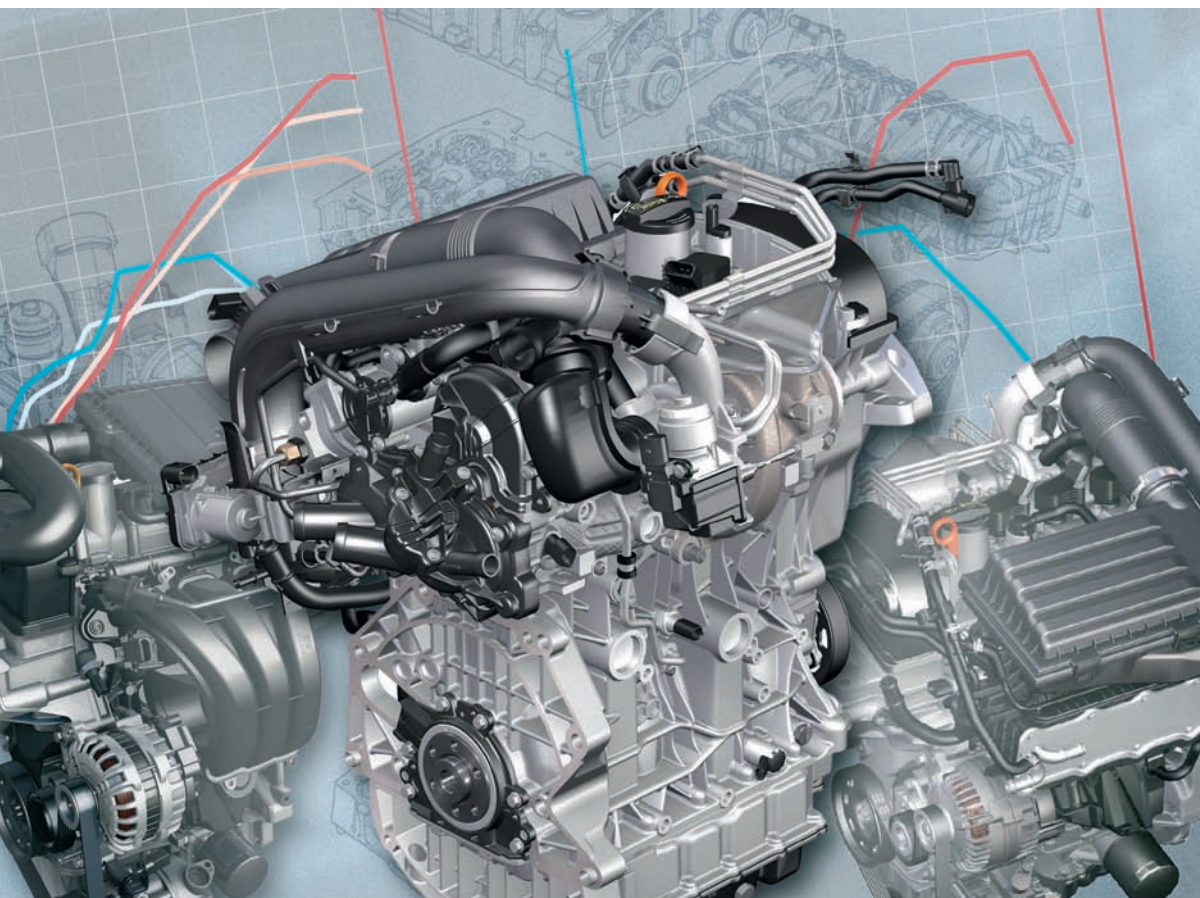




**Программа самообучения 511**

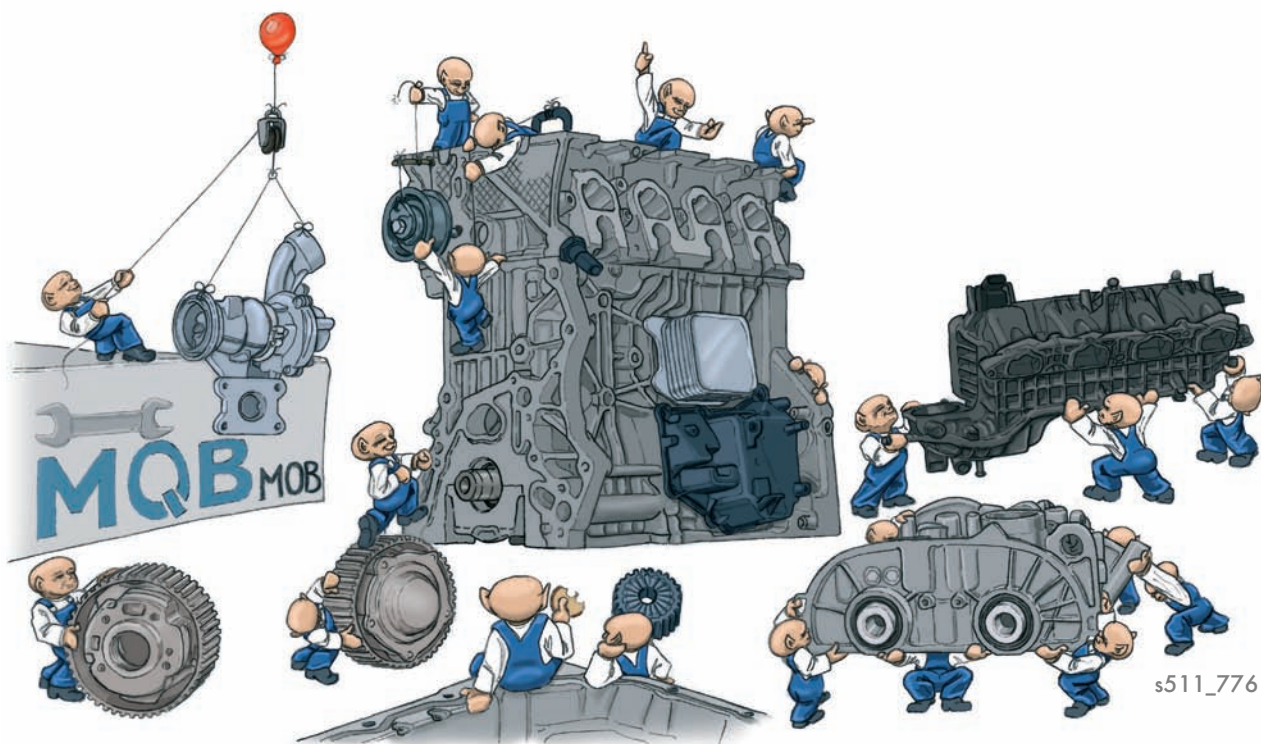
**Новое семейство бензиновых двигателей EA211**

**Устройство и принцип действия**



С внедрением модульной платформы с поперечным расположением силового агрегата (**Modularer Quer Baukasten**, сокращённо **MQB**) марка Volkswagen приступила к реализации модульной стратегии при разработке и создании автомобилей. Согласно этой стратегии, для всех моделей автомобилей класса Polo, Golf и Passat используются единые стандартные компоненты и модули.

Начиная с нового семейства двигателей EA211 схожая стратегия начинает использоваться при создании бензиновых двигателей. Речь идёт о модульном семействе бензиновых двигателей (**Modularer Ottomotoren Baukasten**) EA211. Они имеют рабочий объём от 1,0 до 1,6 л. Базовым двигателем является при этом TSI 1,4 л 103 кВт.



На иллюстрации показаны некоторые модули новых двигателей, с которыми вы встретитесь в данной программе самообучения. Вы познакомитесь с их устройством и принципом действия.



Дополнительная информация по новому семейству двигателей приведена в программах самообучения 508 «Двигатель MPI 1,0 л 44/55 кВт с системой впрыска во впускной коллектор» и 510 «Активная система отключения цилиндров у двигателя TSI 1,4 л 103 кВт».

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

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



**Внимание  
Указание**



<b>Введение</b> .....	<b>4</b>
Модульное семейство бензиновых двигателей MOB .....	4
Обзор нового семейства бензиновых двигателей EA211 .....	6
<b>Механическая часть двигателя</b> .....	<b>12</b>
Привод поликлиновым ремнём .....	12
Привод зубчатым ремнём .....	13
Блок цилиндров .....	14
Кривошипно-шатунный механизм .....	15
Головка блока цилиндров .....	16
Корпус распредвалов .....	17
Газораспределительный механизм .....	18
Регулирование фаз газораспределения .....	19
Подача воздуха .....	22
Турбонаддув .....	23
Контур смазки .....	25
Система вентиляции картера .....	34
Система охлаждения .....	36
Система питания .....	39
Система выпуска отработавших газов .....	41
<b>Система управления двигателя</b> .....	<b>42</b>
Обзор элементов системы управления .....	42
Блок управления двигателя J623 .....	44
Система питания .....	45
Датчики .....	47
Исполнительные механизмы .....	52
<b>Техническое обслуживание</b> .....	<b>59</b>
Специальные инструменты .....	59
Технические указания .....	60
<b>Контрольные вопросы</b> .....	<b>62</b>





## Модульное семейство бензиновых двигателей MQB

### Монтажное положение двигателей в автомобиле

До настоящего времени монтажное положение двигателей, например в Golf 2009 модельного года, было очень различным.

В то время как прежние двигатели 1,4 л семейства EA111 были наклонены вперёд, а система выпуска направлена к радиатору, другие бензиновые и дизельные двигатели были наклонены назад. Система выпуска при этом была направлена к перегородке моторного отсека.

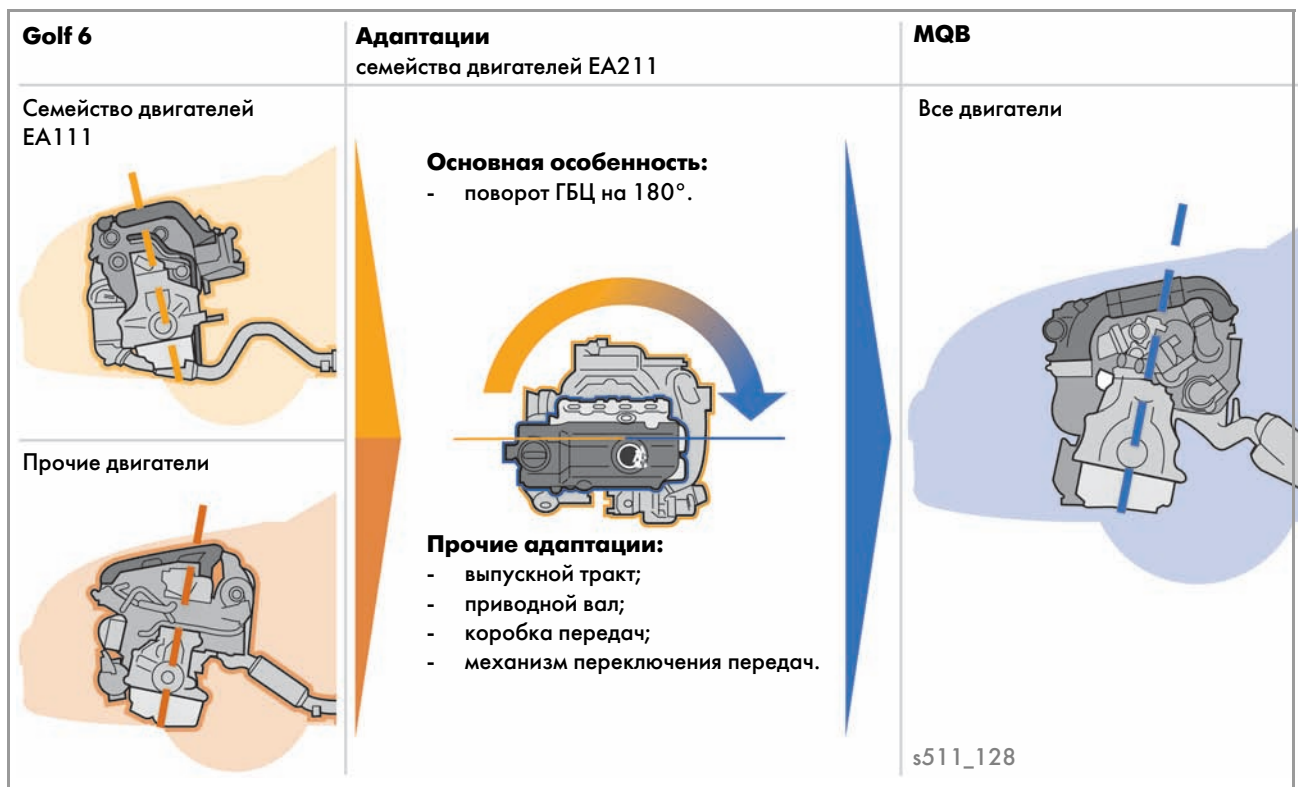
Чтобы полностью реализовать потенциал экономии, с переходом к модульной платформе с поперечным расположением двигателя монтажное положение двигателей следовало сделать одинаковым.

Новое монтажное положение двигателей семейства EA211 потребовало изменения общей компоновки двигателя.

При этом по модульному принципу была разработана новая линейка двигателей.

Преимущества новой модульной стратегии:

- одинаковое установочное положение;
- унификация присоединительных размеров КП, элементов системы охлаждения и системы выпуска ОГ;
- небольшие габариты двигателя;
- уменьшение выступа двигателя вперёд на 50 мм за счёт установки с наклоном на 12° назад.





## Новое семейство бензиновых двигателей EA211

При разработке новых двигателей требуется выполнить целый ряд требований.

Одновременно появляется возможность использовать технологии, применение которых в существующих двигателях было бы слишком затратным.

К выполненным требованиям относятся:

- модульная конструкция;
- установка двигателей в наклонном положении;
- компактная конструкция;
- снижение расхода топлива и тем самым выбросов CO<sub>2</sub> на 10–20 %;
- снижение массы двигателя на 30 %;
- соответствие перспективному экологическому классу Евро 6.

### Модульная конструкция двигателя TSI 1,4 л 103 кВт с активной системой отключения цилиндров



### Общие признаки всех двигателей семейства EA211:

- одинаковое установочное положение;
- крепление компрессора климатической установки и генератора без дополнительного кронштейна непосредственно на масляном поддоне или на блоке цилиндров резьбовым соединением;
- четыре клапана на цилиндр;
- алюминиевый блок цилиндров;
- встроенный в головку блока цилиндров выпускной коллектор;
- привод ГРМ посредством зубчатого ремня.



## Обзор нового семейства бензиновых двигателей EA211 Двигатель MPI 1,0 л 44/50/55 кВт с системой впрыска во впускной коллектор

Этот двигатель был разработан специально для модели up!. Он имеет три варианта мощности: 44 кВт (CHYA), 50 кВт (CPGA) и 55 кВт (CHYB). Вариант мощностью 50 кВт представляет собой двигатель для работы на природном газе для модели есо up!.

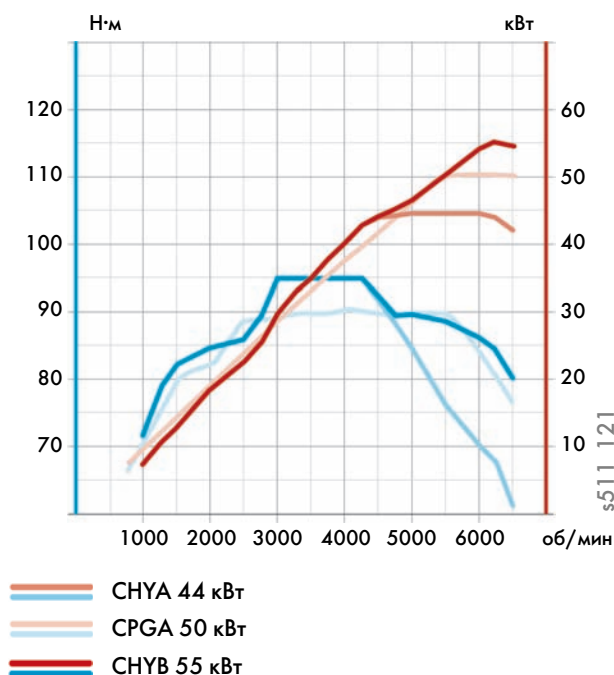


s511\_118

### Особенности конструкции

- ГБЦ со встроенным впускным коллектором.
- Привод ГРМ посредством зубчатого ремня.
- Насос системы охлаждения объединён с корпусом термостатов.
- Привод насоса системы охлаждения с помощью зубчатого ремня от распредвала выпускных клапанов.
- Регулирование фаз газораспределения впускных клапанов.
- Масляный насос на коленвалу.
- Цельный алюминиевый масляный поддон.
- Клапаны и седла клапанов двигателя для модели есо up! адаптированы к работе на газовом топливе.

### Внешняя скоростная характеристика



- CHYA 44 кВт
- CPGA 50 кВт
- CHYB 55 кВт

### Технические характеристики

Буквенное обозначение	CHYA	CPGA	CHYB
Тип двигателя	3-цилиндровый, рядный		
Рабочий объём	999 см <sup>3</sup>		
Диаметр цилиндра	74,5 мм		
Ход поршня	76,4 мм		
Количество клапанов на цилиндр	4		
Степень сжатия	10,5:1	11,5:1	10,5:1
Макс. мощность	44 кВт при 5000 об/мин	50 кВт при 6200 об/мин	55 кВт при 6200 об/мин
Макс. крутящий момент	95 Н·м при 3000–4250 об/мин	90 Н·м при 3000–4250 об/мин	95 Н·м при 3000–4250 об/мин
Система управления двигателя	Bosch Motronic ME 17.5.20		
Топливо	Неэтилированный бензин с октановым числом 95 (возможна эксплуатация на неэтилированном бензине с октановым числом 91 при небольшом снижении мощности)		
Нейтрализация ОГ	Трёхкомпонентный каталитический нейтрализатор, триггерный лямбда-зонд (вариант 44/55 кВт), широкополосный лямбда-зонд (вариант 50 кВт) перед нейтрализатором и по одному триггерному лямбда-зонду после нейтрализатора		
Экологический класс	Евро 5		



## Двигатель TSI 1,2 л 63/77 кВт с турбонаддувом

Двигатель TSI 1,2 л нового семейства бензиновых двигателей EA211 доступен в двух вариантах мощности: 63 кВт и 77 кВт. Различие в мощности обеспечивается разным программным обеспечением блоков управления двигателями.

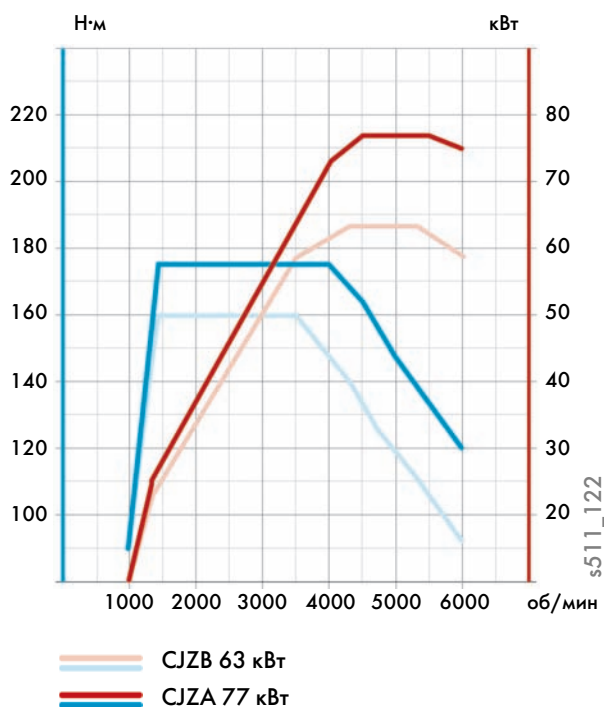
### Особенности конструкции

- ГБЦ со встроенным выпускным коллектором.
- Привод ГРМ посредством зубчатого ремня.
- Корпус термостатов образует единый узел с насосом системы охлаждения.
- Привод насоса системы охлаждения с помощью зубчатого ремня от распредвала выпускных клапанов.
- Модуль турбонагнетателя с электроприводом регулятора давления наддува.
- Регулирование фаз газораспределения впускных клапанов.
- Масляный насос на коленвале.
- Масляный поддон из двух частей (верхняя и нижняя части из алюминия).



s511\_116

### Внешняя скоростная характеристика



### Технические характеристики

Буквенное обозначение	CJZB	CJZA
Тип двигателя	4-цилиндровый, рядный	
Рабочий объём	1197 см <sup>3</sup>	
Диаметр цилиндра	71 мм	
Ход поршня	75,6 мм	
Количество клапанов на цилиндр	4	
Степень сжатия	10,5:1	
Макс. мощность	63 кВт при 4300–5300 об/мин	77 кВт при 4500–5500 об/мин
Макс. крутящий момент	160 Н·м при 1400–3500 об/мин	175 Н·м при 1400–4000 об/мин
Система управления двигателя	Bosch Motronic MED 17.5.21	
Топливо	Неэтилированный бензин с октановым числом 95	
Нейтрализация ОГ	Трёхкомпонентный каталитический нейтрализатор, по одному триггерному лямбда-зонду перед нейтрализатором и после нейтрализатора	
Экологический класс	Евро 5	



## Двигатель TSI 1,4 л 90 кВт с турбонаддувом

Двигатель TSI 1,4 л 90 кВт внешне практически не отличается от двигателя TSI 1,4 л 103 кВт. Регулятор фаз газораспределения впускных клапанов имеется у обоих двигателей, а вариант мощностью 103 кВт дополнительно оснащён регулятором фаз газораспределения выпускных клапанов.

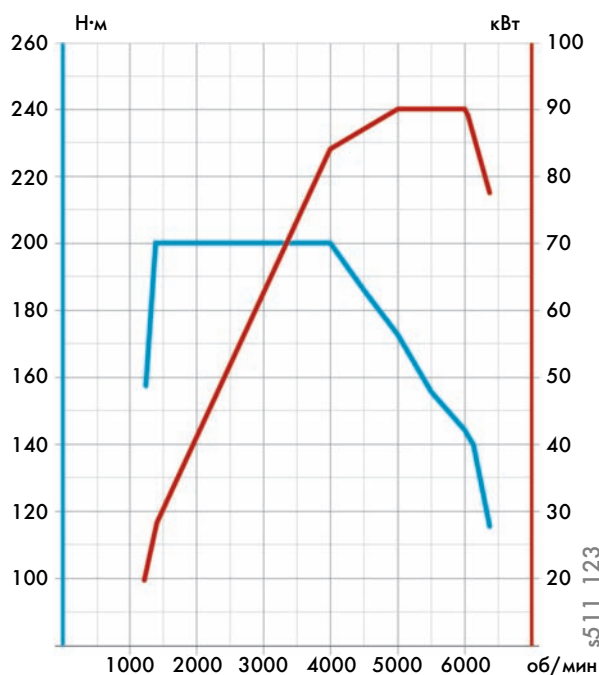


s511\_117

### Особенности конструкции

- ГБЦ со встроенным выпускным коллектором.
- Привод ГРМ посредством зубчатого ремня.
- Корпус термостатов образует единый узел с насосом системы охлаждения.
- Привод насоса системы охлаждения с помощью зубчатого ремня от распредвала выпускных клапанов.
- Модуль турбонагнетателя с электроприводом регулятора давления наддува.
- Регулирование фаз газораспределения впускных клапанов.
- Шестерённый масляный насос с двумя ступенями давления масла.
- Масляный поддон из двух частей (верхняя часть из алюминия, нижняя часть штампованная, из листовой стали).

### Внешняя скоростная характеристика



### Технические характеристики

Буквенное обозначение	СМВА
Тип двигателя	4-цилиндровый, рядный
Рабочий объём	1395 см <sup>3</sup>
Диаметр цилиндра	74,5 мм
Ход поршня	80 мм
Количество клапанов на цилиндр	4
Степень сжатия	10,5:1
Макс. мощность	90 кВт при 5000–6000 об/мин
Макс. крутящий момент	200 Н·м при 1400–4000 об/мин
Система управления двигателя	Bosch Motronic MED 17.5.21
Топливо	Неэтилированный бензин с октановым числом 95
Нейтрализация ОГ	Трёхкомпонентный каталитический нейтрализатор, по одному триггерному лямбда-зонду перед нейтрализатором и после нейтрализатора
Экологический класс	Евро 5





## Двигатель TSI 1,4 л 103 кВт с турбонаддувом

Двигатель TSI 1,4 л 103 кВт является базовым для этого семейства бензиновых двигателей. Он доступен в двух вариантах: с активной системой отключения цилиндров АСТ и без неё. Мощность и крутящий момент у обоих вариантов одинаковые.

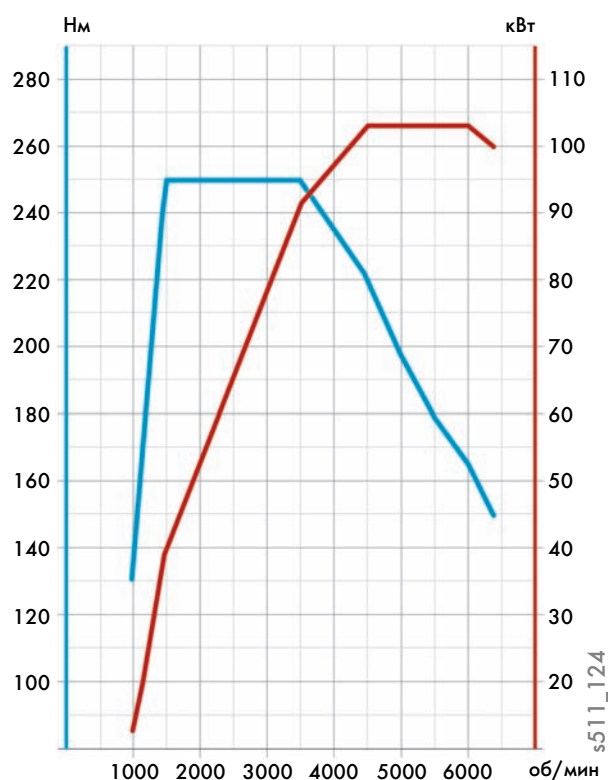


### Особенности конструкции

- ГБЦ со встроенным выпускным коллектором.
- Привод ГРМ посредством зубчатого ремня.
- Корпус термостатов образует единый узел с насосом системы охлаждения.
- Привод насоса системы охлаждения с помощью зубчатого ремня от распредвала выпускных клапанов.
- Модуль турбонагнетателя с электроприводом регулятора давления наддува.

- Регуляторы фаз ГРМ на впускном и выпускном распредвалах.
- Шестерённый масляный насос с двумя ступенями давления масла.
- Масляный поддон из двух частей (верхняя часть из алюминия, нижняя часть штампованная, из листовой стали).

### Внешняя скоростная характеристика



### Технические характеристики

Буквенное обозначение	СНРА	СРТА с АСТ
Тип двигателя	4-цилиндровый, рядный	
Рабочий объём	1395 см <sup>3</sup>	
Диаметр цилиндра	74,5 мм	
Ход поршня	80 мм	
Количество клапанов на цилиндр	4	
Степень сжатия	10,0:1	
Макс. мощность	103 кВт при 4500–6000 об/мин	
Макс. крутящий момент	250 Н·м при 1500–3500 об/мин	
Система управления двигателя	Bosch Motronic MED 17.5.21	
Топливо	Неэтилированный бензин с октановым числом 95	
Нейтрализация ОГ	Трёхкомпонентный каталитический нейтрализатор, широкополосный лямбда-зонд перед нейтрализатором и триггерный — после	
Экологический класс	Евро 5	Евро 6



## Двигатели семейства EA211 с системой впрыска во впускной коллектор или для альтернативных вариантов силового агрегата

### Двигатель MPI 1,4 л 66 кВт/1,6 л 81 кВт с системой впрыска во впускной коллектор

Эти двигатели с буквенным обозначением SKAA (66 кВт) и CPDA (81 кВт) были разработаны для применения на всех рынках, кроме рынков европейских стран. Впервые двигатель MPI 1,6 л 81 кВт будет применён в Китае.

#### Особенности конструкции

- Привод ГРМ посредством зубчатого ремня.
- Модульная конструкция корпуса распредвалов.
- ГБЦ со встроенным выпускным коллектором.
- Насос системы охлаждения объединён с корпусом термостатов.
- Привод насоса системы охлаждения с помощью зубчатого ремня от распредвала выпускных клапанов.
- Регулирование фаз газораспределения выпускных клапанов.



### Двигатель TGI 1,4 л 81 кВт (для работы на газовом топливе)

Этот двигатель с буквенным обозначением CPWA будет применяться на Golf 2013.

Это двухтопливный двигатель для работы на природном газе. Он отличается от двигателя TSI 1,4 л 90 кВт только дополнительными компонентами для работы на газовом топливе.

#### Особенности конструкции

- Один блок управления двигателя для работы на природном газе и на бензине.
- Электронный регулятор давления газа с механическим газовым редуктором.
- Модернизированные клапаны подачи газа, благодаря чему возможен запуск двигателя на газе при температуре от  $-10^{\circ}\text{C}$ .
- Сёдла клапанов усиленные, клапаны армированные, маслосъёмные колпачки имеют вторую рабочую кромку, которая обеспечивает принудительную смазку стержней клапанов в направляющих втулках.





## Двигатель TSI 1,4 л 90 кВт MultiFuel

Применение этого двигателя с буквенным обозначением CPVA на Golf 2013 начнётся в Швеции и Финляндии.

### Особенности конструкции

- Допустимая доля биоэтанола в топливе — до 85 %.
- Датчик качества топлива для определения доли биоэтанола в топливе.
- Электрический предпусковой подогреватель в системе охлаждения двигателя.
- Сёдла клапанов усиленные, клапаны армированные, маслосъёмные колпачки имеют вторую рабочую кромку, которая обеспечивает принудительную смазку стержней клапанов в направляющих втулках.



## Двигатель TSI 1,4 л 110 кВт Hybrid

Этот двигатель с буквенным обозначением CRJA (Европа) и CNLA (Северная Америка) будет применяться на Jetta Hybrid. Базовым является двигатель TSI 1,4 л 103 кВт.

### Особенности конструкции

- Коленчатый вал с зубчатым венцом для подключения к тяговому электродвигателю VX54 (электродвигателю-генератору).
- Демпфер крутильных колебаний на коленвале.
- Блок цилиндров и крышка коленвала со стороны КП с каналами охлаждающей жидкости для охлаждения тягового электродвигателя V141, а также каналами гидравлической жидкости для привода разделительного сцепления K0.
- Электрический компрессор климатической установки.
- Функции генератора и стартера выполняет тяговый двигатель электропривода V141.
- Система подачи вторичного воздуха (Северная Америка).
- Увеличение мощности до 110 кВт посредством адаптации программного обеспечения.



- Новый материал магистралей вентиляции картера, системы питания и системы улавливания паров топлива с адсорбером на основании норм по выбросам вредных веществ (Северная Америка).

# Механическая часть двигателя

## Привод поликлиновым ремнём

В зависимости от двигателя и комплектации, существует три варианта привода поликлиновым ремнём.

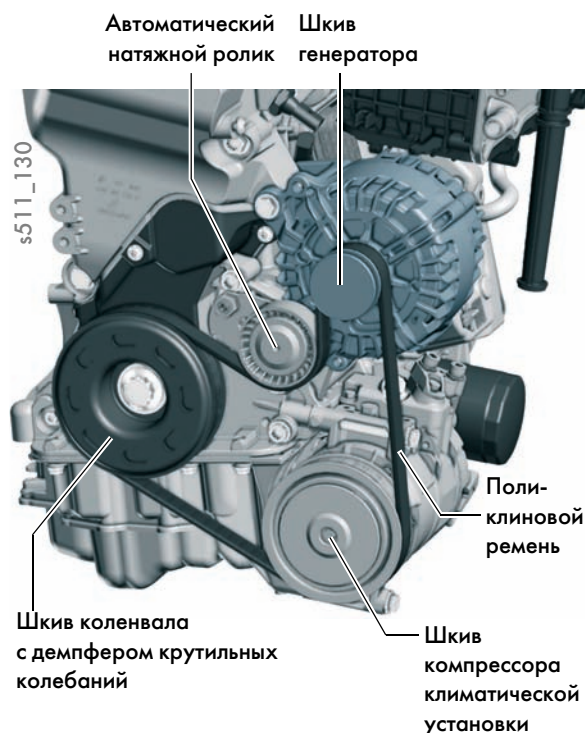
Как правило, привод осуществляется шестиклиновым ремнём. Для обеспечения ровной работы двигателя шкив коленвала у всех двигателей оснащён демпфером крутильных колебаний.

Навесные агрегаты компактно размещены непосредственно на блоке цилиндров или на масляном поддоне.

Дополнительного кронштейна для них не требуется.



Двигатель TSI 1,4 л 110 кВт в Jetta Hybrid имеет электрический привод компрессора климатической установки и генератора. Привод поликлиновым ремнём отсутствует.



## Варианты привода поликлиновым ремнём

Натяжение поликлинового ремня осуществляет ...		3-цил. двигатель MPI с системой впрыска во впускной коллектор	4-цил. двигатель TSI с системой непосредственного впрыска
Гибкий и растягивающийся поликлиновый ремень без натяжного ролика	s511_131	<ul style="list-style-type: none"> <li>- без компрессора климатической установки;</li> <li>- без технологии BlueMotion.</li> </ul>	---
Неподвижный натяжной ролик	s511_132	<ul style="list-style-type: none"> <li>- с компрессором климатической установки;</li> <li>- без технологии BlueMotion.</li> </ul>	---
Автоматический натяжной ролик	s511_133	<ul style="list-style-type: none"> <li>- с технологией BlueMotion;</li> <li>- независимо от установки компрессора климатической установки.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- с технологией BlueMotion;</li> <li>- независимо от установки компрессора климатической установки.</li> </ul>

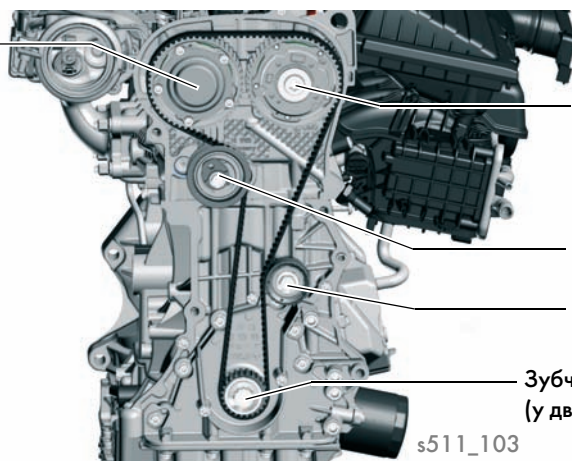
## Привод зубчатым ремнём

Привод распределительных валов осуществляется зубчатым ремнём. Ремень натягивается автоматическим натяжным роликом, который одновременно направляет его с помощью буртиков.

Направляющий ролик на стороне растягивающего усилия и специальная форма зубчатых шкивов распредвалов у 3-цилиндрового двигателя или зубчатого шкива коленчатого вала у 4-цилиндрового двигателя обеспечивают ровный ход ремня.

### Двигатель TSI 1,4 л 103 кВт

Зубчатый шкив распредвала выпускных клапанов с регулятором фаз газораспределения




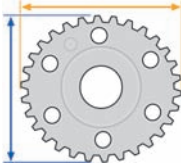
Зубчатый шкив распредвала впускных клапанов с регулятором фаз газораспределения

Ролик с гидравлическим натяжителем

Направляющий ролик

Зубчатый шкив СТС коленвала (у двигателей 1,2 и 1,4 л)

s511\_103

Варианты двигателей	Зубчатый шкив	В результате
3-цил. двигатели	Тривальные зубчатые шкивы распредвалов 	Для открывания клапанов цилиндра требуется определённое усилие. Это усилие при каждом открывании клапанов действует также и на привод зубчатым ремнём и при высоких оборотах приводит к возникновению колебаний. Чтобы уменьшить эти значительные колебания, что особенно актуально для 3-цилиндрового двигателя, применяются специальные зубчатые шкивы распредвалов. У них радиус через каждые 120° (тривально) увеличивается.
4-цил. двигатели	Овальный зубчатый шкив коленвала СТС 	На 4-цилиндровые двигатели устанавливается так называемый зубчатый шкив коленвала СТС. Аббревиатура СТС — это сокращение от Crankshaft Torsionals Cancellation. Она означает, что растягивающие усилия и крутильные колебания коленвала уменьшаются. Во время рабочего такта натяжение зубчатого ремня, оббегающего шкив по меньшему радиусу, немного ослабляется. Это уменьшает растягивающие усилия и крутильные колебания в приводе зубчатым ремнём.

### Преимущества

- Благодаря тому что зубчатый ремень передаёт меньшие усилия, можно уменьшить усилие натяжения натяжного ролика. Это приводит к снижению трения и механической нагрузки на весь механизм привода зубчатым ремнём.
- Уменьшенные колебания повышают плавность хода привода зубчатым ремнём.



# Механическая часть двигателя

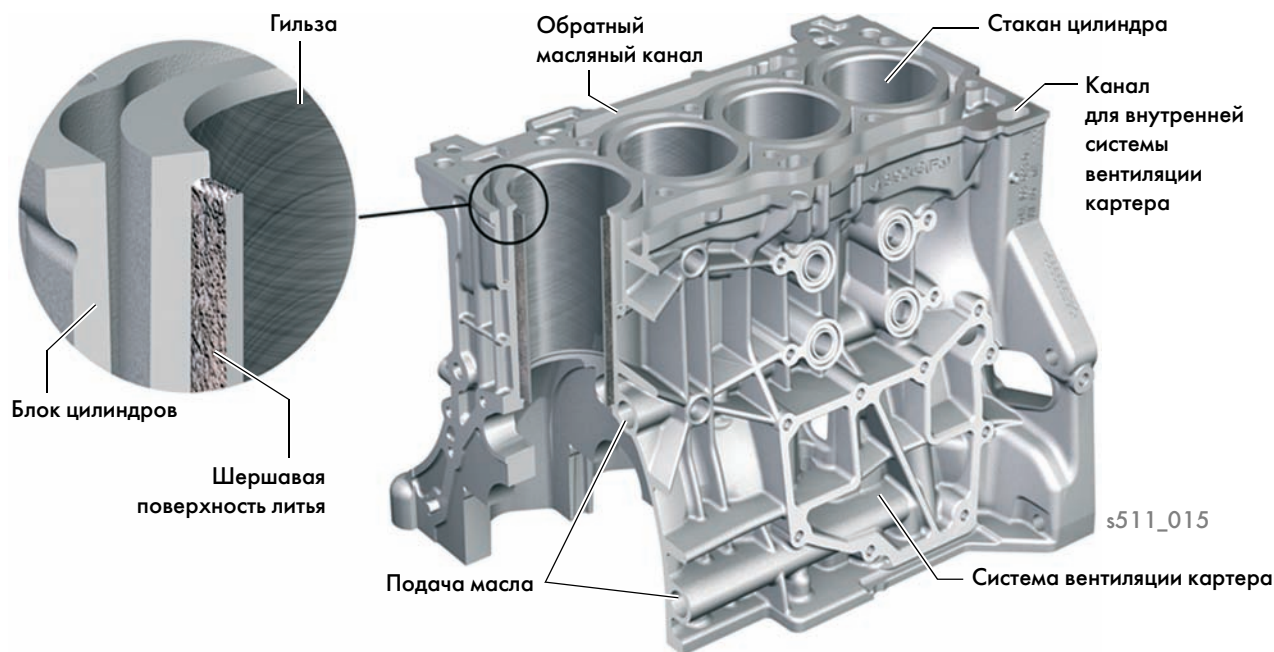
## Блок цилиндров

Блок цилиндров изготовлен из алюминия методом литья под давлением и выполнен с открытой рубашкой охлаждения (Open-Deck). Open Deck означает, что рубашка охлаждения цилиндров со стороны ГБЦ открыта, т. е. перемычки между гильзами цилиндров и внешними стенками блока цилиндров в верхней части блока отсутствуют, цилиндры соединяются с остальным блоком только в своей нижней части.

Это даёт следующие преимущества:

- невозможность образования в этой области воздушных пузырей, которые могли бы создать проблемы с удалением воздуха из системы и охлаждением;
- меньшая деформация цилиндров при установке ГБЦ на блок цилиндров; поршневые кольца лучше прилегают к менее деформированным цилиндрам, и расход масла сокращается.

В блоке цилиндров отлиты масляные каналы для смазывания под давлением, обратные масляные каналы и каналы системы вентиляции картера. Это сокращает количество дополнительных деталей, а также затраты на обработку.



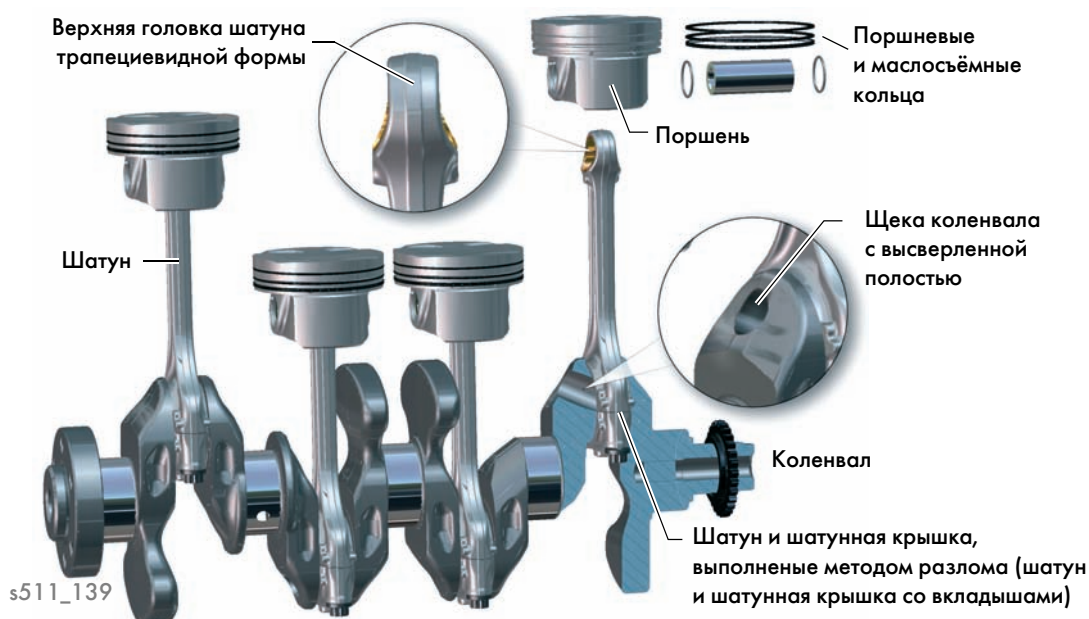
### Гильзы цилиндров из серого чугуна

Блок цилиндров отлит с предварительно установленными отдельными гильзами цилиндров из серого чугуна. Их наружная поверхность очень шершавая, благодаря чему площадь поверхности увеличивается и теплопередача к блоку цилиндров улучшается.

Кроме того, это обеспечивает очень качественное соединение с геометрическим замыканием между блоком цилиндров и гильзой цилиндра.

## Кривошипно-шатунный механизм

Кривошипно-шатунный механизм спроектирован так, чтобы обеспечить уменьшение подвижных масс и меньшее трение. Коленчатые валы, шатуны и поршни настолько оптимизированы по массе, что даже в трёхцилиндровых двигателях удалось отказаться от применения обычного в таких случаях балансирного вала.



### Шатун

Шатун и шатунная крышка изготавливаются методом разлома. В области, подверженной меньшим нагрузкам, верхняя головка шатуна имеет трапециевидную форму. Благодаря этому, дополнительно снижена масса и уменьшено трение.

### Поршни, поршневые кольца, поршневые пальцы

Поршни изготовлены из алюминия методом литья под давлением.

Днище поршня выполнено плоским, поскольку от выемок в днище, способствующих лучшему внутреннему смесеобразованию, которые обычны для двигателей семейства EA111, решено отказаться. Наряду с меньшей массой, это обеспечивает более равномерное распределение тепла от сгорания топлива по днищу поршня и предупреждает перебои в зажигании.

У пакета поршневых колец увеличен монтажный зазор и, таким образом, уменьшено трение.

### Коленчатые валы

На двигателях MPI, подверженных меньшим нагрузкам, используются литые коленчатые валы, а на двигателях TSI — кованные коленчатые валы. Кроме того, они отличаются числом опор, противовесов и диаметром коренных и шатунных шеек.

В более нагруженном двигателе TSI 1,4 л 103 кВт используется, к примеру, кованый стальной коленвал. Он имеет пять опор, четыре противовеса, а диаметр коренных и шатунных шеек составляет 48 мм. Чтобы ещё больше снизить массу, в щеках коленвала высверлены полости. Все эти меры снижают силы инерции движущихся частей коленвала и, таким образом, нагрузку на коренные подшипники.



# Механическая часть двигателя

## Головка блока цилиндров

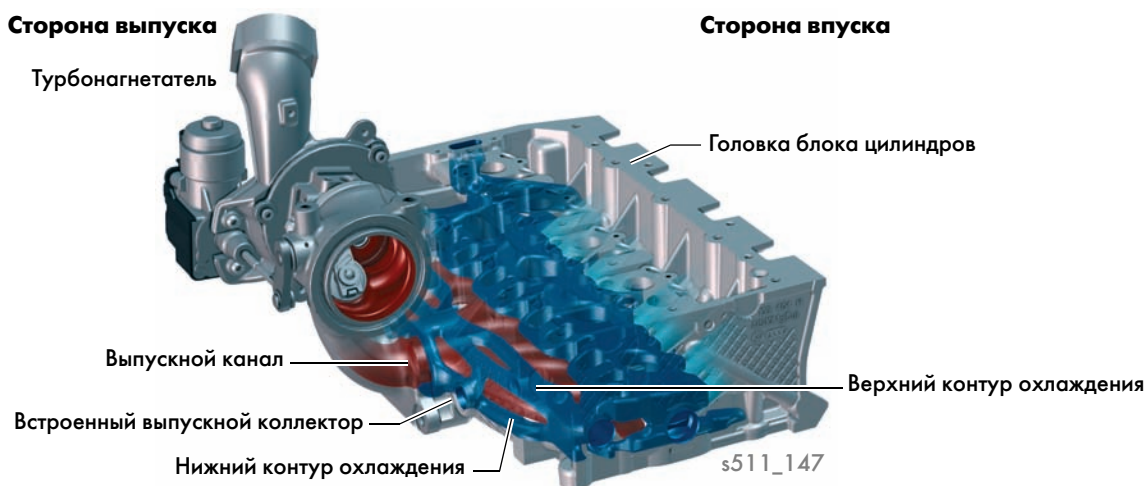
При разработке ГБЦ из алюминия внимание уделялось прежде всего более широкому использованию энергии отработавших газов для ускорения прогрева двигателя.

### Особенности конструкции

- 4 клапана на цилиндр;
- поперечный проток ОЖ;
- встроенный выпускной коллектор;
- конструктивное исполнение для использования альтернативных видов топлива.

### Устройство

У ГБЦ с охлаждением поперечным потоком охлаждающей жидкости ОЖ поступает со стороны впуска, омывая камеры сгорания, к стороне выпуска. Под выпускным коллектором поток ОЖ разделяется на два контура. Он протекает через множество каналов и при этом поглощает тепло. Из ГБЦ поток поступает в корпус термостатов и смешивается с остальной охлаждающей жидкостью.



### Встроенный выпускной коллектор

У встроенного выпускного коллектора четыре выпускных канала внутри ГБЦ сходятся к центральному фланцу. Непосредственно к этому фланцу привинчивается турбоагнетатель.

Такая схема имеет несколько преимуществ:

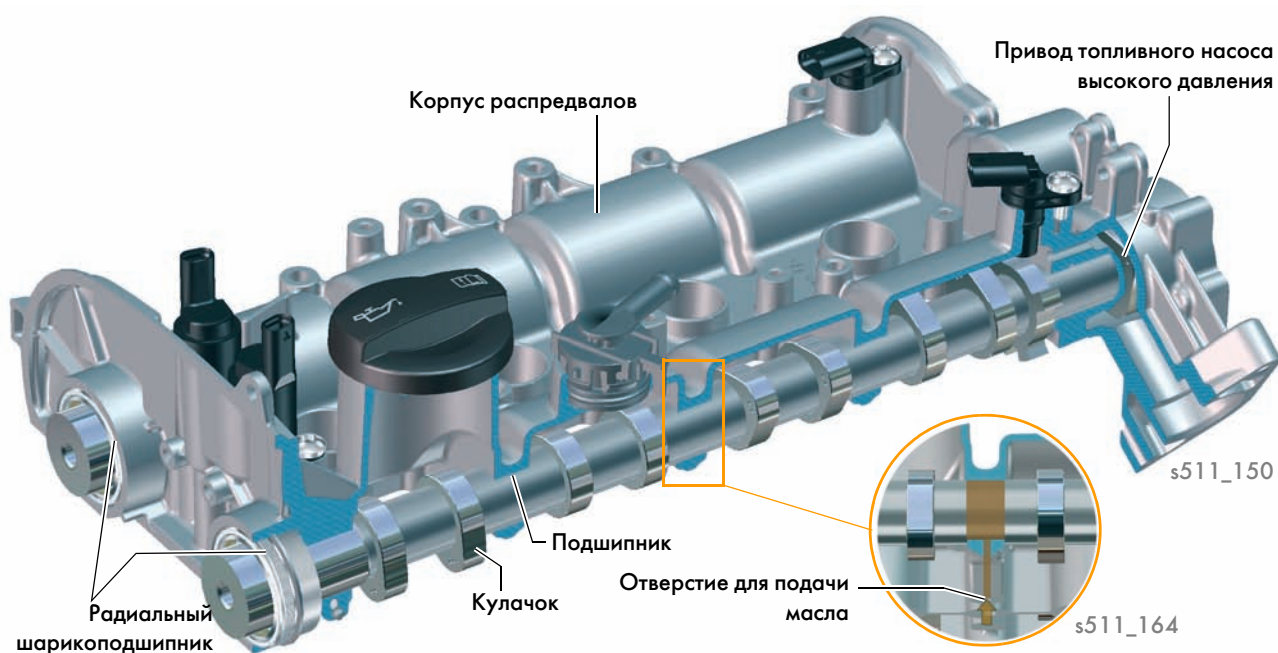
- Охлаждающая жидкость нагревается отработавшими газами во время прогрева двигателя. Двигатель быстрее нагревается до рабочей температуры. Благодаря этому, снижается расход топлива и обогрев салона может начинаться раньше.
- Вследствие меньшей площади поверхности стенок выпускного тракта на стороне выпуска до каталитического нейтрализатора, отработавшие газы во время прогрева двигателя отдают меньше тепла. За счёт этого нейтрализатор, несмотря на охлаждение охлаждающей жидкостью, быстрее нагревается до рабочей температуры.
- В режиме полной нагрузки встроенный выпускной коллектор и выпускные газы охлаждаются сильнее, двигатель может эксплуатироваться в более широком диапазоне нагрузок при значении лямбда, равном 1, с оптимальными показателями расхода топлива и токсичности отработавших газов.



# Корпус распредвалов

## Устройство

Корпус распредвалов изготовлен из алюминия методом литья под давлением и образует вместе с двумя распредвалами единый модуль. При модульной конструкции распредвалы интегрированы непосредственно в корпус распредвалов. Поскольку кулачки больше не требуется пропускать сквозь подшипниковые опоры, подшипники могут быть очень компактных размеров.



### Преимущества подшипниковых опор меньшего размера

- меньшее трение в подшипнике;
- более высокая жёсткость.

### Подача масла к подшипниковым опорам

Подшипники скольжения смазываются маслом через отверстия для подачи масла.

### Радиальные шарикоподшипники

Для уменьшения потерь на трение в передних опорах обоих распредвалов, воспринимающих наибольшую нагрузку от зубчатого ремня, используются радиальные шарикоподшипники.



При ремонте корпус распредвалов заменяется только в сборе с распредвалами.

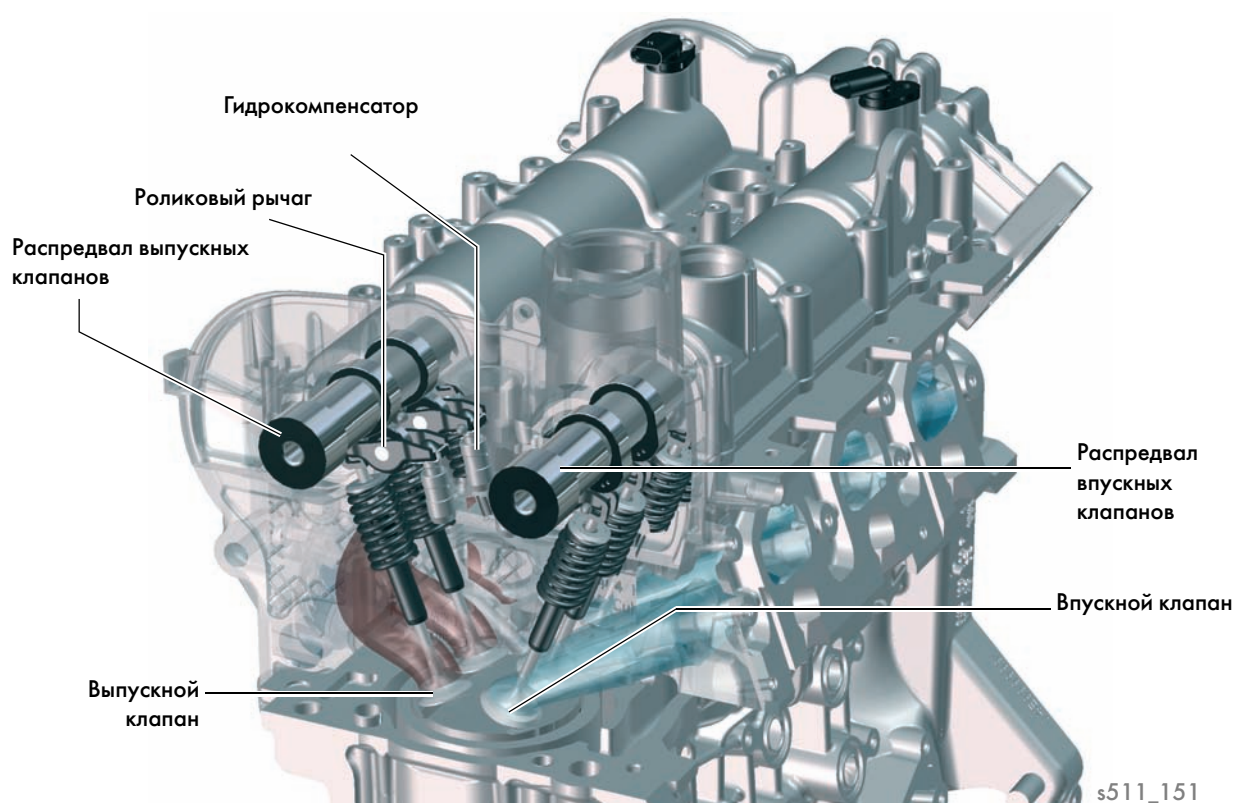
Радиальные шарикоподшипники фиксируются пружинными стопорными кольцами, однако по отдельности не заменяются.

# Механическая часть двигателя

## Газораспределительный механизм

Все двигатели семейства EA211 имеют четыре клапана на цилиндр.

При этом впускные клапаны размещены в своде камеры сгорания в подвешенном состоянии под углом  $21^\circ$ , а выпускные — под углом  $22,4^\circ$ . Привод клапанов осуществляется роликовыми рычагами с гидрокompенсаторами.



### Преимущества 4-клапанной технологии

- хорошее наполнение и вентиляция цилиндра;
- высокая удельная мощность при малом рабочем объеме;
- низкий расход топлива благодаря высокому КПД;
- высокий крутящий момент и разгонная динамика;
- малозумная работа двигателя.

### Другие особенности

- Диаметр стержней клапанов сокращён до 5 мм. За счёт этого уменьшены движущие массы и снижены потери на трение благодаря меньшей упругости пружины клапана.
- Угол седла клапана на стороне впуска и выпуска равен  $120^\circ$  для повышения износостойкости при использовании альтернативных видов топлива, например природного газа.

## Регулирование фаз газораспределения

Все двигатели семейства EA211 оборудованы регулятором фаз газораспределения впускных клапанов, а начиная с мощности 103 кВт — также регулятором фаз газораспределения выпускных клапанов. Регулирование фаз ГРМ осуществляется в зависимости от нагрузки и оборотов двигателя с помощью регуляторов фаз газораспределения, размещённых непосредственно на распредвалах. Поворот регуляторов осуществляется с помощью клапанов регуляторов фаз газораспределения, которые интегрированы непосредственно в контур системы смазки. Углы отклонения определяются обоими датчиками Холла.



### Варианты регулирования фаз газораспределения

Тип двигателя	Регулирование фаз газораспределения впускных клапанов	Регулирование фаз газораспределения выпускных клапанов
Двигатель MPI 1,0 л 44/50/55 кВт	Плавно, до 40° поворота коленчатого вала	—
Двигатель TSI 1,2 л 63/77 кВт и двигатель TSI 1,4 л 90 кВт	Плавно, до 50° поворота коленчатого вала	—
Двигатель TSI 1,4 л 103 кВт без/с активной системой отключения цилиндров	Плавно, до 50° поворота коленчатого вала	Плавно, до 40° поворота коленчатого вала

### Герметизация и крепление регуляторов фаз газораспределения

Для того чтобы моторное масло не попадало на зубчатый ремень, регуляторы фаз газораспределения герметизируются. Герметизация обеспечивается с помощью резиновой прокладки крышки регулятора фаз газораспределения выпускных клапанов и резьбовой пробки регулятора фаз газораспределения впускных клапанов.

Оба регулятора фаз газораспределения крепятся винтами на распредвалах.

У обоих винтов правая резьба.

# Механическая часть двигателя

## Регулирование фаз газораспределения впускных и выпускных клапанов

Базовая конструкция у обоих регуляторов фаз газораспределения одинакова.

### Особенности регуляторов фаз газораспределения

#### Поворотные гидродвигатели

Регуляторы фаз газораспределения работают по принципу поворотных гидродвигателей.

В зависимости от того, в какую из двух камер направляется масло, ротор поворачивается, а вместе с ним поворачивается и распредвал. Регулировка осуществляется плавно.

#### Возврат регулятора фаз газораспределения выпускных клапанов в исходное положение

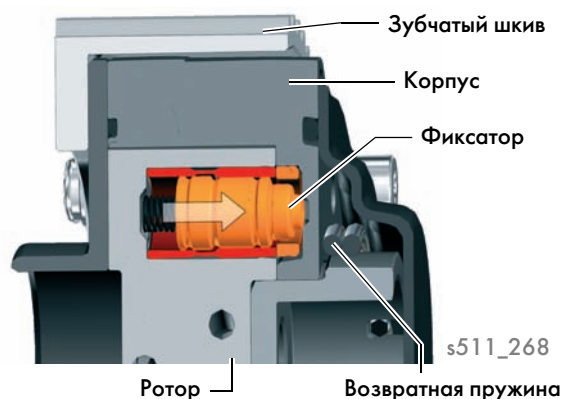
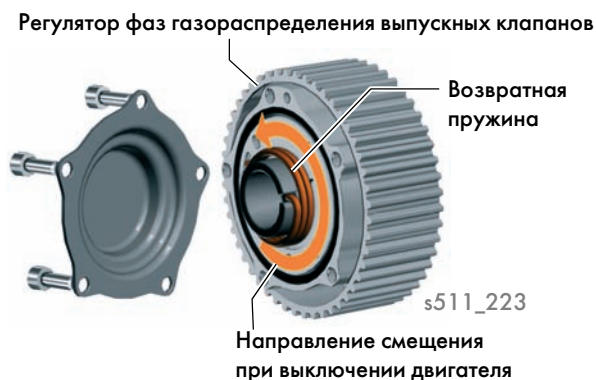
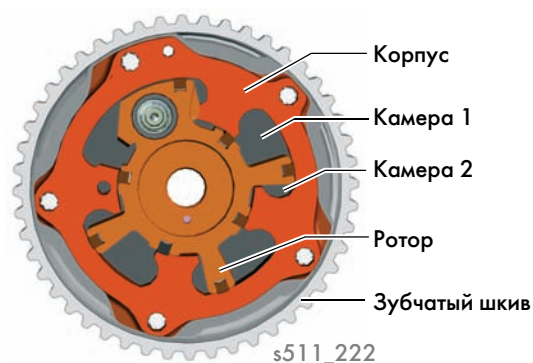
Для быстрого запуска двигателя в цилиндрах не должно быть остаточных отработавших газов.

Для этого при выключении двигателя регулятор фаз газораспределения выпускных клапанов фиксируется в положении «раннего закрытия», а регулятор фаз газораспределения впускных клапанов — в положении «позднего закрытия».

При этом регулятор фаз газораспределения выпускных клапанов поворачивается в сторону, противоположную направлению вращения двигателя. Из-за большого угла смещения, достигающего  $40^\circ$  поворота коленвала, одного давления масла для этого может быть недостаточно. Возвратная пружина на регуляторе фаз газораспределения выпускных клапанов оказывает поддержку давлению масла при смещении в позицию «раннего закрытия» клапанов.

#### Фиксация

При выключении двигателя регулятор фаз газораспределения выпускных клапанов фиксируется в положении «раннего закрытия», а регулятор фаз газораспределения впускных клапанов — в положении «позднего закрытия» клапанов. Благодаря этому, при пуске двигателя смещение распредвалов блокируется и двигатель запускается быстрее. Кроме того, предупреждается возникновение шумов при пуске двигателя.

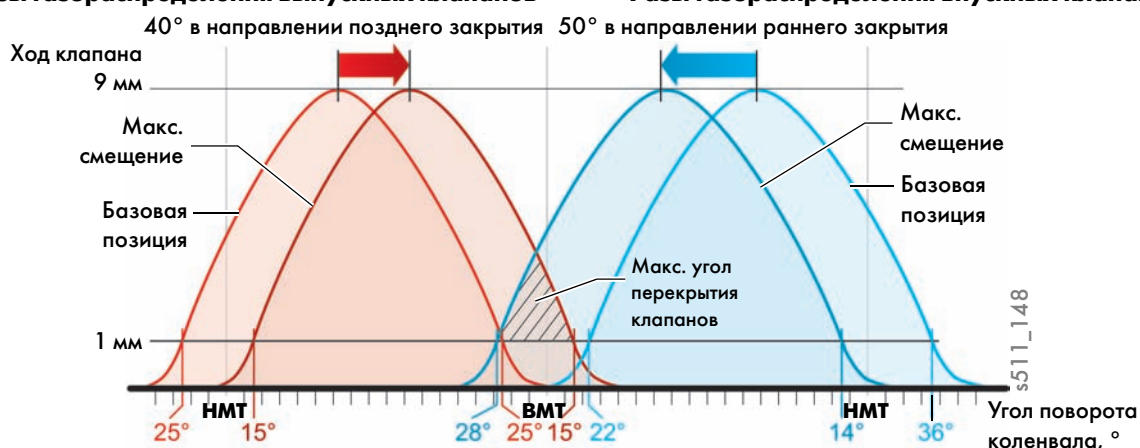


## Фазы газораспределения

Благодаря применению регуляторов фаз газораспределения впускных и выпускных клапанов, фазы газораспределения можно ещё лучше адаптировать к потребностям двигателя, поскольку в зависимости от режима работы различное время открытия и закрытия клапанов может давать большие преимущества.



### Фазы газораспределения выпускных клапанов      Фазы газораспределения впускных клапанов



Диапазон оборотов/нагрузки	Соотношение давлений во впускном коллекторе/системе выпуска ОГ	Перекрытие клапанов	В результате
Холостой ход	Давление во впускном коллекторе ниже, чем противодавление ОГ.	Отсутствует	- Очень малое количество остаточных газов в цилиндре, благодаря этому — высокая плавность работы.
Низкие обороты/нагрузки от низких до средних	Давление во впускном коллекторе ниже, чем противодавление ОГ.	Большое	- Остаточные газы из системы выпуска ОГ всасываются в цилиндры. - Для подачи достаточного количества приточного воздуха с целью создания требуемого крутящего момента воздушная заслонка открывается сильнее. - Дросселирование двигателя уменьшается, расход топлива снижается.
Низкие обороты/высокая нагрузка	Давление во впускном коллекторе из-за давления наддува выше, чем противодавление ОГ.	Большое	- Приточный воздух нагнетается в цилиндры, остаточные газы выдавливаются из них. - Благодаря незначительной доле остаточных газов, номинальный крутящий момент достигается при низких оборотах двигателя. - Улучшенные характеристики параметра срабатывания турбонагнетателя и меньшая склонность к детонации.
Средние обороты/средняя нагрузка	Давление наддува приблизительно равно противодавлению ОГ.	Малое	- При одинаковом давлении больший угол перекрытия клапанов нецелесообразен.
Высокие обороты/высокая нагрузка	Давление наддува ниже, чем противодавление ОГ.	Малое	- Обратное выдавливание остаточных газов отсутствует, несмотря на высокое противодавление ОГ, благодаря чему смесеобразование не ухудшается.

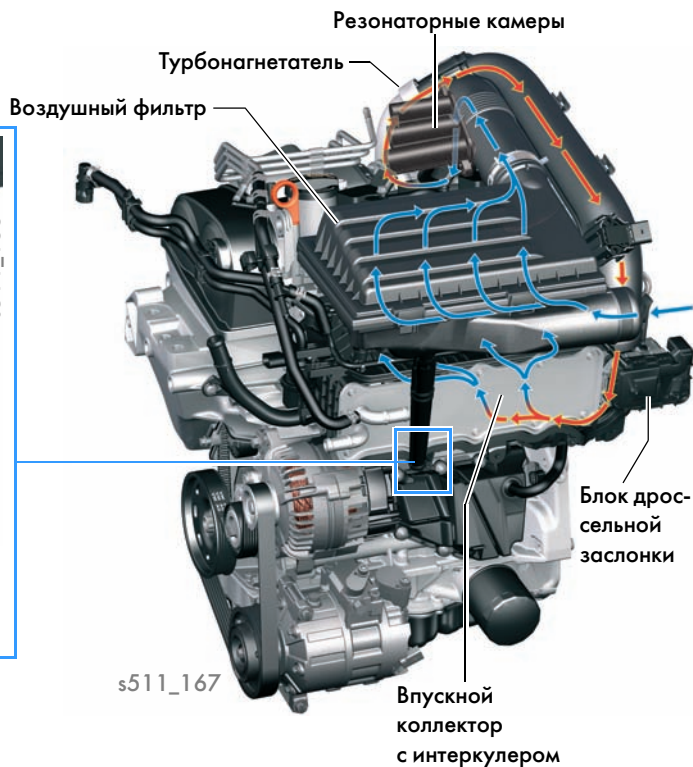
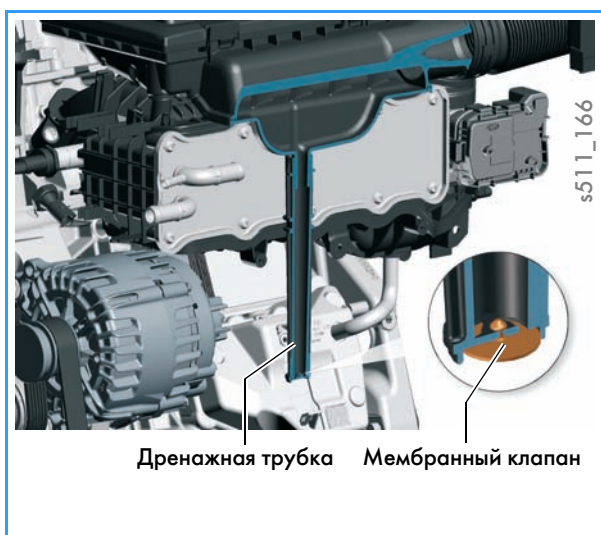
# Механическая часть двигателя

## Подача воздуха

Приточный воздух через размещённый непосредственно на двигателе воздушный фильтр, турбонагнетатель, блок дроссельной заслонки, впускной коллектор со встроенным интеркулером, впускные каналы и впускные клапаны направляется в цилиндры.

### Особенности подачи воздуха

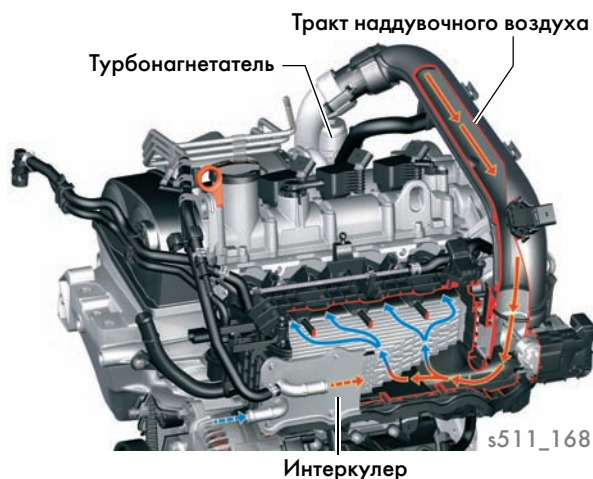
- Впускной коллектор имеет резонаторные камеры, с помощью которых уменьшаются колебания во впускном тракте, возникающие в процессе впуска воздуха. В зависимости от частоты, такие колебания могут приводить к различным шумам.
- Впускные каналы выполнены таким образом, что обеспечивают хорошее движение потока при незначительном сопротивлении течению.
- Охлаждение наддувочного воздуха осуществляется с помощью находящегося во впускном коллекторе интеркулера, через который протекает охлаждающая жидкость.
- У двигателя TSI 1,4 л 103 кВт с активной системой отключения цилиндров модели Polo Blue GT на воздушном фильтре имеется патрубок, в котором скапливается конденсат. Когда количество конденсата превысит определённое значение, он стекает через мембрану.



## Турбонаддув

У двигателей TSI семейства EA211 система наддува реализована на основе турбонагнетателя. При этом конструкция рассчитана на обеспечение высокого крутящего момента при низких оборотах и быстрое срабатывание. К примеру, двигатель TSI 1,4 л 103 кВт развивает свой максимальный крутящий момент 250 Н·м уже при 1500 об/мин.

Особенностью тракта наддувочного воздуха является его компактная конструкция. Благодаря ей, турбонагнетателю приходится сжимать меньший объём воздуха, и требуемое давление наддува достигается быстрее.

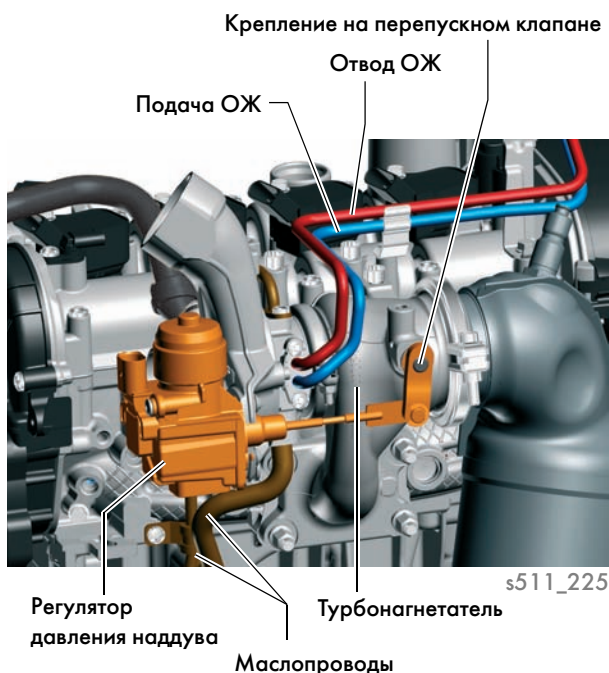


## Турбонагнетатель

Каждый турбонагнетатель для соответствующего двигателя и соответствующей мощности разработан заново. В то время как базовая конструкция с воздухопроводом, системой смазки или охлаждения у всех вариантов одинаковая, они различаются в основном размерами турбинного и насосного колёс. Ещё одним отличием являются регуляторы давления наддува. Они могут заменяться отдельно, однако, в зависимости от двигателя, различаются креплением на перепускном клапане, а также базовой установкой после замены.

### Особенности турбонагнетателя

- Малый диаметр турбинного и насосного колёс с соответствующим меньшим моментом инерции.
- Материал способен выдержать максимальную температуру ОГ до 950 °С.
- Интеграция системы охлаждения наддувочного воздуха в контур циркуляции ОЖ, чтобы после выключения двигателя не допустить перегрева подшипниковых опор вала.
- Подсоединение в контур смазки двигателя для охлаждения и смазки подшипниковых опор.
- Управление перепускным клапаном для регулирования давления наддува с помощью электрического регулятора давления наддува со встроенным датчиком положения.



# Механическая часть двигателя

## Регулятор давления наддува V465

Электрический регулятор давления наддува имеет следующие преимущества по сравнению с пневматическим электромагнитным клапаном ограничения давления наддува:

- Меньшее время на перемещение и, тем самым, более быстрое увеличение давления наддува.
- Высокое усилие привода, благодаря чему перепускной клапан, даже в случае больших потоков отработавших газов, остаётся надёжно закрытым для достижения заданного давления наддува.
- Перепускной клапан может приводиться независимо от давления наддува. Благодаря этому, он может открываться в диапазоне низкой нагрузки/ низких оборотов. Базовое давление наддува уменьшается, и двигателю приходится выполнять меньшую работу для обеспечения газообмена.



Дополнительную информацию по электрическому регулятору давления наддува V465 см. в программе самообучения 443 «Двигатель TSI 1,2 л 77 кВт с турбонаддувом».

### Варианты турбонагнетателя

Тип двигателя	Диаметр турбинного колеса	Диаметр насосного колеса	Макс. давление наддува согласно параметрическому полю	Адаптация регулятора давления наддува
Двигатель TSI 1,2 л 63/77 кВт	33,6 мм	36 мм	1,7 бар (63 кВт) 1,9 бар (77 кВт)	Тестер
Двигатель TSI 1,4 л 90 кВт	37 мм	40 мм	1,8 бар	Предварительная регулировка тяги с резьбой, тестер
Двигатель TSI 1,4 л 103 кВт с/без АСТ	39,2 мм	41 мм	2,2 бар	Тестер

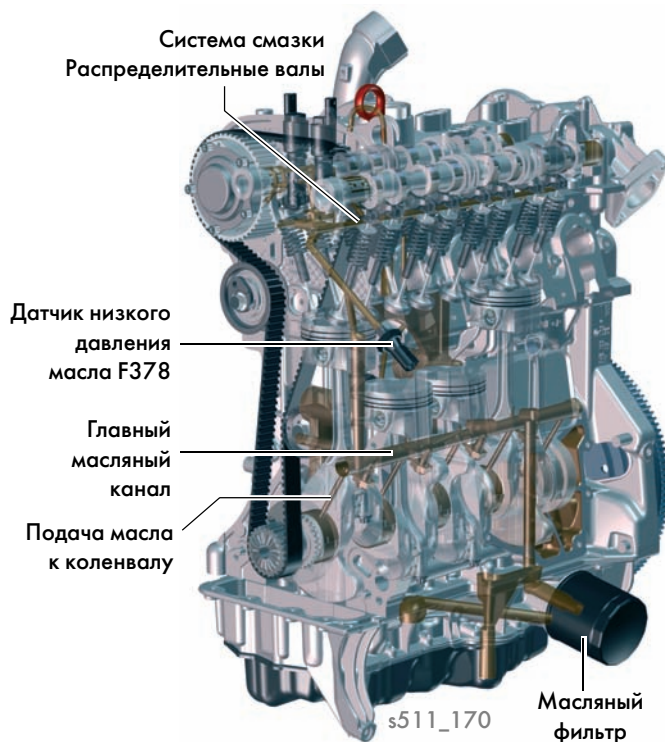


## Контур смазки

Контур смазки, т. е. путь, по которому двигатель снабжается маслом, у всех двигателей нового семейства EA211 очень похожий.

Имеются отличия:

- по типу и приводу масляного насоса;
- по способу регулирования давления масла;
- по наличию масляного радиатора;
- по наличию турбонагнетателя.



В таблице показано, какие масляные насосы на каких двигателях применяются, как они приводятся и как регулируется давление масла.

Тип двигателя	Тип масляного насоса/привод	Способ регулирования
<b>Двигатель MPI 1,0 л 44/50/55 кВт и двигатель TSI 1,2 л 63/77 кВт</b>	Масляный насос Duo-Centric Привод непосредственно от коленвала	Клапан регулирования давления в корпусе масляного насоса регулирует давление, постоянно поддерживая его на уровне примерно 3,5 бар. Производительность насоса зависит от оборотов двигателя.
<b>Двигатель TSI 1,4 л 90/103 кВт</b>	Шестерённый масляный насос с внешним зацеплением шестерён Привод цепным приводом от коленвала	В зависимости от нагрузки и оборотов двигателя, насос регулирует подачу масла. При этом осуществляется двухступенчатое регулирование давления масла до 1,8 или 3,3 бар.



Подробную информацию о масляном насосе Duo-Centric с приводом от коленвала см. в программе самообучения 508 «Двигатель MPI 1,0 л 44/55 кВт с системой впрыска во впускной коллектор» и 196 «Двигатель 1,4 л 55 кВт, 16-клапанный».

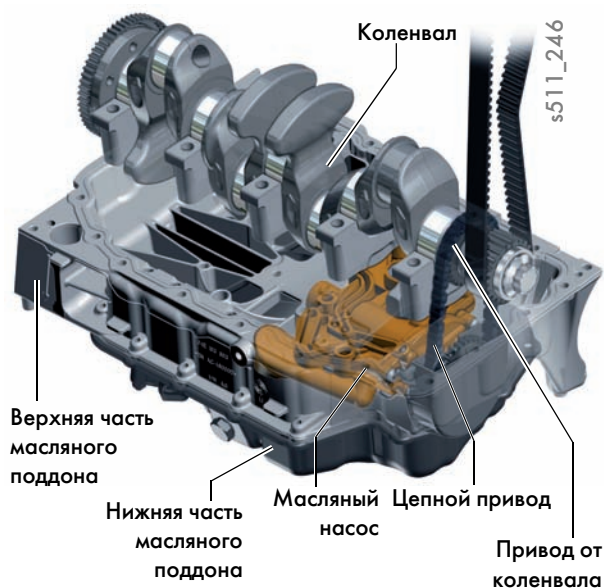
# Механическая часть двигателя

## Шестерённый масляный насос с внешним зацеплением шестерён

На двигателях TSI 1,4 л применяется шестерённый масляный насос с внешним зацеплением шестерён. Он работает в очень экономичном режиме и, таким образом, способствует снижению расхода топлива и выбросов CO<sub>2</sub>.

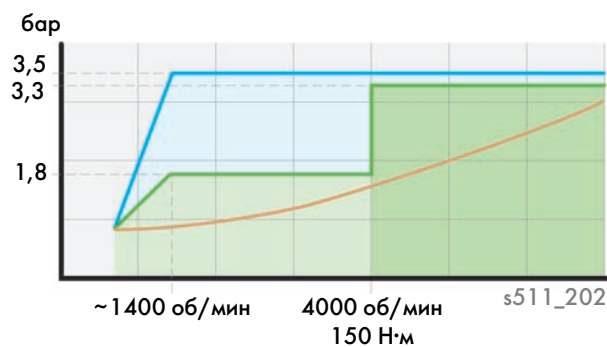
Масляный насос привинчен к верхней части масляного поддона и работает с двумя ступенями давления масла (примерно 1,8 и 3,3 бар) в зависимости от нагрузки и оборотов двигателя. Привод осуществляется от коленвала, необслуживаемым цепным приводом без натяжителя цепи.

Давление масла регулируется в соответствии с производительностью насоса.



### Преимущества двухступенчатого регулирования давления и подачи масла

- Приводная мощность масляного насоса уменьшается, потому что насос подаёт только то количество масла, которое требуется.
- Старение масла уменьшается, потому что по контуру циркулирует меньшее количество масла.



- Требуемое давление
- Нерегулируемое давление (у двигателей 1,0 и 1,2 л)
- Двухступенчатое регулирование давления масла (у двигателей 1,4 л)
- Низкое давление
- Высокое давление

## Детали и узлы системы регулирования давления масла

### Шестерённый масляный насос с внешним зацеплением шестерён

Корпус и крышка корпуса изготовлены из алюминия и снабжены несколькими гидравлическими каналами управления для регулирования давления масла. В зависимости от того, с каким давлением масло из контура смазки воздействует на регулирующий плунжер и механизм перемещения через каналы управления, изменяется производительность насоса и давление масла.



### Регулирующий плунжер и механизм перемещения

Непосредственная подача масла осуществляется двумя зубчатыми колёсами, входящими в зацепление друг с другом (шестернями насоса). Одна шестерня насоса установлена на приводной вал, который приводится цепным приводом от коленвала.

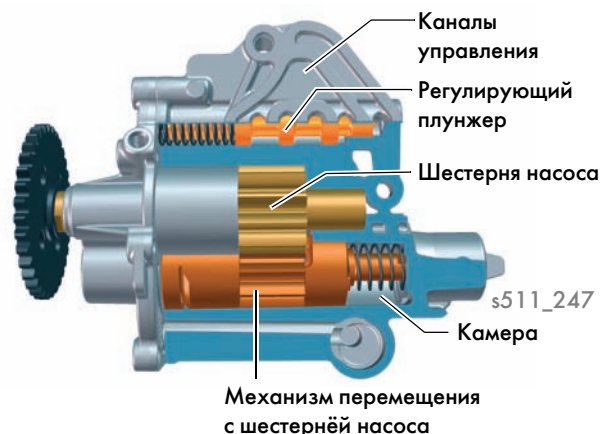
Вторая шестерня насоса находится на валу, способном перемещаться в продольном направлении. Шестерня насоса и вал образуют механизм перемещения.

С помощью механизма перемещения целенаправленно регулируется подаваемое количество масла и рабочее давление в контуре смазки.

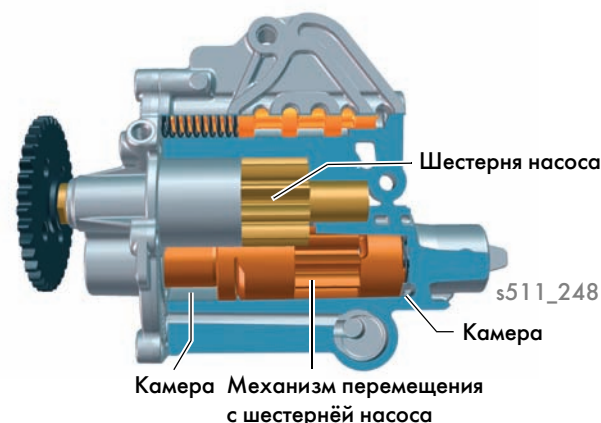
Положение механизма перемещения зависит от соотношения давлений в левой и правой камерах механизма.

Соотношение давлений, в свою очередь, зависит от активации регулирующего плунжера.

Положение механизма перемещения для максимальной подачи масла



Положение механизма перемещения для минимальной подачи масла



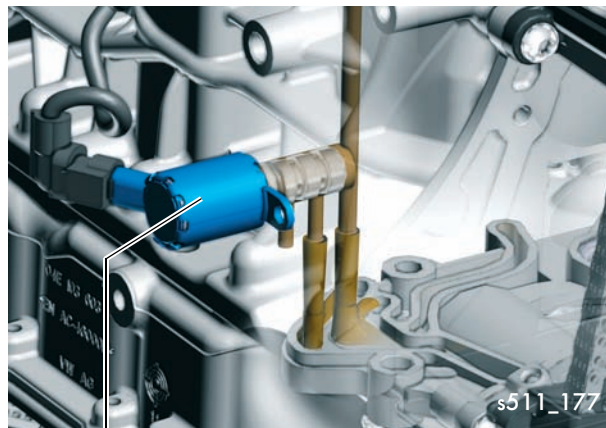
# Механическая часть двигателя

## Клапан регулирования давления масла N428

Клапан регулирования давления масла управляется блоком управления двигателя в зависимости от нагрузки и оборотов двигателя посредством сигнала массы. С помощью клапана путём подачи масла в разные каналы управления масляного насоса осуществляется переключение между обеими ступенями давления.

Клапан может находиться в следующих коммутационных состояниях:

- При подаче на клапан управляющего сигнала клапан открывает канал управления к масляному насосу и насос осуществляет подачу масла с низким давлением 1,8 бар.
- Если управляющий сигнал на клапан не подаётся, канал запирается усилием пружины и насос подаёт масло под высоким давлением 3,3 бар.



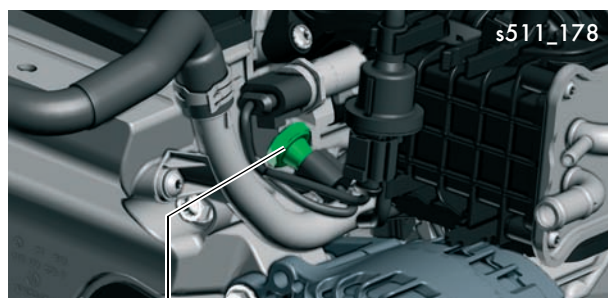
Клапан регулирования давления масла N428

## Датчик низкого давления масла F378 и датчик давления масла F1

С помощью обоих датчиков давления блок управления двигателя контролирует давление масла на соответствующем уровне давления. Когда давление масла опускается ниже установленного предельного значения, цепь соответствующего датчика давления масла размыкается и блок управления двигателя получает сигнал. Блок управления передаёт сообщение по шине CAN, и в комбинации приборов загорается контрольная лампа давления масла K3.

### Датчик низкого давления масла F378

Датчик ввёрнут в ГБЦ на стороне впуска рядом с зубчатым ремнём. С его помощью проверяется наличие минимально допустимого давления масла.



Датчик низкого давления масла F378

### Датчик давления масла F1

Датчик ввёрнут в ГБЦ на стороне выпуска по центру. Когда блок управления двигателя переключает подачу на ступень высокого давления, с помощью датчика контролируется высокое давление масла.

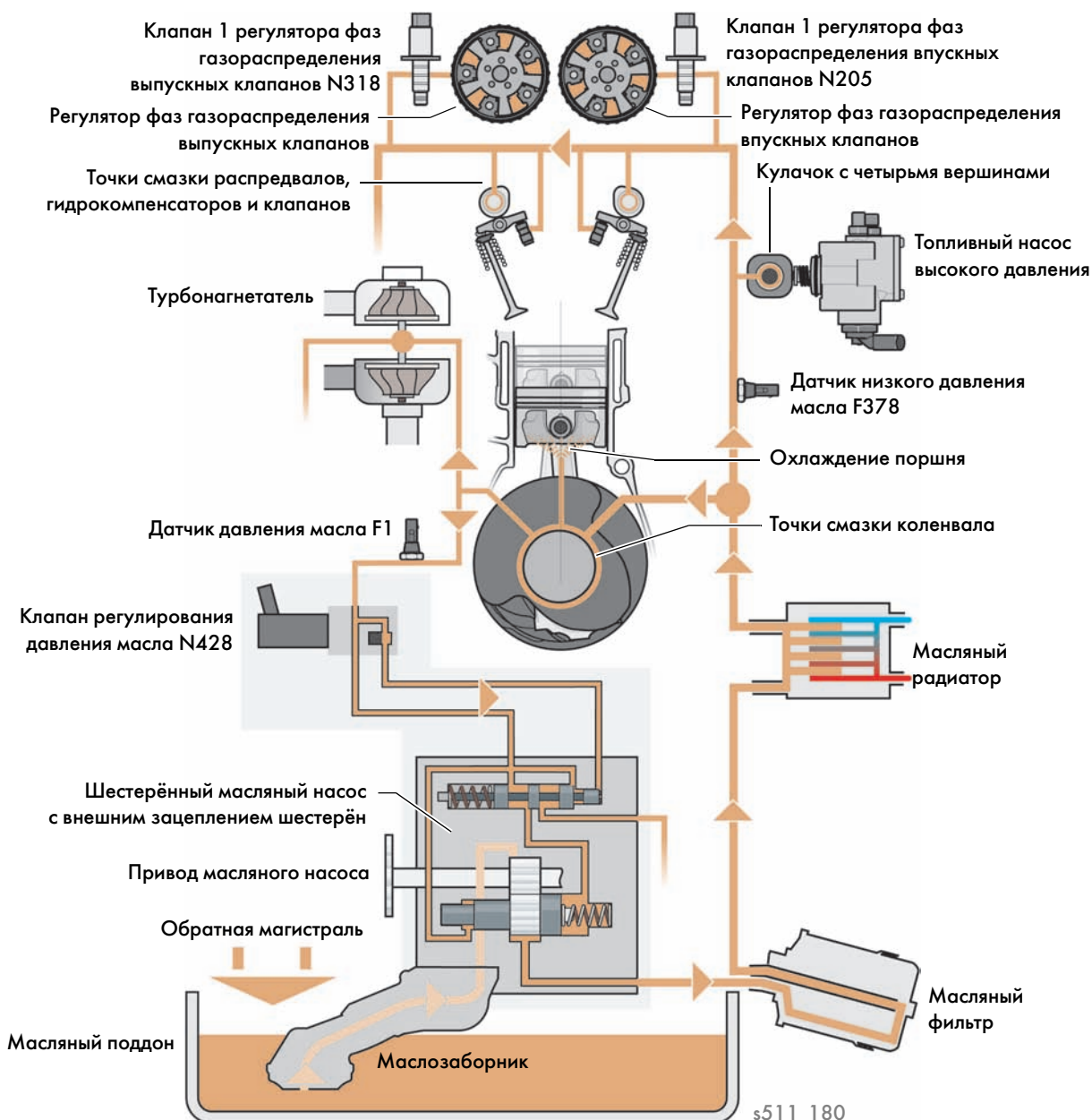


Датчик давления масла F1

## Регулирование давления масла

Уже для регулируемых масляных насосов Duo-Centric семейства двигателей EA111 приводная мощность, по сравнению с нерегулируемыми масляными насосами, была значительно снижена. Насосы в определённом диапазоне оборотов двигателя подавали только то количество масла, которое требовалось для того, чтобы поддерживать постоянное давление масла, равное 3,5 бар.

С помощью новых масляных насосов двигателей семейства EA211 давление масла регулируется по двум ступеням в зависимости от нагрузки и оборотов двигателя. В первую очередь, в диапазоне от низких до средних оборотов/нагрузок приводная мощность снижается, поскольку давление масла в этом случае составляет примерно 1,8 бар. Поэтому масляному насосу требуется подавать меньшее количество масла.



# Механическая часть двигателя

## Порядок регулирования давления масла

Значение давления масла определяется количеством подаваемого масла (производительностью насоса).

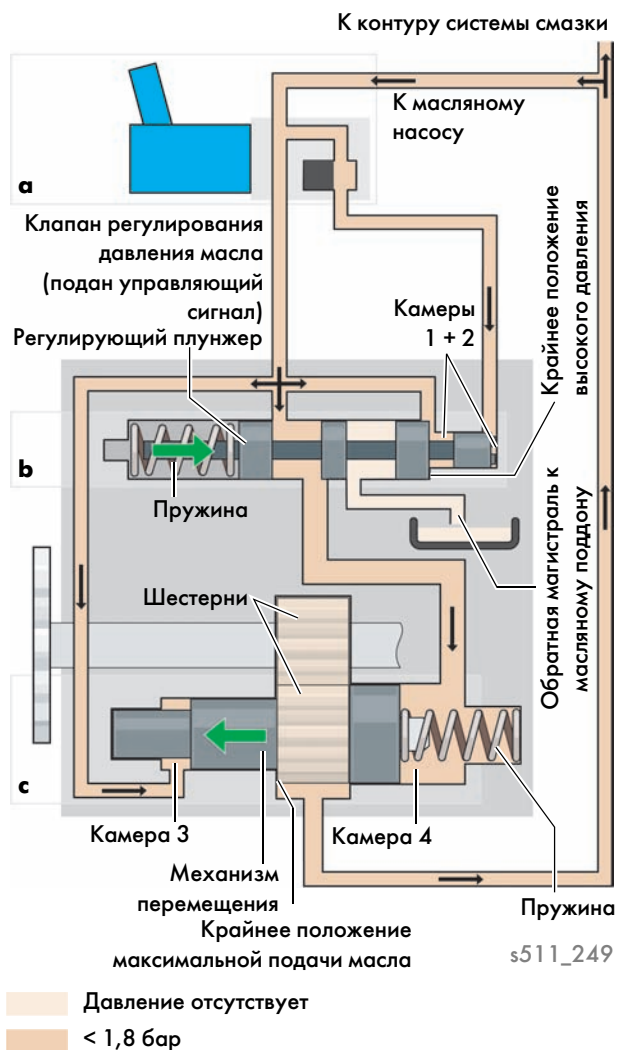
Количество подаваемого масла при этом зависит от положения механизма перемещения, степени перекрытия обеих шестерён насоса и оборотов двигателя.

### Нагнетание давления с момента запуска двигателя примерно до 1,8 бар

После запуска двигателя необходимо как можно быстрее создать требуемое давление масла.

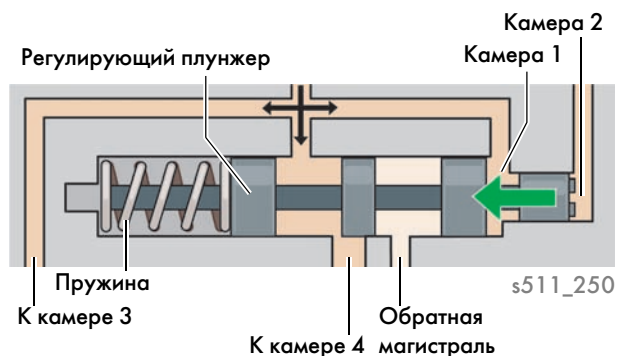
Обе шестерни насоса располагаются точно напротив друг друга, и максимально возможное при этих оборотах двигателя количество масла подаётся в контур смазки.

- Блок управления двигателя подаёт на клапан регулирования давления масла сигнал массы, и клапан открывает канал управления к камере 2.
- Регулирующий плунжер усилием пружины перемещается в положение ступени высокого давления масла до упора.
- Давление масла в камерах 3 и 4 ниже 1,8 бар и не влияет на положение механизма перемещения. Пружина прижимает механизм перемещения в положение максимальной подачи до упора.



### Обороты двигателя увеличиваются

По мере увеличения оборотов двигателя масляный насос подаёт большее количество масла и давление масла повышается. Одновременно увеличивается давление масла в камерах 1 и 2 регулирующего плунжера, он смещается влево, преодолевая сопротивление пружины. Поскольку давление в камерах 3 и 4 механизма перемещения всё ещё ниже 1,8 бар, механизм перемещения остаётся в крайнем положении максимальной подачи масла.



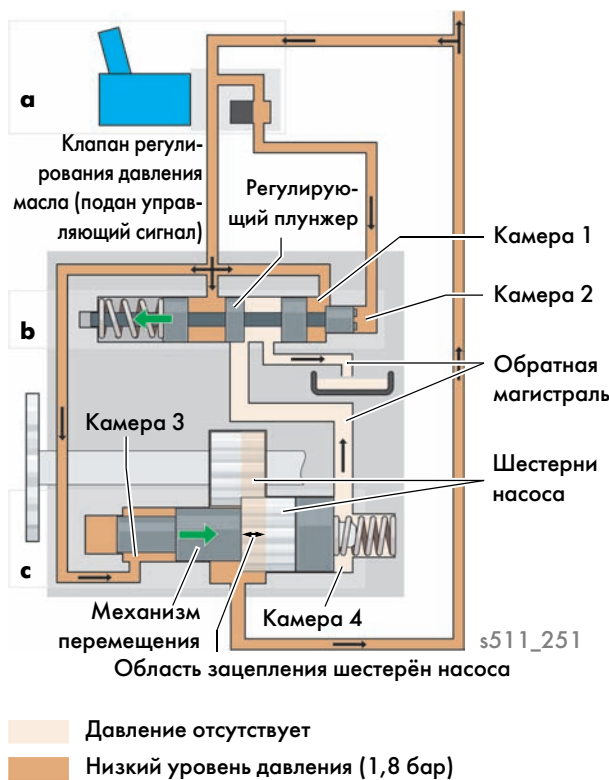
### Ступень низкого давления — примерно 1,8 бар

При частоте вращения двигателя примерно 1400 об/мин давление масла достигает нижнего уровня давления (примерно 1,8 бар). Это давление остаётся неизменным до частоты вращения двигателя 4000 об/мин или до крутящего момента 150 Н·м.

При увеличении оборотов двигателя возрастали бы также количество подаваемого масла и его давление, в то время как при падении оборотов двигателя они уменьшались бы.

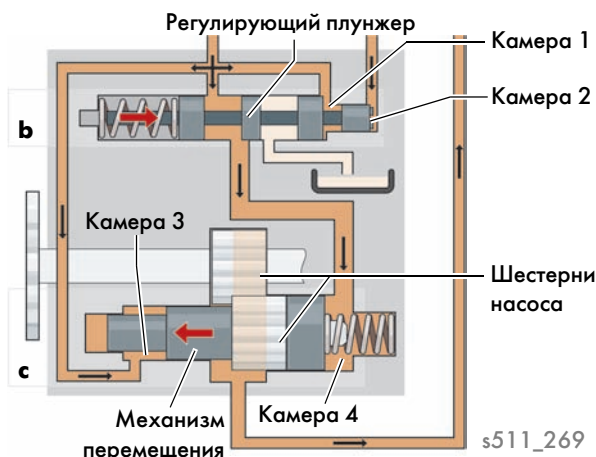
### Регулирование давления масла при давлении, превышающем 1,8 бар

- Блок управления двигателем подаёт на клапан регулирования давления масла сигнал массы, и клапан открывает канал управления к камере 2.
- Вследствие повышающихся оборотов двигателя, давление в камерах 1 и 2 становится более 1,8 бар, регулирующий плунжер смещается влево, преодолевая сопротивление пружины. Путь из камеры 4 к обратной магистрали в масляный поддон освобождается.
- Давление в камере 3 превышает 1,8 бар и передвигает механизм перемещения немного вправо, преодолевая сопротивление пружины. Масло из камеры 4 выдавливается обратно в масляный поддон. Перекрытие шестерён насоса уменьшается, подаваемое количество масла и, таким образом, давление масла уменьшаются.



### Регулирование давления масла при падении давления ниже 1,8 бар

- Клапан регулирования давления по-прежнему открыт.
- Вследствие уменьшающихся оборотов двигателя, давление в камерах 1 и 2 падает ниже 1,8 бар, регулирующий плунжер усилием пружины смещается вправо. Путь из контура смазки к камере 4 механизма перемещения освобождается.
- Давление в камерах 3 и 4 снова одинаково. Под действием пружины механизм перемещения немного смещается влево. Перекрытие шестерён насоса увеличивается, подаваемое количество масла и, таким образом, давление масла увеличиваются.



# Механическая часть двигателя

## Переключение на ступень высокого давления — примерно 3,3 бар

При частоте вращения двигателя 4000 об/мин или когда нагрузка на двигатель достигает 150 Н·м, происходит переключение на ступень высокого давления масла 3,3 бар. Для повышения давления подаваемое количество масла увеличивается.



### Положение переключения на ступень высокого давления

- Блок управления двигателя больше не подаёт на клапан регулирования давления масла сигнал массы, и клапан перекрывает канал управления к камере 2.
- Из-за отсутствия давления в камере 2 регулирующий плунжер перемещается пружиной вправо и освобождает большее пропускное сечение канала к камере 4.
- Давление масла в камере 4 механизма перемещения увеличивается и перемещает механизм вместе с пружиной далеко влево. Обе шестерни насоса входят в зацепление на очень большом участке, подают больше масла, и давление масла увеличивается.



### Обратное переключение на ступень низкого давления

Для переключения обратно на ступень низкого давления на клапан регулирования давления снова подаётся управляющий сигнал массы — клапан открывает канал управления к камере 2. Давление масла в камерах 1 и 2 смещает регулирующий плунжер влево, преодолевая сопротивление пружины; канал управления к камере 4 перекрывается, и открывается обратная магистраль к масляному поддону. Вследствие этого, давление масла в камере 4 снижается, механизм перемещения под действием более высокого давления в камере 3 смещается вправо. Перекрытие шестерён насоса уменьшается, подаваемое количество масла и, таким образом, давление масла уменьшаются.



## Степень высокого давления — примерно 3,3 бар

Как и на ступени низкого давления, на ступени высокого давления давление масла поддерживается постоянно равным 3,3 бар. При повышении оборотов двигателя подаваемое количество масла и давление масла увеличивались бы. Чтобы поддерживать давление масла на уровне 3,3 бар, адаптируется производительность насоса. Регулирование с целью поддержания постоянного давления осуществляется точно так же, как и на ступени низкого давления.

### Регулирование давления масла при давлении, превышающем 3,3 бар

- Блок управления двигателя не подаёт на клапан регулирования давления масла сигнал массы, и клапан перекрывает канал управления к камере 2.
- Теперь давление масла в камере 1 настолько высокое, что оно смещает регулирующий плунжер влево, преодолевая усилие пружины, и открывает обратную магистраль из камеры 4 к масляному поддону.
- Давление в камере 4 снижается, и механизм перемещения под действием высокого давления в камере 3 смещается вправо, преодолевая усилие пружины. Перекрытие шестерён насоса уменьшается, они подают меньшее количество масла, и давление масла снижается примерно до 3,3 бар.



### Регулирование давления масла при падении давления ниже 3,3 бар

Когда давление масла, например, в результате уменьшения оборотов двигателя становится меньше 3,3 бар, осуществляется такое же регулирование давления, как и на ступени низкого давления. Регулирование давления масла с целью поддержания постоянного давления на обеих ступенях представляет собой непрерывный процесс:

- При слишком низком давлении масла открывается канал управления из контура смазки к камере 4 механизма перемещения. Из-за поступающего в камеру масла механизм смещается настолько, что шестерни снова входят в зацепление на большем участке, подача масла увеличивается, давление масла повышается.
- При слишком высоком давлении масла открывается обратная магистраль из камеры 4 к масляному поддону. Из-за вытекающего масла механизм перемещения сдвигается таким образом, что участок зацепления шестерён насоса уменьшается, подача масла и давление масла снижаются.



## Система вентиляции картера

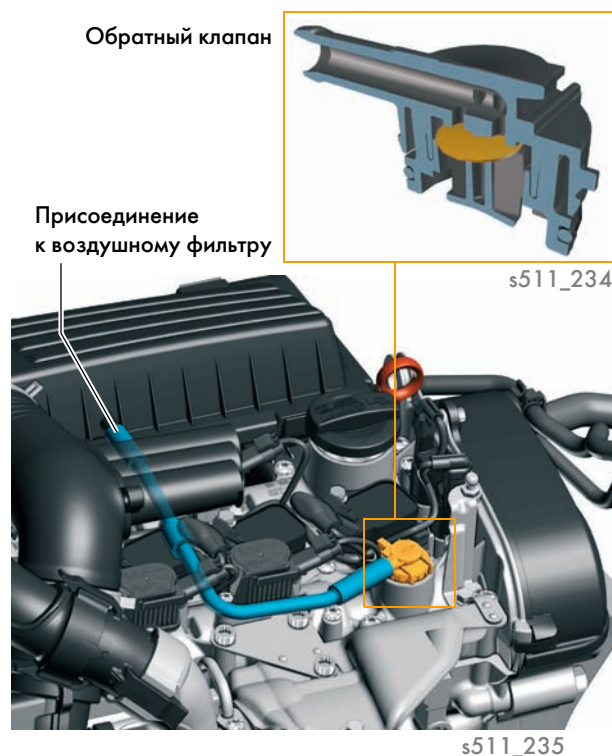
Система вентиляции картера предназначена для решения следующих задач:

- уменьшение количества образующегося в масле конденсата в режиме коротких поездок и предупреждение замерзания системы вентиляции картера;
- предупреждение выброса в атмосферу паров масла и несгоревших углеводородов в любых режимах работы.

### Приточная вентиляция картера двигателя

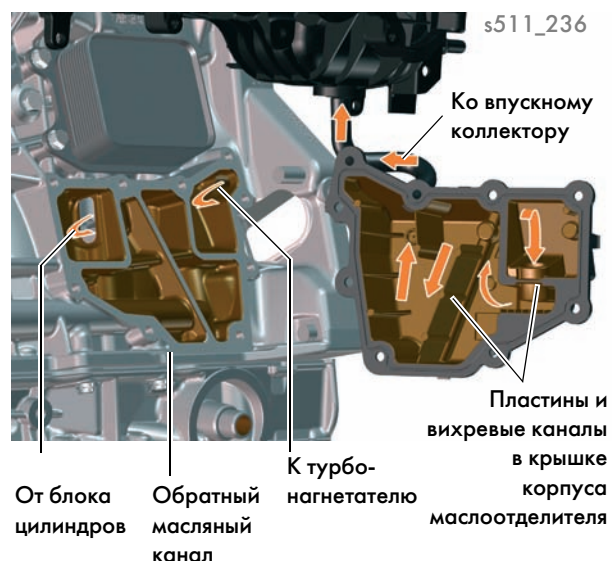
Путём подачи в картер двигателя приточного воздуха достигается эффект своего рода «продувки» картера, в результате чего уменьшается количество образующегося в масле водяного конденсата. Воздух подаётся через шланг, идущий от воздушного фильтра к обратному клапану на корпусе распредвалов.

Обратный клапан предупреждает попадание масла или неочищенных картерных газов в воздушный фильтр. Когда в картере возникает слишком высокое давление, клапан открывается и освобождает путь к воздушному фильтру. Это позволяет избежать повреждений уплотнителей и прокладок под воздействием слишком высокого давления.



### Вытяжная вентиляция картера двигателя

Газы текут из картера в масляный сепаратор. Сначала в маслоотделителе грубой очистки пластины и завихряющие каналы отделяют от них крупные капли масла. После этого в маслоотделителе тонкой очистки с меньшими вихревыми каналами от картерных газов отделяются мелкие капли масла. Дроссельное отверстие в корпусе маслоотделителя ко впускному коллектору уменьшает поток газов при слишком высоком разрежении во впускном коллекторе. После маслоотделителя картерные газы попадают к месту впуска во впускной коллектор или в турбонагнетатель.



## Добавление картерных газов к приточному воздуху

Внутри двигателей семейства EA211 проходит система вентиляции картера, которая позволяет предупредить их замерзание. Наличие внутренней системы означает, что картерные газы, очищенные в маслоотделителе от масла, подаются к местам впуска преимущественно по каналам внутри двигателя. В местах впуска они смешиваются с приточным воздухом.

У двигателей MPI 1,0 л картерные газы всегда всасываются во впускной коллектор благодаря разрежению в нём.

У двигателей TSI 1,2 и 1,4 л, в зависимости от характеристик давления, они поступают непосредственно во впускной коллектор или на сторону всасывания турбонагнетателя.

### Разрежение во впускном коллекторе

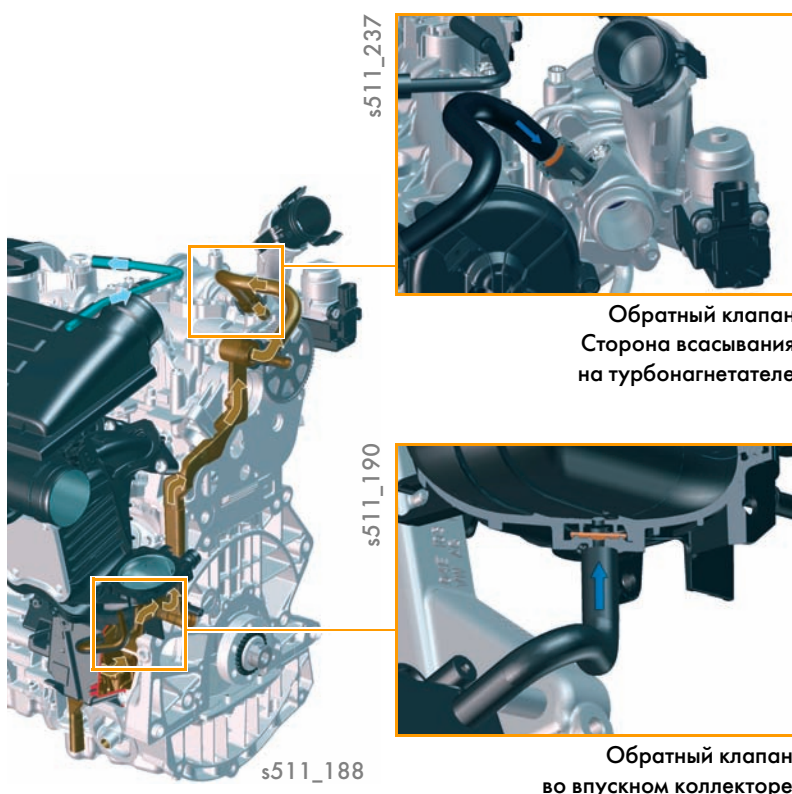
Из-за всасывания воздуха двигателем давление на клапане во впускном коллекторе ниже, чем на стороне всасывания турбонагнетателя. Вследствие этого, клапан во впускном коллекторе открывается, а клапан на стороне всасывания турбонагнетателя закрывается.

Картерные газы через шланг всасываются во впускной коллектор.

### Давление наддува во впускном коллекторе

Давление на стороне всасывания турбонагнетателя в этом случае ниже, чем во впускном коллекторе. Клапан на стороне всасывания турбонагнетателя открывается. Клапан во впускном коллекторе закрывается.

Картерные газы всасываются непосредственно турбонагнетателем.



Обратный клапан  
Сторона всасывания  
на турбонагнетателе

Обратный клапан  
во впускном коллекторе

### Обратный клапан во впускном коллекторе

Клапан размещён в самой нижней части впускного коллектора. При выключенном двигателе он открыт, и скопившееся там масло может стечь обратно в маслоотделитель.



## Система охлаждения

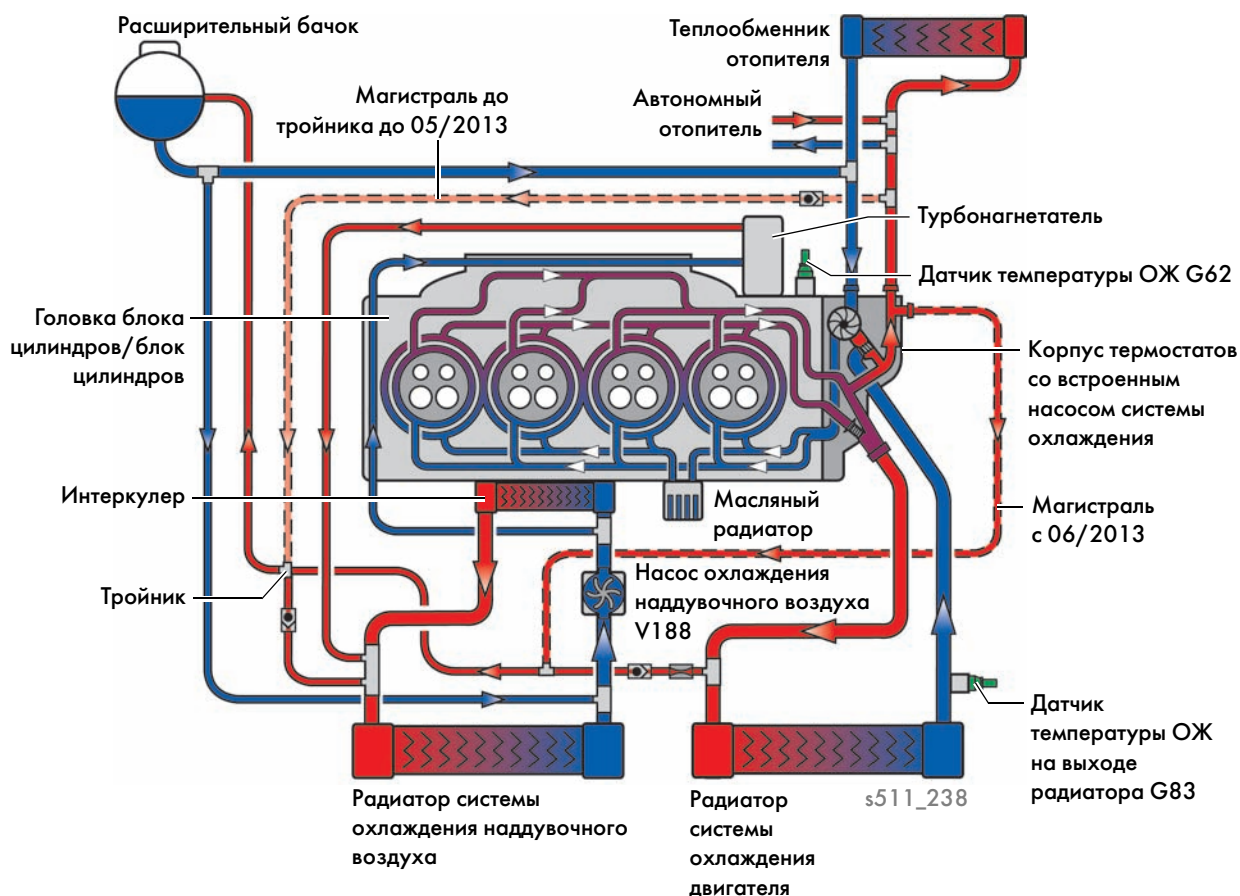
На всех двигателях семейства EA211 для охлаждения двигателя применяется двухконтурная система охлаждения. При этом температура ОЖ, циркулирующей в блоке цилиндров и головке блока цилиндров, разная. Управление температурой осуществляется с помощью двух термостатов в корпусе термостатов. Соответствующие температуры охлаждающих жидкостей зависят от двигателя.

### Особенности системы охлаждения двигателя:

- поперечный поток ОЖ в ГБЦ для более равномерного распределения температуры;
- корпус термостатов со встроенным насосом системы охлаждения;
- привод насоса системы охлаждения от распредвала выпускных клапанов зубчатым ремнём.

### Особенности системы охлаждения наддувочного воздуха:

- охлаждение встроенного выпускного коллектора;
- насос охлаждения наддувочного воздуха V188;
- проточный интеркулер во впускном коллекторе;
- охлаждение турбонагнетателя.



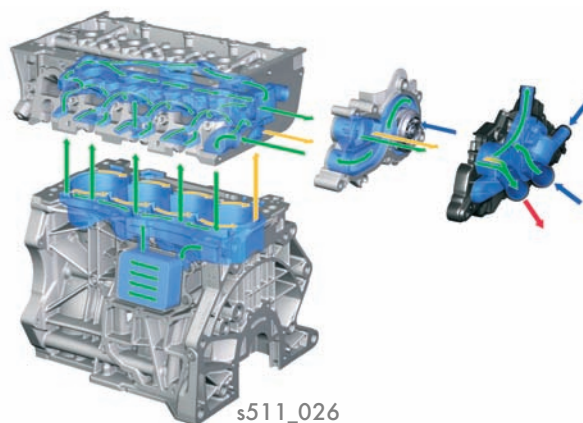
Для обеспечения охлаждающей способности системы охлаждения наддувочного воздуха после каждой разгерметизации из неё необходимо удалять воздух. Удаление воздуха осуществляется либо с помощью приспособления для заправки системы охлаждения VAS 6096, либо с помощью Ведомой функции «Заправка системы охлаждения и удаление воздуха из системы». Следуйте указаниям, содержащимся в ELSA.

## Система охлаждения двигателя

В двухконтурной системе охлаждения двигателя охлаждающая жидкость от насоса системы охлаждения, встроенного в корпус термостатов, подаётся к ГБЦ и блоку цилиндров.

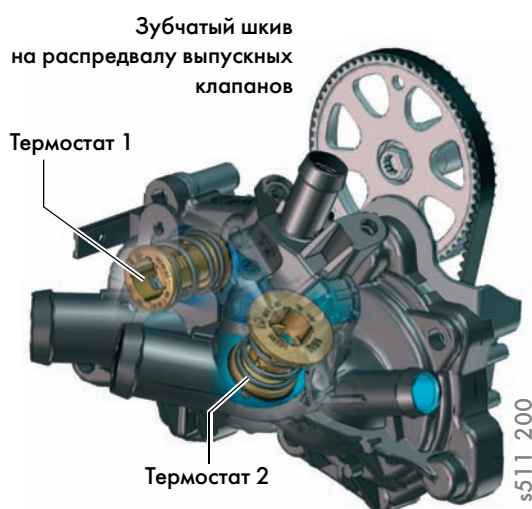
Двухконтурная система охлаждения имеет следующие преимущества:

- Блок цилиндров прогревается быстрее, поскольку охлаждающая жидкость до достижения температуры 105 °С остаётся в блоке цилиндров.
- Уменьшение потерь на трение в кривошипно-шатунном механизме за счёт более высоких температур в блоке цилиндров.
- Улучшение охлаждения камер сгорания за счёт более низкого уровня температуры в ГБЦ. Благодаря этому, улучшается наполнение цилиндров и уменьшается склонность к детонации.



## Корпус термостатов со встроенным насосом системы охлаждения

Корпус термостатов установлен на ГБЦ со стороны коробки передач. Для обеспечения максимальной возможной компактности системы охлаждения насос системы охлаждения интегрирован в корпус термостатов. Привод насоса системы охлаждения осуществляется зубчатым ремнём от распредвала выпускных клапанов.



### Термостат 1 для ГБЦ

Открывается начиная с 87 °С и открывает канал от основного радиатора системы охлаждения к насосу ОЖ. У двигателей MPI термостат открывается начиная с температуры ОЖ 80 °С.

### Термостат 2 для блока цилиндров

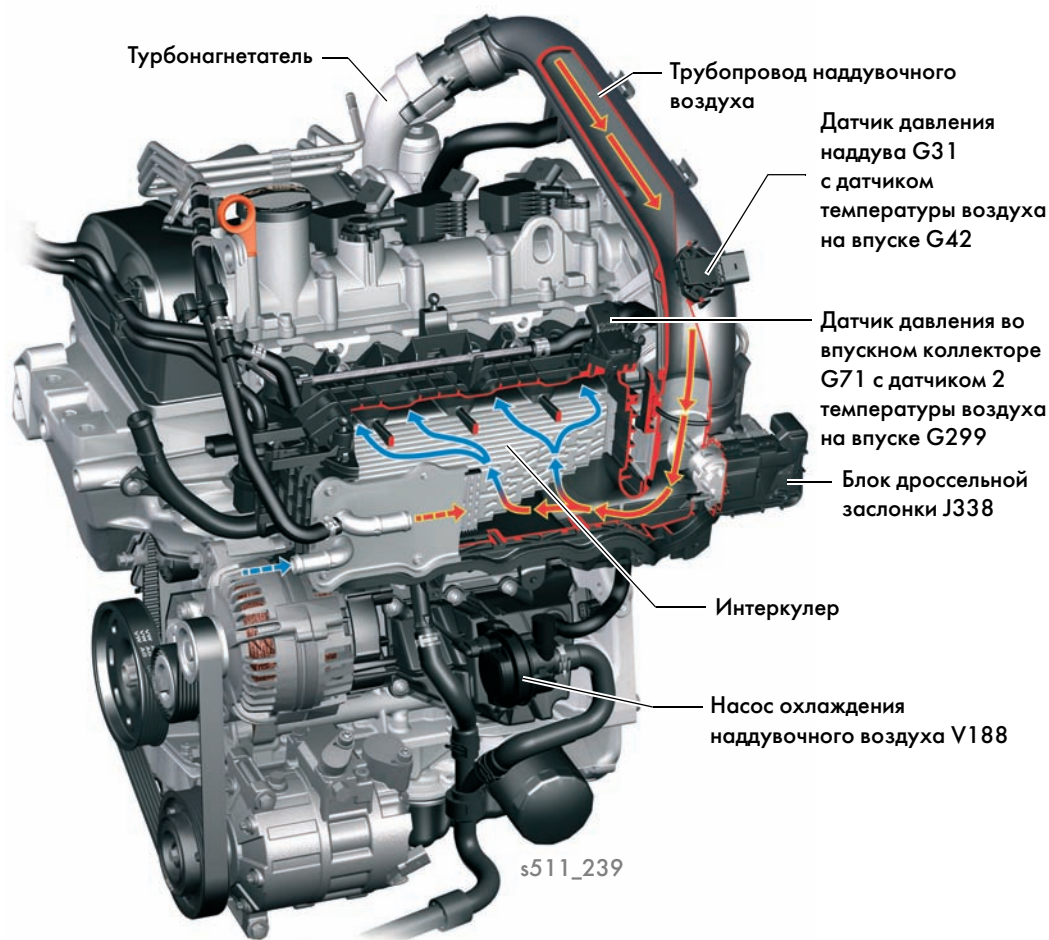
Открывается начиная с температуры 105 °С и открывает канал, по которому нагретая ОЖ из блока цилиндров может поступать в основной радиатор.

Таким образом, открывается весь контур циркуляции ОЖ.

# Механическая часть двигателя

## Система охлаждения наддувочного воздуха

При сжатии забранного воздуха турбоагнетателем давление и, соответственно, температура воздуха на впуске сильно повышаются. Нагретый наддувочный воздух имеет меньшую плотность — это означает, что в цилиндры будет попадать меньше кислорода. Для того чтобы обеспечить наилучшее наполнение цилиндров, наддувочный воздух охлаждается. Кроме того, за счёт этого уменьшается склонность двигателя к детонации. Для этих целей во впускном коллекторе установлен проточный интеркулер, охлаждаемый ОЖ. Нагретый наддувочный воздух протекает сквозь интеркулер и отдаёт большую часть тепла интеркулеру и охлаждающей жидкости.



## Насос охлаждения наддувочного воздуха V188

Система охлаждения наддувочного воздуха представляет собой отдельный контур циркуляции ОЖ, в который включён и турбоагнетатель.

Насос охлаждения наддувочного воздуха — это циркуляционный насос, который включается по необходимости. Он забирает охлаждающую жидкость из дополнительного радиатора ОЖ системы охлаждения наддувочного воздуха и подаёт её к интеркулеру во впускном коллекторе, а также к турбоагнетателю. Оттуда охлаждающая жидкость возвращается обратно в радиатор системы охлаждения наддувочного воздуха на передней несущей панели.

## Система питания

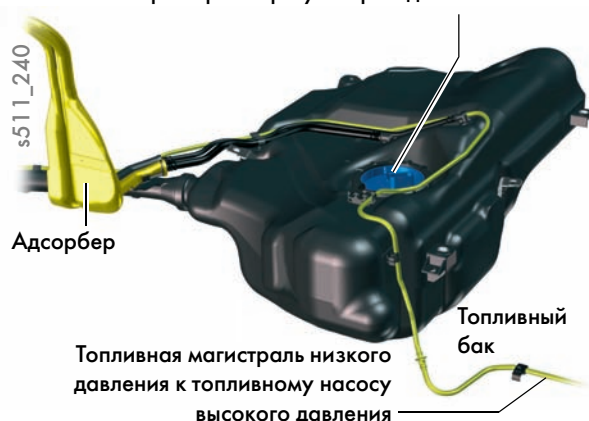
У двигателей TSI система питания разделена на контур низкого давления и контур высокого давления. Дополнительно топливо подаётся в рабочую смесь из системы улавливания паров топлива.

### Контур низкого давления системы питания

В контуре низкого давления системы питания топливо подаётся электрическим топливным насосом в топливном баке к топливному насосу высокого давления. В зависимости от режима работы двигателя, давление топлива находится в диапазоне от 2 до 6 бар.

В нормальном режиме давление топлива составляет 2–5 бар. При холодном и горячем запусках двигателя давление, в зависимости от температуры двигателя, кратковременно повышается до 5–6 бар.

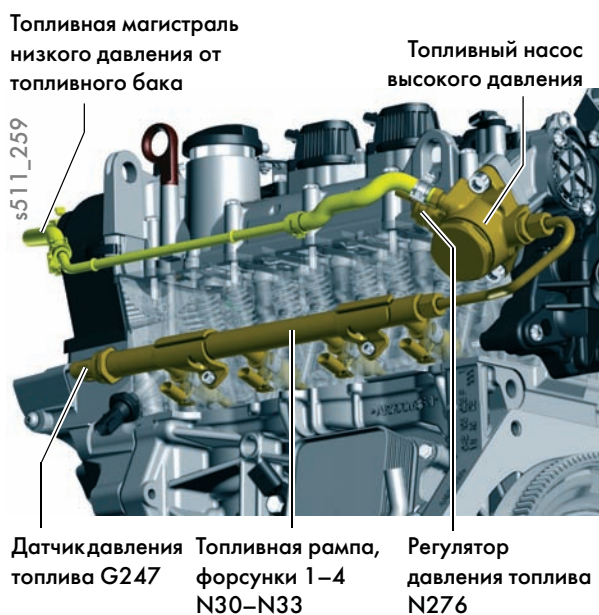
Модуль подачи топлива GX1 с подкачивающим топливным насосом G6, встроенным топливным фильтром и регулятором давления топлива



### Контур высокого давления системы питания

В контуре высокого давления топливо нагнетается топливным насосом высокого давления в топливную рампу. Там давление топлива измеряется датчиком давления топлива и изменяется регулятором давления топлива до 120–200 бар у двигателей TSI 1,2 л и до 140–200 бар у двигателей TSI 1,4 л. Впрыск производится форсунками высокого давления.

Высокое давление обеспечивает хорошее смесеобразование и снижает выбросы микрочастиц сажи.



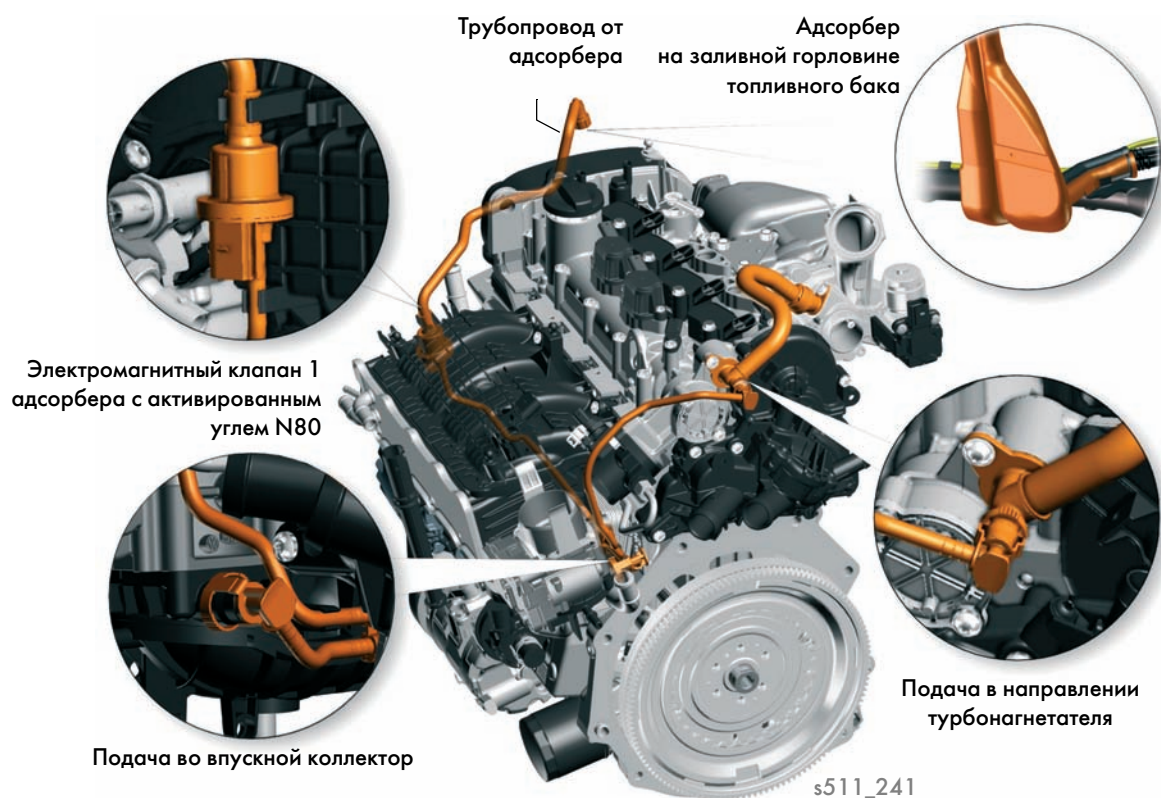
# Механическая часть двигателя

## Система улавливания паров топлива с адсорбером

Она необходима, чтобы выполнить требования по снижению эмиссии углеводородов. Эта система предупреждает попадание паров топлива из топливного бака в окружающую среду.

Пары топлива накапливаются в адсорбере с активированным углем и регулярно добавляются в рабочую смесь для сгорания.

У двигателей MPI 1,0 л они всегда подаются во впускной коллектор, а у двигателей TSI 1,2 и 1,4 л, в зависимости от характеристик давления, непосредственно во впускной коллектор или на сторону всасывания турбонагнетателя.



Блок управления двигателя рассчитывает, какое количество топлива должно быть добавлено из системы улавливания паров топлива. Затем включается электромагнитный клапан, адаптируется цикловая подача, регулируется дроссельная заслонка.

Для этого блоку управления необходимы следующие данные:

- данные о нагрузке на двигатель — от датчика давления во впускном коллекторе G71;
- частота вращения двигателя — от датчика частоты вращения двигателя G28;
- температура воздуха на впуске — от датчика 2 температуры воздуха на впуске G299;
- степень насыщения адсорбера — по данным лямбда-зонда G39.

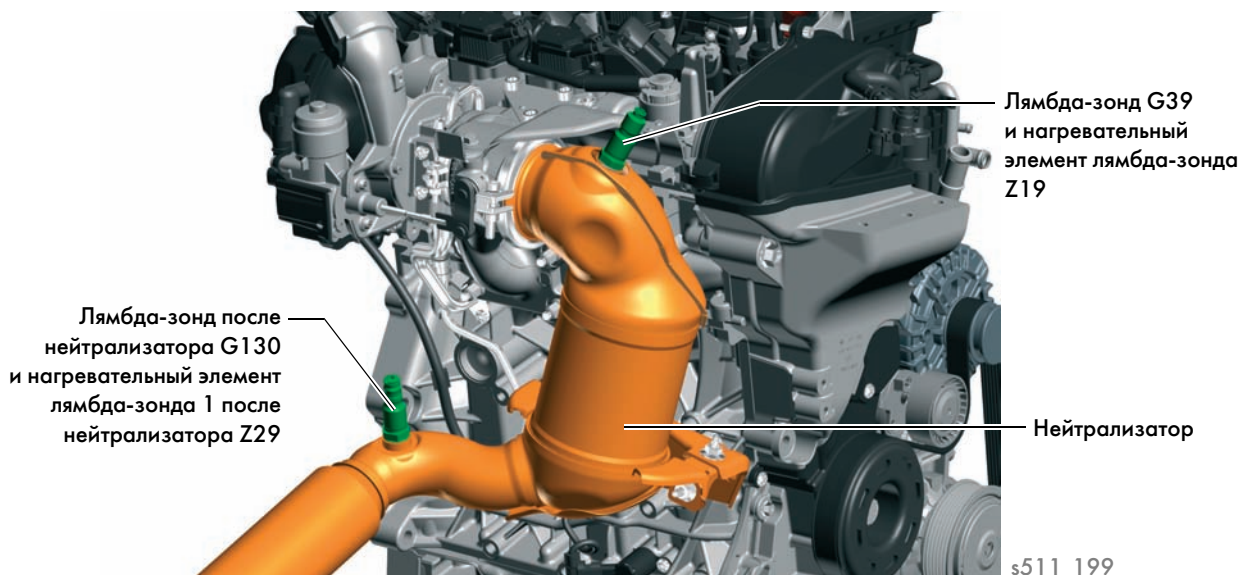


## Система выпуска отработавших газов

У всех двигателей семейства EA211 система выпуска отработавших газов содержит интегрированный в ГБЦ выпускной коллектор, широкополосный или триггерный (в зависимости от двигателя) лямбда-зонд перед нейтрализатором, расположенный вблизи двигателя трёхкомпонентный каталитический нейтрализатор, триггерный лямбда-зонд после нейтрализатора, сиффон и основной глушитель.

В отличие от двигателей семейства EA111, из-за разворота ГБЦ нейтрализатор находится на тыльной стороне двигателя.

Благодаря выпускному коллектору, встроенному в ГБЦ, обеспечивается ещё более быстрый запуск лямбда-регулирования.



### Регулирование состава смеси и контроль нейтрализатора

Двигатель	Лямбда-зонд перед нейтрализатором	Лямбда-зонд после нейтрализатора
Двигатель MPI 1,0 л 44/55 кВт	Триггерный лямбда-зонд	Триггерный лямбда-зонд
Двигатель MPI 1,0 л 50 кВт (для работы на газовом топливе)	Широкополосный лямбда-зонд	Триггерный лямбда-зонд
Двигатель TSI 1,2 л 63/77 кВт и двигатель TSI 1,4 л 90 кВт	Триггерный лямбда-зонд	Триггерный лямбда-зонд
Двигатель TSI 1,4 л 103 кВт и двигатель TSI 1,4 л 103 кВт с АСТ	Широкополосный лямбда-зонд	Триггерный лямбда-зонд

# Система управления двигателем

## Обзор системы

На примере двигателя TSI 1,4 л 103 кВт

### Датчики

Датчик впускного коллектора **GX9**  
Датчик давления во впускном коллекторе **G71**  
Датчик температуры воздуха на впуске 2 **G299**

Датчик давления наддува **GX26**  
Датчик давления наддува **G31**  
Датчик температуры воздуха на впуске **G42**

Датчик числа оборотов двигателя **G28**

Датчик Холла **G40, G300**

Блок дроссельной заслонки **GX3**  
Блок дроссельной заслонки **J338**  
Датчики 1 и 2 угла поворота электропривода дроссельной заслонки **G187, G188**

Модуль педали акселератора **GX2**  
Датчик положения педали акселератора **G79/G185**

Датчик положения педали сцепления **G476**

Выключатель стоп-сигналов **F**

Датчик давления топлива **G247**

Датчик детонации 1 **G61**

Датчик температуры ОЖ **G62**

Датчик температуры ОЖ на выходе радиатора **G83**

Лямбда-зонд 1 перед нейтрализатором **GX10**  
Лямбда-зонд **G39**

Лямбда-зонд 1 после нейтрализатора **GX7**  
Лямбда-зонд после нейтрализатора **G130**

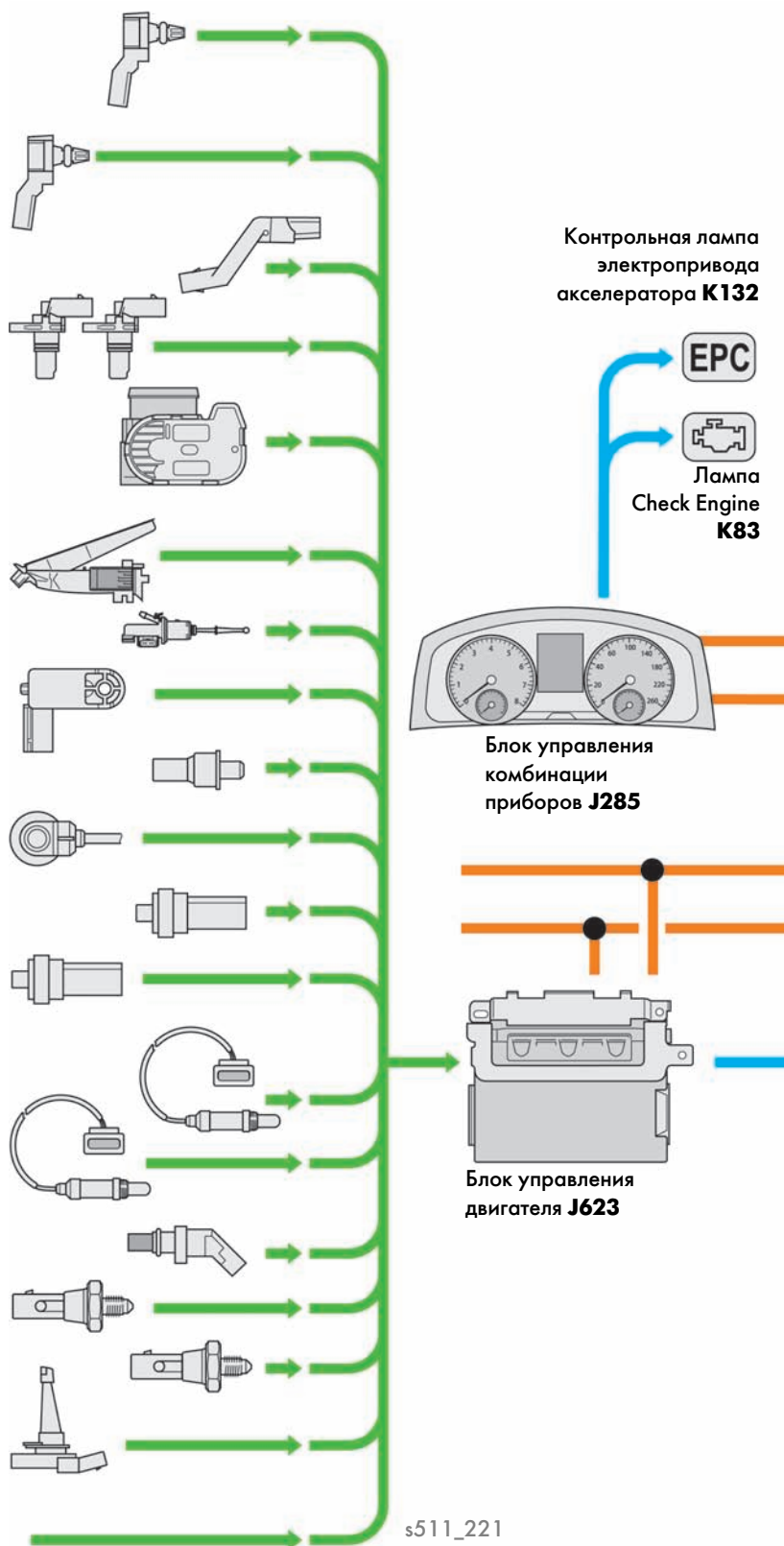
Датчик нейтрального положения КП **G701**

Датчик давления масла **F1**

Датчик низкого давления масла **F378**

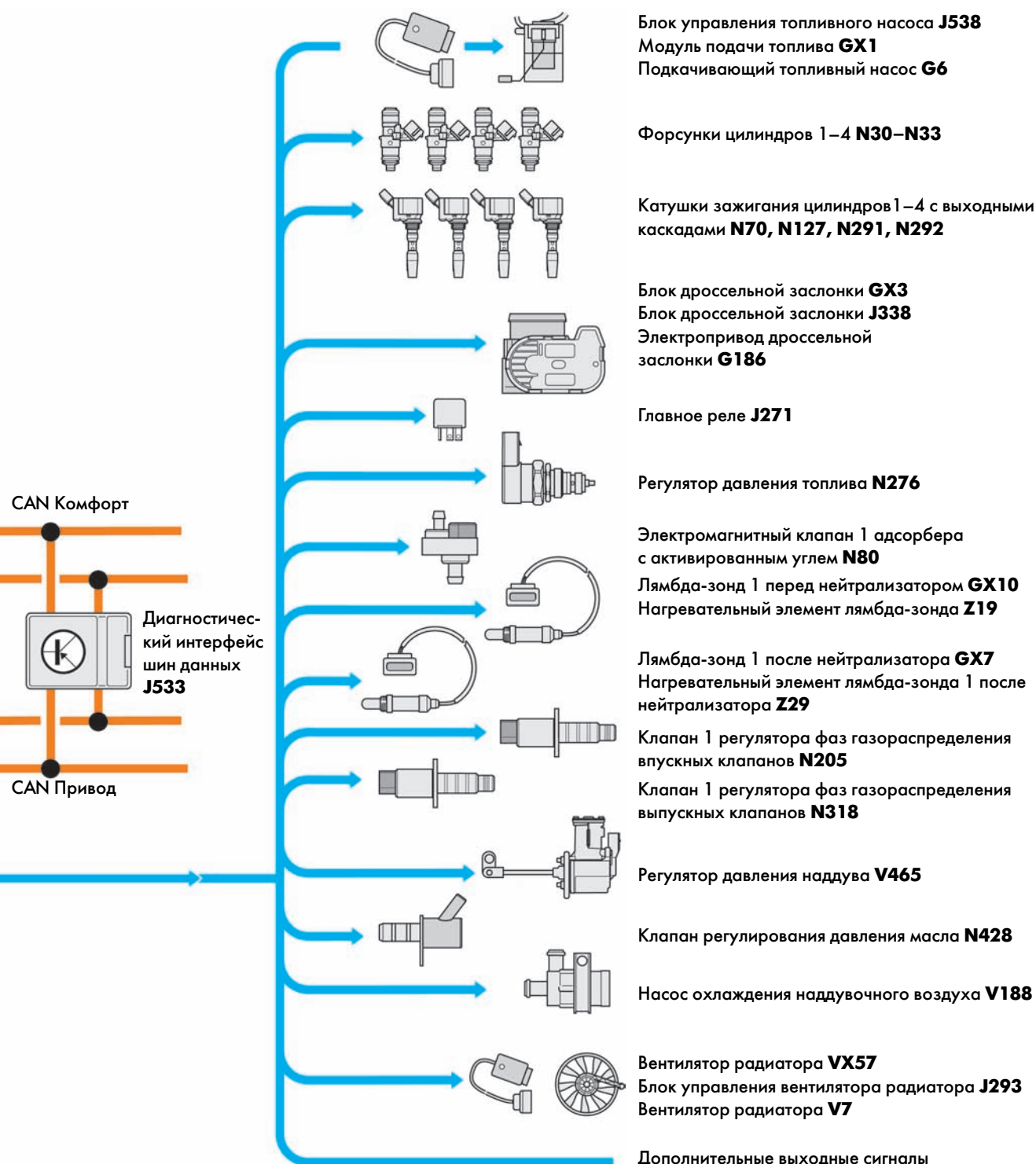
Датчик уровня и температуры масла **G266**

Дополнительные входные сигналы



s511\_221

## Исполнительные механизмы



Компоненты, сокращённые обозначения которых содержат символ X, имеют несколько датчиков, исполнительных механизмов или выключателей в одном корпусе (например, датчик впускного коллектора GX9 с датчиком давления во впускном коллекторе G71 и датчиком температуры воздуха на впуске 2 G299).

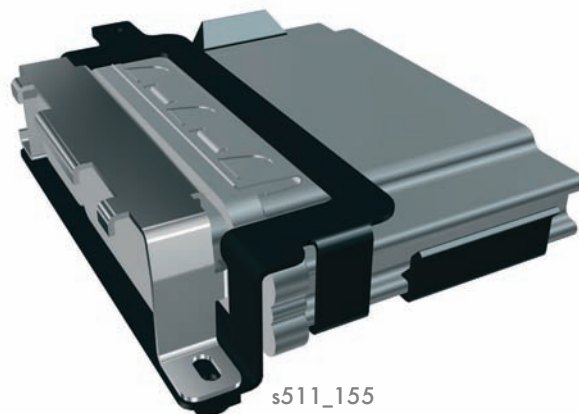
# Система управления двигателя

## Блок управления двигателя J623

В зависимости от варианта двигателя, применяются различные блоки управления двигателя с различными функциями.

К примеру, система управления двигателя 1,0 л у модели up! дополнительно управляет климатической установкой, в то время как у двигателей 1,4 л TSI она берёт на себя двухступенчатое регулирование давления масла или — при наличии — управление активной системой отключения цилиндров АСТ.

Место установки зависит от модели автомобиля.



### Обзор вариантов системы управления двигателя (семейство двигателей EA211)

Тип двигателя	Система управления двигателя	Разъём
Двигатель MPI 1,0 л	Bosch Motronic ME 17.5.20	2 x 56-контактный
Двигатели TSI 1,2/1,4 л	Bosch Motronic MED 17.5.21	1 x 60-контактный и 1 x 94-контактный

### Диагностика системы управления двигателя

Блок управления двигателя осуществляет также диагностику датчиков и исполнительных механизмов. При этом сбои, которые могут влиять на токсичность ОГ, отображаются контрольной лампой Check Engine K83, а функциональные сбои в работе системы — контрольной лампой EPC K132.

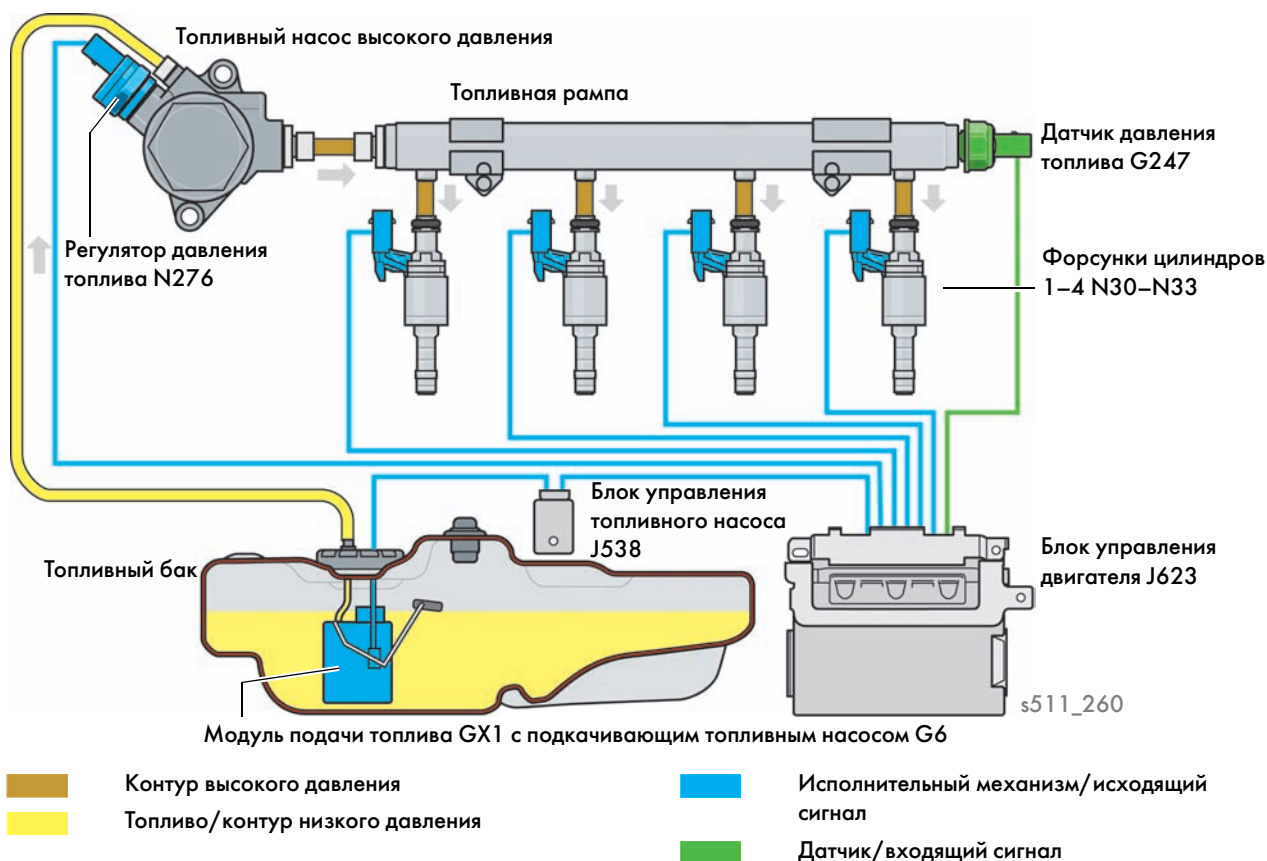
К числу датчиков или исполнительных механизмов, влияющих на токсичность отработавших газов и функциональность, относятся датчик числа оборотов двигателя G28, датчики Холла G40 и G300, датчик давления наддува G31 с датчиком температуры воздуха на впуске G42, датчик давления во впускном коллекторе G71 с датчиком температуры воздуха на впуске 2 G299 и регулятор давления топлива N276.

Напротив, в случае датчика давления масла F1 включается контрольная лампа EPC K132, а в случае датчика низкого давления масла F378 — контрольная лампа давления масла K3.

При распознавании неисправности в регистраторе событий делается запись.

## Система питания

Система питания с обратной связью по расходу состоит из контуров низкого и высокого давления топлива. Её преимущество заключается в том, что как электрический подкачивающий топливный насос, так и топливный насос высокого давления подают в двигатель ровно столько топлива, сколько его требуется в данный момент. Тем самым снижается потребляемая топливными насосами электрическая и механическая мощность и экономится топливо.



### Контур низкого давления системы питания

В контуре низкого давления топлива давление, в зависимости от характеристик параметрического поля, лежит в диапазоне 2–6 бар.

Холодный запуск осуществляется с повышенным давлением, чтобы как можно быстрее создать давление топлива в системе.

При горячем запуске повышенное давление используется для того, чтобы исключить образование пузырьков пара в топливном насосе высокого давления. Решающим фактором является при этом температура в топливном насосе высокого давления, рассчитанная блоком управления двигателя.

### Контур высокого давления системы питания

В контуре высокого давления, в зависимости от нагрузки и оборотов двигателя, давление топлива у двигателей TSI 1,2 л лежит в диапазоне 120–200 бар, а у двигателей TSI 1,4 л — в диапазоне 140–200 бар. Это высокое давление способствует улучшенному распылению впрыснутого топлива и, таким образом, лучшему смесеобразованию с незначительными выбросами вредных веществ и меньшим сажеобразованием. Кроме того, форма факелов распыла форсунок оптимизирована таким образом, чтобы струи впрыскиваемого топлива не попадали на детали в камере сгорания.



# Система управления двигателя

## Технологии впрыска топлива

У всех двигателей TSI применяются различные технологии впрыска топлива. При этом, в зависимости от двигателя, температуры охлаждающей жидкости, оборотов двигателя и нагрузки на двигатель, впрыск может осуществляться до трёх раз, в разные моменты времени и с разной цикловой подачей.

В таблице показаны технологии впрыска, применяемые в двигателях семейства EA211:

Режим работы	Количество впрысков топлива	Необходимые меры
<b>Многokrатный впрыск под высоким давлением при пуске двигателя</b>  <b>Температура ОЖ &lt;18 °C</b> <b>Температура ОЖ &gt;18 °C</b>	  3  2	<p>При пуске двигателя, в зависимости от температуры охлаждающей жидкости, осуществляется от двух до трёх впрысков за один рабочий цикл. Благодаря распределению цикловой подачи на несколько впрысков, время впрыска для каждого цикла сокращается, и тем самым уменьшается глубина проникновения струи топлива в камеру сгорания. За счёт этого на детали в камере сгорания попадает меньше топлива, смесеобразование улучшается и двигатель быстрее достигает оборотов холостого хода.</p>
<b>Многokrатный впрыск для разогрева нейтрализатора</b>	В зависимости от характеристик параметрического поля 2–3	<p>В режиме многократного впрыска для разогрева нейтрализатора нейтрализатор разогревается быстрее. Многократный впрыск обеспечивает стабильную работу двигателя при малых углах опережения зажигания. Вследствие позднего сгорания, на нейтрализатор воздействуют повышенные температуры ОГ и увеличенные массовые потоки ОГ. Нейтрализатор разогревается быстрее. Всё это приводит к снижению выбросов вредных газов и расхода топлива. При первом впрыске во время такта впуска впрыскивается большая часть топлива. Благодаря этому, обеспечивается равномерное приготовление топливовоздушной смеси.</p>
<b>Однократный/многократный впрыск</b> <b>Частичная нагрузка/полная нагрузка до 3000 об/мин</b>	В зависимости от характеристик параметрического поля 1–3	<p>Однократный впрыск осуществляется в диапазоне самых низких нагрузок.</p> <p>Многократный впрыск в диапазоне от холостого хода до полной нагрузки (до 3000 об/мин) служит для более равномерного смесеобразования. Первый впрыск осуществляется до ВМТ, во время такта впуска. При этом, в зависимости от характеристик параметрического поля, впрыскивается 50–80 % всего количества топлива. При втором и в некоторых случаях третьем впрыске впрыскивается оставшееся количество топлива. Благодаря этому, меньшее количество топлива оседает на стенке цилиндра. Топливо испаряется практически полностью, и смесеобразование улучшается. Помимо этого, в области свечи зажигания образуется облако более богатой смеси, чем в остальной части камеры сгорания.</p> <p>Это улучшает процесс сгорания смеси и снижает склонность к детонации.</p>



## Датчики

### Датчик давления наддува G31 с датчиком температуры воздуха на впуске G42

Датчик давления наддува с датчиком температуры воздуха на впуске ввёрнут в нагнетающую магистраль непосредственно перед блоком дроссельной заслонки. Он измеряет давление и температуру в этой области.

#### Использование сигнала

С помощью сигнала датчика давления наддува блок управления двигателя регулирует давление наддува турбокомпрессора. Давление наддува изменяется электрическим регулятором давления наддува.

Сигнал датчика температуры воздуха на впуске используется для следующих целей:

- Для защиты компонентов. Когда температура наддувочного воздуха превысит определённое значение, давление наддува уменьшается.

Сигналы обоих датчиков температуры воздуха на впуске G42 и G299 используются для следующих целей:

- Для управления насосом охлаждения наддувочного воздуха. Если разница температур наддувочного воздуха перед интеркулером и после него меньше 12 °C, насос охлаждения наддувочного воздуха включается. Когда она превышает 15 °C, насос снова выключается.
- Для проверки исправности системы охлаждения наддувочного воздуха. Когда при определённых условиях разница температур наддувочного воздуха перед интеркулером и после него, несмотря на включение насоса охлаждения наддувочного воздуха, слишком мала, делается предположение о наличии неисправности в системе охлаждения наддувочного воздуха.



Датчик давления наддува G31 с датчиком температуры воздуха на впуске G42

#### Последствия отсутствия сигнала

При выходе из строя одного или обоих датчиков турбокомпрессор работает с ограничениями. Давление наддува низкое, и мощность двигателя снижается.



## Датчик давления во впускном коллекторе G71 с датчиком температуры воздуха на впуске 2 G299

Датчик давления во впускном коллекторе с датчиком температуры воздуха на впуске ввёрнут во впускной коллектор за интеркулером. Он измеряет давление и температуру в этой области.

### Использование сигнала

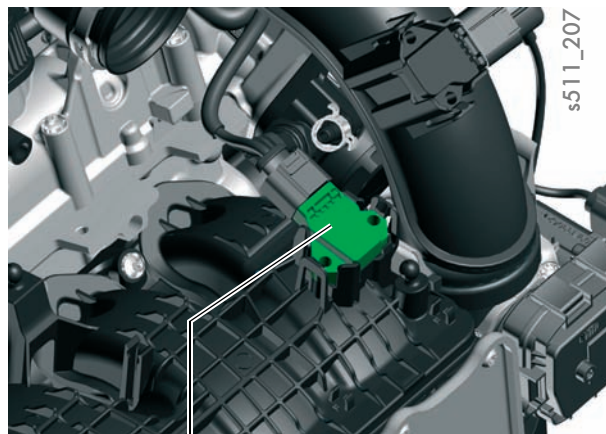
На основании сигналов обоих датчиков и оборотов двигателя блок управления двигателя определяет количество всасываемого воздуха.

Сигнал датчика температуры воздуха на впуске используется:

- Для расчёта величины коррекции давления наддува. Для этого система учитывает влияние температуры на плотность наддувочного воздуха.

Сигналы обоих датчиков температуры воздуха на впуске (G42 и G299) используются для следующих целей:

- Для управления насосом охлаждения наддувочного воздуха. Если разница температур наддувочного воздуха перед интеркулером и после него меньше 12 °С, насос охлаждения наддувочного воздуха включается. Когда она превышает 15 °С, насос снова выключается.
- Для проверки исправности системы охлаждения наддувочного воздуха. Когда при определённых условиях разница температур наддувочного воздуха перед интеркулером и после него, несмотря на включение насоса охлаждения наддувочного воздуха, слишком мала, делается предположение о наличии неисправности в системе охлаждения наддувочного воздуха.



Датчик давления во впускном коллекторе G71 с датчиком температуры воздуха на впуске 2 G299

### Последствия отсутствия сигнала

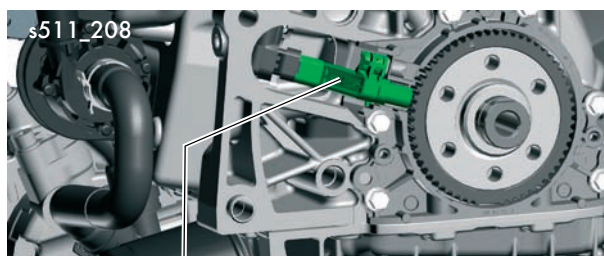
При выходе одного или обоих датчиков из строя в качестве резервного используются сигнал положения дроссельной заслонки и сигнал датчика температуры воздуха на впуске G42. Турбонагнетатель работает с ограничениями. Давление наддува низкое, и мощность двигателя снижается.





## Датчик числа оборотов двигателя G28

Датчик числа оборотов двигателя со стороны коробки передач интегрирован в крышку коленвала, которая, в свою очередь, привинчена к блоку цилиндров. Датчик сканирует задающий ротор 60-2 на коленчатом валу. С помощью его сигналов блок управления распознаёт частоту вращения двигателя.



Датчик числа оборотов двигателя G28

### Использование сигнала

На основании сигналов определяются рассчитанный момент впрыска, продолжительность впрыска и момент зажигания. Кроме того, данный сигнал совместно с сигналами датчиков Холла используется для распознавания положения коленвала относительно распредвала и для регулирования фаз газораспределения.

### Последствия отсутствия сигнала

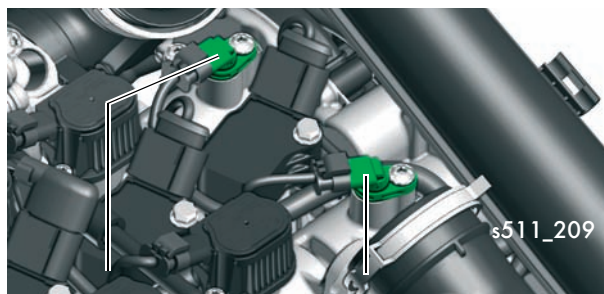
При отсутствии сигнала в качестве резервного используется сигнал датчика Холла G40. Следующий запуск двигателя занимает больше времени, обороты двигателя ограничиваются значением 3000 об/мин, и крутящий момент снижается.

## Датчик Холла G40 и датчик Холла G300

(двигатель TSI 1,4 л 103 кВт)

Оба датчика Холла находятся на корпусе распредвалов над распредвалами впускных и выпускных клапанов на стороне маховика. Они сканируют задающий ротор со специальным профилем кулачков.

По их сигналам распознаётся положение обоих распредвалов и рабочие циклы в отдельных цилиндрах.



Датчик Холла G300

Датчик Холла G40

### Использование сигнала

По сигналам датчиков Холла и сигналу датчика числа оборотов двигателя распознаётся ВМТ первого цилиндра перед тактом расширения и положение распредвалов. Сигналы используются для определения момента впрыска, момента зажигания и регулировки фаз ГРМ.

### Последствия отсутствия сигнала

При выходе из строя одного из двух датчиков в качестве резервного используется сигнал другого датчика Холла. При выходе из строя обоих датчиков следующий запуск двигателя длится гораздо дольше. В обоих случаях обороты двигателя ограничиваются значением 3000 об/мин и регулировка фаз газораспределения отключается.



Датчик числа оборотов двигателя и датчики Холла проверяют положение коленвала относительно соответствующего распредвала. Если значения выходят за допустимые пределы, например вследствие недопустимо большого растяжения зубчатого ремня или перескакивания его зубьев, в регистраторе событий сохраняется соответствующая запись. При необходимости регулирование фаз газораспределения отключается, чтобы предотвратить повреждение двигателя в результате столкновения клапанов с поршнями.



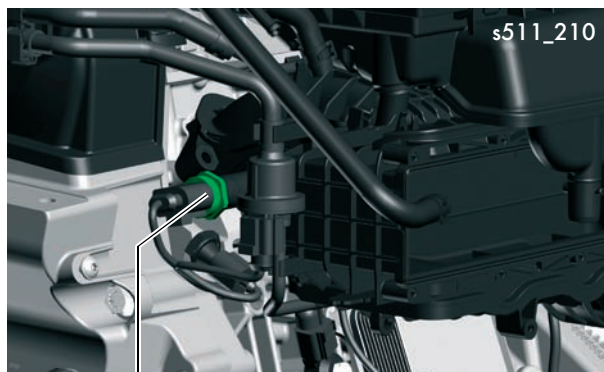
# Система управления двигателя

## Датчик давления топлива G247

Датчик находится на стороне зубчатого ремня на нижней части впускного коллектора и ввёрнут в топливную рампу. Он измеряет давление топлива в контуре высокого давления и передаёт сигнал в блок управления двигателя.

### Использование сигнала

Блок управления двигателя анализирует полученный сигнал и соответствующим образом изменяет давление топлива в топливной рампе с помощью регулятора давления топлива. Если, кроме того, по сигналу датчика давления топлива распознаётся, что номинальное давление топлива больше не обеспечивается, оно ограничивается значением 125 бар и топливный насос контура низкого давления топлива включается на полную мощность.



Датчик давления топлива G247

### Последствия отсутствия сигнала

При выходе датчика давления топлива из строя регулятор давления топлива остаётся в открытом положении, так что высокое давление топлива не создаётся. Одновременно с этим электрический топливный насос включается на полную мощность, чтобы обеспечить давление топлива, достаточное для аварийной работы двигателя.

Происходит значительное снижение крутящего момента и мощности.

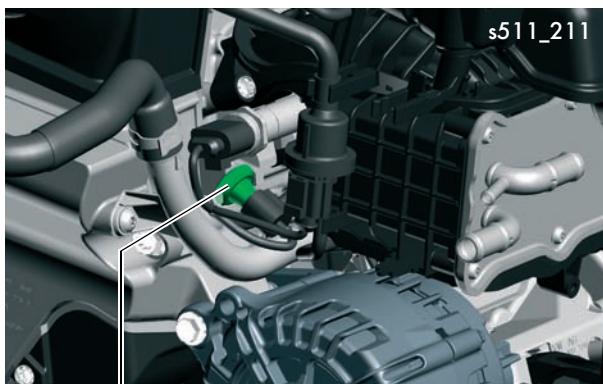


## Датчик низкого давления масла F378

Датчик ввёрнут в ГБЦ рядом со впускным коллектором на стороне зубчатого ремня. С его помощью проверяется наличие минимально допустимого давления масла.

### Использование сигнала

При отсутствии давления в системе датчик давления топлива разомкнут. Когда давление масла превышает определённое значение, датчик замыкается. По замкнутому состоянию датчика блок управления двигателем распознаёт, что давление масла в системе смазки достаточное. Если давление масла опускается ниже требуемого значения, зажигается контрольная лампа давления масла КЗ в комбинации приборов.



Датчик низкого давления масла F378

### Последствия отсутствия сигнала

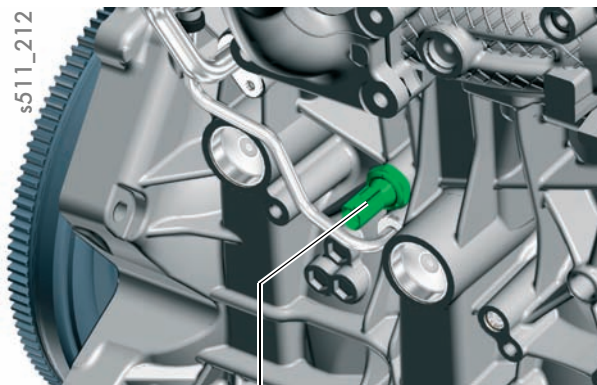
При выходе датчика низкого давления масла из строя в регистраторе событий делается запись и загорается контрольная лампа давления масла КЗ.

## Датчик давления масла F1

Датчик ввёрнут в ГБЦ на стороне выпуска по центру. С его помощью проверяется наличие давления, соответствующего ступени высокого давления масла.

### Использование сигнала

Начиная с определённой нагрузки или оборотов двигателя происходит переключение на ступень высокого давления масла. Когда высокое давление масла достигнуто, датчик замыкается и блок управления двигателем распознаёт, что высокое давление масла создано. Если на определённое время давление опускается ниже предельно допустимого значения, загорается контрольная лампа EPS K132.



Датчик давления масла F1

### Последствия отсутствия сигнала

При выходе датчика давления масла из строя обороты двигателя ограничиваются значением 4000 об/мин и загорается контрольная лампа EPS K132.



Если через 60 секунд после выключения двигателя один из двух датчиков распознаётся как включённый (замкнутый), при следующем запуске двигателя контрольная лампа давления масла КЗ включается на 15 секунд.



# Система управления двигателем

## Исполнительные механизмы

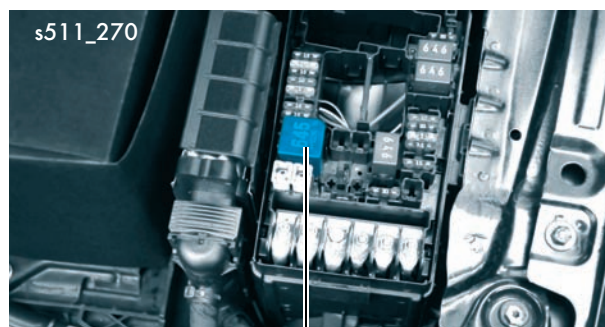
### Главное реле J271

Главное реле находится в моторном отсеке слева, на коммутационном блоке.

#### Назначение

С помощью реле электропитания блок управления двигателем может и после выключения двигателя (выключения зажигания) выполнять определённые функции и действовать в так называемом режиме работы после выключения двигателя.

В этом режиме, помимо прочего, сравниваются между собой сигналы датчиков давления и обеспечивается управление работой вентилятора радиатора.



Главное реле J271

#### Последствия при выходе из строя

При выходе реле из строя соответствующие датчики и исполнительные механизмы перестают работать. Двигатель глохнет и больше не заводится.

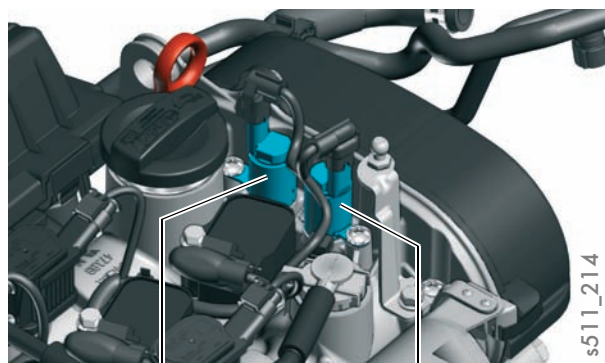
### Клапан 1 регулятора фаз газораспределения N205 впускных клапанов, клапан 1 регулятора фаз газораспределения выпускных клапанов N318

Клапаны находятся на корпусе распредвалов и интегрированы в контур смазки двигателя.

#### Назначение

При включении клапанов регуляторов фаз газораспределения масло распределяется в поворотные гидродвигатели. В зависимости от того, какой масляный канал открывается, внутренний ротор поворачивается в направлении «раннего» или «позднего» закрытия клапанов или удерживается в исходном положении.

Поскольку внутренний ротор привинчен к распредвалу впускных клапанов, распредвал тоже поворачивается соответствующим образом.



Клапан 1 регулятора фаз газораспределения впускных клапанов N205

Клапан 1 регулятора фаз газораспределения выпускных клапанов N318

#### Последствия при выходе из строя

Если один из клапанов регуляторов фаз газораспределения выходит из строя, регулировка фаз ГРМ более не возможна.

Распредвал впускных клапанов остаётся в положении «позднего» закрытия, а распредвал выпускных клапанов — в положении «раннего» закрытия клапанов.

Крутящий момент двигателя уменьшается.

## Регулятор давления топлива N276

Регулятор давления топлива установлен сбоку на топливном насосе высокого давления.

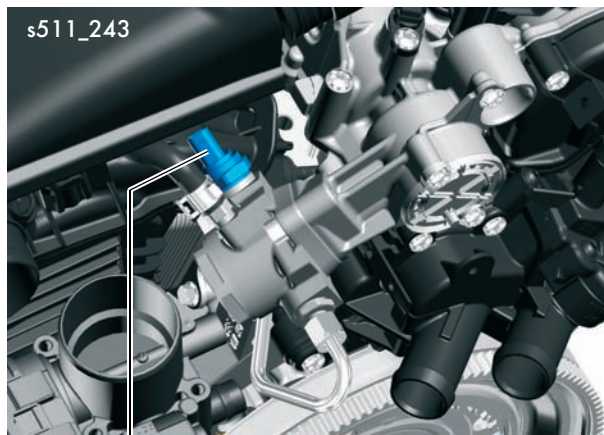
### Назначение

Его назначение заключается в подаче требуемого количества топлива в топливную рампу.

### Последствия при выходе из строя

При отсутствии питания регулятор давления топлива полностью закрыт. Это означает, что при выходе регулятора давления топлива из строя давление топлива увеличивается до тех пор, пока клапан ограничения давления топлива в топливной рампе не откроется при давлении примерно 235 бар.

Система управления двигателем адаптирует моменты впрыска к высокому давлению, и обороты двигателя ограничиваются до 3000 об/мин.



Регулятор давления топлива N276



Перед вскрытием контура высокого давления необходимо сбросить давление топлива.

Для этого в «Ведомых функциях» имеется функция «Сброс давления топлива».

С её помощью регулятор давления топлива во время работы двигателя открывается и давление топлива сбрасывается.

Необходимо учитывать, что в результате нагревания давление топлива снова повышается.

Соблюдайте указания в ELSA.



## Регулятор давления наддува V465

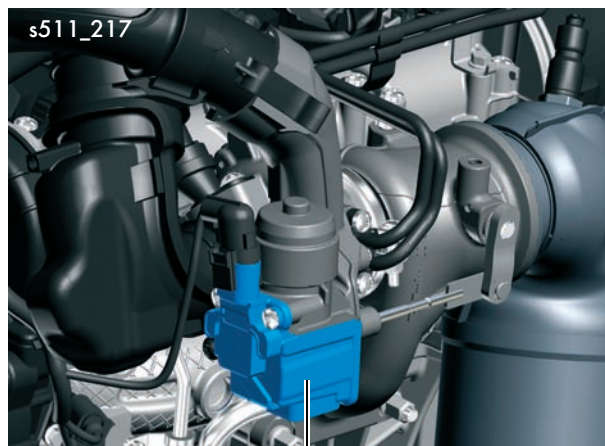
Регулятор давления наддува является составной частью турбонагнетателя.

### Назначение

Предназначен для регулирования давления наддува.

Электрический регулятор давления наддува имеет следующие преимущества по сравнению с пневматическим электромагнитным клапаном ограничения давления наддува:

- Меньшее время на перемещение и, тем самым, более быстрое увеличение давления наддува.
- Высокое усилие привода, благодаря чему перепускной клапан даже в случае больших потоков отработавших газов остаётся надёжно закрытым для достижения заданного давления наддува.
- Перепускной клапан может приводиться независимо от давления наддува. Благодаря этому, перепускной клапан можно открыть в нижнем диапазоне нагрузки/оборотов двигателя. Базовое давление наддува уменьшается, и двигателю приходится выполнять меньшую работу для обеспечения газообмена.



Регулятор давления наддува V465

### Последствия при выходе из строя

При выходе из строя электрической системы перепускной клапан отжимается потоком отработавших газов. При механической неисправности перепускной клапан открывается электрическим регулятором давления наддува или же дроссельная заслонка закрывается им соответствующим образом. В обоих случаях давление наддува не увеличивается.



## Принцип действия

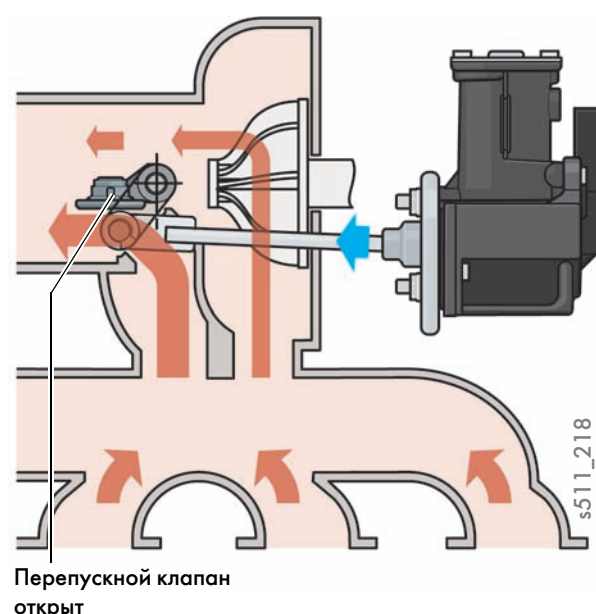
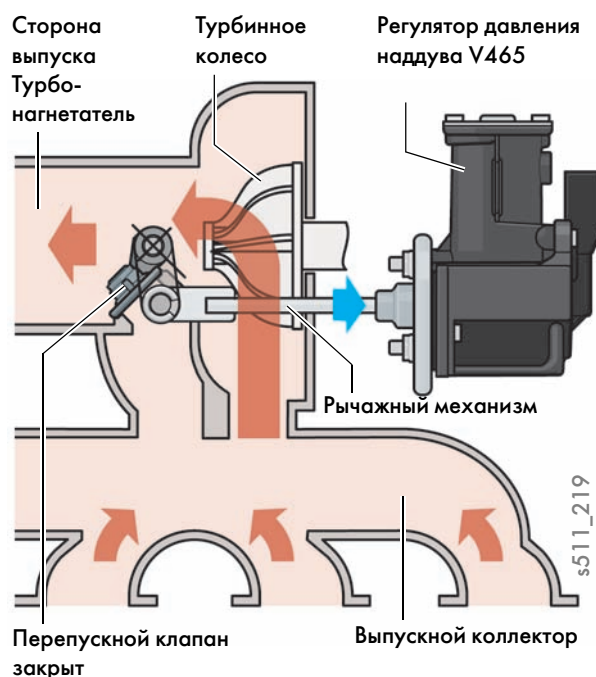
В зависимости от требуемого крутящего момента, блок управления двигателя рассчитывает необходимое давление наддува для подачи в цилиндры требуемого объема воздуха. Пока не будет достигнуто заданное значение давления наддува, перепускной клапан останется закрытым. Таким образом, весь поток отработавших газов направляется к турбинному колесу и приводит его в движение.

Турбинное колесо общим валом соединено с насосным колесом на стороне впуска. Это насосное колесо сжимает всасываемый воздух до тех пор, пока не будет достигнуто заданное значение давления наддува.

По достижении заданного значения давления наддува положение перепускного клапана регулируется таким образом, чтобы фактическое давление наддува соответствовало заданному.

Если, например, перепускной клапан ОГ открывается сильнее, часть потока ОГ устремляется мимо турбинного колеса. Тем самым частота вращения турбинного и насосного колёс уменьшается. Забираемый воздух сжимается уже не так сильно, и давление наддува снижается.

На основании фактического и заданного значений давления наддува блоком управления двигателя рассчитывается требуемое перемещение перепускного клапана ОГ посредством системы рычагов. Датчик давления наддува G31 измеряет фактическое значение давления наддува.



# Система управления двигателем

## Насос охлаждения наддувочного воздуха V188

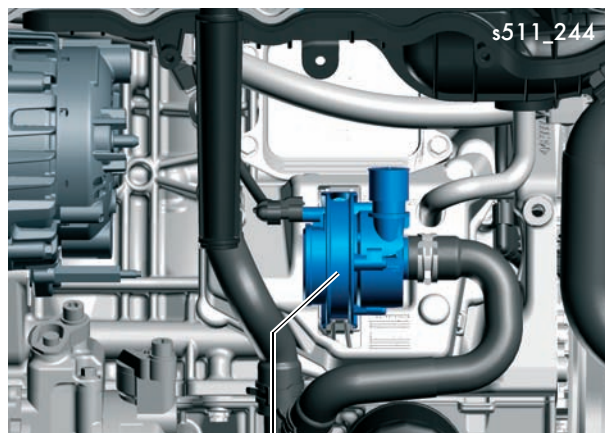
Насос охлаждения наддувочного воздуха с электронным управлением привинчен к крышке маслоотделителя под впускным коллектором. Он является компонентом отдельного контура охлаждения.

### Назначение

Насос охлаждения наддувочного воздуха подает охлаждающую жидкость из радиатора системы охлаждения наддувочного воздуха к интеркулеру во впускном коллекторе и турбонагнетателю. Для этого насос при необходимости включается управляющим ШИМ-сигналом блока управления двигателем. При подаче управляющего сигнала насос всегда включается на полную мощность.

Насос включается при следующих условиях:

- временно — после каждого пуска двигателя;
- постоянно — при требуемом значении крутящего момента примерно 100 Н·м;
- постоянно — начиная с температуры наддувочного воздуха 50 °С во впускном коллекторе;
- начиная с разницы температуры наддувочного воздуха перед интеркулером и после него менее 12 °С;
- при работающем двигателе — включение через каждые 120 секунд на 10 секунд для предупреждения теплового застоя, прежде всего — в турбонагнетателе;
- в зависимости от характеристик параметрического поля — включение на 0–480 секунд после выключения двигателя для предупреждения перегрева и образования пузырьков пара в турбонагнетателе.



Насос охлаждения наддувочного воздуха V188

### Последствия при выходе из строя

Неисправности насоса охлаждения наддувочного воздуха приводят к следующим последствиям:

Причина неисправности	Последствие
Электрическая или механическая неисправность	<ul style="list-style-type: none"><li>- Запись в регистраторе событий блока управления двигателем.</li><li>- Снижение мощности.</li></ul>
Обрыв в сигнальном проводе	<ul style="list-style-type: none"><li>- Запись в регистраторе событий блока управления двигателем.</li><li>- Насос работает с максимальной частотой вращения.</li></ul>
Обрыв в цепи питания насоса	<ul style="list-style-type: none"><li>- Запись в регистраторе событий блока управления двигателем.</li><li>- Насос не работает.</li><li>- Снижение мощности.</li></ul>



Необходимо учитывать, что сильное загрязнение радиатора системы охлаждения наддувочного воздуха или неправильная заправка системы охлаждения может привести к регистрации события, при котором необходимо проверять систему охлаждения наддувочного воздуха.

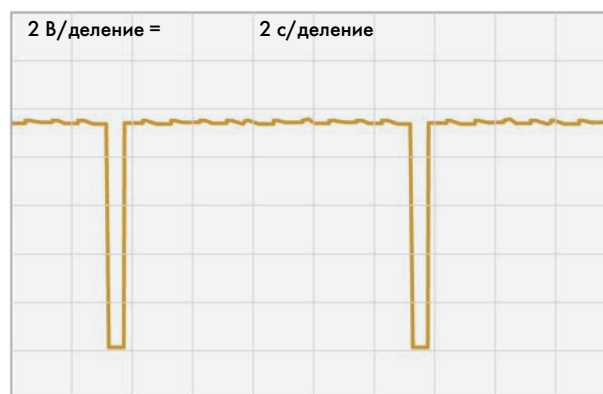


## Управление насосом охлаждения наддувочного воздуха

Насос оборудован электронным модулем регулирования. С его помощью включается электродвигатель и контролируются функции насоса. Модуль передаёт данные о фактическом состоянии насоса блоку управления двигателя, через определённые промежутки времени коммутируя ШИМ-сигнал на массу.

### Насос охлаждения наддувочного воздуха «в норме»

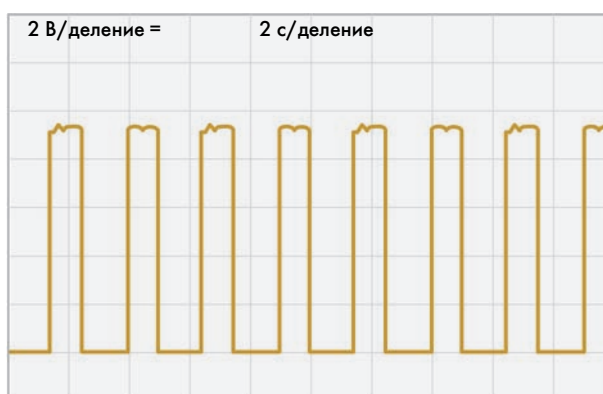
Во время работы насоса электронный модуль регулирования с интервалом в 10 с на 0,5 с коммутирует ШИМ-сигнал, поступающий от блока управления двигателя, на массу. По этому признаку блок управления двигателя распознаёт готовность насоса к работе.



s511\_262

### Насос охлаждения наддувочного воздуха «не в норме»

Если с помощью самодиагностики распознаётся неисправность (например, в результате заклинивания или сухой работы насоса), электронный модуль регулирования изменяет длительность коммутации ШИМ-сигнала на массу в зависимости от причины неисправности.



s511\_261

В случае неисправности через регулярные промежутки выполняется попытка подключения насоса охлаждения наддувочного воздуха. Если сделать это удаётся, модуль регулирования снова передаёт на блок управления двигателя сигнал о том, что насос охлаждения наддувочного воздуха «в норме».



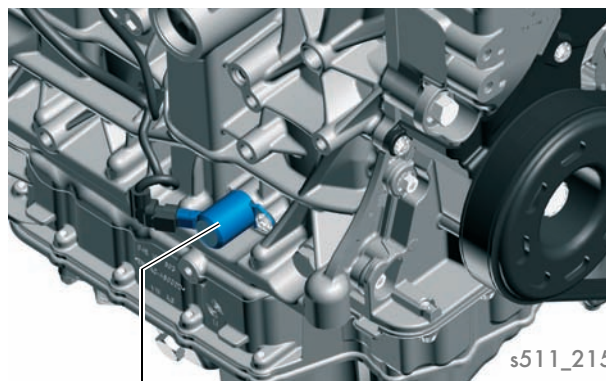
## Клапан регулирования давления масла N428

Клапан ввёрнут в блок цилиндров на стороне выпуска в области зубчатого ремня и верхней части масляного картера.

### Назначение

Клапан регулирования давления масла представляет собой гидравлический клапан 3/2 (трёхходовой двухпозиционный).

По электрическому сигналу управления от блока управления двигателя клапан, в зависимости от нагрузки и оборотов, переключается между обеими ступенями давления. При отсутствии питания клапан закрыт и масляный насос подаёт масло под высоким давлением. При включении клапана открывается масляный канал к регулирующему плунжеру, который перемещается внутри масляного насоса. Так выполняется переключение на ступень низкого давления.



s511\_215






Клапан регулирования давления масла N428

### Последствия при выходе из строя

При выходе клапана из строя он закрывается. Масляный насос подаёт масло под высоким давлением.



## Специальные инструменты

Наименование	Инструменты и материалы	Назначение
T10487 Монтажное приспособление	 s511_264	С помощью этого приспособления зубчатый ремень между распредвалами прижимается вниз для установки фиксатора распредвалов T10494 в повернувшиеся на определённый угол распредвалы.
T10494 Фиксатор распредвалов	 s511_267	Для фиксации распредвала при проверке и регулировке фаз газораспределения.
T10499 Ключ	 s511_266	Служит для ослабления и затягивания эксцентрикового натяжного ролика зубчатого ремня.
T10500 Насадка	 s511_265	Служит для ослабления и затягивания болта эксцентрикового натяжного ролика зубчатого ремня при установленной опоре двигателя.
VAS 6583 Электронный динамометрический ключ	 s511_263	С помощью электронного динамометрического ключа затягивается болт крепления эксцентрикового натяжного ролика зубчатого ремня, а при установке корпуса термостатов с точным моментом затяжки предварительно натягивается зубчатый ремень привода насоса системы охлаждения.



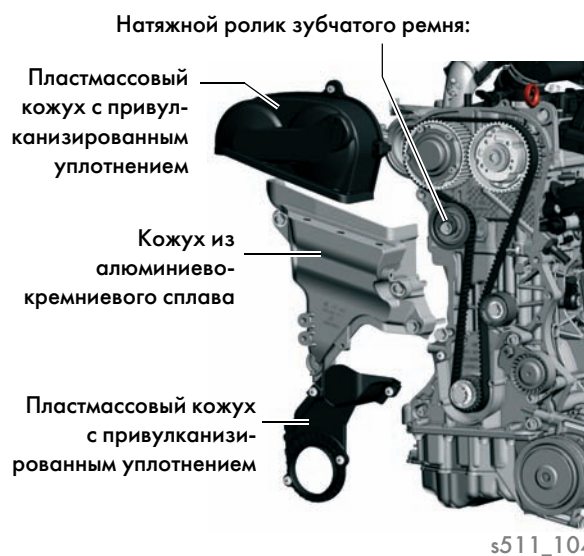
## Технические указания

### Кожух зубчатого ремня

Зубчатый ремень защищён от пыли и загрязнений кожухом, состоящим из трёх частей.

Это увеличивает срок службы зубчатого ремня.

Натяжной ролик зубчатого ремня можно отпустить, не снимая опору двигателя. Для этого, помимо прочего, используются насадка T10500 и электронный динамометрический ключ VAS 6583. На обычном динамометрическом ключе насадка выполняет функцию удлинителя. Момент затяжки резьбового соединения был бы слишком высоким. Чтобы предупредить это, на насадке указан параметр, который вводится в электронный динамометрический ключ. После ввода этого параметра болт затягивается правильным моментом.



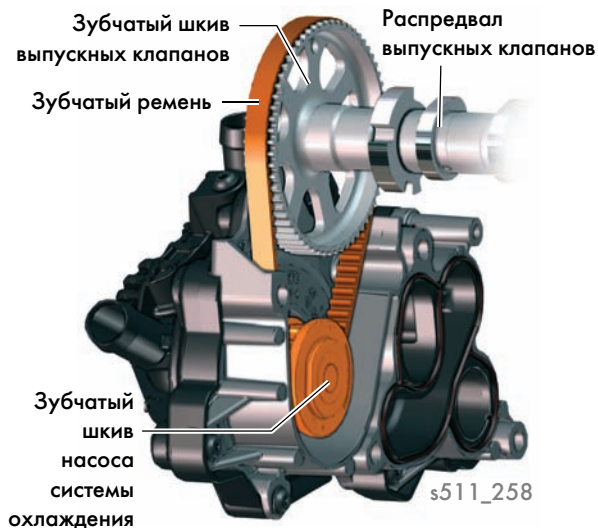
### Зубчатый ремень

Перегибать зубчатый ремень при монтажных работах, транспортировке или хранении запрещается. В противном случае нити корда повреждаются, ремень разрывается и двигатель получает повреждения.



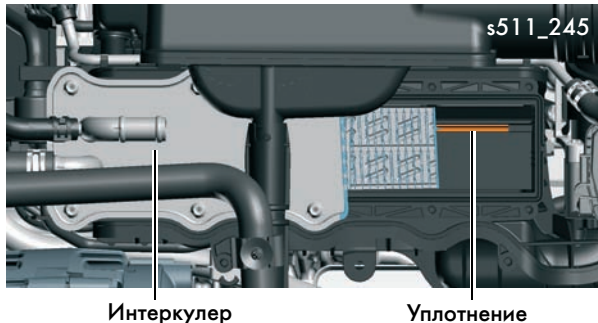
## Зубчатый ремень привода насоса системы охлаждения

Перед снятием зубчатого шкива и при натяжении зубчатого ремня необходимо соблюдать указания, приведённые в ELSA. Только правильно натянутый зубчатый ремень обеспечивает длительную исправную работу насоса системы охлаждения. Для правильного натяжения зубчатого ремня привода насоса системы охлаждения его необходимо предварительно натянуть точным моментом затяжки с помощью электронного динамометрического ключа VAS 6583 через корпус термостатов.



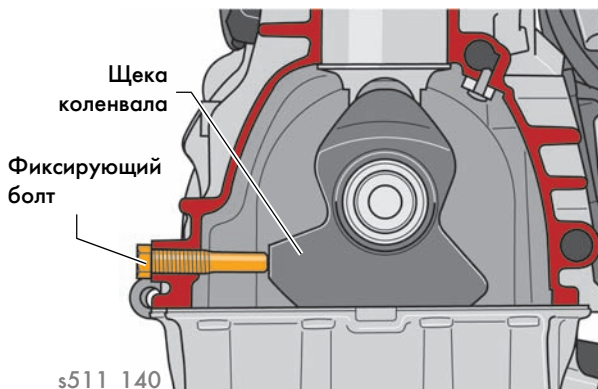
## Уплотнение интеркулера

При установке интеркулера необходимо обеспечить правильную посадку уплотнения. Если оно устанавливается неправильно, возникают вибрации, интеркулер трескается и теряет герметичность.



## Фиксация коленчатого вала

При регулировке фаз газораспределения щека коленвала только касается фиксирующего болта. Коленвал не зафиксирован и может поворачиваться против направления вращения при работе двигателя.



# Контрольные вопросы

## Какой из вариантов ответа правильный?

Среди приведённых вариантов ответа правильными могут быть один или несколько. Все вопросы касаются нового семейства бензиновых двигателей EA211.

### 1. Какие технические особенности у всех двигателей семейства EA211 одинаковые?

- a) Привод ГРМ зубчатым ремнём.
- b) 4-клапанная технология.
- c) Встроенный в головку блока цилиндров выпускной коллектор.

### 2. Чем отличаются приводы зубчатым ремнём друг от друга?

- a) 3-цилиндровые двигатели имеют два триовальных зубчатых шкива распредвалов.
- b) Приводы зубчатым ремнём у всех двигателей семейства EA211 одинаковы.
- c) 4-цилиндровые двигатели имеют овальный зубчатый шкив коленвала СТС.

### 3. Какие из высказываний о регулировании давления масла верны?

- a) Регулирование давления масла у двигателей TSI 1,4 л осуществляется по двум ступеням давления: с давлением примерно 1,8 и 3,3 бар.
- b) У двигателей 1,0 и 1,2 л клапан регулирования давления в корпусе масляного насоса регулирует давление масла примерно до 3,5 бар.
- c) У всех двигателей семейства EA211 масляный фильтр установлен на масляный поддон.

### 4. Какие из высказываний о системе охлаждения верны?

- a) Система охлаждения двигателя имеет два контура охлаждения с различной температурой ОЖ в ГБЦ и в блоке цилиндров.
- b) Насос системы охлаждения интегрирован в корпус термостатов.
- c) Имеется два контура охлаждения: контур системы охлаждения двигателя и контур системы охлаждения наддувочного воздуха.



**5. В каком месте у двигателей TSI картерные газы из системы вентиляции картера и системы улавливания паров топлива с адсорбером добавляются в приточный воздух?**

- a) Всегда непосредственно во впускном коллекторе, поскольку там самое высокое разрежение.
- b) Газы направляются исключительно на сторону всасывания турбонагнетателя.
- c) В зависимости от того, где давление ниже: во впускном коллекторе или на стороне всасывания турбонагнетателя.

**6. Какие преимущества даёт встроенный в ГБЦ выпускной коллектор?**

- a) Охлаждающая жидкость быстрее нагревается отработавшими газами во время прогрева двигателя.
- b) Благодаря меньшей площади поверхности стенок выпускного тракта на стороне выпуска до каталитического нейтрализатора, отработавшие газы во время прогрева двигателя отдают меньше тепла и нейтрализатор, несмотря на охлаждение ОЖ, быстрее нагревается до рабочей температуры.
- c) В режиме полной нагрузки встроенный выпускной коллектор и выпускные газы охлаждаются сильнее и двигатель может эксплуатироваться в более широком диапазоне нагрузок при значении лямбда, равном 1, с оптимальными показателями расхода топлива и токсичности отработавших газов.

**7. В каком диапазоне лежит значение давления в контуре высокого давления двигателей TSI Golf 2013?**

- a) В зависимости от рабочего объёма двигателя, давление топлива составляет 160 или 200 бар.
- b) Давление топлива у двигателей TSI 1,2 л составляет 120–200 бар, а у двигателей TSI 1,4 л равно 140–200 бар.
- c) Давление топлива у всех двигателей TSI составляет от 40 до 140 бар.

**8. Что необходимо учитывать в ходе затяжки натяжного ролика зубчатого ремня при установленной опоре двигателя?**

- a) Необходимо использовать электронный динамометрический ключ VAS 6583.
- b) Натяжной ролик зубчатого ремня затягивается обычным динамометрическим ключом и удлинителем.
- c) На насадке T10500 указан параметр, который необходимо ввести в электронный динамометрический ключ.

Решение: 1. a), b), c); 2. a), c); 3. a), b), c); 4. a), b), c); 5. c); 6. a), b), c); 7. b); 8. a), c)

