

# Система впрыска топлива — дизельные двигатели

## Принцип работы дизельного двигателя

В цилиндры дизельного двигателя поступает чистый воздух, который затем сжимается до большого давления. В результате сжатия температура воздуха становится выше температуры воспламенения дизельного топлива. Когда поршень находится вблизи верхней мертвой точки такта сжатия, в цилиндр впрыскивается топливо, которое самовоспламеняется в сильно сжатом и нагретом до температуры около 600°С воздухе. Таким образом, в дизельном двигателе свечи зажигания не требуются.

На холодном двигателе воздух при сжатии может не нагреться до температуры самовоспламенения топлива. В этом случае требуется предпусковой разогрев. Для этого в каждой вихревой камере установлена свеча накаливания, подогревающая камеру сгорания. Для облегчения запуска холодного двигателя начало впрыска топлива смещается в сторону опережения. При раннем впрыске основная часть топлива поступает в более нагретый воздух. По мере прогрева двигателя до рабочей температуры начало впрыска автоматически смещается обратно. Угол начала впрыска, количество впрыскиваемого топлива и давление наддува определяются блоком управления системы DDE (цифровая электронная система управления дизельным двигателем).

Топливо подается из топливного бака топливным насосом в ресивер, откуда забирается топливным насосом высокого давления (ТНВД) и распределяется по

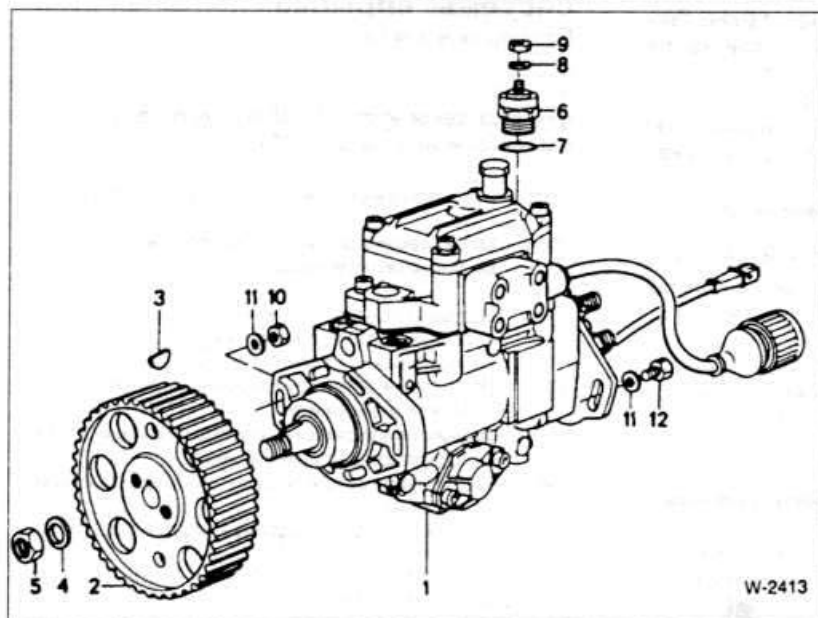
форсункам. ТНВД обеспечивает необходимое для впрыска давление топлива (около 160 бар) и распределение его по цилиндрам в порядке зажигания. Количество впрыскиваемого топлива определяется блоком управления DDE по сигналу с переменного резистора, связанного с педалью управления подачей топлива. Через форсунки топливо впрыскивается в определенные моменты в форкамеры соответствующих цилиндров. Благодаря специальной форме форкамеры (или вихревой камеры) воздух приводится в вихревое движение, что обеспечивает оптимальное смешивание топлива с воздухом.

Перед ТНВД топливо проходит через топливный фильтр, в котором оседают частицы грязи и вода. Замена фильтра должна обязательно производиться в регламентные сроки.

ТНВД не требует технического обслуживания. Все движущиеся части насоса смазываются дизельным топливом. Для привода ТНВД используется зубчатый ремень распределительного вала.

Для остановки дизельного двигателя используется специальный электромагнитный клапан, перекрывающий подачу топлива, так как из-за самовоспламенения топлива в камерах сгорания недостаточно только снять напряжение с системы зажигания. При выключении зажигания цепь питания клапана обесточивается, и клапан запирает канал подачи топлива. Тем самым гарантируется, что до срабатывания замка рулевого колеса подача топлива будет прекращена. При запуске двигателя на электромагнитный клапан через замок зажигания подается напряжение и клапан открывает топливный канал.

## Топливный насос высокого давления

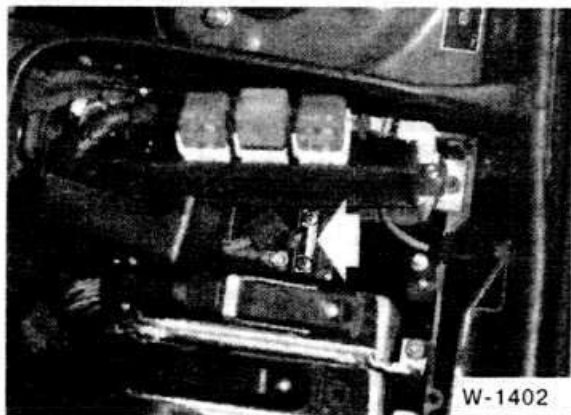


- 1 - топливный насос высокого давления
- 2 - зубчатый шкив
- 3 - шпонка
- 4 - шайба
- 5 - шестигранная гайка M12
- 6 - электромагнитный запорный клапан
- 7 - уплотнительное кольцо
- 8 - пружинная шайба
- 9 - шестигранная гайка
- 10 - передние крепежные гайки M8 (2 шт.)
- 11 - шайба
- 12 - задние крепежные болты M8 (2 шт.)

W-2413

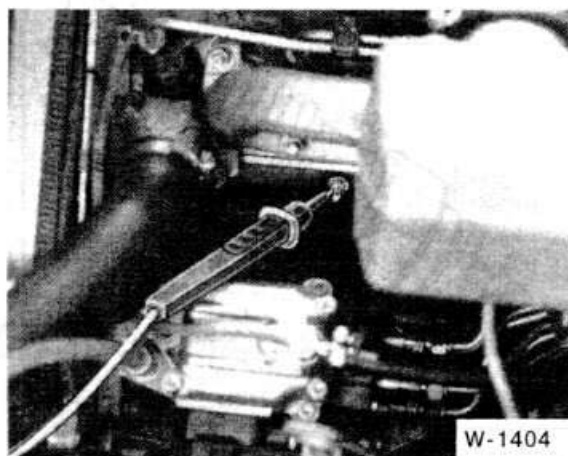
## Проверка свечей накаливания

**Условия проверки:** холодный двигатель (температура окружающей среды), полностью заряженная аккумуляторная батарея (напряжение батареи не менее 11,5 В).



W-1402

- Проверьте пластинчатый предохранитель на 80 А в блоке реле.
- Отсоедините провода от свечей накаливания.



W-1404

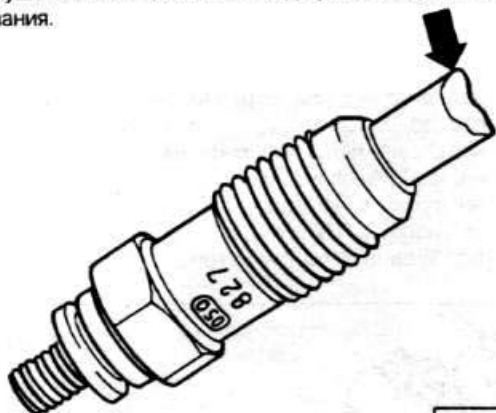
- Подключите пробник к положительному выводу батареи и затем последовательно к каждой свече накаливания.
- Если светодиод загорается, свеча накаливания исправна.
- Если светодиод не горит, свеча неисправна и подлежит замене. Момент затяжки свечей зажигания составляет **25 + 5 Н·м**, для свечей с диаметром 4": **20 + 1 Н·м**. **Внимание:** не превышайте указанные моменты затяжки, так как это приводит к сдвиганию кольцевого зазора между стержнем свечи и резьбовой частью и к преждевременному выходу свечи из строя.
- Затяните крепления проводов свечей накаливания моментом 5 Н·м.

### Проверка реле свечей накаливания

- Снимите реле времени свечей накаливания. Оно находится в блоке реле в задней правой части моторного отсека под главным реле и реле включения подогрева топливного фильтра.
- Подключите пробник к контакту 30 (+) и массе (-). Светодиод пробника должен загореться, индицируя наличие напряжения. В противном случае проверьте цепь питания реле от аккумуляторной батареи до разъема реле.
- Присоедините пробник к контакту 15 и массе. Включите зажигание. Светодиод пробника должен загореться, в противном случае проверьте цепь подачи напряжения от замка зажигания.
- Если светодиод при обеих описанных проверках загорался, проверьте провода свечей накаливания на обрыв и замените при необходимости. Если провода исправны, замените реле времени.

### Свечи накаливания с перегоревшими стержнями

Перегорание стержней свечей накаливания часто является следствием нарушений в работе форсунок. Эти нарушения нельзя относить к дефектам свечей накаливания.



28-291

При обнаружении свечей накаливания с подобным дефектом (указан стрелкой) нельзя ограничиться только заменой свечей. Необходимо также проверить работу форсунок (качество струи, отсутствие дребезга, давление и герметичность) на станции техобслуживания.

При этом необходимо обратить внимание на то, чтобы при подаче на форсунку коротких импульсов напряжения с частотой 4 - 6 имп/мин происходило хорошее распыление и надежное отсекаание струи.

## Коды неисправностей дизельной системы впрыска

Блок управления системы DDE имеет накопитель неисправностей, в котором запоминаются отказы системы питания. Система предпускового разогрева не охвачена самодиагностикой. Работа накопителя неисправностей описана на стр. 86.

### Коды неисправностей для модели 524td

Код	Отказавший элемент/неисправность/возможная причина
01	Датчик углового положения коленчатого вала — обрыв/короткое замыкание, ослабление крепления, увеличен зазор
02	Датчик температуры топлива — обрыв/короткое замыкание
03	Датчик температуры охлаждающей жидкости — обрыв/короткое замыкание
04	Датчик положения педали — обрыв/короткое замыкание
05	Датчик давления наддува — обрыв/короткое замыкание
06	Установочный потенциометр — обрыв/короткое замыкание
08	Регулятор расхода — обрыв/короткое замыкание
10	Схема управления скоростью — обрыв/короткое замыкание
11	Связь в блоке управления — обрыв/короткое замыкание между блоками "начало впрыска" и "количество топлива"
12	Датчик температуры всасываемого воздуха — обрыв/короткое замыкание
13	Линия передачи данных о числе оборотов — обрыв/короткое замыкание провода к контакту 8 блока управления
14	Датчик начала впрыска (в форсунке цилиндра 4) — обрыв/короткое замыкание
16	Электромагнитный клапан-регулятор угла опережения впрыска — обрыв/короткое замыкание

## Удаление воздуха из системы питания

После полной выработки топлива из бака или замены деталей системы питания удаление воздуха, как правило, не требуется, т.к. оно происходит автоматически при включении стартера.

При возникновении трудностей с запуском, для проверки подачи топлива к форсункам ослабьте наконечники гайки на двух форсунках и запускайте двигатель без предварительного разогрева, пока топливо не покажется из-под наконечных гаек. Затяните гайки моментом **20 Н·м** и запустите двигатель обычным образом.



**Внимание:** если не происходит автоматического удаления воздуха из системы питания, действуйте следующим образом.

- При работе с системой впрыска принимайте меры против ее загрязнения (см. стр. 78).
- Следите за тем, чтобы дизельное топливо не попало на шланги системы охлаждения. Если это все же произошло, шланги должны быть немедленно очищены. Поврежденные шланги необходимо заменить.

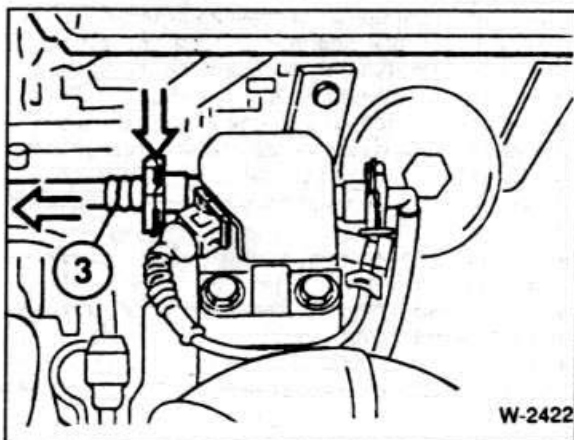
### Модель 524td

- Заполните дизельным топливом топливный насос высокого давления.
- Заполните топливный фильтр.
- Отверните резьбовую пробку (4) для удаления воздуха (см. рис. W-2412 на стр. 98).
- Прокручивайте двигатель стартером, пока топливо не будет выходить через отверстие. Затяните пробку моментом 15 Н·м. При появлении течи через пробку подтяните ее моментом 20 Н·м.

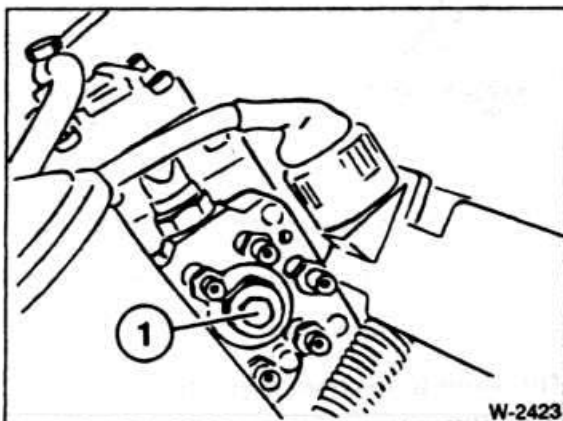


- Ослабьте все накидные гайки на топливопроводах форсунок. Прокручивайте двигатель стартером до выхода топлива из-под накидных гаек. Затяните гайки моментом 20 Н·м. При появлении течи подтяните гайки моментом 25 Н·м.

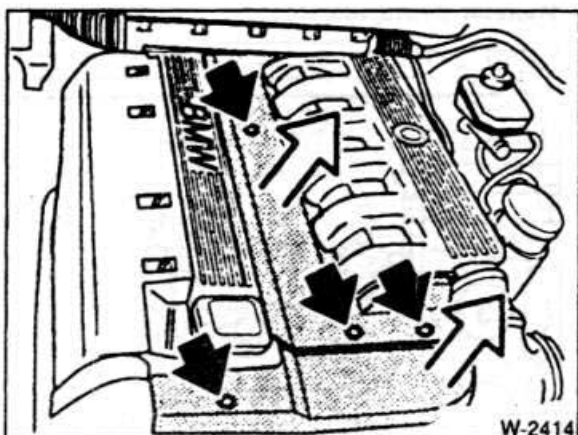
### Модели 525td/tds



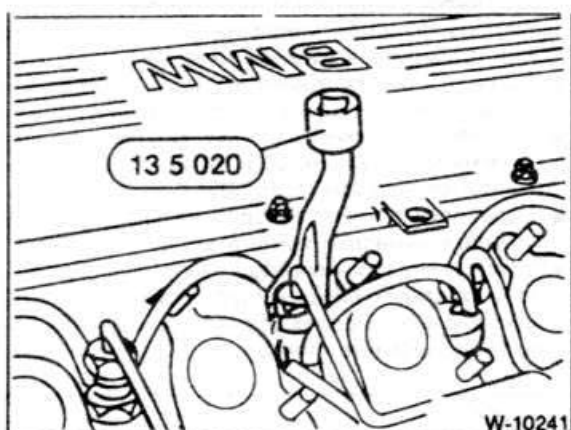
- Отсоедините топливопровод (3) топливного насоса высокого давления, присоединенный к топливному фильтру, нажав на фиксирующий зажим. Соберите вытекшее топливо.
- Вставьте в резьбу отверстия подходящий шланг, другой конец которого опустите в сосуд.
- Снимите реле включения топливного насоса и замкните контакты разъема реле, чтобы насос начал подавать топливо (см. стр. 78).
- Когда топливо начнет выходить из шланга, установите реле на место и снимите шланг.
- Присоедините топливопровод, нанеся предварительно на прокладки консистентную смазку, не содержащую кислоты. Поврежденные прокладки замените. Защелкните фиксатор.



- Отверните на два оборота резьбовую пробку (1) на топливном насосе высокого давления.
- Проворачивайте двигатель стартером, пока топливо не начнет выходить через пробку. Соберите вытекшее топливо.
- Затяните пробку моментом **25 Н·м**.



- Снимите кожухи впускного коллектора, отвернув болты.



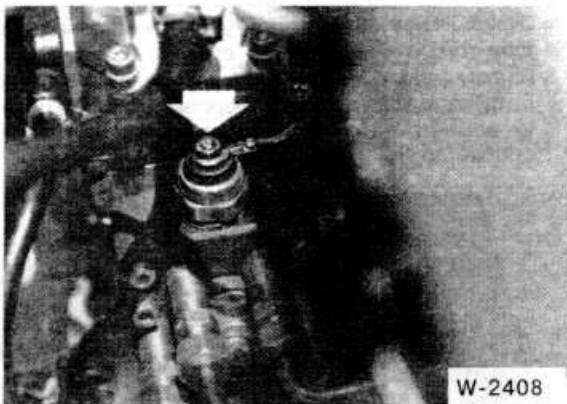
- Ослабьте накидные гайки топливопроводов форсунок специальным ключом, например, HAZET 4550. Прокручивайте двигатель стартером, пока топливо не начнет выходить из-под накидных гаек. Затяните гайки моментом 20 Н·м, при появлении течи подтяните моментом 25 Н·м. Эта процедура обеспечивает быстрое удаление воздуха.
- Тщательно вытрите топливо, вытекшее в моторный отсек.
- Установите на место кожухи.

### Проверка, снятие и установка запорного клапана

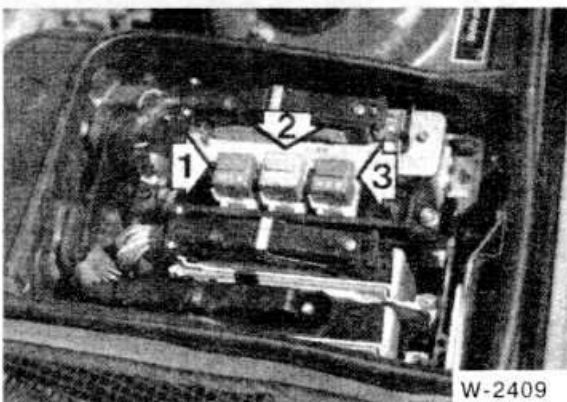
Электромагнитный запорный клапан расположен на топливном насосе высокого давления, над штуцерами топливопроводов. При включении зажигания на электромагнит подается напряжение с блока управления DDE и клапан открывает канал подачи топлива. В обесточенном состоянии поршень клапана перекрывает канал под действием пружины. Запорный клапан подлежит проверке, если двигатель не запускается.

### Проверка

- Включите зажигание. Должен быть слышен щелчок клапана.

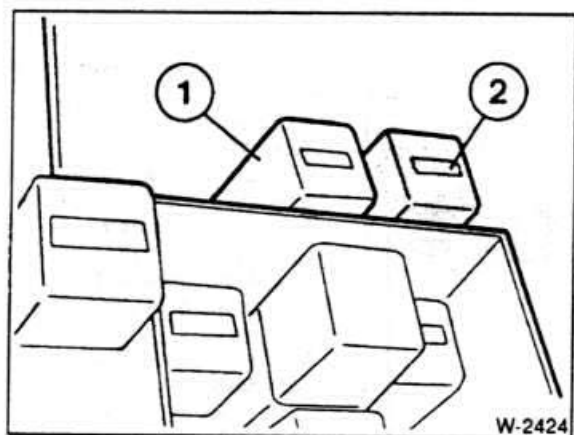


- Если щелчка не слышно, отверните провод от клапана и соедините клапан вспомогательным проводом с положительным выводом аккумуляторной батареи.



- **Модель 524td:** если при соединении с батареей клапан срабатывает, проверьте по схеме цепь питания клапана, а также наличие напряжения на блоке управления DDE и главном реле (1) (красного цвета). На рисунке также показаны: 2 — реле включения подогрева топливного фильтра (оранжевое); 3 — реле включения топливного насоса (коричневое).





- **Модели 525td/tds:** если при соединении с батареей электромагнит клапана срабатывает, проверьте по схеме цепь питания клапана, а также наличие напряжения на главном реле системы DDE (1) белого цвета и реле включения топливного насоса (2) оранжевого цвета, расположенных на блоке реле.
- Если электромагнит не срабатывает, замените клапан.

#### Снятие

- Отверните провод.
- Отверните запорный клапан рожковым ключом 24 мм.



**Внимание:** следите за тем, чтобы поршень и пружина не выпали. В обесточенном состоянии поршень выдвинут под действием пружины.

#### Установка

- Установите клапан с новым уплотнительным кольцом и затяните моментом  $20 \pm 5$  Н·м.

### Снятие и установка форсунок

Неисправные форсунки могут привести к появлению сильных детонационных стуков в двигателе, похожих на стук поврежденных подшипников. Для выявления неисправной форсунки следует на холостом ходу последовательно отворачивать накидные гайки топливопроводов форсунок. Исчезновение стука при отворачивании одной из гаек говорит о том, что данная форсунка неисправна.

Неисправную форсунку можно также определить при отворачивании накидных гаек топливопроводов на ускоренном холостом ходу двигателя. Если при отворачивании одной из гаек частота вращения не изменится, соответствующая форсунка неисправна. Проверка форсунок производится с помощью манометра (для этого следует обратиться на станцию техобслуживания).

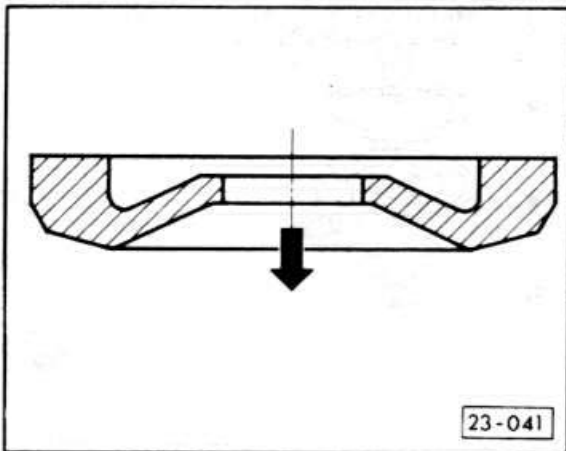
Первые признаки нарушений в работе форсунок следующие:

- пропуски зажигания
- детонационные стуки в одном или нескольких цилиндрах
- перегрев двигателя
- снижение мощности
- сильный черный выхлоп
- повышенный расход топлива

#### Снятие

- Очистите топливопроводы форсунок.
- Полностью снимите топливопроводы форсунок, отвернув накидные гайки открытым накидным ключом (например, HAZET 4550). **Внимание:** не изменяйте изгиб топливных трубок.
- Выверните форсунки с помощью 27 мм торцевой головки, например HAZET 4555.

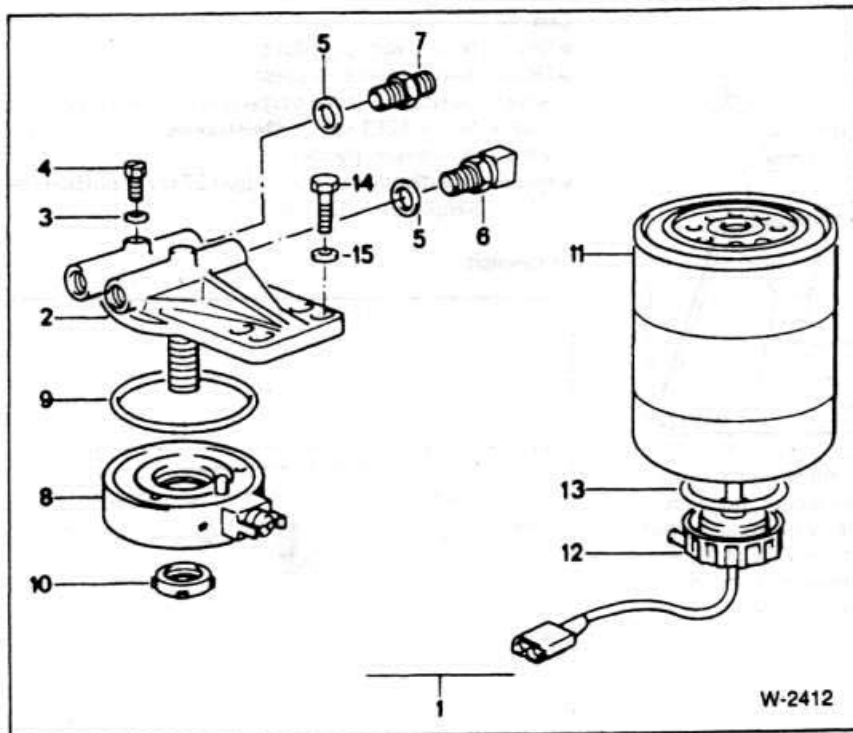
#### Установка



- Обязательно устанавливайте новые теплоизолирующие прокладки между головкой цилиндров и форсунками. Выпуклая часть должна быть обращена вверх. Стрелка на рисунке указывает в сторону головки цилиндров.
- Вверните форсунки и затяните моментом  $40 \pm 5$  Н·м.
- Затяните накидные гайки топливопроводов моментом  $20 \pm 5$  Н·м.

### Система подогрева топливного фильтра

Для повышения текучести при низких температурах дизельное топливо подогревается электрическим нагревателем, встроенным в топливный фильтр. При низкой температуре подогрев включается автоматически после запуска двигателя.



- 1 - топливный фильтр
- 2 - верхняя крышка фильтра
- 3 - медное уплотнительное кольцо
- 4 - резьбовая пробка для выпуска воздуха
- 5 - медное уплотнительное кольцо
- 6 - термовыключатель, момент затяжки  $18 \pm 1$  Нм
- 7 - штуцер, резьба M16 x 1,5
- 8 - подогреватель топливного фильтра
- 9 - уплотнительное кольцо
- 10 - гайка
- 11 - патрон фильтра
- 12 - пробка
- 13 - уплотнительное кольцо
- 14 - шестигранный болт
- 15 - шайба

W-2412

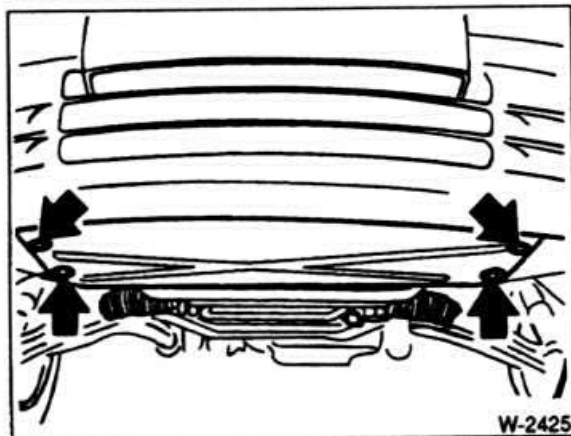
## Проверка угла начала впрыска

Для проверки требуется индикатор часового типа с переходником для вворачивания в отверстие топливного насоса высокого давления. Перед началом проверки двигатель должен быть холодным (иметь температуру окружающей среды).

- Отсоедините провод массы (-) от аккумуляторной батареи. **Внимание:** при этом стирается содержимое памяти накопителя неисправностей и охранный код радиоприемника. Перед отключением батареи ознакомьтесь с указаниями, приведенные в главе "Электрооборудование", раздел "Снятие и установка аккумуляторной батареи".
- Поднимите переднюю часть автомобиля.



W-2402



W-2425

- Снимите брызговик двигателя и рамку вентилятора.

- Выверните заглушку в центре крышки топливного насоса высокого давления.
- Вверните на место пробки переходник BMW-135330 и небольшой индикатор часового типа (с диапазоном измерения 0 - 3,0 мм) с медной прокладкой, затем затяните их небольшим усилием.
- Поворачивайте коленчатый вал против часовой стрелки, пока стрелка индикатора не остановится на некоторое время на минимальной отметке. Начинать поворот нужно по меньшей мере за  $60^\circ$  -  $90^\circ$  до ВМТ. При этом поршень первого цилиндра будет находиться в ВМТ такта сжатия, если оба кулачка распределительного вала первого цилиндра (цилиндры нумеруются со стороны приводной цепи) направлены вверх. Для наблюдения за кулачками снимите пробку масляналивной горловины.

- Для проворачивания коленчатого вала включите 4 передачу, отпустите стояночный тормоз и передвигайте автомобиль. Можно также затянуть стояночный тормоз, установить коробку передач в нейтральное положение и вращать коленчатый вал за центральный болт ременного шкива, используя торцевую головку.
- Установите индикатор на ноль.



- Удалите заглушку из блока цилиндров.
- Доверните коленчатый вал так, чтобы можно было вставить фиксирующий стержень (BMW-112300) через отверстие блока цилиндров в отверстие маховика.

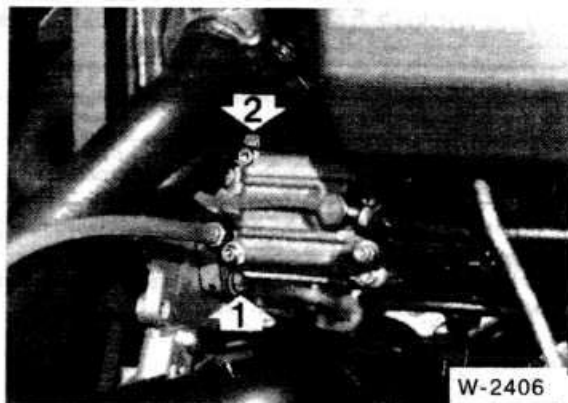


**Внимание:** не поворачивайте коленчатый вал в направлении, обратном нормальному вращению (по часовой стрелке). Это приведет к неправильному результату измерений.

- **Модель 524td:** при зафиксированном положении коленчатого вала индикатор должен показывать подъем на  $1,05 \pm 0,02$  мм.
- **Модели 525td/tds:** при зафиксированном положении коленчатого вала индикатор должен показывать подъем на  $0,95 \pm 0,02$  мм.
- Если показания отличаются от указанных, насос необходимо отрегулировать.



- Ослабьте два задних болта (3) справа и слева.



- Ослабьте гайки (1) и (2). **Внимание:** не отворачивайте гайки слишком сильно во избежание сдвига насоса натянутым зубчатым ремнем.
- Поверните насос, пока индикатор не будет показывать требуемое значение.
- Затяните гайки и болты в последовательности 1 - 4 моментом **25 Н·м**.
- Еще раз проверьте угол начала впрыска, предварительно повернув коленчатый вал назад на  $90^\circ$ .
- Снимите индикатор.
- Заверните центральную заглушку с **новым** медным уплотнительным кольцом и затяните моментом **15 Н·м**.



**Внимание:** удалите стержень, фиксирующий маховик, и вставьте заглушку в блок цилиндров.

- Присоедините аккумуляторную батарею.
- Запустите двигатель, при необходимости удалив воздух из системы питания.
- После пробной поездки проверьте, нет ли течи через центральную заглушку насоса, при необходимости подтяните ее моментом 20 Н·м.



## Технические данные системы впрыска дизельных двигателей

Максимальное время разогрева при температуре охлаждающей жидкости ниже 60° C выше 60° C	4 сек 0 сек
Аварийное отключение предпускового разогрева	8 (+5) сек
Сопротивление свечей накаливания при 20° C	0,4 - 0,6 Ом
Датчик температуры охлаждающей жидкости для управления системой разогрева сопротивление между G1 и массой при 60° C 90° C при 20° C 60° C 90° C между G2 и массой	134 ± 13,5 Ом 51,2 ± 4,3 Ом 1134 ± 125 Ом 272 ± 27 Ом 114 ± 11 Ом
Термовыключатель холодного запуска точка выключения точка включения	17 ± 2° C 11 - 14° C
Термовыключатель подогревателя топливного фильтра точка включения при падении температуры точка выключения при повышении температуры	5,5 ± 2,5° C 5,5 ± 2,5° C -0,5 ± 2,5° C
Частота вращения на холостом ходу (прогретый двигатель, температура масла 60° C) при включенной системе кондиционирования	750 ± 50 мин <sup>-1</sup> 860 ± 50 мин <sup>-1</sup>
Максимальная частота вращения	5300 ± 100 мин <sup>-1</sup>
Напряжение срабатывания электромагнита запорного клапана сопротивление обмотки при 20° C	не менее 10 В 7,5 ± 1 Ом
Давление открытия форсунок регулируемое значение	140 - 160 бар 150 - 158 бар
Давление в топливопроводах	0,4 бар

## Определение неисправностей системы впрыска дизельных двигателей

Перед поиском неисправности по таблице необходимо убедиться в выполнении следующих условий: отсутствуют ошибки при запуске; в баке достаточное количество топлива, механизмы двигателя в порядке, аккумуляторная батарея заряжена и стартер вращается с достаточной частотой. **Внимание:** при отсоединении топливных шлангов их необходимо предварительно очистить подходящим растворителем загрязнений.

Неисправность	Причина	Способ устранения
Двигатель не запускается или запускается с трудом	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не работает предпусковой разогрев</li> <li>2. Отсутствует напряжение на электромагнитном запорном клапане</li> <li>3. Ослабло крепление или внутренняя неисправность запорного клапана</li> <li>4. Нарушена подача топлива <ol style="list-style-type: none"> <li>а) топливопроводы погнуты, засорены, имеют трещины, течь в соединениях</li> <li>б) засорен топливный фильтр</li> <li>в) закрыт клапан вентиляции топливного бака, засорен сетчатый фильтр в баке</li> </ol> </li> <li>5. Неправильный угол начала впрыска</li> <li>6. Неисправны форсунки</li> <li>7. Неисправен топливный насос высокого давления</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Проверьте систему предпускового разогрева</li> <li>■ Присоедините к выводу клапана пробник. Включите зажигание. Если светодиод пробника не загорелся, найдите и устраните обрыв в цепи</li> <li>■ Проверьте затяжку креплений клапана и надежность контакта с массой. При включении и выключении зажигания должны быть слышны щелчки клапана</li> <li>■ Проверьте, подается ли топливо</li> <li>■ Очистите топливопроводы</li> <li>■ Замените фильтр</li> <li>■ Произведите необходимую очистку</li> <li>■ Проверьте и отрегулируйте топливный насос высокого давления</li> <li>■ Проверьте форсунки, последовательно ослабляя накидные гайки и проверяя работу соответствующих цилиндров</li> <li>■ Проверьте насос путем замены на заведомо исправный</li> </ul>
Перебои на холостом ходу и при трогании с места	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ослабили крепления шлангов на топливном насосе или топливном фильтре</li> <li>2. См. 1.4 - 7</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Замените шланги и закрепите их хомутами, подтяните пустотелые болты</li> <li>■ См. 1.4 - 7</li> </ul>
Повышенный расход топлива	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Забит фильтрующий элемент воздухоочистителя</li> <li>2. Утечки в системе питания</li> <li>3. Засорен возвратный топливопровод</li> <li>4. См. 1.5 - 7</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Замените фильтрующий элемент</li> <li>■ Осмотрите все топливопроводы, топливный фильтр и насос высокого давления</li> <li>■ Продуйте сжатым воздухом возвратный топливопровод от насоса высокого давления до топливного бака. Замените дроссель в пустотелом болте возвратного топливопровода</li> <li>■ См. 1.5 - 7</li> </ul>
Не загораются желтая и зеленая контрольные лампы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перегорел пластинчатый предохранитель на 80 А</li> <li>2. Неисправны контрольные лампы на панели приборов</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Проверьте и при необходимости замените предохранитель в блоке управления предпусковым разогревом</li> <li>■ Замените лампы</li> </ul>
Не загорается зеленая контрольная лампа, затруднен холодный запуск	Неисправность одной или нескольких свечей накаливания	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Проверьте и при необходимости замените свечи</li> </ul>
Мигает желтая контрольная лампа	Неисправность свечей накаливания или блока управления	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Проверьте и при необходимости замените свечи, отдайте блок управления в проверку</li> </ul>