

Система впрыска топлива — бензиновые двигатели

Двигатели автомобилей BMW оснащаются системой Motronic, разработанной фирмой Bosch. Эта система, включающая в себя собственно систему впрыска и систему зажигания, известна также под аббревиатурой DME (цифровая электронная система управления двигателем). Управление впрыском топлива и зажиганием осуществляется цент-

ральным блоком управления. В этой главе описана в основном та часть системы DME, которая отвечает за впрыск топлива.

Система впрыска рассчитана на длительный срок службы, не требует регулярного технического обслуживания и крайне редко нуждается в ремонте. Для диагностики и ремонта системы впрыска требуются дорогие приборы и специальные знания.

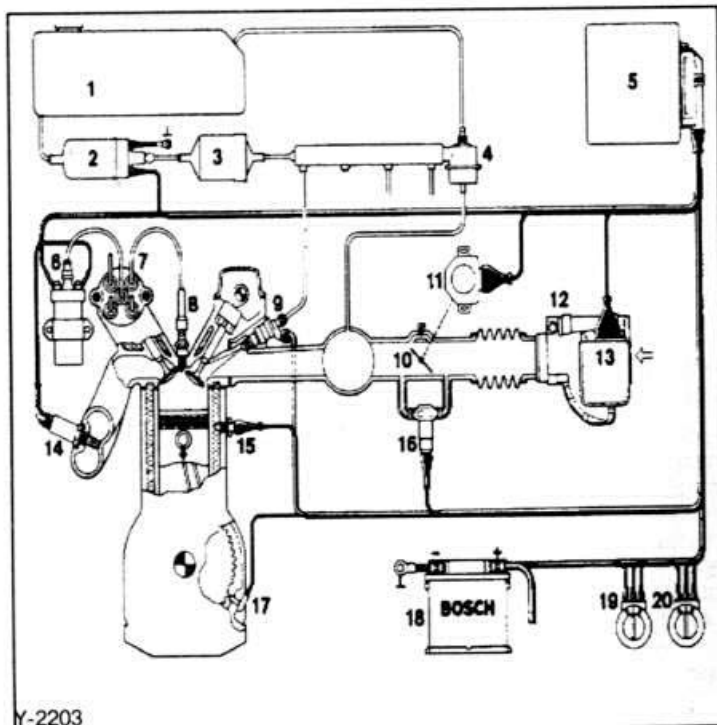


Схема системы Motronic

- 1 - топливный бак
- 2 - топливный насос
- 3 - топливный фильтр
- 4 - регулятор давления топлива
- 5 - электронный блок управления
- 6 - катушка зажигания
- 7 - распределитель высокого напряжения
- 8 - свеча зажигания
- 9 - форсунка
- 10 - дроссельная заслонка
- 11 - датчик положения дроссельной заслонки
- 12 - измеритель расхода воздуха
- 13 - потенциометр и датчик температуры воздуха
- 14 - датчик кислорода (лямбда-зонд)
- 15 - датчик температуры охлаждающей жидкости
- 16 - регулятор холостого хода
- 17 - индуктивный датчик углового положения коленчатого вала
- 18 - аккумуляторная батарея
- 19 - выключатель зажигания
- 20 - выключатель системы кондиционирования

Принцип действия систем Motronic DME M1.1 и M1.7

Топливо подается из топливного бака топливным насосом погружного типа через топливный фильтр в топливную рампу и далее к форсункам. Регулятор давления обеспечивает постоянное давление топлива в топливной рампе на уровне 3,0 бар (в моделях 520i — 2,5 бар). Форсунки с электрическим управлением обеспечивают импульсный впрыск топлива во впускной канал перед впуск-

ным клапаном. Порядок работы форсунок — последовательно-чередующийся, т.е. за один оборот коленчатого вала срабатывают форсунки цилиндров 2-4-6 или 1-3-5 (для Motronic M1.7 в моделях 518i: 1-3 или 2-4).

Воздух поступает в цилиндры через воздухоочиститель и впускной коллектор. Его количество контролируется измерителем расхода воздуха. В корпусе измерителя расположена заслонка, отклоняющаяся потоком воздуха на определенный угол. Угловое положение заслонки определяет расход

воздуха. С заслонкой связан переменный резистор, сигнал с которого поступает в блок управления.

В зависимости от расхода воздуха и числа оборотов двигателя, блок управления изменяет время открытого состояния форсунок и тем самым количество топлива, впрыскиваемого в цилиндры. Длительность впрыска изменяется также по сигналам других датчиков, помогающих определить оптимальный состав горючей смеси на разных режимах работы двигателя.

- Датчик положения дроссельной заслонки связан с осью дроссельной заслонки. Его контакты замкнуты при закрытой дроссельной заслонке. Сигнал с этого датчика прежде всего используется для управления работой двигателя в режиме принудительного холостого хода: когда дроссельная заслонка закрыта и частота вращения превышает определенную величину, блок управления прекращает подачу топлива.

- Реле включения топливного насоса находится в блоке реле в правой задней части моторного отсека. Оно управляет работой топливного насоса. Когда прекращается поступление импульсов с датчика углового положения коленчатого вала при включенном зажигании (например, при заглохшем двигателе), схема управления выключает топливный насос.

- Датчик углового положения коленчатого вала установлен на кронштейне с правой стороны блока цилиндров. Он служит для определения моментов впрыска и зажигания, а также частоты вращения коленчатого вала двигателя.

- Лямбда-зонд (датчик кислорода) устанавливается в автомобилях с каталитическим нейтрализатором. Он определяет содержание кислорода в отработавших газах и выдает соответствующий электрический сигнал на блок управления. Блок управления изменяет количество впрыскиваемого топлива так, чтобы обеспечить максимальную нейтрализацию токсичных составляющих.

- Регулятор холостого хода изменяет количество воздуха, поступающего в обход дроссельной заслонки в режиме холостого хода. Благодаря этому частота вращения на холостом ходу поддерживается постоянной независимо от нагрузки на двигатель (например, при работе гидроусилителя рулевого управления или включении кондиционера). Управление регулятором осуществляется блоком управления системы впрыска.

- Электронный блок управления расположен в моторном отсеке за опорой правой амортизационной стойки.

Система Motronic DME M3.1 в 4-клапанных двигателях


Система DME M3.1, устанавливаемая в моделях 520i и 525i с мая 1990 г., является дальнейшим развитием системы Motronic M1.1. Она имеет блок управления с большей вычислительной мощностью. Основные отличия от предыдущей системы заключаются в следующем.

- Вместо измерителя потока воздуха установлен **измеритель массового расхода воздуха**. Он имеет следующие преимущества: автоматическая компенсация изменений температуры и давления воздуха, отсутствие движущихся

частей и вследствие этого минимальный износ. Принцип работы этого измерителя заключается в следующем. Нагреваемая протекающим током проволока охлаждается потоком воздуха. Для поддержания постоянной температуры проволоки ток накала изменяется в зависимости от плотности и температуры потока воздуха. По изменению тока накала система Motronic определяет массовый расход воздуха и изменяет соответствующим образом количество впрыскиваемого топлива.

- Система зажигания не имеет движущихся частей и вследствие этого не подвержена износу (кроме свечей зажигания), см. главу "Система зажигания". Система контроля высокого напряжения отключает систему зажигания при возникновении неисправностей (например, при повреждении проводов высокого напряжения).

- В моделях с автоматической коробкой передач управление трансмиссией и двигателем объединено, что позволяет более оптимальным образом выбирать режим работы и смягчать переключение передач.

 **Внимание:** для предотвращения загрязнения и повреждения системы впрыска необходимо соблюдать правила, приведенные ниже.

Правила соблюдения чистоты при работе с системой впрыска

- Перед разборкой тщательно очищайте соединения и прилегающие участки бензином или специальным очистителем.

- Снятые детали размещайте на чистой поверхности и накрывайте пленкой или бумагой. Не используйте ворсистые тряпки! Устанавливайте только чистые детали.

- При открытой системе по возможности не работайте со сжатым воздухом и не передвигайте автомобиль.

Меры предосторожности при работе с системой впрыска

- Запускайте двигатель **только** при надежно подключенной аккумуляторной батарее.

- Никогда не отключайте аккумуляторную батарею при работающем двигателе.

- Отсоединяйте аккумуляторную батарею от бортовой сети при ее ускоренном заряде от внешнего зарядного устройства. Не используйте зарядное устройство для запуска двигателя.

- Перед проверкой системы впрыска убедитесь в нормальной работе системы зажигания.

- Не подвергайте блок управления действию температур выше +80° С.

- Не отсоединяйте и не присоединяйте многоконтактный разъем блока управления при включенном зажигании.

- При проверке компрессии отключайте питание реле топливного насоса, снимая главное реле системы впрыска.

- Топливо в системе находится под давлением. Перед снятием и заменой деталей необходимо снять давление в системе. Для этого осторожно отсоедините подающий топливопровод, положив под него тряпку. Давление в системе сбрасывается само (без отсоединения топливопроводов) через несколько часов после остановки двигателя.

Регистратор неисправностей

Неисправности, возникшие в системе зажигания или впрыска топлива во время движения, запоминаются в блоке управления. Одновременно включается аварийная программа, позволяющая продолжать движение. При остановленном двигателе можно считать код неисправности из памяти блока управления с помощью диагностического прибора BMW.

В блоке управления запоминаются следующие неисправности: короткие замыкания, обрывы, выход за границы допустимых диапазонов и нераспознанное функционирование. При этом запомненная неисправность может находиться в элементах системы впрыска, соединительных проводах или в самом блоке управления. Кроме того, вместе с кодом неисправности из памяти блока управления может быть считана частота ее появления.



Внимание: при отсоединении аккумуляторной батареи или многоконтактного разъема блока управления содержимое памяти стирается.

В память может быть последовательно занесено до 5 неисправностей. При превышении этого количества данные об одной из предыдущих неисправностей стираются.

Код неиспр-ти	Отказавший элемент /неисправность/ возможная причина
01	Блок управления DME — ошибка программы 03
04	Реле включения топливного насоса — короткое замыкание положительного провода
05	Регулятор холостого хода (открыт) — обрыв/короткое замыкание
06	Клапан продувки адсорбера — обрыв/короткое замыкание
10	Измеритель расхода воздуха — обрыв/короткое замыкание
15	Лямбда-регулирование — состав горючей смеси сильно отличается от нормы
16	■ неправильное давление топлива
17	■ неисправны или засорены форсунки
22	■ неисправен датчик температуры охлаждающей жидкости
28	■ ненормальная подача воздуха
37	■ неисправность системы улавливания паров бензина
16	Отказ лампы (только в моделях для США)
16	Форсунки 1, 3, 5 — обрыв/короткое замыкание
17	Форсунки 2, 4, 6 — обрыв/короткое замыкание
22	Регулятор холостого хода (закрыт) — обрыв/короткое замыкание
28	Лямбда-зонд — обрыв/короткое замыкание
37	Напряжение питания блока управления больше
16	В или меньше 10 В
	■ падение напряжения на плохих контактах в цепи питания
	■ недостаточное натяжение приводного ремня генератора
	■ неисправен генератор или регулятор напряжения
44	Датчик температуры всасываемого воздуха — обрыв/короткое замыкание
45	Датчик температуры охлаждающей жидкости — обрыв/короткое замыкание
51	Нарушен угол опережения зажигания — только для моделей с AEGS
53	Выключатель холостого хода — замкнут на массу контакт датчика положения дроссельной заслонки или контакт блока управления
60	Дальнейшая работа двигателя невозможна

Проверка частоты оборотов холостого хода и содержания СО в отработавших газах



Внимание: в системе Motronic частота оборотов холостого хода определяется регулятором холостого хода, имеющим электронное управление, и не подлежит регулировке в процессе эксплуатации. Содержание СО в автомобилях с каталитическим нейтрализатором также не регулируется. Описанные проверки не входят в техническое обслуживание.

- Отключите всю электрическую нагрузку.
- Проверьте состояние фильтрующего элемента воздушного фильтра.
- Прогрейте двигатель до рабочей температуры, при этом температура масла должна быть не менее +60°C.



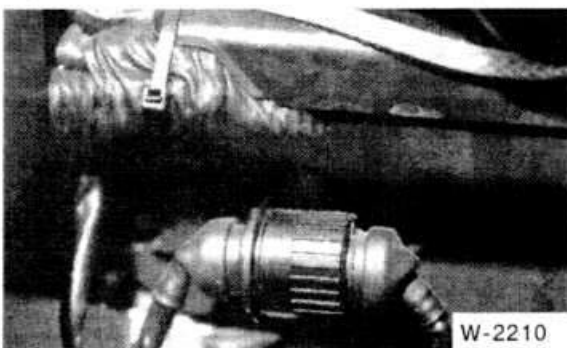
Внимание: присоединяйте измерительные приборы только при выключенном зажигании.

- Присоедините тахометр к выводам 1 (-) и 15 (+) катушки зажигания.



W-2211

- Присоедините газоанализатор к выпускному коллектору. Для этого требуется вывернуть заглушки в правой и левой секциях коллектора. На станциях техобслуживания используется газоанализатор BMW-130090 с переходником BMW-130100.



W-2210

- Отсоедините разъем лямбда-зонда, расположенный на перегородке моторного отсека, для чего отверните гайку с накаткой.
- Запустите двигатель и оставьте его на холостом ходу.
- Проверьте угол опережения зажигания (см. стр. 58).

- Проверьте частоту оборотов холостого хода и содержание СО. Требуемые значения приведены на стр. 90.
- Если измеренные значения не лежат в допустимых пределах, проверьте впускную систему на отсутствие утечек. Для этого запустите двигатель и оставьте его на холостом ходу. Нанесите кистью бензин на все соединения впускного тракта. При увеличении частоты вращения в местах утечек будет подсасываться воздух. В этом случае замените соответствующие прокладки.

Внимание: не допускайте попадания бензина на нагретые детали и систему зажигания, огнеопасно! Не вдыхайте пары бензина — высокотоксично!

- Если содержание СО не лежит в пределах нормы, это может быть вызвано следующими причинами: неисправностью форсунки (или форсунок), неправильным давлением топлива, неисправностью датчика температуры охлаждающей жидкости.
- При пониженном содержании СО проверьте, нет ли утечек в шлангах и соединениях регулятора холостого хода.

Проверка работы лямбда-зонда



- Пережмите вакуумный шланг регулятора давления топлива. **Внимание:** перед этим двигатель должен быть остановлен.
- Запустите двигатель, при этом содержание СО будет увеличено.
- Присоедините разъем лямбда-зонда. Содержание СО должно вернуться к норме.
- Остановите двигатель.
- Снимите зажим с вакуумного шланга.
- Отсоедините измерительные приборы.

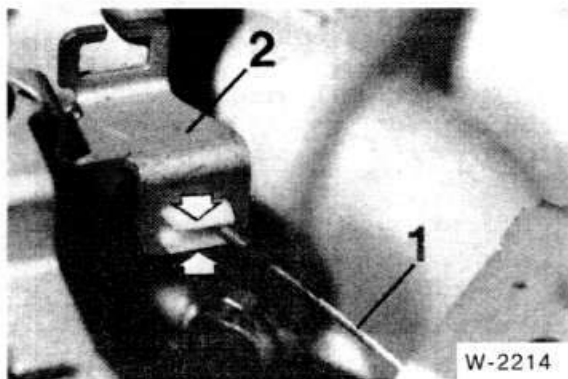
Регулировка троса привода дроссельной заслонки



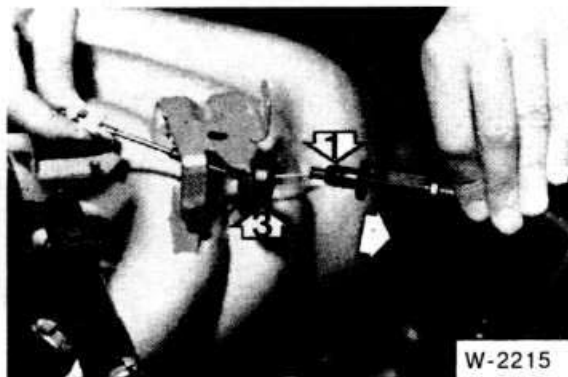
Внимание: трос привода дроссельной заслонки очень чувствителен к перегибам и требует осторожного обращения при установке. Один легкий изгиб может привести в процессе эксплуатации к разрыву троса. Не устанавливайте трос при наличии на нем перегибов.

- Нажмите до упора педаль управления дроссельной заслонкой и зафиксируйте в этом положении, вставив подходящую распорку (доску) между pedalю и сиденьем.
- Переведите рычаг управления дроссельной заслонкой в положение, соответствующее полному открытию заслонки, и вращением регулировочной гайки натяните трос.
- Отпустите педаль.

Отсоединение троса от рычага управления дроссельной заслонкой



- Нажмите на рычаг управления дроссельной заслонкой (2), чтобы снять давление с наконечника троса.
- Вытолкните наконечник троса из держателя с помощью маленькой отвертки.
- Сожмите держатель, выведите его из отверстия в рычаге и отсоедините от троса (1).
- Выведите трос из прорези в рычаге вниз.



- Выньте наконечник оболочки троса (1) из резиновой втулки (3).
- Вытяните трос через резиновую втулку.

Присоединение

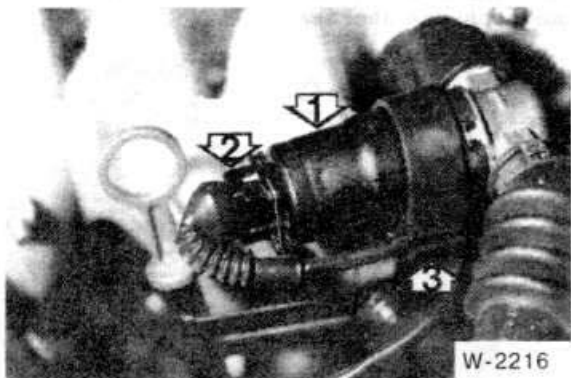
- Проденьте трос через резиновую втулку и вставьте в нее наконечник оболочки троса.
- Наденьте пластмассовый держатель на трос.
- Нажмите на рычаг управления дроссельной заслонкой, введите трос в прорезь рычага, вставьте и защелкните фиксатор. Вдавите наконечник троса в держатель.
- Проверьте регулировку троса.

Проверка, снятие и установка регулятора холостого хода



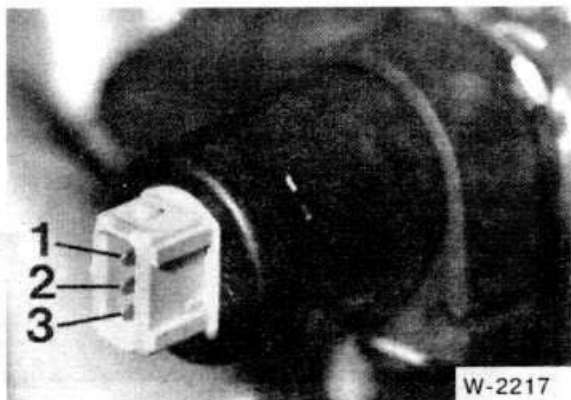
Внимание: чтобы проверить, работает ли клапан регулятора холостого хода, положите руку на клапан. При работающем двигателе клапан должен вибрировать в такт подаваемым на него импульсам напряжения.

Снятие



- Отсоедините разъем (2) от регулятора холостого хода (1). Фотография относится к двигателю M20, в двигателе M50 регулятор расположен под впускным коллектором.
- Снимите провод из зажима (3).
- Отсоедините регулятор от шлангов и снимите.

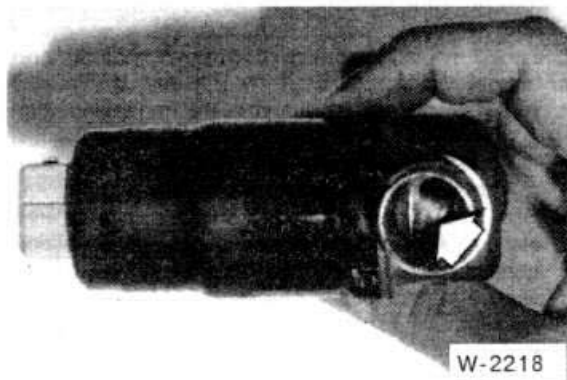
Проверка сопротивления



- Присоединяя омметр к контактам регулятора, проверьте следующие сопротивления: между контактами 1 и 3: около 40 Ом; между контактами 2 и 1 или 2 и 3: около 20 Ом.

Проверка функционирования

- Присоедините разъем питания к регулятору холостого хода.



- Полностью откройте или закройте отверстие клапана, повернув поршень.
- Включите зажигание. Поршень должен открыть примерно 50% сечения отверстия и оставаться в этом положении.

Установка

- Присоедините регулятор к шлангам.
- Присоедините разъем к регулятору и вдавите провод в зажим.

Проверка, снятие и установка датчика температуры охлаждающей жидкости

Датчик температуры передает информацию о температуре охлаждающей жидкости в блок управления. В датчике использован термочувствительный элемент с отрицательным температурным коэффициентом, сопротивление которого падает с увеличением температуры. При отказе датчика блок управления принимает температуру охлаждающей жидкости равной +80° С. Это примерно соответствует температуре для прогретого двигателя, но приводит к тому, что при низких наружных температурах холодный двигатель запускается с трудом и неустойчиво работает на холостом ходу.

Проверка

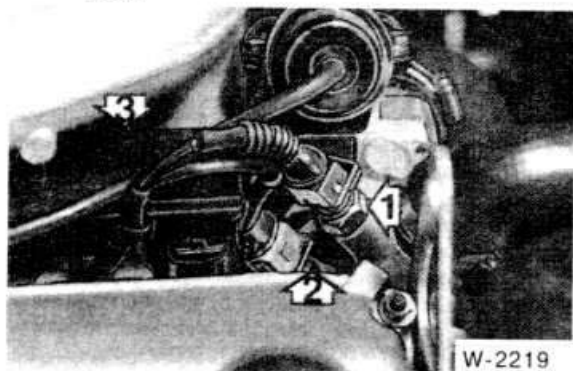
- Отсоедините разъем от датчика.
- Присоедините к выводам датчика омметр.
- Измерьте сопротивление и сравните с приведенным в таблице на стр. 90. При температурах, отличающихся от указанных в таблице, возможны промежуточные значения.
- Если сопротивление не соответствует приведенному в таблице, снимите датчик.

- Подвесьте датчик на проволоке в сосуде с водой так, чтобы он не касался стенок. Охладите воду льдом, а затем нагрейте на плитке. При достижении температур, указанных в таблице, вынимайте датчик и измеряйте сопротивление между его выводами. Если значения сопротивлений не лежат в допустимых пределах, замените датчик.
- Если датчик температуры исправен, присоедините вольтметр между контактом разъема датчика и массой.
- Включите зажигание. Напряжение должно составлять около 5 В. При отсутствии напряжения проверьте провод питания датчика на обрыв.
- Если это не дало результатов, проверьте провод массы.
- Если датчик и провода в порядке, неисправность находится в блоке управления.

Снятие



Внимание: перед снятием датчика слейте часть охлаждающей жидкости и сохраните ее для повторного использования (см. стр. 266).



- Отсоедините разъем.
- Выверните датчик температуры (2) системы DME. 1 — датчик указателя температуры на панели приборов.

Установка

- Вверните датчик с новым уплотнительным кольцом и затяните моментом 12 - 14 Н·м (18 ± 1 Н·м для дизельных двигателей). **Внимание:** не превышайте указанный момент затяжки.
- Присоедините разъем. Голубой разъем принадлежит датчику температуры системы DME, черный — датчику указателя температуры.



Внимание: в двигателе M20 нажмите на колодку разъемов (3) возле каждой форсунки, чтобы убедиться в надежности контакта.

- Залейте охлаждающую жидкость (см. стр. 266).
- Удалите воздух из системы охлаждения.
- После пробной поездки проверьте, нет ли течи вокруг датчика и при необходимости слегка подяните датчик.

Снятие, проверка и установка клапана продувки адсорбера

Двигатели M20 и M30

Клапан продувки адсорбера регулирует поток паров бензина, поглощенных (адсорбированных) активированным углем. Адсорбер расположен в левой передней части моторного отсека. При остановленном двигателе в нем поглощаются пары бензина из топливного бака. При запуске двигателя пары бензина отсасываются из адсорбера и сжигаются в цилиндрах.

Снятие



- Отсоедините разъем от клапана, оттянув фиксирующую скобу.
- Отверните клапан от кронштейна.
- Отсоедините шланги продувки и снимите клапан.

Проверка

- Наденьте на входной патрубок (диаметром 8 мм) шланг с присоединенным к нему вакуумным насосом.
- Подайте на клапан напряжение 12 В вспомогательными проводами. Плюс (+) подается на красно-белый вывод, минус (-) — на коричневый вывод.
- Создайте вакуумным насосом разрежение 600 ± 100 мбар.
- За 20 секунд падение разрежения не должно превышать 50 мбар. В противном случае замените клапан.

Установка

- Присоедините шланги. Проверьте надежность и герметичность соединений.
- Приверните клапан.
- Присоедините разъем и зафиксируйте его скобой.

Технические данные системы впрыска бензиновых двигателей (DME)

Модель	520i	525i	530i	535i
Тип двигателя	M20	M20	M30	M30
Частота оборотов холостого хода, мин ⁻¹	760 ± 40	760 ± 40	800 ± 50	800 ± 50
Частота ограничения, мин ⁻¹	6400 ± 40	6400 ± 40	6400 ± 40	6200 ± 40
Содержание СО, %	0,7 ± 0,5	0,7 ± 0,5	0,7 ± 0,5	0,7 ± 0,5
Значения сопротивлений, измеренные при 23° ± 5° С				
Регулятор холостого хода (одна обмотка)	20 ± 2 Ом			
Форсунка	15 - 17 Ом			
Блок форсунок (3 форсунки)	5,5 ± 0,5 Ом			
Датчик частоты вращения/углового положения коленчатого вала	520 ± 30 Ом			
Датчик опознавания цилиндров	0,2 - 1,0 Ом			
Клапан продувки адсорбера	45 ± 20 Ом			
Датчик температуры охлаждающей жидкости				
при температуре 20° ± 3° С	2,3 - 2,7 кОм			
при температуре 80° ± 3° С	0,30 - 0,36 кОм			
при температуре -10° ± 3° С	8,20 - 10,5 кОм			
Датчик температуры всасываемого воздуха				
при температуре 20° ± 3° С	2,5 - 2,7 кОм			
при температуре 50° ± 3° С	0,76 - 0,91 кОм			

Определение неисправностей системы впрыска

Перед поиском причин неисправности по таблице, убедитесь в правильности своих действий при запуске. При запуске как холодного, так и прогретого двигателя педаль управления дроссельной заслонкой не должна быть нажата. При запуске горячего двигателя нажмите педаль на половину ее хода и удерживайте, пока двигатель не заработает.

Убедитесь также, что в баке находится достаточное количество топлива, механизмы двигателя в порядке, зазор в клапанах соответствует норме, аккумуляторная батарея заряжена, стартер вращается с нормальной частотой, система зажигания исправна, система питания не засорена и не имеет утечек, система вентиляции картера исправна, все соединения с массой (двигатель-трансмиссия-кузов) имеют надежный контакт. **Внимание:** при отсоединении топливных шлангов их необходимо предварительно очистить бензином.

Неисправность	Причина	Способ устранения
Двигатель не запускается	Топливный насос не работает при включении стартера	<ul style="list-style-type: none"> ■ Проверьте предохранитель N 23 ■ Проверьте напряжение на насосе. Убедитесь в надежности контактов
	Неисправно реле включения топливного насоса	<ul style="list-style-type: none"> ■ Проверьте реле топливного насоса. Оно расположено в блоке реле и имеет коричневый цвет в двигателях M20 и оранжевый — в двигателях M30
	Неисправны форсунки	<ul style="list-style-type: none"> ■ Проверьте форсунки, неисправные замените
Затруднен запуск холодного двигателя, неровная работа на холостом ходу	Неисправен измеритель расхода воздуха	<ul style="list-style-type: none"> ■ Проверьте измеритель расхода воздуха
	Содержание СО не соответствует норме	<ul style="list-style-type: none"> ■ Проверьте содержание СО и частоту оборотов холостого хода
	Неисправен датчик температуры охлаждающей жидкости	<ul style="list-style-type: none"> ■ Проверьте датчик
	Понижено давление топлива	<ul style="list-style-type: none"> ■ Проверьте давление топлива

Неисправность	Причина	Способ устранения
Затруднен запуск прогретого двигателя, неровная работа на холостом ходу	Утечки в системе впуска воздуха	■ Проверьте прокладки и соединения
Двигатель глохнет	Неустойчивый контакт в цепи питания топливного насоса	■ Проверьте разъемы и провода насоса, измерителя расхода воздуха и реле включения насоса. Очистите контакты, замените неисправные детали
	Низкое качество бензина, воздушные пробки	■ Залейте нормальный бензин
	Неисправен топливный фильтр	■ Замените фильтр
	Неисправен топливный насос	■ Замените насос
	Неисправны форсунки	■ Проверьте форсунки
	Неисправен датчик положения дроссельной заслонки	■ Проверьте датчик
Неправильная работа двигателя на переходных режимах	Утечки в системе впуска воздуха	■ Проверьте прокладки и соединения
	Неправильная работа регулятора холостого хода	■ Проверьте частоту оборотов холостого хода и работу лямбда-зонда
	Неисправен или неотрегулирован датчик положения дроссельной заслонки	■ Проверьте датчик
Горячий двигатель не запускается	Содержание СО не соответствует норме	■ Проверьте содержание СО и частоту оборотов холостого хода
	Повышено давление в системе питания	■ Проверьте давление топлива, при необходимости замените регулятор давления
	Засорен или пережат шланг обратного хода топлива между регулятором давления и топливным баком	■ Очистите или замените шланг
	Неисправен датчик температуры охлаждающей жидкости	■ Проверьте датчик
	Утечка в форсунках	■ Снимите форсунки, оставив провода подключенными, снимите главное реле (М20 — белое, М30 — красное) и включите ненадолго стартер. После этого в течение минуты из каждой форсунки не должно выходить более 2 капель топлива
	Неисправен измеритель расхода воздуха	■ Проверьте измеритель расхода воздуха
	Утечки в системе впуска воздуха	■ Проверьте прокладки и соединения