



# Двигатель Audi 2,5 л R5 TFSI семейства EA855 EVO

Программа самообучения 661



Только для внутреннего пользования

Более 40 лет тому назад, в 1976 году, марка Audi представила первый пятицилиндровый бензиновый двигатель, которым оснащался автомобиль Audi 100 C2 (модель 43). С тех пор пятицилиндровые двигатели заняли постоянное место в линейке агрегатов Audi как для серийных, так и для гоночных автомобилей. Из-за характерного звучания они обрели культовый статус и по сей день оказывают на водителей особое эмоциональное воздействие. Одно время серийно выпускался даже пятицилиндровый дизель. Эта эра продлилась до 1997 года. Затем пятицилиндровый двигатель уступил место новым моторам V6 TFSI.

Но потом он опять вернулся. Триумфальное возвращение состоялось в 2009 году на Audi TT RS. Начиная с 2010 года международное жюри, состоящее из пишущих на автомобильную тему журналистов, 7 раз называло пятицилиндровый агрегат «Двигателем года» в своём классе. Новый 2,5-литровый двигатель R5 TFSI семейства EA855 EVO пришёл на смену двигателю 2,5 л R5 TFSI семейства EA855. Впервые он был установлен на Audi TT RS (модель FV). Его использование планируется также в других моделях Audi и на автомобилях других марок концерна.



661\_002



В данной программе самообучения содержатся QR-коды, которые позволяют открывать дополнительные интерактивные формы представления материала, например анимации (подробнее см. в разделе «Информация по кодам QR» на стр. 59).

#### Учебные цели этой программы самообучения

В этой программе самообучения описываются устройство и принцип действия двигателя 2,5 л R5 TFSI семейства EA855 EVO на автомобиле Audi TT RS (модель FV). Проработав настоящую программу самообучения, вы сможете ответить на следующие вопросы:

- > В чём заключаются отличия от предыдущего двигателя семейства EA855?
- > За счёт каких конструктивных мероприятий обеспечивается снижение массы?
- > Как работают системы смазки и охлаждения двигателя?
- > Какие особенности имеет впускной тракт двигателя?
- > Как действуют новый процесс впрыска и система управления двигателя?

# Содержание

## Введение

Описание и конструктивные особенности двигателя	4
Технические характеристики	5

## Механическая часть двигателя

Блок цилиндров	6
Корпус привода ГРМ (крышка цепей привода ГРМ)	7
Верхняя и нижняя части поддона для сбора масла	7
Кривошипно-шатунный механизм	8
Шатунно-поршневая группа	9
Головка блока цилиндров	10
Audi valvelift system (AVS)	14
Привод газораспределительного механизма	18
Привод навесных агрегатов	20
Система вентиляции картера	22

## Система смазки

Схема	30
Масляный насос	32
Кронштейн масляного фильтра/масляный радиатор	34
Направление движения масла	35

## Система охлаждения

Схема	36
Интеллектуальная система терморегулирования (ITM)	38

## Система впуска и наддува

Общие сведения	42
Впускной коллектор	42
Наддув	44

## Система выпуска отработавших газов

Общие сведения	46
Модуль нейтрализатора	46
Переключаемые заслонки ОГ	47

## Топливная система

Общие сведения	48
Форсунки	49
Датчик частоты вращения промежуточного вала G265	49
Процесс сгорания	50
Режимы работы	51

## Система управления двигателем

Обзор системы	52
---------------	----

## Техническое обслуживание и инспекционный сервис

Сервисная информация и техническое обслуживание	54
Оборудование и специнструмент	54

## Приложение

Словарь специальных терминов	56
Контрольные вопросы	57
Программы самообучения	58
Информация по кодам QR	59

Программа самообучения содержит базовую информацию по устройству новых моделей автомобилей, конструкции и принципам действия новых систем и компонентов.

**Она не является руководством по ремонту! Указанные значения служат только для облегчения понимания и действительны для имевшихся на момент составления программы самообучения данных.**

**Программа самообучения не актуализируется.**

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

Термины, выделенные *курсивом* и отмеченные стрелкой **L**, объясняются в словаре специальных терминов, приведённом в конце данной программы самообучения.



Указание



Дополнительная информация

# Введение

## Описание и конструктивные особенности двигателя

- > Рядный 5-цилиндровый бензиновый двигатель.
- > Алюминиевый блок цилиндров.
- > Четыре клапана на цилиндр, два распредвала с верхним расположением (DOHC).
- > Турбонаддув с охлаждением наддувочного воздуха (макс. абсолютное давление наддува – 2,35 бар).
- > Двухпоточная система выпуска ОГ с одним расположенным близко к двигателю предварительным нейтрализатором, одним широкополосным лямбда-зондом перед предварительным нейтрализатором, одним триггерным лямбда-зондом после предварительного нейтрализатора и непрерывным лямбда-регулированием.
- > Система Audi valvelift system (AVS) на стороне выпуска.
- > Непосредственное охлаждение наддувочного воздуха.
- > Электронная система управления двигателя с эл. приводом акселератора.
- > Двойная система с непосредственным впрыском (250 бар) и селективным поцилиндровым впрыском во впускной коллектор.
- > Адаптивное лямбда-регулирование.
- > Зажигание по параметрическому полю с отдельными для каждого цилиндра катушками зажигания.
- > Селективное поцилиндровое адаптивное регулирование по детонации.
- > Интеллектуальная система терморегулирования (ITM).

### Важнейшие отличия от предшественника

- > На 26 кг легче.
- > Ниже потери мощности на трение.
- > Уменьшенная габаритная длина благодаря более компактной компоновке в области заднего цепного привода и переводу на однорядный ремённый привод.
- > Выше мощность и крутящий момент.
- > Сниженный расход топлива.
- > Двойная система впрыска MPI/FSI.
- > Терморегулирование (подключаемый насос охлаждающей жидкости).
- > Интеллектуальная система терморегулирования (ITM).

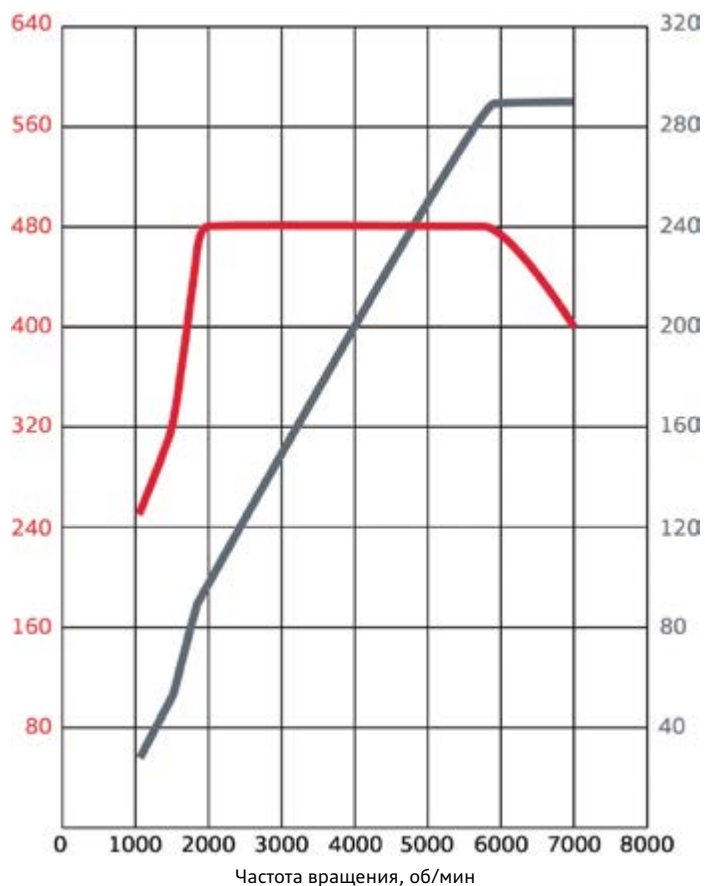
Значительный вклад в уменьшение массы внесли алюминиевый блок цилиндров, магниевая верхняя часть масляного поддона, алюминиевый вискодемпфер крутильных колебаний, оптимизированный по массе коленчатый вал и широкое использование алюминиевых винтов.



## Технические характеристики

### Внешняя скоростная характеристика двигателя 2,5 л R5 TFSI (буквенное обозначение DAZA)

- Мощность, кВт
- Крутящий момент, Н·м



661\_004

Характеристики	Технические данные
Буквенное обозначение двигателя	DAZA
Конструктивное исполнение	Пятицилиндровый, рядный
Рабочий объём, см <sup>3</sup>	2480
Ход поршня, мм	92,8
Диаметр цилиндра, мм	82,5
Расстояние между осями цилиндров, мм	88
Число клапанов на цилиндр	4
Порядок работы цилиндров	1-2-4-5-3
Степень сжатия	10,0 : 1
Мощность, кВт при об/мин	294 при 5850-7000
Крутящий момент, Н·м при об/мин	480 при 1700-5850
Топливо	Бензин с октановым числом не ниже RON-98
Наддув	Турбоагнетатель с охлаждением наддувочного воздуха (макс. абсолютное давление наддува – 2,35 бар)
Система управления двигателя	Bosch MED 17.1.62
Масса двигателя по DIN GZ 1, кг	160
Система нейтрализации ОГ	Расположенный близко к двигателю предварительный нейтрализатор, один широкополосный лямбда-зонд перед предварительным нейтрализатором, один триггерный лямбда-зонд после предварительного нейтрализатора
Экологический класс	Евро-6 plus/LEV 3/Tier 3

# Механическая часть двигателя

## Блок цилиндров

Переход с серого чугуна на алюминий (AlSi7Mg0,3) позволил сделать блок цилиндров на 18,8 кг легче. Блок цилиндров deep skirt изготавливается методом *Rotacast* 7.

Крышки коренных подшипников подвергаются лазерному структурированию для повышения прочности и имеют дополнительное поперечное резьбовое соединение. Спираль насоса охлаждающей жидкости и модуль топливного насоса высокого давления интегрированы в блок цилиндров.

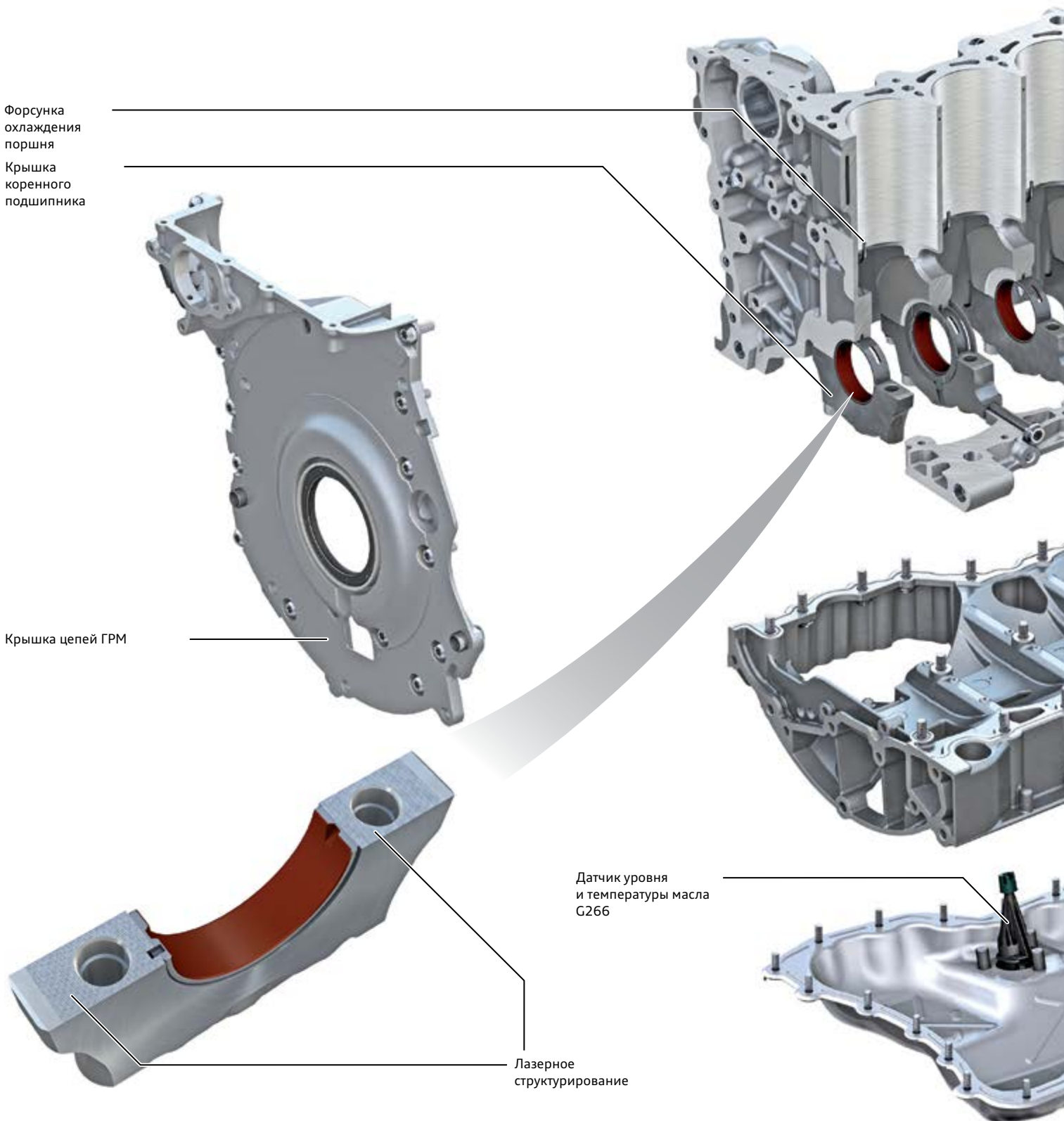
Зеркала цилиндров обрабатываются методом *атмосферного плазменного напыления (APS)* 7. Между цилиндрами имеются дополнительные каналы охлаждения в стенках.

Форсунка охлаждения поршня  
Крышка коренного подшипника

Крышка цепей ГРМ

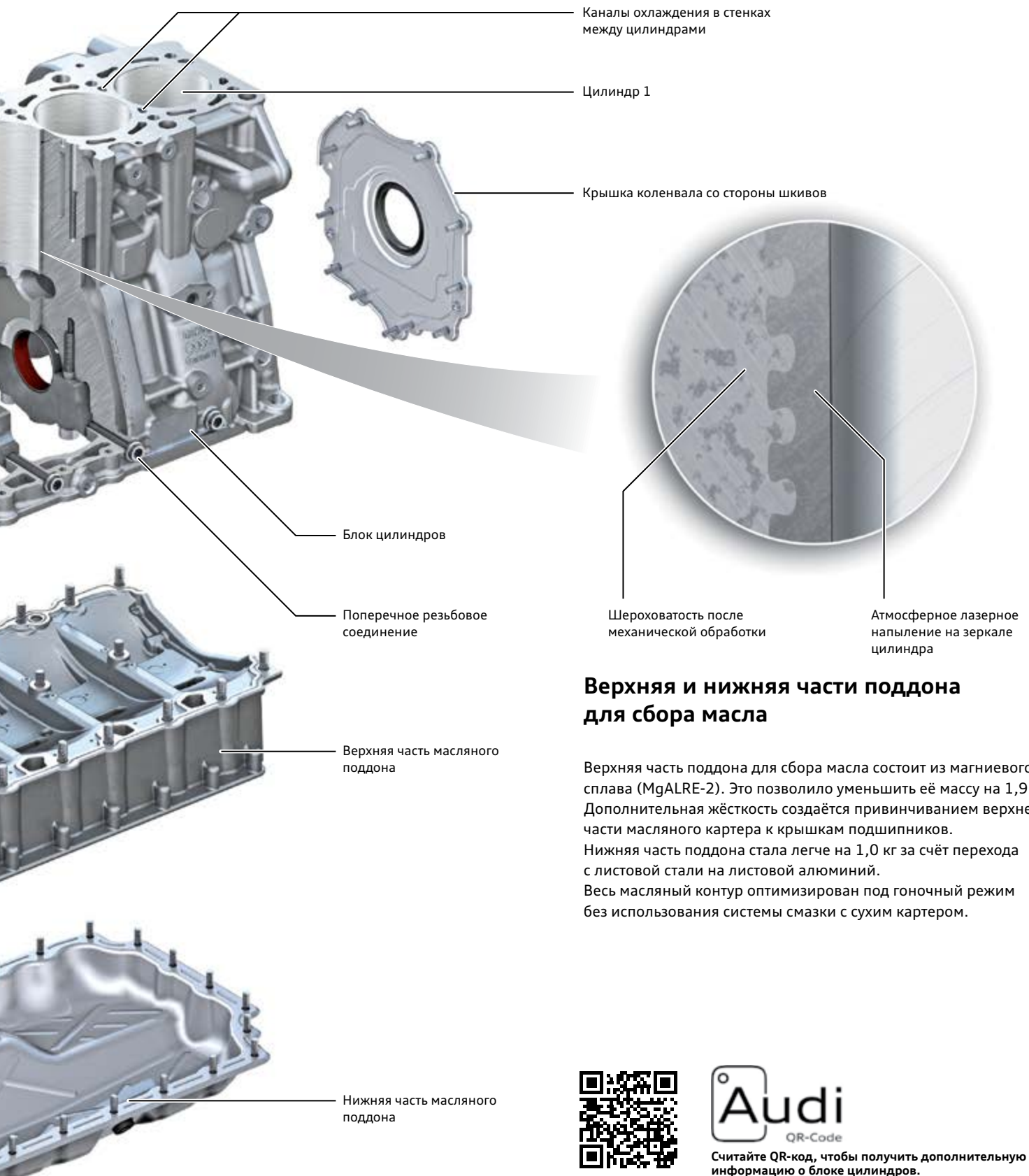
Датчик уровня и температуры масла G266

Лазерное структурирование



## Корпус привода ГРМ (крышка цепей привода ГРМ)

- > На 600 г легче.
- > Лучше прилегание к блоку цилиндров.
- > Меньше высота.
- > Крепление датчика частоты вращения промежуточного вала G265.



661\_005

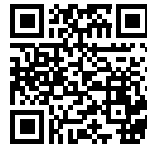
# Кривошипно-шатунный механизм

## Коленчатый вал

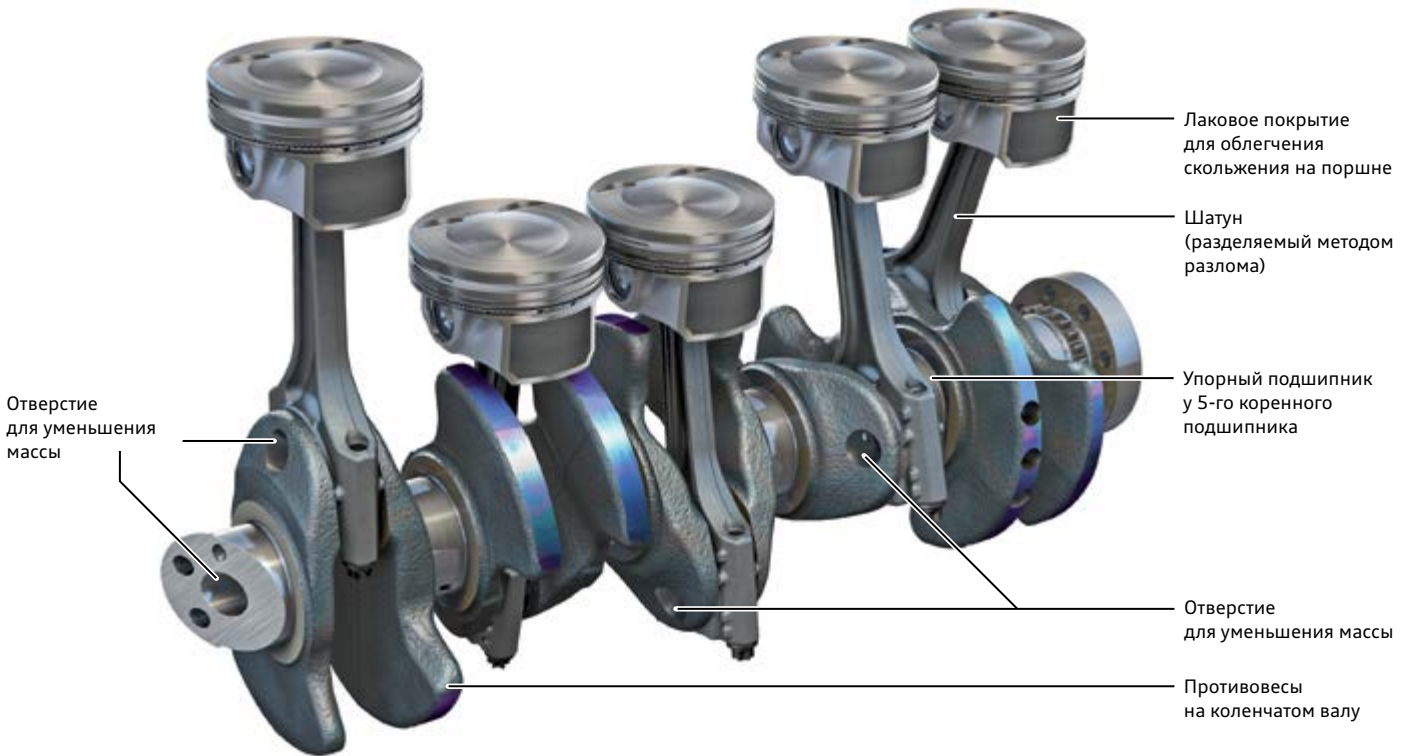
Несмотря на более высокие значения мощности, чем у предшествующего двигателя, массу коленвала удалось уменьшить на 1,5 кг.

Коленвал изготавливается из сплава 42CrMoS4 ковкой с последующей термообработкой.

Для уменьшения трения диаметр коренных подшипников коленвала уменьшен с 58 до 52 мм. Ещё одной мерой по снижению массы стали отверстия в щеках и сквозное сверление вдоль продольной оси.



Считайте QR-код, чтобы получить дополнительную информацию о коленвале.



## Вкладыши подшипников

661\_006

В связи с тем, что нагрузка на подшипники всё время увеличивается, у двигателя EA855 EVO вкладыши подшипников на коленвалу снабжены покрытием Irox.

Увеличение нагрузки вызывают:

- > более высокие значения давления рабочего цикла;
- > более высокие температуры;
- > уменьшенные размеры подшипников;
- > увеличенный изгиб коленвала;
- > разбавление масла топливом с более высоким содержанием этанола;
- > система старт-стоп.

## Верхние/нижние коренные подшипники

Вкладыши коренных подшипников состоят из следующих частей:

- > стальной спинки (около 2,25 мм);
- > очень тонкого (1–3 мкм) слоя чистого алюминия, который обеспечивает сцепление;
- > сплава AlSn10Si3CuCr, который, собственно, и является материалом подшипника (около 0,25 мм);
- > полимерного покрытия (около 70 % PAI + нитрид бора (твёрдые частицы) + оксид железа Fe2O3 в качестве износостойкого приработочного и резервного слоя).

Рядом с подшипником 5 находится упорный подшипник.

## Верхние/нижние шатунные подшипники

Вкладыши шатунных подшипников состоят из следующих частей:

- > стальной спинки (около 1,1 мм);
- > очень тонкого (1–3 мкм) слоя чистого алюминия, который обеспечивает сцепление;
- > сплава AlSn7Si2.7Cu1.5, который, собственно, и является материалом подшипника (около 0,3 мм);
- > полимерного покрытия (около 70 % PAI + MoS2 в качестве приработочного и резервного слоя).



# Шатунно-поршневая группа

## Поршни

Поршень имеет плоское днище, что создаёт предпосылки для высокой литровой мощности.

- > Круговой охлаждающий канал внутри поршня позволил снизить температуру днища на 30 °С.
- > Поршень имеет асимметричную форму.
- > Компрессионное кольцо находится в направляющей.
- > Юбка поршня покрыта износостойким лаком для облегчения скольжения.
- > Выточки в днище поршня увеличены.
- > Ось поршневого пальца смещена на 0,5 мм относительно центральной оси поршня.
- > Поршень и поршневой палец подбираются в пару.

## Поршневые кольца

- > **Поршневое кольцо 1:** кольцо прямоугольного сечения (верхнее кольцо [компрессионное] располагается во вставке).
- > **Поршневое кольцо 2:** кольцо с конической наружной поверхностью.
- > **Поршневое кольцо 3:** маслосъёмное кольцо (из трёх частей).

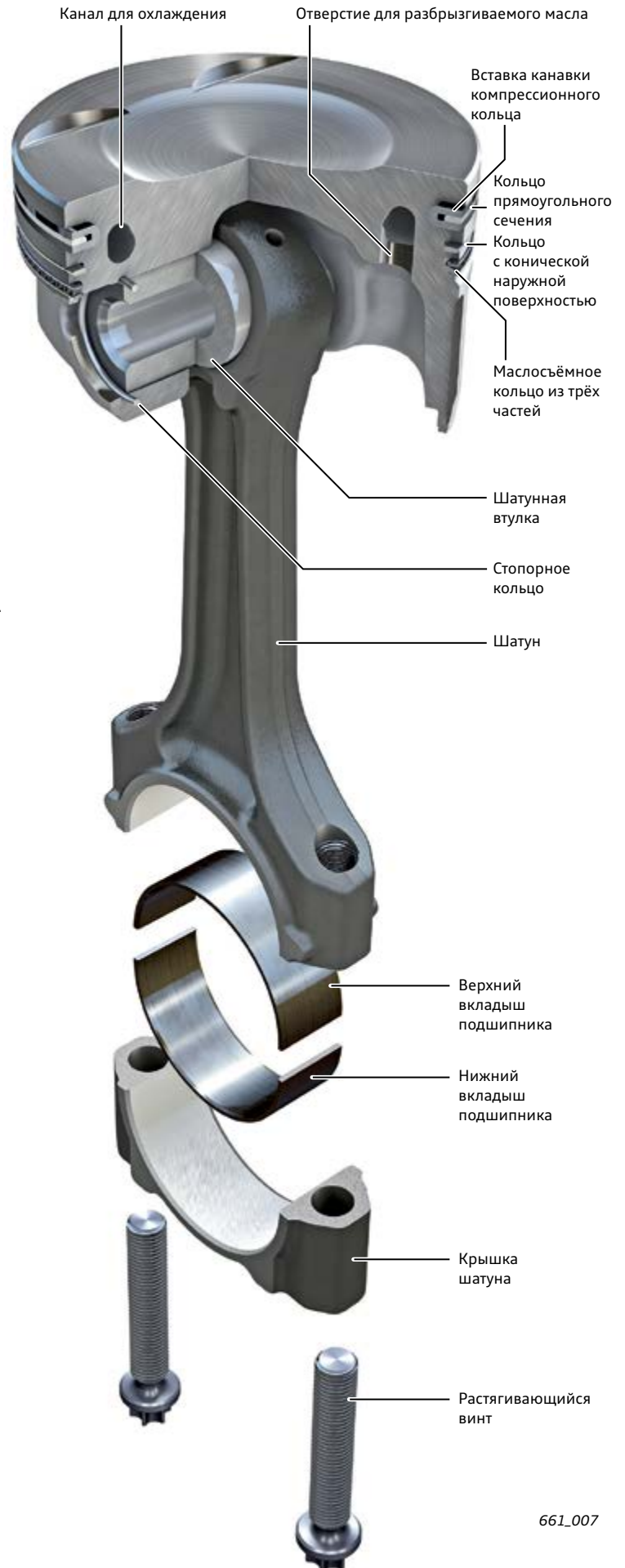
## Поршневые пальцы

Поршневые пальцы изготавливаются из стального прутка резанием.

Их особенность заключается в высокой точности изготовления и наличии особого покрытия. Речь идёт о нитриднемолибденовом (MoN) покрытии серебристого цвета. Это покрытие способно выдерживать более высокие нагрузки, чем алмазоподобное покрытие, которое используется, например, в двигателях семейства EA888 3-го поколения.

## Шатуны

Кованые шатуны из сплава 46MnVS5 с крышкой, отделяемой отламыванием, имеют двухстороннюю Т-образную форму. Малая головка шатуна выполнена безвтулочной. Гладкая после высокоточной шпиндельной обработки поверхность подвергается накаточному полированию.



661\_007



### Дополнительная информация

Дополнительную информацию по обращению с трёхчастными маслосъёмными кольцами можно найти в программе самообучения 645 «Двигатели Audi 2,0 л TFSI семейства EA888».

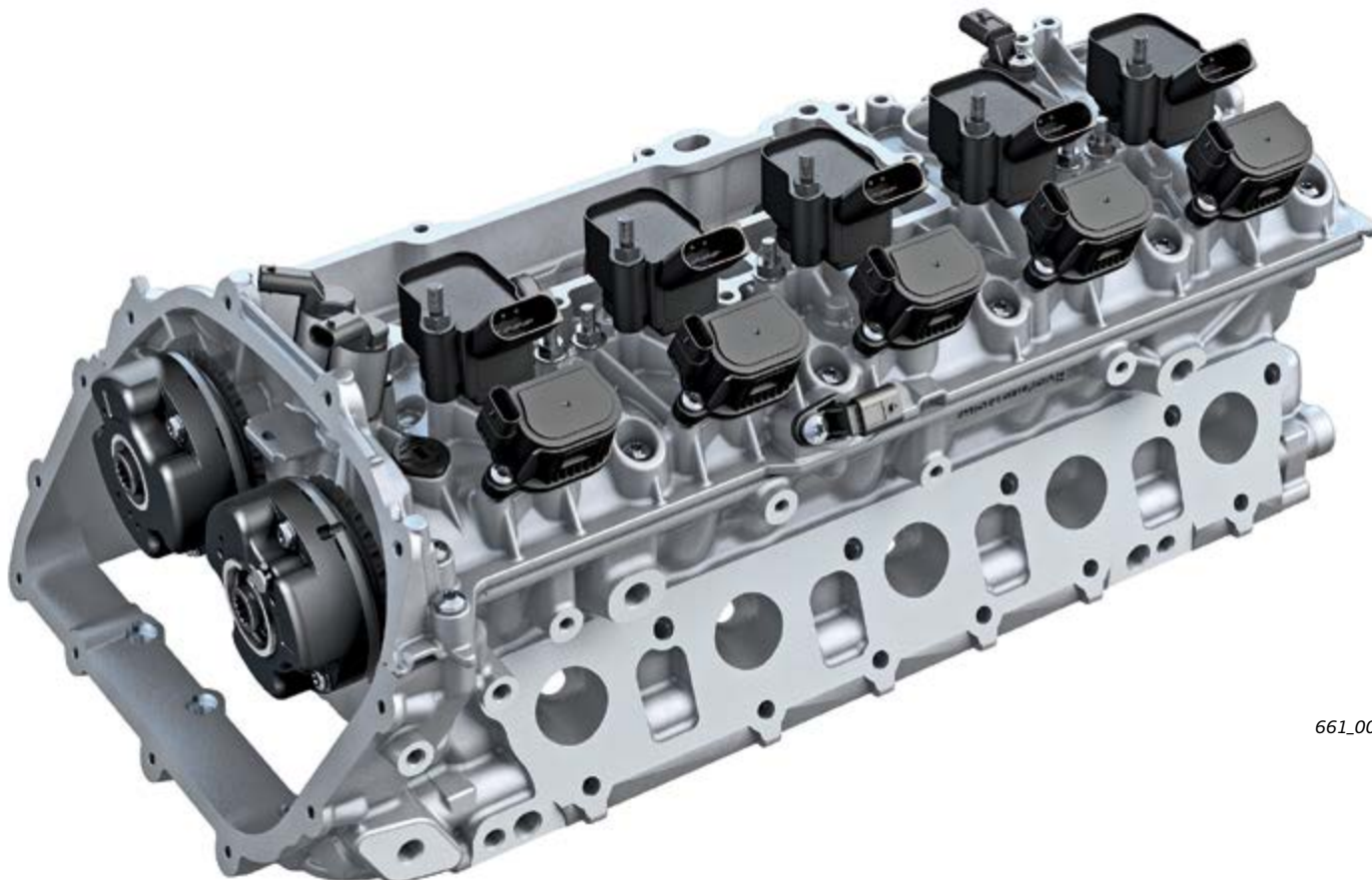
## Головка блока цилиндров

Головка блока цилиндров подверглась масштабной переработке по сравнению с предшествующим двигателем. По причине более высоких пиковых значений давления она комплектуется не только сверхпрочными болтами, но и новой пятислойной прокладкой. Из-за большого потока отработавших газов, на стороне выпуска используется новый маслосъёмный колпачок.

Важное изменение появилось и у опор распредвалов: здесь удалось добиться дальнейшего уменьшения трения.

Впервые в пятицилиндровом двигателе нашла применение система Audi valvelift system на стороне выпуска. Ещё одной модификацией является изменение привода ТНВД на цепной передаче, что уменьшило вибрации в приводе ГРМ. В результате уменьшилось время изменения фаз газораспределения.

### Головка блока цилиндров на стороне выпуска



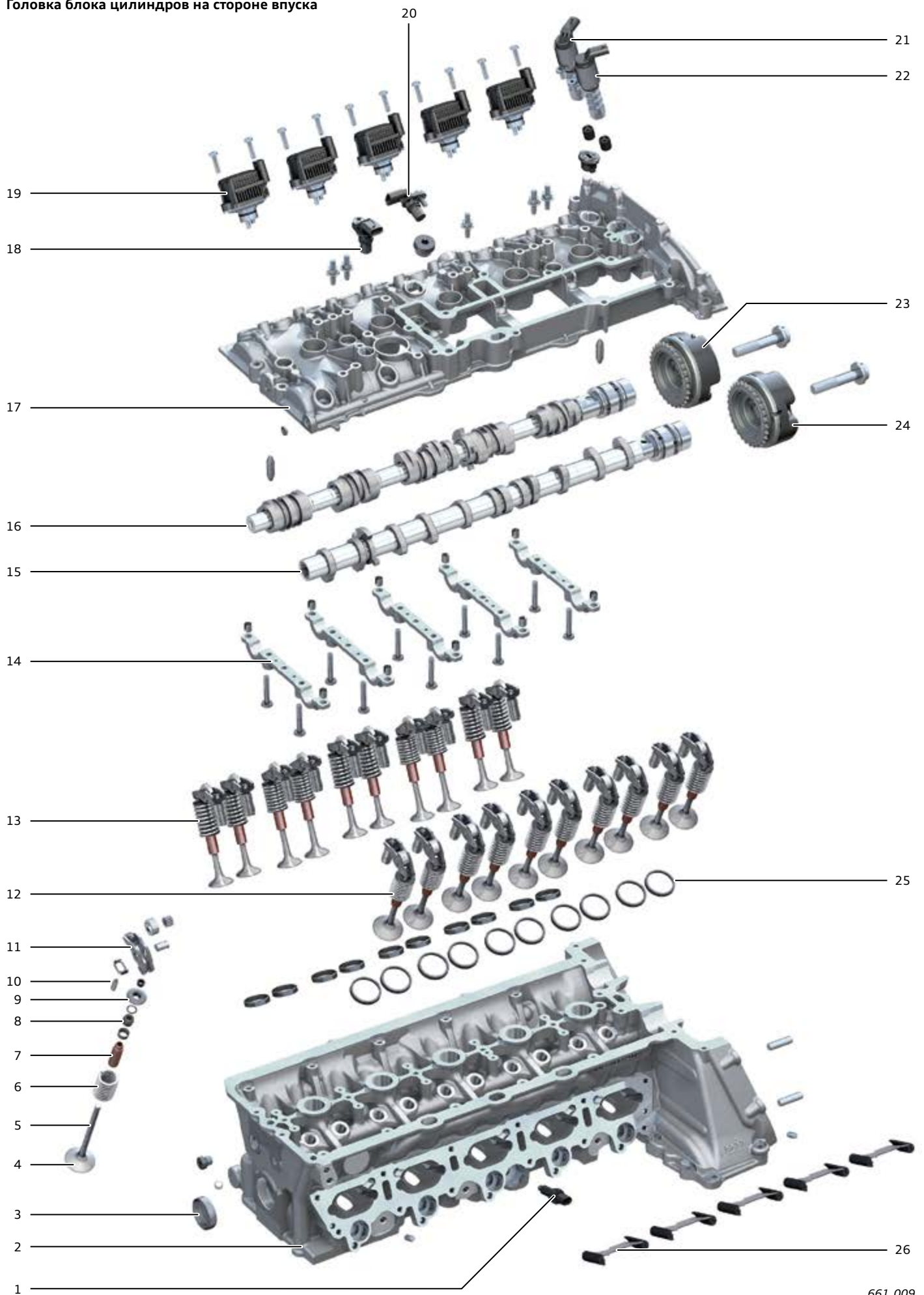
661\_008

### Условные обозначения к рис. на стр. 11

- |    |  |    |   |
|----|--|----|---|
| 1  | Датчик температуры системы терморегулирования двигателя G694 | 14 | Опора распредвала   |
| 2  | Головка блока цилиндров                                      | 15 | Распредвал впускных клапанов                                      |
| 3  | Заглушка (антифризная пробка)                                | 16 | Распредвал выпускных клапанов                                     |
| 4  | Тарелка клапана  | 17 | Клапанная крышка  |
| 5  | Стержень клапана   | 18 | Датчик Холла G40  |
| 6  | Пружина клапана  | 19 | Регулятор кулачка выпускного клапана                              |
| 7  | Направляющая втулка клапана                                  | 20 | Датчик Холла 3 G300   |
| 8  | Маслосъёмный колпачок  | 21 | Клапан 1 регулятора фаз газораспределения выпускных клапанов N318 |
| 9  | Верхняя тарелка пружины                                      | 22 | Клапан 1 регулятора фаз газораспределения N205                    |
| 10 | Опорный элемент  | 23 | Регулятор фаз газораспределения выпускных клапанов                |
| 11 | Роликовое коромысло  | 24 | Регулятор фаз газораспределения впускных клапанов                 |
| 12 | Впускной клапан  | 25 | Кольца сёдел клапанов   |
| 13 | Выпускной клапан   | 26 | Разделительная перегородка впускных каналов                       |

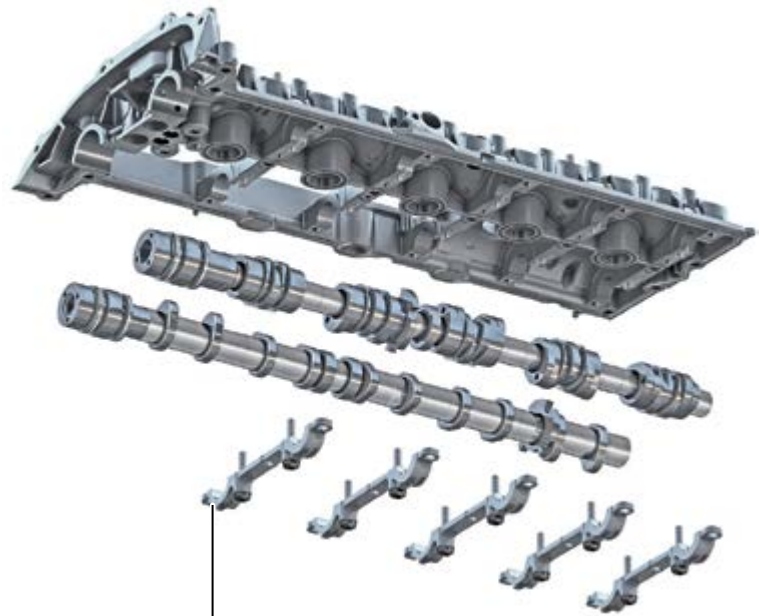
# Устройство

## Головка блока цилиндров на стороне впуска



## Распредвалы

Распредвалы установлены на подшипниках скольжения в клапанной крышке. Распредвалы привинчены к клапанной крышке посредством опор-перемычек. Преимущество такой концепции заключается в отсутствии внутренних напряжений. Кроме того, распредвалы и их опоры в целом образуют очень жёсткий узел, что делает двигатель менее уязвимым при высоких значениях частоты вращения. Первая опора, расположенная сразу же за цепным приводом, сделана крупнее остальных. Здесь роль верхнего вкладыша играет сама головка блока цилиндров, поэтому при повреждении в этом месте замене подлежит вся головка блока цилиндров.



Опорные перемычки 1-5

661\_010

## Опора распредвала AVS

В отличие от прежних рядных бензиновых двигателей Audi у нового пятицилиндрового двигателя опора распредвала AVS находится в основном валу. Сравнение: EA888 поколения 3 (левый рис.).

Там опорами вала были кулачковые муфты. Преимуществом нынешнего решения является уменьшение трения.



661\_011

EA888 поколения 3, опора распредвала выпускных клапанов в кулачковой муфте AVS



661\_012

Опорная перемычка

EA855 EVO, опора распредвала выпускных клапанов в основном валу

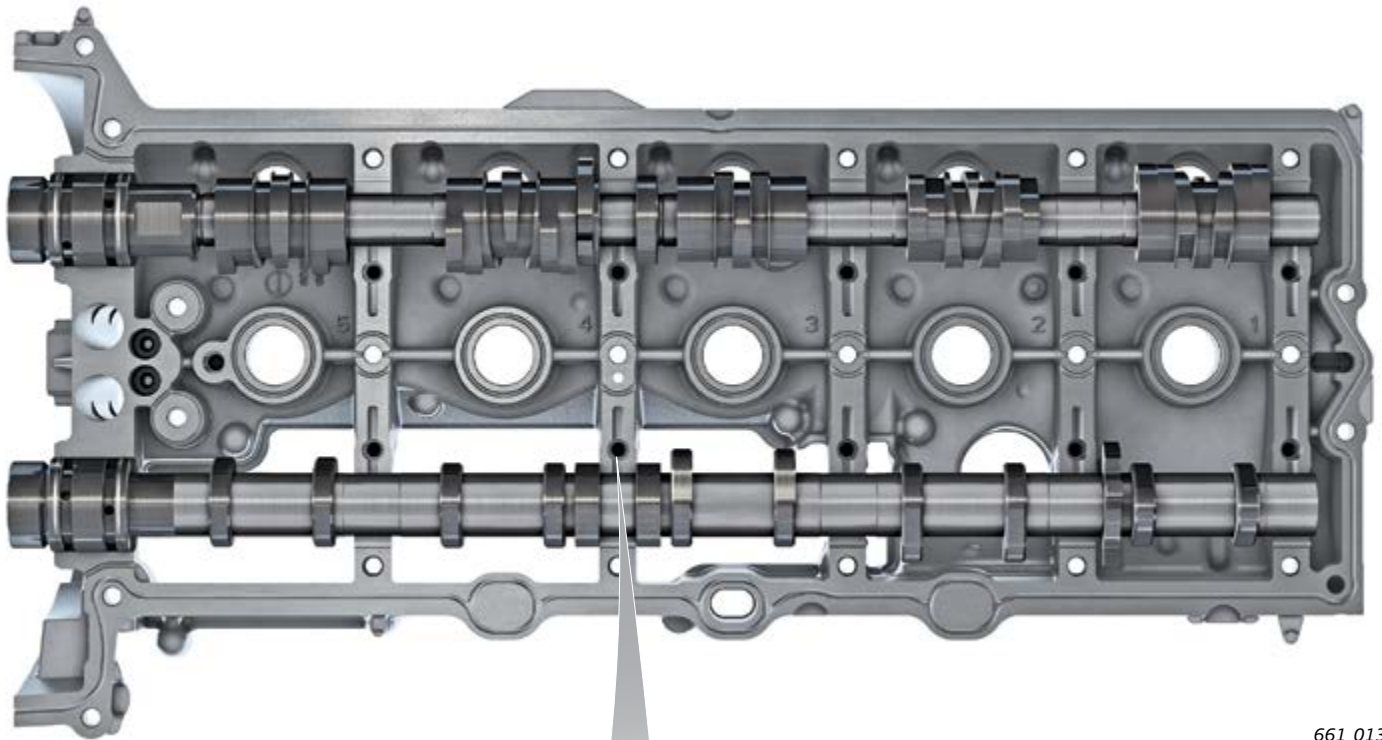


### Указание

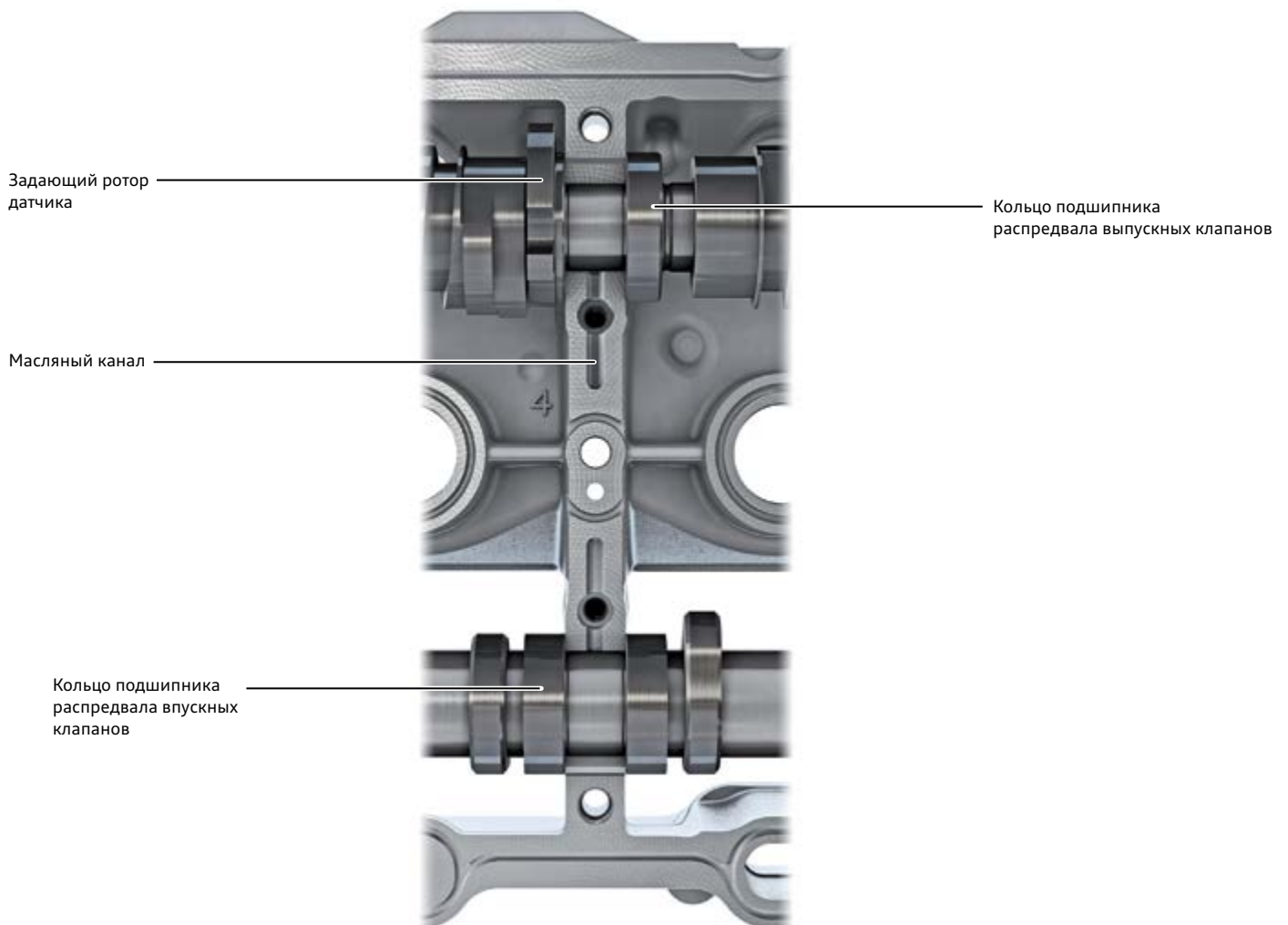
1. Перед снятием клапанной крышки необходимо сначала снять цепь привода распределительных валов.
2. При повреждении передней опоры необходимо заменить всю головку блока цилиндров.

## Упорный подшипник распредвала

На вкладыши опорных перемычек между цилиндрами 3 и 4 распредвалы опираются с боков.  
Для этого на распредвалах установлены внутренние кольца.



661\_013



661\_014

## Audi valvelift system (AVS)

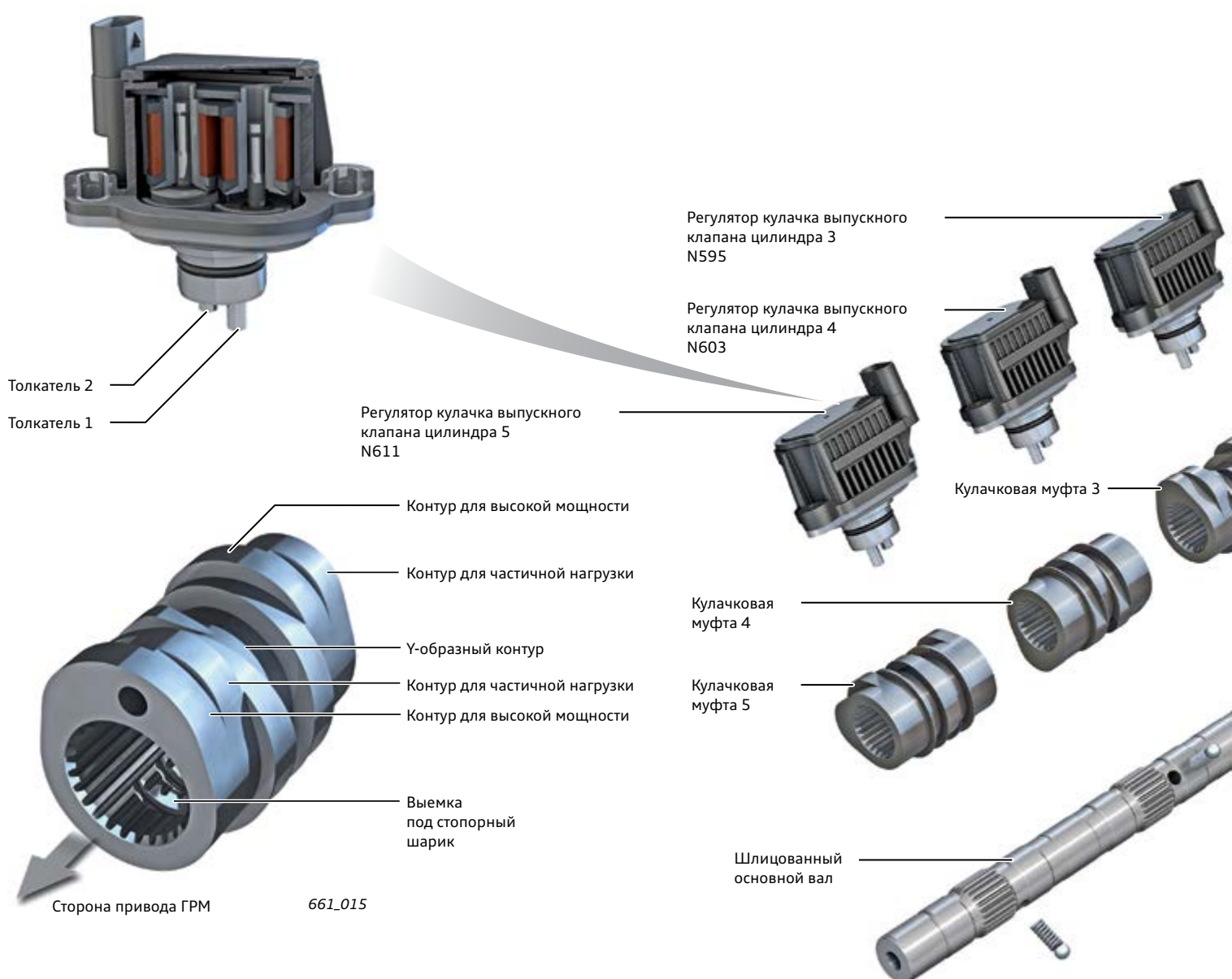
Использование AVS на стороне выпуска достигается значительное уменьшение расхода топлива по сравнению с предшествующим агрегатом. Система служит исключительно для повышения способности двигателя быстро развивать

крутящий момент. В отличие от прежних систем теперь ход открытия выпускных клапанов не регулируется. Два разных контура кулачков влияют на длительность открытия клапанов.

### Принцип работы

Система работает вместе с регулированием фаз газораспределения. В сочетании с регулированием фаз распредвалов впускных и выпускных клапанов с углом регулировки до 50° коленвала на стороне впуска и до 42° коленвала на стороне выпуска и с подстройкой длительности открытия выпускных клапанов системой AVS

может быть достигнута сильная минимизация остаточных газов. Система AVS делает возможным переключение между длительностью открытия клапанов 200° коленвала для умеренного расхода при низкой и частичной нагрузке и 270° коленвала для быстрого отклика и высокой мощности при полной нагрузке.



#### Указание

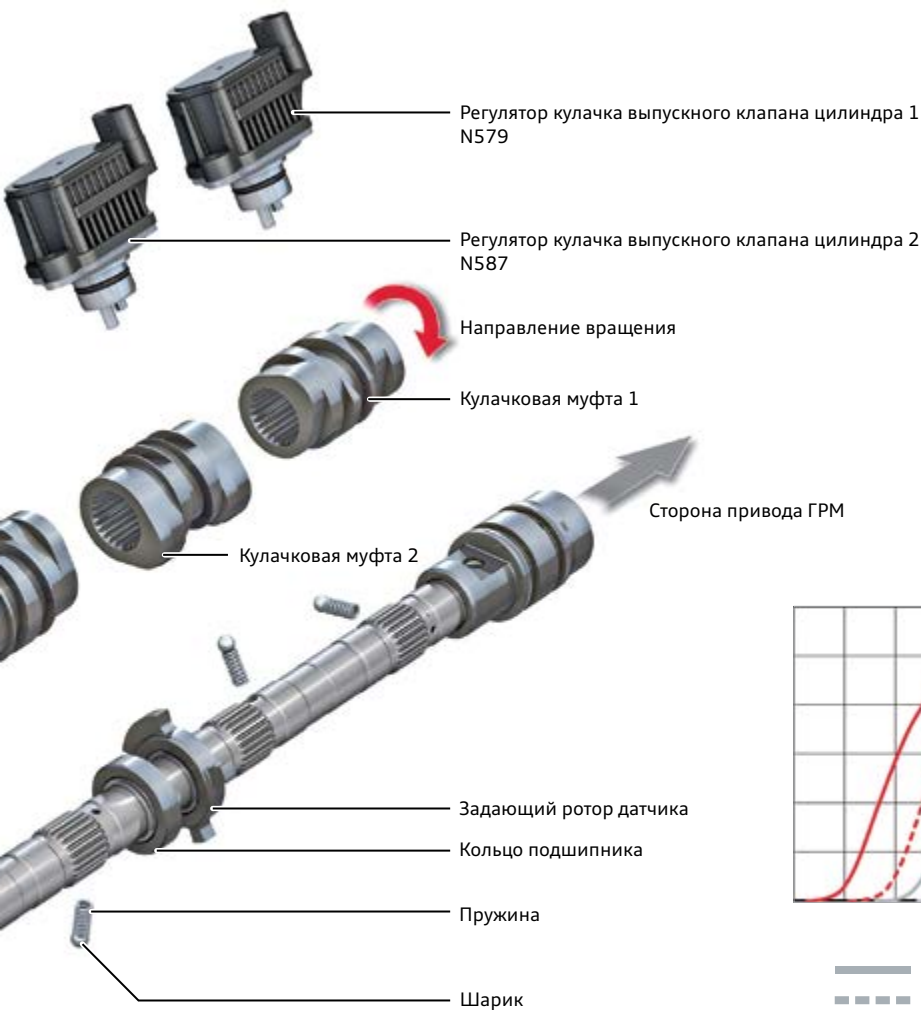
Если во время ремонтных работ шарик или пружина потеряются (это может произойти, если сдвинуть кулачковую муфту слишком далеко), то для них можно заказать запасные детали. Если кулачковая муфта соскочила со шлицов, то необходимо заменить весь распредвал (кулачковая муфта подходит в любом положении). У нового запасного распредвала кулачковые муфты стоят на контуре для высокой мощности.

## Устройство распредвала выпускных клапанов

Кулачковые муфты надеты на шлицеванный основной вал и стопорятся на нём шариком с пружиной. Каждая из кулачковых муфт регулируется двойным исполнительным механизмом. Двойные исполнительные механизмы могут сдвигать кулачковые муфты в обоих направлениях. В средней части кулачковые муфты имеют Y-образный контур.

### Работа регулятора кулачка выпускного клапана

Подключение	Потенциал и функция
A1	Масса катушки 1 = толкатель 1 = перемещение кулачковой муфты на контур для высокой мощности
A2	Масса катушки 2 = толкатель 2
A3	Клемма 87 электропитания = перемещение кулачковой муфты на контур частичной нагрузки



661\_016

Направление перемещения кулачковой муфты зависит от того, какой из двух толкателей регулятора (исполнительного механизма) заходит в Y-образный контур.



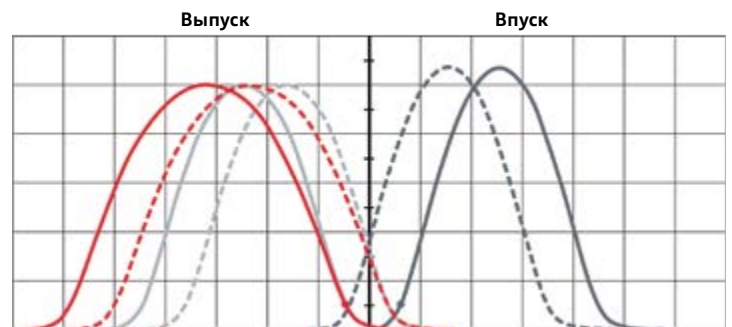
Контур для высокой мощности  
270° коленвала

661\_017



Контур для частичной нагрузки  
200° коленвала

661\_018



661\_093

- Ход выпуска 200°/10 мм
- - - Ход выпуска 200°/10 мм (+42°)
- Ход впуска 195°/10,7 мм
- - - Ход впуска 195°/10,7 мм (-50°)
- Ход выпуска 270°/10 мм
- - - Ход выпуска 270°/10 мм (+42°)



#### Дополнительная информация

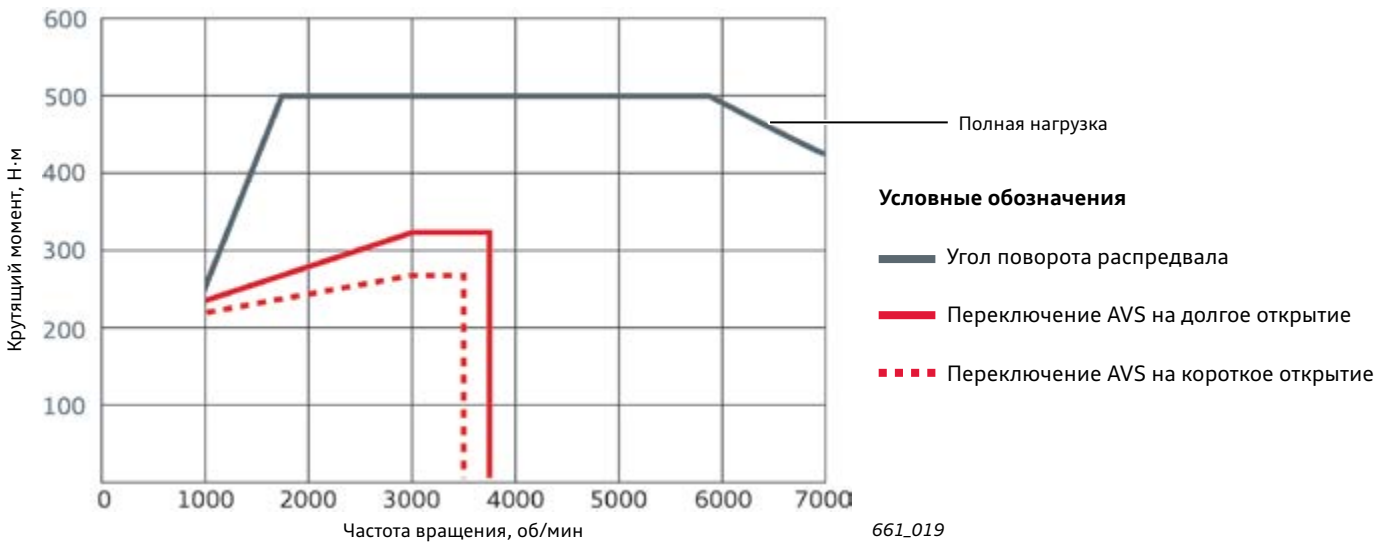
Дополнительную информацию по принципу действия системы Audi valvelift system (AVS) можно найти в программе самообучения 411 «Двигатели Audi FSI объемом 2,8 и 3,2 л с Audi valvelift system».

## Рабочий диапазон AVS

После выключения двигателя все кулачковые муфты стоят на контуре для частичной нагрузки.

Переключение на контур для высокой мощности происходит по параметрическому полю при частоте вращения около 3800 об/мин и среднем давлении в камере сгорания 11 бар. На графике показан пример. Переключение не происходит

при температуре масла ниже  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  и частоте вращения выше 4000 об/мин. Переключение снова становится возможным после падения частоты вращения ниже указанного порога и повышения температуры масла до температуры выше  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



### Переключение AVS на долгое открытие

Контур для большой мощности — длительное открытие → выгоден во всём диапазоне полной нагрузки, лучше отзывчивость, лучше крутящий момент в нижнем диапазоне частоты вращения, поскольку фазы газораспределения делают возможным высокий крутящий момент при низкой частоте вращения.

### Переключение AVS на короткое открытие

Контур для частичной нагрузки — короткое открытие → выгоден в отношении расхода топлива при частичной нагрузке, поведения при запуске, выбросов (до очистки) и ровной работы.

## Поведение системы при неполадках

При неполадках система пытается вывести все цилиндры на одинаковое время открытия. Если это будет короткое открытие, дополнительно происходит умеренное снижение

наполнения, что, впрочем, при нормальном режиме почти никак себя не проявляет.

Система/датчик	Запись в регистраторе событий		Аварийный режим/ снижение мощности		Уменьшение частоты вращения			Возможно устранение? DCU ↗		Лампы	
	Да	Нет	Да	Нет	Да	Нет	DRZ	Да	Нет	MIL	EPC
Длинный кулачок	X			X		X		X		X	X
Короткий кулачок	X			X		X		X			X
Смешанный режим	X			X		X		X		X	X



#### Указание

Если после ремонта двигателя не все кулачковые муфты установлены на короткое открытие, возможность пуска двигателя сохраняется. Но в последующей фазе холостого хода двигатель может работать неровно, поскольку регулировки настроены на короткое открытие. Если повысить частоту вращения до 1200–1800 об/мин, система дважды переключится туда и обратно и снова перейдет на короткое открытие. Поэтому при установке распредвала выпускных клапанов нужно следить за тем, чтобы все кулачковые муфты были установлены на короткое открытие.

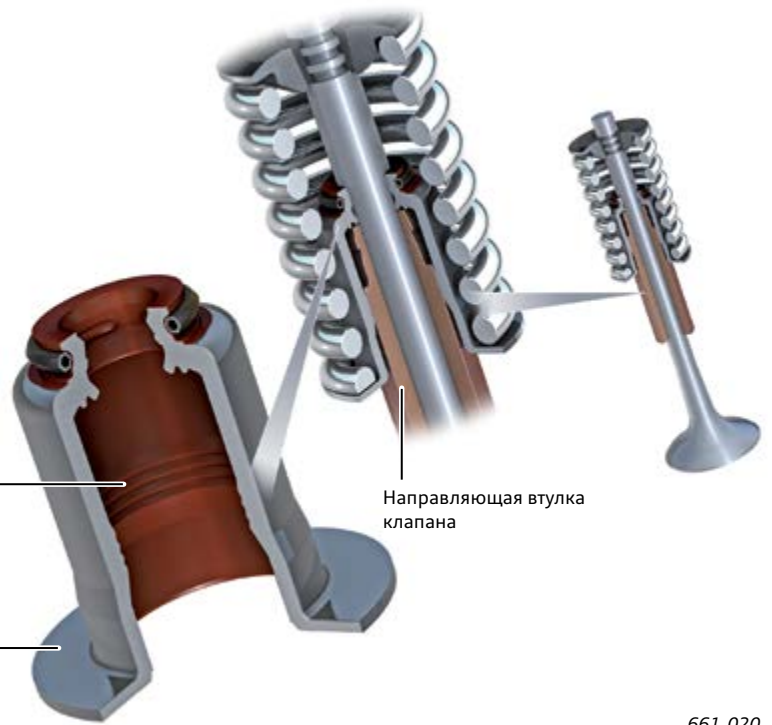


## Маслосъёмный колпачок выпускного клапана

В связи с большими потоками отработавших газов понадобились новые маслосъёмные колпачки. Теперь они длиннее, чем были раньше, и служат также в качестве подкладок под пружины клапанов. Это не позволяет им соскакивать с направляющей втулки клапана.

Маслосъёмный колпачок на наружном диаметре направляющей втулки клапана

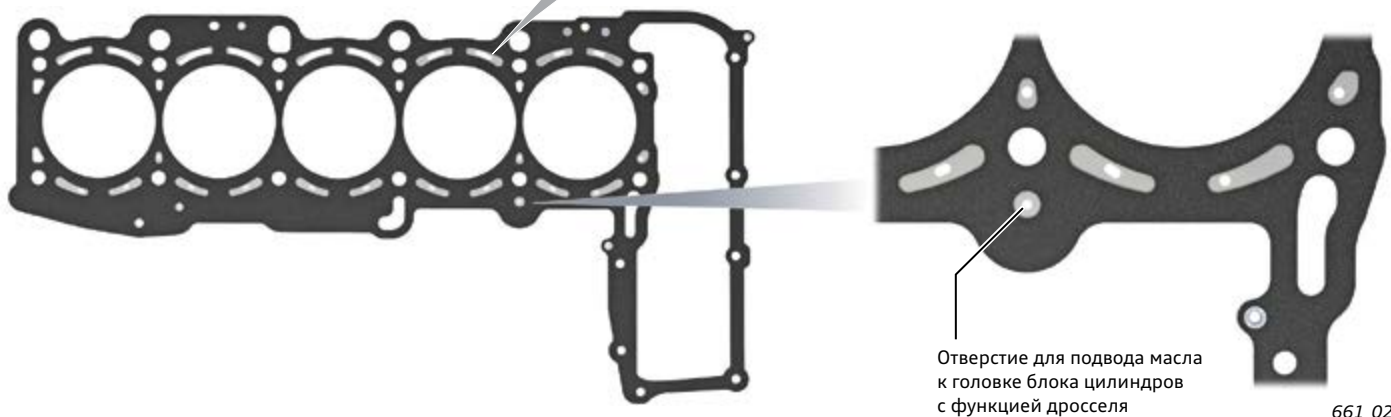
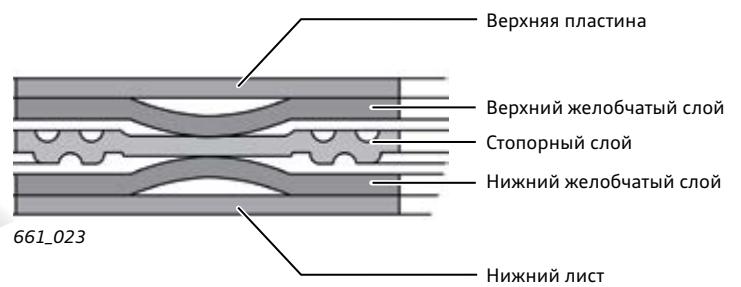
Упор пружины клапана для фиксации в осевом направлении



661\_020

## Прокладка головки блока цилиндров

- > Пятислойная структура с двумя гладкими пластинами внизу и вверху.
- > Высота — 1,3 мм.
- > Отверстие для подвода масла к головке блока цилиндров с функцией дросселя.



## Шумопоглощение головки блока цилиндров

Для снижения шума двигателя прямо на головке блока цилиндров устанавливается шумопоглощающая деталь из пенополиуретана-полиэфира.



661\_023

## Привод газораспределительного механизма

Двухступенчатый привод газораспределительного механизма находится со стороны коробки передач. В первичном приводе А от коленвала с помощью зубчатой цепи 8 мм приводятся масляный насос и промежуточный вал. Промежуточный вал является сборным. Он приводит распредвалы, топливный насос высокого давления и вакуумный насос.

Во вторичном приводе от промежуточного шкива роликовой цепью 8 мм приводятся распредвалы.

Весь цепной привод оптимизирован по трению (радиусы изгибов и передаточное отношение). Длину двигателя удалось уменьшить на 2 мм.

Привод топливного насоса высокого давления выведен из ГБЦ в блок цилиндров.

Преимущества:

- > Распредвалы менее склонны к вибрации. Силы, возникающие в цепном приводе, меньше.
- > Топливопроводы короче по сравнению с компоновкой, при которой привод находится в головке блока цилиндров.
- > Оптимальная компактность с точки зрения защиты пешеходов (расстояние до капота).
- > В будущем система может использоваться и при более высоких значениях давления топлива.



661\_026

**Подача масла:**  
> к подшипнику скольжения сборного промежуточного вала;  
> насосу высокого давления.

Успокоитель

Сборный промежуточный вал:

- > привод распредвалов, ТНВД и вакуумного насоса;
- > тройной кулачок для ТНВД;
- > запрессован в блок цилиндров и привинчен;
- > подшипник скольжения;
- > снимать запрещается;
- > 24 зуба и 40 зубьев.

Насос высокого давления

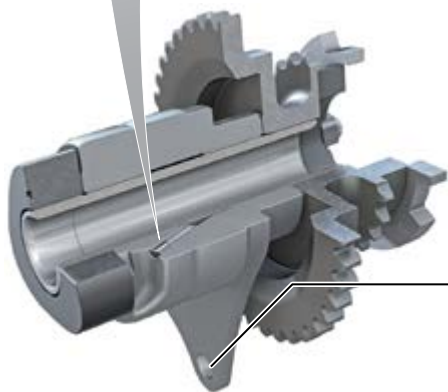
Клапан дозирования топлива N290

Резьбовое крепление промежуточного вала

Успокоитель

Шиберный масляный насос регулируемой (по объёму) производительности

Звёздочка масляного насоса, 24 зуба



661\_024

Промежуточный вал с торцевым резьбовым креплением. Не снимается у двигателей, выпущенных до 2017 года.

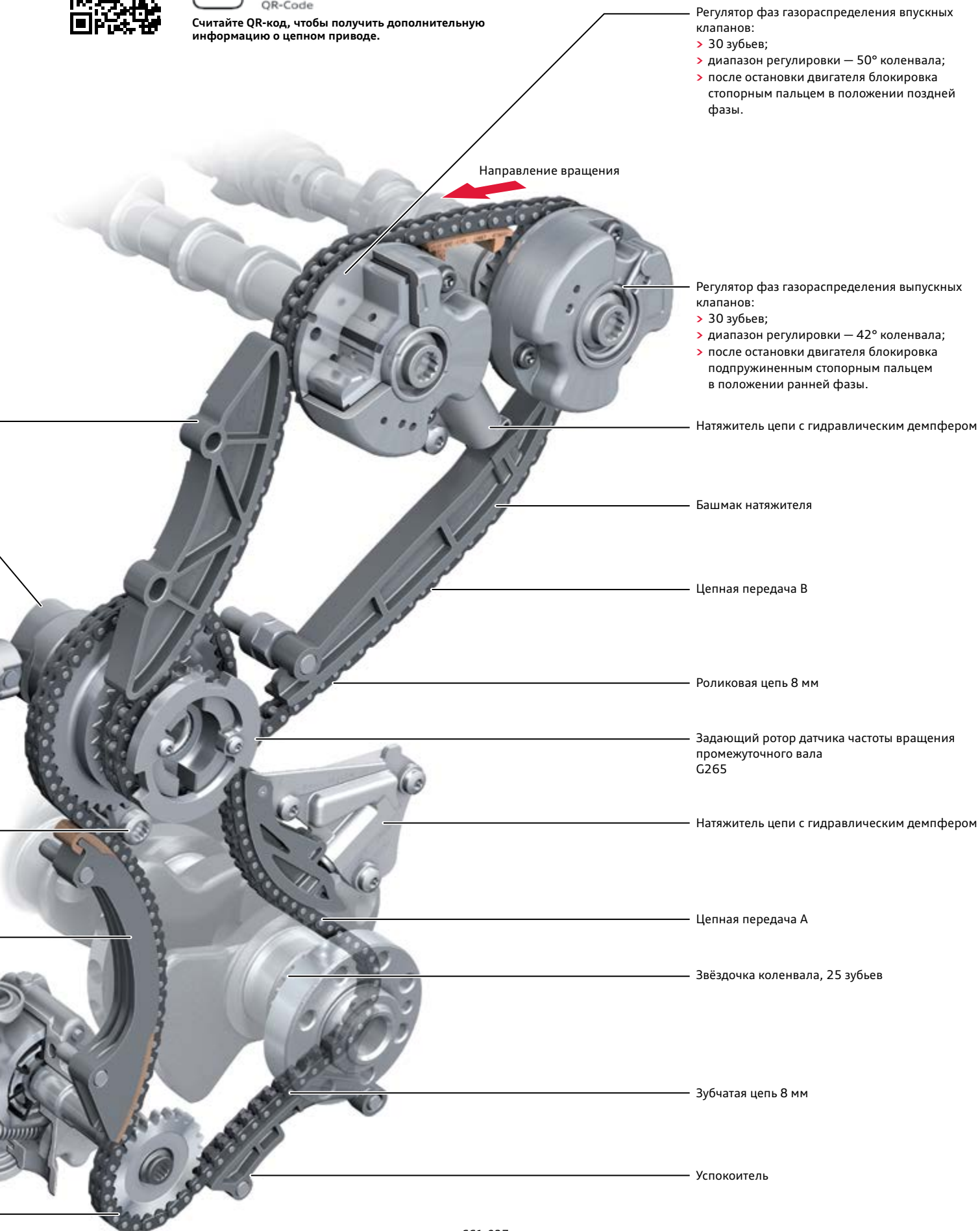


661\_025

Промежуточный вал без торцевого резьбового крепления. Может сниматься, привинчивается сверху, головку блока цилиндров необходимо демонтировать.



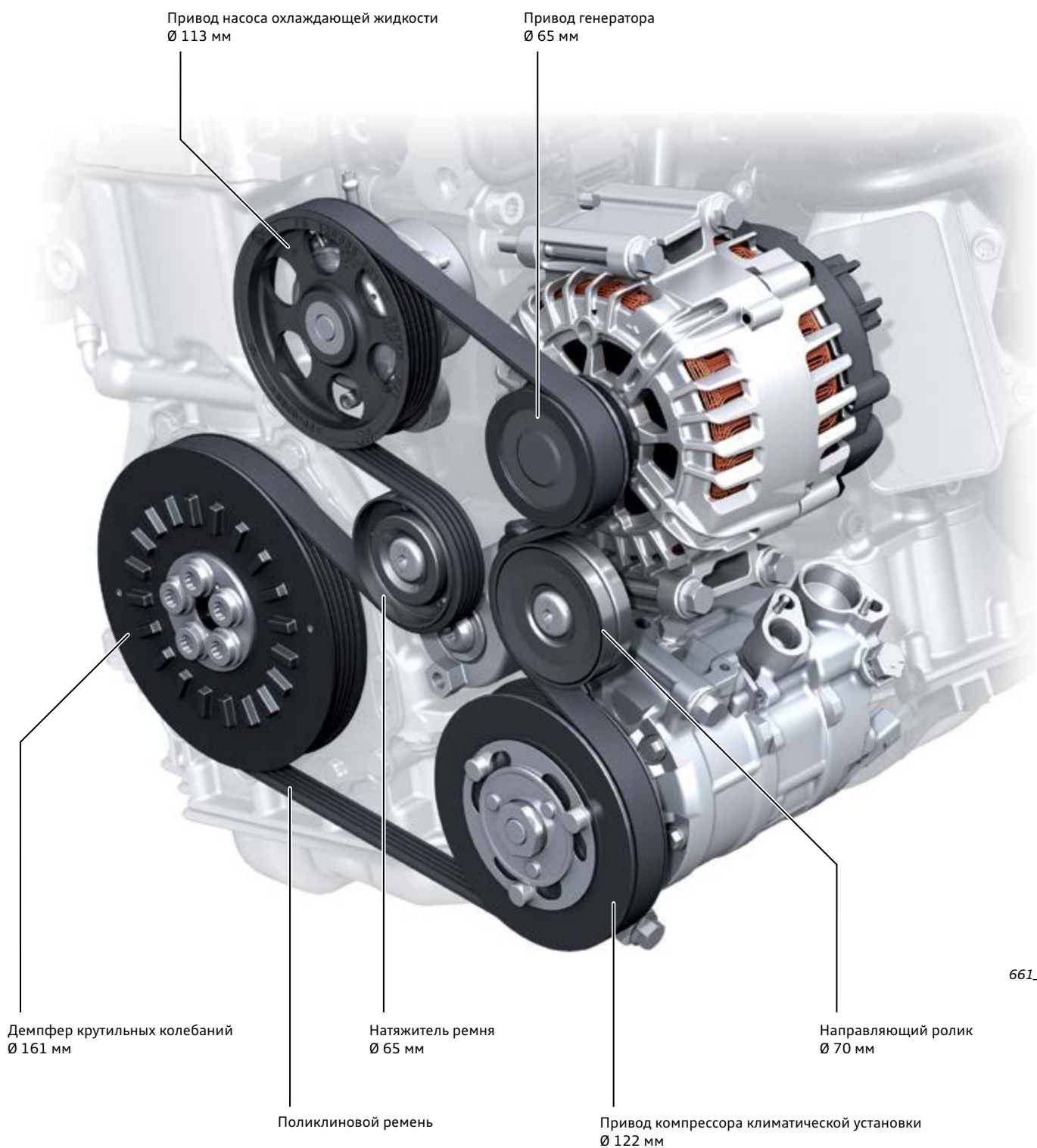
Считайте QR-код, чтобы получить дополнительную информацию о цепном приводе.



## Привод навесных агрегатов

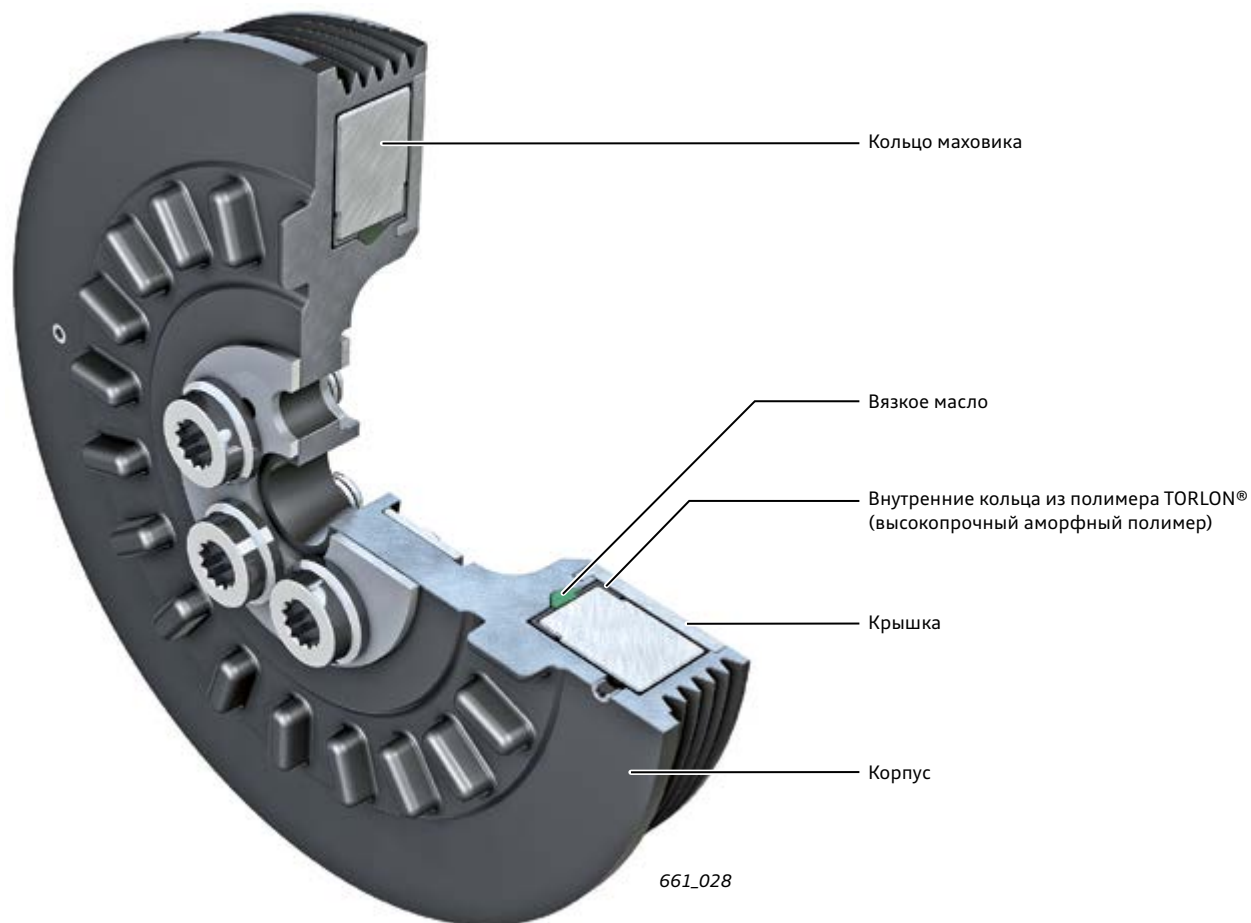
Вспомогательные агрегаты приводятся (в отличие от предшествующего двигателя) одноступенчатым приводом. Цель изменений — уменьшение длины агрегата.

Этим обеспечивается возможность интеграции агрегата в модульную платформу с поперечным расположением двигателя без существенных изменений в структуре передней части автомобиля.

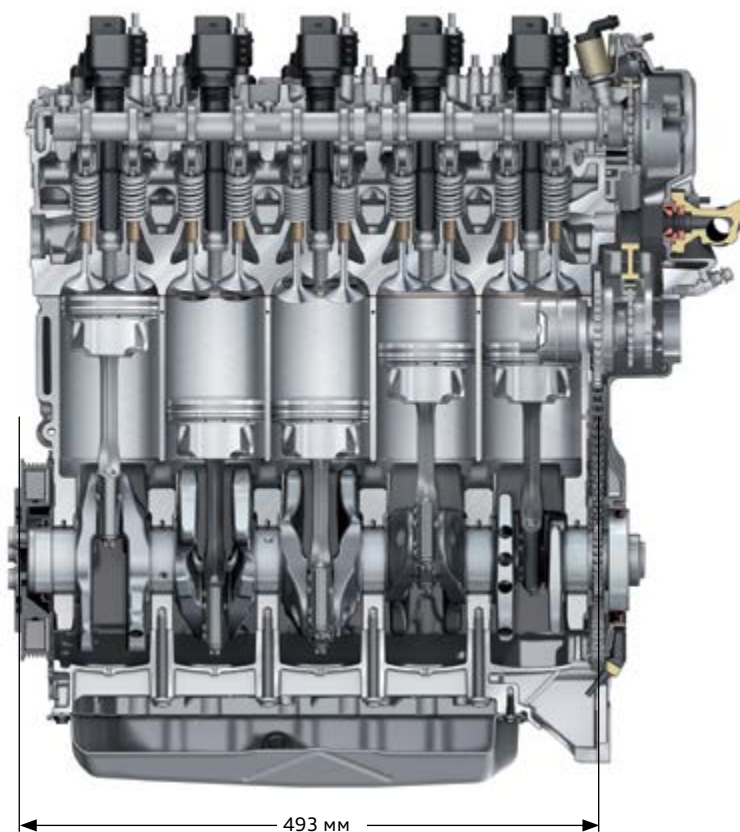


## Демпфер крутильных колебаний

Демпфер крутильных колебаний алюминиевый. Колебания глушатся стальным кольцом, плавающим в вязком масле.



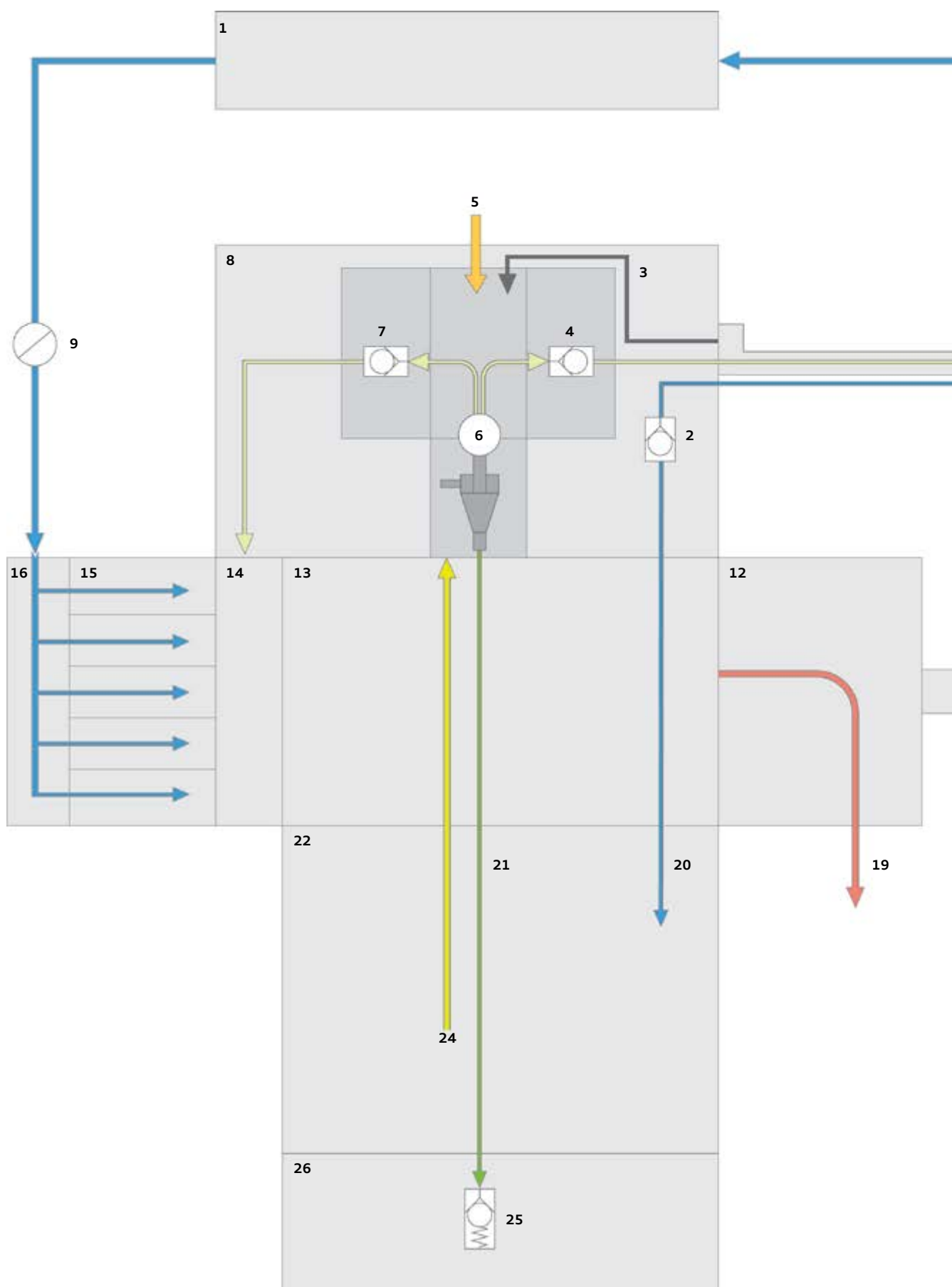
## Длина двигателя

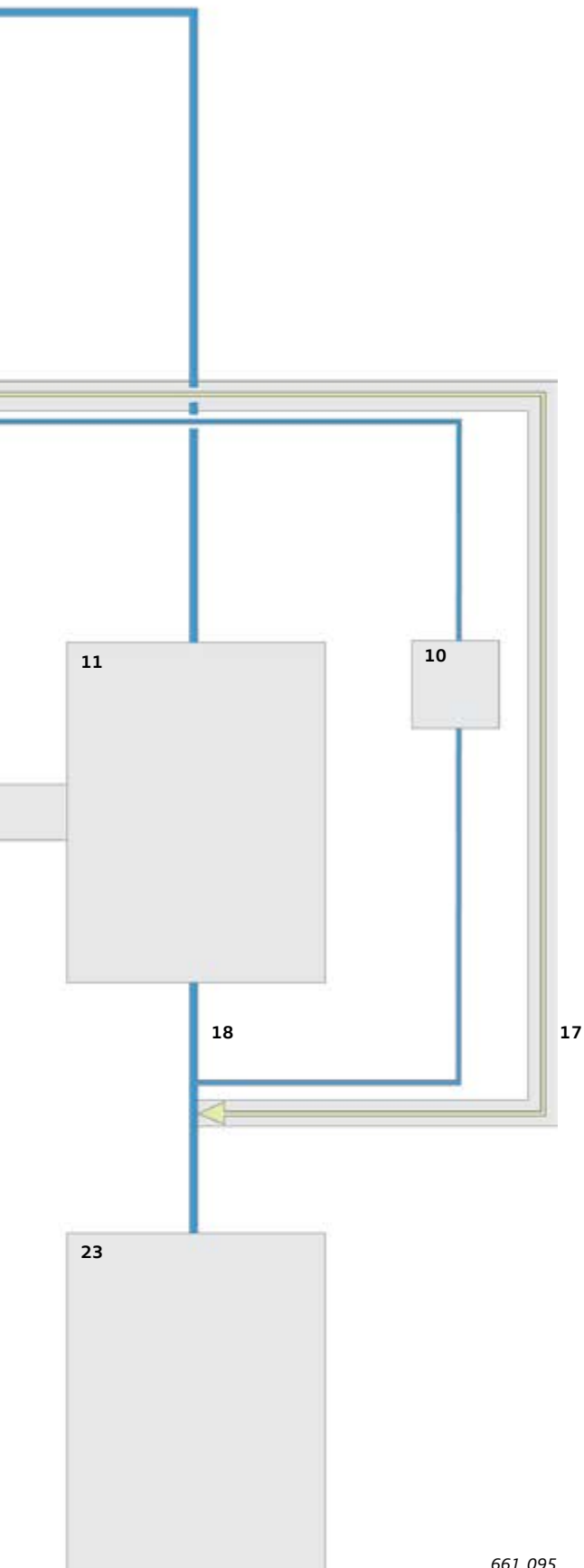


661\_030

# Система вентиляции картера

## Обзор системы





### Условные обозначения

- Возврат масла
- Картерные газы
- Очищенные картерные газы
- Диагностический канал
- Всасываемый воздух
- Отработавшие газы
- Вентиляция топливного бака

- 1** Промежуточный охладитель наддувочного воздуха
- 2** Обратный клапан
- 3** Диагностический канал
- 4** Обратный клапан
- 5** Вентиляция топливного бака
- 6** Клапан регулирования давления
- 7** Обратный клапан
- 8** Модуль маслоотделителя
- 9** Дроссельная заслонка
- 10** Клапан вентиляции картера N546
- 11** Нагнетатель
- 12** Турбина
- 13** Головка блока цилиндров
- 14** Впускные каналы
- 15** Нижняя часть впускного коллектора
- 16** Верхняя часть впускного коллектора
- 17** Вентиляционный трубопровод в режиме наддува
- 18** Впускной трубопровод
- 19** Сторона выпуска
- 20** Трубопровод PCV
- 21** Возврат масла
- 22** Блок цилиндров
- 23** Корпус воздушного фильтра
- 24** Картерные газы
- 25** Гравитационный клапан
- 26** Масляный поддон

661\_095

## Вентиляция

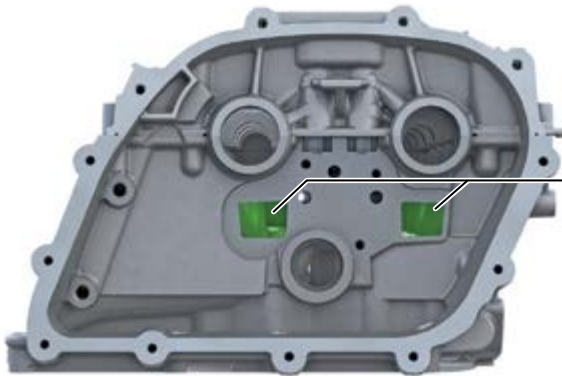
Картерные газы текут через короб цепного привода в головку блока цилиндров. Изменением направления тока уже здесь происходит их начальная грубая очистка.

К верхней стороне клапанной крышки прифланцован модуль маслоотделителя. В нём картерные газы очищаются от моторного масла, прежде чем будет подан воздух для сжигания.

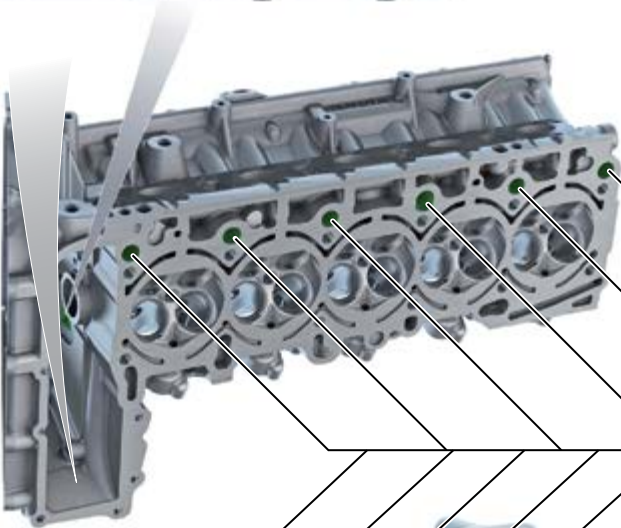
## Модуль маслоотделителя

Модуль маслоотделителя выполняет следующие функции:

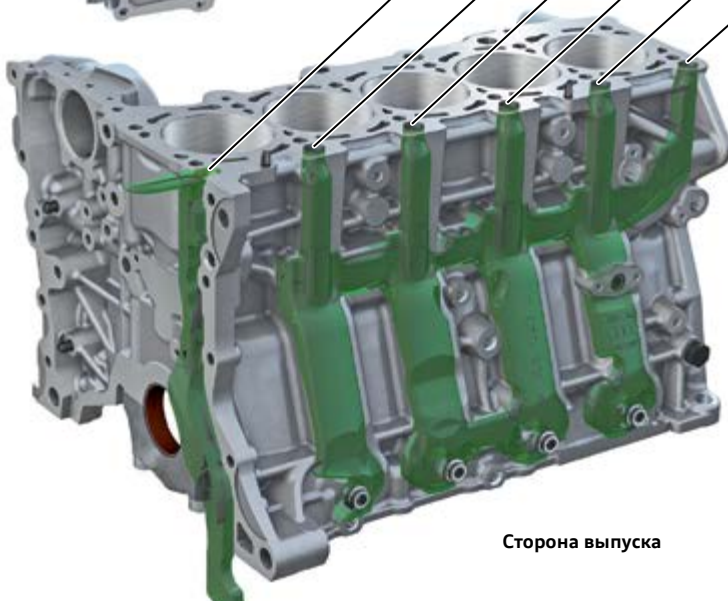
- > грубая очистка от масла;
- > тонкая очистка от масла;
- > регулирование давления в блоке цилиндров;
- > распределение объёма картерных газов:
  - > с помощью обратных клапанов;
  - > в направлении стороны всасывания турбоагнетателя;
  - > в направлении впускного коллектора;
- > вентиляция PCV;
- > подвод к адсорберу.



Вентиляция короба цепной передачи



Возврат масла



Сторона выпуска



Обратный клапан



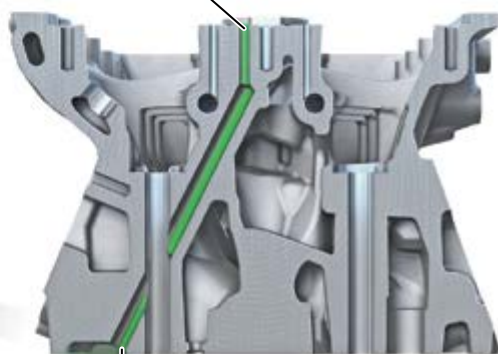
## Возврат масла

Масло, отделённое в маслоотделителе грубой очистки, стекает через отверстие в ножке четырёх камер маслоотделителя прямо в головку блока цилиндров, а оттуда — назад в масляный поддон двигателя. Масло, отделённое в маслоотделителе тонкой очистки, подводится по отдельному каналу в модуле к обратному масляному каналу двигателя. Этот канал проходит через головку и блок цилиндров и заканчивается у гравитационного клапана в верхней части масляного поддона. Гравитационный клапан открывается после выключения двигателя, если в обратном канале собралось достаточное количество масла.

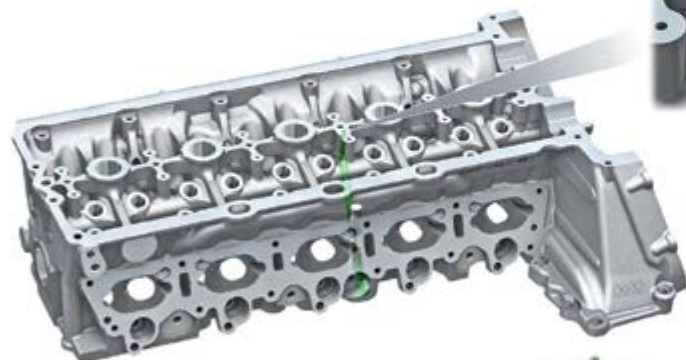
Подшипник 4 распределительного вала



Маслосточный канал от маслоотделителя тонкой очистки



Маслосточный канал



Сторона всасывания



Верхняя часть масляного поддона

## Отведение очищенных картерных газов

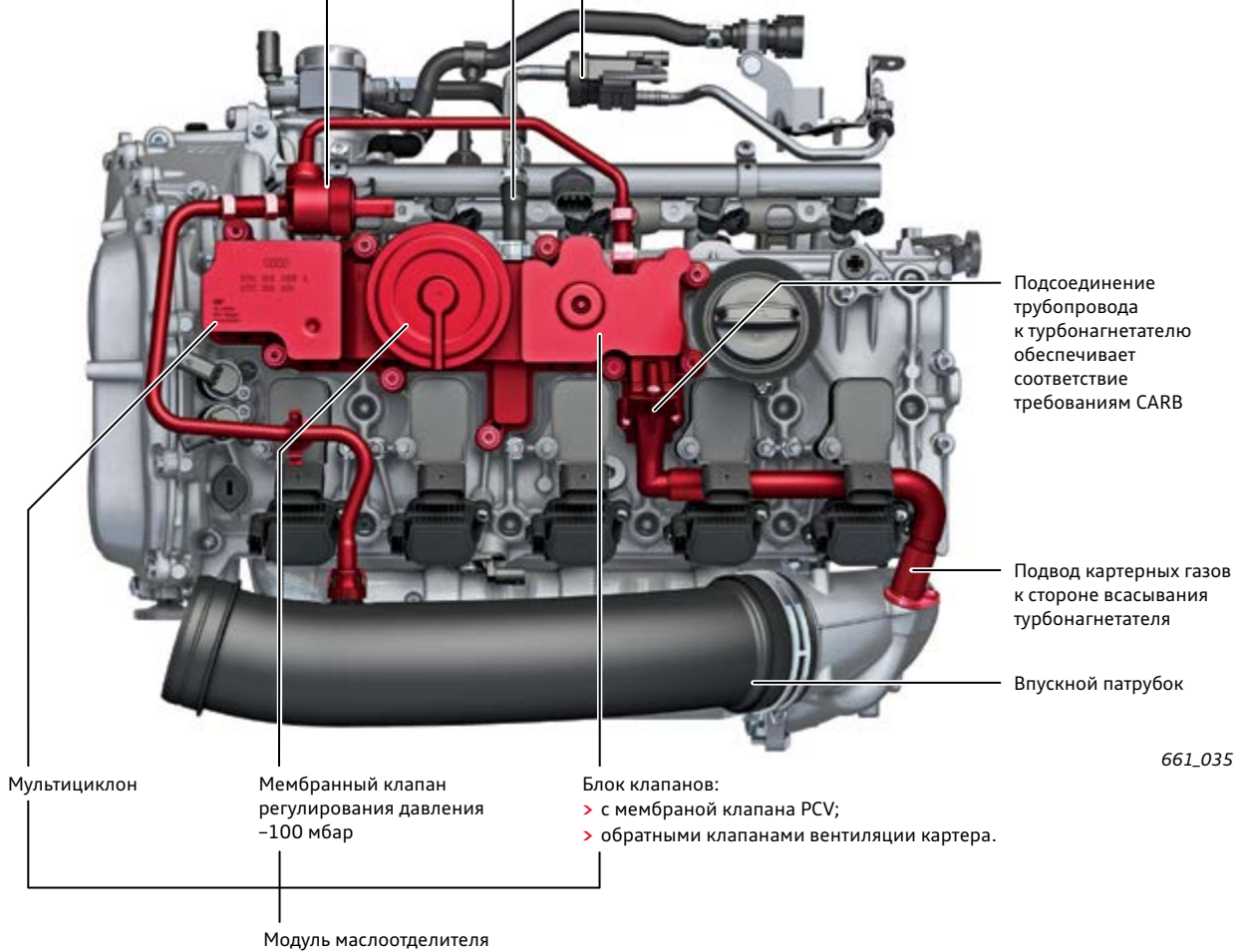
Распределение объёма картерных газов реализуется модулем маслоотделителя: в зависимости от давления в системе впуска картерные газы подаются к стороне впуска турбоагнетателя или прямо во впускные каналы головки блока цилиндров.

Клапан вентиляции картера (клапан PCV)

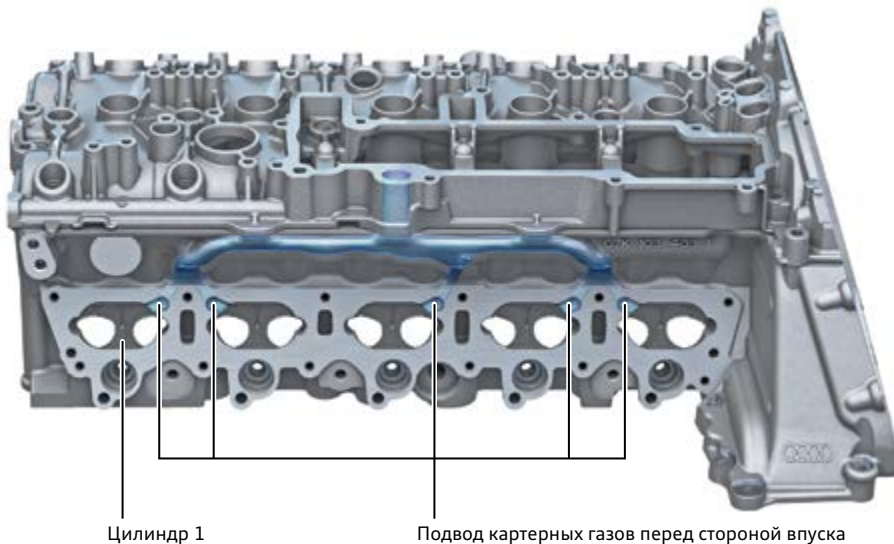
Клапан вентиляции картера N546 со встроенным обратным клапаном (перекрывает ток в направлении впускной трубы).

Подвод к адсорберу

Электромагнитный клапан 1 адсорбера N80



661\_035



661\_036

## Приточная вентиляция картера двигателя (Positive Crankcase Ventilation, PCV)

Для вентиляции блока цилиндров приточный воздух забирается из впускного тракта. Он подаётся в модуль маслоотделителя через клапан вентиляции картера N546. Здесь он течёт через мембранный (обратный) клапан. По отдельному каналу в клапанной крышке, головке блока цилиндров и блоке цилиндров приточный воздух поступает в картер. Клапан вентиляции картера N546 электромагнитный. В обесточенном состоянии он открыт.

Клапан N546 должен закрываться в следующих режимах:

- > принудительный холостой ход;
- > активная адаптация смеси;
- > холостой ход;
- > частичная нагрузка.

Для этого активация клапана N546 рассчитывается в параметрическом поле по частоте вращения двигателя, воздушной массе и давлению во впускном коллекторе.

## Подвод к адсорберу

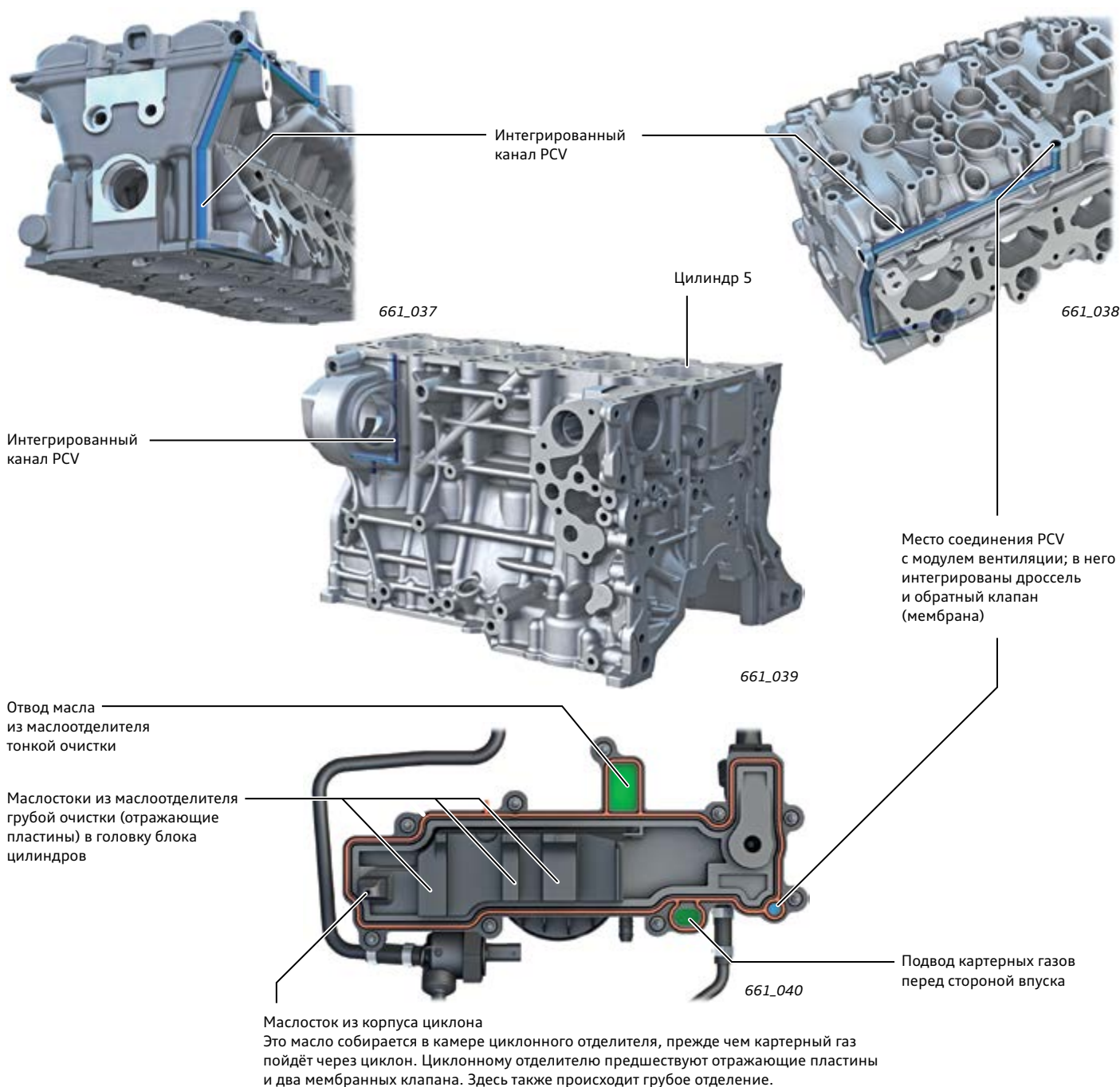
Электромагнитный клапан 1 адсорбера N80 в обесточенном состоянии закрыт (см. график 661\_035 на стр. 26). Массовый поток из адсорбера регулируется блоком управления двигателя посредством скважности подаваемого на N80 сигнала.

Для этого оцениваются следующие входные параметры:

- > давление во впускном коллекторе;
- > атмосферное давление (датчик в блоке управления двигателя);
- > нагрузка на двигатель;
- > напряжение АКБ;
- > степень загрязнения адсорбера (оценка через лямбда-регулирование).

При работающем двигателе клапан N80 закрыт в следующих режимах:

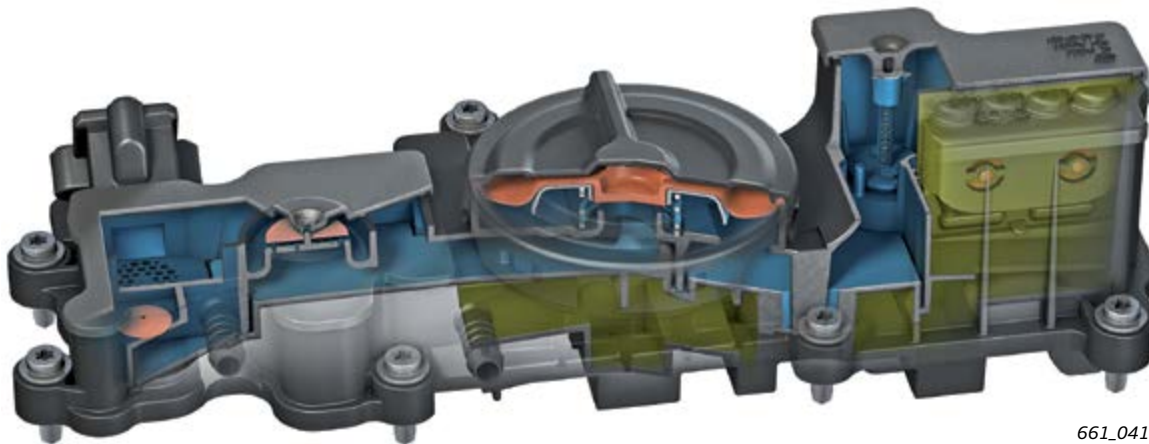
- > принудительный холостой ход;
- > фазы остановки в режиме старт-стоп;
- > клемма 15 выкл.;
- > различные диагностики.



## Модуль маслоотделителя

Маслоотделитель грубой очистки, расположенный с нижней стороны модуля, утоплен в головку блока цилиндров. Через него текут картерные газы. После грубой очистки об отражающие пластины газы проходят через циклонный отделитель,

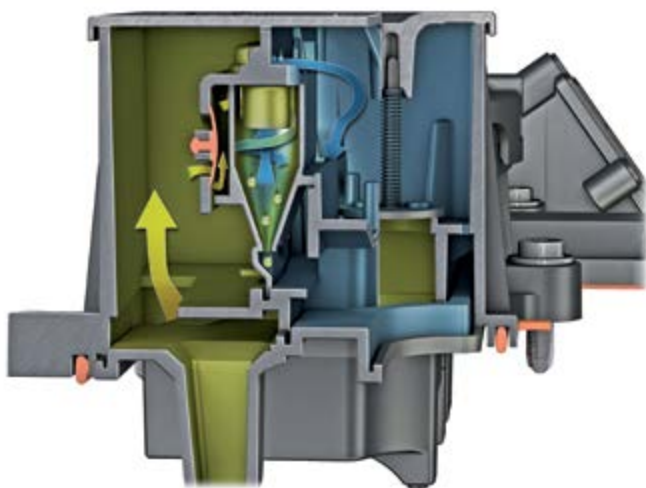
где происходит их тонкая очистка. Очищенные картерные газы устремляются далее через клапан регулирования давления в часть модуля вентиляции, где через мембранные клапаны они управляемо отводятся в направлении турбоагнетателя или в направлении впускных каналов.



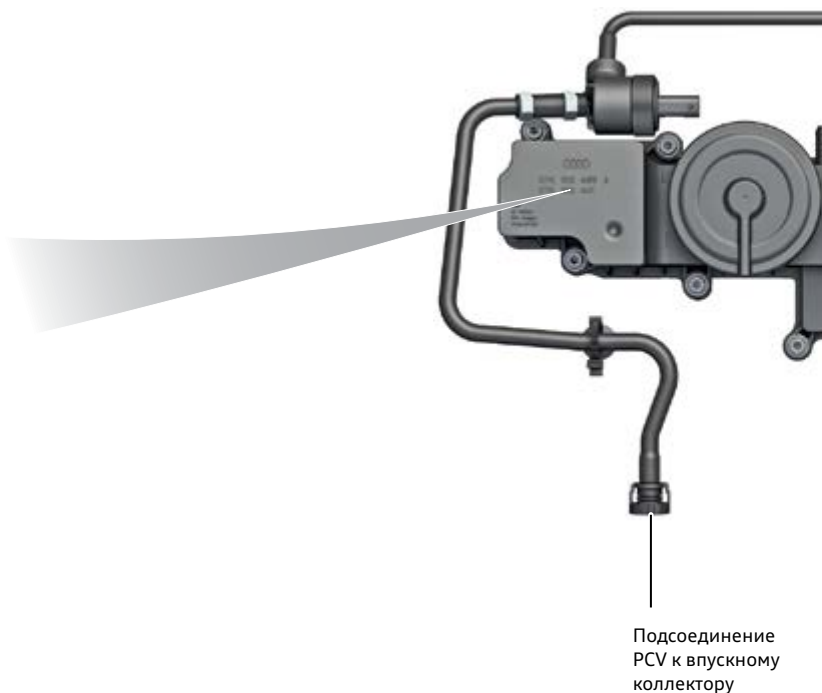
661\_041

Четырёхступенчатый циклонный отделитель:

- > с перепускным клапаном, который открывается при слишком высоком объёмном потоке;
- > двумя обратными клапанами (закрываются при избыточном давлении в блоке цилиндров).



Картерные газы устремляются в камеру циклонного отделителя. Когда при динамичной работе двигателя их объём становится очень большим, открывается перепускной клапан. Тогда часть картерных газов проходит мимо циклонного отделителя. Это необходимо для того, чтобы в блоке цилиндров не возросло давление. Прежде чем картерные газы попадут в циклонный отделитель, им нужно сначала пройти через маслоотделитель грубой очистки. В него они попадают через два мембранных клапана. Собранный здесь масло стекает по отдельному маслоотводу циклонного маслоотделителя (см. график на стр. 26).



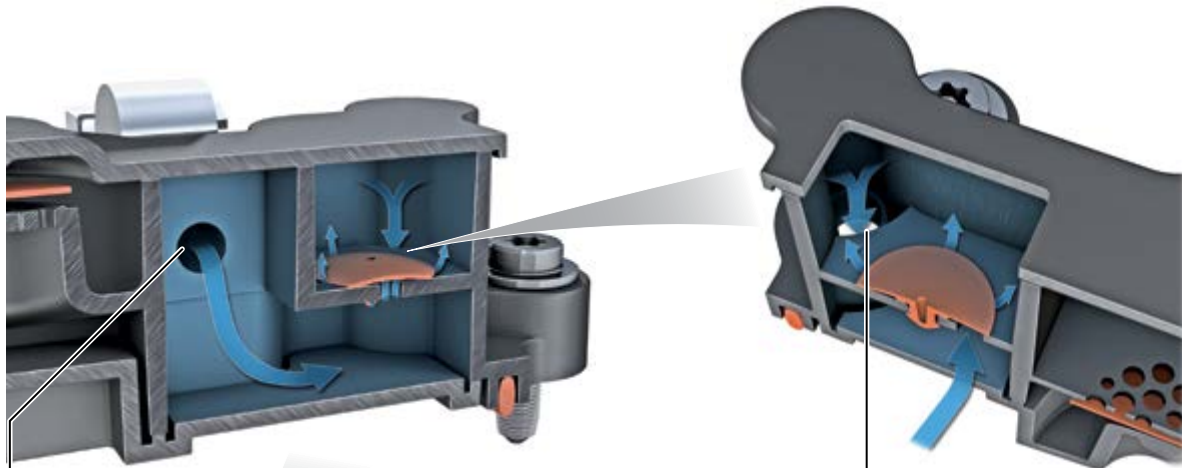
Подсоединение  
PCV к впускному  
коллектору



### Указание

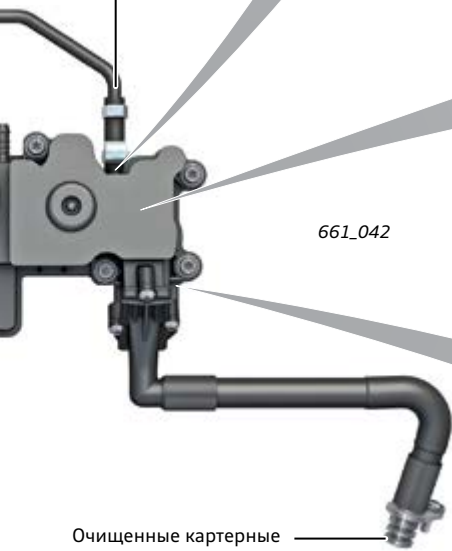
Неполадки в системе могут привести к высокому расходу масла, вызванному отсутствием маслоотделения, или к плохой работе двигателя. Систему можно проверить, измерив давление на маслоизмерительном щупе, в зависимости от того, как включён клапан PCV. Если система исправна, то при работающем на холостом ходу двигателе давление здесь должно быть в пределах от -85 до -120 мбар.

Для проверки давления можно использовать тестер турбоагнетателей V.A.G 1397 A.



Место передачи PCV в клапанной крышке

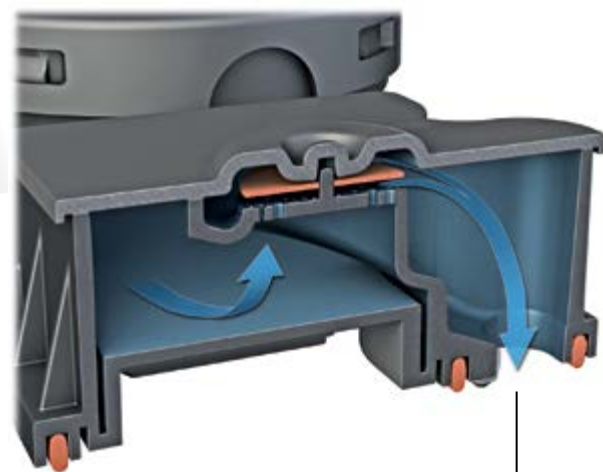
Подача PCV (приточный воздух от впускного коллектора)



661\_042

Очищенные картерные газы в направлении турбоагнетателя

Направление впускного канала

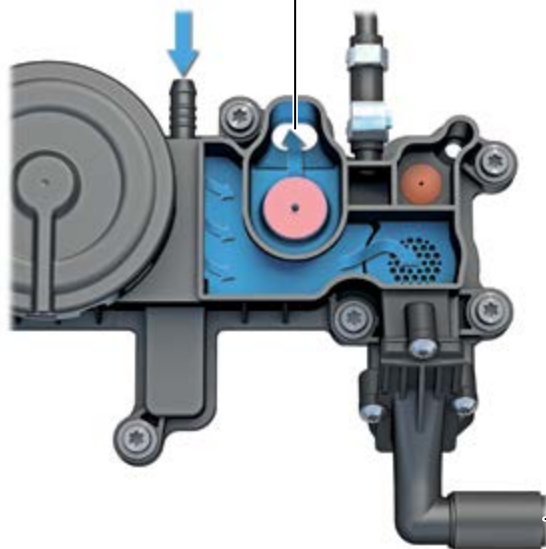


Очищенные картерные газы в направлении впускного канала

Диагностический канал



Адаптер выполнен таким образом, чтобы при его установке закрывался также диагностический канал; при его отсутствии возникает и обнаруживается подсос воздуха



В направлении турбоагнетателя

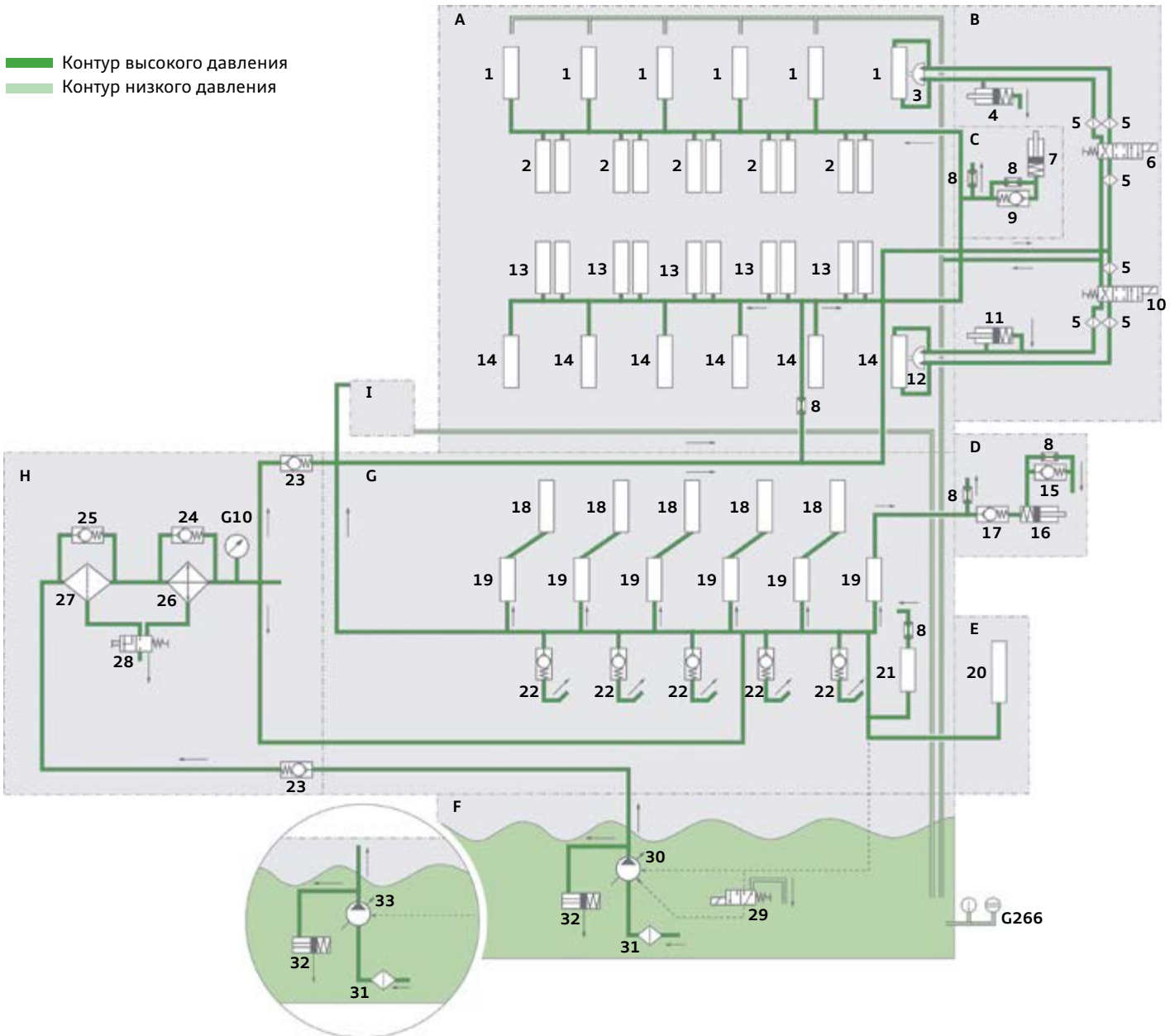
661\_043

# Система смазки

Масляный контур двигателя рассчитан на высокую пропускную способность для достижения хорошего охлаждения. В отличие от предшествующего двигателя здесь используется масляный

насос с более высокой производительностью. Поршни охлаждаются форсунками, которые всегда открыты и впрыскивают масло в охлаждающий канал днища поршня.

## Схема



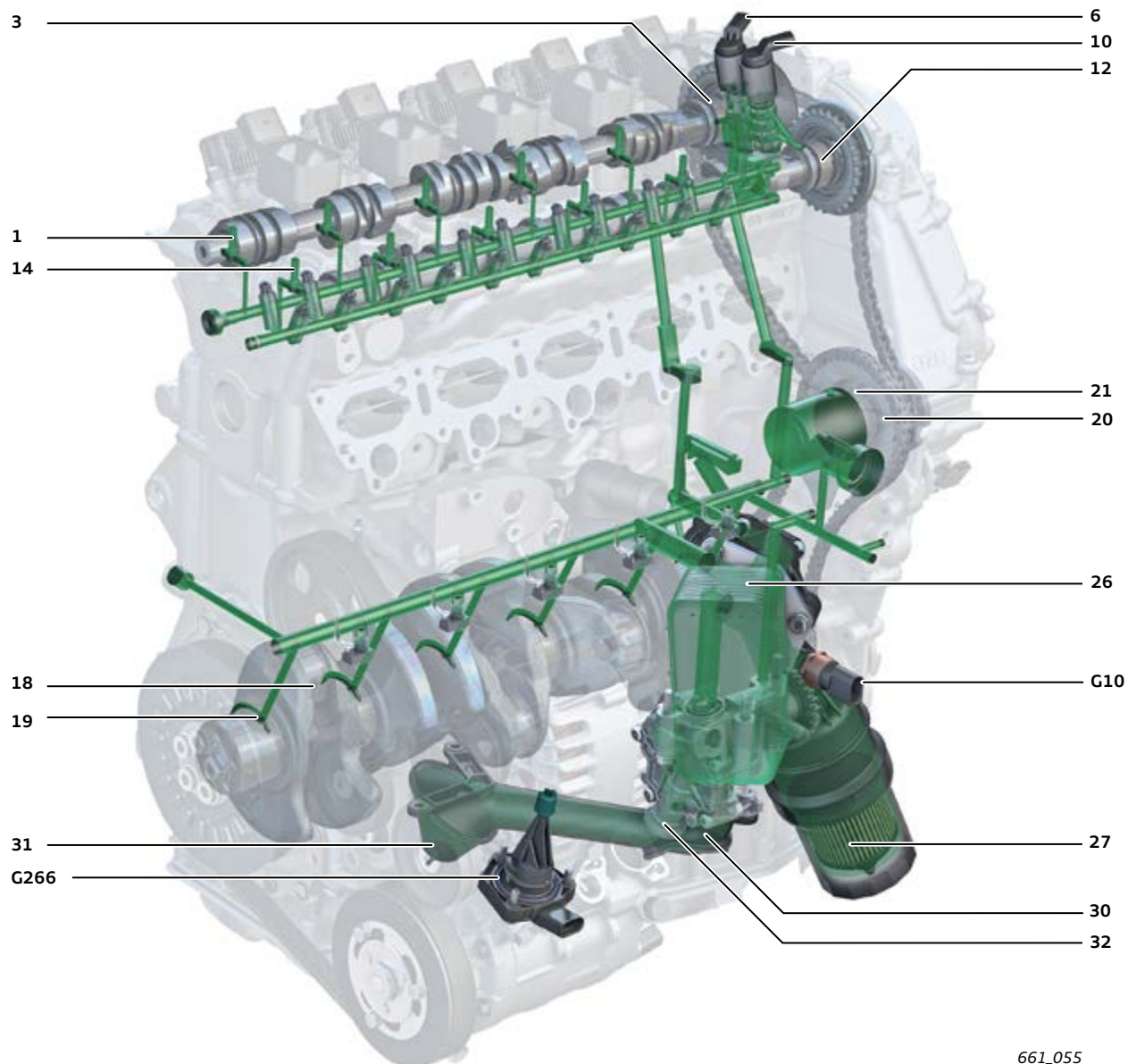
661\_054



### Указание

Двухступенчатое регулирование давления масла внедряется в серийном производстве с 2018 года.

## Расположение компонентов на двигателе



### Условные обозначения к рис. на стр. 30 и 31

<b>A</b>	Головка блока цилиндров	<b>13</b>	Опорный элемент распредвала впускных клапанов
<b>B</b>	Клапанная крышка	<b>14</b>	Подшипник распредвала впускных клапанов
<b>C</b>	Натяжитель цепи	<b>15</b>	Редукционный клапан натяжителя цепи
<b>D</b>	Натяжитель цепи первичного привода	<b>16</b>	Натяжитель цепи первичного привода
<b>E</b>	Вакуумный насос	<b>17</b>	Обратный клапан в натяжителе цепи
<b>F</b>	Масляный поддон	<b>18</b>	Шатунный подшипник
<b>G</b>	Блок цилиндров	<b>19</b>	Коренной подшипник коленчатого вала
<b>H</b>	Масляный модуль	<b>20</b>	Подшипник вакуумного насоса
<b>I</b>	Турбонагнетатель	<b>21</b>	Подшипник промежуточного вала
<b>1</b>	Подшипник распредвала выпускных клапанов	<b>22</b>	Форсунка охлаждения поршня (давление открытия — 1,5–1,8 бар, давление закрытия не ниже 1,4 бар)
<b>2</b>	Опорный элемент распредвала выпускных клапанов	<b>23</b>	Обратный клапан в масляном модуле
<b>3</b>	Регулятор фаз газораспределения выпускных клапанов	<b>24</b>	Перепускной клапан масляного радиатора
<b>4</b>	Фиксатор регулятора фаз газораспределения выпускных клапанов	<b>25</b>	Перепускной клапан масляного фильтра
<b>5</b>	Сетчатый масляный фильтр	<b>26</b>	Теплообменник масло — ОЖ (радиатор охлаждения моторного масла)
<b>6</b>	Регулирующий клапан регулятора фаз газораспределения выпускных клапанов	<b>27</b>	Масляный фильтр
<b>7</b>	Натяжитель цепи вторичного привода	<b>28</b>	Маслосливной клапан в модуле масляного фильтра
<b>8</b>	Дроссель	<b>29</b>	Регулирующий клапан ступени низкого давления
<b>9</b>	Обратный клапан в натяжителе цепи	<b>30</b>	Масляный насос с двухступенчатой регулировкой давления
<b>10</b>	Регулирующий клапан регулятора фаз газораспределения впускных клапанов	<b>31</b>	Маслозаборник масляного насоса
<b>11</b>	Фиксатор регулятора фаз газораспределения впускных клапанов	<b>32</b>	Пусковая форсунка
<b>12</b>	Регулятор фаз газораспределения впускных клапанов	<b>33</b>	Масляный насос с одноступенчатой регулировкой давления
		<b>G10</b>	Датчик давления масла
		<b>G266</b>	Датчик уровня и температуры масла

## Масляный насос

Масляный насос привинчен к блоку цилиндров над верхней частью масляного поддона. Привод осуществляется посредством зубчатой цепи от коленвала с повышающим передаточным отношением, благодаря чему максимальная частота вращения насоса достигает 7200 об/мин. В сравнении с предшествующим двигателем производительность насоса возросла.

Для использования двигателя в условиях строгих экологических норм (ЕU6АG) функциональность насоса можно расширить за счёт двухступенчатого регулирования давления.

Масляный насос представляет собой по конструкции шиберный насос с поворотным шибером (регулирующей заслонкой).

Шибер может поворачиваться под действием давления масла, преодолевая усилие регулировочной пружины. При этом изменяется объём камеры насоса и, следовательно, производительность насоса. Необходимое для этого давление масла отводится от главной масляной магистрали и направляется по регулирующей поверхности поворотного шибера в управляющую камеру насоса.

При такой регулировке насос гарантированно подаёт всегда достаточное количество масла, но не допускает чрезмерного роста его давления.



661\_056

Управляющий канал направляет масло под давлением из главного масляного канала в управляющую камеру насоса

Подача к насосу

Звёздочка  
(резьбовое крепление  
отворачивать нельзя!)

Ротор

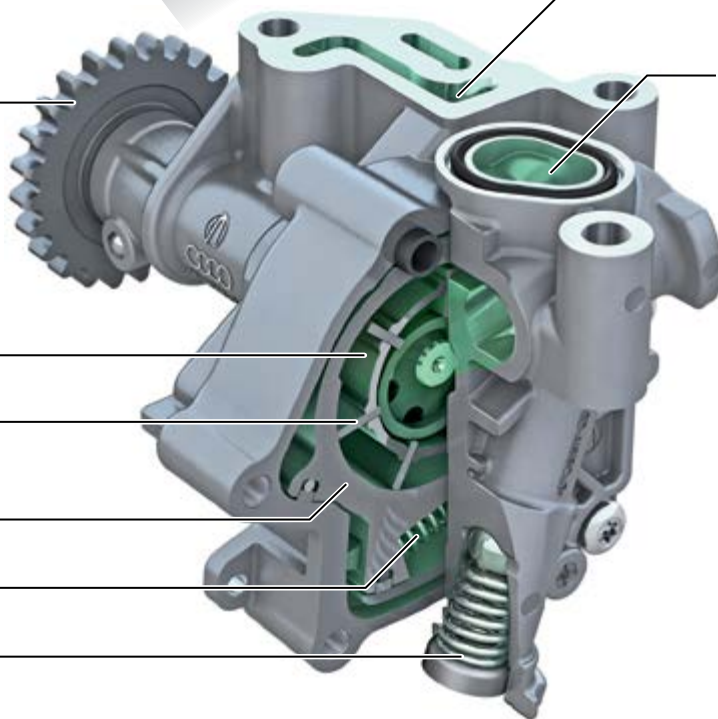
Шибер

Золотник

Пружина

Редукционный клапан  
(пусковая форсунка)  
10 бар

661\_096



### Дополнительная информация

Более подробную информацию по устройству и принципу действия шиберного насоса и по принципу действия системы регулирования можно найти в программах самообучения 639 «3-цилиндровый двигатель Audi 1,0 л TFSI семейства EA211» и 655 «Двигатель Audi 3,0 л V6 TFSI семейства EA839».



## Датчики в масляном контуре

Двигатель 2,5 л TFSI EA855 EVO обходится без вариативного регулирования давления масла. Но с конструктивной точки зрения у него есть всё необходимое, чтобы вариативное регулирование давления масла можно было реализовать,

для чего достаточно только установить в блоке цилиндров управляющий клапан для регулирования масляного насоса. Необходимый для этого прилив был предусмотрен при проектировании двигателя.

### Датчик давления масла G10

Датчик G10 ввёрнут в кронштейн масляного фильтра. Он измеряет давление и температуру масла в главном масляном канале за масляным фильтром (см. график 661\_060 на стр. 34).

Датчик давления масла был установлен по причине его надёжности и функциональности. С ним блок управления двигателя может оценивать фактическое давление масла. Имеющаяся в датчике электроника посылает измеренные значения посредством протокола SENT блоку управления двигателя. Датчик питается напряжением 5 В.



661\_057

### Датчик уровня и температуры масла G266

Сигнал датчика G266 оценивается блоком управления двигателя. Сюда поступают измеренные значения температуры и уровня масла для расчёта интервалов замены масла. Посредством сигнала ШИМ информация об уровне и температуре масла передаётся блоку управления двигателя. Датчик питается напряжением 12 В.



661\_058



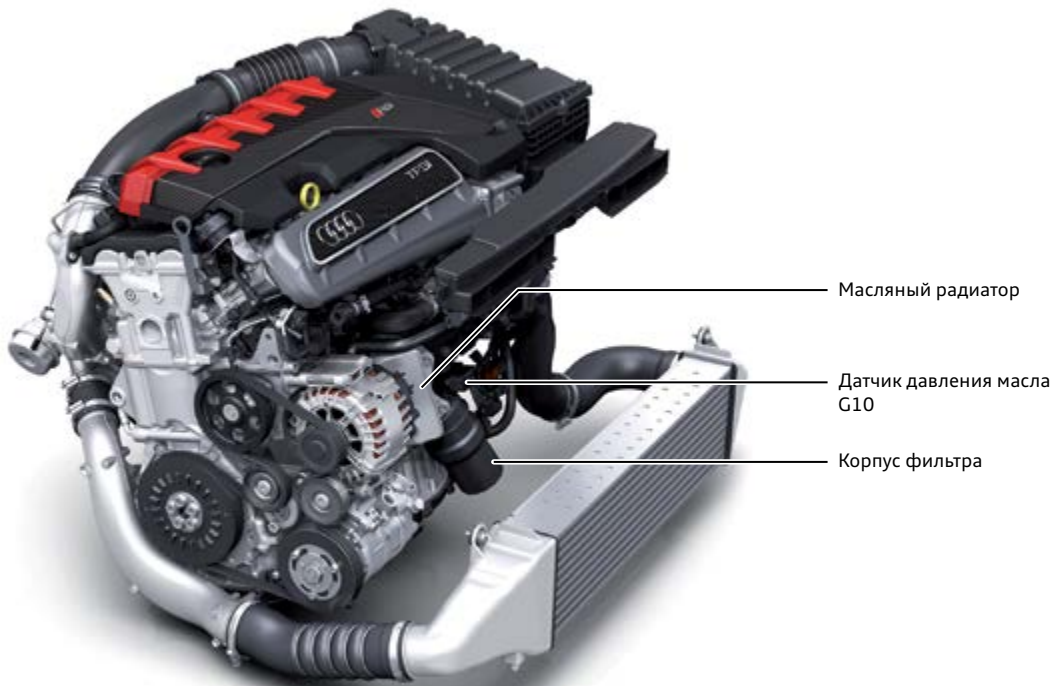
#### Дополнительная информация

Дополнительную информацию по протоколу SENT можно найти в программе самообучения 547 «Двигатель 2,0 л 176 кВт TDI-Biturbo семейства дизельных двигателей EA288».

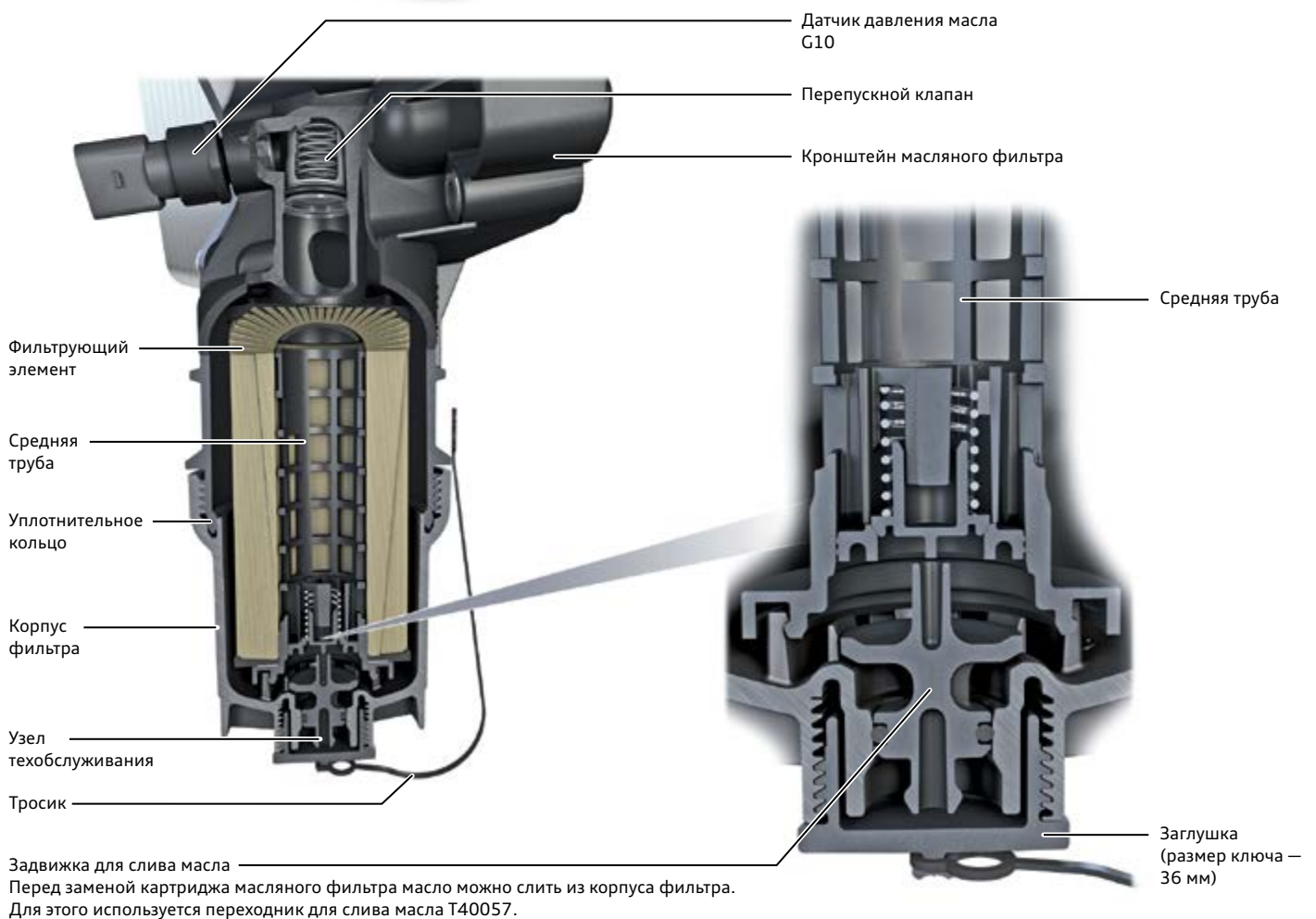
## Кронштейн масляного фильтра/масляный радиатор

Кронштейн масляного фильтра прифланцован к блоку цилиндров. В нём поступающие от масляного насоса потоки масла направляются дальше. Кроме того, через него проходит часть охлаждающей жидкости. Герметизация осуществляется резиновыми прокладками. На кронштейне масляного фильтра снизу привинчен корпус масляного фильтра с фильтрующим

картриджем. Сбоку к кронштейну масляного фильтра прифланцован масляный радиатор. Для измерения давления масла в двигателе в кронштейн масляного фильтра ввёрнут датчик давления масла G10.



661\_059



661\_060

## Направление движения масла

Подаваемое масляным насосом масло течёт по масляному каналу в блоке цилиндров в кронштейн масляного фильтра. Здесь оно сначала проходит через обратный клапан, который препятствует осушению масляных каналов двигателя, благодаря чему после пуска двигателя давление масла нагнетается максимально быстро.

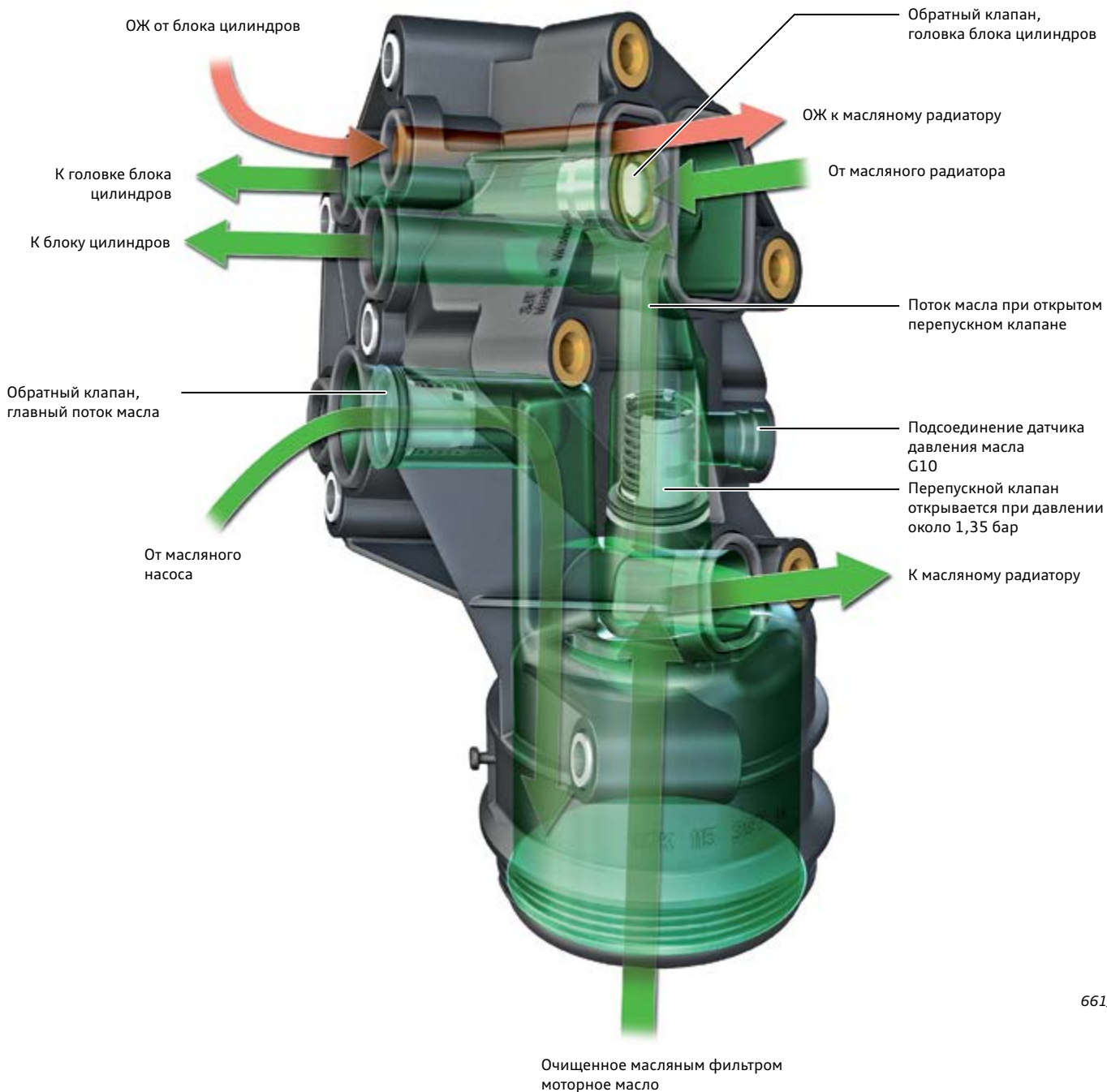
Далее моторное масло течёт по направлению от края внутрь через картридж масляного фильтра. Очищенное масло течёт далее из кронштейна масляного фильтра в масляный радиатор, а оттуда — снова в кронштейн масляного фильтра. Здесь поток масла раздваивается.

Первый поток снабжает маслом блок цилиндров, а второй поток — головку блока цилиндров. Для обеспечения тока масла к головке блока цилиндров в кронштейн масляного фильтра интегрирован ещё один обратный клапан.

В кронштейне масляного фильтра есть ещё и третий клапан — перепускной, который направляет поток в обход радиатора. Когда перепускной клапан открыт, часть поступающего от масляного фильтра масла направляется мимо масляного радиатора к двигателю.

## Контур циркуляции охлаждающей жидкости

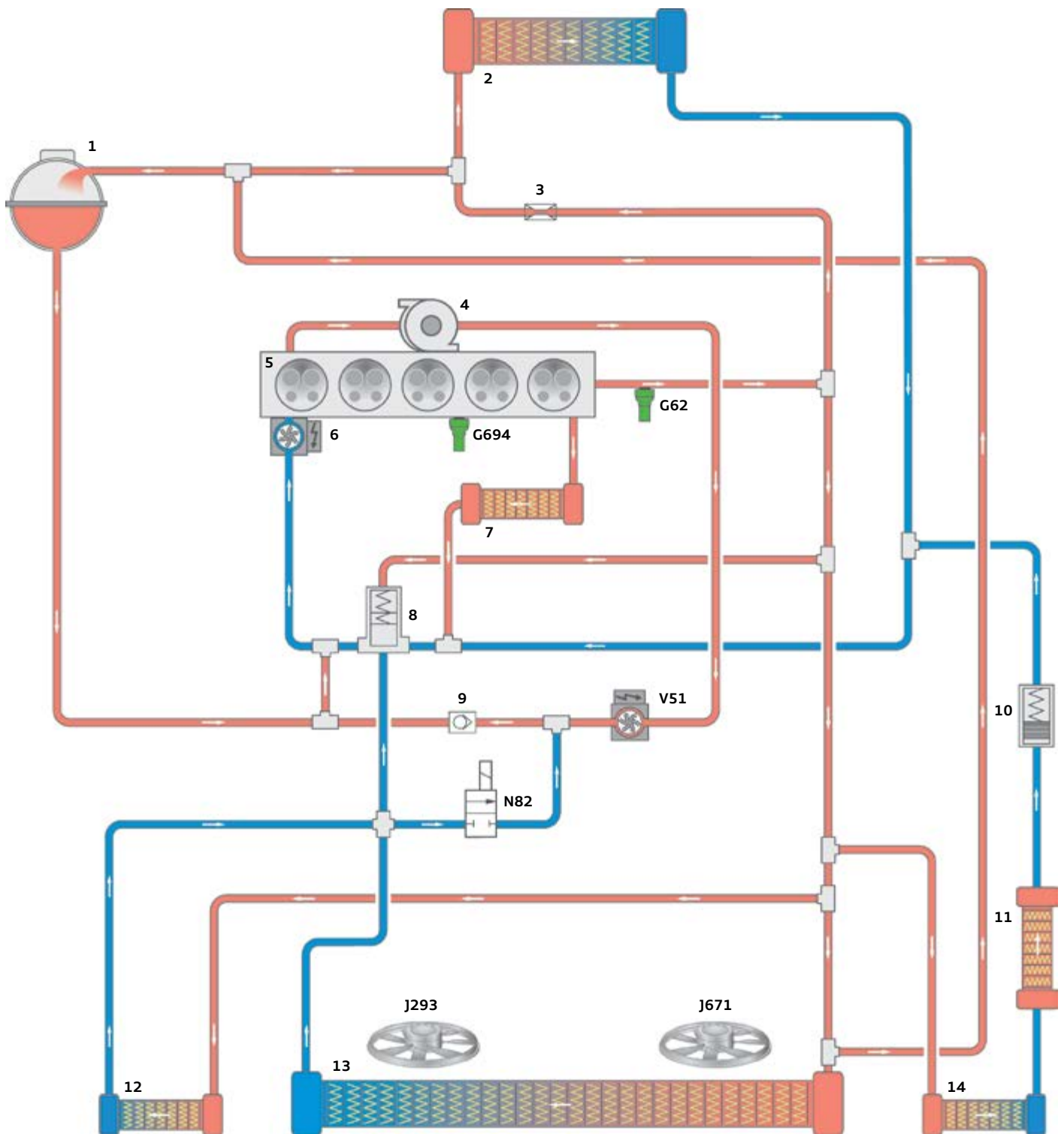
Охлаждающая жидкость для масляного радиатора поступает от подсоединения на двигателе и устремляется по каналу в кронштейне масляного фильтра к прифланцованному масляному радиатору. Выход охлаждающей жидкости на масляном радиаторе соединён трубой с корпусом термостата.



# Система охлаждения

Для соответствия требованиям экологического стандарта Евро-6 нейтрализатор расположен максимально близко к корпусу турбины.

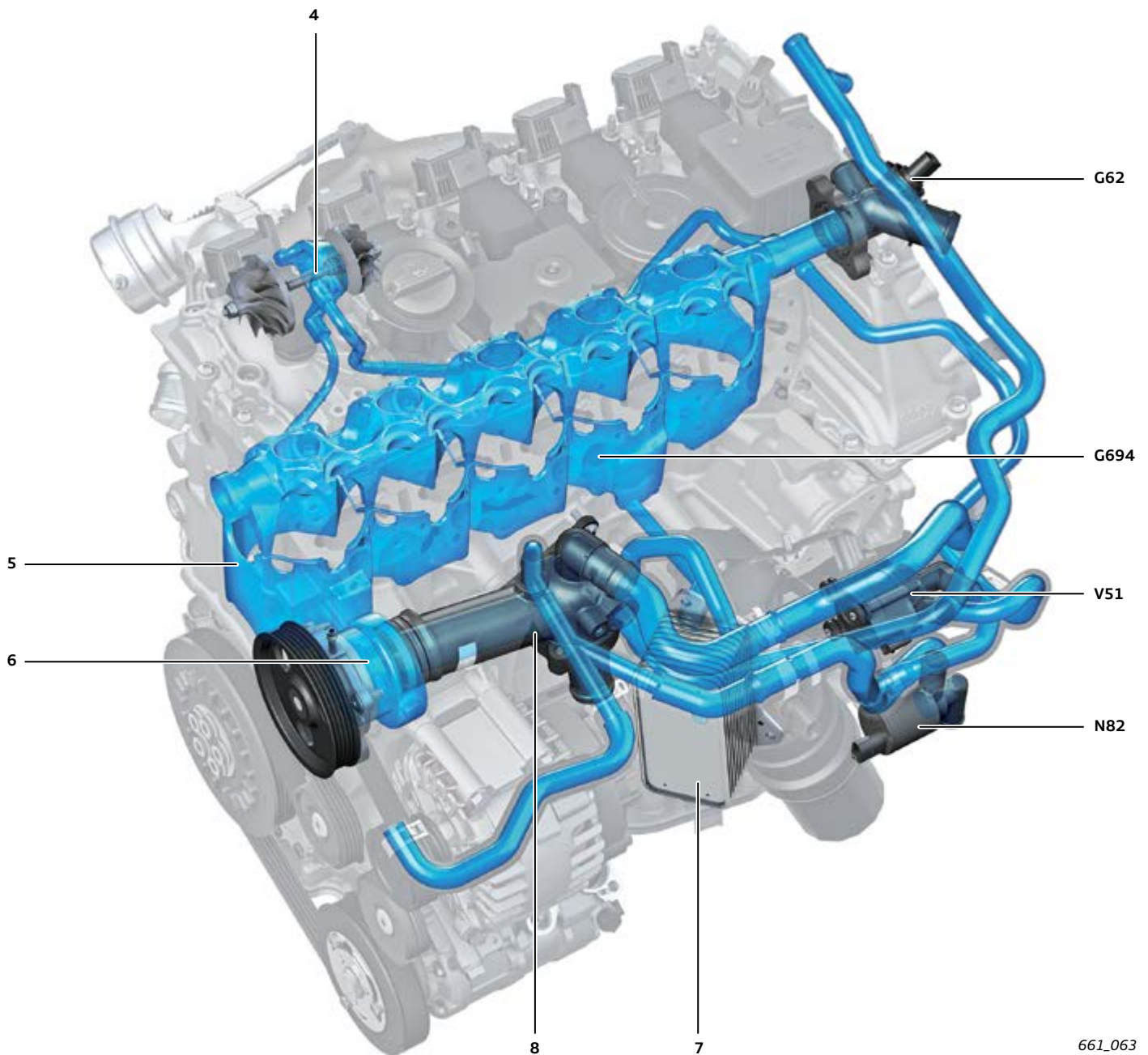
## Схема



661\_062

При неработающем двигателе и активированном выбеге насос системы прокачки ОЖ после выключения двигателя V51 в сочетании с запорным клапаном охлаждающей жидкости N82 меняют направление тока охлаждающей жидкости.

## Расположение компонентов на двигателе



### Условные обозначения к рис. на стр. 36

- 1 Расширительный бачок системы охлаждения
- 2 Теплообменник отопителя
- 3 Дроссель
- 4 Турбонагнетатель
- 5 Головка блока цилиндров/блок цилиндров
- 6 Насос охлаждающей жидкости, включается/выключается переключающим клапаном механического насоса охлаждающей жидкости N649
- 7 Масляный радиатор двигателя
- 8 Термостат
- 9 Обратный клапан
- 10 Термостат радиатора ATF
- 11 Радиатор ATF
- 12 Дополнительный радиатор охлаждающей жидкости
- 13 Радиатор охлаждающей жидкости
- 14 Левый дополнительный радиатор охлаждающей жидкости

- G62 Датчик температуры ОЖ
- G694 Датчик температуры системы терморегулирования двигателя
- J293 Блок управления вентилятора радиатора
- J671 Блок управления 2 вентилятора радиатора
- N82 Запорный клапан системы охлаждения
- V51 Насос системы прокачки ОЖ после выключения двигателя

— Охлаждённая ОЖ  
— Горячая ОЖ

661\_063

## Интеллектуальная система терморегулирования (ИТМ)

Целью ИТМ является скорейший прогрев двигателя. Чтобы можно было управлять потоками тепла в двигателе во время фазы прогрева, используется подключаемый насос охлаждающей жидкости. Для контроля температуры в двигателе используются два датчика температуры. Чтобы после остановки

двигателя не возникло повреждений, дополнительный электронасос системы охлаждения препятствует застою тепла. ИТМ регулируется блоком управления двигателя.

### Насос охлаждающей жидкости

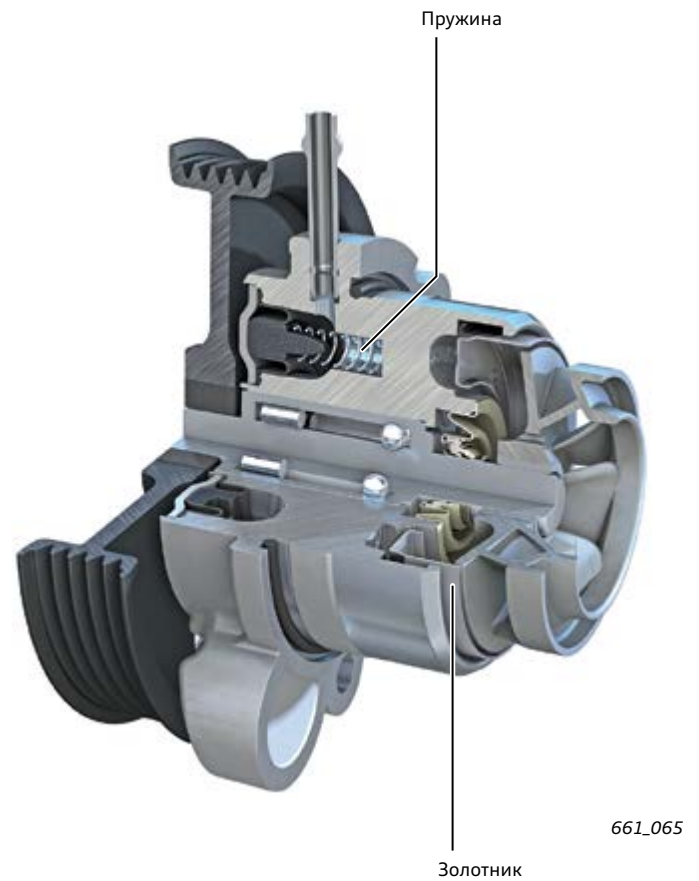
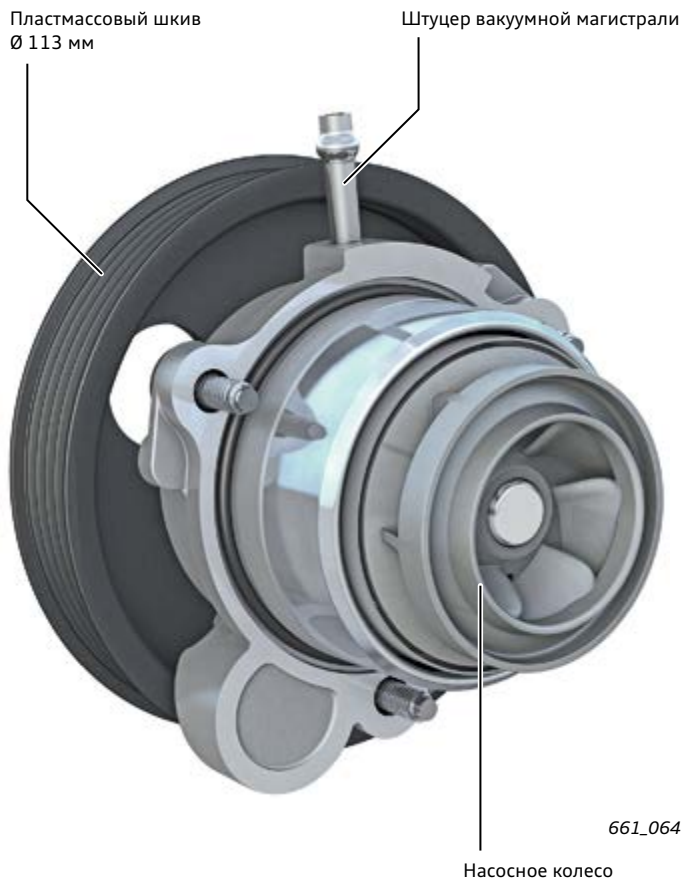
Насос охлаждающей жидкости имеет постоянный привод поликлиновым ремнём от коленвала.

При холодном пуске и в фазе прогрева двигателя интеллектуальная система терморегулирования прекращает движение охлаждающей жидкости в блоке цилиндров.

Для этого регулирующая заслонка оттягивается под действием

разрежения, преодолевая усилие прижимной пружины над насосным колесом. Насос лишается возможности качать охлаждающую жидкость.

Необходимое разрежение создаётся переключающим клапаном механического насоса охлаждающей жидкости N649. Такая остановка насоса ОЖ происходит при температуре окружающей среды в диапазоне между -16 и 60 °С согласно результатам измерения в головке блока цилиндров.



## Датчики в контуре циркуляции ОЖ

### Датчик температуры системы терморегулирования двигателя G694

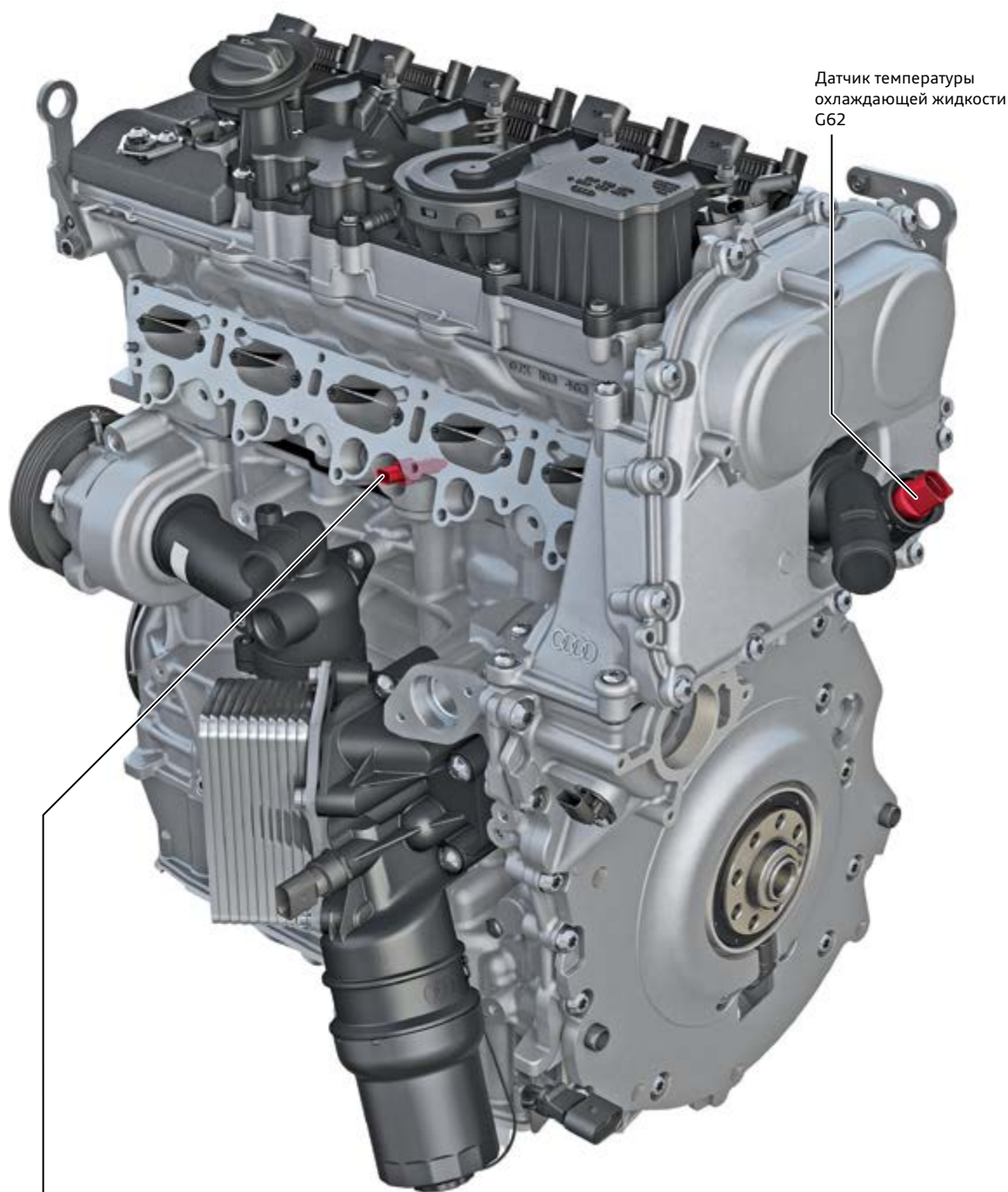
С помощью датчика температуры измеряется температура компонентов вблизи камеры сгорания цилиндра 3 в головке блока цилиндров. Датчик не омывается охлаждающей жидкостью. Температура измеряется в пределах

от -40 до 180 °С. Сигналы датчика требуются блоку управления двигателя для расчёта времени работы насоса системы прокачки ОЖ после выключения двигателя V51.

### Датчик температуры ОЖ G62

Датчик G62 измеряет температуру охлаждающей жидкости в головке блока цилиндров. Он находится на выходе головки блока цилиндров. Сигналы датчика требуются блоку управления двигателя для остановки циркуляции охлаждающей жидкости

во время фазы прогрева двигателя. Кроме того, сигнал датчика используется для расчёта различных параметрических полей и для диагностики.



Датчик температуры системы терморегулирования двигателя G694

Датчик температуры охлаждающей жидкости G62

661\_066

## Актуаторы в контуре циркуляции ОЖ

### Запорный клапан системы охлаждения N82

N82 представляет собой электромагнитный клапан, который в обесточенном состоянии закрыт. Он включён в контур циркуляции ОЖ. При необходимости блок управления двигателя подаёт на него массу, и он открывается. Только так при неработающем двигателе холодная охлаждающая жидкость может быть откачана из радиаторов для охлаждения турбонагнетателя. По требованию N82 открывается, и насос системы прокачки ОЖ после выключения двигателя V51 активируется. Когда насос V51 снова выключается, закрывается также и переключающий клапан.



Запорный клапан охлаждающей жидкости N82

661\_067

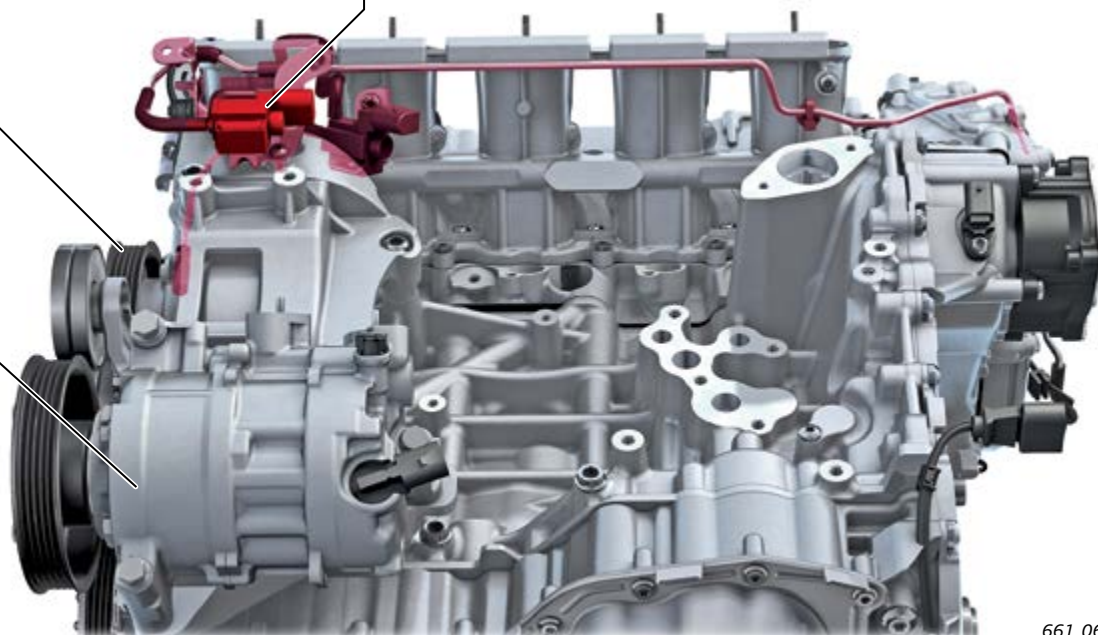
### Переключающий клапан механического насоса системы охлаждения N649

N649 — это электрический переключающий клапан. Он запитан напряжением бортовой сети, а масса подаётся на него по требованию блока управления двигателя.

Компрессор климатической установки

Шкив насоса охлаждающей жидкости

Переключающий клапан механического насоса охлаждающей жидкости N649



661\_068



## Насос системы прокачки ОЖ после выключения двигателя V51

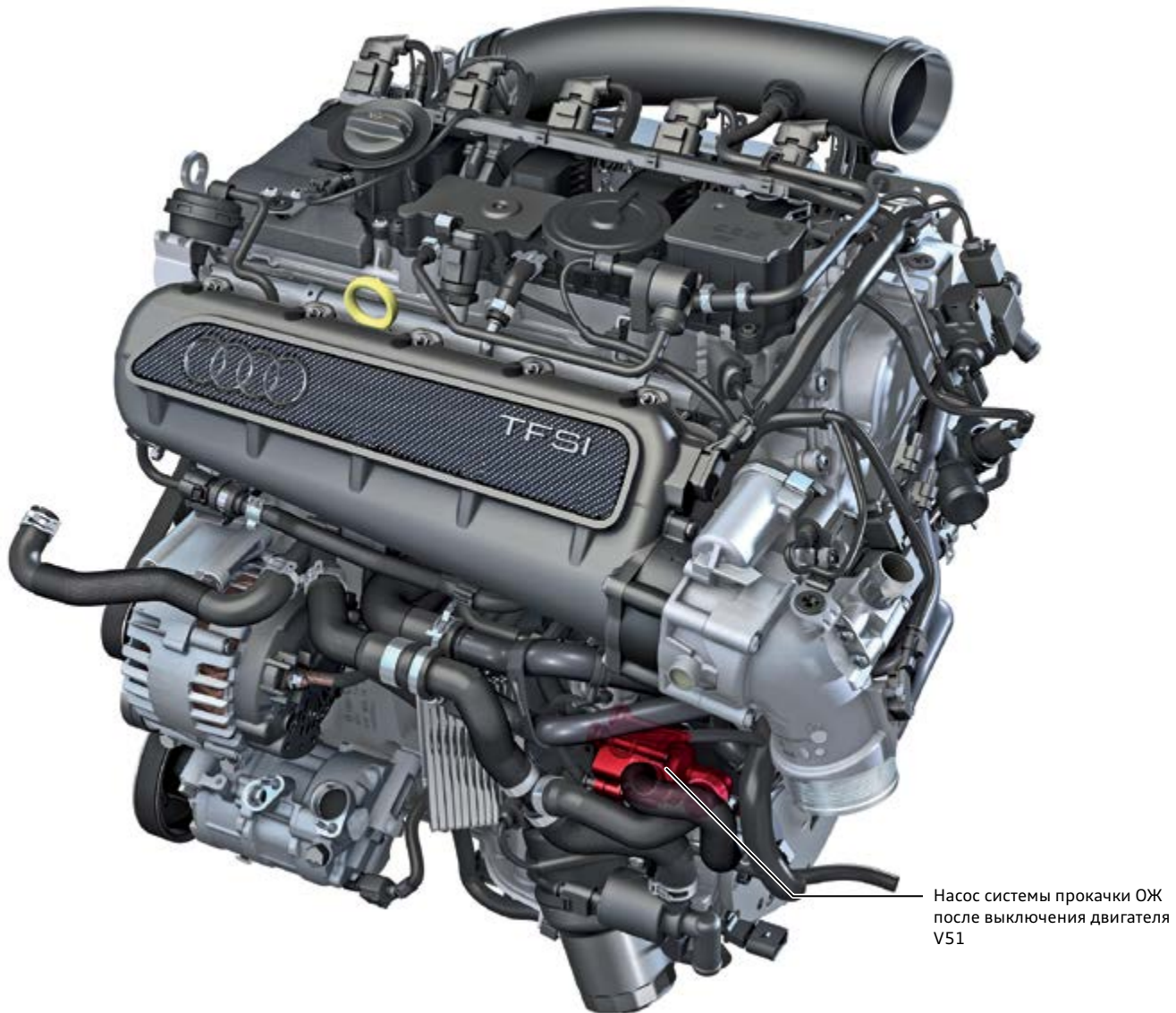
Дополнительный насос системы охлаждения активируется для защиты турбоагнетателя от перегрева.

Он работает после выключения горячего двигателя.

## Функция работы охлаждения после выключения двигателя

Насос работает после остановки двигателя в течение рассчитанного по параметрическому полю времени, но не дольше 600 с. Вентиляторы тоже работают на 45 % мощности, но не обязательно вместе с V51.

Кроме того, вместе с V51 всегда открывается запорный клапан охлаждающей жидкости N82. Когда V51 активируется блоком управления двигателя (сигналом ШИМ), он всегда работает на полную мощность.



Насос системы прокачки ОЖ после выключения двигателя V51

661\_069



### Дополнительная информация

Дополнительную информацию по V51 можно найти в программах самообучения 606 «Двигатели Audi TFSI 1,8 л и 2,0 л семейства EA888 (поколение 3)» и 655 «Двигатель Audi 3,0 л V6 TFSI семейства EA839».



### Указание

Для надёжного наполнения и вентиляции системы охлаждения существует возможность активировать сервисное положение посредством диагностического тестера в режиме базовой установки. При этом открываются клапаны в системе охлаждения. Если для вакуумирования системы охлаждения используется VAS 6096/2, в системе может быть создано большее разрежение, чем до этого. Из системных соображений в обязательном порядке требуются прогрев автомобиля и повторная проверка уровня охлаждающей жидкости, так как термостат контура коробки передач открывается только при пробной поездке.

# Система впуска и наддува

## Общие сведения

Система подачи воздуха ориентирована, прежде всего, на максимальное прохождение воздуха, малые потери на дросселирование и короткий прямой путь. Охладитель наддувочного воздуха расположен внизу передней части автомобиля, то есть находится целиком в области динамического напора. Это повышает хладопроизводительность.

Воздушная масса измеряется двумя датчиками давления и температуры: перед дроссельной заслонкой — датчиком давления наддува G31, после дроссельной заслонки — датчиком температуры воздуха на впуске G42/датчиком давления во впускном коллекторе G71. Оба датчика передают сигналы посредством протокола SENT.

## Впускной коллектор

Впускной коллектор состоит из двух частей. Он изготавливается из алюминиевого сплава литьём в песчаную форму. В нижнюю часть впускного коллектора интегрирована система заслонок с пневматическим переключением. С её помощью, а также с помощью вихревого впускного канала головки блока цилиндров создаётся необходимый наддув для оптимальной

гомогенизации смеси. Кроме того, здесь установлены компоненты системы MPI.

Верхняя часть впускного коллектора образуется воздушным коллектором. Здесь привинчен блок дроссельной заслонки.

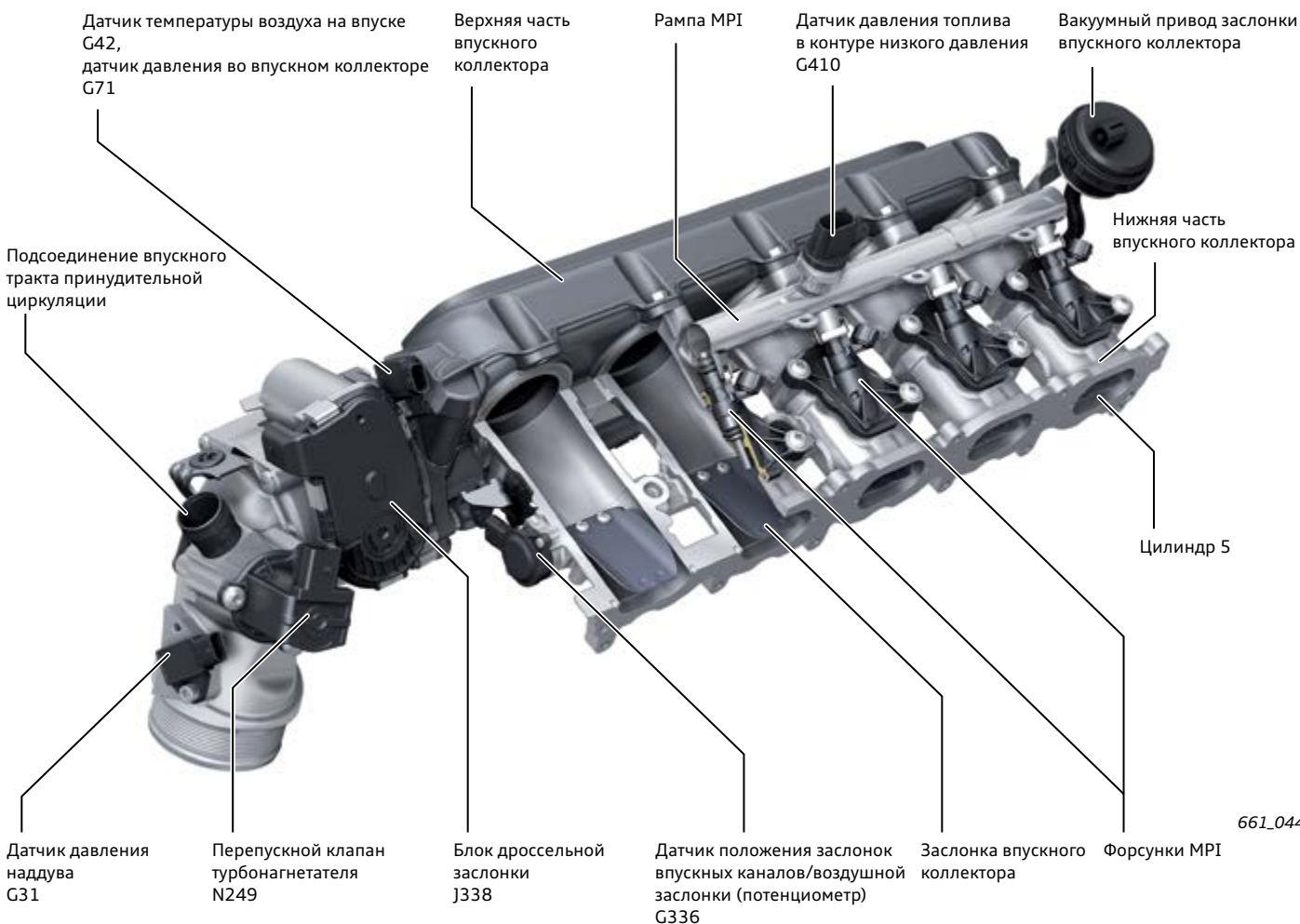
## Управление заслонками впускных каналов

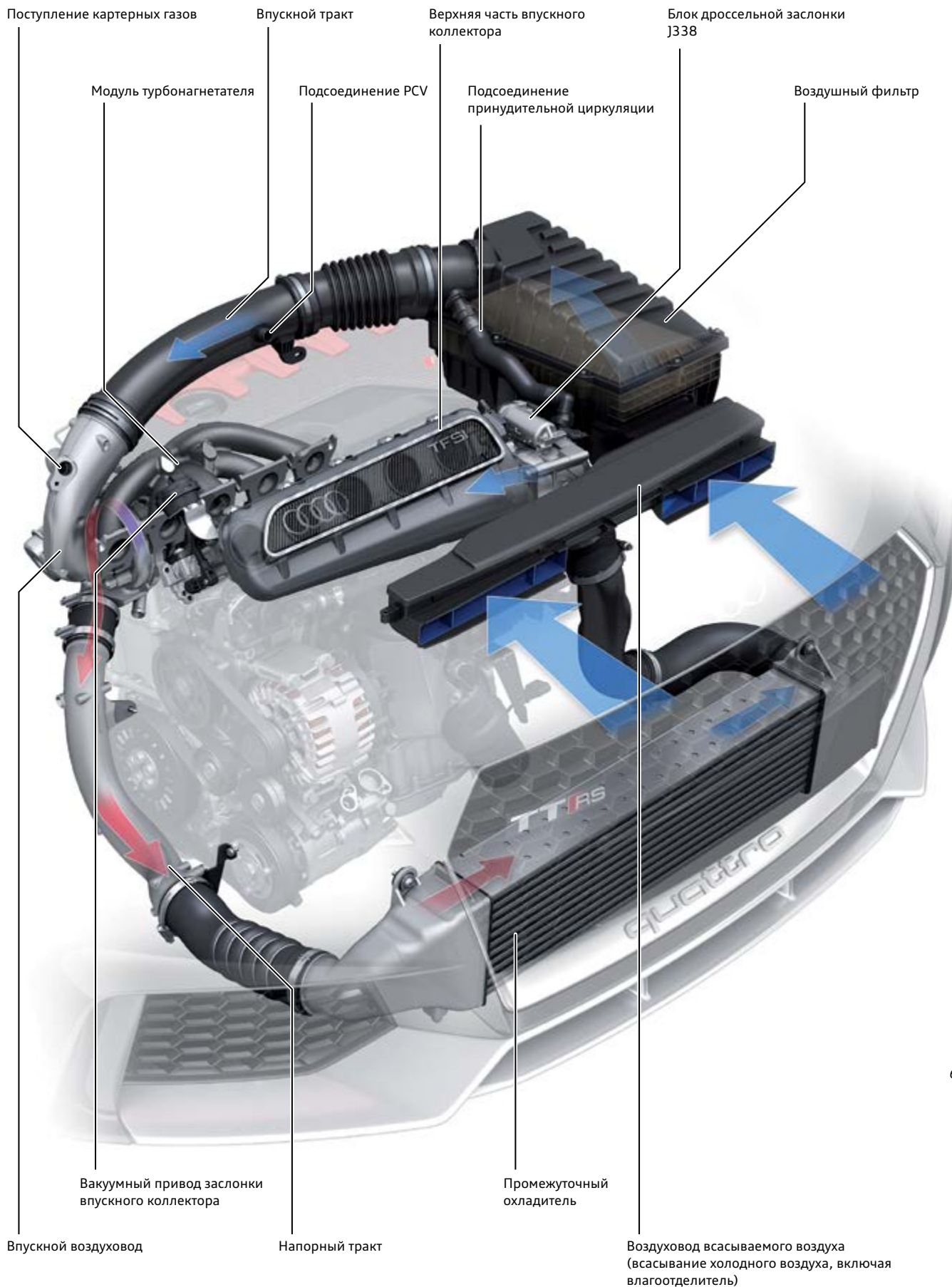
Вакуумный привод заслонки впускного коллектора переключается электрическим переключающим клапаном — клапаном заслонок впускных каналов N316. Когда N316 обесточен, заслонки впускного коллектора находятся в закрытом положении под действием пружины в вакуумном приводе и приточный воздух течёт только через вихревые впускные каналы головки блока цилиндров в камеры сгорания (половинный впускной коллектор). В нормальном режиме заслонки впускного коллектора закрыты на холостом ходу и в нижнем диапазоне частичной нагрузки.

В режиме нагрева нейтрализатора заслонки впускного коллектора остаются закрытыми до средних значений частоты вращения.

В обоих случаях ещё одним важным фактором для расчёта положения заслонок впускного коллектора является воздушная масса.

Положение заслонок впускного коллектора контролируется с помощью датчика (потенциометра) положения заслонок впускных каналов/воздушной заслонки G336.





Считайте QR-код, чтобы получить дополнительную информацию о впускном коллекторе.

# Наддув

## Блок турбонагнетателя

Модуль коллектора-турбонагнетателя отливается из стали. Он рассчитан на температуру ОГ до 1000 °С. Чтобы она не была превышена, используется регулировка температуры ОГ на основе рассчитываемой модели. Это позволило отказаться от датчика температуры ОГ, который устанавливался на двигателе предыдущего поколения.

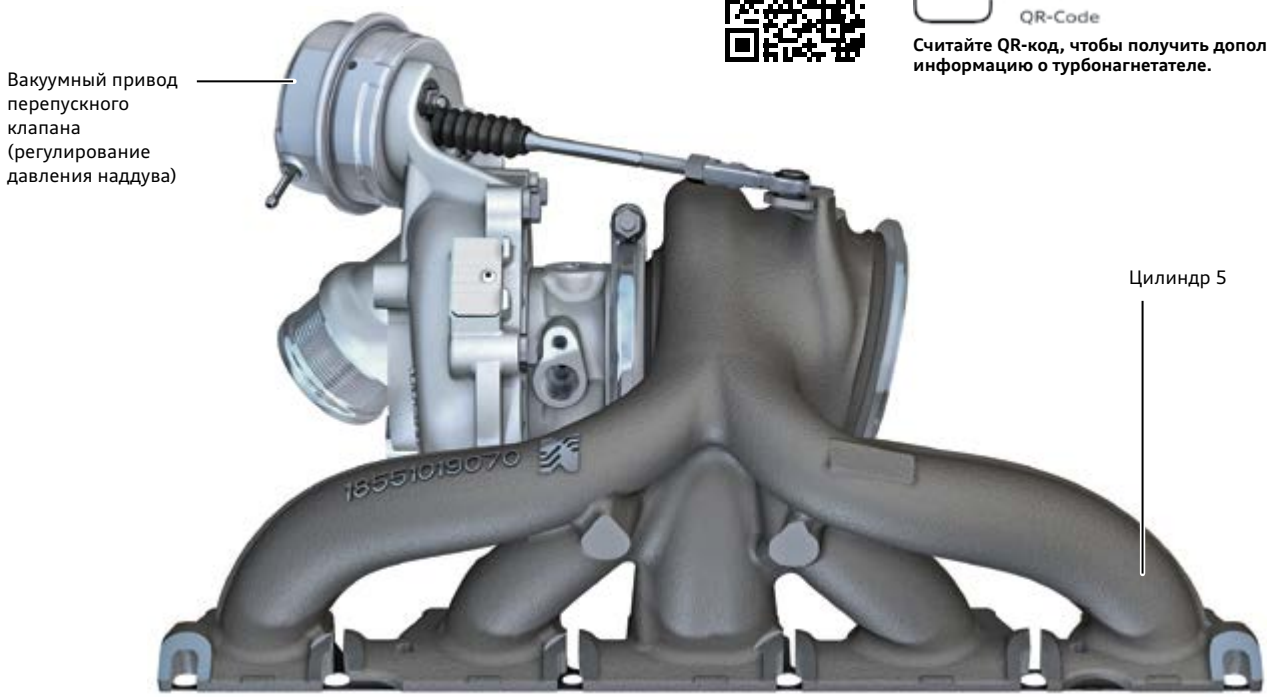
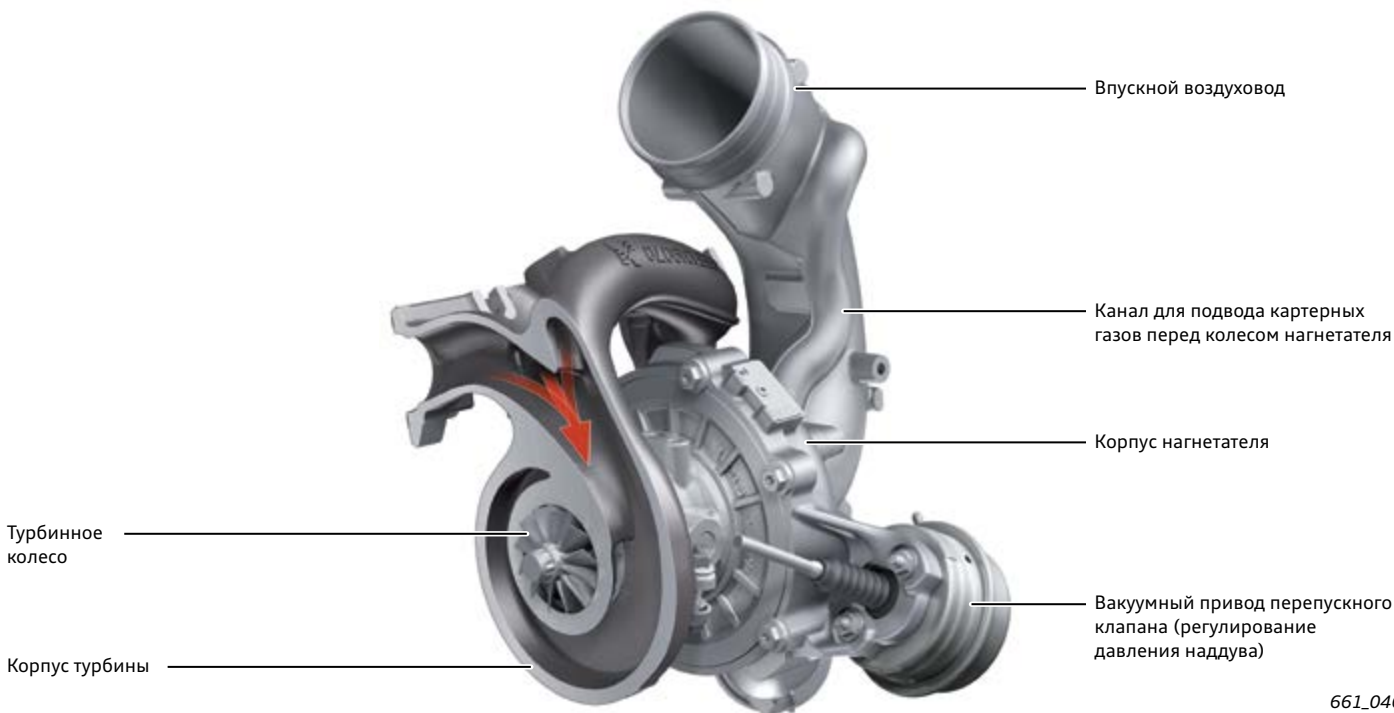
Модуль турбонагнетателя закреплён на головке блока цилиндров с помощью зажимного фланца. Этим хорошо компенсируется вызываемое нагревом расширение.

Группа турбонагнетателя, насосная секция и турбина разработаны с расчётом на высокий КПД в широком рабочем диапазоне.

В результате по сравнению с предшествующим двигателем было изменено направление вращения группы вентиляторов.

Оптимальные условия для газотока в турбонагнетателе и низкая инерция масс турбонагнетателя обеспечивают максимально высокие средние значения давления и спонтанную реакцию в диапазоне низких частот вращения.

Газоток в нейтрализаторе тоже улучшился. Для соответствия требованиям экологического стандарта Евро-6 нейтрализатор расположен максимально близко к корпусу турбины.

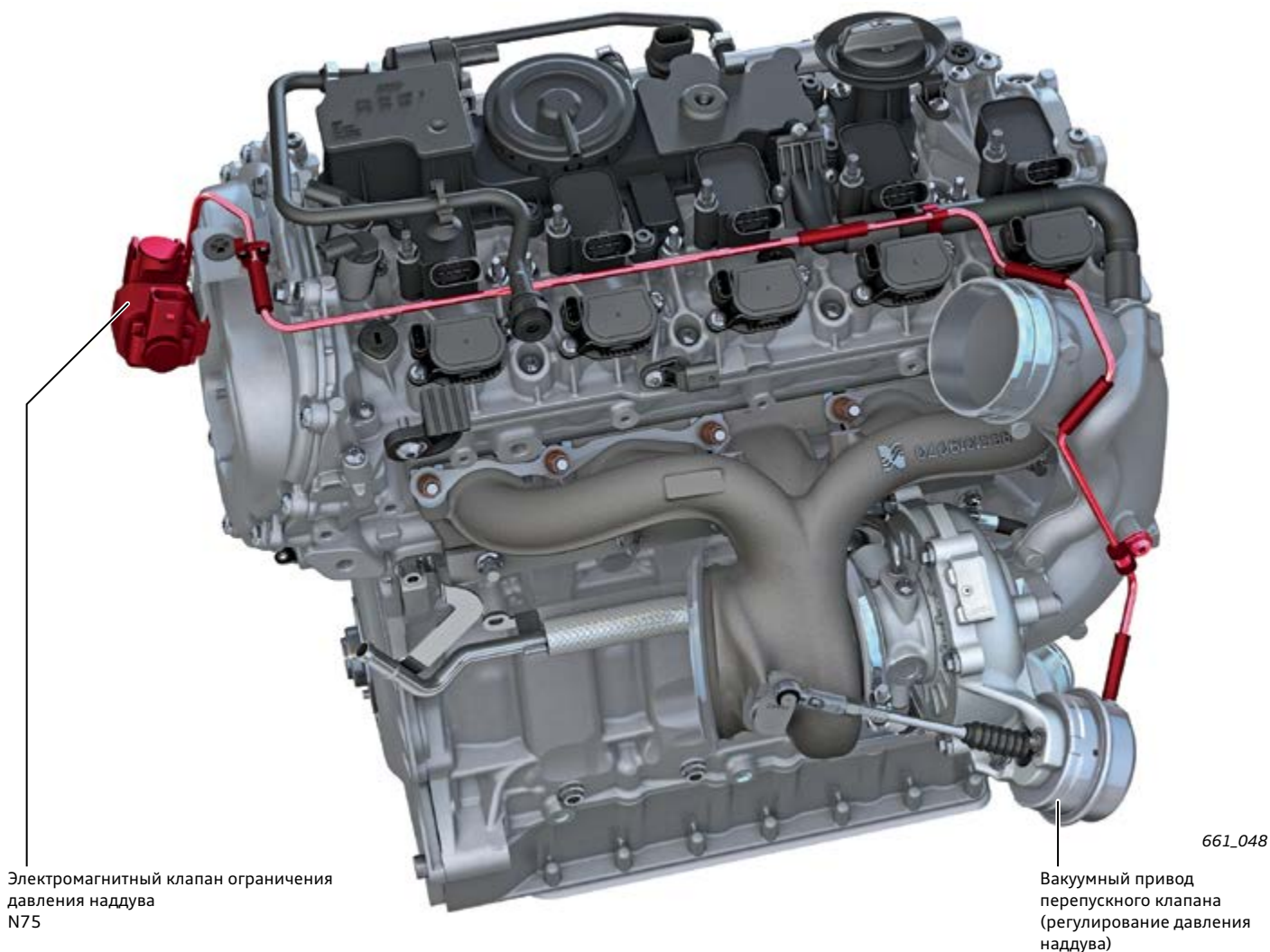


Считайте QR-код, чтобы получить дополнительную информацию о турбонагнетателе.

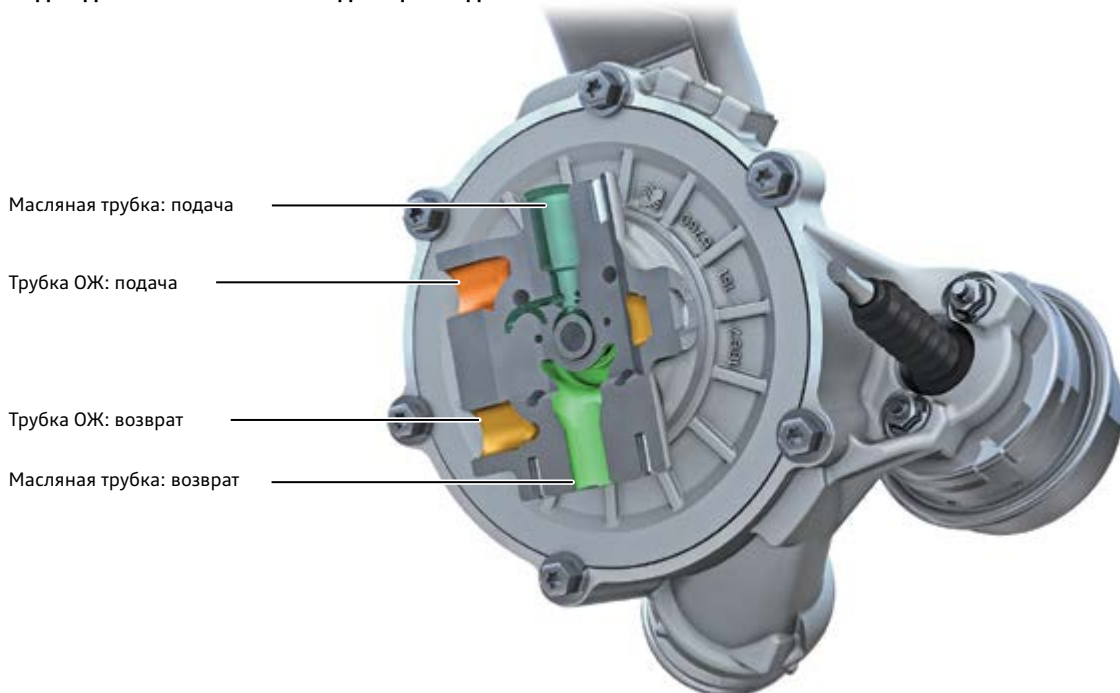
## Регулирование давления наддува

Регулировка давления наддува (макс. 2,35 бар абсолютного давления) осуществляется посредством перепускного клапана. Он при необходимости открывается вакуумным приводом. Вакуумный привод приводится в действие через электромагнитный клапан ограничения давления наддува N75. При отсутствии управляющего сигнала перепускной клапан открыт.

Перепускной клапан турбоагнетателя N249 установлен перед блоком дроссельной заслонки (см. рис. на стр. 42).



## Подсоединения масла и охлаждающей жидкости



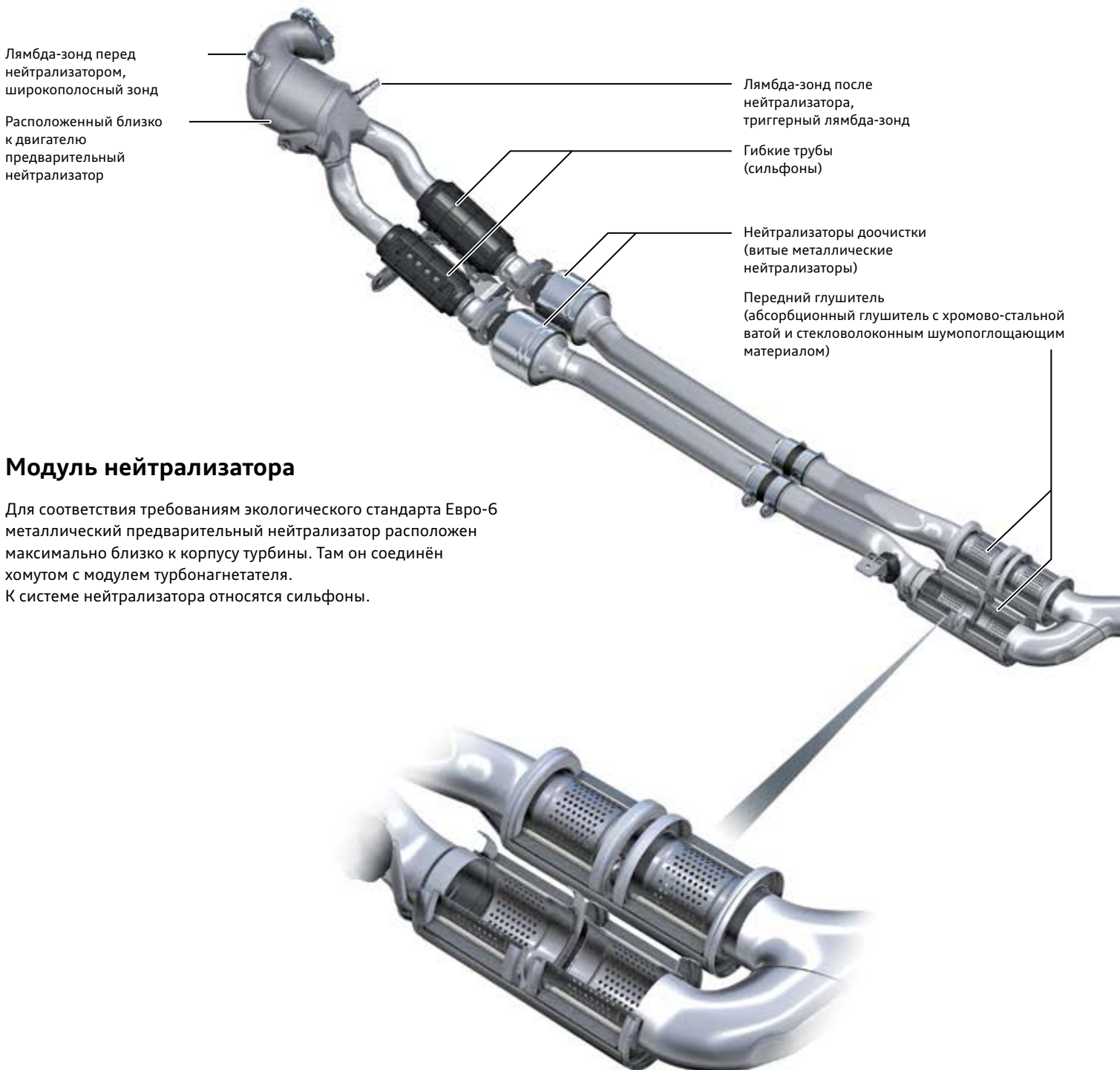
# Система выпуска отработавших газов

## Общие сведения

У глушителя различают серийную систему выпуска RS и опциональную спортивную систему выпуска RS с чёрными насадками на концах труб.

От основного нейтрализатора до переднего глушителя система выпуска ОГ идёт в два потока.

В зависимости от экспортного исполнения после модуля нейтрализатора устанавливаются либо два нейтрализатора доочистки, либо просто трубы системы выпуска.



### Дополнительная информация

Дополнительную информацию по принципу действия заслонок системы выпуска ОГ можно найти в программе самообучения 607 «Двигатель Audi 4,0 л V8 TFSI с двумя турбонагнетателями (битурбо)».

## Переключаемые заслонки ОГ

В режиме Comfort системы Audi drive select заслонки при частоте вращения холостого хода закрыты. С ростом частоты вращения правая заслонка открывается. При дальнейшем повышении частоты вращения дополнительно открывается левая заслонка. При высокой нагрузке обе заслонки открываются раньше, чтобы достичь более мощного звука в выпускном тракте.

В режиме **Sport** моменты переключения приходятся на более низкие значения частоты вращения, то есть открытие происходит раньше.

Водитель может повлиять на управление заслонками ОГ как при стандартной системе выпуска RS, так и при опциональной спортивной системе выпуска RS, нажав клавишу звука двигателя на центральной консоли.



Клавиша звука двигателя

661\_050

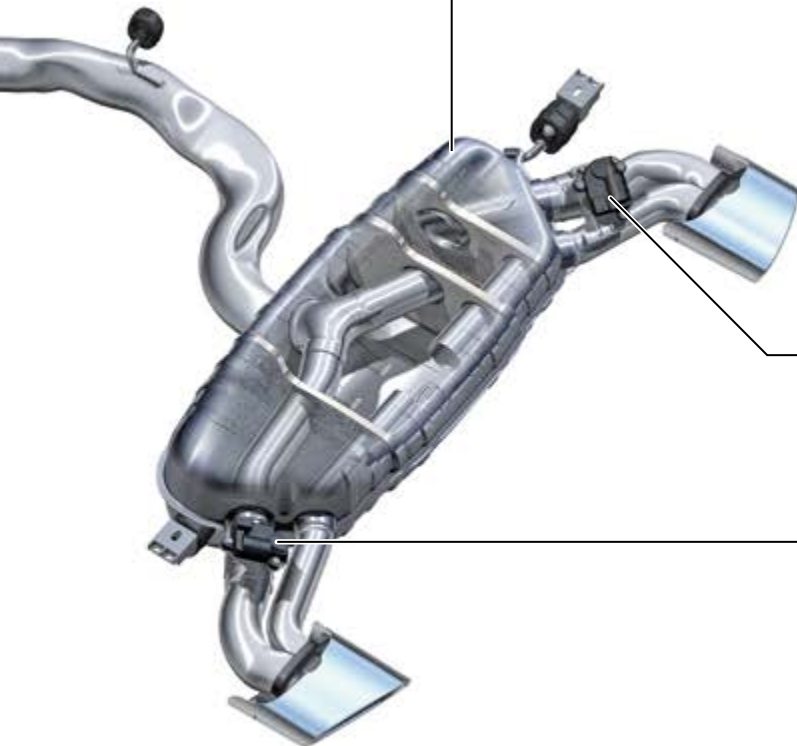


661\_051



661\_052

Задний глушитель  
(резонансного типа)



Блок заслонки ОГ 2  
J945

Блок заслонки ОГ  
J883

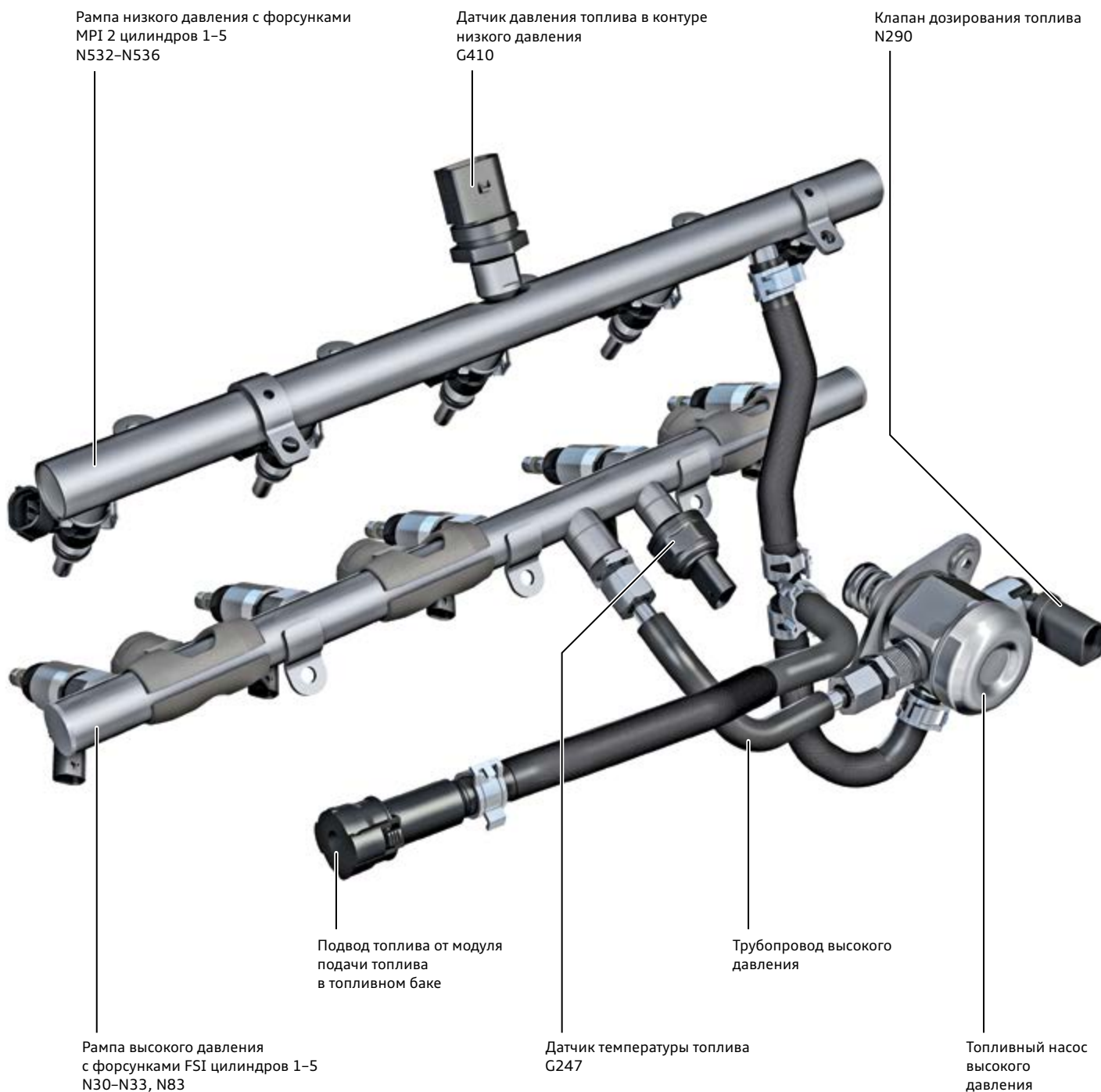
661\_053

# Топливная система

## Общие сведения

Двигатель 2,5 л R5 TFSI семейства EA855 EVO оснащён комбинированной, регулируемой в соответствии с потребностями системой впрыска FSI/MPI, которая в доработанном виде была заимствована у двигателей 1,8 л и 2,0 л TFSI семейства EA888. Использование этой системы впрыска позволяет соблюсти диктуемые экологической нормой показатели токсичности ОГ.

Кроме того, улучшились по сравнению с предшествующим двигателем и значения расхода топлива. Максимальное давление достигает для системы впрыска FSI 250 бар, а для системы впрыска MPI — 7 бар. Одноплунжерный ТНВД приводится через тройные кулачки на промежуточном валу цепного привода.





## Форсунки

### Форсунка FSI



661\_071

Электромагнитные форсунки рассчитаны на давление до 250 бар. Они установлены в головке блока цилиндров и впрыскивают топливо непосредственно в камеру сгорания. Управляющее напряжение до 65 В создаётся блоком управления двигателя. Это делает возможным множественный впрыск и впрыск мельчайших порций топлива.

### Форсунка MPI



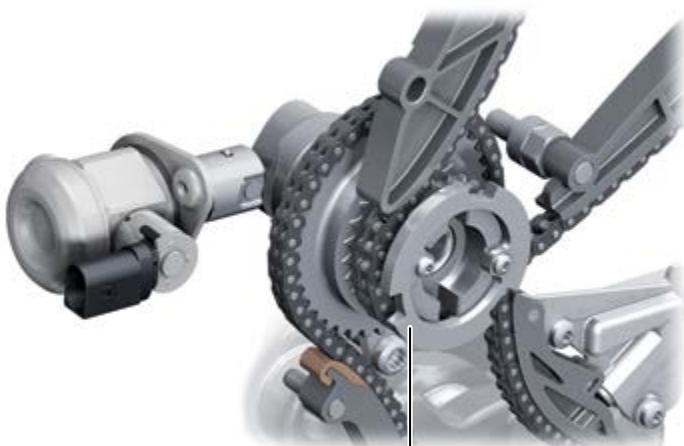
661\_094

Форсунки MPI установлены во впускном коллекторе перед заслонками. Когда блок управления двигателя подаёт на них массу, форсунки впрыскивают в воздушный поток перед собой топливо. Напряжение электропитания составляет 12 В.

## Датчик частоты вращения промежуточного вала G265

Для расчёта времени впрыска индивидуально для каждого цилиндра блоку управления двигателя требуется информация о положении и частоте вращения топливного насоса высокого давления.

Частота вращения и положение промежуточного вала (а следовательно, и тройного кулачка) контролируются датчиком Холла. Прежде эту функцию выполнял датчик распредвала.



661\_072

Задающий ротор датчика промежуточного вала



661\_073

Датчик частоты вращения промежуточного вала G265

## Процесс сгорания

При разработке ставилась цель достичь следующих преимуществ перед предшествующим двигателем:

- > увеличение мощности двигателя;
- > сокращение расхода топлива;
- > соблюдение требуемого экологического класса.

Этого удалось достичь за счёт использования комбинированной системы впрыска FSI/MPI.

Высокая степень свободы при выборе параметров впрыска в комбинации с заслонками впускного коллектора позволяют сократить выброс вредных веществ для соответствия предельным значениям будущих экологических классов.

Прочие мероприятия:

- > повышение мощности турбоагнетателя за счёт следующего:
  - > оптимизированное использование пульсаций на выходе турбинного колеса;
  - > переработанная в отношении потерь давления конструкция выпускного коллектора;
  - > изменение вращения группы вентиляторов на противоположное;
- > низкая доля остаточных газов;
- > хорошая гомогенизация смеси;
- > ускоренный прогрев двигателя благодаря системе ITM;
- > улучшенный отвод тепла из камеры сгорания, благодаря чему уменьшена склонность к детонации;
- > высокая степень сжатия.

В нижнем диапазоне частот вращения впрыск FSI позволяет отделить друг от друга газообмен и подготовку смеси. В сочетании с регулированием фаз распредвалов впускных и выпускных клапанов и с подстройкой длительности открытия выпускных клапанов системой AVS может быть достигнута сильная минимизация остаточных газов. В этой связи увеличение диапазона регулирования фаз у распредвала впускных клапанов с 42° коленвала до 50° коленвала представляет собой значительное улучшение.

Поддерживается достижение высокой степени наполнения в нижнем диапазоне частот вращения повышением мощности турбоагнетателя.

В среднем диапазоне частот вращения высокую эффективность обеспечивает, прежде всего, новый турбоагнетатель.

Для верхнего диапазона частот вращения тракты впуска, нагнетания и выпуска тщательно согласованы друг с другом и оптимизированы в отношении потерь давления. Здесь требуемое количество топлива обеспечивается, прежде всего, впрыском MPI.

Катушка зажигания

Регулятор кулачка выпускного клапана

Распредвал выпускных клапанов

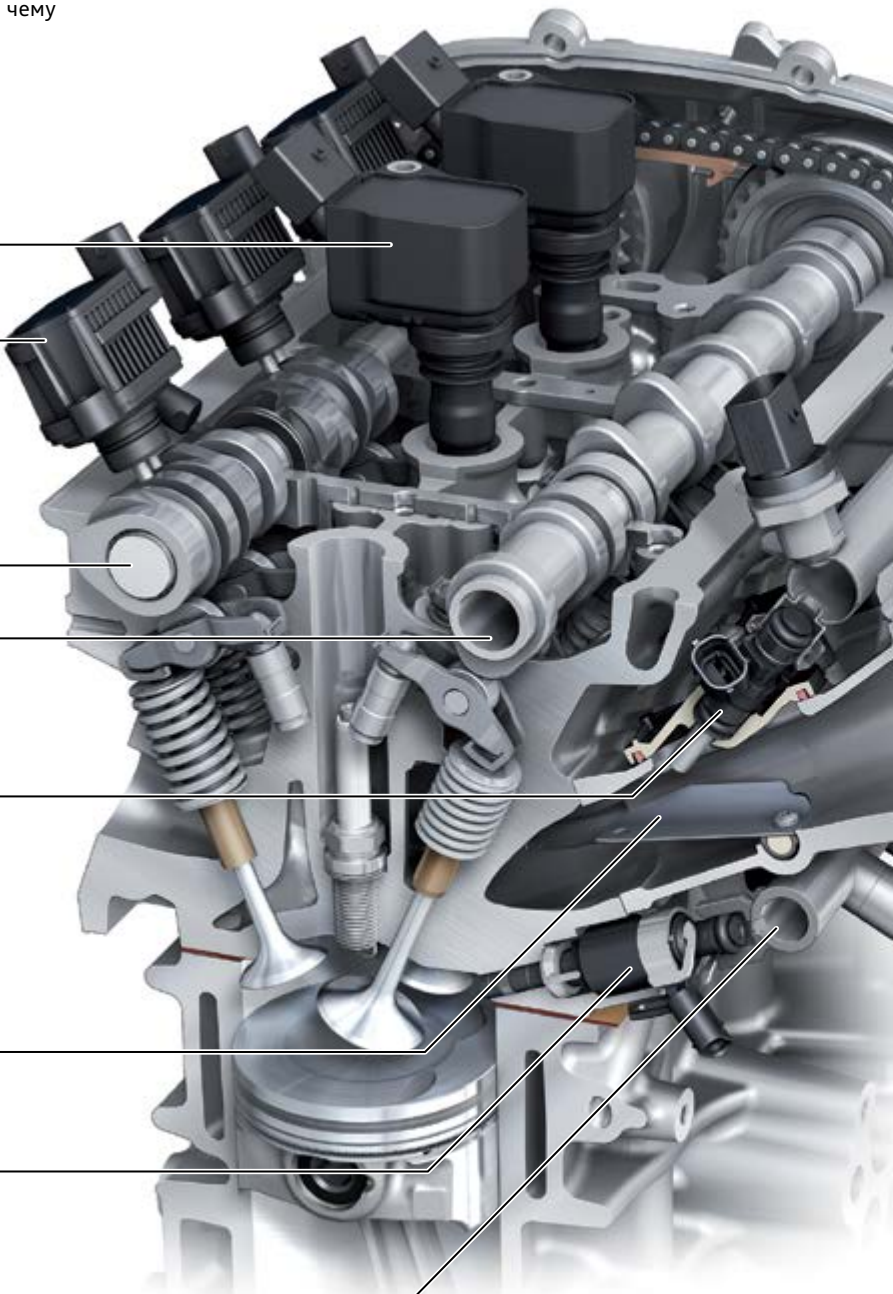
Распредвал впускных клапанов

Форсунки 2 цилиндров 1-5 N532-N536

Заслонка впускного коллектора

Форсунки цилиндров 1-5 N30-N33, N83

Рампа высокого давления



## Режимы работы

- > Одинарный впрыск под высоким давлением.
- > Двойной впрыск под высоким давлением.
- > Двойной впрыск (впрыск во впускной коллектор и непосредственный впрыск).

### Пуск двигателя

- > Температура ОЖ ниже 45 °С: двойной послойный впрыск под высоким давлением в наддувный тракт.
- > Температура ОЖ выше 45 °С: одинарный послойный впрыск в наддувный тракт.

### Прогрев двигателя и нейтрализатора

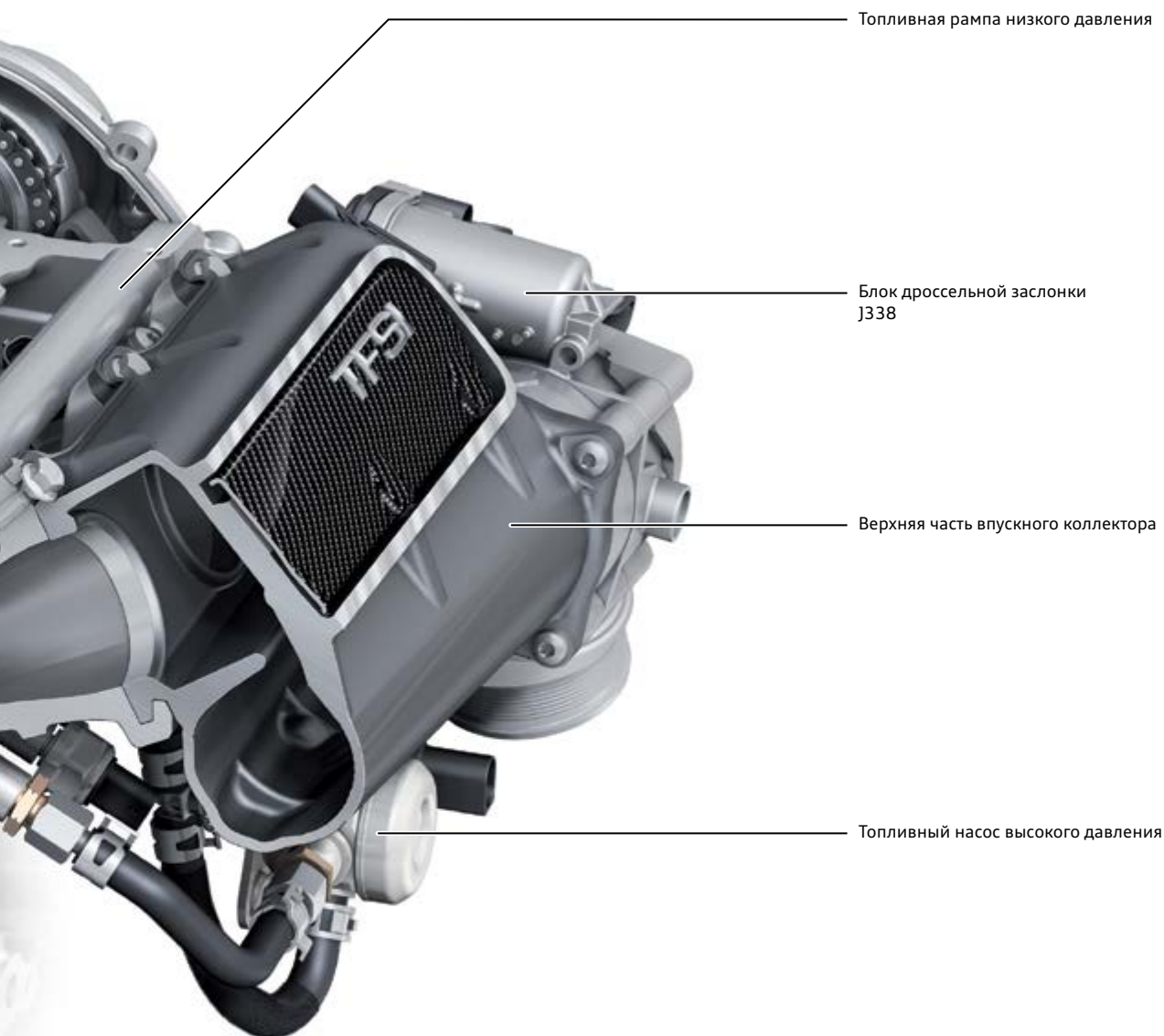
Двигатель работает с полной нагрузкой (пример):

- > 5 % впрыск во впускной коллектор и 95 % непосредственный впрыск.

### Аварийная функция

Работа двигателя с частичной нагрузкой (пример):

- > температура ОЖ выше 30 °С: 50 % впрыск во впускной коллектор и 50 % непосредственный впрыск;
- > в диапазоне, близком к холостому ходу, заслонки впускного коллектора остаются закрытыми.



# Система управления двигателем

## Обзор системы

### Датчики

Датчики впускного коллектора GX9 с датчиком температуры воздуха на впуске G42 и датчиком давления во впускном коллекторе G71

Датчик давления наддува GX26 с датчиком давления наддува G31 и датчиком 2 температуры воздуха на впуске G299

Датчик частоты вращения двигателя G28

Блок дроссельной заслонки GX3

Датчик Холла G40, датчик Холла 3 G300

Модуль педали акселератора GX2

Выключатель стоп-сигналов F

Датчик давления топлива G247

Датчик давления топлива в контуре низкого давления G410

Датчик частоты вращения промежуточного вала G265

Датчик детонации 1 G61, датчик детонации 2 G66

Датчик температуры системы терморегулирования двигателя G694

Датчик давления масла G10

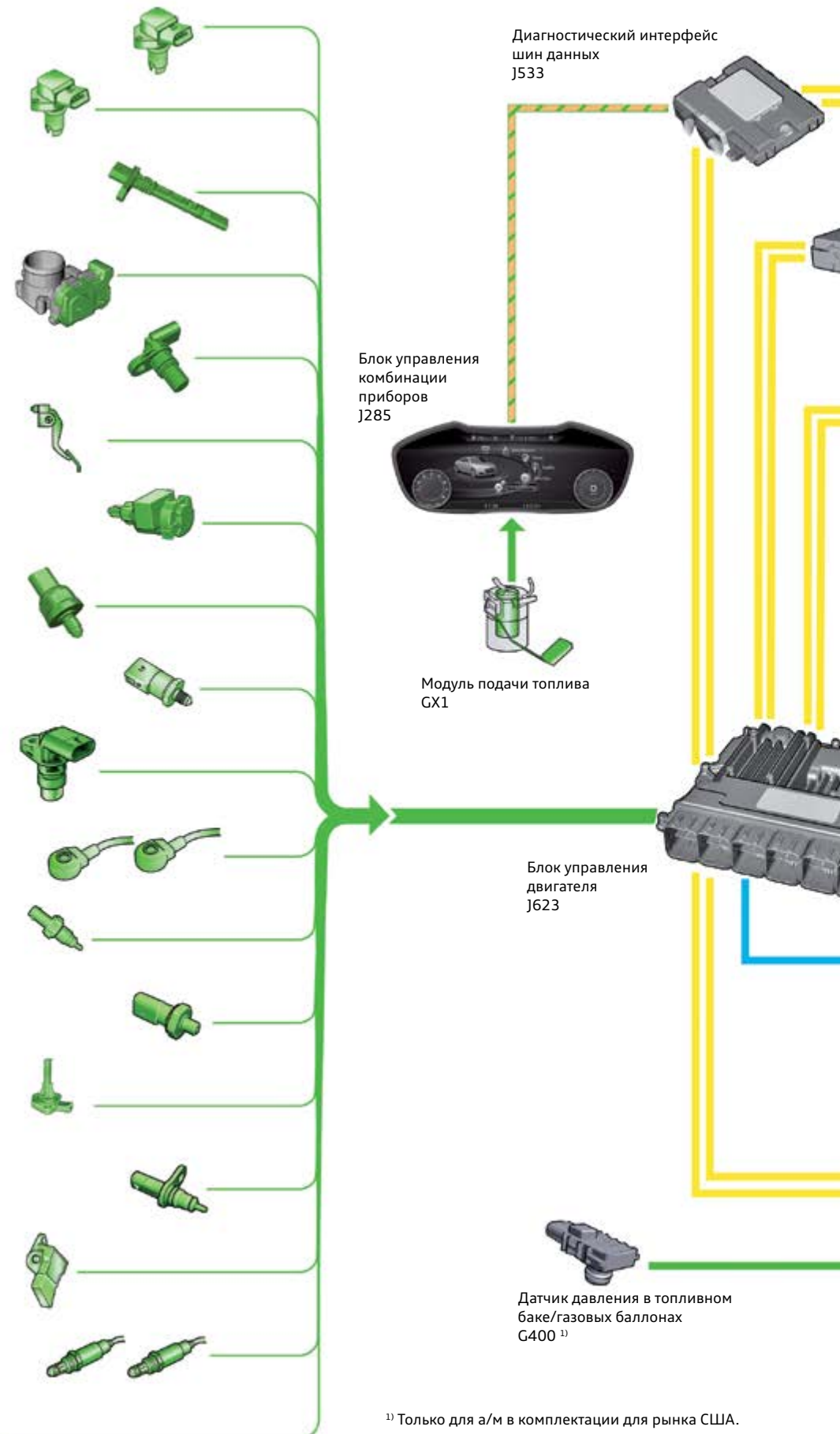
Датчик уровня и температуры масла G266

Датчик температуры ОЖ G62

Датчик положения заслонок впускных каналов (потенциометр) G336

Лямбда-зонд 1 перед нейтрализатором GX10, лямбда-зонд 1 после нейтрализатора GX7

Дополнительный сигнал круиз-контроля



<sup>1)</sup> Только для а/м в комплектации для рынка США.



## Актуаторы

- Форсунки цилиндров 1–4 N30–N33, форсунка цилиндра 5 N83
- Форсунки 2 цилиндров 1–5 N532–N536
- Катушки зажигания 1–5 с выходным каскадом N70, N127, N291, N292, N323
- Главное реле J271
- Реле электропитания 2 электронных компонентов двигателя J976
- Блок дроссельной заслонки GX3
- Клапан заслонок впускных каналов N316
- Электромагнитный клапан ограничения давления наддува N75
- Электромагнитный клапан 1 адсорбера N80
- Перепускной клапан турбоагнетателя N249
- Клапан вентиляции картера N546
- Клапан дозирования топлива N290
- Клапан 1 регулятора фаз газораспределения впускных клапанов N205, клапан 1 регулятора фаз газораспределения выпускных клапанов N318
- Регуляторы кулачков выпускных клапанов цилиндров 1–5 N579, N587, N595, N603, N611
- Запорный клапан системы охлаждения N82
- Насос системы прокачки ОЖ после выключения двигателя V51
- Переключающий клапан механического насоса охлаждающей жидкости N649
- Блок управления вентилятора радиатора J293, вентилятор радиатора V7, вентилятор 2 радиатора V177
- Лямбда-зонд 1 перед нейтрализатором GX10, лямбда-зонд 1 после нейтрализатора GX7
- Реле стартера 1 J906, реле стартера 2 J907

# Техническое обслуживание и инспекционный сервис

## Сервисная информация и техническое обслуживание

Спецификация моторного масла	0-W30
Система смазки двигателя (включая масляный фильтр), л (объем при замене масла)	7,1
Допуск для моторного масла	<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Гибкая периодичность замены масла в странах ЕС и Японии: VW 504 00</li><li>&gt; Фиксированная периодичность ТО в США и Канаде: VW 504 00</li><li>&gt; Прочие: VW 502 00</li></ul>
Допускается откачка моторного масла	Да
Замена масла	По индикатору технического обслуживания, в зависимости от стиля вождения и условий эксплуатации от 15 000 км/1 года до 30 000 км/2 лет
Инспекционный сервис	30 000 км/2 года
Интервал замены воздушного фильтра	90 000 км
Интервал замены топливного фильтра	—
Интервал замены свечей зажигания	60 000 км/6 лет
Интервалы замены поликлинового ремня	На весь срок службы
Привод газораспределительного механизма	Цепь (на весь срок службы)

## Оборудование и специнструмент

### VAS 5161A/39 Направляющая пластина



661\_076

Для снятия и установки сухарей клапанов, в сочетании с монтажным приспособлением VAS 5161A.

### T03000A Кронштейн для двигателя <sup>1)</sup>



661\_077

Для снятия и установки двигателя, в сочетании с домкратом для двигателя и агрегатов трансмиссии V.A.G 1383 A.

### T03000/3 Адаптер



661\_097

Используется вместе с кронштейном T03000A и служит для закрепления силового агрегата в монтажном положении при снятии и установке двигателя.



#### Указание

Техническое обслуживание и инспекционный сервис: приоритет всегда имеют данные в актуальной сервисной литературе.

**T10122/6A Направляющая<sup>1)</sup>**



661\_078

Замена манжетного уплотнения коленвала со стороны коробки передач.

**T40264/2A Фиксатор распредвалов<sup>1)</sup>**



661\_079

Фиксация распредвалов для регулировки фаз газораспределения.

**T40347 Оправка**



661\_080

Для выполнения установки поршня в головку блока цилиндров. Высокое качество поверхности внутренней стороны оправки предотвращает повреждение чувствительных маслясьёмных колец, состоящих из трёх частей, при установке поршня.

**T40371 Кронштейн для двигателя**



661\_081

Для закрепления двигателя на кантователе для агрегатов VAS 6095A.

**T40376/1 Оправка для маслясьёмных колпачков**



661\_082

Для монтажа новых маслясьёмных колпачков стороны впуска.

**T40376/2 Оправка для маслясьёмных колпачков**



661\_083

Для монтажа новых маслясьёмных колпачков стороны выпуска.

<sup>1)</sup> Вместо этих инструментов можно использовать прежние инструменты после их доработки. Точные инструкции по доработке см. в руководстве по ремонту.

# Приложение

## Словарь специальных терминов

В этом словаре приводятся объяснения всех терминов, выделенных в тексте программы самообучения курсивом и отмеченных стрелкой ↗.

### ↗ APS — Atmospheric Plasma Spraying (атмосферное плазменное напыление)

При атмосферном плазменном напылении (APS) частицы напыляемого вещества переносятся на поверхность плазменным лучом. Плазма — это горячий газ, в котором под действием высокой температуры происходит диссоциация и ионизация нейтральных частиц. Поэтому в отличие от газа в плазме содержатся также заряженные частицы, такие как электроны и ионы. Для получения плазмы в плазменной горелке между катодом и анодом посредством высокочастотного зажигания создаётся световая дуга. Когда в плазменную горелку подаётся газ, образуется плазменный луч с высоким содержанием тепла, который с большой скоростью вырывается из сопла плазменной горелки. Температуры в самой горячей части плазменного конуса составляют около 30 000 К.

В плазменный луч инжектором подаётся порошок напыляемого вещества. В качестве газа-носителя, транспортирующего порошок к горелке с необходимой кинетической энергией, используется аргон или азот. После внесения порошка происходит перенос тепла и импульса на его частицы. При этом порошок плавится и разгоняется. Со скоростью и температурой, зависящей от выбранных параметров, частицы порошка достигают субстрата и оседают на него.

#### Технология APS на Audi

На заводе AUDI для напыления методом APS используется тонкий порошок. Чтобы напыляемый слой лучше держался, перед его нанесением для повышения шероховатости стенки цилиндра подвергаются механической обработке зубчатым профилем. В сочетании с оптимизированным под такую обработку хонингованием на зеркале цилиндра образуются микроскопические смазочные карманы, которые обеспечивают хорошее скольжение колец поршня, снижая трение и износ. Другие преимущества этого решения заключаются в улучшенном отводе тепла по сравнению с чугуном литьём, возросшая в результате детонационная устойчивость при сгорании и улучшенная стойкость к коррозии при использовании топлива плохого качества.

### ↗ DCY — цикл движения

Во время поездки можно вызвать запись ошибок в регистратор событий и симитировать реакции (клемма 15 включена... движение... выключена = 1 цикл движения).

### ↗ DIN GZ — выдержка из DIN 70020-GZ

Этот документ содержит данные по определению массы двигателя легкового автомобиля с приводом исключительно от двигателя внутреннего сгорания. Чтобы сделать значения массы двигателей сравнимыми между собой, здесь указывается, какие компоненты следует учитывать, а какие нет.

#### Масса двигателя

Двигатель с навесными агрегатами класса G называется базовым двигателем.

Двигатель с навесными агрегатами классов G и Z (GZ) называется комплектным двигателем. Z означает дополнительные части (от нем. Zusatzteile).

### ↗ Метод Rotacast

Rotacast — это один из вариантов литья в кокиль. После наполнения жидким алюминием весь кокиль поворачивается на 180°. Равномерным распределением микроструктуры достигается оптимальная прочность как в области постелей подшипников, так и в области крышки. Деталь отливается из алюминиевого сплава AlSi7Mg0,3. Блок цилиндров двигателя 2,5 л R5 TFSI впервые в мире изготавливается этим методом.



## Контрольные вопросы

### 1. Как обрабатываются рабочие поверхности цилиндров двигателя 2,5 л R5 TFSI?

- А. Зеркала цилиндров растачиваются и хонингуются с применением оснастки, имитирующей установку ГБЦ.
- В. Зеркала цилиндров изготавливаются методом атмосферного лазерного напыления.
- С. Зеркала цилиндров обрабатываются методом щётчного хонингования.

### 2. Какие подшипники используются в качестве коренных в двигателе 2,5 л R5 TFSI?

- А. Применяются двухэлементные вкладыши без содержания свинца.
- В. Применяются трёхэлементные вкладыши без содержания свинца.
- С. Ввиду возрастающих нагрузок на подшипники вкладыши подшипников на коленвалу снабжены покрытием Itox.

### 3. В каких опорах установлены распредвалы в головке блока цилиндров двигателя 2,5 л R5 TFSI?

- А. Нижняя половина опоры — в головке блока цилиндров, верхняя половина опоры — в раме распредвалов. Эта рама придаёт ГБЦ дополнительную жёсткость.
- В. Верхняя половина опоры — в клапанной крышке, нижние половины опор образуют четыре опорные перемычки.
- С. Нижняя половина опоры — в головке блока цилиндров, верхняя половина опоры — в клапанной крышке.

### 4. В чём особенность цепного привода двигателя 2,5 л R5 TFSI?

- А. От первичного привода (ступени звёздочки) приводятся вторичный привод и балансирный вал. Во вторичном приводе две цепи приводят распредвалы.
- В. Цепной привод двигателя 2,5 л R5 FSI взят в неизменном виде от предшествующего двигателя.
- С. Цепной привод двигателя 2,5 л R5 FSI представляет собой доработанный привод предшествующего двигателя. Он отличается передаточным отношением, использованием зубчатой цепи для нижнего привода и приводом ТНВД от промежуточного вала.

### 5. Как у двигателя 2,5 л R5 TFSI активируются форсунки охлаждения поршней?

- А. Активацией управляющего клапана форсунок охлаждения поршней N522.
- В. Форсунки охлаждения поршней открываются при давлении масла от 1,5 до 1,8 бар и потом остаются всё время открытыми.
- С. Форсунки охлаждения поршней всегда открыты. Масляный канал, к которому подсоединены все форсунки охлаждения поршней, перекрыт клапаном форсунок. Он открывается, когда давление масла превышает 2,5 бар.

### 6. Каким образом у двигателя 2,5 л R5 TFSI в фазе прогрева прекращается циркуляция охлаждающей жидкости в блоке цилиндров?

- А. Отключением насоса охлаждающей жидкости.
- В. Насос охлаждающей жидкости качает охлаждающую жидкость. Запорный клапан охлаждающей жидкости закрыт.
- С. Циркуляционный насос ОЖ V50 не активируется и поэтому не качает охлаждающую жидкость.

### 7. Какую задачу выполняет система Audi valvelift system (AVS) в двигателе 2,5 л R5 TFSI?

- А. Улучшение газотока к турбонагнетателю при низких значениях частоты вращения двигателя.
- В. Сокращение расхода топлива и улучшение характеристики крутящего момента двигателя.
- С. Отключение цилиндров.

### 8. Как приводятся заслонки впускного коллектора у двигателя 2,5 л R5 TFSI?

- А. Заслонки впускного коллектора приводятся механически — вакуумным приводом. Вакуумный привод приводится в действие через клапан заслонок впускных каналов N316.
- В. У двигателя 2,5 л R5 TFSI нет заслонок впускного коллектора.
- С. Заслонки впускного коллектора приводятся исполнительным электродвигателем.

## Программы самообучения

Дополнительная информация по двигателю 2,5 л R5 TFSI семейства EA855 EVO содержится в следующих программах самообучения:



**411 Двигатели Audi FSI объёмом 2,8 и 3,2 л с Audi valvelift system**



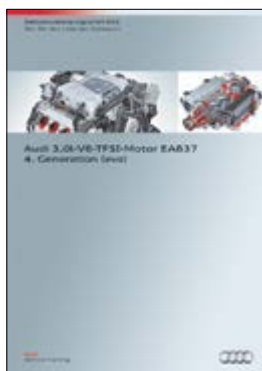
**451 Audi TT RS с двигателем 2,5 л R5 TFSI**



**606 Двигатели Audi TFSI 1,8 л и 2,0 л семейства EA888 (поколение 3)**



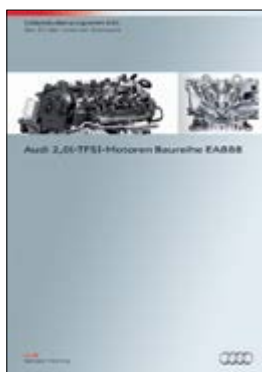
**607 Двигатель Audi 4,0 л V8 TFSI с двумя турбоагнетателями (битурбо)**



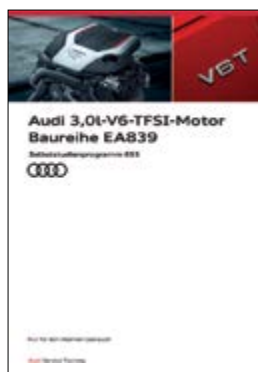
**624 Двигатель Audi 3,0 л V6 TFSI EA837 поколения 4 (evo)**



**639 3-цилиндровый двигатель Audi 1,0 л TFSI семейства EA211**



**645 Двигатели Audi 2,0 л TFSI семейства EA888**



**655 Двигатель Audi 3,0 л V6 TFSI семейства EA839**

## Информация по кодам QR

Для лучшего усвоения данной программы самообучения к ней имеются дополнительные мультимедийные материалы для воспроизведения на мобильных устройствах (анимации, видеоролики или обучающие мини-программы — Mini-WBT). В тексте программы самообучения напечатаны ссылки на эти материалы в виде так называемых кодов QR (квадратные штрихкоды, состоящие из точек). Чтобы открыть такой материал на экране мобильного устройства (планшета или смартфона), нужно считать этим устройством соответствующий код QR и выбрать переход по содержащемуся в нём интернет-адресу или кликнуть на нём в pdf-документе. Мобильное устройство при этом должно быть подключено к Интернету.

На мобильном устройстве должно быть установлено приложение для считывания кодов QR (QR-сканер), которое можно скачать в магазине приложений App Store для устройств Apple® или Google Play для устройств Android (Google®).

Для воспроизведения некоторых мультимедийных материалов могут также потребоваться дальнейшие приложения (плеер).

Для просмотра мультимедийных материалов на настольном компьютере или ноутбуке нужно кликнуть на соответствующий код QR в pdf-документе программы самообучения (код QR в pdf-документе представляет собой гиперссылку) и материал — после выполнения входа в GTO — будет открыт онлайн.

Все мультимедийные материалы управляются платформой учебных материалов Group Training Online (GTO). Для её использования требуется регистрация на портале GTO. При считывании кода QR перед просмотром первого материала нужно будет также выполнить вход в систему. На iPhone, iPad и многочисленных устройствах Android регистрационные данные для входа можно сохранить в мобильном браузере устройства. Это облегчает последующие входы в систему. Обязательно включите в своём устройстве его блокировку ПИН-кодом, чтобы предотвратить несанкционированное использование.

Учитывайте, что скачивание мультимедийных материалов в мобильных сетях может привести к существенным расходам. Точный размер таких расходов может стать понятен только позже, в особенности при использовании Интернетом в роуминге за границей. Ответственность за эти расходы полностью лежит на вас. Оптимальным вариантом является скачивание мультимедийных материалов через подключение по WLAN (Wi-Fi).

*Apple® является зарегистрированной маркой Apple® Inc.  
Google® является зарегистрированной маркой Google® Inc.*

Все права защищены,  
включая право на технические изменения.

Авторские права:

**AUDI AG**

I/VK-35

service.training@audi.de

**AUDI AG**

D-85045 Ingolstadt

По состоянию на 05.2017

© Перевод и вёрстка ООО «Фольксваген Груп Рус»