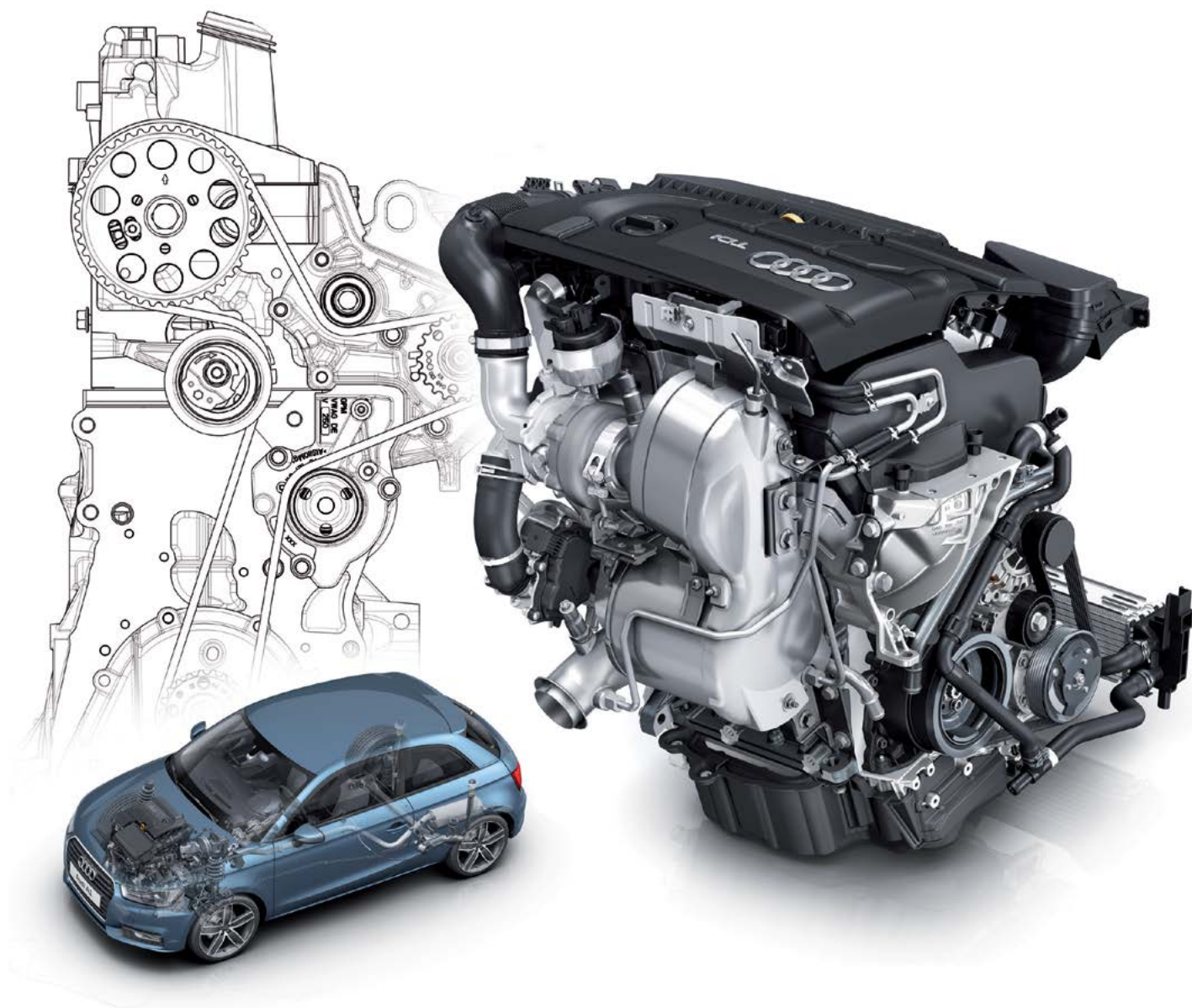


Audi: 3-цилиндровый двигатель 1,4 л TDI семейства EA288

Новое модульное поколение TDI® создаёт единую основу для двигателей семейства EA288. После того как платформа MDB (модульная дизельная платформа) пополнилась 4-цилиндровым двигателем, в семейство EA288 включается 3-цилиндровый вариант.

Двигатель 1,4 л завершает линейку дизельных силовых агрегатов Audi с малым рабочим объёмом. Большое внимание при его разработке уделялось снижению выбросов CO₂, поэтому новый рядный 3-цилиндровый двигатель TDI 1,4 л соответствует требованиям экологического класса Евро 6.



640_002

Учебные цели этой программы самообучения:

В этой программе самообучения описываются устройство и принцип действия 3-цилиндрового двигателя 1,4 л TDI. Изучив настоящую программу самообучения, вы сможете ответить на следующие вопросы:

- ▶ Из какого материала изготовлены гильзы цилиндров?
- ▶ Какие детали/компоненты входят в блок балансирующего вала?
- ▶ Какие форсунки используются в данном двигателе?
- ▶ Каково давление в обратной магистрали форсунок?

Содержание

Введение

Краткое описание	4
Модульная конструкция	5

Механическая часть двигателя

Блок цилиндров	7
Коленчатый вал	8
Шатунно-поршневая группа	8
Блок балансирного вала	9

Система смазки

Контур системы смазки	12
Масляный насос	13

Головка блока цилиндров

Обзор	14
Клапанный механизм	16
Каналы системы охлаждения	16
Модуль распредвалов	17

Система впуска и наддува

Впускной тракт	18
Наддув	19
Впускной коллектор с завихряющимися заслонками	20
Рециркуляция отработавших газов	21

Система охлаждения

Система терморегулирования	25
Отключаемый насос системы охлаждения	25
Общая схема системы	26

Система питания

Общая схема системы	31
Модуль подачи топлива	32
Топливный насос высокого давления (ТНВД)	33
Форсунки	34

Система управления двигателем

Общая схема системы (Audi A1, модельный год 2015)	36
Система выпуска отработавших газов	38

Приложение

Программы самообучения	39
------------------------	----

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 литературу.



Указание



Дополнительная информация

Введение

Краткое описание

- ▶ 3-цилиндровый, рядный.
- ▶ Четыре клапана на цилиндр, два верхних распределительных вала (DOHC).
- ▶ Один впускной и один выпускной распределительный вал.
- ▶ Литой алюминиевый блок цилиндров.
- ▶ Система турбонаддува с жидкостным интеркулером и турбонагнетателем с изменяемой геометрией турбины (VTG).
- ▶ Привод ГРМ зубчатым ремнём.
- ▶ Впускной коллектор с завихряющимися заслонками.
- ▶ Блок балансирного вала со встроенными в него масляным и вакуумным насосами.
- ▶ Двухконтурная система рециркуляции ОГ (контур высокого и низкого давления).

Контур рециркуляции ОГ низкого давления¹⁾

Модуль нейтрализации ОГ¹⁾

Головка блока цилиндров²⁾

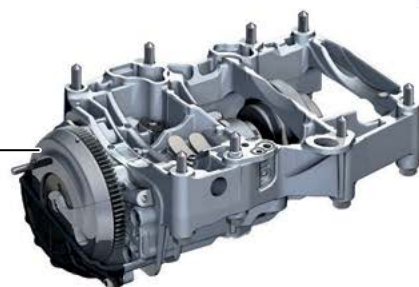
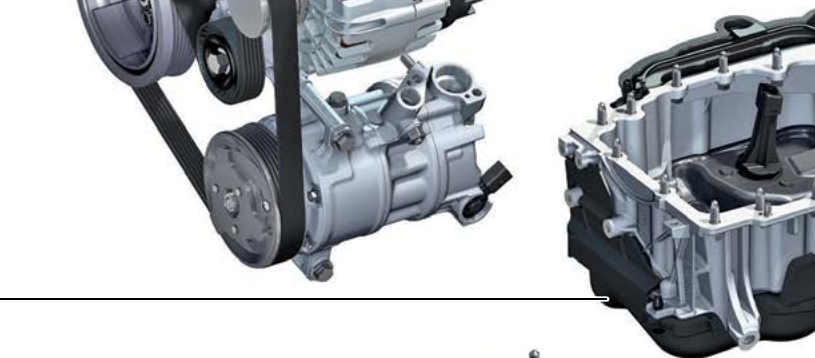
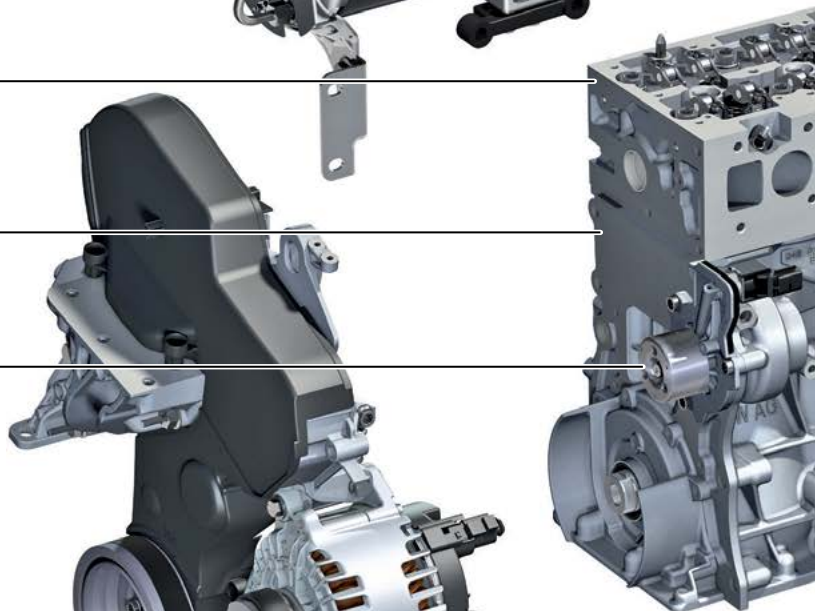
Блок цилиндров²⁾

Отключаемый насос системы охлаждения¹⁾

Привод ГРМ и привод навесных агрегатов¹⁾

Масляный поддон¹⁾

Блок (модуль) балансирного вала²⁾ со встроенными в него масляным и вакуумным насосами



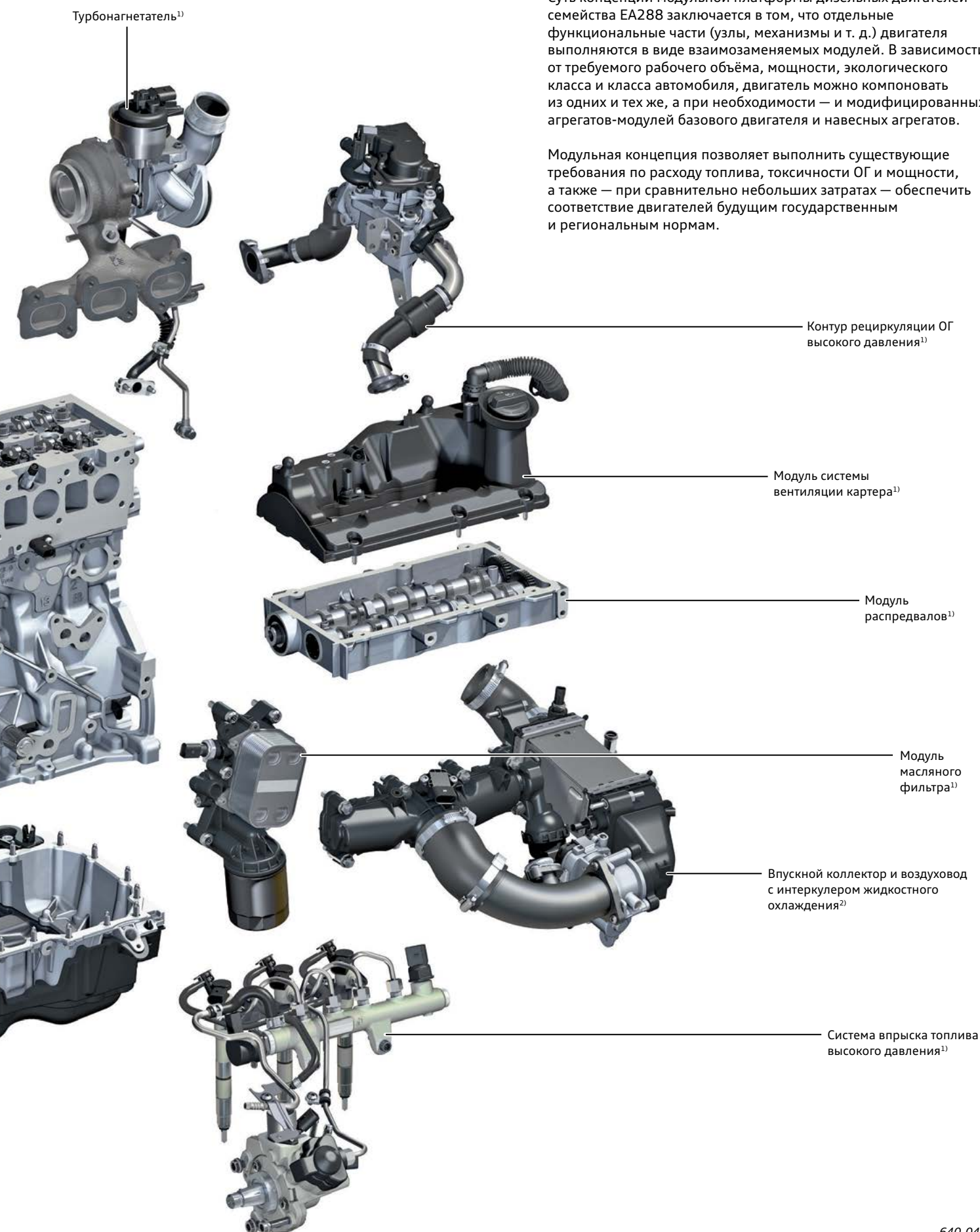
Дополнительная информация

Устройство и принцип действия базового двигателя описываются в программе самообучения 608 «Audi: 4-цилиндровые двигатели 1,6 л/2,0 л TDI».

Модульная конструкция

Суть концепции модульной платформы дизельных двигателей семейства EA288 заключается в том, что отдельные функциональные части (узлы, механизмы и т. д.) двигателя выполняются в виде взаимозаменяемых модулей. В зависимости от требуемого рабочего объема, мощности, экологического класса и класса автомобиля, двигатель можно компоновать из одних и тех же, а при необходимости — и модифицированных агрегатов-модулей базового двигателя и навесных агрегатов.

Модульная концепция позволяет выполнить существующие требования по расходу топлива, токсичности ОГ и мощности, а также — при сравнительно небольших затратах — обеспечить соответствие двигателей будущим государственным и региональным нормам.



¹⁾ Модули, основанные на уже применявшихся компонентах дизельной платформы.

²⁾ Совершенно новые модули.

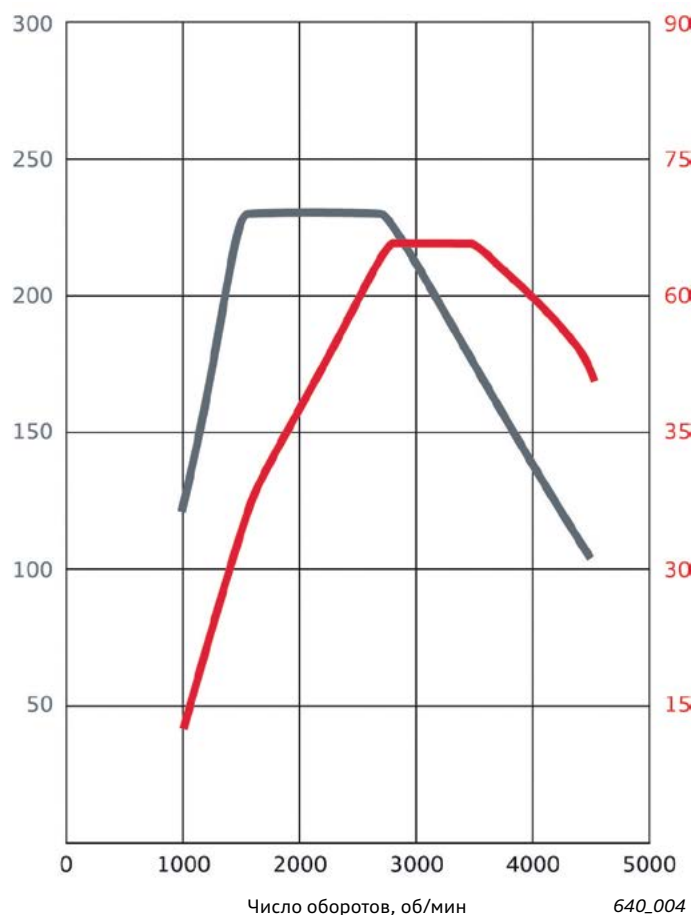
Технические характеристики

Внешние скоростные характеристики двигателя (мощность и крутящий момент)

— Мощность, кВт
— Крутящий момент, Н·м



640_051



640_004

Буквенное обозначение указано на двигателе спереди слева по направлению движения, под ГБЦ, на выступающем краю блока цилиндров.

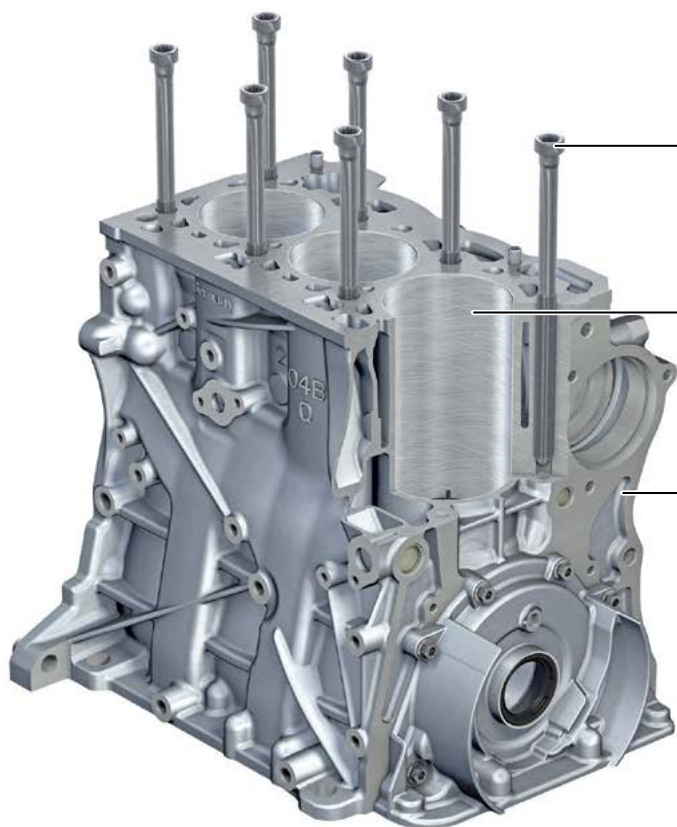
Параметры	Технические характеристики
Буквенное обозначение двигателя	CUSB
Тип	3-цилиндровый, рядный
Рабочий объем, см ³	1422
Ход поршня, мм	95,5
Диаметр цилиндра, мм	79,5
Количество клапанов на цилиндр	4
Порядок работы цилиндров	1-2-3
Степень сжатия	16,1 : 1
Мощность, кВт при об/мин	66 при 2750-3500
Крутящий момент, Н·м при об/мин	230 при 1500-2500
Топливо	Дизельное, EN 590
Наддув	Турбонагнетатель с изменяемой геометрией турбины
Система нейтрализации ОГ	<ul style="list-style-type: none">▶ Окислительный нейтрализатор и сажевый фильтр.▶ Рециркуляция ОГ с контурами высокого и низкого давления.
Экологический класс	Евро 6
Выбросы CO ₂ , г/км	89 (в смешанном цикле)

Механическая часть двигателя

Блок цилиндров

Блок цилиндров этого двигателя с целью облегчения изготавливается из алюминиевого сплава (AlSi9Cu3) методом литья под давлением. Использование алюминия вместо чугуна позволило добиться снижения массы блока. Тонкостенные гильзы цилиндров выполнены из серого чугуна (GJL 250) и установлены термическим методом. Для этого блок цилиндров нагревается и, соответственно, расширяется. Гильзы цилиндров, наоборот, сильно охлаждаются, их диаметр уменьшается.

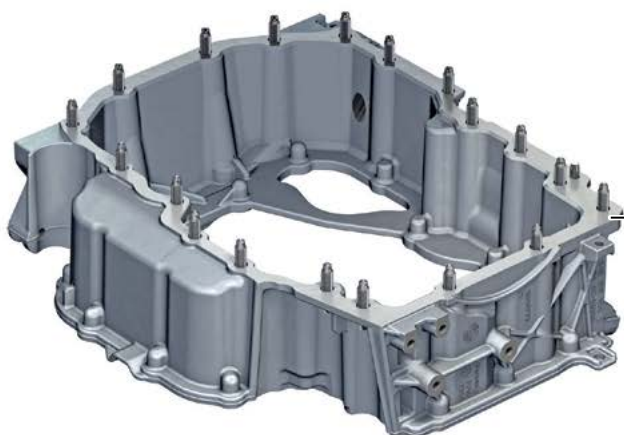
За счёт этого новый силовой агрегат на 11 кг легче, чем сопоставимый 3-цилиндровый двигатель с чугунным блоком цилиндров, и на 27 кг легче, чем 4-цилиндровый двигатель TDI рабочим объёмом 1,6 л. Схема с глубоко расположенной резьбой и длинными болтами крепления ГБЦ перенята от четырёхцилиндровых двигателей семейства EA288. Благодаря ей усилия от болтов лучше перераспределяются в структуре блока цилиндров, а также достигается более равномерное прижимающее усилие прокладки ГБЦ по всему её периметру



Длинные болты ГБЦ и глубоко расположенная резьба в блоке цилиндров

Гильзы цилиндров из серого чугуна (устанавливаемые термическим методом)

Блок цилиндров из алюминиевого сплава (литьё под давлением)



Верхняя часть масляного поддона (алюминий, литьё под давлением)



Датчик уровня и температуры масла G266

Нижняя часть масляного поддона (стальная, штампованная)

Коленчатый вал

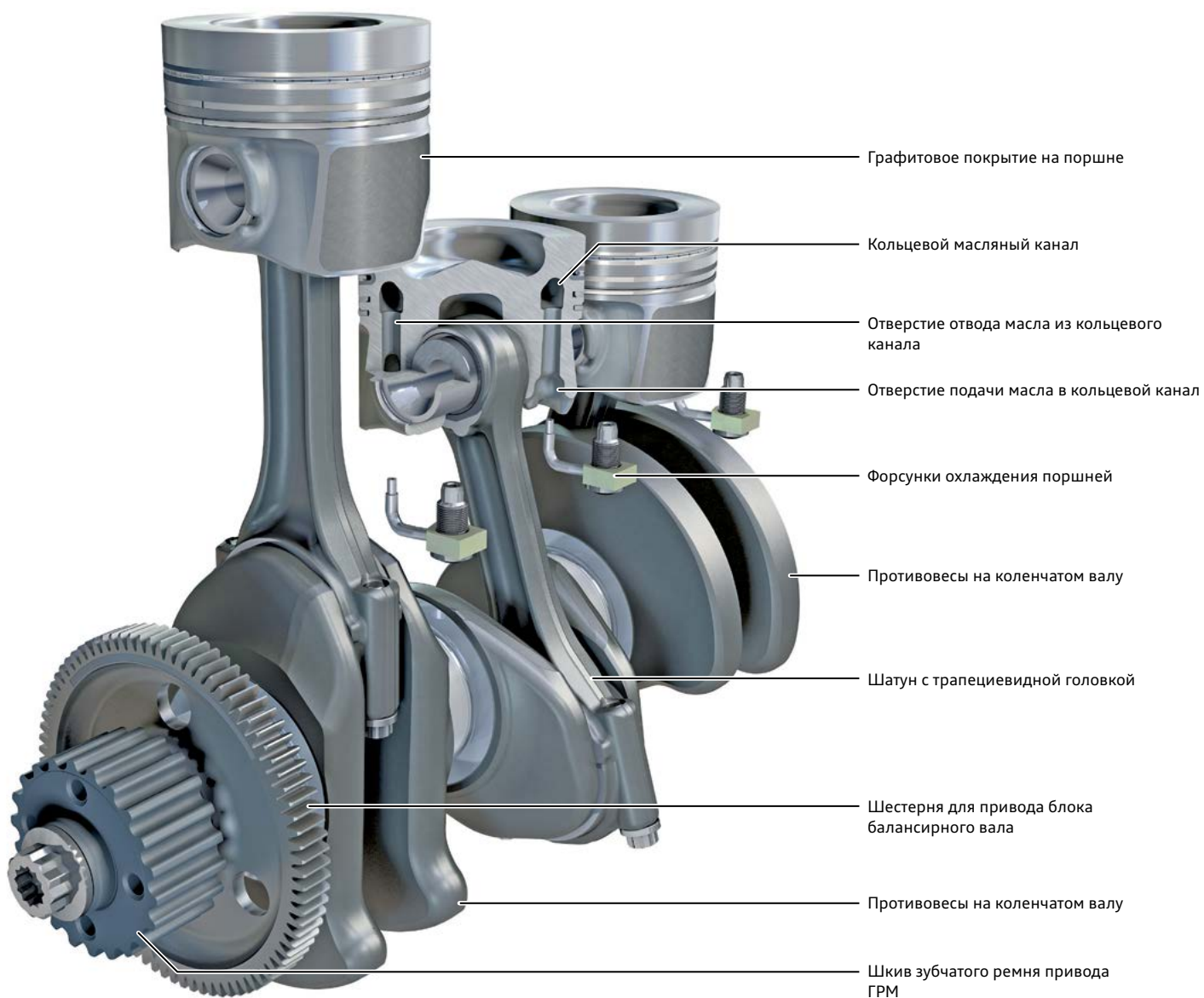
Стальной 4-опорный коленчатый вал оснащён 2 противовесами для компенсации центробежных сил инерции.

Кроме того, со стороны привода ГРМ на коленчатый вал горячим методом напрессована шестерня для привода блока балансира вала.

Шатунно-поршневая группа

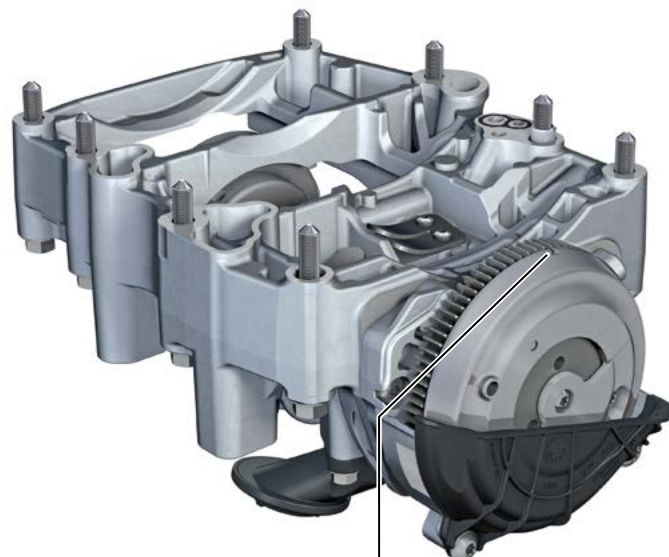
Поршни изготовлены из алюминия. В наиболее термически нагруженной зоне жарового пояса имеется кольцевой канал для масла. Когда поршень находится в НМТ, в кольцевой канал через подводное отверстие в поршне впрыскивается свежее охлаждённое масло из системы смазки.

Впрыскиваемое свежее масло выдавливает нагретое масло из кольцевого канала обратно в масляный поддон. Для уменьшения трения на юбки поршней с тех сторон, где на них действует боковое давление, наносится графитовое антифрикционное покрытие. Усилия от поршней к коленчатому валу передаются шатунами с трапециевидными головками и крышками, отделяемыми отламыванием.



Блок балансирующего вала

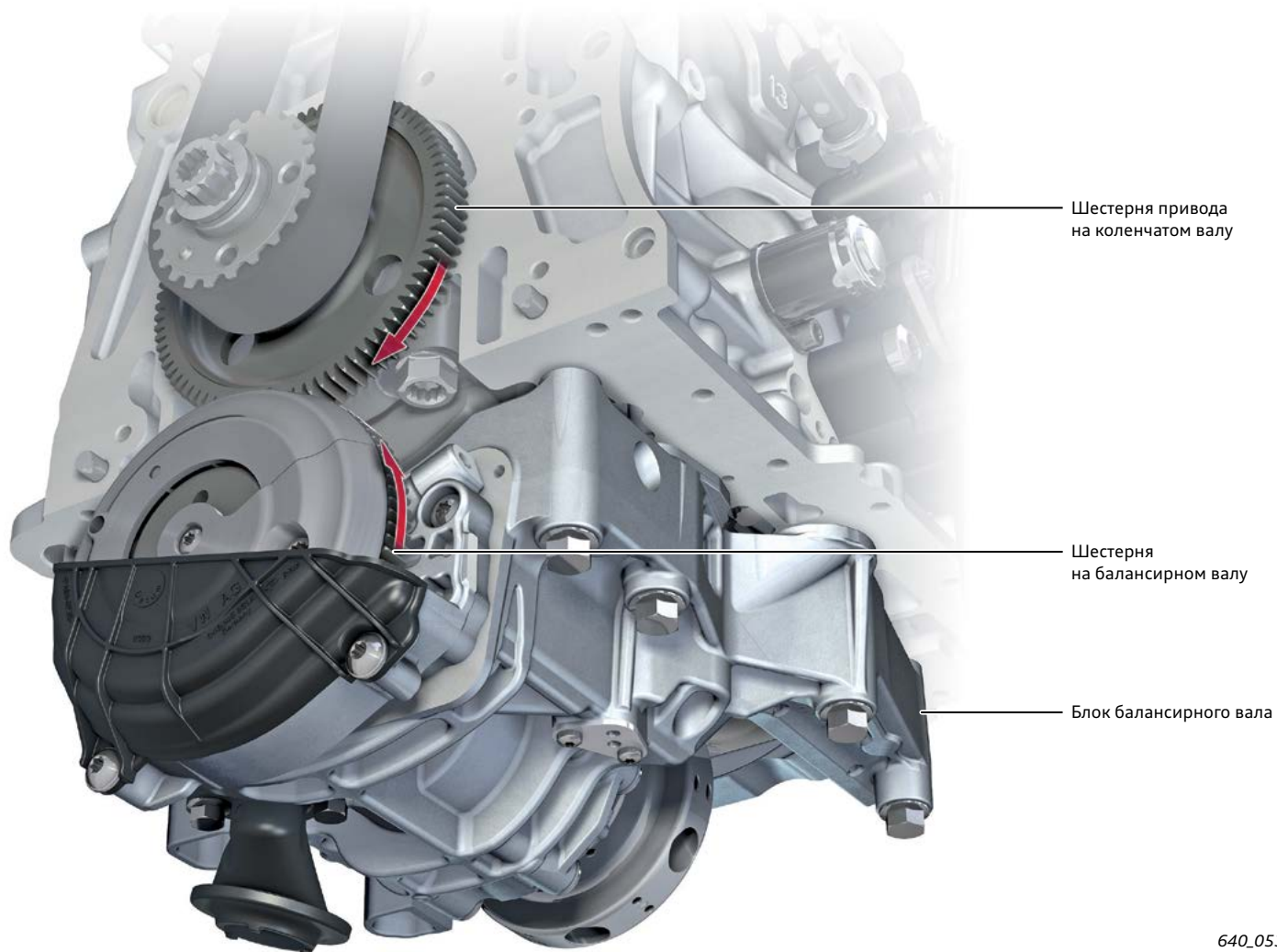
Для компенсации неуравновешенных сил инерции в двигателе используется балансирующий вал, вращающийся с частотой коленчатого вала, но в противоположном направлении. Балансирующий вал установлен в блоке, привинченном к блоку цилиндров снизу, непосредственно в масляном поддоне. Привод балансирующего вала осуществляется от шестерни на коленчатом валу.



Метка для позиционирования по отношению к коленчатому валу

640_050

Привод



Шестерня привода на коленчатом валу

Шестерня на балансирующем валу

Блок балансирующего вала

640_053



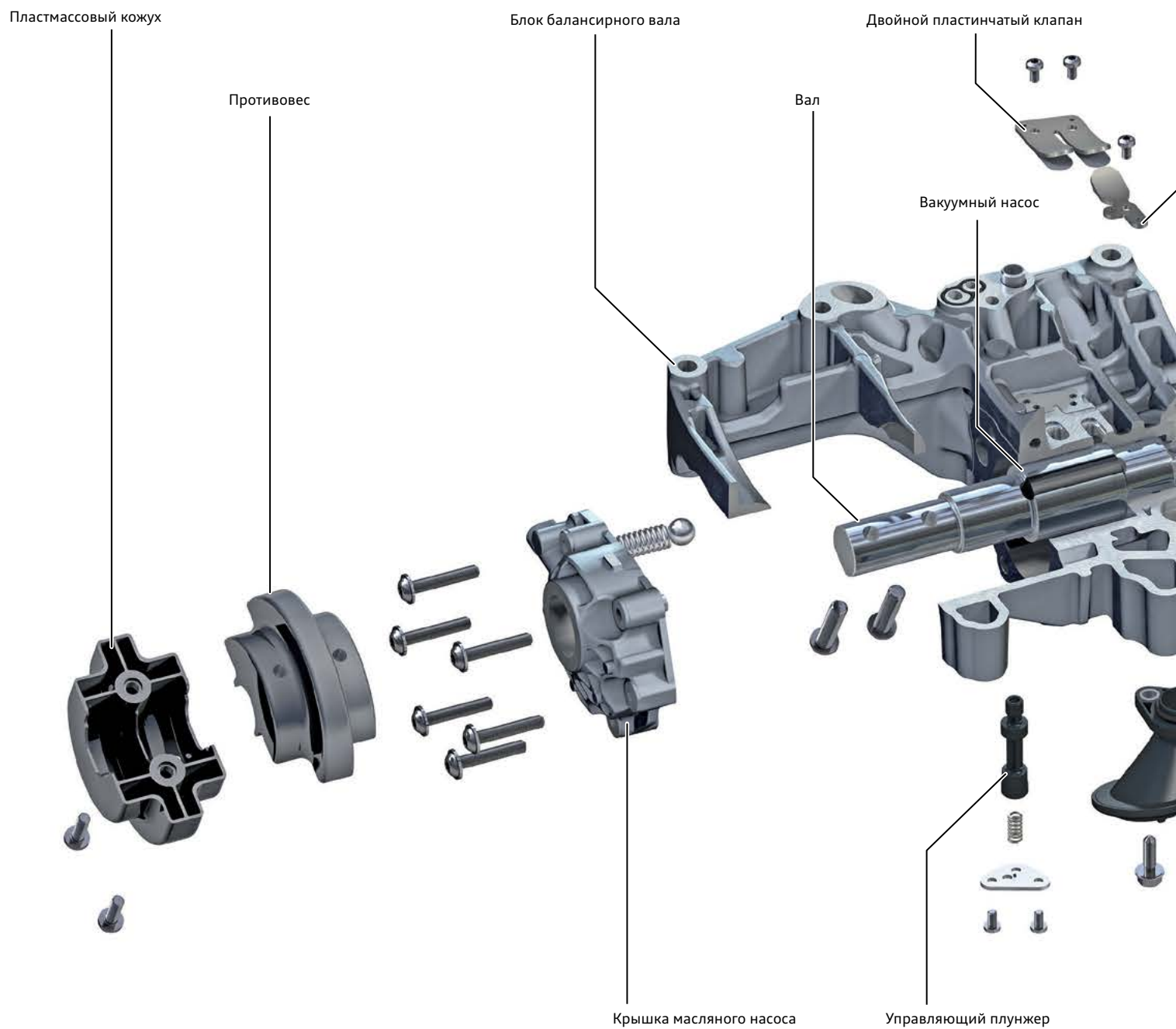
Указание

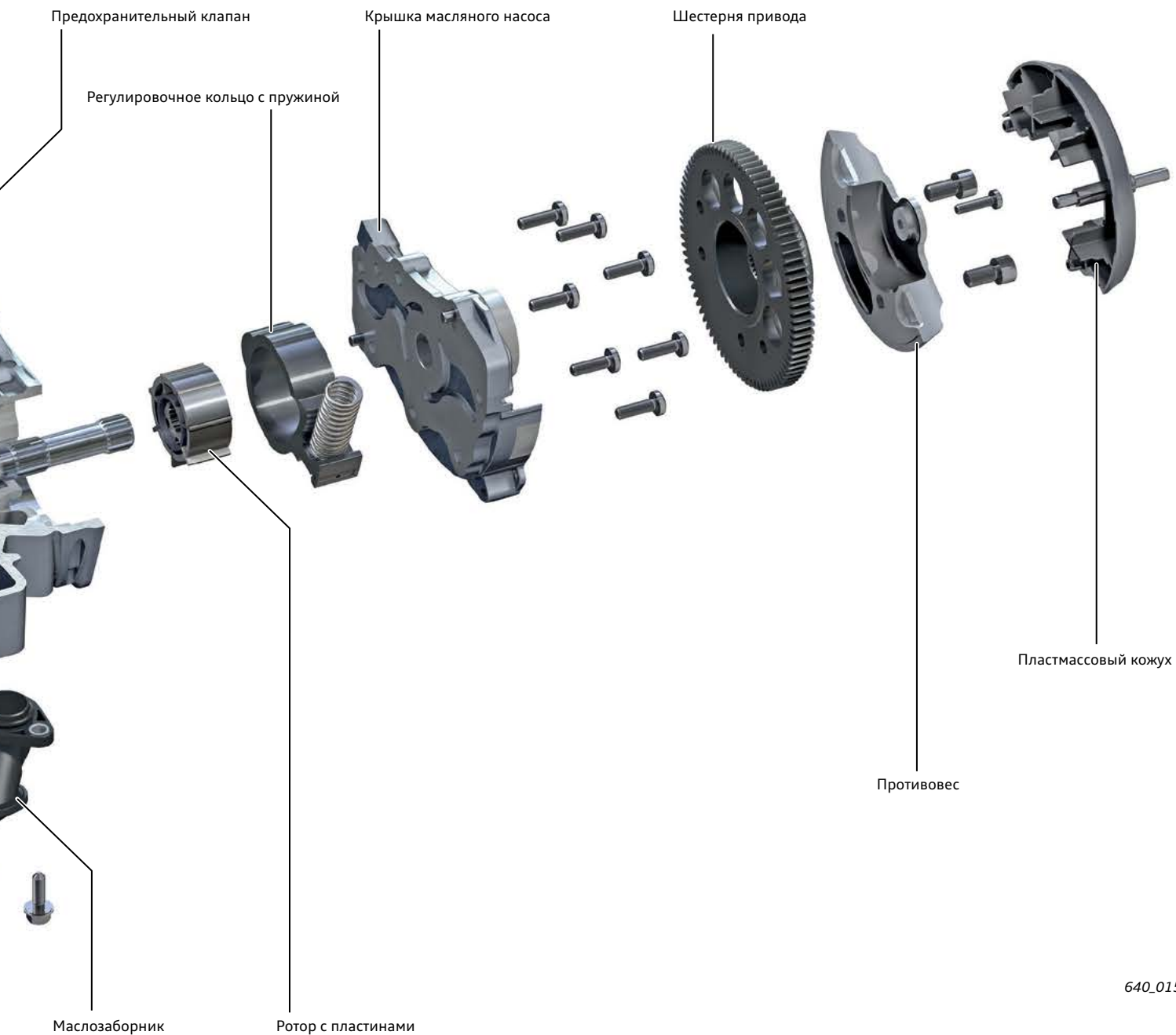
Шестерня на балансирующем валу имеет специальное полимерное покрытие, с помощью которого регулируется зазор в зацеплении шестерён. По мере эксплуатации это покрытие изнашивается. Без покрытия регулировка зазора становится невозможной. Поэтому блок балансирующего вала после снятия подлежит замене.

Устройство

Для обеспечения компактности конструкции и уменьшения потерь на трение в двигателе применяется блок балансирного вала со встроенными в него масляным и вакуумным насосами.

Противовесы вала закрыты с противоположной стороны пластмассовыми кожухами для предотвращения вспенивания масла в поддоне.





Вакуумный насос

Вакуумный насос отводит воздух через вакуумную магистраль и каналы в блоке цилиндров из усилителя тормозов. Отведённый воздух через пластинчатые клапаны направляется в картер двигателя, вентилируя его.

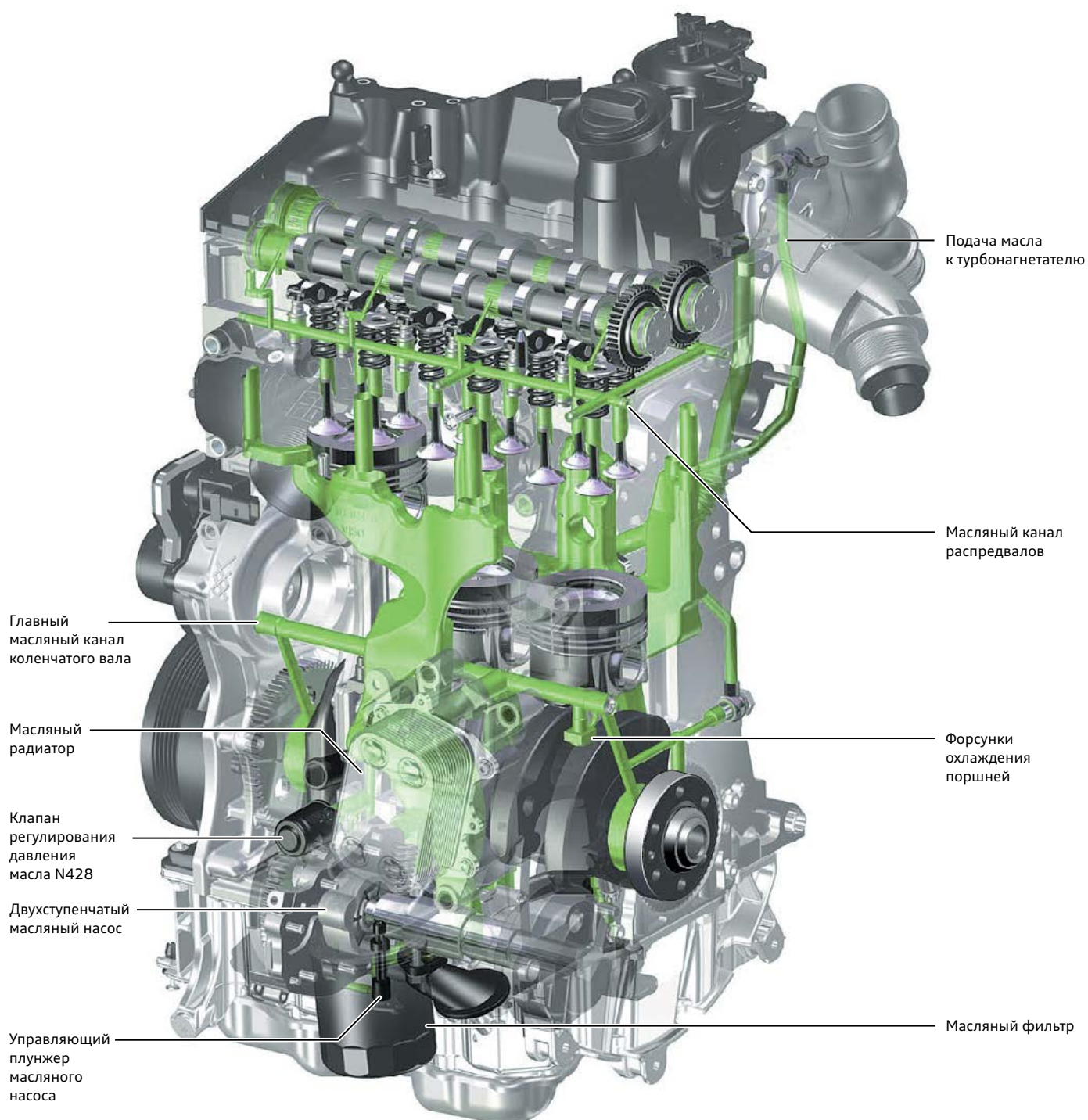
Затем этот воздух в виде картерных газов подаётся системой вентиляции картера в камеры сгорания. Двойной пластинчатый клапан имеет достаточно большую площадь сечения для отвода масла из рабочей камеры вакуумного насоса. Это способствует снижению потребляемого крутящего момента при низких температурах.

Система смазки

Контур системы смазки

Установленный в блоке балансирующего вала масляный насос обеспечивает подачу масла с требуемой производительностью и под требуемым давлением в двигатель, включая коленчатый вал, ГБЦ и турбонагнетатель.

Масляный насос является регулируемым и может работать с двумя разными уровнями давления.



Масляный насос

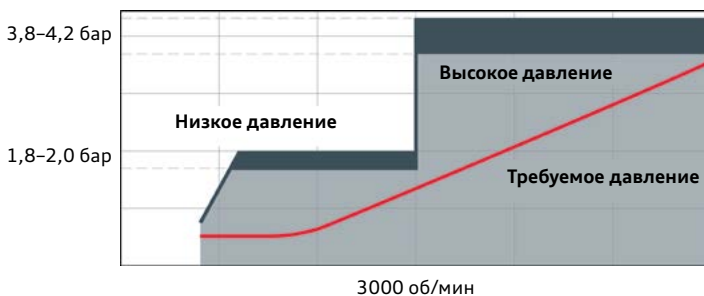
Масляный насос представляет собой шибберный насос с эксцентриковым поворотным регулирующим кольцом. Для снижения потребляемой мощности предусмотрена возможность регулирования производительности насоса. Производительность насоса может изменяться поворотом установленного с эксцентриситетом регулирующего кольца.

Для поворота на управляющую поверхность кольца подаётся давление масла, которое преодолевает усилие пружины и поворачивает кольцо. Специально разработанная форма маслоприёмника позволяет бесперебойно подавать масло из масляного поддона, в том числе при больших значениях поперечного ускорения автомобиля.

Регулирование давления масла

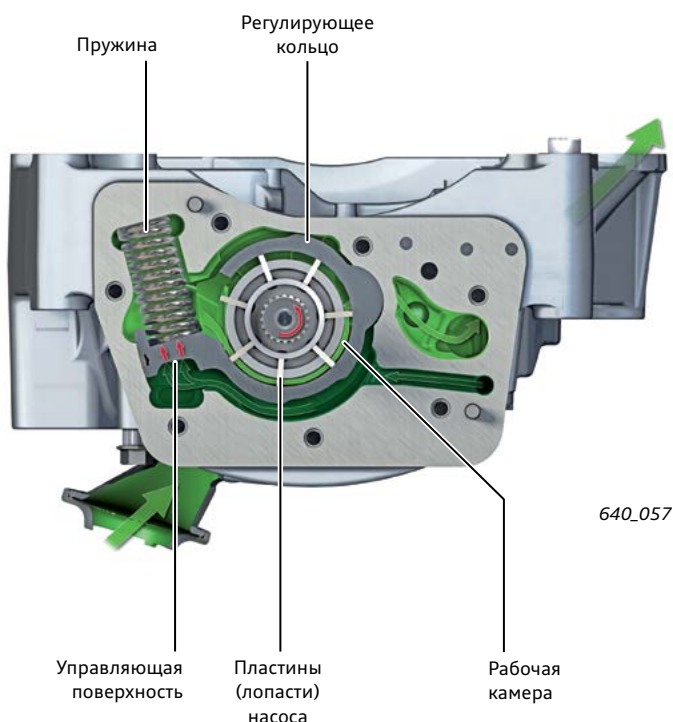
Масляный насос может работать с двумя различными уровнями давления, которые переключаются в зависимости от числа оборотов двигателя.

- ▶ **Низкий уровень давления:** давление масла 1,8–2,0 бар.
- ▶ **Высокий уровень давления:** давление масла 3,8–4,2 бар.



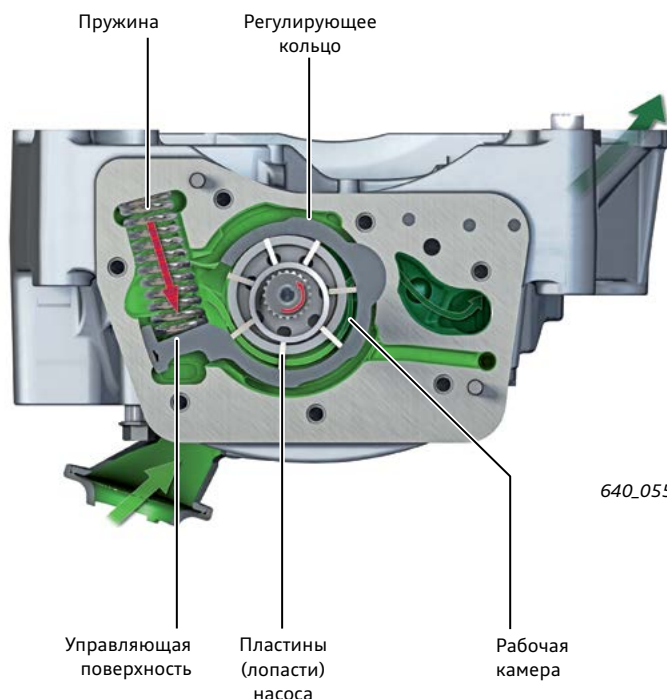
640_019

Низкая производительность насоса



640_057

Высокая производительность насоса



640_055

В нижней части диапазона оборотов блок управления двигателя соединяет клапан N428 с массой (напряжение на клапан по кл. 15 подаётся всегда), открывая канал управляющего давления масла к управляющему плунжеру. Давление масла действует на управляющую поверхность. Сила давления масла на управляющую поверхность превышает усилие пружины и отклоняет регулирующее кольцо против часовой стрелки ближе к центру камеры насоса, так что перекачиваемый объём масла между лопастями насоса (т. е. производительность насоса) уменьшается.

Нижняя ступень давления включается в зависимости от нагрузки двигателя, частоты вращения двигателя, температуры масла и других эксплуатационных параметров, благодаря чему снижается мощность, затрачиваемая на привод масляного насоса.

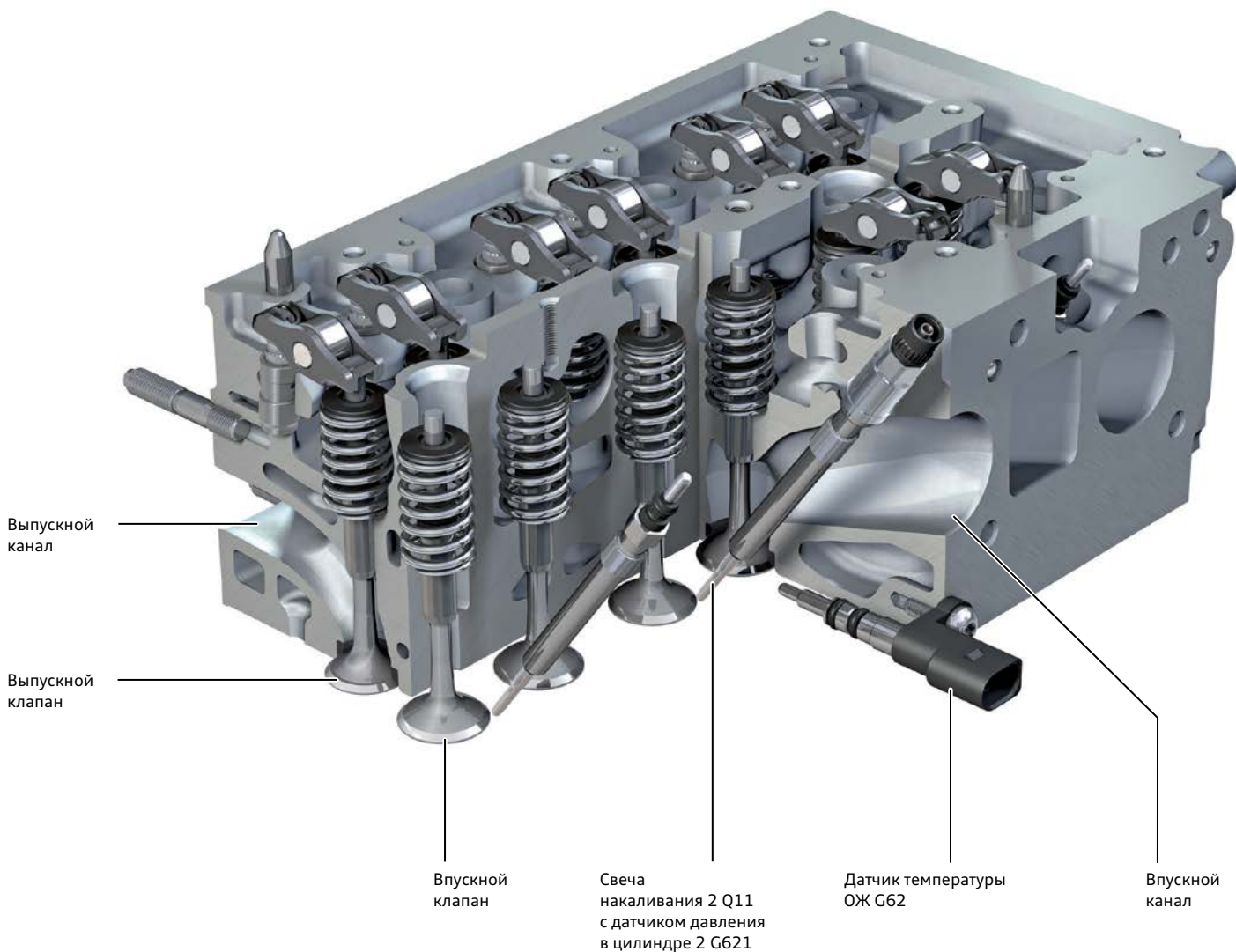
При высоких оборотах или высокой нагрузке (разгон при полном нажатии педали акселератора) блок управления двигателя J623 разрывает соединение клапана регулирования давления масла N428 с массой, сбрасывая давление в управляющем канале. Регулирующее кольцо отклоняется от центра, и перекачиваемый объём масла между пластинами (лопастями) насоса увеличивается. В результате этого повышается производительность насоса.

Из-за увеличения объёмного расхода масла возрастает сопротивление, создаваемое каналами смазки и зазорами подшипников коленчатого вала, что приводит к повышению давления. Таким образом функционирует насос регулируемой производительности с двумя уровнями давления.

Головка блока цилиндров

Обзор

Головка блока цилиндров 3-цилиндрового двигателя TDI изготовлена из алюминия и во многом аналогична головке двигателей семейства EA288.

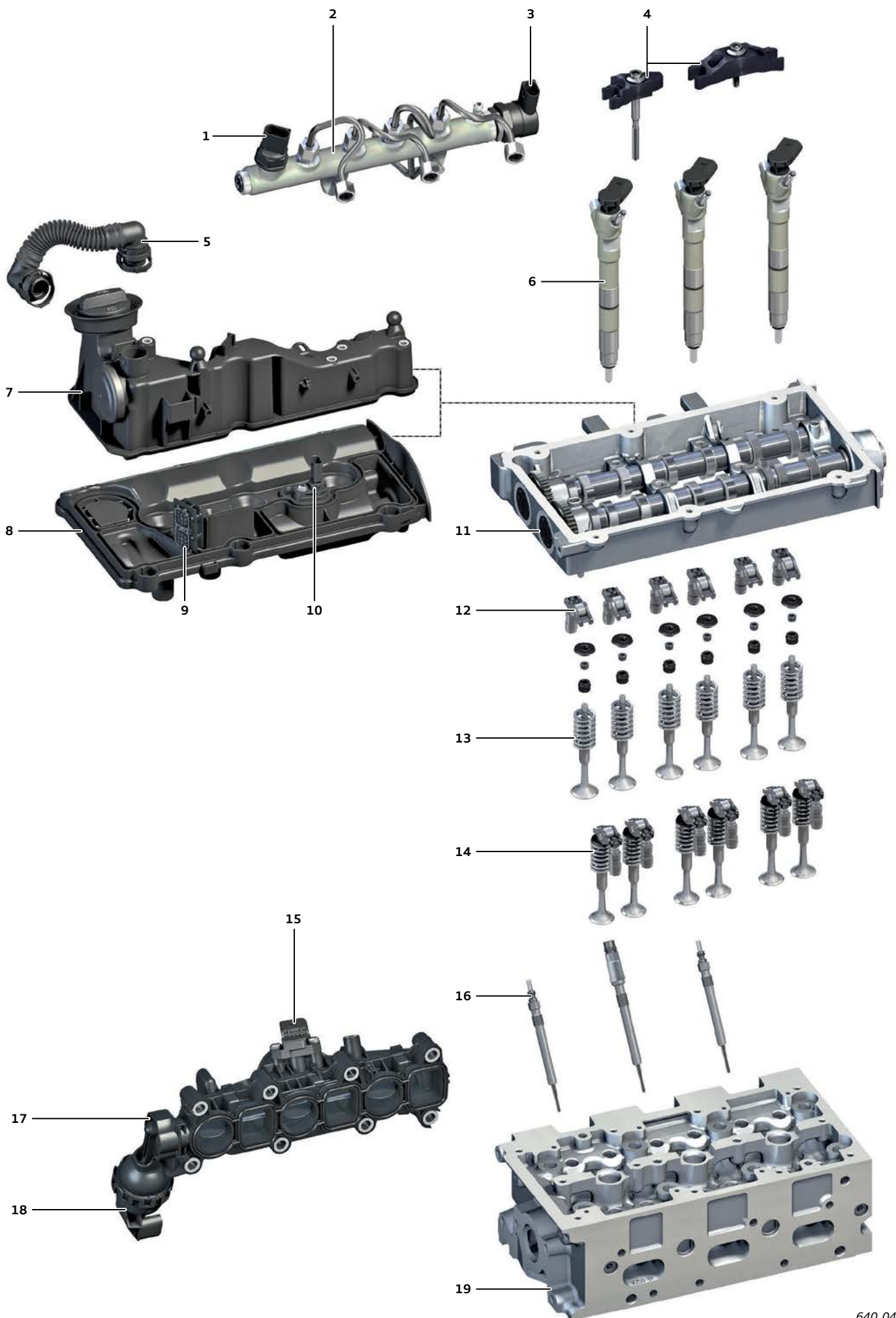


640_014

Пояснения к иллюстрации на стр. 15:

- | | | | |
|----|---|----|---|
| 1 | Датчик давления топлива G247 | 11 | Модуль распредвалов |
| 2 | Топливная рампа (аккумулятор высокого давления) | 12 | Роликовый рычаг (впускного клапана) |
| 3 | Регулятор давления топлива N276 | 13 | Впускные клапаны |
| 4 | Прижимные пластины | 14 | Выпускные клапаны |
| 5 | Шланг системы вентиляции картера | 15 | Датчик давления наддува G31 |
| 6 | Форсунки | 16 | Свечи накаливания Q10, Q11, Q12 |
| 7 | Модуль системы вентиляции картера | 17 | Впускной коллектор с завихряющимися заслонками |
| 8 | Клапанная крышка | 18 | Датчик положения заслонки изменения геометрии впускного коллектора G513 |
| 9 | Маслоотделитель тонкой очистки системы вентиляции картера (с завихрителями) | 19 | ГБЦ |
| 10 | Датчик Холла G40 | | |

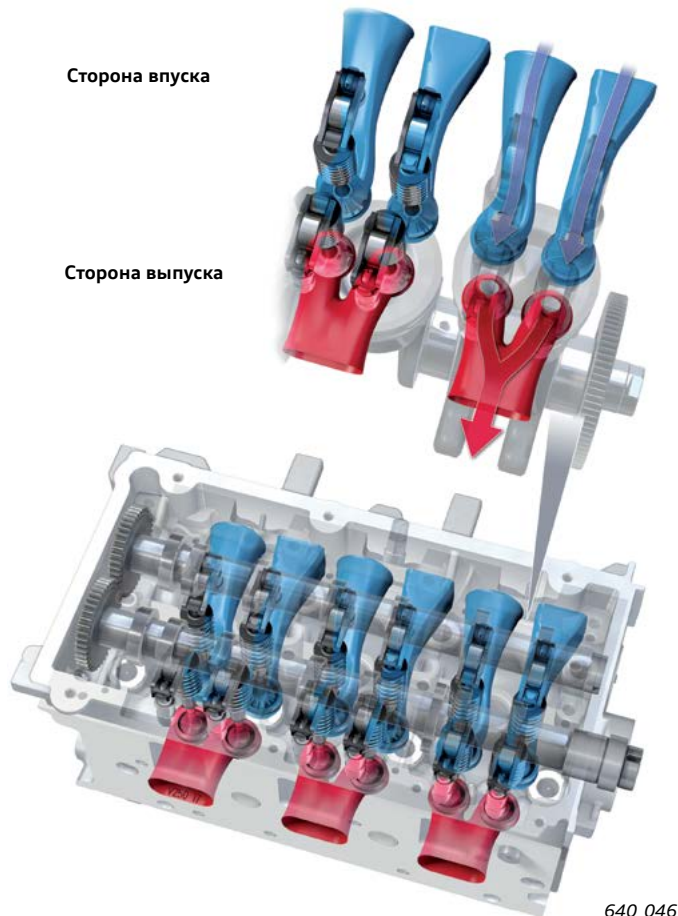
Узлы



Клапанный механизм

Компоненты клапанного механизма переносятся без изменений. В отличие от 4-цилиндровых двигателей семейства EA288, клапаны 3-цилиндрового двигателя 1,4 л TDI не расположены «повёрнутой звёздочкой». Расположение клапанов является симметричным, то есть оба впускных клапана находятся со стороны впуска, а оба выпускных — со стороны выпуска.

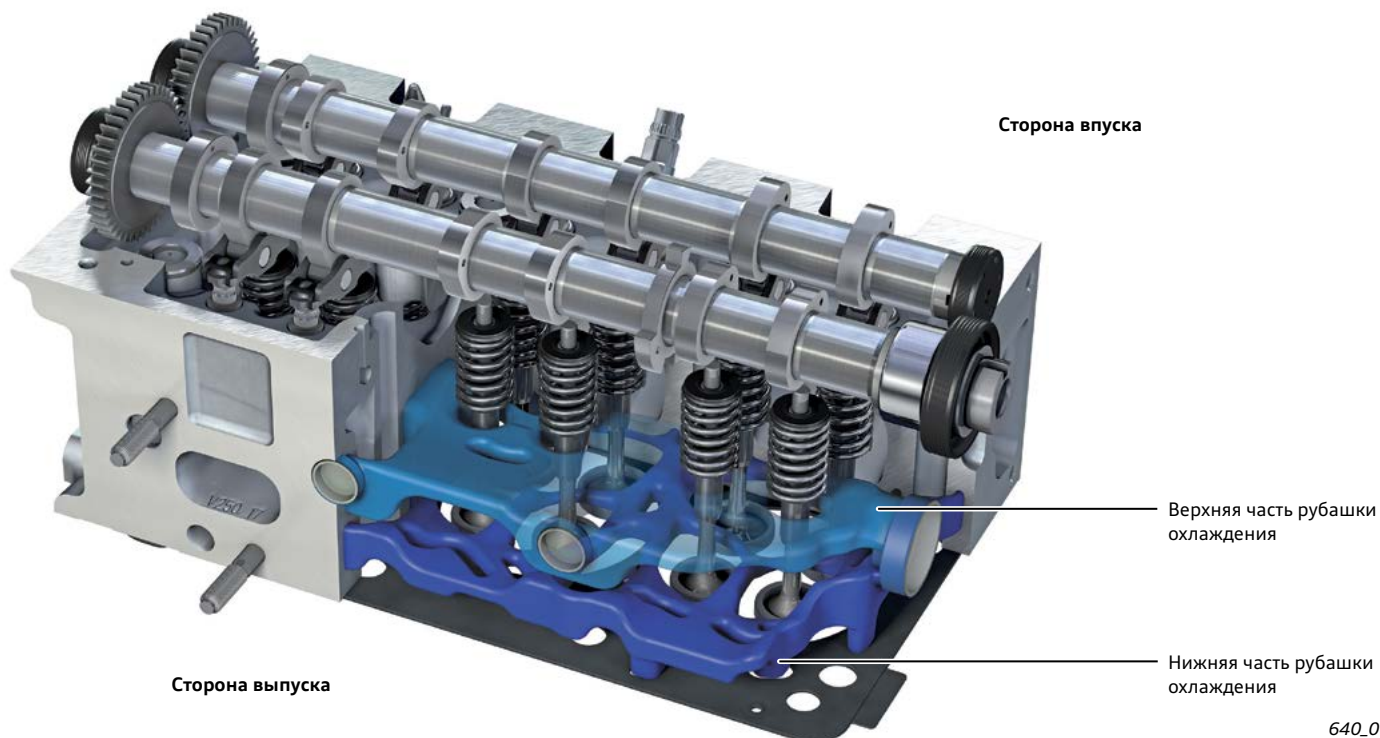
Такое параллельное расположение клапанов и оптимизированный в плане минимизации потерь давления впускной канал обеспечивают хорошее наполнение цилиндров. Заслонки впускных каналов и завихряющая фаска седла клапана во впускном канале обеспечивают оптимальное завихрение воздуха в камерах сгорания.



Каналы системы охлаждения

Для улучшения теплоотвода из зон, прилегающих к камерам сгорания, рубашка охлаждения в ГБЦ разделена на две части: верхнюю и нижнюю. Верхняя и нижняя части рубашки охлаждения соединяются друг с другом через дроссельное отверстие. Это даёт преимущество, состоящее в том, что охлаждающая жидкость быстрее начинает омывать поверхности в зоне камер сгорания (в области клапанов), чем в верхней части ГБЦ.

Благодаря этому уменьшается передача тепла в ГБЦ. В ГБЦ реализован принцип поперечного тока ОЖ. Это означает, что охлаждающая жидкость поступает вверх в ГБЦ на стороне выпуска и затем протекает через ГБЦ в поперечном направлении к стороне впуска.

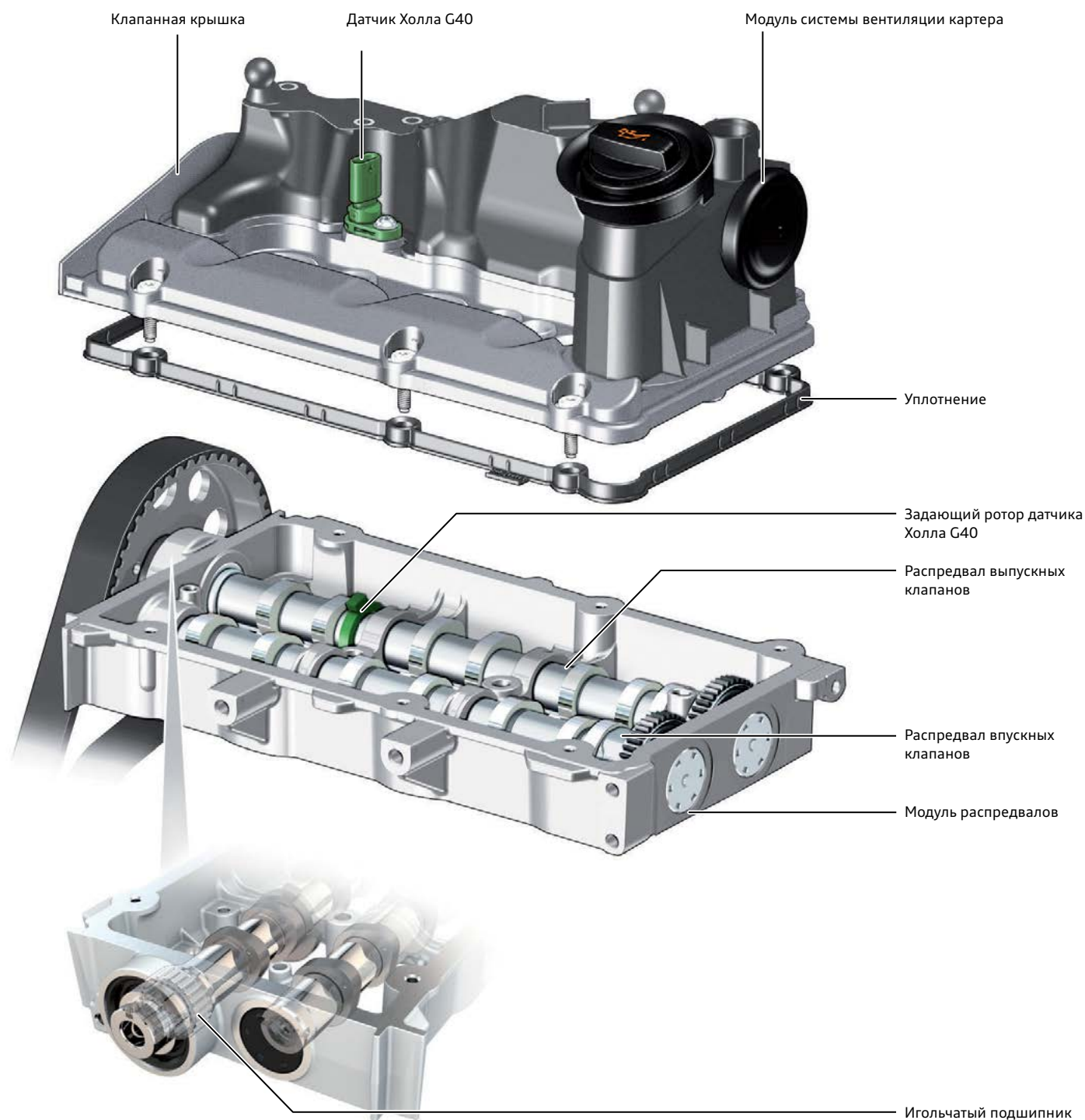


Модуль распредвалов

Головка блока цилиндров состоит из двух частей: рамы распредвалов с несъёмными распредвалами и собственно головки блока цилиндров с установленными на ней остальными узлами и деталями.

Полностью подготовленная рама распредвалов устанавливается в специальной оснастке, а отшлифованные и нагретые кулачки и задающий ротор датчика закрепляются в специальной кассете, которая затем также вставляется в оснастку, так что кулачки и ротор оказываются зафиксированными в том положении, в котором они должны быть в собранном модуле распредвалов.

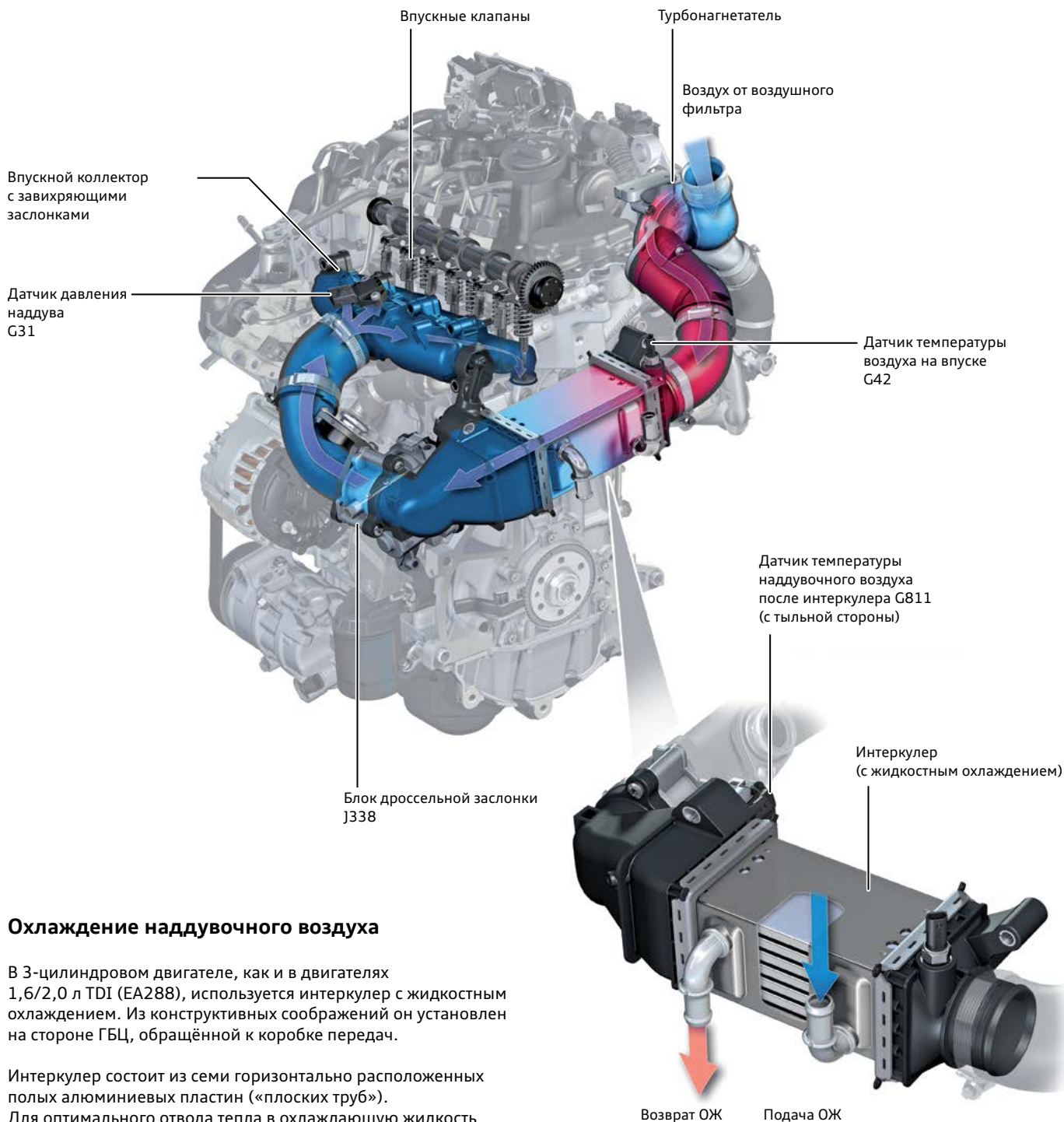
После этого охлаждённые трубы распредвалов с уже установленными концевыми заглушками вставляются в раму через отверстия в опорах. После выравнивания температур деталей оба распредвала оказываются жёстко зафиксированными в одном общем узле клапанного механизма. Такая технология сборки обеспечивает исключительно высокую жёсткость всего узла при минимальной массе. Для снижения потерь на трение в опоре с приводной стороны распредвала установлен игольчатый подшипник.



Система впуска и наддува

Впускной тракт

По пути в камеры сгорания поступающий от воздушного фильтра воздух проходит последовательно через насосную часть турбонагнетателя, интеркулер, блок дроссельной заслонки, впускной коллектор с завихряющимися заслонками и впускные каналы с впускными клапанами.



Охлаждение наддувочного воздуха

В 3-цилиндровом двигателе, как и в двигателях 1,6/2,0 л TDI (EA288), используется интеркулер с жидкостным охлаждением. Из конструктивных соображений он установлен на стороне ГБЦ, обращенной к коробке передач.

Интеркулер состоит из семи горизонтально расположенных полых алюминиевых пластин («плоских труб»). Для оптимального отвода тепла в охлаждающую жидкость на полых пластинах имеются выштамповки и завихряющие перегородки. Два датчика: температуры воздуха на впуске G42 и температуры наддувочного воздуха после интеркулера G811 — используются для контроля расхождения фактической и номинальной температур наддувочного воздуха. Если фактическая температура на выходе из интеркулера выше, чем номинальная (т. е. требуемая), БУ двигателя с нужной интенсивностью активирует насос системы охлаждения наддувочного воздуха V188.

640_022

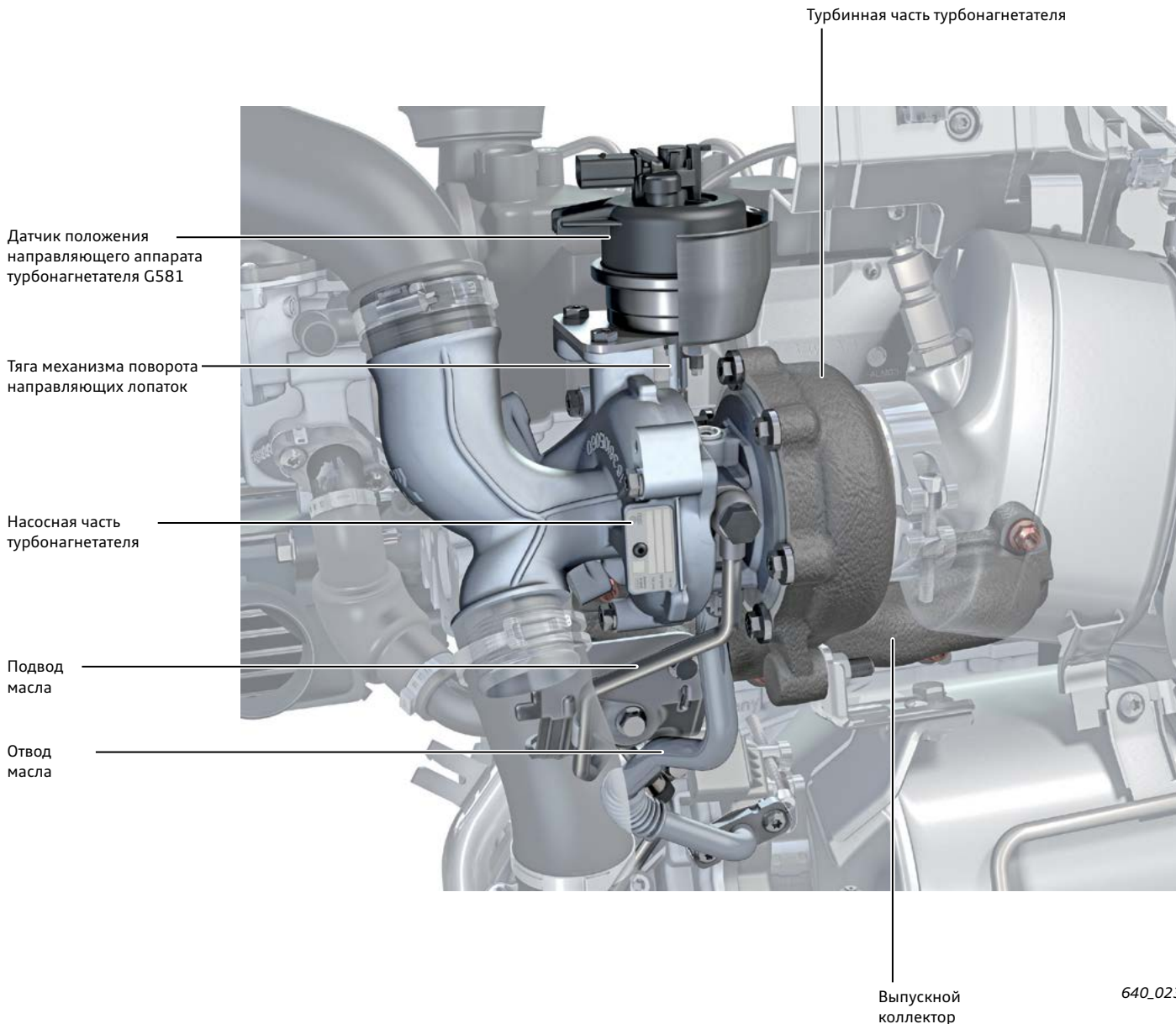
Наддув

Модуль выпускного коллектора состоит из выпускного коллектора, выполненного с ним как один узел турбоагнетателя и впускной магистрали системы рециркуляции ОГ низкого давления.

Используется турбоагнетатель с изменяемой геометрией турбины (VTG) с вакуумным приводом и датчиком положения. Датчик положения направляющего аппарата турбоагнетателя G581 в вакуумном приводе позволяет блоку управления двигателя контролировать положение/поворот направляющих лопаток.

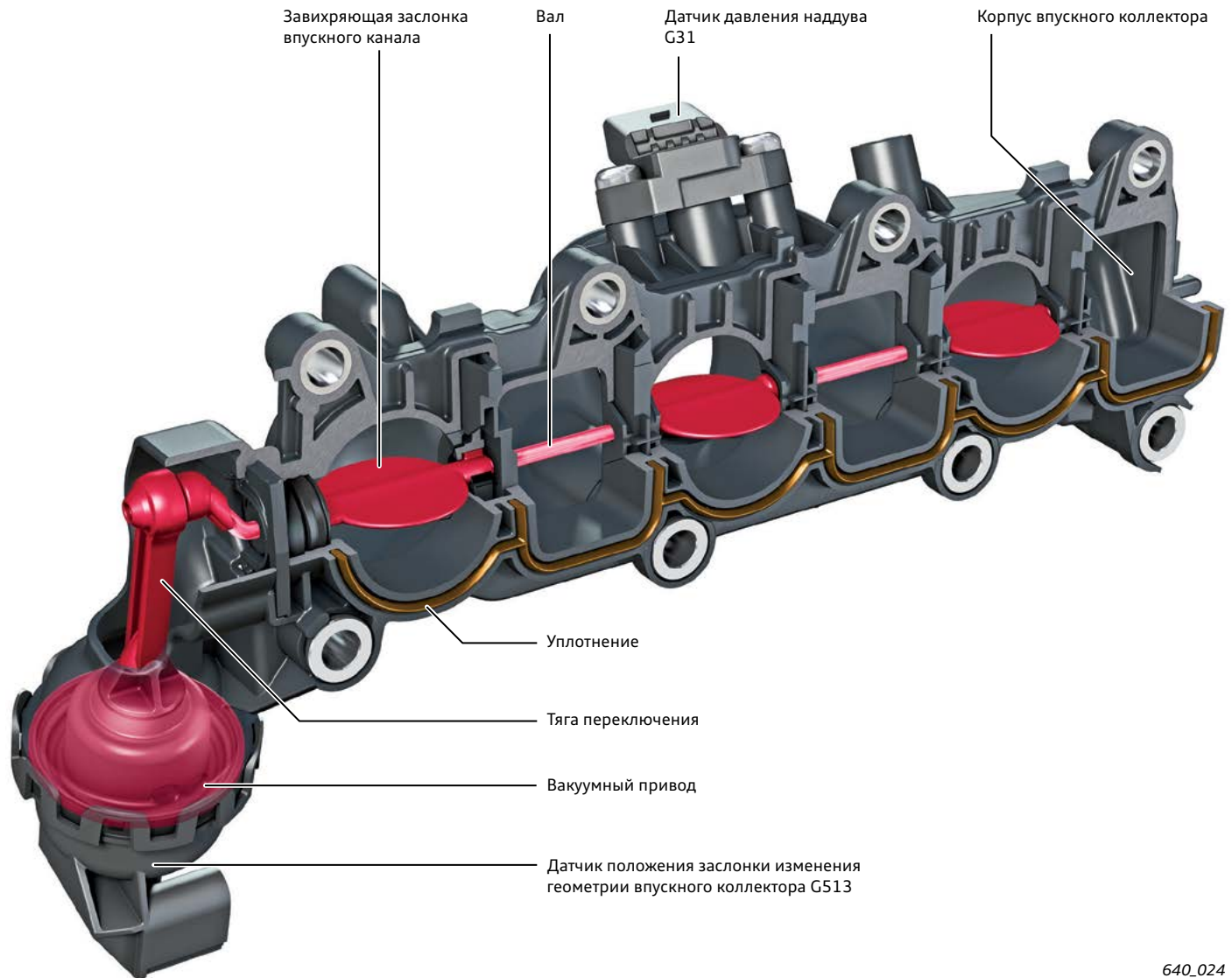
Отвод ОГ для рециркуляции происходит не на корпусе турбины, а на выходе сажевого фильтра. За счёт этого турбоагнетатель работает в режимах высокой эффективности. Такое решение обеспечивает, в особенности при частичной нагрузке, высокие значения наддува и тем самым наполнения цилиндров.

Преимуществом является большая охлаждающая способность системы рециркуляции ОГ, способствующая снижению температуры смеси впускного воздуха и рециркулируемых ОГ. Смазка и охлаждение подшипников турбоагнетателя осуществляются при помощи масла из контура смазки двигателя.



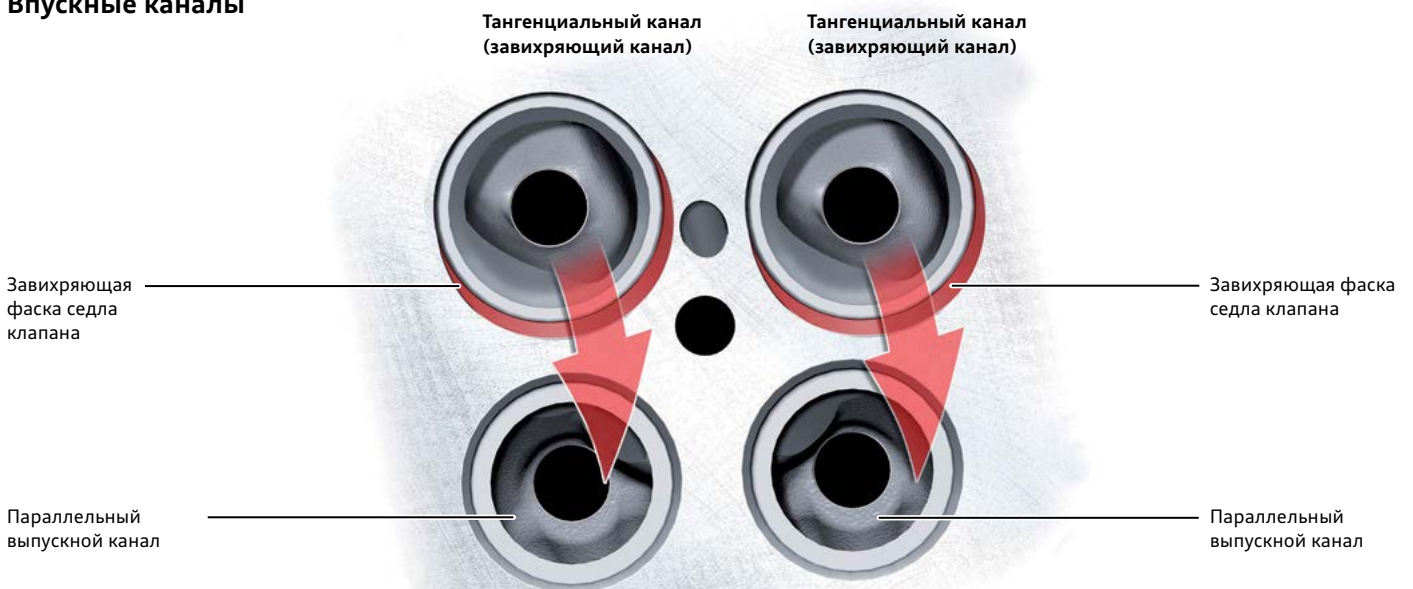
Впускной коллектор с завихряющими заслонками

Впускной коллектор с завихряющими заслонками, модифицированная форма впускных каналов и завихряющая фаска на нижних частях седел впускных клапанов обеспечивают оптимальное завихрение воздуха в камере сгорания.



640_024

Впускные каналы



640_056

Рециркуляция отработавших газов

Двухконтурная система рециркуляции отработавших газов

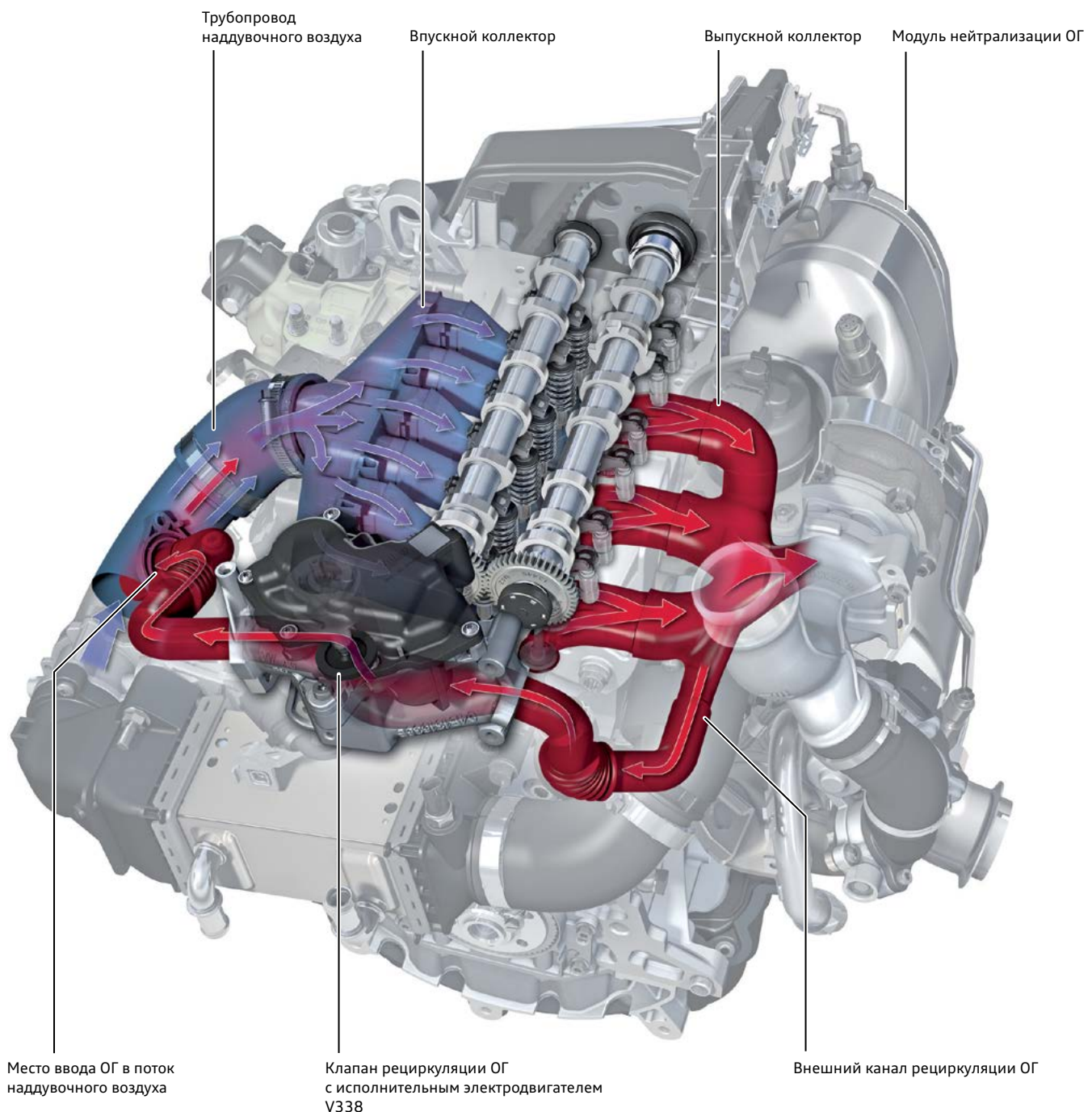
На 3-цилиндровом двигателе 1,4 л TDI применяется двухконтурная система рециркуляции ОГ с отдельными контурами высокого и низкого давления ОГ.

Контур рециркуляции ОГ высокого давления

Отработавшие газы через внешний канал отводятся непосредственно от выпускного коллектора и через клапан рециркуляции ОГ V338 направляются без охлаждения в трубопровод наддувочного воздуха.

Там горячие ОГ нагревают наддувочный воздух и вместе с ним подаются по впускному коллектору в цилиндры двигателя.

За счёт подвода горячих ОГ обеспечивается быстрый прогрев модуля нейтрализации ОГ, который за меньшее время прогревается до рабочей температуры. Рециркуляция ОГ высокого давления происходит преимущественно в фазе прогрева двигателя. Интенсивность рециркуляции ОГ высокого давления регулируется блоком управления двигателя через клапан рециркуляции ОГ с исполнительным электродвигателем V338.



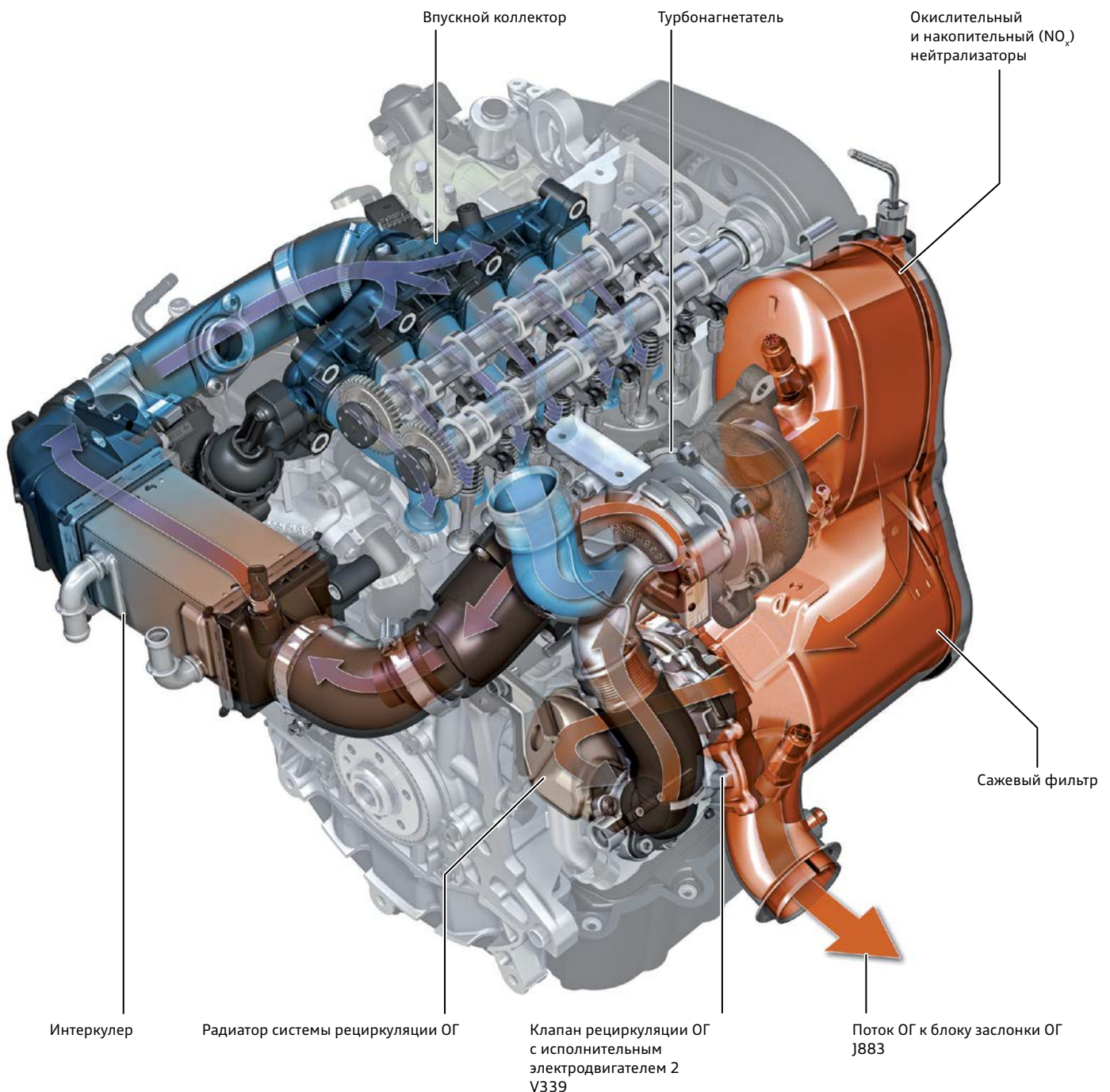
Контур рециркуляции ОГ низкого давления

Рециркулируемые ОГ отводятся за сажевым фильтром и через сетчатый фильтрующий элемент и радиатор рециркуляции ОГ с жидкостным охлаждением подаются в клапан рециркуляции ОГ. После этого охлаждённые ОГ вводятся во впускной тракт перед турбоагнетателем, в оптимальной степени перемешиваются с наддувочным воздухом и попадают вместе с ним в интеркулер и затем во впускной коллектор.

Чтобы рециркуляцию ОГ низкого давления можно было осуществлять во всём диапазоне режимов, весь поток ОГ, выходящий из сажевого фильтра, дросселируется заданным образом с помощью заслонки ОГ с электроприводом. Интенсивность рециркуляции ОГ зависит от разницы давлений на стороне выпуска ОГ и во впускном тракте.

Поскольку эта разница давлений варьируется в различных режимах работы двигателя, необходимо дополнительное регулирование. Оно осуществляется совместной работой клапана рециркуляции ОГ со стороны впускного тракта V339 и блока заслонки ОГ со стороны выпуска ОГ J883. Разница давлений при этом может увеличиваться или уменьшаться:

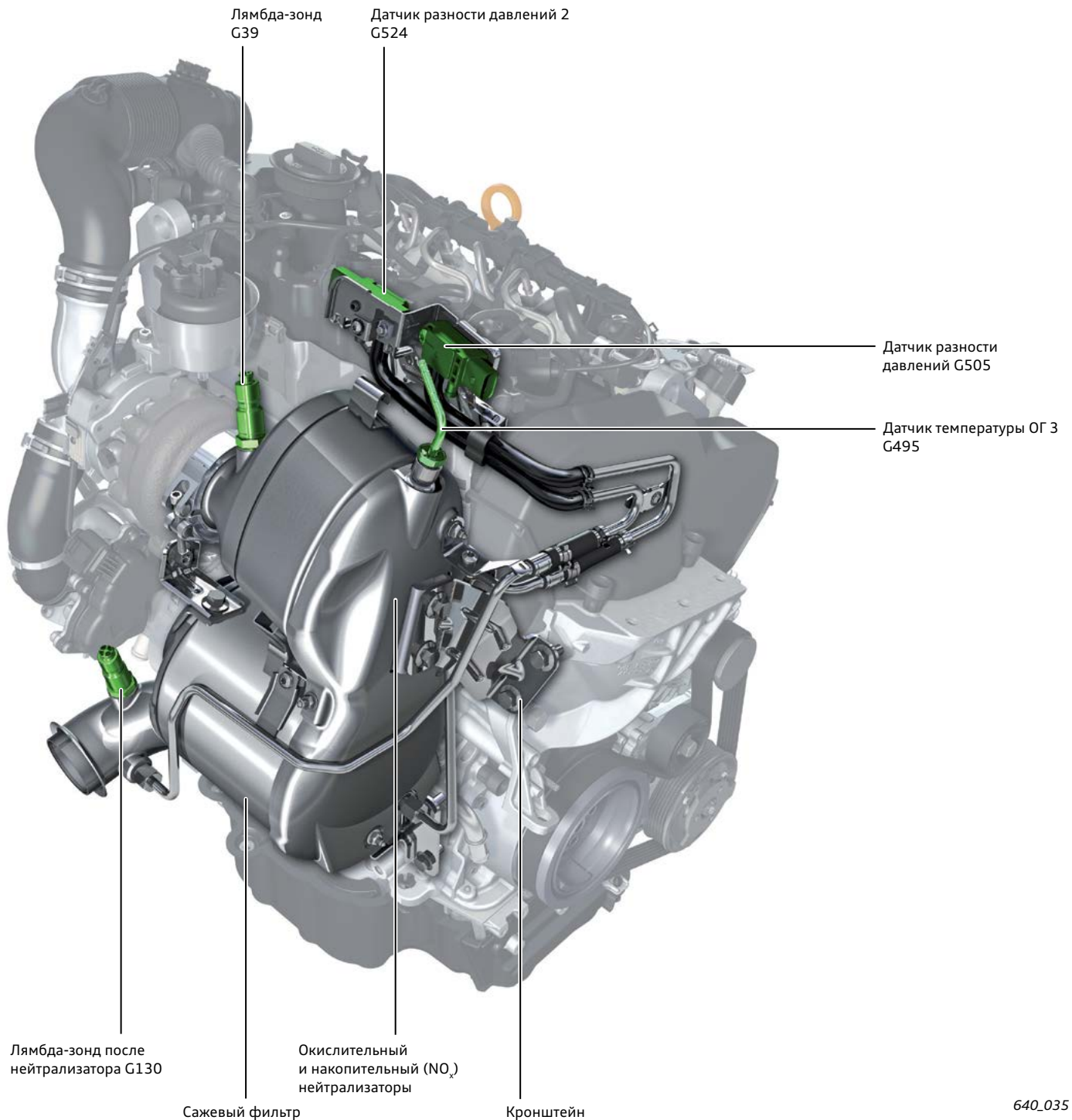
- ▶ Разница давлений увеличивается, когда заслонка клапана рециркуляции ОГ открывается и дроссельная заслонка ОГ закрывается.
- ▶ Разница давлений уменьшается, когда заслонка клапана рециркуляции ОГ закрывается и дроссельная заслонка ОГ открывается.



Модуль нейтрализации ОГ

Для соблюдения требований экологического класса Евро 6 относительно выбросов оксидов азота 3-цилиндровый двигатель 1,4 л TDI оснащается накопительным нейтрализатором NO_x . Для выделения оксидов азота из отработавших газов окислительный нейтрализатор, помимо платины, палладия и родия, покрыт оксидом бария и одновременно является накопительным каталитическим нейтрализатором NO_x .

В блоке управления двигателя заложена цифровая модель, на основании которой учитываются накапливаемые оксиды азота и выполняется регенерация накопительного нейтрализатора NO_x . В качестве входных параметров в цифровой модели используются данные от датчиков температуры ОГ и лямбда-зондов. Сажевый фильтр дополнительно выполняет также функцию нейтрализатора для сероводорода, образующегося при удалении серы из накопительного нейтрализатора NO_x . Для этого в сажевом фильтре имеется покрытие из оксида металла.



Указание

Модуль нейтрализации ОГ крепится винтами и к блоку цилиндров, и к ГБЦ. Чтобы модуль нейтрализации ОГ можно было установить без внутренних напряжений, в его кронштейнах имеются регулировочные пазы.

Удаление оксидов азота (регенерация)

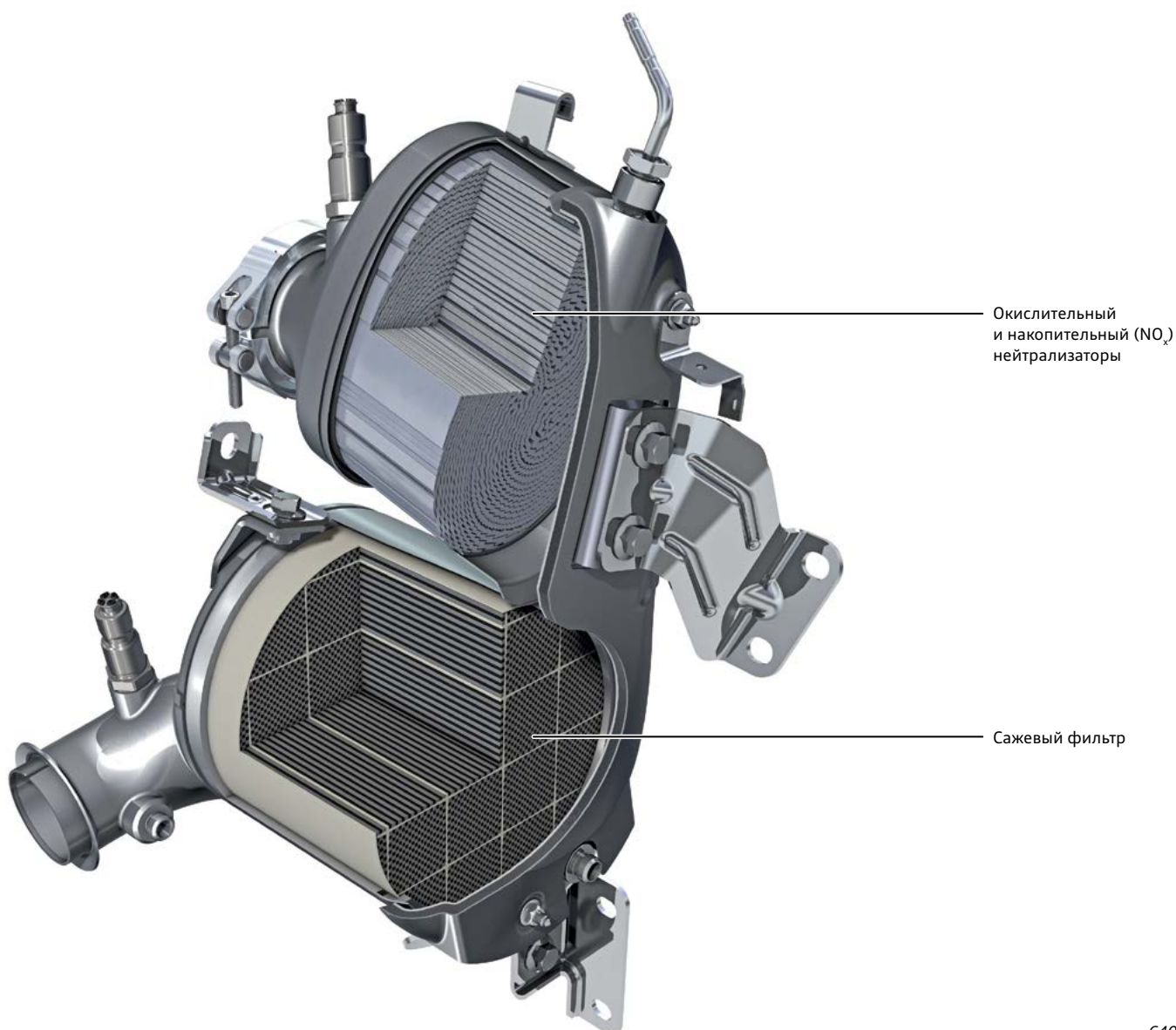
Когда накопительный нейтрализатор NO_x больше не сможет воспринимать оксиды азота, блок управления двигателя инициирует процесс его регенерации. Регенерация накопительного нейтрализатора NO_x может выполняться только при работе двигателя на богатой смеси ($\lambda < 1$), при этом оксиды азота удаляются в результате взаимодействия с молекулами монооксида углерода, в избытке имеющимися в ОГ.

Сначала монооксид углерода восстанавливает нитрат бария до оксида бария, побочными продуктами чего становятся диоксид углерода и монооксид азота. Благодаря наличию в накопительном нейтрализаторе NO_x катализаторов родия и платины, оксиды азота восстанавливаются до азота. Монооксид углерода окисляется до диоксида углерода.

Десульфатация

Десульфатация накопительного нейтрализатора NO_x (т. е. удаление из него серы) требует температуру ОГ более 620°C . Поэтому десульфатация, когда она требуется, выполняется в большинстве случаев сразу же после регенерации сажевого фильтра. При этом высокая температура ОГ, возникающая при регенерации сажевого фильтра, используется для сокращения времени нагрева накопительного нейтрализатора NO_x . Когда достаточная для десульфатации температура ОГ будет достигнута, двигатель начнёт попеременно работать в режимах богатой и бедной смеси.

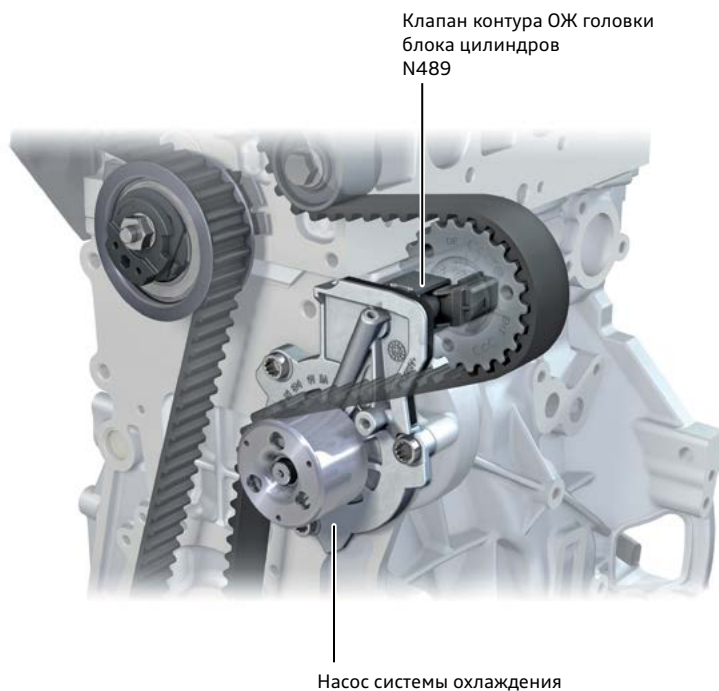
В режиме богатой смеси сера (SO) преобразуется в диоксид серы (SO_2) и сероводород (H_2S). Фазы бедной смеси служат для ограничения температуры ОГ в накопительном нейтрализаторе NO_x , чтобы не допустить слишком больших термических нагрузок на детали. Небольшие количества сероводорода, образующиеся при десульфатации, преобразуются специальным задерживающим покрытием в диоксид серы (SO_2).



Система охлаждения

Система терморегулирования

3-цилиндровый двигатель 1,4 л TDI оснащается системой терморегулирования, основное назначение которой заключается в сокращении времени прогрева двигателя после холодного пуска и направлении выделяемого двигателем тепла туда, где оно может быть использовано для повышения эффективности систем автомобиля. Наиболее важную роль при этом играет уменьшение внутренних потерь на трение в двигателе. Кроме того, система должна предоставлять возможность как можно более раннего использования мер по снижению токсичности выбросов, а также сокращения числа тех мер по отоплению, которые выполняются за счёт увеличения расхода топлива.

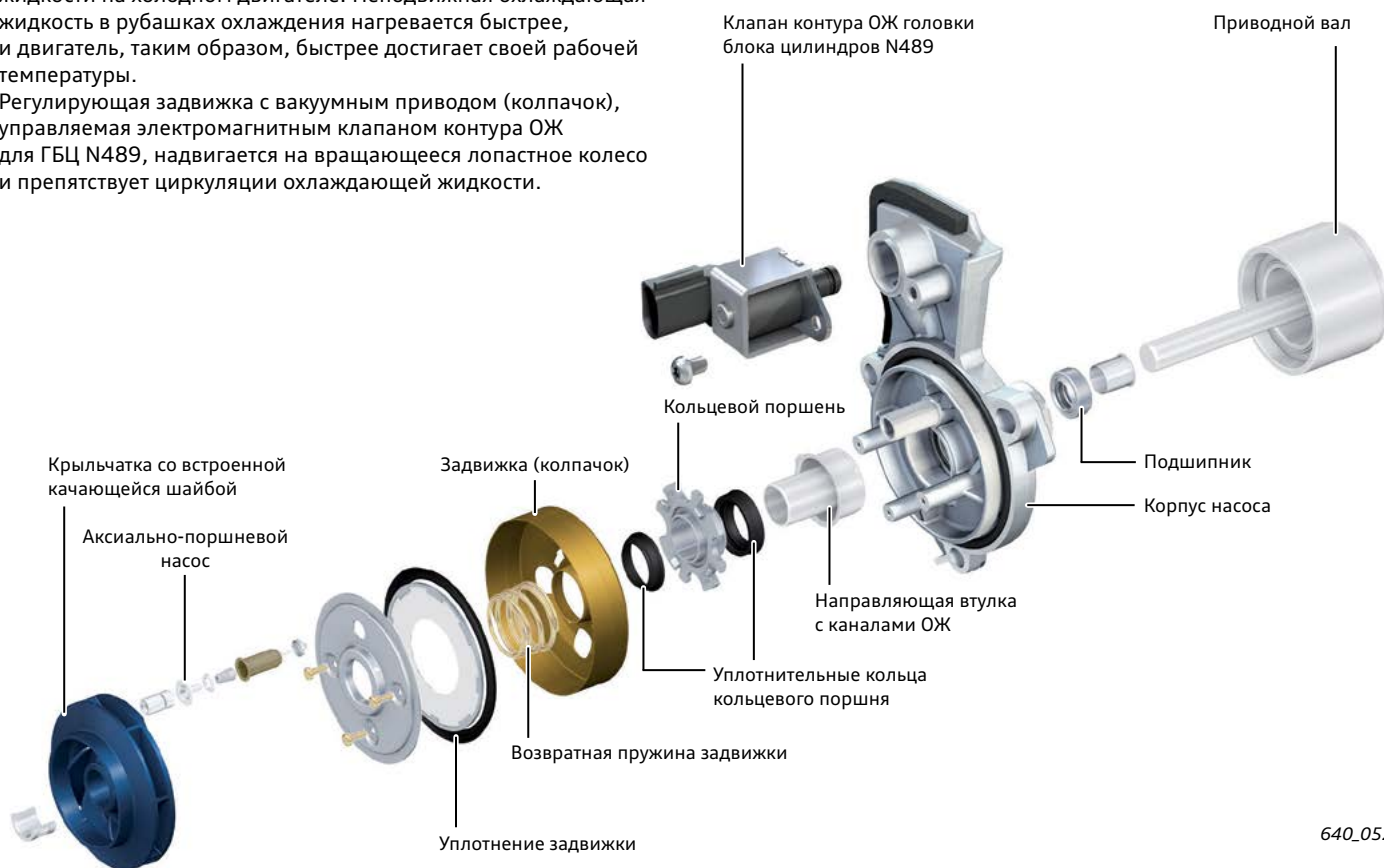


640_049

Отключаемый насос системы охлаждения

В системе терморегулирования 3-цилиндрового двигателя 1,4 л TDI применяется отключаемый насос системы охлаждения. Использование насоса, который можно включать или выключать по выбору, позволяет остановить циркуляцию охлаждающей жидкости на холодном двигателе. Неподвижная охлаждающая жидкость в рубашках охлаждения нагревается быстрее, и двигатель, таким образом, быстрее достигает своей рабочей температуры.

Регулирующая задвижка с вакуумным приводом (колпачок), управляемая электромагнитным клапаном контура ОЖ для ГБЦ N489, надвигается на вращающееся лопастное колесо и препятствует циркуляции охлаждающей жидкости.



640_052



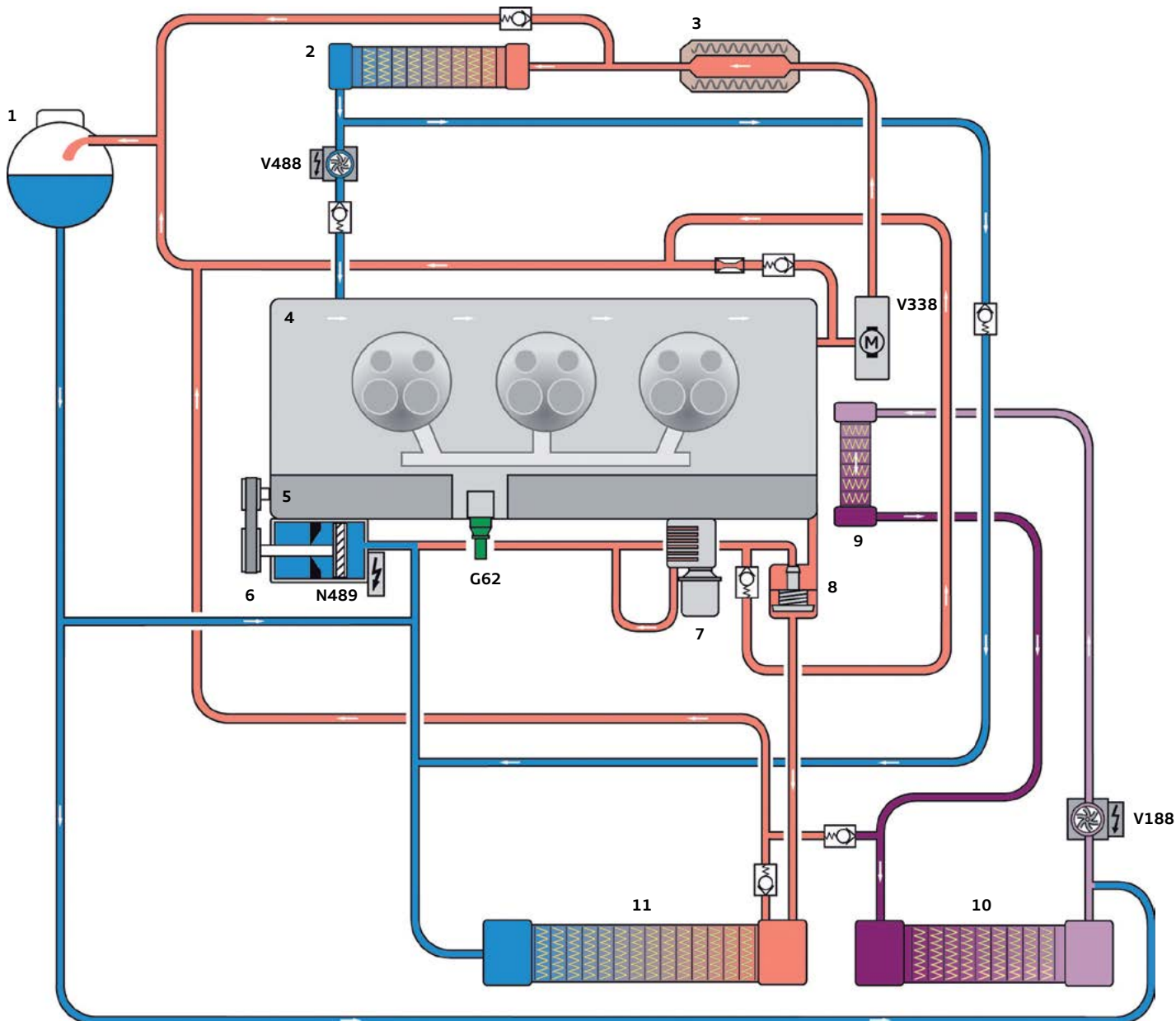
Дополнительная информация

Дополнительную информацию по отключаемому насосу системы охлаждения можно найти в программе самообучения 608 «Audi: 4-цилиндровые двигатели 1,6 л/2,0 л TDI».

Общая схема системы

Контур системы охлаждения состоит из трёх частичных контуров:

- ▶ малого контура системы охлаждения (микроконтур);
- ▶ большого контура системы охлаждения (высокотемпературный контур);
- ▶ контура охлаждения наддувочного воздуха (низкотемпературный контур).



640_005

Условные обозначения:

- 1** Расширительный бачок системы охлаждения
- 2** Теплообменник отопителя
- 3** Радиатор охлаждения контура рециркуляции ОГ низкого давления
- 4** ГБЦ
- 5** Блок цилиндров
- 6** Отключаемый насос системы охлаждения
- 7** Масляный радиатор двигателя
- 8** Термостат
- 9** Интеркулер
- 10** Радиатор ОЖ низкотемпературного контура
- 11** Радиатор системы охлаждения

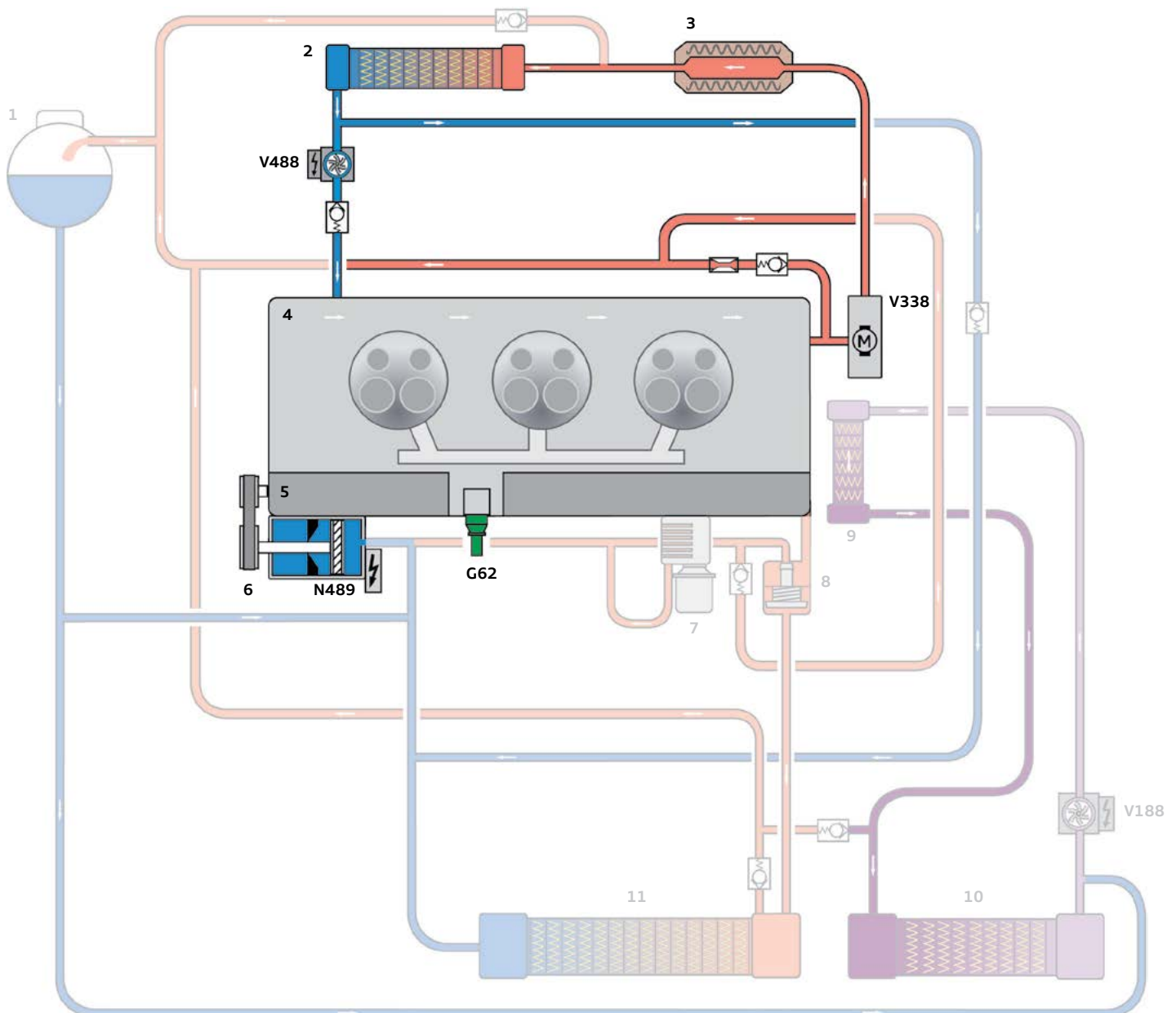
- G62** Датчик температуры ОЖ
- N489** Клапан ОЖ для ГБЦ
- V188** Насос системы охлаждения наддувочного воздуха
- V338** Исполнительный электродвигатель системы рециркуляции ОГ
- V488** Вспомогательный насос отопителя

- Охлаждённая ОЖ
- Горячая ОЖ
- Охлаждение наддувочного воздуха

Малый контур системы охлаждения (микроконтур, контур отопителя)

При запуске холодного двигателя система терморегулирования включает сначала только малый контур охлаждения. Это ускоряет прогрев двигателя и начало подачи тепла в салон автомобиля. Отключаемый насос системы охлаждения выключается подачей напряжения на клапан ОЖ для ГБЦ N489. Таким образом, циркуляция ОЖ в блоке цилиндров не производится.

Электрический циркуляционный насос отопителя V488 поддерживает циркуляцию ОЖ в малом контуре охлаждения, регулируя интенсивность циркуляции в зависимости от температуры ОЖ в ГБЦ. Блок управления климатической системы регистрирует запрашиваемую водителем температуру салона (настройка на панели управления) и учитывает её при регулировании работы циркуляционного насоса ОЖ.



640_006

Условные обозначения:

- 1 Расширительный бачок системы охлаждения
- 2 Теплообменник отопителя
- 3 Радиатор охлаждения контура рециркуляции ОГ низкого давления
- 4 ГБЦ
- 5 Блок цилиндров
- 6 Отключаемый насос системы охлаждения
- 7 Масляный радиатор двигателя
- 8 Термостат
- 9 Интеркулер
- 10 Радиатор ОЖ низкотемпературного контура
- 11 Радиатор системы охлаждения

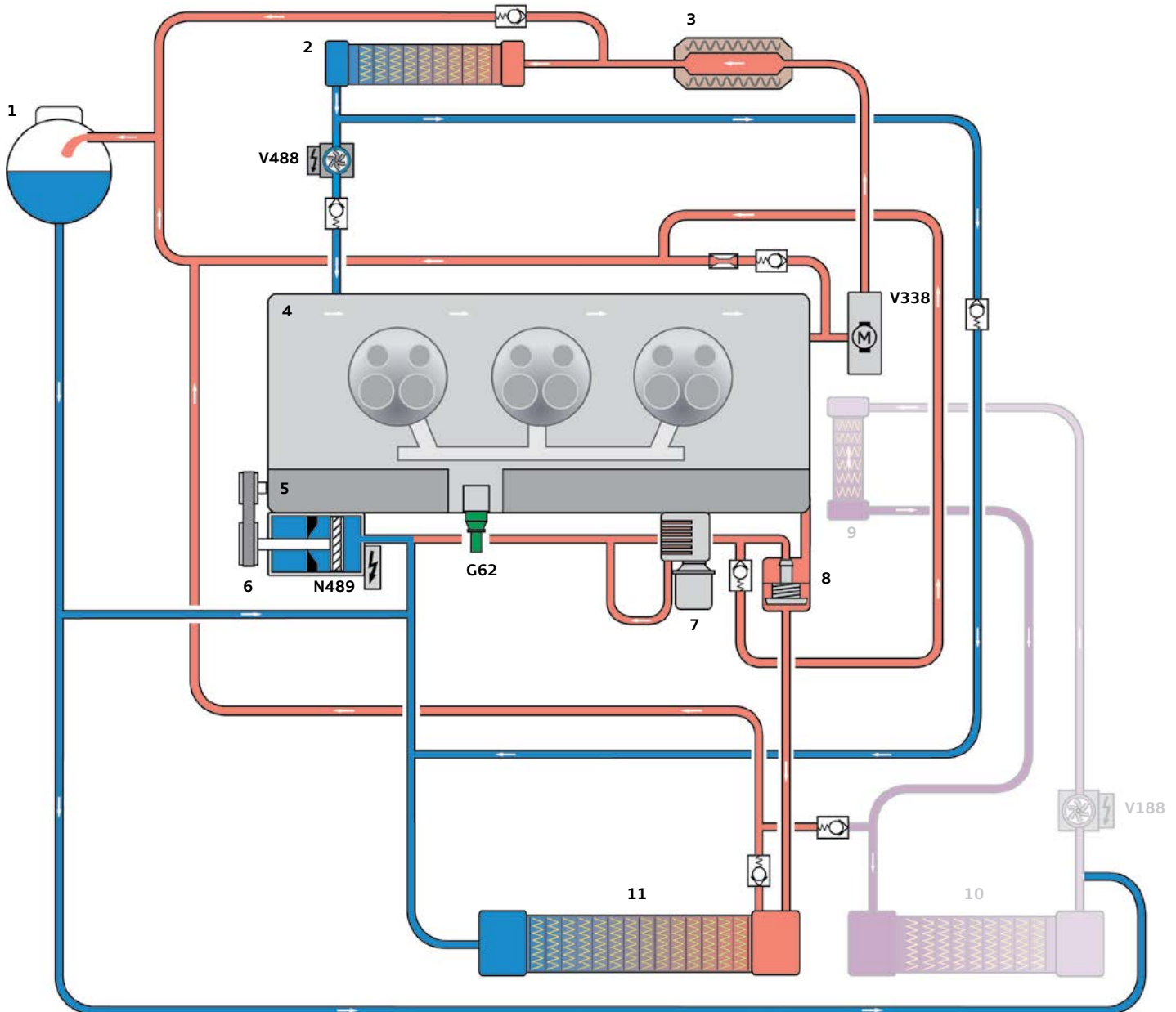
- G62 Датчик температуры ОЖ
- N489 Клапан ОЖ для ГБЦ
- V188 Насос системы охлаждения наддувочного воздуха
- V338 Исполнительный электродвигатель системы рециркуляции ОГ
- V488 Вспомогательный насос отопителя

- Охлаждённая ОЖ
- Горячая ОЖ
- Охлаждение наддувочного воздуха

Большой контур охлаждения (высокотемпературный контур охлаждения) — охлаждающая жидкость, прогретая до рабочей температуры

Когда охлаждающая жидкость прогреется до рабочей температуры, термостат открывается и переходит в режим регулирования. К контуру циркуляции подключается радиатор системы охлаждения.

Термостат регулирует температуру ОЖ на выходе из двигателя и расположен в магистрали ОЖ к радиатору системы охлаждения.



640_007

Условные обозначения:

- 1 Расширительный бачок системы охлаждения
- 2 Теплообменник отопителя
- 3 Радиатор охлаждения контура рециркуляции ОГ низкого давления
- 4 ГБЦ
- 5 Блок цилиндров
- 6 Отключаемый насос системы охлаждения
- 7 Масляный радиатор двигателя
- 8 Термостат
- 9 Интеркулер
- 10 Радиатор ОЖ низкотемпературного контура
- 11 Радиатор системы охлаждения

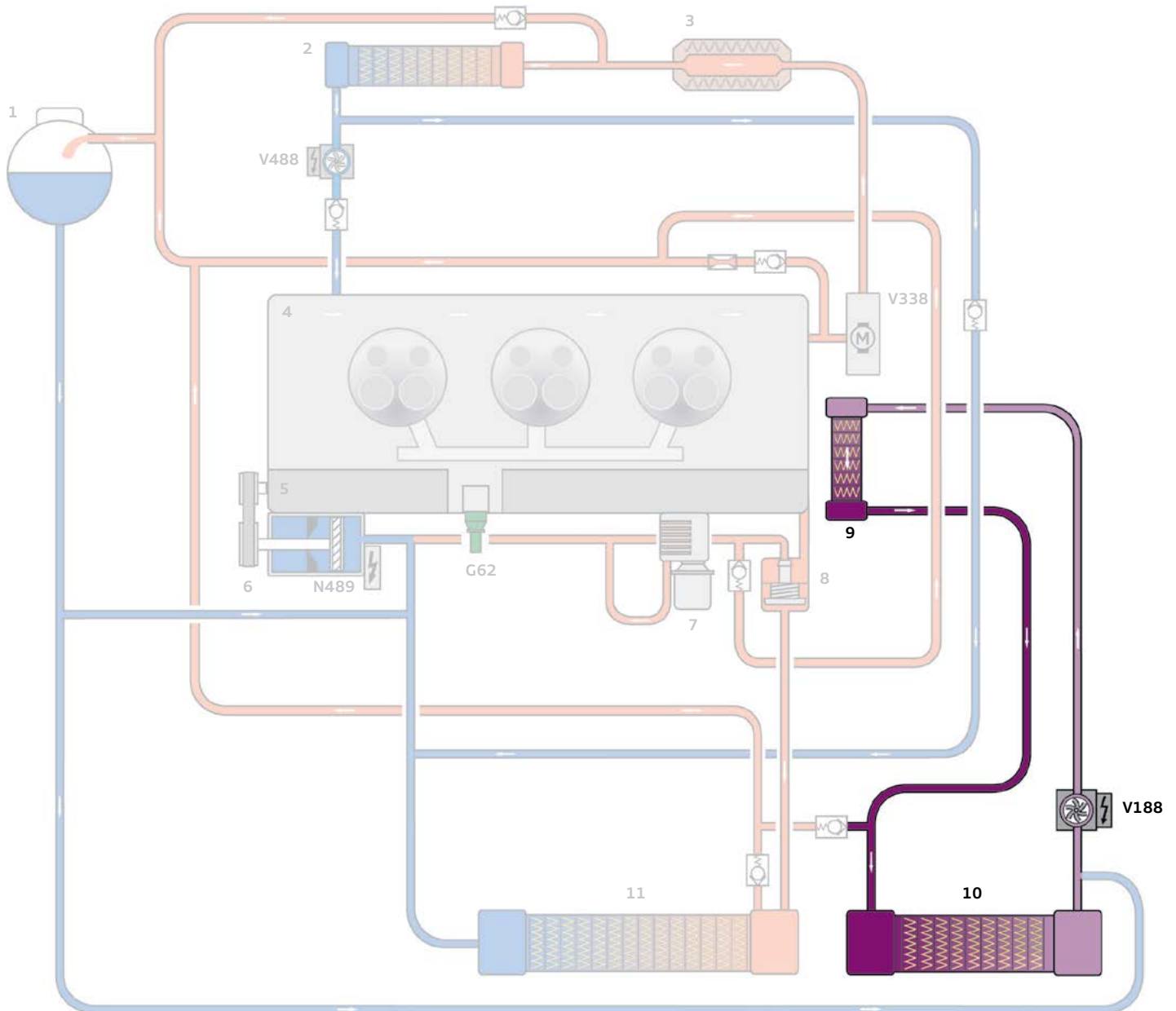
- G62 Датчик температуры ОЖ
- N489 Клапан ОЖ для ГБЦ
- V188 Насос системы охлаждения наддувочного воздуха
- V338 Исполнительный электродвигатель системы рециркуляции ОГ
- V488 Вспомогательный насос отопителя

- Охлаждённая ОЖ
- Горячая ОЖ
- Охлаждение наддувочного воздуха

Контур охлаждения наддувочного воздуха (низкотемпературный контур)

При управлении работой контура охлаждения наддувочного воздуха (низкотемпературный контур) в качестве регулируемого параметра используется температура во впускном коллекторе.

После достижения заданного значения этой температуры система переходит к его поддержанию за счёт управления насосом системы охлаждения наддувочного воздуха V188.



640_008

Условные обозначения:

- 1 Расширительный бачок системы охлаждения
- 2 Теплообменник отопителя
- 3 Радиатор охлаждения контура рециркуляции ОГ низкого давления
- 4 ГБЦ
- 5 Блок цилиндров
- 6 Отключаемый насос системы охлаждения
- 7 Масляный радиатор двигателя
- 8 Термостат
- 9 Интеркулер
- 10 Радиатор ОЖ низкотемпературного контура
- 11 Радиатор системы охлаждения

- G62 Датчик температуры ОЖ
- N489 Клапан ОЖ для ГБЦ
- V188 Насос системы охлаждения наддувочного воздуха
- V338 Исполнительный электродвигатель системы рециркуляции ОГ
- V488 Вспомогательный насос отопителя

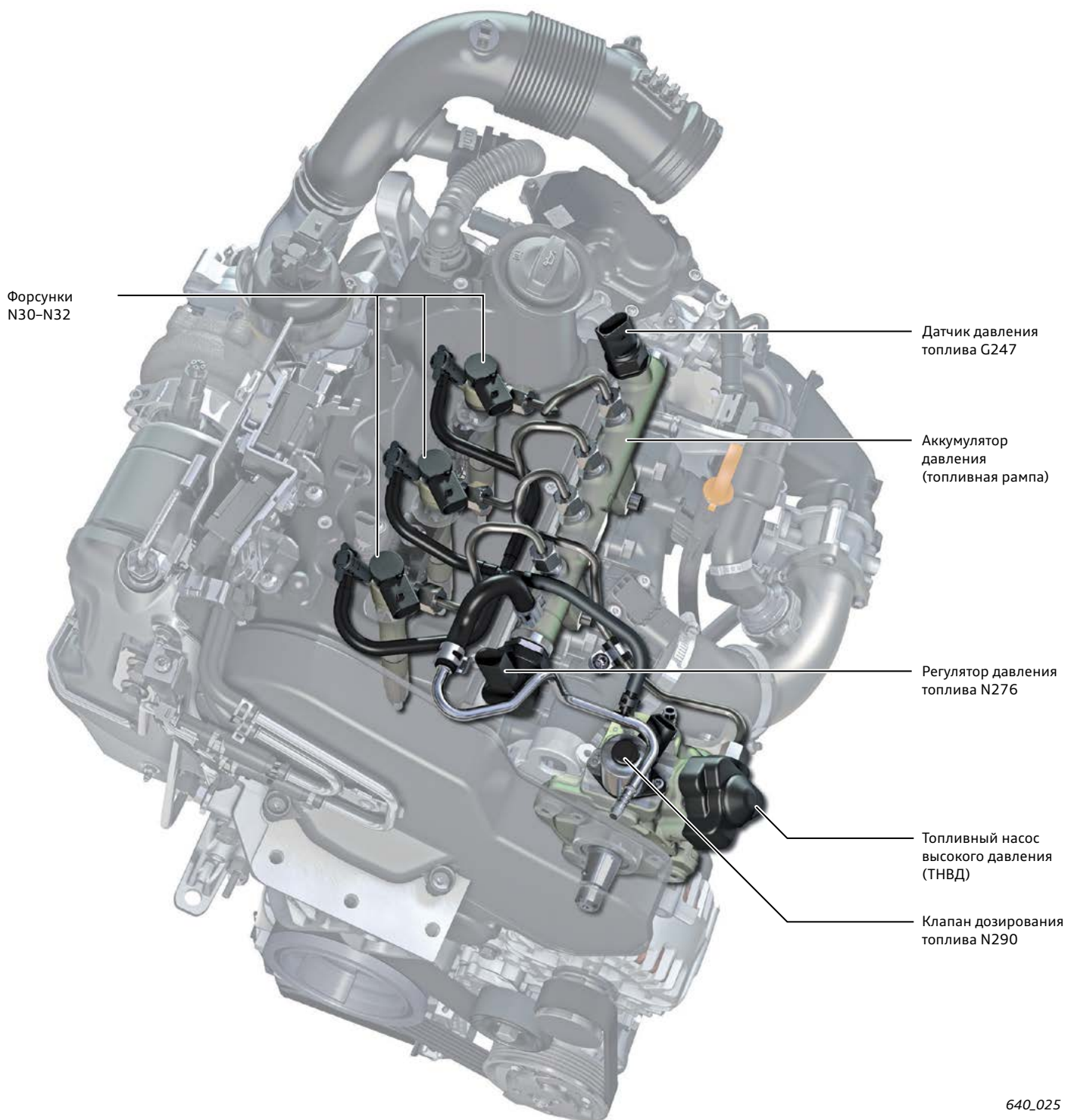
- Охлаждённая ОЖ
- Горячая ОЖ
- Охлаждение наддувочного воздуха

Система питания

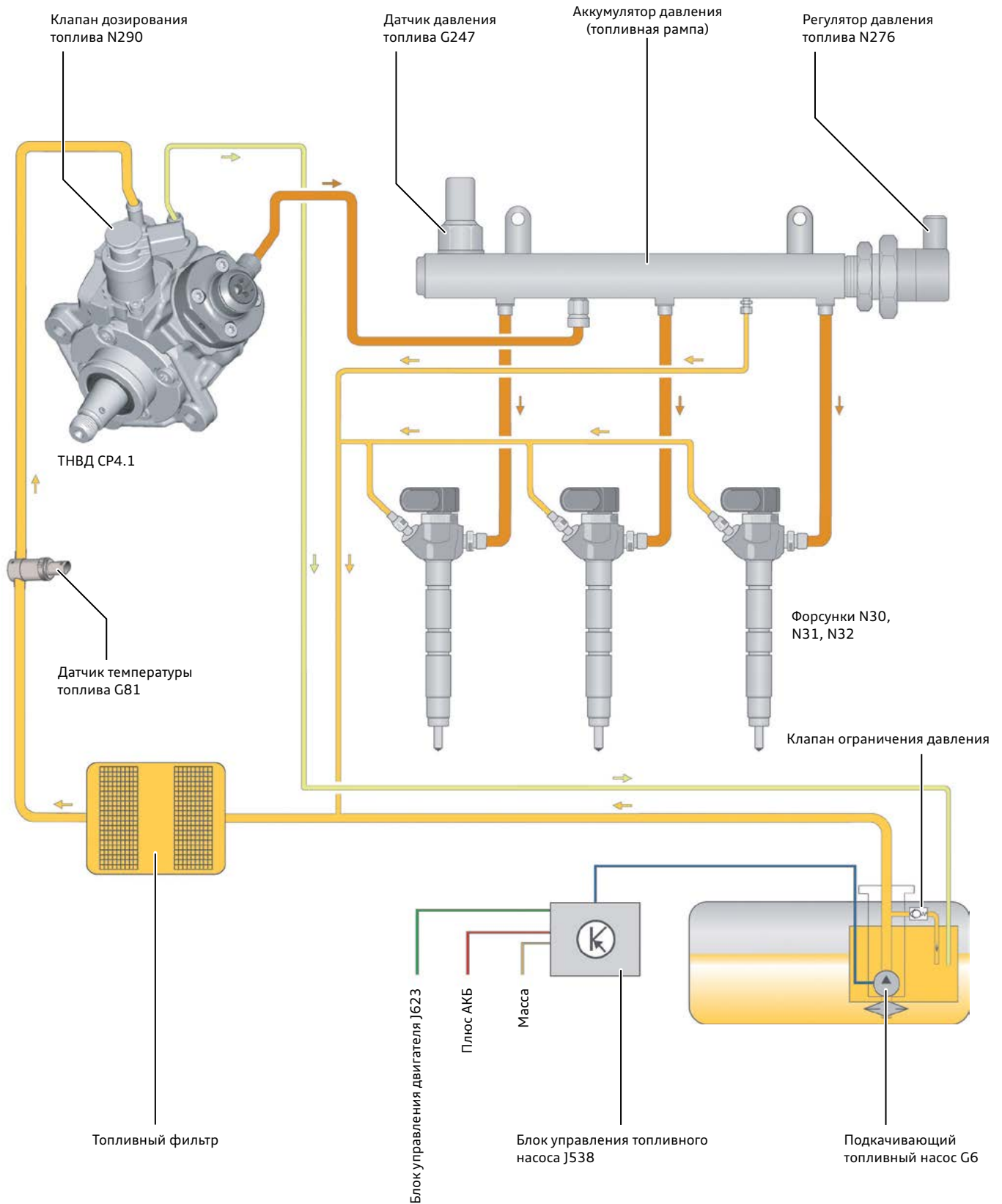
3-цилиндровый двигатель 1,4 л TDI оснащается системой впрыска с аккумулятором давления (топливной рампой) Common Rail производства фирмы Delphi. Система впрыска с помощью одноплунжерного ТНВД создаёт необходимое давление впрыска (максимум 2000 бар), топливо под этим давлением затем подаётся к форсункам.

Управляет системой, как и прежде, блок управления двигателя, при этом регулируются следующие параметры:

- ▶ нагрузка;
- ▶ число оборотов;
- ▶ температура.



Общая схема системы



640_009

— Давление подачи топлива и возврата топлива от форсунок (прим. 5–6 бар)

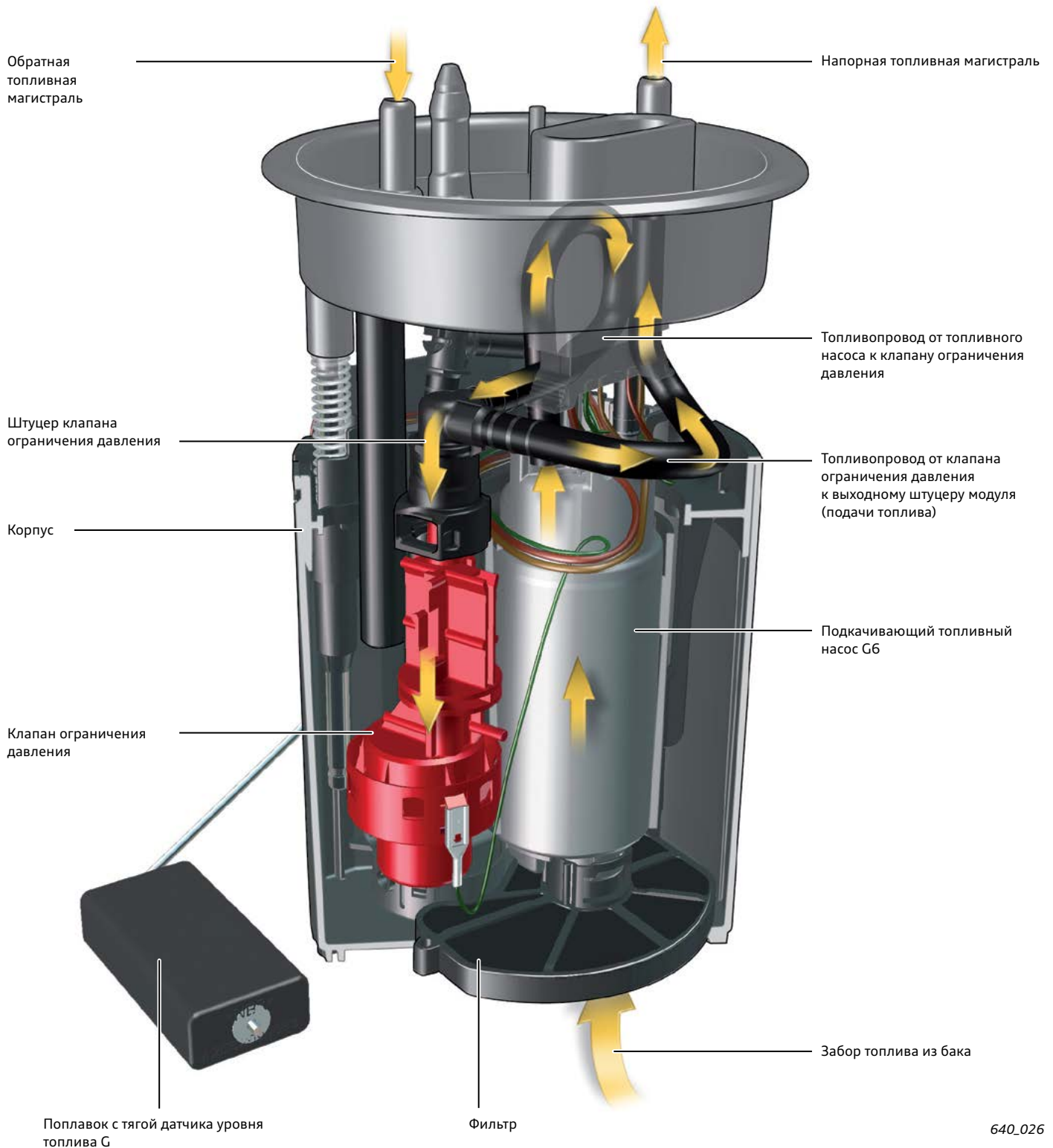
— Высокое давление топлива (прим. 230–2000 бар)

— Возврат топлива от ТНВД (прим. 0–1 бар)

Модуль подачи топлива

Модуль подачи топлива установлен непосредственно в топливном баке и объединяет в себе подкачивающий топливный насос СБ, клапан ограничения давления топлива в подающей магистрали и датчик указателя уровня топлива С.

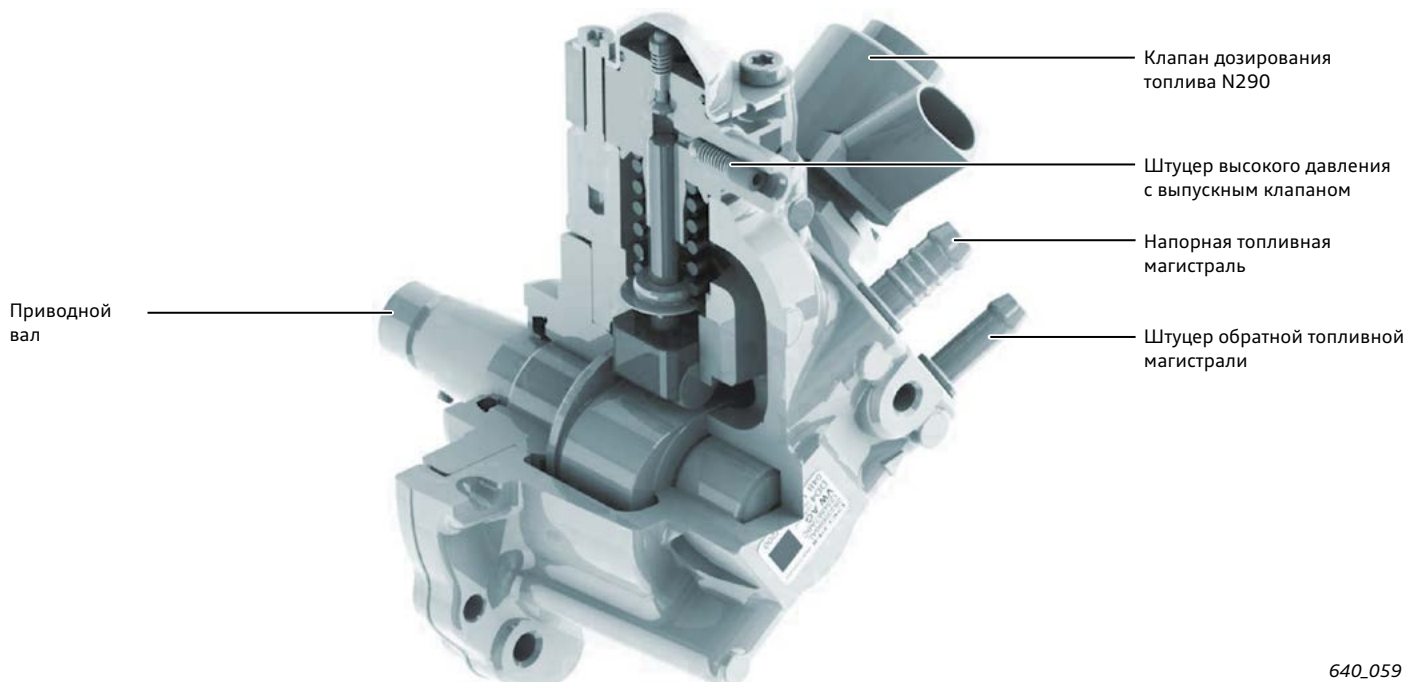
Подкачивающий топливный насос служит для подачи топлива из бака к ТНВД. Он представляет собой нерегулируемый шестерёнчатый насос с внутренним зацеплением, который приводится электродвигателем. Давление топлива в подающей магистрали поддерживается клапаном ограничения давления на уровне прим. 5,8 бар.



640_026

Топливный насос высокого давления (ТНВД)

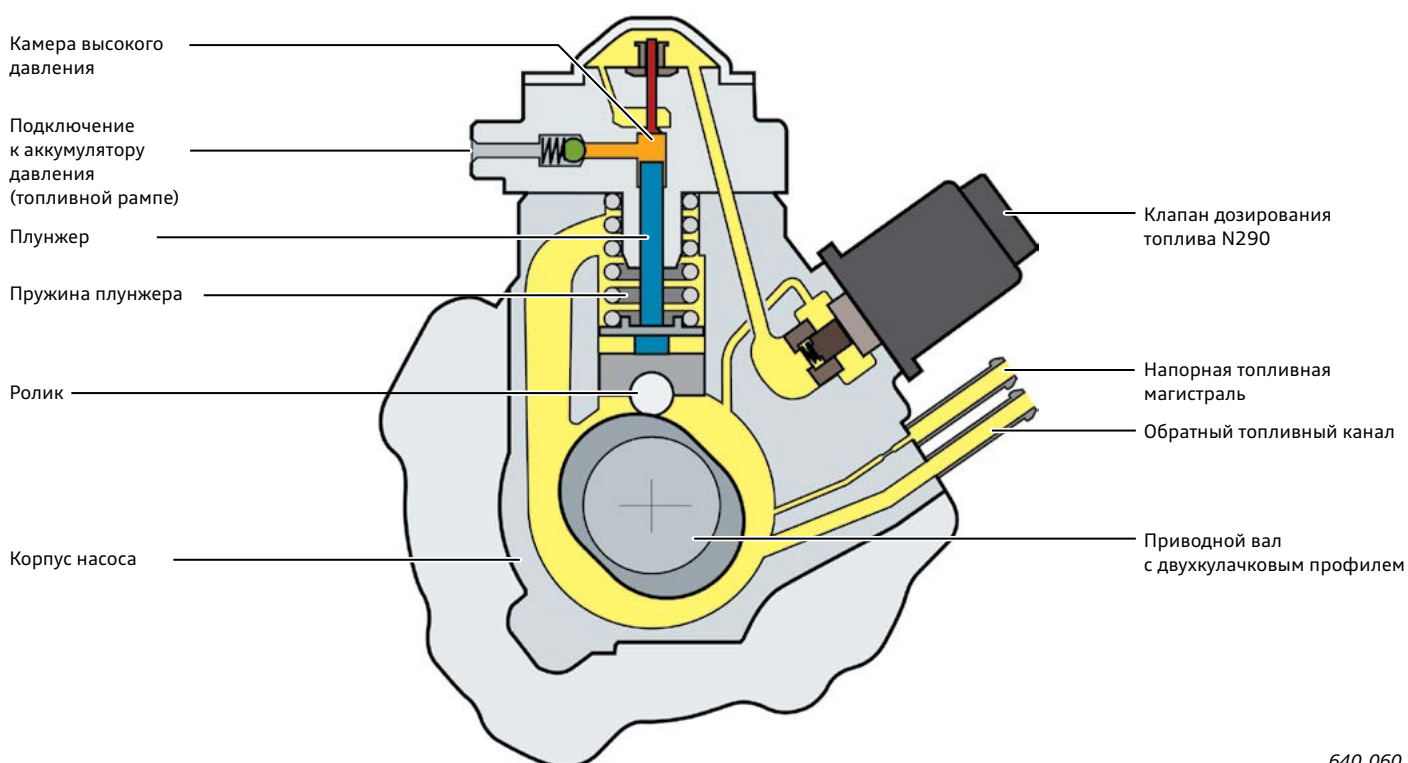
Одноплунжерный насос высокого давления производства фирмы Delphi имеет обозначение DFP 6.1E. Он создаёт необходимое для впрыска давление топлива до 2000 бар и приводится зубчатым ремнём привода ГРМ.



Устройство

Подкачивающий топливный насос G6 подаёт топливо из топливного бака в корпус насоса высокого давления. Установленный в насосе высокого давления клапан дозирования топлива N290 дозирует количество топлива, необходимое для подачи в контур высокого давления, в зависимости от нагрузки и числа оборотов двигателя.

Плунжер насоса приводится через ролик от двухкулачкового профиля на приводном валу. Ролик обеспечивает снижение потерь на трение при передаче усилия.

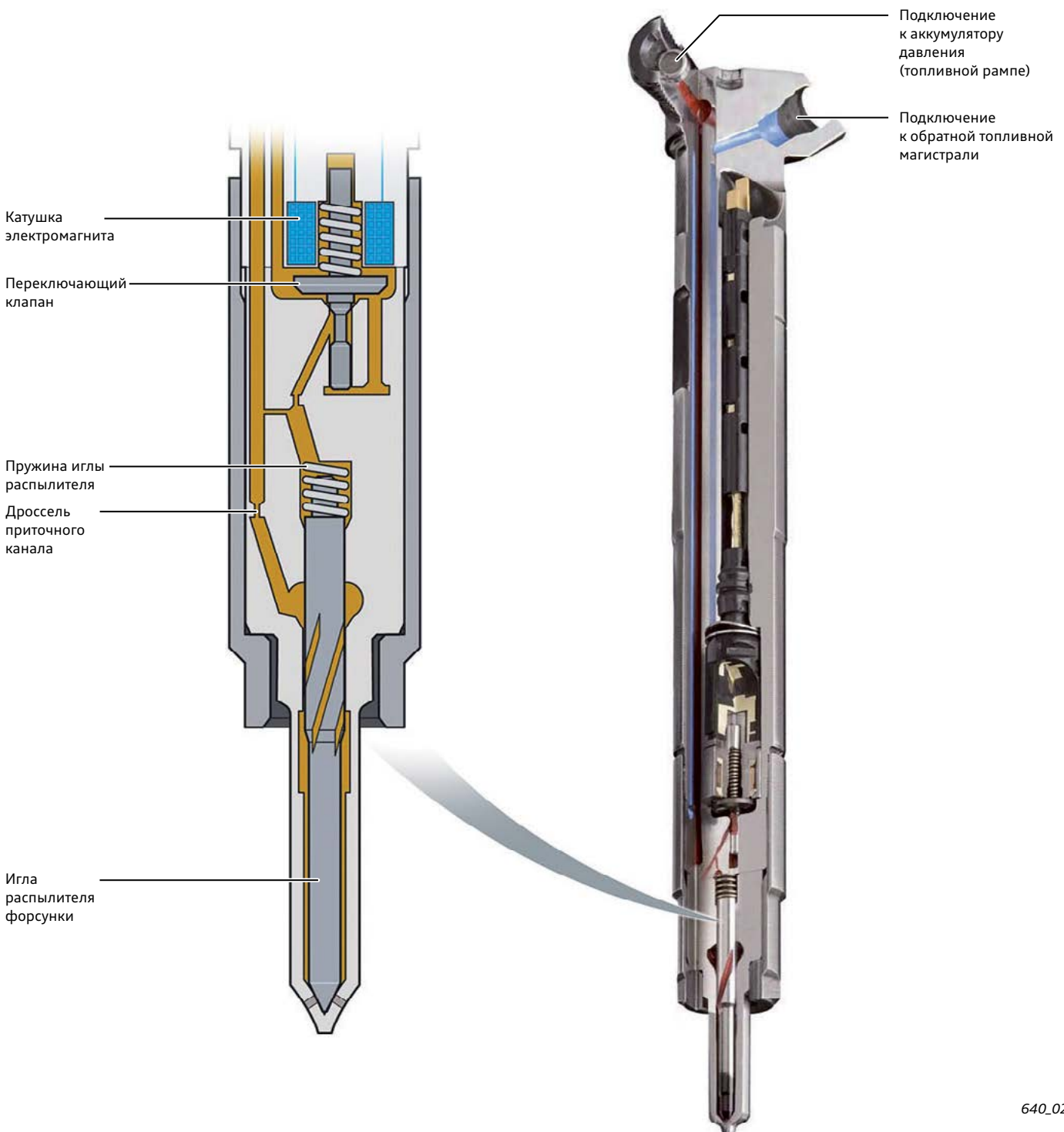


Форсунки

Новые форсунки с распылителем с 7 отверстиями производства фирмы Delphi имеют обозначение DFI 1.20 и обеспечивают давление впрыска до 2000 бар. Чтобы уменьшить время переключения клапана форсунки, в нём установлена электромагнитная катушка большей мощности. Такая электромагнитная катушка позволяет гарантировать требуемую точность момента впрыска, продолжительности впрыска и цикловой подачи топлива.

Управляет форсунками блок управления двигателя. К числу технических особенностей можно отнести следующее:

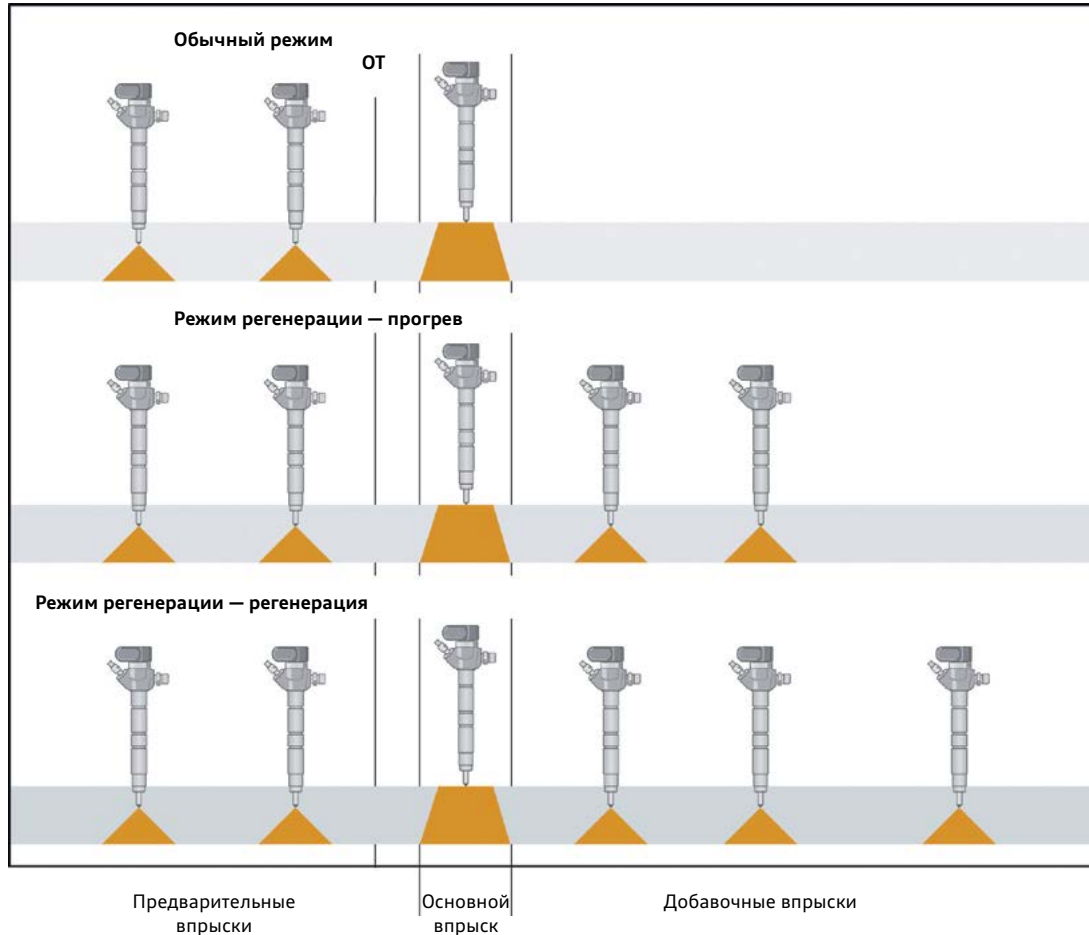
- ▶ усовершенствованный переключающий клапан с более мощной катушкой электромагнита;
- ▶ уменьшенный диаметр иглы распылителя;
- ▶ оптимизированное седло иглы.



Фазы впрыска топлива

Отдельные фазы впрыска топлива различаются для обычного режима работы двигателя и режима регенерации сажевого фильтра и накопительного (NO_x) нейтрализатора.

Фазы впрыска в обычном режиме и в режиме регенерации



640_029

Обычный режим

В обычном режиме форсунки выполняют до 3 впрысков:

- ▶ 1–2 предварительных впрыска и один основной впрыск.

Режим регенерации

В режиме регенерации производится до 6 впрысков:

- ▶ В режиме прогрева цикл впрыска состоит из 2 предварительных, одного основного и 2 добавочных впрысков сразу же после основного.
- ▶ В режиме регенерации цикл впрыска состоит из 2 предварительных, одного основного, 2 добавочных впрысков сразу же после основного и одного добавочного впрыска с определённой задержкой после основного.



Указание

Эти дополнительные впрыски вызывают экзотермическую реакцию¹⁾ в окислительном нейтрализаторе. Таким образом, во время регенерации сажевого фильтра в широком диапазоне параметрического поля реализуется до 6 отдельных впрысков на каждый цикл сгорания.

¹⁾ Экзотермическая реакция — химическая реакция на поверхности окислительного нейтрализатора с выделением тепла, которое обеспечивает дополнительное увеличение температуры ОГ.

Система управления двигателем

Общая схема системы (Audi A1, модельный год 2015)

Датчики

Расходомер воздуха G70

Датчик числа оборотов двигателя G28

Датчик Холла G40

Датчик температуры ОЖ G62

Датчик температуры воздуха на впуске G42

Датчик температуры топлива G81

Датчик уровня и температуры масла G266

Датчик давления топлива G247

Потенциометр системы рециркуляции ОГ G212
Потенциометр 2 системы рециркуляции ОГ G466

Датчик положения педали акселератора G79
с датчиком 2 положения педали акселератора G185

Датчик детонации G61

Выключатель стоп-сигнала F,
выключатель педали тормоза F63

Датчик давления в камере сгорания цилиндра 2 G678

Лямбда-зонд G39
Лямбда-зонд после нейтрализатора G130

Датчик температуры наддувочного воздуха после
интеркулера G811

Датчик положения регулятора давления наддува G581

Блок дроссельной заслонки J338
Датчики 1+2 угла поворота электропривода
дроссельной заслонки G187, G188

Датчик положения заслонок изменения геометрии
впускного коллектора G513

Датчик давления масла F1

Блок заслонки ОГ J883

Датчик давления наддува G31

Датчик положения сцепления G476

Датчик температуры ОГ 1 G235

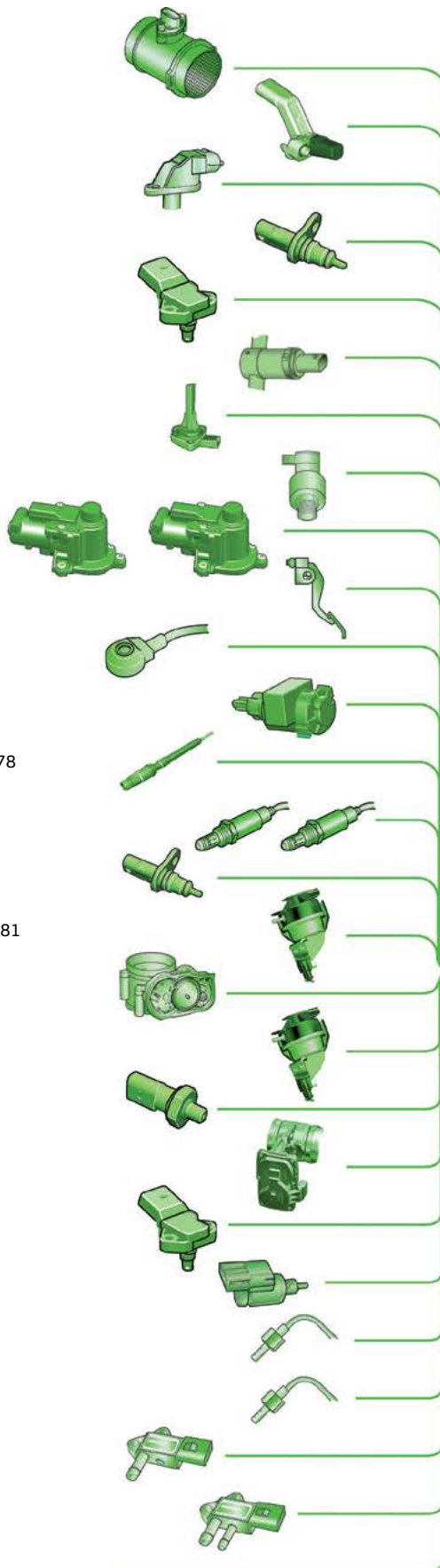
Датчик температуры ОГ 3 G495

Датчик разности давлений G505

Датчик 1 давления ОГ G450

Дополнительные сигналы:

- ▶ центральный блок управления систем комфорта;
- ▶ круиз-контроль;
- ▶ блок управления дополнительного отопителя;
- ▶ реле 1+2 стартера;
- ▶ блок управления системы санкционирования доступа и пуска двигателя.

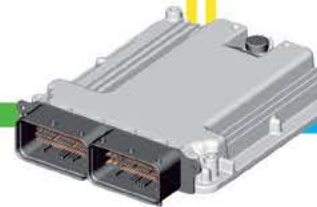


Блок управления комбинации приборов J285 со следующими компонентами:

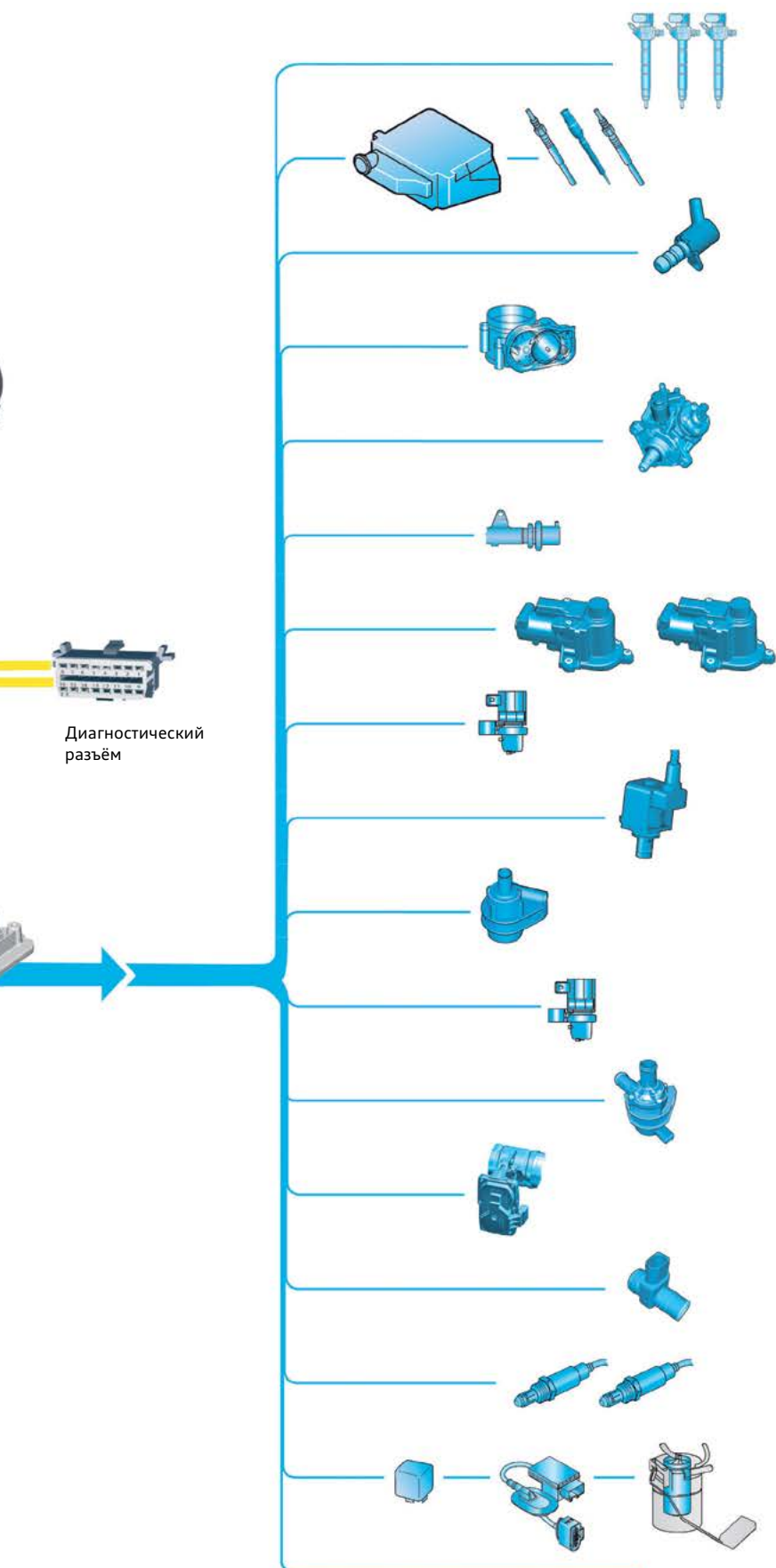
- ▶ контрольная лампа системы предварительного накаливания K29;
- ▶ лампа check engine K83;
- ▶ контрольная лампа сажевого фильтра K231.



Диагностический интерфейс шин данных J533



Блок управления двигателем J623



Диагностический разъем

Исполнительные механизмы

Форсунки цилиндра 1–3 N30–32

Блок управления свечей накаливания J179
Свечи накаливания 1–3 Q10–Q12

Клапан регулирования давления масла N428

Блок дроссельной заслонки J338
Привод дроссельной заслонки (электронный привод акселератора) G186

Клапан дозирования топлива N290

Регулятор давления топлива N276

Исполнительный электродвигатель системы рециркуляции ОГ V338
Исполнительный электродвигатель 2 системы рециркуляции ОГ V339

Переключающий клапан воздушной заслонки N239

Клапан контура ОЖ головки блока цилиндров N489

Насос системы охлаждения наддувочного воздуха V188

Электромагнитный клапан ограничения давления наддува N75

Циркуляционный насос отопителя V488

Блок заслонки ОГ J883

Нагревательный резистор системы вентиляции картера двигателя N79

Нагревательный элемент лямбда-зонда Z19
Нагревательный элемент лямбда-зонда 1 после нейтрализатора Z29

Реле топливного насоса J17
Блок управления топливного насоса J538
Подкачивающий топливный насос G6

Дополнительные сигналы:

- ▶ компрессор климатической установки;
- ▶ дополнительный жидкостный отопитель;
- ▶ скорость вентилятора 1+2;
- ▶ нагревательный элемент дополнительного воздушного отопителя Z35.

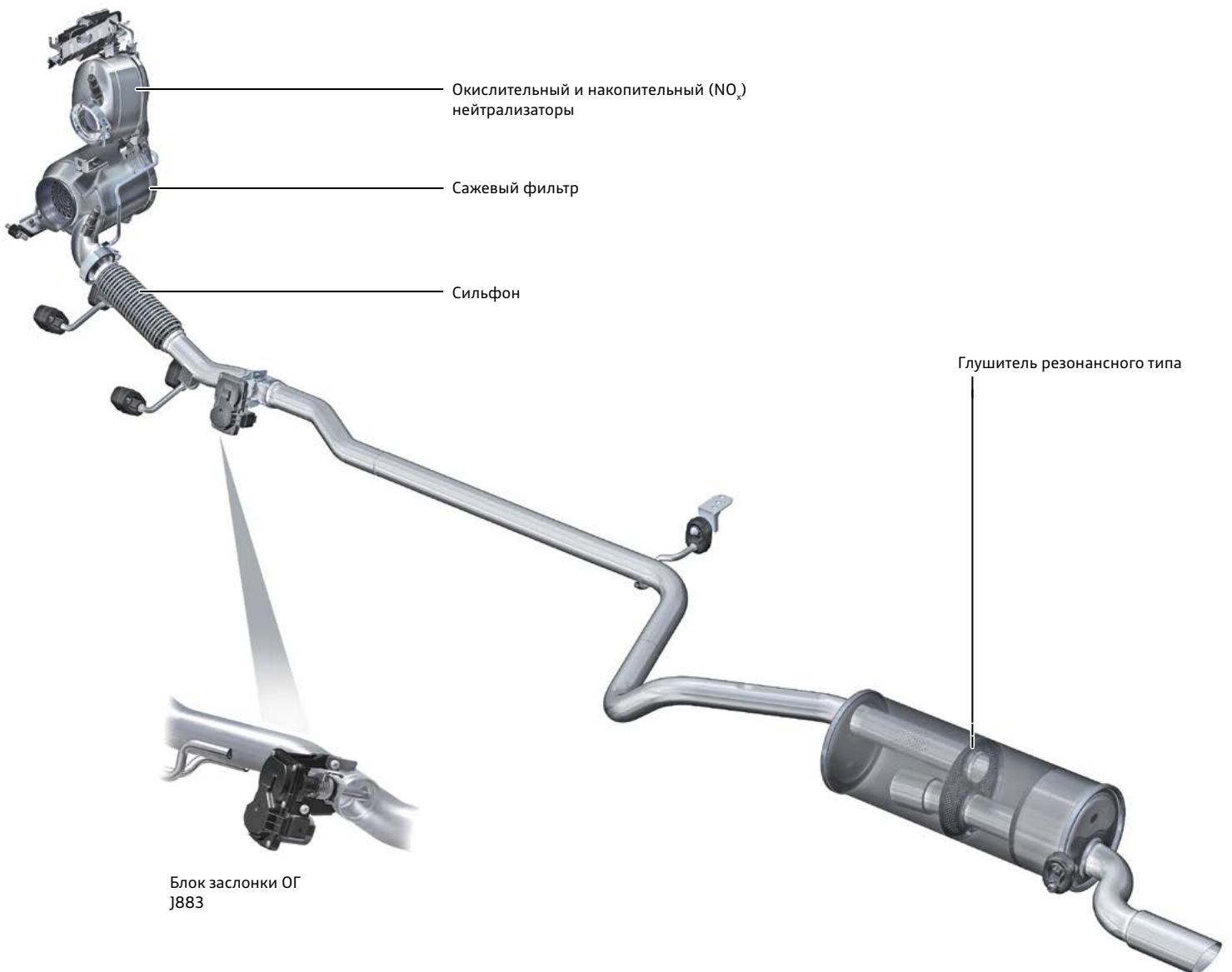
Система выпуска отработавших газов

Система выпуска ОГ, соответствующая экологическому классу Евро 6 (W), включает следующие компоненты:

- ▶ выпускной коллектор с выполненным с ним в одном блоке турбонагнетателем;
- ▶ модуль нейтрализации ОГ, состоящий из окислительного и накопительного нейтрализаторов и сажевого фильтра с дополнительным покрытием;
- ▶ блок заслонки ОГ J883;
- ▶ глушитель резонансного типа.

Обзор

(Audi A1, модельный год 2015)



Блок заслонки ОГ J883

Чтобы рециркуляцию ОГ низкого давления можно было осуществлять во всём диапазоне режимов, весь поток ОГ, выходящий из сажевого фильтра, дросселируется заданным образом с помощью заслонки ОГ с электроприводом. Интенсивность рециркуляции ОГ зависит от разницы давлений на стороне выпуска ОГ и во впускном тракте.

640_054

Приложение

Программы самообучения

Дополнительную информацию по устройству двигателя 1,4 л TDI можно найти в следующих программах самообучения.



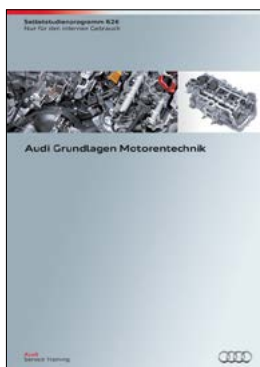
Программа самообучения 477
«Audi A1: введение»

Номер для заказа: A10.5S00.70.00



Программа самообучения 608
«Audi: 4-цилиндровые двигатели 1,6 л/2,0 л TDI»

Номер для заказа: A12.5S00.92.00



Программа самообучения 626
«Audi: основные принципы устройства двигателей»

Номер для заказа: A14.5S01.11.00

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 03.2015

© Перевод и вёрстка ООО «ФОЛЬКСВАГЕН Груп Рус»
A15.5S01.23.00