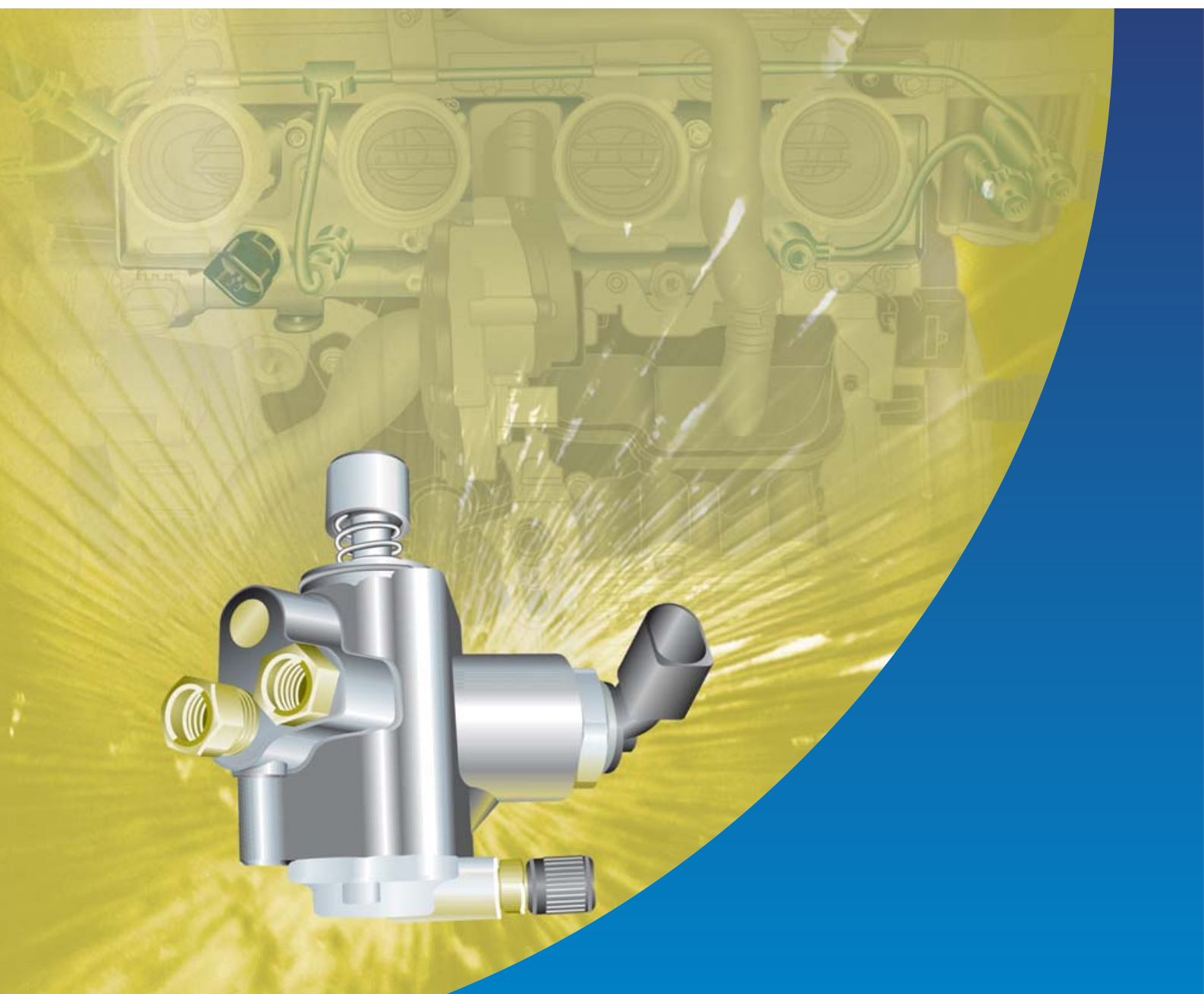




## Пособие по программе самообразования 334

# Топливная система двигателей FSI

Устройство и принцип действия



Все двигатели FSI мощностью 66 кВт и более оснащаются усовершенствованной топливной системой.

Эта система имеет следующие отличия:

- Детали насоса высокого давления и рампы форсунок имеют специальное антикоррозионное покрытие, которое защищает их от воздействия топлива с содержанием этанола до 10%.
- Изменено управление насосом высокого давления.
- Устранен за ненадобностью трубопровод отвода (в бак) топлива, просочившегося вдоль плунжера.
- Отвод топлива, сбрасываемого через установленный на рампе форсунок предохранительный клапан, производится через относительно короткий трубопровод в контур низкого давления, перед насосом высокого давления.



S334\_074

В данном Пособии по программе самообразования описываются устройство и действие усовершенствованной топливной системы на примере двухлитрового двигателя FSI мощностью 110 кВт.

**Новинка**



**Внимание  
Указание**



**В пособиях по программе самообразования описываются вновь разработанные конструкции агрегатов автомобиля и разъясняются принципы их действия! Содержание пособий не обновляется.**

Текущие указания по проверке, регулировке и ремонту содержатся в предназначенной для этого литературе по техническому обслуживанию и ремонту автомобиля.



<b>Состав и схема топливной системы</b> .....	<b>4</b>	
Принцип регулирования подачи топлива по его расходу .....	4	
<b>Компоненты топливной системы</b> .....	<b>6</b>	
Блок управления топливным насосом .....	6	
Подкачивающий электронасос .....	6	
Насос высокого давления с регулятором давления топлива .....	8	
Датчик низкого давления .....	14	
Датчик высокого давления .....	15	
Форсунки высокого давления .....	16	
Регулятор давления .....	18	
Переходник с дросселем .....	18	
<b>Контрольные вопросы</b> .....	<b>19</b>	

# Состав и схема топливной системы



## Принцип регулирования подачи топлива по его расходу

Регулируемая по расходу топливная система разделена на контуры низкого и высокого давления.

Подача как подкачивающего электронасоса, так и насоса высокого давления регулируются в соответствии с расходом топлива в двигателе. Преимущество регулируемой системы заключается в экономии механической и электрической энергии и соответствующем снижении расхода топлива.

## Контур низкого давления

Давление топлива в этом контуре обычно изменяется в пределах от 0,5 до 5 бар, но при горячем или холодном пуске двигателя оно повышается до 6,5 бар.

При холодном пуске повышение давления топлива в контуре низкого давления приводит к увеличению начального давления в контуре высокого давления. Благодаря этому улучшается смесеобразование и ускоряется пуск холодного двигателя.

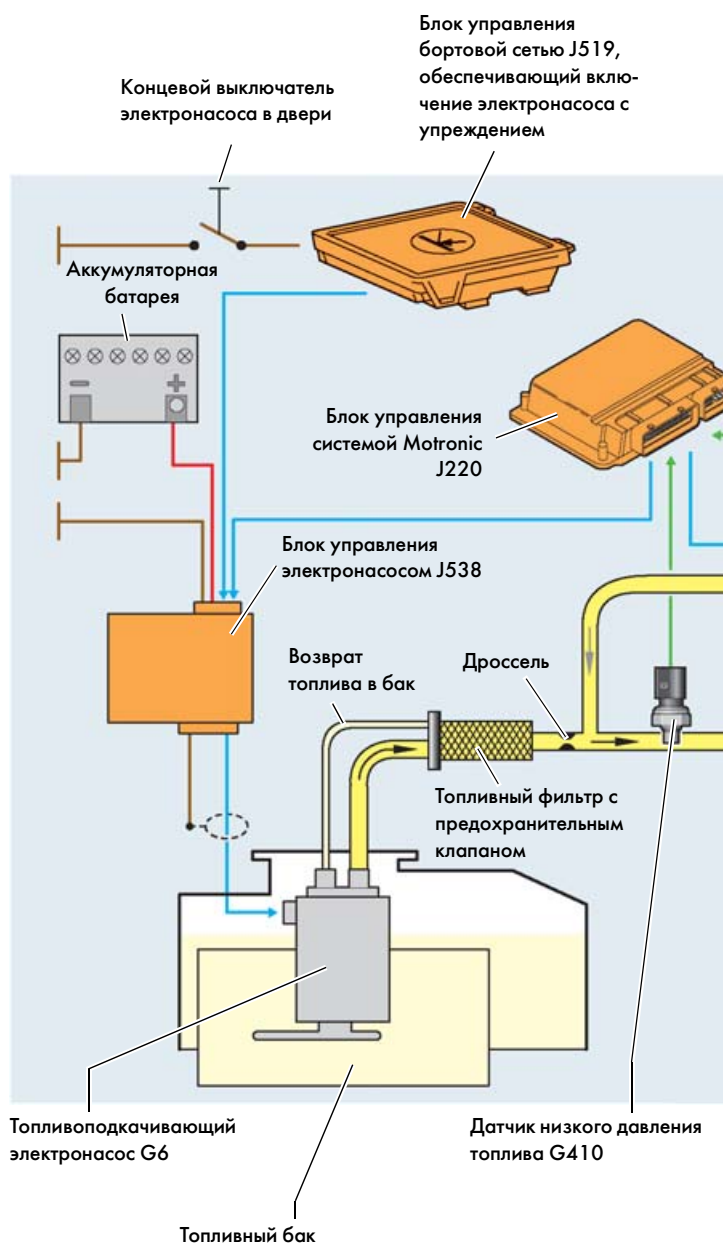
При пуске горячего двигателя повышенное давление топлива предотвращает образование паровых пробок в насосе высокого давления.

### В состав контура низкого давления входят:

- блок управления электронасосом J538,
- топливный бак,
- топливоподкачивающий электронасос G6,
- топливный фильтр с предохранительным клапаном (открывающемся при давлении 6,8 бар),
- датчик низкого давления топлива G410.

#### Обозначения цветом

	атмосферное давление		контур низкого давления
	низкое давление		контур высокого давления
	высокое давление		



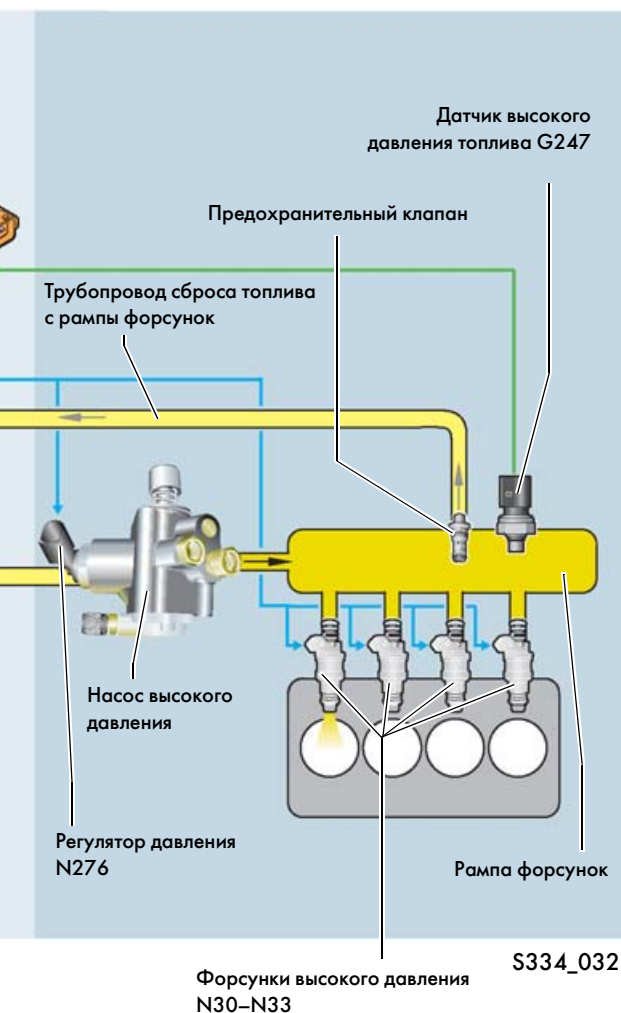


## Контур высокого давления

Давление топлива в этом контуре изменяется в пределах от 30 до 110 бар. Эти границы могут отличаться у двигателей различных моделей.



**Внимание!** Необходимо соблюдать осторожность при открытии контура высокого давления. Следуйте указаниям, приведенным в Руководстве по ремонту.



### В состав контура высокого давления входят:

- топливный насос высокого давления (защищенный от коррозии при содержании метанола в топливе до 10%),
- регулятор давления топлива N276,
- рампа форсунок (защищенная от коррозии при содержании метанола в топливе до 10%),
- предохранительный клапан (открывающийся при давлении около 120 бар),
- датчик высокого давления топлива G247,
- форсунки высокого давления N30-N33.

# Компоненты топливной системы

## Блок управления электронасосом (J538)

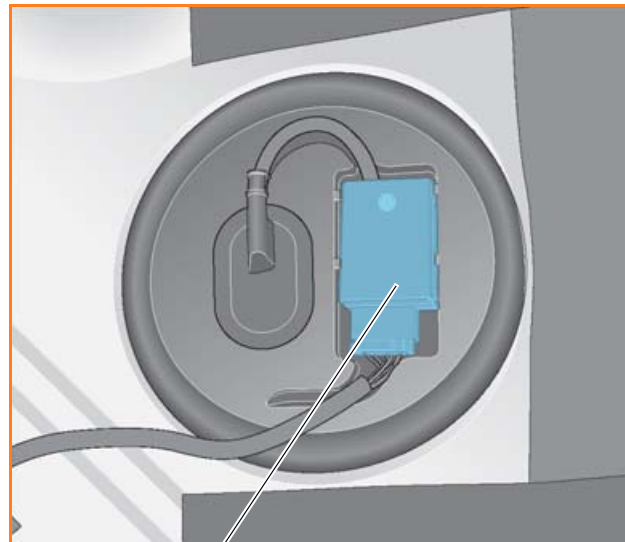
Блок управления электронасосом установлен на его крышке.

### Назначение

Изменение производительности электронасоса осуществляется блоком управления посредством широтно-импульсной модуляции (ШИМ) напряжения его питания. Создаваемое насосом давление изменяется при этом в пределах от 0,5 до 5 бар. Только при горячем или холодном пуске оно повышается до 6,5 бар.

### Последствия при неисправности блока управления

При неисправном блоке управления электронасосом работа двигателя невозможна.



Блок управления электронасосом J538

S334\_024

## Топливный электронасос (G6)

Топливный электронасос встроен в топливный бак. Конструктивно он объединен с датчиком запаса топлива.

### Назначение

Электронасос подает топливо в контур низкого давления, из которого оно поступает в насос высокого давления. Изменение производительности насоса осуществляется блоком управления посредством модуляции напряжения питания.



S334\_076



## Принцип действия

Электронасос обычно подает только то количество топлива, которое расходуется двигателем.

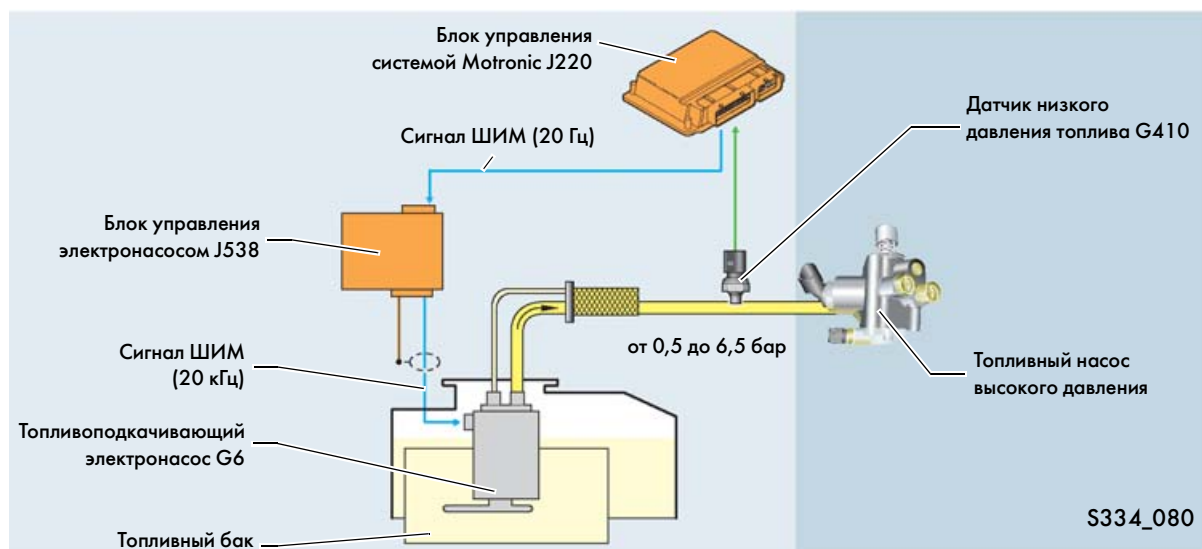
Давление в контуре низкого давления постоянно измеряется предназначенным для этого датчиком, сигнал с которого поступает в блок управления двигателем. Если это давление отличается от заданного значения, блок управления двигателем посылает управляющий сигнал ШИМ (частотой 20 Гц) блоку управления электронасосом. Блок управления электронасосом изменяет ширину импульсов подаваемого на него напряжения (с частотой 20 кГц) до тех пор, пока давление в контуре не достигнет заданного значения.

Преимуществами этого способа управления являются:

- сниженное потребление энергии, так как насос подает только то количество топлива, которое расходуется двигателем,
- меньший нагрев топлива в результате снижения затрат энергии на его нагнетание,
- сниженный уровень шума, особенно при работе двигателя на холостом ходу.



## Контур низкого давления



## Последствия при выходе электронасоса из строя

При выходе топливоподкачивающего электронасоса из строя работа двигателя невозможна.



После замены блока управления двигателем или блока управления электронасосом необходимо произвести их согласование. При этом необходимо следовать указаниям по использованию диагностического комплекса VAS 5051 в режиме "Направленный поиск неисправностей".

# Компоненты топливной системы

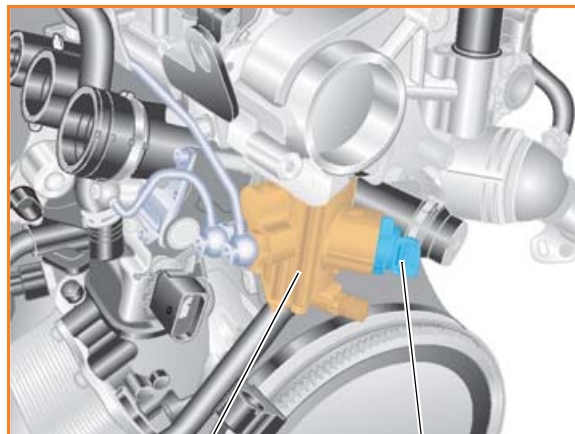
## Топливный насос высокого давления с регулятором давления (N276)

Топливный насос высокого давления закрепляется болтами на головке цилиндров. Он служит для подачи топлива под давлением от 30 до 110 бар в соответствии с его расходом в двигателе.



### Особенности конструкции

- Это регулируемый по многопараметровой характеристике одноплунжерный насос, подача которого всегда устанавливается равной расходу топлива через форсунки. Благодаря этому снижаются затраты мощности на привод насоса и соответственно уменьшается расход топлива двигателем.
- Его детали имеют антикоррозионное покрытие, защищающее их от действия топлива с содержанием метанола до 10%.  
Благодаря этому двигатели FSI можно эксплуатировать практически повсеместно.
- Трубопровод для отвода просочившегося вдоль плунжера топлива отсутствует. Это топливо возвращается на сторону впуска по каналу в корпусе насоса.



S334\_018

Топливный насос  
высокого давления

Регулятор давления  
топлива N276

### Привод насоса высокого давления

Насос высокого давления приводится от двойного кулачка, выполненного на впускном распределительном вале двигателя.



Место установки насоса на двигателе, его привод и конструкция его корпуса могут различаться у двигателей различных моделей.



S334\_068

Топливный насос  
высокого давления

Двойной кулачок



## Варианты исполнения насоса высокого давления

Варианты исполнения насоса высокого давления для двигателей различных семейств идентичны по выполняемым функциям и внутренней конструкции. Ввиду различия условий установки насосов на двигателях отличаются только их внешние формы. Определенные различия описаны ниже.

### Насос для двигателей рабочим объемом 1,4 и 1,6 л (мощностью 66 и 85 кВт)

К этому насосу подсоединяется металлический трубопровод высокого давления и резиновый трубопровод низкого давления. Трубопровод высокого давления имеет резьбовое соединение, а резиновый трубопровод закрепляется на штуцере посредством пружинного хомута повышенной упругости.

Удаление воздуха из системы происходит самопроизвольно в процессе эксплуатации автомобиля.



На корпусе насоса и на резиновом трубопроводе предусмотрены треугольные метки, при совмещении которых достигается установка трубопровода без натяга.

### Насос для двигателей рабочим объемом 2,0 л (мощностью 110 и 147 кВт)

Изготовленные из металла трубопроводы высокого и низкого давления подсоединяются к этому насосу посредством штуцеров с резьбой.

На крышке насоса предусмотрен клапан для прокачки системы, который используется, однако, только в процессе производства.

При эксплуатации автомобиля воздух из системы удаляется самопроизвольно через форсунки.



Насосы высокого давления не следует разбирать, так как при последующей сборке возможна потеря их герметичности.



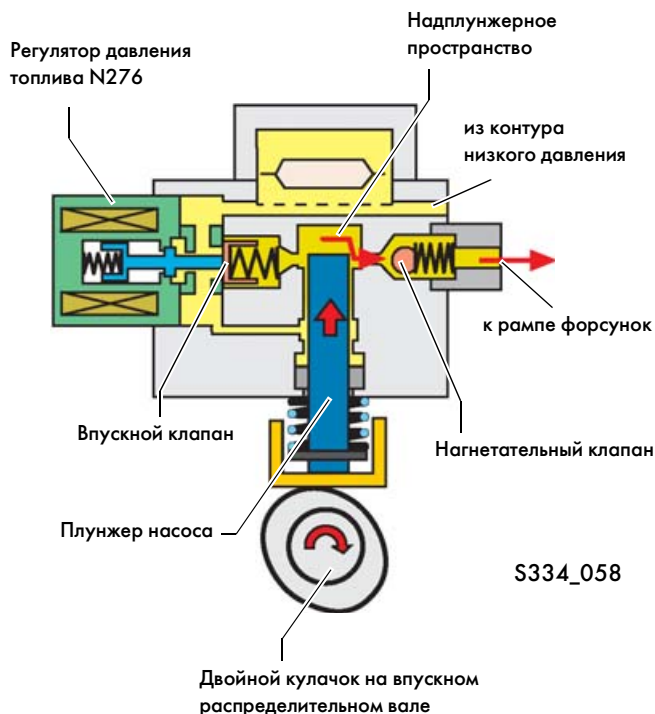
# Компоненты топливной системы

## Концепция регулирования подачи насоса

Регулируемый по многопараметровой характеристике одноплунжерный насос подает всегда столько топлива, сколько его впрыскивается через форсунки.

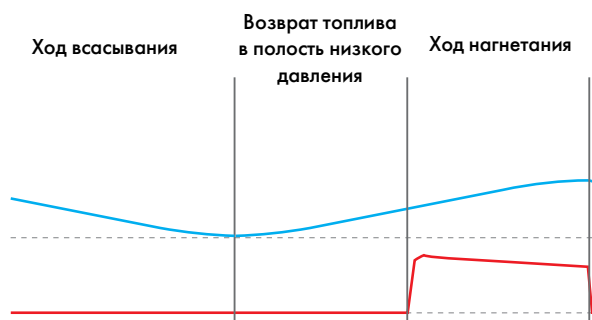
Момент начала подачи топлива плунжером рассчитывается блоком управления двигателем в соответствии с требуемым его расходом.

В расчетный момент движения плунжера регулятор давления закрывает впускной клапан, после чего начинается подача топлива к форсункам.



Ниже приведена диаграмма, которая разделена на три диапазона. Эти диапазоны соответствуют углу поворота распределительного вала при всасывании, возврате топлива в полость низкого давления и при его нагнетании. На приведенных ниже рисунках каждый рассматриваемый диапазон отмечается серым фоном.

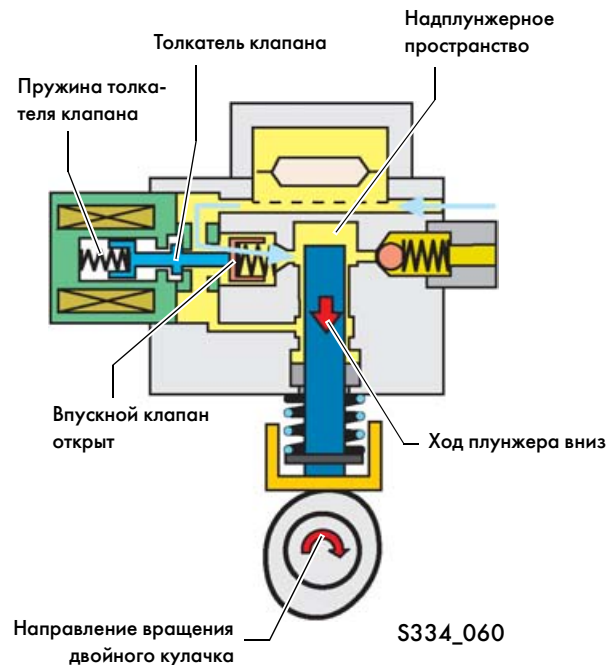
- Голубой линией обозначен ход плунжера в соответствии с углом поворота кулачка его привода.
- Красной линией показано изменение давления в надплунжерном пространстве.



## Ход всасывания

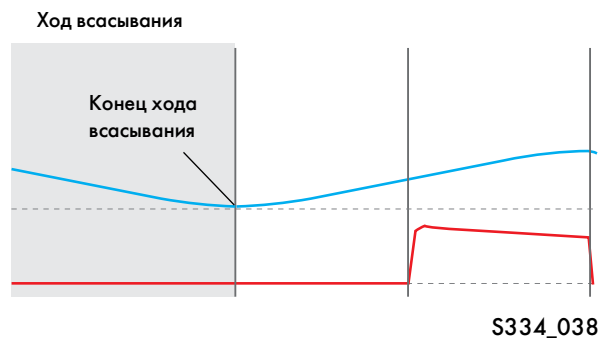
При ходе всасывания впускной клапан открывается под действием пружины, усилие которой передается на него через толкатель.

В результате этого топливо поступает в надплунжерное пространство в течение всего хода плунжера вниз.



При ходе всасывания

- плунжер движется вниз, а
- давление в надплунжерном пространстве практически выравнивается с его значением в контуре низкого давления.

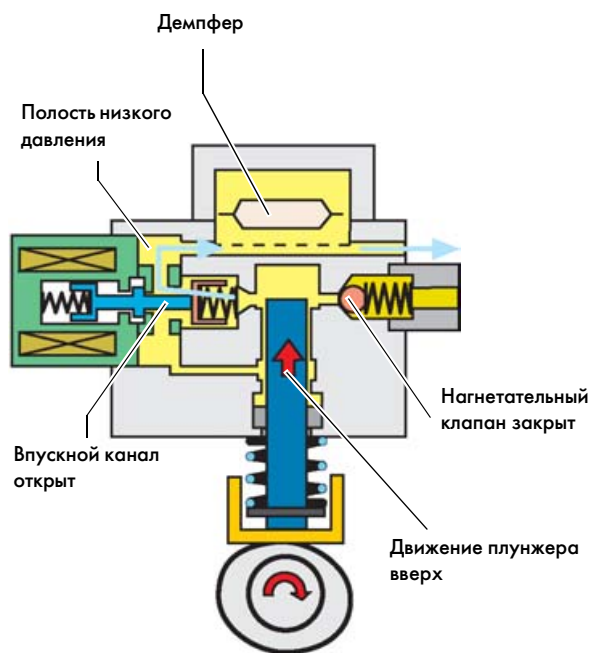


# Компоненты топливной системы

## Возврат топлива в полость низкого давления

Чтобы уравнивать подачу топлива насосом с его расходом через форсунки, впускной клапан остается открытым определенное время после начала движения плунжера вверх. Избыточное топливо вытесняется при этом плунжером вновь в полость низкого давления.

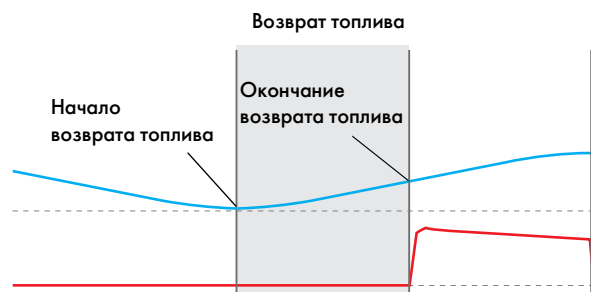
Создаваемые при этом пульсации давления сглаживаются демпфером в корпусе насоса и дросселем в трубопроводе подвода топлива к нему.



S334\_056

При возврате топлива в полость низкого давления

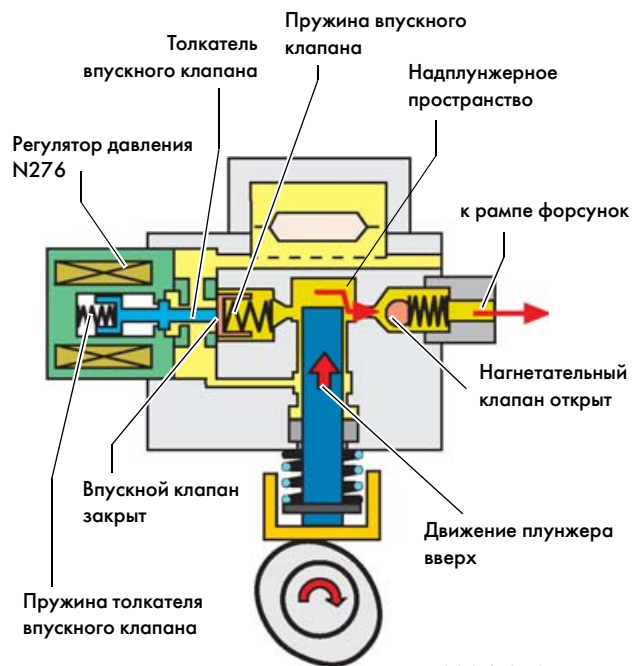
- плунжер движется вверх, но
- из-за открытого впускного клапана давление в надплунжерном пространстве остается практически равным давлению на впуске в насос.



S334\_040

## Ход нагнетания топлива

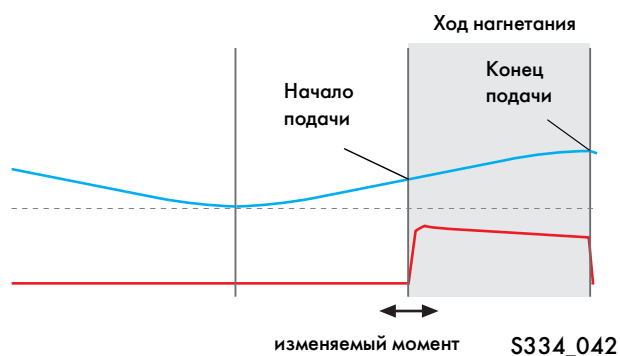
В расчетный момент хода плунжера вверх на регулятор давления подается кратковременный импульс тока, под действием которого толкатель отводится от впускного клапана. При этом преодолевается усилие пружины толкателя, а впускной клапан закрывается под действием его собственной пружины. Продолжающееся движение плунжера вверх сопровождается повышением давления в надплунжерной полости. Как только это давление превышает его величину в рампе форсунок, открывается нагнетательный клапан и начинается подача топлива в рампу.



S334\_058

### При ходе нагнетания

- плунжер движется вверх и
- давление в надплунжерной полости повышается. Это давление начинает снижаться только при окончании хода плунжера.



S334\_042

Начало подачи топлива изменяется в соответствии с его расходом.

# Компоненты топливной системы

## Датчик низкого давления топлива (G410)



Датчик низкого давления G410

S334\_012

Этот датчик установлен на трубопроводе, через который топливо подводится к насосу высокого давления. Он служит для измерения давления топлива в контуре низкого давления. Его сигнал поступает в блок управления двигателем.

### Использование сигнала датчика

По сигналу датчика регулируется давление топлива в контуре низкого давления.

У двигателей разных моделей это давление может находиться в пределах от 0,5 до 5 бар.

### Последствия при отсутствии сигнала датчика

При выходе датчика из строя управление электро-насосом осуществляется по неизменяемому сигналу ШИМ. При этом давление топлива в контуре низкого давления повышается против его обычных значений.



## Датчик высокого давления топлива (G247)



Датчик высокого давления топлива G247

S334\_014

Этот датчик входит в состав нижней части впускной системы. Он вворачивается в рампу форсунок, давление в которой измеряется с его помощью. Сигнал датчика поступает в блок управления двигателем.



### Использование сигнала датчика

По сигналу этого датчика блок управления двигателем изменяет давление топлива в рампе, действуя через регулятор на насосе высокого давления.

У двигателей разных моделей это давление находится в пределах от 30 до 110 бар.

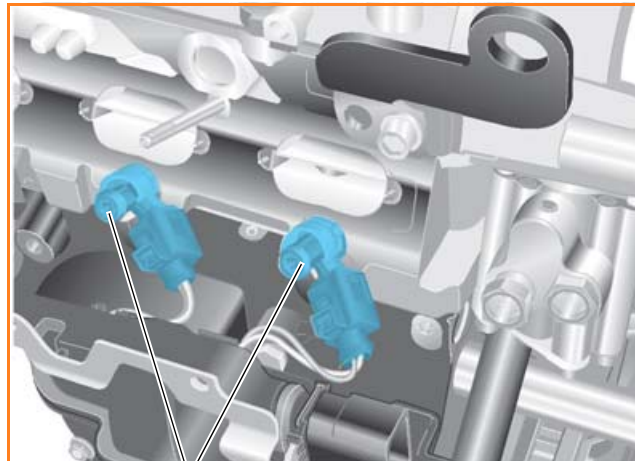
### Последствия при отсутствии сигнала датчика

При выходе датчика давления из строя регулятор давления получает неизменяемый сигнал от блока управления двигателем.

# Компоненты топливной системы

## Форсунки высокого давления (N30–N33)

Форсунки высокого давления установлены на головке цилиндров. Через них топливо впрыскивается непосредственно в цилиндры двигателя.



Форсунки высокого давления

S334\_054

### Назначение форсунок

Форсунки должны обеспечивать хорошее распыление топлива в короткий промежуток времени и в нужный для данного процесса смесеобразования момент.

При послойном смесеобразовании топливо должно впрыскиваться преимущественно в зону свечи зажигания, а при работе двигателя на гомогенной стехиометрической или бедной смеси впрыскиваемое топливо должно распределяться возможно равномерно по всему объему камеры сгорания.



S334\_082

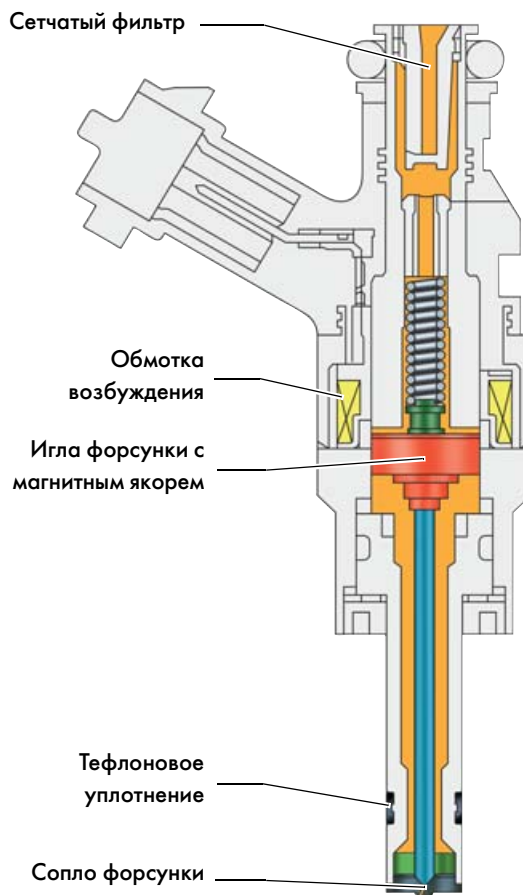
## Принцип действия

Впрыск топлива начинается после подачи напряжения на обмотку возбуждения форсунки. Под действием создаваемого током магнитного поля втягивается якорь форсунки, поднимая ее иглу с седла. В результате производится впрыск топлива через форсунку.

При прекращении подачи напряжения на обмотку возбуждения магнитное поле исчезает, а игла форсунки возвращается на седло под действием пружины. Впрыск топлива при этом прекращается.

## Последствия при выходе форсунки из строя

Неисправность форсунки определяется по пропускам воспламенения, при возникновении которых прекращается подача на нее управляющих сигналов.



S334\_083



После замены форсунки необходимо стереть в памяти прежние параметры согласования и провести согласование новой форсунки с блоком управления. При этом необходимо следовать указаниям по проведению направленного поиска неисправностей.



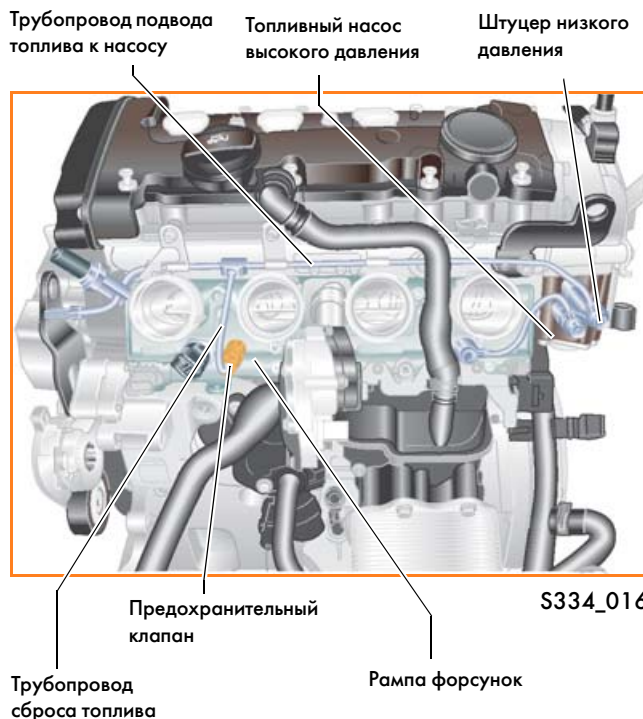
# Компоненты топливной системы

## Предохранительный клапан

Предохранительный клапан вворачивается в рампу форсунок. Он защищает детали от чрезмерных давлений, которые могут возникать в результате теплового расширения топлива или при неисправностях в системе.

Этот механически действующий клапан открывается при давлении 120 бар. Проходящее через него топливо отводится через специальный трубопровод в контур низкого давления, из которого оно возвращается на впуск насоса высокого давления.

Короткий трубопровод для отвода сбрасываемого через клапан топлива заменил ранее применявшийся длинный трубопровод, по которому оно сливалось в бак.



## Переходник с дросселем

Переходник, установленный в месте соединения трубопровода для сброса избыточного топлива из рампы и трубопровода подвода топлива к насосу, оснащен дросселем с отверстием диаметром 1,5 мм.

Этот дроссель служит для сглаживания пульсаций давления, создаваемых при

- выталкивании топлива плунжером насоса в полость низкого давления или
- при перепуске избыточного топлива из рампы форсунок через предохранительный клапан.

Благодаря сглаживанию пульсаций давления в трубопроводе подвода топлива к насосу снижается шум, возникающий в зонах крепления этого трубопровода к кузову.



# Контрольные вопросы

## 1. Для чего предназначен клапан в топливном фильтре?

- ☐ а) Он поддерживает давление топлива в контуре низкого давления на уровне 5 бар.
- ☐ б) Он открывается при давлении 6,8 бар, предотвращая разрушение деталей топливной системы.
- ☐ в) Он закрывается при холодном или горячем пуске двигателя, обеспечивая повышение давления топлива до 6,5 бар.

## 2. Какую частоту имеют сигналы ШИМ (широтноимпульсной модуляции), вырабатываемые блоком управления двигателем и блоком управления топливным электронасосом?

- ☐ а) Оба блока управления вырабатывают сигналы с одинаковой частотой 20 кГц.
- ☐ б) Блок управления двигателем вырабатывает сигналы с частотой 20 Гц, а блок управления электронасосом – с частотой 20 кГц.
- ☐ в) Блок управления двигателем вырабатывает сигналы с частотой 20 кГц, а блок управления – с частотой 20 Гц.

## 3. После замены каких компонентов топливной системы необходимо производить их согласование в режиме направленного поиска неисправностей?

- ☐ а) Никакого согласования проводить не нужно.
- ☐ б) Согласование необходимо произвести после замены блока управления двигателем или блока управления топливным насосом.
- ☐ в) Согласование необходимо производить после замены каждого компонента топливной системы.



1. б); 2. б); 3. б)