

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

## Бензиновые двигатели V6 на автомобилях Audi

В 2004 году публике был представлен двигатель 3,2 л FSI — первый V-образный 6-цилиндровый бензиновый двигатель с непосредственным впрыском. В 2006 году был выпущен первый вариант с Audi valvelift system (системой управления подъёмом клапанов) и масляным насосом с регулируемой производительностью. В 2008 году появился 3,0 л V6 TFSI — первый двигатель Audi схемы V6 с непосредственным впрыском и наддувом, он использовался сначала в Audi S4, а затем и во многих других моделях Audi.

Для создания 3,0 л V6 TFSI EA837 поколения 4 (evo) двигатель был ещё раз существенно модифицирован. Показатели мощности и крутящего момента остались неизменными, как и динамические характеристики.

Полное давление во впускном коллекторе создаётся как на новом, так и на прежнем двигателе всего за 0,3 секунды. За счёт этого двигатель очень быстро, без сколько-нибудь заметной задержки реагирует на нажатия педали акселератора в реальных дорожных ситуациях. Ухудшение времени реакции не произошло в том числе благодаря использованию подключаемого приводного нагнетателя вместо постоянно действующего.

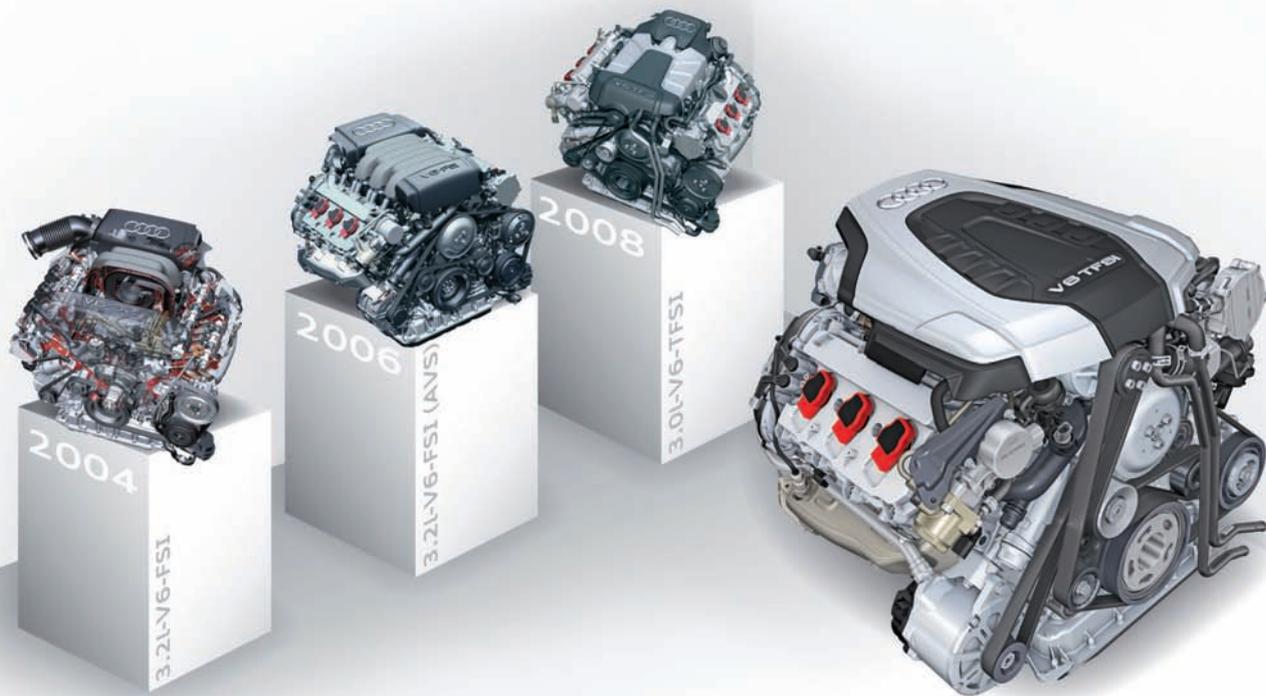
По сравнению с двигателем 3,0 л V6 TFSI третьего поколения, в Audi A8 удалось снизить значения выбросов CO<sub>2</sub> с 205 до 183 г/км (на 10 %). Расход топлива уменьшился с 8,8 до 7,8 л/100 км.

Целью модификации двигателя 3,0 л V6 TFSI третьего поколения было добиться заметного снижения расхода топлива при сохранении всех положительных качеств. Достичь этого удалось благодаря следующим основным мерам:

- ▶ Уменьшение внутреннего трения в двигателе на 9 % за счёт:
  - ▶ усовершенствования цепного привода ГРМ;
  - ▶ оптимизации поршней и поршневых колец с уменьшенным усилием при улучшении наполнения цилиндров и характеристик расхода масла;
  - ▶ усовершенствования опор распределительных валов (финишная обработка).
- ▶ Использование электромагнитной муфты в приводе механического нагнетателя, позволяющей отключать его, когда в его давлении нет необходимости.
- ▶ Исключительно гибкая схема впрыска с возможностью активации смешанного режима, то есть одновременной работы впрыска высокого и низкого давления.
- ▶ Дальнейшее совершенствование организации процесса сгорания в наиболее важных аспектах.
- ▶ Детальная оптимизация всех узлов и систем двигателя, от которых зависит расход топлива.



В этой программе самообучения имеются так называемые QR-коды, которые позволяют открывать дополнительные интерактивные формы представления материала (например, анимации), подробнее см. «Информация по кодам QR» на стр. 47.



624\_069

### Учебные цели этой программы самообучения:

В этой программе самообучения описывается устройство и принцип действия двигателя 3,0 л V6 TFSI EA837 поколения 4 (evo). Прочитав настоящую программу самообучения, вы сможете ответить на следующие вопросы:

- ▶ Что изменилось в новом двигателе по сравнению с двигателем 3,0 л V6 TFSI третьего поколения?
- ▶ Как работает отключение приводного нагнетателя?
- ▶ Как устроена система впрыска?
- ▶ Какие изменения были внесены в систему питания и систему смазки?

# Оглавление

## Введение

Краткое техническое описание	4
------------------------------	---

## Механическая часть двигателя

Блок цилиндров и масляный поддон	6
Крышка коленчатого вала с масляным фильтром и масляным радиатором	8
Кривошипно-шатунный механизм	9
Система вентиляции картера	10
Вакуумная магистраль	11
Ремённая передача	12
Цепной привод ГРМ	13
Регулирование фаз газораспределения	14
Головка блока цилиндров	15

## Система смазки

Введение	18
Масляный насос	19
Отключаемый масляный радиатор	20
Узел масляного фильтра	21

## Система впуска и наддува

Общая схема	22
Модуль приводного нагнетателя (типа Рутс)	23
Электромагнитная муфта приводного нагнетателя N421	24
Датчик 1 оборотов турбонагнетателя G688	27

## Система охлаждения

Введение	28
Общая схема системы	29
Отключаемый насос системы охлаждения	30
Термостат	31
Запорный клапан ОЖ для масляного радиатора двигателя	32
Электрические насосы ОЖ и клапан ОЖ	33

## Система питания

Двойная система впрыска топлива	34
Общая схема системы	36

## Система управления двигателя

Общая схема системы (Audi A8, модельный год 2014)	40
Система подачи вторичного воздуха	42

## Техническое обслуживание

Инструменты	44
Обслуживание автомобиля	45

## Приложение

Словарь специальных терминов	46
Программы самообучения	47
Информация по кодам QR	47

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



Указание



Дополнительная информация

# Введение

## Краткое техническое описание

В этой программе самообучения двигатель 3,0 л V6 TFSI EA837 поколения 4 (evo) описывается преимущественно на примере его использования в Audi A8 (модель 4H). Эта модель стала первой, где устанавливался данный двигатель.

### Краткий обзор основных технических решений:

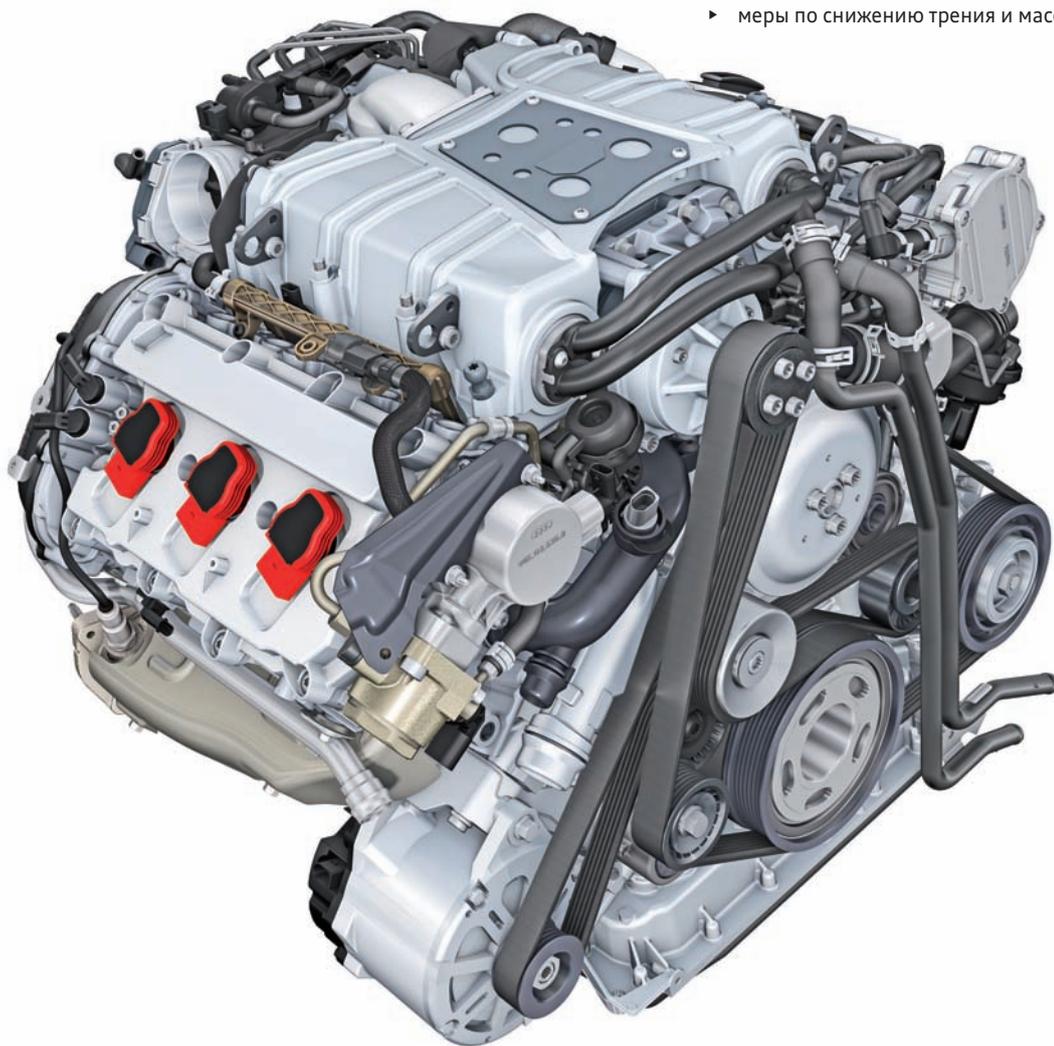
- ▶ 6-цилиндровый V-образный двигатель с механическим нагнетателем с приводом ремённой передачи (типа Рутс);
- ▶ комбинированная система впрыска: непосредственно в камеры сгорания и во впускной коллектор;
- ▶ бесступенчатое регулирование фаз газораспределения на распредвалах впускных и выпускных клапанов.

### Наиболее существенные изменения по сравнению с 3,0 л V6 TFSI поколения 3:

- ▶ гильзы цилиндров из серого чугуна;
- ▶ отключаемый нагнетатель (типа Рутс);
- ▶ добавление системы впрыска во впускной коллектор;
- ▶ установка регулятора фаз газораспределения на распредвалу выпускных клапанов;
- ▶ соответствие экологическому классу Евро 6 W;
- ▶ перемещение масляного радиатора (отключаемого) на обратную сторону двигателя;
- ▶ другой ход цепи в приводе ГРМ;
- ▶ система вентиляции картера только в одном из рядов цилиндров;
- ▶ цельный декоративный кожух во всю длину двигателя.

### Модификации подверглись:

- ▶ форма поршней;
- ▶ масляный поддон и задняя крышка коленчатого вала;
- ▶ коленчатый вал с полыми высверленными шатунными шейками;
- ▶ насос системы охлаждения с изменённой крыльчаткой (с подвижной заслонкой);
- ▶ кожухи цепных приводов, на которые наносится *терэфон* 7;
- ▶ меры по снижению трения и массы.



624\_004



### Дополнительная информация

Устройство и действие базового двигателя описываются в программах самообучения 411 «Двигатели Audi 2,8 и 3,2 л FSI с системой Audi Valvelift System» и 437 «Двигатель Audi 3,0 л V6 TFSI с приводным нагнетателем типа Рутс».

## Технические характеристики Внешние скоростные характеристики двигателя (мощность и крутящий момент)

— Мощность, кВт  
— Крутящий момент, Н·м



624\_025

Признаки	Технические характеристики
Буквенное обозначение двигателя	CREA
Тип двигателя	6-цилиндровый V-образный
Рабочий объём, см <sup>3</sup>	2995
Ход поршня, мм	89
Диаметр цилиндра, мм	84,5
Количество клапанов на цилиндр	4
Порядок работы цилиндров	1-4-3-6-2-5
Степень сжатия	10,8 : 1
Мощность, кВт при об/мин	228 при 5200–6500
Крутящий момент, Н·м при об/мин	440 при 2900–4750
Топливо	Неэтилированный бензин с октановым числом 95 <sup>1)</sup>
Наддув	Отключаемый нагнетатель (типа Рутс)
Максимальное давление наддува, бар (абсолютное)	1,8
Система управления двигателя	Simos
Регулирование по детонации	2 датчика
Лямбда-регулирование	2 датчика перед нейтрализатором и 2 датчика после нейтрализатора
Способ смесеобразования	Комбинированная система впрыска, непосредственный впрыск (FSI) и впрыск во впускной коллектор (MPI)
Экологический класс	Евро 6
Выбросы CO <sub>2</sub> , г/км	183 г/км

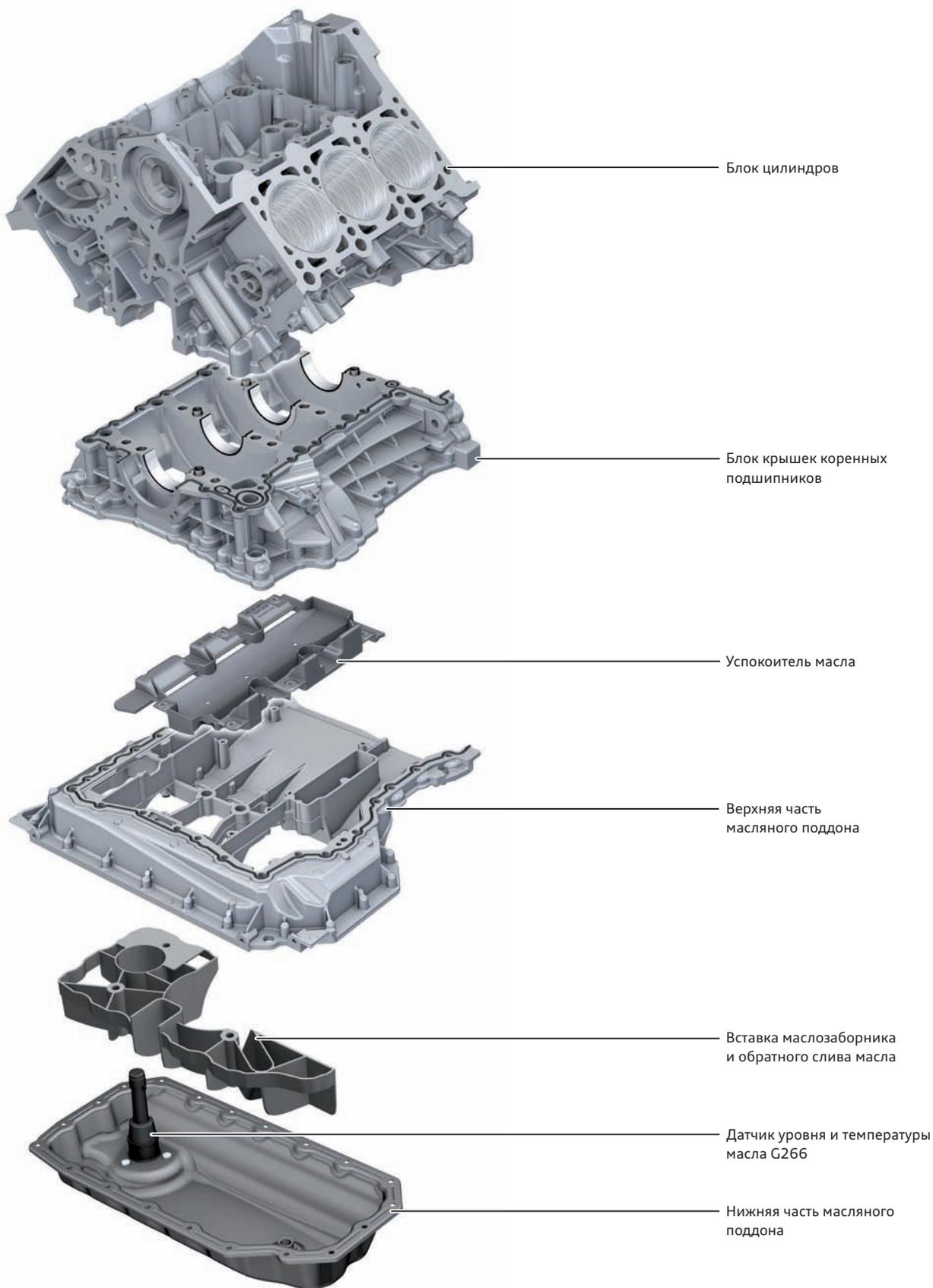
<sup>1)</sup> Допускается использование неэтилированного бензина с октановым числом 91, при этом происходит снижение мощности двигателя.

# Механическая часть двигателя

## Блок цилиндров и масляный поддон

Все детали в данном случае были модифицированы. Это было необходимо для того, чтобы создать свободное пространство для установки электромеханического усилителя рулевого управления. В рамках этих мер было изменено также местоположение компонентов системы смазки, в особенности масляного радиатора, и системы охлаждения.

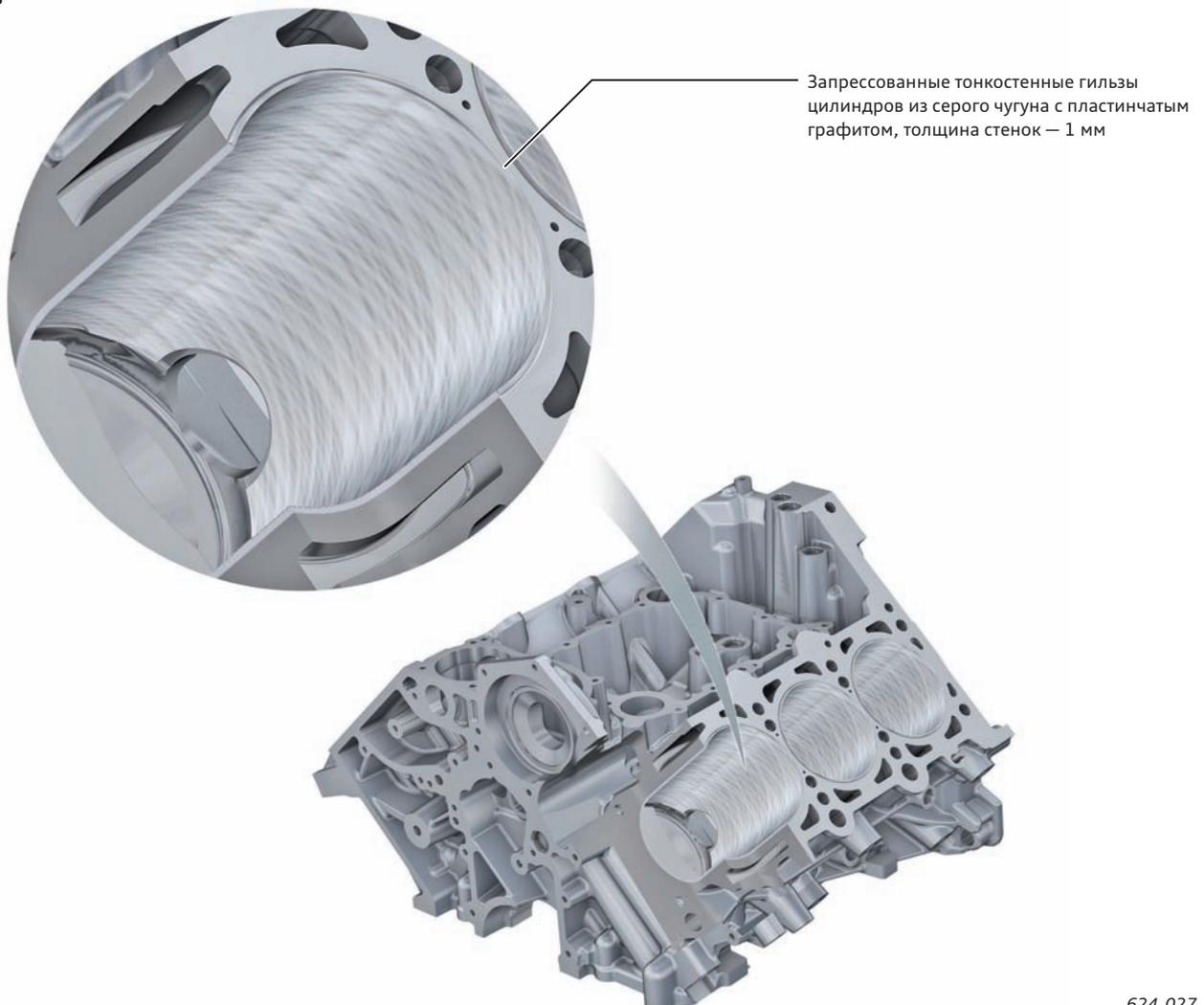
Ячеистая вставка в масляном поддоне не допускает перебоев в подаче масла в масляный насос при высоких поперечных ускорениях.



## Краткий обзор деталей/узлов и их изменений

Узел	Признаки и назначение
Блок цилиндров	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Закрытые рубашки цилиндров (схема Closed Deck).</li><li>▶ Тонкостенные гильзы цилиндров из серого чугуна с пластинчатым графитом, толщина стенок — 1 мм.</li><li>▶ Материал: алюминиево-кремниевый сплав.</li></ul>
Блок крышек коренных подшипников	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Крепление масляного насоса.</li><li>▶ Материал: алюминиево-кремниевый сплав.</li></ul>
Успокоитель масла	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Крепится к верхней части масляного поддона.</li><li>▶ Предотвращает вспенивание масла коленчатым валом.</li><li>▶ Материал: полиамид (РА).</li></ul>
Верхняя часть масляного поддона	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Изменение формы для применения электромеханического усилителя рулевого управления.</li><li>▶ Увеличивает жёсткость блока цилиндров.</li><li>▶ Используется для крепления успокоителя масла.</li><li>▶ Устанавливается на жидкий герметик.</li><li>▶ Материал: алюминиево-кремниевый сплав.</li></ul>
Вставка маслозаборника и обратного слива масла	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Не допускает перебоев в засасывании насосом масла, в том числе при спортивном характере езды.</li><li>▶ Свинчивается с верхней частью масляного поддона.</li><li>▶ Материал: полиамид (РА).</li></ul>
Нижняя часть масляного поддона	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Увеличенный диапазон измерения датчика уровня и температуры масла G266 для обеспечения возможности работы на этанолсодержащих топливах (E25 — E85).</li><li>▶ Равномерная толщина стенок для облегчения детали и уменьшения коробления (герметичность).</li><li>▶ Уплотнение с помощью жидкого герметика.</li><li>▶ Материал: листовая сталь.</li></ul>

### Блок цилиндров с тонкостенными гильзами цилиндров



## Крышка коленчатого вала с масляным фильтром и масляным радиатором

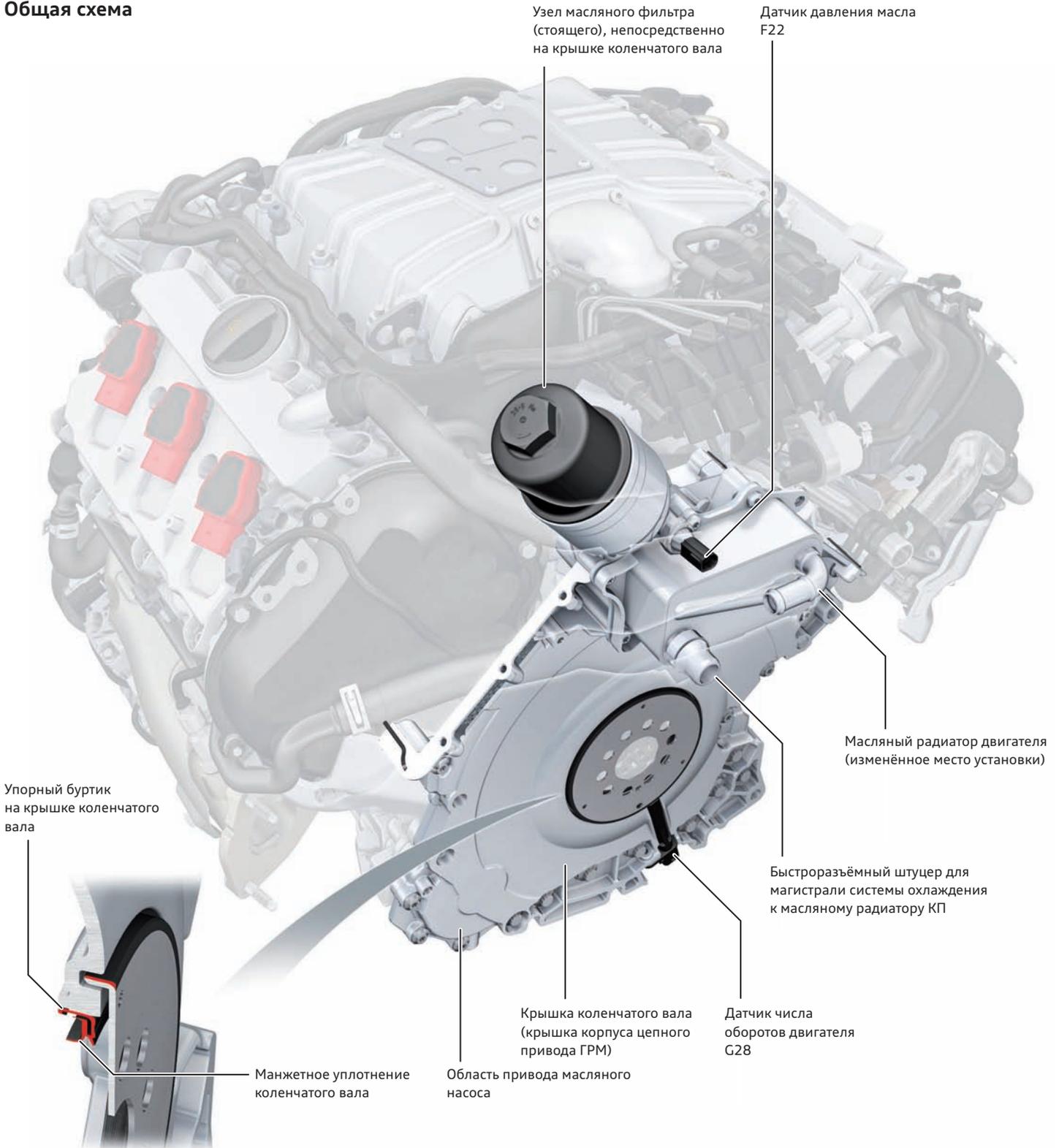
Изготавливаемая из алюминия (Alusil) методом литья под давлением крышка коленчатого вала (крышка корпуса цепного привода ГРМ) с обратной стороны двигателя также была модифицирована, чтобы обеспечить достаточно места для установки электромеханического усилителя рулевого управления. Меньший диаметр звёздочки привода масляного насоса позволил уменьшить эту область крышки коленчатого вала.

Крышка коленчатого вала крепится со стороны коробки передач к блоку цилиндров и к блоку крышек коренных подшипников. Она закрывает корпус цепного привода и отделяет привод ГРМ от коробки передач.

### Общая схема

Блок масляного фильтра (является стоящим) теперь представляет собой непосредственную часть крышки коленчатого вала. Место установки масляного радиатора двигателя было перенесено с верхней части масляного поддона на крышку коленчатого вала в непосредственной близости от масляного фильтра. На самом масляном радиаторе двигателя находится быстроразъёмный штуцер для магистрали системы охлаждения к масляному радиатору КП.

Разрежение в картере двигателя несколько более высокое, чем на двигателе поколения 3. В результате манжетное уплотнение могло бы втягиваться внутрь. Для предотвращения этого на крышке предусмотрен упорный буртик.



## Кривошипно-шатунный механизм

Коленчатый вал изготавливается из кованой заготовки. Главной задачей при его разработке было существенное снижение массы.

Для этого был уменьшен размер щёк кривошипов, а шатунные шейки изготавливаются полыми (высверливание). В общей сложности эти меры позволили сократить массу коленчатого вала на 1670 граммов.

## Шатуны

Крышка нижней головки шатунов отделяется *отламыванием*  $\nearrow$ , в верхней головке устанавливается бронзовая втулка.



## Подшипники коленчатого вала

Узел	Технические характеристики
Вкладыши подшипников	3-слойные вкладыши: стальная основа с бронзовым рабочим слоем с гальванически нанесённым на него покрытием из висмута Коренные подшипники: 2-слойные вкладыши (с покрытием)
Коренные подшипники, диам.	65 мм
Шатунные подшипники, диам.	56 мм

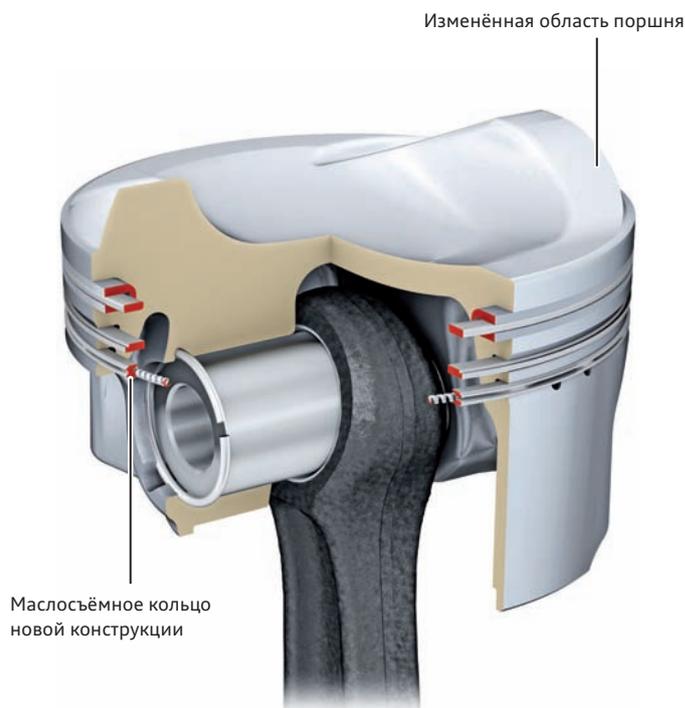
## Поршни

Частью изменённой компоновки камеры сгорания стали и новые поршни. Они обеспечивают облегчение конструкции, снижение расхода топлива и уменьшение вредных выбросов, прежде всего — выбросов твёрдых частиц.

При этом были реализованы следующие изменения:

- ▶ Облегчение поршней за счёт новой конструкции заготовки поршня:
  - ▶ уменьшение массы возвратно-поступательно движущихся частей.
- ▶ Уменьшение расстояния между днищем поршня (включая и выступы на днище) и ГБЦ:
  - ▶ увеличение степени сжатия до 10,8 (двигатели поколения 3: 10,3);
  - ▶ сокращение расхода топлива.
- ▶ Снижение тангенциальных усилий на поршневых кольцах:
  - ▶ снижение трения;
  - ▶ уменьшение выбросов CO<sub>2</sub>.
- ▶ Новая конструкция маслосъёмного кольца:
  - ▶ снижение расхода масла.
- ▶ Графитовое покрытие:
  - ▶ необходимо при использовании гильз из серого чугуна;
  - ▶ снижение трения;
  - ▶ улучшенные характеристики в аварийных режимах работы.

$\nearrow$  См. «Словарь специальных терминов» на стр. 46.



624\_002

624\_005

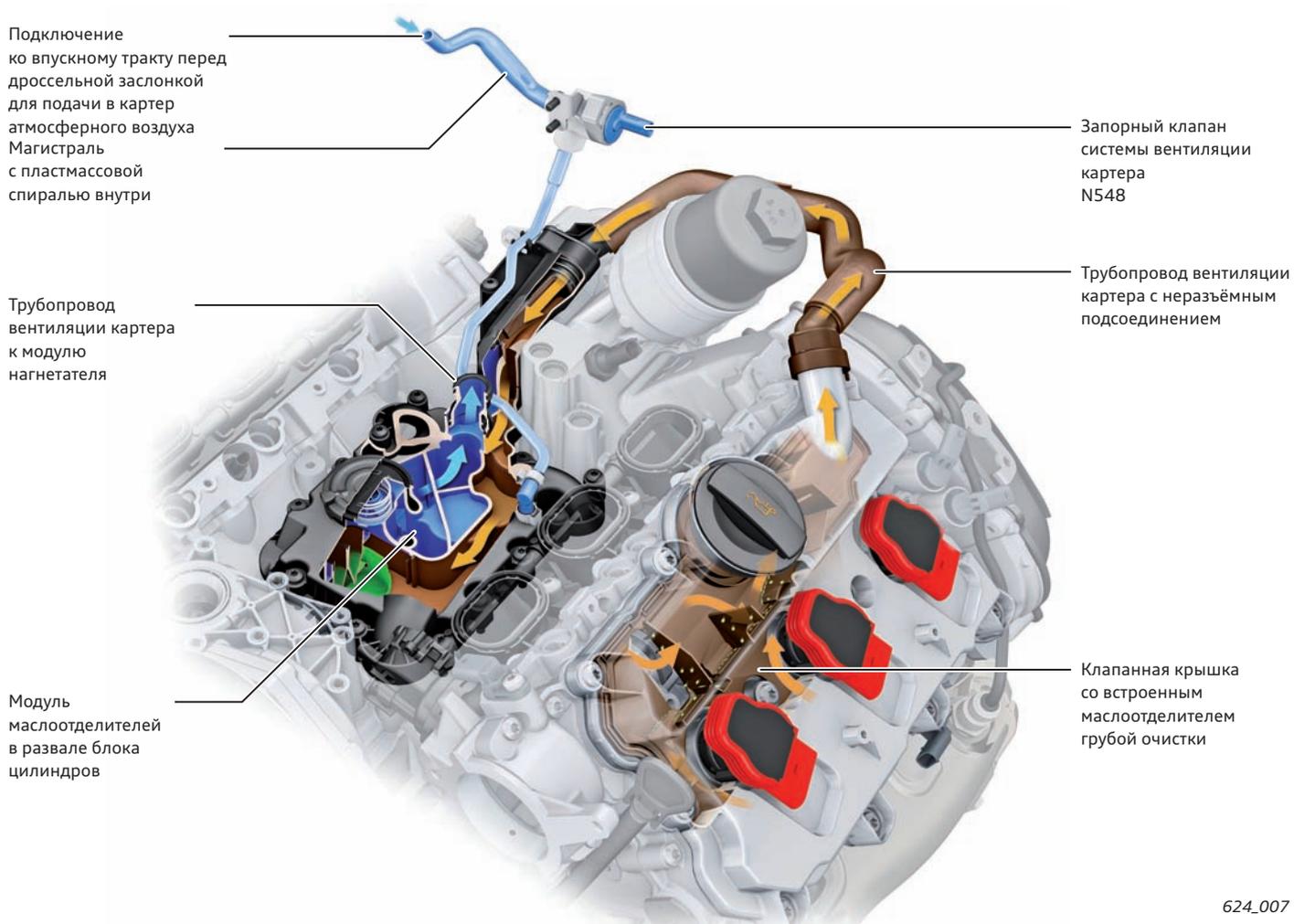
## Система вентиляции картера

Система вентиляции картера была ещё раз модифицирована. Главным критерием было при этом улучшение очистки картерных газов (отделения масла). Отвод картерных газов осуществляется теперь только через блок одного ряда цилиндров.

Грубая очистка происходит в лабиринтном маслоотделителе в клапанной крышке. Трубопровод между маслоотделителями грубой и тонкой очистки снабжён изоляцией.

Это предотвращает конденсацию содержащихся в картерных газах углеводородов. Маслоотделитель тонкой очистки с регулятором давления расположен в развале блока цилиндров и во многом аналогичен маслоотделителю двигателя 3,0 л V6 TFSI поколения 3. Система рассчитана на разрежение 150 мбар.

Дополнительная информация по системе вентиляции картера содержится в программе самообучения 411 «Двигатели Audi 2,8 и 3,2 л FSI с системой Audi Valvelift System».



624\_007



### Указание

Трубопровод вентиляции картера подсоединяется к клапанной крышке неразъёмно. Это необходимо для соблюдения требований CARB (California Air Resource Board). Трубопровод вентиляции картера одинаков для исполнений двигателя для всех рынков (уменьшение числа различных вариантов).

## Подача в картер атмосферного воздуха (Positive Crankcase Ventilation, PCV)

Картер может принудительно вентилироваться чистым атмосферным воздухом. Воздух для этого отбирается из впускного тракта двигателя (за воздушным фильтром), проходит по отдельной магистрали и вводится в систему картера в маслоотделителе тонкой очистки.

Модернизация системы позволила достичь следующего:

- ▶ снижение уровня шумов;
- ▶ улучшение работы двигателя на холостом ходу.

Для снижения уровня шумов в магистрали устанавливается пластмассовая спираль. Большое содержание углеводородов в картере могло бы отрицательно сказываться на работе двигателя на холостом ходу. Улучшение работы двигателя на холостом ходу достигается с помощью запорного клапана системы вентиляции картера N548, который перекрывает магистраль подачи атмосферного воздуха на холостом ходу, когда лямбда-регулирование регистрирует слишком высокий уровень углеводородов, поступающих из системы вентиляции картера. Запорный клапан системы вентиляции картера N548 активируется блоком управления двигателя с помощью ШИМ-сигнала  $\lambda$ . В неактивированном состоянии (без напряжения) клапан полностью открыт, за счёт чего при отказе в цепи управления клапана обеспечивается вентиляция картера.

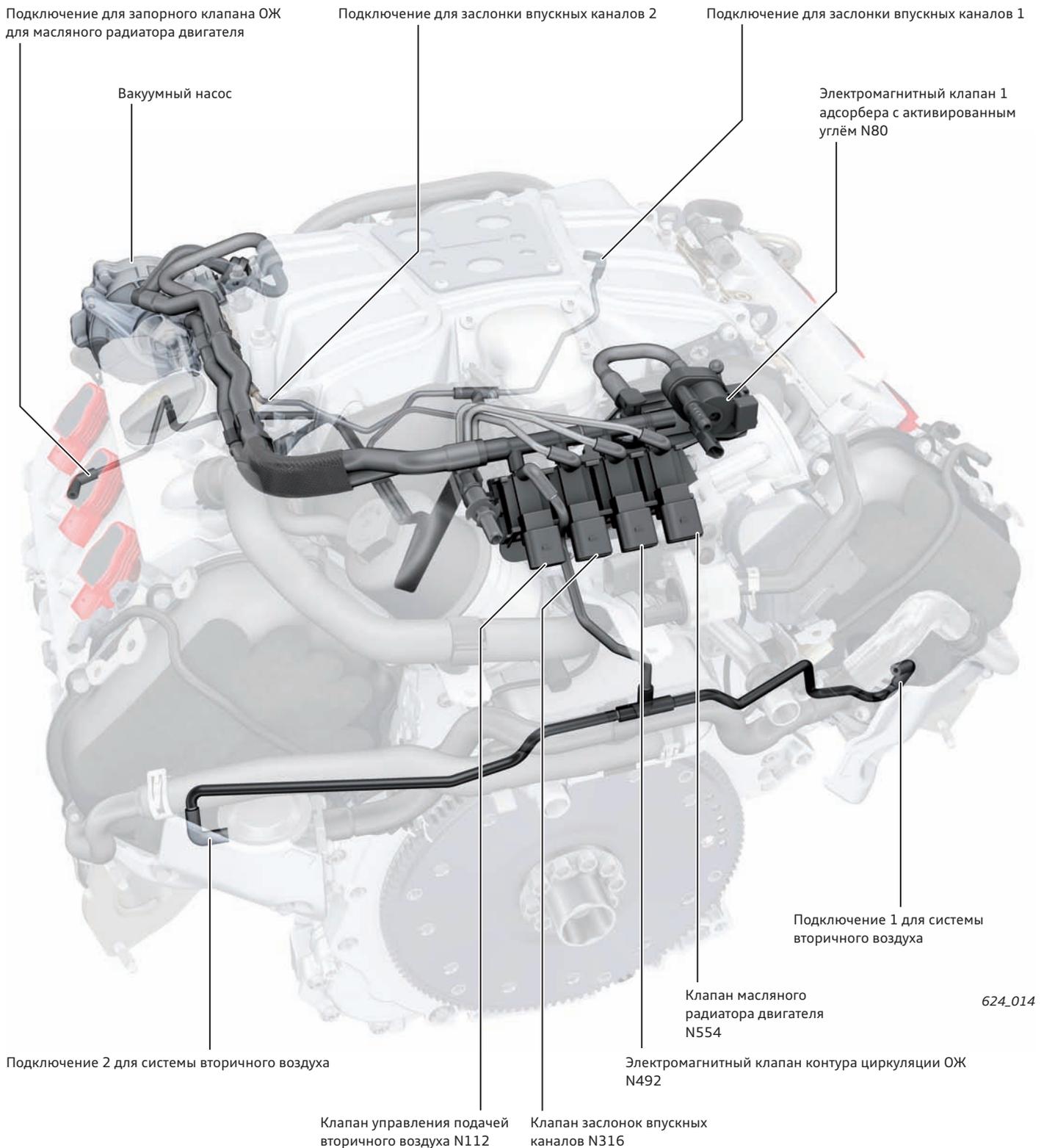
↗ См. «Словарь специальных терминов» на стр. 46.

## Вакуумная магистраль

Для обеспечения бесперебойного разрежения с передней стороны двигателя установлен вакуумный насос. Он приводится от распредвала впускных клапанов левого ряда цилиндров. Электромагнитные клапаны для активации потребителей разрежения расположены на задней стороне двигателя.

Разрежение используется в работе следующих систем:

- ▶ Система подачи вторичного воздуха (2 комбинированных клапана).
- ▶ Заслонки впускного коллектора.
- ▶ Система охлаждения:
  - ▶ отключаемый масляный радиатор двигателя;
  - ▶ отключаемый насос системы охлаждения.



### Указание

Вакуумные магистрали, как и электрические разъёмы, подключаются только к предназначенным для этого местам. Они ни в коем случае не должны быть перепутаны.

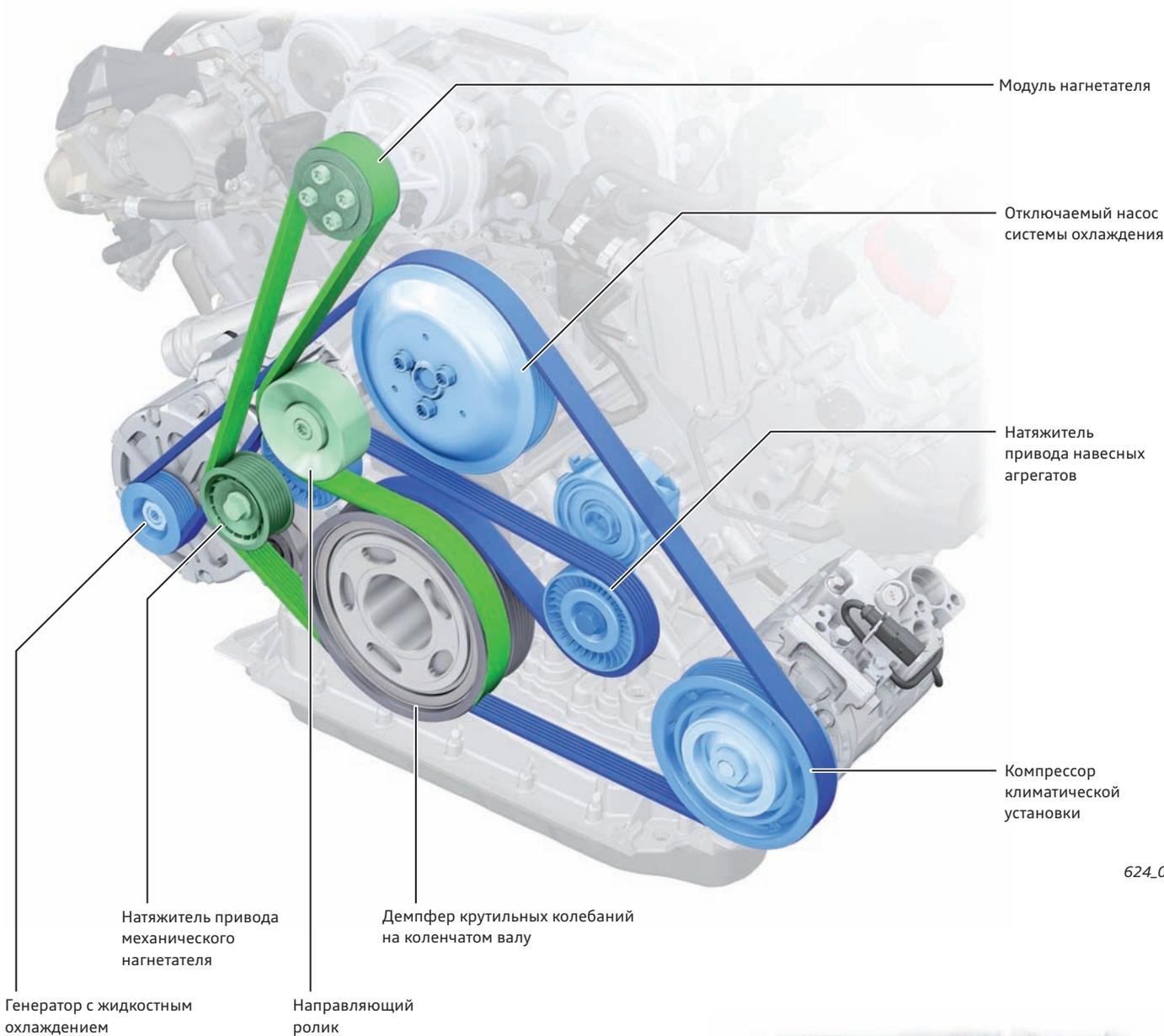
## Ремённая передача

Для привода навесных агрегатов на двигателе предусмотрены две отдельные ремённые передачи. Ремённой передачей для навесных агрегатов приводятся генератор, отключаемый насос системы охлаждения и компрессор климатической установки. Механический нагнетатель приводится отдельной ремённой передачей.

Условные обозначения:

— Привод навесных агрегатов

— Привод механического нагнетателя



624\_036

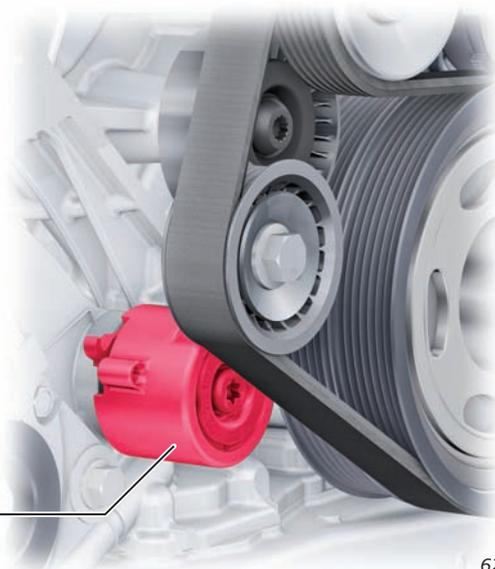
### Привод механического нагнетателя

Как и на 3,0 л V6 TFSI поколения 3, в новом двигателе для привода механического нагнетателя используется отдельная ремённая передача. Так как нагнетатель является отключаемым, в этом случае требуется более высокое усилие натяжения ремня. Поликлиновый ремень привода нагнетателя подлежит периодической замене, см. таблицу интервалов ТО на стр. 45. Пользуйтесь всегда только последней (актуальной) таблицей интервалов ТО.

Характеристики:

- ▶ усилие натяжения — 290 Н (ранее — 219 Н);
- ▶ передаточное отношение ремённой передачи  $i = 2,5$ .

Натяжитель привода механического нагнетателя



624\_067

## Цепной привод ГРМ

В плане конструкции цепной привод ГРМ аналогичен приводу предшествующих V-образных 6-цилиндровых бензиновых двигателей. Основными целями при его модернизации были уменьшение потерь на трение, облегчение и снижение стоимости.

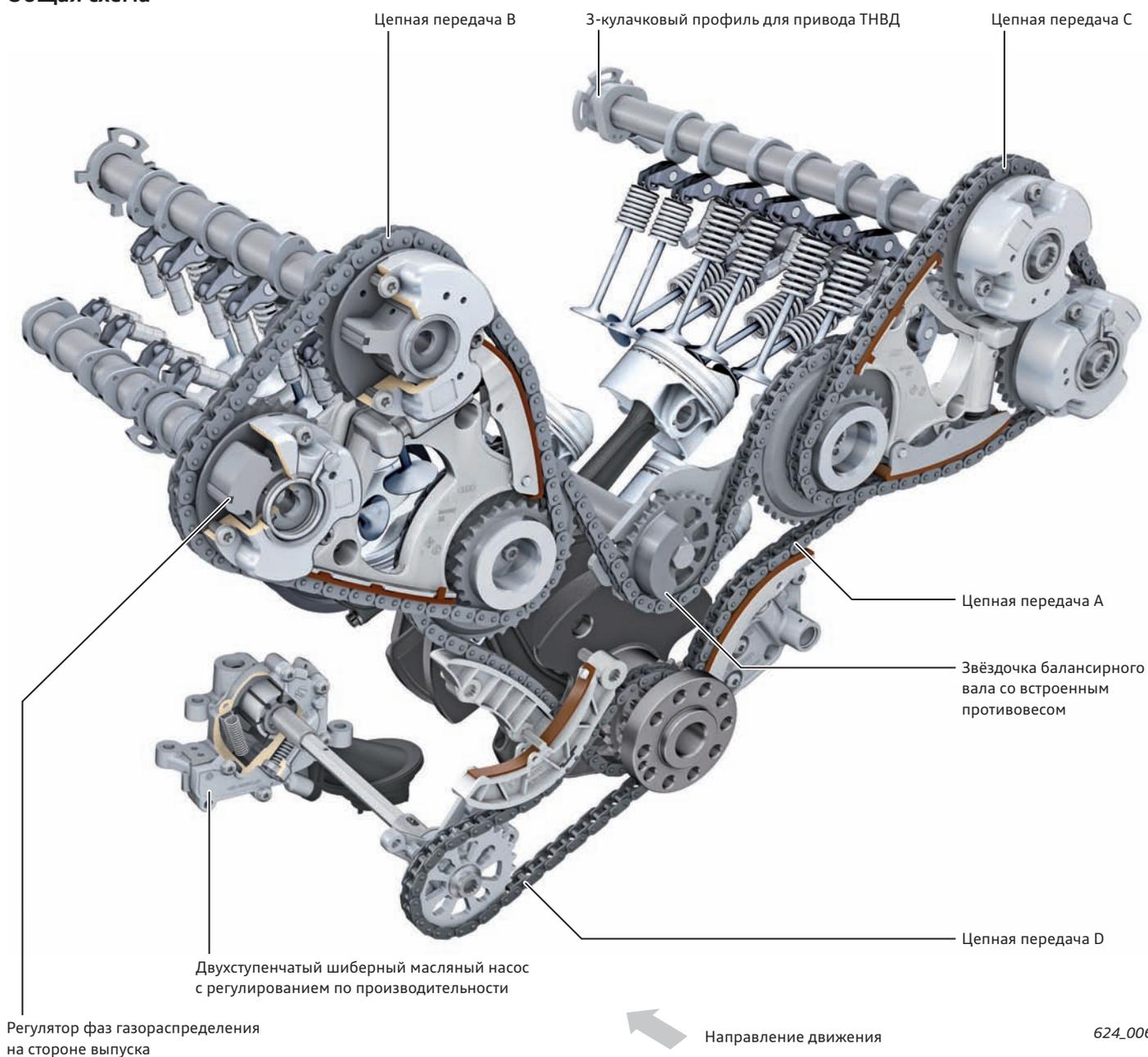
По сравнению с 3,0 л V6 TFSI поколения 3, были модифицированы цепные передачи A (приводит теперь также балансирный вал) и D (приводит теперь только масляный насос). В результате цепи обоих этих приводов имеют теперь меньше звеньев (снижение массы).

Натяжители цепи передач A, B и C представляют собой механические пружинные натяжители с гидравлической поддержкой — как на двигателе 3,0 л V6 TFSI поколения 3.

Корпусы натяжителей цепных передач B и C облегчены. Успокоители цепей выполнены как часть клапанной крышки. В цепной передаче D используется механический пружинный натяжитель без гидравлической поддержки. Натяжение цепи обеспечивается пакетом листовых пружин. Двигатель по-прежнему оснащается одним балансирным валом, установленным в развале блока цилиндров. Но для его привода используется теперь звёздочка со встроенным противовесом, изготовленная методом порошковой металлургии. Сам вал является кованным и не имеет кольцевых канавок в шейках обоих опор.

Регулятор фаз газораспределения устанавливается теперь не только на впускных, но и на выпускных распредвалах.

### Общая схема



624\_006



#### Указание

Вследствие конструктивных изменений в цепной передаче, меняется также порядок выполнения сборки/установки. Следуйте в этой связи указаниям в руководстве по ремонту.

## Регулирование фаз газораспределения

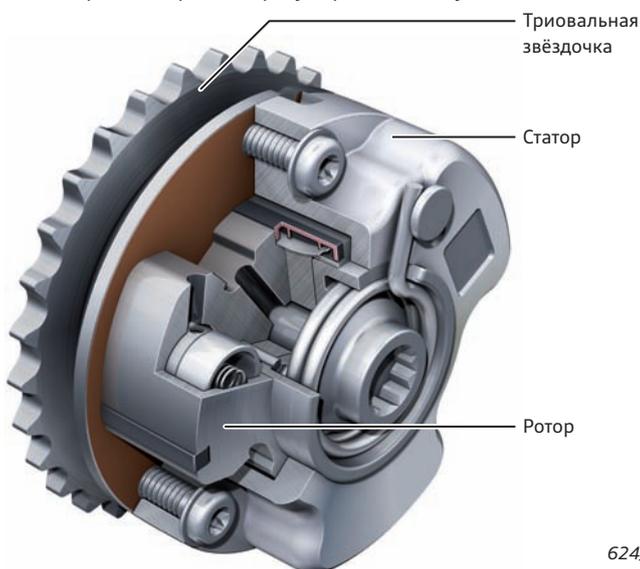
Регулирование фаз газораспределения, то есть моментов открывания/закрывания впускных и выпускных клапанов, позволяет оптимизировать процессы газообмена в цилиндрах во всём диапазоне оборотов двигателя, а тем самым и характеристики мощности и крутящего момента. Оно выполняется изменением положения («поворотом») распредвалов относительно коленчатого вала с помощью гидравлических регуляторов (гидромоторов) в звёздочках распредвалов.

При отсутствии давления в гидросистеме регуляторов они блокируются для предотвращения стуков. Блокировка осуществляется подпружиненными стопорными штифтами, фиксирующими статор регулятора относительно ротора.

### Устройство регуляторов фаз газораспределения

#### Особенности конструкции

- ▶ Устройство перенято от двигателя 3,0 л V6 TFSI поколения 3 (уменьшено просачивание масла, облегчённая конструкция).
- ▶ Диапазон регулирования впускного распредвала: 50° угла поворота КВ (поколение 3: 42°).
- ▶ Диапазон регулирования выпускного распредвала: 42° угла поворота КВ (раньше регулирование отсутствовало).



Для этого прекращается подача напряжения на все клапаны регулирования фаз газораспределения. При неактивированных электромагнитных клапанах распредвалы впускных клапанов находятся в положении «поздно», а распредвалы выпускных клапанов — в положении «рано».

Распредвалы выпускных клапанов приводятся в положение «рано» пружиной. В регуляторах фаз газораспределения используются триовальные звёздочки.

- ▶ Триовальные звёздочки.
- ▶ Клапаны регулирования фаз газораспределения с прочными сетчатыми вставками для предотвращения усталостного разрушения (аналогично двигателю 4,0 л V8 TFSI).



### Лазерное нанесение поверхностной структуры

Для улучшения передачи крутящего момента между распредвалом и звёздочкой на торцевую поверхность распредвала с помощью лазерной обработки наносится объёмная структура. При первом притягивании к распредвалу алюминиевого корпуса регулятора на нём также образуется объёмная структура (отпечаток). Внимание: после ослабления винтов крепления звёздочки к распредвалу винты подлежат замене (всегда следует использовать новые винты), см. руководство по ремонту.



#### Дополнительная информация

Устройство и принцип действия регуляторов фаз газораспределения подробно рассматриваются в программе самообучения 267 «Двигатель 6,0 л W12 в Audi A8 — часть 1».

## Головка блока цилиндров

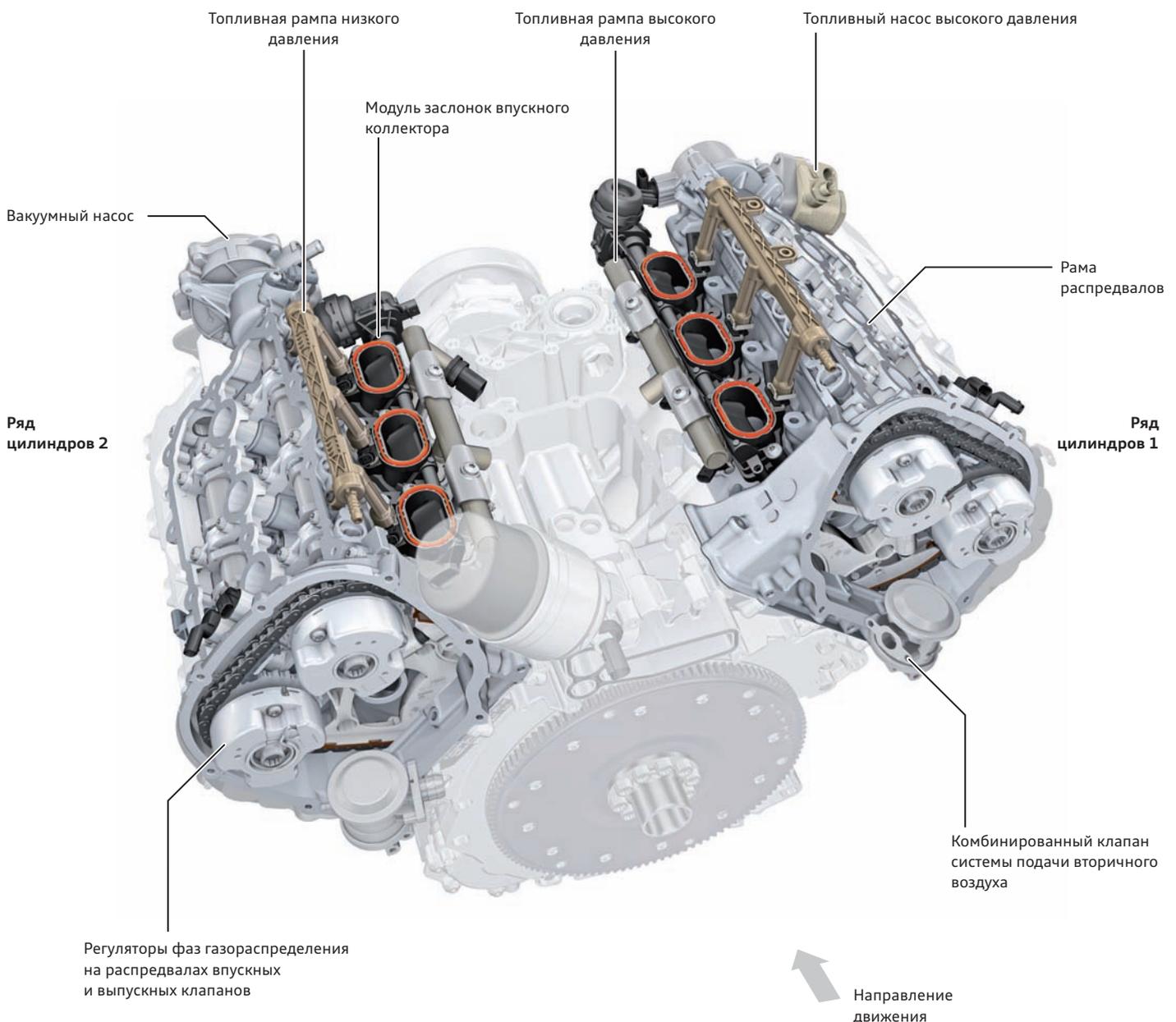
Головки блока цилиндров подверглись многочисленным изменениям. Ниже приводится краткий обзор наиболее важных из них:

- ▶ Адаптация к новой форме камер сгорания.
- ▶ Изменённое крепление приводного нагнетателя.
- ▶ Использование двойной системы впрыска:
  - ▶ установка дополнительных форсунок низкого давления;
  - ▶ прокладка топливопроводов.
- ▶ Модифицированные каналы системы охлаждения (X-образное отверстие).
- ▶ Регулятор фаз газораспределения на распредвале выпускных клапанов.
- ▶ Более стойкий к истиранию механизм клапанов.
- ▶ Новые седла впускных клапанов (пригодные для работы с этанолсодержащим топливом, E25).
- ▶ Износостойкие направляющие втулки выпускных клапанов.
- ▶ Рама распредвалов с местами крепления клапанов 1+2 регулирования фаз газораспределения.
- ▶ Новые комбинированные клапаны (система подачи вторичного воздуха) с изменённым креплением.

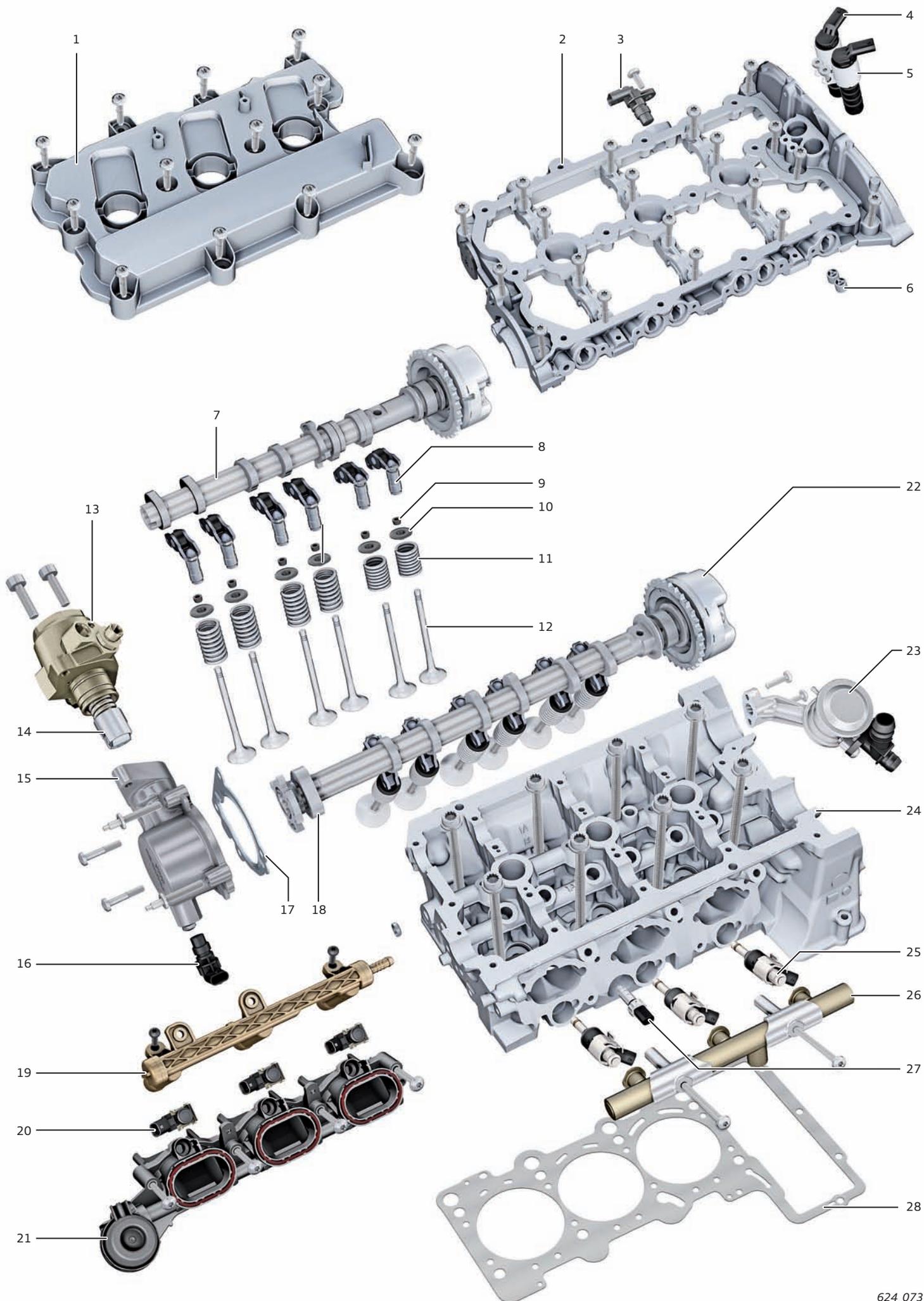
За счёт оптимизации наиболее тяжёлых деталей, например концевых элементов для подключения регуляторов фаз газораспределения, удалось добиться снижения массы головок блока цилиндров.

Финишная обработка 7 опорных шеек распредвалов позволила уменьшить потери на трение, в особенности в период обкатки двигателя.

Доработка седел клапанов не допускается. Разрешены замена и притирка клапанов.



Детали и узлы (на примере ряда цилиндров 1)



Пояснения к иллюстрации на стр. 16:

- |    |   |    |  |
|----|---|----|--|
| 1  | Клапанная крышка  | 16 | Датчик Холла 2 G163  |
| 2  | Рама крепления распредвалов                                       | 17 | Уплотнение   |
| 3  | Датчик Холла G40  | 18 | Кулачковый профиль привода ТНВД                                  |
| 4  | Клапан 1 регулятора фаз газораспределения N205                    | 19 | Топливная рампа низкого давления                                 |
| 5  | Клапан 1 регулятора фаз газораспределения выпускных клапанов N318 | 20 | Форсунки 2 цилиндров 1-3 (низкого давления) N532-N534            |
| 6  | Обратные клапаны  | 21 | Блок заслонок впускного коллектора                               |
| 7  | Распредвал выпускных клапанов с регулятором фаз газораспределения | 22 | Распредвал впускных клапанов с регулятором фаз газораспределения |
| 8  | Роликовый рычаг с гидрокомпенсатором                              | 23 | Комбинированный клапан системы подачи вторичного воздуха         |
| 9  | Сухарь  | 24 | ГБЦ  |
| 10 | Тарелка клапанной пружины   | 25 | Форсунки цилиндров 1-3 (высокое давление) N30-N32                |
| 11 | Пружина клапана   | 26 | Топливная рампа высокого давления                                |
| 12 | Выпускной клапан  | 27 | Датчик температуры системы терморегулирования двигателя G694     |
| 13 | Топливный насос высокого давления                                 | 28 | Прокладка ГБЦ  |
| 14 | Толкатель с роликом   |    |  |
| 15 | Корпус привода ТНВД   |    |  |

## Кожухи цепных приводов ГРМ

Кожухи цепных приводов ГРМ крепятся болтами к головкам блока цилиндров, уплотнение обеспечивается жидким герметиком.

Кожухи изготовлены из алюминиевого листа и имеют толщину стенок всего 0,8 мм, что обеспечивает снижение массы на 400 граммов. Форма новых кожухов изменена с учётом модификаций в системе подачи вторичного воздуха. Конструкция обоих кожухов одинакова.

Снаружи на кожухи нанесён слой термостойкого изолирующего материала *терофон* <sup>1</sup> для уменьшения шумов цепного привода. Толщина терофонового покрытия составляет 3 мм.



Терофоновое покрытие

<sup>1</sup> См. «Словарь специальных терминов» на стр. 46.

# Система смазки

## Введение

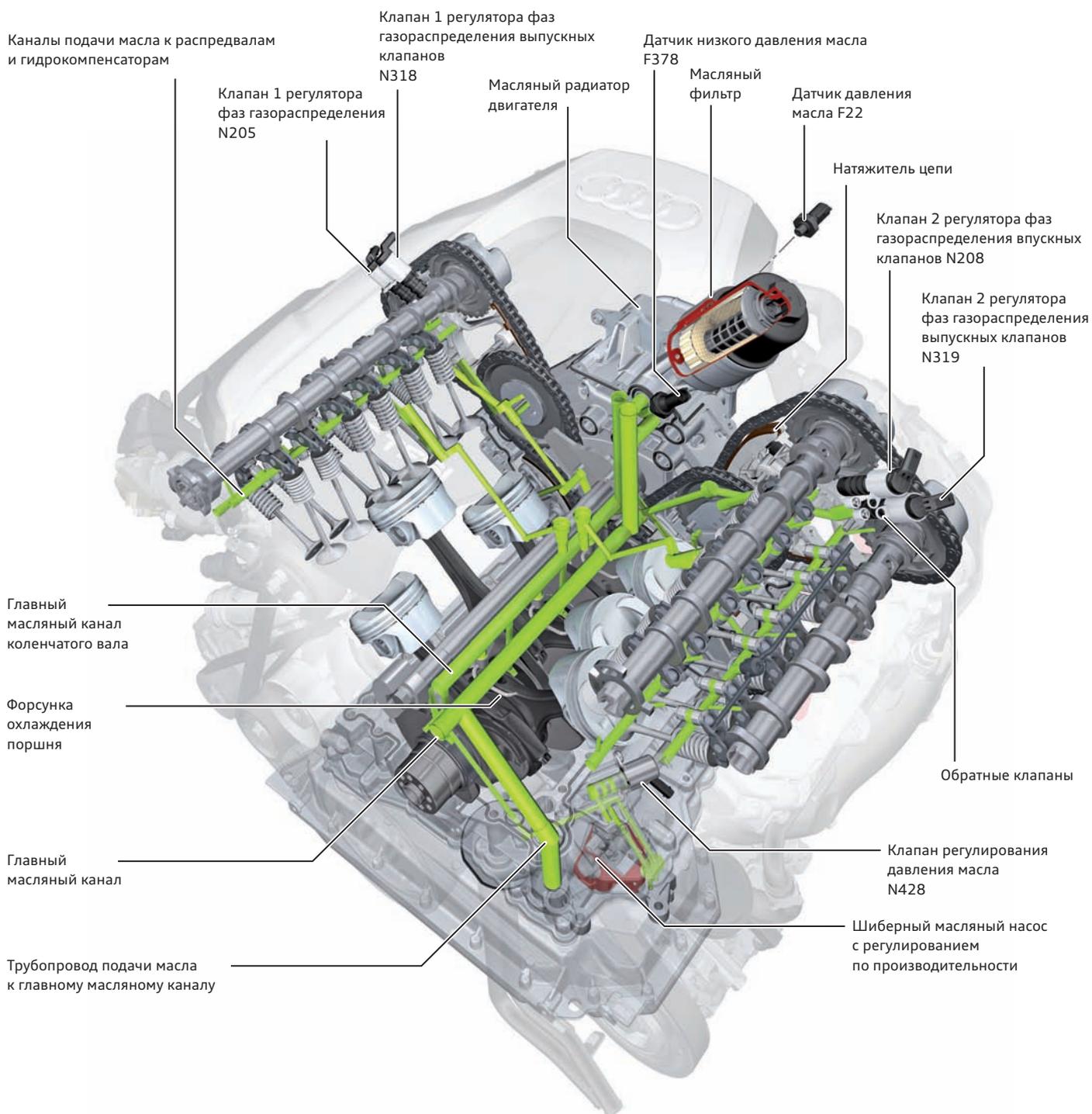
Система смазки была модифицирована с учётом новых условий. К числу нововведений относится новый масляный поддон с меньшим объёмом.

Масляный радиатор был перенесён на заднюю сторону двигателя на крышку коленчатого вала (крышку корпуса цепного привода ГРМ), где он крепится винтами. Узел масляного фильтра (стоящего) интегрирован с крышкой коленчатого вала.

Для обеспечения давлением масла дополнительных регуляторов фаз газораспределения на выпускных распредвалах были изменены каналы системы смазки в головках блоков цилиндров.

В головках блока цилиндров установлены форсунки охлаждения поршней. Они открываются при давлении прим. 2,5 бар и закрываются при прим. 2 бар. Управление осуществляется подпружиненными шариковыми клапанами.

## Общая схема контура системы смазки



## Масляный насос

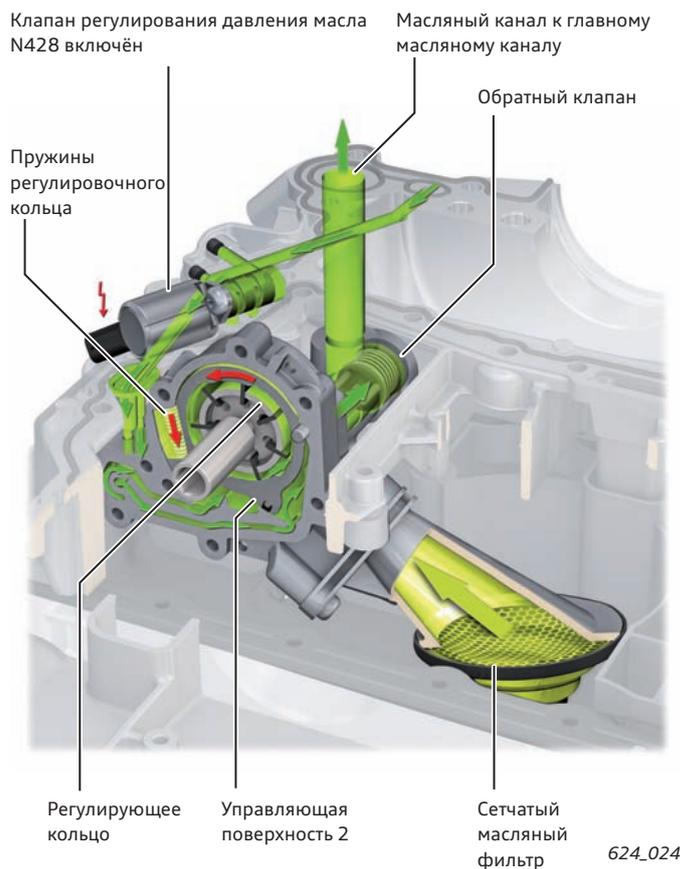
Масляный насос шиберный, двухступенчатый, отключаемый (для чего крыльчатка может закрываться задвижкой).

### Низкий уровень давления

Клапан регулирования давления масла N428 включается блоком управления двигателя. В результате открывается канал к управляющей поверхности 2. Создаваемое насосом давление масла действует теперь на обе управляющие поверхности и поворачивает регулировочное кольцо с большим усилием. Рабочий объём насоса уменьшается. В результате насос подаёт меньше масла. Давление масла снижается. Масляный насос работает с меньшим потреблением мощности. Это сокращает расход топлива автомобилем.

Давление масла на низкой ступени давления составляет приблизительно 1,5 бар.

При выходе из строя электрической цепи управления клапаном регулирования давления масла N428 масляный насос постоянно работает с высоким уровнем давления масла.



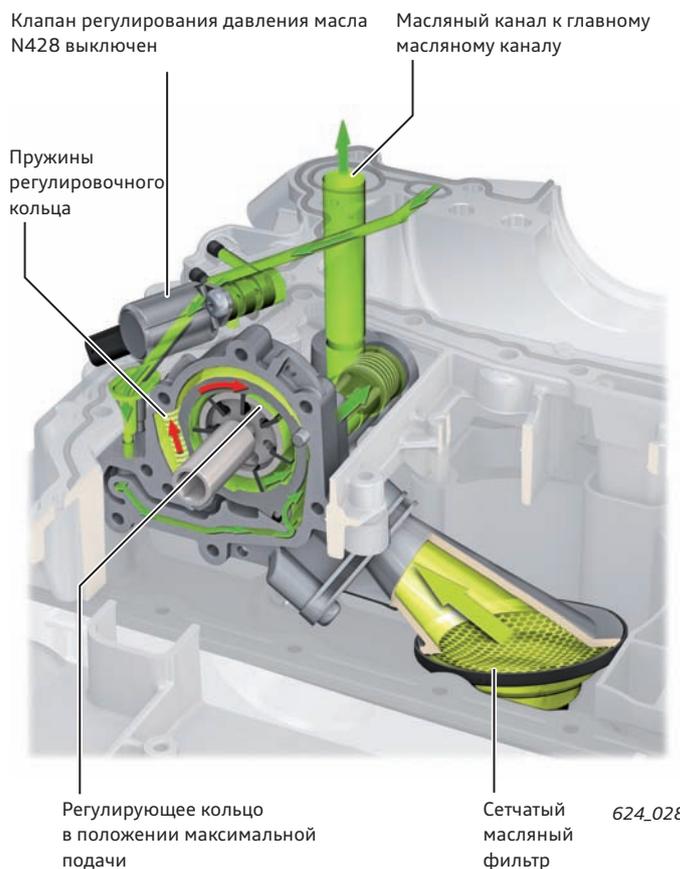
### Высокий уровень давления

Начиная с числа оборотов 4600 об/мин происходит переключение на ступень высокого давления масла. Для этого на клапан регулирования давления масла N428 перестаёт подаваться напряжение.

Таким образом, давление масла на управляющую поверхность 2 регулирующего кольца больше не подаётся. Пружины отжимают регулировочное кольцо назад, увеличивая рабочий объём насоса. Производительность насоса повышается, и давление начинает поддерживаться на более высоком уровне. Масло, вытесняемое управляющей поверхностью 2, сливается через клапан N428 в масляный поддон. Обратное переключение с высокого уровня давления на низкий происходит, когда обороты становятся ниже 4300 об/мин, с 5-секундной задержкой.

Давление масла на низком уровне давления составляет прим. 3,3 бар.

Для предотвращения повреждений системы из-за слишком высокого давления (например, когда масло очень холодное и вязкое) в насосе предусмотрен предохранительный клапан. Он открывается при давлении прим. 11 бар (относит.).



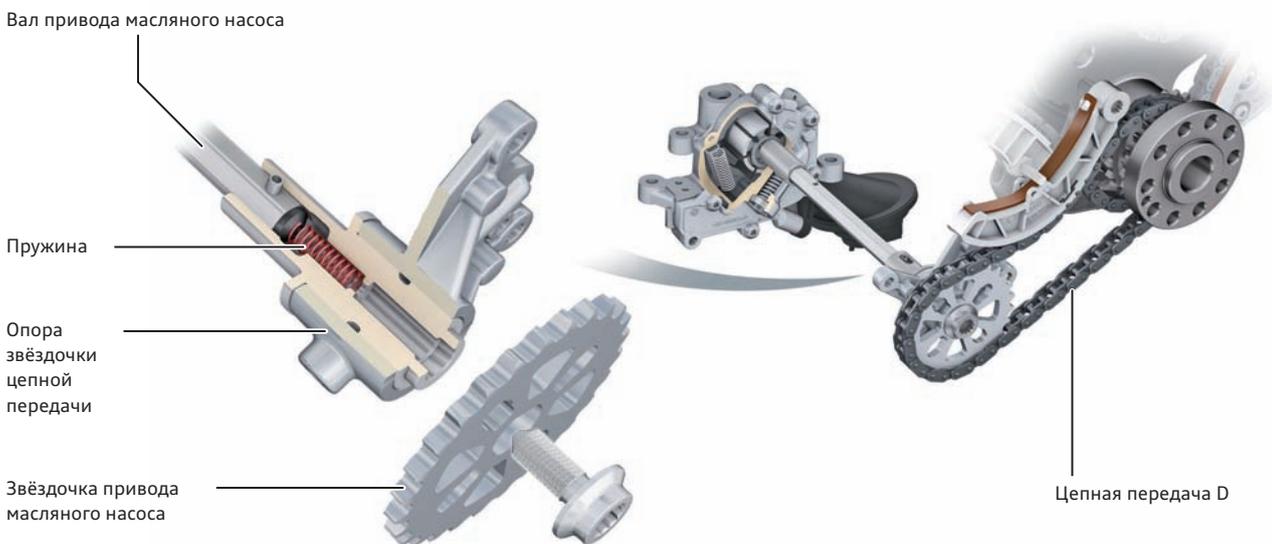
### Дополнительная информация

Действие регулируемого по производительности масляного насоса описано в программе самообучения 607 «Двигатель Audi 4,0 л V8 TFSI с двумя турбонагнетателями».

## Привод масляного насоса

Масляный насос, как и на предшествующем двигателе, установлен (крепится винтами) в верхней части масляного поддона. Привод масляного насоса осуществляется цепной передачей D от коленчатого вала через дополнительный приводной вал.

Передаточное отношение передачи i составляет 1,08. Приводной вал масляного насоса является подвижным в осевом направлении и удерживается в рабочем положении пружиной. Это сделано для того, чтобы масляный насос можно было демонтировать без снятия цепной передачи.



624\_043

## Отключаемый масляный радиатор

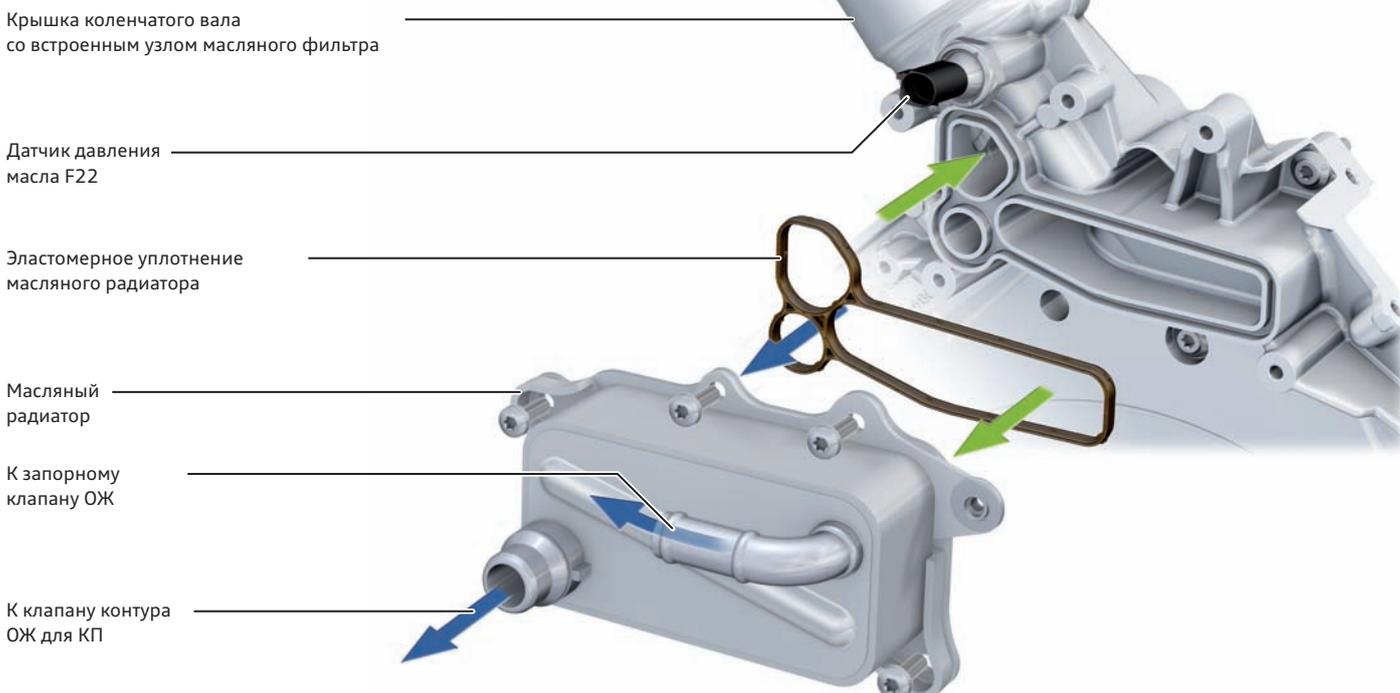
Место установки масляного радиатора было изменено по сравнению с двигателем поколения 3. Теперь он устанавливается на крышке коленчатого вала (крышке корпуса цепного привода ГРМ) в непосредственной близости от узла масляного фильтра.

Масляный радиатор крепится к крышке коленчатого вала винтами. Для герметизации масляных каналов применяется фасонное уплотнение из *эластомера* 7.

Поток ОЖ через масляный радиатор регулируется по потребности вакуумным исполнительным приводом, см. «Система охлаждения» на стр. 28.

### Условные обозначения:

- Охлаждающая жидкость
- Масло двигателя — неочищенное
- Масло двигателя — очищенное



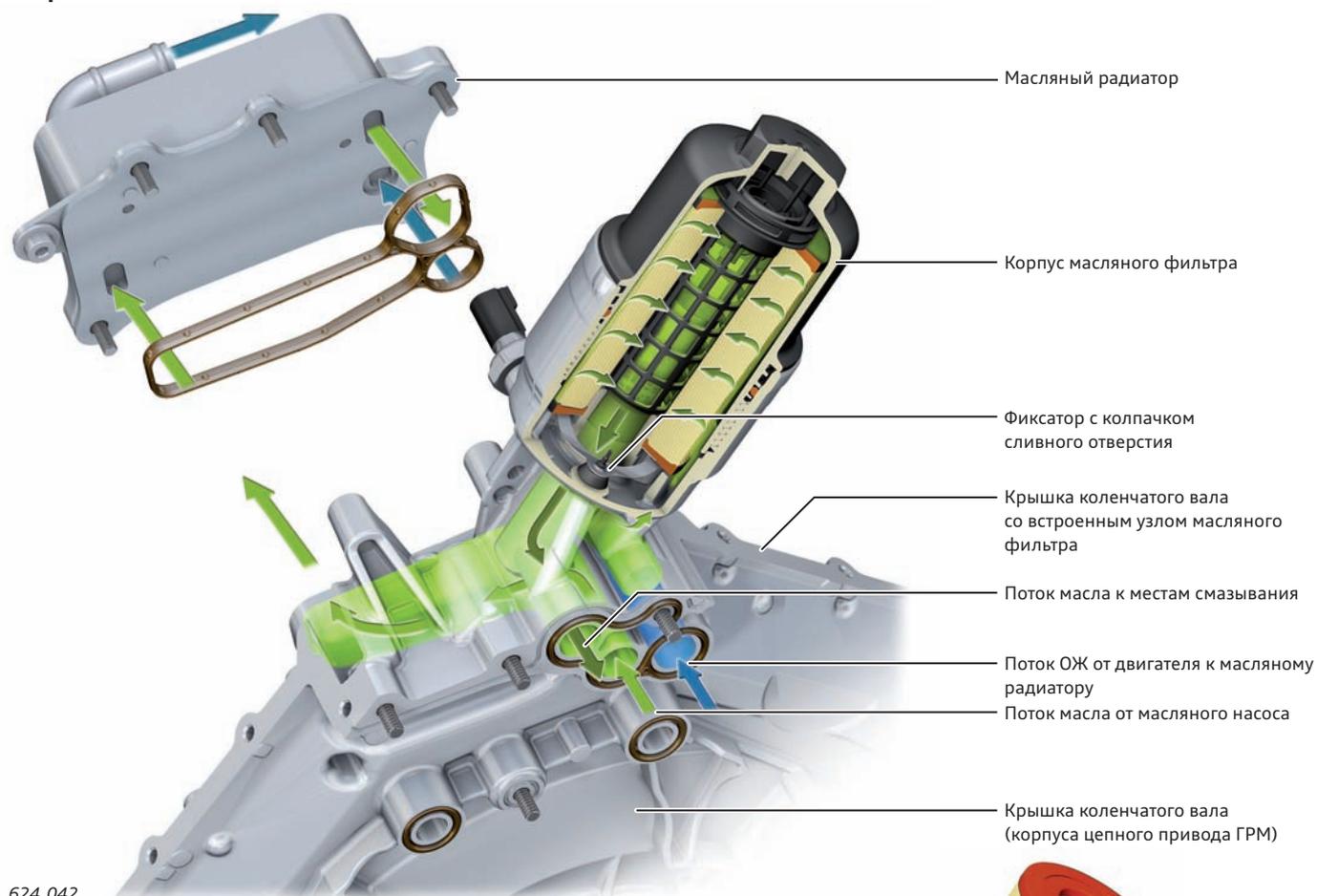
7 См. «Словарь специальных терминов» на стр. 46.

624\_044

## Узел масляного фильтра

Узел масляного фильтра выполнен как часть крышки коленчатого вала (крышки корпуса цепного привода ГРМ) на обратной стороне двигателя. Это обеспечивает доступность фильтра при техническом обслуживании, то есть при замене фильтрующего элемента.

### Устройство

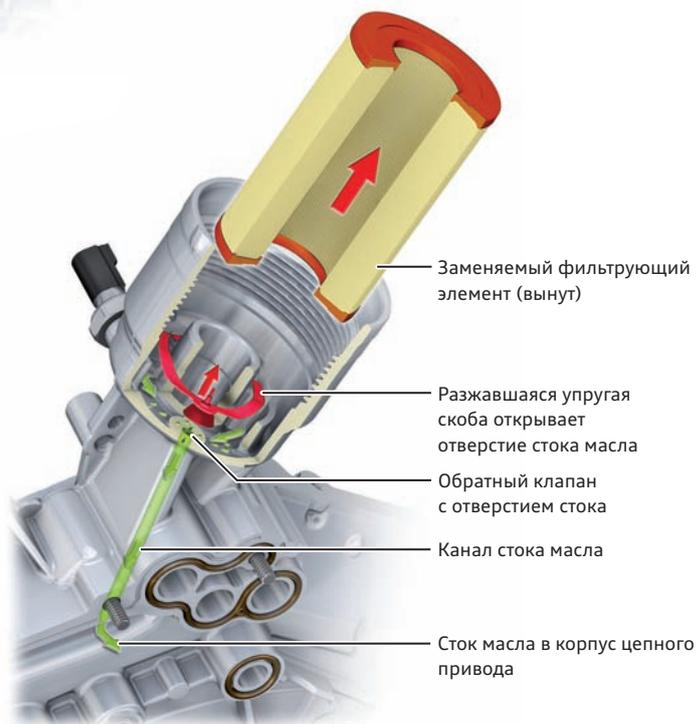


624\_042

## Замена масляного фильтра

При замене масляного фильтра необходимо не допустить вытекания масла на двигатель. Для этого при замене фильтра необходимо обеспечить возможность стекания масла, находящегося в корпусе фильтра, в масляный поддон. После откручивания корпуса масляного фильтра на несколько оборотов обратный клапан открывает канал, по которому масло из корпуса фильтра может стечь в масляный поддон. Обратный клапан удерживается закрытым усилием сжатой упругой скобы. При вкручивании корпуса масляного фильтра в узел фильтра эта скоба сжимается фильтрующим элементом.

При замене масляного фильтра, то есть перед установкой нового фильтрующего элемента, необходимо проверить, находится ли упругая скоба в правильном положении, и, если нет, привести её в правильное положение. Если обратный клапан под воздействием упругой скобы не будет перекрывать канал стока масла надлежащим образом, в системе не будет создаваться давление масла.



624\_041



### Указание

При замене масла необходимо соблюдать указания по снятию и установке фильтрующего элемента, в особенности указания по обращению с упругой скобой.

# Система впуска и наддува

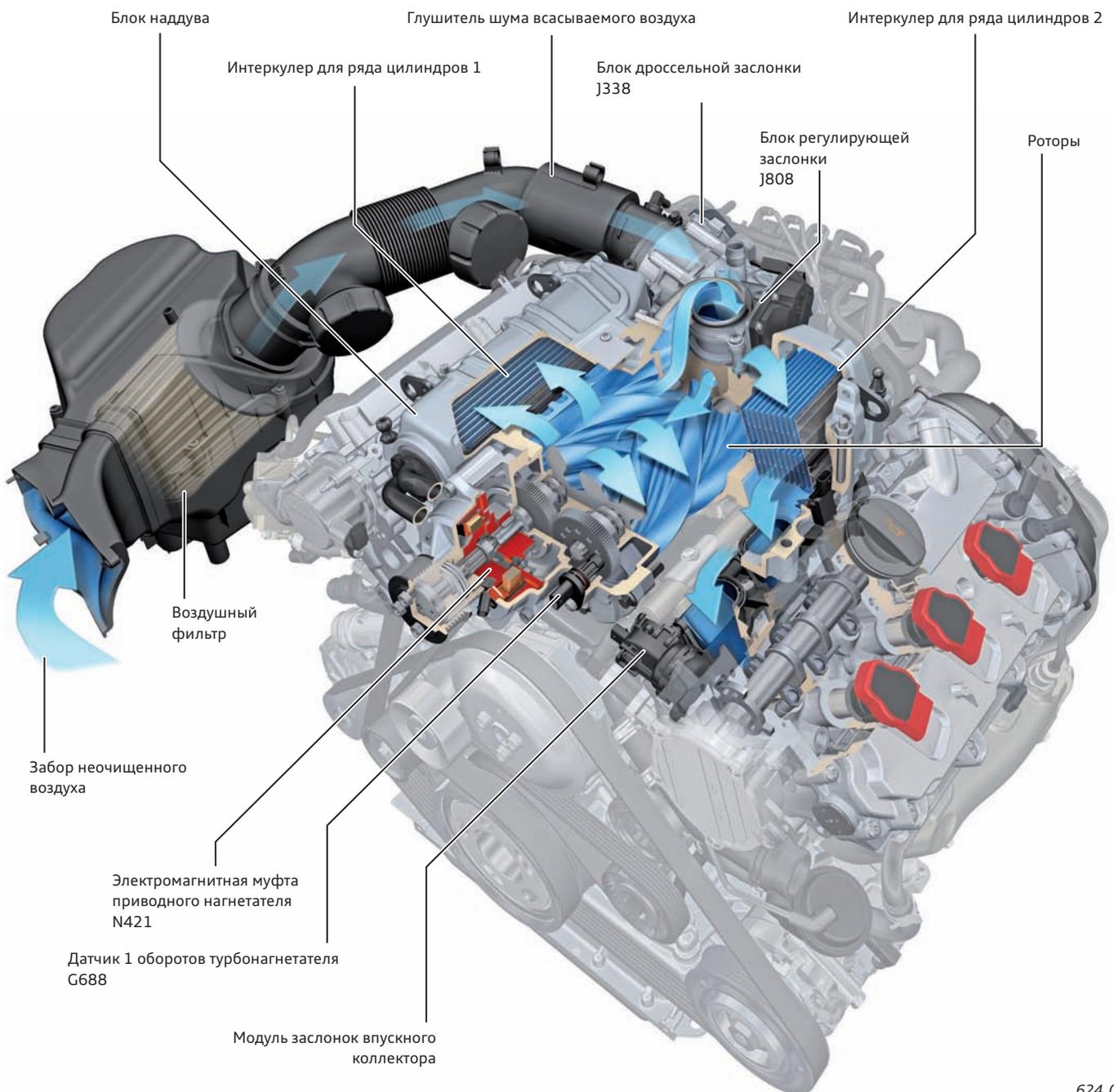
## Общая схема

Система впуска и наддува воздуха подверглась многочисленным модификациям. В этой области конструкторы видели ещё одну возможность снижения расхода топлива. На предшествующих двигателях приводной нагнетатель (типа Рутс) приводился постоянно. Давление же наддува на двигателе 3,0 л TFSI поколения 3 регулировалось только дроссельной и регулирующей заслонками.

Теперь в головке привода нагнетателя имеется электромагнитная муфта. Она позволяет системе управления прерывать поток крутящего момента к нагнетателю, когда давление наддува не требуется.

Для реализации схемы отключаемого привода нагнетателя потребовались определённые изменения. Они описаны на следующих страницах.

## Общий вид системы



624\_029

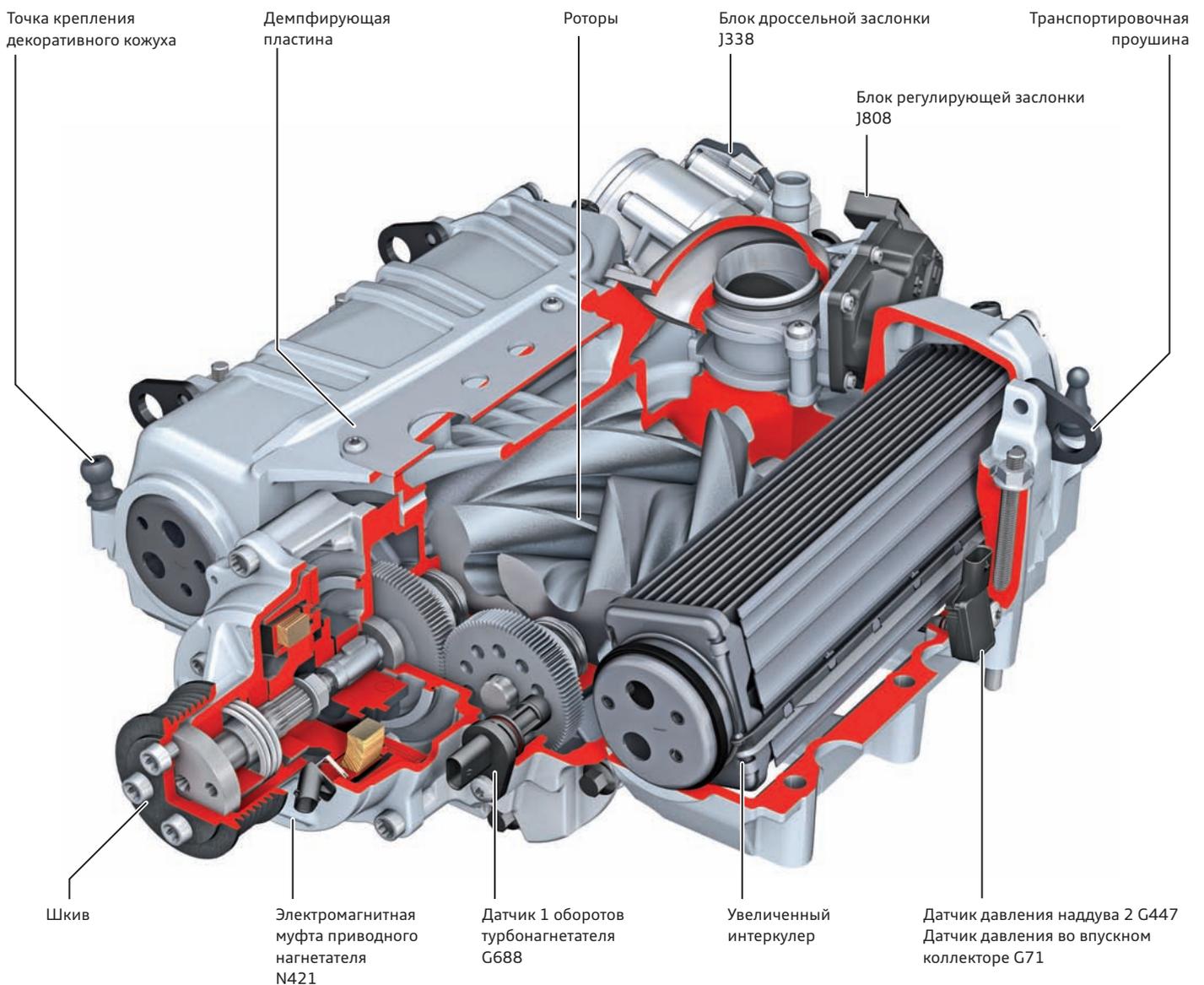
## Модуль приводного нагнетателя (типа Рутс)

Другие изменения, внесённые в конструкцию блока нагнетателя, помимо возможности отключения электромагнитной муфтой:

- ▶ модифицированные датчик давления наддува 2 G447/ датчик давления во впускном коллекторе G71, цифровые датчики, использующие протокол передачи данных SENT  $\nearrow$ , как на двигателе семейства EA888 поколения 3;
- ▶ дополнительные точки крепления для цельного декоративного кожуха двигателя (нагнетатель в моторном отсеке не виден);
- ▶ увеличенные и установленные под углом интеркулеры (повышение общего КПД);
- ▶ увеличенные транспортировочные проушины;
- ▶ улучшенные опоры осей заслонок (дрессельной, регулирующей).

Возможность отключения нагнетателя повышает нагрузку на ремённую передачу. Поэтому в ней используется усиленный натяжитель ремня, см. «Ремённая передача» на стр. 12.

### Устройство



$\nearrow$  См. «Словарь специальных терминов» на стр. 46.

624\_001



#### Дополнительная информация

Дополнительную информацию по приводному нагнетателю типа Рутс, регулированию давления наддува и интеркулеру на двигателе 3,0 л V6 TFSI поколения 3 можно найти в программе самообучения 437 «Двигатель Audi 3,0 л V6 TFSI с приводным нагнетателем типа Рутс».

## Электромагнитная муфта приводного нагнетателя N421

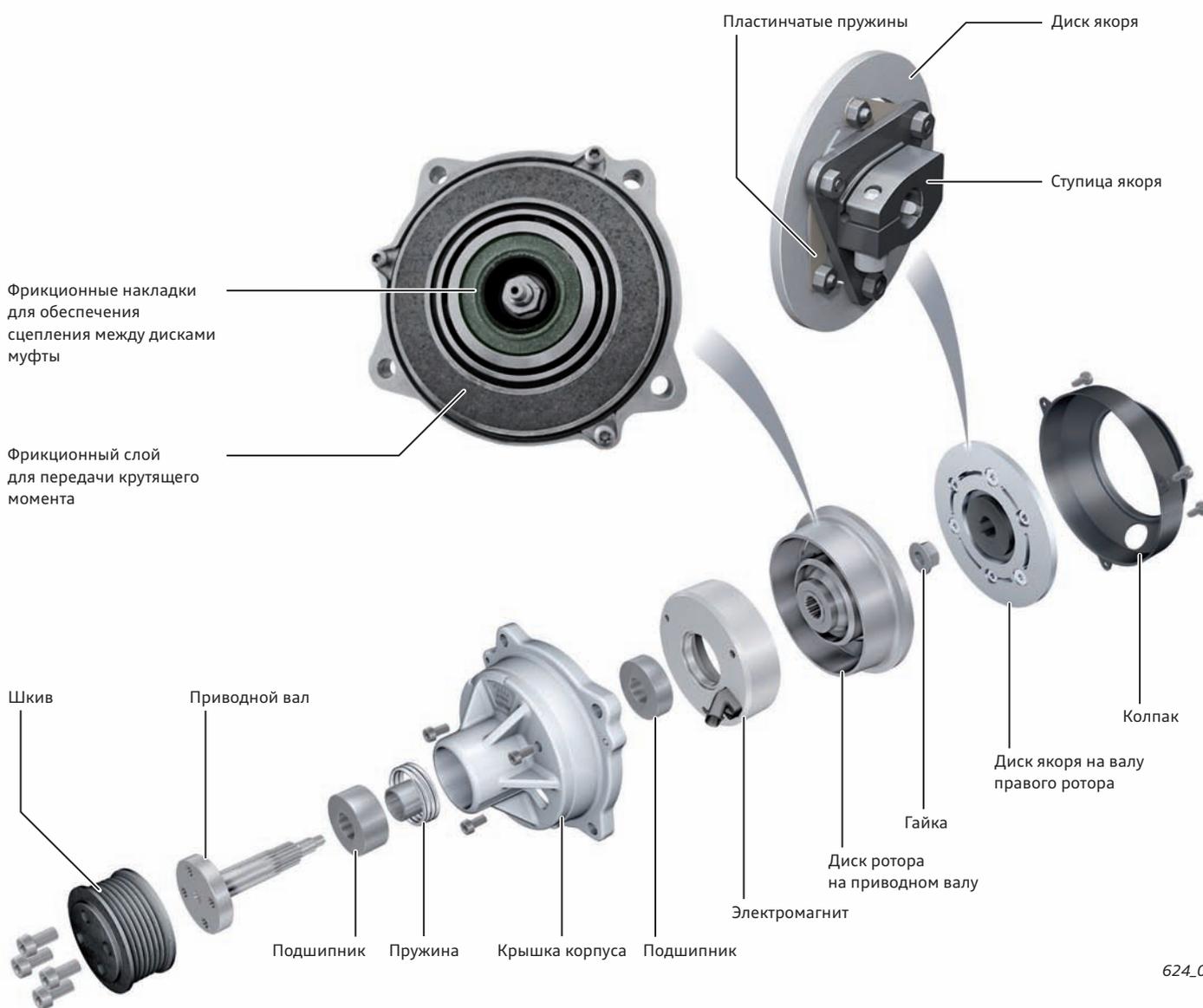
Электромагнитная муфта приводного нагнетателя N421 устанавливается перед правым ротором. Муфта выполнена как отдельный узел и крепится к нагнетателю винтами. Она отвечает за отключение и подключение нагнетателя.

Электромагнитная муфта приводного нагнетателя N421



624\_045

### Устройство



624\_012



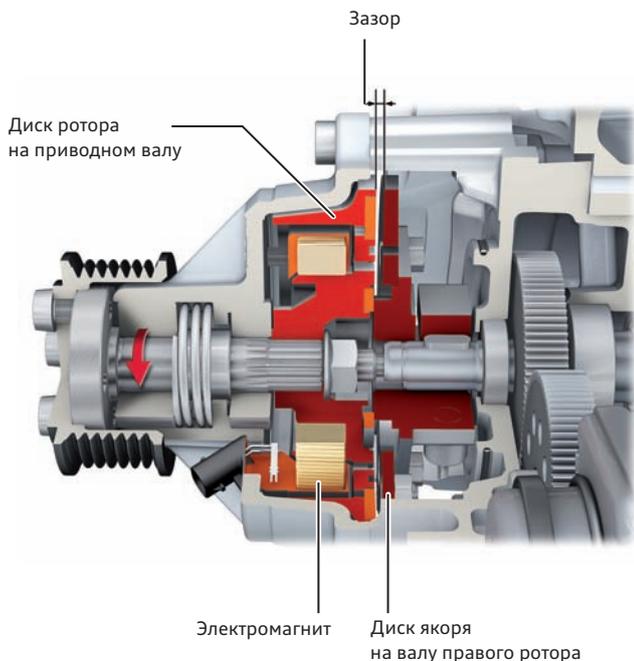
#### Указание

Электромагнитная муфта в рамках ремонтных работ может заменяться отдельно. Соблюдайте соответствующие указания руководства по ремонту.

## Принцип действия

### Электромагнитная муфта разомкнута — нагнетатель отключён

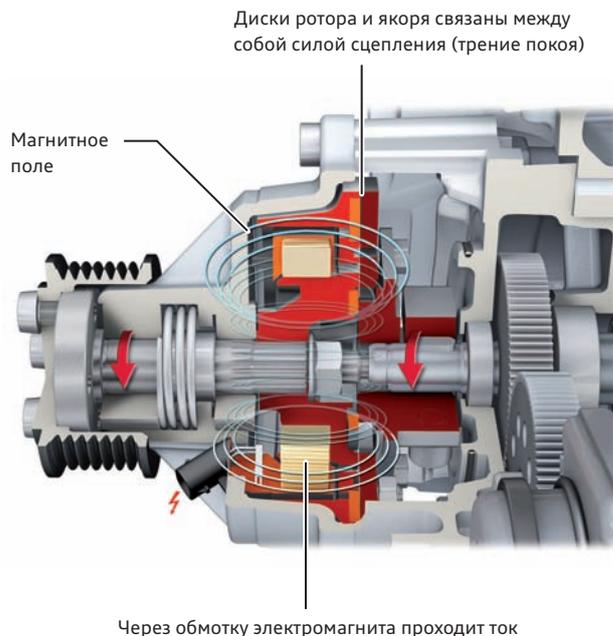
В диапазоне низких и средних оборотов, а также при незначительной нагрузке электромагнитная муфта не включается. Она разомкнута, и приводной нагнетатель отключён. Между дисками ротора и якоря имеется зазор. Крутящий момент к роторам нагнетателя не передаётся. Кроме того, регулирующая заслонка также закрыта. Весь направляемый в цилиндры двигателя воздух проходит через роторы нагнетателя, которые вследствие этого вращаются с незначительной скоростью.



624\_020

### Электромагнитная муфта замкнута — нагнетатель подключён

Блок управления двигателя подаёт на электромагнитную муфту ШИМ-сигнал  $\nearrow$  (регулирование тока). Возникающее магнитное поле, преодолевая усилие пластинчатых пружин, притягивает диск якоря к фрикционным накладкам диска ротора. Муфта передаёт крутящий момент на роторы нагнетателя.



624\_021



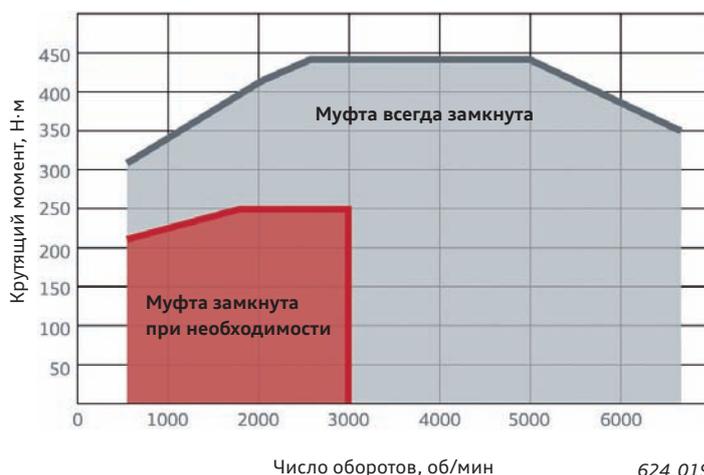
Считайте QR-код, чтобы получить дополнительную информацию о работе электромагнитной муфты.

## Подключение компрессора

На графике рядом представлена характеристика включения компрессора.

Благодаря достаточно сложной стратегии подключения и отключения нагнетателя, обеспечивается отключение в максимально возможной части характеристики. При частичной нагрузке двигателя приводной нагнетатель отключается. Это уменьшает расход топлива.

Важнейшими параметрами являются, прежде всего, число оборотов двигателя и требуемый водителем крутящий момент. Кроме того, в расчёте учитываются и другие факторы.



624\_019

## Комфортность подключения

При разработке электромагнитной муфты достаточно сложно было обеспечить комфортность её включения, чтобы как подключение, так и отключение нагнетателя не ощущалось водителем ни в виде толчка, ни на слух.

## Регулирование тока

Подключение нагнетателя всегда вызывает отбор крутящего момента от коленчатого вала двигателя. Отбираемый крутящий момент может на короткие промежутки времени динамически достигать пиковых значений до 70 Н·м, что воспринималось бы водителем как отчётливый толчок автомобиля.

## Принцип действия

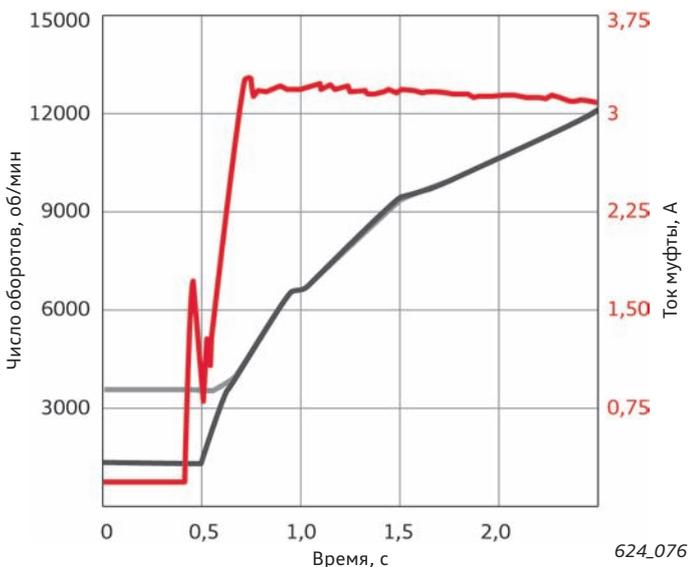
Когда якорь втягивается в магнитное поле, в обмотке электромагнита вследствие явления самоиндукции происходит уменьшение силы тока, см. красную линию на графике. Оно регистрируется датчиком тока в БУ двигателя. Как только якорь войдёт в соприкосновение с ротором, начинается процесс регулирования тока. Ток регулируется в зависимости от номинальной и фактической частоты вращения компрессора. В качестве входного сигнала при этом используется сигнал частоты вращения роторов нагнетателя, получаемый от датчика Холла, установленного в зубчатой передаче между роторами нагнетателя (датчик 1 оборотов турбонагнетателя G688).

Для этого при включении муфты ток через неё регулируется так, чтобы включение происходило как можно мягче. Кроме того, дроссельная и перепускная заслонки при отключённом нагнетателе активируются таким образом, чтобы через роторы проходил воздушный поток и они оставались в движении. За счёт этого подключение нагнетателя происходит мягче.

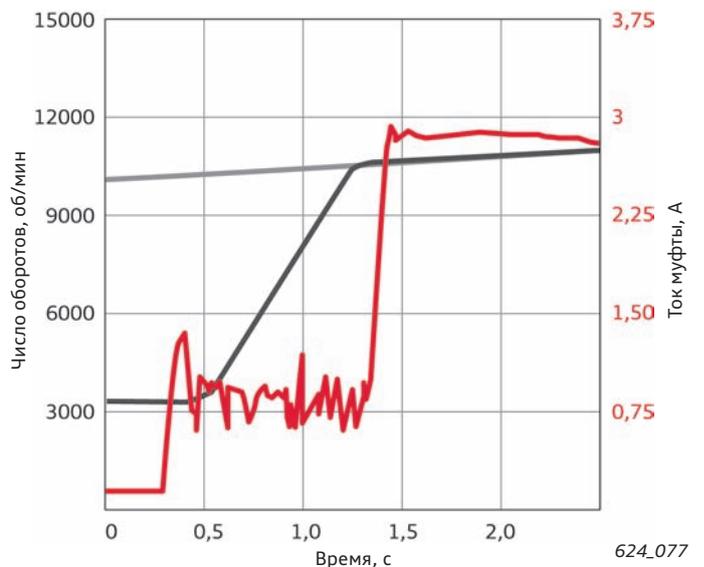
Чтобы обеспечить максимально возможный уровень комфорта во всех точках характеристики, включение муфты происходит не скачком, а с регулированием тока посредством *ШИМ-сигнала*  $\lambda$ . Это позволяет соответствующим образом «растянуть» время её включения. Время включения муфты, в зависимости от желания водителя, может варьироваться в пределах 100–1500 мс. Например, при динамичном разгоне автомобиля требуется более быстрое включение.

Во время и сразу после включения электромагнитной муфты система управления обеспечивает постепенное увеличение частоты вращения нагнетателя в зависимости от текущего режима/обстоятельств (комфортно = медленное увеличение; динамично = быстрое увеличение), соответствующим образом активируя для этого дроссельную и перепускную заслонки. В результате достигается комфортный (без толчка) рост крутящего момента двигателя.

## Быстрое включение (в режиме Kick Down)



## Медленное включение (при превышении порога числа оборотов)



## Условные обозначения:

- Частота вращения на входе муфты
- Частота вращения нагнетателя
- Ток муфты

## Датчик 1 оборотов турбоагнетателя G688

В качестве датчика частоты вращения нагнетателя используется датчик Холла. В плане конструкции он аналогичен датчику числа оборотов двигателя G28 двигателя EA888 поколения 3. В связи с более высокими частотами вращения, входящая в состав датчика электронная схема была соответствующим образом модифицирована.

### Использование сигнала

БУ двигателя использует сигнал датчика для определения частоты вращения приводного нагнетателя при включении электромагнитной муфты. Этот сигнал применяется для расчёта длительности включения муфты и для контроля её работы.

### Диагностика

Помимо обычных возможностей диагностики (проверка на разрыв цепи или короткое замыкание, а также проверка сигнала), возможно распознавание следующих отклонений в работе муфты:

- ▶ достоверность частоты вращения компрессора по сравнению с частотой вращения коленчатого вала (передаточное отношение  $i = 2,5$ ) при неисправности MIL и EPC;
- ▶ при отсутствии сигнала MIL.

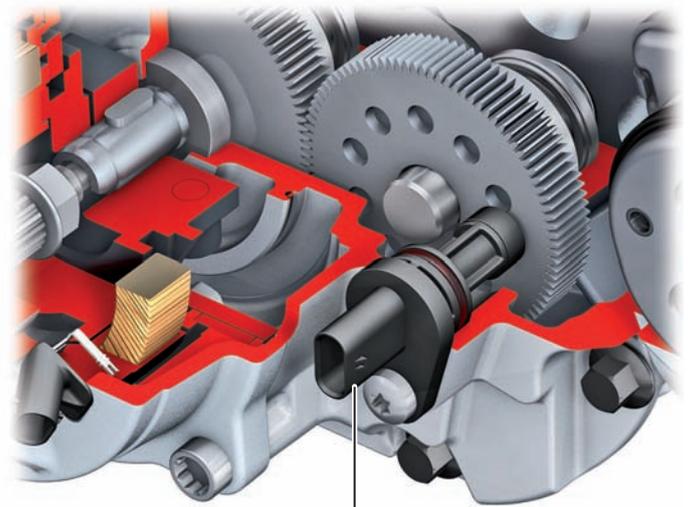
### Выход датчика из строя

При выходе датчика из строя регулируемое включение нагнетателя не выполняется, то есть он подключается или отключается непосредственно и резко. При такой неисправности водитель может ощущать срабатывание электромагнитной муфты.

### Защита муфты

При частых включениях и выключениях муфты, следующих друг за другом, образующееся при трении тепло не успевает отводиться. Слишком высокие температуры могут привести к повреждению деталей муфты. Датчика для контроля температуры в муфте, однако, нет.

Для защиты муфты от перегрева БУ двигателя на основании разницы частот вращения и времени разгона роторов нагнетателя рассчитывает для муфты по цифровой модели так называемый «фактор нагрузки».



Датчик 1 оборотов турбоагнетателя G688

624\_046

Этот фактор позволяет сделать вывод о температуре деталей муфты. Когда фактор нагрузки превышает заданное значение, система управления вводит на определённое время запрет на отключение нагнетателя. Диски электромагнитной муфты вращаются без проскальзывания относительно друг друга, в результате выделение тепла из-за трения между ними не происходит. Таким образом, муфта получает возможность остыть.

# Система охлаждения

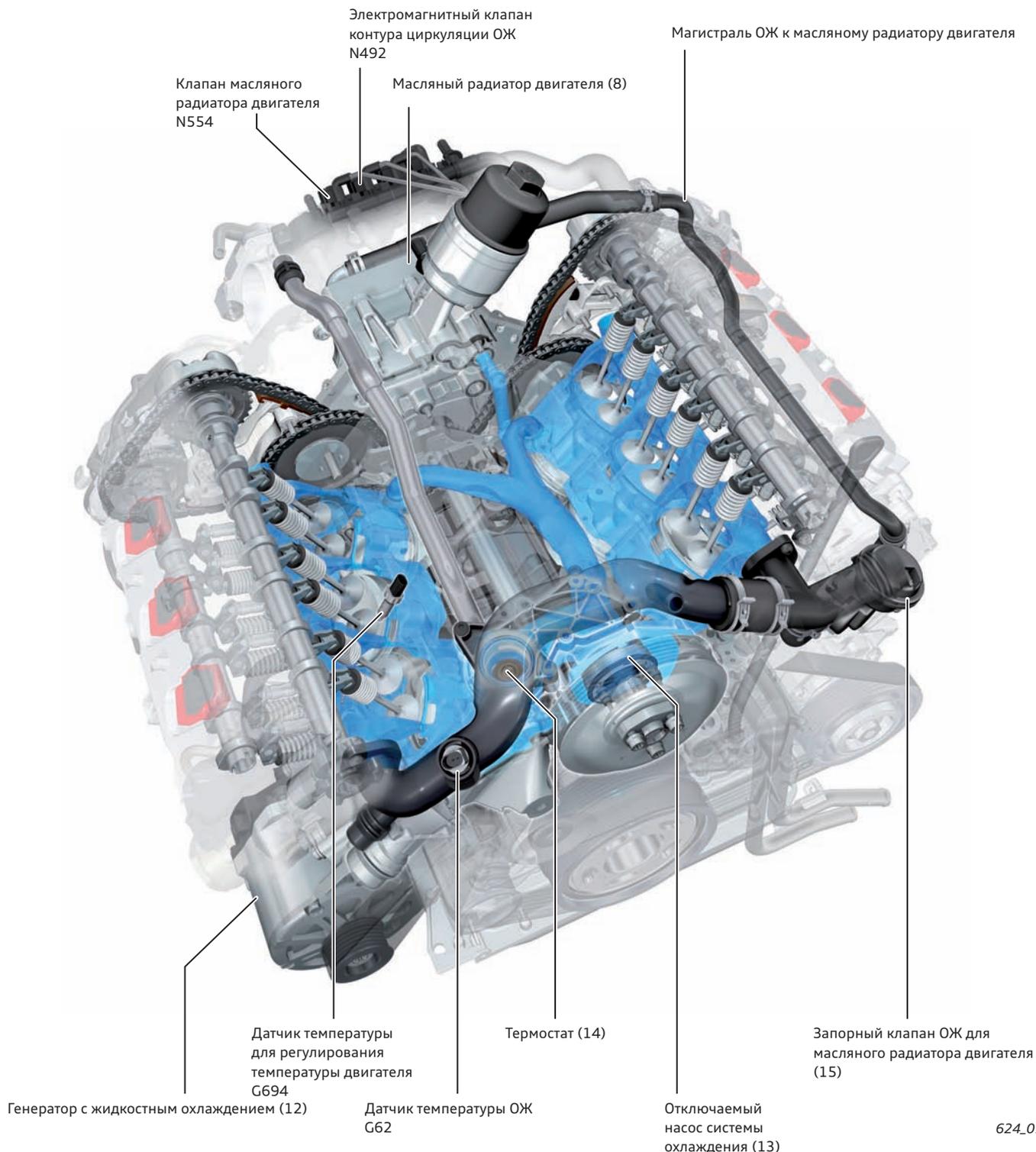
## Введение

По сравнению с двигателем 3,0 л V6 TFSI поколения 3, система охлаждения была модифицирована незначительно. В этой системе и раньше устанавливался отключаемый насос, позволяющий обеспечить режим отсутствия циркуляции ОЖ («неподвижная ОЖ») в рамках функционирования инновационной системы терморегулирования двигателя.

В связи с переносом масляного радиатора на заднюю часть двигателя и появлением возможности его отключения, в системе стали устанавливаться соответствующие магистрали и запорный клапан. Запорный клапан ОЖ приводится вакуумным приводом, который управляется клапаном масляного радиатора двигателя N554.

## Общая схема

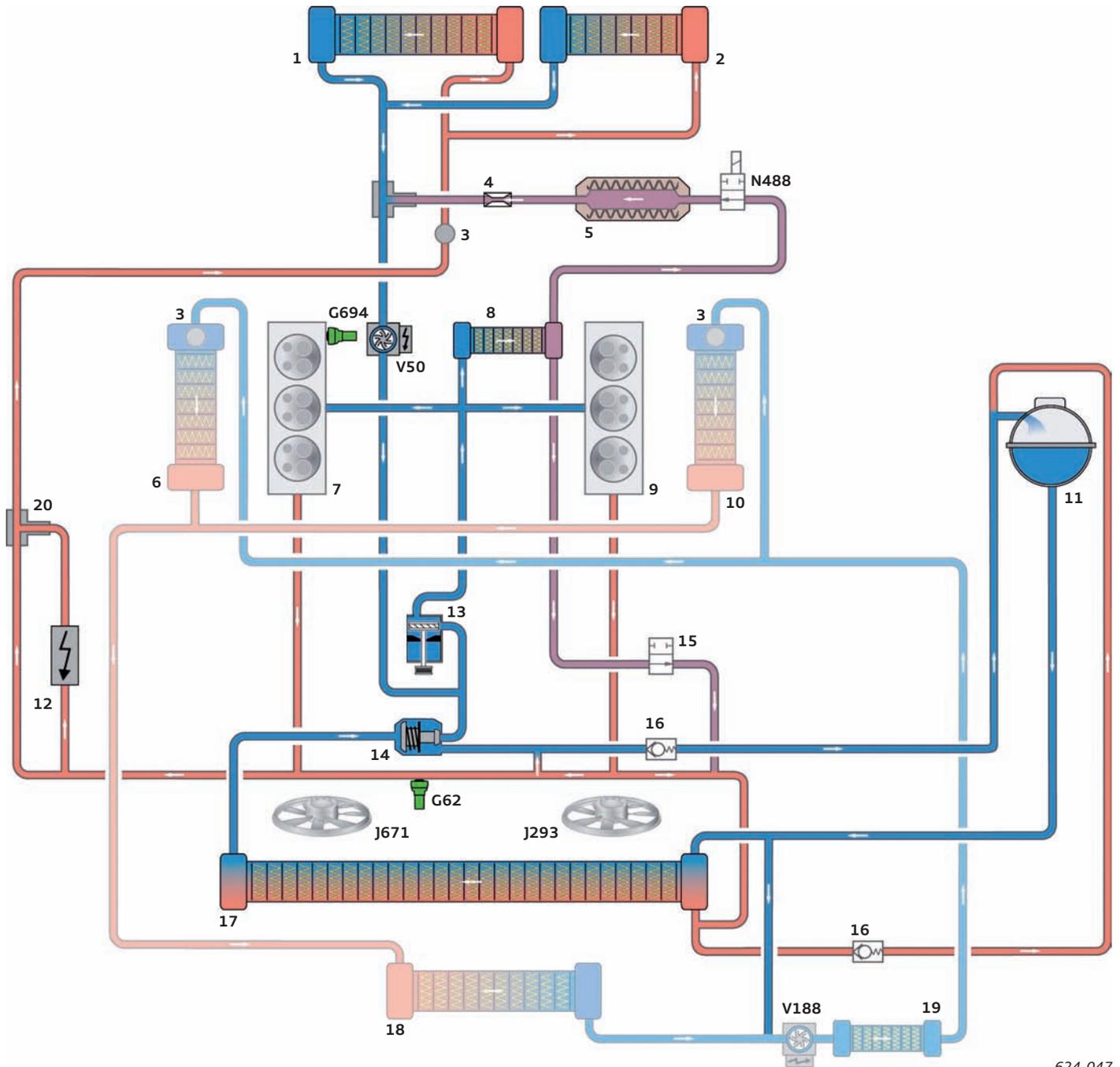
На иллюстрации ниже синим показаны рубашки охлаждения в блоке цилиндров.



624\_011

Цифры в скобках указывают номер детали на общей схеме системы на стр. 29.

## Общая схема системы



624\_047

### Условные обозначения:

- |    |   |
|----|---|
| 1  | Передний теплообменник отопителя                          |
| 2  | Задний теплообменник отопителя                            |
| 3  | Прокачной штуцер  |
| 4  | Дроссель  |
| 5  | Радиатор охлаждения ATF                                   |
| 6  | Правый интеркулер   |
| 7  | ГБЦ ряда цилиндров 1                                      |
| 8  | Масляный радиатор двигателя                               |
| 9  | ГБЦ ряда цилиндров 2                                      |
| 10 | Левый интеркулер  |
| 11 | Расширительный бачок системы охлаждения                   |
| 12 | Генератор с жидкостным охлаждением                        |
| 13 | Отключаемый насос системы охлаждения                      |
| 14 | Термостат   |
| 15 | Запорный клапан ОЖ  |
| 16 | Обратный клапан   |
| 17 | Радиатор системы охлаждения                               |
| 18 | Передний радиатор контура охлаждения наддувочного воздуха |
| 19 | Левый радиатор контура охлаждения наддувочного воздуха    |
| 20 | Эжекционный насос   |

- |      |   |
|------|---|
| G62  | Датчик температуры ОЖ                                   |
| G694 | Датчик температуры системы терморегулирования двигателя |
| J293 | БУ вентилятора радиатора                                |
| J671 | БУ 2 вентилятора радиатора                              |
| N488 | Клапан контура ОЖ коробки передач                       |
| V50  | Циркуляционный насос ОЖ                                 |
| V188 | Насос охлаждения наддувочного воздуха                   |

- |  |  |
|--|--|
|  | Охлаждённая ОЖ                                   |
|  | Охлаждённая ОЖ (охлаждение наддувочного воздуха) |
|  | Горячая ОЖ                                       |
|  | Горячая ОЖ (охлаждение наддувочного воздуха)     |

## Отключаемый насос системы охлаждения

Наименьшие потери на трение в двигателе достигаются при его рабочей температуре. Чтобы двигатель после холодного пуска как можно быстрее вышел на свою рабочую температуру, система терморегулирования в фазе прогрева останавливает циркуляцию ОЖ («неподвижная ОЖ»). Конструктивно остановка циркуляции ОЖ реализуется с помощью отключаемого насоса системы охлаждения.

### Отключение подачи ОЖ

Для этого на крыльчатку насоса системы охлаждения надвигается заслонка. Заслонка перемещается вакуумным приводом, преодолевающим для этого усилие пружин. Пружины стремятся привести заслонку в открытое положение, чтобы при сбое в системе управления всегда обеспечивалась циркуляция ОЖ.

Условием для приведения заслонки в закрытое положение является температура ОЖ меньше 30 °С.

### Включение подачи ОЖ

Для возобновления подачи ОЖ подача разрежения на вакуумный привод отключается. Под воздействием пружины цилиндрическая заслонка убирается обратно.

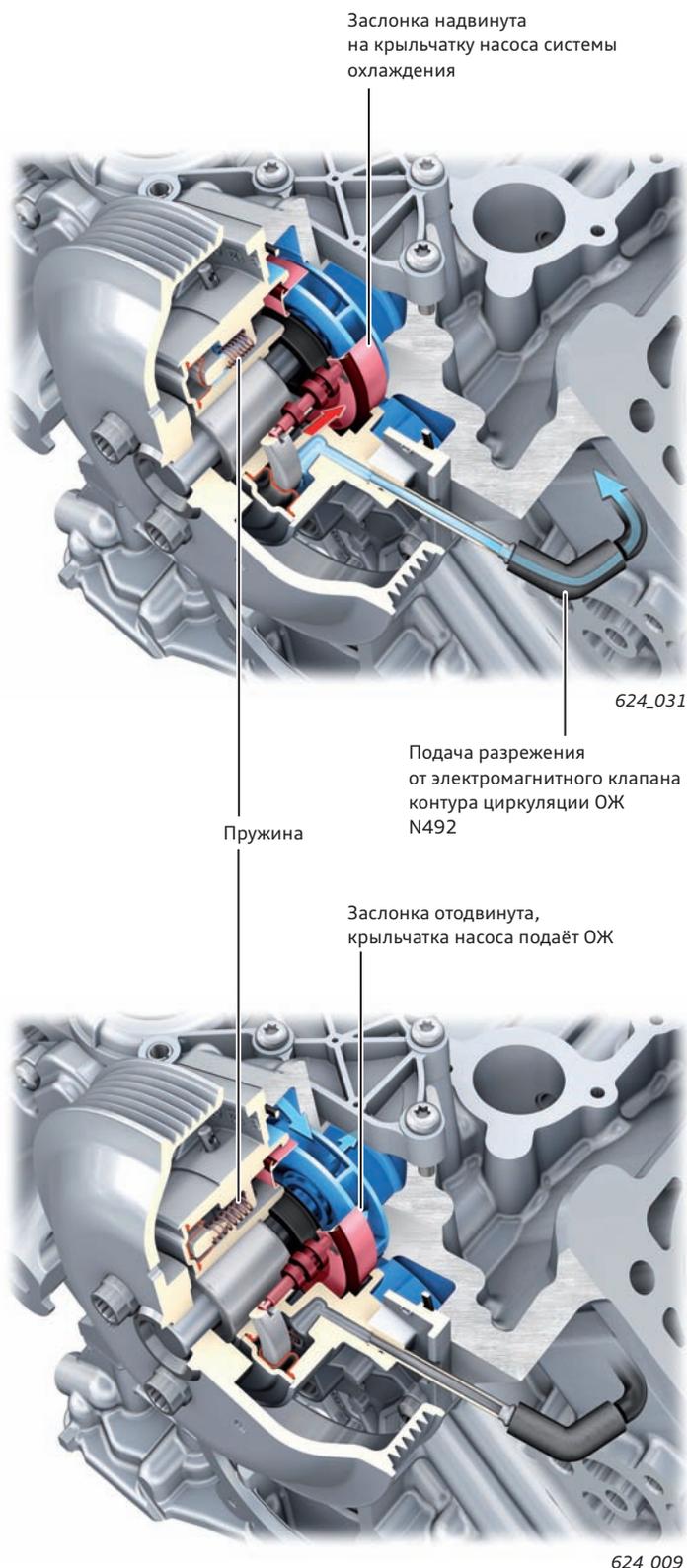
Особенность работы при включении:

- ▶ насос включается на одну секунду и снова отключается;
- ▶ этот цикл выполняется несколько раз подряд;
- ▶ интервал между циклами составляет примерно 7 секунд.

В результате горячая ОЖ из двигателя смешивается с холодной ОЖ постепенно. При наличии запроса на работу отопителя насос включается сразу же.

При этом насос приводится ремённой поликлиновой передачей, которая действует постоянно.

В отличие от двигателя 3,0 л V6 TFSI поколения 3, в новом насосе системы охлаждения имеется надвигаемая на крыльчатку заслонка. При её активации циркуляция ОЖ в двигателе останавливается.

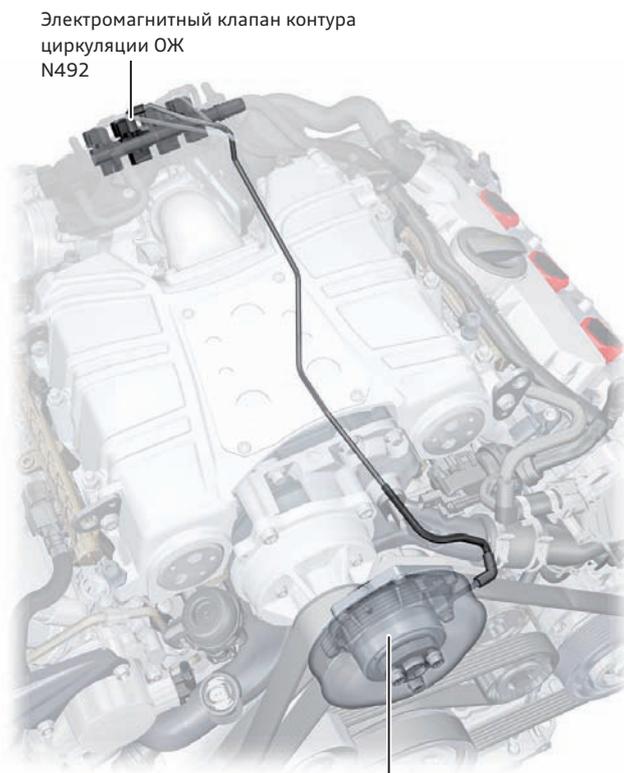


## Включение вакуумного привода

Управление разрежением для отключения насоса системы охлаждения осуществляется электромагнитным клапаном контура циркуляции ОЖ N492. Он включается блоком управления двигателя (моменты включения рассчитываются на основании сохранённой характеристики). Активация производится с помощью ШИМ-сигнала  $\nearrow$ . При этом заслонка на крыльчатке не регулируется плавно, то есть у неё есть только два положения: надвинута (насос отключён) или убрана (насос включён).

При отсутствии напряжения или при выходе клапана из строя отключать циркуляцию ОЖ нельзя, цилиндрическая заслонка под воздействием усилия пружины убирается (максимальная производительность насоса).

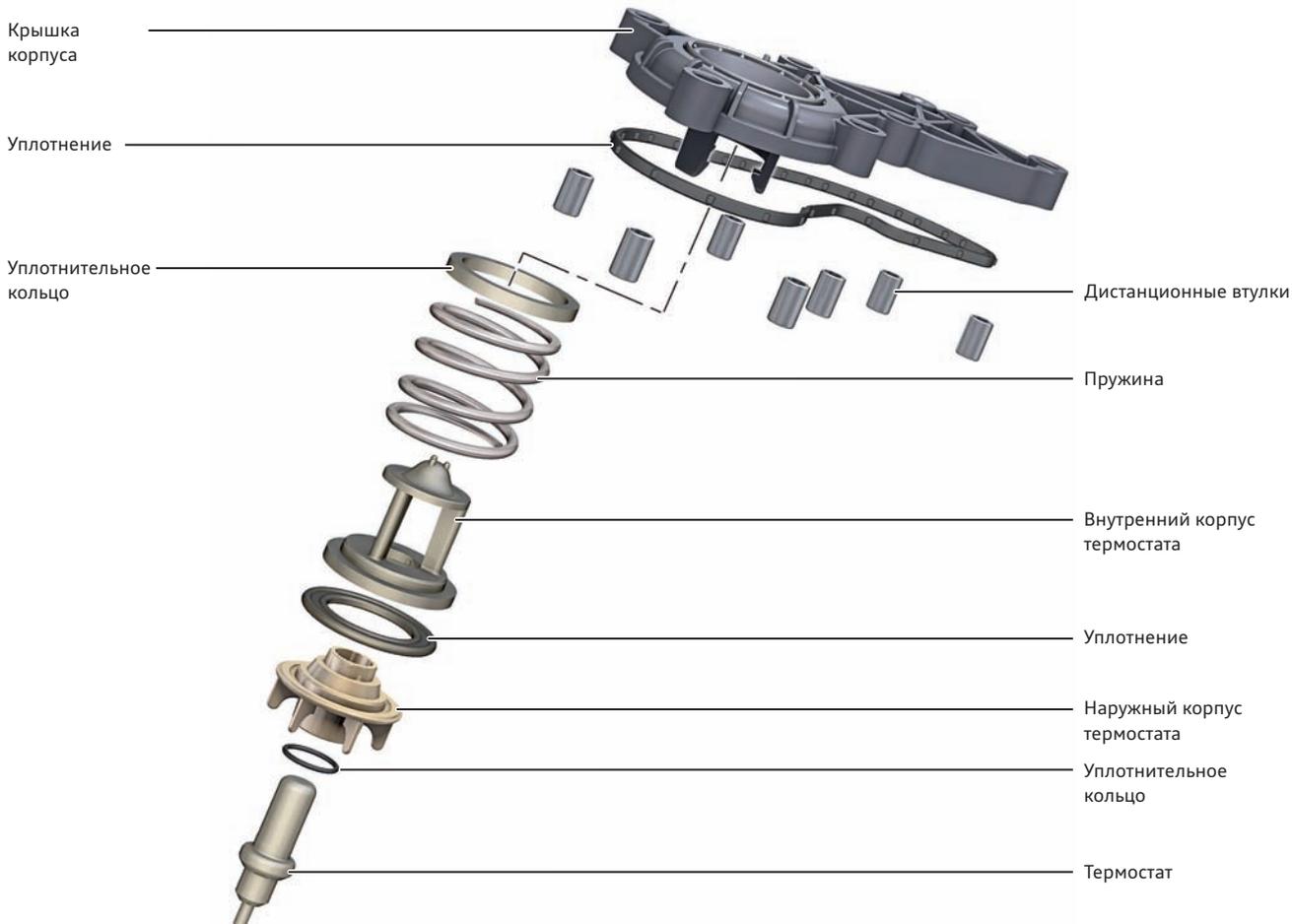
- ▶ **Выход из строя в отключённом положении:** прогрев двигателя происходит медленнее.
- ▶ **Выход из строя во включённом положении:** температура ОЖ возрастает до недопустимого значения, поскольку насос не может обеспечивать циркуляцию ОЖ. Включаются контрольная лампа температуры ОЖ и лампа Check Engine K83.



624\_032

## Термостат

Термостат регулирует температуру ОЖ на входе в блок цилиндров двигателя, направляя её по большому или по малому контуру циркуляции.

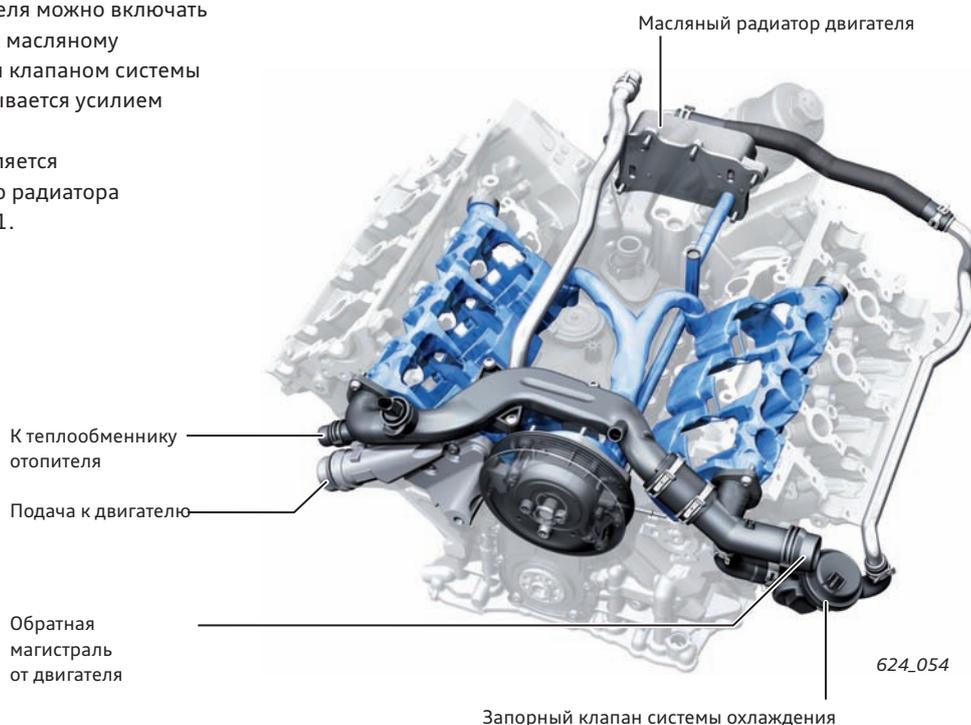


$\nearrow$  См. «Словарь специальных терминов» на стр. 46.

624\_068

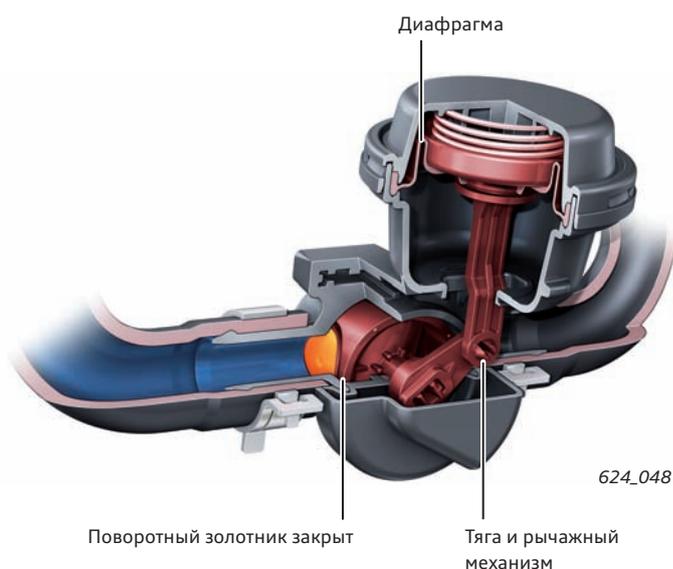
## Запорный клапан ОЖ для масляного радиатора двигателя

Поток ОЖ через масляный радиатор двигателя можно включать или выключать по потребности. Поток ОЖ к масляному радиатору двигателя управляется запорным клапаном системы охлаждения. Клапан открывается или закрывается усилием пружины или вакуумным приводом. Управление подачей разрежения осуществляется электромагнитным клапаном для масляного радиатора двигателя N554, см. рис. 624\_014 на стр. 11.



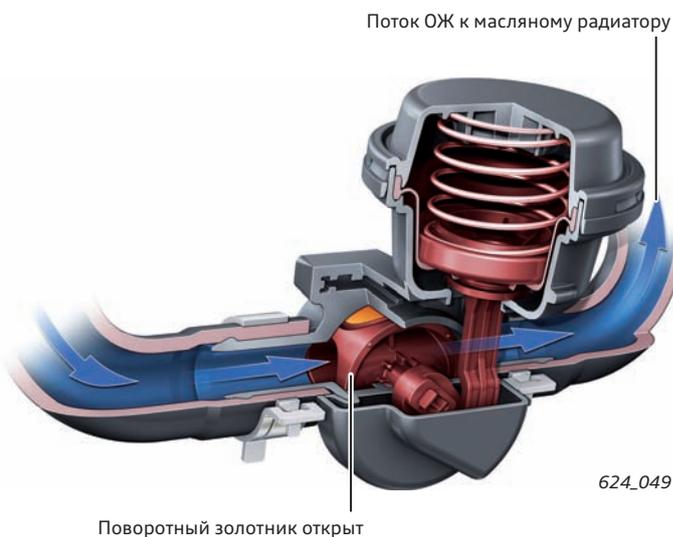
### Отключение подачи ОЖ

Для перекрытия потока ОЖ БУ двигателя приводит в действие клапан для масляного радиатора двигателя N554. В результате к диафрагме запорного клапана ОЖ начинает поступать разрежение. Диафрагма (а вместе с ней и тяга) поднимается вверх, преодолевая сопротивление пружины. Связанный с тягой рычажный механизм перекрывает поворотный золотник. Как следствие, охлаждающая жидкость через масляный радиатор двигателя не протекает.



### Подача ОЖ к масляному радиатору двигателя

Для возобновления подачи ОЖ подача разрежения на вакуумный привод отключается. Клапан для масляного радиатора двигателя N554 больше не используется. Запорный клапан открывается, и ОЖ снова может поступать к масляному радиатору.



# Электрические насосы ОЖ и клапан ОЖ

## Циркуляционный насос ОЖ V50

Этот насос служит для создания циркуляции ОЖ в контуре теплообменника отопителя и установлен на коробке передач. Он помогает основному насосу системы охлаждения двигателя создавать достаточный и равномерный поток ОЖ через теплообменник(и) модуля климатической установки. Управление (ШИМ) и диагностика осуществляются блоком управления Climatronic J255. Управление с помощью ШИМ-сигнала даёт возможность бесступенчато регулировать производительность насоса в зависимости от потребности. При работающем насосе нагретая ОЖ из головок блока цилиндров поступает в теплообменник(и) через насос V50, а также через механический насос системы охлаждения и затем возвращается к двигателю. В этом случае перекрытие крыльчатки механического насоса системы охлаждения не выполняется. Насос включается:

- ▶ при включённом зажигании — в зависимости от температуры ОЖ и установки температуры на панели управления климатической установки (напр., запрос на отопление);
- ▶ при выборе функции «Оттаивание»;
- ▶ при выборе функции «Остаточное тепло»;
- ▶ для защиты двигателя от перегрева; в этом случае насос V50 поддерживает циркуляцию ОЖ после выключения двигателя.

Расчёт точек включения/выключения осуществляется по характеристике, заложенной в памяти БУ двигателя.

## Насос охлаждения наддувочного воздуха V188

На новом двигателе используется насос производства другой фирмы (Saleri), чем на двигателе 3,0 л V6 TFSI поколения 3. В связи с этим изменилось расположение контактов. Помимо этого, уменьшение частоты вращения в холодную погоду происходит теперь бесступенчато. Насос охлаждения наддувочного воздуха V188 активируется блоком управления двигателя с помощью ШИМ-сигнала. Это позволяет оптимизировать производительность насоса в соответствии с текущими термодинамическими условиями в контуре охлаждения.

Когда на насос охлаждения наддувочного воздуха V188 подаётся напряжение, выполняется самодиагностика, после чего система ожидает управляющего сигнала ШИМ от блока управления двигателя J623 для насоса V188. Как только насос получает сигнал от блока управления двигателя, происходит переход к регулируемому режиму работы.

Диагностика насоса охлаждения наддувочного воздуха V188 выполняется совместно с блоком управления двигателя. Соответствующие события сохраняются в регистраторе в блоке управления двигателя.

## Клапан контура ОЖ коробки передач N488

Клапан контура ОЖ коробки передач N488 управляет потоками нагретой ОЖ от двигателя к масляному радиатору КП. Электромагнитный клапан включается, когда в этом есть необходимость, блоком управления двигателя. Когда клапан не активирован, он находится в закрытом состоянии (под воздействием усилия пружины). При пуске двигателя клапан закрыт.

Включение и продолжительность работы насоса зависят от характера движения автомобиля перед этим и от температуры в двигателе. При включении насоса циркуляция ОЖ происходит в обратном направлении. Тем самым ОЖ протекает в направлении, обратном обычному, в том числе и через основной радиатор системы охлаждения. На автомобилях с автономным отопителем насос V50 не устанавливается. Его функции в этом случае выполняет встроенный циркуляционный насос V55.



624\_053

Клавиши на передней панели управления климатической установки



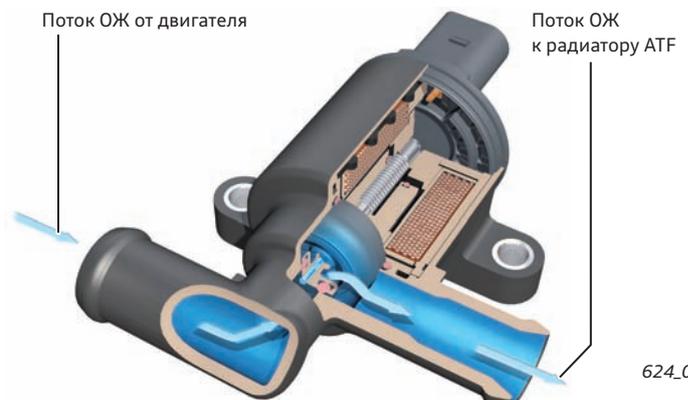
Оттаивание

Функция использования остаточного тепла

624\_082



624\_052



Поток ОЖ от двигателя

Поток ОЖ к радиатору ATF

624\_051

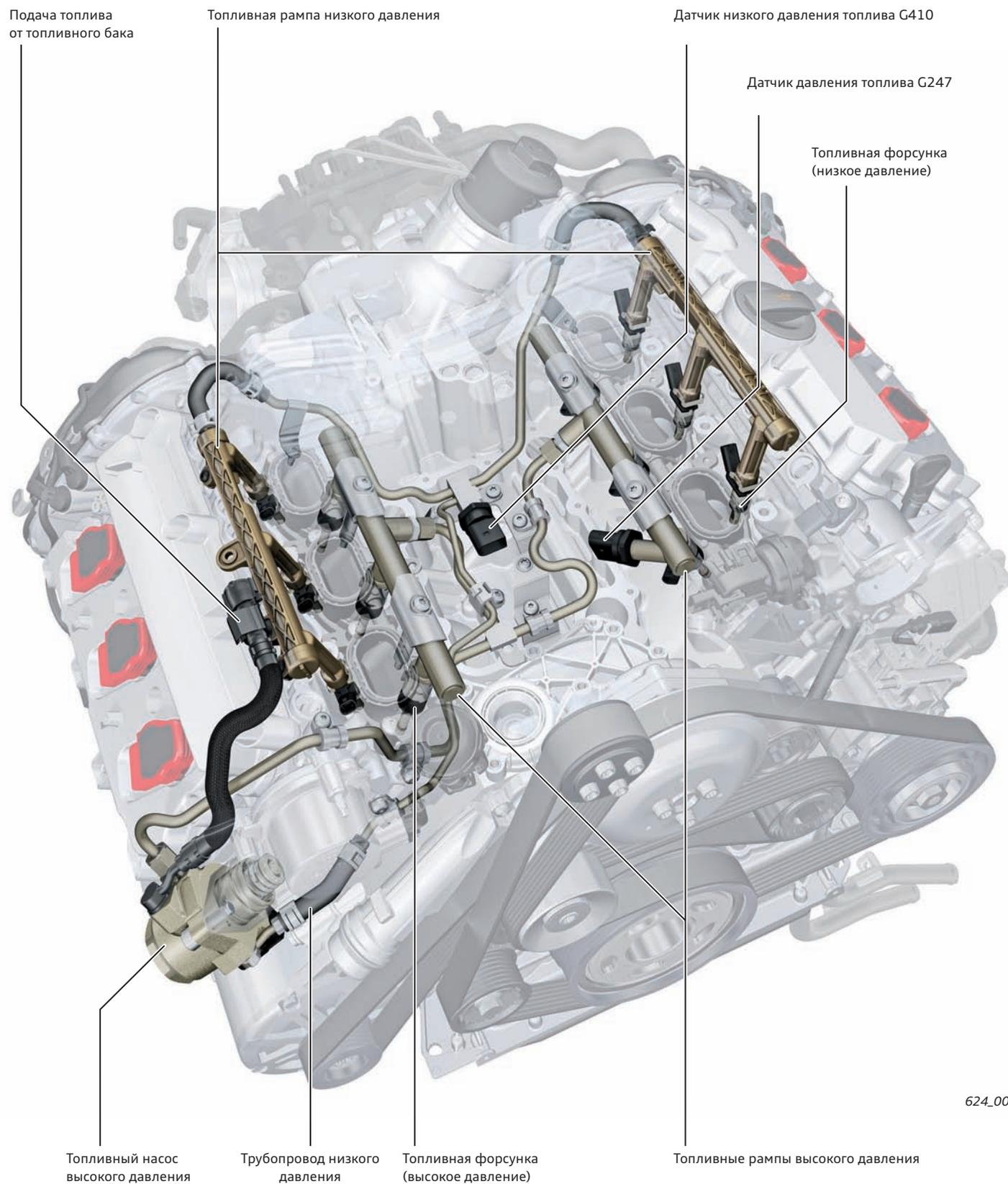


### Дополнительная информация

Дополнительную информацию по электрическим насосам ОЖ и по клапану ОЖ можно найти в программе самообучения 606 «Двигатели Audi 1,8 л и 2,0 л TFSI серии EA888 (поколение 3)».

# Система питания

## Двойная система впрыска топлива



## Требования

С сентября 2014 года в Европе действуют нормы предельного содержания вредных веществ экологического класса Евро 6 W. Для соответствия эти нормам на бензиновых двигателях должен быть снижен уровень выбросов твёрдых частиц. Для достижения этой цели в новый двигатель были внесены существенные изменения по сравнению с 3,0 л V6 TFSI поколения 3, прежде всего — в том, что касается системы питания.

С добавлением второй системы впрыска — *впрыска во впускной коллектор (MPI)* ↗ — удалось заметно снизить уровень выбросов твёрдых частиц.

### Система впрыска во впускной коллектор (MPI)

Пластмассовые топливные рампы расположены слева и справа от модуля приводного нагнетателя. От топливных рамп отходят короткие магистрали к форсункам MPI. Эти форсунки вставлены во фланцы соответствующих впускных коллекторов за заслонками впускного коллектора.

Подача топлива к рампам низкого давления осуществляется от «перепускного» штуцера низкого давления на ТНВД.

Тем самым топливо протекает через ТНВД и в режиме впрыска во впускной коллектор (MPI), охлаждая насос.

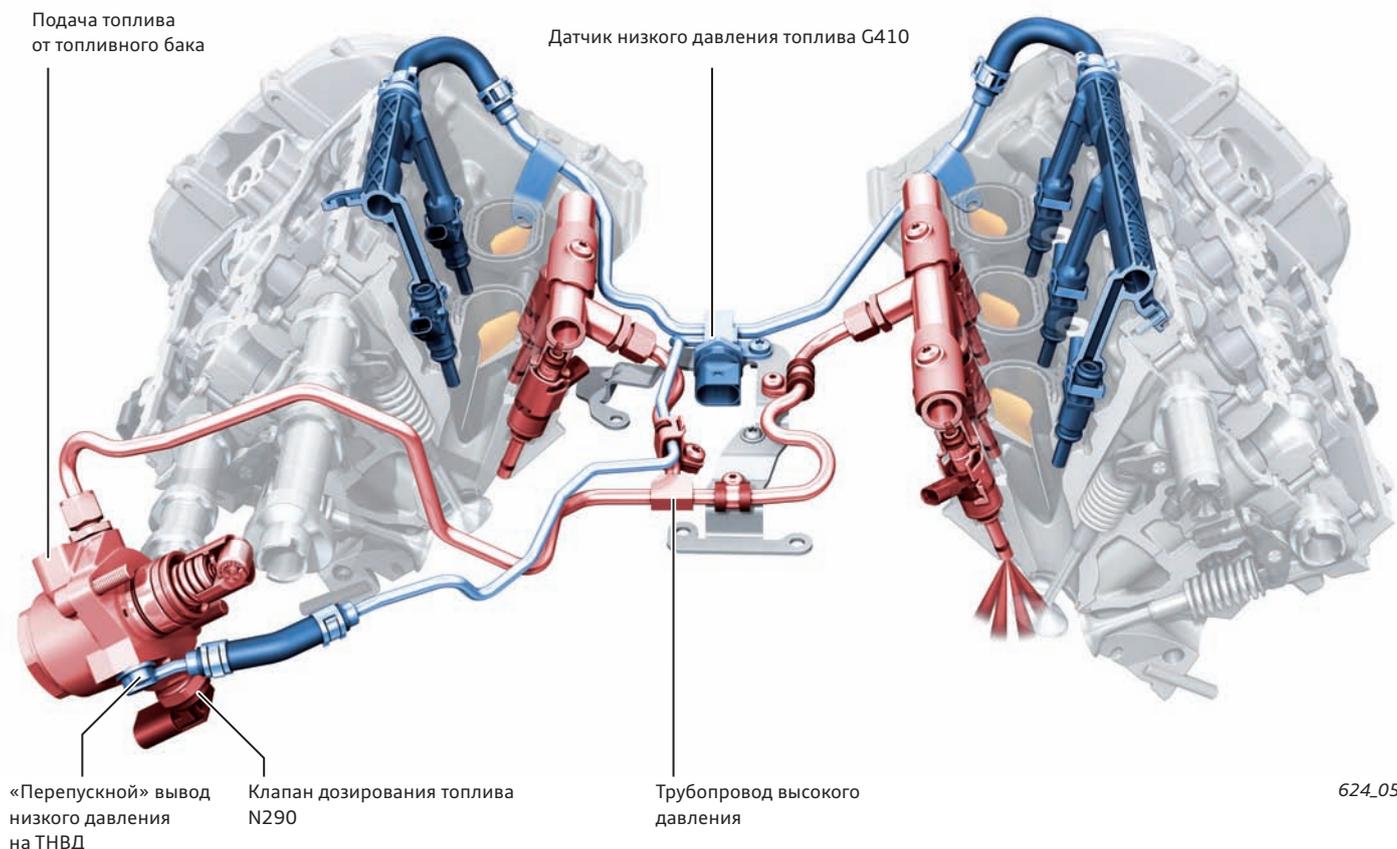
Переход к двойной системе впрыска позволил отказаться от установки сажевого фильтра. Другим существенным изменением стало увеличение давления впрыска со 150 до 200 бар в режиме непосредственного впрыска *FSI* ↗. Для этого все детали пришлось модифицировать, чтобы они могли выдерживать более высокое давление.

### Система непосредственного впрыска (FSI)

ТНВД производства фирмы Hitachi приводится 3-кулачковым профилем на распредвале впускных клапанов ряда цилиндров 1, см. стр. 13. Он создаёт, в зависимости от числа оборотов и потребности (цифровая характеристика), давление топлива от 100 до 200 бар.

Топливные рампы были разработаны заново и соответствуют условиям более высокого рабочего давления. Кроме того, для уменьшения шумов было улучшено соединение между рампой и системой впуска. Для этого рампы крепятся болтами к двум литым узловым элементам на ГБЦ.

Заново были разработаны и форсунки высокого давления. Изменения потребовались для улучшения их пропускных характеристик, а также для обеспечения возможности совместной работы с системой впрыска MPI.

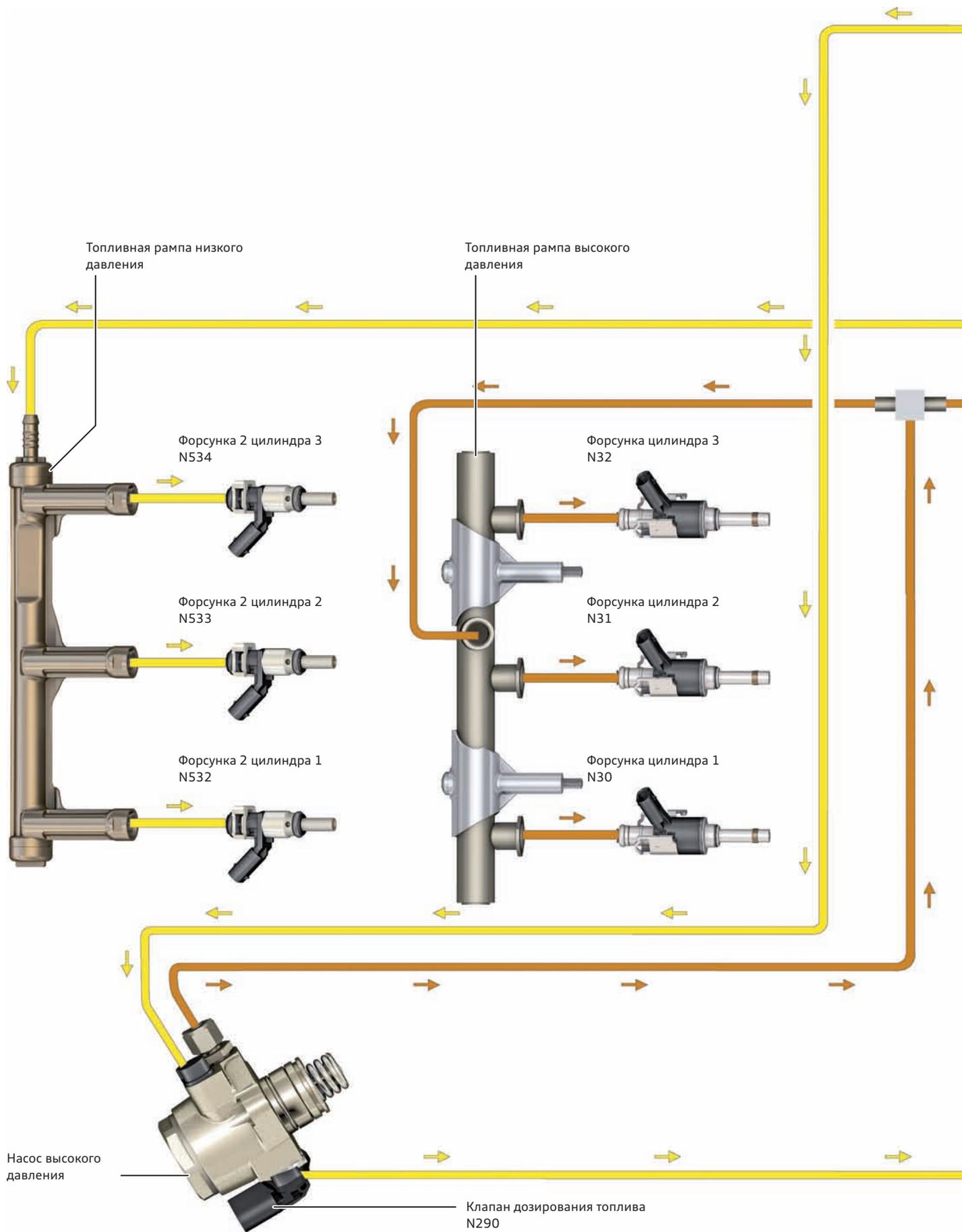


#### Условные обозначения:

- Система непосредственного впрыска (FSI)
- Система впрыска во впускной коллектор (MPI)

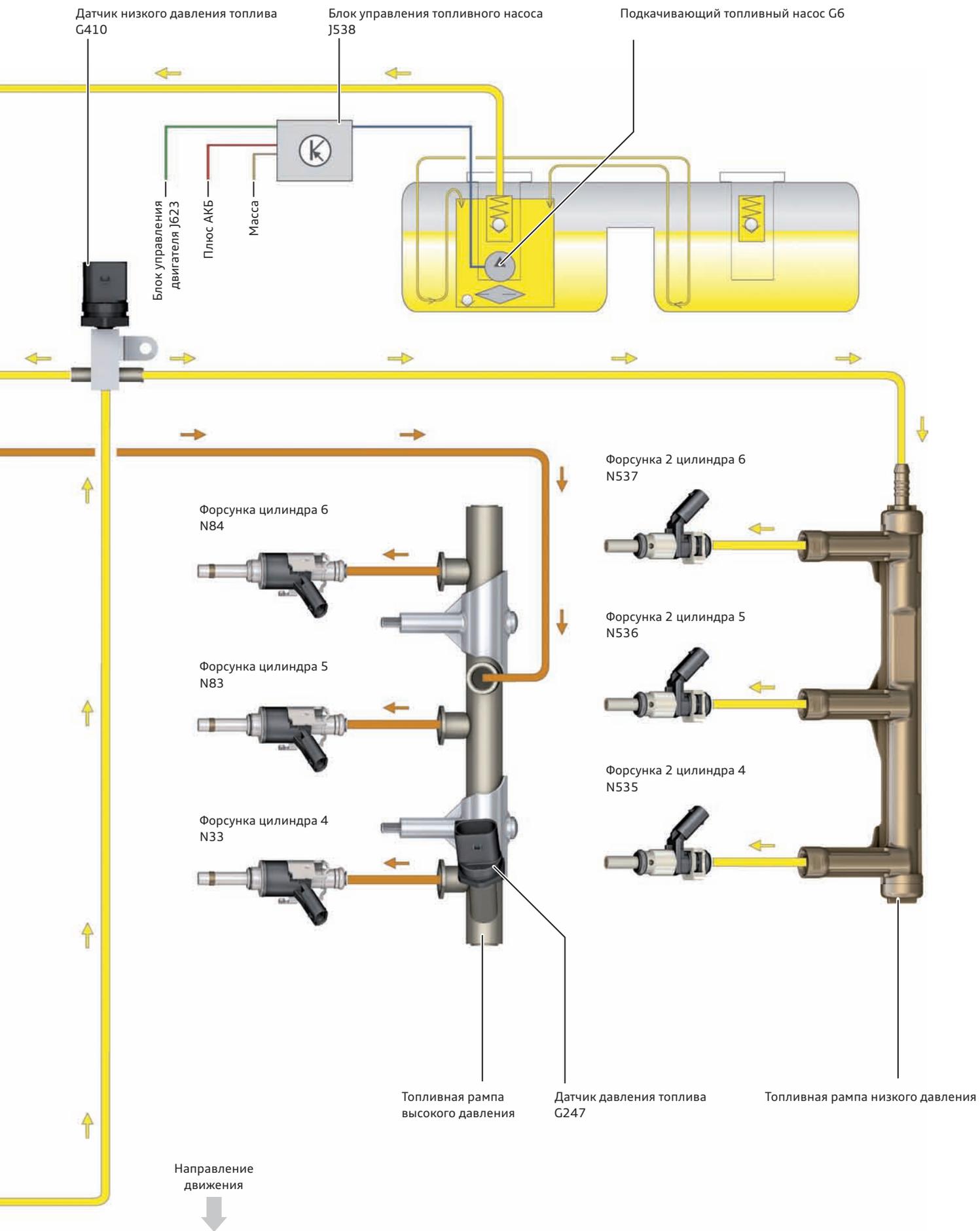
↗ См. «Словарь специальных терминов» на стр. 46.

# Общая схема системы



## Условные обозначения:

- Давление топлива 4–5 бар
- Давление топлива 100–200 бар



624\_023

## Комбинированный впрыск топлива

Система впрыска во впускной коллектор MPI, установленная в дополнение к системе непосредственного впрыска, обладает существенными преимуществами:

- ▶ Вследствие более гомогенного смесеобразования, уровень выбросов твёрдых частиц двигателем на порядок уменьшается.
- ▶ В диапазоне низких нагрузок возможна большая степень открытия дроссельной заслонки. Это снижает расход топлива.
- ▶ Меньшее попадание топлива на стенки в процессе впрыска позволяет сократить количество топлива, оказывающегося в моторном масле.
- ▶ При пуске двигателя впрыск топлива может начинаться раньше (так как нет необходимости ждать, пока механический ТНВД создаст высокое давление топлива, низкое давление в системе MPI достигается быстрее), что означает более быстрый пуск холодного двигателя.
- ▶ Уменьшение шумности на холостом ходу, поскольку на холостом ходу используется преимущественно впрыск во впускной коллектор (MPI), а форсунки MPI работают тише, чем FSI.

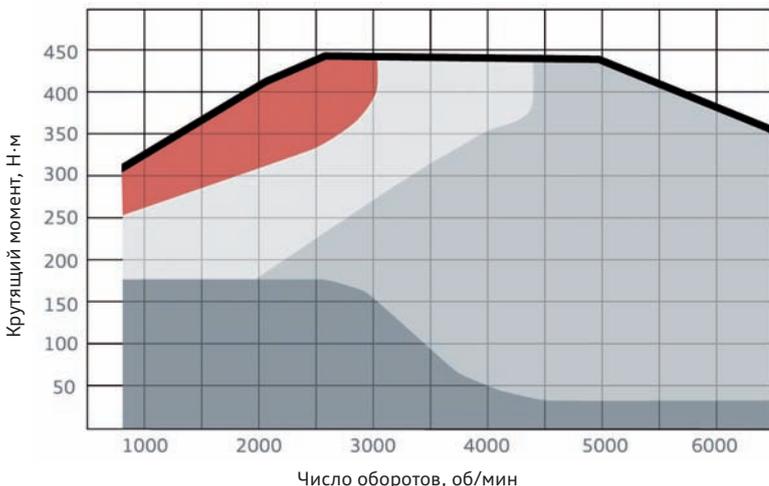
Все области характеристики (см. рис. 624\_022) могут оптимизироваться в индивидуальном порядке.

- ▶ В области низких оборотов и больших нагрузок для экономии топлива реализуется смешанный режим с одним многократным импульсом FSI и долей MPI.
- ▶ Вплоть до средних нагрузок для уменьшения выбросов твёрдых частиц выбирается режим MPI.
- ▶ В направлении полной нагрузки реализуется смешанный режим с малой долей MPI, в результате чего происходит равномерная базовая гомогенизация рабочей смеси и снижаются выбросы  $O_2$ . Меньшее содержание  $O_2$  в ОГ способствует меньшему росту температуры в нейтрализаторе. Это позволяет сократить обогащение смеси для защиты нейтрализатора, а также дополнительно снизить расход топлива.

### Характеристика режимов впрыска

В двигателе применяется исключительно гибкая схема впрыска, позволяющая реализовать смешанный режим из впрыска высокого и низкого давления.

В пределах отдельных режимов впрыска доли топлива, впрыскиваемого той или иной системой, могут варьироваться. БУ двигателя рассчитывает переходы между типами впрыска таким образом, что не возникает резких «переходов рабочей смеси».



#### Условные обозначения:

- 3x FSI и 1x MPI
- 2x FSI и 1x MPI
- 1x FSI и 1x MPI
- Только MPI

624\_022

## Форсунки высокого давления

Форсунка с электромагнитным клапаном производства фирмы Continental является новой разработкой. Главной целью при её создании было соблюдение строгих требований будущих экологических классов.

### Технические характеристики:

- ▶ для давления впрыска до 200 бар;
- ▶ быстрое открывание и закрывание;
- ▶ очень высокая точность дозировки, прежде всего — при впрыскивании малых количеств топлива;
- ▶ возможность многократного впрыска;
- ▶ уменьшение *вредного объёма*  $\lambda$ ;
- ▶ напряжение управляющего сигнала 65 В.



624\_078

## Процесс сгорания

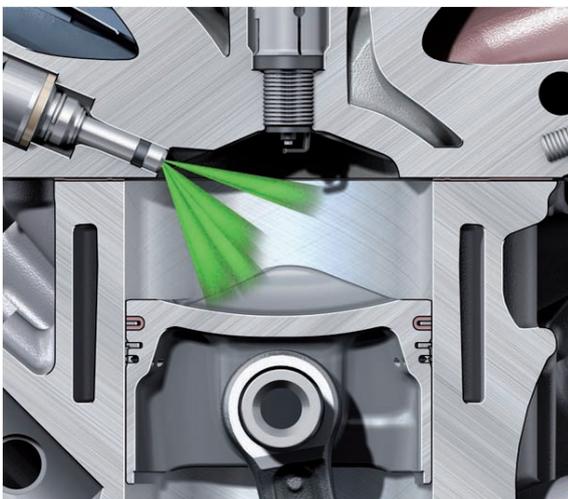
По сравнению с двигателем 3,0 л V6 TFSI поколения 3, произошли следующие изменения:

- ▶ повышение степени сжатия с 10,3 до 10,8;
- ▶ увеличение завихрения воздушного потока в камере сгорания благодаря изменению формы поршня;
- ▶ оптимизация формы факела форсунок;
- ▶ геометрический центр факела в большей степени смещён к свече зажигания;
- ▶ смещение форсунок от центра цилиндра, за счёт этого увеличивается расстояние до противоположной стенки цилиндра.

### Достигнутые цели:

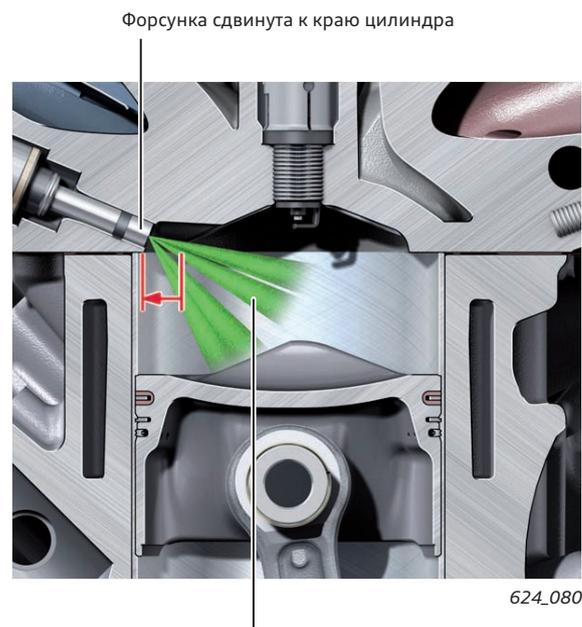
- ▶ улучшение смесеобразования;
- ▶ уменьшение вредных выбросов;
- ▶ повышение эффективности сгорания;
- ▶ уменьшение обогащения смеси при полной нагрузке;
- ▶ снижение расхода топлива.

### 3,0 л V6 TFSI поколения 3



624\_079

### 3,0 л V6 TFSI поколения 4 (evo)



624\_080

$\lambda$  См. «Словарь специальных терминов» на стр. 46.

# Система управления двигателем

## Общая схема системы (Audi A8, модельный год 2014)

### Датчики

Датчик 1 оборотов турбоагнетателя G688

Датчики давления наддува 1+2 G31, G447

Датчик давления усилителя тормозов G294

Датчик давления во впускном коллекторе G71

Датчик температуры воздуха на впуске G42

Датчик числа оборотов двигателя G28

Блок дроссельной заслонки J338

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

Блок регулирующей заслонки J808 с потенциометром регулирующей заслонки G584

Датчики Холла 1–4 G40, G163, G300, G301

Датчик положения педали акселератора G79 и датчик 2 положения педали акселератора G185

Выключатель стоп-сигналов F

Датчик уровня и температуры масла G266

Датчик давления топлива G247

Датчик низкого давления топлива G410

Датчики детонации 1+2 G61, G66

Датчик уровня топлива G

Датчики уровня топлива 2+3 G169, G237

Датчик давления масла F22

Датчик температуры системы терморегулирования двигателя G694

Датчик низкого давления масла F378

Датчик температуры ОЖ G62

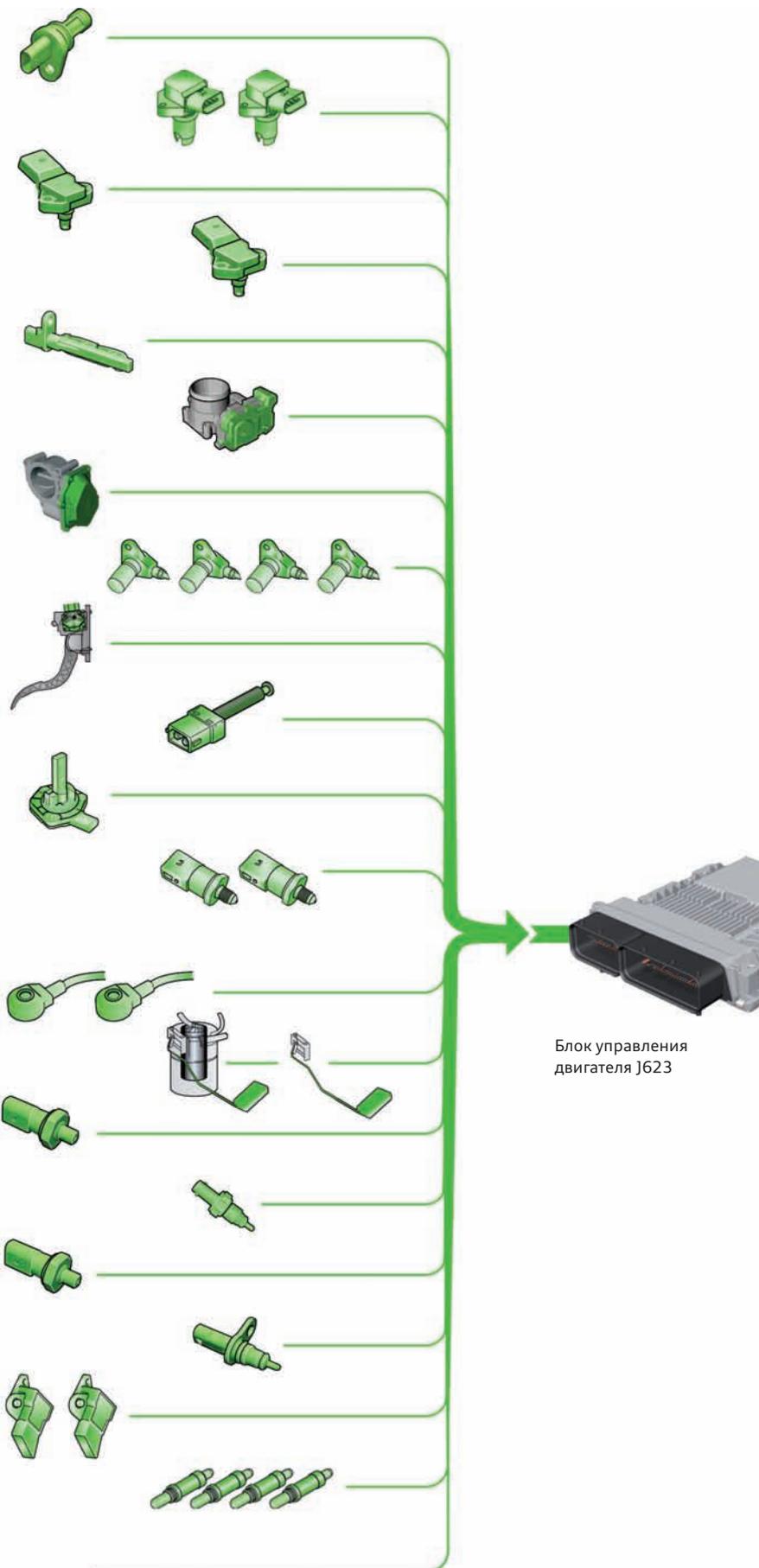
Датчики положения воздушной заслонки (потенциометр) 1+2 G336, G512

Лямбда-зонды 1+2 G39, G108

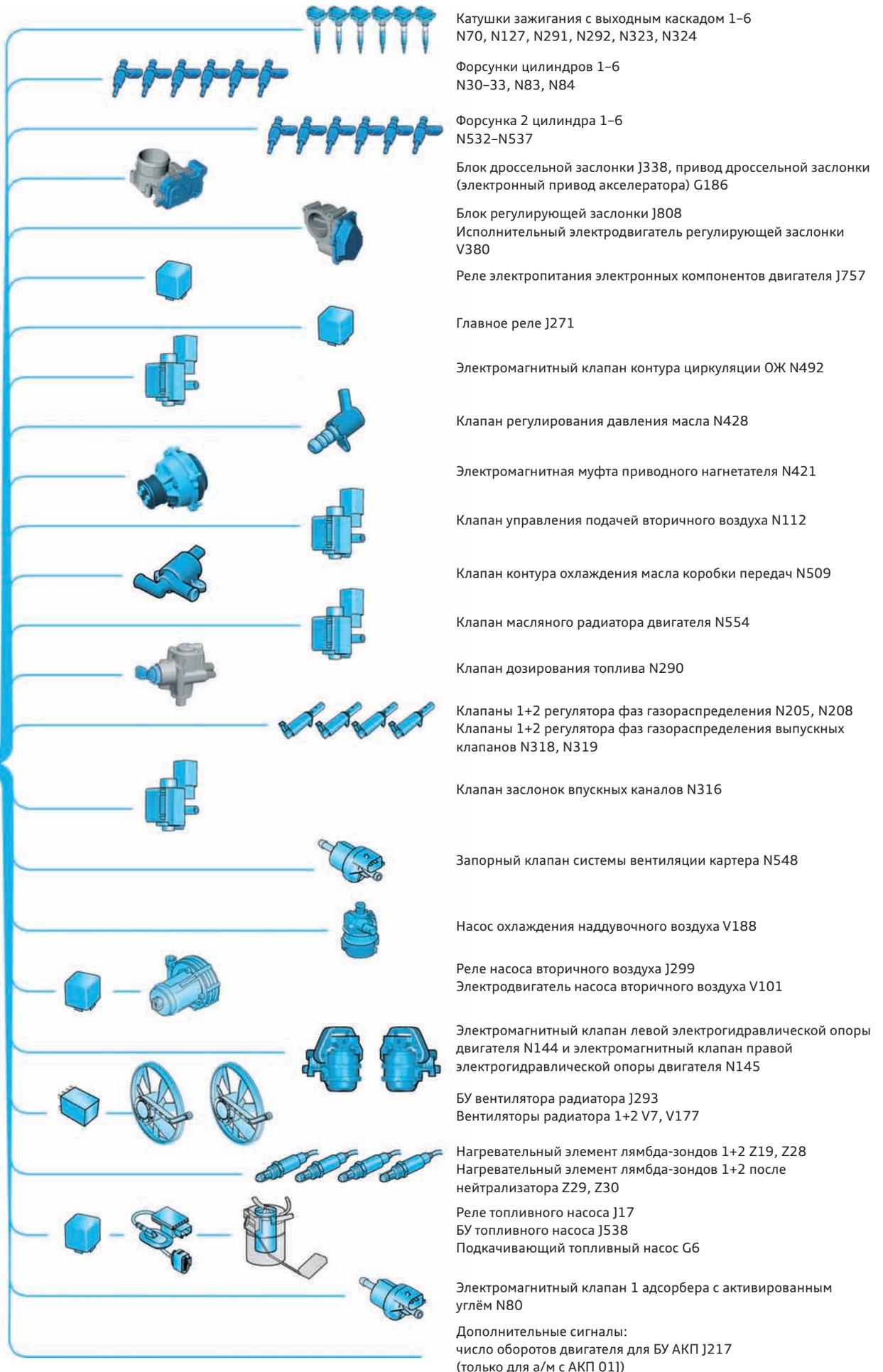
Лямбда-зонды 1+2 после нейтрализатора G130, G131

Дополнительные сигналы:

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



## Исполнительные механизмы



## Система подачи вторичного воздуха

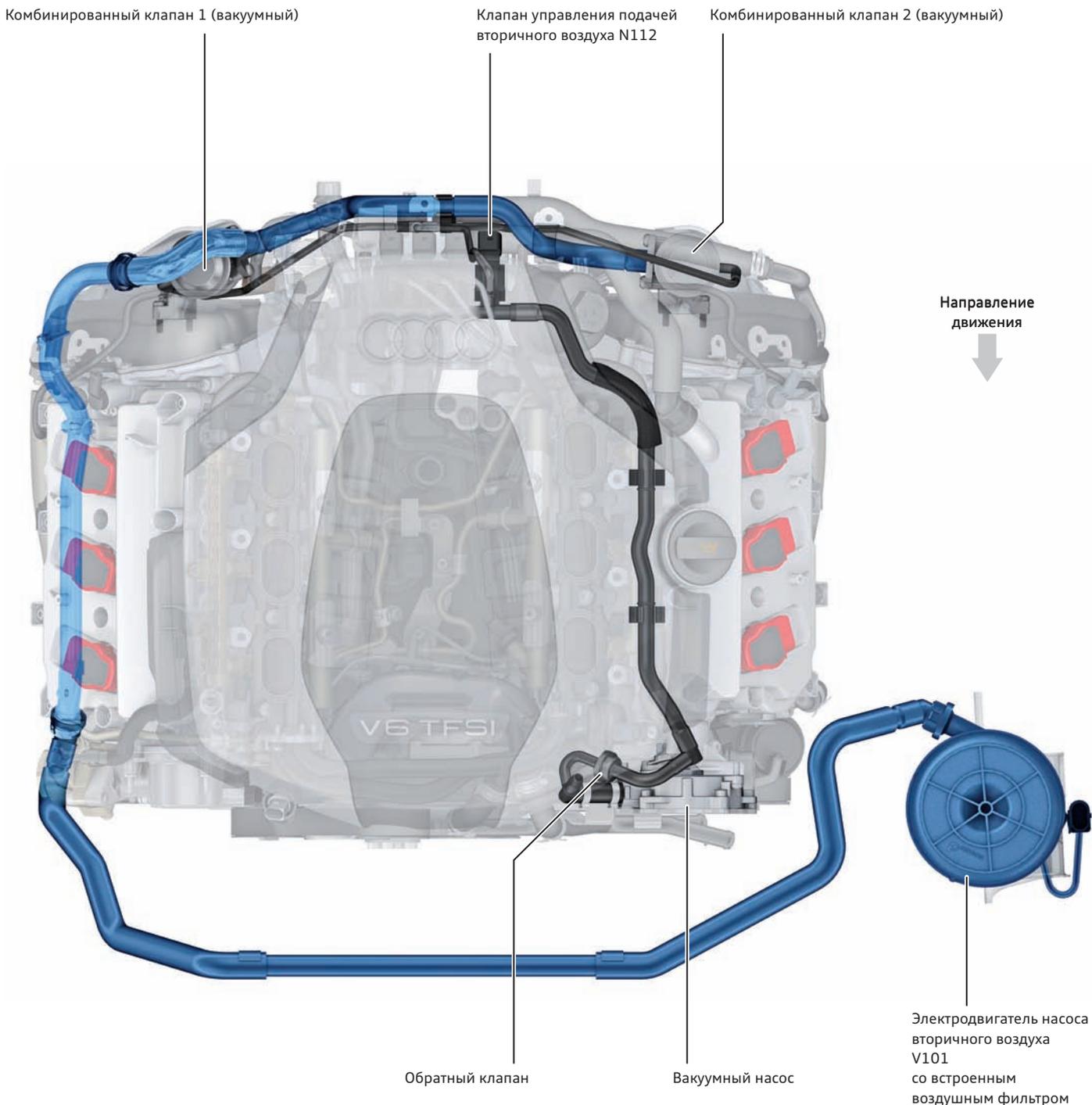
В системе подачи вторичного воздуха были произведены многочисленные изменения по сравнению с двигателем 3,0 л V6 TFSI поколения 3.

Для управления комбинированными клапанами теперь используется только один клапан управления подачей вторичного воздуха N112 (вместо двух). Способ забора воздуха для системы вторичного воздуха на разных моделях может быть различным. За исключением Audi A8, с модельного года 2014 на всех остальных моделях с двигателем 3,0 л V6 TFSI поколения 4 воздух отбирается из корпуса воздушного фильтра.

На Audi A8 с модельного года 2014 воздух отбирается через отдельный воздушный фильтр, установленный на электродвигателе насоса вторичного воздуха V101.

Другое изменение по сравнению с двигателем 3,0 л V6 TFSI поколения 3 заключается в том, что удалось уменьшить расход воздуха работающей системой подачи вторичного воздуха. Тем самым двигатель при прогреве расходует меньше топлива.

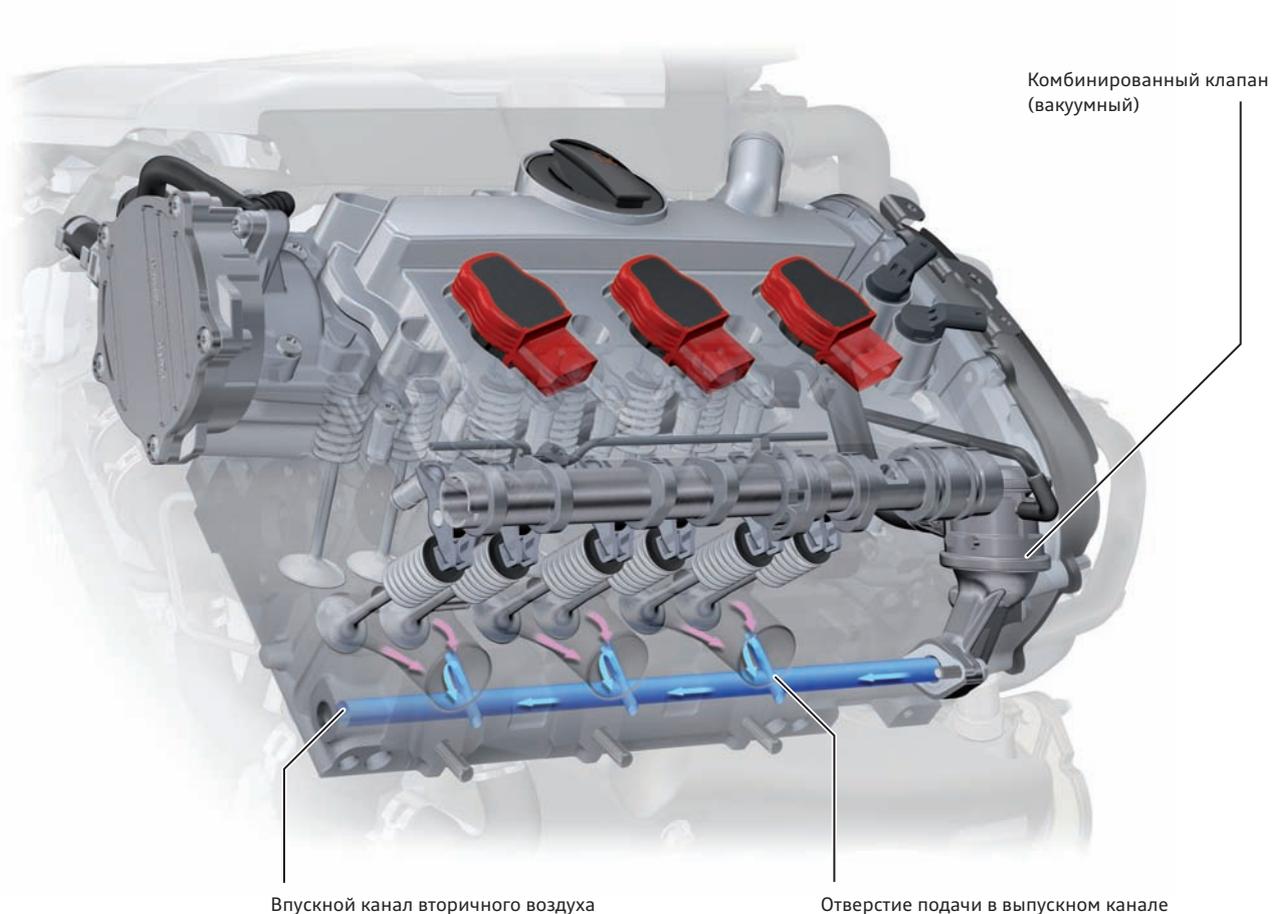
### Общая схема



## Каналы вторичного воздуха

По сравнению с двигателем 3,0 л V6 TFSI поколения 3, были также изменены каналы вторичного воздуха.

За счёт этого удалось существенно уменьшить склонность к забиванию.



## Диагностика

### Автомобили для рынков США и Канады

Прежняя схема диагностики, базирующаяся на показаниях датчика давления (описана в программе самообучения 437 «Двигатель Audi 3,0 л V6 TFSI с приводным нагнетателем типа Рутс»), больше не применяется, поскольку при её использовании неизбежно происходит ухудшение показателей токсичности ОГ.

Новая диагностика основана на лямбда-регулировании. Преимуществом по сравнению с диагностикой, базирующейся на показаниях датчика давления, является улучшение характеристик ОГ. Диагностика проводится в то время, когда для уменьшения токсичности ОГ включён насос вторичного воздуха. Массовый расход вторичного воздуха вычисляется исходя из массового расхода воздуха двигателем и значений лямбда, которые регистрируются лямбда-зондами в коллекторе во время подачи вторичного воздуха.

По завершении подачи вторичного воздуха насос продолжает ещё несколько секунд работать, пока комбинированные клапаны закрываются.

### Автомобили для рынков Европы и остальных стран

Диагностика не выполняется, поскольку соответствующие граничные значения соблюдаются и при отказе системы подачи вторичного воздуха.

Это позволяет проверить герметичность комбинированных клапанов. Когда лямбда превышает определённое пороговое значение «бедной» смеси, в регистраторе сохраняется событие, позволяющее сделать вывод о негерметичности клапана. По окончании проверки герметичности значение лямбда измеряется ещё раз, результат измерения вторичного воздуха корректируется. Таким образом компенсируются статистические отклонения, результат получается более точным. Результат измерения или, соответственно, событие выдаётся, однако, только после того, как будет также завершена диагностика лямбда-зондов перед нейтрализатором. Она выполняется параллельно диагностике нейтрализатора. Чтобы получить результат после холодного пуска двигателя, автомобиль должен, таким образом, сначала прогреться в движении до рабочей температуры.

# Техническое обслуживание

## Инструменты

Съёмник T40301



Снятие узла муфты с модуля нагнетателя

624\_061

Центровочный штифт T40302



Центровка узла муфты

624\_062

Устройство для подачи напряжения на узел муфты VAS 6909



624\_063

Подготовка к установке узла муфты

Крепление T40304



624\_064

Установка модуля нагнетателя на стенде для сборки и проверки герметичности агрегатов трансмиссии T40206

Оправка T40303



624\_065

Установка опор на модуль нагнетателя

Набор съёмников VAS 501 001



624\_081

Снятие игольчатых подшипников в модуле нагнетателя

## Обслуживание автомобиля

Обслуживание/работы	Интервал или значение
Объём заправки моторного масла, вкл. фильтр (объём при замене масла)	6,8 л
Допуск по моторному маслу	VW 50400
Допускается ли откачка масла	Да
Тестер электронного индикатора уровня масла (значение для установочного кольца/для областей от «масло мин.» до «масло макс.»)	Верхнее значение шкалы: 141 Нижнее значение шкалы: 0–11
Индикатор ТО	По индикатору межсервисных интервалов, в зависимости от стиля вождения и условий эксплуатации: от 15 000 км/1 год и до 30 000 км/2 года
Интервал замены воздушного фильтра	60 000 км
Интервал замены топливного фильтра	В рамках ТО замена не предусмотрена
Интервал замены свечей зажигания	90 000 км/6 лет
Интервал замены салонного фильтра	30 000 км/2 года
Интервал замены масла КП	В рамках ТО замена не предусмотрена
Интервал замены поликлинового ремня (нагнетатель)	90 000 км
Цепь привода ГРМ	В рамках ТО замена не предусмотрена
Натяжители цепи	В рамках ТО замена не предусмотрена



### Указание

Приоритет всегда имеют данные, приведённые в актуальной сервисной литературе.  
При замене масла обязательно заливать масло с соответствующим допуском!

# Приложение

## Словарь специальных терминов

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

### ↗ Картерные газы

Газы, прорывающиеся при работе двигателя из камер сгорания в картер между поршнем и стенкой цилиндра. Причиной их проникновения являются высокое давление в камере сгорания и совершенно нормальные эксплуатационные зазоры поршневых колец. Картерные газы отсасываются из картера и подаются системой вентиляции картера во впускной тракт и далее вместе с воздухом опять в цилиндры двигателя.

### ↗ Шатуны с отламыванием крышки нижней головки



У таких шатунов нижняя головка сначала изготавливается как одно целое с крышкой, которая затем отделяется отламыванием в предназначенных для этого местах. В результате на поверхности разрыва с обеих сторон образуется сложная объёмная структура, позволяющая вновь соединить части в том же положении с очень высокой точностью.

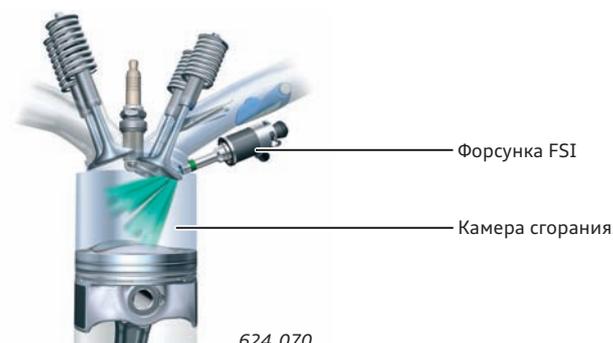
### ↗ Эластомер

Эластомером называют искусственный материал, который эластичен, но сохраняет при этом свою форму. Такие искусственные материалы при нагрузках сжатия или растяжения легко эластически деформируются, но при снятии нагрузок снова возвращаются в своё исходное состояние. Из эластомеров часто изготавливают, например, уплотнительные кольца.

### ↗ Финишная обработка

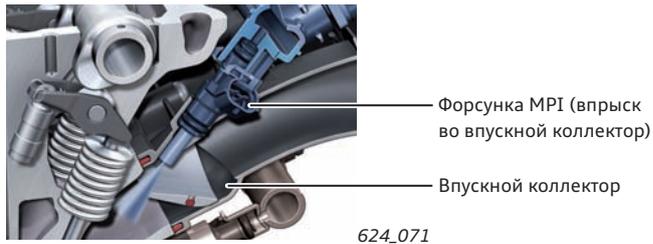
Под финишной обработкой подразумевается процесс самой тонкой обработки поверхностей. С её помощью, например, изготавливаются цилиндрические детали с очень высокой точностью формы и очень малой шероховатостью поверхности.

### ↗ FSI



Аббревиатура, производная от Fuel Stratified Injection, используется для обозначения систем непосредственного впрыска топлива в камеры сгорания, применяемых в бензиновых двигателях Audi. Давление впрыска топлива может при этом достигать 200 бар.

### ↗ MPI



Сокращение от Multi Point Injection («многоточечный впрыск»). Обозначает систему впрыска для бензиновых двигателей, в которой топливо впрыскивается в каналы во впускном коллекторе перед впускными клапанами. На некоторых двигателях комбинируется с системой непосредственного впрыска FSI.

### ↗ ШИМ-сигнал

Аббревиатура ШИМ означает широтно-импульсную модуляцию сигнала. Под этим подразумевается цифровой сигнал, в котором какая-либо величина (например, электрический ток) скачками изменяется между двумя фиксированными значениями. Интервалы этих изменений могут меняться системой управления. Это обеспечивает возможность передачи цифровых сигналов.

### ↗ Вредный объём

Вредным объёмом называют объём зоны высокого давления системы впрыска. В этом объёме для впрыска «накачивается» давление, которое затем снова сбрасывается. В результате возникают компрессионные потери и процесс впрыска затягивается.

В «нитевидных» объёмах магистралей топливо дополнительно сжимается вследствие динамических (волновых) процессов. Чем больше величина вредного объёма, тем ниже гидравлический КПД системы впрыска. Поэтому при разработке системы впрыска всегда ставится цель добиться минимально возможного вредного объёма.

### ↗ SENT

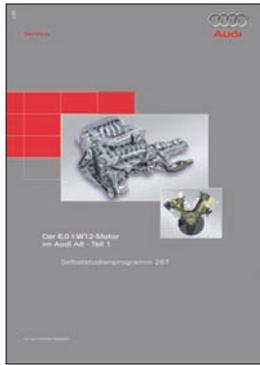
Протокол передачи данных SENT (Single Edge Nibble Transmission) при использовании соответствующих датчиков обеспечивает замену аналоговых интерфейсов цифровой передачей данных.

### ↗ Терофон

Терофон представляет собой не содержащую растворителей каучуковую массу, которая может наноситься разбрызгиванием, хорошо сцепляется с прилегающей поверхностью и после последующей вулканизации в печи образует эластичный слой с хорошими звукоизолирующими свойствами.

## Программы самообучения

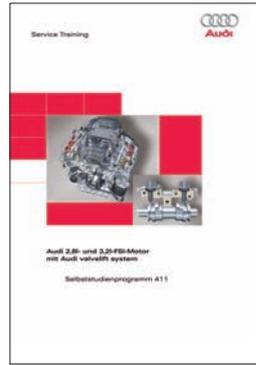
Дополнительную информацию по V-образным 6-цилиндровым двигателям Audi можно найти в следующих программах самообучения:



### Программа самообучения 267 «Двигатель 6,0 л W12 в Audi A8 — часть 1»

- Устройство и принцип действия регулятора фаз газораспределения.

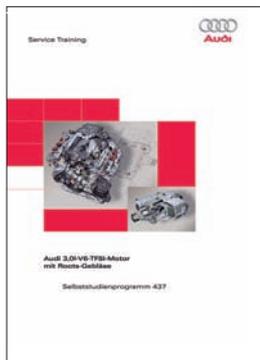
Номер для заказа: 140.2810.86.00



### Программа самообучения 411 «Двигатели Audi 2,8 л и 3,2 л FSI с Audi valvelift system»

- Базовая информация по устройству двигателя.

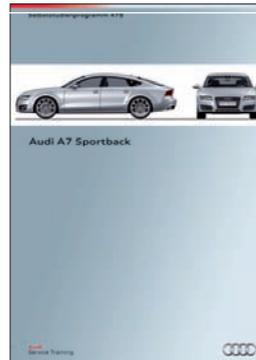
Номер для заказа: A07.5S00.42.00



### Программа самообучения 437 «Двигатель Audi V6 TFSI 3,0 л с нагнетателем типа Рутс»

- Механическая часть двигателя.
- Базовая информация по модулю приводного нагнетателя.

Номер для заказа: A08.5S00.53.00



### Программа самообучения 478 «Audi A7 Sportback»

- Инновационная система терморегулирования (ITM).

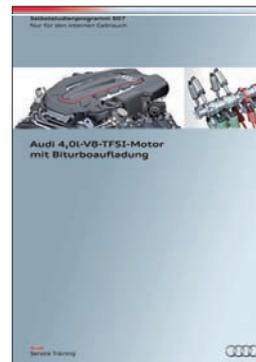
Номер для заказа A10.5S00.71.00



### Программа самообучения 606 «Двигатели Audi 1,8/2,0 л TFSI семейства EA888 (поколение 3)»

- Двойная система впрыска.
- Электрические насосы ОЖ.

Номер для заказа: A12.5S00.90.00



### Программа самообучения 607 «Двигатель Audi 4,0 л V8 TFSI с двумя турбоагнетателями (битурбо)»

- Устройство и принцип действия масляного насоса.

Номер для заказа: A12.5S00.91.00

## Информация по кодам QR

Для лучшего усвоения данной программы самообучения предлагаются дополнительные мультимедийные материалы для воспроизведения на мобильных устройствах (анимации, видеоролики или обучающие мини-программы Mini-WBT). В тексте программы самообучения приведены ссылки на эти материалы в виде так называемых кодов QR (квадратные штрих-коды, состоящие из точек). Чтобы открыть такой материал на экране мобильного устройства (планшета или смартфона), нужно считать этим устройством соответствующий код QR и перейти по содержащемуся в нём Интернет-адресу. 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 дополнительные 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 кодом PIN, чтобы предотвратить несанкционированное использование.

Пожалуйста, учитывайте, что скачивание мультимедийных материалов в мобильных сетях может привести к очень существенным расходам, 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 07.14

© Перевод и вёрстка

ООО «ФОЛЬКСВАГЕН Груп Рус»

A13.5S01.08.75