

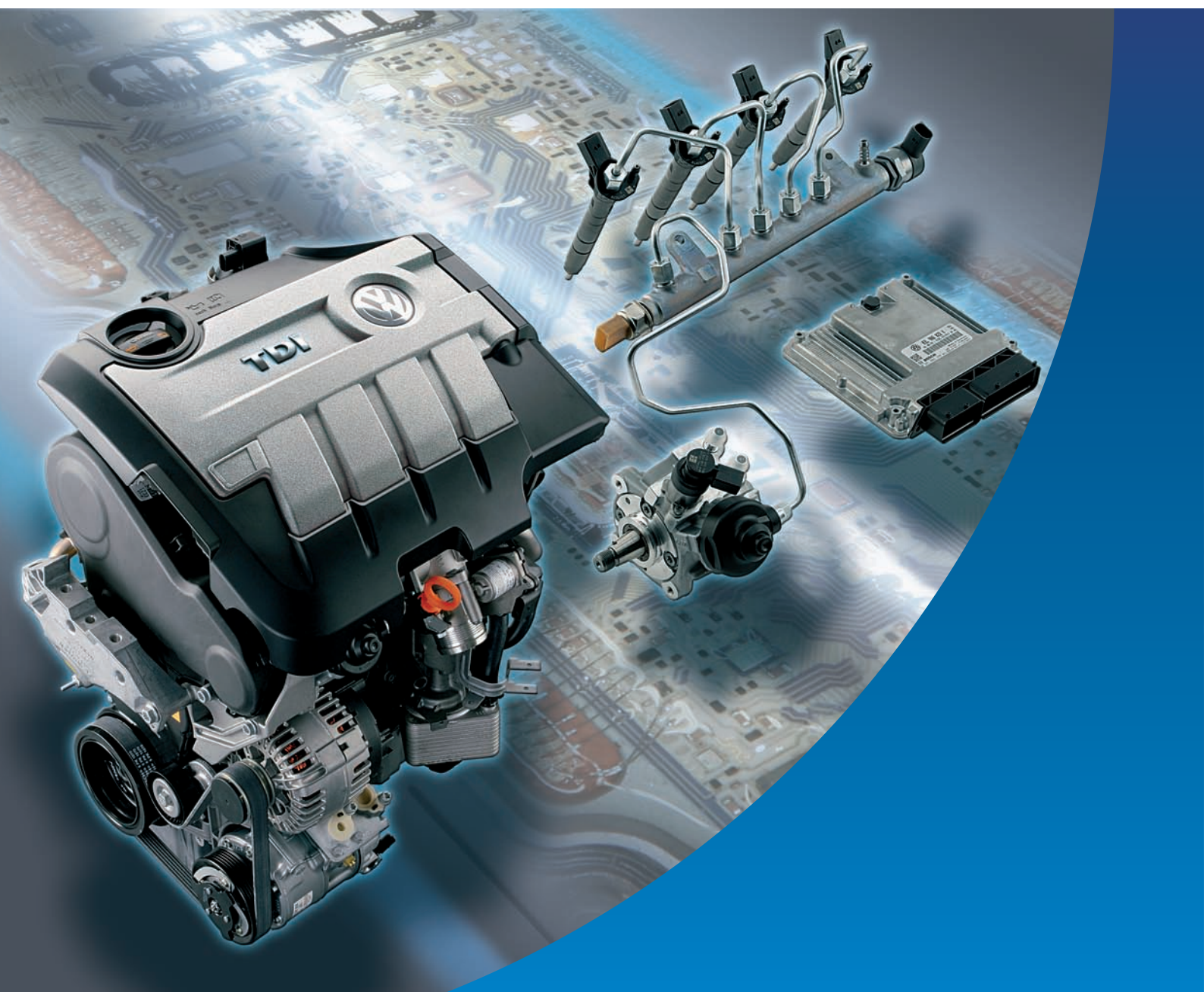
Service Training

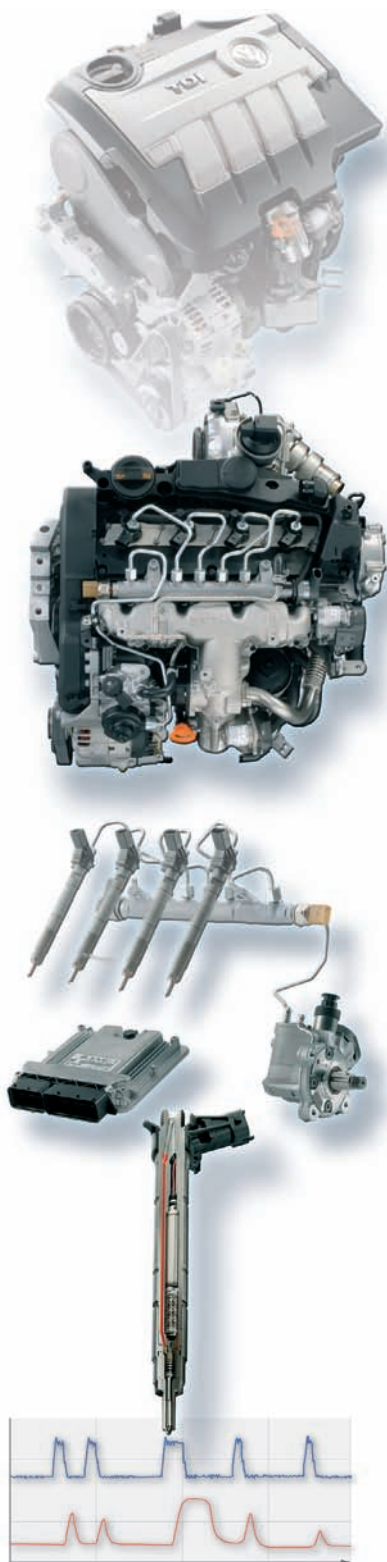


Программа самообучения 403

# Двигатель TDI 2,0 л с системой впрыска Common Rail

Устройство и принцип работы





S403\_051

Двигатель TDI 2,0 л с системой впрыска Common-Rail является первым представителем нового поколения дизельных двигателей Volkswagen, обеспечивающих отличную динамику и имеющих высокий КПД.

Благодаря сочетанию удачного и испытанного двигателя TDI 2,0 л и технологии Common-Rail Volkswagen улучшил такие показатели, как динамичность, экономичность, надёжность и удовольствие от вождения автомобиля. Эти признанные достоинства двигателей TDI подняты у TDI 2,0 л с системой впрыска Common-Rail на новую высоту, отвечающую грядущим требованиям по шумности, комфорту и нейтрализации отработавших газов.

С 1993 года, когда компания освоила производство первого дизельного двигателя с турбонаддувом и непосредственным впрыском для легковых автомобилей, Volkswagen играет роль новатора в дизелестроении. Новый двигатель TDI 2,0 л продолжает славные традиции новаторства и закрепляет за Volkswagen репутацию лидера в области дизельных технологий.

Уже в настоящее время этот двигатель удовлетворяет требованиям по нейтрализации токсичности отработавших газов Евро 5, которые предполагается ввести только в конце 2009 года, и располагает потенциалом для дальнейшего развития в этом направлении.

**Новое**



**Внимание  
Примечание**



**Программа самообучения содержит информацию о новинках конструкции автомобиля!  
Программа самообучения не актуализируется.**

Для проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту необходимо использовать соответствующую техническую литературу.



<b>Коротко и ясно</b> .....	<b>4</b>
<b>Механическая часть двигателя</b> .....	<b>6</b>
<b>Система управления двигателя</b> .....	<b>40</b>
<b>Сервисное обслуживание</b> .....	<b>62</b>
<b>Контрольные вопросы</b> .....	<b>65</b>





## Введение

Двигатель 2,0 л TDI с системой впрыска Common-Rail создан на базе двигателя 2,0 л TDI с насос-форсунками. Этот базовый двигатель является одним из самых распространённых дизельных двигателей в мире. Он широко представлен в гамме продукции концерна Volkswagen — от легковых автомобилей до коммерческого автомобиля Transporter.



S403\_050



S403\_053

Для того чтобы удовлетворить растущие требования, касающиеся шумовых характеристик, расхода топлива и токсичности ОГ, потребовалось переработать целый ряд конструктивных узлов двигателя. Наиболее важное значение при этом имеет переход на систему впрыска Common-Rail.

Двигатель оснащён сажевым фильтром и уже в настоящее время по токсичности ОГ удовлетворяет требованиям норматива Евро 5, который предполагается ввести только в конце 2009 года. Поскольку требования Евро 5 к токсичности ОГ пока не вступили в законную силу, двигатель регистрируется как отвечающий нормативу Евро 4.

На некоторые рынки поставляются двигатели без сажевого фильтра, соответствующие нормативу Евро 3.

## Особенности конструкции

- Система впрыска Common-Rail с пьезофорсунками.
- Сажевый фильтр с предварительным окислительным катализатором.
- Впускной коллектор заслонками впускных каналов.
- Электрический клапан рециркуляции ОГ.
- Регулируемый турбонагнетатель с обратной связью.
- Система охлаждения рециркулирующих ОГ до низких температур.

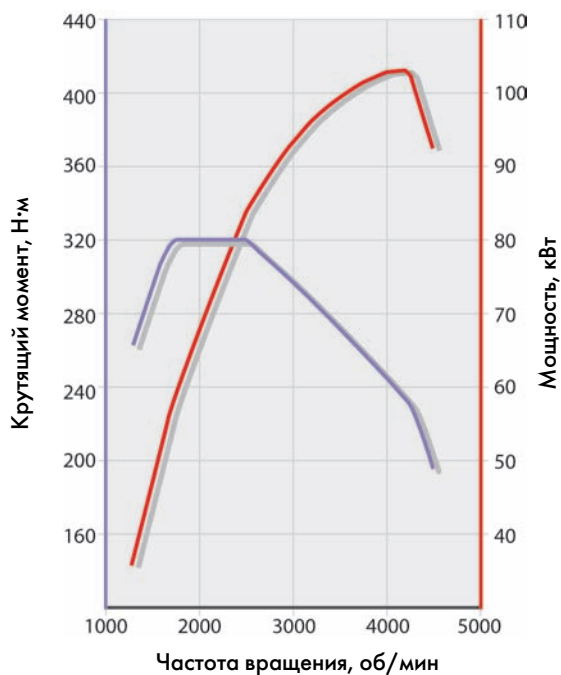


S403\_003

### Технические характеристики

Буквенное обозначение двигателя	СВАВ
Конструктивное исполнение	4-цилиндровый рядный двигатель
Количество клапанов на цилиндр	4
Рабочий объём	1968 см <sup>3</sup>
Ход поршня	95,5 мм
Диаметр цилиндра	81 мм
Максимальная мощность	103 кВт при 4200 об/мин
Максимальный крутящий момент	Н·м при 1750-2500 об/мин
Степень сжатия	16,5:1
Система управления двигателя	Bosch EDC 17 (система впрыска Common Rail)
Топливо	Дизельное топливо, соответствующее стандарту DIN EN 590
Нейтрализация токсичных веществ в ОГ	Рециркуляция ОГ, сажевый фильтр
Соответствие нормам токсичности ОГ	Евро 4

### Внешняя скоростная характеристика



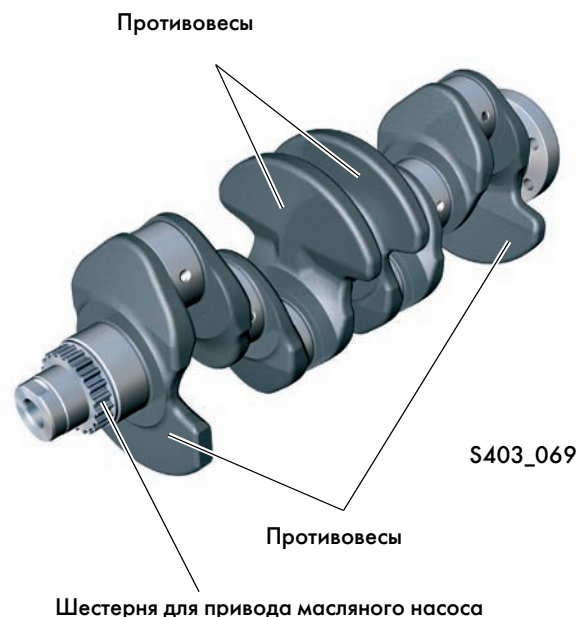
S403\_007



# Механическая часть двигателя

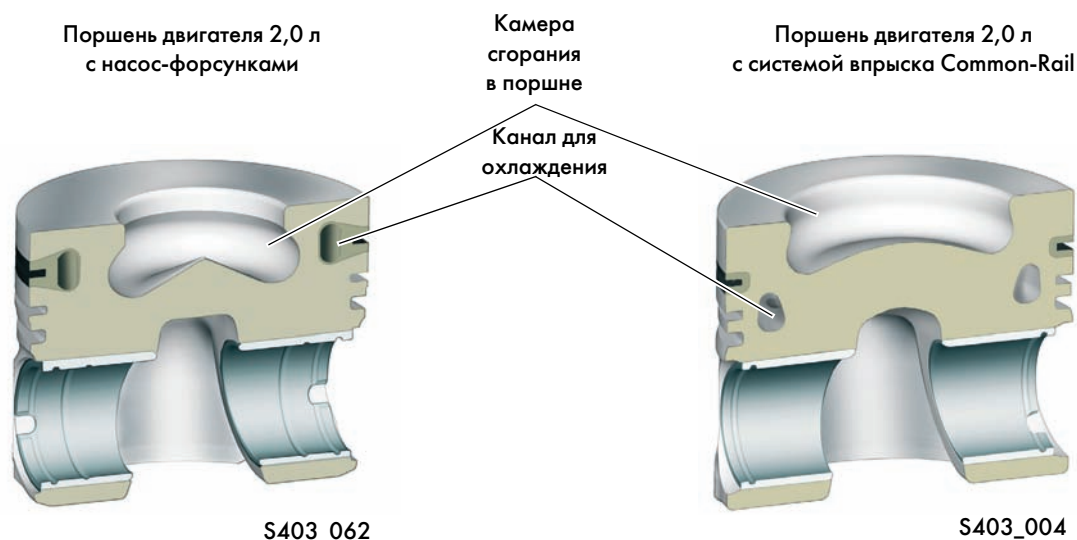
## Коленчатый вал

Двигатель 2,0 л TDI CR оснащён кованым коленчатым валом, способным выдерживать значительные механические нагрузки. Вместо обычных восьми противовесов у коленвала данного двигателя имеется только четыре противовеса. Благодаря этому снижается нагрузка на подшипники коленвала. Кроме того, при этом снижается уровень шума, создаваемого колебаниями и вибрацией двигателя.



## Поршни

Как и у двигателя TDI 2,0 л/125 кВт с насос-форсунками, эти поршни не имеют проточек для клапанов. Благодаря этому уменьшается объём камеры сгорания и улучшаются условия для вихреобразования в цилиндре. Под вихреобразованием понимается круговое движение потока вокруг оси цилиндра. Это движение оказывает значительное влияние на процесс смесеобразования.



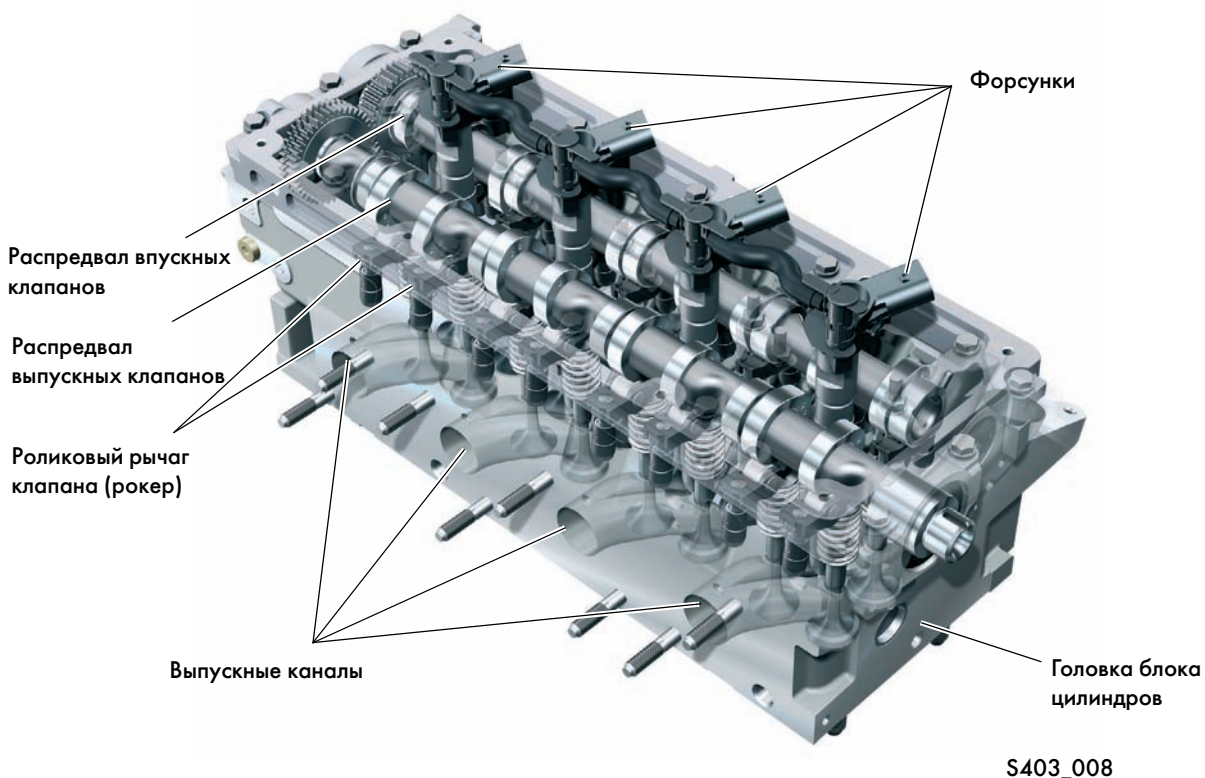
Для охлаждения области поршневых колец внутри поршня имеется кольцевой канал, в который с помощью специальных форсунок впрыскивается масло.

Камера сгорания поршня, в которой впрыскиваемое топливо перемешивается с воздухом, согласована с расположением форсунок и, по сравнению с поршнем для двигателя с насос-форсунками, имеет увеличенную ширину и более плоскую форму. Тем самым улучшается однородность топливной смеси и снижается образование сажи.

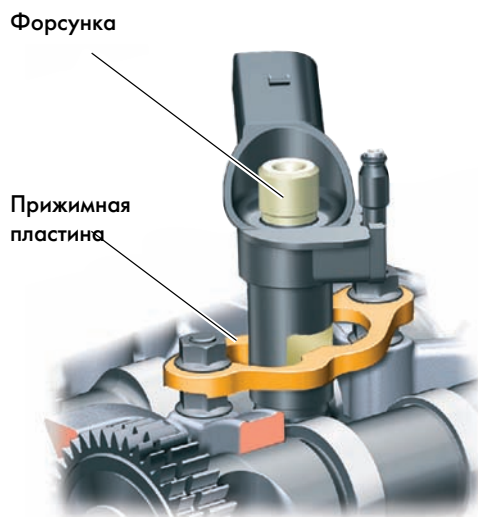
## Головка блока цилиндров

Головка блока цилиндров двигателя 2,0 л TDI с системой впрыска Common-Rail изготовлена из алюминия и имеет конструкцию с поперечным протоком газов, двумя впускными и двумя выпускными клапанами на цилиндр. Клапаны расположены вертикально и направлены вниз.

Два распредвала расположены сверху и соединены зубчатой передачей с цилиндрической шестернёй, имеющей встроенный компенсатор зазора между зубьями шестерён. Привод ГРМ осуществляется от коленвала с помощью зубчатого ремня и зубчатого шкива на распредвале выпускных клапанов. Привод клапанов осуществляется с помощью роликовых рычагов с малым трением, снабжённых гидрокompенсаторами.



Форсунки крепятся на головке блока цилиндров с помощью прижимных пластин. Их можно демонтировать, сняв маленькие крышки на кожухе головки блока цилиндров.



S403\_084



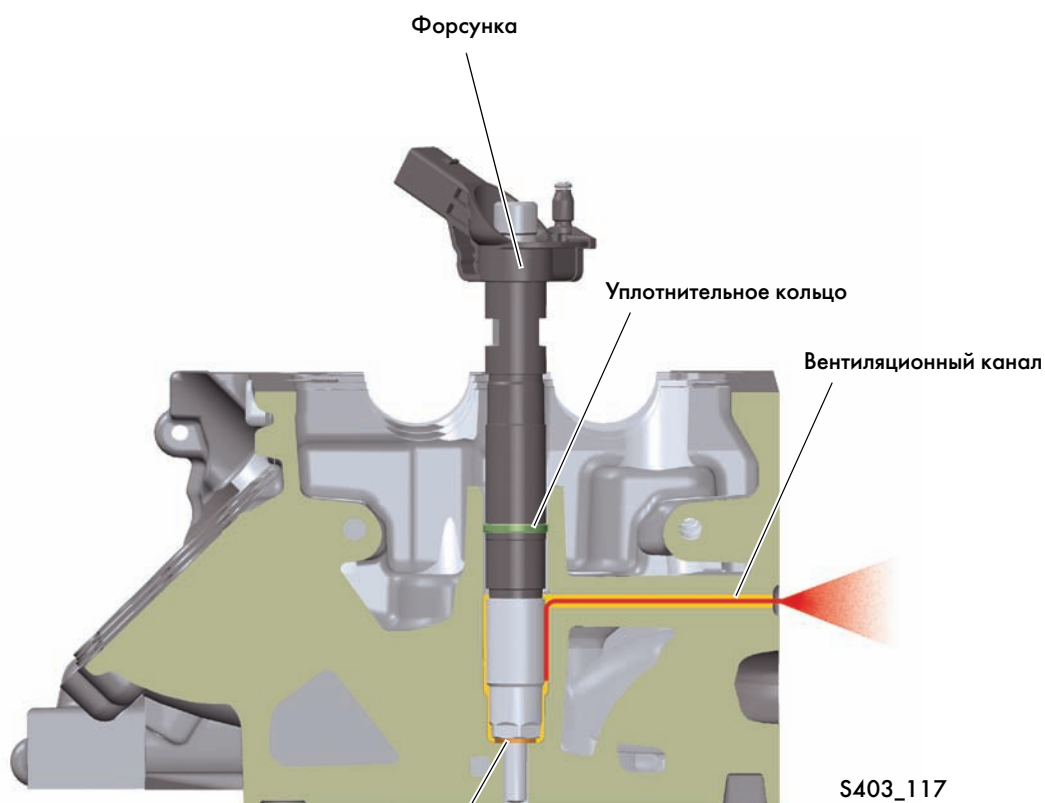
# Механическая часть двигателя

## Вентиляционный канал в головке блока цилиндров

При утечке в области медного уплотнительного кольца форсунки воздух из камеры сгорания может выходить через такой канал.

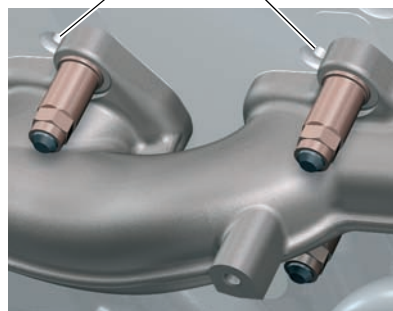
Вентиляционный канал расположен в головке блока цилиндров над выпускным коллектором.

Он предотвращает попадание находящихся под давлением газов из камеры сгорания через систему вентиляции картера в насосную секцию турбонагнетателя, что могло бы привести к нарушению его нормального функционирования.



Уплотнительное кольцо камеры сгорания

Вентиляционные каналы



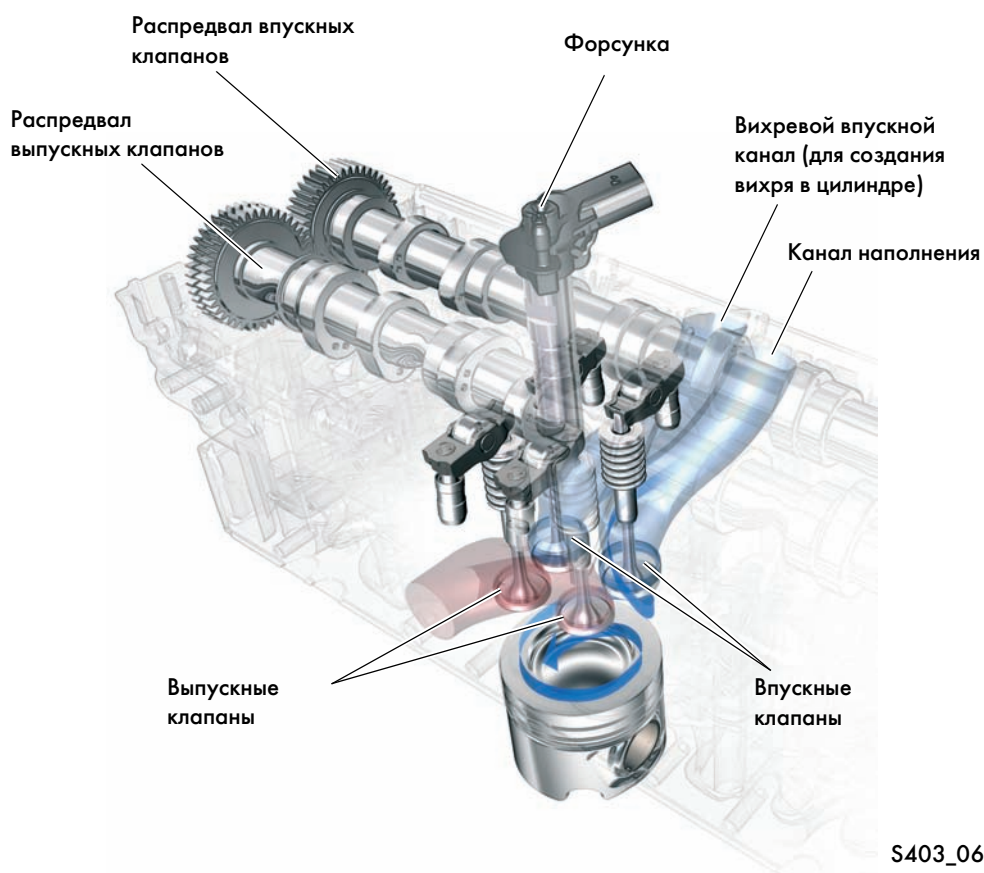
S403\_118



## 4 клапана на цилиндр

На каждый цилиндр приходится два впускных и два выпускных клапана. Клапаны установлены вертикально тарелками вниз.

Форсунка установлена вертикально и расположена точно по середине камеры сгорания поршня.



Форма, размеры и расположение впускных и выпускных каналов обеспечивают хорошее наполнение и последующую замену смеси в камере сгорания.

Впускные каналы разделяются на вихревые каналы и каналы наполнения. Воздух, поступающий через вихревой канал, обеспечивает интенсивное перемешивание смеси.

Канал наполнения способствует хорошему наполнению камеры сгорания, особенно при высоких оборотах двигателя.

# Механическая часть двигателя

## Впускной коллектор с заслонками впускных каналов

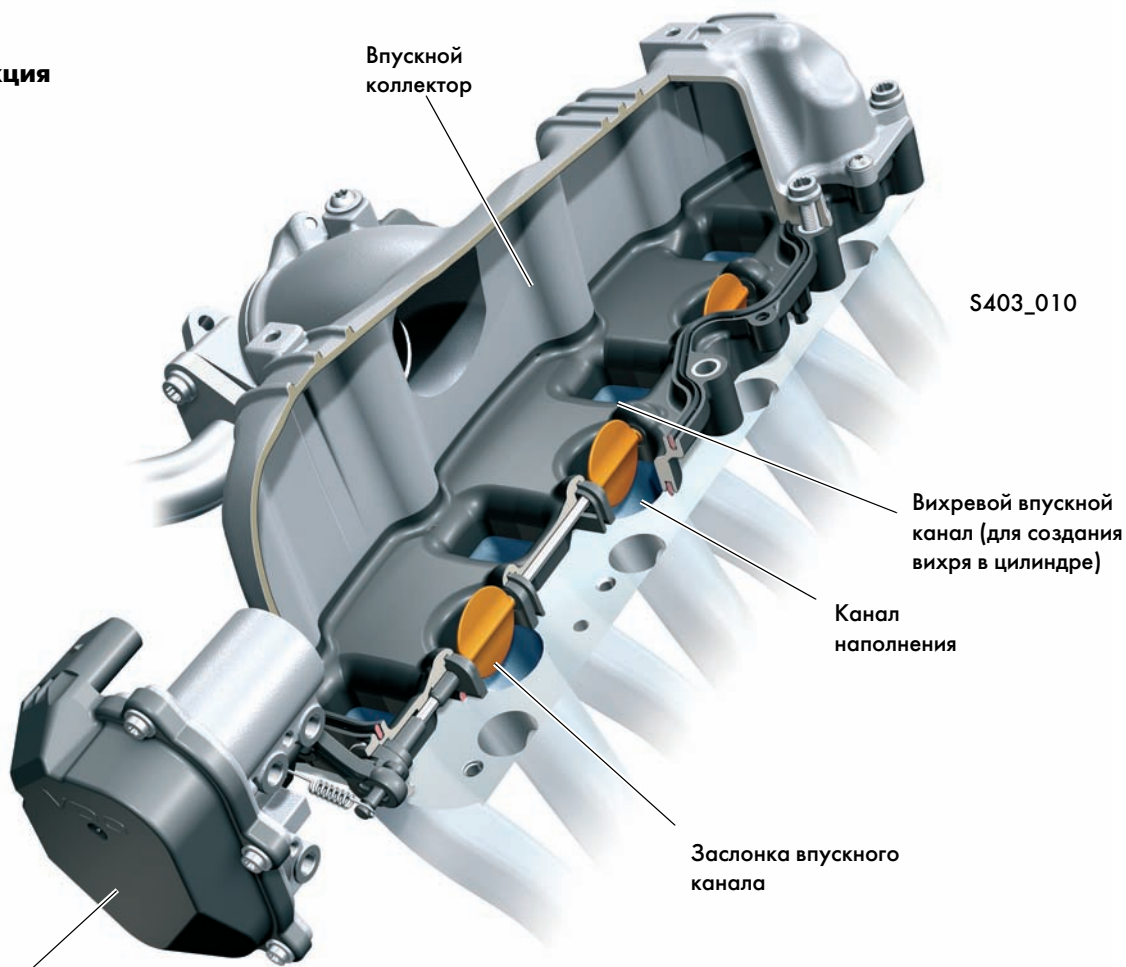
Во впускном коллекторе находятся заслонки впускных каналов с плавной регулировкой.

Посредством установки положения заслонок впускных каналов, в зависимости от числа оборотов двигателя и нагрузки, регулируется вихреобразование в потоке всасываемого воздуха.

Заслонки впускных каналов управляются посредством тяги от электродвигателя привода заслонок впускных каналов. Управление электродвигателем осуществляется от блока управления двигателя. В электродвигатель привода заслонок впускных каналов V157 встроен потенциометр G336, служащий для подачи в блок управления сигнала обратной связи, характеризующего положение заслонок впускных каналов.



### Конструкция



Электродвигатель привода заслонок впускных каналов V157 с потенциометром G336

## Назначение заслонок впускных каналов

На холостом ходу и при низких оборотах двигателя заслонки впускных каналов закрыты. В результате возникает интенсивное вихревое движение, обеспечивающее хорошее смесеобразование.



S403\_044

При эксплуатации двигателя положение заслонок впускных каналов плавно регулируется в зависимости от нагрузки двигателя и числа оборотов. Благодаря этому в каждом режиме работы двигателя в камере сгорания формируется оптимальное вихревое движение воздуха.

При оборотах свыше 3000 об/мин заслонки впускных каналов полностью открыты. Благодаря повышению пропускной способности заслонок обеспечивается хорошее наполнение камер сгорания.



S403\_045



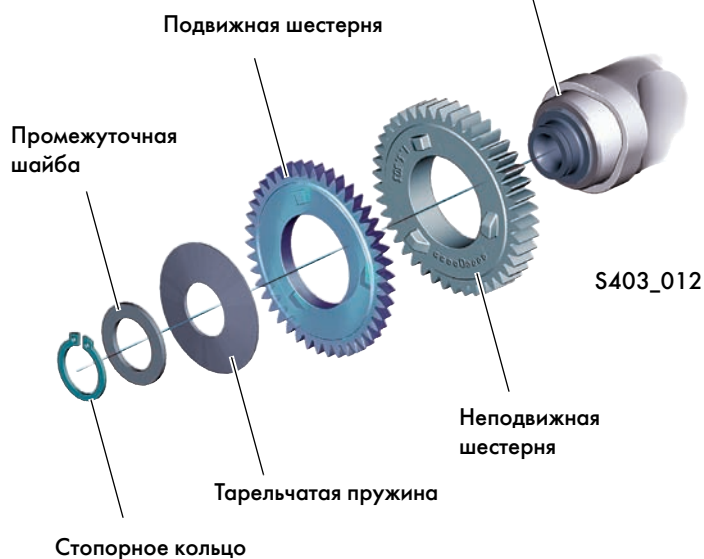
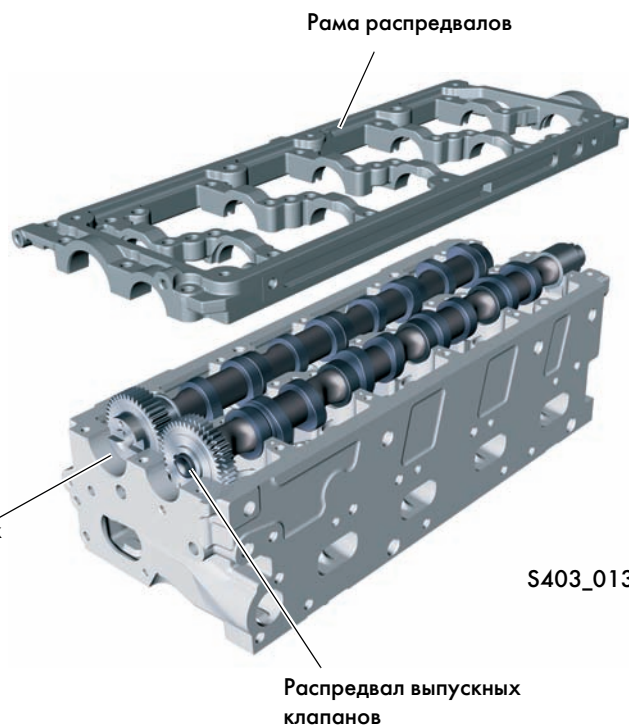
При пуске двигателя, в аварийном режиме и при полной нагрузке заслонки впускных каналов полностью открыты.

# Механическая часть двигателя

## Привод распределов

Распределы впускных и выпускных клапанов соединены зубчатой передачей с цилиндрической шестернёй, имеющей встроенный компенсатор зазора между зубьями шестерён. При этом привод шестерни впускного распредела осуществляется от шестерни выпускного распредела.

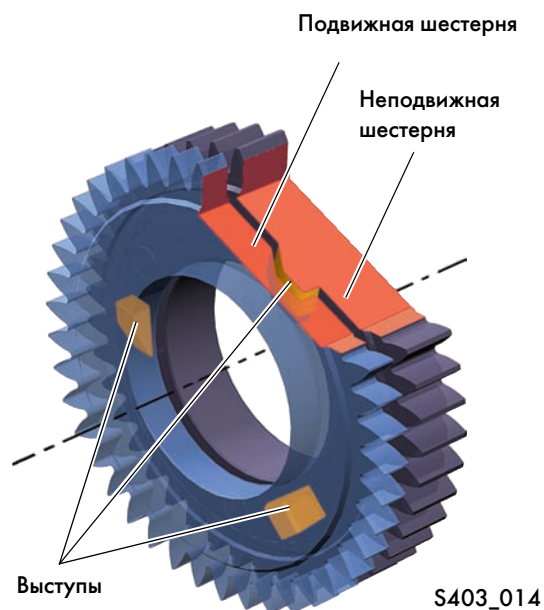
Компенсатор зазоров между зубьями шестерён способствует снижению шумности работы распределов.



## Конструкция

Более широкая (неподвижная) часть цилиндрической шестерни жёстко закреплена на выпускном распределе.

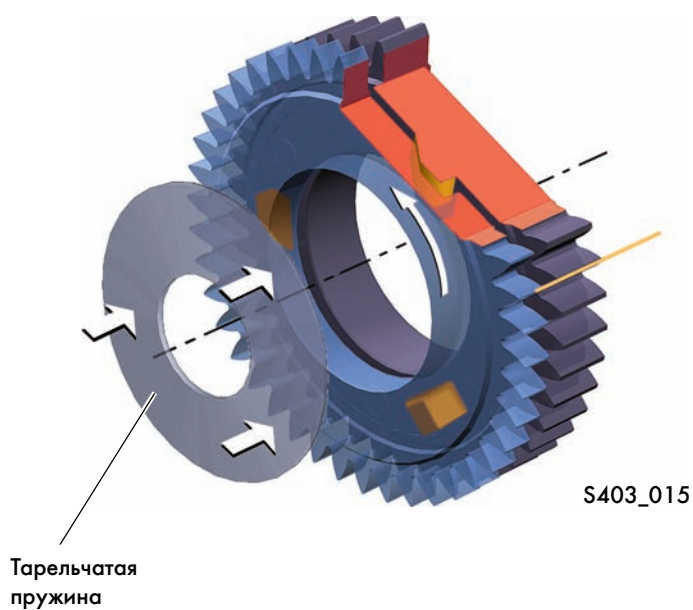
В её передней части имеются выступы. Более узкая (подвижная) часть цилиндрического зубчатого колеса может перемещаться в радиальном и осевом направлениях. С обратной стороны узкой части находятся углубления для выступов.





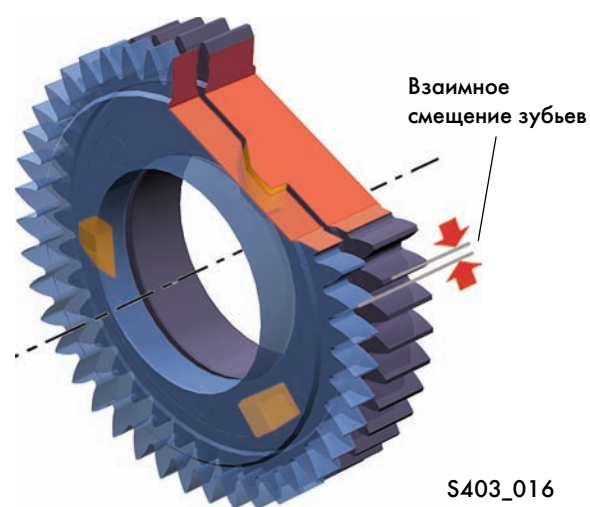
## Принцип работы

Под действием тарельчатой пружины обе части шестерни смещаются относительно друг друга в осевом направлении. При этом благодаря форме выступов они проворачиваются друг относительно друга.



Это вращение приводит к взаимному смещению зубьев составных частей шестерни, который компенсирует зазор в зацеплении между шестернями впускного и выпускного распредвалов.

Компенсатор зазоров

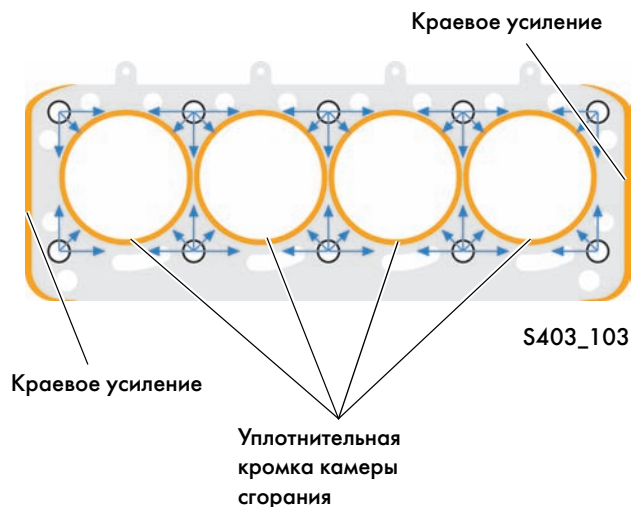


# Механическая часть двигателя

## Прокладка головки блока цилиндров

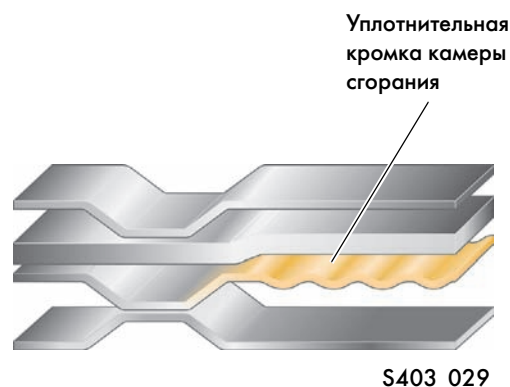
Прокладка головки блока цилиндров состоит из 4 слоёв и обладает двумя отличительными особенностями, способствующими улучшению качества уплотнения:

- уплотнительная кромка камеры сгорания, профилированная по высоте ;
- «краевое усиление».



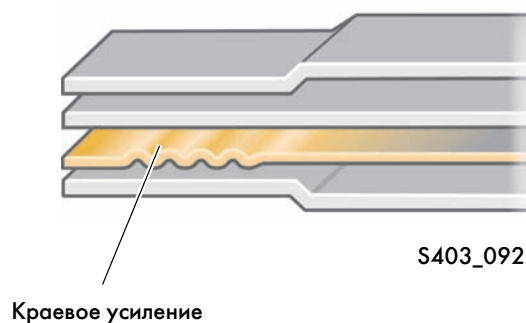
## Профилированная по высоте уплотнительная кромка камеры сгорания

Уплотнительная кромка камеры сгорания располагается вокруг отверстия цилиндра. В поперечном сечении она профилирована по высоте. Иначе говоря, профиль кольца вокруг камеры сгорания имеет переменную высоту. Благодаря этому достигается равномерное распределение прижимного усилия по краям камеры сгорания. Кроме того, при этом компенсируются неровности по краям цилиндров и связанные с ними колебания толщины уплотняемого зазора.



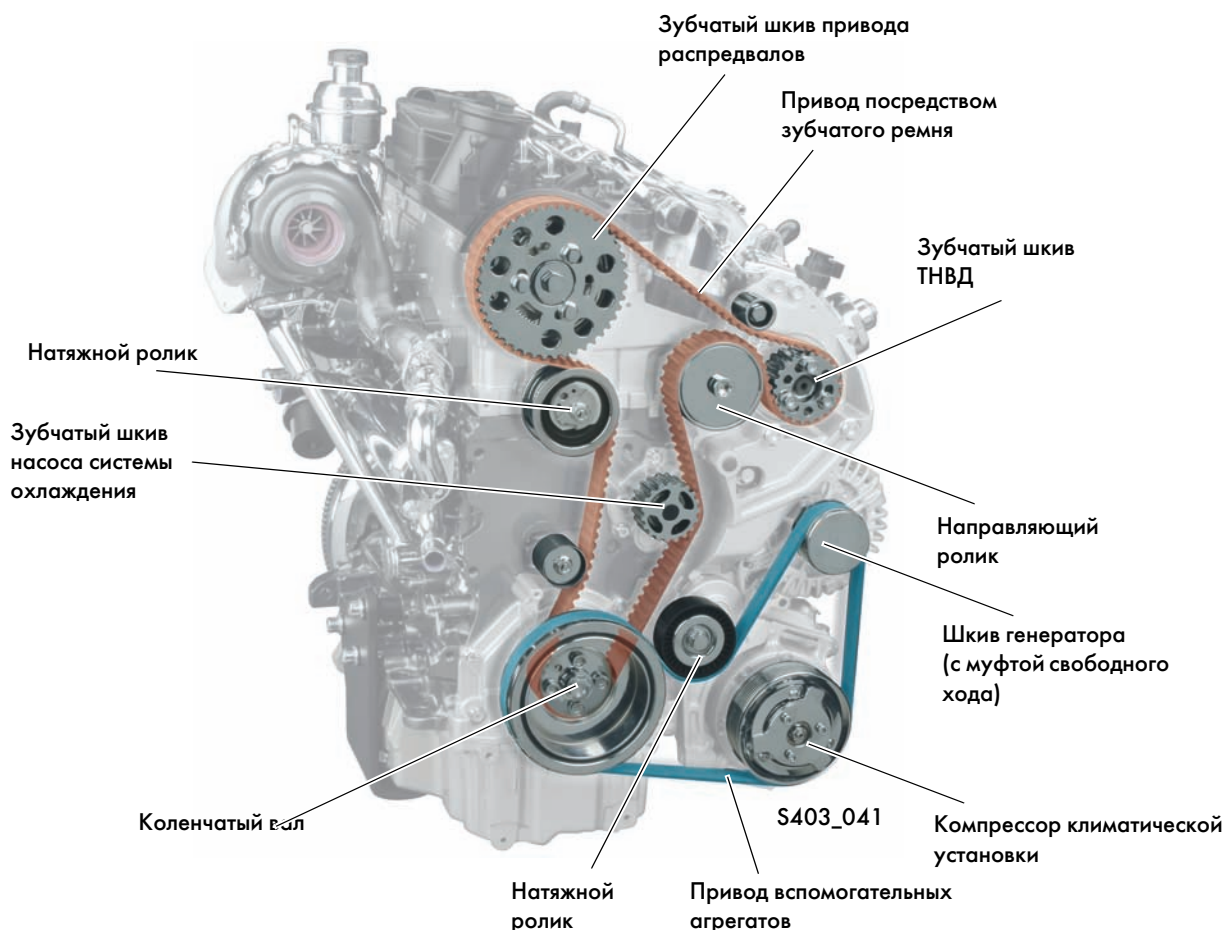
## «Краевое усиление»

«Краевое усиление» обеспечивает профиль уплотнительной прокладки в области обоих крайних цилиндров. Краевое усиление в этих местах способствует равномерному распределению прижимного усилия. Тем самым снижается влияние прогиба головки блока цилиндров и перекосов в расположении крайних цилиндров.



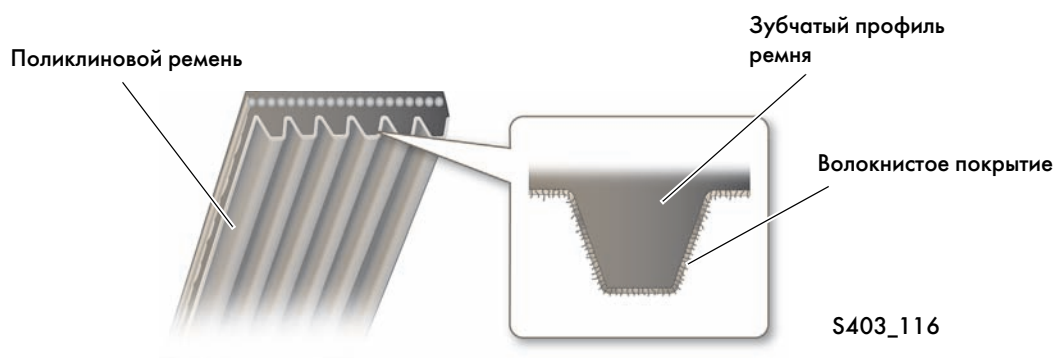
## Привод посредством зубчатого ремня

Посредством ременной передачи осуществляется привод распредвалов, насоса системы охлаждения и насоса высокого давления системы впрыска Common-Rail



## Привод вспомогательных агрегатов

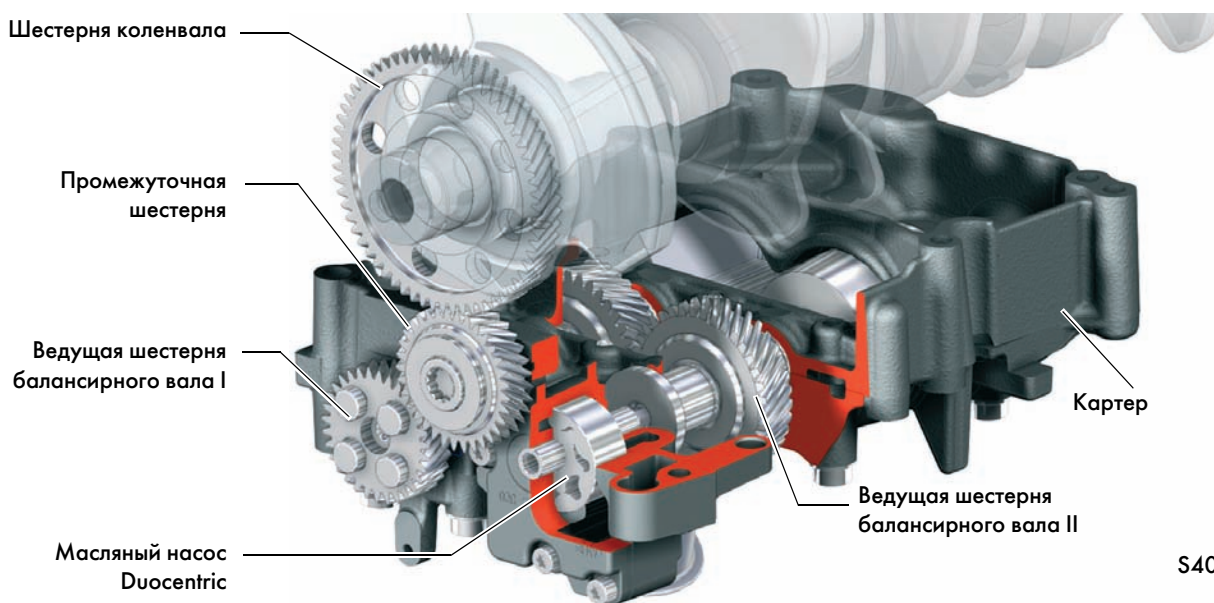
Привод вспомогательных агрегатов — генератора и компрессора климатической установки — осуществляется от коленвала посредством поликлинового ремня. Профилированная поверхность поликлинового ремня покрыта слоем, сформированным из высокопрочных волокон. Благодаря этому слою создается трение, необходимое для сцепления ремня. Кроме того, этот слой способствует снижению шумности ременной передачи в холодную и влажную погоду.



# Механическая часть двигателя

## Блок балансирных валов

Двигатель 2,0л 103 кВт TDI для Tiguan снабжён блоком балансирных валов, расположенным под коленвалом в масляном картере. Привод блока балансирных валов осуществляется от коленвала посредством зубчатого ремня. Масляный насос Duocentric встроен в блок балансирных валов.



S403\_017

### Конструкция

Блок балансирных валов состоит из корпуса, отлитого из серого чугуна, двух балансирных валов, вращающихся в противоположные стороны, косозубой зубчатой передачи и встроенного масляного насоса Duocentric. Вращение от коленвала передается на промежуточную шестерню, расположенную снаружи корпуса. Эта шестерня, в свою очередь, приводит балансирный вал I. От этого балансирного вала вращение передается через пару шестерён, расположенных внутри корпуса, на балансирный вал II и на масляный насос Duocentric.

Привод балансирных валов обеспечивает их вращение с частотой, в два раза превышающей частоту вращения коленвала.

Зазор в зацеплении шестерён регулируется с помощью специального покрытия на зубьях промежуточной шестерни. Это покрытие при начале эксплуатации двигателя стирается, формируя определённую величину зазора.



Если промежуточная шестерня или приводная шестерня балансирного вала I были рассоединены, то промежуточную шестерню после этого обязательно нужно заменить. Следуйте указаниям руководства по ремонту.



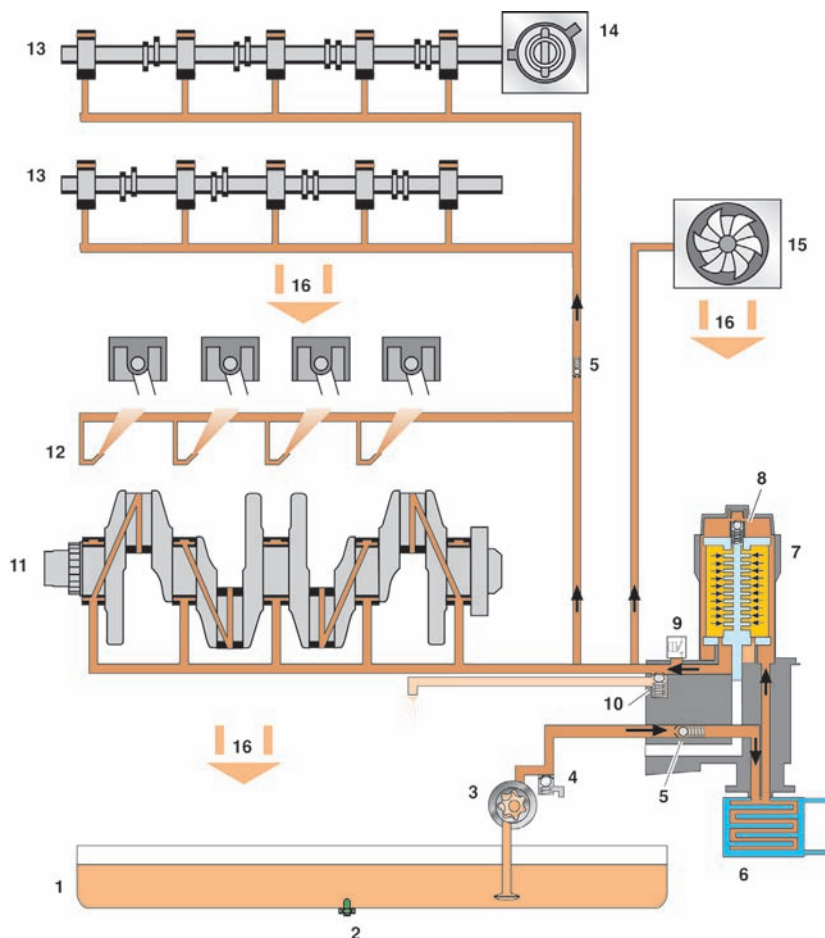
## Система смазки

Необходимое давление масла в двигателе создаёт масляный насос Duocentric. Он встроен в блок балансирующих валов и приводится от балансирующего вала II.

Клапан избыточного давления является предохранительным. Он защищает детали двигателя от повреждений по причине слишком высокого давления масла, например, при низкой температуре окружающей среды и высоких оборотах двигателя.

Регулировочный клапан служит для регулировки давления масла в двигателе. Он открывается, когда давление масла достигает максимального допустимого значения.

Перепускной клапан открывается и обеспечивает смазку двигателя при засорении масляного фильтра.



### Компоненты

- |  |  |
|--|--|
| 1 - Масляный поддон                        | 9 - Датчик давления масла F1           |
| 2 - Датчик уровня и температуры масла G266 | 10 - Клапан регулировки давления масла |
| 3 - Масляный насос                         | 11 - Коленчатый вал                    |
| 4 - Клапан избыточного давления масла      | 12 - Форсунки для охлаждения поршней   |
| 5 - Обратный масляный клапан               | 13 - Распредвал                        |
| 6 - Масляный радиатор                      | 14 - Вакуумный насос                   |
| 7 - Масляный фильтр                        | 15 - Турбоагнетатель                   |
| 8 - Перепускной клапан                     | 16 - Возврат масла                     |

# Механическая часть двигателя

## Система вентиляции картера

В двигателях внутреннего сгорания вследствие перепада давления между камерой сгорания и картером между поршневыми кольцами и поверхностью цилиндров образуются газовые потоки, так называемые «картерные газы».

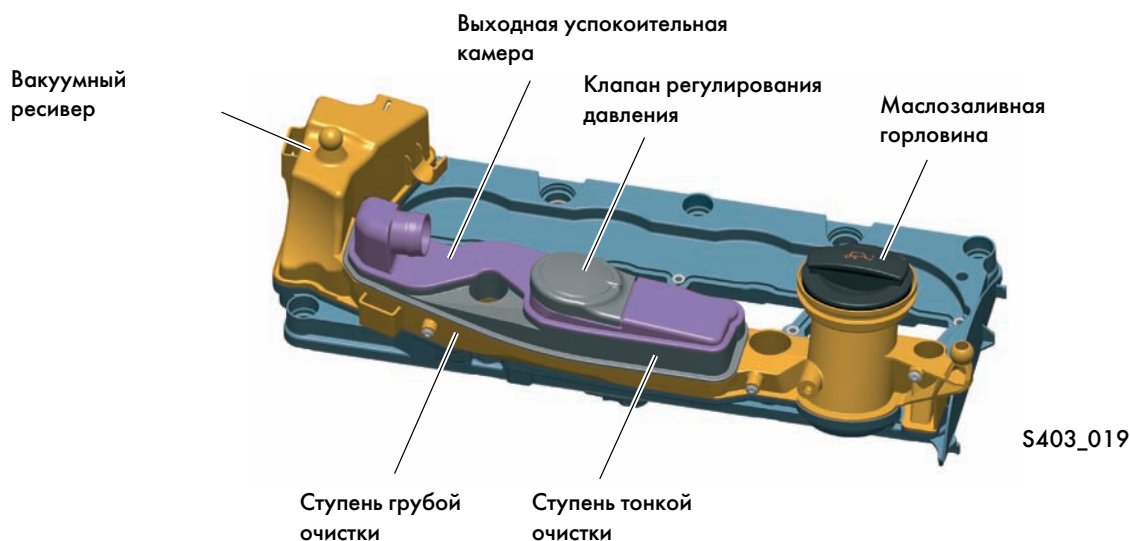
Эти газы, содержащие пары масла, с помощью системы вентиляции картера снова возвращаются во впускной коллектор, предохраняя окружающую среду от загрязнения.

Возросшие требования к защите окружающей среды требуют создания действенной системы очистки от масляных примесей. Благодаря многоступенчатой системе очистки лишь очень небольшое количество масла попадает во впускной коллектор, и, тем самым, снижается образование сажи.

Для отделения масла газы проходят через три ступени очистки:

- ступень грубой очистки,
- ступень тонкой очистки,
- выходная успокоительная камера.

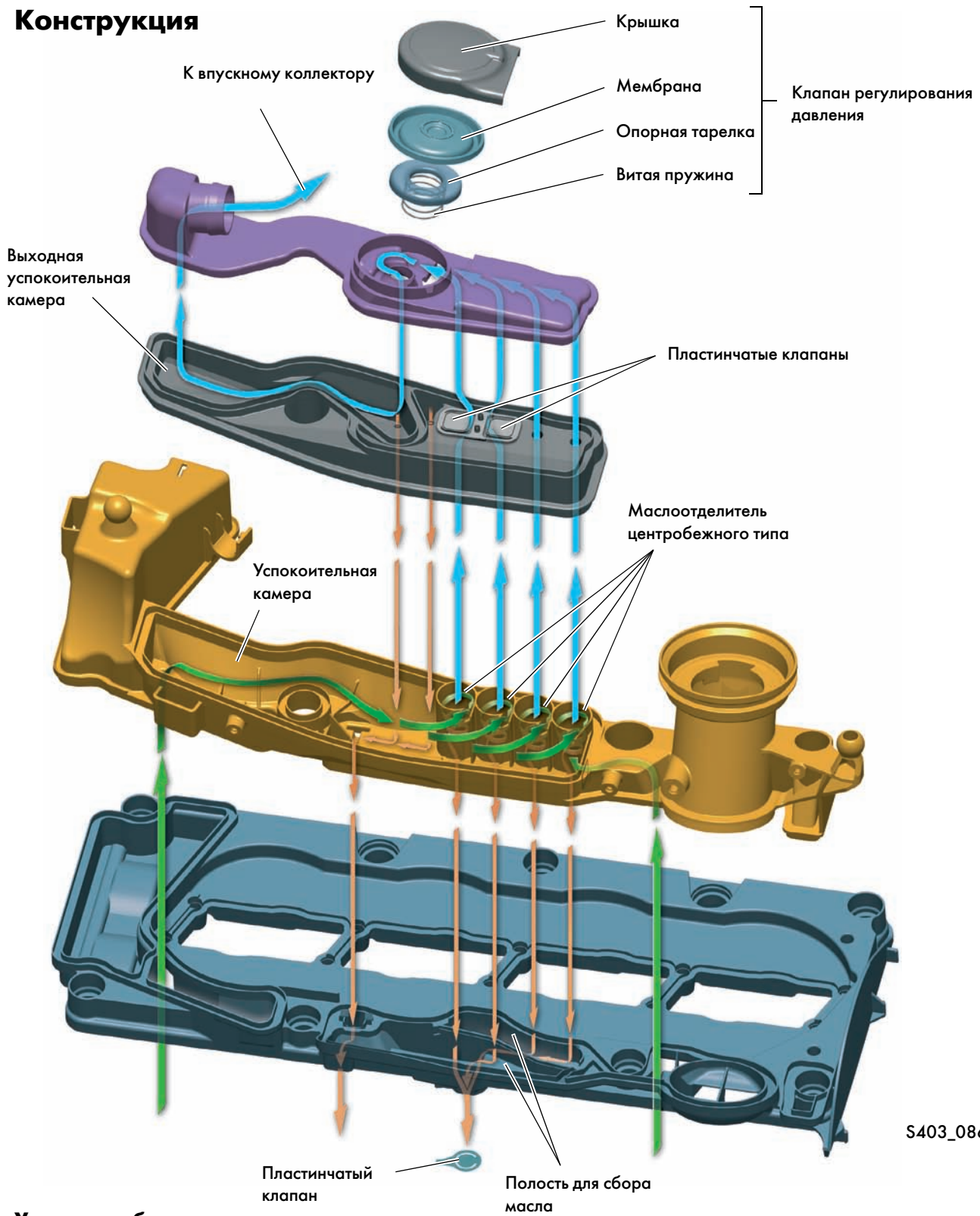
Детали системы вентиляции картера, наряду с маслозаливной горловиной и ресивером вакуумной системы двигателя, смонтированы в головке блока цилиндров.



## Степень грубой очистки

Картерные газы из областей коленвала и распредвалов попадают в успокоительную камеру. Эта камера встроена в крышку головки блока цилиндров. На стенках успокоительной камеры оседают крупные капли масла и стекают на её дно. Через отверстия в успокоительной камере капли масла снова попадают в головку блока цилиндров.

## Конструкция



S403\_086

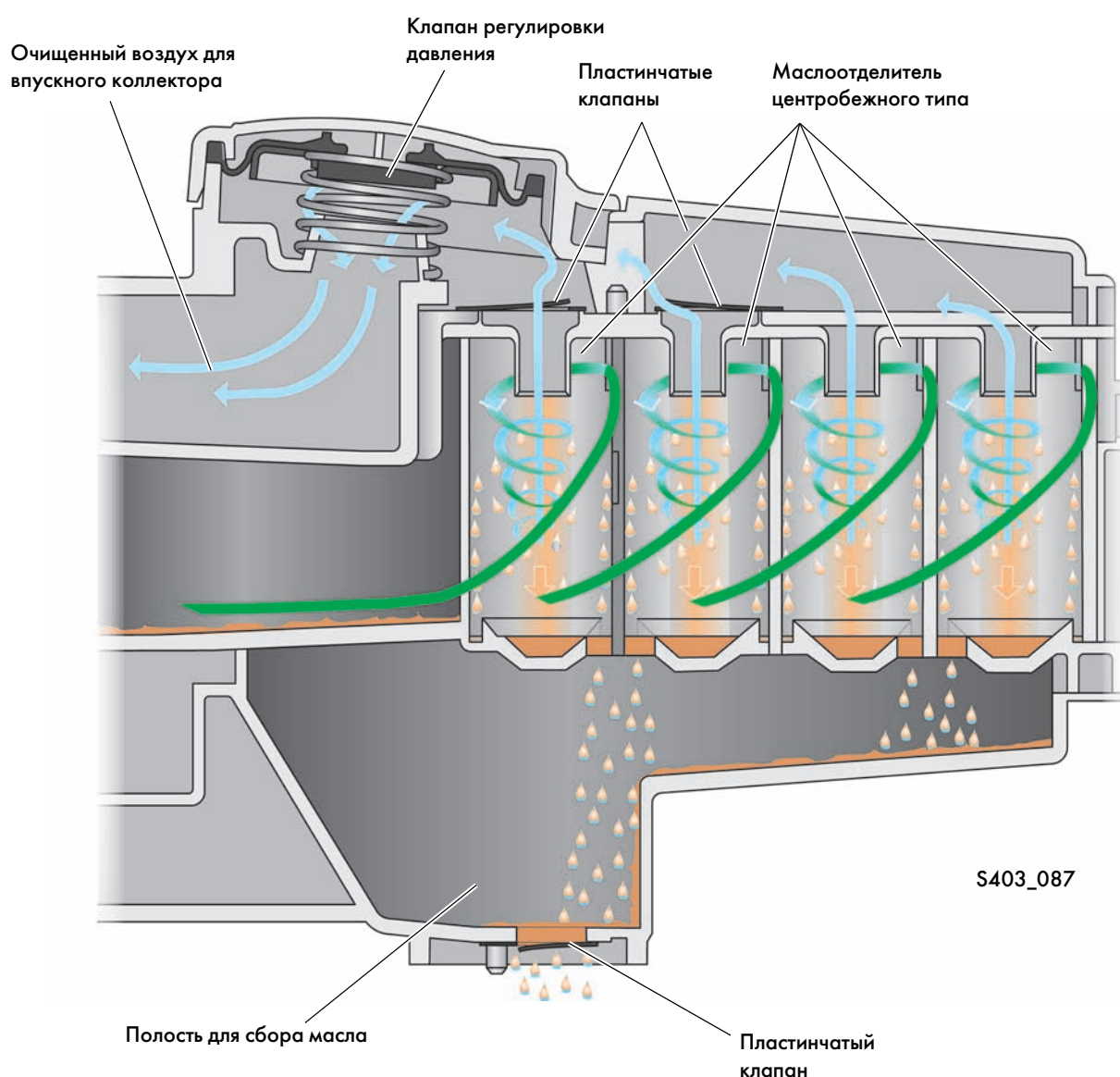
### Условные обозначения

- █ Картерные газы, содержащие пары масла
- █ Очищенные от масла газы
- █ Возврат масла

# Механическая часть двигателя

## Ступень тонкой очистки

Тонкая очистка газов осуществляется с помощью маслоотделителя центробежного типа, состоящего из четырёх камер. В зависимости от перепада давления между впускным коллектором и картером посредством пластинчатых клапанов, состоящих из упругих стальных пластинок, подключаются две или четыре маслоотделительные камеры. Благодаря специальной форме камер газовый поток закручивается в них по спирали. Под действием центробежной силы пары масла оседают на разделительной перегородке. Образующиеся в результате капли масла по стенкам камер стекают в полость для сбора масла. Эта полость может вместить столько масла, сколько может поступить при расходе полного топливного бака автомобиля.



При выключении двигателя открывается пластинчатый клапан, который до этого удерживался закрытым под действием более высокого давления в головке блока цилиндров. Масло, собранное в полости, через головку блока цилиндров стекает обратно в картер.



## Клапан регулирования давления

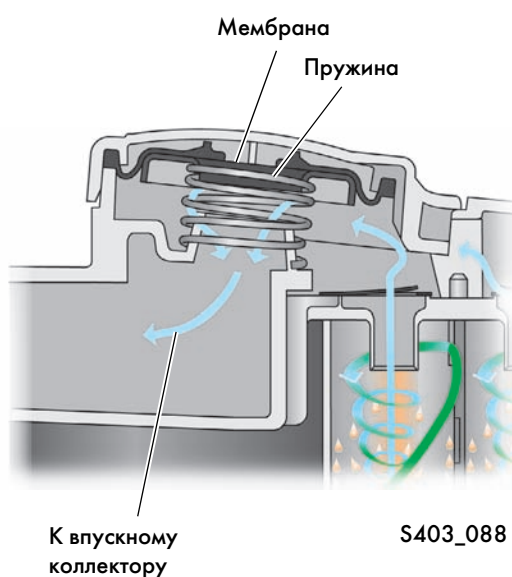
Этот клапан служит для регулирования давления в системе вентиляции картера. Он состоит из мембраны и пружины.

Клапан ограничивает разрежение в картере при откачке из него картерных газов. При слишком сильном разрежении могут быть повреждены уплотнения двигателя.

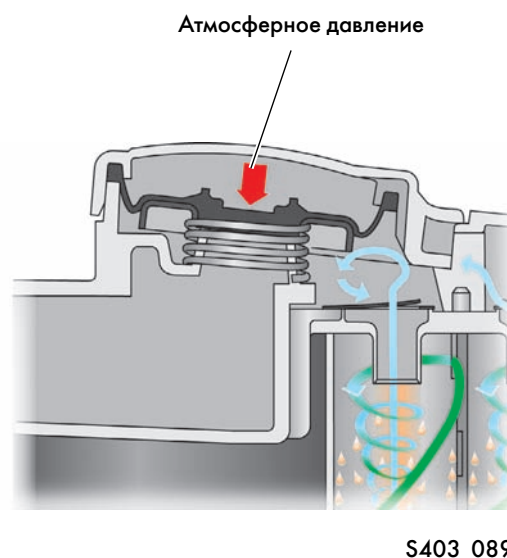
При слабом разрежении во впускном коллекторе под действием пружины клапан открывается.

При сильном разрежении во впускном коллекторе клапан закрывается.

Клапан регулирования давления открыт

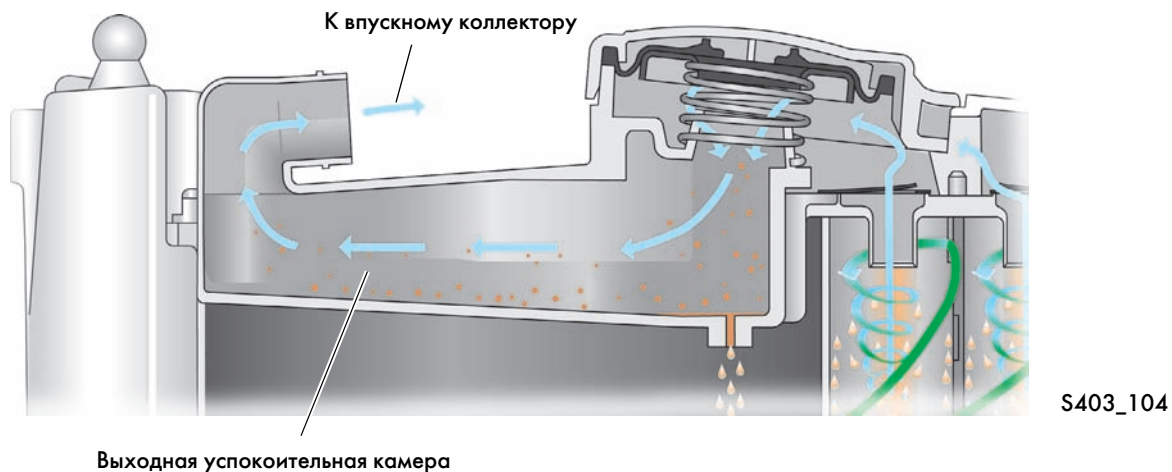


Клапан регулирования давления закрыт



## Выходная успокоительная камера

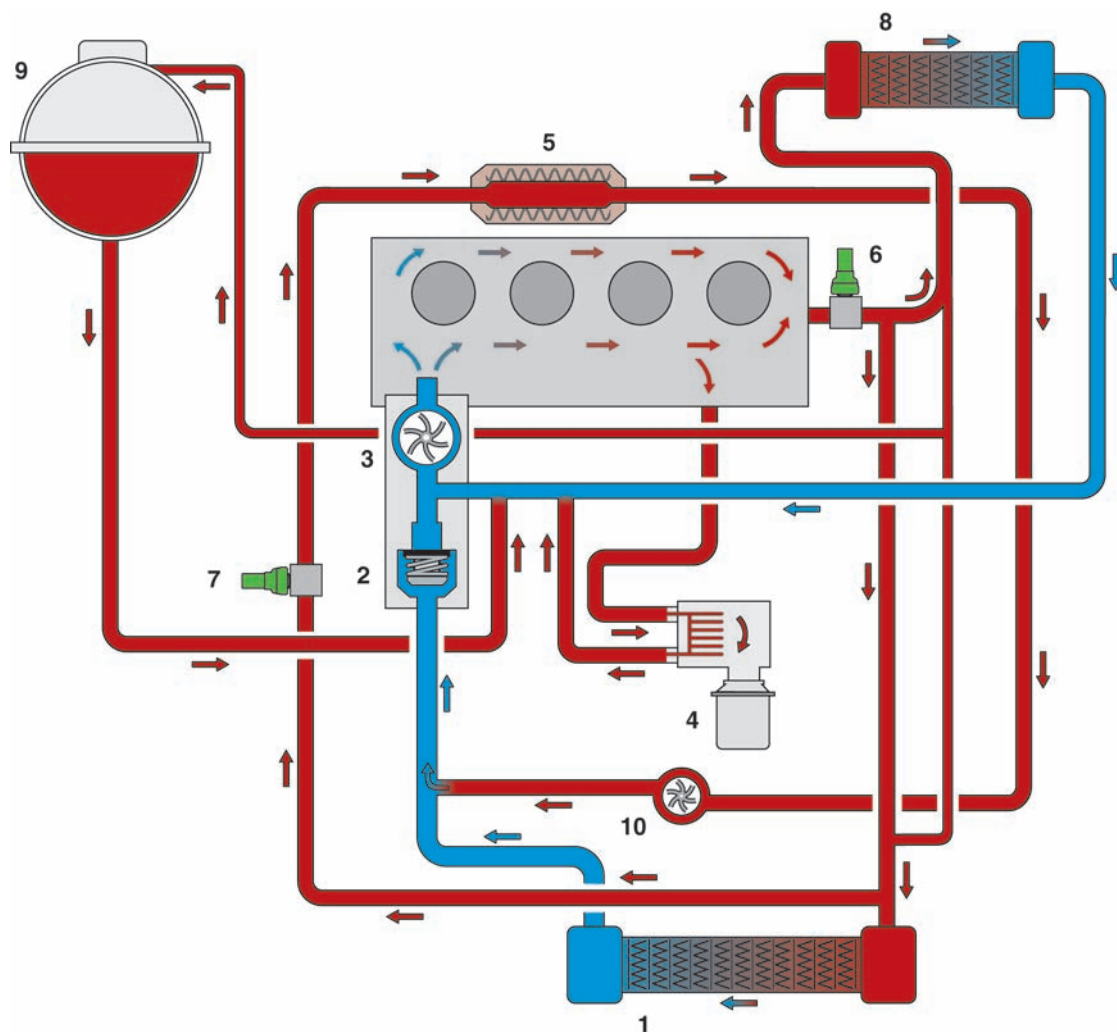
Чтобы уменьшить вредное влияние турбулентности газовых потоков на входе впускного коллектора после центробежного маслоотделителя установлена выходная успокоительная камера. В этой камере движение газов, выходящих из центробежных маслоотделителей, замедляется и успокаивается. Кроме того, на стенках этой камеры также оседает ещё и некоторое количество масла, остающееся в газовом потоке.



# Механическая часть двигателя

## Система охлаждения

Циркуляцию охлаждающей жидкости в контуре системы охлаждения обеспечивает механический насос. Привод насоса осуществляется посредством зубчатого ремня. Управление системой охлаждения осуществляется от регулятора на базе термостата, основанного на тепловом расширении наполнителя.



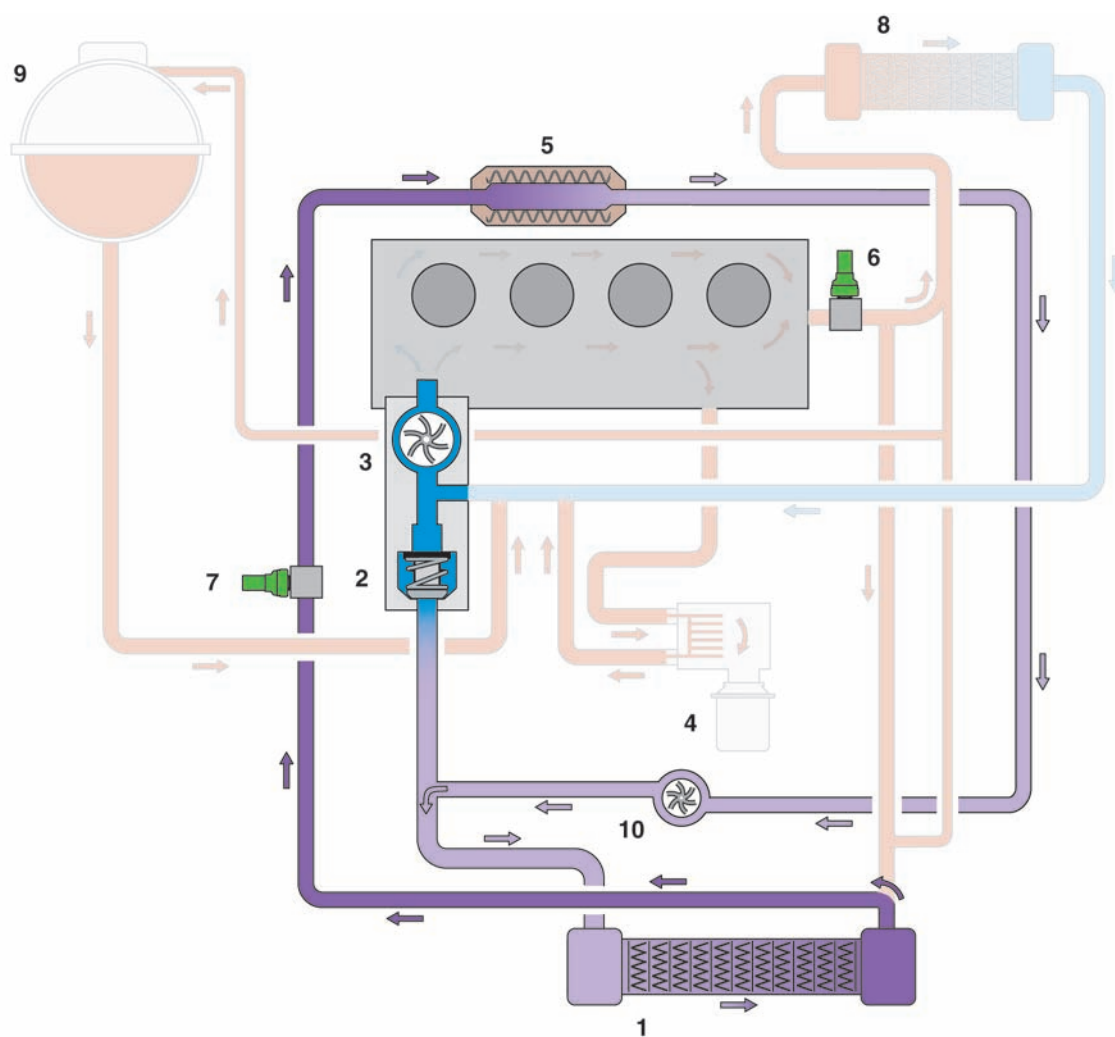
S403\_020

### Компоненты

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1 - Радиатор системы охлаждения      | 6 - Датчик температуры охлаждающей жидкости G62                     |
| 2 - Термостат                        | 7 - Датчик температуры охлаждающей жидкости на выходе радиатора G83 |
| 3 - Насос системы охлаждения         | 8 - Теплообменник отопителя   |
| 4 - Масляный радиатор                | 9 - Компенсационный бачок   |
| 5 - Радиатор системы рециркуляции ОГ | 10 - Насос 2 циркуляции охлаждающей жидкости V178                   |

## Низкотемпературная система рециркуляции ОГ

Для уменьшения выброса окислов азота  $\text{NO}_x$  двигатель оснащён низкотемпературной системой рециркуляции ОГ.



S403\_071

### Принцип работы

При закрытом термостате радиатор системы рециркуляции ОГ соединён напрямую с холодным радиатором двигателя. Вследствие обусловленного этим большого перепада температур обратно может быть возвращено большее количество ОГ. В результате, температура в камере сгорания двигателя и связанное с ней количество окислов азота в выхлопе могут быть ещё снижены.

Электрический дополнительный насос (насос 2 циркуляции охлаждающей жидкости V178) управляется блоком управления двигателя и постоянно работает после запуска двигателя.

# Механическая часть двигателя

## Система питания

### Схема и детали системы

1 - Подкачивающий топливный насос G6

Осуществляет постоянную подкачку топлива в напорную магистраль.

2 - Топливный фильтр с клапаном предварительного подогрева

Клапан предварительного подогрева препятствует при низких температурах окружающей среды засорению фильтра кристаллизующимися парафинами.

3 - Дополнительный топливный насос V393

Подаёт топливо из напорной магистрали к топливному насосу.

4 - Сетчатый фильтр

Предохраняет насос высокого давления от попадания инородных частиц.

5 - Датчик температуры топлива G81

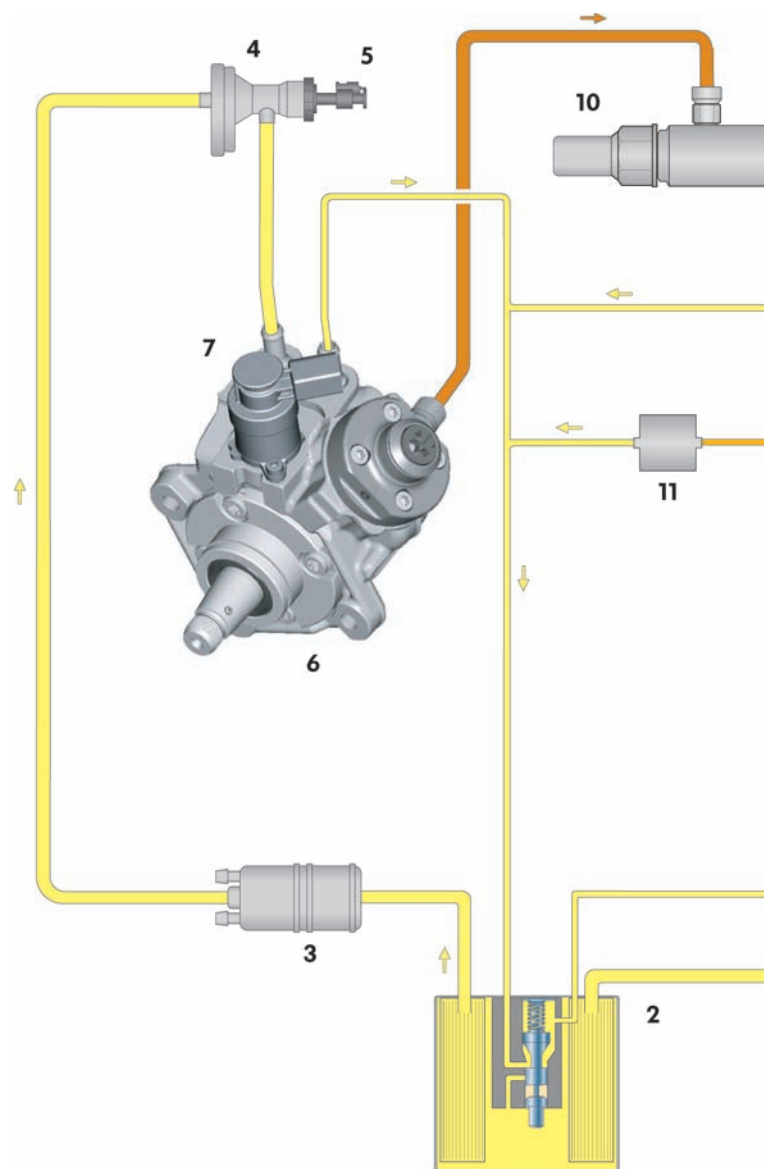
Измеряет текущую температуру топлива.

6 - Насос высокого давления (ТНВД)

Создаёт давление, необходимое для работы системы впрыска.

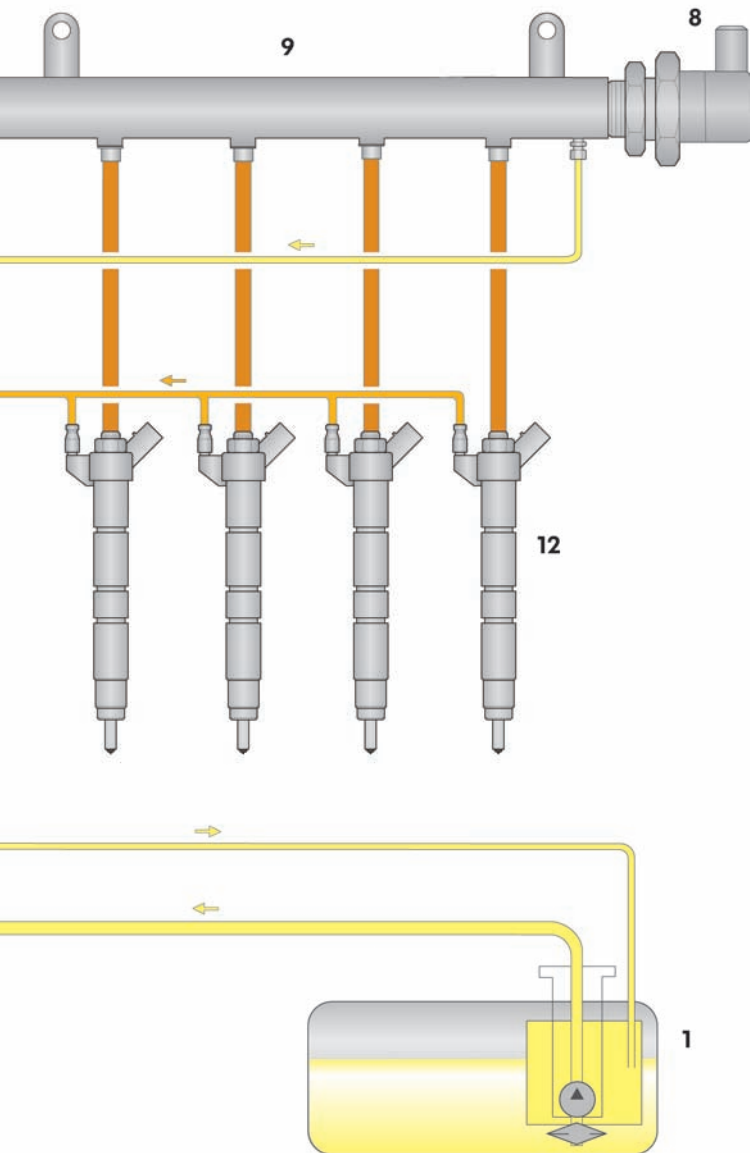
7 - Клапан дозирования топлива N290

Регулирует количество топлива, которое необходимо подать в аккумулятор высокого давления.



- 1 - Подкачивающий топливный насос G6
- 2 - Топливный фильтр с клапаном предварительного подогрева
- 3 - Дополнительный топливный насос V393
- 4 - Сетчатый фильтр
- 5 - Датчик температуры топлива G 81
- 6 - Насос высокого давления (ТНВД)





S403\_021

- 7 - Клапан дозирования топлива N290
- 8 - Регулятор давления топлива N276
- 9 - Аккумулятор давления (топливная рампа)
- 10- Датчик давления топлива G247
- 11- Редукционный клапан
- 12- Форсунки N30, N31, N32, N33

#### 8 - Регулятор давления топлива N276

Регулирует давление топлива в магистрали высокого давления.

#### 9 - Аккумулятор давления (топливная рампа)

Накапливает под высоким давлением топливо, необходимое для впрыска во все цилиндры.

#### 10 - Датчик давления топлива G247

Измеряет текущее давление топлива в магистрали высокого давления.

#### 11 - Редукционный клапан

Поддерживает давление в обратной магистрали форсунок системы впрыска на уровне 10 бар. Такое давление необходимо для работы форсунок.

#### 12 - Форсунки N30, N31, N32, N33

- Высокое давление 230-1800 бар
- Давление в обратной магистрали форсунок, 10 бар
- Давление в напорной магистрали  
Давление в обратной магистрали



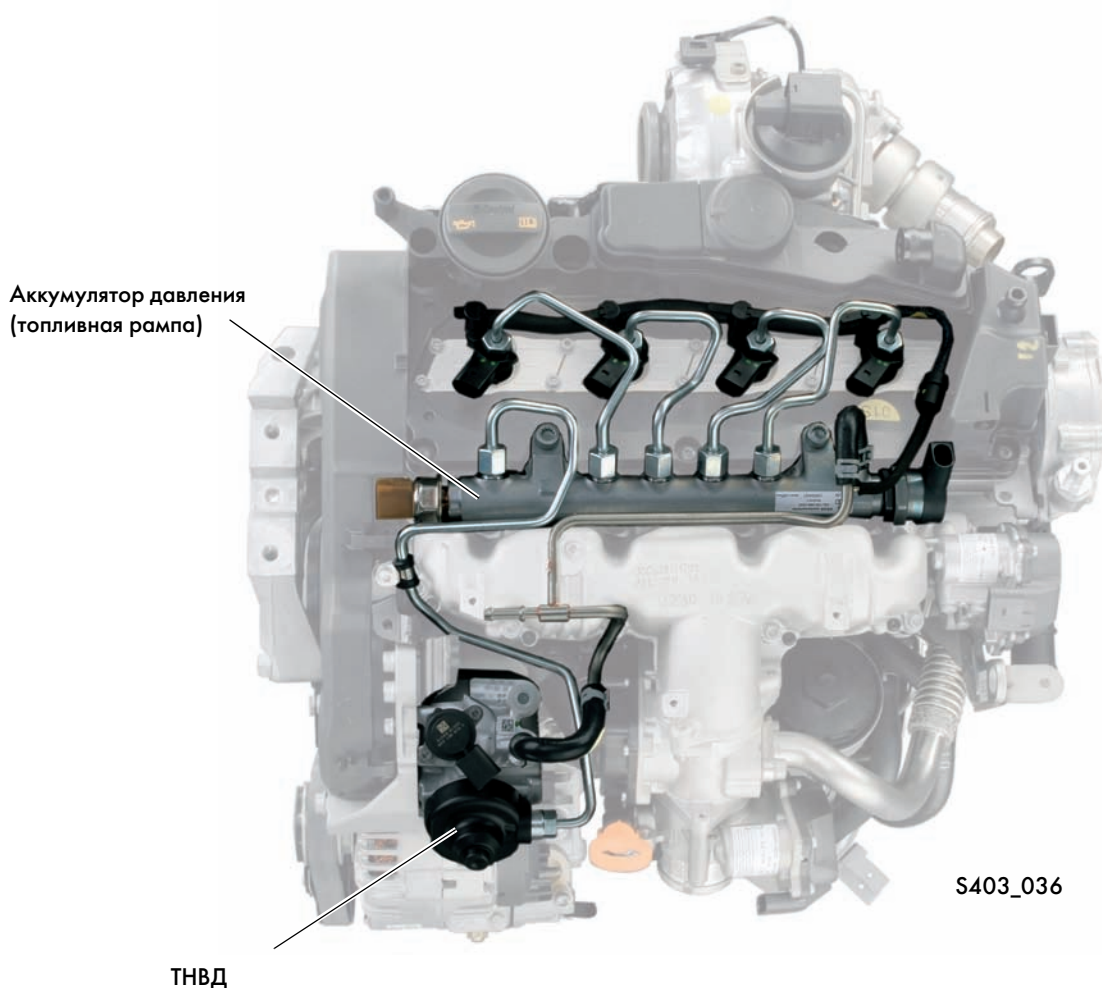
# Механическая часть двигателя

## Система впрыска Common-Rail

В системе питания нового двигателя 2,0 л TDI применена система впрыска Common Rail.

Система впрыска Common Rail представляет систему впрыска топлива для дизельных двигателей с аккумулятором высокого давления.

Термин «Common-Rail» означает «общая балка/рампа» и служит для обозначения общей топливной рампы (аккумулятора давления) для всех форсунок ряда цилиндров.



В данной системе процесс впрыска отделён от процесса создания высокого давления. Необходимое для системы впрыска высокое давление создаётся с помощью отдельного топливного насоса высокого давления (ТНВД).

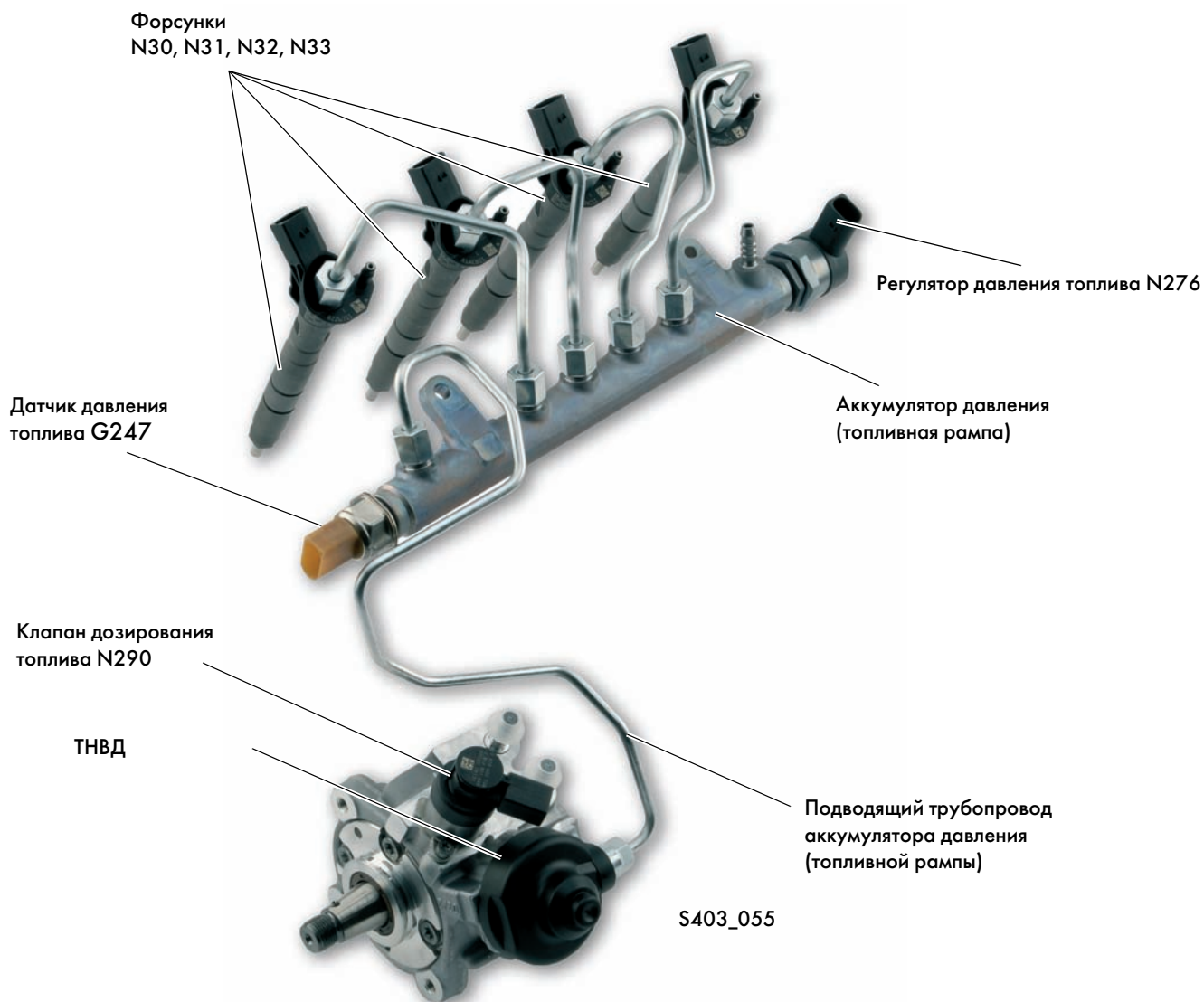
Топливо, находящееся под высоким давлением, накапливается в аккумуляторе давления (топливной рампе) и через короткие топливопроводы высокого давления подаётся к форсункам.

Управление системой впрыска Common-Rail осуществляется системой управления двигателя Bosch EDC 17.

Эта система впрыска отличается следующими особенностями.

- Давление впрыска может свободно варьироваться и устанавливаться на уровне, соответствующем режиму работы двигателя.
- Высокое давление впрыска, достигающее 1800 бар, способствует хорошему перемешиванию горючей смеси в цилиндре.
- Процесс впрыска отличается гибкостью и позволяет выполнять по несколько предварительных и дополнительных впрысков.

Система впрыска Common-Rail располагает большими возможностями для регулирования давления и параметров впрыска в соответствии с режимом работы двигателя. Это создает хорошие предпосылки для удовлетворения постоянно растущих требований к системе впрыска в плане улучшения экономичности, снижения токсичности ОГ и шумности двигателя.



Принцип действия системы впрыска Common-Rail с пьезоэлектрическими форсунками описан в материалах программы самообучения 351 «Система впрыска Common-Rail двигателя 3,0 л V6 TDI».

# Механическая часть двигателя

## Форсунки

В системе впрыска Common-Rail двигателя 2,0 л TDI используются пьезоэлектрические форсунки.

Управление форсунками осуществляется исполнительным механизмом, основанном на использовании пьезоэлемента. Скорость переключения такого механизма во много раз выше, чем у форсунки с электромагнитным клапаном.

Кроме того, масса подвижной иглы у распылителя пьезоэлектрической форсунки примерно на 75 % меньше, чем у форсунки с электромагнитным приводом.

Это обеспечивает пьезоэлектрическим форсункам следующие преимущества:

- короткое время переключения,
- возможность произвести несколько впрысков в течение рабочего такта,
- точность дозировки впрыска.

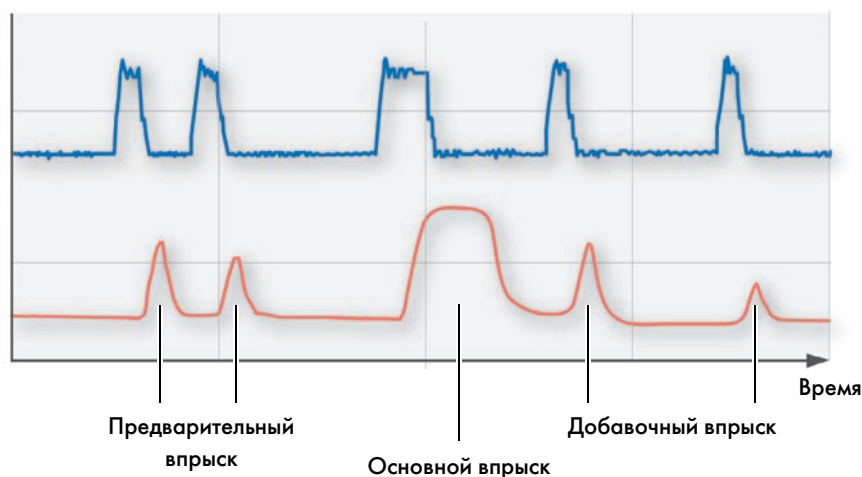


## Процесс впрыска

Высокая скорость переключения пьезоэлектрической форсунки позволяет гибко и с высокой точностью управлять фазами впрыска и дозировать подачу топлива. Благодаря этому управление процессом впрыска топлива может осуществляться в точном соответствии с потребностью двигателя в определённый момент времени. За время такта может быть произведено до пяти отдельных впрысков.

Управляющее напряжение (В)

Впрыск топлива (мгновенный расход топлива)





## Дополнительный топливный насос V393

Дополнительный топливный насос является насосом шибберного типа. Он находится у «Тигуан» в моторном отсеке и предназначен для подачи топлива из бака в напорную магистраль, ведущую к ТНВД.

Дополнительный топливный насос управляется с помощью реле от блока управления двигателя и поднимает давление, создаваемое предварительным электрическим насосом, установленным в топливном баке, до 5 бар. Этого достаточно для обеспечения работы ТНВД во всех режимах.

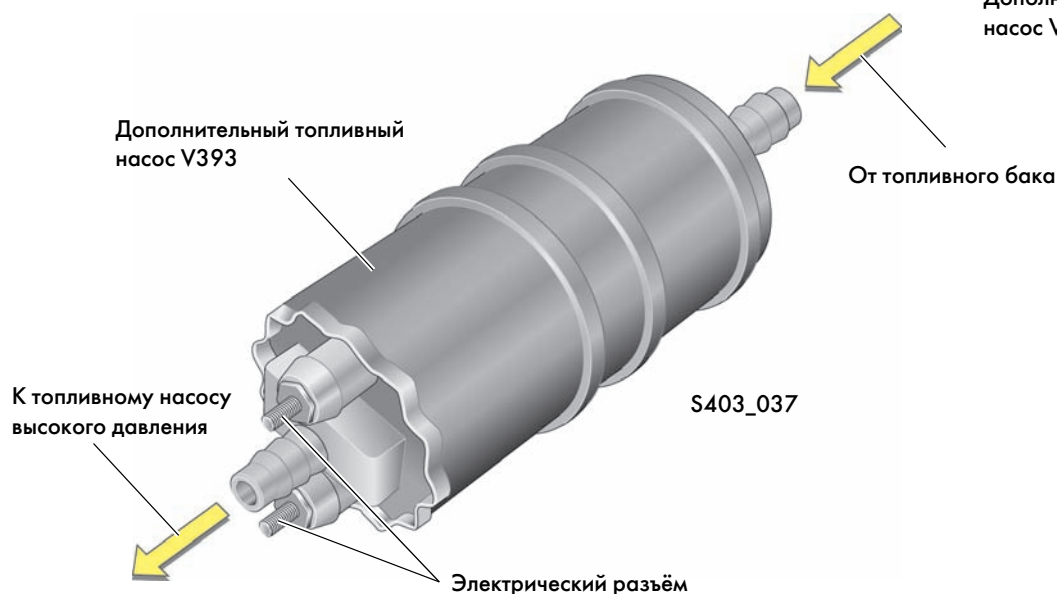
### Последствия отказа

При отказе дополнительного топливного насоса мощность двигателя снизится, но он продолжит работу. Однако запуск двигателя при этом невозможен.



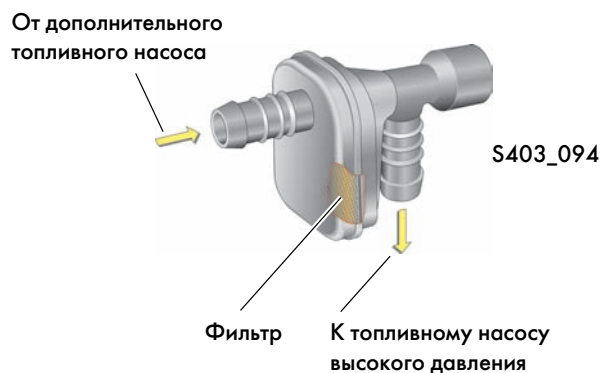
S403\_058

Дополнительный топливный насос V393



### Сетчатый фильтр

Для защиты ТНВД от загрязнения частицами, например, продуктами механической выработки, в подводящей магистрали установлен сетчатый фильтр.



# Механическая часть двигателя

## ТНВД

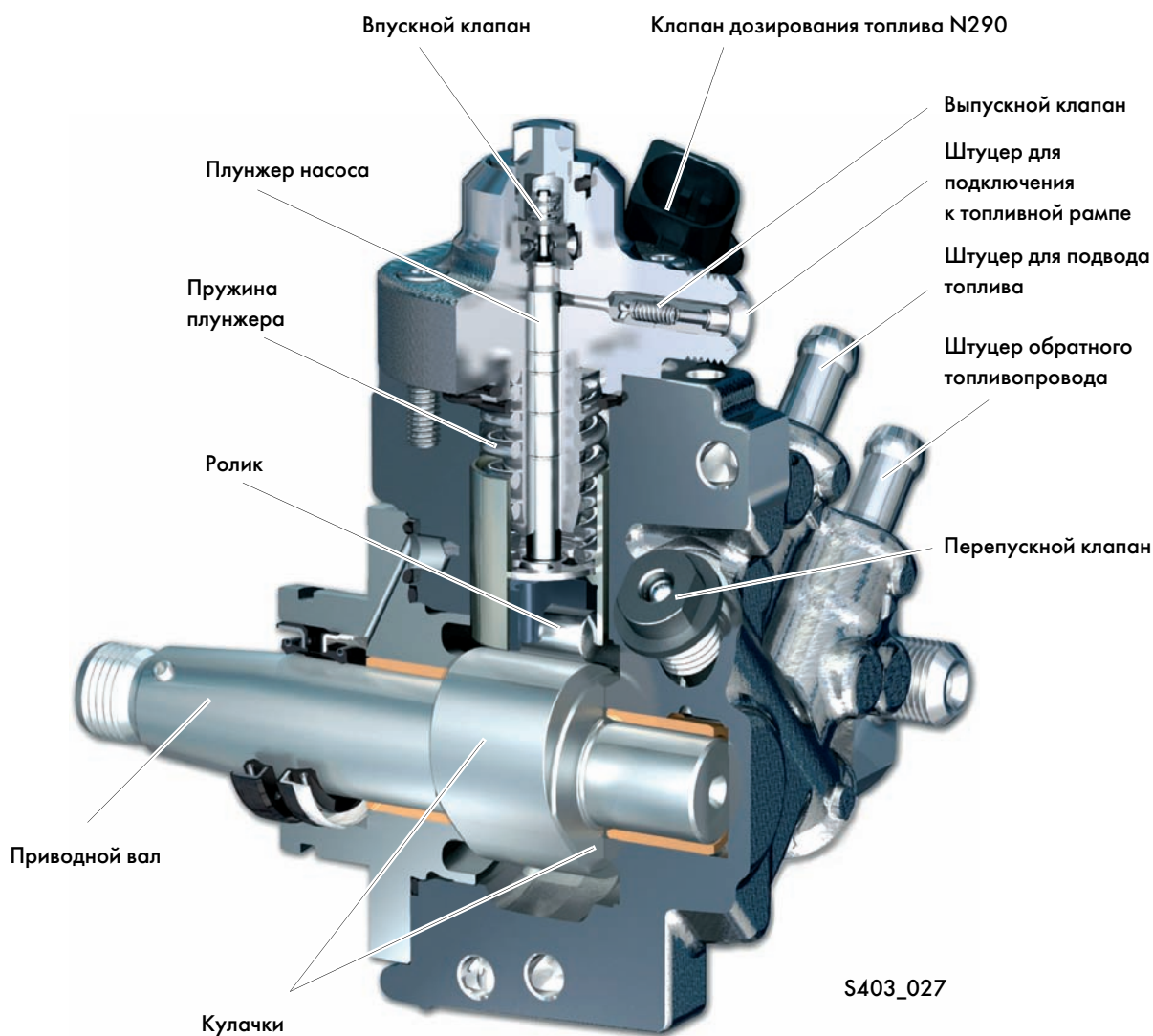
Насос высокого давления представляет собой одноплунжерный насос. Привод насоса осуществляется через зубчатый ремень от коленвала с частотой, равной частоте оборотов двигателя.

ТНВД предназначен для создания в топливной магистрали давления до 1800 бар, необходимого для работы системы впрыска.

С помощью двух кулачков, развёрнутых на приводном вале на 180°, скачок давления формируется синхронно с впрыском во время рабочего такта конкретного цилиндра. Это обеспечивает равномерную нагрузку привода насоса и снижает колебания давления в области высокого давления.

Для снижения трения при передаче усилия от приводных кулачков к плунжеру насоса между ними установлен ролик.

## Устройство насоса высокого давления

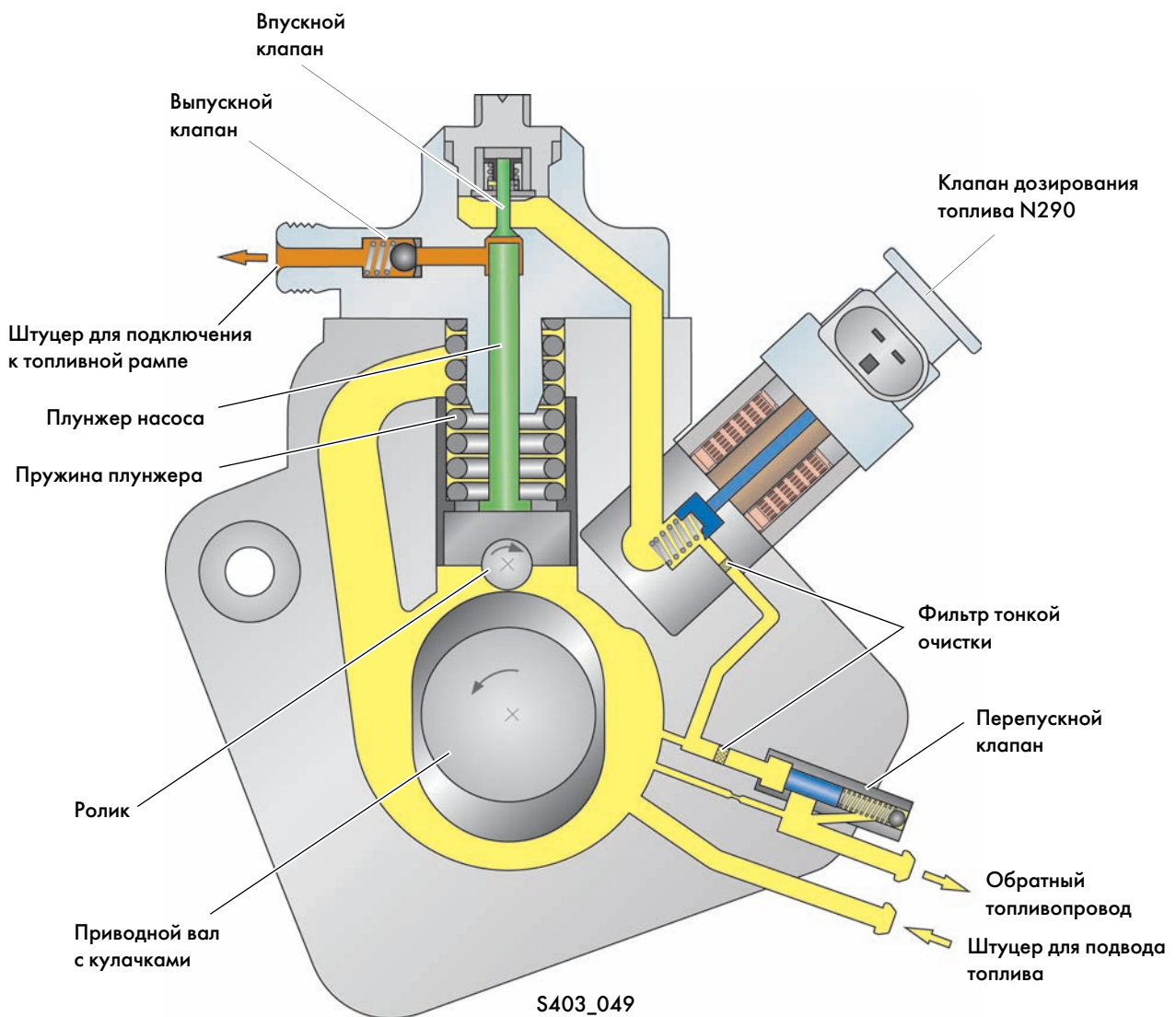




При регулировке ГРМ двигателя необходимо отрегулировать положение приводного вала ТНВД.  
Следуйте при этом указаниям руководства по ремонту.



### Схематическое представление насоса высокого давления



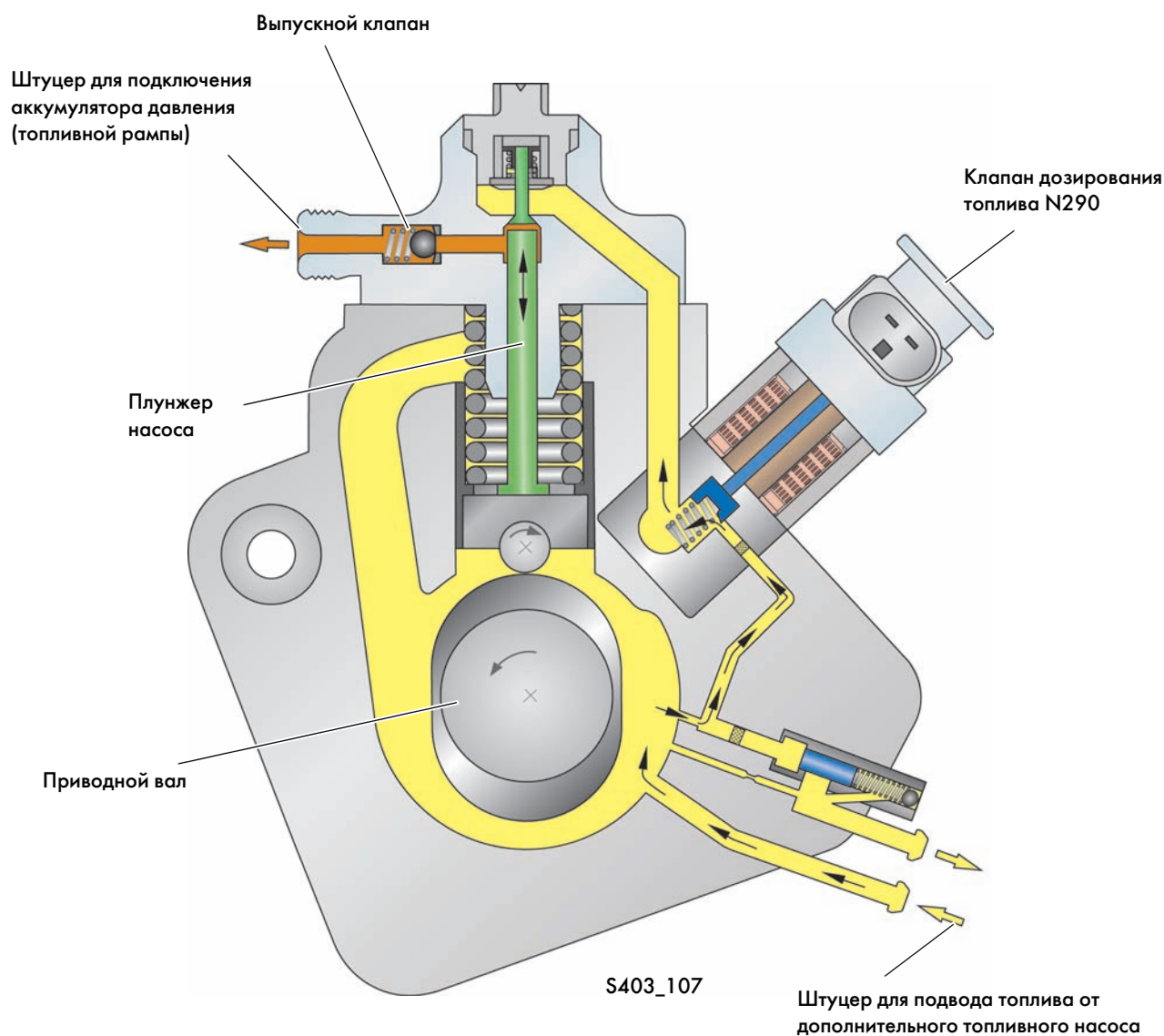
# Механическая часть двигателя

## Область высокого давления

Дополнительный топливный насос подаёт насосу высокого давления топливо в количестве, необходимом для каждого режима работы двигателя.

Через дозирующий клапан топливо попадает в область высокого давления двигателя.

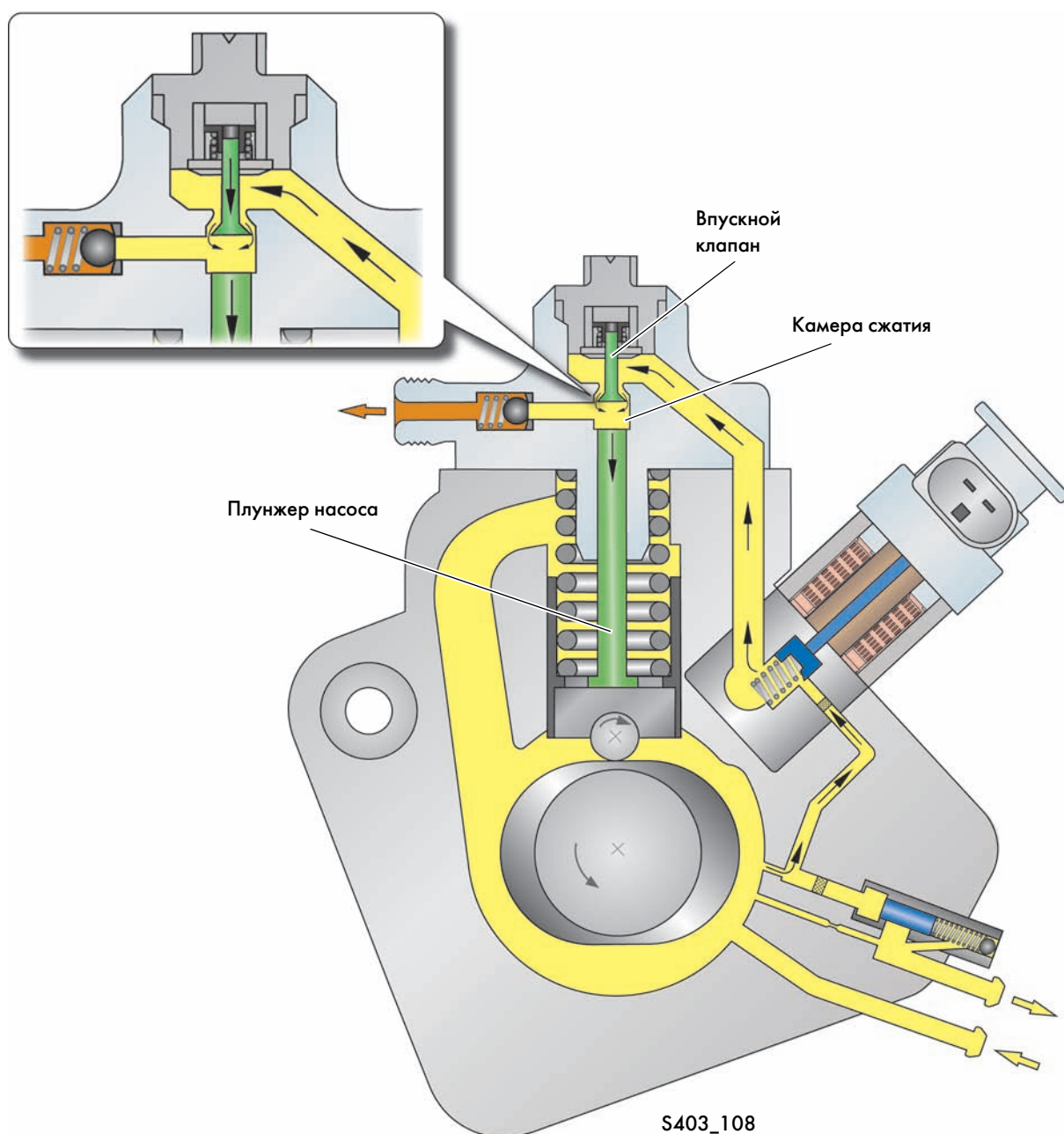
Кулачки приводного вала приводят плунжер насоса в возвратно-поступательное движение.





## Впуск топлива

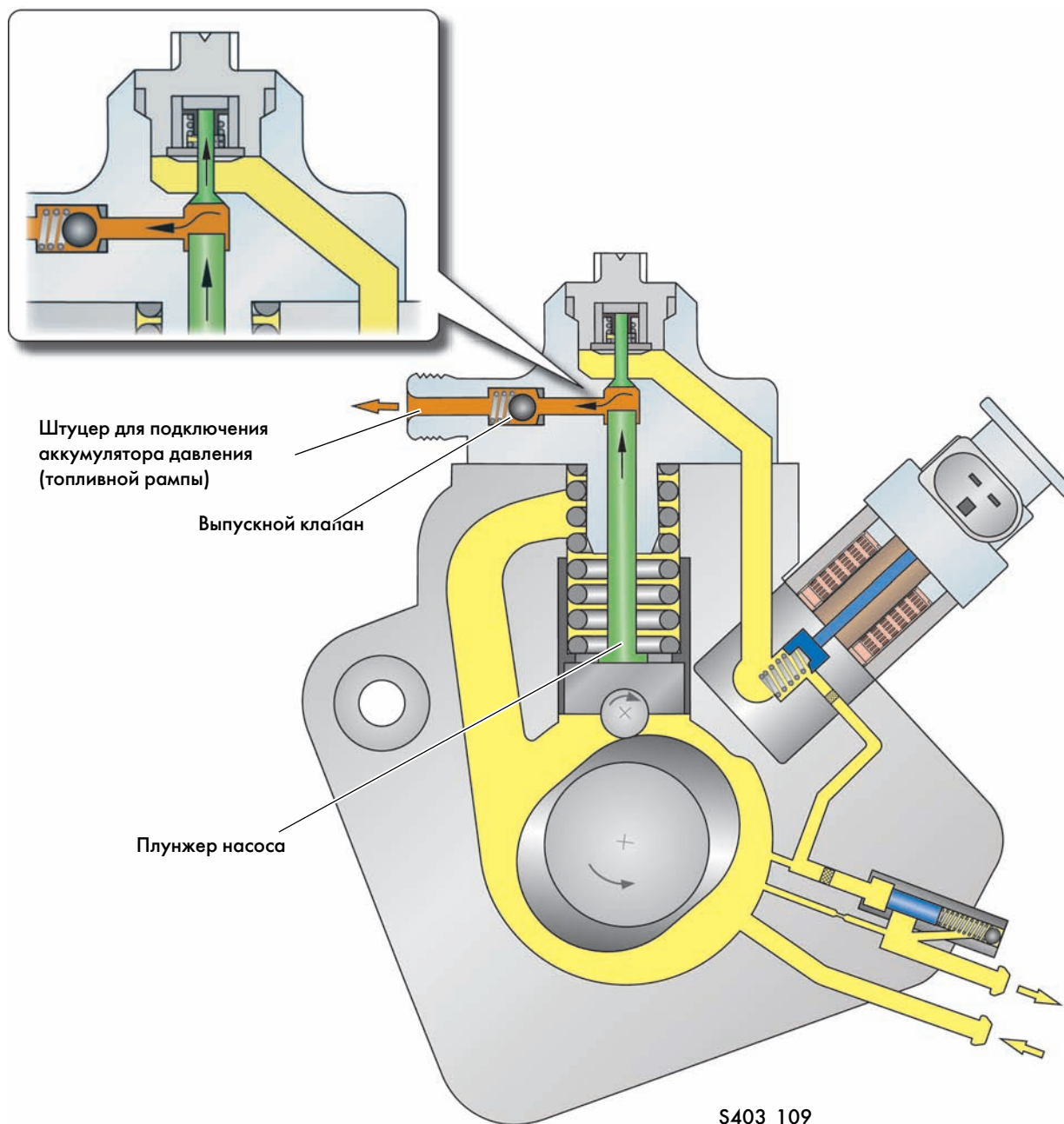
При возвратном движении плунжера объём камеры сжатия увеличивается. По этой причине давление в камере сжатия падает по сравнению с давлением топлива в корпусе насоса. Под действием этого перепада давления впускной клапан открывается, и топливо затекает в камеру сжатия.



# Механическая часть двигателя

## Рабочий ход

После начала движения плунжера в прямом направлении давление в камере сжатия возрастает, и впускной клапан закрывается. Как только давление в камере сжатия превысит давление в рампе, открывается выпускной (обратный) клапан, и топливо начинает поступать в рампу.



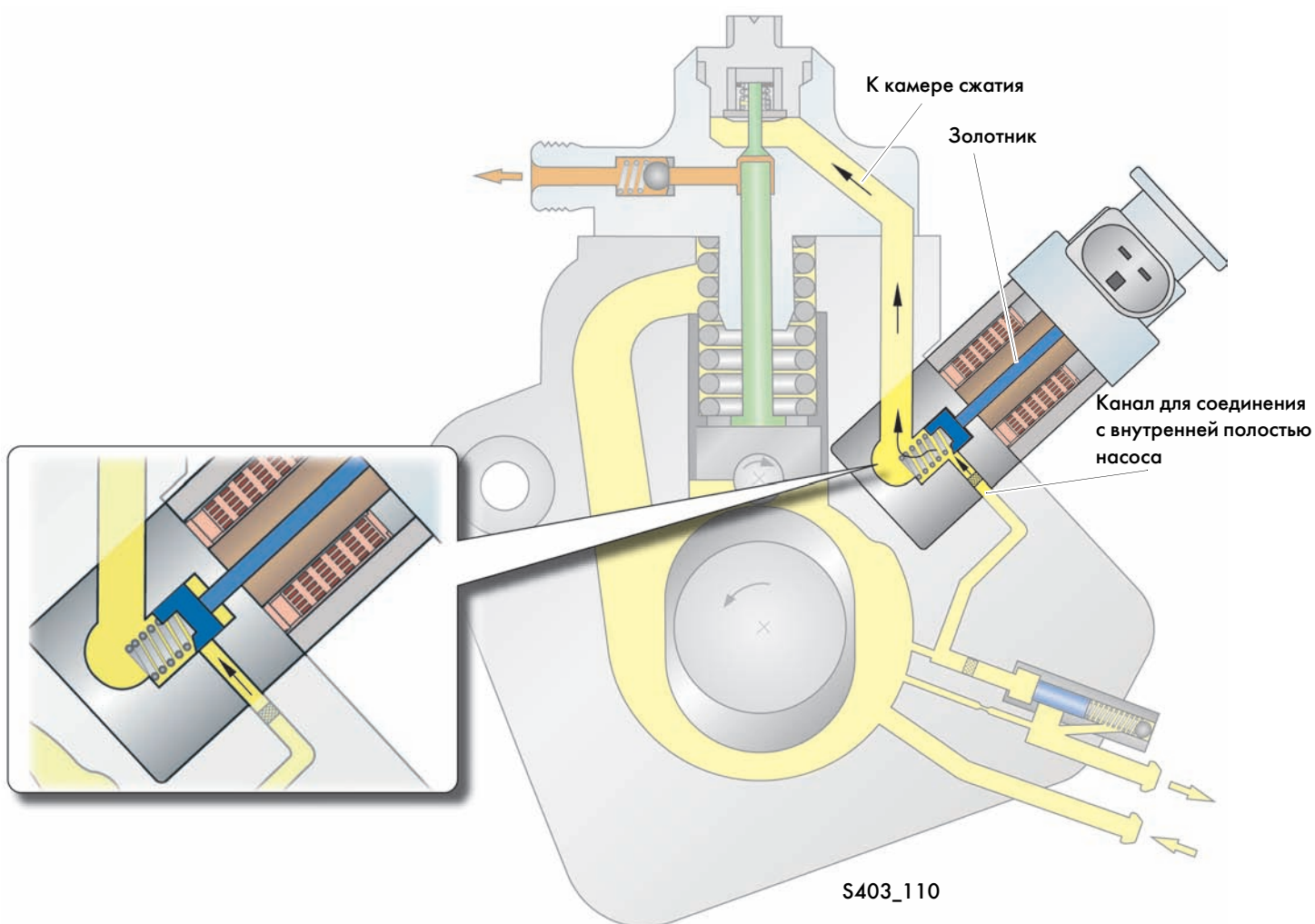
## Клапан дозирования топлива N290

Клапан дозирования топлива встроен в насос высокого давления. Он управляет подачей топлива в контур высокого давления в зависимости от потребности двигателя. Клапан дозирования топлива регулирует количество топлива, которое нужно закачать для создания скачка высокого давления. Преимущество такой конструкции состоит в том, что ТНВД должен формировать импульсы давления только тогда, когда это необходимо для работы двигателя. Это позволяет снизить мощность, потребляемую насосом высокого давления, и исключить ненужный нагрев топлива.

### Принцип работы

В обесточенном состоянии клапан дозирования топлива открыт. Для ограничения дозы топлива, подаваемого в камеру сжатия, управление клапана осуществляется от блока управления двигателя сигналом с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ).

С помощью ШИМ-сигнала клапан дозирования периодически закрывается. В зависимости от коэффициента заполнения сигнала изменяется положение золотника, и, тем самым, регулируется количество топлива в камере сжатия ТНВД.



### Последствия отказа

Мощность двигателя падает. Система управления двигателя работает в аварийном режиме.

# Механическая часть двигателя

## Область низкого давления

### Перепускной клапан

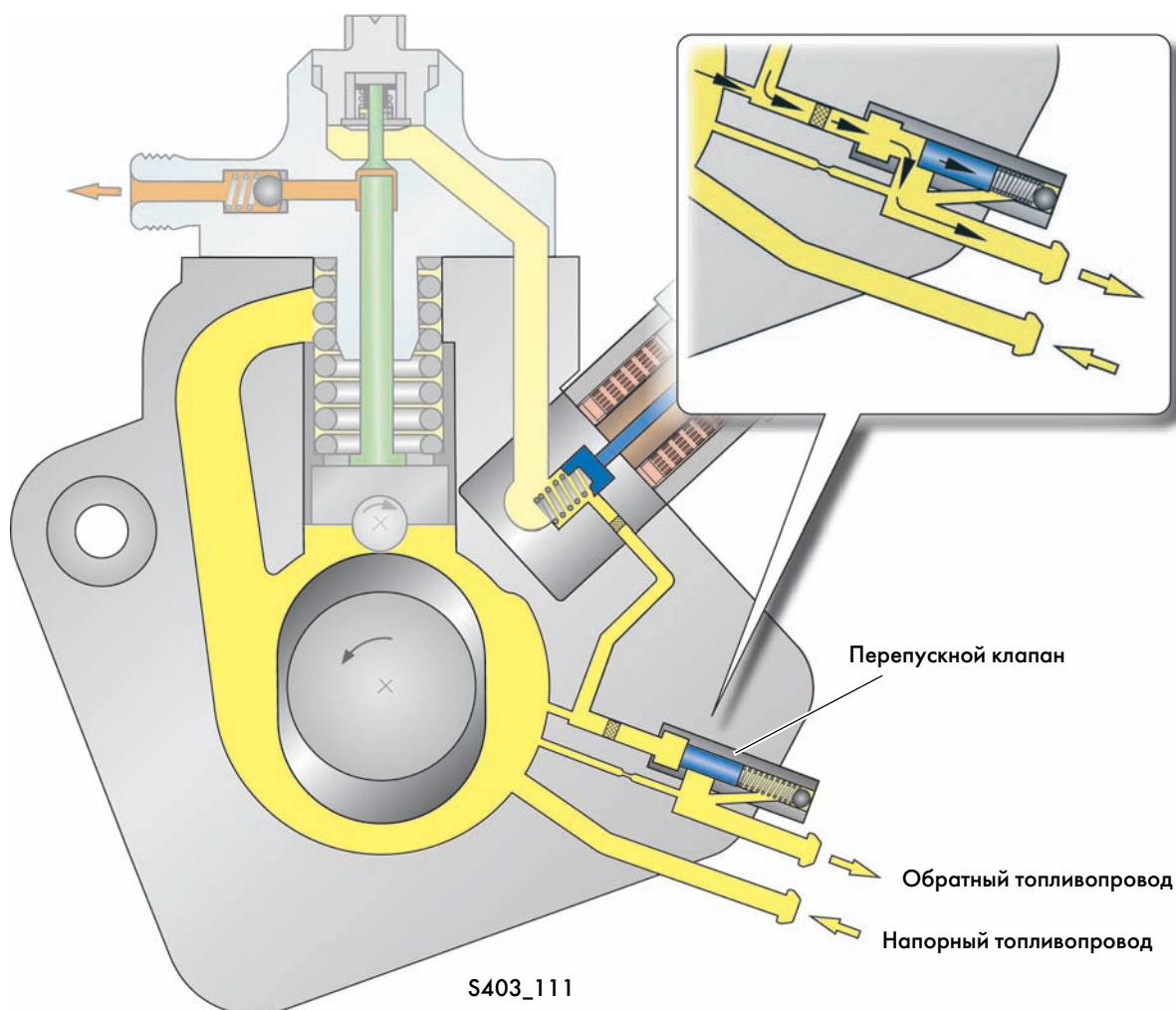
Давление топлива в области низкого давления регулируется с помощью перепускного клапана.

### Принцип работы

Дополнительный топливный насос подаёт топливо из топливного бака к ТНВД под давлением около 5 бар. Этого достаточно для обеспечения работы ТНВД во всех режимах.

Перепускной (редукционный) клапан удерживает давление топлива на входе в ТНВД на уровне 4,3 бар.

Топливо, подаваемое дополнительным насосом, давит на плунжер перепускного клапана, удерживаемого пружиной. Когда давление превышает 4,3 бар, перепускной клапан открывается и топливо начинает поступать в обратный топливопровод. Избыток топлива, таким образом, стекает обратно в топливный бак.





## Регулировка давления в топливной рампе

В системе впрыска Common-Rail автомобиля Tiguan для регулирования давления в аккумуляторе высокого давления применяется т. н. концепция двойного регулирования.

Для этого используются регулятор давления топлива N276 и клапан дозирования топлива N290, которые управляются блоком управления двигателя с помощью сигнала с широтно импульсной модуляцией (ШИМ).

В зависимости от режима работы двигателя регулирование давления осуществляется одним из двух клапанов.



### Регулирование посредством регулятора давления топлива N276

При пуске двигателя и для прогрева топлива регулирование высокого давления осуществляется регулятором давления топлива N276. Для того чтобы быстрее прогреть топливо, насос высокого давления подаёт в камеру сжатия больше топлива, чем требуется для работы двигателя. Избыточное топливо через регулятор давления N 276 возвращается в обратный топливopровод.

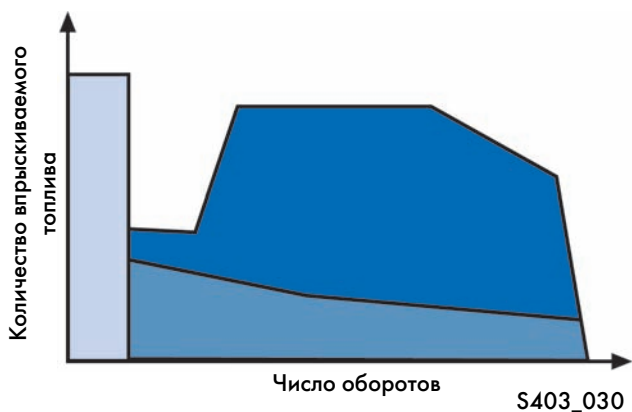
### Регулирование посредством клапана дозирования топлива N290

При больших цикловых подачах и при высоких давлениях уровень давления в топливной рампе регулируется клапаном дозирования топлива. При этом в топливную рампу подаётся именно столько топлива, сколько необходимо двигателю в текущем режиме работы. Мощность, потребляемая насосом высокого давления, снижается, и ненужный нагрев топлива исключается.

### Регулирование с использованием обоих клапанов

В режимах холостого хода, принудительного холостого хода и при малых цикловых подачах давление топлива регулируется с помощью обоих клапанов. При этом достигается высокая точность регулирования, улучшающая как работу в режиме холостого хода, так и переход к принудительному холостому ходу.

### Концепция двойного регулирования



- Регулирование высокого давления посредством регулятора давления топлива N276
- Регулирование высокого давления посредством клапана дозирования топлива N290
- Регулирование с использованием обоих клапанов

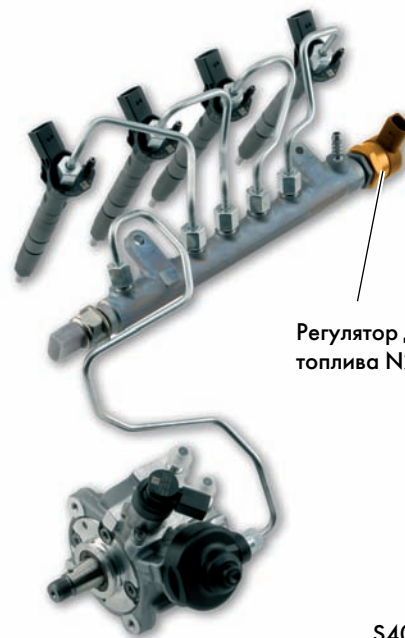
# Механическая часть двигателя

## Регулятор давления топлива N276

Регулятор давления топлива установлен на топливной рампе.

Необходимая величина давления в топливной рампе устанавливается с помощью открывания и закрывания клапана регулятора.

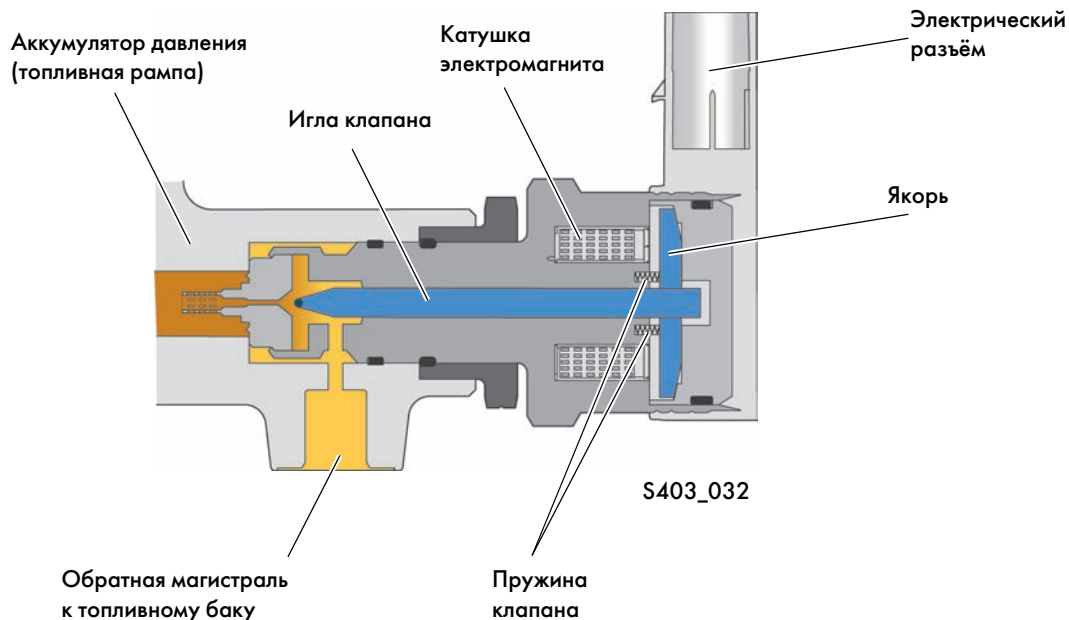
Управление регулятором давления осуществляется от блока управления двигателя с помощью сигнала с широтно-импульсной модуляцией.



Регулятор давления топлива N276

S403\_023

## Конструкция



S403\_032

## Принцип работы

В отличие от прежних систем впрыска регулятор в системе Common-Rail в обесточенном состоянии открыт.

### Регулятор в исходном состоянии (двигатель выключен)

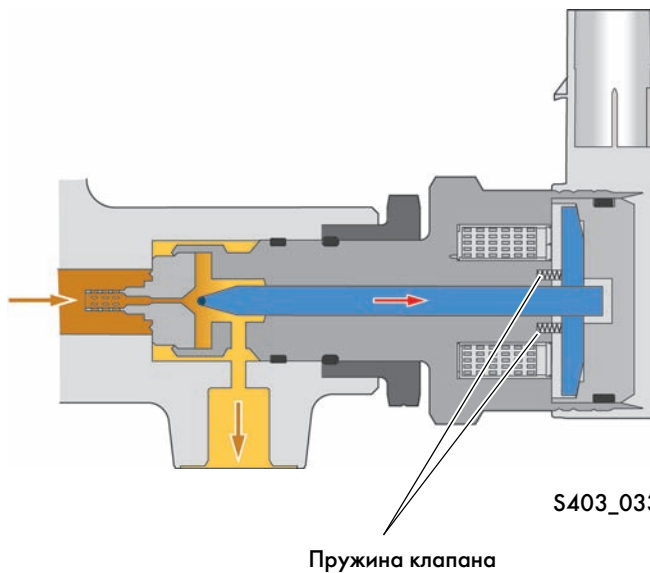
Если на регулятор не подан сигнал управления, то под действием пружины он находится в открытом состоянии.

Область высокого давления соединена с обратной топливной магистралью.

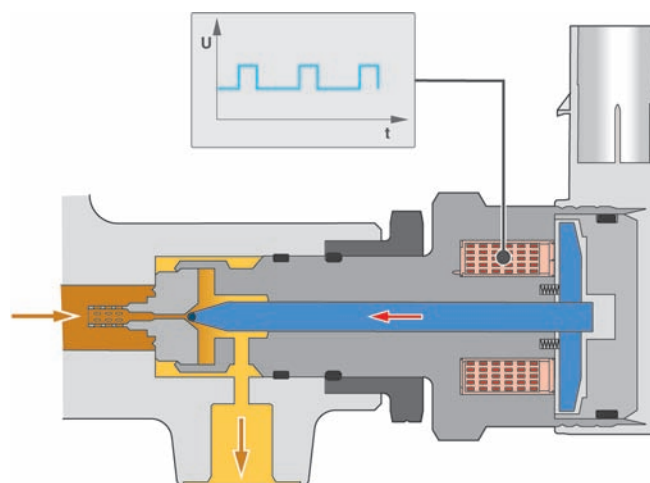
Благодаря этому обеспечивается сообщение между областями высокого и низкого давления. При этом пузырьки, которые могут образоваться в топливной рампе при остывании двигателя, удаляются и не вызывают затруднений при пуске двигателя.

### Регулятор включен (двигатель работает)

Для регулировки рабочего давления в топливной рампе в диапазоне от 230 до 1800 бар блок управления двигателя формирует для переключения регулятора сигналы с широтно-импульсной модуляцией. Эти сигналы управляют магнитным полем в катушке. Якорь регулятора втягивается, и игла клапана садится в седло. Давление в топливной рампе преодолевается силой электромагнита. В зависимости от коэффициента заполнения управляющего сигнала изменяется сечение прохода в объёмобратную магистраль и, тем самым, количество возвращаемого топлива. Кроме того, таким образом сглаживаются скачки давления в топливной рампе.



Блок управления двигателя J623



## Последствия отказа

При отказе регулятора давления работа двигателя невозможна, потому что не может быть создано давление, необходимое для впрыскивания топлива.

# Система управления двигателем

## Схема системы

### Датчики

Датчик оборотов двигателя G28

Датчик Холла G40

Датчик положения педали акселератора G79/  
Датчик положения педали акселератора 2 G185

Расходомер воздуха G70

Датчик температуры охлаждающей жидкости G62

Датчик температуры охлаждающей жидкости на  
выходе из радиатора G83

Датчик давления наддува G31

Датчик температуры воздуха на впуске G42

Датчик температуры топлива G81

Датчик давления топлива G247

Потенциометр системы рециркуляции ОГ G212

Лямбда-зонд G39

Датчик 1 давления ОГ G450

Датчик температуры ОГ 1 G235

Датчик температуры ОГ 3 G495

Датчик температуры ОГ 4 G648

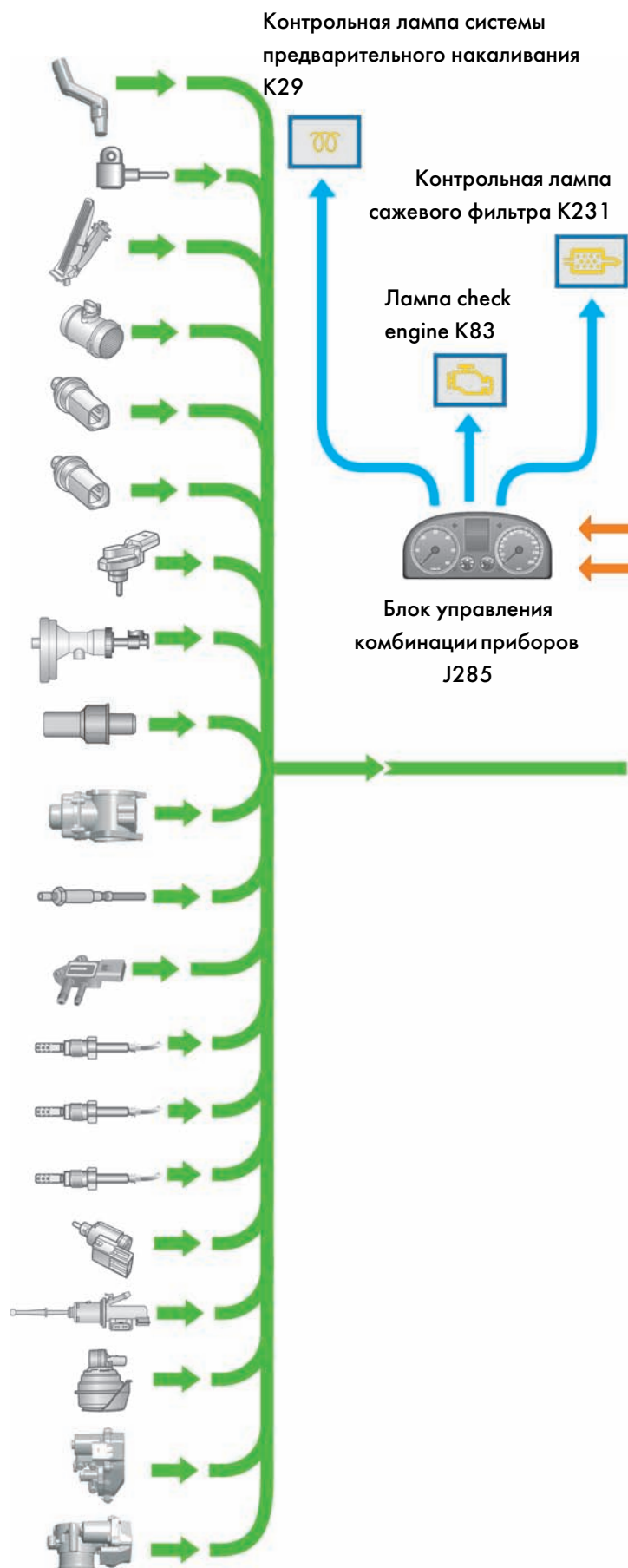
Выключатель стоп-сигнала F

Датчик положения педали сцепления G476

Датчик положения направляющего аппарата  
турбонагнетателя G581

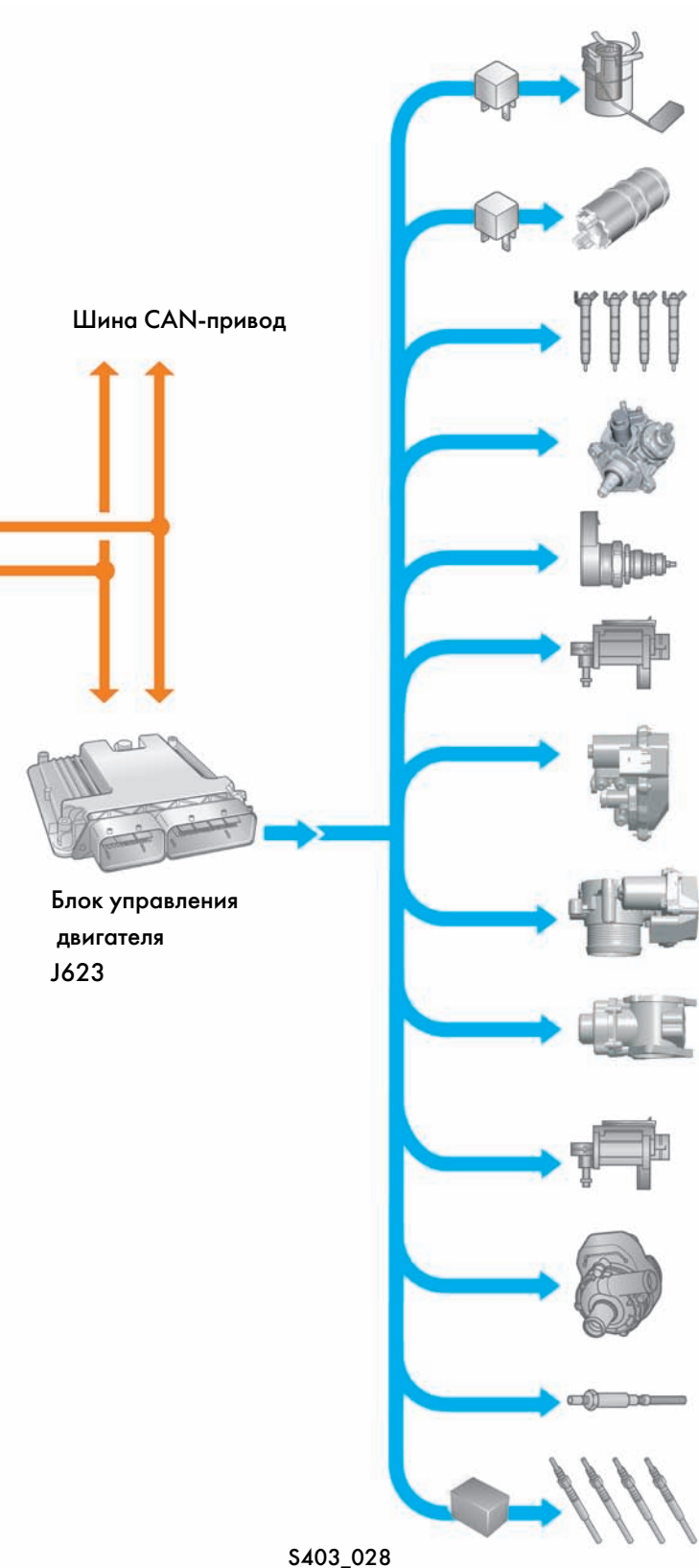
Датчик положения заслонок впускных каналов  
(потенциометр) G336

Потенциометр воздушной заслонки G69





## Исполнительные механизмы



Реле топливного насоса J17

Подкачивающий топливный насос G6

Реле дополнительного топливного насоса J832

Дополнительный топливный насос V393

Форсунка цилиндра 1 N30

Форсунка цилиндра 2 N31

Форсунка цилиндра 3 N32

Форсунка цилиндра 4 N33

Клапан дозирования топлива N290

Регулятор давления топлива N276

Электромагнитный клапан ограничения давления наддува N75

Электродвигатель привода заслонок впускных каналов V157

Блок воздушной заслонки J338

Клапан рециркуляции ОГ N18

Переключающий клапан радиатора системы рециркуляции ОГ N345

Насос 2 циркуляции охлаждающей жидкости V178

Нагревательный элемент лямбда-зонда Z19

Блок управления свечей накаливания J179

Свеча накаливания 1 Q10

Свеча накаливания 2 Q11

Свеча накаливания 3 Q12

Свеча накаливания 4 Q13

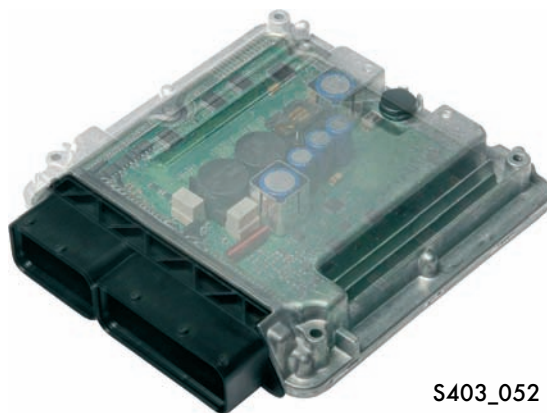
S403\_028



# Система управления двигателя

## Система управления двигателя

Для управления двигателем 2,0 л TDI с впрыском Common-Rail используется электронная система управления дизельного двигателя EDC 17 фирмы Bosch.



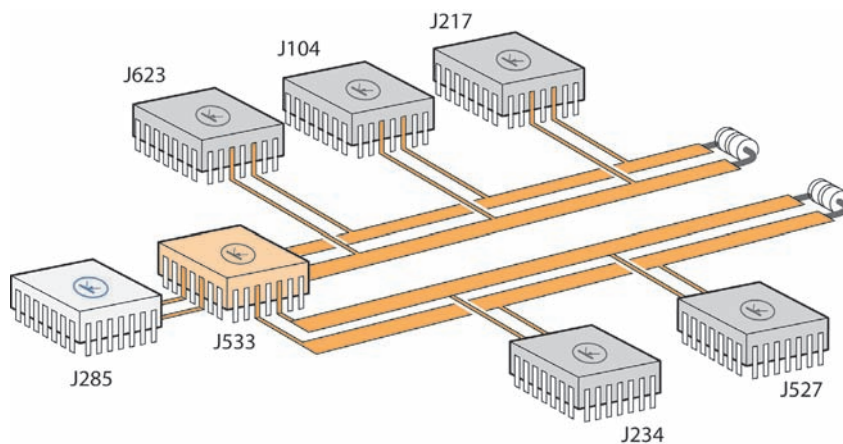
S403\_052

Система управления EDC 17 является усовершенствованным вариантом EDC 16. В отличие от своего прототипа, блок управления EDC 17 отличается более высокой производительностью и большим объемом памяти.

Кроме того, эта система способна обеспечить управление другими узлами, которые могут быть установлены в дальнейшем.

## Подключение блоков управления к шине данных CAN

На представленной схеме показано, как блок управления двигателя встроен в структуру шины CAN автомобиля. Посредством шины CAN происходит обмен данными между различными блоками управления.



S403\_090

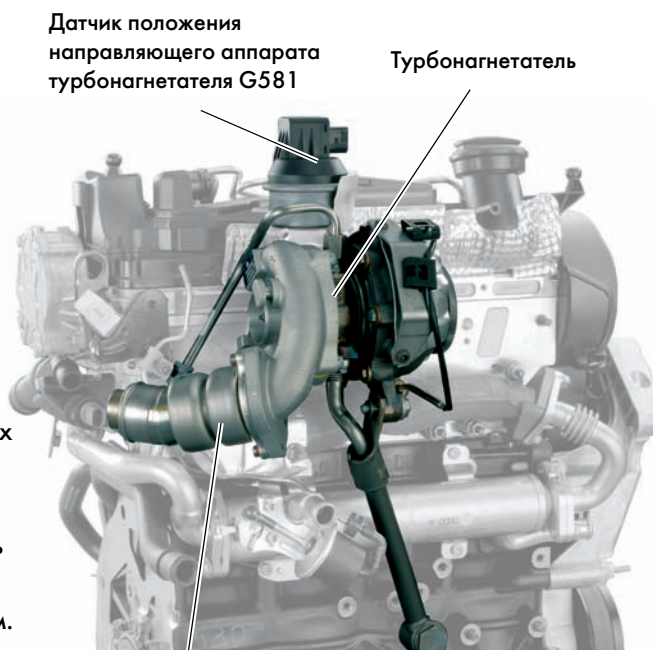
### Условные обозначения

J104	Блок управления ABS	J527	Блок управления рулевой колонки
J217	Блок управления АКП	J533	Диагностический интерфейс шин данных
J234	Блок управления подушек безопасности	J623	Блок управления двигателя
J285	Блок управления комбинации приборов		

## Турбонагнетатель

Для создания давления наддува в двигателе 2,0 л TDI используется турбонагнетатель с изменяемой геометрией.

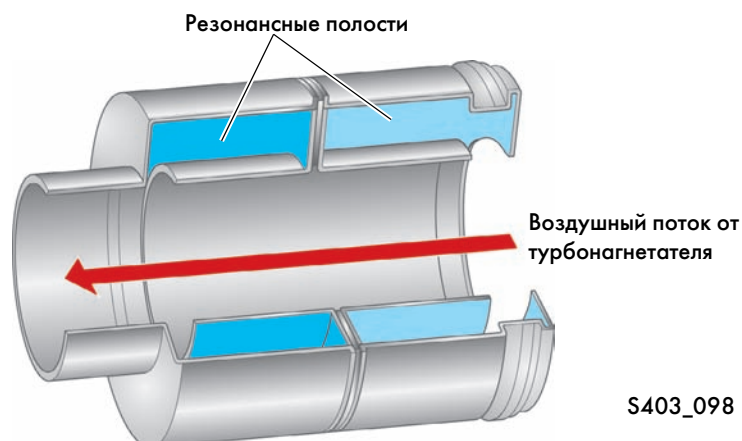
Он имеет регулируемые направляющие лопатки, посредством которых можно управлять потоком ОГ, направленным на колесо турбины. Достоинство такой конструкции состоит в том, что во всём диапазоне оборотов двигателя можно обеспечить оптимальное давление наддува и хорошие условия для сгорания топлива. Благодаря регулируемым лопаткам при низких оборотах двигателя достигается большой крутящий момент и создаются хорошие условия для разгона автомобиля, а при высоких оборотах — экономичность и снижение токсичности ОГ. Управление лопатками осуществляется посредством тяг с вакуумным приводом.



S403\_039

## Успокоитель потока

В магистрали наддува после турбонагнетателя установлен успокоитель потока. Он предназначен для снижения шума от работы турбонагнетателя.



### Конструкция и принцип действия

При необходимости разгона с максимальным ускорением турбонагнетатель должен как можно быстрее создать давление наддува. Колесо турбины и насосное колесо быстро ускоряются, и мощность турбонагнетателя достигает своего предела. В результате в воздушном потоке могут возникать перепады давления, создающие шум в магистрали наддува.

Поток наддувочного воздуха приводит в колебание воздух в резонансных полостях. Эти колебания имеют частоту, близкую к частоте шумов наддувочного воздуха. При сложении звуковые колебания от наддувочного воздуха и от резонансных полостей успокоителя подавляют друг друга, и интенсивность шума снижается до минимума.



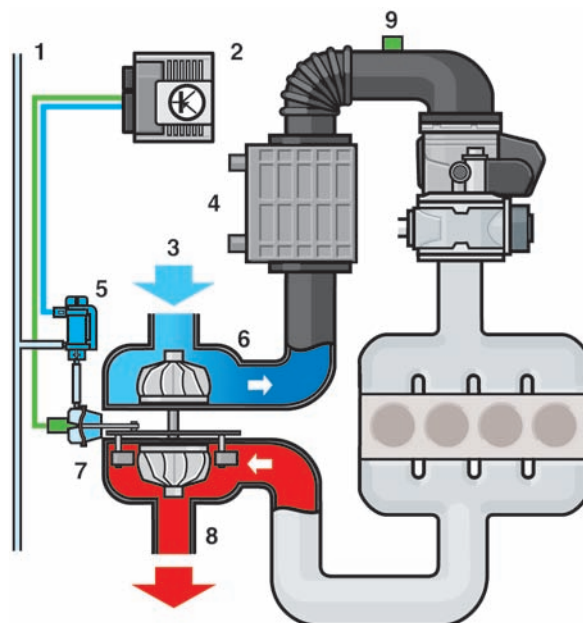
# Система управления двигателя

## Регулирование давления наддува

Регулятор давления наддува управляет количеством воздуха, подаваемого турбонагнетателем.

### Условные обозначения

- 1 - Вакуумная система двигателя
- 2 - Блок управления двигателя J623
- 3 - Входной воздух
- 4 - Интеркулер (промежуточный охладитель наддувочного воздуха)
- 5 - Электромагнитный клапан ограничения давления наддува N75
- 6 - Насосная секция турбонагнетателя
- 7 - Вакуумный привод
- 8 - Турбина с изменяемой геометрией
- 9 - Датчик давления наддува G31/датчик температуры воздуха на впуске G42



S403\_040

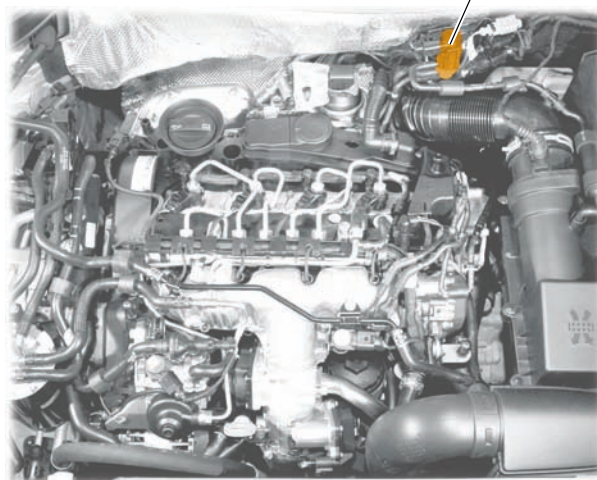
## Электромагнитный клапан ограничения давления наддува N75

Электромагнитный клапан ограничения давления наддува является электропневматическим устройством. С помощью этого клапана регулируется разрежение, посредством которого работает механизм управления направляющих лопаток.

### Последствия отказа

При выходе из строя этого клапана не создаётся разрежение, необходимое для работы вакуумного привода. Пружина вакуумного привода устанавливает регулировочную тягу в такое положение, когда направляющие лопатки турбины ориентируются под большим углом (аварийный режим). При низких оборотах двигателя и, следовательно, при низком давлении ОГ возможно только низкое давление наддува. Мощность двигателя недостаточна, и активная регенерация сажевого фильтра невозможна.

Электромагнитный клапан ограничения давления наддува N75



S403\_097

## Датчик давления наддува G31/датчик температуры воздуха на впуске G42

Датчик давления наддува G31 и датчик температуры воздуха на впуске G42 объединены в одном корпусе, установленном во впускном коллекторе.

### Датчик давления наддува G31

#### Использование сигнала

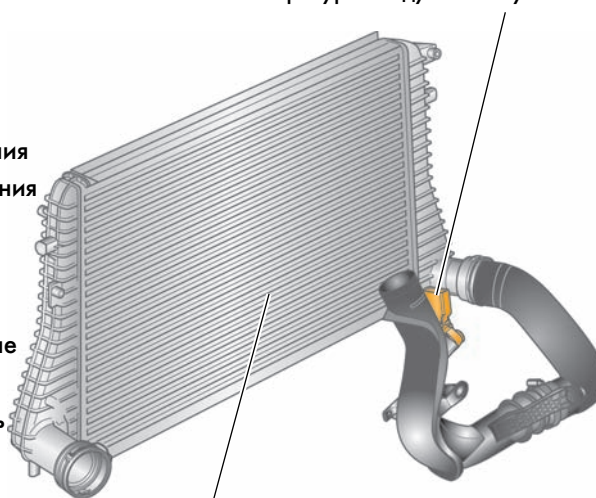
Датчик давления наддува служит для измерения текущего давления воздуха во впускном коллекторе. Блок управления двигателя использует сигнал этого датчика для регулирования давления наддува.

#### Последствия отказа

В случае отказа датчика никакого заменяющего сигнала не предусмотрено.

Регулирование давления наддува отключается и мощность двигателя заметно снижается. Активная регенерация сажевого фильтра становится невозможной.

Датчик давления наддува G31/датчик температуры воздуха на впуске G42



Интеркулер

S403\_096

## Датчик температуры воздуха на впуске G42

Блок управления двигателя использует сигнал датчика температуры для регулирования давления наддува. Этот сигнал используется в блоке управления для корректировки результатов измерения давления с учетом зависимости плотности воздуха от температуры.

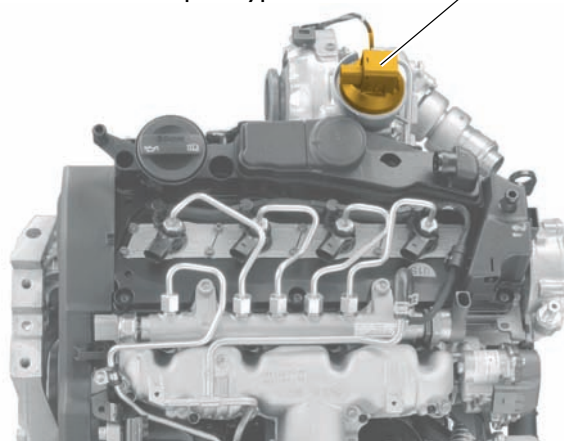
## Датчик положения направляющего аппарата турбоагнетателя G581

Датчик положения направляющего аппарата турбоагнетателя встроен в вакуумный привод управления турбоагнетателя. Он представляет собой датчик перемещения и предоставляет блоку управления двигателя информацию о положении направляющих лопаток турбоагнетателя.

#### Использование сигнала

Сигнал датчика характеризует текущее положение направляющих лопаток. Этот сигнал вместе с сигналом датчика давления наддува G31 дают полную информацию о регулировании турбонаддува.

Датчик положения направляющего аппарата турбоагнетателя G581



S403\_095

#### При выходе из строя

При выходе датчика из строя оценка положения направляющих лопаток производится на основе сигнала датчика давления наддува и числа оборотов двигателя.

При этом загорается лампа check engine.

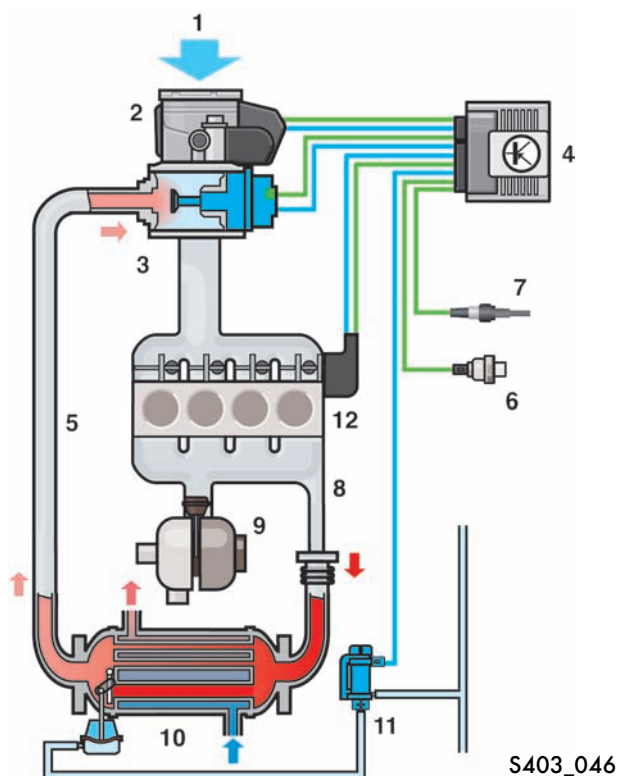




# Система управления двигателя

## Рециркуляция ОГ

Рециркуляция ОГ служит для уменьшения выброса окислов азота. В процессе рециркуляции часть ОГ возвращается и снова используется в процессе сжигания топлива. При этом доля кислорода в топливо-воздушной смеси уменьшается, что приводит к уменьшению скорости горения топлива. В результате температура горения снижается, и выброс окислов азота сокращается.



### Условные обозначения

- 1 - Входной воздух
- 2 - Блок воздушной заслонки J338 с потенциометром воздушной заслонки G69
- 3 - Клапан рециркуляции ОГ с потенциометром системы рециркуляции G212 и клапаном рециркуляции ОГ N18
- 4 - Блок управления двигателя J623
- 5 - Трубопровод для подвода ОГ
- 6 - Датчик температуры охлаждающей жидкости G62
- 7 - Лямбда-зонд G39
- 8 - Выпускной коллектор
- 9 - Турбонагнетатель
- 10 - Охладитель ОГ
- 11 - Переключающий клапан радиатора системы рециркуляции ОГ N345
- 12 - Электродвигатель привода заслонок впускных каналов V157 с потенциометром G336

Количество рециркулирующих газов регулируется в соответствии с характеристикой, заложенной в блок управления двигателя. При этом учитывается число оборотов двигателя, цикловая подача, масса потребляемого воздуха, его температура и давление наддува.

В выпускном тракте перед сажевым фильтром находится широкополосный лямбда-зонд. С помощью лямбда-зонда можно измерить содержание кислорода в ОГ в широком диапазоне величин. Сигнал лямбда-зонда используется в качестве корректирующего параметра при регулировании количества ОГ, поступающих в систему рециркуляции.

Радиатор системы рециркуляции ОГ позволяет благодаря охлаждению возвращаемых газов снизить температуру горения топлива и увеличить расход газов через систему рециркуляции.

Благодаря низкотемпературному охлаждению ОГ этот эффект ещё более усиливается.

Принцип низкотемпературного охлаждения ОГ описан в настоящей программе самообучения на стр. 23.



## Клапан рециркуляции ОГ N18

Перемещение тарелки клапана рециркуляции ОГ N18 осуществляется с помощью исполнительного электродвигателя. Управление осуществляется блоком управления двигателя. С помощью электродвигателя положение клапана может плавно изменяться. При изменении положения тарелки клапана изменяется масса ОГ, поступающих в систему рециркуляции.

### Последствия отказа

При отказе клапана рециркуляции ОГ N18 он закрывается с помощью пружины. Рециркуляция ОГ становится невозможна.

## Потенциометр системы рециркуляции ОГ G212

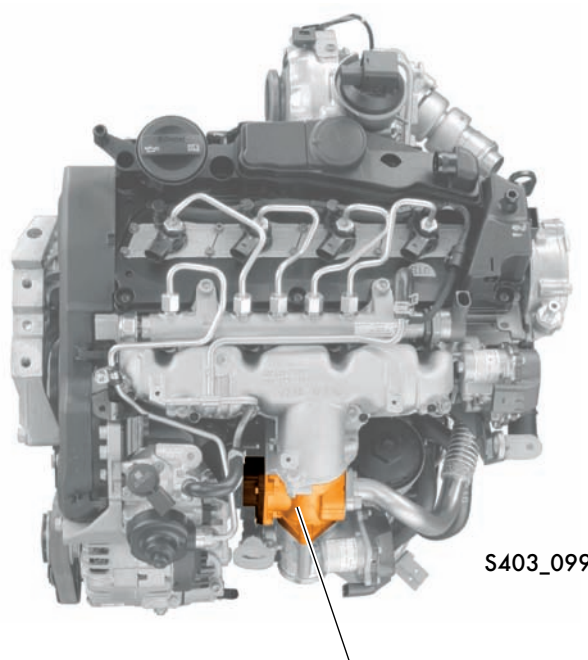
Потенциометр служит для определения положения тарелки клапана системы рециркуляции ОГ.

### Использование сигнала

Сигнал потенциометра сообщает блоку управления двигателя информацию о текущем положении тарелки клапана. Эта информация используется для управления количеством рециркулируемых газов и, тем самым, регулируется содержание оксидов азота в ОГ.

### Последствия отказа

При выходе потенциометра из строя рециркуляция ОГ прекращается. Электропривод клапана рециркуляции ОГ обесточивается, и тарелка под воздействием пружины закрывает клапан.



Клапан рециркуляции ОГ N18 с потенциометром системы рециркуляции ОГ G212



Подробная информация об устройстве и принципе действия потенциометра системы рециркуляции ОГ содержится в материалах программы самообучения № 368 «Двигатель TDI 2,0 л, 125 кВт, с 4 клапанами на цилиндр».



# Система управления двигателя

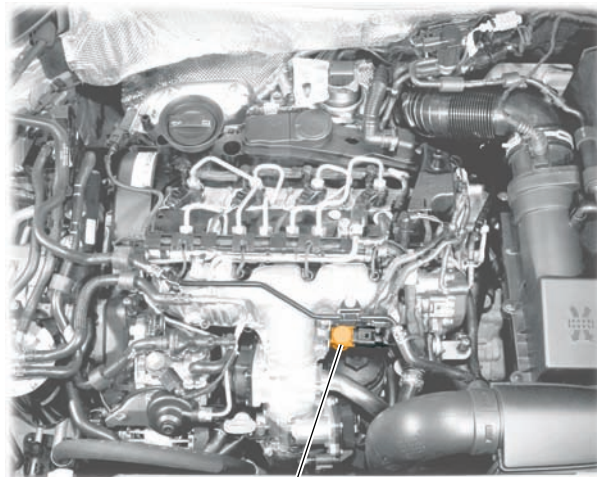
## Переключающий клапан радиатора системы рециркуляции ОГ N345

Радиатор системы рециркуляции ОГ может отключаться. Благодаря этому двигатель и сажевый фильтр быстрее прогреваются до рабочей температуры. Подключение радиатора системы рециркуляции ОГ происходит при температуре охлаждающей жидкости свыше 37°C.

Переключающий клапан радиатора является электропневматическим устройством. Он создаёт для вакуумного исполнительного механизма разрежение, необходимое для переключения заслонки перепускного канала.

### Последствия отказа

При выходе переключающего клапана из строя вакуумный исполнительный механизм не сможет переключить заслонку перепускного канала. Перепускная заслонка останется в открытом состоянии, и радиатор системы охлаждения будет подключен. В результате увеличится время прогрева двигателя и сажевого фильтра до рабочей температуры.



S403\_100

Переключающий клапан радиатора системы рециркуляции ОГ N345

## Блок воздушной заслонки J338

Перед входом клапана рециркуляции ОГ установлен блок воздушной заслонки.

В блоке находится электродвигатель, который через редуктор управляет положением воздушной заслонки. Регулировка положения воздушной заслонки производится плавно в зависимости от нагрузки и числа оборотов двигателя.

Блок воздушной заслонки имеет следующее назначение.

В некоторых режимах воздушная заслонка используется для создания перепада давления между впускным трактом и контуром рециркуляции ОГ. Этот перепад давления способствует более эффективной работе системы рециркуляции ОГ.

В режиме регенерации сажевого фильтра воздушная заслонка регулирует воздушный поток на входе.

При выключении двигателя заслонка закрывается. При этом количества поступающего воздуха уменьшается постепенно, остановка двигателя происходит плавно.

## Потенциометр воздушной заслонки G69

Потенциометр встроен в привод воздушной заслонки. Датчик потенциометра определяет текущее положение заслонки.

### Использование сигнала

Сигнал потенциометра сообщает блоку управления двигателя информацию о текущем положении воздушной заслонки. Эта информация необходима для управления процессом рециркуляции ОГ и регенерации сажевого фильтра.



### Последствия отказа

При выходе узла из строя корректное управление процессом рециркуляции становится невозможным. Активная регенерация сажевого фильтра также невозможна.

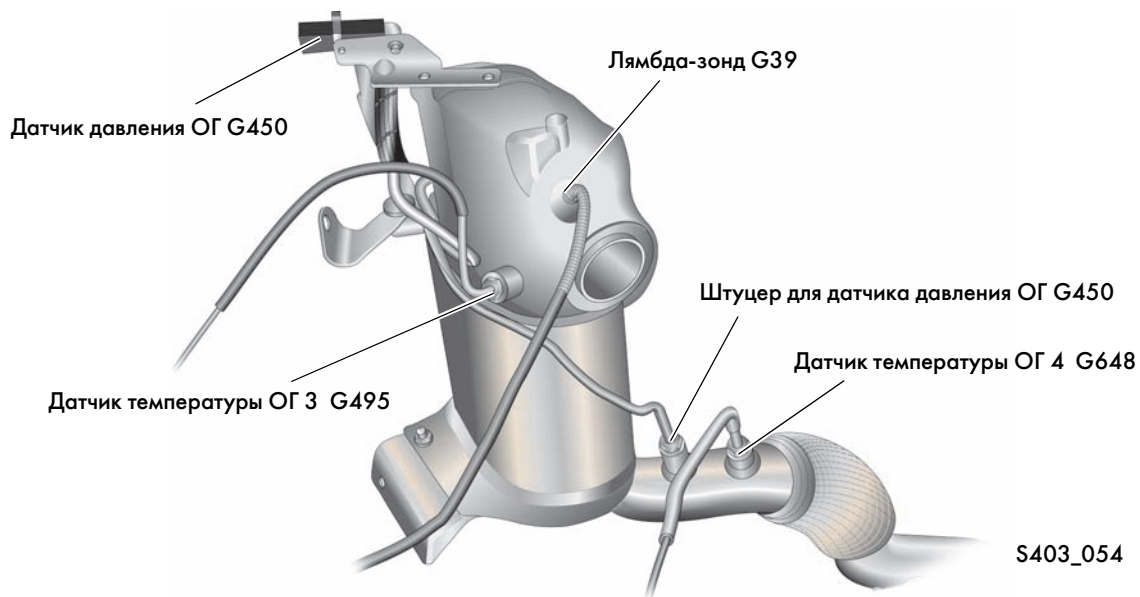
### Последствия отказа

При выходе потенциометра из строя прекращается рециркуляция ОГ и активная регенерация сажевого фильтра.

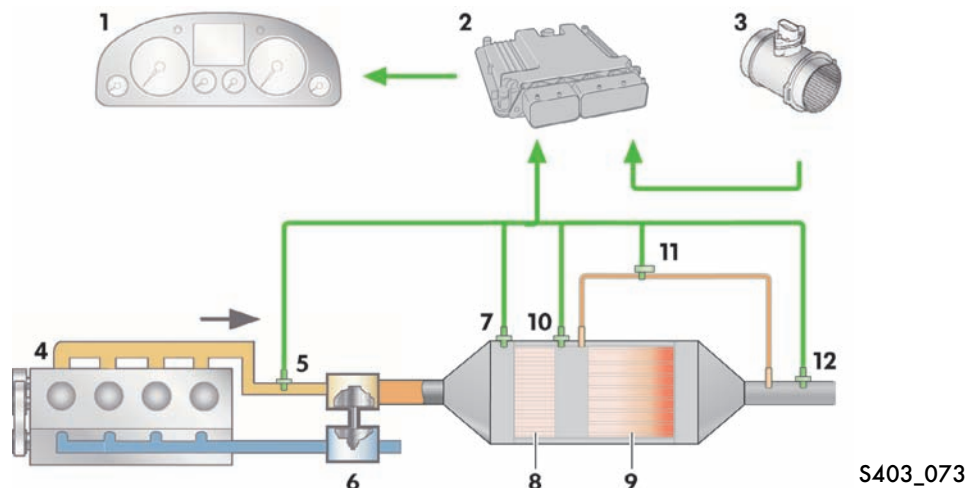
# Система управления двигателя

## Система управления сажевого фильтра

Уменьшения выброса частиц сажи у двигателя 2,0 л TDI CR достигается как благодаря конструктивным особенностям самого двигателя, так и с помощью сажевого фильтра. В автомобиле Tiguan сажевый фильтр находится в одном корпусе с окислительным катализатором. Оба узла установлены в непосредственной близости от двигателя, для более быстрого достижения рабочей температуры.



### Схема системы

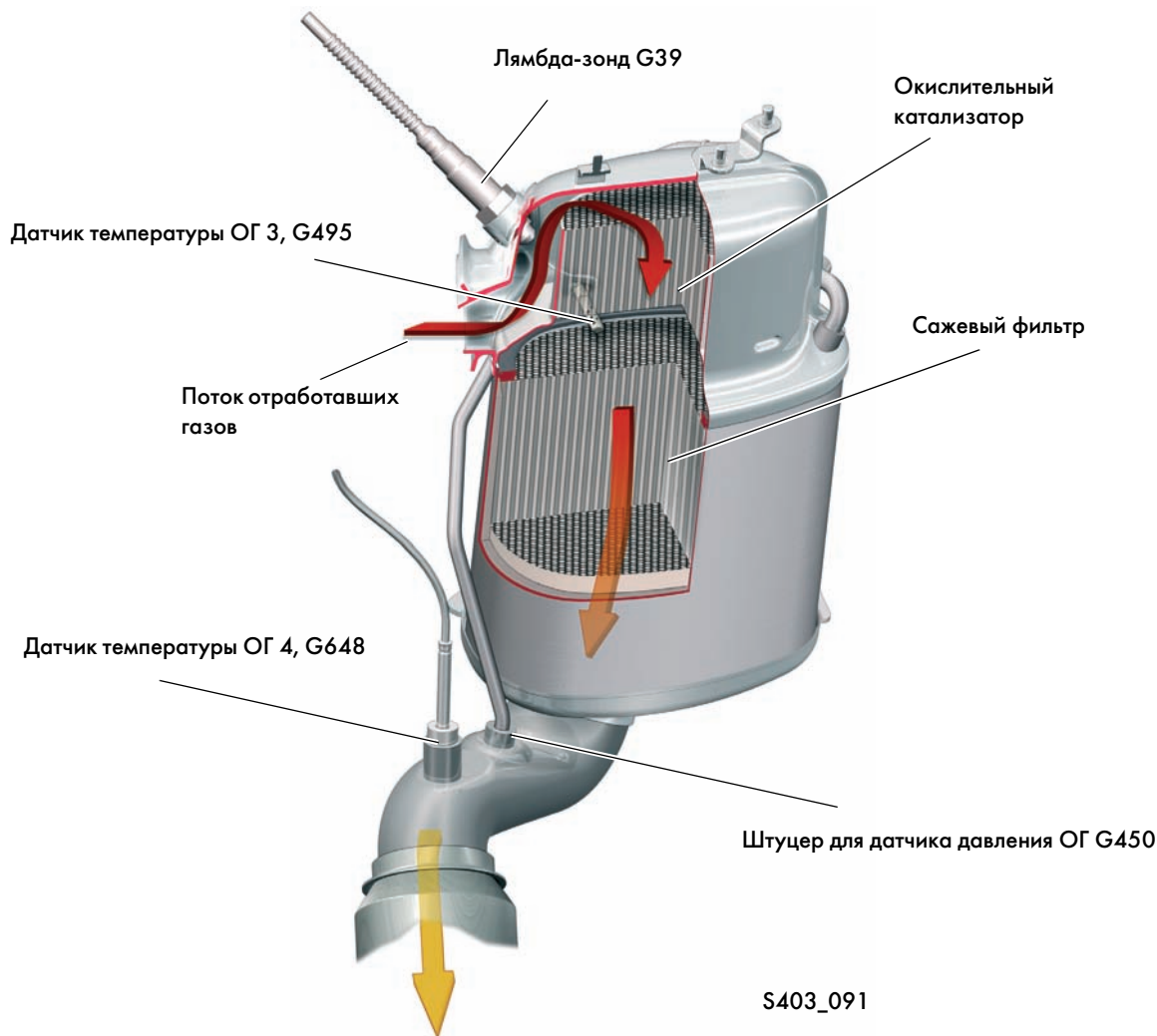


### Условные обозначения

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| 1 - Блок управления комбинации приборов J285 | 7 - Лямбда-зонд G39              |
| 2 - Блок управления двигателя J623           | 8 - Окислительный катализатор    |
| 3 - Расходомер воздуха G70                   | 9 - Сажевый фильтр               |
| 4 - Дизельный двигатель                      | 10- Датчик температуры ОГ 3 G495 |
| 5 - Датчик температуры ОГ 1 G235             | 11- Датчик давления ОГ 1 G450    |
| 6 - Турбонагнетатель                         | 12- Датчик температуры ОГ 4 G648 |

## Конструкция

Сажевый фильтр и окислительный катализатор установлены отдельно в общем корпусе. Окислительный катализатор установлен перед сажевым фильтром по направлению потока ОГ.



Конструкция с передним расположением окислительного катализатора в случае системы впрыска Common-Rail обладает следующими достоинствами.

- Благодаря такому расположению катализатора уже перед входом в сажевый фильтр происходит подъём температуры ОГ. В результате сажевый фильтр быстро прогревается до рабочей температуры.
- В режиме принудительного холостого хода это позволяет избежать сильного охлаждения сажевого фильтра засасываемым двигателем холодным воздухом. При этом окислительный катализатор выступает в качестве теплового аккумулятора, нагревающего поток ОГ, поступающих в сажевый фильтр.
- Температура ОГ в процессе регенерации в этом случае может регулироваться с большей точностью, чем в случае использования сажевого фильтра с каталитическим напылением. Датчик температуры ОГ 3 измеряет температуру ОГ непосредственно перед сажевым фильтром. Это позволяет более точно рассчитать количество топлива в фазе добавочного впрыска, которое служит для повышения температуры ОГ при регенерации фильтра.



# Система управления двигателя

## Окислительный катализатор

Для того чтобы окислительный катализатор быстрее нагревался до рабочей температуры, его основа (носитель) выполнена из металла. На соты носителя нанесено покрытие из оксида алюминия, поверх которого напылён слой платины как катализатора для окисления углеводородов (HC) и монооксида углерода (CO).

### Принцип работы

Окислительный катализатор преобразует большую часть углеводородов (HC) и окиси углерода (CO) в водяной пар и углекислый газ.



Конструкция и принцип действия окислительного катализатора описаны в материалах программы самообучения №124 «Катализатор для дизельного двигателя».

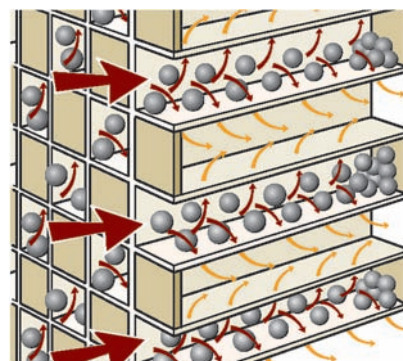
## Сажевый фильтр

Сажевый фильтр состоит из ячеистой керамической структуры, изготовленной из карбида кремния. В керамическом монолите имеется множество мелких каналов, которые попеременно заглушены с входной или выходной стороны. Таким образом сформированы впускные и выпускные каналы, разделённые фильтрующими стенками.

Фильтрующие стенки пористые и покрыты слоём окиси алюминия и окиси церия. На этот слой напылён благородный металл — платина, которая служит катализатором.

### Принцип работы

Отработавшие газы, содержащие сажу, протекают через пористые фильтрующие стенки входных каналов. При этом газы проходят через поры, а частицы сажи задерживаются во входных каналах.



В программе самообучения № 336 «Сажевый фильтр для дизельных двигателей с каталитическим покрытием» изложены основополагающие материалы, касающиеся сажевых фильтров.

S403\_072

## Регенерация

Для того чтобы сажевый фильтр не забивался частицами сажи и не терял своих качеств, его нужно регулярно регенерировать. В процессе регенерации собравшиеся в фильтре частицы сажи сжигаются (окисляются).

Регенерация сажевого фильтра происходит в результате следующих процессов:

- пассивная регенерация,
- фаза нагрева,
- активная регенерация,
- поездка в режиме регенерации,
- регенерация в условиях сервиса.



### Пассивная регенерация

При пассивной регенерации частицы сажи постоянно сжигаются без участия системы управления двигателем. Это происходит преимущественно при высоких нагрузках на двигатель, например, при движении по автомагистрали при температуре ОГ от 350°C до 500°C.

При этом частицы сажи путём химической реакции с диоксидом азота превращаются в углекислый газ.

### Фаза нагрева

Для того чтобы как можно быстрее разогреть катализатор и сажевый фильтр до рабочей температуры, система управления двигателем после основного впрыска топлива производит дополнительный впрыск.

При сгорании этого топлива температура в камере сгорания повышается. Это дополнительное тепло с потоком отработавших газов достигает катализатора и сажевого фильтра и нагревает их.

Фаза нагрева заканчивается, как только катализатор и сажевый фильтр нагреваются до рабочей температуры.

# Система управления двигателя

## Активная регенерация

В большинстве режимов работы двигателя температура ОГ слишком мала для пассивной регенерации.

Поскольку частицы сажи при этом не выгорают, они накапливаются в фильтре.

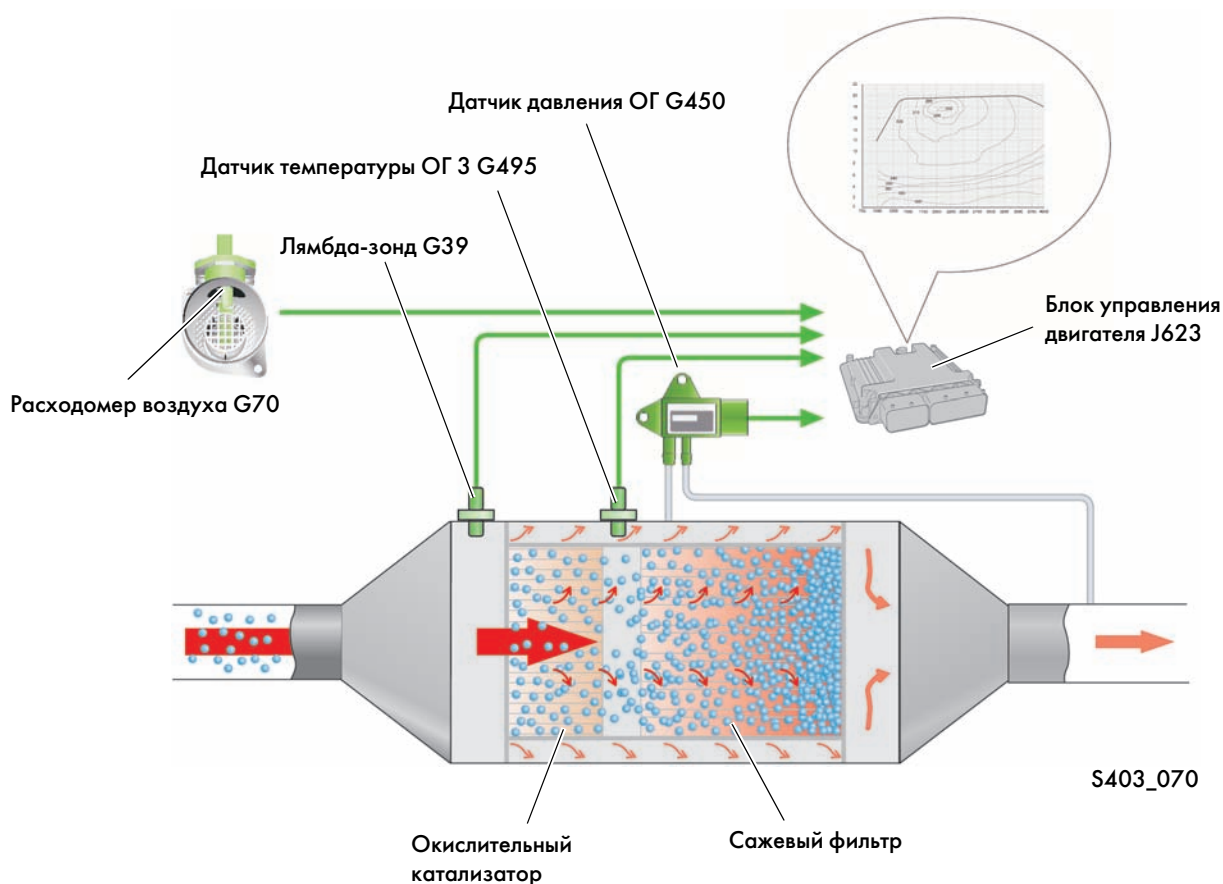
Когда в фильтре накапливается определенное количество сажи, система управления двигателя запускает процедуру активной регенерации. При температуре ОГ  $650^{\circ}\text{C}$  сажа сгорает и превращается в углекислый газ.

## Проведение активной регенерации

Степень заполнения сажевого фильтра рассчитывается блоком управления двигателя на основе двух заранее запрограммированных моделей заполнения.

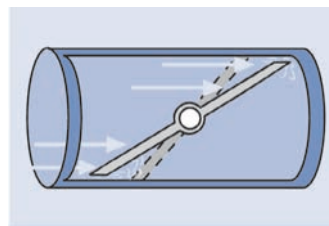
Одна из моделей основана на анализе стиля вождения с учётом сигналов датчиков температуры ОГ и лямбда-зонда.

Другая модель заполнения основана на оценке аэродинамического сопротивления сажевого фильтра. В этой модели заполнение фильтра оценивается на основе сигналов датчика давления ОГ 1, датчика температуры ОГ и расходомера воздуха.

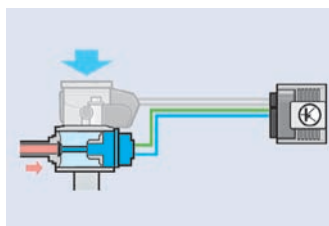


## Влияние блока управления двигателя на рост температуры ОГ при активной регенерации

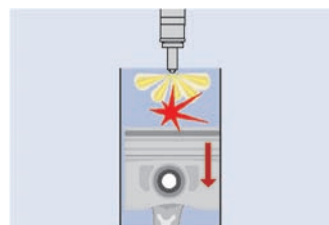
- Управление входным воздушным потоком осуществляется посредством блока воздушной заслонки.
- Рециркуляция ОГ отключается, чтобы увеличить содержание кислорода и, тем самым, температуру в камере сгорания.
- Для того чтобы повысить температуру горения, вскоре после «задержанного» основного впрыска следует первый дополнительный впрыск.
- Далее с большей задержкой после основного впрыска следует ещё один дополнительный впрыск. Это топливо не сгорает в цилиндре, а испаряется в камере сгорания.
- Углеводороды из этой испарившейся порции топлива окисляются в катализаторе. Выделяющееся при этом тепло с потоком газа достигает сажевого фильтра и увеличивает температуру ОГ на его входе примерно до 620°C.
- Для расчёта количества топлива для этого задержанного впрыска блок управления двигателя использует сигнал датчика температуры ОГ 3 G345, расположенного перед фильтром.
- Давление наддува регулируется так, чтобы водитель не почувствовал изменения крутящего момента в процессе регенерации фильтра.



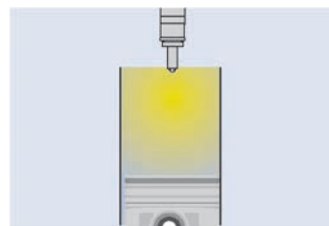
S403\_074



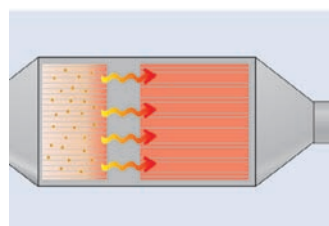
S403\_075



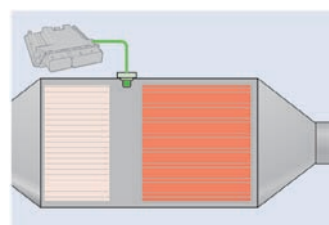
S403\_076



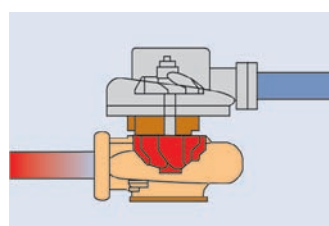
S403\_077



S403\_078



S403\_080



S403\_079



# Система управления двигателя

## Поездка в режиме регенерации

При поездках на короткие расстояния температура ОГ не поднимается до уровня достаточного для регенерации сажевого фильтра. Когда наполнение сажевого фильтра достигает предела, на панели приборов загорается контрольная лампа сажевого фильтра.

При появлении этого сигнала водителю необходимо совершить поездку с целью регенерации фильтра.

Для этого автомобиль должен в течение короткого промежутка времени ехать с повышенной скоростью, чтобы температура ОГ поднялась на достаточно высокий уровень и были созданы условия для успешной регенерации фильтра.



Подробное описание условий поездки при включении контрольной лампы сажевого фильтра содержится в руководстве по эксплуатации автомобиля.

## Регенерация в условиях сервиса

Если регенерационная поездка не достигла своей цели, и наполнение сажевого фильтра достигает 40 грамм, помимо контрольной лампы сажевого фильтра загорается контрольная лампа системы предварительного накаливания.

На дисплее комбинации приборов появляется сообщение «Неисправность двигателя. Следуйте на сервисную станцию».

При появлении такого сообщения водителю необходимо обратиться в ближайший сервисный центр. В данной ситуации, чтобы избежать повреждения сажевого фильтра, блок управления двигателя блокирует режим активной регенерации.

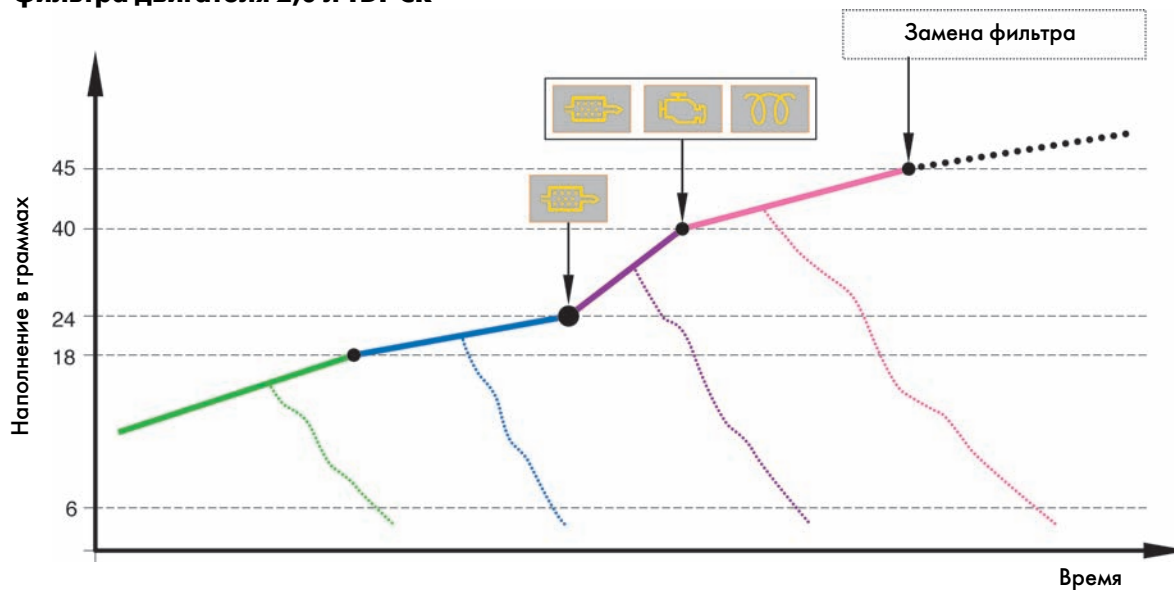
Сажевый фильтр в этом случае может быть регенерирован только в условиях сервисного центра с помощью тестера VAS 5051.



Если наполнение фильтра превышает 45 грамм, регенерация в условиях сервиса также становится невозможна, потому что опасность повреждения фильтра слишком высока. В этом случае фильтр необходимо заменить.



## Степень заполнения и виды регенерации сажевого фильтра двигателя 2,0 л TDI-CR



Пример: увеличение заполнения фильтра

Пример: проведение успешной регенерации различными способами

Пассивная регенерация

Активная регенерация

Поездка в режиме регенерации

Регенерация в условиях сервиса

«Регенерация по пробегу»

«Регенерация по пробегу» — регенерация сажевого фильтра по достижению определённого пробега. Блок управления двигателя автоматически запустит режим регенерации, независимо от заполнения сажевого фильтра, если последние 750-1000 км регенерация не проводилась. «Регенерация по пробегу» является дополнительной страховкой от переполнения сажевого фильтра.

S403\_105



При работе двигателя всегда выгорает небольшое количество масла. Часть сгоревшего масла в виде золы оседает в сажевом фильтре. Эта зола не может быть устранена при активной регенерации фильтра.

Для того чтобы гарантировать работоспособность сажевого фильтра, при проведении инспекционного контроля необходимо проверять массу накопившейся золы с помощью блока измеряемых величин.

Если эта масса превысит предельное значение, сажевый фильтр необходимо заменить. С этой целью учитывайте указания Руководства «Инспекционный сервис и уход» в ELSA.



# Система управления двигателя

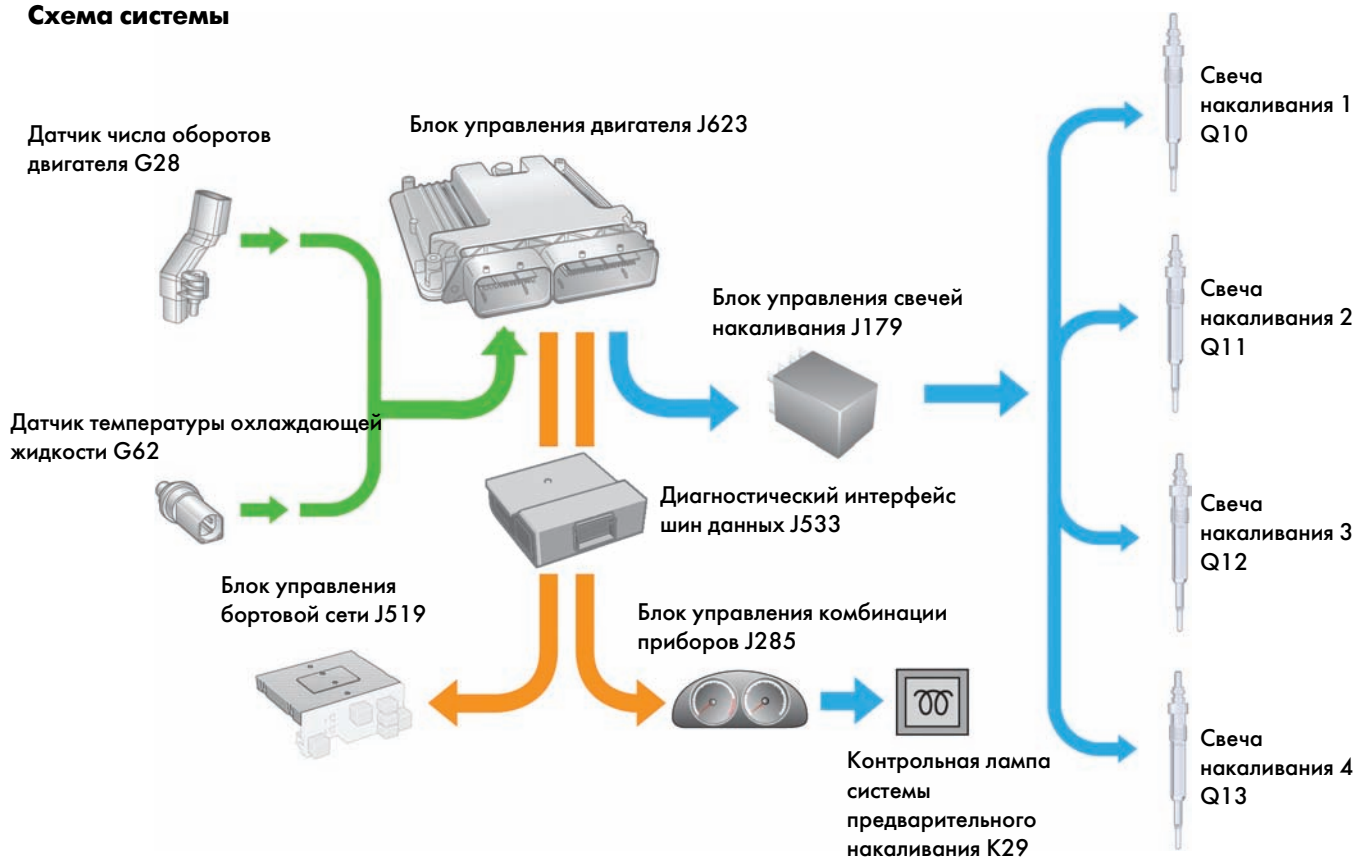
## Система предварительного накаливания

Двигатель 2,0 л TDI с системой впрыска Common-Rail оснащён системой предварительного накаливания для обеспечения быстрого пуска дизельного двигателя. Эта система позволяет запускать дизель практически в любых климатических условиях без длительного прогрева, почти как бензиновый двигатель.

Достоинства системы предварительного накаливания:

- быстрый, как у бензинового двигателя, запуск при температурах до минус 24°C;
- очень быстрый прогрев. В течение 2 секунд температура свечи накаливания поднимается до 1000°C;
- регулируемые температуры для предварительного накаливания и накаливания после пуска;
- самодиагностика;
- соответствие европейской системе бортовой диагностики.

### Схема системы



S403\_057

## Принцип работы

### Предварительное накаливание

Управление стальными свечами накаливания осуществляется от блока управления двигателя посредством блока управления свечей накаливания J179 с помощью сигналов с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), сдвинутых по фазе. При этом напряжение на отдельной свече регулируется частотой ШИМ-сигнала. Для быстрого запуска двигателя при температуре ниже 18°C максимальное напряжение для прогрева составляет 11,5 В. При таком напряжении обеспечивается быстрый прогрев свечи накаливания (менее чем за 2 с) до температуры свыше 1000°C. В результате обеспечивается быстрый предварительный прогрев всех цилиндров двигателя.



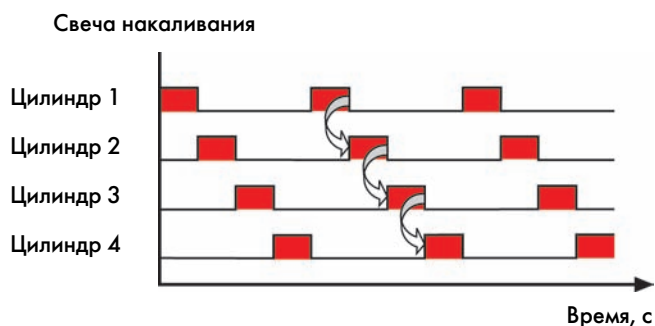
### Накаливание после пуска двигателя

При непрерывном уменьшении коэффициента заполнения ШИМ-сигнала напряжение на свече накаливания изменяется в зависимости от режима работы двигателя от 4,4 В до номинального значения.

После пуска двигателя свечи накаливания продолжают работать до достижения температуры охлаждающей жидкости 18°C, но не более 5 минут. Послепусковое накаливание способствует снижению выброса углеводородов и снижению шумности двигателя во время прогрева.

### Нагрев свечей накаливания сдвинутыми по фазе сигналами

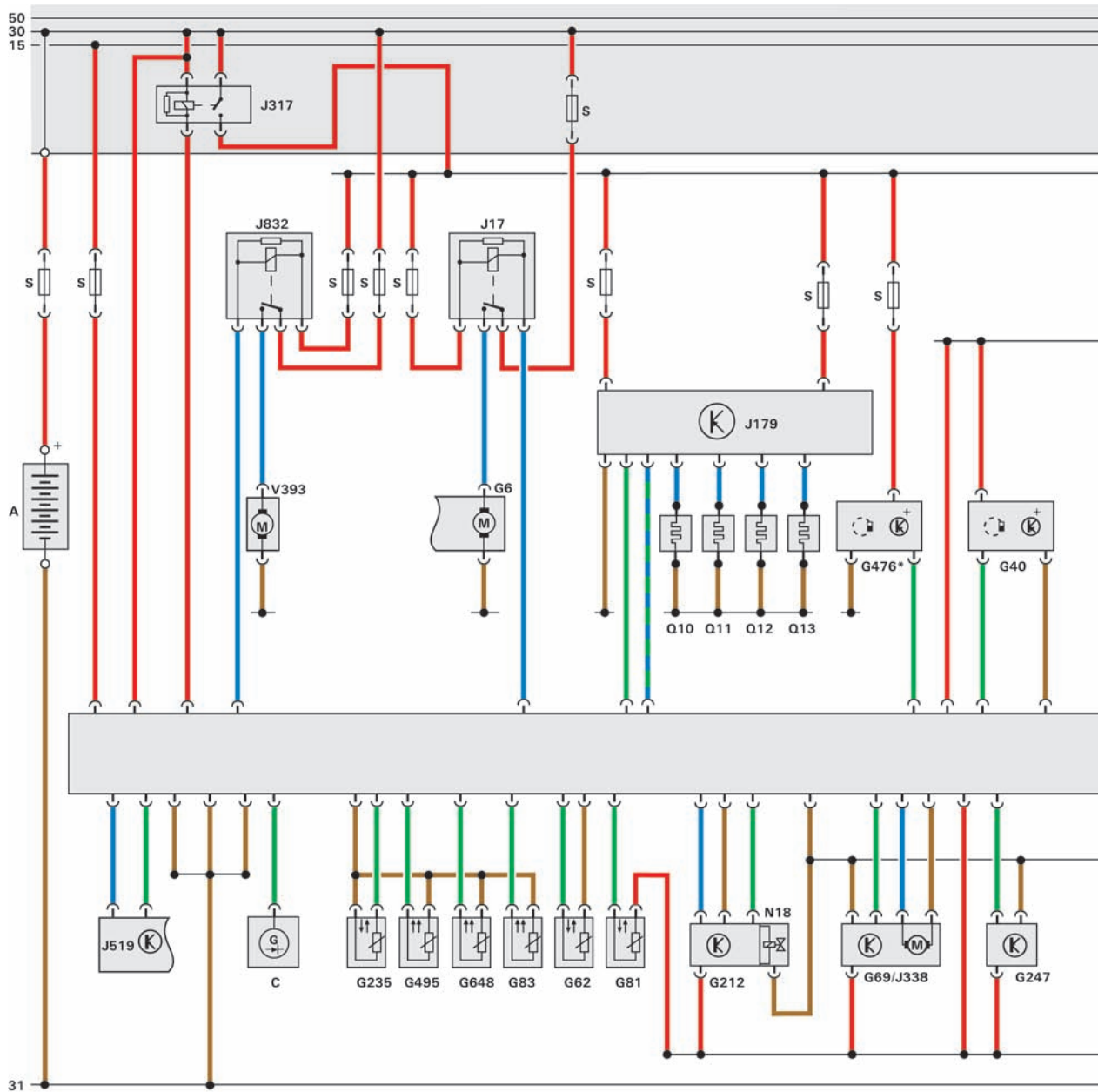
Для того чтобы не перегружать бортовую сеть, нагрев свечей накаливания осуществляется сдвинутыми по фазе сигналами. При этом задний фронт сигнала для одной из свечей запускает импульс для нагрева следующей свечи.



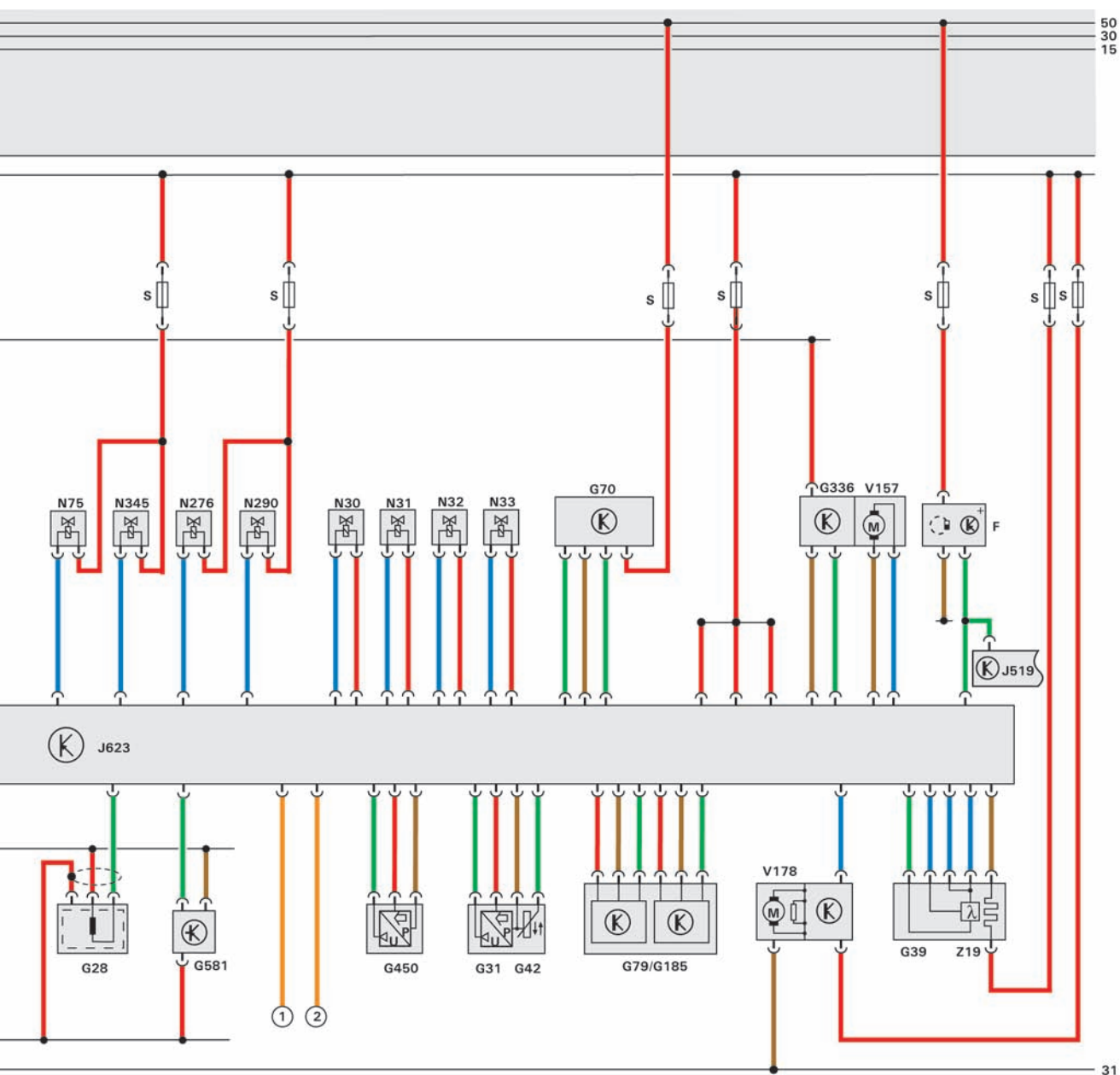
S403\_056

# Система управления двигателем

## Функциональная схема



A	Аккумуляторная батарея	G212	Потенциометр системы рециркуляции ОГ
C	Генератор	G235	Датчик температуры ОГ 1
F	Выключатель стоп-сигналов	G247	Датчик давления топлива
G6	Подкачивающий топливный насос	G336	Датчик положения заслонок впускных каналов (потенциометр)
G28	Датчик числа оборотов двигателя	G450	Датчик 1 давления ОГ
G31	Датчик давления наддува	G476*	Датчик положения педали сцепления
G39	Лямбда-зонд	G495	Датчик температуры ОГ 3
G40	Датчик Холла	G581	Датчик положения направляющего аппарата турбонагнетателя
G42	Датчик температуры воздуха на впуске	G648	Датчик температуры ОГ 4
G62	Датчик температуры охлаждающей жидкости	J17	Реле топливного насоса
G69	Потенциометр воздушной заслонки	J179	Блок управления свечей накаливания
G70	Расходомер воздуха	J317	Реле электропитания клеммы 30
G69	Датчик положения педали акселератора	J338	Блок дроссельной заслонки
G81	Датчик температуры топлива	J519	Блок управления бортовой сети
G83	Датчик температуры охлаждающей жидкости на выходе из радиатора	J623	Блок управления двигателем
G185	Датчик положения педали акселератора 2		



S403\_048

- J832 Реле дополнительного топливного насоса
- N18 Клапан рециркуляции ОГ
- N30-33 Форсунки цилиндров 1-4
- N75 Электромагнитный клапан ограничения давления наддува
- N276 Регулятор давления топлива
- N290 Клапан дозирования топлива
- N345 Переключающий клапан радиатора системы рециркуляции ОГ
- Q10-13 Свечи накалывания 1-4
- S Предохранитель
- V157 Электродвигатель привода заслонок впускных каналов
- V178 Насос 2 циркуляции охлаждающей жидкости
- V393 Дополнительный топливный насос
- Z19 Нагревательный элемент лямбда-зонда

- ① Шина данных CAN Low
- ② Шина данных CAN High

- █ Входной сигнал
- █ Выходной сигнал
- █ Плюс
- █ Масса
- █ Шина данных CAN
- █ По двум направлениям

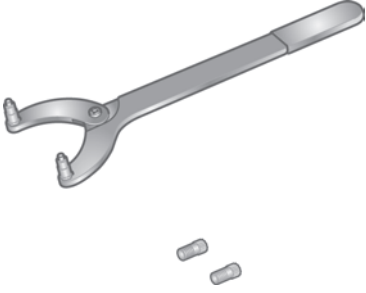
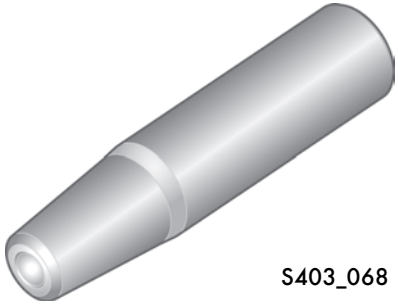
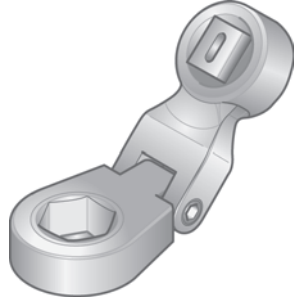
\* Только для а/м с МКП






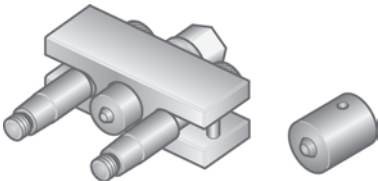
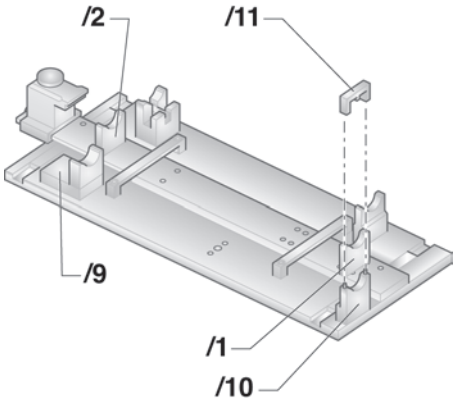
# Сервисное обслуживание

## Специальный инструмент

Наименование	Инструмент	Назначение
T10172/9 Адаптер	 S403_113	Адаптер T10172 для удержания зубчатого шкива насоса высокого давления
T10377 Монтажная втулка	 S403_068	Для установки уплотнительных колец на форсунки
T10384 Накладной ключ с храповиком	 S403_114	Для снятия и установки сажевого фильтра

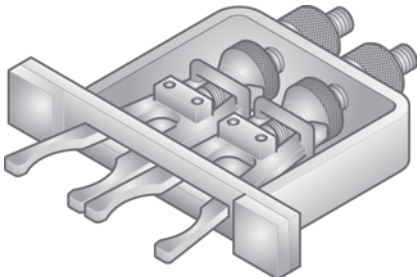
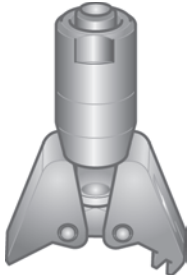
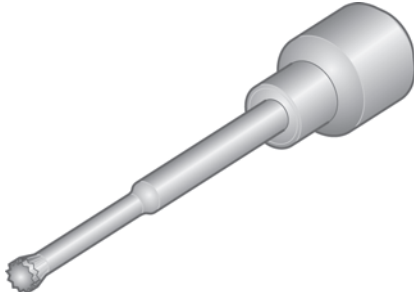




Наименование	Инструмент	Назначение
T10385 Торцевая насадка	 S403_112	Для снятия и установки трубопроводов системы рециркуляции ОГ
T40064/1 Оправка	 S403_066	Оправка съёмника T40064 для снятия зубчатого шкива ременной передачи ТНВД
T40094 Станина для распредвалов T40094/1 Опора T40094/2 Опора T40094/9 Опора T40094/10 Опора T40094/11 Накладка	 S403_063	Для снятия и установки распредвалов

# Сервисное обслуживание

## Специальный инструмент

Наименование	Инструмент	Назначение
T40095 Зажим	 S403_064	Для снятия и установки распредвалов
T40096/1 Зажим	 S403_065	Для фиксации частей составной шестерни распредвала при его снятии и установке
T40159 Насадка с шаровой головкой (для отвинчивания под углом)	 S403_067	Для монтажных работ на впускном коллекторе



# Контрольные вопросы

## Какое из высказываний верно?

В приведённых вариантах ответов правильными могут быть один или несколько вариантов.

### 1. Для чего служит впускной коллектор с заслонками впускных каналов?

- а) Посредством установки положения заслонок впускных каналов, в зависимости от числа оборотов двигателя и нагрузки, регулируется вихреобразование в потоке всасываемого воздуха.
- б) Посредством установки положения заслонок впускных каналов происходит запрограммированное переключение между коротким и длинным всасывающим трубопроводом.
- в) Заслонки впускных каналов при выключении двигателя закрываются и перекрывают доступ воздуха, так чтобы выключение двигателя происходило плавно.

### 2. Какое из высказываний о низкотемпературном охлаждении системы рециркуляции ОГ верно?

- а) При охлаждении рециркулирующих ОГ их плотность (и соответственно масса) может быть увеличена, и, благодаря этому, дополнительно снижен выброс окислов азота, образующихся при работе двигателя.
- б) Охлаждение ОГ предотвращает перегрев сажевого фильтра.
- в) Охлаждение ОГ производится с целью увеличения мощности двигателя.

### 3. Каково назначение перепускного клапана топливного насоса высокого давления?

- а) Перепускной клапан служит для регулирования количества топлива, поступающего в область высокого давления.
- б) Он служит для регулирования давления топлива в области низкого давления насоса.
- в) Он является предохранительным клапаном, защищающим насос при повышенной температуре топлива.

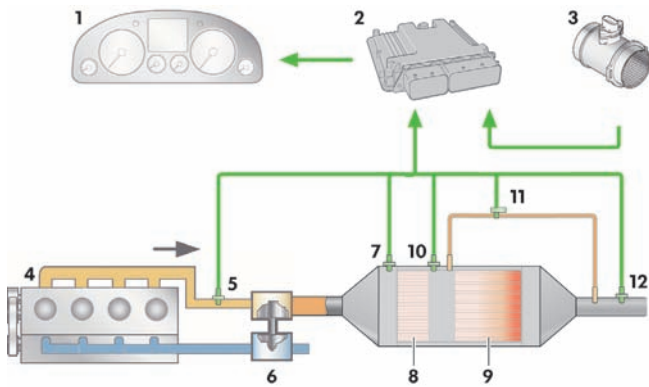


# Контрольные вопросы

## 4. Какое из высказываний о дополнительном топливном насосе V393 верно?

- а) Дополнительный топливный насос V393 подаёт дизельное топливо в автономный отопитель.
- б) Благодаря дополнительному топливному насосу V393 отпадает необходимость в установке в топливный бак какого-либо другого насоса для подачи топлива в напорную магистраль.
- в) Дополнительный топливный насос служит для поднятия давления в напорной магистрали и снабжения насоса высокого давления топливом в количестве, необходимом для обеспечения работы двигателя во всех режимах.

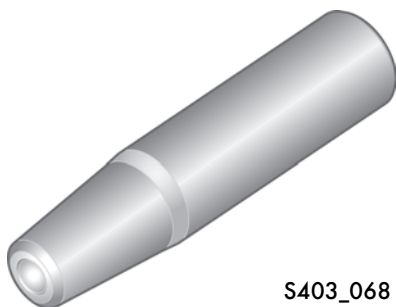
## 5. Дополните недостающие надписи:



S403\_073

- |  |           |
|--|-----------|
| 1 - Блок управления комбинации приборов J285 | 7 - ..... |
| 2 - .....                                    | 8 - ..... |
| 3 - .....                                    | 9 - ..... |
| 4 - дизельный двигатель                      | 10- ..... |
| 5 - .....                                    | 11- ..... |
| 6 - турбоагнетатель                          | 12- ..... |

## 6. Для чего служит данный инструмент?



S403\_068

для.....





**Ответы:**

1. а;
  2. а;
  3. б;
  4. с;
  5. 2 - Блок управления двигателя J623  
3 - Расходомер воздуха G70  
5 - Датчик температуры OT 1 G235  
7 - Лямбда-зонд G39  
8 - Окислительный катализатор  
9 - Сажевый фильтр  
10- Датчик температуры OT 3 G495  
11 - Датчик давления OT 1 G450  
12- Датчик температуры OT 4 G648
6. для установки уплотнительных колец на форсунки