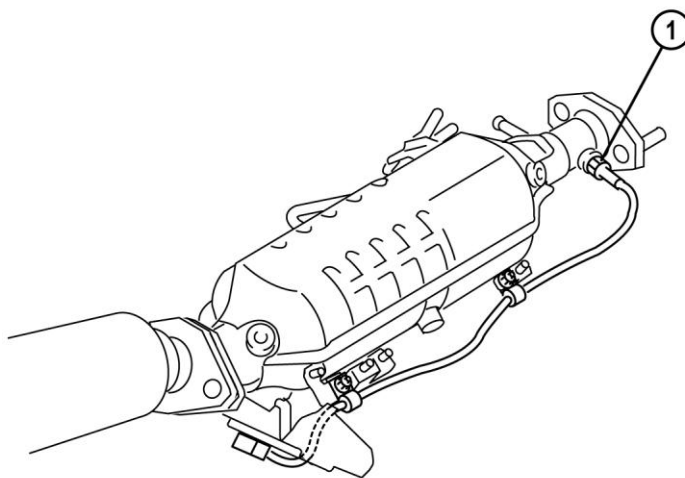
## Датчики температуры выхлопных газов в двигателе RF-T

- |   |  |
|---|--|
| 1 Датчик температуры выхлопных газов            | 6 Окислительный катализатор и DPF              |
| 2 Крышка  | 7 Датчик температуры выхлопных газов (задний)  |
| 3 Контакт в оболочке                            | 8 Датчик температуры выхлопных газов (средний) |
| 4 Терморезистор                                 |  |
| 5 Датчик температуры выхлопных газов (передний) |  |

- Сигнал переднего датчика температуры выхлопных газов позволяет проверить, достигнута ли температура выхлопных газов, требуемая для работы окислительного каталитического преобразователя.
- Сигнал среднего датчика температуры выхлопных газов используется для определения, достигнута ли температура выхлопных газов, требуемая для регенерации фильтра.
- Сигнал заднего датчика температуры выхлопных газов служит для контроля температуры выхлопных газов в процессе регенерации.
- Кроме того, информация, поступающая от датчиков температуры выхлопных газов, используется для расчёта количества сажи, сгоревшей в DPF.
- В двигателе R2 (без системы SCR) установлены только два датчика температуры выхлопных газов (передний/средний). Контроль температуры выхлопных газов за фильтром DPF не производится.

**Обогреваемый лямбда-зонд**

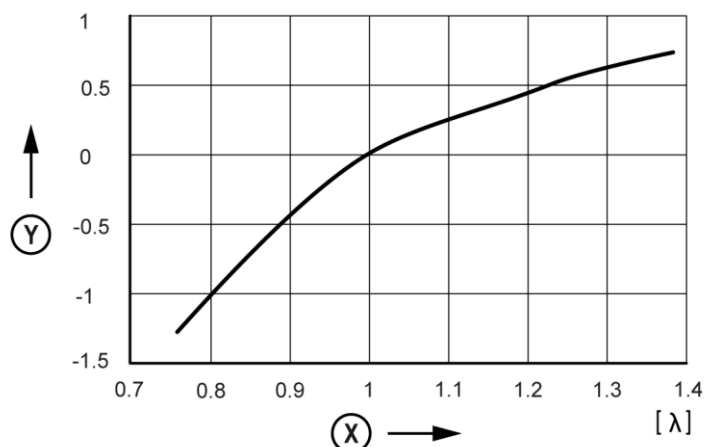
- Датчик **HO2S** (**H**eated **O**xуgen **S**ensor = обогреваемый лямбда-зонд) размещён после фильтра DPF и определяет концентрацию кислорода в выхлопных газах. HO2S является широкодиапазонным датчиком. Он генерирует отчётливый электрический сигнал в широком диапазоне от  $\lambda = 0$  до  $\infty$  ( $\infty$  = воздушная смесь, содержащая 21% кислорода). В результате, датчик способен также определять концентрацию кислорода в выхлопных газах от дизельного двигателя, который обычно работает с коэффициентом избытка воздуха, равным от  $\lambda \sim 1,4$  (при полной нагрузке) до  $\lambda \sim 3,4$  (на холостом ходу).
- Информация от датчика HO2S используется модулем PCM для расчёта количества сажи, сгоревшей в DPF.

**Лямбда-зонд двигателя RF-T**

312\_V1\_01051

1 HO2S

- Ввиду конструктивного исполнения широкополосного лямбда-зонда мерой измерения остаточного кислорода в потоке отработавших газов является ток, который может составлять от -1,8 до +1,8 мА.



312\_V1\_01052

X Коэффициент избытка воздуха  $\lambda$       Y Ток

- Поскольку HO2S генерирует полезный сигнал только при превышении определённой температуры, он содержит встроенный нагревательный элемент. Температурой HO2S управляет PCM, который включает нагревательный элемент посредством тактового импульса.
- При низких температурах выхлопных газов PCM задаёт нагревательному элементу длительный рабочий цикл, так что требуемая рабочая температура достигается быстро.
- При высоких температурах выхлопных газов PCM задаёт нагревательному элементу рабочий цикл малой длительности, так что никакого нагревания не происходит.
- После замены HO2S следует переустановить его адаптационные значения в PCM при помощи диагностического модуля M-MDS. Выбрать следующую опцию:  
**Toolbox** → **Powertrain** → **Data reset** → **Oxygen sensor**.



### Сигнальная лампа DPF

- Сигнальная лампочка фильтра DPF находится на приборном щитке и служит для привлечения внимания водителя к неправильной работе системы DPF (смотри раздел «Расчет количества сажи»). При нормальной работе сигнальная лампочка DPF загорается, когда включается зажигание, и гаснет через несколько секунд.



312\_V1\_01053

## Управление регенерацией

- Управление регенерацией встроено в блок управления двигателем (PCM). Оно определяет количество накопленной в фильтре DPF сажи и, исходя из этого, запускает процесс регенерации.

## Расчет количества сажи

- PCM получает информацию о количестве накопленной в фильтре сажи от датчика дифференциального давления DPF. Чтобы установить выброс сажи из двигателя, PCM оценивает способ вождения пользователя, отслеживая нагрузку двигателя, частоту оборотов коленчатого вала двигателя и скорость автомобиля. Кроме того, PCM посчитывает количество сгорающей в DPF сажи, используя сигналы, поступающие от NO<sub>2</sub>S и датчиков температуры выхлопных газов.
- В зависимости от поступающего из датчика дифференциального давления DPF, расчётного выброса сажи, количества сгорающей сажи и пробега PCM принимает решение, надо ли и когда надо выполнить регенерацию.
- Если уровень накопления сажи в DPF достигает 80% или более, загорается сигнальная лампочка DPF. В этом случае следует выполнить автоматическую регенерацию DPF, заставив автомобиль двигаться в режиме, когда частота вращения коленчатого вала двигателя будет 2000 мин<sup>-1</sup> или выше, скорость автомобиля будет 40 км/час в течение примерно 10-15 мин.

**ПРИМ:** Несмотря на то, что сигнальная лампочка DPF выключается при запуске автоматической регенерации, процесс регенерации продолжается, пока уровень накопления не снизится до 60% или менее.

- Если уровень накопления сажи в DPF достигает 100%, сигнальная лампочка DPF мигает, а в блок управления двигателем (PCM) записывается код неисправности (DTC) P2458. Кроме того, PCM снижает количество впрыскиваемого топлива, чтобы снизить температуру выхлопных газов, не позволяя фильтру перегреваться. Благодаря уменьшенному количеству впрыска выбросы сажи двигателем и, следовательно, количество накапливаемой в фильтре сажи, также снижается. В этом случае следует вручную выполнить регенерацию DPF.

**ПРИМ:** Не выполняйте автоматическую регенерацию, если уровень накопления сажи в DPF достиг 100%, поскольку это может привести к повреждению фильтра или двигателя.

- Если уровень накопления сажи в фильтре DPF достигает 140%, загорается индикатор неисправности (MIL), а в PCM записывается код неисправности (DTC) P242F. Кроме того, PCM ещё больше снижает количество впрыскиваемого топлива и, следовательно, выброса сажи двигателем, что приводит к пониженному количеству сажи, накапливаемому в фильтре. В этом случае также следует вручную выполнить регенерацию DPF.
- Если уровень накопления сажи в DPF достигает 200%, фильтр более не подлежит регенерации и его следует заменить.
- В нижеследующей таблице приведены разные условия накопления сажи в DPF и меры, которые следует принять в таких условиях:

Пункт	Накопление сажи в DPF					
	60%	80%	100%	125%	140%	200%
Уровень накопления сажи		~6,4г	~8,0г		~11,0г	~15,0г
Сигнальная лампа DPF	—	—	Загорается	Мигает каждые 0,4 сек		
Индикатор неисправности (MIL)	—	—	—	—	—	Загорается
Ограничения по выходу	—	—	—	Макс. 150 км/ч		Макс. 70 км/ч
Код неисправности в PCM	—	—	—	P2458		P242F
Действия пользователя	—	—	Выполнить автоматическую регенерацию путем управления автомобилем при числе оборотов двигателя 2000 оборотов/минуту или более и скорости автомобиля 40 км/час в течение 10-15 минут	Доставить автомобиль дилеру		
Автоматическая регенерация DPF	—	Включена		Отключена		

**Процесс регенерации**

- Если требуется регенерация фильтра DPF, блок управления двигателем (PCM) проверяет, подходят ли условия работы двигателя для запуска процесса регенерации (рабочие условия двигателя для автоматической регенерации DPF смотри в таблице на предыдущей странице).
- Если условия регенерации соблюдаются, PCM предпринимает следующие меры, чтобы искусственно повысить температуру выхлопных газов:
  - Закрытие клапана EGR, чтобы увеличить температуру сгорания путём увеличения содержания кислорода в наддуве цилиндра.
  - Частичное закрытие запорного клапана ISV, чтобы увеличить температуру всасываемого воздуха путём уменьшения тяги.
  - Выполнение дополнительного впрыска с опережением, чтобы увеличить температуру сгорания путём сжигания дополнительного количества топлива.
  - Выполнение двух дополнительных впрысков с запаздыванием, чтобы увеличить температуру выхлопных газов путём сжигания топлива в окислительном катализаторе.
- За счет этих мер минимальная температура выхлопных газов, равная 150° С (при низкой нагрузке двигателя и низких оборотах двигателя) повышается до 500° С, и регенерация запускается. Затем PCM контролирует процесс регенерации с помощью сигналов, поступающих от датчика дифференциального давления DPF и от датчиков температуры выхлопных газов. Контроль процесса регенерации решающе важен, поскольку DPF повреждается, если его температура превышает 1000° С.
- Процесс регенерации занимает до 15 минут. Если процесс регенерации начался, он будет выполнен независимо от условий эксплуатации двигателя. Он прекращается только при выключении двигателя. В этом случае процесс регенерации запускается снова, как только возникают требуемые условия работы.

**Интервалы регенерации**

- В зависимости от условий эксплуатации автомобиля DPF регенерируется каждые 100-300 км. Из-за зольных осадков, которые образовались из моторного масла и дизельного топлива, полезный объём фильтра уменьшается. Поскольку количество осевшей в DPF золы увеличивается при каждом процессе регенерации, с увеличением пробега интервалы регенерации становятся короче.

**Регенерация в ручном режиме**

- Если уровень накопления сажи в фильтре DPF составляет 100% или более, то при помощи диагностического модуля M-MDS необходимо выполнить регенерацию фильтра в ручном режиме. Для этого следует выбрать опцию:  
**Toolbox → Datalogger → Control modules → PCM.**
- В зависимости от количества сажи, накопившейся в фильтре DPF, блок управления двигателем (PCM) самостоятельно выбирает режим нормальной регенерации, продолжительность которой составляет 34 минуты или режим длительной регенерации (60 минут). Длительная регенерация выполняется в том случае, если уровень накопления сажи в фильтре превышает значение равное 125%. Ввиду большей продолжительности регенерация, выполняемая в ручном режиме, может проходить при низких температурах выхлопных газов. За счет этого уменьшается нагрузка, оказываемая на фильтр DPF.
- Для того чтобы в случае необходимости прервать процесс регенерации фильтра в ручном режиме необходимо действовать следующим образом:
  1. Нажать на педаль сцепления, включить 1 передачу и снизить частоту вращения двигателя до частоты вращения на холостом ходу (регенерация в ручном режиме прерывается).
  2. Переключиться на холостой ход и на 1 минуту увеличить частоту вращения двигателя до 3000 мин<sup>-1</sup> (фильтр DPF охлаждается).
  3. Если возникнет необходимость в выполнении повторной регенерации, то перед ее запуском следует подождать 5 минут.

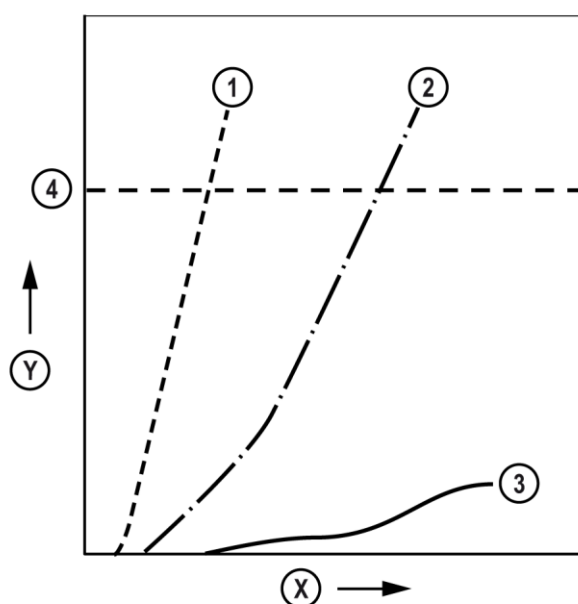
**ПРИМ:** Процесс регенерации в ручном режиме следует осуществлять только в хорошо проветриваемых помещениях с использованием соответствующего устройства отвода отработавших газов. При этом автомобиль не следует парковать в местах, где возможно возгорание огнеопасных материалов, поскольку в процессе регенерации отработавшие газы нагреваются до высокой температуры. Кроме того, для предотвращения перегрева двигателя следует открыть капот. В процессе регенерации фильтра в ручном режиме запрещается включать любые электроприборы, поскольку это может изменить количество дополнительно впрыскиваемого топлива и отразиться на правильности регенерации.

**ПРИМ:** После запуска регенерации фильтра в ручном режиме диагностический модуль M-MDS может быть отсоединен от автомобиля.

## Моторное масло

- Для ограничения количества золы, оседающей в сажевом фильтре, необходимо использовать моторное масло с пониженной зольностью. Это масло должно соответствовать спецификации ACEA C1 (приравнивается к японской спецификации JASO DL-1). Такое масло также называется SAPS маслом, то есть маслом с низким содержанием зольных элементов.

**ПРИМ:** Использование моторных масел с более высокой зольностью строго запрещается, поскольку это может привести к засорению фильтра DPF. Кроме того, зола, оседающая в фильтре DPF, значительно уменьшает его полезный объем. Это сокращает интервалы регенерации фильтра, что увеличивает расход топлива, а, следовательно, повышает разжижение масла.

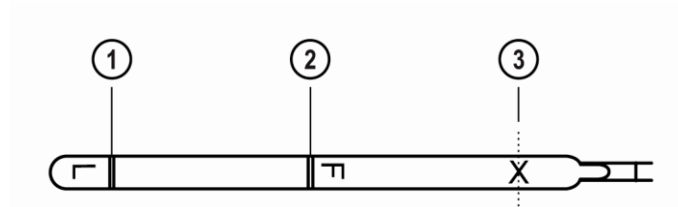


312\_V1\_01054

- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| X | Срок службы фильтра DPF  | 3 | Масло Mazda с пониженным содержанием зольных элементов (ACEA C1) |
| Y | Осаждение золы в фильтре DPF   | 4 | Забитый сажей фильтр DPF   |
| 1 | Стандартное моторное масло (ACEA A3/B3/B4)                                 |   |  |
| 2 | Обычное масло SAPS с пониженным содержанием зольных элементов (ACEA C2/C3) |   |  |

## Щуп для определения уровня масла

- Поскольку дополнительный впрыск топлива, который необходим для регенерации фильтра DPF, может стать причиной значительного разжижения моторного масла, на щуп для определения уровня масла нанесена маркировка «X», которая должна привлечь внимание пользователя на подобное состояние. Если уровень масла подходит к маркировке «X», или превышает ее, то моторное масло необходимо заменить.



312\_V1\_01055

- |   |                              |   |                                       |
|---|------------------------------|---|---------------------------------------|
| 1 | Маркировка L (Low = низкий)  | 3 | Маркировка X (Excessive = избыточный) |
| 2 | Маркировка F (Full = полный) |   |                                       |
- После каждой замены масла при помощи диагностического модуля M-MDS следует восстановить параметр «Расчетное разжижение масла», сохраненный в блоке управления двигателем (PCM). Для этого следует выбрать опцию:  
**Toolbox → Powertrain → Data reset → Engine oil.**

## Расчет разжижения масла

- Блок управления двигателем (PCM) рассчитывает разжижение масла, пользуясь продолжительностью процессов регенерации и интервалами регенерации.
- Если ввиду разжижения масла его уровень достигает заданного предельного значения, то в блок управления двигателем записывается код неисправности P252F, но сигнальная лампочка не включается. Этот код неисправности сохраняется в том случае, если процесс регенерации был несколько раз запущен, но не был завершен (например, ввиду частых поездок на короткие расстояния при низкой частоте вращения двигателя). В этом случае необходимо проверить уровень масла. Если уровень масла ниже маркировки «X» на щупе, то код неисправности может быть удален. Кроме того, следует порекомендовать водителю изменить стиль вождения (например, поездки на длительные расстояния при средней или высокой частоте вращения двигателя), чтобы завершить процесс регенерации фильтра DPF.
- Если ввиду разжижения масла его смазочная способность и уровень достигнут предельного значения, то начинает мигать сигнальная лампа DPF, а в блок силовым агрегатом записывается код неисправности P253F. Для защиты двигателя блок управления двигателем снижает количество впрыскиваемого топлива. Если автомобиль продолжает эксплуатироваться, то это может стать причиной повреждения двигателя. В этом случае необходимо произвести замену масла, даже если его уровень ниже маркировки «X» на измерительном щупе. Кроме того, следует порекомендовать водителю изменить стиль вождения (например, поездки на длительные расстояния при средней или высокой частоте вращения двигателя), чтобы завершить процесс регенерации фильтра.



- В нижеследующей таблице представлены различные варианты разжижения масла, соответствующее воздействие, а также те меры, которые следует принять.

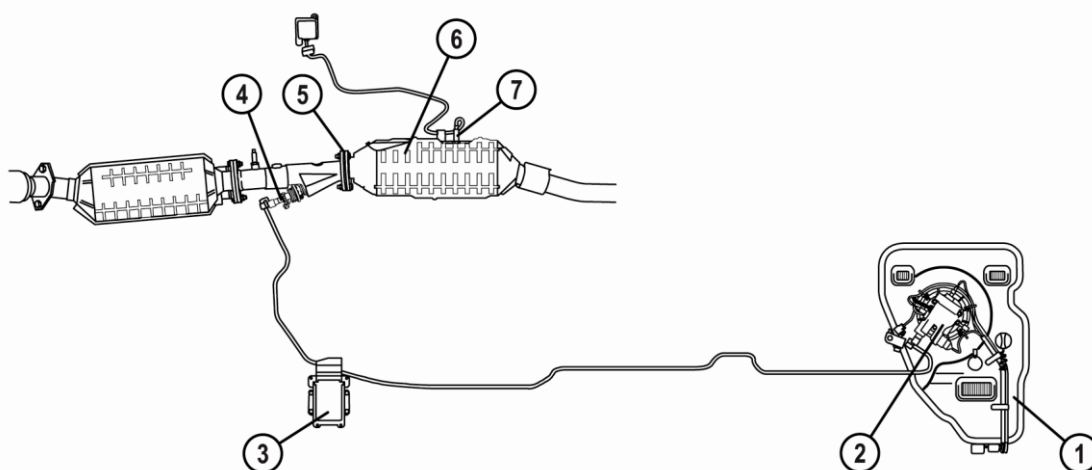
Пункт	Разжижение моторного масла			
Уровень моторного масла				
Диапазоны щупа	A	B	C	D
Сигнальная лампа DPF	—	—	Мигает через каждые 0,4 сек.	
Индикатор неисправности (MIL)	—	—	—	
Ограничения по выходу	—	—	Макс. 150 км/ч	
Код неисправности, сохраненный в PCM	P252F		P253F	
Мера, принимаемая пользователем	—	—	Доставить автомобиль дилеру	
Автоматическая регенерация DPF	Включена		Выключена	
Меры, принимаемые дилером	—	—	Если в PCM сохранен код неисправности 253F, необходимо произвести замену масла, даже если уровень заполнения на щупе ниже маркировки «X». Затем восстановить параметр «Расчетное разжижение масла» при помощи M-MDS.	После проверки уровня масла необходимо выполнить его замену. Затем восстановить параметр «Расчетное разжижение масла» при помощи M-MDS.

## Диагностика

- Система DPF проверяется следующим образом:
  - Проверка фактического расчетного веса твердых частиц за счет параметра **PM\_ACC**
  - Проверка расчетного веса накопившихся в фильтре частиц за счет параметра **PM\_GEN**
  - Проверка датчика дифференциального давления фильтра DPF за счет параметра **EXHPRESS\_DIF** (Press/Volt)
  - Проверка датчика дифференциального давления за счет параметра **EXHPRESS2** (Press/Volt)
  - Проверка сигнала по напряжению, поступающего от датчика дифференциального давления DPF
  - Замер сопротивления на датчике температурной коррекции
  - Проверка датчиков температуры выхлопных газов за счет параметра **EXHTEMP** (Volt/Temp)
  - Замер сопротивления датчиков температуры выхлопных газов
  - Проверка лямбда-зонда HO2S за счет параметра **O2S11** (Volt/Cur)
  - Проверка обогрева лямбда-зонда за счет параметра **HTR11** (Per)
  - Проверка сигнала по напряжению, поступающего от нагревательного элемента лямбда-зонда
  - Замер сопротивления нагревательного элемента лямбда-зонда
  - Проверка автоматической регенерации за счет параметра **REG\_MAN** (Mode)
  - Проверка автоматической регенерации за счет параметра **REG\_REQ\_A** (Mode) (на данный момент только для двигателя R2)
  - Контроль регенерации в ручном режиме за счет параметра **REG\_MAN** (Mode)
  - Контроль регенерации в ручном режиме за счет параметра **REG\_REQ\_F** (Mode) (на данный момент только для двигателя R2)
  - Выявление причины прекращения регенерации за счет параметра **REG\_REQ\_C** (Mode) (на данный момент только для двигателя R2)
  - Проверка пройденного с момента последней регенерации фильтра пробега за счет параметра **REG\_DIS** (DIST) (на данный момент только для двигателя R2)
  - Проверка расчетного разжижения масла за счет параметра **OIL\_DIL** (Num) (на данный момент только для двигателя R2)
  - Проверка пробега, пройденного с момента последнего сброса значений расчетного разжижения масла за счет параметра **OILCHG\_DIS** (DIST) (на данный момент только для двигателя R2)

**Система селективной каталитической нейтрализации**

- Функция системы SCR, как системы дополнительной обработки отработавших газов, состоит в снижении выбросов  $\text{NO}_x$ , которые образуются, в особенности, при высоких температурах сгорания.
- $\text{NO}_x$  преобразуется с помощью аммиака в качестве восстановителя, который создаётся из карбамида, добавляемого в отработавшие газы при помощи форсунки.
- Система SCR, устанавливаемая в модернизированную модель Mazda CX-7 Facelift, в основном, состоит из:
  - преобразователя SCR
  - смесителя карбамида
  - датчика  $\text{NO}_x$
  - бака для карбамида
  - насоса для карбамида (встроен в бак для карбамида)
  - форсунки для карбамида
  - модуля управления SCR

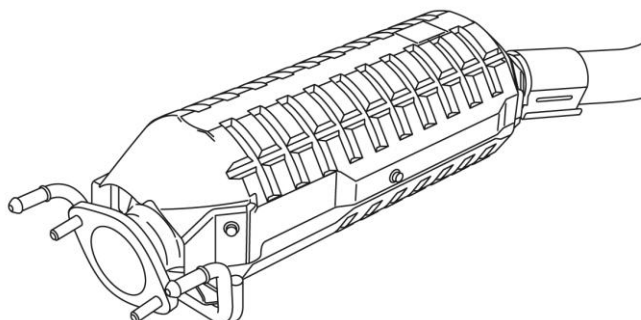


312\_V2\_01001

- |   |                        |   |                      |
|---|------------------------|---|----------------------|
| 1 | Бак для карбамида      | 5 | Смеситель карбамида  |
| 2 | Насос для карбамида    | 6 | Преобразователь SCR  |
| 3 | Модуль управления SCR  | 7 | Датчик $\text{NO}_x$ |
| 4 | Форсунка для карбамида |   |                      |

## Преобразователь SCR

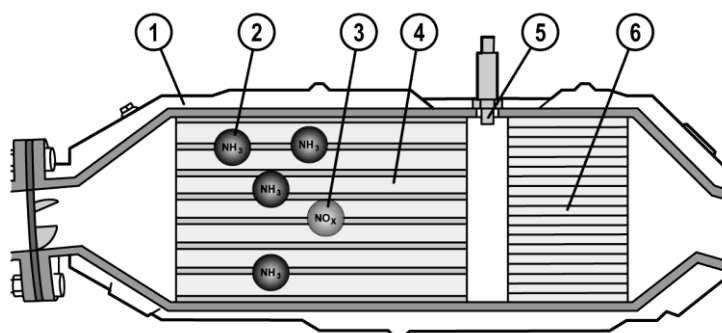
- Преобразователь SCR находится после DPF и состоит из цеолитного каталитического нейтрализатора и каталитического нейтрализатора проскальзывания, расположенных один за другим. Его оптимальная рабочая температура для очистки отработавших газов находится в пределах от 200°C до 300°C.



312\_V2\_01002

## Преобразователь SCR модели CX-7 с двигателем R2

- Цеолит – это пористая структура на минеральной основе, обладающая чрезвычайной механической и термической устойчивостью. Каналы преобразователя SCR покрыты цеолитом. Это способствует адгезии аммиачного восстановителя, который вступает в реакцию с проходящими мимо окислами азота ( $\text{NO}_x$ ).
- Каталитический нейтрализатор проскальзывания позади цеолитного каталитического нейтрализатора – это дополнительный окислительный каталитический нейтрализатор, который ограничивает проскальзывание непрореагировавшего аммиака. Это проскальзывание происходит, в основном, когда каталитический нейтрализатор SCR работает не в оптимальном диапазоне рабочих температур или когда в отработавшие газы добавляется слишком много восстановителя.



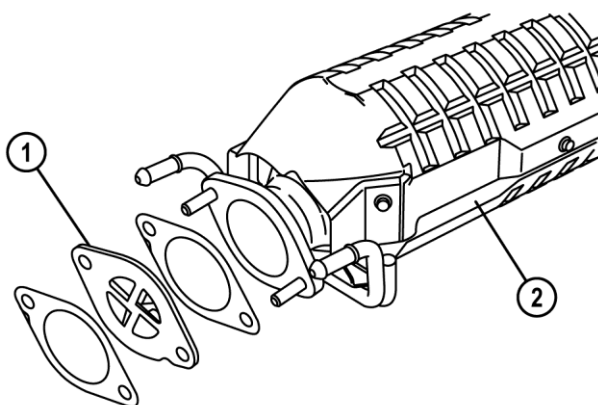
312\_V2\_01003

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | Корпус каталитического нейтрализатора SCR | 4 | Цеолитный каталитический нейтрализатор       |
| 2 | Восстановитель (аммиак)                   | 5 | Датчик $\text{NO}_x$                         |
| 3 | $\text{NO}_x$                             | 6 | Каталитический нейтрализатор проскальзывания |

**ПРИМ:** Использование цеолитного каталитического нейтрализатора предъявляет высокие требования к качеству дизельного топлива, поскольку дизельное топливо низкого качества может вызвать повреждение каталитического нейтрализатора.

### Смеситель для карбамида

- Смеситель для карбамида перед преобразователем SCR обеспечивает почти равномерное распределение карбамида в потоке отработавших газов и помогает испарению.



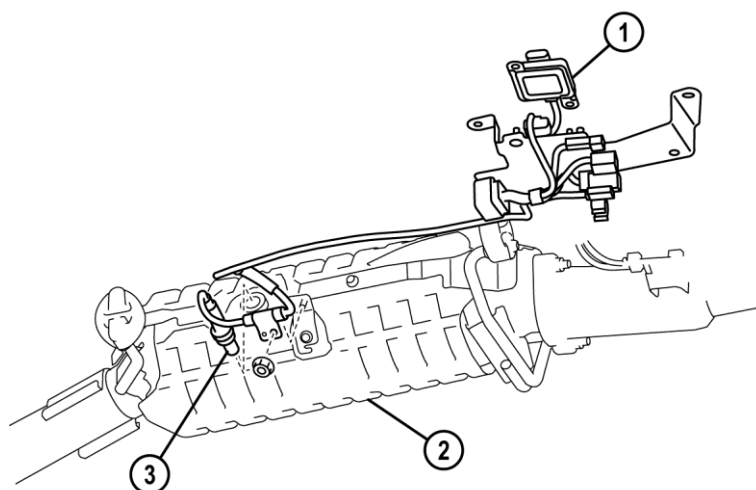
312\_V2\_01004

1 Смеситель для карбамида

2 Преобразователь SCR

Датчик NO<sub>x</sub>

- Датчик NO<sub>x</sub> находится в корпусе преобразователя SCR между цеолитным каталитическим нейтрализатором и каталитическим нейтрализатором проскальзывания и контролирует отработавшие газы с точки зрения очистки от окислов азота. Датчик NO<sub>x</sub> работает аналогично кислородному датчику HO<sub>2</sub>S. Он рассчитывает концентрацию NO<sub>x</sub>, исходя из концентрации O<sub>2</sub>, включая NO<sub>x</sub> в отработавших газах.



312\_V2\_01005

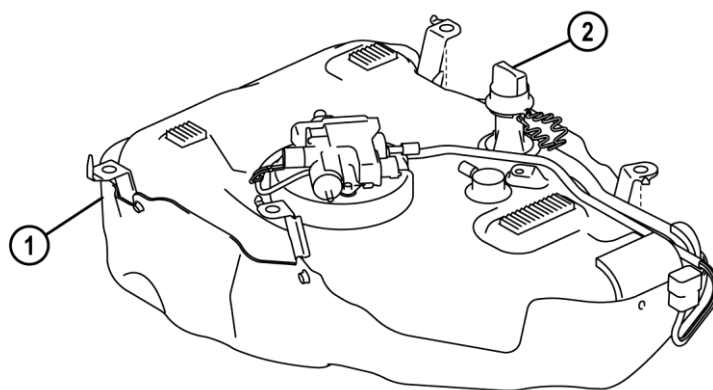
- 1 Модуль управления датчиком NO<sub>x</sub>                      3 Датчик NO<sub>x</sub>  
2 Преобразователь SCR

- Датчик NO<sub>x</sub> подключён к модулю управления, который находится за крышкой на правой стороне основания кузова. Модуль управления датчиком NO<sub>x</sub>, в свою очередь, подключён к высокоскоростной шине данных CAN.

**ПРИМ:** Датчик NO<sub>x</sub> и модуль управления датчиком NO<sub>x</sub> представляют собой единый блок, и их нельзя заменить отдельно.

**Бак для карбамида**

- Бак для карбамида имеет ёмкость 15,5 литров и содержит раствор карбамида, который называется AdBlue®, зарегистрированный товарный знак **VDA** (Verband der Automobilindustrie e.V.). В бак для карбамида встроен дополнительный обогреватель.
- AdBlue® - это 32,5% водный раствор карбамида высокой степени чистоты ( $(\text{NH}_2)_2\text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ ), прозрачный и бесцветный. Жидкость AdBlue® сама по себе безвредна и не имеет запаха. Её точка кипения - 103°C, в то время как он начинает вырабатывать аммиак сразу примерно при 70°C. Она начинает замерзать при температуре -11°C, что создаёт необходимость в использовании обогревателя. Из-за своих химических характеристик жидкость AdBlue® подвержена старению, в процессе которого она разлагается, поэтому её срок хранения ограничен. Процесс старения ускоряется увеличением температур.



312\_V2\_01006

1 Бак для карбамида

2 Крышка заливного отверстия

- Из-за ограниченного срока хранения жидкости AdBlue® существуют разные процедуры пополнения. Для обеспечения регулярного обновления жидкости AdBlue®, в зависимости от интервала техобслуживания и оставшегося количества жидкости AdBlue®, её нужно пополнять или сливать и заливать новый реагент.
  - При первом (третьем, пятом и т.д.) плановом техобслуживании её нужно просто доливать.
  - При втором (четвёртом, шестом и т.д.) плановом техобслуживании её нужно доливать, если уровень жидкости AdBlue® опустился до половины или ниже. Если указатель уровня показывает количество оставшейся жидкости AdBlue®, равное трём четвертям бака или более, то сначала жидкость нужно слить, а затем заново наполнить бак.

- Чтобы получить доступ к заливному отверстию, нужно снять пол в багажном отделении и ящик под багажным отделением с левой стороны. Дополнительно, здесь есть сервисная крышка, которую нужно отвинтить, чтобы получить доступ к крышке заливного отверстия.
- Если оставшуюся в баке жидкость AdBlue® нужно слить, то в качестве SST имеется специальный насос.
- Для пополнения жидкости AdBlue® имеется непроливающаяся бутылка ёмкостью 1,89 литра, которая навинчивается на заливное отверстие или на 10-литровую канистру, с дополнительным специальным соединителем шланга, обеспечивающим пополнение без проливания.

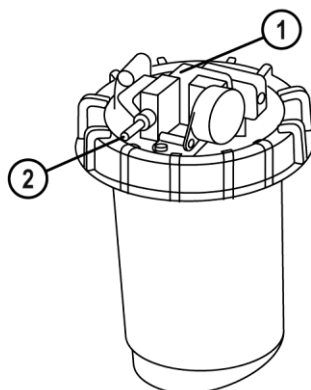
**ПРИМ:** Пополнение следует выполнять только тогда, когда температура жидкости AdBlue® в баке выше -9 °С. Во время пополнения следует соблюдать осторожность, чтобы не превысить максимальную ёмкость бака, иначе бак может быть повреждён, когда жидкость замёрзнет AdBlue®.

**ПРИМ:** Каждый раз после добавления жидкости AdBlue® на автомобиле следует проехать для переустановки указателя уровня. Поэтому обратитесь к “процедуре распознавания заправки” в имеющейся в мастерской литературе, чтобы гарантировать, что модуль управления SCR признаёт, что пополнение произошло.



### Насос для карбамида

- Насос для карбамида встроен в бак для карбамида и подаёт в форсунку жидкость AdBlue® под давлением примерно 500 кПа (5 бар). Встроенный реверсивный клапан возвращает жидкость AdBlue® в шланг после выключения зажигания. Датчик температуры, датчик уровня карбамида, датчик давления карбамида и обогреватель также встроены в насос для карбамида.



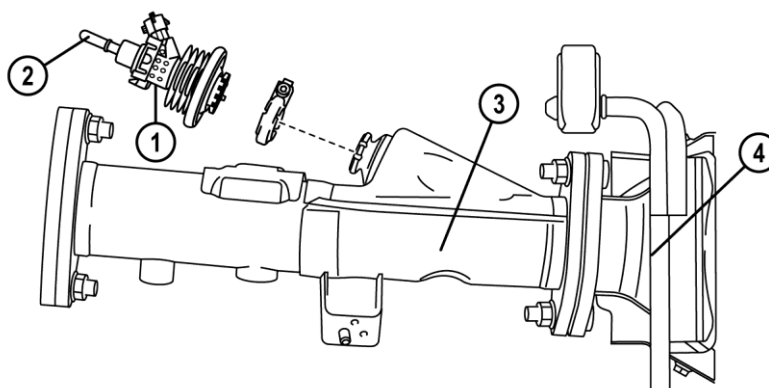
312\_V2\_01007

1 Насос для карбамида

2 Соединитель шланга для карбамида

### Форсунка для карбамида

- Форсунка для карбамида находится в средней выхлопной трубе между DPF и преобразователем SCR и впрыскивает жидкость AdBlue® в поток в выхлопной трубе перед преобразователем SCR в соответствии с сигналом от модуля управления SCR. Форсунка для карбамида снабжается жидкостью AdBlue® насосом через шланг, который содержит дополнительный обогреватель.



312\_V2\_01008

1 Форсунка для карбамида

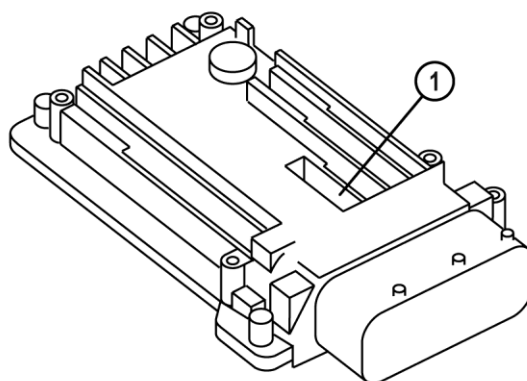
3 Средняя выхлопная труба

2 Соединитель шланга для карбамида

4 Преобразователь SCR

**Модуль управления SCR**

- Модуль управления SCR управляет насосом для карбамида, реле SCR и форсункой для карбамида в соответствии с условиями эксплуатации двигателя. Дополнительно, он активирует обогреватели в соответствии с температурами карбамида и окружающей среды. Модуль управления SCR находится под сиденьем водителя.



312\_V2\_01009

## 1 Модуль управления SCR

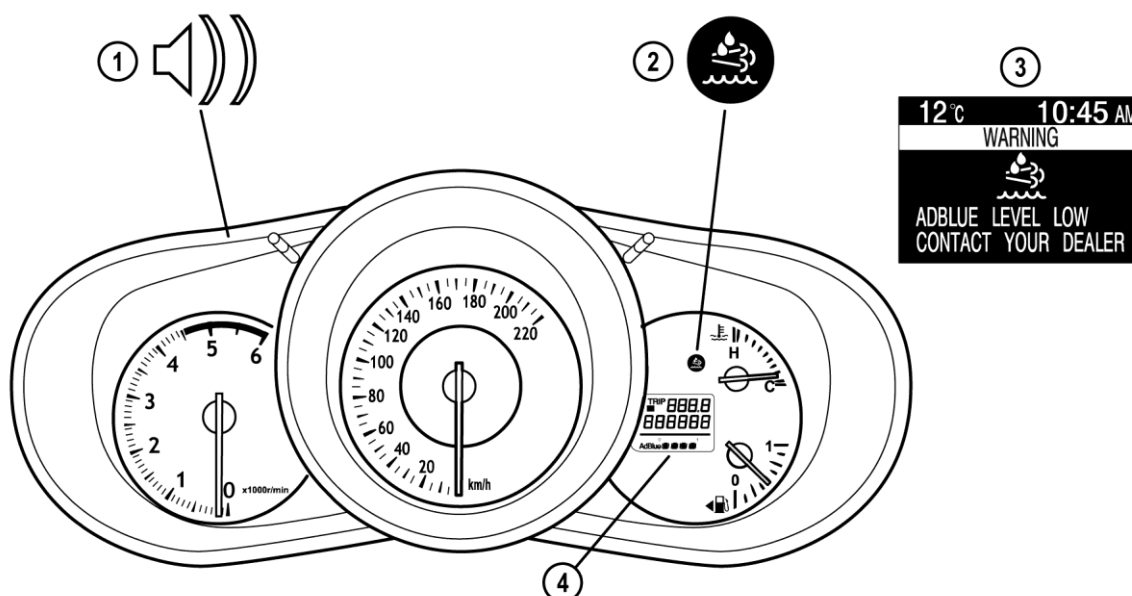
- Модуль управления SCR подключён к высокоскоростной шине данных CAN. При обнаружении неисправности в системе SCR модуль управления SCR отправляет в PCM “запрос MIL ВКЛ”, и сохраняется DTC.
- Все параметры системы SCR содержатся в модуле управления SCR. Эти идентификаторы PID можно отслеживать или активировать при помощи системы M-MDS. Для этого выберите опцию **Toolbox → Datalogger → Modules → SCR CU**.
- Если модуль управления SCR заменён на **использованный** модуль, его следует переустановить в исходное состояние с помощью M-MDS. Для этого выберите опцию **Toolbox → Powertrain → Data Reset → SCR CU**.

**Работа системы SCR**

- Система начинает работать, когда преобразователь SCR достигнет своей рабочей температуры. Это рассчитывается, исходя из значения датчика № 3 температуры выхлопных газов.
- После достижения рабочей температуры активируется насос карбамида и подаёт давление в форсунку для карбамида.
- Модуль управления SCR рассчитывает количество жидкости AdBlue®, нужное для очистки отработавших газов в соответствии с выделяемыми оксидами азота. Количество выделенных оксидов азота рассчитывается PCM в соответствии с условиями эксплуатации двигателя.
- Если условия соблюдаются, форсунка для карбамида вводит жидкость AdBlue® в поток горячих выхлопных газов, где он начинает испаряться.
- Путём термоллиза (химическая реакция, в которой химическое вещество при нагревании распадается, по меньшей мере, на два химических вещества) и гидролиза (химическая реакция, во время которой одна или более молекул воды разделяются на водород и ионы гидроксида) жидкость AdBlue® ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO + H<sub>2</sub>O) разлагается на аммиак (NH<sub>3</sub>) двуокись углерода (CO<sub>2</sub>).
- Смеситель перед преобразователем SCR усиливает химическую реакцию и обеспечивает более равномерное распределение аммиака (NH<sub>3</sub>) в преобразователе SCR для повышения его эффективности.
- После полного разложения жидкости AdBlue® аммиак (NH<sub>3</sub>) накапливается в каналах цеолитного каталитического нейтрализатора, в то время как двуокись углерода (CO<sub>2</sub>) просто проходит насквозь.
- Если через каналы проходит NO<sub>x</sub>, он вступает в химическую реакцию с аммиаком (NH<sub>3</sub>) и восстанавливается в безвредный азот (N<sub>2</sub>) (который составляет примерно 78 процентов вдыхаемого нами воздуха) и воду (H<sub>2</sub>O).
- Датчик NO<sub>x</sub> позади цеолитного каталитического нейтрализатора контролирует концентрацию оставшегося в выхлопных газах NO<sub>x</sub> для целей бортовой диагностики.
- В зависимости от условий работы, имеется проскальзывания аммиака (NH<sub>3</sub>), который не сохраняется в цеолитном каталитическом нейтрализаторе. Во избежание выделения аммиака, каталитический нейтрализатор проскальзывания окисляет аммиак (NH<sub>3</sub>) в безвредный азот (N<sub>2</sub>) и воду (H<sub>2</sub>O).

## Информирование водителя, связанное с системой SCR

- При наличии системы SCR имеются также новые показания для информирования водителя о состоянии системы SCR.
- Помимо указателя уровня жидкости AdBlue®, имеется световое предупреждение SCR и звуковое предупреждение SCR, встроенные в приборный щиток. Кроме того, несколько уведомлений / предупреждений отображаются на **MID (Multi Information Display = многофункциональный информационный дисплей)**.
- Уровень жидкости AdBlue® в баке отображается числом точек на указателе уровня, где каждая точка представляет четверть ёмкости бака.
- При нормальных условиях езды количества жидкости AdBlue®, хранящейся в баке для карбамида, хватает примерно на 20 000 км, так что пополнение обычно выполняется через плановые интервалы техобслуживания
- Тем не менее, если жидкость AdBlue® будет заканчиваться до посещения дилера для регулярного техобслуживания, водитель будет проинформирован, чтобы система SCR полностью не израсходовала жидкость AdBlue®.

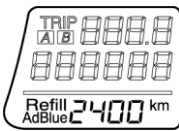

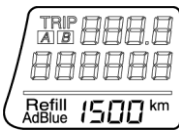

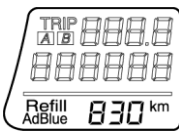

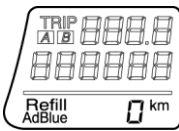



312\_V2\_01010

- 1 Звуковое предупреждение SCR  
2 Световое предупреждение SCR

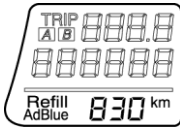

- 3 MID  
4 Указатель уровня AdBlue®

- Когда жидкость AdBlue® заканчивается, система информирует водителя за несколько этапов:

Оставшееся до опорожнения расстояние	Световое предупреждение SCR	Звуковое предупреждение SCR	Указатель уровня AdBlue®	Многофункциональный дисплей
2 400 км или менее	Мигает при запуске двигателя	При запуске двигателя		Показывает при запуске двигателя 
1 500 км или менее	Мигает при запуске двигателя, затем горит непрерывно	При запуске двигателя		Показывает при запуске двигателя 
830 км или менее	Мигает постоянно	При запуске двигателя		Показывает при запуске двигателя 
0 км	Мигает постоянно	—		Показывает постоянно 

## Индикация неисправностей системы SCR

- Если обнаружена неисправность, влияющая на систему SCR, на приборном щитке также появляется уведомление, наряду с уведомлением на MID. Почти каждая неисправность в системе SCR, порождающая DTC, также приводит к включению лампочки MIL.
- В зависимости от возникшей неисправности, система информирует водителя следующим образом:

Состояние	Световое предупреждение SCR	Звуковое предупреждение SCR	Указатель уровня AdBlue®	Многофункциональный дисплей
Запуск двигателя возможен	Постоянно мигает (также светится MIL)	При запуске двигателя		Показывает при запуске двигателя 
Запуск двигателя невозможен	Постоянно мигает (также светится MIL)	—		Показывает при запуске двигателя 

**Управление системой SCR**

- Управление системой SCR встроено в модуль управления SCR.

**Управление реле системы SCR**

- После включения зажигания модуль управления SCR активирует реле SCR, чтобы подать питание в модуль управления SCR и модуль управления датчиком NO<sub>x</sub>.

**Управление обогревателями**

- После запуска двигателя модуль управления SCR активирует обогреватель бака с карбамидом, обогреватель насоса для карбамида и обогреватель шланга для карбамида в зависимости от температуры карбамида и температуры окружающего воздуха.
- Если температура в баке с карбамидом равна – 3°C или менее и/или температура окружающего воздуха равна 0°C или менее, модуль управления активирует обогреватель бака с карбамидом.
- Если температура окружающего воздуха равна 0°C или менее, модуль управления SCR активирует обогреватель насоса для карбамида, а также обогреватель шланга для карбамида.

**Управление моментом активации датчика NO<sub>x</sub>**

- Для предотвращения загрязнения или повреждения датчика NO<sub>x</sub> конденсатом этот датчик активируется модулем управления SCR только после удаления конденсата из системы выпуска. Это рассчитывается модулем управления SCR в соответствии с температурой отработавших газов, получаемой от PCM по шине данных CAN.

**Управление активацией насоса для карбамида**

- Как только будут выполняться условия (температура отработавших газов примерно 150°C – 160°C), насос для карбамида будет активирован модулем управления SCR и начнёт работать. Для прокачки шланга форсунка активируется почти в тот же момент и полностью открывается, в то время как насос для карбамида работает с фиксированным рабочим циклом, примерно равным 40%. Незадолго до того, как форсунка снова закроется, насос для карбамида работает с рабочим циклом, примерно равным 80 %. Как только форсунка закроется, давление в магистрали поднимется до целевого значения, равного 5 барам.

**Управление стабильностью давления карбамида**

- Во время работы системы модуль управления SCR управляет насосом для карбамида посредством рабочего цикла на основании сигнала датчика давления в насосе для карбамида для поддержания стабильного давления в шланге для карбамида (500 кПа).

## Управление возвратом карбамида

- После выключения зажигания модуль управления SCR активирует возвратный клапан в насосе для карбамида и сам насос для карбамида, чтобы вернуть оставшуюся жидкость AdBlue® в шланг, и возвращает её в бак для карбамида. Эта процедура занимает примерно 30 с. Во время возврата карбамида насос для карбамида работает с фиксированным рабочим циклом, равным примерно 40%, и активируется форсунка для карбамида для предотвращения создания вакуума в шланге для карбамида.

## Управление форсункой для карбамида

- Модуль управления SCR управляет форсункой для карбамида посредством рабочего цикла в соответствии с расчётным количеством жидкости AdBlue®, нужным для очистки отработавших газов. Расчётное количество жидкости AdBlue® зависит от количества вырабатываемого NO<sub>x</sub>, которое рассчитывается PCM в соответствии с условиями эксплуатации двигателя.

## Контроль оставшегося количества карбамида

- Оставшееся количество жидкости AdBlue® рассчитывается модулем управления SCR на основании указанного количества впрыска, которое рассчитывается по времени открытия форсунки для карбамида. Расчётное количество корректируется тремя датчиками уровня карбамида (реле), встроенными в насос для карбамида.
- Дополнительно модуль управления SCR определяет уровень карбамида четвёртым (потенциометрическим) датчиком уровня карбамида с поплавком. Оставшееся количество жидкости AdBlue® после пополнения рассчитывается на основании сопротивления этого датчика.
- На основании сигналов каждого из датчиков уровня карбамида модуль управления SCR отправляет информацию в приборный щиток по шине данных CAN.

## Диагностика

- Систему SCR можно проверить, выполняя следующее
  - Контроль датчика № 3 температуры отработавших газов при помощи PID **EXHTEMP3** (Temp)
  - Измерение сопротивления датчика № 3 температуры отработавших газов
  - Контроль датчика NO<sub>x</sub> с помощью PID **NOX\_CON** (Num) и **NOX\_STAT** (Mode)
  - Контроль обогревателя датчика NO<sub>x</sub> с помощью PID **HTR\_NOX** (Num)
  - Проверку сигнала напряжения обогревателя в баке для карбамида
  - Контроль обогревателя в баке для карбамида с помощью PID **HTR\_TANK** (Temp/Mode)
  - Проверку сигнала напряжения обогревателя шланга для карбамида
  - Контроль обогревателя шланга для карбамида с помощью PID **HTR\_HOSE** (Temp/Mode)



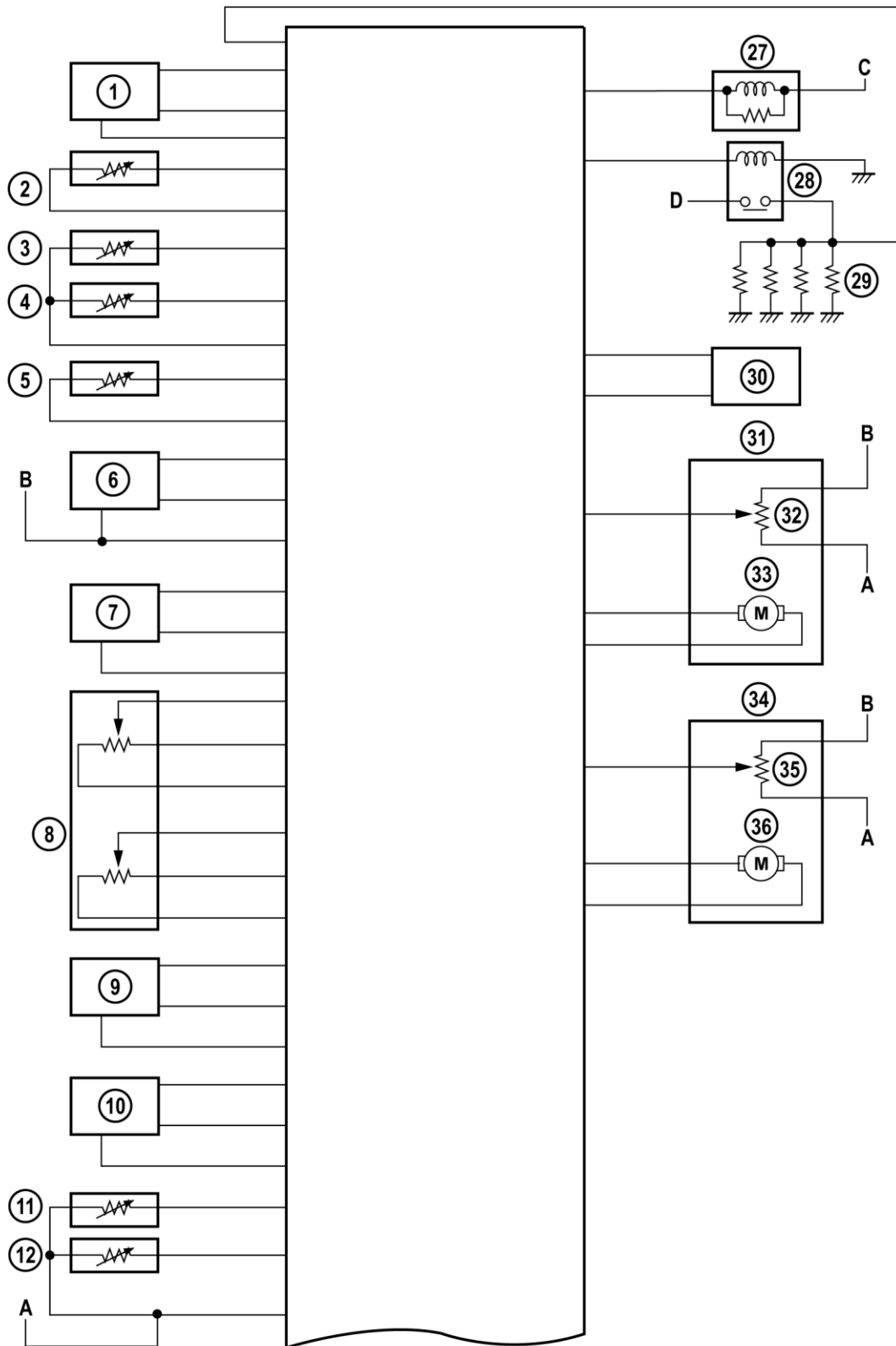
- Проверку сигнала напряжения обогревателя в насосе для карбамида
- Контроль обогревателя в насосе для карбамида с помощью PID **HTR\_PUMP** (Temp/Mode)
- Проверку сигнала напряжения реверсивного клапана в насосе для карбамида
- Контроль реверсивного клапана в насосе для карбамида с помощью PID **REV\_VALVE** (Mode)
- Проверку сигнала напряжения датчика давления в магистрали
- Контроль датчика давления в магистрали с помощью PID **LINE\_PRES** (Volt/Pres)
- Проверку сигнала напряжения насоса для карбамида
- Контроль насоса для карбамида с помощью PID **LINE\_PRES** (Volt/Pres) и **PUMP\_DUTY** (Per)
- Проверку насоса для карбамида с помощью функции тестирования насоса для карбамида системы M-MDS  
(Инструментальная панель → Трансмиссия → Система SCR → Тест насоса для карбамида)
- Проверку сигнала напряжения форсунки для карбамида
- Контроль форсунки для карбамида с помощью PID **INJ\_DUTY** (Per) и **INJ\_VOL\_DSD**
- Проверку форсунки для карбамида с помощью функции тестирования насоса для карбамида системы M-MDS  
(Инструментальная панель → Трансмиссия → Система SCR → Тест форсунки для карбамида)

- Проверку сигнала напряжения датчика уровня карбамида (реле №1, №2, №3)
- Контроль датчика уровня карбамида (реле №1, №2, №3) с помощью PID **TANK\_LEV1** (Volt), **TANK\_LEV2** (Volt) и **TANK\_LEV3** (Volt)
- Контроль датчика уровня карбамида с помощью PID **TANK\_LEV** (Per)
- Измерение сопротивления датчика уровня в баке для карбамида
- Контроль датчика температуры карбамида в баке с помощью PID **TANK\_TEMP** (Volt/Temp)
- Измерение напряжения реле управления SCR
- Проверку предохранителей модуля управления SCR и модуля управления NO<sub>x</sub>

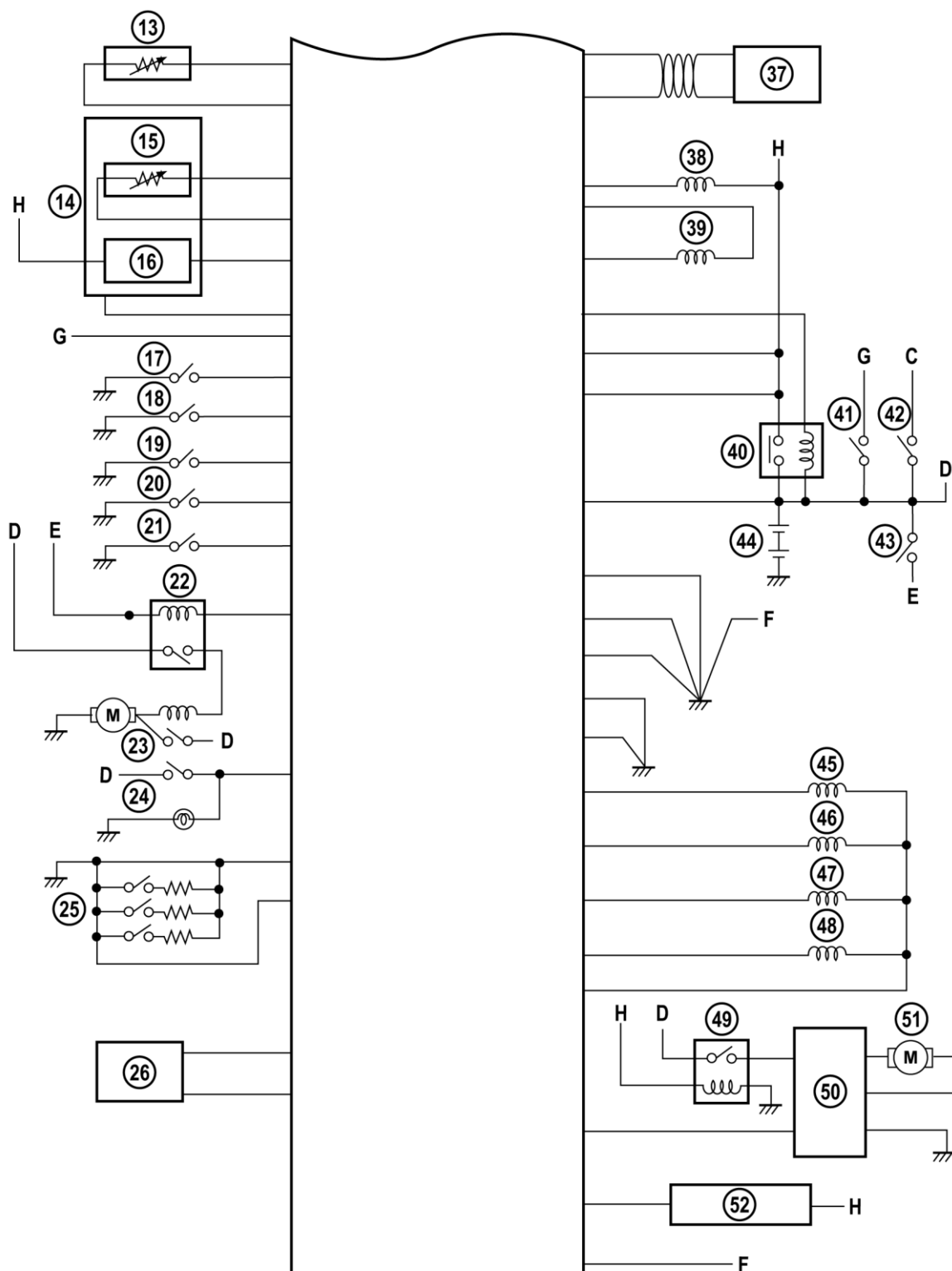
**Система управления**

- Задача системы управления состоит в обработке сигналов, поступающих от различных датчиков или входов и включении соответствующих исполнительных элементов или выходов. Системы управления, которые необходимы для работы двигателя, встроены в блок управления двигателем (PCM).
- В зависимости от модели автомобиля в блок управления двигателем (PCM) могут быть встроены следующие системы управления:
  - Регулирование холостого хода
  - Управление предпусковым подогревом
  - Регулирование давления наддува
  - Управление впрыском топлива
  - Управление моментом начала впрыска топлива
  - Управление многократным впрыском топлива
  - Управление давлением топлива
  - Управление входным запорным клапаном ISV
  - Управление рециркуляцией отработавших газов (EGR)
  - Управление нагревом лямбда-зонда HO<sub>2</sub>S
  - Управление регенерацией сажевого фильтра
  - Круиз-контроль
  - Управление вентилятором
  - Управление компрессором системы кондиционирования воздуха
  - Управление генератором
  - Управление иммобилайзером
  - Управление стартером
- В нижеследующем общем виде системы датчики и входы приводятся на левой стороне блока управления двигателем.
- Исполнительные элементы и выходы приводятся на правой стороне блока управления двигателем.

Общий вид системы



312\_V1\_01056



Система управления в автомобиле Mazda5 с двигателем RF-T

312\_V1\_01057

<b>Датчики</b>	<b>Исполнительные элементы</b>
1 Датчик дифференциального давления DPF	27 Реле системы кондиционирования воздуха
2 Датчик температурной коррекции	28 Реле свечей накаливания
3 Датчик температуры отработавших газов (передний)	29 Свечи накаливания
4 Датчик температуры отработавших газов (средний)	30 Генератор
5 Датчик температуры отработавших газов (задний)	31 Входной запорный клапан ISV
6 Датчик положения коленчатого вала	32 Датчик положения клапана ISV
7 Датчик положения распределительного вала	33 Электродвигатель постоянного тока
8 Датчик положения педали акселератора	34 Клапан EGR
9 Датчик абсолютного давления в коллекторе (MAP)	35 Датчик положения клапана EGR
10 Датчик давления топлива	36 Электродвигатель постоянного тока
11 Датчик температуры охлаждающей жидкости	37 DLC-2
12 Датчик FLT	38 Электромагнитный клапан системы управления регулировкой усиления (VBC)
13 Датчик температуры всасываемого воздуха (IAT) № 2	39 Клапан SCV
14 Датчик массового расхода воздуха (MAF)/датчик температуры всасываемого воздуха (IAT)	40 Главное реле
15 Датчик температуры всасываемого воздуха (IAT)	41 Выключатель зажигания/стартера (IG1)
16 Датчик массового расхода воздуха (MAF)	42 Выключатель зажигания/стартера (IG2)
17 Вакуумный выключатель давления охлаждающей жидкости (высокое давление)	43 Выключатель зажигания/стартера (запуск)
18 Вакуумный выключатель давления охлаждающей жидкости (среднее давление)	44 Аккумулятор
19 Датчик парковки/нейтрали	45 Форсунка № 3
20 Датчик положения педали сцепления	46 Форсунка № 2
21 Выключатель сервопривода рулевого управления	47 Форсунка № 4
22 Пусковое реле	48 Форсунка № 1
23 Стартер	49 Реле вентилятора радиатора
24 Выключатель стоп-сигнала	50 Блок управления вентилятором радиатора
25 Выключатель круиз-контроля	51 Двигатель вентилятора радиатора
26 Лямбда-зонд HO2S	52 Обогрев лямбда-зонда HO2S

Таблица взаимоотношений

- В нижеследующей таблице на примере автомобиля Mazda5 (CR) с двигателем RF-T представлено взаимоотношение датчиков и исполнительных элементов с соответствующими системами управления.

Компонент	Система управления																
	Управление частотой вращения холостого хода	Управление предпусковым подогревом	Регулирование давления наддува	Управление количеством впрыскиваемого топлива	Управление моментом начала впрыска топлива	Управление многократным впрыском	Управление давлением топлива	Управление клапаном ISV	Управление EGR	Управление нагревом лямбда-зонда	Управление регенерацией фильтра	Круиз-контроль	Управление вентилятором	Управление компрессором системы кондиционирования	Управление генератором	Иммобилайзер	Управление стартером
<b>Вход</b>																	
Аккумулятор			X					X	X	X					X		
Стартер	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X			
Датчик педали сцепления	X			X	X	X		X			X	X					
Датчик парковки/ нейтрали	X			X	X	X		X			X	X		X			
Выключатель стоп сигнала												X					
Выключатель сервопривода рулевого управления	X			X							X						
Вакуумный выключатель давления охлаждающей жидкости	X												X	X			
Вакуумный выключатель давления охлаждающей жидкости (среднее давление)													X				
Выключатель круиз-контроля												X					
Датчик положения педали акселератора (APP)	X		X	X	X	X	X	X	X		X			X			
Датчик MAF/IAT					X	X	X	X	X	X	X				X		
Датчик IAT № 2				X		X			X		X						
Датчик температуры охлаждающей жидкости	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X		
Датчик температуры топлива						X	X										
Датчик атмосферного давления в РСМ			X	X	X		X	X	X	X	X						

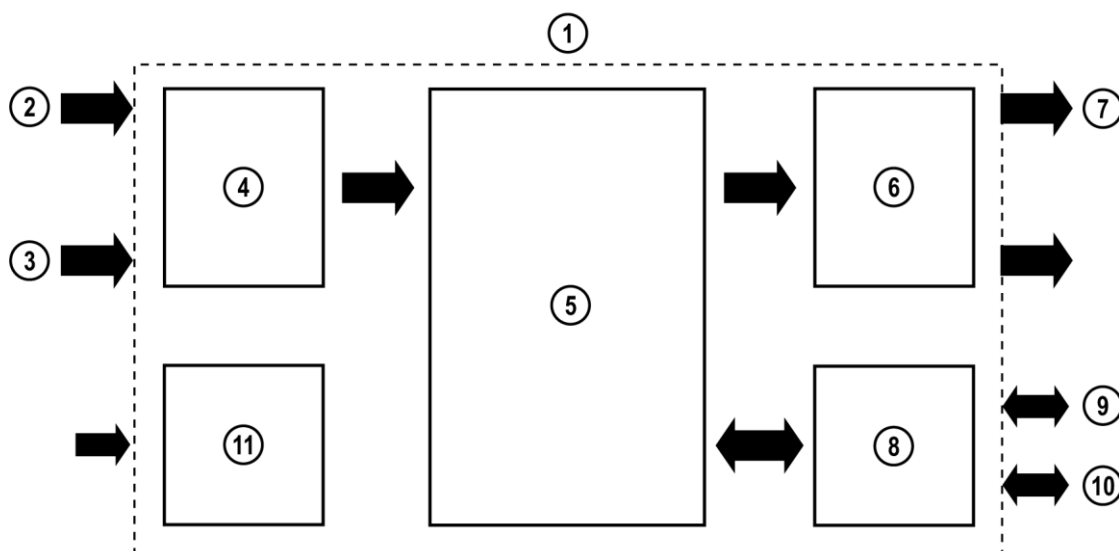
Компонент		Система управления																
		Управление частотой вращения холостого хода	Управление предпусковым подогревом	Регулирование давления наддува	Управление количеством впрыскиваемого топлива	Управление моментом начала впрыска топлива	Управление многократным впрыском	Управление давлением топлива	Управление клапаном ISV	Управление EGR	Управление нагревом лямбда-зонда	Управление регенерацией фильтра	Круз-контроль	Управление вентилятором	Управление компрессором системы кондиционирования	Управление генератором	Иммобилайзер	Управление стартером
Вход	Датчик MAP			X	X				X	X		X						
	Датчик давления топлива				X			X				X						
	Датчик положения распределительного вала				X	X	X											
	Датчик положения коленчатого вала	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X		
	Сигнал скорости движения	X	X	X	X				X			X	X	X		X		
	Генератор (обмотка статора)	X			X											X		
	Датчик дифференциального давления DPF	X										X						
	Датчик температурной коррекции											X						
	Датчик температуры отработавших газов (передний)									X	X		X					
	Датчик температуры отработавших газов (средний)									X	X		X					
	Датчик температуры отработавших газов (задний)									X	X	X	X					
	Датчик положения клапана ISV									X			X					
	Датчик положения клапана EGR										X		X					
	Лямбда-зонд HO2S				X						X		X					
	Информация, имеющая отношение к иммобилайзеру																X	X



Компонент		Система управления																
		Управление частотой вращения холостого хода	Управление предпусковым подогревом	Регулирование давления наддува	Управление количеством впрыскиваемого топлива	Управление моментом начала впрыска топлива	Управление многократным впрыском	Управление давлением топлива	Управление клапаном ISV	Управление EGR	Управление нагревом лямбда-зонда	Управление регенерацией фильтра	Круиз-контроль	Управление вентилятором	Управление компрессором системы кондиционирования	Управление генератором	Иммобилайзер	Управление стартером
Вход	Пусковое реле																	X
	Дозирующий топливный клапан						X										X	
	Форсунки	X			X	X	X				X	X					X	
	Клапан EGR								X		X							
	Впускной запорный клапан							X			X							
	Сигнальная лампочка накала		X															
	Индикатор круиз-контроля												X					
	Сигнализатор круиз-контроля												X					
	Реле свечей предпускового подогрева		X									X						
	Генератор (обмотка возбуждения)															X		
	Обогрев лямбда-зонда HO2S										X							
	Реле системы кондиционирования воздуха														X			
	Реле вентилятора радиатора													X				
	Информация, имеющая отношение к иммобилайзеру																X	X

## Блок управления двигателем

- Блок **PCM** (**P**owertrain **C**ontrol **M**odule = блок управления двигателем) расположен под щитком приборов и включает в себя все системы управления, которые необходимы для работы двигателя. Он принимает сигналы, передаваемые датчиками, обрабатывает их, а затем рассчитывает выходные сигналы, передаваемые на исполнительные элементы.
- Блок управления двигателем (PCM) состоит из следующих компонентов:
  - Блок формирования входных сигналов
  - Блок формирования сигналов при помощи микропроцессора
  - Каскады для выходных сигналов
  - Коммуникационные интерфейсы для обмена данными и диагностики
  - Подача питания



312\_V1\_01061

- |   |                                  |    |                           |
|---|----------------------------------|----|---------------------------|
| 1 | Блок управления двигателем (PCM) | 6  | Выходные каскады          |
| 2 | Датчики (аналоговые сигналы)     | 7  | Исполнительные элементы   |
| 3 | Датчики (цифровые сигналы)       | 8  | Интерфейс связи           |
| 4 | Формирование сигналов            | 9  | Диагностический интерфейс |
| 5 | Обработка сигналов               | 10 | Шина данных               |
|   |                                  | 11 | Подача питания            |

### Формирование сигналов

- Формирование сигналов происходит для преобразования или усиления различных сигналов, передаваемых на блок управления, для их дальнейшей обработки в микропроцессоре. Например, аналоговые входные сигналы (температура двигателя, температура всасываемого воздуха, напряжение аккумулятора) в конвертере преобразуются в цифровые значения. При этом на подключенные датчики передается стабилизированное напряжение 5 В (номинальное напряжение). Цифровые сигналы (например, индуктивные датчики частоты вращения) также подготавливаются для последующей обработки.

**ПРИМ:** Источник подачи питания на датчики или входы блока управления, как правило, защищен от короткого замыкания на массу соответствующими схемами защиты. Однако они не защищены от короткого замыкания по напряжению аккумулятора.

## Обработка сигналов

- Блок обработки сигналов и **CPU** (**C**entral **P**rocessing **U**nit = центральный процессор) представляют собой ядро блока управления двигателем. Кроме того, в нем также имеются постоянное запоминающее устройство и оперативное запоминающее устройство. Данные, которые сохраняются в оперативном запоминающем устройстве, применяются для расчета выходных сигналов, используемых в соответствующих эксплуатационных условиях двигателя

## Постоянное запоминающее устройство

- В постоянном запоминающем устройстве **ROM** (постоянное запоминающее устройство) находится программа, которая необходима микропроцессору для обработки сигналов. Кроме того, в запоминающем устройстве сохранены калибровочные значения двигателя и параметрические поверхности для блока управления двигателем. Поскольку ROM представляет собой постоянное запоминающее устройство, ему для сохранения данных не требуется постоянной подачи питания.
- Постоянное запоминающее устройство (ROM) выполнено как **FEEPROM** (**F**lash **E**lectronically **E**rasable **P**rogrammable **ROM** = флэш электронно-стираемое программируемое ПЗУ), которое можно стереть электронным способом всплеском напряжения и перепрограммировать обновленными калибровочными данными. В результате, программу поведения и калибровочные данные, регистрируемые в FEEPROM, можно обновлять без замены PCM.
- Если в PCM необходимо ввести новую версию программного обеспечения, модуль следует перепрограммировать с помощью M-MDS. Для этого необходимо выбрать следующую опцию:  
**Toolbox** → **Module programming** → **Module reprogramming** → **PCM**, а затем следовать инструкциям на дисплее M-MDS.

**ПРИМ:** Поскольку последующие настройки программного обеспечения обычно выпускаются с целью разрешения специфических проблем пользователей, перепрограммирование модуля должно выполняться только по рекомендации отдела технического обслуживания.

**Оперативное запоминающее устройство**

- Оперативное запоминающее устройство **RAM** (**R**andom-**A**ccess **M**emory = оперативное запоминающее устройство) служит для сохранения изменяемых значений, используемых микропроцессором. Помимо прочего, в нем содержатся расчетные значения, адаптационные значения (например, поправочные коэффициенты форсунок, атмосферное давление), а иногда и неисправности.
- Чтобы при выключении зажигания предотвратить потерю эксплуатационных параметров, сохраненных в RAM, в большинстве автомобилей на оперативное запоминающее устройство питание подается постоянно. Таким образом сохраненные в RAM данные могут быть использованы после включения двигателя. Поэтому оперативное запоминающее устройство также называется долговременным запоминающим устройством **KAM** (**K**eep-**A**live **M**emory = долговременное запоминающее устройство).
- При отключении аккумулятора все данные, сохраненные в долговременном запоминающем устройстве (KAM), теряются. В этом случае сохраненные данные (например, адаптационные значения или коды неисправностей) необходимо задать заново. Поэтому все данные, потерю которых допустить нельзя, например, конфигурационные значения, сохраняются в **EEPROM** (**E**lectronically **E**rasable **P**rogrammable **R**OM = электронное перепрограммируемое запоминающее устройство).

## Различные конфигурации

- В блоках управления силовыми агрегатами сохраняются различные конфигурации. Это значит, что из множества возможных конфигураций, сохраненных в блоке управления двигателем, могут быть выбраны конкретные характеристики (например, модель автомобиля без системы управления микроклиматом или с системой управления микроклиматом), необходимые для определенной модели автомобиля. Конфигурационные данные сохраняются в EEPROM. Конфигурирование осуществляется перед завершением изготовления автомобиля, что позволяет сократить количество блоков управления силовыми агрегатами.
- При замене блока управления двигателем (PCM) новый блок управления необходимо сконфигурировать при помощи диагностического модуля M-MDS, поскольку в момент поставки конфигурация варианта в нем отсутствует. До замены PCM необходимо выбрать следующую опцию:  
**Toolbox → Module programming → Programmable module installation → PCM**, а затем следовать инструкциям, выводимым на дисплей M-MDS. В ходе этой процедуры диагностический модуль загружает конфигурационные значения из старого блока управления двигателем, а затем переносит их в новый PCM.

**ПРИМ:** Если повреждено электрооборудование блока управления двигателем (PCM) и загрузить конфигурационные значения невозможно, новый блок управления следует сконфигурировать с использованием заводских значений. Эти данные включают в себя информацию о характеристиках определенной модели автомобиля. Заводские значения могут быть получены в отделе технического обслуживания.

### Выходы блока

- Выходные сигналы микропроцессора усиливаются для прямого включения исполнительных элементов. При этом подключенные исполнительные элементы чаще всего включаются на массу. Поскольку выходы блока в процессе работы характеризуются высокой теплоотдачей, в блоке управления двигателем (PCM) они устанавливаются на соответствующие радиаторы.

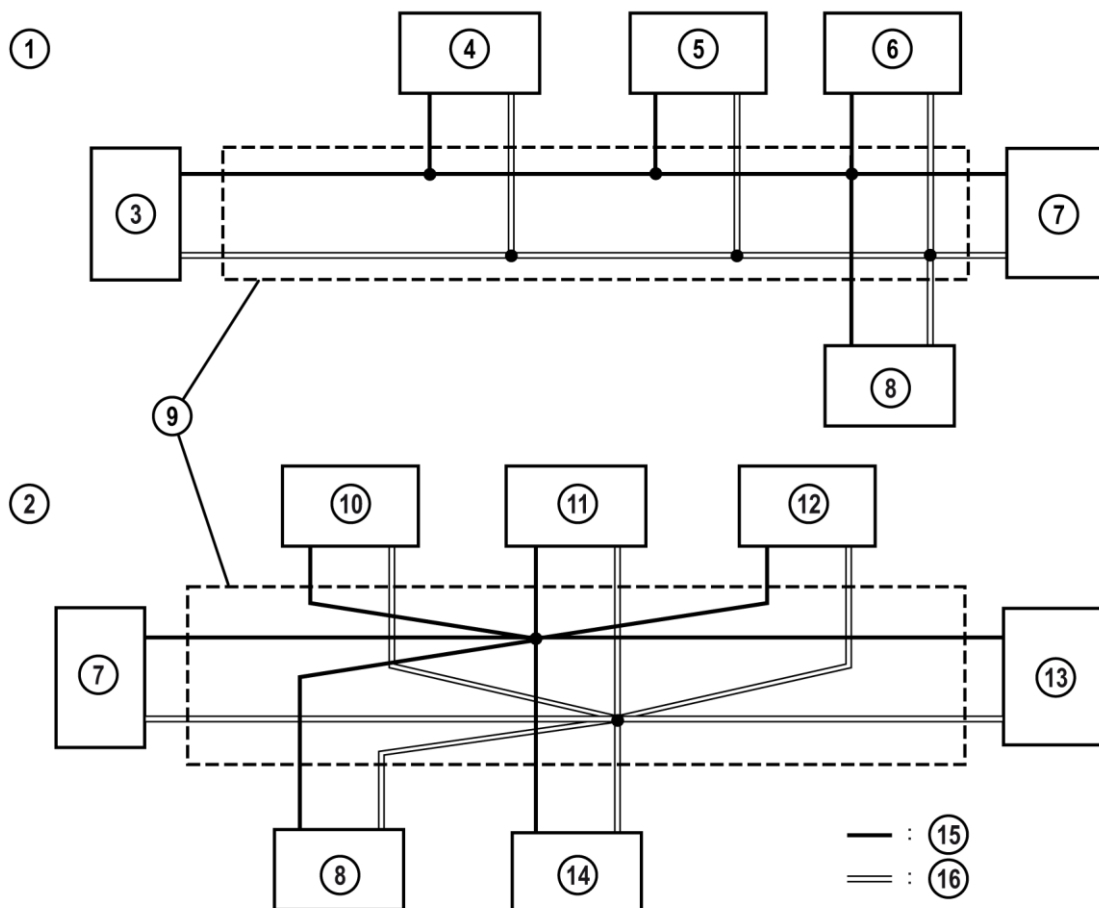
**ПРИМ:** Как правило, выходы блока управления защищены от короткого замыкания на массу соответствующими схемами защиты.

### Интерфейсы связи

- Интерфейсы служат в основном для обмена данными с другими блоками управления через высокоскоростную шину **CAN** (**C**ontroller **A**rea **N**etwork = сеть локальных контроллеров). Одновременно эти интерфейсы используются для программирования и считывания данных (например, конфигурационных данных, кодов неисправностей).

## Информационная шина CAN

- В автомобилях Mazda5 (CR) с двигателем RF-T блок управления двигателем (PCM) обменивается с другими блоками управления данными, необходимыми для работы двигателя (например, блок управления ABS, панель приборов) через высокоскоростную шину CAN.



312\_V1\_01062

## Информационная шина CAN автомобиля Mazda5 с двигателем RF-T

- |   |   |    |                                  |
|---|---|----|----------------------------------|
| 1 | Высокоскоростная информационная шина CAN          | 7  | Панель приборов                  |
| 2 | Среднескоростная информационная шина CAN          | 8  | Диагностический разъем DLC-2     |
| 3 | PCM   | 9  | Витая пара проводов              |
| 4 | ABS/DSC HU/CM                                     | 10 | Система управления микроклиматом |
| 5 | Блок управления камерой заднего хода (опция)      | 11 | Информационный дисплей           |
| 6 | Блок управления системы доступа и запуска (опция) | 12 | Подогреватель                    |
|   |   | 13 | Модуль BCM                       |
|   |   | 14 | Аудиоустановка                   |
|   |   | 15 | Высокоскоростная шина CAN-H      |
|   |   | 16 | Низкоскоростная шина CAN-L       |



- В нижеследующей таблице приводится перечень данных, имеющих отношение к работе двигателя, передаваемых по высокоскоростной информационной шине CAN автомобиля Mazda5 (CR).

Сигнал	Мультиплексный блок управления					
	PCM	DSC HU/CM	Блок управления камерой заднего вида (опция)	Блок управления системой доступа	Электрические сдвижные двери (опция)	Панель приборов
		ABS HU/CM				
Частота вращения двигателя	ВЫХОД	ВХОД	–	ВХОД	ВХОД	ВХОД
Скорость движения	ВЫХОД	–	–	ВХОД	ВХОД	ВХОД
Датчик парковки/нейтрали	ВЫХОД	–	–	–	ВХОД	–
Датчик положения педали сцепления	ВЫХОД	–	–	–	ВХОД	–
Крутящий момент двигателя	ВЫХОД	–	–	–	ВХОД	–
		–				
Положение педали акселератора	ВЫХОД	ВХОД	–	–	ВХОД	–
		ВХОД				
Положение педали тормоза	ВЫХОД	ВХОД	–	–	ВХОД	–
	ВХОД	ВХОД			–	
Технические характеристики коробки передач	ВЫХОД	ВХОД	–	–	–	–
		ВХОД				
Длина окружности пневматической шины	ВЫХОД	ВХОД	–	–	–	–
	ВХОД	ВЫХОД				
Технические характеристики двигателя	ВЫХОД	ВХОД	–	–	ВХОД	–
		–				
Информация, относящаяся к иммобилайзеру	ВЫХОД	–	–	–	–	ВХОД
	ВХОД					ВЫХОД
Температура охлаждающей жидкости	ВЫХОД	–	–	–	–	ВХОД
Пройденное расстояние	ВЫХОД	–	–	–	–	ВХОД
Количество впрыскиваемого топлива	ВЫХОД	–	–	–	–	ВХОД
Запрос на включение индикатора неисправности (MIL)	ВЫХОД	–	–	–	–	ВХОД
Запрос на включение лампочки регулировки наддува	ВЫХОД	–	–	–	–	ВХОД
Запрос на включение системы управления микроклиматом	ВЫХОД	–	–	–	–	ВХОД
Угол поворота	–	ВЫХОД	ВХОД	–	–	–

ВХОД: Входной сигнал (прием сигнала)

ВЫХОД: Выходной сигнал (передача сигнала)

Сигнал	Мультиплексный блок управления					
	PCM	DSC HU/CM	Блок управления камерой заднего вида (опция)	Блок управления системой доступа	Электрические сдвижные двери (опция)	Панель приборов
		ABS HU/CM				
Статус тормозной системы (EBD/ ABS/DSC)	ВХОД	ВЫХОД	–	–	–	–
Частота вращения колес (ЛП, ПП, ЛЗ, ПЗ)	ВХОД	ВЫХОД	–	–	–	–
Запрос на включение сигнальной лампы тормозной системы	–	ВЫХОД	–	–	–	ВХОД
Запрос на включение сигнальной лампы АБС	–	ВЫХОД	–	–	–	ВХОД
Запрос на включение индикатора DSC	–	ВЫХОД	–	–	–	ВХОД
Запрос на включение индикатора выключения DSC	–	ВЫХОД	–	–	–	ВХОД
Запрос на включение индикатора системы доступа	–	–	–	ВЫХОД	–	ВХОД
Запрос на включение звукового сигнала системы доступа	–	–	–	ВЫХОД	–	ВХОД
Уровень топлива	ВХОД	–	–	–	–	ВЫХОД
Запрос на включение системы кондиционирования воздуха	ВХОД	–	–	–	–	ВЫХОД
Задняя передача	ВХОД	–	–	–	–	ВЫХОД
Положение ручного тормоза	–	–	–	–	ВХОД	ВЫХОД
Сигнальная лампа предпускового подогрева	ВЫХОД	–	–	–	–	ВХОД
Индикатор DPF	ВЫХОД	–	–	–	–	ВХОД

ВХОД: Входной сигнал (прием сигнала)

ВЫХОД: Выходной сигнал (передача сигнала)

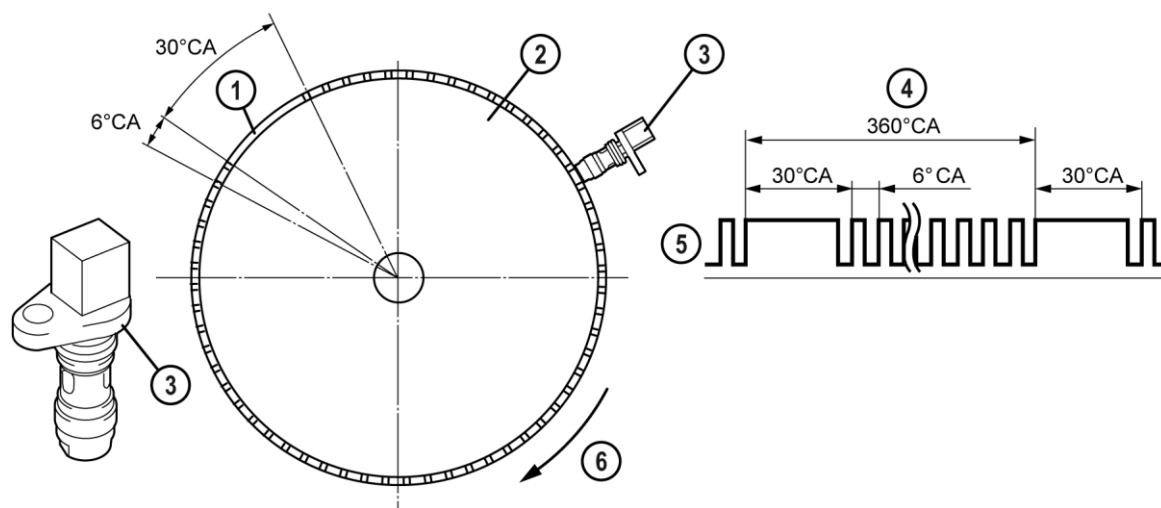
## Датчики

- Наряду с ранее рассмотренными датчиками в системе впрыска топлива Denso Common Rail используются также входные сигналы от следующих датчиков, используемых для управления двигателем:
  - Датчик положения коленчатого вала
  - Датчик положения распределительного вала
  - Датчик положения педали акселератора
  - Датчик температуры охлаждающей жидкости
  - Датчик атмосферного давления
  - Датчик положения педали сцепления и датчик парковки/нейтрали
  - Датчик давления в рулевом управлении с сервоприводом
  - Трехпозиционный датчик давления хладагента с контактом усредненного давления (в зависимости от модели автомобиля)

### Датчик положения коленчатого вала

- Датчик **СКР** (**C**rankshaft **P**osition = положение коленчатого вала) находится в верхней части картера сцепления и фиксирует положение коленчатого вала на маховике (RF-T) или на ременном шкиве коленчатого вала (R2). Сигнал положения коленчатого вала представляет собой элементарный сигнал, передаваемый на блок управления двигателем.
- Датчик положения коленчатого вала (СКР) в системе Denso Common Rail представляет собой датчик **GMR** (**G**iant **M**agneto **R**esistance = гигантский магниторезистивный эффект). За счет изменения магнитного поля при прохождении зубчатого колеса изменяется сопротивление датчика. Встроенная схема преобразует изменение сопротивления в прямоугольный сигнал. Частота цифрового выходного сигнала пропорциональна частоте вращения двигателя, то есть чем больше число оборотов двигателя, тем выше частота.

- Сигнал используется блоком управления двигателем (PCM) для систем управления на которые воздействует частота вращения двигателя (например, управление моментом начала впрыска топлива, регулирование числа оборотов холостого хода, управление количеством впрыскиваемого топлива).



312\_V1\_01063

- |   |   |   |                       |
|---|---|---|-----------------------|
| 1 | Зазор                                   | 4 | Угол коленчатого вала |
| 2 | Зубчатое колесо                         | 5 | Выходной сигнал       |
| 3 | Датчик положения коленчатого вала (СКР) | 6 | Направление вращения  |

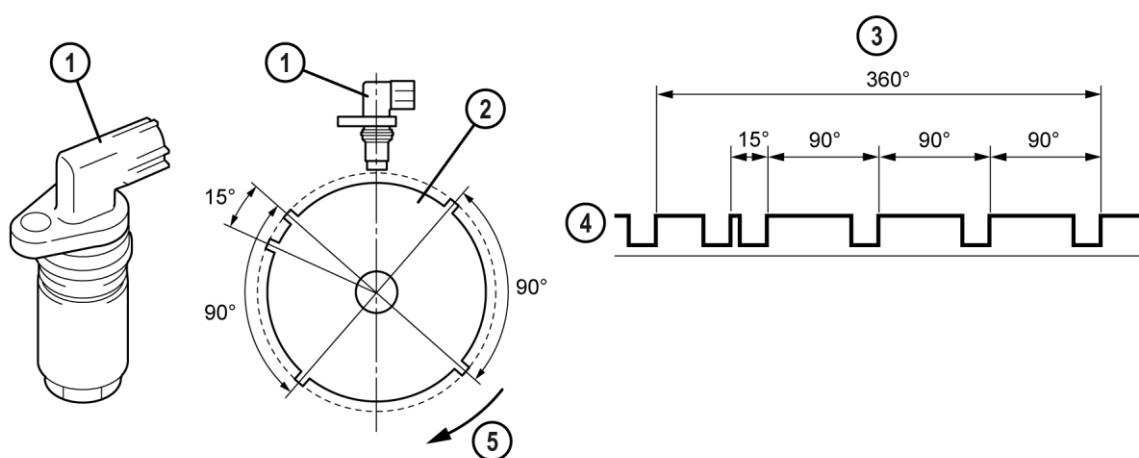
**ПРИМ:** При выходе из строя датчика положения коленчатого вала (СКР) двигатель останавливается и не запускается.

## Диагностика

- Датчик положения коленчатого вала (СКР) проверяется следующим образом:
  - Проверка параметра **RPM** (RPM)
  - Проверка заданного значения частоты вращения двигателя за счет параметра **ARPMDES** (RPM)
  - Проверка сигнала по напряжению

## Датчик положения распределительного вала

- Датчик **СМР** (**Camshaft Position** = положение распределительного вала) через зубчатое колесо на вакуумном насосе (RF-T) или выпускной распределительный вал (R2) фиксирует положение распределительного вала.
- В системе Denso Common Rail датчик положения распределительного вала (СМР) представляет собой датчик GMR. Частота цифрового выходного сигнала пропорциональна частоте вращения двигателя, то есть чем выше число оборотов двигателя, тем выше частота сигнала.
- Сигнал используется блоком управления двигателем (PCM) для систем управления на которые воздействует частота вращения двигателя (например, управление моментом начала впрыска топлива, управление многократным впрыском топлива).



312\_V1\_01064

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| 1 Датчик положения распределительного вала (СКР) | 3 Угол коленчатого вала |
| 2 Зубчатое колесо                                | 4 Выходной сигнал       |
|  | 5 Направление вращения  |

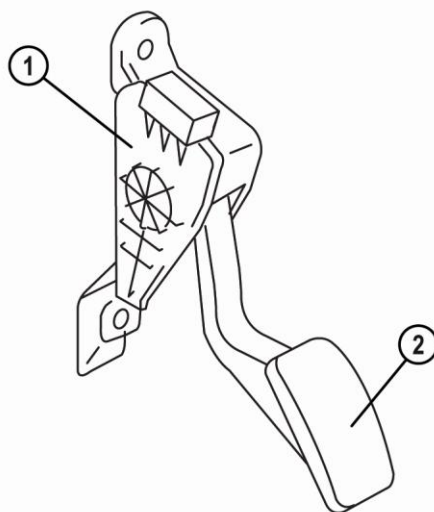
**ПРИМ:** Когда датчик СМР отказывает, это можно распознать по возросшему шуму от двигателя («жесткой» работе дизеля). Чтобы определить цилиндр № 1 при запуске двигателя, PCM впрыскивает дозированное количество топлива в каждый из цилиндров и контролирует число оборотов двигателя датчиком СКР. Искомый цилиндр – это тот, в котором число оборотов двигателя увеличивается после впрыска топлива. В результате, процесс запуска длится дольше, чем обычно.

## Диагностика

- Датчик СМР проверяется следующим образом:
  - Проверка сигнала по напряжению
  - Замер сопротивления

### Датчик положения педали акселератора

- Датчик **APP** (Accelerator Pedal Position = положение педали акселератора) устанавливается на педали акселератора и фиксирует необходимое водителю ускорение. Из соображений безопасности датчик APP состоит как минимум из двух элементов Холла и магнитного ротора, устанавливаемого на педали акселератора.
- Выходное напряжение обоих элементов Холла пропорционально положению акселератора, то есть чем сильнее нажата педаль акселератора, тем выше напряжение. Для своевременного обнаружения неисправностей между двумя сигналами существует сдвиг напряжения. Блок управления двигателем непрерывно сравнивает сигналы, поступающие от обоих элементов Холла, отслеживая возможные неисправности датчика.



312\_V1\_01065

1 Датчик положения педали акселератора (APP)

2 Педаль акселератора

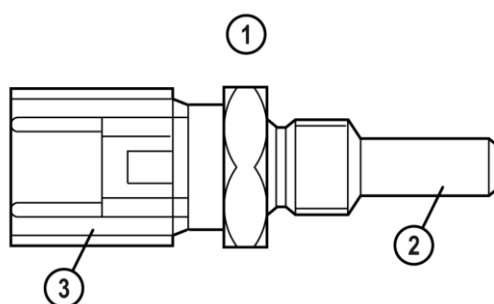
**ПРИМ:** При выходе из строя датчика Холла блок управления двигателем (PCM) для распознавания необходимого ускорения использует сигнал, поступающий от другого датчика. За счет этого частота вращения двигателя ограничивается значением приблизительно равным  $2500 \text{ мин}^{-1}$ . При отказе датчика положения педали акселератора (APP) частота вращения двигателя ограничивается значением приблизительно равным  $1500 \text{ мин}^{-1}$ .

### Диагностика

- Датчик положения педали акселератора проверяется следующим образом:
  - Отслеживание сигналов, поступающих от датчика APP за счет параметров **APP** (Per) и **APP1/APP2** (Per/Volt)
  - Проверка сигналов по напряжению датчика APP

### Датчик температуры охлаждающей жидкости

- Датчик **ECT** (**Engine Coolant Temperature** = температура охлаждающей жидкости) установлен в контуре циркуляции охлаждающей жидкости двигателя и фиксирует температуру охлаждающей жидкости. Этот датчик представляет собой терморезистор с отрицательным температурным коэффициентом.
- Выходное напряжение датчика температуры охлаждающей жидкости (ECT) обратно пропорционально температуре охлаждающей жидкости, то есть чем выше температура, тем ниже напряжение.
- Наряду с включением вентилятора радиатора и индикатора температуры охлаждающей жидкости сигнал, поступающий от этого датчика, используется для обнаружения воздействия температуры двигателя на соответствующие системы управления (например, управление моментом начала впрыска топлива, управление количеством впрыскиваемого топлива, управление процессом регенерации фильтра DPF).



312\_V1\_01067

- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| 1 Датчик температуры охлаждающей жидкости (ECT)        | 3 Электрическое подключение |
| 2 Резистор с отрицательным температурным коэффициентом |                             |

### Диагностика

- Датчик температуры охлаждающей жидкости (ECT) проверяется следующим образом:
  - Проверка параметра **ECT** (Temp/Volt)
  - Измерение напряжения
  - Измерение сопротивления

### Датчик атмосферного давления

- Датчик **BARO** (**Barometric pressure** = атмосферное давление) встроен в блок управления двигателем (PCM) и при помощи пьезоэлемента фиксирует атмосферное давление. Выходное напряжение датчика BARO пропорционально атмосферному давлению, то есть чем выше атмосферное давление, тем выше выходное напряжение.
- Сигнал, поступающий от датчика атмосферного давления, выступает в качестве поправочного коэффициента, оценивающего воздействие высоты над уровнем моря на плотность всасываемого воздуха.

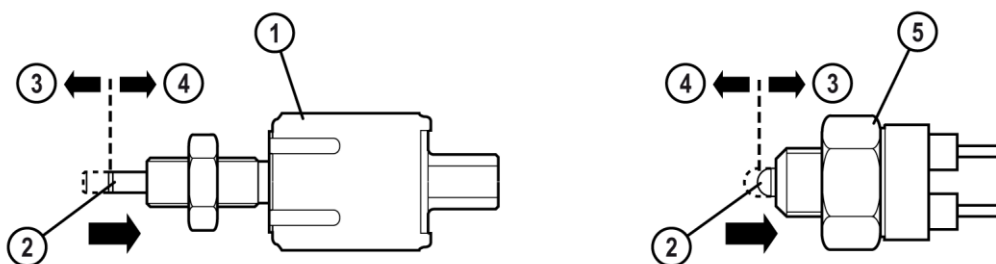
### Диагностика

- Датчик атмосферного давления (BARO) проверяется следующим образом:
  - Проверка параметра **BARO** (Press/Volt)



## Датчик положения педали сцепления / датчик парковки/нейтрали

- Датчик **CPP** (**Clutch Pedal Position** = положение педали сцепления) и датчик парковки/нейтрали **PNP** (**Park/Neutral Position** = положение парковки/нейтрали) установлены на педали сцепления и на коробке передач и фиксируют уровень нагрузки на двигатель (= передача усилия на проезжую часть). При нажатии на педаль сцепления или включении передачи соответствующий датчик передает сигнал на блок управления двигателем.
- Сигнал, поступающий от датчика положения педали сцепления или датчика парковки/нейтрали, среди прочего используется блоком управления двигателем для регулирования оборотов холостого хода.



312\_V1\_01068

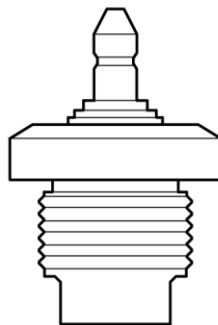
- |   |                            |
|---|----------------------------|
| 1 Датчик положения педали сцепления (CPP) | 4 ВЫКЛ (передача усилия)   |
| 2 Толкатель                               | 5 Датчик парковки/нейтрали |
| 3 ВКЛ (передача усилия отсутствует)       |                            |

## Диагностика

- Датчики CPP и PNP проверяются следующим образом:
  - Проверка уровня нагрузки на двигатель за счет параметра **INGEAR** (Mode)
  - Проверка датчика CPP за счет параметра **CPP** (Mode)
  - Проверка датчика PNP за счет параметра **CPP/PNP** (Mode)
  - Измерение напряжения
  - Измерение сопротивления

## Датчик давления рулевого привода с усилителем

- В автомобилях, оборудованных рулевым приводом с гидравлическим усилителем, установлен датчик давления рулевого привода с усилителем **PSP** (**P**ower **S**teering **P**ressure = давление рулевого привода с усилителем), находящийся на масляном насосе системы рулевого привода с усилителем и фиксирующий уровень нагрузки на рулевой привод с усилителем. Если давление масла в системе рулевого привода с усилителем превышает заданное значение, датчик закрывается и подаёт в РСМ сигнал напряжением 0 В.
- Сигнал, передаваемый этим датчиком, в основном используется блоком управления двигателем (РСМ) для регулировки оборотов холостого хода.



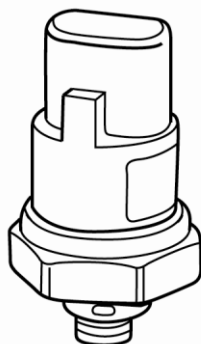
312\_V1\_01069

## Диагностика

- Датчик PSP проверяется следующим образом:
  - Проверка параметра **PSP** (Mode)
  - Измерение напряжения
  - Измерение сопротивления

### Датчик давления хладагента

- Датчик давления хладагента встроен в контур охлаждения системы кондиционирования воздуха. Он выполнен в виде двух или трехпозиционного датчика. Датчик фиксирует давление в системе кондиционирования воздуха. Если давление хладагента превышает заданное значение, то замыкается соответствующий контакт и на блок управления двигателем передается сигнал.
- Сигнал, передаваемый датчиком давления хладагента, используется блоком управления двигателем (PCM) для включения вентилятора радиатора и компрессора системы кондиционирования воздуха.



312\_V1\_01070

### Диагностика

- Датчик давления хладагента проверяется следующим образом:
  - Проверка усредненного давления за счет параметра **COLP** (Mode)
  - Измерение напряжения
  - Измерение сопротивления

### Исполнительные элементы

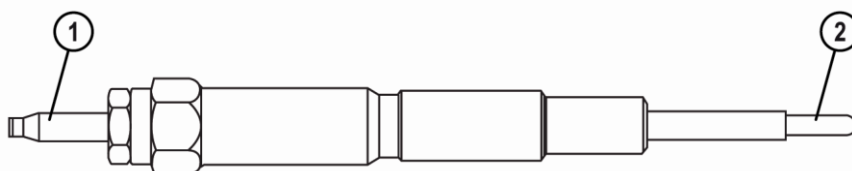
- Наряду с уже рассмотренными ранее исполнительными элементами, блок управления двигателем (PCM) в системах впрыска топлива Denso Common Rail управляет и другими исполнительными элементами.
- Эти исполнительные элементы входят в состав следующих систем:
  - Система предпускового подогрева
  - Электрический вентилятор радиатора
  - Компрессор системы кондиционирования воздуха
  - Интеллектуальная система зарядки
  - Круиз-контроль
  - Иммобилайзер

## Система предпускового подогрева

- Задача нагревательной установки состоит в нагреве камеры сгорания при помощи свечей накаливания. За счет этого при низкой температуре окружающей среды улучшается способность воздушно-топливной смеси к возгоранию в процессе запуска двигателя.

### Свечи накаливания (предпускового подогрева)

- Свеча накаливания состоит из спирали накаливания и регулировочной спирали, которые включены последовательно. Нагревательная спираль встроена в керамический наконечник свечи накаливания и представляет собой резистор. Регулировочная спираль изготовлена из материала с положительным температурным коэффициентом **PTC** (**P**ositive **T**emperature **C**oefficient = положительный температурный коэффициент). Это значит, что при повышении температуры сопротивление спирали возрастает.



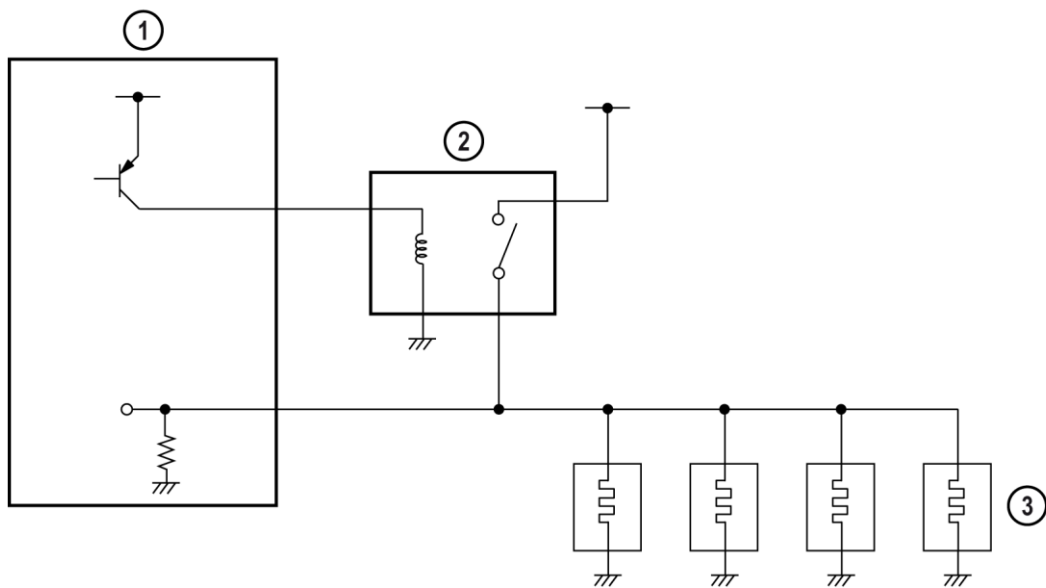
312\_V1\_01071

- 1 Электрическое подключение                      2 Керамический наконечник

- При включении холодной свечи накаливания через нее проходит ток, который позволяет наконечнику за несколько секунд достичь температуры в 850° С, необходимой для воспламенения воздушно-топливной смеси. Поскольку сопротивление регулировочной спирали повышается, значение проходящего через свечу тока снижается, и поддерживается равномерная температура предпускового подогрева равная приблизительно 1000° С.

**ПРИМ:** При установке свечей накаливания необходимо следить за тем, чтобы они затягивались с заданным моментом затяжки. В противном случае возможно расплющивание свечи. Это приведет к сжатию регулировочной спирали, повышению потребления тока и перегреву свечи накаливания.

- Блок управления двигателем (PCM) включает свечи накаливания за счет реле предпускового подогрева. В зависимости от эксплуатационных условий PCM включает реле свечей предпускового подогрева, которое переключает подачу питания на свечи. Для обнаружения неисправностей блок управления двигателем (PCM) контролирует выходное напряжение, подаваемое на свечи накаливания. Помимо этого блок управления двигателем (PCM) по высокоскоростной шине CAN передает на панель приборов информацию о статусе сигнальной лампы предпускового подогрева. Контрольная лампочка включается в соответствии с получаемой информацией.
- Свечи предпускового подогрева включены параллельно, то есть при выходе одной из свечей из строя, все остальные продолжают работать.



312\_V1\_01072

1 Блок управления двигателем (PCM)

2 Реле свечей предпускового подогрева  
3 Свечи предпускового подогрева

**Управление предпусковым подогревом**

- В зависимости от условий эксплуатации двигателя система предпускового подогрева изменяет время накала свечей. Блок управления двигателем (PCM) обрабатывает поступающую информацию, рассчитывает заданное значение времени накаливания и соответствующим образом включает свечи предпускового подогрева. К основным параметрам расчета времени накаливания свечей относятся следующие параметры:
  - Температура охлаждающей жидкости
  - Давление воздуха
  - Частота вращения двигателя

**Предварительный нагрев**

- При включенном зажигании блок управления двигателем (PCM) на несколько секунд включает реле свечей предпускового подогрева, чтобы предварительно нагреть камеру сгорания. В процессе запуска двигателя на реле подается питание.

**Сопровождающий нагрев**

- Если после включения двигателя температура охлаждающей жидкости ниже 10° С, то блок управления двигателем (PCM) на некоторое время (около 4 минут) включает реле свечей предпускового подогрева, чтобы подогреть камеру сгорания и снизить содержание вредных веществ в отработавших газах. Когда температура охлаждающей жидкости начинает превышать 10° С, блок управления двигателем отключает функцию сопровождающего нагрева.

**Регенерация DPF**

- В определенных эксплуатационных условиях блок управления двигателем (PCM) активирует систему предпускового подогрева в процессе регенерации фильтра DPF. Это должно способствовать испарению дополнительно впрыскиваемого топлива, а, следовательно, процессу регенерации.

### Диагностика

- Работа свечей накаливания проверяется следующим образом:
  - Замер напряжения свечей накаливания
  - Замер сопротивления свечей накаливания
  - Проверка/включение реле свечей за счет параметра **GPC#** (Mode)
  - Проверка сигнала обратной связи от реле за счет параметра **GLWPG\_V** (Volt)
  - Измерение напряжения на реле свечей предпускового подогрева
  - Проверка/включение сигнальной лампы предпускового подогрева за счет параметра **GP\_LMP#** (Mode)

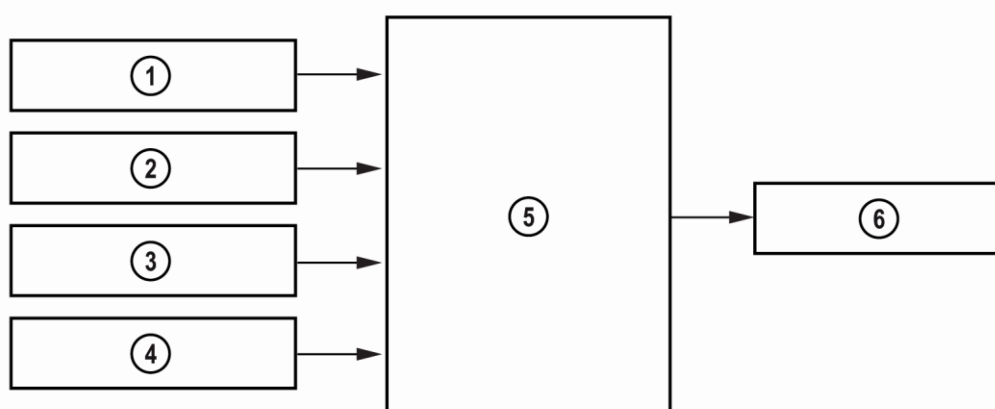


### Электрические вентиляторы радиатора

- Вентиляторы радиатора включаются блоком управления двигателем (PCM) в зависимости от существующих эксплуатационных условий. Включение осуществляется либо за счет релейного управления (R2), либо посредством дополнительного блока управления вентилятором радиатора (RF-T).

### Электрический вентилятор радиатора с релейным управлением

- В автомобилях с релейным управлением вентиляторами радиатора включение вентиляторов и регулировка частоты их вращения осуществляются за счет 4 реле. При этом блок управления двигателем (PCM) включает реле по следующим сигналам:



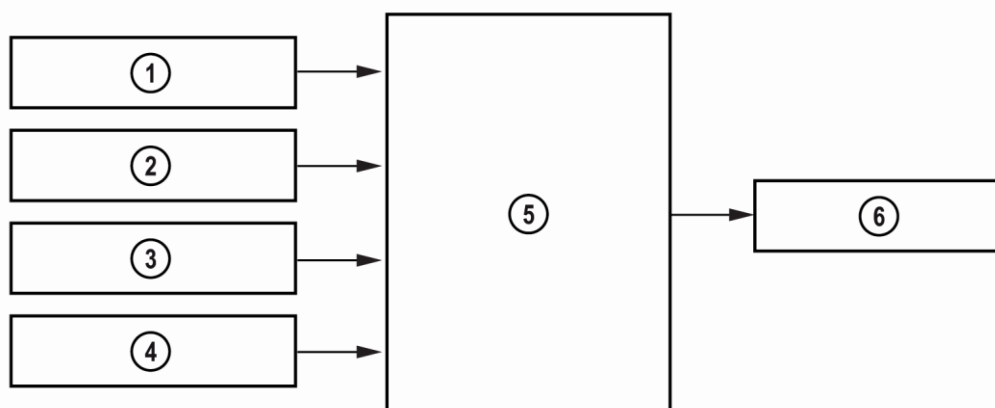
312\_V1\_01073

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| 1 Датчик давления хладагента (высокое давление) | 4 Скорость автомобиля        |
| 2 Датчик давления хладагента (среднее давление) | 5 PCM                        |
| 3 Датчик давления охлаждающей жидкости (ECT)    | 6 Реле вентилятора радиатора |

**ПРИМ:** При неисправном датчике давления охлаждающей жидкости (ECT) блок управления двигателем (PCM) постоянно включает вентилятор радиатора, чтобы предотвратить перегрев двигателя.

## Электрические вентиляторы радиатора с блоком управления

- В автомобилях, оборудованных блоком управления вентиляторами радиатора, включение вентиляторов и регулировка частоты их вращения осуществляются за счет блока управления. Это обеспечивает практически бесступенчатую регулировку частоты вращения вентилятора, а, следовательно, адаптацию работы вентилятора к существующим эксплуатационным условиям.
- Блок управления двигателем (PCM) включает блок управления вентилятором за счет тактового импульса. Блок управления посредством тактового импульса включает двигатель вентилятора радиатора, регулируя частоту вращения вентилятора. Частота вращения двигателя вентилятора пропорциональна скважности импульсов, то есть чем выше скважность, тем больше частота вращения вентилятора.
- В некоторых автомобилях блок управления двигателем (PCM) через реле вентилятора включает подачу питания на блок управления. Включение зависит от следующих сигналов:



312\_V1\_01074

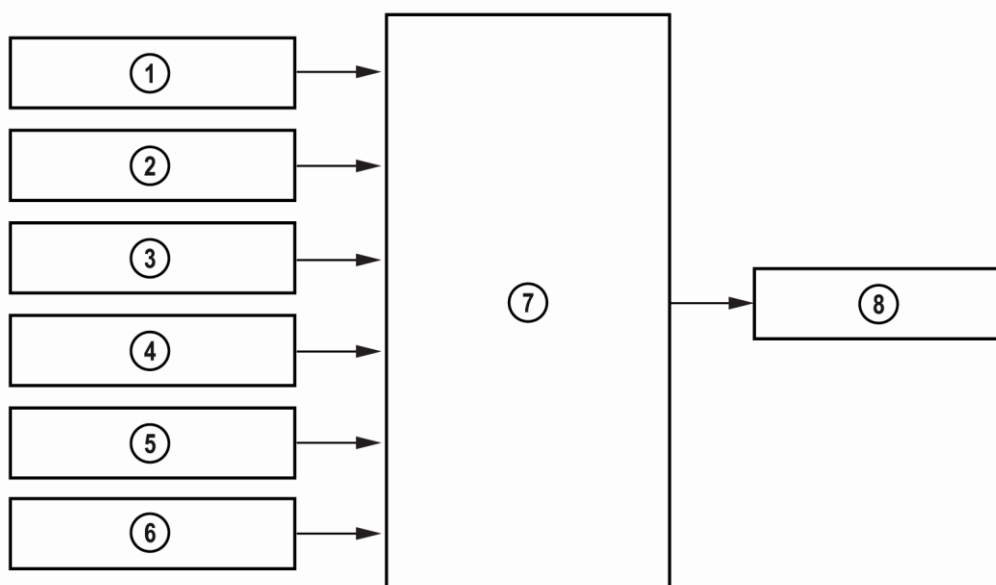
- |   |  |
|---|--|
| 1 Датчик давления хладагента (высокое давление) | 4 Скорость автомобиля                    |
| 2 Датчик давления хладагента (среднее давление) | 5 PCM                                    |
| 3 Датчик давления охлаждающей жидкости (ECT)    | 6 Блок управления вентилятором радиатора |

### Диагностика

- Срабатывание электрического вентилятора проверяется следующим образом:
  - Проверка/Включение реле вентилятора/вентиляторов радиатора за счет параметра **FAN1#**, **FAN2#**, (Mode)
  - Измерение напряжения на реле вентилятора.
  - Измерение сопротивления на реле вентилятора
  - Измерение напряжения на двигателе/двигателях вентилятора радиатора
  - Измерение сопротивления на двигателе/двигателях вентилятора радиатора
  - Проверка/Включение блока управления вентилятором радиатора за счет параметра PID **FAN\_DUTY#** (Per)
  - Проверка сигнала по напряжению, подаваемого на блок управления вентилятором радиатора.

## Компрессор системы кондиционирования воздуха

- При включении системы кондиционирования воздуха, блок управления двигателем (PCM) через реле системы кондиционирования включает компрессор. Чтобы избежать потерь мощности, вызванных эксплуатацией компрессора, блок управления двигателем (PCM) в зависимости от условий эксплуатации двигателя выключает компрессор системы кондиционирования воздуха (например, при запуске двигателя, при ускорении, при высокой частоте вращения двигателя и при слишком высокой температуре хладагента).
- Компрессор системы кондиционирования воздуха также выключается в режиме ручной регенерации, поскольку колебания оборотов холостого хода могут отрицательно сказаться на процессе регенерации.



312\_V1\_01075

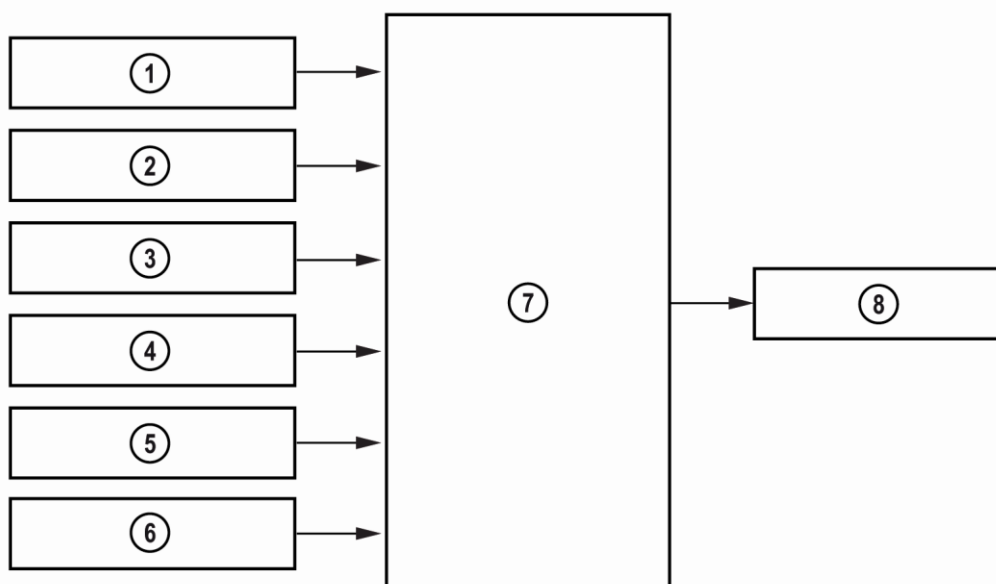
- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | Сигнал стартера                               | 6 | Датчик положения коленчатого вала (СКР) |
| 2 | Выключатель со структурой PNP                 | 7 | Блок управления двигателем (PCM)        |
| 3 | Датчик давления хладагента (высокое давление) | 8 | Реле системы кондиционирования воздуха  |
| 4 | Датчик положения педали акселератора (APP)    |   |   |
| 5 | Датчик температуры охлаждающей жидкости (ECT) |   |   |

### Диагностика

- Работа компрессора системы кондиционирования воздуха проверяется следующим образом:
  - Проверка сигнала включения системы кондиционирования воздуха за счет параметра **AC\_REQ** (Mode)
  - Проверка/Включение реле системы кондиционирования воздуха за счет параметра **ACCS#** (Mode)
  - Измерение напряжения реле системы кондиционирования воздуха
  - Измерение сопротивления реле системы кондиционирования воздуха
  - Измерение напряжения электромагнитной муфты
  - Измерение сопротивления электромагнитной муфты

## Интеллектуальная система зарядки

- Автомобили с системой впрыска топлива Denso Common Rail оборудованы так называемой «интеллектуальной системой зарядки», которая совершенствует процесс зарядки аккумуляторной батареи и увеличивает срок ее службы. В зависимости от напряжения аккумулятора и температуры электролита (регистрируемой за счет температуры окружающего воздуха) блок управления двигателем (PCM) регулирует зарядное напряжение генератора, а также нагрузку на генератор.
- Ток возбуждения, проходящий через обмотку возбуждения генератора, а, следовательно, и зарядное напряжение изменяются в зависимости от тактового импульса, поступающего от блока управления двигателем (PCM).
- Блок управления двигателем (PCM) включает генератор за счет тактового импульса. Зарядное напряжение генератора пропорционально скважности импульсов, то есть чем больше скважность импульсов, тем выше зарядное напряжение.
- В случае сбоя скважность импульсов от блока управления двигателем устанавливается на 40%, а генератор работает с постоянным зарядным напряжением.



312\_V1\_01076

1 Аккумулятор  
2 Датчик MAF/IAT  
3 Датчик ECT  
4 Датчик СКР

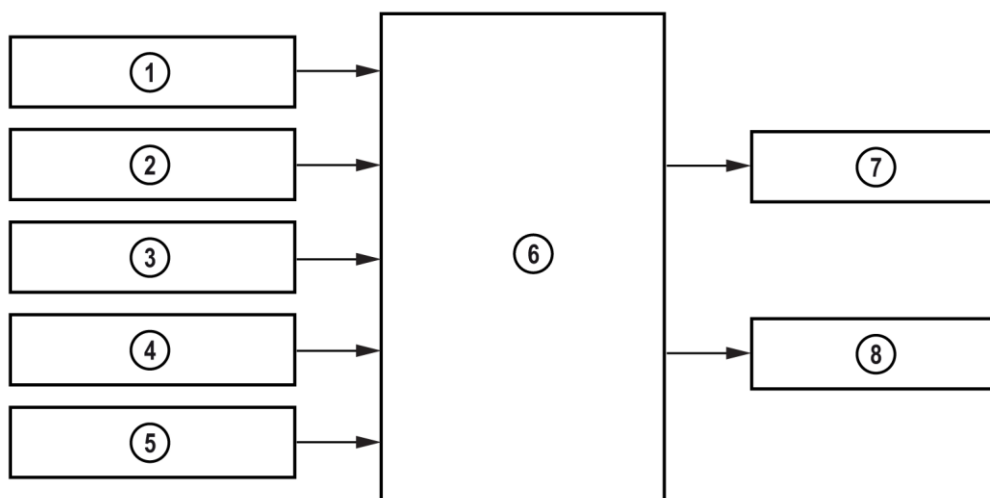
5 Скоростной сигнал  
6 Генератор (статорная обмотка)  
7 PCM  
8 Генератор (обмотка возбуждения)

### Диагностика

- Срабатывание интеллектуальной системы зарядки проверяется следующим образом:
  - Проверка напряжения аккумуляторной батареи за счет параметра **B+/ VPWR** (Volt)
  - Проверка/Измерение заданного значения напряжения генератора за счет параметра **GENVSD#** (Volt)
  - Проверка выходного напряжения генератора за счет параметра **ALTT V** (Volt)
  - Включение обмотки возбуждения генератора за счет параметра **ALTF#** (Per/Mode)
  - Проверка сигнала управления на генераторе
  - Проверка сигнала нагрузки на генератор на блоке управления двигателем (PCM)
  - Проверка сигнальной лампы нагрузки за счет параметра **CHRGLP** (Mode)

## Круиз-контроль

- Круиз-контроль встраивается в блок управления двигателем (PCM), то есть скорость автомобиля регулируется за счет изменения количества впрыскиваемого топлива.
- После задания необходимой скорости блок управления двигателем (PCM) на основании скоростного сигнала рассчитывает заданное значение впрыскиваемого топлива. Если фактическая скорость движения становится ниже или выше заданной скорости, то блок управления двигателем увеличивает или уменьшает количество впрыскиваемого топлива.



312\_V1\_01077

- |   |  |
|---|--|
| 1 Датчик положения педали сцепления (CPP) | 5 Скоростной сигнал                          |
| 2 Выключатель PNP                         | 6 PCM  |
| 3 Выключатель стоп-сигнала                | 7 Форсунка                                   |
| 4 Выключатель круиз-контроля              | 8 Индикатор системы управления микроклиматом |

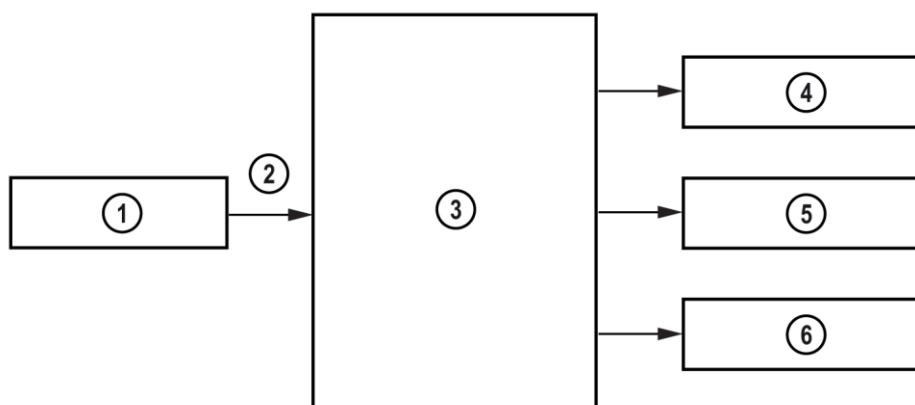
## Диагностика

- Круиз-контроль проверяется следующим образом:
  - Проверка выключателей системы управления микроклиматом за счет параметра **SCCS** (Volt)
  - Измерение напряжения на выключателях круиз контроля
  - Измерение сопротивления на выключателях системы управления микроклиматом
  - Проверка выключателя стоп-сигнала за счет параметра **BOO/BPA** (Mode)



## Иммобилайзер

- Автомобили Mazda оборудованы так называемым иммобилайзером **PATS (Passive Anti-Theft System = пассивная противоугонная система)**. В зависимости от модели автомобиля иммобилайзер встроен в блок управления двигателем (PCM), в панель приборов или в блок управления системой доступа в салон и запуска двигателя без ключа.
- При попытке запустить двигатель без соответствующего ключа, блок управления двигателем не дает разрешения на запуск. Затем блок управления двигателем отключает дозирующий топливный клапан и форсунки, что делает запуск двигателя невозможным.



312\_V1\_01078

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | Информация, относящаяся к иммобилайзеру | 4 | Дозирующий топливный клапан             |
| 2 | Шина CAN                                | 5 | Форсунки                                |
| 3 | Блок управления двигателем (PCM)        | 6 | Информация, относящаяся к иммобилайзеру |

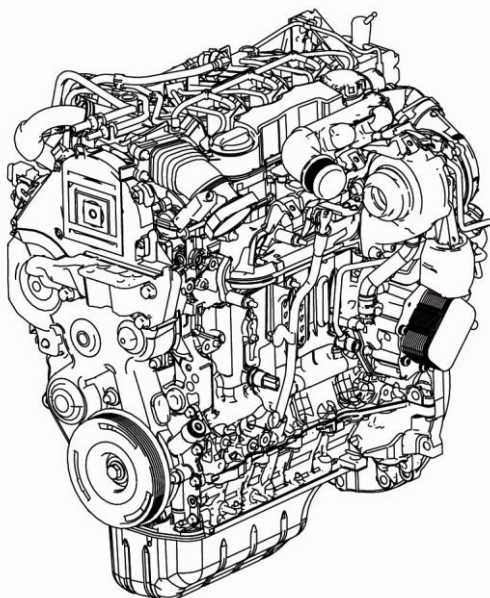
**ПРИМ:** Диагностика иммобилайзера описывается в инструкции по техническому обслуживанию автомобилей.

# Система впрыска топлива Common Rail фирмы Bosch

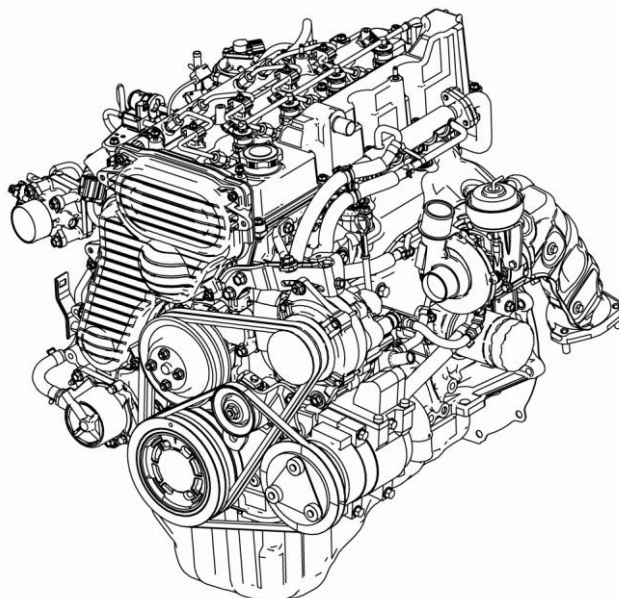
---

## Система впрыска топлива Common Rail фирмы Bosch

- Автомобили с двигателями Y6 (1,6 MZ-CD) и WL-C (2,5 MZR-CD) оборудованы системой впрыска топлива с общей магистралью Common Rail производства фирмы Bosch.



Двигатель Y6 (1,6 MZ-CD)



Двигатель WL-C (2,5 MZR-CD)

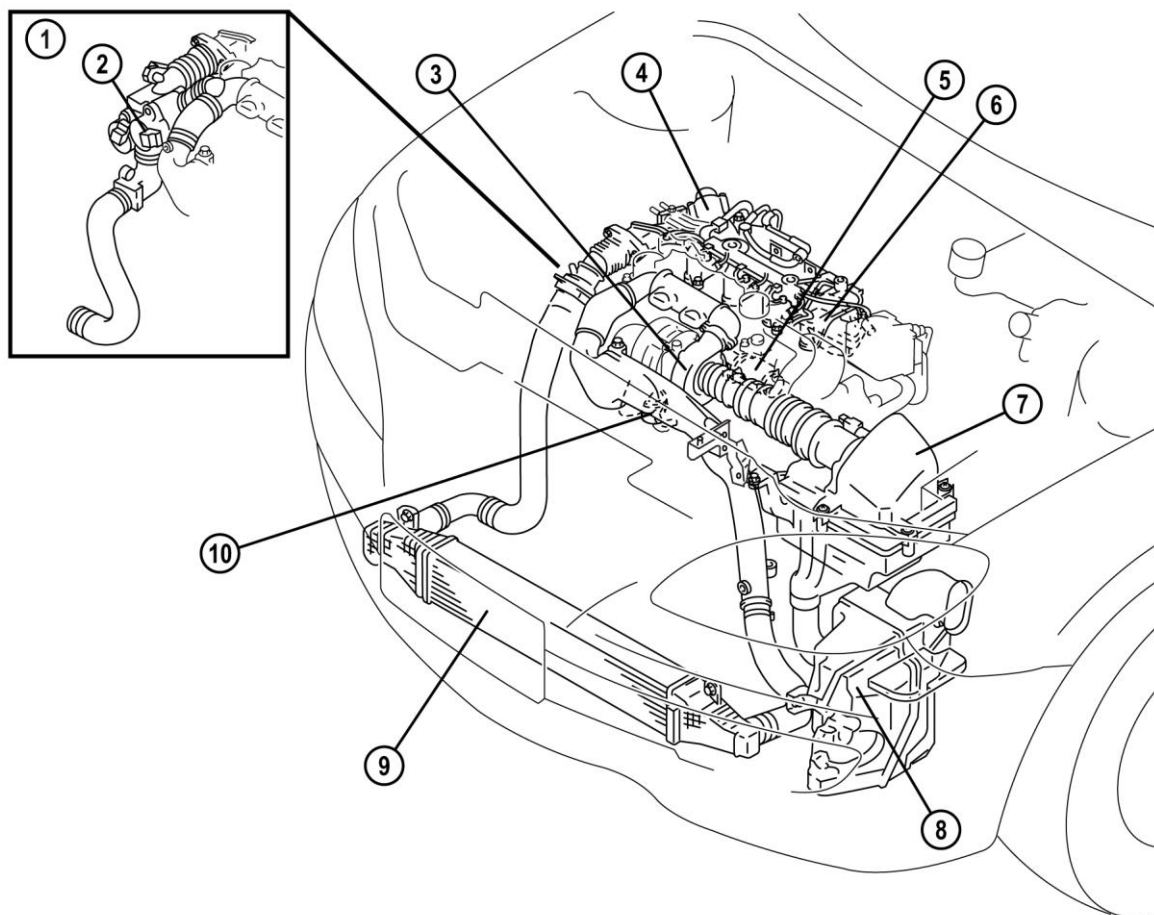
**ПРИМ:** Ввиду схожести систем впрыска топлива Bosch Common Rail, используемых в двигателе Y6 Motors и двигателе WL-C, в этой главе будет рассмотрена система впрыска топлива Bosch Common Rail для двигателя Y6. Ссылки на особенности системы в двигателе WL-C будут делаться только в случае необходимости.

**ПРИМ:** Конструкция и работа определенных конструктивных узлов системы впрыска топлива Bosch Common Rail чрезвычайно схожи с конструкцией и работой этих узлов в системе впрыска топлива Denso Common Rail. Поэтому в предлагаемой главе будут описаны только конструктивные узлы, отличающиеся от узлов системы впрыска Denso Common Rail или имеющие иной принцип работы. То же самое относится и к некоторым процедурам диагностики.

**Впускная система**

- В автомобилях, оборудованных системой впрыска топлива Bosch Common Rail, система всасывания воздуха в основном состоит из следующих компонентов:
  - Термоанемометрического пленочного датчика массового расхода воздуха с встроенным датчиком температуры всасываемого воздуха (двигатель Y6)
  - Термоанемометрического проволочного датчика массового расхода воздуха с встроенным датчиком температуры всасываемого воздуха (двигатель WL-C)
  - Турбокомпрессора с переменной геометрией турбины (двигатель Y6 высокой мощности и двигатель WL-C)
  - Турбокомпрессора с неизменяемой геометрией турбины и перепускного клапана с вакуумным приводом (двигатель Y6 стандартной мощности)
  - Охлаждителя наддувочного воздуха
  - Байпасного клапана наддувочного воздуха (двигатель Y6 высокой мощности)
  - Датчика температуры всасываемого воздуха
  - Датчика абсолютного давления во впускном коллекторе
  - Системы управления регулировкой вихревого движения (двигатель WL-C)

## Расположение элементов системы

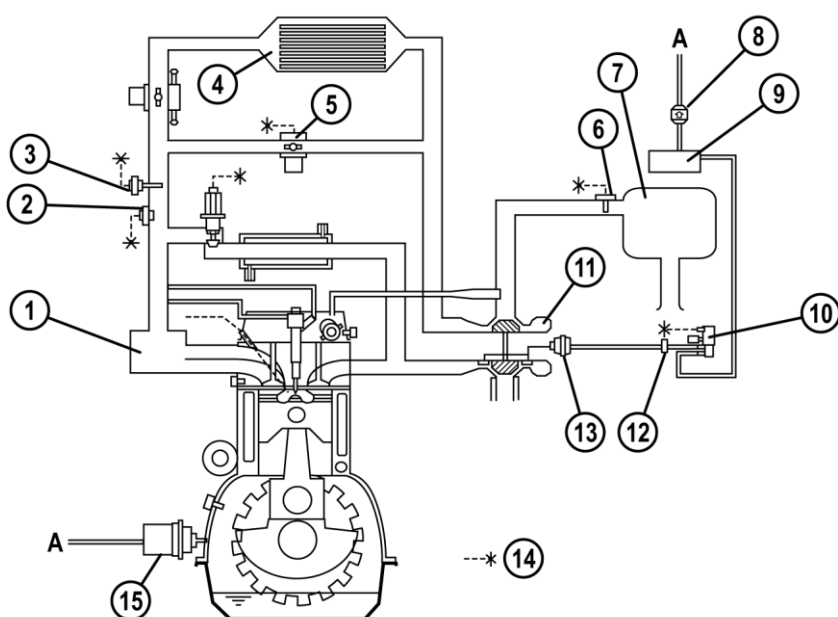


312\_V1\_02002

### Впускная система автомобиля Mazda3 (BL) с двигателем Y6

- |   |   |    |  |
|---|---|----|--|
| 1 | Только автомобили с двигателем Y6, обладающим высокой мощностью   | 5  | Электромагнитный клапан системы управления регулировкой усиления (VBC) |
| 2 | Байпасный клапан наддувочного воздуха                             | 6  | Вакуумная камера   |
| 3 | Турбокомпрессор   | 7  | Воздушный фильтр   |
| 4 | Крышка головки блока цилиндров со встроенным впускным коллектором | 8  | Резонансная камера   |
|   |   | 9  | Охладитель наддувочного воздуха  |
|   |   | 10 | Вакуумный привод VBC   |

Общий вид системы



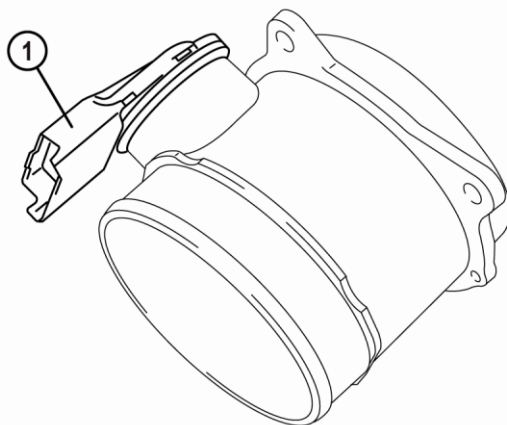
312\_V1\_02003

Впускная система двигателя Y6 высокой мощности

- |   |   |
|---|---|
| 1 Впускной коллектор                                    | 7 Воздушный фильтр                            |
| 2 Датчик температуры всасываемого воздуха (IAT) № 2     | 8 Обратный клапан                             |
| 3 Датчик абсолютного давления в коллекторе (MAP)        | 9 Вакуумная камера                            |
| 4 Охладитель наддувочного воздуха                       | 10 Электромагнитный клапан VBC                |
| 5 Байпасный клапан наддувочного воздуха                 | 11 Турбокомпрессор                            |
| 6 Датчик массового расхода воздуха (MAF) с датчиком IAT | 12 Стабилизатор вакуума VBC                   |
|   | 13 Вакуумный привод VBC                       |
|   | 14 К блоку управления силовым агрегатом (PCM) |
|   | 15 Вакуумный насос                            |

## Датчик массового расхода воздуха/датчик температуры всасываемого воздуха

- Датчик массового расхода воздуха (MAF) в двигателе Y6 выполнен в виде термоанемометрического пленочного расходомера. Чувствительные элементы датчика устанавливаются в байпасном канале. Датчик массового расхода воздуха ориентирован на направление воздушного потока и за счет чувствительных элементов при определении воздушной массы учитывает колебания напора газового потока (возврат всасываемого воздуха ввиду пульсаций в системе всасываемого воздуха).
- Датчик температуры всасываемого воздуха (IAT) встроен в датчик массового расхода воздуха и состоит из терморезистора с отрицательным температурным коэффициентом.
- Датчик массового расхода воздуха (MAF) передает на блок управления двигателем (PCM) цифровой сигнал по напряжению.



312\_V1\_02004

### Датчик массового расхода воздуха (MAF) в двигателе Y6

- 1 Датчик MAF с встроенным датчиком IAT

**ПРИМ:** При попадании в датчик массового расхода воздуха (MAF) моторного масла (в случае неисправности системы вентиляции картера) оно может осесть в мембране датчика. Поскольку масло выступает в качестве изоляционного слоя, датчик MAF фиксирует массовый расход воздуха, который меньше фактического расхода. Следовательно, блок управления двигателем (PCM) сокращает количество впрыскиваемого топлива, что снижает мощность двигателя на выходе. Прежде чем заменить датчик, можно попытаться почистить его чувствительный элемент при помощи обычных чистящих и обезжиривающих средств (средство для очистки тормозов). Соблюдая особую осторожность, для чистки чувствительного элемента датчика можно воспользоваться сжатым воздухом (пистолет сжатого воздуха необходимо удерживать на расстоянии 40 сантиметров от чувствительного элемента, а система сжатого воздуха должна быть оборудована осушителем и сепаратором масла).

### Функция корректировки датчика MAF

- Автомобиль ВТ-50 с двигателем WL-C оснащен функцией корректировки датчика массового расхода воздуха (MAF), встроенной в блок управления двигателем (PCM). Задачей этой функции является компенсация износа датчика и соответствующего ухудшения сигнала.
- При помощи функции корректировки датчика MAF распознается отклонение фактического значения массового расхода воздуха от соответствующего заданного значения. Если отклонение превосходит заданное значение, то блок управления двигателем (PCM) вводит поправочный коэффициент. Этот поправочный коэффициент сохраняется в блоке управления силовым агрегатом (PCM) и используется для расчета фактической массы всасываемого воздуха.
- Функция корректировки датчика MAF выполняется через определенные интервалы техобслуживания (смотри инструкцию по техническому обслуживанию автомобилей) и после замены блока управления двигателем (PCM) или датчика MAF. Для этого следует сначала выбрать опцию **Инструментальная панель → Трансмиссия → Проверки двигателя → Функция корректировки → Корректировка датчика MAF**, а затем следовать инструкциям, выводимым на дисплей диагностического модуля M-MDS. При выполнении этой функции корректировка датчика MAF выполняется при частоте вращения двигателя равной 720 мин<sup>-1</sup>, 1850 мин<sup>-1</sup> и 2500 мин<sup>-1</sup> ab.

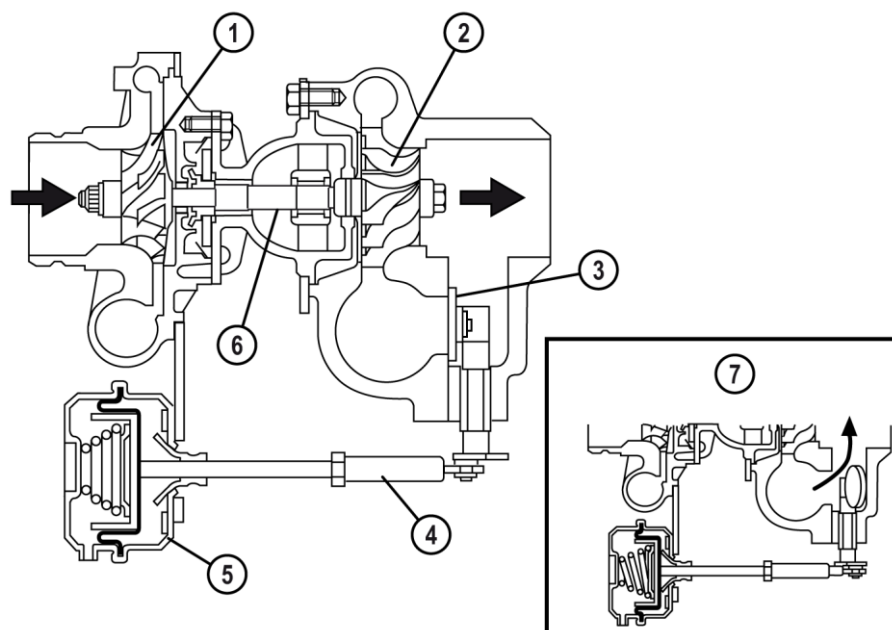
### Диагностика

- Датчик MAF/IAT проверяется следующим образом:
  - Проверка параметра **MAF** (Flow/Volt)
  - Проверка сигнала по напряжению, поступающего от датчика MAF
  - Проверка параметра **IAT** (Temp/Volt)
  - Замер напряжения на датчике IAT
  - Замер сопротивления на датчике IAT

## Турбокомпрессор

- Автомобили с двигателем Y6 стандартной мощности оборудуются турбокомпрессором с FGT (Fixed Geometry Turbine = турбина фиксированной геометрии), в котором давление наддува контролируется при помощи клапана управления давлением наддува (также называемым перепускной заслонкой). Вакуумный привод меняет положение клапана управления давлением наддува в зависимости от вакуума, действующего на мембрану против пружины, и соответственно меняет расход выхлопных газов через турбину. Прилагается вакуум, и, следовательно, положение клапана управления давлением наддува контролируется РСМ посредством электромагнитного клапана VBC при помощи коэффициента рабочего цикла.

**ПРИМ:** Регулировочный рычажный механизм между вакуумным приводом и клапаном управления давлением наддува имеет часть с резьбой, которую не следует регулировать. Манипуляции с настройкой могут привести к серьезному повреждению двигателя и/или турбокомпрессора.



312\_V1\_02005

## Турбокомпрессор двигателя Y6 обычной мощности

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1 Колесо нагнетателя                  | 5 Вакуумный привод                           |
| 2 Колесо турбины                      | 6 Вал турбины                                |
| 3 Клапан управления давлением наддува | 7 Клапан управления давлением наддува открыт |
| 4 Толкатель                           |  |



- При низкой частоте вращения коленчатого вала двигателя РСМ управляет электромагнитным клапаном VBC с большим коэффициентом рабочего цикла, так что к вакуумному приводу прилагается вакуум. Это заставляет вакуумный привод закрыть клапан управления давлением наддува при помощи вакуума, действующего на мембрану против усилия пружины. Из-за этого выхлопные газы не проходят за турбину, что вызывает увеличение давления наддува.
- При высокой частоте вращения коленчатого вала двигателя РСМ управляет электромагнитным клапаном VBC с маленьким коэффициентом рабочего цикла импульса, так что к вакуумному приводу прилагается меньше вакуума или атмосферное давление. Это заставляет вакуумный привод открыть клапан управления давлением наддува при помощи усилия пружины. Из-за этого клапан управления давлением наддува открывается, и часть выхлопных газов проходит за турбину, так что давление наддува снижается или ограничивается.

**ПРИМ:** Если откажет электромагнитный клапан VBC или неисправен привод, клапан управления давлением наддува примет открытое положение при помощи усилия пружины, что даст только минимальное давление наддува.

### **Диагностика**

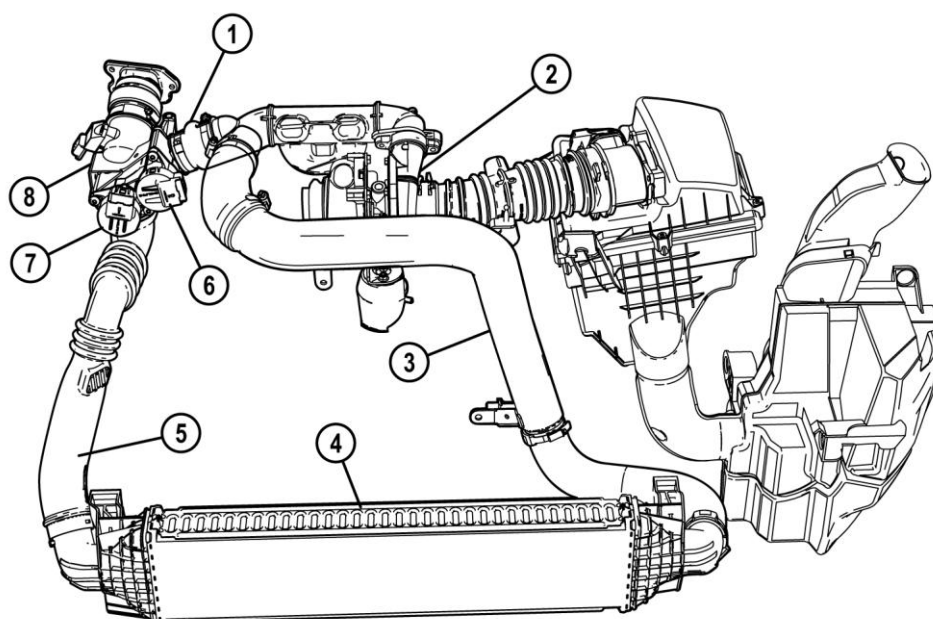
- Турбокомпрессор проверяется следующим образом:
  - Проверка давления наддува с помощью PID **MAP** (Press/Volt)
  - Проверка турбокомпрессора
  - Проверка/Включение лопаток/привода при помощи PID **VBCV#** (Per)
  - Проверка сигнала напряжения в электромагнитном клапане VBC
  - Измерение давления наддува
  - Проверка срабатывания лопаток на автомобилях с VGT
  - Измерение давления наддува на автомобилях FGT

### **Проверка клапана управления давлением наддува в автомобилях с FGT**

- Подключите ручной нагнетательный насос к вакуумному приводу и подайте отрицательное давление. Проверьте, открывается ли клапан управления давлением наддува при определённом вакууме и закрывается ли, когда вакуум в системе снова снижается.

## Байпас наддувочного воздуха

- В автомобилях, оборудованных двигателем Y6 высокой мощности, имеется байпас наддувочного воздуха. При возникновении определенных эксплуатационных условий в процессе регенерации этот канал напрямую связывает сторону нагнетателя с впускным коллектором в обход охладителя наддувочного воздуха. За счет этого повышается температура отработавших газов, что способствует регенерации сажевого фильтра (DPF).
- Байпасный клапан открывает или перекрывает байпасный канал, ограничивая прохождение потока воздуха через охладитель в процессе регенерации или полностью прерывая подачу воздуха.



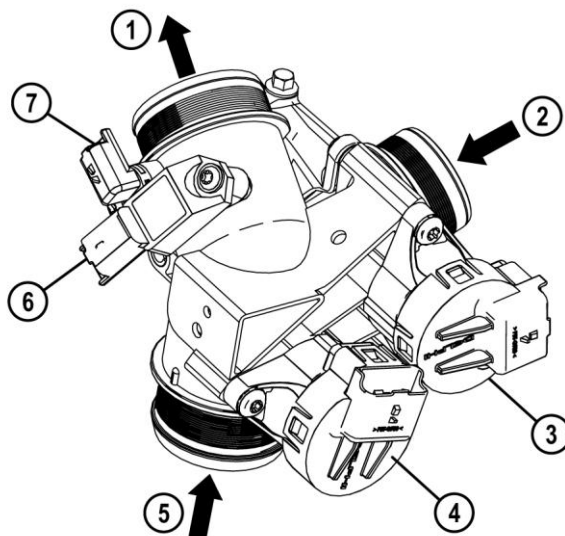
312\_V1\_02023

## Система всасывания воздуха двигателя Y6 с высокой мощностью

- |  |  |
|--|--|
| 1 Байпасный канал наддувочного воздуха   | 6 Байпасный клапан наддувочного воздуха              |
| 2 Турбокомпрессор  | 7 Входной запорный клапан (ISV)                      |
| 3 Соединение между турбокомпрессором и охладителем наддувочного воздуха                | 8 Корпус - ISV/байпасный клапан наддувочного воздуха |
| 4 Охладитель наддувочного воздуха  |  |
| 5 Соединение между охладителем наддувочного воздуха и впускным запорным клапаном (ISV) |  |

## Байпасный клапан наддувочного воздуха

- Байпасный клапан наддувочного воздуха, впускной запорный клапан, датчик абсолютного давления во впускном коллекторе (MAP) и датчик температуры всасываемого воздуха (IAT) № 2 устанавливаются в едином корпусе. Байпасный клапан приводится в действие электродвигателем постоянного тока.
- Положением байпасного клапана управляет блок управления двигателем (PCM), который при помощи тактового импульса включает электродвигатель постоянного тока.



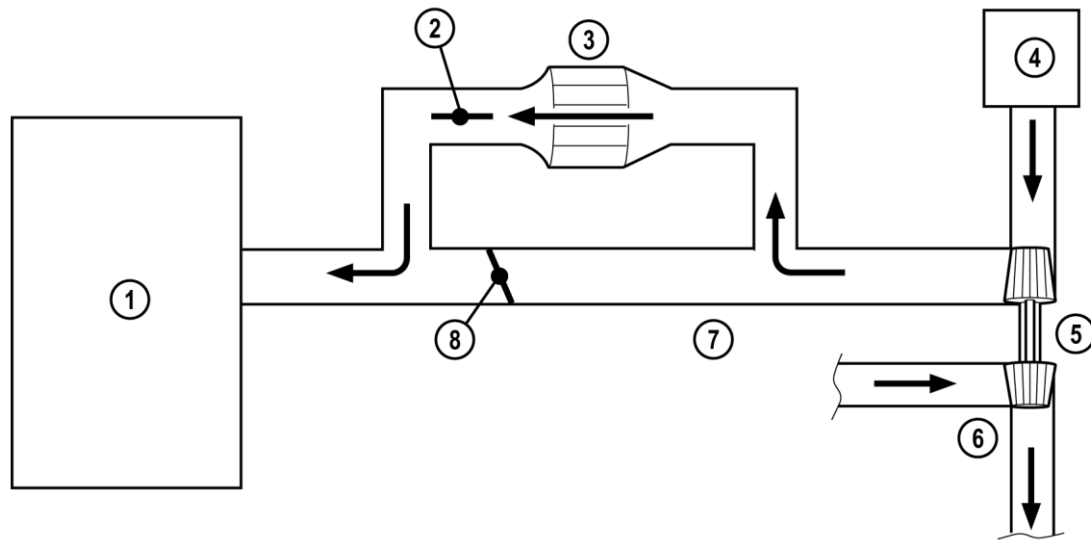
312\_V1\_02024

## Байпасный клапан наддувочного воздуха двигателя Y6 высокой мощности

- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 1 | К впускному коллектору   | 5 | От охладителя наддувочного воздуха                 |
| 2 | От турбокомпрессора  | 6 | Датчик абсолютного давления во впускном коллекторе |
| 3 | Электродвигатель постоянного тока с датчиком положения байпасного клапана наддувочного воздуха | 7 | Датчик температуры всасываемого воздуха IAT № 2    |
| 4 | Двигатель постоянного тока с датчиком положения впускного запорного клапана (ISV)              |   |  |

**ПРИМ:** При выходе байпаса наддувочного воздуха из строя байпасный клапан наддувочного воздуха закрывается, а весь всасываемый воздух проходит через охладитель наддувочного воздуха.

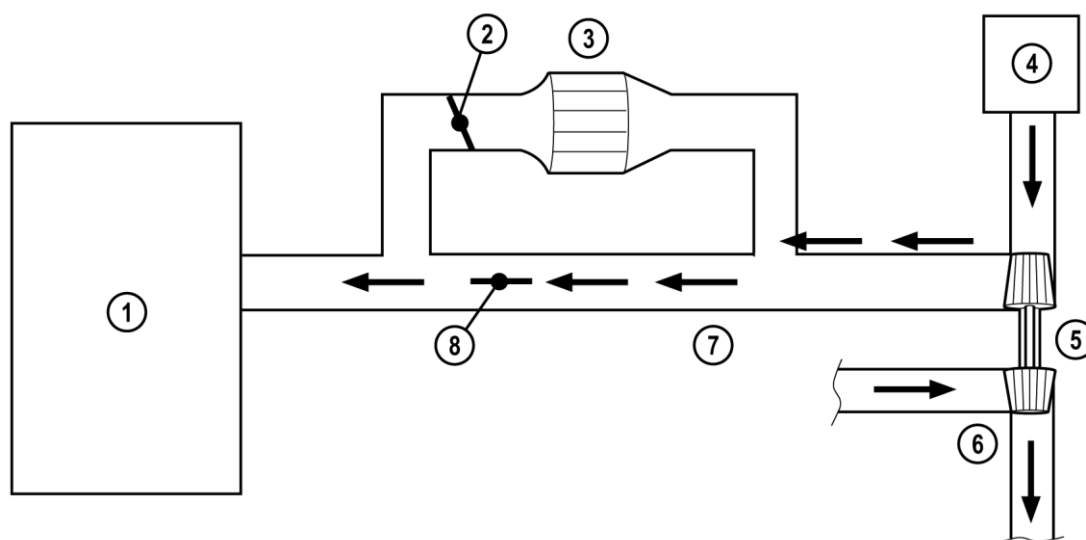
- В нормальном режиме эксплуатации блок управления двигателем (PCM) включает электродвигатель постоянного тока байпасного клапана с низкой скважностью импульсов, вследствие чего клапан закрывается. Кроме того, впускной запорный клапан (ISV) закрывается до половины или полностью открывается (в зависимости от скорости рециркуляции отработавших газов). Таким образом поток всасываемого воздуха проходит через охладитель наддувочного воздуха.



312\_V1\_02025

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 1 Двигатель                       | 6 Система выпуска отработавших газов    |
| 2 Впускной запорный клапан (ISV)  | 7 Байпас наддувочного воздуха           |
| 3 Охладитель наддувочного воздуха | 8 Байпасный клапан наддувочного воздуха |
| 4 Воздушный фильтр                |   |
| 5 Турбокомпрессор                 |   |

- Если в процессе регенерации возникает необходимость в обходе охладителя наддувочного воздуха, то блок управления двигателем (PCM) включает электродвигатель постоянного тока байпасного клапана с высокой скважностью импульсов, вследствие чего клапан открывается. Помимо этого закрывается впускной запорный клапан, а поток всасываемого воздуха проходит через байпасный канал наддувочного воздуха.
- В процессе регенерации блок управления двигателем (PCM) при помощи сигнала от датчика IAT № 2 непрерывно контролирует температуру всасываемого воздуха, соответствующим образом управляя положением байпасного клапана наддувочного воздуха и входным запорным клапаном (ISV).



312\_V1\_02026

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 1 Двигатель                       | 6 Система выпуска отработавших газов    |
| 2 ISV                             | 7 Байпас наддувочного воздуха           |
| 3 Охладитель наддувочного воздуха | 8 Байпасный клапан наддувочного воздуха |
| 4 Воздушный фильтр                |   |
| 5 Турбокомпрессор                 |   |

### Датчик положения байпасного клапана наддувочного воздуха

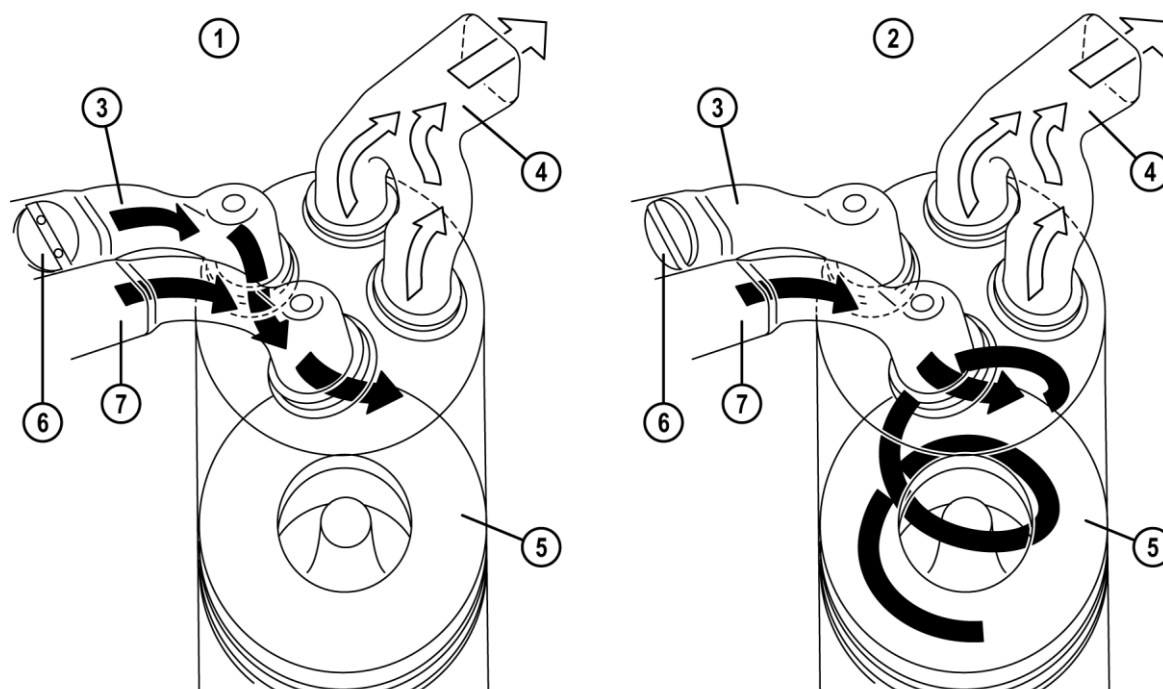
- Датчик положения байпасного клапана наддувочного воздуха встроен в электродвигатель постоянного тока и фиксирует положение клапана при помощи потенциометра со скользящим контактом. При раскрытии клапана напряжение, снимаемое с дорожки перемещения контакта потенциометра, увеличивается. За счет этого сигнал по напряжению, подаваемый на блок управления двигателем (PCM), соответствующим образом возрастает.
- После замены байпасного клапана наддувочного воздуха или блока управления двигателем (PCM) необходимо инициализировать датчик положения байпасного клапана при помощи диагностического модуля M-MDS. Выбрать опцию:  
**Инструментальная панель → Трансмиссия → Сервисные функции → PCM → Конструктивные элементы / Сброс параметров → Сброс смещения клапана.**  
Следовать инструкциям, выводимым на дисплей диагностического модуля M-MDS.

### Диагностика

- Байпасный клапан наддувочного воздуха проверяется следующим образом:
  - Проверка/Включение байпасного клапана наддувочного воздуха за счет параметра **CABVDC#** (Per)
  - Измерение напряжения на байпасном клапане наддувочного воздуха
  - Измерение сопротивления на байпасном клапане наддувочного воздуха
  - Проверка датчика положения байпасного клапана наддувочного воздуха за счет параметра **CABVP** (Per)
  - Измерение напряжения датчика положения байпасного клапана
  - Измерение сопротивления датчика положения байпасного клапана

## Запорные клапаны системы управления завихрением воздушного потока

- В модели ВТ-50 с двигателем WL-C используются запорные клапаны VSC, которые снижают выделение компонентов отработавших газов при низких частотах вращения коленчатого вала двигателя **VSC (Variable Swirl Control = система управления завихрения воздушного потока)**.
- Клапаны VSC регулируются вакуумным приводом. Открывая или закрывая один из впускных каналов, эти клапаны изменяют поперечное сечение впускного тракта.
- Через канал, обеспечивающий вихревое движение, воздух поступает в камеру сгорания по касательной, а через канал подачи он проходит вертикально. Если каналы подачи перекрываются, то воздух поступает в цилиндры только по каналам, обеспечивающим вихревое движение. Вследствие этого возникает высокая скорость потока воздуха и его завихрение. За счет этого улучшается смешивание впрыскиваемого топлива с всасываемым воздухом, а значит, и процесс сжигания смеси.
- Положением запорных клапанов VSC управляет блок управления двигателем, который посредством сигнала включения/выключения включает электромагнитный клапан VSC.



312\_V1\_02006

### Регулируемые запорные клапаны двигателя WL-C

- |   |                              |   |   |
|---|------------------------------|---|---|
| 1 | Запорные клапаны VSC открыты | 5 | Поршень   |
| 2 | Запорные клапаны VSC закрыты | 6 | Запорный клапан VSC                             |
| 3 | Канал подачи                 | 7 | Канал, обеспечивающий вихревое движение воздуха |
| 4 | Выпускные каналы             |   |   |

- Если частота вращения двигателя ниже  $2300 \text{ мин}^{-1}$ , то блок управления двигателем (PCM) включает электромагнитный клапан VSC. За счет этого на вакуумный привод подается разрежение, а запорные клапаны перекрывают каналы подачи.
- В выключенном состоянии каналы подачи открыты. За счет этого открывается все поперечное сечение впускных каналов коллектора.

### Диагностика

- Система управления завихрением воздушного потока (VSC) проверяется следующим образом:
  - Проверка включения запорных клапанов VSC за счет параметра **SCV#** (Mode)
  - Измерение напряжения на электромагнитном клапане VSC
  - Проверка срабатывания запорных клапанов VSC

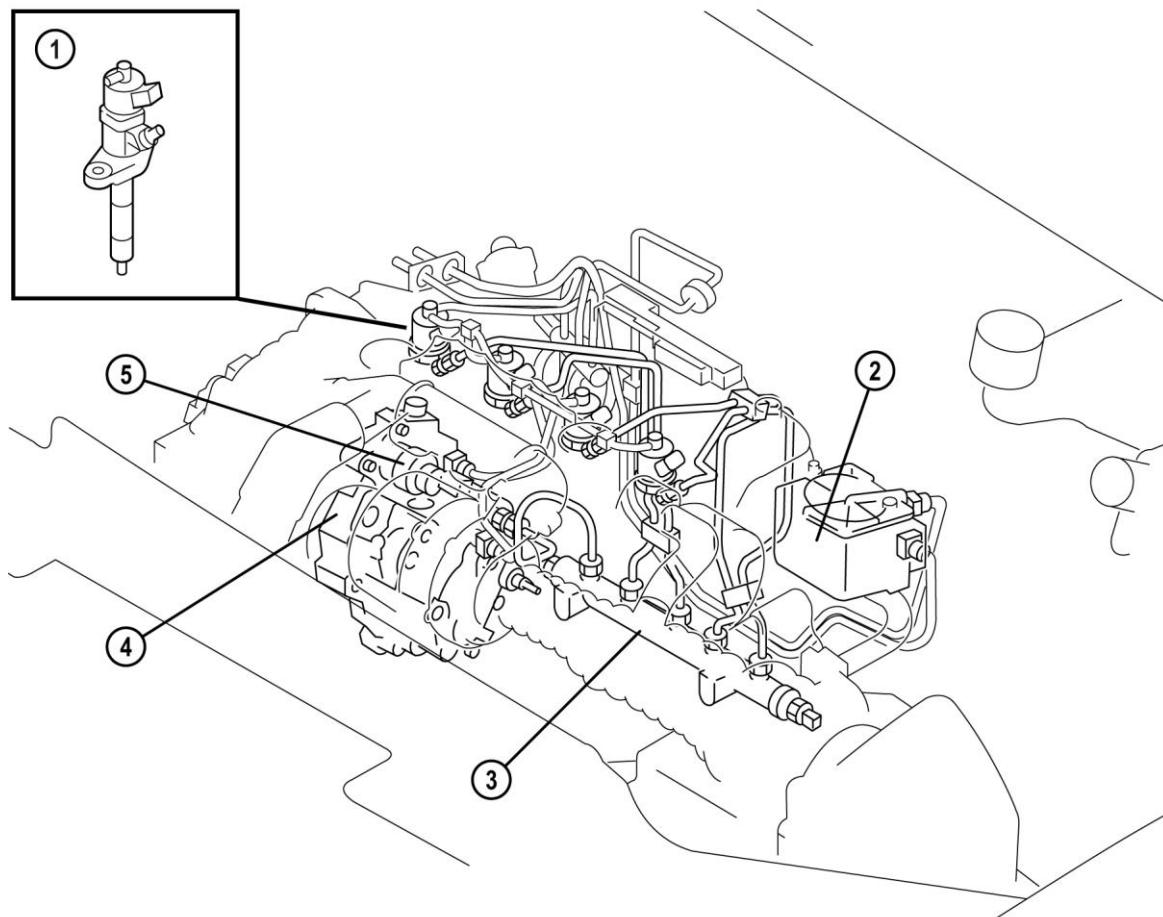
### Проверка срабатывания запорных клапанов VSC

- Подключить к вакуумному приводу VSC ручной вакуумный насос и подать вакуум. Проверить свободу хода регулировочных рычагов и убедиться в их возврате в исходное положение после прекращения подачи вакуума.



## Топливная система

### Расположение элементов системы

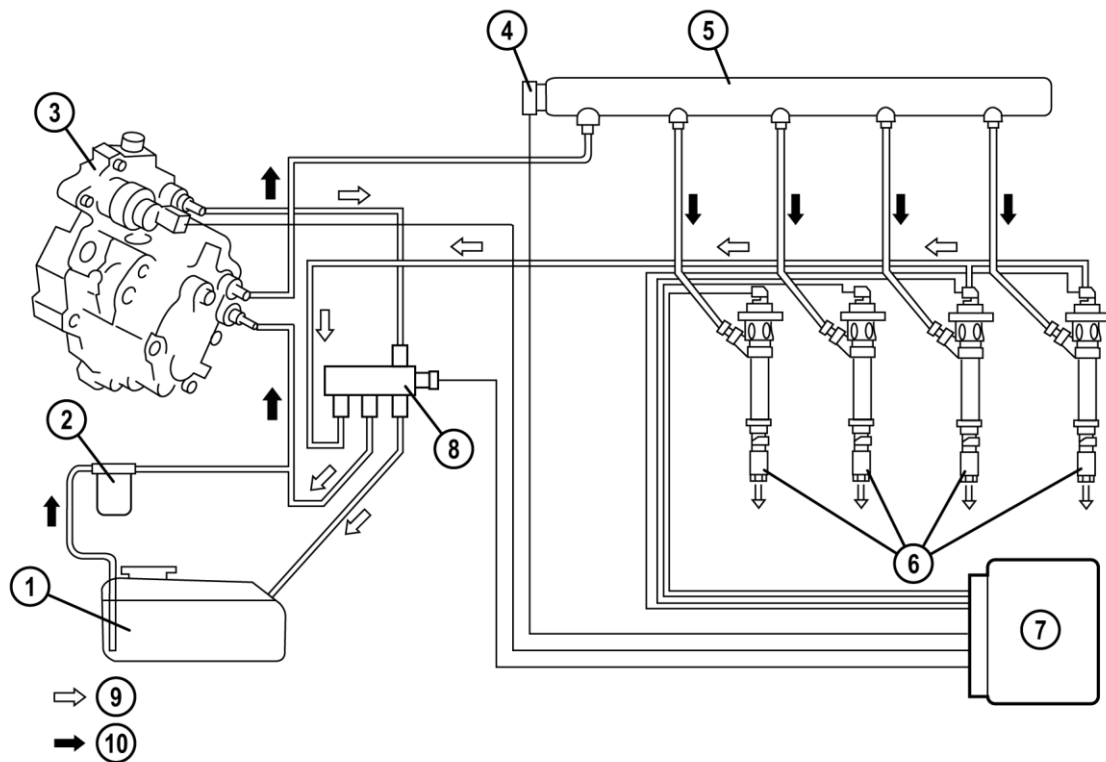


312\_V1\_02007

#### Топливная система автомобиля Mazda3 (BL) с двигателем Y6

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1 Форсунка                               | 4 Насос высокого давления     |
| 2 Топливный фильтр                       | 5 Дозирующий топливный клапан |
| 3 Общая топливная магистраль Common Rail |                               |

Общий вид системы



312\_V1\_02008

Система впрыска топлива Bosch Common Rail двигателя Y6

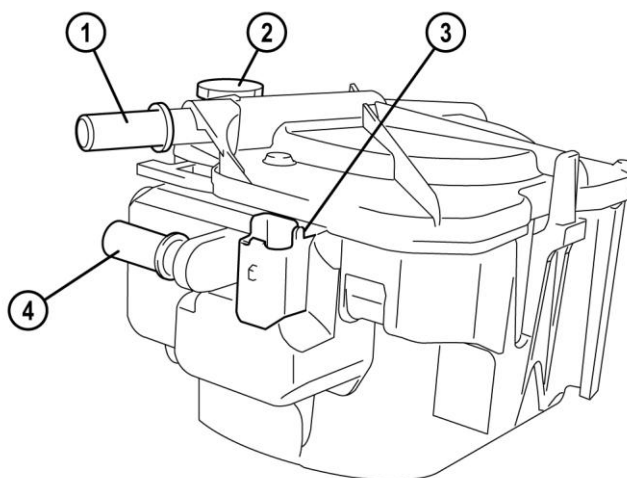
- |   |  |    |                                 |
|---|--|----|---------------------------------|
| 1 | Топливный бак                          | 6  | Форсунки                        |
| 2 | Топливный фильтр                       | 7  | PCM                             |
| 3 | Топливный насос высокого давления      | 8  | Распределитель возврата топлива |
| 4 | Датчик давления топлива                | 9  | Возврат топлива                 |
| 5 | Общая топливная магистраль Common Rail | 10 | Подача топлива                  |

## Система низкого давления

- Система низкого давления в автомобилях, оборудованных общей топливной магистралью фирмы Bosch, в основном состоит из следующих компонентов:
  - Узел топливного бака
  - Топливный фильтр без ручного насоса и без датчика уровня воды (двигатель Y6)
  - Топливный фильтр с ручным насосом и датчиком уровня воды (двигатель WL-C, в зависимости от модели)
  - Подогреватель топлива, управляемый за счет биметаллических лент (двигатель Y6)
  - Подогреватель топлива, управляемый вакуумом (двигатель WL-C)
  - Шестеренчатый подающий насос
  - Комбинированный редукционный и перепускной клапан

## Топливный фильтр

- В автомобилях с двигателем Y6 устанавливается топливный фильтр без ручного насоса и датчика уровня воды.

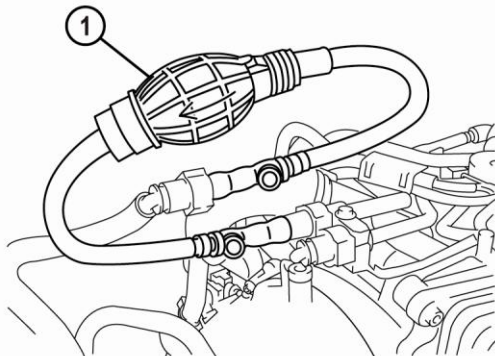


312\_V1\_02009

- 1 К топливному насосу высокого давления
- 2 Болт слива воды

- 3 Подогреватель топлива
- 4 От топливного бака

- Поскольку в системе низкого давления отсутствует ручной насос, топливная система вентилируется при помощи отдельного ручного насоса (SST). Кроме того, клапан типа Schrader обеспечивает возможность замера давления в подающем топливном трубопроводе на насосе SST.

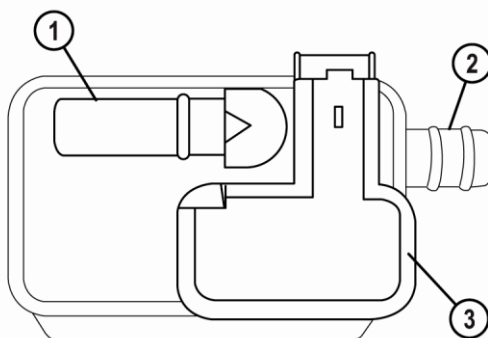


312\_V1\_02010

- 1 Ручной насос (SST 49JE02050)

### Подогреватель топлива

- Подогреватель топлива установлен на стороне топливного фильтра. Он состоит из биметаллической ленты и нагревательного элемента. При включении зажигания на подогреватель топлива через соответствующее реле подается питание. Срабатывание подогревателя топлива управляется за счет биметаллической ленты, которая включает нагревательный элемент, если температура топлива ниже  $-2^{\circ}\text{C}$ , и выключает его, если температура топлива превышает  $+3^{\circ}\text{C}$ .

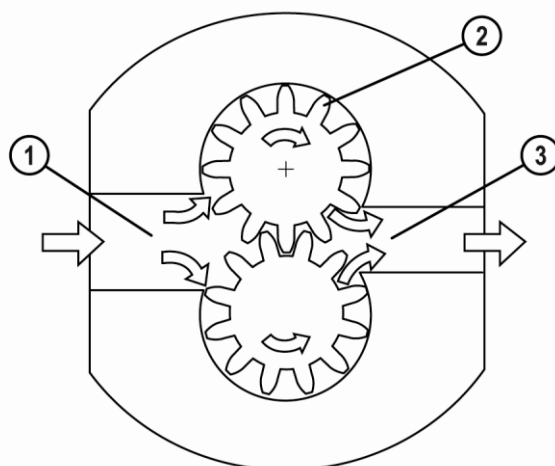


312\_V1\_02011

- 1 От топливного бака
- 2 К топливному фильтру
- 3 Подогреватель топлива

### Шестеренчатый подающий насос

- Для подачи топлива в системе впрыска топлива Bosch Common Rail используется шестеренчатый подающий насос, который состоит из двух шестерней, входящих в зацепление друг с другом. Одна из шестерней приводится в действие приводным валом топливного насоса высокого давления и, в свою очередь, приводит в действие вторую шестерню. За счет этого во впадинах между зубьями топливо подается со стороны всасывания насоса на сторону нагнетания. Поскольку насос приводится в действие двигателем, количество подаваемого топлива зависит от частоты его вращения.



312\_V1\_02012

1 Впуск

3 Выпуск

2 Приводная шестерня

### Диагностика

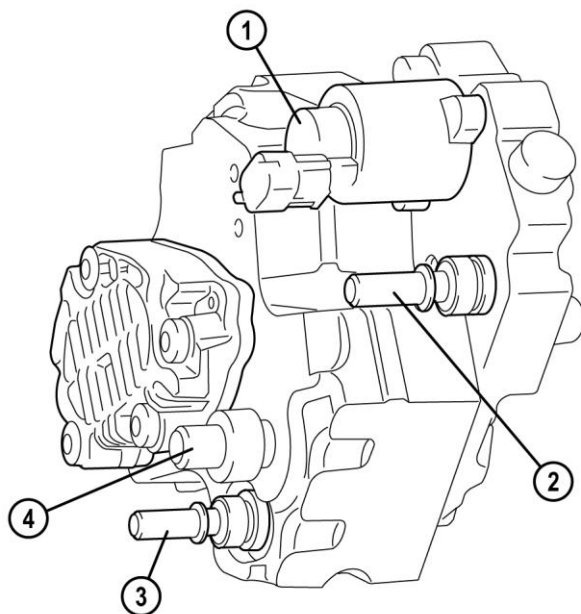
- Конструктивные элементы системы низкого давления проверяются следующим образом:
  - Измерение напряжения на подогревателе топлива
  - Измерение разрежения в подводящем топливопроводе
  - Измерение давления в возвратном топливопроводе
  - Проверка подводящего топливопровода на предмет засорения
  - Проверка возвратного топливопровода на предмет засорения
  - Проверка системы низкого давления на предмет доступа воздуха
  - Проверка системы низкого давления на предмет истирания металла

## Система высокого давления

- В автомобилях, оборудованных системой впрыска топлива Bosch Common Rail, система высокого давления в основном состоит из следующих компонентов:
  - Радиально-поршневой насос высокого давления
  - Общая топливная магистраль Common Rail без редукционного клапана (двигатель Y6)
  - Общая топливная магистраль Common Rail с редукционным клапаном (двигатель WL-C)

## Насос высокого давления

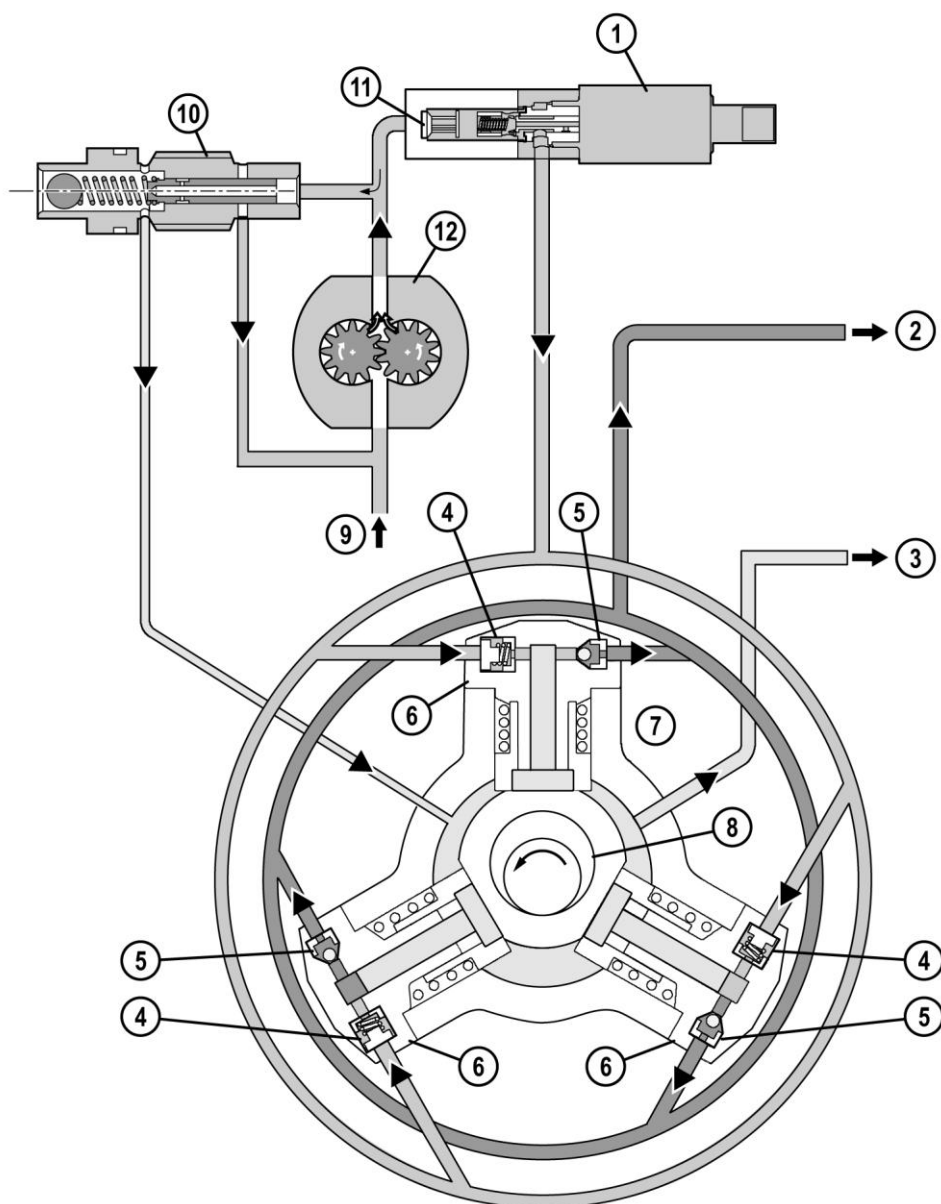
- В системе впрыска топлива Bosch Common Rail для создания высокого давления используется радиально-поршневой насос высокого давления с тремя плунжерными парами.
- В то время как в системе Common Rail двигателя WL-C устанавливается насос высокого давления типа Bosch CP3S3, в автомобилях, оборудованных двигателем Y6, в зависимости от спецификации автомобиля устанавливаются насосы высокого давления Bosch CP3.2 или CP1H. Конструкция и работа этих насосов лишь незначительно отличаются друг от друга.



312\_V1\_02013

## Насос высокого давления двигателя Y6

- |   |                             |   |                            |
|---|-----------------------------|---|----------------------------|
| 1 | Дозирующий топливный клапан | 3 | Возврат топлива            |
| 2 | От топливного фильтра       | 4 | Патрубок высокого давления |

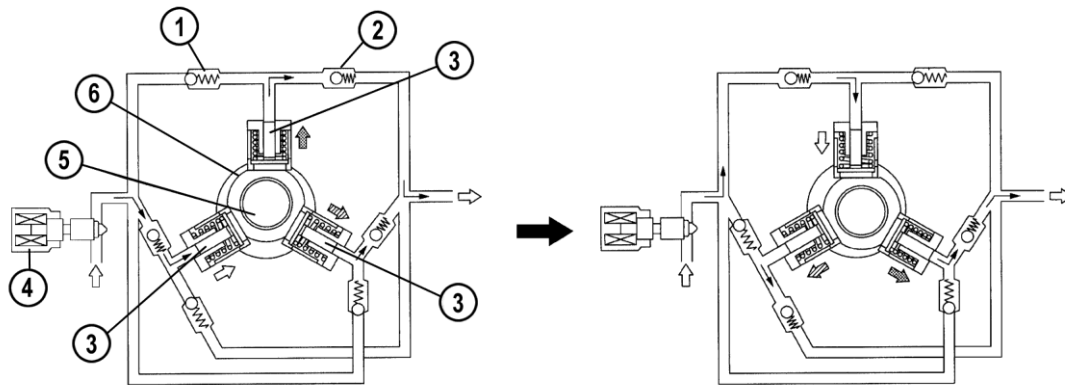


312\_V1\_02014

- |   |  |    |   |
|---|--|----|---|
| 1 | Дозирующий топливный клапан              | 7  | Насос высокого давления                           |
| 2 | К магистрали Common Rail                 | 8  | Эксцентрик  |
| 3 | К топливному баку                        | 9  | От топливного бака                                |
| 4 | Впускной клапан                          | 10 | Комбинированный редукционный и перепускной клапан |
| 5 | Выпускной клапан                         | 11 | Фильтрующий элемент                               |
| 6 | Плунжерная пара насоса высокого давления | 12 | Подающий насос                                    |

## Радиально-поршневой насос

- Система впрыска топлива Bosch Common Rail оборудована радиально-поршневым насосом, три плунжерных пары которого находятся под углом в  $120^\circ$  по отношению друг к другу. Принцип действия этого насоса тот же самый, что и для системы впрыска топлива Denso Common Rail.



312\_V1\_02015

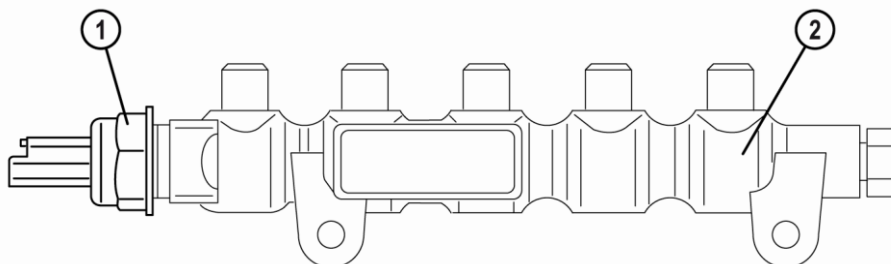
- 1 Впускной клапан
- 2 Выпускной клапан
- 3 Плунжер насоса

- 4 Дозирующий топливный клапан
- 5 Эксцентриковый вал
- 6 Эксцентрик



## Общая топливная магистраль

- В автомобилях с двигателем Y6 устанавливается общая топливная магистраль Common Rail без редукционного клапана. Чтобы в случае сбоя защитить систему высокого давления от чрезмерного давления, блок управления двигателем (PCM) останавливает двигатель за счет отключения форсунок.
- В магистрали при постоянно высоком давлении равном от 25 до 160 МПа аккумулируется топливо.



312\_V1\_02016

1 Датчик давления топлива

2 Магистраль Common Rail

## Диагностика

- Топливный насос высокого давления проверяется следующим образом:
  - Проверка стороны низкого давления в насосе высокого давления
  - Проверка стороны высокого давления в системе высокого давления

## Система регулирования давления топлива

- В автомобилях, оборудованных системой впрыска топлива Bosch Common Rail, система регулирования давления топлива в основном состоит из следующих компонентов:
  - Датчик давления топлива
  - Дозирующий топливный клапан

### Дозирующий топливный клапан

- В зависимости от типа топливного насоса высокого давления, устанавливаемого в автомобиле, используются различные дозирующие топливные клапаны.
- Срабатывание дозирующих топливных клапанов для насоса высокого давления CP3.2 двигателя Y6 и насоса высокого давления CP3S3 двигателя WL-C схоже со срабатыванием клапанов в системе впрыска топлива Denso Common Rail, то есть в выключенном состоянии они открывают канал, соединяющий подающий топливный насос и ТНВД.

**ПРИМ:** При выходе из строя дозирующие топливные клапаны насосов высокого давления CP3.2 и CP3S3 переходят в открытое состояние. Чтобы защитить систему высокого давления от чрезмерного давления, блок управления двигателем (PCM) отключает форсунки. Вследствие этого двигатель останавливается и не подлежит повторному запуску.

**ПРИМ:** При выходе из строя датчика давления топлива двигатель выключается. Его повторный запуск невозможен.

- В выключенном состоянии топливный дозирующий клапан насоса высокого давления CP1H двигателя Y6 Motors перекрывает канал, соединяющий подающий топливный насос и радиально-поршневой насос.

**ПРИМ:** При выходе из строя дозирующий топливный клапан насоса высокого давления CP1H переходит в закрытое состояние. Вследствие этого двигатель останавливается и не подлежит повторному запуску.

## Диагностика

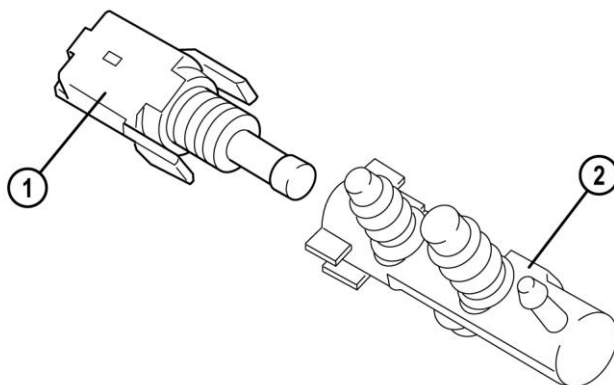
- Конструктивные элементы системы регулирования давления топлива проверяются следующим образом:
  - Проверка датчика давления топлива за счет параметра **FRP** (Press)
  - Измерение напряжения на датчике давления топлива
  - Проверка разрешения на подачу топлива под давлением при запуске за счет параметра **FUEL\_STRT** (Mode) (Y6)
  - Проверка дозирующего топливного клапана за счет параметра **FP#** (Per) (Y6)
  - Проверка дозирующего топливного клапана за счет параметра **FIP\_FL** (Cur/Per)/ **FIP\_SCV** (Cur) (WL-C)
  - Проверка сигнала по напряжению, подаваемого на дозирующий топливный клапан
  - Измерение сопротивления дозирующего топливного клапана

## Система управления впрыском топлива

- В автомобилях, оборудованных системой впрыска топлива Bosch Common Rail, система управления впрыском топлива в основном состоит из следующих компонентов:
  - Датчик температуры топлива, встроенный в распределитель возврата топлива (двигатель Y6)
  - Датчик температуры топлива, встроенный в топливный насос высокого давления (двигатель WL-C)
  - Форсунки, приводимые в действие электромагнитными клапанами

## Датчик температуры топлива

- В автомобилях с двигателем Y6 датчик температуры топлива встроен в распределитель возврата топлива.



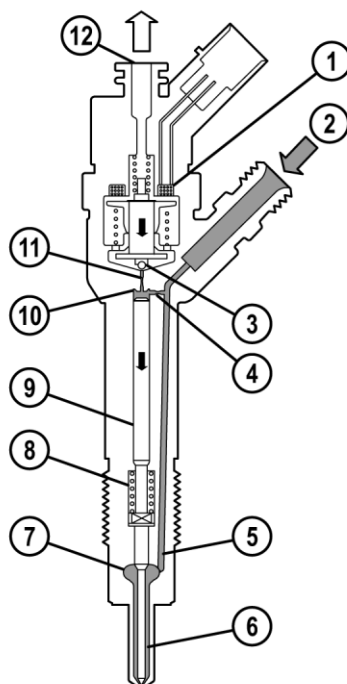
312\_V1\_02027

1 Датчик температуры топлива

2 Распределитель возврата топлива

## Форсунки

- Принцип действия форсунок, устанавливаемых в автомобилях, оборудованных системой впрыска топлива Bosch Common Rail, которые приводятся в действие электромагнитными клапанами, схож с принципом действия форсунок, используемых в системе Denso Common Rail.



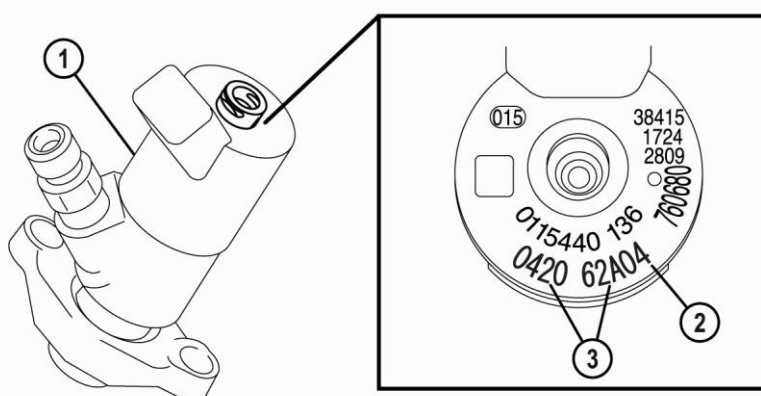
312\_V1\_02017

- |   |                           |    |                           |
|---|---------------------------|----|---------------------------|
| 1 | Электромагнитный клапан   | 7  | Камера форсунки           |
| 2 | От магистрали Common Rail | 8  | Пружина форсунки          |
| 3 | Шарик клапана             | 9  | Распределительный поршень |
| 4 | Приточное отверстие       | 10 | Распределительная камера  |
| 5 | Приточный канал           | 11 | Сточное отверстие         |
| 6 | Игла форсунки             | 12 | К топливному баку         |

- В зависимости от спецификации автомобиля в системах впрыска топлива Bosch Common Rail для двигателя Y6 используются два различных конструктивных исполнения форсунок. Они отличаются диаметром шести отверстий впрыска топлива.
- Форсунки напрямую включаются блоком управления силовым агрегатом (PCM) путем подачи на них высокого напряжения равного 50 В.
- Подача питания от блока управления двигателем на каждую из форсунок осуществляется отдельно. В случае сбоя блок управления двигателем (PCM) прекращает подачу питания на соответствующую форсунку, а двигатель продолжает работу с тремя цилиндрами.

## Поправочные коэффициенты форсунок

- На форсунках системы впрыска топлива Bosch Common Rail поправочные коэффициенты в виде шестнадцатеричных чисел указаны в верхней части форсунок.
- К восьмизначному поправочному коэффициенту форсунки (две группы по четыре цифры) добавлен классификационный код форсунки (например, «4» для форсунок соответствующих стандарту Euro 4 в двигателе Y6 или «A0» для форсунок в двигателе WL-C).
- Если поправочные коэффициенты форсунок программируются в блок управления двигателем при помощи диагностического модуля M-MDS, то необходимость ввода классификационного кода форсунки отпадает.



312\_V1\_02018

1 Форсунка

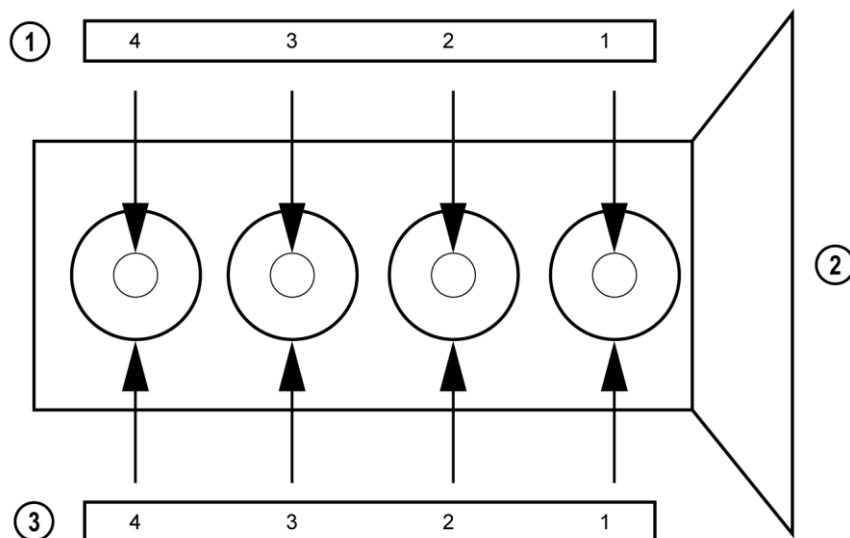
2 Классификационный код форсунки

3 Поправочный коэффициент форсунки

**ПРИМ:** При установке форсунок после ремонта, их следует устанавливать именно в те цилиндры, из которых они были демонтированы. Поэтому перед демонтажем форсунок следует записать их поправочные коэффициенты и соответствующие цилиндры.

**ПРИМ:** Перед установкой форсунок следует тщательно почистить их гнезда и уплотнительные поверхности в головке цилиндра. Кроме того, со стороны камеры сгорания необходимо установить новые уплотнительные кольца. В двигателе Y6 форсунки затягиваются в два этапа.

- После замены одной или нескольких форсунок, а также после замены блока управления двигателем (PCM) необходимо при помощи диагностического модуля M-MDS запрограммировать поправочные коэффициенты форсунок в блок управления двигателем. Выбрать следующую опцию: **Toolbox** → **Module programming** → **Programmable parameters** → **Injector correction factors**. И ввести поправочные коэффициенты для каждой из форсунок.
- Нумерация форсунок подчиняется нумерации цилиндров (например, форсунка № 2 относится к цилиндру № 2). В двигателе Y6 цилиндр № 1 находится у коробки передач (французский вариант нумерации цилиндров).



312\_V1\_02019

1 Нумерация форсунок  
2 Коробка передач

3 Нумерация цилиндров

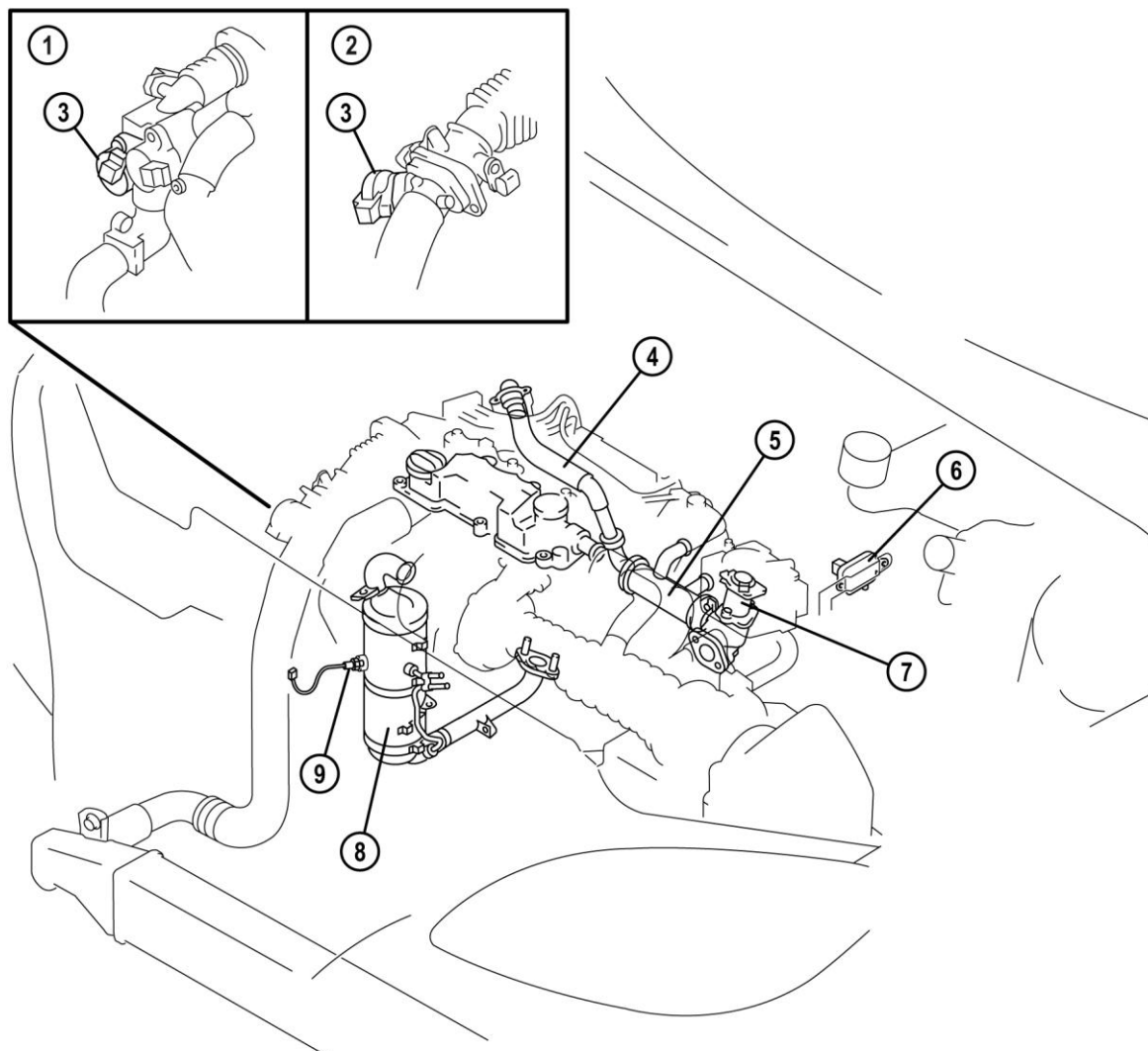
### Диагностика

- Конструктивные элементы системы управления впрыском топлива проверяются следующим образом:
  - Проверка включения форсунок за счет параметров **INJ\_1#**/ **INJ\_2#**/ **INJ\_3#**/**INJ\_4#** (WL-C)
  - Проверка сигнала по напряжению, подаваемого на форсунки
  - Проверка сопротивления форсунок
  - Проверка срабатывания форсунок
  - Проверка количества топлива, возвращаемого от форсунок
  - Проверка датчика температуры топлива за счет параметра **FRT** (Temp)
  - Измерение напряжения на датчике температуры топлива
  - Измерение сопротивления на датчике температуры топлива



Система выпуска отработавших газов

Расположение элементов системы

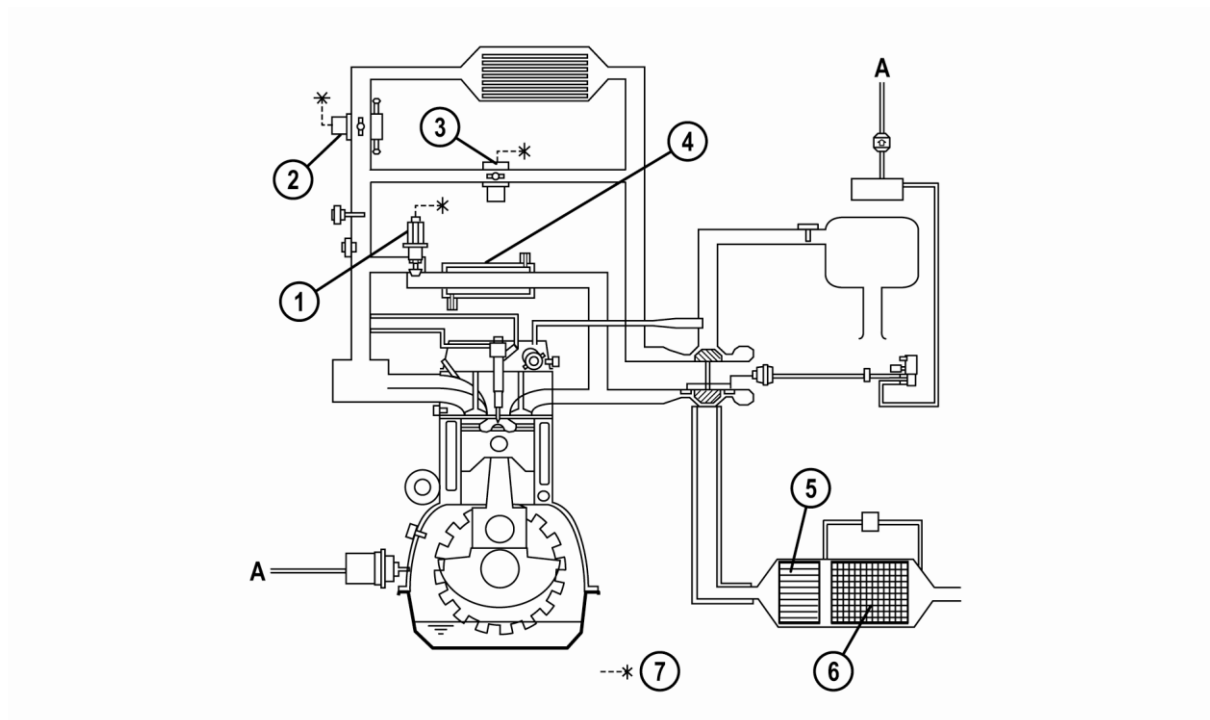


312\_V1\_02020

Система выпуска отработавших газов в автомобиле Mazda3 (BL) с двигателем Y6

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | Автомобили с двигателем Y6 высокой мощности       | 6 | Датчик дифференциального давления DPF             |
| 2 | Автомобили с двигателем Y6 стандартной мощности   | 7 | Клапан EGR  |
| 3 | Впускной запорный клапан                          | 8 | Окислительный катализатор и фильтр твердых частиц |
| 4 | Трубопровод рециркуляции отработавших газов (EGR) | 9 | Датчик температуры отработавших газов             |
| 5 | Охладитель EGR                                    |   |   |

## Общий вид системы



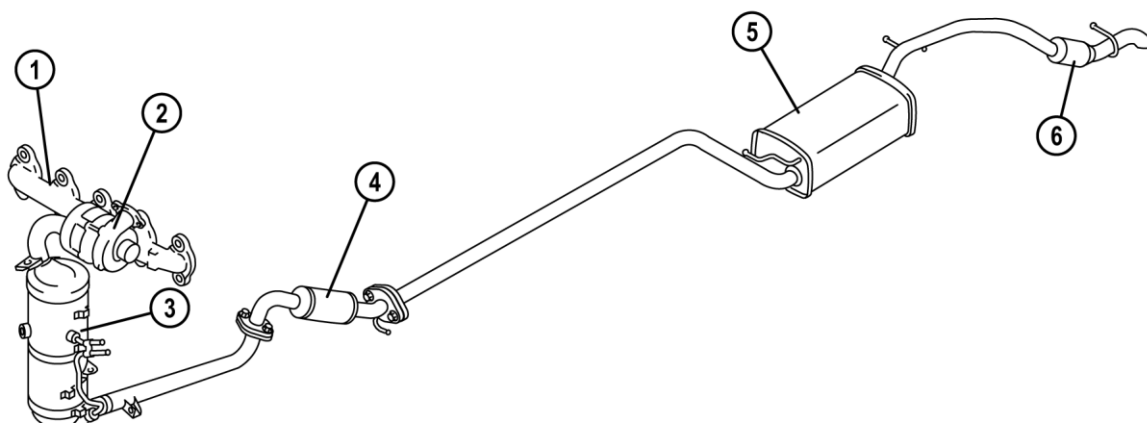
312\_V1\_02028

### Система выпуска отработавших газов в двигателе Y6 высокой мощности

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1 Клапан EGR                            | 4 Охладитель EGR            |
| 2 Впускной запорный клапан              | 5 Окислительный катализатор |
| 3 Байпасный клапан наддувочного воздуха | 6 Дизельный сажевый фильтр  |
|   | 7 К РСМ                     |

## Система выпуска отработавших газов (ОГ)

- Система выпуска отработавших газов в автомобилях, оборудованных системой впрыска топлива Bosch Common-Rail, в основном состоит из следующих компонентов:
  - Окислительный катализатор с встроенным сажевым фильтром (двигатель Y6)
  - Система подогрева с выпускным клапаном (двигатель WL-C)



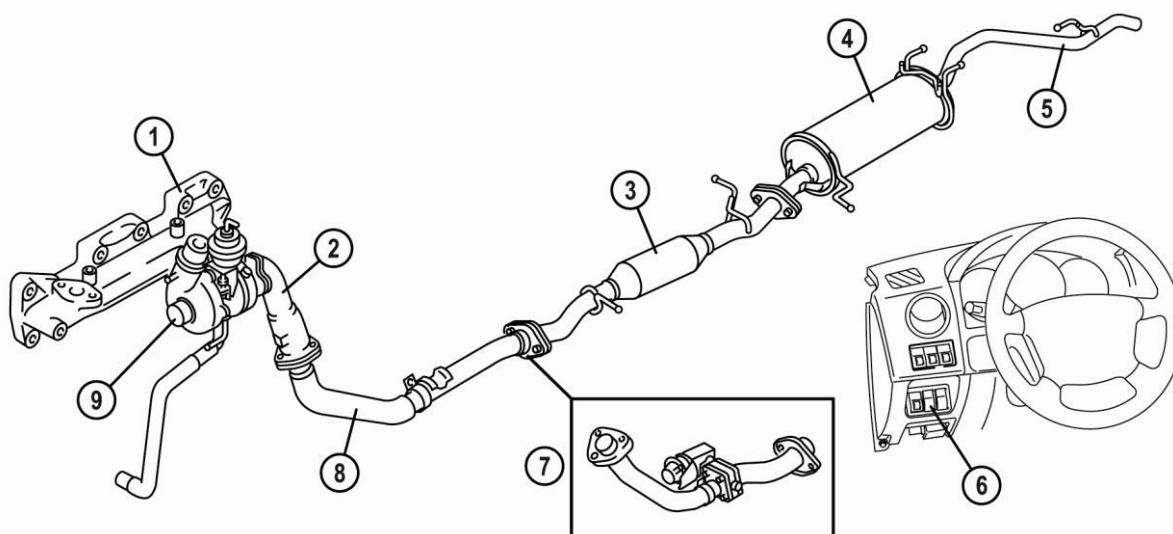
312\_V1\_02021

### Система выпуска отработавших газов автомобиля Mazda3 (BL) с двигателем Y6

- |   |   |   |                          |
|---|---|---|--------------------------|
| 1 | Выпускной коллектор                                 | 4 | Гибкая труба             |
| 2 | Турбокомпрессор                                     | 5 | Основной глушитель       |
| 3 | Окислительный катализатор с фильтром твердых частиц | 6 | Дополнительный глушитель |

## Система подогрева

- Автомобиль ВТ-50 с двигателем WL-C в зависимости от спецификации оборудован системой подогрева, которая при низких температурах окружающей среды обеспечивает ускоренный нагрев салона автомобиля.
- Для этого за счет закрытия выпускного запорного клапана в передней выхлопной трубе увеличивается противодавление отработавших газов. Вследствие этого увеличивается нагрузка на двигатель, что позволяет быстрее достичь его рабочей температуры и раньше обеспечить систему отопления разогретой охлаждающей жидкостью.



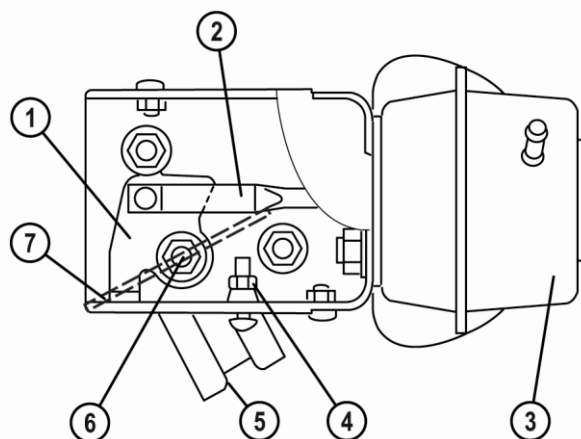
312\_V1\_02022

## Система выпуска отработавших газов в автомобиле ВТ-50 с двигателем WL-C

- |   |                           |   |                               |
|---|---------------------------|---|-------------------------------|
| 1 | Выпускной коллектор       | 6 | Выключатель подогрева         |
| 2 | Фланцевая труба           | 7 | С выпускным запорным клапаном |
| 3 | Окислительный катализатор | 8 | Передняя выхлопная труба      |
| 4 | Основной глушитель        | 9 | Турбокомпрессор               |
| 5 | Выпускная труба           |   |                               |

## Выпускной запорный клапан

- При приведении в действие выключателя системы подогрева блок управления двигателем (PCM) подает питание на электромагнитный клапан управления выпускным запорным клапаном. За счет этого на вакуумный привод выпускного запорного клапана подается разрежение и клапан закрывается.
- Система подогрева работает только в следующих условиях:
  - Приведен в действие выключатель системы подогрева
  - Показания датчика температуры охлаждающей жидкости (ECT) ниже 77° C
  - Показания датчика температуры всасываемого воздуха (IAT) (в датчике MAF) ниже 13° C
  - Частота вращения двигателя ниже 1370 мин<sup>-1</sup>



312\_V1\_02029

## Выпускной запорный клапан двигателя WL-C

- |   |   |   |                           |
|---|---|---|---------------------------|
| 1 | Передаточный рычаг                            | 4 | Ограничительный винт      |
| 2 | Тяга управления                               | 5 | Фланец трубы              |
| 3 | Вакуумный привод выпускного запорного клапана | 6 | Поворотная цапфа          |
|   |   | 7 | Выпускной запорный клапан |

## Диагностика

- Система подогрева проверяется следующим образом:
  - Проверка выключателя системы подогрева за счет параметра **WARMSW** (Mode)
  - Измерение напряжения на выключателе системы подогрева
  - Измерение сопротивления на выключателе системы подогрева
  - Проверка срабатывания выпускного запорного клапана
  - Проверка/Включение электромагнитного клапана управления выпускного запорного клапана за счет параметра **WARM\_SOL#** (Mode)
  - Измерение напряжения на электромагнитном клапане управления выпускного запорного клапана
  - Измерение сопротивления на электромагнитном клапане управления выпускного запорного клапана

## Проверка срабатывания выпускного запорного клапана

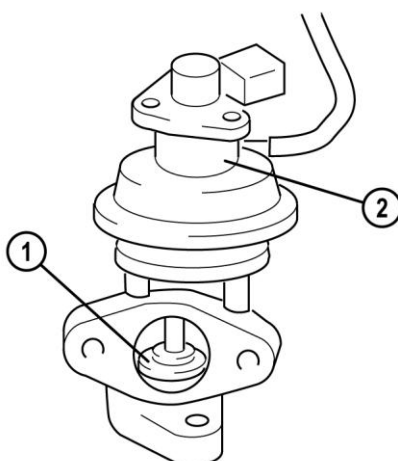
- Подключить ручной вакуумный насос к вакуумному приводу выпускного запорного клапана, подать на него вакуум и убедиться в том, что клапан закрывается. Проверить свободу хода системы рычагов и их возврат в исходное положение после прекращения подачи вакуума.

## Система рециркуляции отработавших газов

- В автомобилях, оборудованных системой впрыска топлива Bosch Common Rail, система рециркуляции отработавших газов в основном состоит из следующих компонентов:
  - Клапан системы рециркуляции отработавших газов (EGR) с электродвигателем постоянного тока и датчиком положения (двигатель Y6)
  - Клапан EGR с вакуумным приводом и датчиком положения (двигатель WL-C)
  - Электромагнитный клапан EGR и электромагнитный клапан управления EGR (двигатель WL-C)
  - Охладитель EGR
  - Входной запорный клапан с электродвигателем постоянного тока и датчиком положения (двигатель Y6)
  - Впускной запорный клапан с вакуумным приводом (двигатель WL-C)

### Клапан рециркуляции отработавших газов (EGR)

- В автомобиле ВТ-50 с двигателем WL-C клапан системы рециркуляции отработавших газов (EGR) приводится в действие при помощи вакуумного привода. Блок управления двигателем (PCM) при помощи электромагнитного клапана управляет положением клапана EGR за счет сигнала рабочего цикла. Дополнительный электромагнитный управляющий клапан системы EGR служит для быстрого отключения рециркуляции отработавших газов в случае необходимости (например, при ускорении). Блок управления двигателем (PCM) за счет сигнала включения/выключения включает управляющий электромагнитный клапан EGR.
- Датчик положения клапана системы рециркуляции отработавших газов (EGR) встроен в клапан EGR и за счет ползунка потенциометра фиксирует положение клапана системы рециркуляции отработавших газов (EGR).



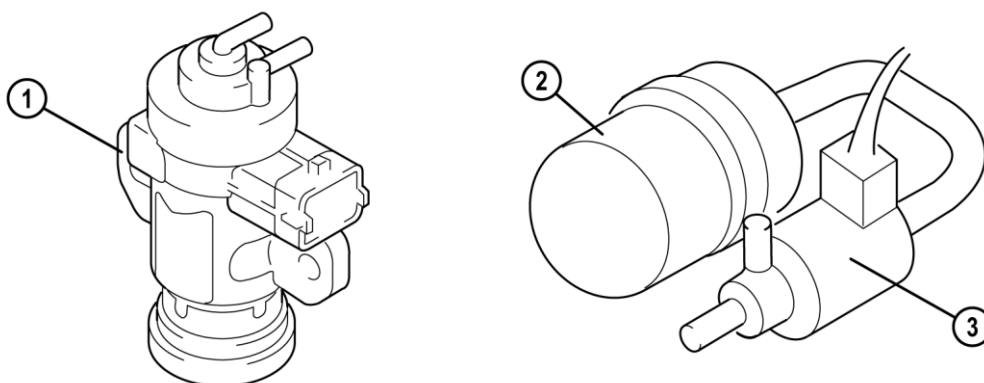
Клапан EGR в двигателе WL-C

312\_V1\_02030

1 Клапан EGR

2 Вакуумный привод со встроенным датчиком положения

- В зависимости от необходимой интенсивности рециркуляции отработавших газов блок управления двигателем (PCM) с соответствующей скважностью импульсов включает электромагнитный клапан EGR и подает питание на электромагнитный клапан управления EGR. На вакуумный привод EGR подается вакуум, а клапан системы рециркуляции отработавших газов (EGR) открывается.
- При необходимости отключения рециркуляции отработавших газов блок управления двигателем (PCM) отключает электромагнитный клапан управления EGR, вследствие чего на вакуумный привод EGR подается атмосферное давление. Клапан системы рециркуляции отработавших газов быстро закрывается, а рециркуляция отработавших газов отключается.



312\_V1\_02031

### Электромагнитный клапан EGR/электромагнитный клапан управления EGR в двигателе WL-C

- 1 Электромагнитный клапан EGR  
2 Фильтр

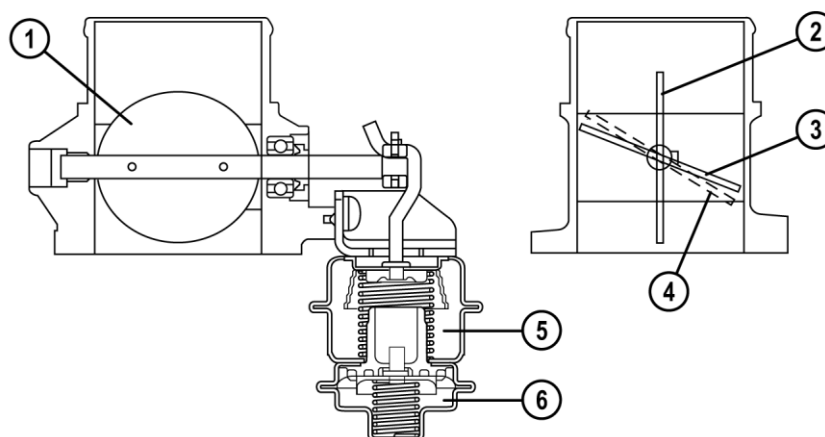
- 3 Электромагнитный клапан управления EGR

**ПРИМ:** При выходе системы рециркуляции отработавших газов (EGR) из строя клапан EGR остается в закрытом положении, а рециркуляции отработавших газов не происходит.



## Впускной запорный клапан

- В автомобиле ВТ-50 с двигателем WL-C впускной запорный клапан (ISV) приводится в действие при помощи вакуумного привода с двумя мембранными камерами. Блок управления двигателем (PCM) через два электромагнитных клапана управляет положением впускного запорного клапана (ISV). В зависимости от существующих эксплуатационных условий блок управления двигателем (PCM) при помощи сигнала включения/выключения приоткрывает клапан ISV наполовину или полностью.



312\_V1\_02032

## Впускной запорный клапан (ISV) двигателя WL-C

- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 1 | Впускной запорный клапан ISV                 | 4 | Слегка приоткрыт (высокая интенсивность рециркуляции) |
| 2 | Полностью открыт                             | 5 | Нижняя мембранная камера                              |
| 3 | Полностью закрыт (при выключенном двигателе) | 6 | Верхняя мембранная камера                             |

- При необходимости высокой интенсивности рециркуляции отработавших газов блок управления двигателем (PCM) закрывает клапан ISV наполовину. За счет этого вакуум подается только на нижнюю мембранную камеру вакуумного привода. Вследствие этого клапан ISV закрывается, уменьшая сечение впускной трубы.
- При выключении двигателя блок управления двигателем (PCM) на 5 секунд наполовину закрывает клапан ISV, а затем закрывает его полностью. Вследствие этого вакуум подается на верхнюю и нижнюю мембранную камеру вакуумного привода. Впускной запорный клапан (ISV) полностью закрывается, а подача воздуха в двигатель прекращается.

**ПРИМ:** При выходе системы ISV из строя впускной запорный клапан (ISV) переходит в открытое состояние, а создание вакуума прекращается.

## Диагностика

- Система рециркуляции отработавших газов (EGR) проверяется следующим образом:
  - Проверка фактической интенсивности рециркуляции отработавших газов за счет параметра **MAF** (Flow/Volt)
  - Проверка/Включение электромагнитного клапана EGR за счет параметра **EGRV2#** (Mode) (двигатель WL-C)
  - Измерение напряжения на электромагнитном клапане EGR/электромагнитном клапане управления EGR (WL-C)
  - Проверка/включение электродвигателя постоянного тока EGR за счет параметра **EGRDC#** (Per) (двигатель Y6)
  - Проверка сигнала по напряжению подаваемого на электродвигатель постоянного тока EGR (двигатель Y6)
  - Проверка клапана EGR на предмет зависания (двигатель WL-C)
  - Проверка датчика положения клапана EGR за счет параметра **EGRVP** (Volt) (двигатель Y6)
  - Измерение напряжения датчика положения клапана EGR
  - Измерение сопротивления датчика положения клапана EGR
  - Проверка/включение входного запорного клапана (ISV) за счет параметров **IASV#**/ **IASV2#** (Mode) (двигатель WL-C)
  - Измерение напряжения на электромагнитном клапане ISV (двигатель WL-C)
  - Проверка срабатывания входного запорного клапана ISV (двигатель WL-C)
  - Проверка/включение входного запорного клапана ISV за счет параметра **EGR\_TV#** (Per) (Y6)
  - Проверка датчика положения входного запорного клапана ISV за счет параметра **SEC\_TPDC** (Per) (двигатель Y6)
  - Измерение напряжения на датчике положения ISV (двигатель Y6)
  - Измерение сопротивления на датчике положения клапана ISV (двигатель Y6)

### Проверка клапана EGR на зависание

- Подключить к клапану EGR ручной вакуумный насос, а затем подать вакуум. Проверить легкость хода клапана при открывании, а также убедиться в его слышимом закрывании при прекращении подачи вакуума. Другим вариантом проверки клапана EGR на предмет зависания является блокировка системы рециркуляции отработавших газов (EGR). Для этого у фланца между клапаном EGR и впускным коллектором следует вставить самодельную металлическую пластину, а затем совершить короткую поездку на автомобиле. При отсутствии проблем необходимо почистить или заменить клапан EGR.

### Проверка срабатывания впускного запорного клапана (ISV)

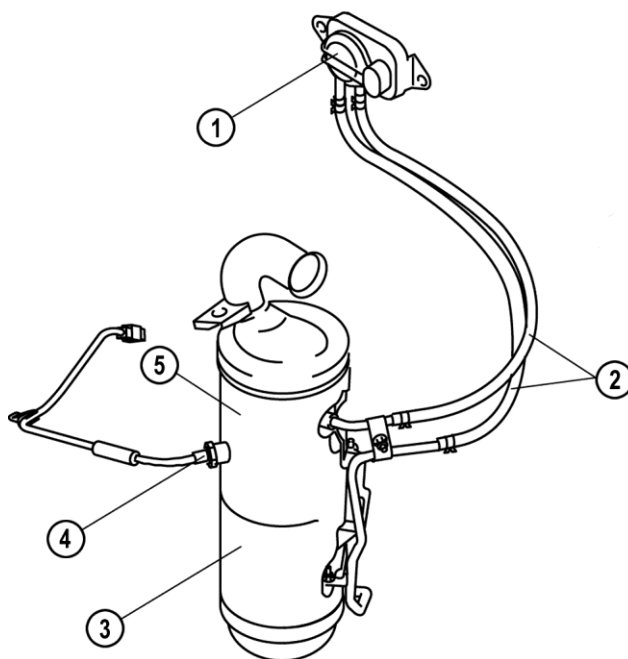
- Подключить к вакуумному приводу ISV ручной вакуумный насос, а затем подать вакуум. Убедиться в том, что впускной запорный клапан полностью закрывается. Затем удостовериться в легкости хода тяг и их возврате в исходное положение после прекращения подачи вакуума.

## Система дизельного сажевого фильтра

- Система дизельного сажевого фильтра (DPF) в автомобилях с двигателем Y6 высокой мощности в основном состоит из следующих компонентов:
  - Дизельного сажевого фильтра (встроен в корпус окислительного катализатора)
  - Датчика дифференциального давления DPF
  - Датчика температуры отработавших газов
  - Системы подачи присадки необходимой для регенерации фильтра

### Дизельный сажевый фильтр

- Окислительный катализатор и сажевый фильтр (DPF) расположены один за другим в объединенном корпусе. Датчик дифференциального давления (без датчика температурной коррекции) фиксирует давление отработавших газов до сажевого фильтра и за ним. Температура отработавших газов фиксируется датчиком температуры отработавших газов, который располагается перед сажевым фильтром.

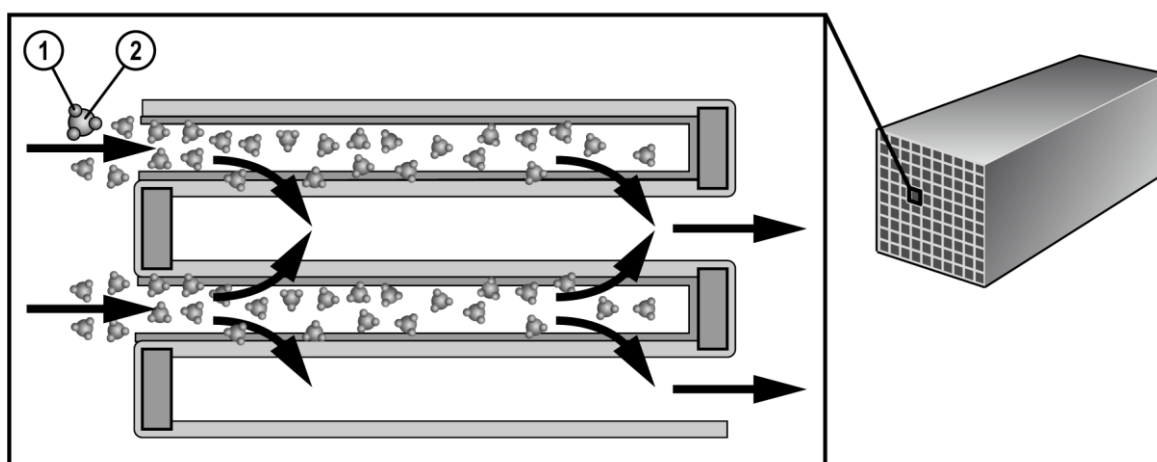


312\_V1\_02033

### Корпус сажевого фильтра/окислительного катализатора в двигателе Y6 высокой мощности

- |   |                                      |   |                                       |
|---|--------------------------------------|---|---------------------------------------|
| 1 | Дифференциальный датчик давления DPF | 4 | Датчик температуры отработавших газов |
| 2 | Напорные трубопроводы                | 5 | Окислительный катализатор             |
| 3 | Дизельный сажевый фильтр             |   |                                       |

- На каналы сажевого фильтра DPF двигателя Y6 высокой мощности дополнительное покрытие не наносится. Вместо него используется специальная топливная присадка, добавляемая в топливо. При сгорании компоненты откладываются на сажевых частицах, накопившихся в сажевом фильтре.
- За счет значительного снижения температуры воспламенения сажи и ускорения выжигания сажевых частиц эта присадка способствует регенерации сажевого фильтра. Без топливной присадки выжигание сажевых частиц происходит при температуре, превышающей 600° С. Топливная присадка снижает температуру выжигания сажевых частиц до 450° С. Кроме того, каталитические компоненты увеличивают поверхность твердых частиц, что улучшает процесс теплопередачи, а вместе с ней повышает скорость регенерации фильтра.



312\_V1\_02034

1 Топливная присадка

2 Сажевые частицы

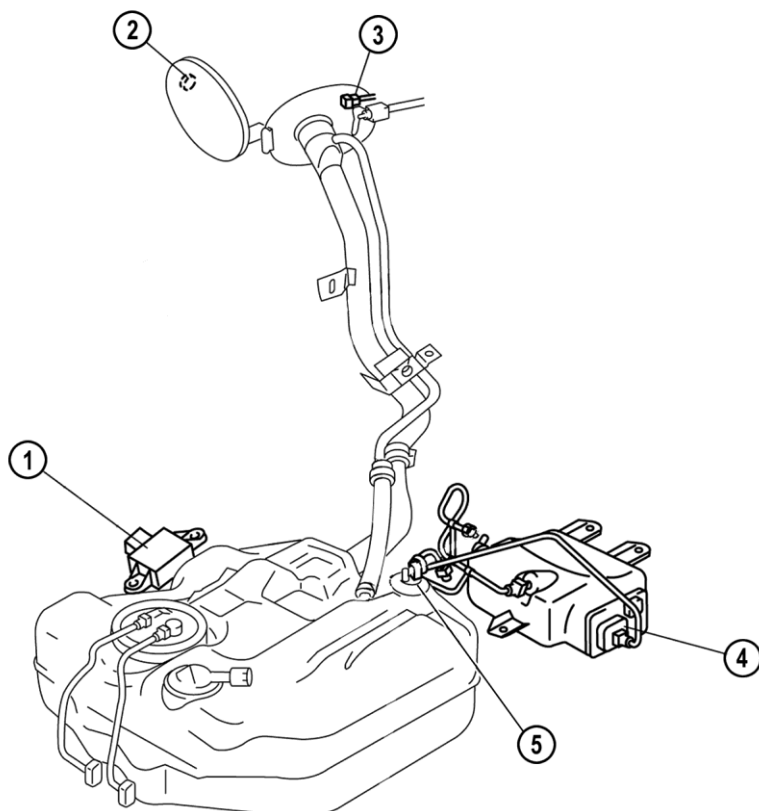
- Зольные остатки, которые образуются из топливной присадки, моторного масла и дизельного топлива и после регенерации фильтра остаются в нем, дальнейшему преобразованию не подлежат. Поскольку с течением времени эти остатки способны засорить сажевый фильтр, его следует заменять через каждые 120000 километров.

- После замены сажевого фильтра (DPF) необходимо восстановить в блоке управления силовым агрегатом (PCM) параметры, используемые для управления процессом регенерации. Помимо этого в блоке управления добавлением присадки **FACM (Fuel Additive Control Module** = блок управления добавлением присадки) необходимо восстановить параметр «Общее количество впрыскиваемой присадки». Все эти действия выполняются с использованием диагностического модуля M-MDS. Выбрать опцию: **Toolbox** → **Powertrain** → **Service functions** → **PCM** → **DPF Component/Parameter commands** → **Reset adapted values of particulate filter**.
- Если сажевый фильтр, ввиду повышенных выбросов двигателем сажи (зависание клапана EGR в открытом положении, негерметичность системы всасывания воздуха) или после нескольких прерванных попыток регенерации, оказывается засорен до предусмотренного срока его замены, фильтр необходимо регенерировать в ручном режиме при помощи диагностического модуля M-MDS. Выбрать опцию: **Toolbox** → **Powertrain** → **Service functions** → **PCM** → **DPF Component/Parameter commands** → **Static regeneration**.

**ПРИМ:** Регенерацию сажевого фильтра в ручном режиме (статичную регенерацию) всегда следует выполнять только в хорошо проветриваемых помещениях с использованием соответствующего устройства отвода отработавших газов. Поскольку в процессе регенерации фильтра выделяются чрезвычайно горячие отработавшие газы, запрещается выполнять эту процедуру в местах, где существует опасность воспламенения горючих или недостаточно жаростойких материалов.

## Система подачи топливной присадки

- Автомобили, оборудованные двигателем Y6 высокой мощности, оснащены системой подачи топливной присадки. Эта система автоматически подает в топливо присадку, которая необходима для регенерации фильтра.
- Для этого после заправки автомобиля из бака для топливной присадки забирается точно рассчитанное количество топливной присадки, которая впрыскивается в топливный бак, где смешивается с топливом.



312\_V1\_02035

- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 1 | Блок управления подачей топливной присадки | 4 | Бак для топливной присадки со встроенным узлом дозирующего насоса присадки |
| 2 | Магнит (встроен в крышку топливного бака)  | 5 | Топливный бак с форсункой для впрыска топливной присадки                   |
| 3 | Датчик крышки топливного бака              |   |  |



- Присадка представляет собой смесь каталитически активных металлов (= органическое соединение церия и железа) и жидкости (= растворитель изопарафинов). Растворитель изопарафинов представляет собой углеводородное соединение, физические и химические свойства которого схожи с аналогичными свойствами дизельного топлива. Поэтому в процессе сжигания топлива растворитель сгорает вместе с ним, а каталитически активные компоненты присадки соединяются с сажевыми частицами. Связанные частицы сажи и каталитически активных компонентов накапливаются в сажевом фильтре (DPF).

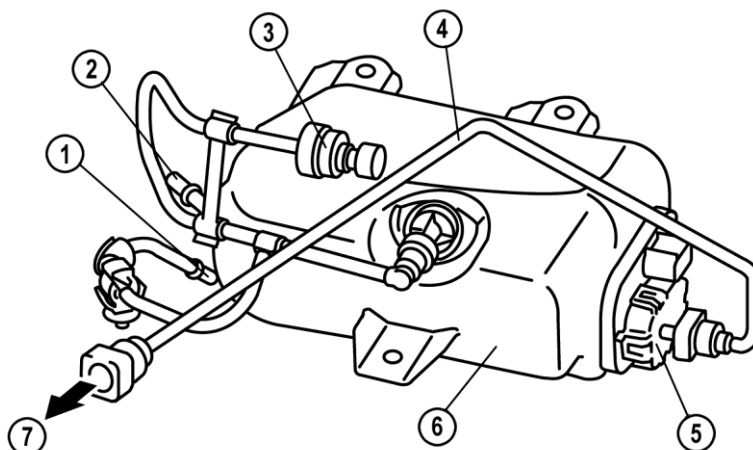
**ПРИМ:** Использование топлива без соответствующей топливной присадки или с недостаточным ее количеством приведет к повреждению сажевого фильтра (DPF).

### Правила для выполнения работ с системой подачи топливной присадки

- Работы с системой подачи топливной присадки должны выполняться исключительно квалифицированным персоналом, ознакомленным с соответствующими правилами техники безопасности. Необходимо придерживаться всех соответствующих правил и положений, которые касаются:
  - Директив органов здравоохранения
  - Профилактики несчастных случаев
  - Защиты окружающей среды
- При работе с системой подачи топливной присадки необходимо придерживаться следующих правил:
  - В непосредственной близости от системы подачи топливной присадки курение строгойше запрещено.
  - Запрещено выполнение работ в непосредственной близости от открытого огня или источников искрообразования.
  - Топливная присадка вызывает раздражение кожных покровов. Поэтому при работе с присадкой необходимо ношение защитных перчаток и очков.
  - Утилизация топливной присадки и компонентов системы ее подачи должна выполняться в соответствии с директивами, действующими внутри страны. Повторное использование топливной присадки невозможно.
  - Топливо, смешанное с присадкой, подлежит утилизации в соответствии с директивами, действующими внутри страны. Запрещается повторное использование топлива, смешанного с топливной присадкой.

## Бак для топливной присадки

- Бак для топливной присадки устанавливается на поперечине, расположенной за топливным баком. Он включает себя узел дозирующего присадку насоса. Емкость этого бака составляет 1,8 литра. Этого количества присадки достаточно, чтобы поддерживать процесс регенерации сажевого фильтра на протяжении 60000 км пробега.

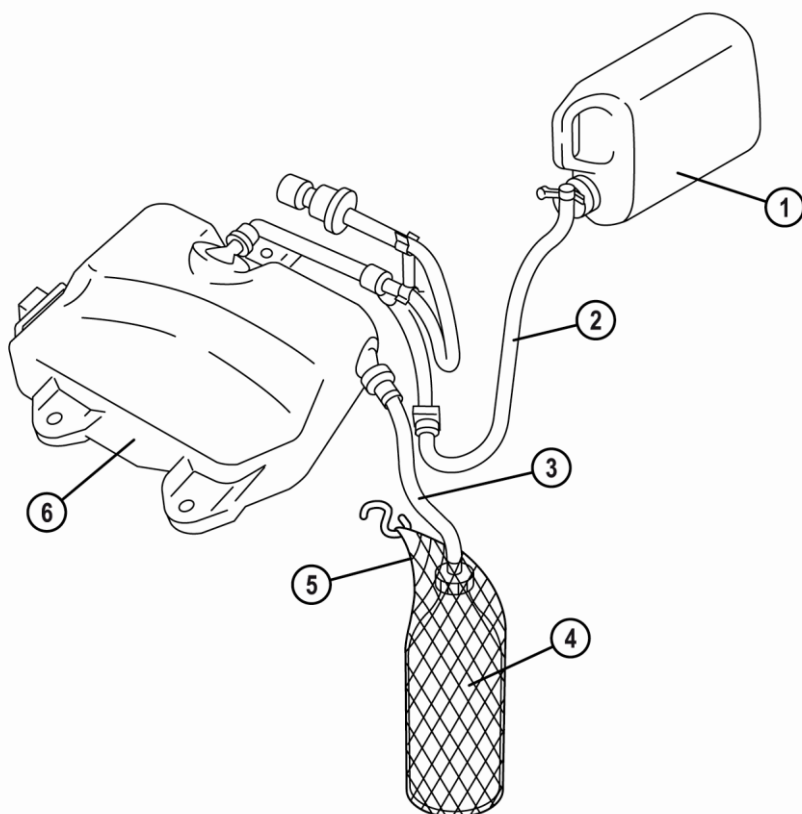


312\_V1\_02036

- |   |  |   |                                       |
|---|--|---|---------------------------------------|
| 1 | Заливной патрубок присадки             | 5 | Узел дозирующего насоса               |
| 2 | Патрубок для слива избыточной присадки | 6 | Бак для топливной присадки            |
| 3 | Предохранительный клапан               | 7 | К форсунке впрыска топливной присадки |
| 4 | Трубопровод подачи присадки            |   |                                       |

- После демонтажа бака для топливной присадки, трубопровода подачи присадки и/или топливного бака необходимо при помощи диагностического модуля M-MDS провентилировать систему подачи топливной присадки. Это должно предотвратить образование пузырьков воздуха в системе и вызванную ими неверную дозировку присадки. Выбрать опцию: **Toolbox** → **Powertrain** → **Service functions** → **PCM** → **FACM** → **Bleed system**.

- Бак для топливной присадки необходимо заполнять через каждые 60000 км. Для этого возможна поставка специального комплекта, который включает в себя канистру для топливной присадки, заливной шланг с клапаном, сливной шланг и приемную бутылку. Поскольку бак для топливной присадки полностью не пустеет, максимальное количество доливаемой присадки составляет 1,5 литра.



312\_V1\_02037

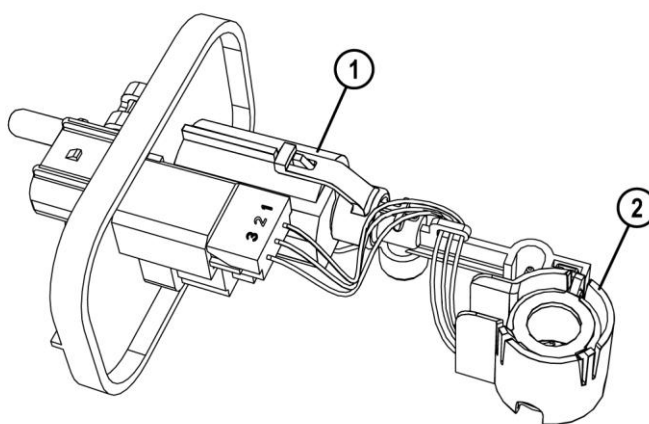
- |                                   |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|
| 1 Канистра для топливной присадки | 4 Приемная бутылка           |
| 2 Заливной шланг                  | 5 Сетка с крюком             |
| 3 Сливной шланг                   | 6 Бак для топливной присадки |

- После заполнения бака для топливной присадки в блоке управления подачей присадки (FACM) при помощи диагностического модуля M-MDS необходимо восстановить параметр «Расчетный уровень топливной присадки». Выбрать опцию: **Toolbox** → **Powertrain** → **Service functions** → **PCM** → **FACM** → **Refill FAT**.

**ПРИМ:** При заполнении бака для топливной присадки НЕ выбирайте опцию «Вентиляция системы». Поскольку в трубопроводе, ведущему к форсунке впрыска присадки, уже есть присадка, это приведет к подаче в топливный бак чрезмерного количества топливной присадки.

## Узел дозирующего насоса топливной присадки

- Узел дозирующего насоса топливной присадки встроен в бак для топливной присадки. Он состоит из насоса подачи присадки и датчика уровня топливной присадки.
- Дозирующий насос топливной присадки подает к форсунке, размещенной в топливном баке, четко дозированное количество топливной присадки. Дозирующий насос представляет собой поршневой насос, в основном состоящий из катушки и подпружиненного плунжера насоса.
- Дозирующий насос включается блоком управления FACM за счет тактового сигнала. Время включения позволяет четко определить необходимое количество топливной присадки за счет заданного хода плунжера насоса.



312\_V1\_02038

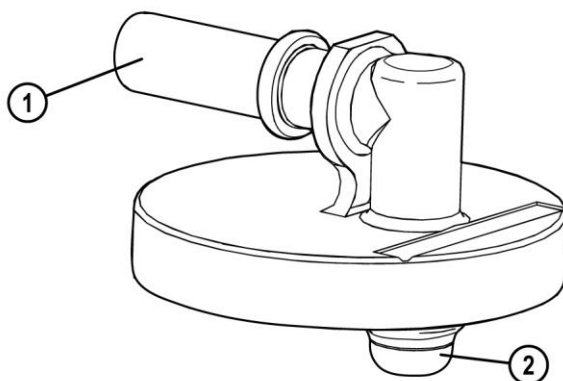
1 Дозирующий насос топливной присадки

2 Датчик уровня топливной присадки

- За счет двух пьезоэлементов датчик уровня топливной присадки фиксирует уровень и вязкость топливной присадки в баке.
- Датчик уровня топливной присадки выполняет соответствующие измерения после запуска двигателя. На основании информации, поступающей от датчика уровня, определяется уровень присадки в баке. Информация о вязкости присадки используется в качестве поправочного коэффициента для определения времени включения дозирующего насоса.
- Датчик уровня топливной присадки передает на блок управления FACM аналоговый сигнал по напряжению.

### Форсунка для впрыска топливной присадки

- Форсунка для впрыска топливной присадки встроена в топливный бак и оборудована обратным клапаном. Когда дозирующий насос создает давление, обратный клапан открывается, и в топливный бак впрыскивается топливная присадка.



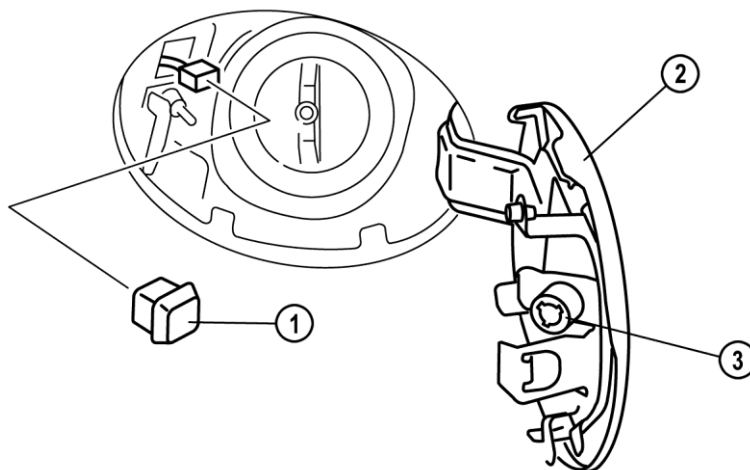
312\_V1\_02039

1 От узла дозирующего насоса

2 Форсунка с обратным клапаном

## Датчик крышки топливного бака

- Датчик крышки топливного бака встроен в кожух около горловины топливного бака и фиксирует уровень заправки автомобиля. Датчик состоит из геркона, который приводится в действие магнитом, встроенным в крышку топливного бака. Когда крышка топливного бака открывается, датчик крышки топливного бака замыкается и передает сигнал на блок управления подачей топливной присадки (FACM).



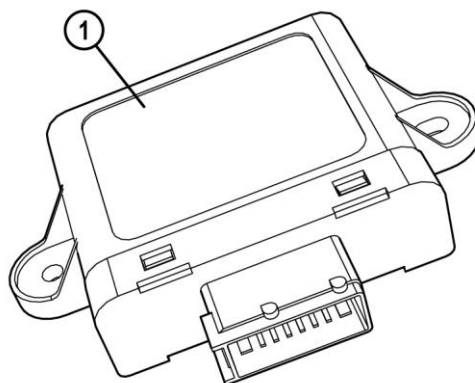
312\_V1\_02040

- 1 Датчик крышки топливного бака  
2 Крышка топливного бака

- 3 Магнит

**Блок управления подачей топливной присадки**

- Блок управления подачей топливной присадки (FACM) распознает количество топлива, залитого в топливный бак, и на основании этой информации управляет количеством впрыскиваемой топливной присадки. Этот блок управления встроен под задним сидением с правой стороны салона автомобиля.



312\_V1\_02041

**1 Блок управления FACM**

- Блок управления FACM подключен к блоку управления двигателем (PCM) через высокоскоростную информационную шину CAN. При обнаружении сбоя в системе подачи топливной присадки блок управления FACM передает на блок управления двигателем (PCM) запрос на включение индикатора неисправности (MIL). В блоке управления силовым агрегатом сохраняется соответствующий код неисправности (DTC).
- Все параметры системы подачи топливной присадки сохранены в блоке управления FACM. Эти параметры проверяются и включаются за счет диагностического модуля M-MDS. Выбрать опцию:  
**Toolbox → Datalogger → Modules → FACM.**
- При установке нового блока управления FACM этот модуль подлежит конфигурации с использованием диагностического модуля M-MDS. В ходе этого процесса значения параметра «Общее количество впрыскиваемой топливной присадки» выгружаются из старого модуля и загружаются в новый блок управления. Выбрать опцию: **Toolbox → Module programming → Programmable module installation → FACM.** Поскольку в ходе процесса сбрасывается также и параметр «Расчетный уровень топливной присадки», следует заново заполнить бак с присадкой. Выбрать опцию:  
**Toolbox → Powertrain → Service functions → PCM → FACM → New FACM.**

**Расчет количества впрыскиваемой топливной присадки**

- От панели приборов через высокоскоростную информационную шину CAN на блок управления FASM передается информация об уровне топлива. При выключении зажигания блок управления сохраняет последнее из полученных значений, а затем переходит в состояние покоя.
- Когда датчик крышки топливного бака фиксирует открытие крышки, блок управления переходит в состояние готовности. Если крышка топливного бака закрывается вновь, а время между ее открытием и закрытием превышает 5 секунд, то блок управления FASM исходит из того, что автомобиль был заправлен топливом.
- Когда зажигание включается вновь, блок управления FASM сравнивает информацию, получаемую с панели приборов, с последним сохраненным значением уровня топлива и рассчитывает соответствующую разницу. Если количество топлива увеличилось, по крайней мере, на 5 литров, то блок управления FASM рассчитывает количество необходимой топливной присадки, которое соответствовало бы количеству топлива в баке.

**Впрыск топливной присадки**

- После заправки автомобиля при следующем запуске двигателя и превышении скорости движения в 40 км/час производится впрыск топливной присадки. Если указанная скорость не будет достигнута в течение 4 минут, но зажигание останется включенным, то и в этом случае происходит впрыск топливной присадки.
- Если зажигание выключается до впрыска топливной присадки, то блок управления FASM сохраняет расчетное количество впрыскиваемой присадки, которая впрыскивается после следующего запуска двигателя. Если процесс впрыска топливной присадки запущен, то он будет доведен до конца вне зависимости от существующих эксплуатационных условий.
- Блок управления FASM по высокоскоростной информационной шине CAN передает на блок управления двигателем (PCM) информацию об общем количестве впрыскиваемой топливной присадки. Это значение рассчитывается на основании времени включения дозирующего насоса. Блок управления двигателем использует это значение для расчета объема зольных остатков в сажевом фильтре (DPF) и остаточного полезного объема фильтра.
- Блок управления FASM также передает на блок управления двигателем (PCM) сообщение о статусе процесса впрыска топливной присадки. На основании этой информации определяется способность системы впрыска поддерживать регенерацию сажевого фильтра с имеющимся количеством топливной присадки.



**ПРИМ:** При загрязнении дизельного топлива (например, бензином) и возникновении необходимости в его сливе следует отсоединить аккумуляторную батарею. После слива топлива следует вновь подключить аккумулятор и на 10 секунд включить зажигание, чтобы блок управления FASM мог распознать пустой топливный бак. Затем необходимо выключить зажигание, открыть крышку топливного бака и залить в бак чистое дизельное топливо. Затем вновь включить зажигание на 10 секунд. Это позволит блоку управления FASM рассчитать правильное количество впрыскиваемой топливной присадки.

**ПРИМ:** Если автомобиль заправляется при включенном зажигании, то блок управления FASM использует также скоростной сигнал, который передается блоком управления силовым агрегатом по высокоскоростной шине CAN. Впрыск топливной присадки происходит только в том случае, если скорость движения при заправке ниже 3 км/час. Причина: при определенных обстоятельствах машина могла ехать в гору при открытой крышке топливного бака. В этом случае блок управления FASM зафиксирует повышение уровня топлива в баке и истолкует эту информацию как заправку.

**ПРИМ:** Если датчик крышки топливного бака выходит из строя, а процесс заправки фиксируется на основании информации об уровне топлива в баке, то эта информация используется для расчета количества впрыскиваемой топливной присадки. Тем не менее, соответствующее количество топливной присадки впрыскивается только в том случае, если регистрируется увеличение количества топлива, по крайней мере, на 10 литров. Причина: при определенных обстоятельствах машина может въехать на гору при выключенном зажигании. В этом случае при следующем включении зажигания блок управления двигателем FASM фиксирует увеличение количества топлива, ошибочно интерпретируя его как заправку автомобиля топливом.

**ПРИМ:** Если датчик уровня топлива выходит из строя, а заправка регистрируется на основании информации, поступающей от датчика крышки топливного бака, то вне зависимости от фактического количества топлива в баке, впрыскивается то количество присадки, которое необходимо для полного топливного бака. Причина: При отсутствии впрыска или при недостаточном количестве впрыскиваемой присадки возможно засорение сажевого фильтра (DPF).

### Проверка уровня топливной присадки

- Блок управления FASM при помощи соответствующего датчика уровня контролирует уровень топливной присадки в баке. Кроме того, блок управления контролирует уровень топливной присадки за счет учета времени включения дозирующего насоса присадки.
- Если уровень присадки в баке падает ниже заданного предельного значения, то блок управления FASM включает индикатор неисправности (MIL) и сохраняет соответствующий код неисправности (DTC). Оставшегося количества присадки хватит приблизительно на пять полных заправок. Если присадки остается менее 0,3 литра, то блок управления FASM прекращает впрыск топливной присадки, чтобы предотвратить полное опорожнение бака. В противном случае дозирующий насос топливной присадки начнет подсасывать воздух, что приведет к ошибке в расчете количества впрыскиваемой топливной присадки.

**Система управления регенерацией**

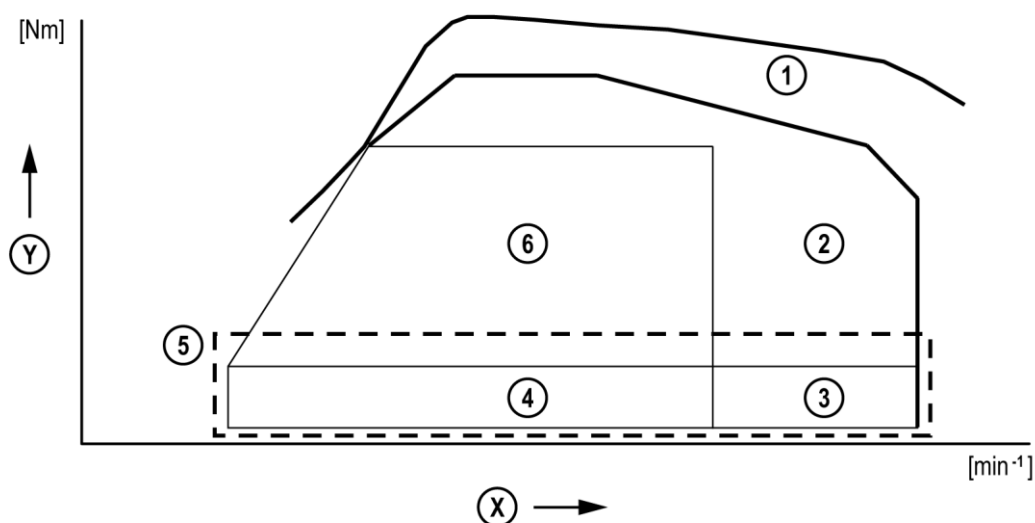
- Система управления регенерацией встроена в блок управления двигателем (PCM).

**Расчет количества сажи**

- От дифференциального датчика давления на блок управления двигателем (PCM) передается информация о количестве сажи, накопившейся в сажевом фильтре DPF. Для расчета количества сажи, выбрасываемой двигателем, блок управления оценивает способ управления автомобилем. Для этого контролируются нагрузка на двигатель, частота вращения двигателя и скорость движения.
- В зависимости от сигнала, поступающего от дифференциального датчика давления, расчетного количества сажи и пройденного автомобилем пути блок управления двигателем определяет необходимость выполнения регенерации сажевого фильтра, а также срок ее выполнения.

**Процесс регенерации фильтра**

- При необходимости регенерации сажевого фильтра блок управления двигателем (PCM) оценивает пригодность существующих условий эксплуатации двигателя для регенерации фильтра.
- Если выполнены условия, необходимые для начала процесса регенерации фильтра, то PCM за счет нижеперечисленных мер повышает температуру отработавших газов:
  - Клапан EGR закрывается. За счет увеличения содержания кислорода при заполнении цилиндров повышается температура сгорания.
- В зависимости от нагрузки на двигатель и частоты его вращения для повышения температуры отработавших газов дополнительно принимаются следующие меры или некоторые из них:
  - Для повышения температуры сгорания за счет снижения массы свежего заряда топливно-воздушной смеси входной запорный клапан (ISV) частично закрывается.
  - Входной запорный клапан (ISV) полностью закрывается, а байпасный клапан надувочного воздуха открывается, чтобы за счет обхода охладителя надувочного воздуха повысить температуру всасываемого воздуха.
  - Происходит ранний дополнительный впрыск топлива. За счет сжигания дополнительного количества топлива повышается температура сгорания.
  - Происходит поздний дополнительный впрыск топлива. За счет сжигания топлива в окислительном преобразователе повышается температура отработавших газов.



312\_V1\_02042

- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| X | Частота вращения двигателя   | 5 | Входной запорный клапан ISV закрыт, а байпасный клапан надувочного воздуха открыт |
| Y | Вращающий момент двигателя   | 6 | Предварительный впрыск, основной впрыск и один дополнительный впрыск              |
| 1 | Основной впрыск топлива  |   |   |
| 2 | Основной и дополнительный впрыск топлива                                     |   |   |
| 3 | Основной впрыск и два дополнительных впрыска топлива                         |   |   |
| 4 | Предварительный впрыск, основной впрыск и два дополнительных впрыска топлива |   |   |

- За счет этих мер достигается необходимая температура отработавших газов, и начинается процесс регенерации сажевого фильтра. Блок управления двигателем (PCM) контролирует процесс регенерации фильтра при помощи сигналов, поступающих от дифференциального датчика давления фильтра DPF, а также от датчика температуры отработавших газов. Управление процессом регенерации имеет очень большое значение, поскольку при превышении температуры в 1200° C фильтр DPF будет поврежден.
- Процесс регенерации может продолжаться до 10 минут. При выключении двигателя процесс регенерации прекращается. Он запускается вновь только после создания соответствующих эксплуатационных условий.

**ПРИМ:** Если процесс регенерации фильтра был запущен несколько раз, но оказался незавершен ввиду режима движения автомобиля (например, движение на короткие расстояния с низкой частотой вращения двигателя), то блок управления двигателем (PCM) сохраняет соответствующий код неисправности и включает индикатор неисправности (MIL). В этом случае необходимо выполнить регенерацию фильтра в ручном режиме, воспользовавшись для этого диагностическим модулем M-MDS (смотри раздел «Сажевый фильтр»). Кроме того, водителю следует порекомендовать другой стиль вождения (например, езда со средней или высокой частотой вращения двигателя). Это позволит завершить процесс регенерации сажевого фильтра.

**ПРИМ:** Дополнительный впрыск топлива, выполняемый в процессе регенерации фильтра, может стать причиной разжижения масла.

### Интервалы регенерации фильтра DPF

- В зависимости от условий эксплуатации автомобиля фильтр DPF регенерируется через каждые 350-1000 километров. Поскольку при каждой регенерации возрастают зольные остатки, накапливающиеся в сажевом фильтре, интервалы его регенерации увеличиваются соответственно длительности пробега автомобиля.

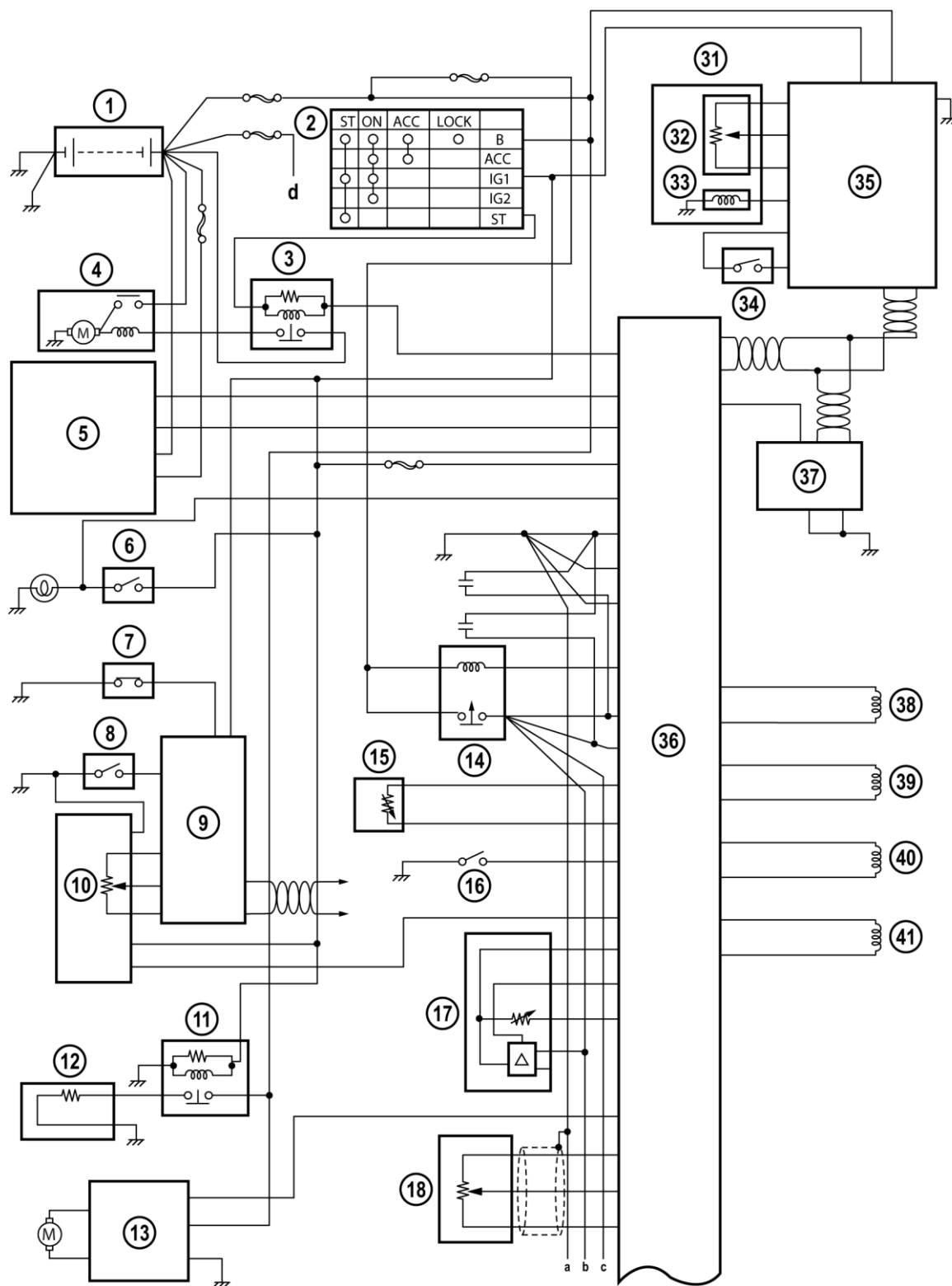
**ПРИМ:** Поскольку частота регенерации влияет на разжижение масла, обусловленное дополнительным впрыском топлива, ее следует осуществлять не чаще чем через каждые 350 километров пробега. Если регенерация фильтра выполняется чаще чем через каждые 350 километров, то блок управления двигателем (PCM) включает индикатор неисправности (MIL). В этом случае необходимо заменить фильтр DPF.

**ПРИМ:** При необходимости замены блока управления двигателем (PCM) и невозможности при помощи диагностического модуля M-MDS перенести данные из старого блока управления в новый (например, при повреждении электрики блока), в автомобилях с пробегом более 20000 километров следует заменить также и фильтр DPF. Причина: Поскольку в новом блоке управления силовым агрегатом (PCM) не содержится никакой информации, относящейся к управлению процессом регенерации фильтра, то блок управления расценивает сажевый фильтр как новый (= в фильтре отсутствуют зольные остатки). Это означает, что интервалы регенерации сажевого фильтра будут слишком продолжительны, что приведет к его засорению. Если длительность пробега автомобиля ниже 20000 км, то количество зольных остатков в сажевом фильтре незначительно. В процессе расчета интервалов регенерации фильтра таким количеством зольных остатков можно пренебречь.

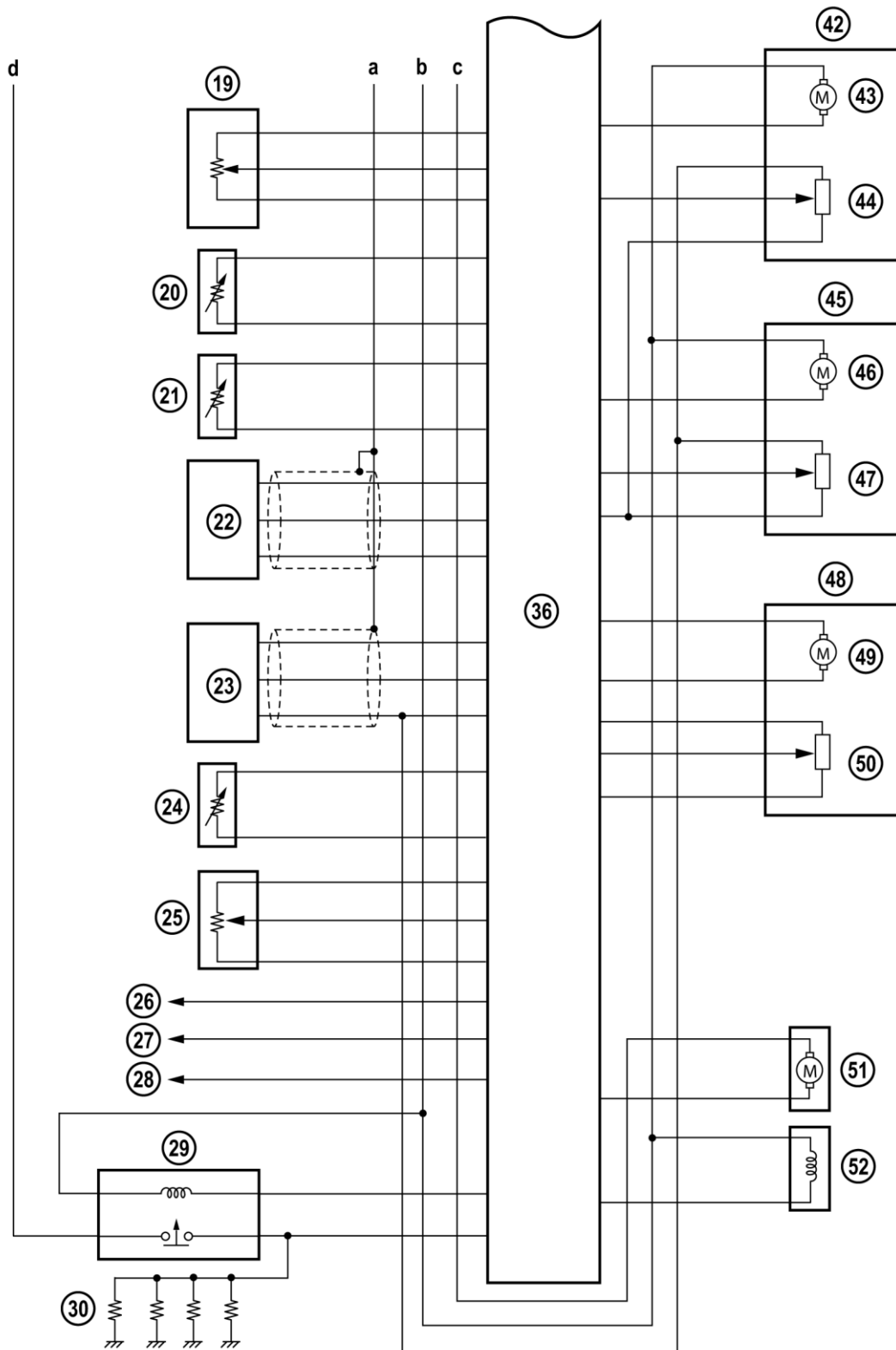
## Диагностика

- Система DPF проверяется следующим образом:
  - Проверка значения рассчитанного пробега автомобиля до полного насыщения фильтра DPF за счет параметра **DIS\_ASHFULL** (Meter)
  - Проверка датчика дифференциального давления фильтра DPF за счет параметра **DPF\_DIF** (Press)
  - Проверка сигнала по напряжению от датчика дифференциального давления фильтра DPF.
  - Проверка датчика температуры выхлопных газов за счет параметра **PPFT** (Temp)
  - Измерение сопротивления датчика температуры выхлопных газов
  - Проверка расстояния, пройденного с момента последней регенерации сажевого фильтра за счет параметра **DIST\_REGEN** (Meter)
  - Проверка/Включение подачи топливной присадки за счет параметра **GAUGING#** (Mode)
  - Проверка уровня топливной присадки за счет параметра **TANK\_LEVEL** (Per)
  - Проверка статуса заполнения топливной присадкой за счет параметра **TANK\_FLAG** (Mode)
  - Проверка/Включение дозирующего насоса подачи топливной присадки за счет параметра **ADD\_PUMP#** (Mode)
  - Проверка сопротивления дозирующего насоса подачи топливной присадки
  - Проверка количества топливной присадки, которое было впрыснуто в ходе последнего впрыска за счет параметра **DOSE\_MASS** (Mass)
  - Проверка датчика крышки топливного бака за счет параметра **FILLER\_CAP** (Mode)
  - Измерение сопротивления датчика крышки топливного бака
  - Измерение напряжения на блоке управления подачей топливной присадки

Система управления



312\_V1\_02043



Система управления автомобиля Mazda3 (BL) с двигателем Y6 высокой мощности

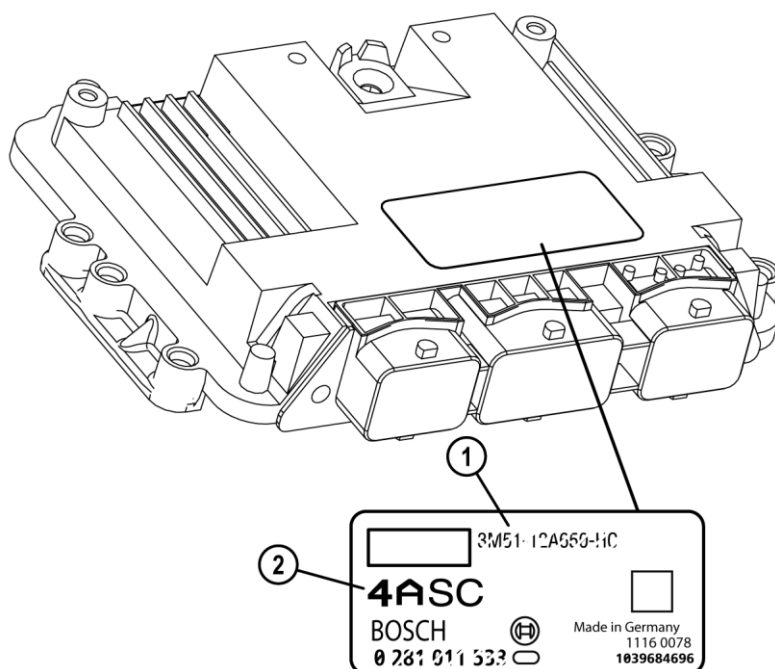
312\_V1\_02044



1	Аккумуляторная батарея	27	К датчику температуры карбюратора
2	Выключатель зажигания/стартера	28	К реле системы воздушного кондиционирования
3	Реле включения стартера	29	Реле свечей предпускового подогрева
4	Стартер	30	Свечи предпускового подогрева
5	Генератор	31	Узел дозирующего насоса топливной присадки
6	Выключатель стоп-сигнала	32	Датчик уровня топливной присадки
7	Датчик положения педали тормоза	33	Насос подачи топливной присадки
8	Датчик положения педали сцепления	34	Датчик крышки топливного бака
9	Панель приборов	35	Блок управления FACM
10	Датчик положения педали газа (APP)	36	Блок управления двигателем РСМ (включая датчик давления воздуха)
11	Реле подогрева топлива	37	Разъем передачи данных DLC-2
12	Подогреватель топлива	38	Форсунка № 2
13	Блок управления вентилятором радиатора	39	Форсунка № 3
14	Главное реле	40	Форсунка № 4
15	Датчик температуры всасываемого воздуха № 2	41	Форсунка № 1
16	Датчик давления масла	42	Байпасный клапан наддувочного воздуха
17	Датчик массового расхода воздуха/датчик температуры всасываемого воздуха (MAF/IAT)	43	Двигатель постоянного тока байпасного клапана наддувочного воздуха
18	Датчик давления топлива	44	Датчик положения байпасного клапана наддувочного воздуха
19	Датчик абсолютного давления (MAP)	45	Входной запорный клапан ISV
20	Датчик температуры охлаждающей жидкости (ECT)	46	Двигатель постоянного тока ISV
21	Датчик FLT	47	Датчик положения входного запорного клапана ISV
22	Датчик угла поворота коленчатого вала (СКР)	48	Клапан EGR
23	Датчик положения распределительного вала (CMP)	49	Двигатель постоянного тока клапана EGR
24	Датчик температуры отработавших газов	50	Датчик положения клапана EGR
25	Датчик дифференциального давления DPF	51	Перепускной клапан SCV
26	К датчику давления охлаждающей жидкости	52	Электромагнитный клапан VBC

## Блок управления двигателем

- Блок управления двигателем в автомобилях с двигателем Y6 встроен в корпус воздушного фильтра рядом с левой колесной нишей или же в подкапотном пространстве рядом с кронштейном аккумуляторной батареи. Блок управления двигателем (PCM) автомобиля BT-50 с двигателем WL-C находится за боковой обшивкой в нижней части пассажирского салона.
- Блок управления двигателем (PCM) в автомобилях с двигателем Y6 обменивается данными с другими блоками управления через высокоскоростную информационную шину CAN. В автомобиле BT-50 с двигателем WL-C блок управления двигателем (PCM) через шину CAN связан только с диагностическим разъемом.
- Наряду с номером PCM на блоках управления силовым агрегатом автомобилей, оборудованных системой впрыска топлива Bosch Common Rail, также отмечается номер отрывного талона.



312\_V1\_02045

## Блок управления двигателем (PCM) двигателя Y6

1 Номер PCM

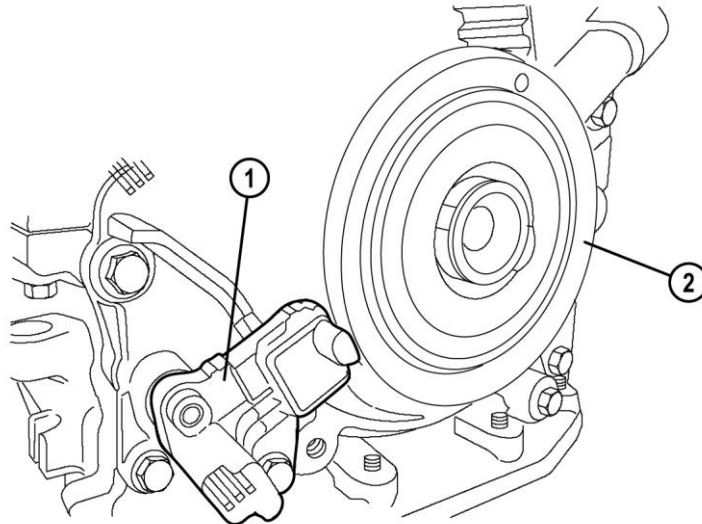
2 Номер отрывного талона

**Датчики**

- Наряду с ранее рассмотренными датчиками в системе впрыска топлива с общей магистралью Bosch Common Rail для управления силовым агрегатом используются также и следующие датчики:
  - Датчик положения коленчатого вала, выполненный в виде датчика Холла (Y6)
  - Датчик положения коленчатого вала, выполненный в виде индуктивного датчика (WL-C)
  - Датчик положения распределительного вала, выполненный в виде датчика Холла
  - Датчик положения педали акселератора, выполненный в виде индуктивного датчика, связанного с РСМ и панелью приборов (Y6)
  - Датчик положения педали акселератора, выполненный в виде потенциометра (WL-C)
  - Датчик числа оборотов холостого хода (WL-C)
  - Датчик температуры охлаждающей жидкости
  - Барометрический датчик, встроенный в блок управления двигателем (PCM)
  - Датчик положения педали сцепления, подключенный к панели приборов (Y6)
  - Датчик положения педали сцепления/датчик парковки и нейтрали (WL-C)
  - Датчик положения педали тормоза, подключенный к панели приборов (Y6)
  - Датчик давления хладагента

## Датчик положения коленчатого вала

- Датчик положения коленчатого вала (СКР) в автомобилях с двигателем Y6 представляет собой датчик Холла. За счет изменения магнитного поля при прохождении импульсного колеса в элементе Холла создается напряжение. Встроенная схема преобразует напряжение в прямоугольный сигнал, схожий с сигналом датчика супер-магниторезистивного типа (GMR). Частота цифрового выходного сигнала пропорциональна частоте вращения двигателя. Это значит, что чем выше частота вращения двигателя, тем выше частота выходного сигнала.

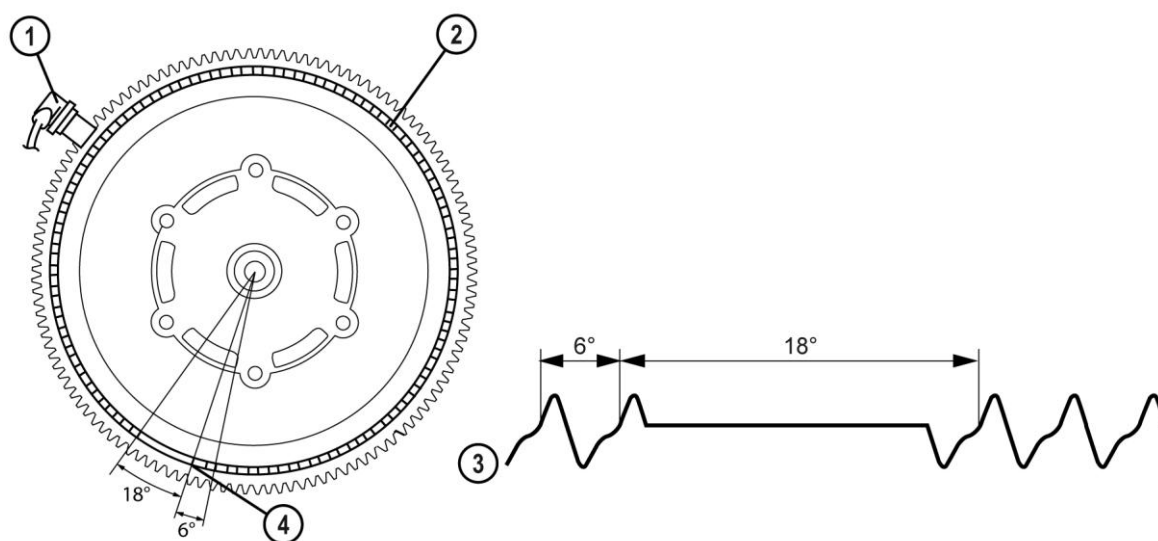


312\_V1\_02046

## Датчик положения коленчатого вала (СКР) в двигателе Y6

- |   |                   |
|---|-------------------|
| 1 Датчик положения коленчатого вала (СКР) | 2 Магнитный ротор |
|---|-------------------|

- Датчик положения коленчатого вала (СКР) в двигателе WL-C представляет собой индуктивный датчик. За счет изменения магнитного поля при прохождении колеса, в катушке датчика создается напряжение. Индуктивный датчик положения коленчатого вала (СКР) передает на блок управления двигателем (PCM) сигнал переменного напряжения. Частота сигнала пропорциональна частоте вращения двигателя. Это значит, что чем выше частота вращения двигателя, тем выше частота сигнала.
- Значение переменного напряжения зависит как от расстояния между датчиком и колесом, так и от частоты вращения коленчатого вала. Это значит, что при уменьшении соответствующего расстояния или же увеличении частоты вращения двигателя амплитуда увеличивается. Пригодный к использованию сигнал генерируется при минимальной частоте вращения  $> 20 \text{ мин}^{-1}$ .



312\_V1\_02047

## Датчик положения коленчатого вала в двигателе WL-C

- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| 1 Датчик СКР     | 3 Выходной сигнал |
| 2 Колесо датчика | 4 Зазор           |

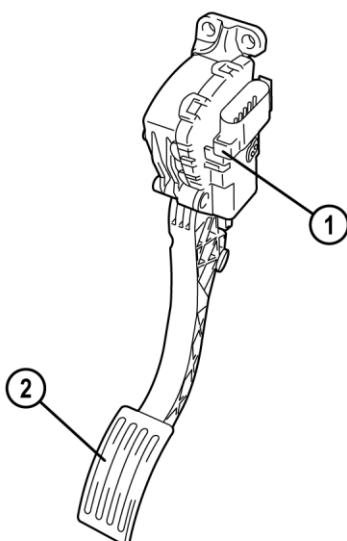
## Диагностика

- Датчик СКР проверяется следующим образом:
  - Проверка параметра **RPM** (RPM)
  - Проверка сигнала по напряжению
  - Проверка подачи питания (датчик Холла)
  - Измерение сопротивления (индуктивный датчик)



### Датчик положения педали акселератора

- В двигателях Y6 датчик положения педали акселератора (APP) выполнен в виде индуктивного датчика. Из соображений безопасности устанавливается два индуктивных датчика. Каждый датчик состоит из статора с катушкой возбуждения и приемной катушкой, а также ротора, связанного с педалью акселератора.
- Один из индуктивных датчиков подключен к блоку управления двигателем (PCM) и передает цифровой сигнал по напряжению. Второй индуктивный датчик подключен к панели приборов автомобиля и передает аналоговый сигнал по напряжению. По высокоскоростной информационной шине CAN панель приборов передает этот сигнал на блок управления двигателем (PCM). Выходные сигналы обоих датчиков пропорциональны положению педали акселератора, то есть чем сильнее нажата педаль акселератора, тем выше скважность импульсов или же напряжение. Блок управления двигателем непрерывно сравнивает сигналы, поступающие от двух индуктивных датчиков, отслеживая возможные повреждения датчика положения педали акселератора (APP).



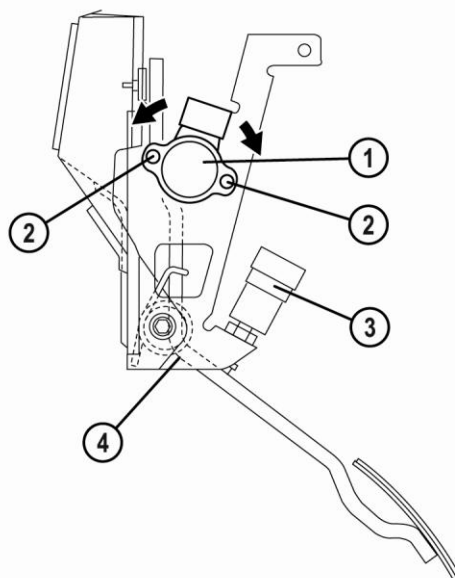
312\_V1\_02049

### Датчик положения педали акселератора (APP) в двигателе Y6

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| 1 Датчик положения педали акселератора (APP) | 2 Педаль акселератора |
|--|-----------------------|

**ПРИМ:** При выходе из строя одного из индуктивных датчиков блок управления двигателем (PCM) использует сигнал, поступающий от второго датчика для регистрации необходимого ускорения. За счет этого ограничивается мощность двигателя. При полном выходе из строя датчика положения педали акселератора (APP) частота вращения двигателя ограничивается значением приблизительно равным  $1200 \text{ мин}^{-1}$ . При этом сначала проверяется достоверность сигнала, поступающего от датчика положения педали тормоза и выключателя стоп-сигнала (после однократного нажатия на педаль тормоза).

- В двигателе WL-C датчик положения педали акселератора (APP) фиксирует необходимое ускорение автомобиля за счет ползунка потенциометра. Из соображений безопасности устанавливается два потенциометра. При нажатии на педаль акселератора увеличиваются сопротивления, считываемые на дорожке скольжения ползунка потенциометра. За счет этого возрастает напряжение сигналов, подаваемых на блок управления двигателем (PCM).



312\_V1\_02050

### Датчик положения педали акселератора (APP) в двигателе WL-C

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| 1 Датчик положения педали акселератора (APP) | 3 Датчик холостого хода    |
| 2 Точки крепления с продольными отверстиями  | 4 Узел педали акселератора |

**ПРИМ:** В датчике положения педали акселератора (APP) двигателя WL-C имеются продольные отверстия. При замене датчика APP он должен регулироваться согласно инструкциям, приведенным в руководстве по техническому обслуживанию автомобилей. Затем следует проверить регулировку датчика холостого хода.

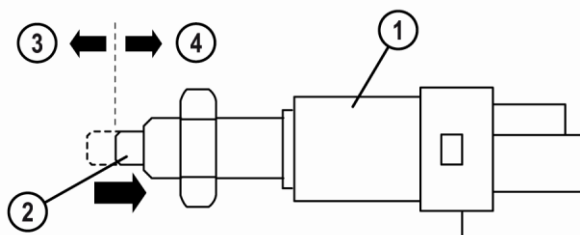
### Диагностика

- Датчик положения педали акселератора (APP) проверяется следующим образом:
  - Проверка параметра **APP** (Per)
  - Проверка параметров **APP1/APP2** (Per/Volt) (WL-C)
  - Проверка сигнала по напряжению
  - Измерение сопротивления



### Датчик холостого хода

- В автомобиле ВТ-50 с двигателем WL-C в узел педали акселератора встроен датчик холостого хода. Если педаль акселератора не нажата, контакт замкнут, а датчик передает на блок управления двигателем (PCM) соответствующий сигнал. Помимо прочего, этот сигнал используется блоком управления силовым агрегатом (PCM) для проверки достоверности сигнала, поступающего от датчика положения педали акселератора (APP), а также для регулировки числа оборотов холостого хода.



312\_V1\_02051

### Датчик холостого хода в двигателе WL-C

- |                         |                                       |
|-------------------------|---------------------------------------|
| 1 Датчик холостого хода | 3 Выкл (нажата педаль акселератора)   |
| 2 Толкатель             | 4 Вкл (Педаль акселератора не нажата) |

**ПРИМ:** После замены датчика холостого хода его следует отрегулировать в соответствии с инструкциями, приводимыми в руководстве по техническому обслуживанию автомобилей.

### Диагностика

- Датчик холостого хода проверяется следующим образом:
  - Измерение напряжения
  - Измерение сопротивления

## Датчик положения педали сцепления

- В автомобилях с двигателем Y6 датчик положения педали сцепления (CPP) подключен к панели приборов. При нажатии на педаль сцепления контакт датчика замыкается, а на панель приборов передается соответствующий сигнал. По высокоскоростной шине CAN информация о состоянии датчика передается от панели приборов на блок управления двигателем (PCM).

## Диагностика

- Датчик положения педали сцепления (CPP) проверяется следующим образом:
  - Измерение напряжения
  - Измерение сопротивления

## Датчик положения педали тормоза

- В автомобилях с двигателем Y6 в педаль тормоза встроен датчик положения педали тормоза **BPP** (**B**rake **P**edal **P**osition = положение педали тормоза). Он фиксирует необходимое торможение. Датчик подключен к панели приборов. Когда водитель высвобождает педаль тормоза, датчик замыкается и передает соответствующий сигнал на панель приборов. По высокоскоростной информационной шине CAN с панели приборов на блок управления двигателем (PCM) передается информация о статусе датчика. В блоке управления силовым агрегатом этот сигнал используется для проверки достоверности сигнала, поступающего от датчика APP.

## Диагностика

- Датчик положения педали тормоза (BPP) проверяется следующим образом:
  - Измерение напряжения
  - Измерение сопротивления

**Исполнительные элементы**

- Наряду с рассмотренными ранее исполнительными элементами в автомобилях, оборудованных системой впрыска топлива Bosch Common Rail с единой магистралью, в отдельных системах управления используются следующие исполнительные элементы:
  - Подогреватель топлива, управляемый PCM через реле подогрева топлива
  - Электрические вентиляторы радиатора с блоком управления вентилятором (Y6)
  - Интеллектуальная система зарядки
  - Круиз-контроль (опция для Y6)
  - Компрессор системы кондиционирования воздуха
  - Иммобилайзер с соответствующим блоком управления, встроенным в панель приборов (Y6)
  - Иммобилайзер с отдельным блоком управления (WL-C)

## Система бортовой диагностики

- Система бортовой диагностики **OBD (On-Board Diagnostic = бортовая диагностика)** встроена в блок управления силовым агрегатом (PCM). Она проверяет всю систему управления двигателем на предмет сбоев. В случае выявления неисправности в памяти сохраняется соответствующий код неисправности **DTC (Diagnostic Trouble Code = код неисправности)**. После этого загорается индикатор неисправности **MIL (Malfunction Indicator Light = индикатор неисправности)**, который призван обратить внимание водителя на наличие неисправности.
- Диагностический разъем **DLC (Data Link Connector = диагностический разъем)** представляет собой интерфейс между системой бортовой диагностики (OBD) и диагностическим модулем **M-MDS (Mazda-Modular Diagnostic System = модульная диагностическая система Mazda)**. Он обеспечивает возможность доступа к информации, имеющей отношение к диагностике двигателя.
- Для выполнения диагностики с использованием диагностического модуля M-MDS система бортовой диагностики (OBD) предоставляет следующие функции:
  - Самодиагностика
  - Контроль параметров
  - Моделирование

## Самодиагностика

- За счет использования функции самодиагностики возможно считывание кодов неисправностей (DTC) из блока управления силовым агрегатом (PCM). Выбрать следующую опцию:  
**Toolbox → Self test → Modules → PCM → Read out CMDTCs.**
- Кроме того, возможен запуск самодиагностики в режиме **KOEO (Key On, Engine Off = зажигание включено, двигатель выключен)** или **KOER (Key On, Engine Running = зажигание включено, двигатель работает)**. Для запуска этих режимов необходимо выбрать следующую опцию:  
**Toolbox → Self test → Modules → PCM → KOEO/KOER self test.**

## Контроль параметров

- За счет функции **PID (Parameter Identification = идентификационные параметры)** контролируются параметры блока управления силовым агрегатом (PCM). Выбрать следующую опцию: **Toolbox → Datalogger → Modules → PCM.**

## Моделирование

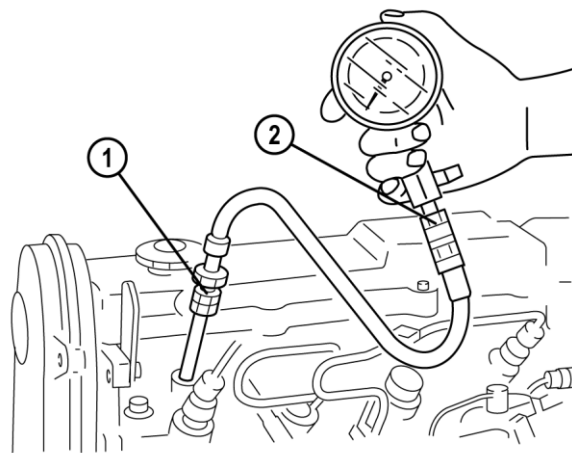
- За счет функции моделирования изменяется настройка определенных параметров блока управления силовым агрегатом (PCM). Выбрать следующую опцию:  
**Toolbox → Datalogger → Modules → PCM.**

**Механические компоненты двигателя**

- После того как в предыдущих разделах были рассмотрены различные подчиненные системы автомобилей Mazda с системами впрыска топлива с общей магистралью Common Rail (система всасывания воздуха, топливная система, система выброса отработавших газов и система управления), в данном разделе будут рассмотрены механические компоненты двигателя.
- На работе дизельного двигателя могут сказаться следующие параметры механики двигателя:
  - Давление сжатия
  - Фазы газораспределения
  - Зазоры клапанов

**Компрессия**

- Достаточно высокая компрессия обеспечивает в камере сгорания температуру достаточную для самовозгорания и полного сжигания дизельного топлива.
- Причиной недостаточного давления сжатия могут стать изношенные поршневые кольца, изношенные клапана или неплотная прокладка головки блока цилиндров. Все это может привести к сложностям при запуске двигателя или же к невозможности его запуска (в особенности при холодном двигателе), образованию сажи и низкой мощности двигателя.



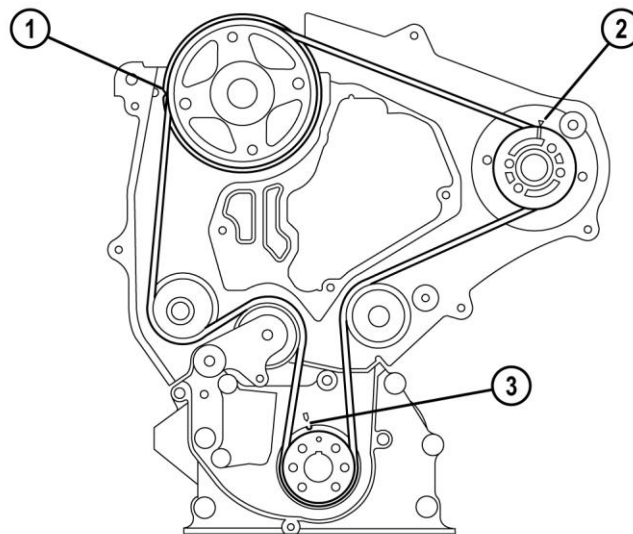
312\_V1\_04001

1 Адаптер

2 Прибор для проверки компрессии

**Фазы газораспределения**

- Правильные фазы распределения обеспечивают раскрытие и закрытие клапанов в нужный момент, а также хорошее наполнение цилиндров и оптимальное давление сжатия.
- Причиной сбоя фаз газораспределения может стать неверная регулировка приводной шестерни распределительного вала или проскакивание зубчатого ремня. Это может привести к громкому шуму двигателя, его низкой мощности, повышенному уровню выброса вредных веществ или даже к повреждению двигателя за счет соприкосновения поршня и клапанов.



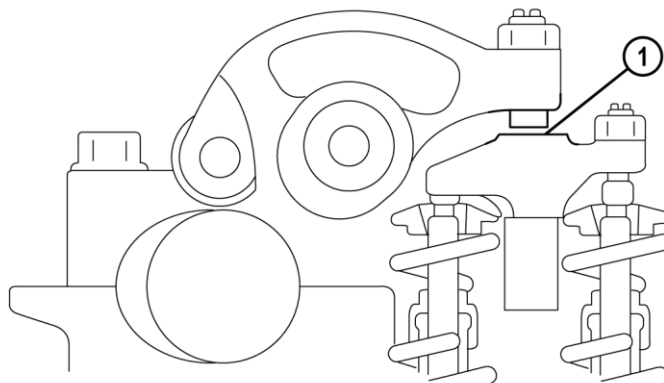
312\_V1\_04002

**Фазы газораспределения двигателя RF-T**

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | Регулировочная метка для распределительного вала  | 3 | Регулировочная метка для коленчатого вала |
| 2 | Регулировочная метка для насоса высокого давления |   |   |

**Зазоры клапанов**

- Правильный зазор клапанов обеспечивает их достаточно широкое раскрытие для правильного заполнения цилиндров и полное закрытие клапанов, достаточное для создания оптимальной компрессии.
- Неверный зазор клапанов может быть вызван износом или термической перегрузкой клапанов. В двигателях с гидравлическим регулированием зазора в клапанах причиной сбоя в зазоре клапанов может стать также неисправность гидравлического толкателя. Это может привести к снижению мощности двигателя, шумам в приводе клапанов или обгоранию клапанов, вызванному недостаточным теплообменом с головкой блока цилиндров.



312\_V1\_04003

**Зазор клапанов в двигателе RF-T**

- 1 Точка измерения для проверки зазора клапанов

## Диагностика

- Механика двигателя проверяется следующим образом:
  - Измерение компрессии
  - Проверка падения давления
  - Проверка фаз газораспределения
  - Проверка зазора клапанов

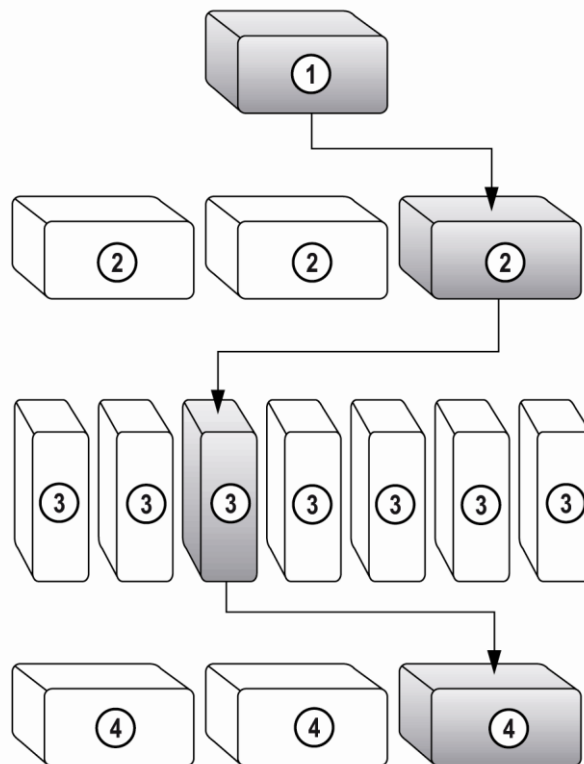
## Проверка падения давления

- Если в одном из цилиндров замеряется слишком низкое давление сжатия, то за счет замера потери давления может быть выявлен негерметичный участок камеры сгорания, а также неисправные компоненты. Принцип проверки падения давления состоит в подаче сжатого воздуха в камеру сгорания. В случае наличия потери давления ввиду негерметичности создается шум потока. Для проверки поршень должен находиться в верхней мертвой точке, а клапаны должны быть закрыты. Затем через соответствующий переходник к посадочному отверстию свечи подогрева или форсунки цилиндра подключается шланг для подачи сжатого воздуха.
- При утечке сжатого воздуха через клапан в системе всасывания воздуха или выброса отработавших газов будет слышен шум потока. Если сжатый воздух проходит мимо поршневых колец в картер двигателя, то у масляного патрубков будут слышны шумы потока. Шумы потока около другого цилиндра или бульканье в системе охлаждения указывают на неплотность прокладки головки цилиндров.



## Процесс диагностики

- Предпосылкой к проведению диагностики является глубокое знание принципа действия системы. В ходе диагностики автотехник, принимая во внимание различные симптомы и признаки, должен найти причину рекламации клиента. Представленный далее ход процесса диагностики является логическим методом для устранения различных причин, вызвавших рекламации клиентов:
  1. Понять симптом, вызвавший рекламацию
  2. Выявление системы автомобиля, ставшей причиной проявления симптома
  3. После выявления соответствующей системы необходимо понять, какой из ее компонентов стал причиной рекламации
  4. После обнаружения неисправного компонента всегда следует попытаться выявить причину его неисправности. В некоторых случаях речь может идти об обычном износе компонента, но в других случаях причины неисправности могут быть другими.



312\_V1\_04004

1 Симптом  
2 Системы

3 Компоненты  
4 Причины

- Например, если в мастерскую доставляется машина, двигатель которой не запускается, то симптомом неисправности является невозможность запуска двигателя. В процессе диагностики обнаруживается недостаточное давление топлива в магистрали Common Rail. На основании этого симптома принимается решение о том, что неисправна топливная система. После выполнения диагностики обнаруживается, что неисправным компонентом является топливный насос высокого давления. Дальнейший осмотр позволяет прийти к выводу, что причиной неисправности соответствующего компонента стало загрязнение топливного бака.

### Основные проверки, выполняемые при выявлении неисправности

- Перед тем как приступить к более сложным проверкам электрооборудования, при выявлении неисправности дизельного двигателя следует выполнить следующие основные проверки.

**ПРИМ:** Если клиент заявляет о невозможности запустить двигатель или сложностях с его запуском, то следует проверить правильность выполнения этапов запуска двигателя (включая подогрев). Если выяснится, что запуск двигателя выполнялся правильно, то следует впрыснуть легко воспламеняющуюся жидкость «Start Pilot» во впускной коллектор, одновременно проворачивая двигатель при помощи стартера. Если после этого двигатель запустится, то причина неисправности может крыться в топливной системе. Если же двигатель не запустится, то причиной неисправности является механика двигателя.

### Механика двигателя

- Измерить компрессию.
- Проверить падение давления.
- Проверить фазы газораспределения.
- Проверить зазор клапанов.
- Проверить моторное масло на предмет возможных загрязнений (например, дизельным топливом, охлаждающей жидкостью).
- Проверить охлаждающую жидкость на предмет загрязнений (например, моторным маслом, дизельным топливом).

### Впускная система

- Проверить состояние воздушного фильтра.
- Проверить впускную систему на предмет негерметичности или доступа масла.
- Проверить турбокомпрессор.
- Проверить срабатывание клапана регулировки давления наддува (турбонагнетатель с неизменяемой геометрией турбины).
- Проверить срабатывание лопаток (турбокомпрессор с изменяемой геометрией турбины).

## Топливная система

- Проверить количество дизельного топлива в топливном баке.
- Проверить дизельное топливо на предмет загрязнений (например, твердыми частицами, водой, бензином).
- Проверить герметичность компонентов топливной системы.
- Проверить топливопроводы на герметичность и наличие изломов.
- Проверить топливный фильтр на предмет засорения (например, парафиновыми кристаллами).
- Проверить вентилирование топливного бака.
- Проверить давление топлива.

## Система выпуска отработавших газов

- Проверить компоненты системы выпуска отработавших газов на предмет негерметичности.
- Проверить окислительный катализатор/сажевый фильтр на предмет засорения.
- Проверить работу системы рециркуляции отработавших газов (EGR).
- Проверить срабатывание впускного запорного клапана.
- Проверить вентилирование картера.
- Проверить отработавшие газы на предмет задымления.

**ПРИМ:** Чрезмерное дымообразование указывает на неверный момент начала впрыска топлива или наличие охлаждающей жидкости в цилиндрах. Образование чрезмерного количества сажи указывает на неполное сжигание топлива, причиной которого могут быть недостаточное давление сжатия, неисправные форсунки, неисправный турбонагнетатель или неисправность системы рециркуляции отработавших газов (EGR).

## Система управления

- Проверить срабатывание предохранителей и реле.
- Проверить состояние всех электрических соединений, включая замыкания на кузов.
- Проверить состояние аккумуляторной батареи.
- Проверить состояние стартера.
- Проверить срабатывание свечей накаливания.

## Список сокращений

---

<b>ABS</b>	<b>Antilock Brake System</b> Антиблокировочная система тормозов	<b>CPU</b>	<b>Central Processing Unit</b> Центральный процессор
<b>A/C</b>	<b>Air Conditioning</b> Система кондиционирования воздуха	<b>DC</b>	<b>Direct Current</b> Постоянный ток
<b>APP</b>	<b>Accelerator Pedal Position</b> Положение педали акселератора	<b>DIN</b>	<b>Deutsche Industrie Norm</b> Германский промышленный стандарт
<b>BARO</b>	<b>Barometric Pressure</b> Атмосферное давление	<b>DLC</b>	<b>Data Link Connector</b> Диагностический разъем
<b>BPP</b>	<b>Brake Pedal Position</b> Положение педали тормоза	<b>DPF</b>	<b>Diesel Particulate Filter</b> Дизельный сажевый фильтр
<b>CAN</b>	<b>Controller Area Network</b> Сеть контроллеров	<b>DSC</b>	<b>Dynamic Stability Control</b> Динамическая система стабилизации курсовой устойчивости
<b>СКР</b>	<b>Crankshaft Position</b> Положение коленчатого вала	<b>DTC</b>	<b>Diagnostic Trouble Code</b> Код неисправности
<b>СМР</b>	<b>Camshaft Position</b> Положение распределительного вала	<b>ECT</b>	<b>Engine Coolant Temperature</b> Температура охлаждающей жидкости двигателя
<b>СМДТС</b>	<b>Continuous Memory Diagnostic Trouble Code</b> Долговременное ЗУ кодов неисправностей	<b>EEPROM</b>	<b>Electrically Erasable Programmable ROM</b> Электронно перепрограммируемая постоянная память
<b>CO</b>	<b>Carbon Monoxide</b> Оксид углерода	<b>EGR</b>	<b>Exhaust Gas Recirculation</b> Рециркуляция отработавших газов
<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>Carbon Dioxide</b> Углекислый газ	<b>EGRVP</b>	<b>EGR Valve Position</b> Положение клапана рециркуляции отработавших газов
<b>СРР</b>	<b>Clutch Pedal Position</b> Положение педали сцепления		

## Список сокращений

---

<b>FACM</b>	<b>Fuel Additive Control Module</b> Блок управления подачей топливной присадки	<b>ISV</b>	<b>Intake Shutter Valve</b> Впускной запорный клапан
<b>FAME</b>	<b>Fatty Acid Methyl Ester</b> Метилловые сложные эфиры жирных кислот	<b>KAM</b>	<b>Keep Alive Memory</b> Долговременное запоминающее устройство
<b>EEPROM</b>	<b>Flash EEPROM</b> Флэш-память	<b>KOEO</b>	<b>Key On, Engine Off</b> Зажигание включено, двигатель выключен
<b>FGT</b>	<b>Fixed Geometry Turbine</b> Постоянная геометрия турбины	<b>KOER</b>	<b>Key On, Engine Running</b> Зажигание включено, двигатель работает
<b>FLT</b>	<b>Fuel Temperature</b> Температура топлива	<b>MAF</b>	<b>Mass Air Flow</b> Массовый расход воздуха
<b>GMR</b>	<b>Giant Magneto Resistance</b> Гигантская магниторезистивность	<b>MAP</b>	<b>Manifold Absolute Pressure</b> Абсолютное давление во впускном коллекторе
<b>HC</b>	<b>Hydro Carbon</b> Углеводород	<b>MID</b>	<b>Multi Information Display</b> Многофункциональный дисплей
<b>H<sub>2</sub>O</b>	<b>Water</b> Вода	<b>MIL</b>	<b>Malfunction Indicator Light</b> Индикатор неисправности
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	<b>Sulphuric Acid</b> Серная кислота	<b>M-MDS</b>	<b>Mazda - Modular Diagnostic System</b> Модульная диагностическая система Mazda
<b>HO<sub>2</sub>S</b>	<b>Heated O<sub>2</sub> Sensor</b> Обогреваемый лямбда-зонд	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>Oxides of Nitrogen</b> Оксиды азота
<b>HU/CM</b>	<b>Hydraulic Unit / Control Module</b> Гидравлический модуль / Блок управления	<b>NTC</b>	<b>Negative Temperature Coefficient</b> Отрицательный температурный коэффициент
<b>IAT</b>	<b>Intake Air Temperature</b> Температура всасываемого воздуха		

## Список сокращений

<b>OBD</b>	<b>On-Board Diagnostic</b> Бортовая диагностика	<b>ROM</b>	<b>Read Only Memory</b> Постоянное запоминающее устройство
<b>PATS</b>	<b>Passive Anti-Theft System</b> Пассивная противоугонная система	<b>RPM</b>	<b>Revolutions Per Minute</b> Оборотов в минуту (частота вращения двигателя)
<b>PAH</b>	<b>Polycyclic Aromatic Hydrocarbons</b> Полициклические ароматические углеводороды	<b>SCR</b>	<b>Selective Catalytic Reduction</b> Селективная каталитическая нейтрализация
<b>PCM</b>	<b>Powertrain Control Module</b> Блок управления двигателем	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>Sulphur Dioxide</b> Диоксид серы
<b>PCV</b>	<b>Positive Crankcase Ventilation</b> Вентилирование картера двигателя	<b>SST</b>	<b>Special Service Tool</b> Специальный сервисный инструмент
<b>PID</b>	<b>Parameter Identification</b> Идентификация параметров	<b>VBC</b>	<b>Variable Boost Control</b> Управление регулировкой усиления
<b>PM</b>	<b>Particulate Matter</b> Твердые частицы	<b>VDA</b>	<b>Verband Der Automobilindustrie e.V.</b> Ассоциация автомобильной промышленности (Германия)
<b>PNP</b>	<b>Park/Neutral Position</b> Положение парковки/нейтрали	<b>VGT</b>	<b>Variable Geometry Turbine</b> Турбина с изменяемой геометрией
<b>PSP</b>	<b>Power Steering Pressure</b> Давление гидроусилителя руля	<b>VSC</b>	<b>Variable Swirl Control</b> Управление регулировкой вихревого движения
<b>PTC</b>	<b>Positive Temperature Coefficient</b> Положительный температурный коэффициент		
<b>RAM</b>	<b>Random Access Memory</b> Запоминающее устройство с произвольной выборкой		

## Список сокращений

---

Замечания: