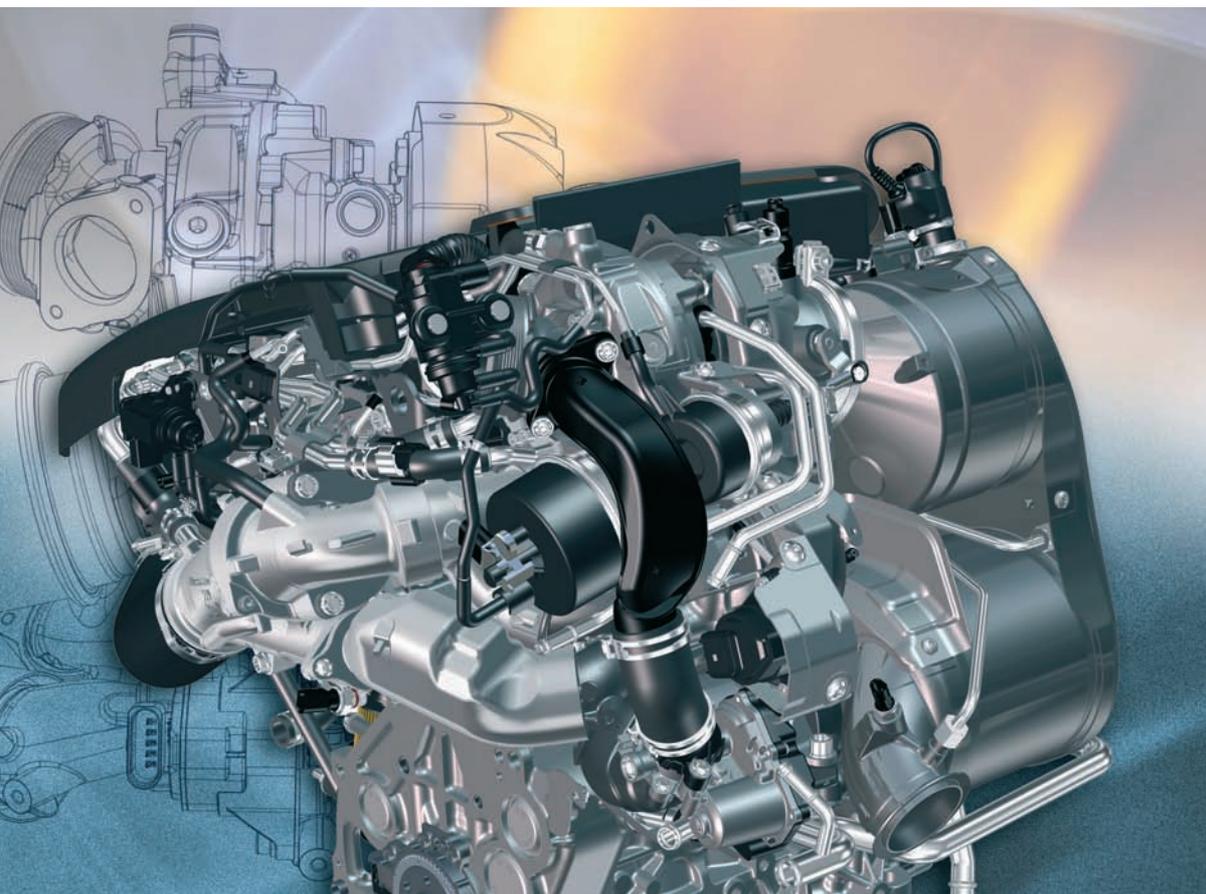




**Программа самообучения 547**

**Двигатель 2,0 л 176 кВт TDI-Biturbo  
семейства дизельных двигателей EA288**

**Устройство и принцип действия**



Разработанный концерном Volkswagen двигатель 2,0 л TDI-Biturbo принадлежит к семейству дизельных двигателей EA288. Первой моделью, в которой он будет устанавливаться, станет Passat 2015. Это самый мощный (176 кВт) четырёхцилиндровый дизельный двигатель, устанавливаемый в легковых автомобилях Volkswagen. Исключительно высокий максимальный крутящий момент 500 Н·м развивается уже начиная с 1750 об/мин.

Чтобы оптимально реализовать такую высокую мощность на дороге, двигатель комбинируется с 7-ступенчатой КП DSG и полным приводом 4MOTION. Самая современная система управления и селективный каталитический нейтрализатор (SCR) максимально снижают вредные выбросы двигателя, в том числе выбросы CO<sub>2</sub>.



**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  
Указания**

# Содержание

<b>Введение</b> .....	<b>4</b>
Двигатель 2,0 л 176 кВт TDI-Biturbo .....	4
<b>Механическая часть двигателя</b> .....	<b>6</b>
Блок цилиндров .....	6
Кривошипно-шатунный механизм .....	7
Головка блока цилиндров .....	8
Корпус распредвалов .....	9
Привод ГРМ зубчатым ремнём .....	10
Система смазки .....	11
Система охлаждения с терморегулированием .....	12
Впускной тракт .....	17
Система турбонагнетателей .....	19
Регулирование давления наддува .....	25
Модуль нейтрализации ОГ .....	29
Нейтрализатор NH <sub>3</sub> .....	29
Топливная система Common Rail .....	30
<b>Система управления двигателя</b> .....	<b>32</b>
Обзор элементов системы управления .....	32
Блок управления двигателя .....	34
Датчик температуры ОГ 1 G235 .....	35
<b>Техническое обслуживание</b> .....	<b>38</b>
Оборудование и специнструмент .....	38
<b>Контрольные вопросы</b> .....	<b>39</b>

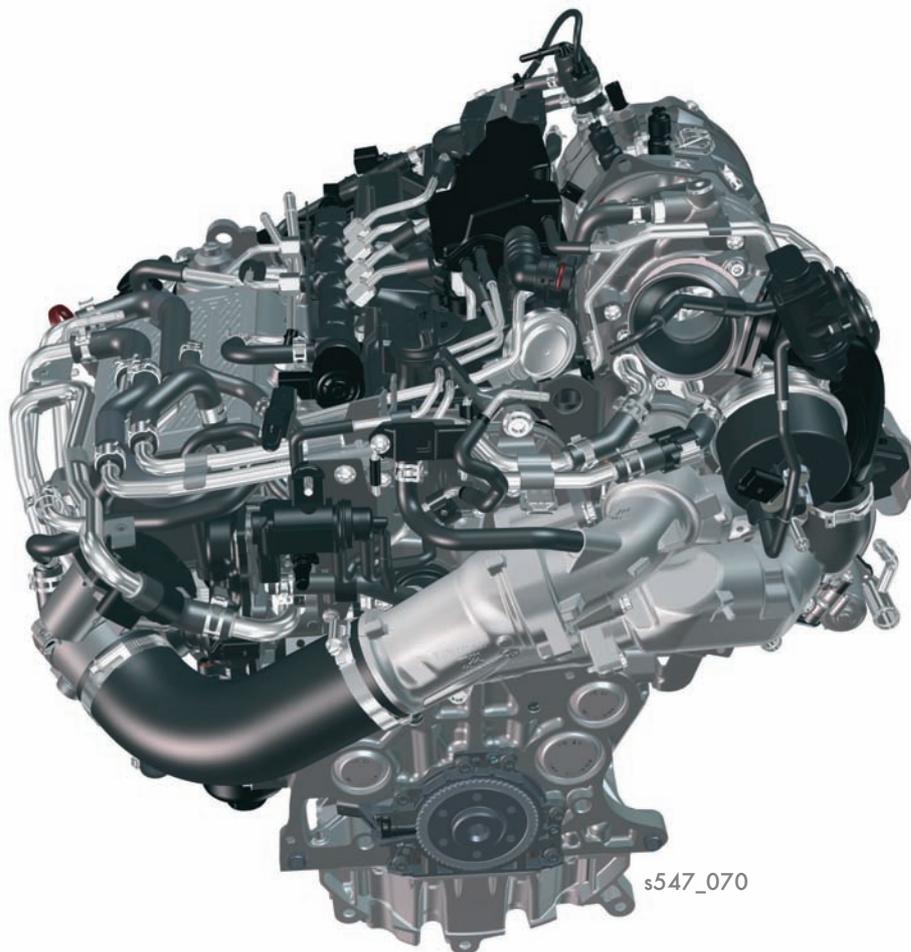
## Двигатель 2,0 л 176 кВт TDI-Biturbo

Двигатель 2,0 л 176 кВт TDI-Biturbo разработан на базе принятой в 2012 году модульной дизельной платформы EA288.

Высокая мощность обеспечивается, помимо прочего, двумя включёнными последовательно турбонагнетателями.

### Технические особенности

- Двухступенчатая система турбонаддува с турбонагнетателями низкого и высокого давления;
- два балансирных вала;
- система терморегулирования с отключаемым насосом ОЖ;
- интеркулер с жидкостным охлаждением;
- модуль нейтрализации ОГ с окислительным нейтрализатором и сажевым фильтром;
- двухконтурная система рециркуляции ОГ, с контурами высокого и низкого давления;
- система селективной каталитической нейтрализации (SCR) для нейтрализации ОГ;
- система впрыска Common Rail с максимальным давлением впрыска до 2500 бар.

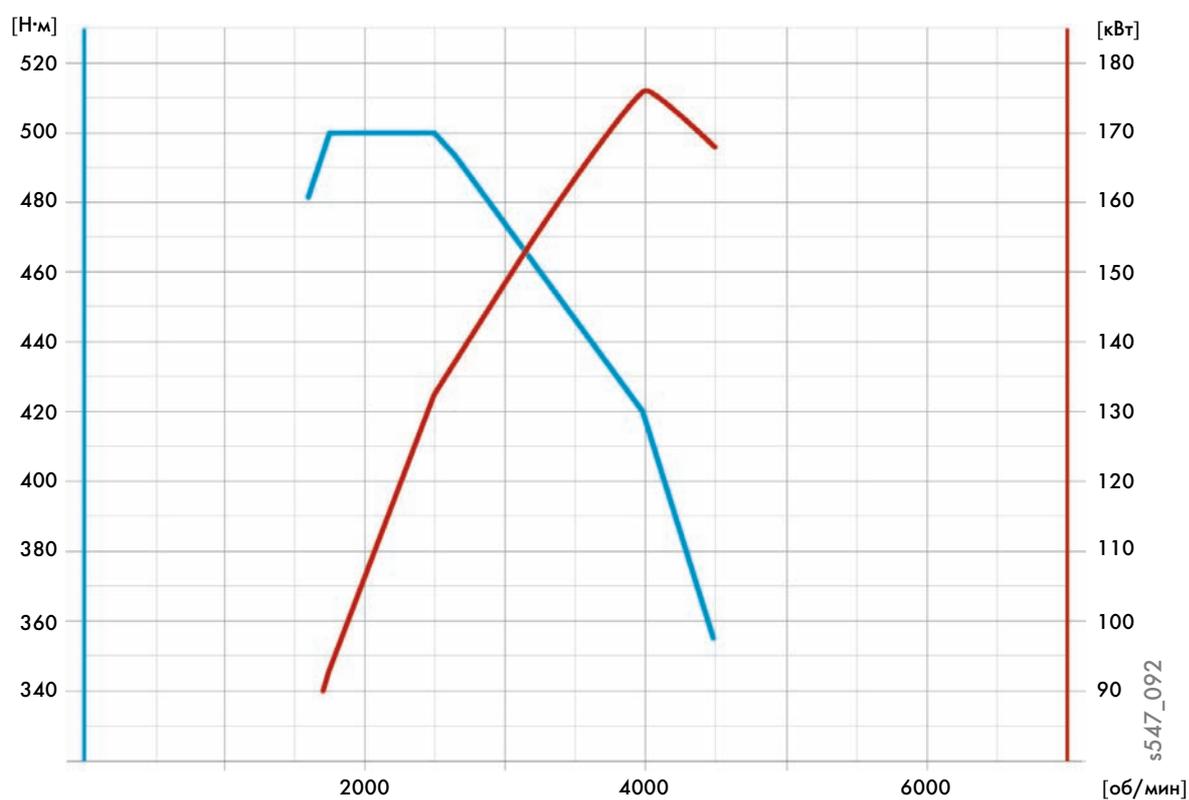


s547\_070

## Технические данные

Буквенное обозначение двигателя	CUAA
Тип	4-цилиндровый, рядный
Рабочий объём	1968 см <sup>3</sup>
Диаметр цилиндра	81,0 мм
Ход поршня	95,5 мм
Число клапанов на цилиндр	4
Степень сжатия	15,5 : 1
Порядок работы цилиндров	1 - 3 - 4 - 2
Макс. мощность	176 кВт при 4000 об/мин
Макс. крутящий момент	500 Н·м в диапазоне 1750–2500 об/мин
Система управления двигателя	Bosch EDC 17
Топливо	дизельное по DIN EN590
Нейтрализация ОГ	двухконтурная система рециркуляции ОГ, окислительный катализатор, сажевый фильтр, система SCR
Экологический класс	Евро-6

## Внешняя скоростная характеристика

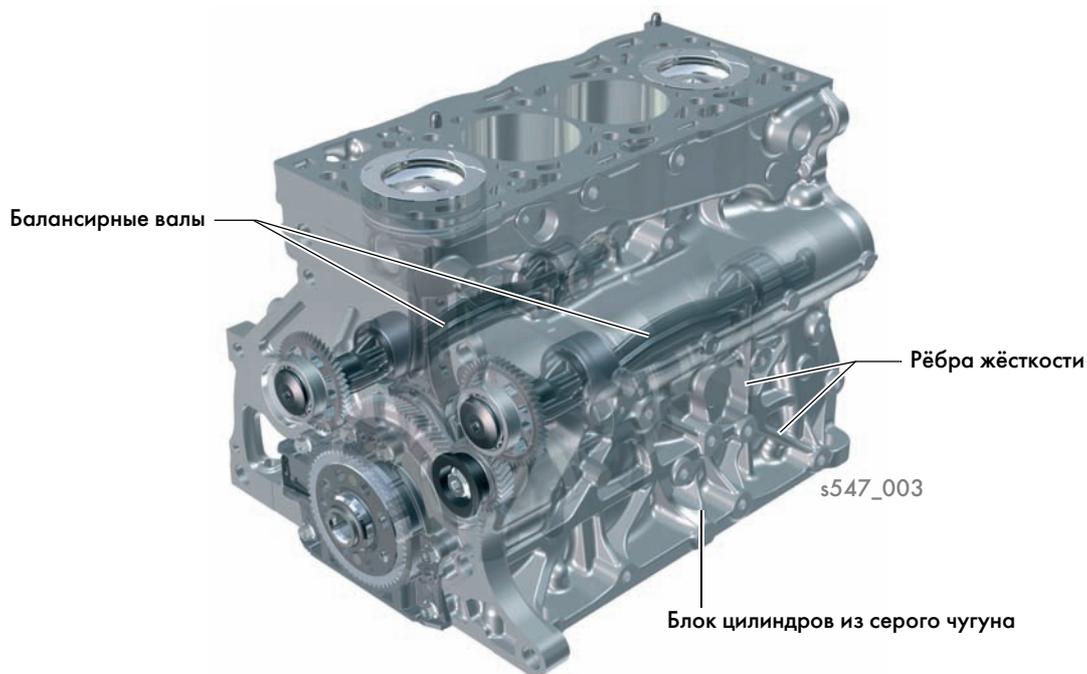


# Механическая часть двигателя

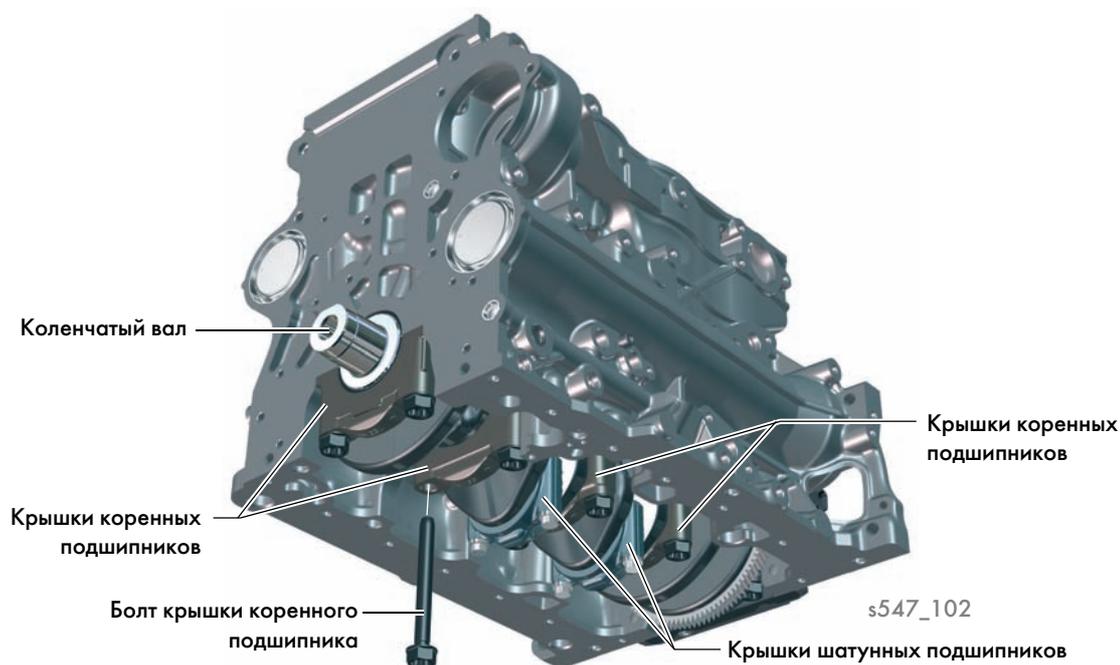
## Блок цилиндров

Конструкция блока цилиндров базируется на двигателях 2,0 л TDI семейства EA288 (с одним турбонагнетателем).

Блок цилиндров изготовлен из серого чугуна с пластинчатым графитом. Модификация рёбер жёсткости на блоке цилиндров позволила повысить жёсткость блока и улучшить его акустические характеристики.



В связи с увеличившимися нагрузками болты крышек коренных подшипников имеют большую длину и вкручиваются на большую глубину в блок цилиндров.



# Кривошипно-шатунный механизм

## Коленчатый вал

Кованый пятипорный коленвал с четырьмя противовесами изготовлен из конструкционной легированной стали (42CrMoS4). На коленчатый вал напрессованы горячим методом шестерня для привода балансирных валов и зубчатый шкив привода масляного насоса.

## Поршни

Поршни изготавливаются из алюминиевого сплава и имеют модифицированную камеру сгорания. Расположенная по центру днища камера сгорания для двигателя Biturbo была увеличена для снижения степени сжатия до 15,5:1 (на двигателе с одним турбонагнетателем 110 кВт — 16,2:1). Внутри поршня имеется кольцевой канал, в который впрыскивается масло из форсунок, установленных в блоке цилиндров.

Масляные форсунки имеют повышенную пропускную способность для улучшения охлаждающей способности поршней. Кольцевой канал также был оптимизирован и располагается теперь выше в головке поршня, благодаря чему улучшается охлаждение днища поршня и камеры сгорания в нём.



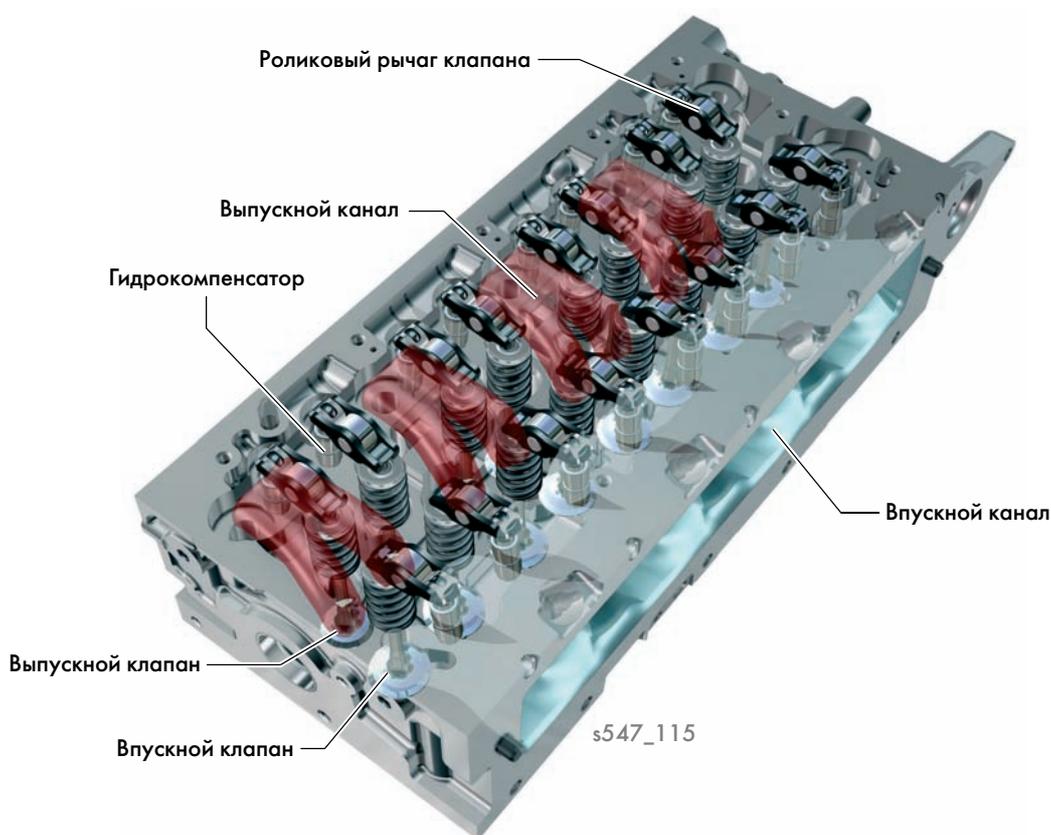
# Механическая часть двигателя

## Головка блока цилиндров

Головка блока цилиндров с 4 клапанами на цилиндр выполнена из алюминиевого сплава.

Привод клапанов осуществляется роликовыми рычагами с гидрокомпенсаторами. Для уменьшения потерь давления наддувочного воздуха и увеличения пропускной способности сечение впускных каналов увеличено, а сами каналы сделаны более прямыми.

Клапаны расположены в классической конфигурации, то есть впускные клапаны с одной стороны, со стороны впуска, а выпускные клапаны — с другой, со стороны выпуска.



### Поперечный проток охлаждающей жидкости

Для охлаждения ГБЦ используется схема с поперечным протоком охлаждающей жидкости и разделением на верхнюю и нижнюю рубашки охлаждения.

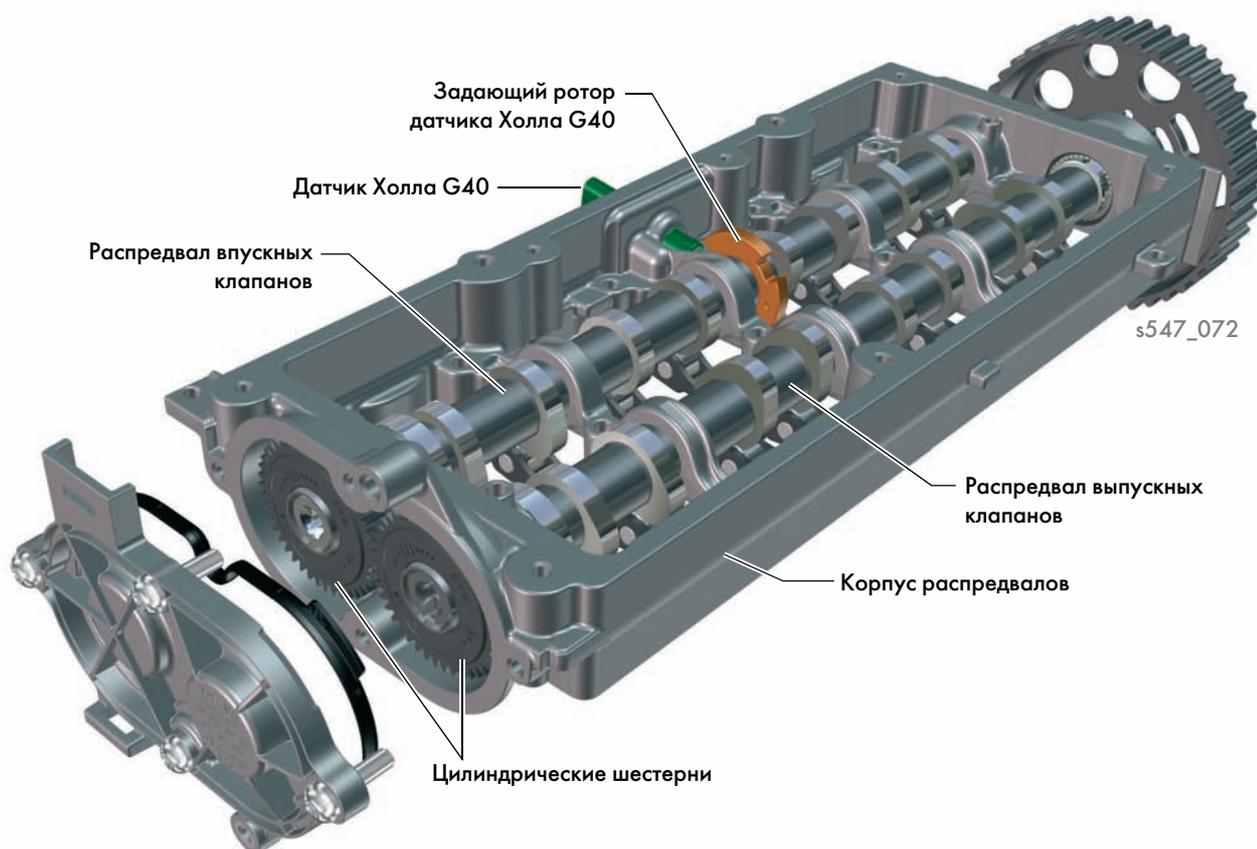
Каналы охлаждающей жидкости между впускными каналами улучшают охлаждение ГБЦ.



## Корпус распредвалов

Оба распредвала, впускных и выпускных клапанов, установлены в одном, общем корпусе распредвалов. Распредвал выпускных клапанов приводится зубчатым ремнём от коленвала (привод ГРМ). Распредвал впускных клапанов приводится от распредвала выпускных клапанов через пару цилиндрических шестерён.

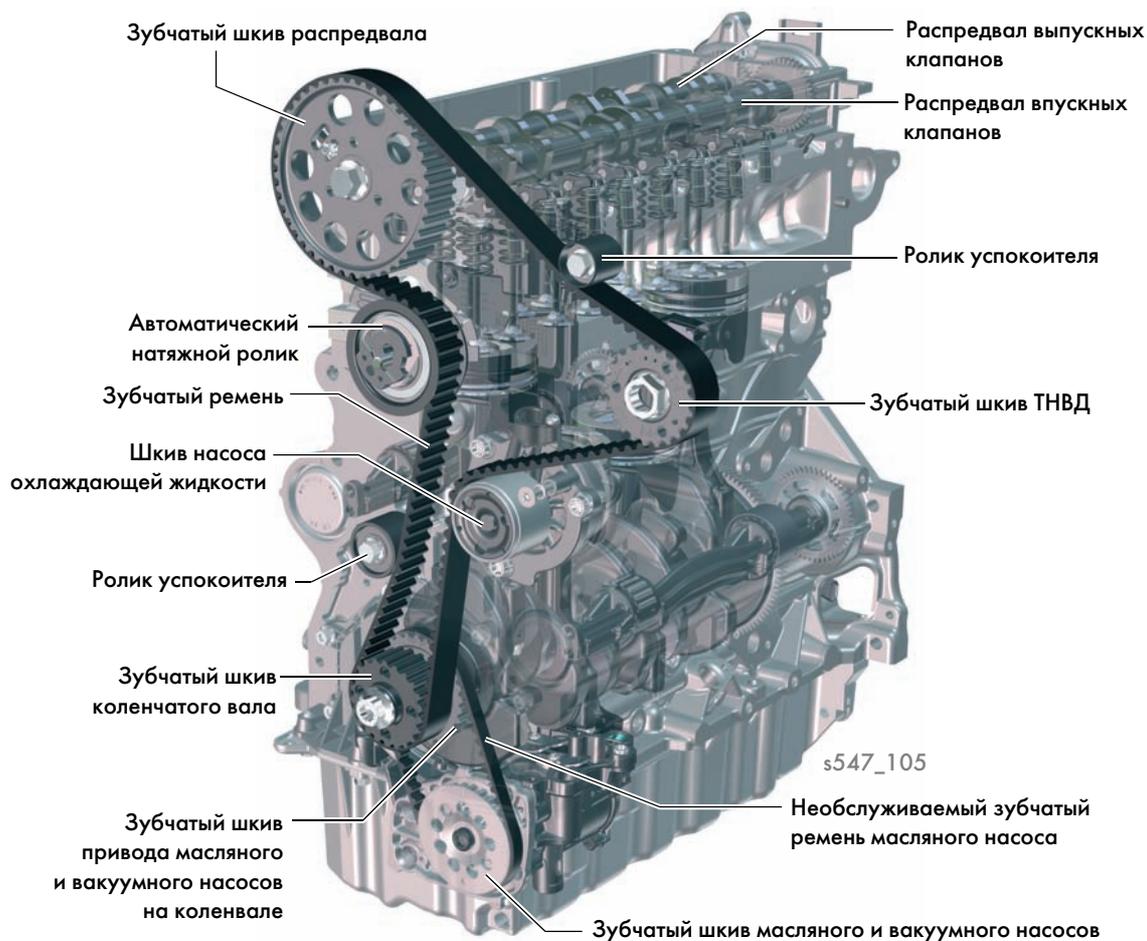
На распредвале впускных клапанов установлен задающий ротор датчика Холла G40. Датчик Холла вставляется в корпус распредвалов сбоку и крепится к нему винтом.



# Механическая часть двигателя

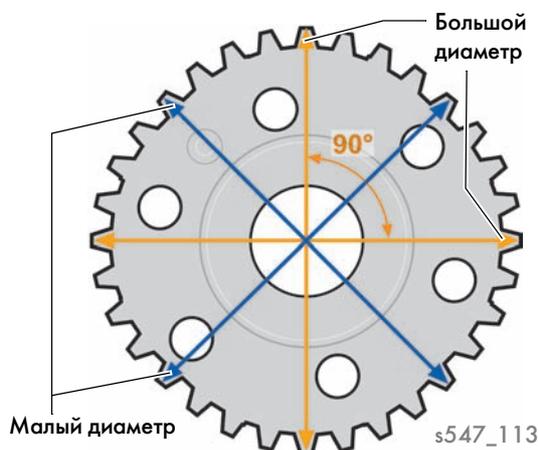
## Привод ГРМ зубчатым ремнём

Зубчатый ремень привода ГРМ приводит распредвал выпускных клапанов, двухплунжерный ТНВД системы Common Rail и насос охлаждающей жидкости. В связи с более высокими нагрузками в приводе зубчатый ремень был усилен.



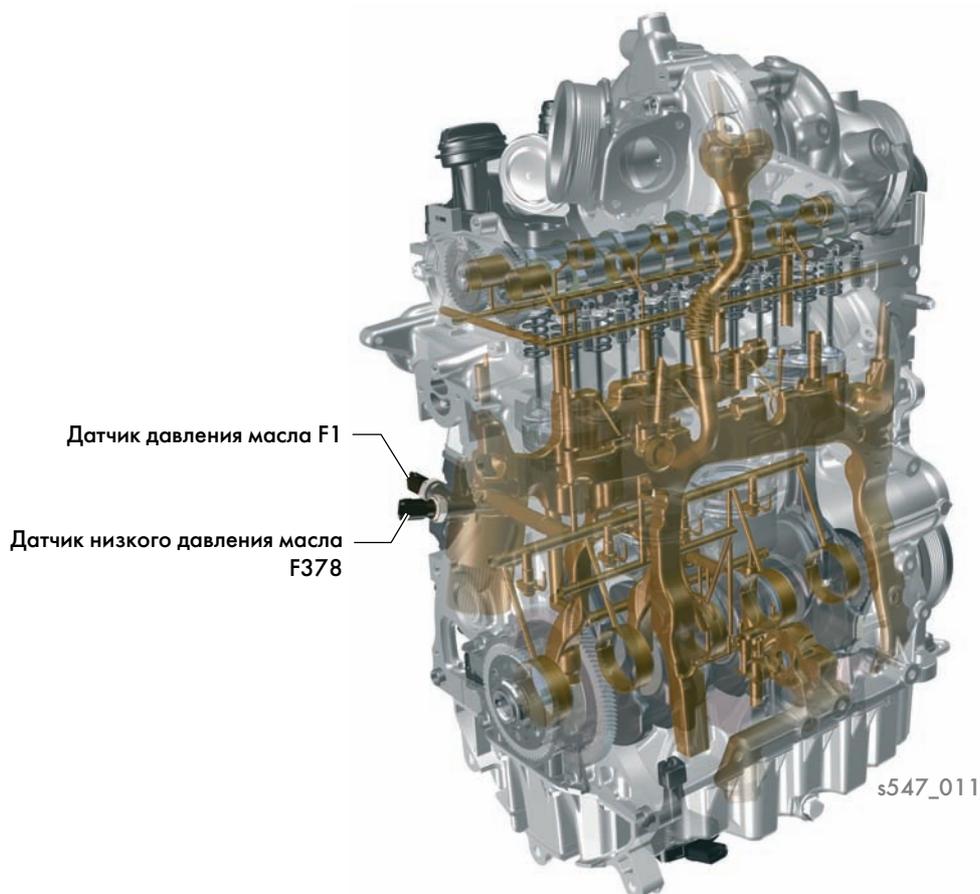
### Зубчатый шкив коленчатого вала

В результате использования двухплунжерного ТНВД максимальное усилие передаётся зубчатым ремнём четыре раза за один оборот коленвала. Для уменьшения максимальных нагрузок на зубчатый ремень на коленвале устанавливается так называемый биовальный зубчатый шкив. Такой шкив фактически реализует переменное передаточное отношение ремённой передачи, уменьшая тем самым максимальные нагрузки в зубчатом ремне.



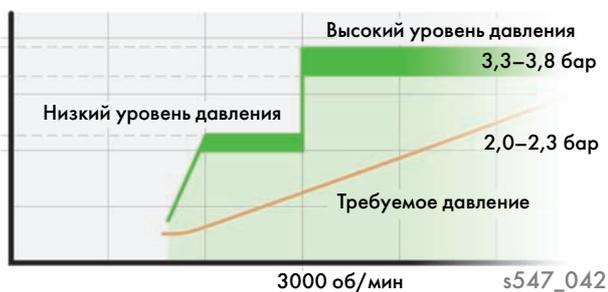
## Система смазки

Давление масла в системе смазки создаётся шибберным масляным насосом с регулируемой производительностью, который может работать с двумя уровнями давления. Масляный насос приводится необслуживаемым зубчатым ремнём от коленвала. Масляный насос обеспечивает подачу достаточного количества масла к кривошипно-шатунному и газораспределительному механизмам, а также к турбонагнетателям высокого и низкого давления.



### Регулирование давления масла

Работа масляного насоса регулируется с помощью двух уровней давления. Переход от низкого уровня давления (2,0–2,3 бар) к высокому (3,3–3,8 бар) происходит при достижении 3000 об/мин.



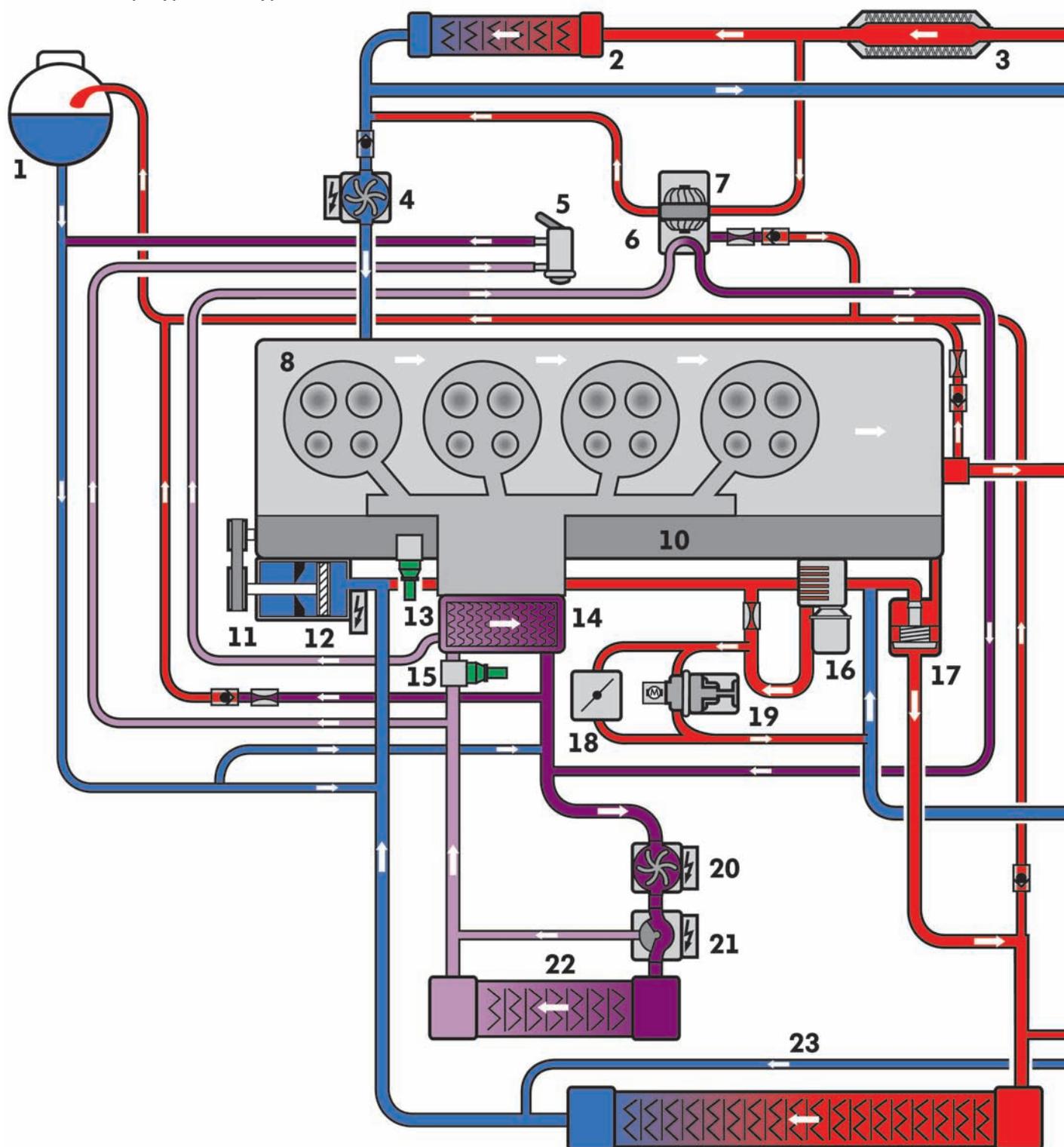
Для улучшения процесса обкатки нового двигателя в первую 1000 км пробега масляный насос работает только с высоким уровнем давления. После установки новых узлов, например двигателя, блока цилиндров, ГБЦ, корпуса распредвалов и турбонагнетателей, регулирование давления масла также необходимо установить на высокий уровень давления в течение первой 1000 км пробега. Режим только высокого уровня давления устанавливается с помощью диагностического тестера.

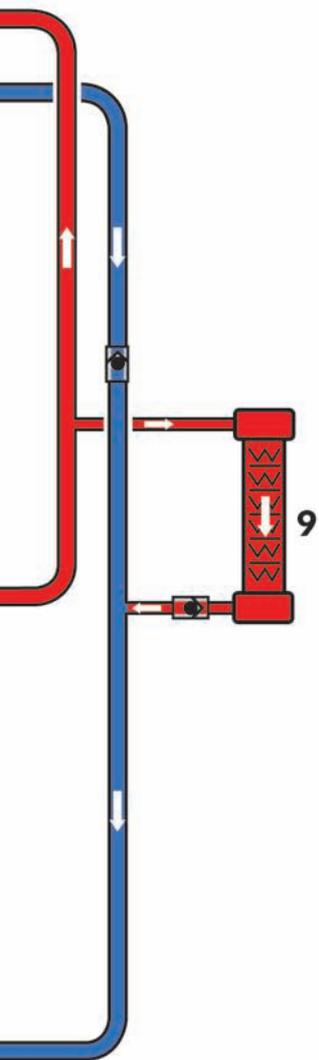
# Механическая часть двигателя

## Система охлаждения с терморегулированием

Контур системы охлаждения состоит из трёх подконтуров:

- микроконтур;
- высокотемпературный контур;
- низкотемпературный контур.





### Условные обозначения

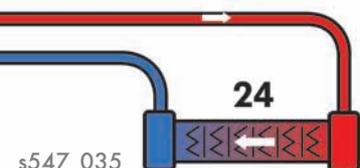
- 1 Расширительный бачок
- 2 Теплообменник отопителя
- 3 Радиатор системы рециркуляции ОГ
- 4 Насос ОЖ высокотемпературного контура V467
- 5 Форсунка восстановителя N474
- 6 Корпус насосной секции турбонагнетателя низкого давления
- 7 Корпус подшипников турбонагнетателя низкого давления
- 8 Головка блока цилиндров
- 9 Масляный радиатор коробки передач
- 10 Блок цилиндров
- 11 Отключаемый насос охлаждающей жидкости
- 12 Клапан контура ОЖ головки блока цилиндров N489
- 13 Датчик температуры охлаждающей жидкости G62
- 14 Интеркулер
- 15 Датчик температуры G18
- 16 Масляный радиатор двигателя
- 17 Термостат
- 18 Блок воздушной заслонки GX3
- 19 Исполнительный электродвигатель системы рециркуляции ОГ GX5
- 20 Насос ОЖ низкотемпературного контура V468
- 21 Исполнительный механизм системы терморегулирования двигателя N493
- 22 Радиатор контура охлаждения наддувочного воздуха
- 23 Радиатор охлаждающей жидкости
- 24 Дополнительный радиатор ОЖ



Дроссель



Обратный клапан



Заправка системы охлаждающей жидкостью и удаление из системы воздуха должны выполняться с помощью приспособления для заправки системы охлаждения VW6096 и диагностического тестера, режим «Ведомые функции»: при работах с системой охлаждения обязательно соблюдать указания в ELSA!

Дополнительную информацию по функциям контура системы охлаждения можно найти в программе самообучения 514 «Новое семейство дизельных двигателей EA288».

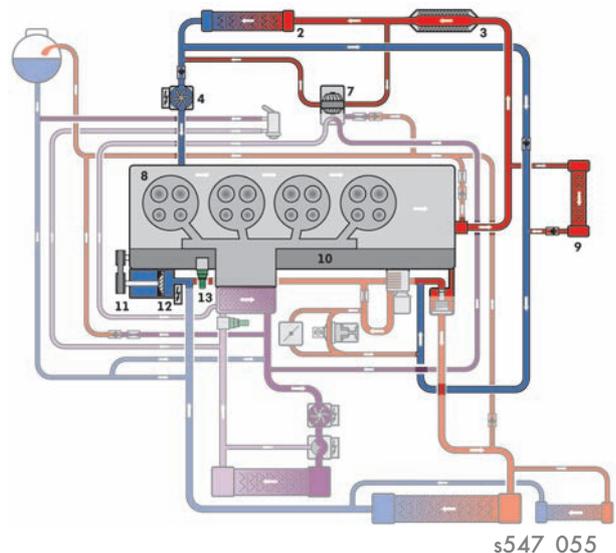
# Механическая часть двигателя

## Микроконтур

При холодном двигателе циркуляция охлаждающей жидкости по микроконтур обеспечивает быстрый прогрев двигателя и салона автомобиля.

Охлаждающая жидкость протекает при этом через следующие компоненты:

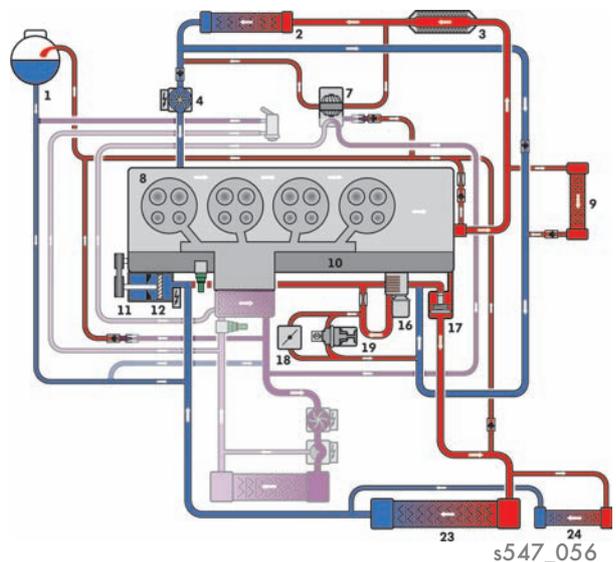
- теплообменник отопителя (2);
- радиатор системы рециркуляции ОГ (3);
- насос ОЖ для высокотемпературного контура V467 (4);
- корпус подшипников турбоагнетателя низкого давления (7);
- головка блока цилиндров (8);
- масляный радиатор КП (9);
- блок цилиндров (10);
- отключаемый насос охлаждающей жидкости (11);
- клапан контура ОЖ головки блока цилиндров N489 (12);
- датчик температуры ОЖ G62 (13).



## Высокотемпературный контур

Когда охлаждающая жидкость прогревается до температуры примерно 92 °С, открывается термостат. Охлаждающая жидкость протекает при этом через следующие компоненты:

- расширительный бачок (1);
- теплообменник отопителя (2);
- радиатор системы рециркуляции ОГ (3);
- насос ОЖ для высокотемпературного контура V467 (4);
- корпус подшипников турбоагнетателя низкого давления (7);
- головка блока цилиндров (8);
- масляный радиатор КП (9);
- блок цилиндров (10);
- отключаемый насос охлаждающей жидкости (11);
- клапан контура ОЖ головки блока цилиндров N489 (12);
- датчик температуры ОЖ G62 (13);
- масляный радиатор двигателя (16);
- термостат (17);
- блок воздушной заслонки GX3 (18);
- исполнительный электродвигатель системы рециркуляции ОГ GX5 (19);
- радиатор охлаждающей жидкости (23);
- дополнительный радиатор для ОЖ (24).

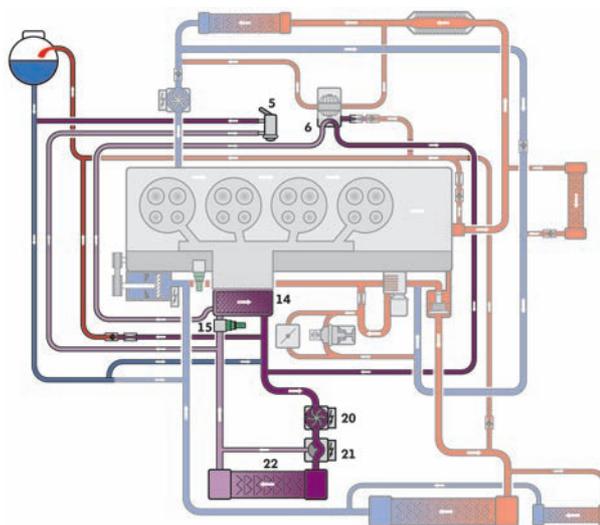


## Низкотемпературный контур

Низкотемпературный контур служит для охлаждения в интеркулере поступающего в цилиндры воздуха до температуры примерно 45 °С.

Охлаждающая жидкость протекает при этом через следующие компоненты:

- форсунка восстановителя N474 (5);
- корпус насосной секции турбонагнетателя низкого давления (6);
- интеркулер (14);
- датчик температуры G18 (15);
- насос ОЖ для низкотемпературного контура V468 (20);
- исполнительный механизм системы регулирования температуры двигателя N493 (21);
- радиатор контура охлаждения наддувочного воздуха (22).



s547\_057

## Датчик температуры G18

Датчик температуры G18 установлен в контуре ОЖ непосредственно перед интеркулером. Он измеряет температуру ОЖ на входе в интеркулер.

### Использование сигнала

На основании этого сигнала блок управления двигателя рассчитывает требуемое положение исполнительного механизма системы терморегулирования двигателя N493.

### Последствия при выходе из строя

При отсутствии сигнала исполнительный механизм системы терморегулирования двигателя N493 приводится в положение «Интеркулер», что означает, что вся циркулирующая в контуре ОЖ проходит через радиатор контура охлаждения наддувочного воздуха (т. е. контура охлаждения интеркулера).



Датчик температуры G18

s547\_074

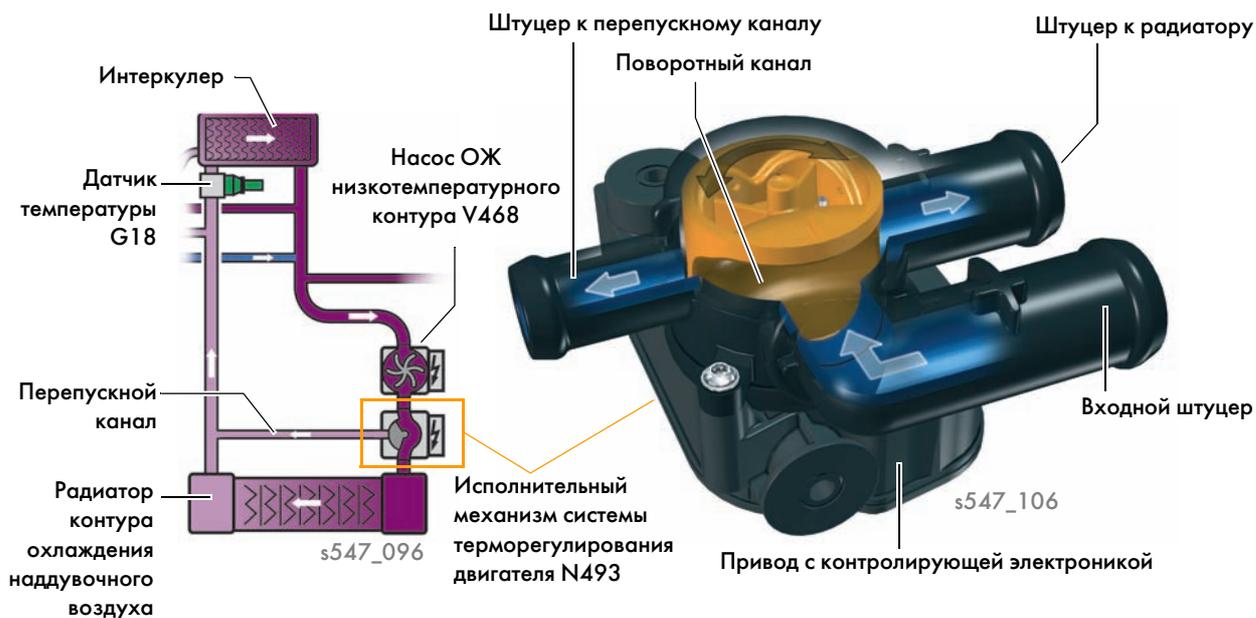
# Механическая часть двигателя

## Исполнительный механизм системы терморегулирования двигателя N493

В двигателях EA288-TDI с одним турбонагнетателем температура охлаждающей жидкости в низкотемпературном контуре регулируется с помощью электрического насоса ОЖ. В двигателе 2,0 л TDI-Biturbo за регулирование температуры охлаждающей жидкости отвечает исполнительный механизм системы терморегулирования двигателя N493.

Регулирование с помощью такого исполнительного механизма имеет следующие преимущества:

- необходимая температура ОЖ может быть установлена быстро и точно;
- меньшие различия в температуре охлаждающей жидкости и наддувочного воздуха обуславливают и меньшие тепловые нагрузки на интеркулер;
- электрический насос ОЖ в низкотемпературном контуре включён практически всегда на полную производительность, обеспечивая тем самым постоянно высокий поток ОЖ через интеркулер. Таким образом, тепло всегда отводится от интеркулера, и предотвращается образование «тепловой пробки».



### Принцип действия исполнительного механизма системы терморегулирования двигателя N493

Поворотный элемент исполнительного механизма системы терморегулирования двигателя N493 поворачивается в зависимости от нагрузки двигателя и от температуры охлаждающей жидкости в низкотемпературном контуре. Чем больше поворотный элемент повернут в сторону перепускного канала, тем большая часть потока охлаждающей жидкости проходит, минуя радиатор. Охлаждающая жидкость, не проходящая

через радиатор, соответственно, не охлаждается. Исполнительный механизм с контролирующей электроникой N493 может бесступенчато устанавливать поворотный элемент в любое положение между двумя крайними положениями. С помощью датчика перемещения в исполнительном механизме контролирующая электроника регистрирует фактическое положение поворотного элемента и передаёт эти данные в блок управления двигателя.

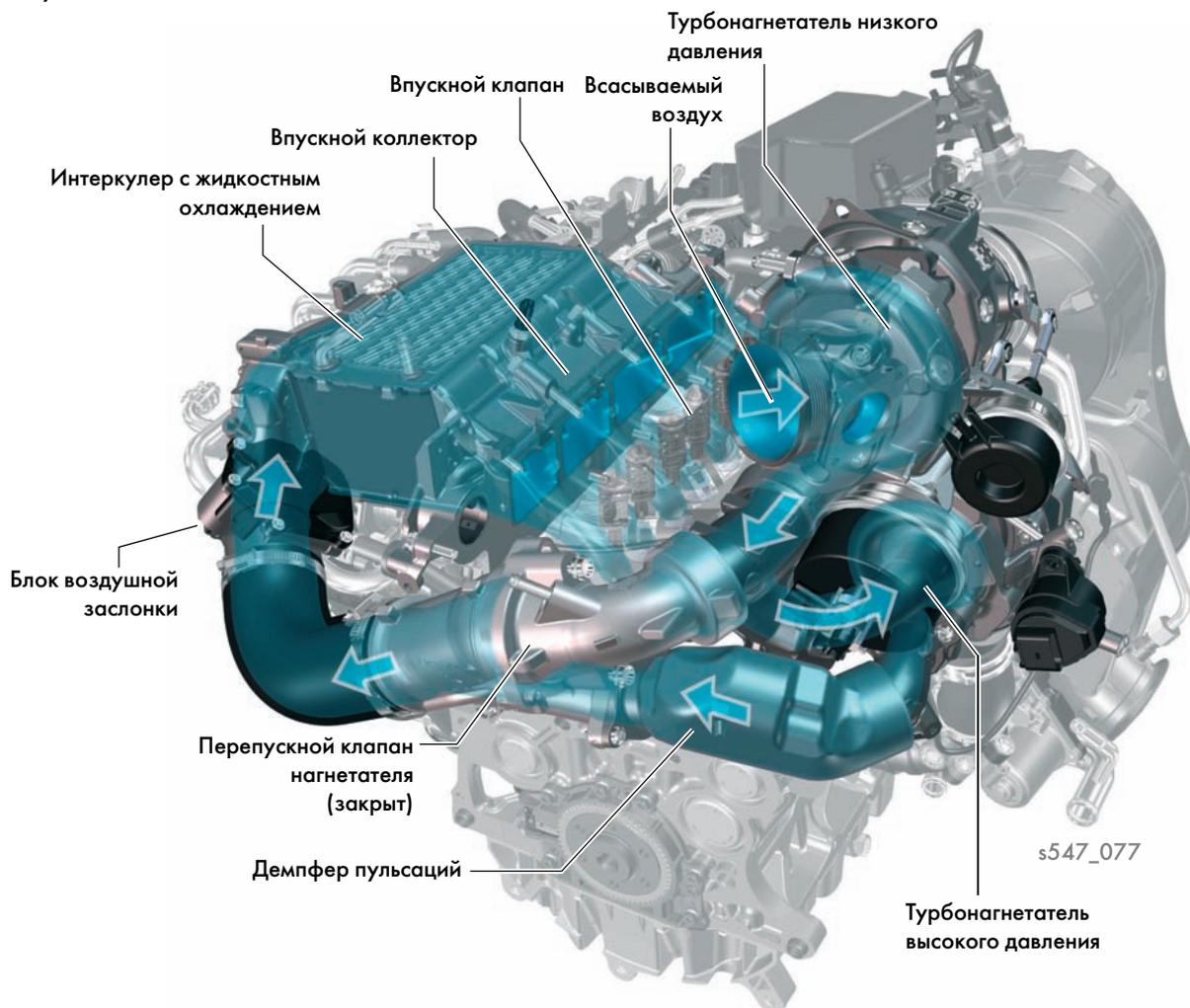
## Впускной тракт

Тракт наддувочного воздуха сконструирован таким образом, чтобы обеспечить как можно более короткие пути и как можно большие поперечные сечения. Это позволило свести потери давления к минимуму. Компактность тракта наддувочного воздуха означает также его малый объём, что обеспечивает исключительно быстрое создание в нём требуемого давления.

В тракт наддувочного воздуха входят следующие компоненты:

- воздушный фильтр;
- турбокомпрессор низкого давления;
- турбокомпрессор высокого давления;
- воздухопроводы наддувочного воздуха;
- демпфер пульсаций;
- перепускной клапан компрессора;
- блок воздушной заслонки;
- впускной коллектор с интеркулером;
- впускные каналы оптимизированной геометрии во впускном коллекторе;
- впускные клапаны.

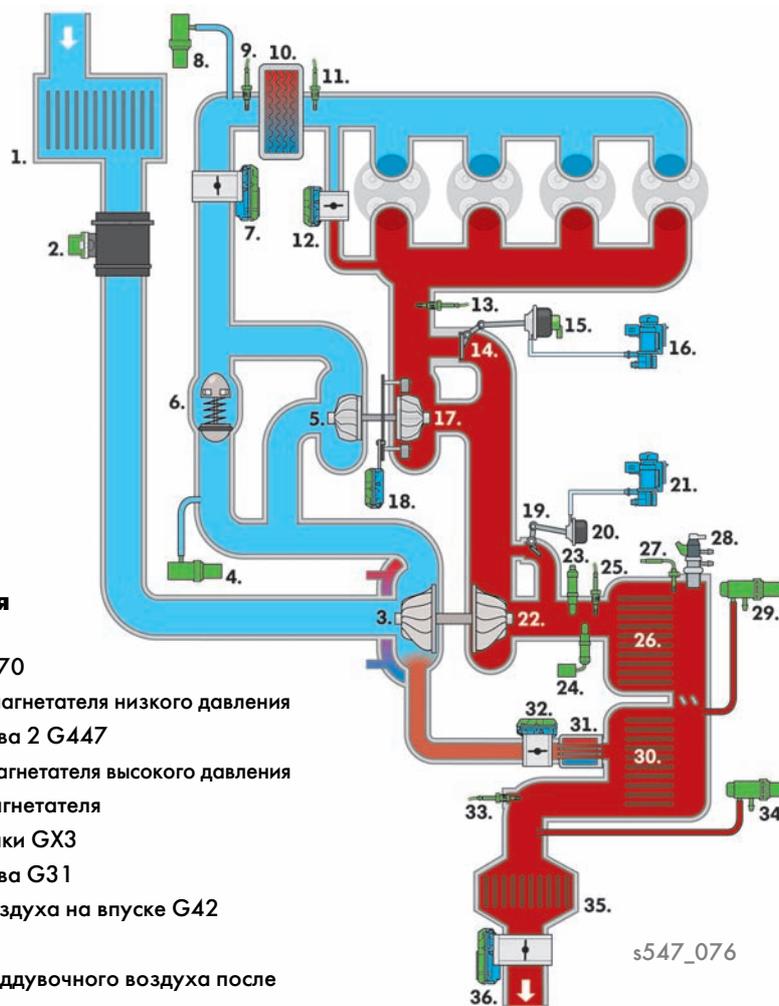
Тракт наддувочного воздуха подвергается действию достаточно высокого давления, до 3,8 бар (абсолютное), а также высоким температурным нагрузкам. Поэтому в его конструкции практически нет шлангов, а используются воздухопроводы, стойкие к воздействию температур и давлений.



# Механическая часть двигателя

В двигателе 2,0 л TDI-Biturbo давление наддува создаётся двумя последовательно включёнными турбонагнетателями.

При низких оборотах двигателя всасываемый воздух сначала предварительно сжимается турбонагнетателем низкого давления, а затем доводится до окончательного давления турбонагнетателем высокого давления (двухступенчатый режим). На высоких оборотах двигателя необходимое давление создаётся одним только турбонагнетателем низкого давления (одноступенчатый режим).



## Условные обозначения

- |    |   |    |   |
|----|---|----|---|
| 1  | Воздушный фильтр  | 23 | Лямбда-зонд 1 перед нейтрализатором GX10                    |
| 2  | Расходомер воздуха G70  | 24 | Датчик NOx G295   |
| 3  | Насосное колесо турбонагнетателя низкого давления                           | 25 | Датчик температуры ОГ 2 G448                                |
| 4  | Датчик давления наддува 2 G447  | 26 | Окислительный нейтрализатор                                 |
| 5  | Насосное колесо турбонагнетателя высокого давления                          | 27 | Датчик температуры ОГ 3 G495                                |
| 6  | Перепускной клапан нагнетателя  | 28 | Форсунка восстановителя N474                                |
| 7  | Блок воздушной заслонки GX3   | 29 | Датчик перепада давления G505                               |
| 8  | Датчик давления наддува G31   | 30 | Сажевый фильтр  |
| 9  | Датчик температуры воздуха на впуске G42                                    | 31 | Радиатор системы рециркуляции ОГ                            |
| 10 | Интеркулер  | 32 | Исполнительный электродвигатель системы рециркуляции ОГ GX6 |
| 11 | Датчик температуры наддувочного воздуха после интеркулера G811              | 33 | Датчик температуры ОГ 4 G648                                |
| 12 | Исполнительный электродвигатель системы рециркуляции ОГ GX5                 | 34 | Датчик давления 2 в системе рециркуляции ОГ G692            |
| 13 | Датчик температуры ОГ 1 G235  | 35 | Нейтрализатор NH3   |
| 14 | Заслонка перепускного канала ОГ   | 36 | Блок заслонки ОГ J883                                       |
| 15 | Пневматический привод с датчиком положения регулятора давления наддува G581 |    |   |
| 16 | Клапан переключения турбонагнетателей N529                                  |    |   |
| 17 | Турбинное колесо турбонагнетателя высокого давления                         |    |   |
| 18 | Блок турбонагнетателя 1 J724  |    |   |
| 19 | Перепускной клапан (т. н. клапан вестгейт)                                  |    |   |
| 20 | Пневматический привод для перепускного клапана вестгейт                     |    |   |
| 21 | Электромагнитный клапан ограничения давления наддува N75                    |    |   |
| 22 | Турбинное колесо турбонагнетателя низкого давления                          |    |   |

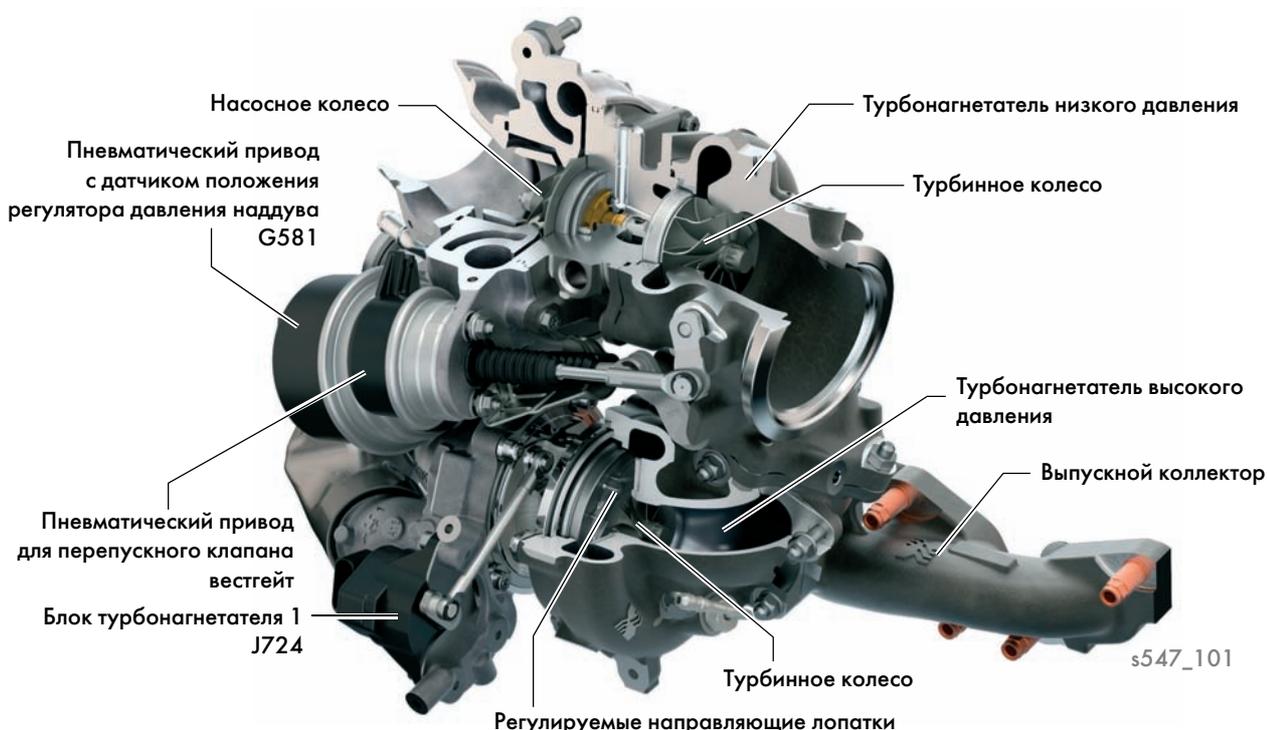
## Система турбонагнетателей

Вновь разработанная система турбонагнетателей обеспечивает быстрое создание давления уже при низких оборотах двигателя, быструю реакцию на увеличение нагрузки и высокий крутящий момент.

Благодаря высокому давлению наддува, до 3,8 бар (абсолютное), достигается высокая удельная мощность при высоких оборотах двигателя.

Особенности системы турбонагнетателей:

- турбонагнетатель высокого давления с турбинным и насосным колёсами малого диаметра и с поворотными направляющими лопатками с электроприводом. Он обеспечивает быструю реакцию турбонаддува при малых оборотах двигателя;
- турбонагнетатель низкого давления с турбинным и насосным колёсами большого диаметра. Он обеспечивает высокое давление наддува при высоких оборотах двигателя. Тем самым при высоких оборотах достигается высокая мощность двигателя;
- компактность: оба турбонагнетателя, высокого и низкого давления, установлены непосредственно на выпускном коллекторе;
- в случае ремонта турбонагнетателя, пневматический привод с датчиком положения регулятора давления наддува и блок турбонагнетателя 1 J724 могут заменяться отдельно.



Названия турбонагнетателей высокого и низкого давления базируются на их ролях в создании давления наддува в двухступенчатом режиме, когда турбонагнетатель низкого давления работает как первая ступень создания давления («низкое давление»), а турбонагнетатель высокого — как вторая ступень («высокое давление»).

# Механическая часть двигателя

## Турбонагнетатель низкого давления

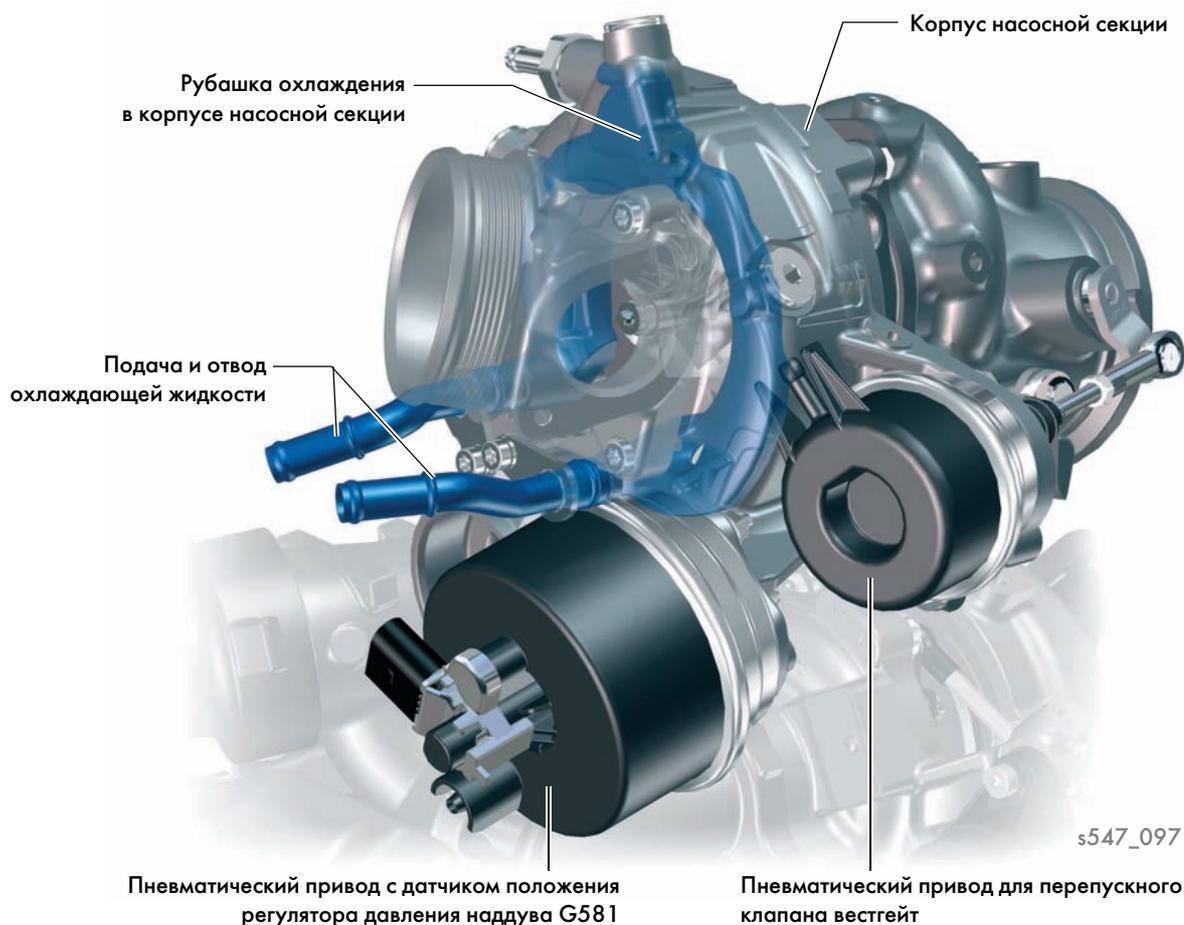
Турбонагнетатель низкого давления расположен над турбонагнетателем высокого давления и включён в тракт выпуска ОГ за ним.

Турбинное и насосное колёса турбонагнетателя низкого давления имеют больший диаметр, чем у турбонагнетателя высокого давления. В результате на высоких оборотах, то есть при интенсивном потоке ОГ, обеспечивается более высокое давление наддува, до 3,8 бар (абсолютное). Частота вращения турбины достигает при этом 165 000 об/мин.

### Корпус насосной секции с рубашкой охлаждения

В режиме полной нагрузки двигателя температура воздуха во впускном тракте может повышаться до 230 °С.

Для охлаждения корпуса насосной секции турбонагнетателя низкого давления в нём предусмотрена рубашка охлаждения, через которую циркулирует охлаждающая жидкость. Рубашка в корпусе насосной секции включена в низкотемпературный контур системы охлаждения. Охлаждение корпуса насосной секции предотвращает чрезмерный нагрев насосного колеса, который мог бы привести к его повреждению.



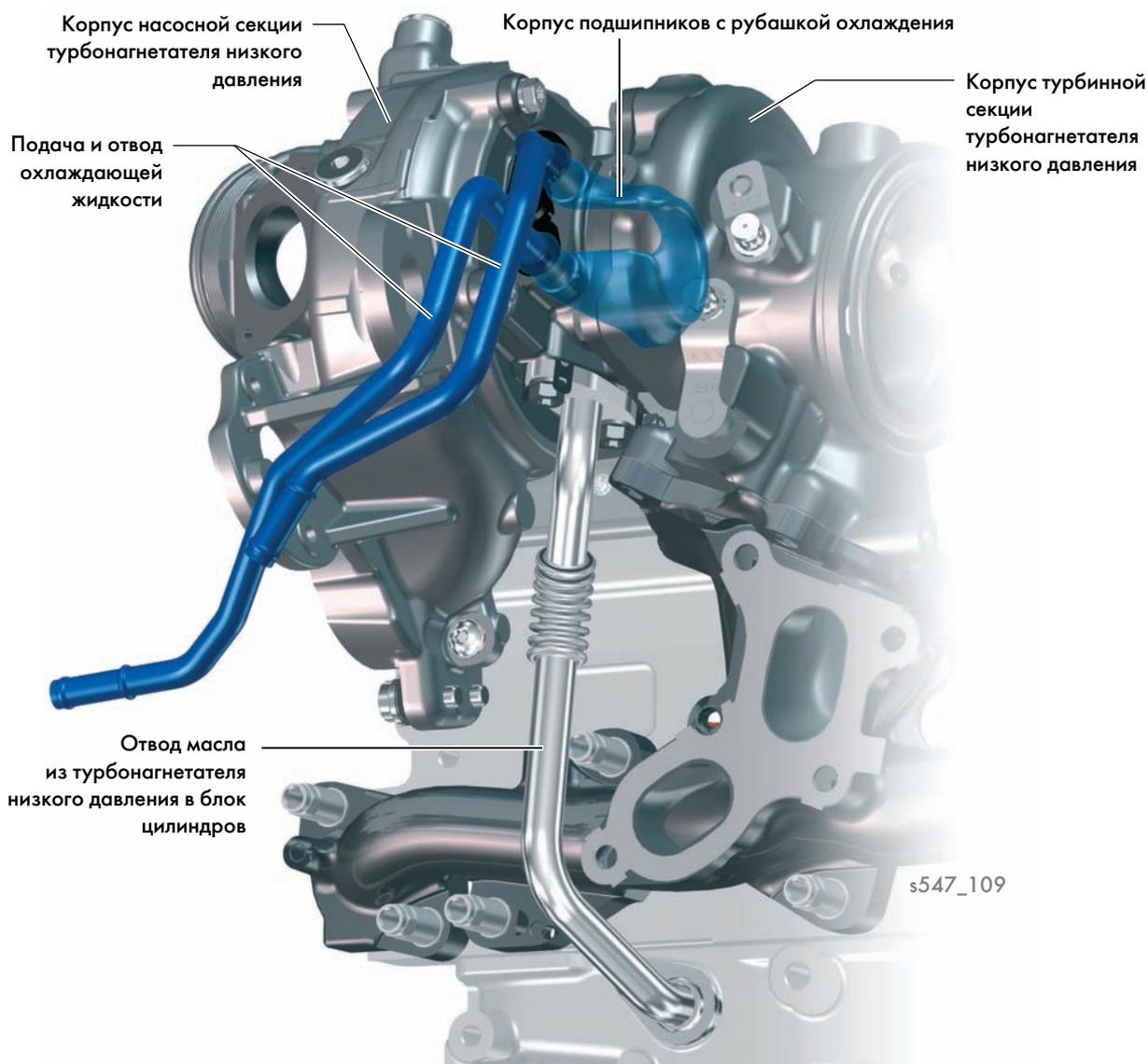
### Корпус подшипников с рубашкой охлаждения

Увеличение мощности новых двигателей, сопровождаемое ростом температуры ОГ, приводит и к возрастанию тепловой нагрузки на турбонагнетатели. Поэтому в новой системе помимо масляного охлаждения подшипников скольжения и охлаждения корпуса насосной секции охлаждающей жидкостью предусмотрено также жидкостное охлаждение и корпуса подшипников. Охлаждение корпуса подшипников охлаждающей жидкостью двигателя уменьшает количество тепла, воспринимаемого маслом двигателя.

Кроме того, после выключения двигателя электрический насос ОЖ высокотемпературного контура V476 может оставаться включённым до 15 минут.

Продолжение охлаждения обеспечивает отвод тепла из турбонагнетателя низкого давления, предотвращая возможное закоксовывание моторного масла и повреждение подшипников скольжения.

Рубашка охлаждения корпуса подшипников включена в микроконтур системы охлаждения двигателя.



# Механическая часть двигателя

## Турбонагнетатель высокого давления

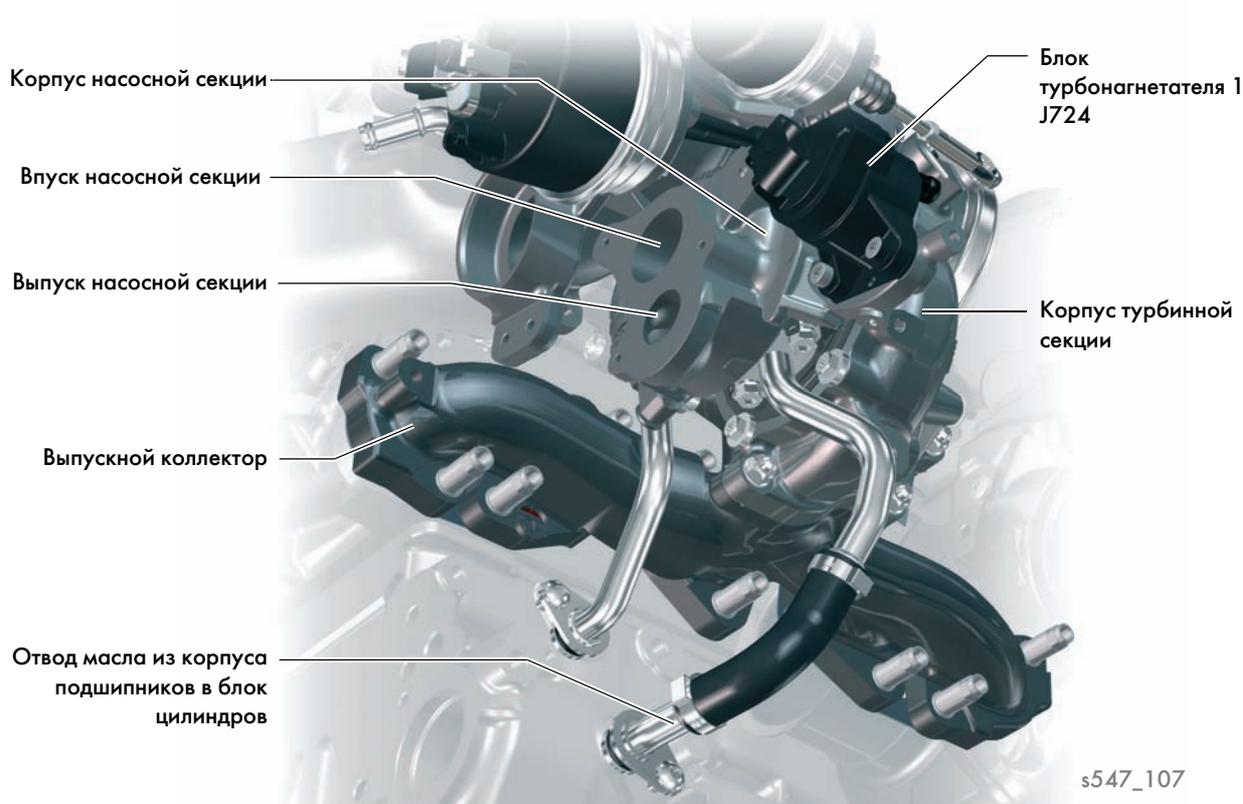
Турбонагнетатель высокого давления крепится болтами непосредственно к выпускному коллектору и находится под турбонагнетателем низкого давления. Турбонагнетатель высокого давления создаёт давление наддува при низких оборотах двигателя, то есть в двухступенчатом режиме.

Турбинное и насосное колёса турбонагнетателя высокого давления имеют меньший размер, чем у турбонагнетателя низкого давления. Малый размер и момент инерции турбинного и насосного колёс в совокупности с поворотными направляющими лопатками турбины с электрическим приводом позволяют быстро создавать требуемое давление наддува уже в диапазоне низких оборотов двигателя.

Это обеспечивает быструю реакцию двигателя на увеличение нагрузки и высокий крутящий момент в диапазоне низких оборотов двигателя. Частота вращения турбины турбонагнетателя высокого давления может при этом достигать 240 000 об/мин. Подшипники скольжения смазываются и охлаждаются маслом двигателя.

Изменение положения направляющих лопаток турбины осуществляется электрически, с помощью блока турбонагнетателя 1 J724.

Электрический привод поворота направляющих лопаток работает точнее и быстрее, чем пневматический.



Дополнительную информацию по устройству и работе турбонагнетателя можно найти в программе самообучения 190 «Турбонагнетатель с изменяемой геометрией».

## Заслонка перепускного канала ОГ

Заслонка перепускного канала ОГ служит для переключения между двухступенчатым и одноступенчатым режимами.

Заслонка перепускного канала ОГ установлена в турбоагнетателе низкого давления. Чем больше степень открытия заслонки перепускного канала ОГ, тем большая часть потока ОГ направляется непосредственно к турбине турбоагнетателя низкого давления. Заслонка перепускного канала ОГ задействуется клапаном переключения турбоагнетателей N529 и пневматическим приводом с датчиком положения регулятора давления наддува G581.

Перемещение происходит пневматически, с помощью разрежения. При отсутствии разрежения в пневматическом приводе заслонка перепускного канала открыта.



## Перепускной клапан (т. н. клапан вестгейт)

Перепускной клапан вестгейт установлен в турбоагнетателе низкого давления.

Он служит для регулирования давления наддува, создаваемого турбоагнетателем низкого давления в одноступенчатом режиме. Когда перепускной клапан вестгейт открыт, часть потока ОГ не попадает на турбину турбоагнетателя низкого давления, а проходит в обход неё по перепускному каналу за турбиной.

При температуре 20 °С и на уровне моря перепускной клапан вестгейт открыт на 50 %, что обеспечивает «резервный запас» для создания давления наддува при более высоких температурах и на больших высотах. Перепускной клапан вестгейт задействуется электромагнитным клапаном ограничения давления наддува N75

и пневматическим приводом для перепускного клапана вестгейт. Перемещение происходит пневматически, с помощью разрежения.

При отсутствии в пневматическом приводе разрежения перепускной клапан вестгейт открыт.



# Механическая часть двигателя

## Перепускной клапан нагнетателя

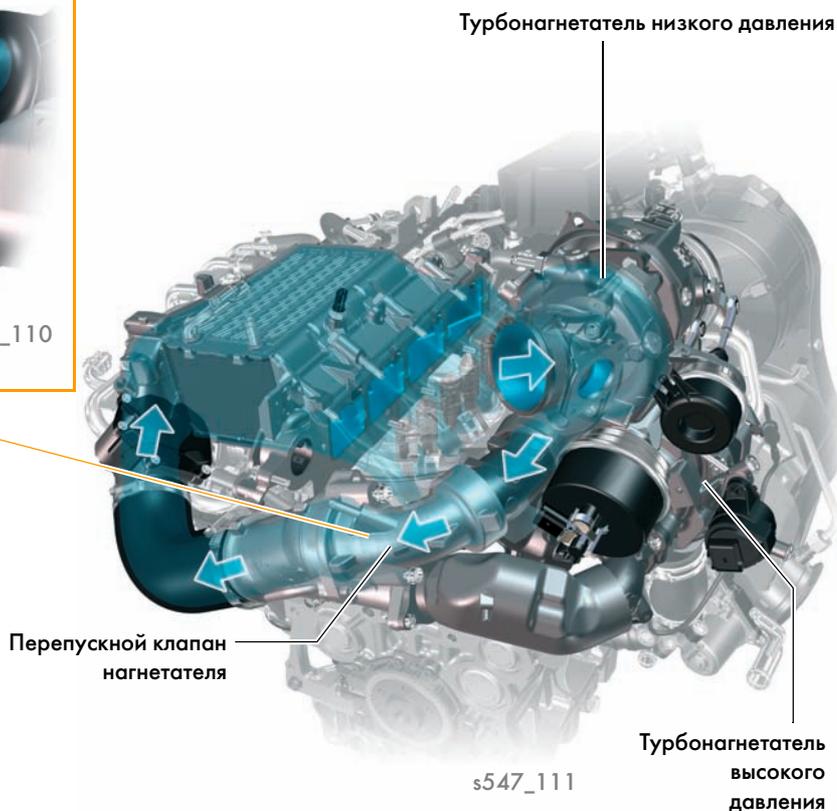
Перепускной клапан нагнетателя установлен во впускном тракте, в перепускном канале за турбоагнетателем низкого давления.

В **двухступенчатом режиме** давление наддува создаётся преимущественно турбоагнетателем высокого давления. Тем самым давление наддувочного воздуха перед перепускным клапаном нагнетателя меньше, чем за ним. Под воздействием этой разницы давлений в двухступенчатом режиме перепускной клапан нагнетателя остаётся закрытым. Таким образом воздух, сжатый турбоагнетателем высокого давления, не может сразу же засасываться по перепускному каналу тем же турбоагнетателем.

В **одноступенчатом режиме** высокое давление, создаваемое турбоагнетателем низкого давления, открывает перепускной клапан нагнетателя, и воздух от этого турбоагнетателя может поступать по перепускному каналу непосредственно в направлении интеркулера. Без перепускного канала воздух должен был бы проходить через насосное колесо турбоагнетателя низкого давления, которое дросселировало бы давление наддува.



Перепускной клапан нагнетателя (открыт)

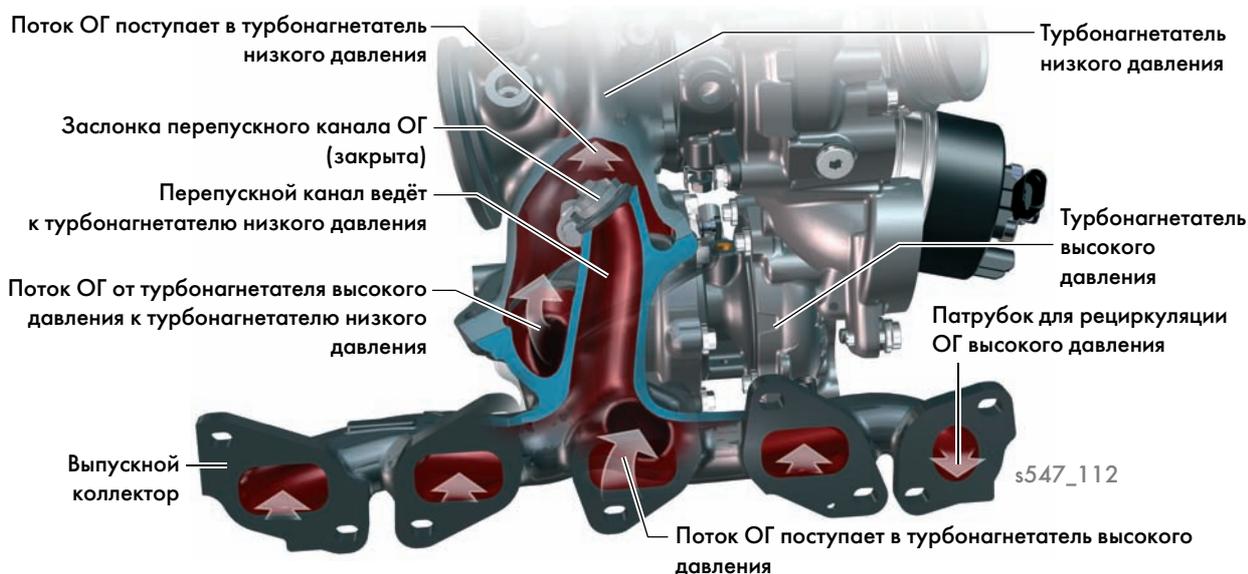


## Выпускной коллектор

Выпускной коллектор собирает потоки ОГ от отдельных цилиндров в один общий поток и направляет его по соответствующим каналам к турбонагнетателям высокого и низкого давления.

При закрытой заслонке перепускного канала ОГ весь поток ОГ проходит через турбонагнетатель высокого давления, приводя в движение его турбинное колесо. Оттуда поток ОГ снова возвращается в канал выпускного коллектора, по которому поступает к турбонагнетателю низкого давления. Остающаяся энергия потока ОГ идёт на вращение турбинного колеса турбонагнетателя низкого давления.

Когда заслонка перепускного канала ОГ открыта, поток ОГ направляется по перепускному каналу непосредственно к турбинному колесу турбонагнетателя низкого давления. Чем больше степень открытия заслонки перепускного канала ОГ, тем большая часть потока ОГ направляется непосредственно к турбине турбонагнетателя низкого давления. Это приводит к ускорению вращения турбины и росту давления наддува.



## Регулирование давления наддува

Давление наддува регулируется в зависимости от нагрузки и числа оборотов двигателя:

- **Диапазон регулирования 1:** двухступенчатый режим.

Регулирование давления наддува осуществляется поворотом направляющих лопаток турбонагнетателя высокого давления.

- **Диапазон регулирования 2:** двухступенчатый режим.

Регулирование давления наддува осуществляется заслонкой перепускного канала ОГ.

- **Диапазон регулирования 3:** одноступенчатый режим.

Давление наддува создаётся одним только турбонагнетателем низкого давления.

Регулирование давления наддува осуществляется перепускным клапаном вестгейт.

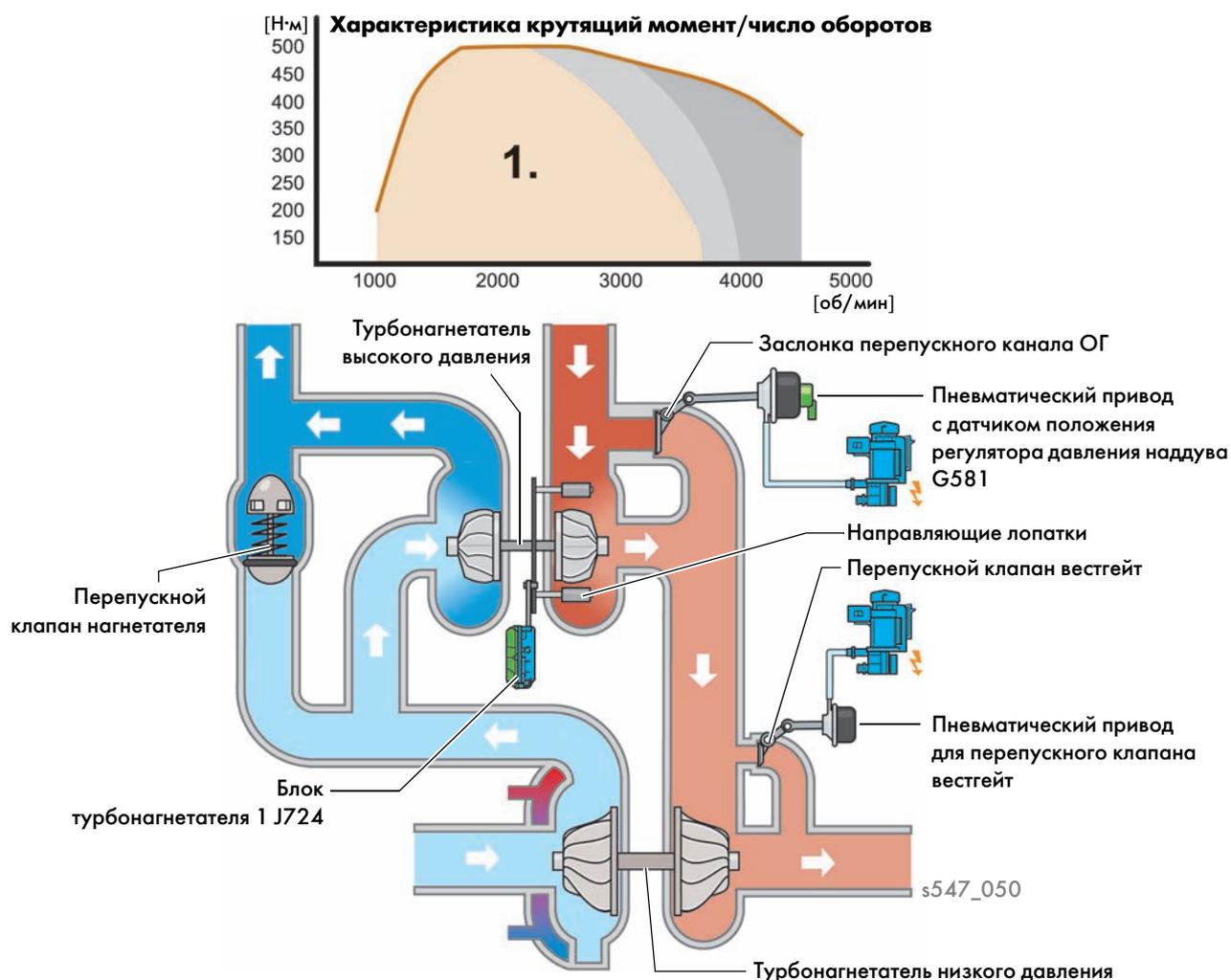


# Механическая часть двигателя

## Диапазон регулирования 1

### Двухступенчатый режим

Регулирование давления наддува осуществляется поворотом направляющих лопаток турбоагнетателя высокого давления.



### Впускной тракт

Всасываемый воздух сжимается турбоагнетателем низкого давления (первая ступень) и направляется в насосную секцию турбоагнетателя высокого давления. В турбоагнетателе высокого давления уже сжатый предварительно воздух сжимается до окончательного давления наддува (вторая ступень).

Перепускной клапан нагнетателя закрыт.

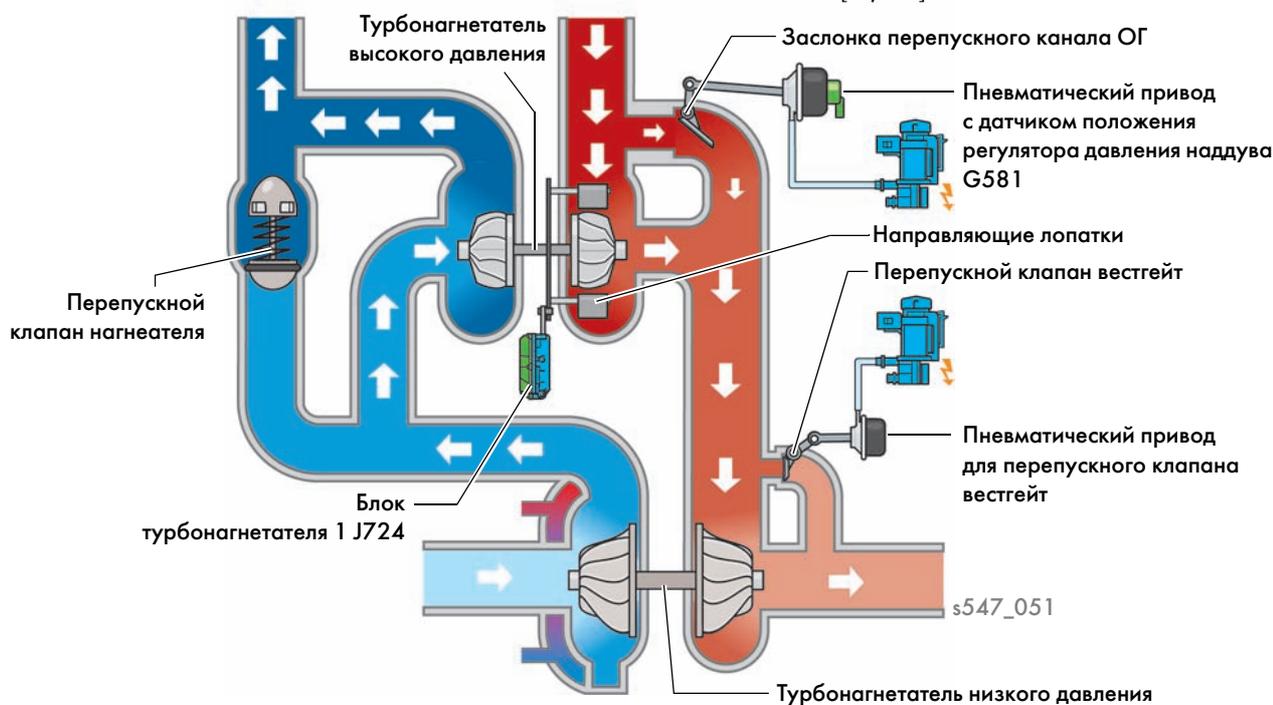
### Выпускной тракт

Поток ОГ проходит сначала через турбину турбоагнетателя высокого давления, откуда поступает дальше в турбину турбоагнетателя низкого давления. Частота вращения турбины турбоагнетателя высокого давления регулируется поворотными заслонками турбины (в зависимости от крутящего момента). Заслонка перепускного канала ОГ и перепускной клапан вестгейт закрыты.

## Диапазон регулирования 2

### Двухступенчатый режим

Регулирование давления наддува осуществляется заслонкой перепускного канала ОГ.



### Впускной тракт

Всасываемый воздух сжимается турбоагнетателем низкого давления (первая ступень).

Предварительно сжатый воздух поступает затем в турбоагнетатель высокого давления, где сжимается до окончательного давления наддува (вторая ступень). Перепускной клапан нагнетателя закрыт.

### Выпускной тракт

При средних оборотах двигателя положение заслонки перепускного канала ОГ изменяется в зависимости от крутящего момента.

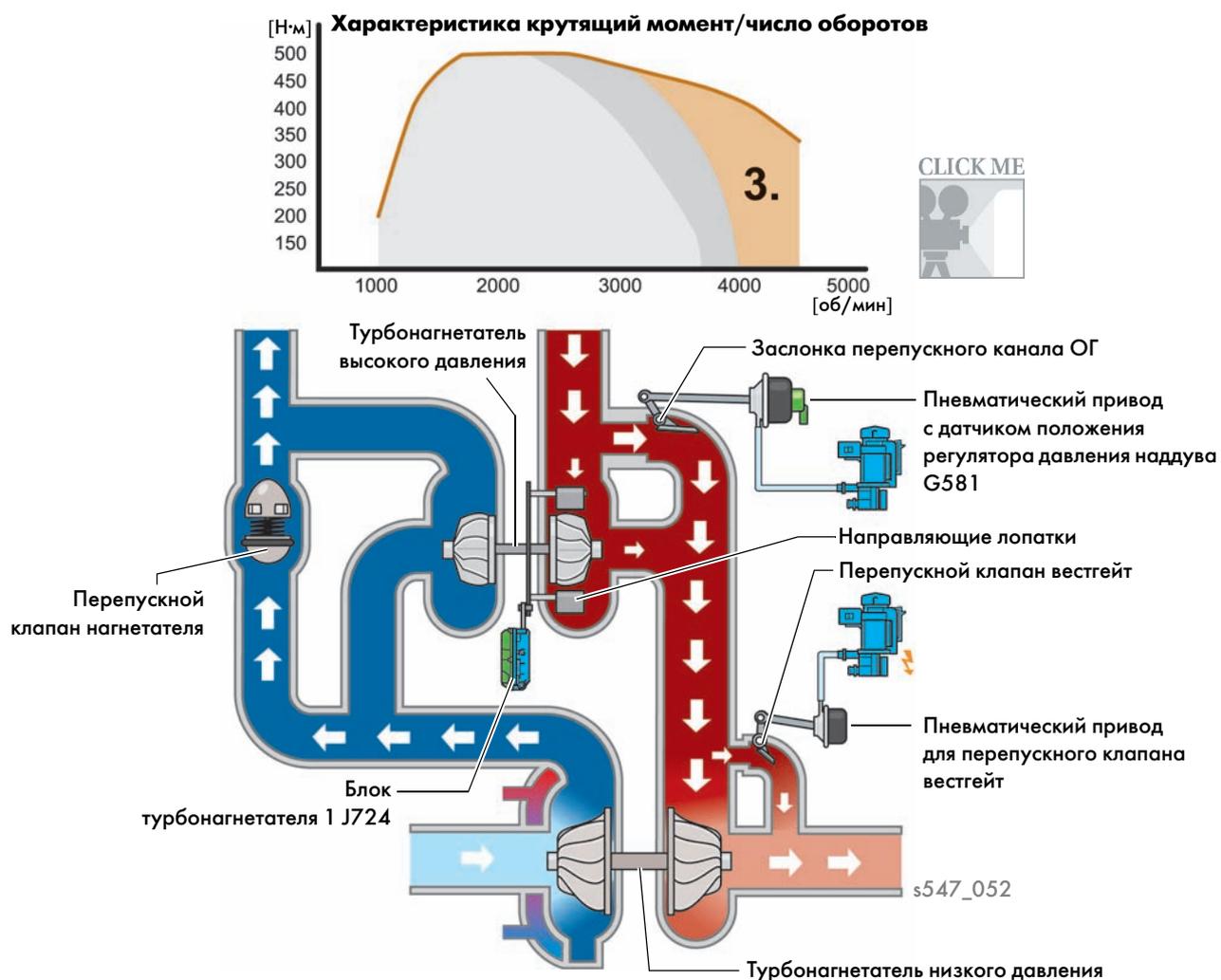
Чем больше степень открытия заслонки перепускного канала ОГ, тем большая часть потока ОГ направляется к турбине турбоагнетателя низкого давления непосредственно из выпускного коллектора. Турбина турбоагнетателя высокого давления по-прежнему вращается под воздействием остаточного потока ОГ. Направляющие лопатки турбоагнетателя высокого давления устанавливаются под большим углом, перепускной клапан вестгейт остаётся закрытым.

# Механическая часть двигателя

## Диапазон регулирования 3

### Одноступенчатый режим

Регулирование давления наддува осуществляется перепускным клапаном вестгейт турбоагнетателя низкого давления.



### Впускной тракт

Всасываемый воздух сжимается в турбоагнетателе низкого давления и через открытый перепускной клапан нагнетателя проходит далее по перепускному каналу в обход турбоагнетателя высокого давления. Таким образом, всасываемый воздух сжимается только в турбоагнетателе низкого давления.

### Выпускной тракт

Большая часть (прим. 70 %) потока ОГ пропускается через полностью открытую заслонку перепускного канала ОГ по перепускному каналу в обход турбинного колеса турбоагнетателя высокого давления. Направляющие лопатки турбоагнетателя высокого давления стоят при этом под большим углом. Интенсивный поток ОГ поступает непосредственно в турбину турбоагнетателя низкого давления, приводя её во вращение. Частота вращения турбины турбоагнетателя низкого давления регулируется перепускным клапаном вестгейт.

## Модуль нейтрализации ОГ

Модуль нейтрализации ОГ крепится болтами непосредственно к турбонагнетателю низкого давления.

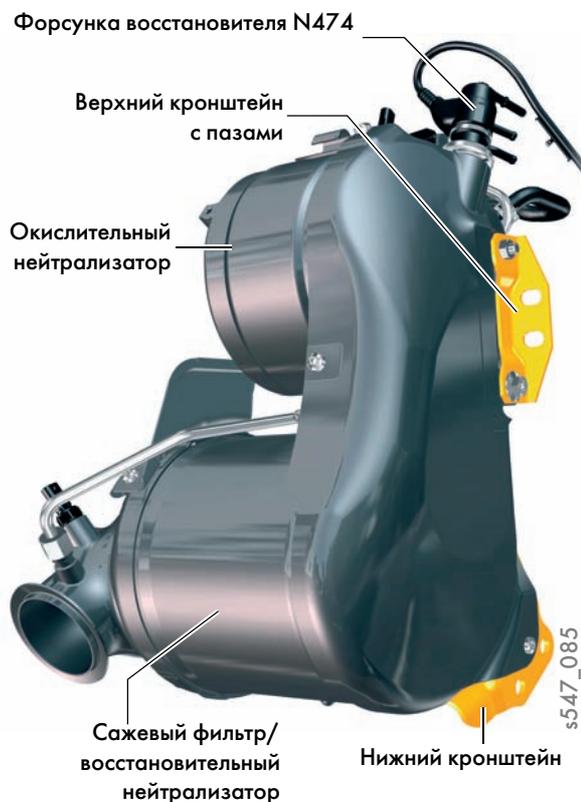
Благодаря близости к двигателю модуль нейтрализации ОГ очень быстро прогревается до рабочей температуры.

Сажевый фильтр дополнительно содержит медно-цеолитовое покрытие и служит одновременно восстановительным нейтрализатором системы SCR.

Модуль нейтрализации ОГ крепится к двигателю винтами с помощью четырёх кронштейнов.

Для компенсации допусков деталей верхний кронштейн имеет вытянутые отверстия (пазы).

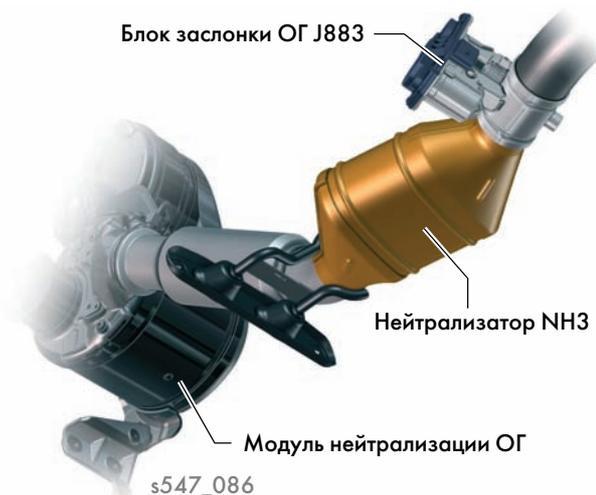
Пазы позволяют выровнять положение модуля нейтрализации ОГ и закрепить его без внутренних напряжений.



## Нейтрализатор NH3

Нейтрализатор NH3 расположен за сажевым фильтром и соединяется с модулем нейтрализации ОГ болтами.

Его назначение заключается в окислении монооксида углерода, образующегося при регенерации сажевого фильтра, до диоксида углерода. Кроме того, он предотвращает возможный выброс аммиака (NH3) в атмосферу.



Дополнительную информацию по устройству и работе системы SCR можно найти в программе самообучения 540 «Система селективной каталитической нейтрализации (SCR) в Passat 2015».

## Топливная система Common Rail

В двигателе 2,0 л TDI-Biturbo используется топливная система Common Rail с пьезофорсунками и двухплунжерным ТНВД.

Топливная система Common Rail фирмы Bosch работает с давлением впрыска до 2500 бар.

Высокое давление топлива создаётся двухплунжерным ТНВД.

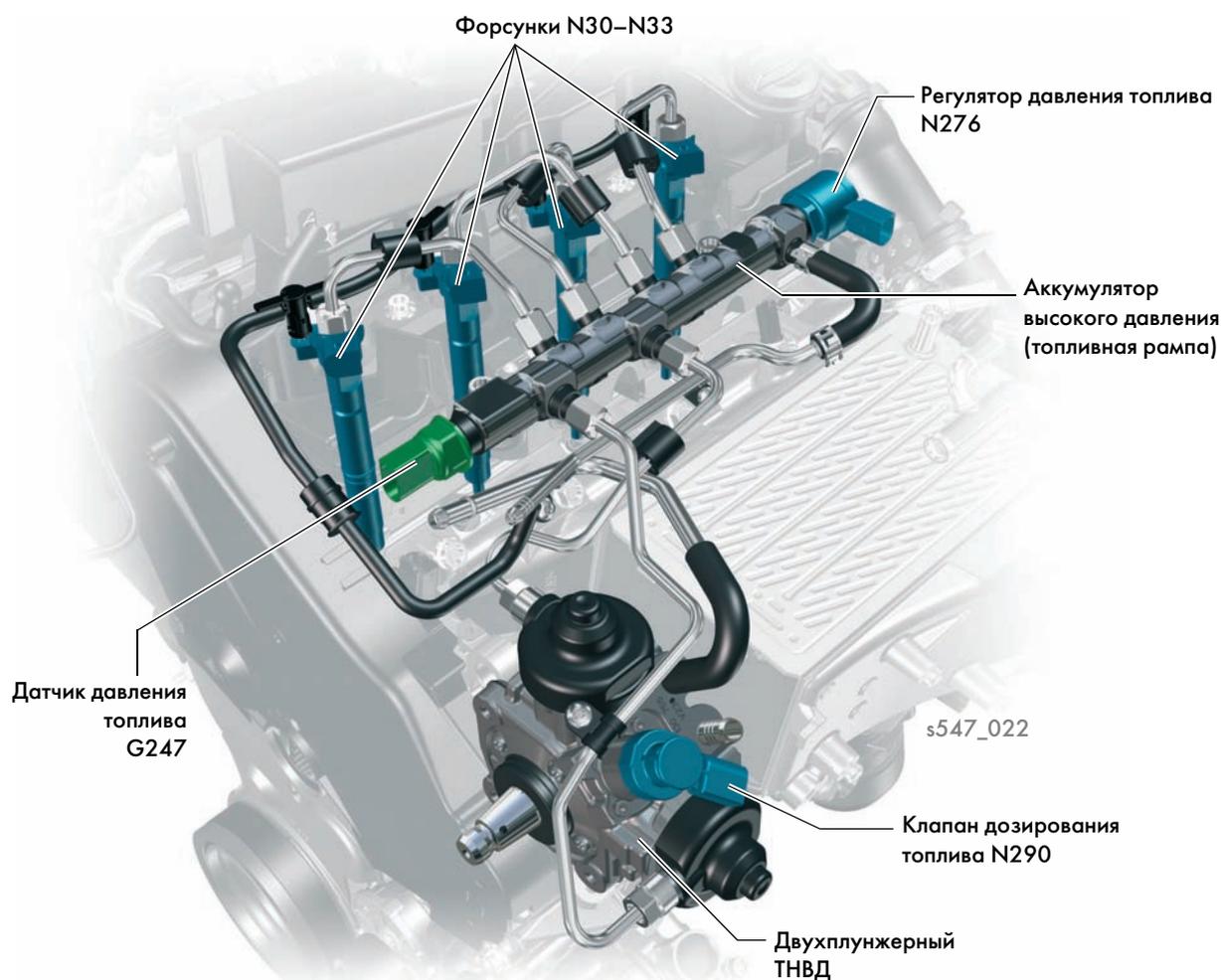
Пьезофорсунки имеют распылители с десятью отверстиями и обеспечивают хорошую, точную и быструю последовательность впрысков при максимальном давлении топлива.

Максимальное количество впрысков в обычном режиме:

- два предварительных впрыска, один главный впрыск и один послевпрыск.

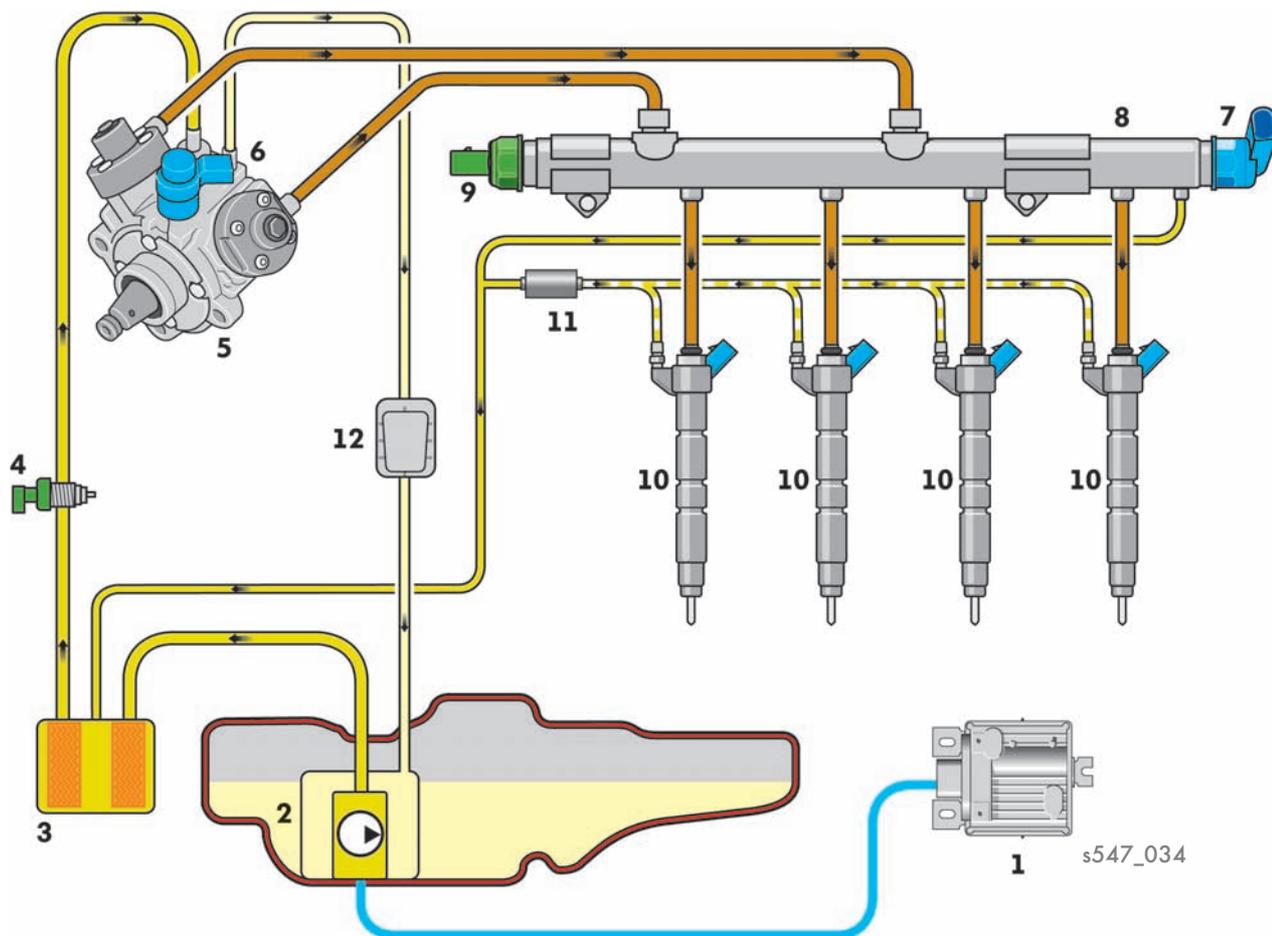
Максимальное количество впрысков в режиме рекуперации:

- два предварительных впрыска, один главный впрыск и до пяти послевпрысков.



Дополнительную информацию по устройству и работе этого ТНВД можно найти в программе самообучения 495 «Двигатель 3,0 л V6 TDI (поколение 2)».

## Схема топливной системы



### Условные обозначения

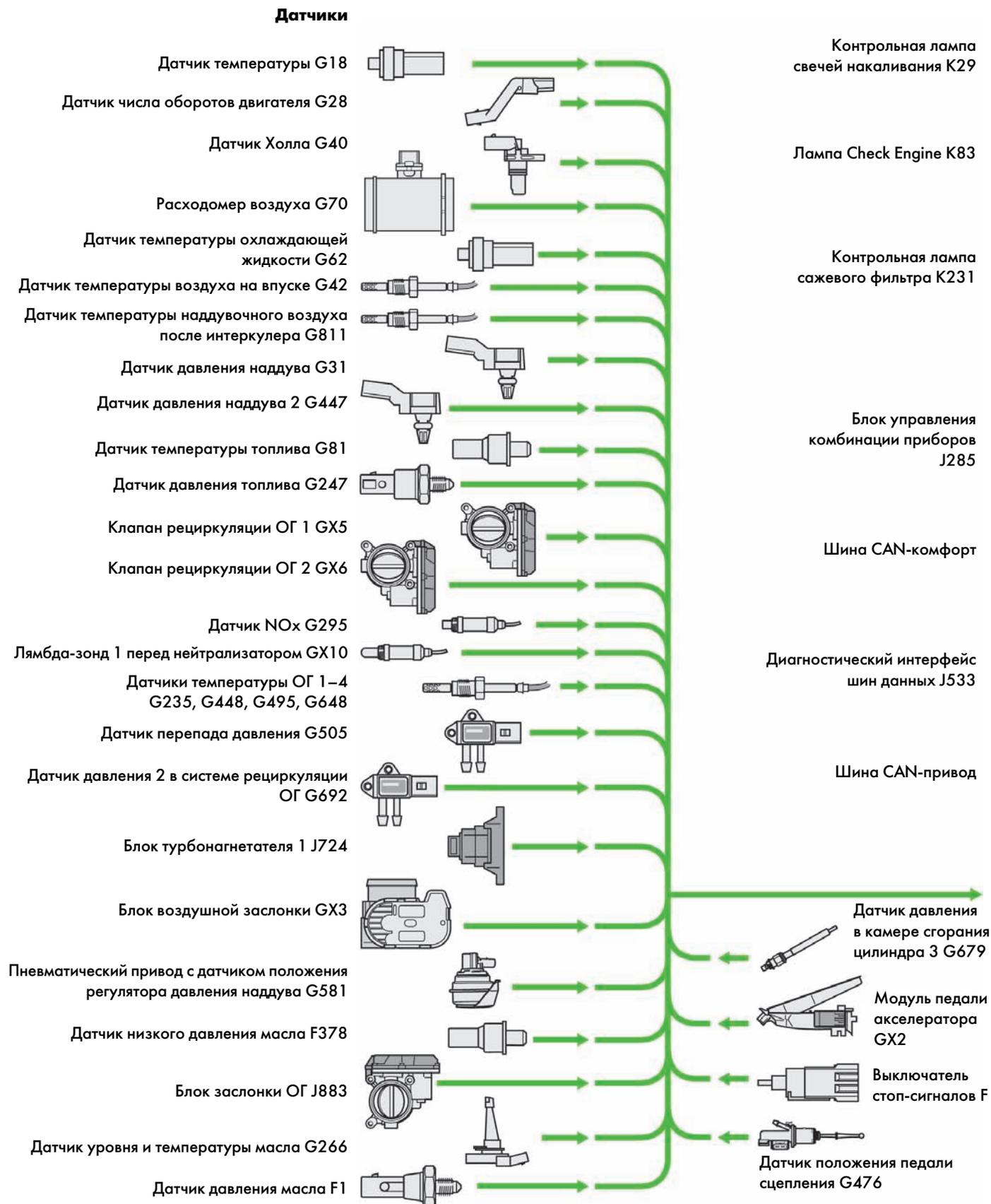
- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|  | Давление топлива до 2500 бар                                       |  | Давление в обратной топливной магистрали 0–1 бар              |
|  | Давление подачи топлива и возврата топлива от форсунок 4,0–6,0 бар |  | Давление возврата топлива от отдельных форсунок 11,0–17,0 бар |

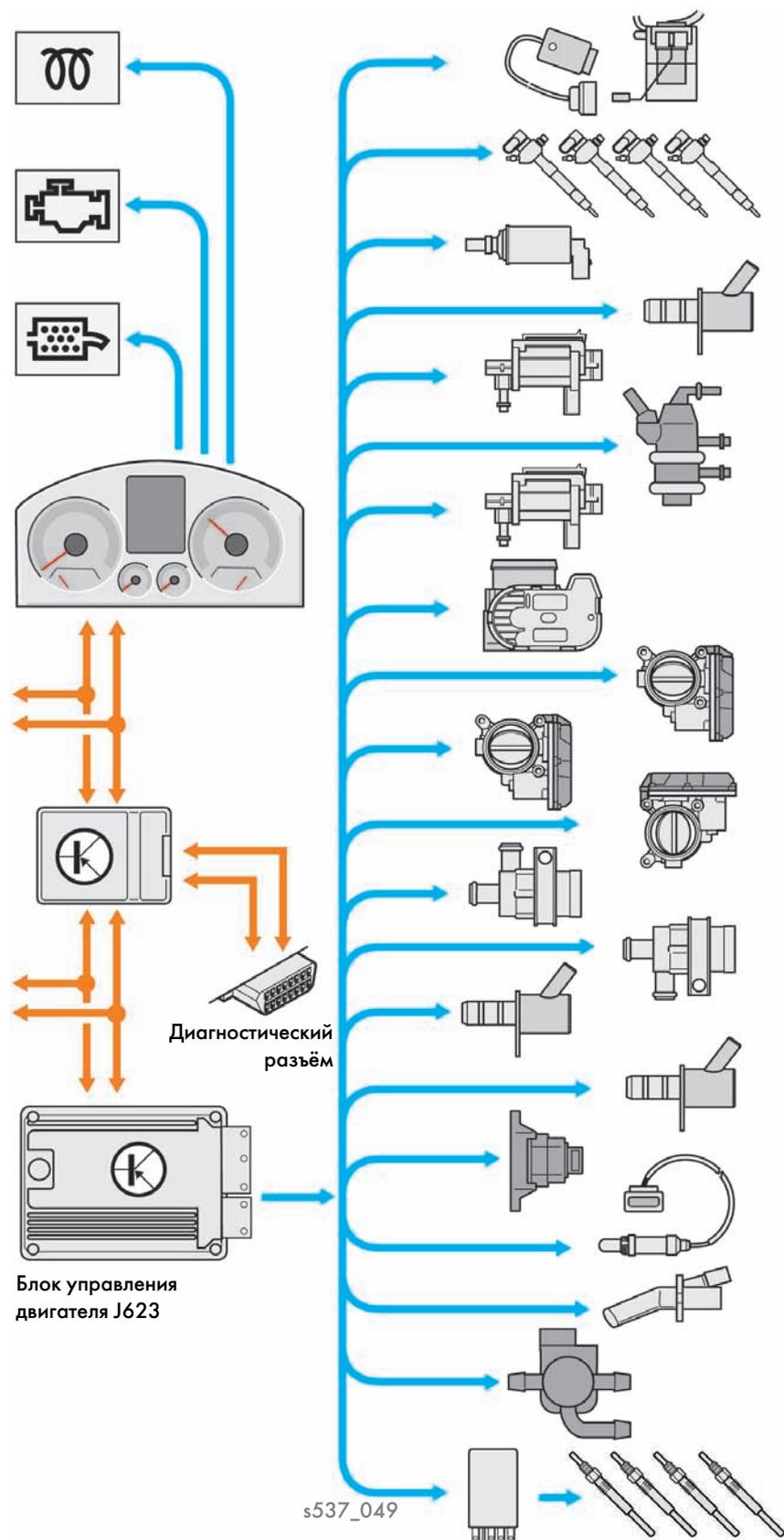
- 1** Блок управления топливного насоса J538
- 2** Подкачивающий топливный насос G6
- 3** Топливный фильтр
- 4** Датчик температуры топлива G81
- 5** Топливный насос высокого давления
- 6** Клапан дозирования топлива N290

- 7** Регулятор давления топлива N276
- 8** Аккумулятор высокого давления (топливная рампа)
- 9** Датчик давления топлива G247
- 10** Форсунки N30, N31, N32, N33
- 11** Клапан поддержания давления
- 12** Демпфер пульсаций

# Система управления двигателем

## Обзор системы





### Исполнительные механизмы

Блок управления топливного насоса J538  
Модуль подачи топлива GX1

Форсунки цилиндров 1–4  
N30, N31, N32, N33

Клапан дозирования топлива N290

Регулятор давления топлива N276

Электромагнитный клапан ограничения  
давления наддува N75  
Форсунка восстановителя N474

Клапан переключения турбонагнетателей  
N529

Блок воздушной заслонки GX3

Клапан рециркуляции ОГ 1 GX5

Клапан рециркуляции ОГ 2 GX6

Блок заслонки ОГ J883

Насос ОЖ низкотемпературного контура V468

Насос ОЖ высокотемпературного  
контура V467

Клапан контура ОЖ головки блока  
цилиндров N489

Клапан регулирования давления масла N428

Блок турбонагнетателя 1 J724

Лямбда-зонд 1 перед нейтрализатором GX10

Нагревательный резистор системы вентиляции  
картера двигателя N79

Исполнительный механизм системы  
терморегулирования двигателя N493

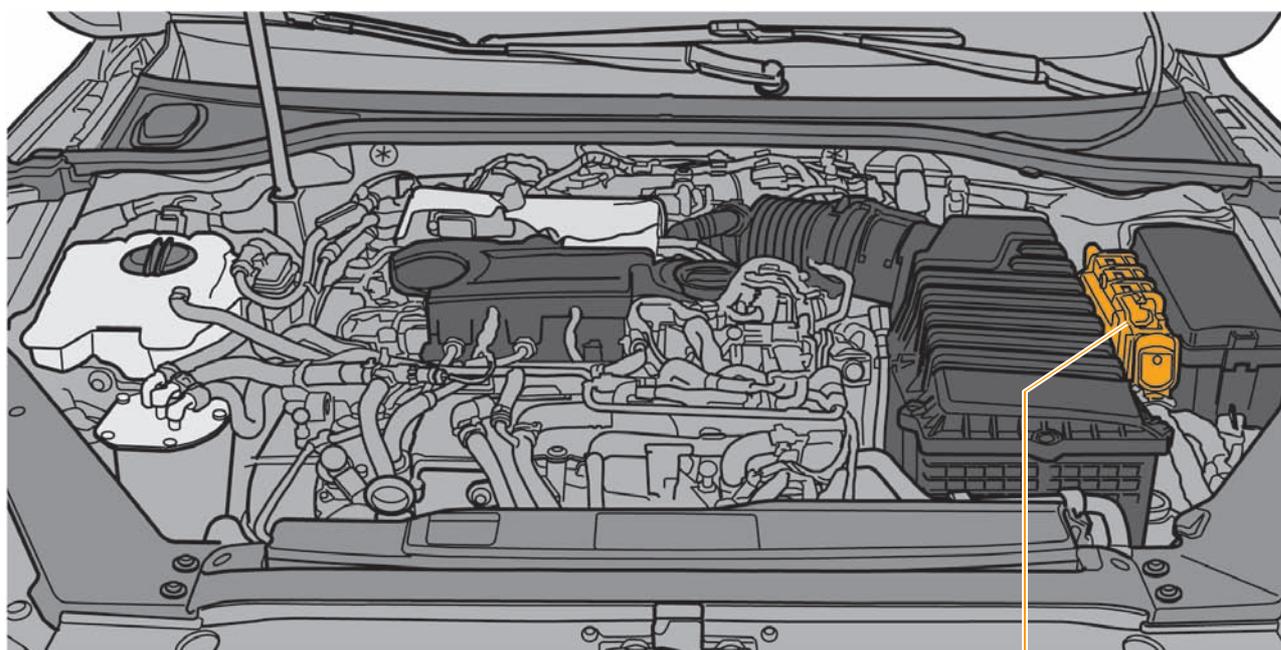
Блок управления свечей накаливания J179  
Свечи накаливания 1–4 Q10, Q11, Q12, Q13

# Система управления двигателя

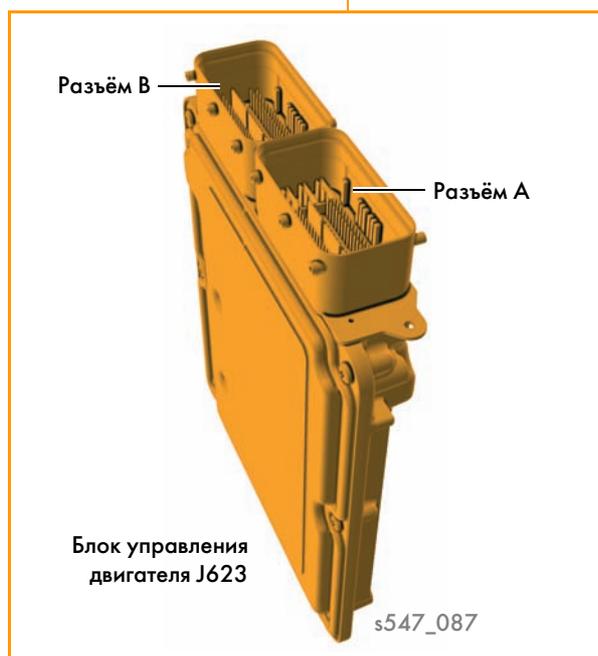
## Блок управления двигателя

Управление системами двигателя осуществляет блок управления двигателя с наименованием EDC 17 (**E**lectronic **D**iesel **C**ontrol). Этот блок управления выпускается фирмой Bosch и оснащается с учётом необходимости подключения многочисленных

датчиков и исполнительных механизмов разъёмами, имеющими в сумме 196 контактов (разъём А — 91 контакт, разъём В — 105 контактов). Блок управления двигателя устанавливается слева в моторном отсеке, между корпусом воздушного фильтра и блоком предохранителей.



s547\_068



s547\_087



Для измерений на блоке управления двигателя J623 используется коммутатор VAS 6606.

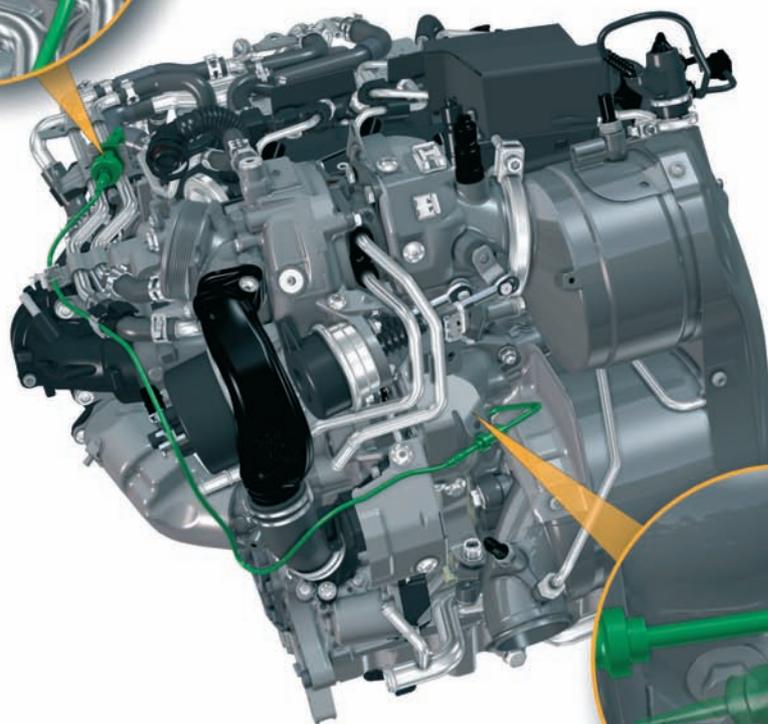
## Датчик температуры ОГ 1 G235

Ввиду температур ОГ выше 800 °С, в двигателе 2,0 л 176 кВт TDI-Biturbo применяется датчик температуры ОГ нового поколения. Новый датчик температуры ОГ 1 вкручивается в выпускной коллектор и состоит из термопары и электронного блока обработки сигнала.

При этом электронный блок и термопара пространственно разнесены. Это сделано, чтобы электронный блок не подвергался воздействию слишком высоких температур.



Электронный блок  
обработки сигнала



Термопара



s547\_098

# Система управления двигателя

## Устройство и принцип действия датчика температуры ОГ 1

Установленный в выпускном коллекторе датчик температуры ОГ 1 регистрирует температуру ОГ перед турбиной турбонагнетателя высокого давления. Когда температура ОГ перед турбиной превышает 830 °С, система управления уменьшает мощность двигателя. Тем самым датчик температуры ОГ 1 выполняет функцию защиты турбонагнетателя от перегрева.

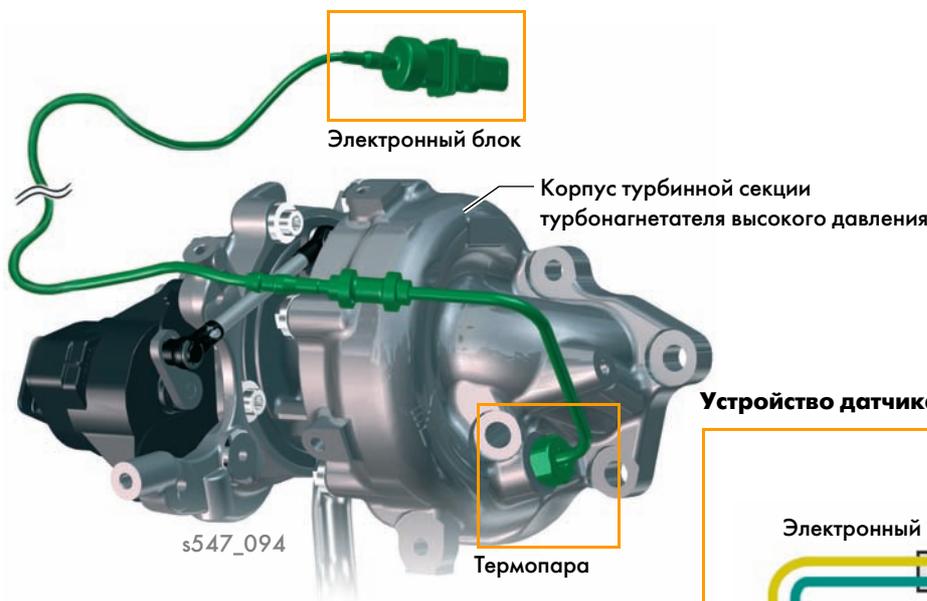
Датчик состоит из термопары и электронного блока обработки сигнала. Термопара представляет собой два разнородных металлических проводника (никель и хромоникелевый сплав), соединённых между собой.

Когда точка контакта образующих термопару проводников (щуп со спайкой металлов А и В) и другие концы проводников (в электронном блоке) находятся при разных температурах, в цепи термопары возникает электрическое напряжение.

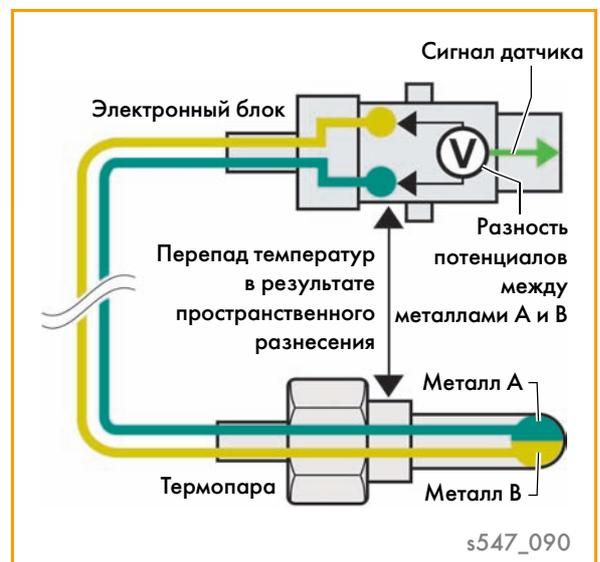
Величина возникающего напряжения измеряется милливольтами. Этот эффект известен в физике как эффект Зеебека. Возникшее напряжение передаётся по хромовому и хромоникелевому проводникам в электронный блок. Электронный блок измеряет это напряжение и передаёт информацию о температуре в виде сигнала SENT (SENT = Single Edge Nibbel Transmission) в блок управления двигателем. Поскольку блоку обработки сигнала для его работы требуется напряжение питания, датчик оснащается 3-контактным разъёмом.

### Последствия отказа

При выходе датчика температуры ОГ 1 из строя регенерация сажевого фильтра не выполняется.

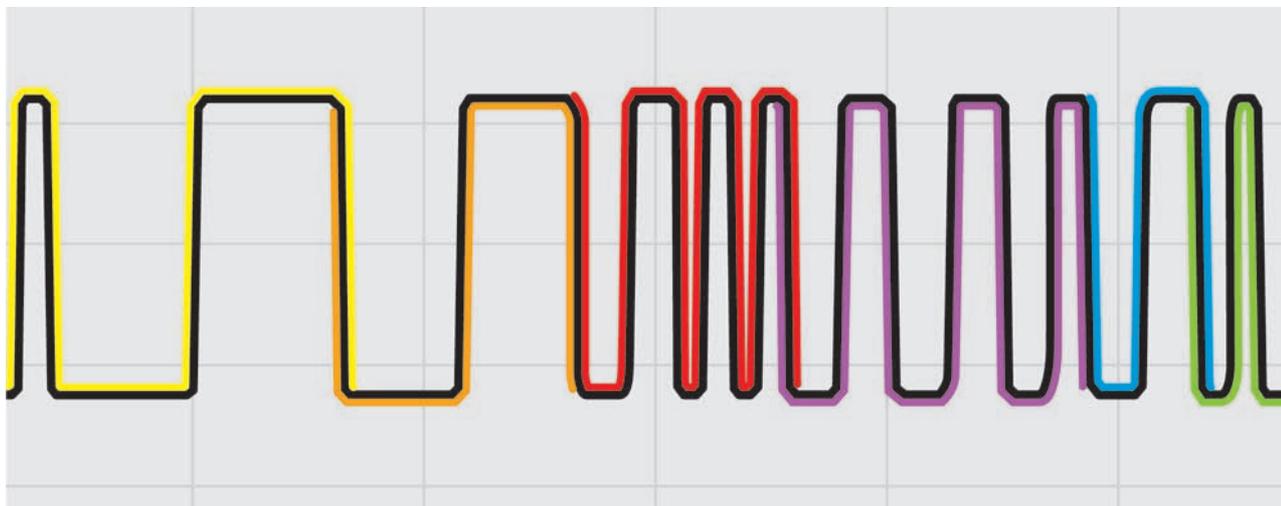


### Устройство датчика температуры ОГ 1 G235



## Структура протокола SENT, используемого датчиком температуры ОГ 1 G235

### Сигнал датчика 1 температуры ОГ G235



s547\_091

- Синхронизация
- Состояние
- Сигнал 1

- Сигнал 2
- Контрольная сумма
- Пауза

#### Синхронизация

Последовательность синхронизации несёт информацию о передатчике. Передаются данные датчика и, при наличии, ошибки.

#### Состояние

Последовательность состояния сообщает блоку управления, что далее последует передача данных.

#### Сигнал 1

Последовательность «Сигнал 1» используется в датчике температуры ОГ 1 для передачи расширенных диагностических данных при записи о событии.

В протоколе SENT в последовательности «Сигнал 1» можно передавать также информацию о температурах, давлениях или перемещениях.

#### Сигнал 2

В последовательности «Сигнал 2» в датчике температуры ОГ 1 передаётся текущая температура. В протоколе SENT в последовательности «Сигнал 2» можно передавать также информацию о давлениях, перемещениях или расширенные диагностические данные.

#### Контрольная сумма

Последовательность контрольной суммы служит для верификации переданных данных. При несовпадении значения блок управления двигателя игнорирует полученные данные.

#### Пауза

Пауза служит для разделения отдельных сообщений. Пауза является в протоколе SENT дополнительной функцией.

## Специальные инструменты

Обозначение	Инструмент	Назначение
T10497/4 Зажимное приспособление		Для снятия и установки двигателя
VAS 6606 Коммутатор, 198 контактов		Для диагностики блока управления двигателя
VAS 6931 Домкрат для двигателя		Для снятия и установки двигателя

# Контрольные вопросы

## Какой из ответов правильный?

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

### 1. Какой турбоагнетатель создаёт окончательное давление наддува в двухступенчатом режиме?

- а) Турбоагнетатель низкого давления.
- б) Турбоагнетатель высокого давления.
- в) В двухступенчатом режиме давление наддува не создаётся.

### 2. Какую функцию выполняет заслонка перепускного канала ОГ?

- а) Заслонка перепускного канала ОГ служит для быстрого сброса давления наддува.
- б) Заслонка перепускного канала ОГ служит для распределения потока ОГ между турбинными колёсами турбоагнетателей высокого и низкого давления.
- в) Заслонка перепускного канала ОГ служит для направления потока ОГ на турбинное колесо турбоагнетателя низкого давления.

### 3. Какую функцию выполняет перепускной клапан вестгейт?

- а) Перепускной клапан вестгейт служит для ограничения давления наддува турбоагнетателя низкого давления для защиты его от чрезмерно высоких оборотов.
- б) Перепускной клапан вестгейт служит в системе турбоагнетателей для переключения между одноступенчатым и двухступенчатым режимами.
- в) Перепускной клапан вестгейт служит для защиты турбоагнетателя высокого давления от чрезмерно высоких оборотов.

### 4. Когда перепускной клапан нагнетателя открыт?

- а) При высоких оборотах двигателя, когда сжатие воздуха осуществляется только турбоагнетателем низкого давления.
- б) При средних оборотах двигателя, когда основное сжатие осуществляется турбоагнетателем высокого давления.
- в) При низких оборотах двигателя, когда основное сжатие осуществляется турбоагнетателем высокого давления.

# Контрольные вопросы

---

**5. С помощью какого чувствительного элемента определяется температура датчиком температуры ОГ 1 G235?**

- a) С помощью NTC-резистора.
- b) С помощью PTC-резистора.
- c) С помощью термопары.

**6. В каком контуре циркуляции ОЖ установлен исполнительный механизм системы терморегулирования двигателя N493?**

- a) В низкотемпературном контуре.
- b) В микроконтуре.
- c) В высокотемпературном контуре.

**7. Какую функцию выполняет исполнительный механизм системы терморегулирования двигателя N493?**

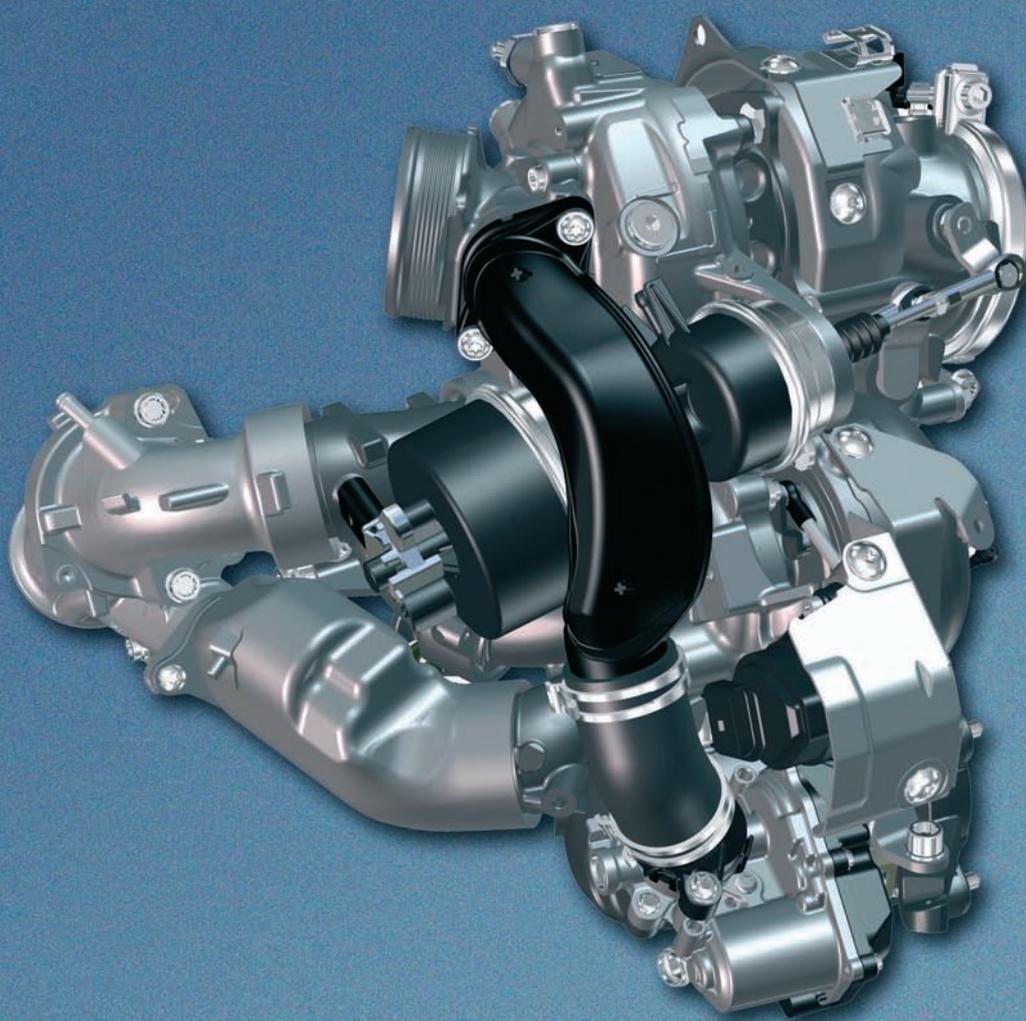
- a) Исполнительный механизм системы терморегулирования двигателя N493 используется только при заправке охлаждающей жидкости для равномерного перемешивания воздуха в контуре циркуляции охлаждающей жидкости.
- b) Исполнительный механизм системы терморегулирования двигателя N493 смешивает охлаждающую жидкость из микроконтур с охлаждающей жидкостью из высокотемпературного контура.
- c) Для быстрого и точного регулирования температуры охлаждающей жидкости в низкотемпературном контуре.

1. b); 2. b); 3. a); 4. a); 5. c); 6. a); 7. c)  
Ответы:









© VOLKSWAGEN AG, Вольфсбург

Все права защищены, включая право на технические изменения.  
000.2813.04.75 По состоянию на 04.2015

Volkswagen AG  
Service Training VSQ-2  
Brieffach 1995  
D-38436 Wolfsburg

© Перевод и вёрстка ООО «ФОЛЬКСВАГЕН Груп Рус».  
[www.volkswagen.ru](http://www.volkswagen.ru)