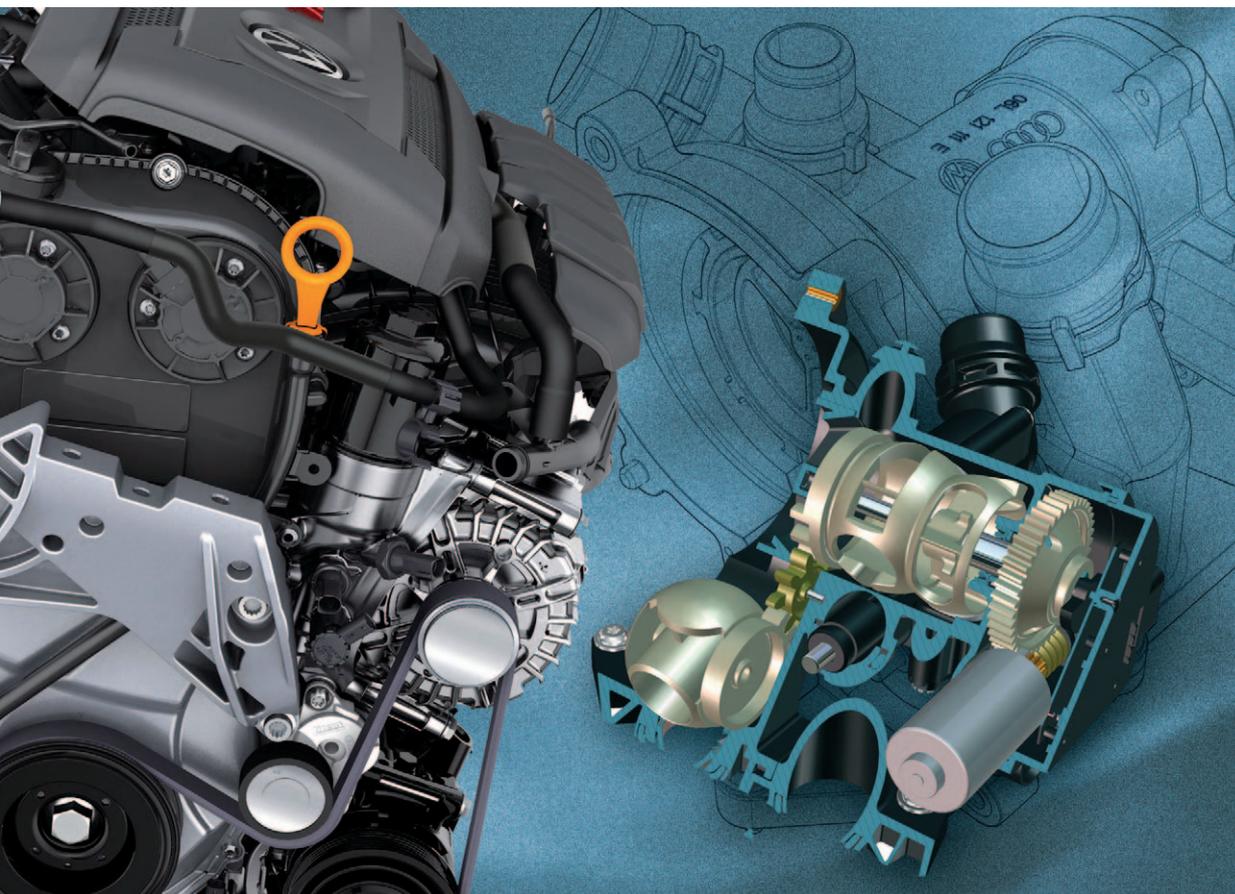




**Программа самообучения 522**

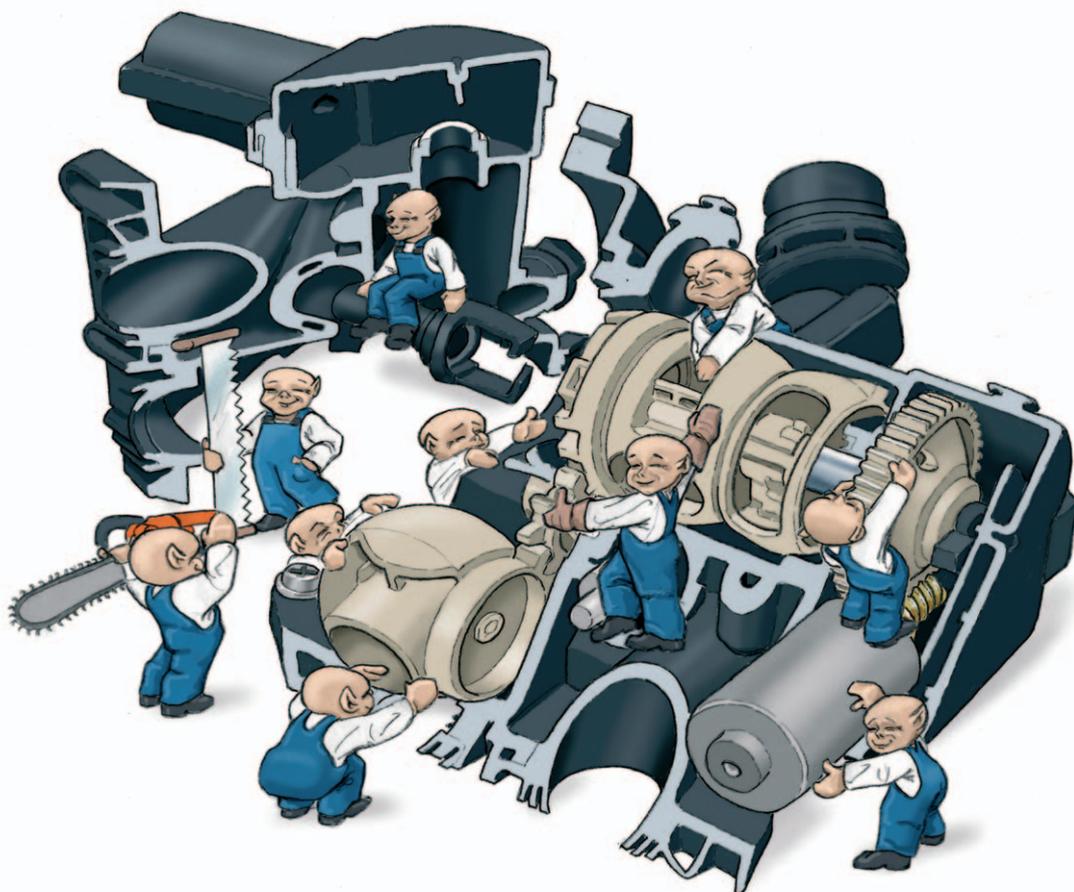
**Двигатель 2,0 л 162 кВт/169 кВт TSI**

**Устройство и принцип действия**



Данная программа самообучения знакомит читателя с новым двигателем 2,0 л 162/169 кВт TSI семейства EA888, являющимся уже третьим поколением этого двигателя. Двигатель 2,0 л 162/169 кВт TSI уже сейчас соответствует требованиям будущего экологического класса Евро 6 и выпускается на заводе в городе Дьёр в Венгрии.

Он разработан для применения в рамках модульной поперечной платформы (MQB) и, таким образом, может устанавливаться на автомобилях разных марок концерна Volkswagen.



s522\_777



Дополнительную информацию по бензиновым двигателям 1,8 и 2,0 л можно найти в программах самообучения 337 «Двигатель 2,0 л FSI с турбонагнетателем» и 401 «Двигатель 1,8 л 118 кВт TFSI с цепным приводом ГРМ».

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

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



**Внимание  
Указание**



<b>Введение</b> .....	<b>4</b>	
Основные технические особенности .....	4	
<b>Механическая часть двигателя</b> .....	<b>6</b>	
Блок цилиндров .....	6	
Кривошипно-шатунный механизм .....	7	
Цепная передача .....	8	
Головка блока цилиндров с переключением хода клапанов .....	11	
Система вентиляции картера .....	19	
<b>Контур системы смазки</b> .....	<b>22</b>	
Общая информация о системе смазки .....	22	
Двухступенчатый шестерённый масляный насос с наружным зацеплением . . .	23	
Отключаемые форсунки охлаждения поршней .....	25	
<b>Система охлаждения</b> .....	<b>29</b>	
Общая информация о системе охлаждения .....	29	
Инновационная система терморегулирования .....	30	
<b>Система впуска и наддува</b> .....	<b>40</b>	
Общая информация о системе наддува .....	40	
Турбоагнетатель .....	41	
<b>Система питания</b> .....	<b>44</b>	
Общая информация о системе питания .....	44	
Впрыск топлива .....	45	
<b>Система управления двигателем</b> .....	<b>48</b>	
Общая схема системы .....	48	
<b>Техническое обслуживание</b> .....	<b>50</b>	
Специальный инструмент .....	50	
Новые узлы (кластеры) датчиков и исполнительных механизмов .....	52	
<b>Контрольные вопросы</b> .....	<b>53</b>	

# Введение



При разработке нового поколения двигателей уже известного семейства EA888 наиболее важными были две задачи: соблюдение требований экологического класса Евро 6 и применимость двигателей в рамках модульной поперечной платформы (MQB). Кроме того, ставились и другие цели:

- снижение выбросов CO<sub>2</sub>;
- сокращение массы двигателя;
- уменьшение внутреннего трения в двигателе;
- оптимизация соотношения мощности и крутящего момента с расходом топлива;
- повышение плавности работы двигателя.

## Основные технические особенности



### Механическая часть двигателя

Новое поколение семейства двигателей 2,0 л TSI характеризуется следующими техническими особенностями в механической части:

- уменьшение массы в общей сложности на 7,8 кг;
- ГБЦ со встроенным выпускным коллектором;
- балансирные валы на подшипниках качения;
- коленвал с коренными шейками уменьшенного диаметра и только с четырьмя противовесами;
- турбоагрегат с электрическим приводом перепускной заслонки (вестгейт);
- сниженный уровень масла;
- масляный поддон из двух частей: верхняя часть из алюминия, нижняя — из пластмассы;
- масляный фильтр и масляный радиатор двигателя выполнены как часть кронштейна навесных агрегатов.

## Система управления двигателя

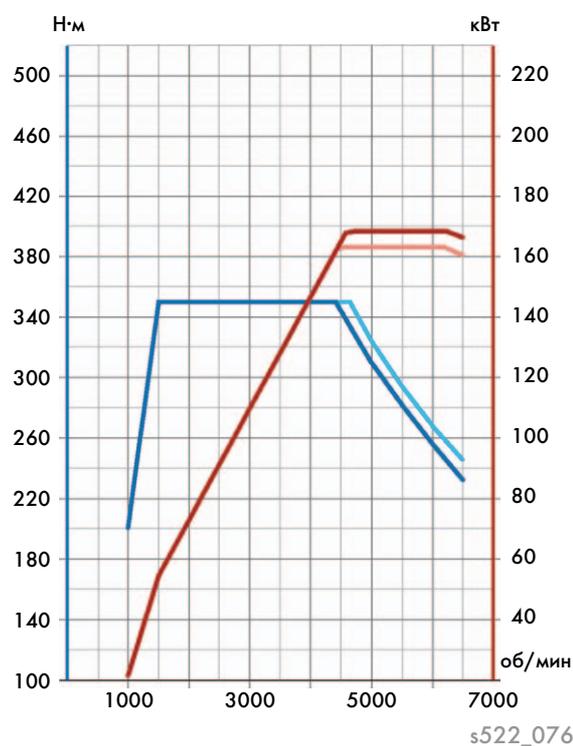
Система управления двигателями семейства 2,0 л TSI имеет следующие технические особенности:

- регулирование фаз ГРМ не только впускных, но и выпускных клапанов;
- электронно управляемое переключение хода клапанов;
- двойная система впрыска с форсунками TSI и SRE (непосредственный впрыск и впрыск во впускной коллектор);
- инновационная система терморегулирования с блоком поворотных золотников (исполнительный механизм системы терморегулирования двигателя N493);
- отключаемые форсунки охлаждения поршней;
- адаптивное лямбда-регулирование;
- зажигание с электронным управлением и бесконтактным распределением высокого напряжения;
- заслонки впускного коллектора;
- двухступенчатое регулирование давления масла масляным насосом с наружным зацеплением;
- система управления двигателя SIMOS 18.1 с электронной педалью акселератора;
- разная мощность исполнений, 162 и 169 кВт, реализуется программно — системой управления.

## Технические характеристики

Буквенное обозначение	СННВ	СННА
Тип	4-цилиндровый, рядный	
Рабочий объём	1984 см <sup>3</sup>	
Диаметр цилиндра	82,5 мм	
Ход поршня	92,8 мм	
Кол-во клапанов на цилиндр	4	
Степень сжатия	9,6 : 1	
Макс. мощность	162 кВт при 4500–6200 об/мин	169 кВт при 4700–6200 об/мин
Макс. крутящий момент	350 Н·м при 1500–4400 об/мин	350 Н·м при 1500–4600 об/мин
Система управления двигателя	SIMOS 18.1	
Топливо	Неэтилированный бензин с октановым числом 98	
Нейтрализация ОГ	Трёхкомпонентный каталитический нейтрализатор, широкополосный лямбда-зонд перед турбонагнетателем, триггерный лямбда-зонд после нейтрализатора	
Экологический класс	Евро 6	

## Внешняя скоростная характеристика



— СННВ 162 кВт  
— СННА 169 кВт

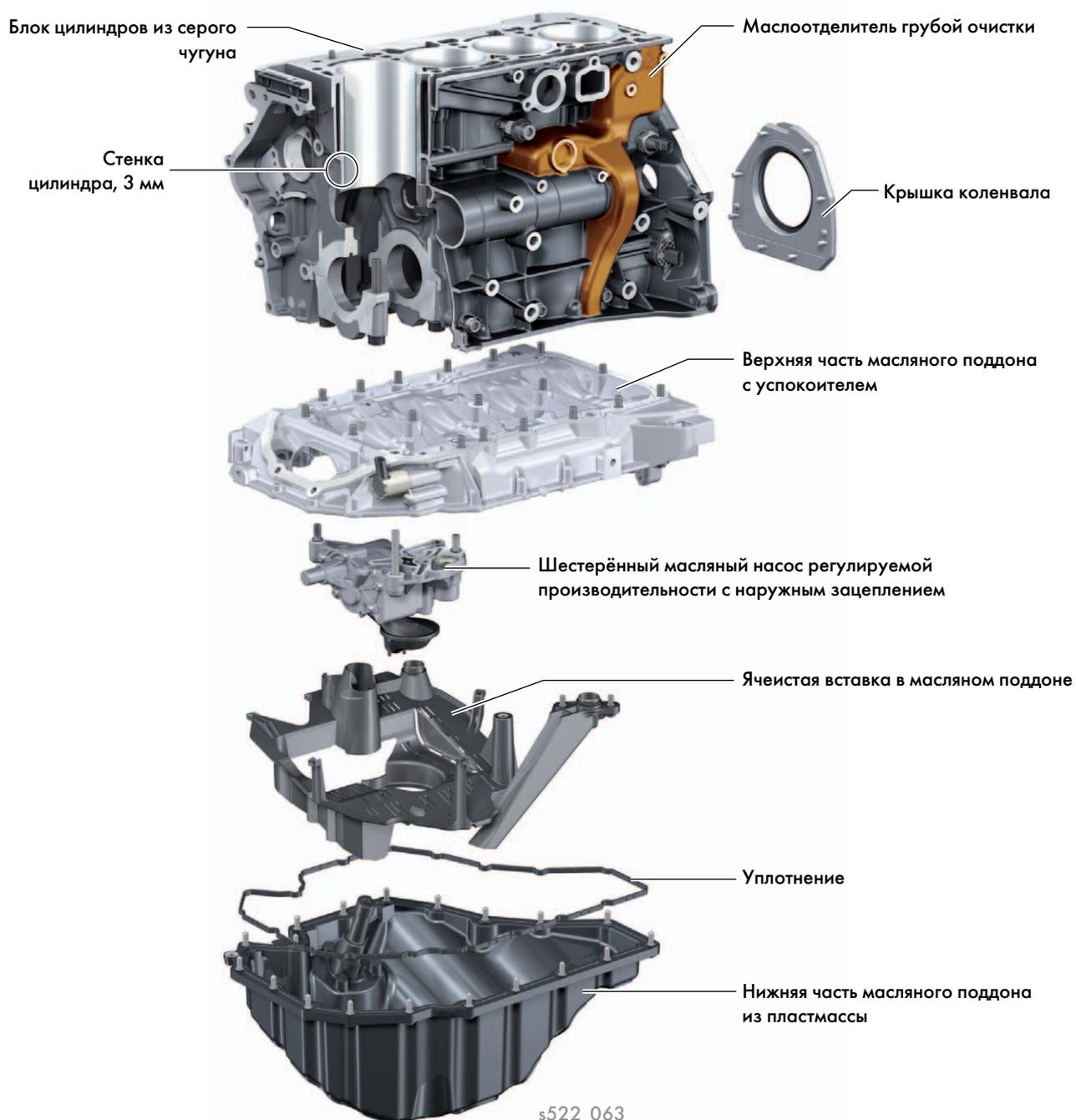
s522\_076



# Механическая часть двигателя

## Блок цилиндров

За счёт последовательной модернизации архитектуры блока цилиндров удалось добиться снижения массы на 2,4 кг по сравнению с предшествующей моделью. Толщина стенок цилиндров была уменьшена с 3,5 мм до прим. 3 мм. Корпус маслоотделителя грубой очистки системы вентиляции картера выполнен как часть блока цилиндров.



# Кривошипно-шатунный механизм

В области кривошипно-шатунного механизма для уменьшения потерь на трение и снижения массы были произведены следующие модификации.

## Коленчатый вал

Диаметр опорных шеек коленвала сокращён с 52 мм до 48 мм. Число противовесов уменьшено с восьми до четырёх.

Верхние и нижние коренные вкладыши двухслойные, без содержания свинца.

Масса коленвала уменьшена на 1,6 кг.

## Шатуны

Крышка шатунов отделяется отламыванием. Нижние шатунные вкладыши, как и коренные, двухслойные, без содержания свинца. От бронзовой втулки в верхней головке шатуна удалось отказаться.

Вместо этого на поршневые пальцы наносится специальное углеродное покрытие.

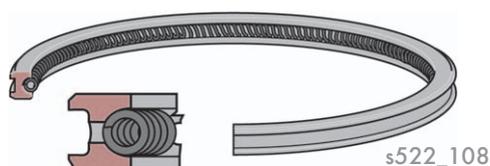
## Поршни

Зазор между поршнем и стенкой цилиндра был увеличен для снижения трения в фазе прогрева двигателя. Кроме того, для уменьшения износа на них наносится углеродное покрытие.

Верхнее поршневое кольцо прямоугольное, среднее кольцо коническое с проточкой, третье — маслосъёмное составное (из двух частей, со сходящимися фасками и спиральным пружинным расширителем).

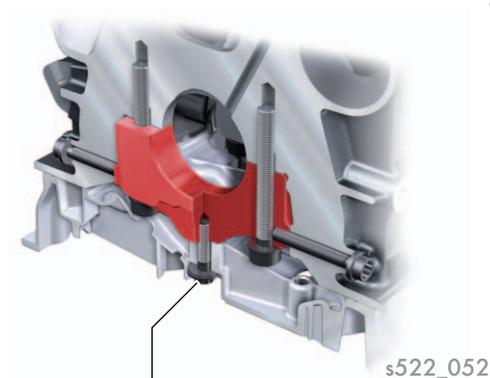
## Крышки коренных подшипников

Крышки коренных подшипников соединяются болтами с верхней частью масляного поддона. Это способствует уменьшению вибраций и улучшению акустической картины двигателя.



Составное маслосъёмное кольцо со сходящимися фасками и спиральным пружинным расширителем

s522\_108



Резьбовое соединение крышки коренной опоры с верхней частью масляного поддона

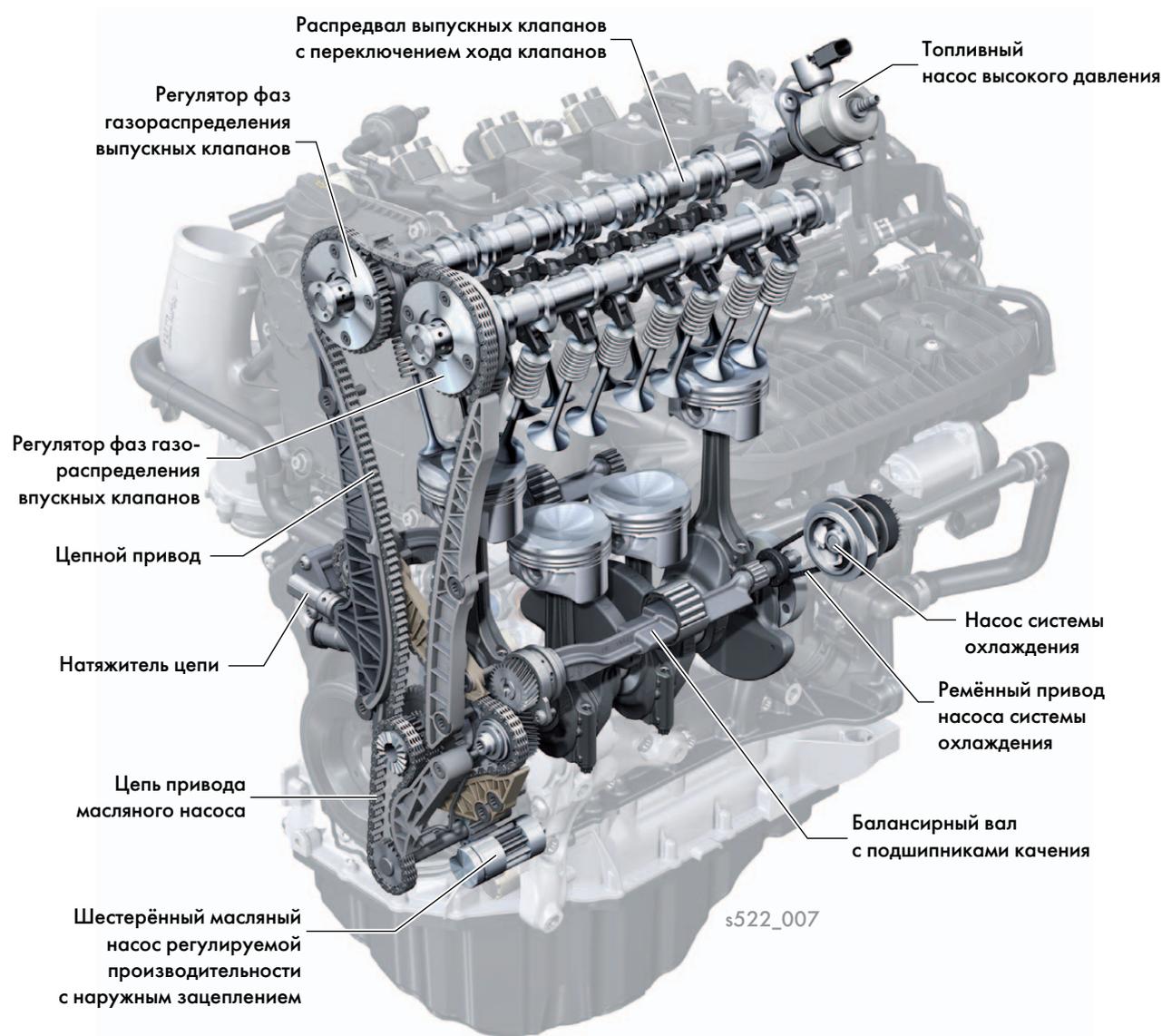
s522\_052



# Механическая часть двигателя

## Цепная передача

Принципиальная конструкция цепного привода была перенята от предыдущей модели, подвергшись при этом дальнейшей модернизации. Меньшая потребность двигателя в масле для смазки позволила снизить мощность, передаваемую цепной передачей к масляному насосу. Соответственно, натяжители цепного привода были адаптированы к меньшему давлению масла.



Для нового двигателя предусмотрена программа диагностики удлинения цепи.

Диагностика удлинения цепи позволяет своевременно распознавать удлинение цепи привода ГРМ.

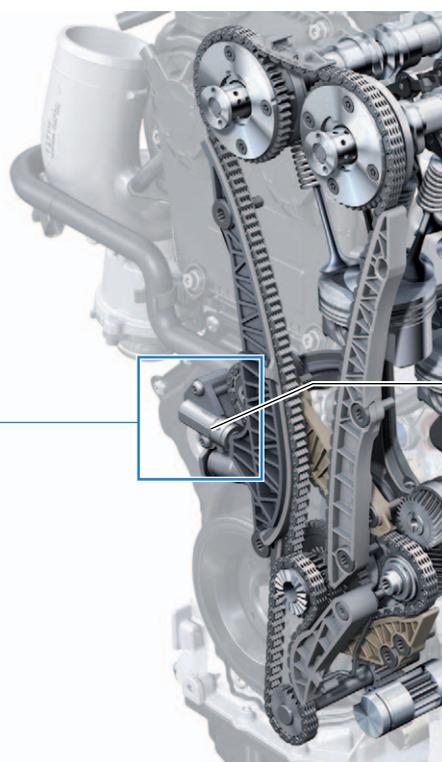
Программное распознавание удлинения цепи производится на основании изменения положения распредвалов относительно коленвала, которое определяется в результате сравнения сигналов датчиков положения распредвала и коленвала.

После того как угловой сдвиг распредвалов многократно превысит определённое граничное значение, в регистраторе событий формируется запись.

После появления записи в регистраторе событий производится визуальный контроль натяжителя цепи.

Чтобы после проведения ремонта функция диагностики работала правильно, её необходимо актуализировать после выполнения следующих работ:

- замена блока управления двигателя;
- замена деталей/узлов двигателя, примыкающих к цепному приводу;
- замена цепи привода ГРМ или двигателя в сборе.



Сервисное  
отверстие  
для контроля  
удлинения цепи

s522\_124



Обратите внимание: процедура установки цепи изменилась по сравнению с предшествующей моделью. После проведения работ с цепным приводом теперь необходимо выполнять адаптацию функции контроля удлинения цепи с помощью тестера.

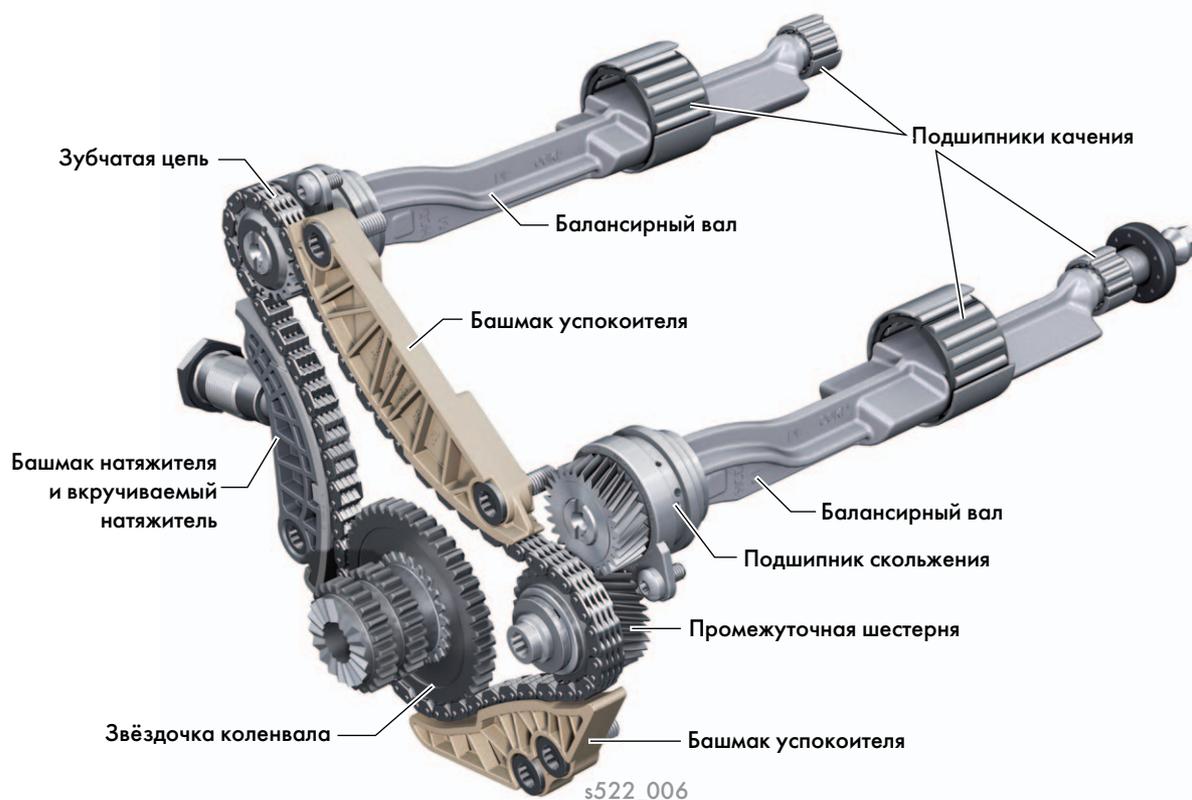
При выполнении работ с цепным приводом всегда в точности следуйте указаниям в ELSA.

# Механическая часть двигателя

## Балансирные валы

Для узла балансирных валов также удалось добиться уменьшения массы по сравнению с предшествующей моделью.

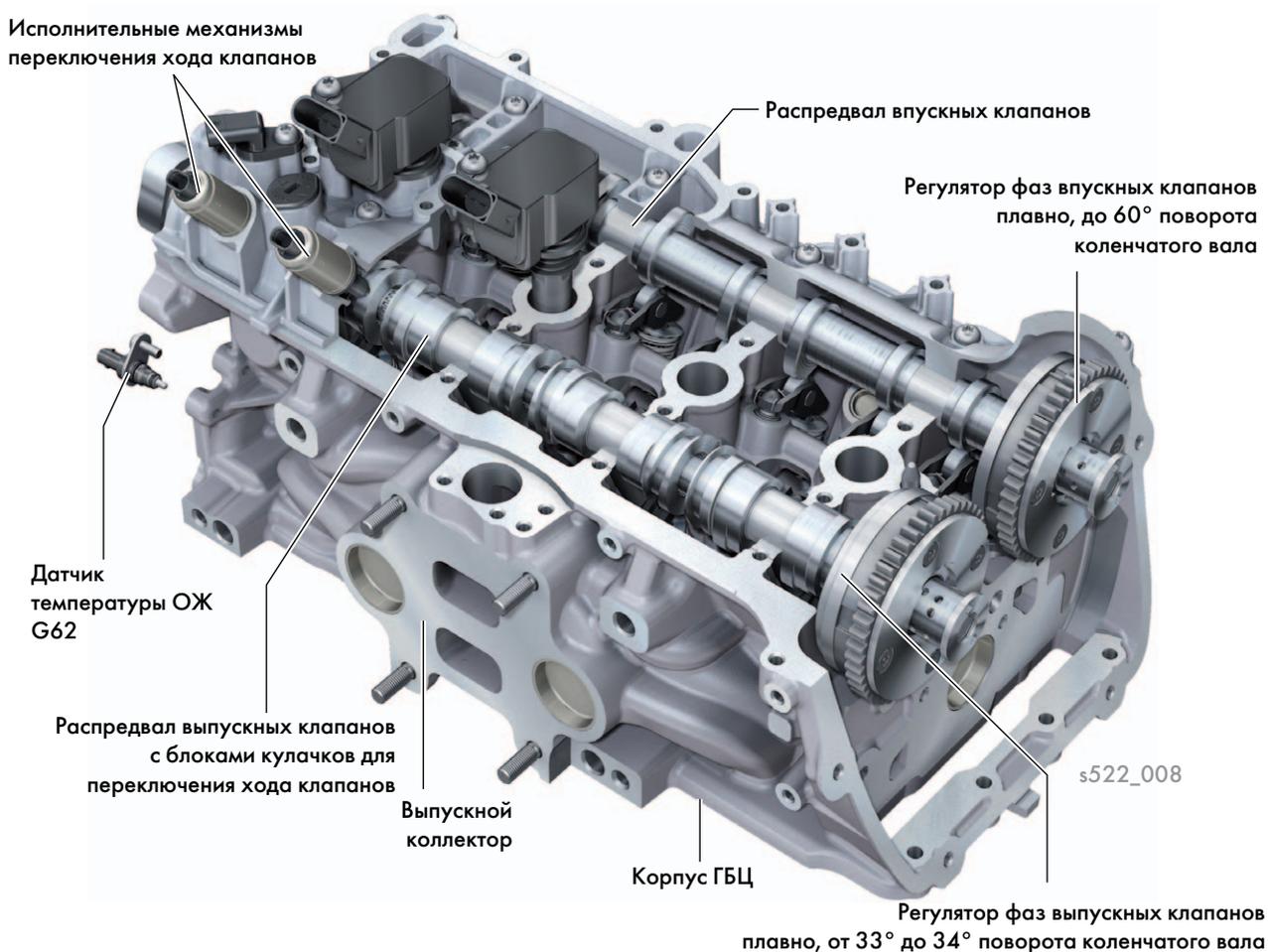
В опорах балансирных валов частично используются подшипники качения. За счёт этого снижаются потери на трение в балансирных валах, особенно при работе непрогретого двигателя, то есть при низких температурах масла.



Для ремонта балансирных валов предусмотрен ремонтный комплект. Он состоит из обоих распредвалов и их подшипников качения. Заменяться вместе с распредвалами могут только средние (большие) подшипники качения. Задние (малые) подшипники качения установлены в блоке цилиндров и не могут заменяться по отдельности.

## Головка блока цилиндров с переключением хода клапанов

Головка блока цилиндров нового двигателя 2,0 л TSI является полностью новой разработкой. Выпускной коллектор выполнен как часть ГБЦ, так что отработавшие газы могут теперь охлаждаться системой охлаждения двигателя. Как на впускном, так и на выпускном распредвале имеется механизм регулирования фаз газораспределения. На выпускном распредвале имеется также механизм переключения хода клапанов, позволяющий по выбору активировать каждый клапан одним из двух разных по профилю кулачков. Датчик температуры охлаждающей жидкости G62 вкручивается в ГБЦ со стороны коробки передач. Он установлен в самой горячей точке ГБЦ и поэтому позволяет регистрировать температурный режим с большой достоверностью, эффективно предотвращая закипание охлаждающей жидкости.



Исполнительные механизмы переключения хода клапанов имеют в сервисной литературе следующие обозначения:

Регулятор кулачка выпускного клапана А для цилиндра 1 N580, Регулятор кулачка выпускного клапана В для цилиндра 1 N581, Регулятор кулачка выпускного клапана А для цилиндра 2 N588, Регулятор кулачка выпускного клапана В для цилиндра 2 N589, Регулятор кулачка выпускного клапана А для цилиндра 3 N596, Регулятор кулачка выпускного клапана В для цилиндра 3 N597, Регулятор кулачка выпускного клапана А для цилиндра 4 N604, Регулятор кулачка выпускного клапана В для цилиндра 4 N605.

# Механическая часть двигателя

## Встроенный выпускной коллектор



Использование выпускного коллектора, встроенного («интегрированного») в ГБЦ, позволило заметно снизить температуру ОГ, входящих в турбину турбонагнетателя. В сочетании со стойким к самым высоким температурам турбонагнетателем это позволило практически полностью отказаться, прежде всего в диапазоне высоких оборотов, от обогащения смеси при полной нагрузке, выполняемого для защиты турбины от перегрева. Это ведёт к снижению расхода топлива и уменьшению выбросов CO<sub>2</sub>.

Каналы выпуска ОГ попарно объединены таким образом, что в одной паре такты выпуска никогда не следуют один за другим. В результате поток ОГ в такте выпуска одного из цилиндров не оказывает негативного влияния на процесс «продувки» в завершающей части фазы выпуска другого цилиндра. Тем самым вся энергия потока ОГ направляется на привод турбины турбонагнетателя.



Ещё одно преимущество выполнения выпускного коллектора внутри ГБЦ — более высокая скорость нагрева охлаждающей жидкости в фазе прогрева двигателя. За счёт этого уже после очень быстрого прогрева система терморегулирования двигателя переходит в режим регулируемого охлаждения. Поскольку лямбда-зонд установлен непосредственно за встроенным выпускным коллектором, он также быстрее выходит на свою рабочую температуру.

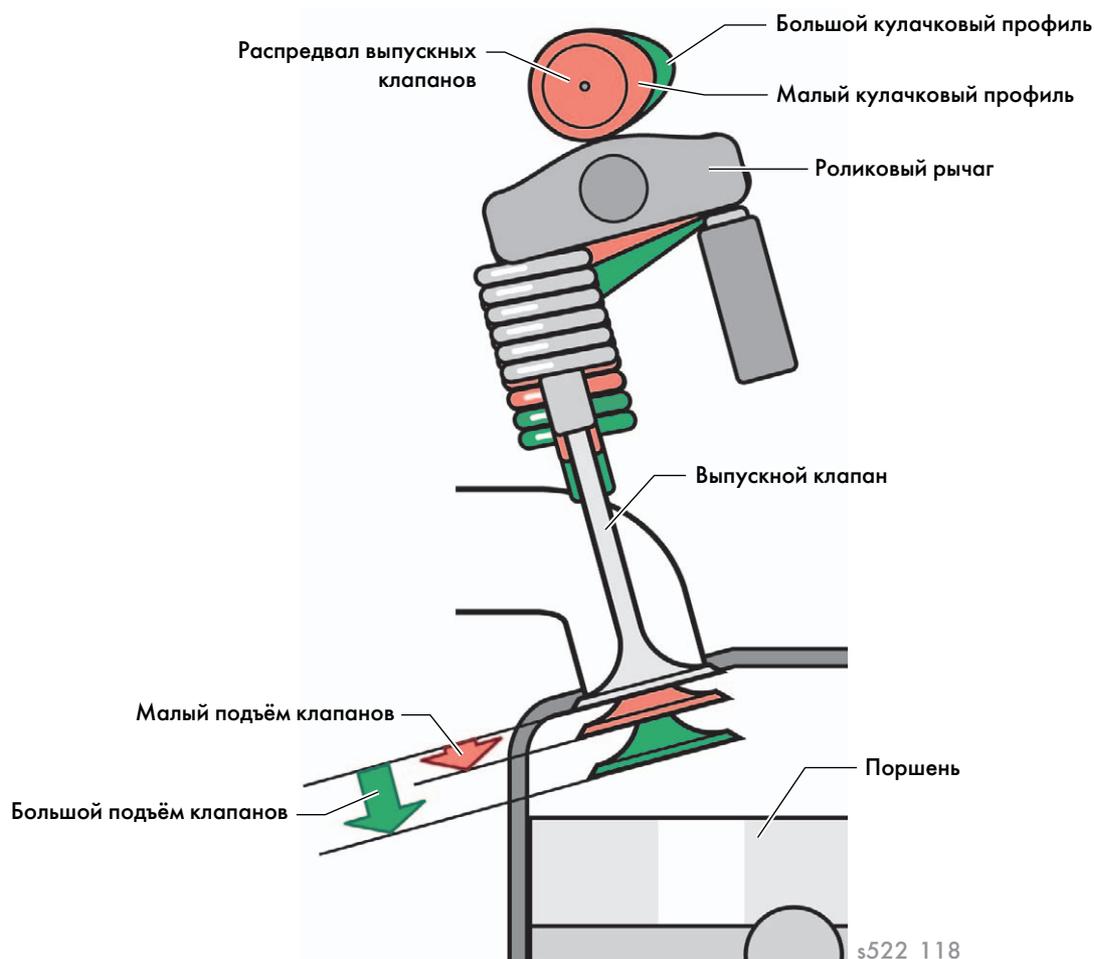
## Переключение хода клапанов с электрическим приводом

Переключение хода выпускных клапанов в сочетании с регуляторами фаз ГРМ на обоих распредвалах позволяет оптимизировать управление наполнением каждого из цилиндров рабочей смесью. Малый кулачковый профиль используется только при низких оборотах.

По заложенной в блоке управления характеристике определяется, когда должен использоваться тот или иной кулачковый профиль.

Это позволяет:

- оптимизировать наполнение цилиндров;
- предотвратить перетекание ОГ в фазе выпуска в цилиндр, в котором фаза выпуска произошла за  $180^\circ$  перед этим;
- добиться лучшего наполнения цилиндров за счёт более раннего открывания впускных клапанов;
- более качественно удалять ОГ из камеры сгорания за счёт создания положительной разности давлений на впуске и выпуске;
- улучшить реакцию двигателя;
- достичь более высокого крутящего момента в режимах низких оборотов и высокой нагрузки.

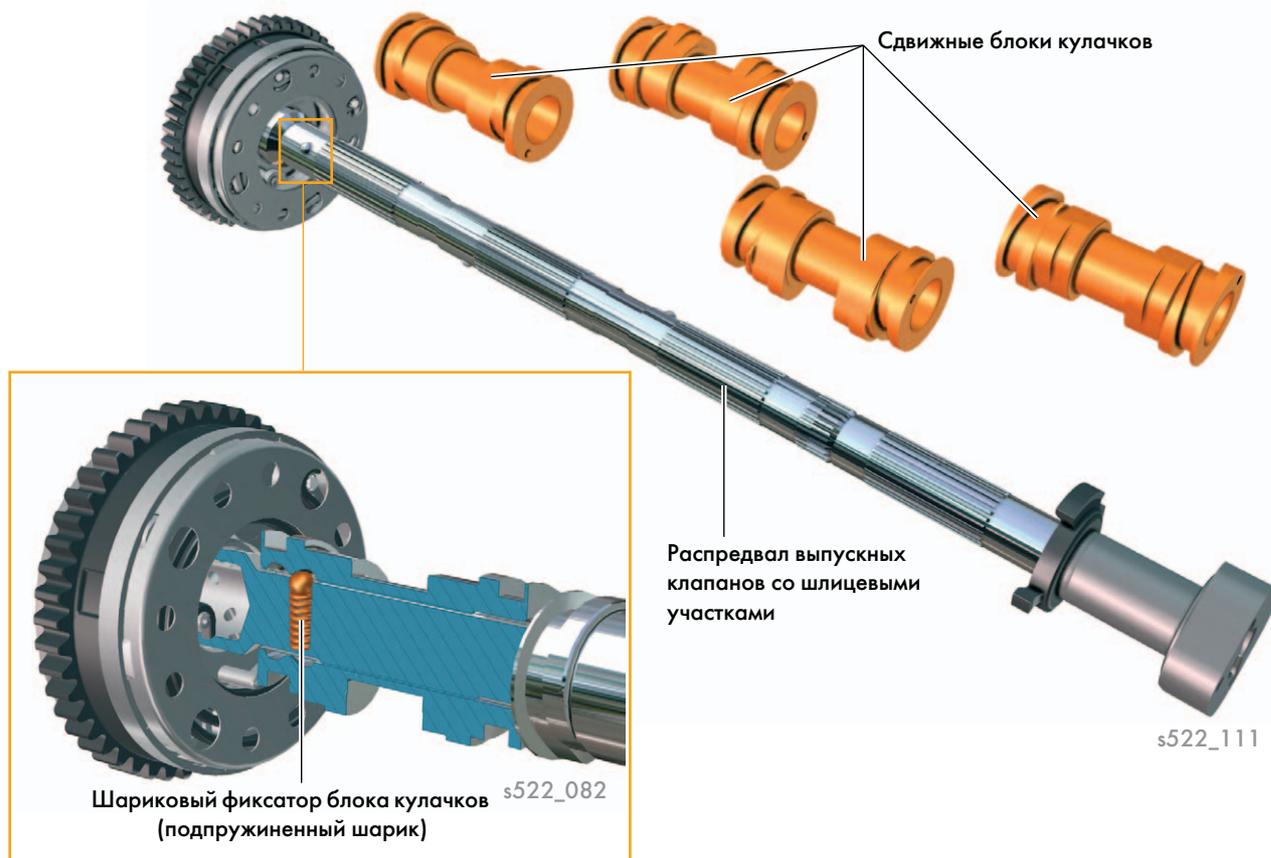


# Механическая часть двигателя

## Устройство

Для переключения выпускных клапанов между малым и большим ходом на выпускном распредвале имеется четыре шлицевых участка, по которым могут скользить в осевом направлении четыре блока кулачков. На каждом блоке кулачков расположено две пары кулачковых профилей, в каждую пару входит один большой и один малый профиль. Переключение между большим и малым ходом осуществляется с помощью электромагнитных исполнительных механизмов. Из каждого такого механизма может выдвигаться переключающий стержень. Выдвигаясь, этот стержень входит в спиральную управляющую канавку на блоке кулачков, так что при вращении распредвала блок кулачков сдвигается в нужную сторону. На каждом блоке кулачков имеется по две спиральных канавки, активируемых двумя исполнительными механизмами. Один исполнительный механизм смещает блок кулачков в одну сторону, а другой — в обратную.

Фиксация блоков кулачков в их конечных положениях осуществляется шариковыми фиксаторами, установленными в распредвале. Перемещение блоков кулачков в осевом направлении ограничивается спиральными направляющими канавками и осевыми опорами распредвала. Для работы с двойным кулачковым профилем роликовые рычаги оснащаются более тонкими роликами.



Механизм изменения хода клапанов с электрическим приводом имеет много общего с системой отключения цилиндров (АСТ) в отношении устройства и принципа действия. Дополнительную информацию по этой теме можно найти в программе самообучения 510 «Активная система отключения цилиндров АСТ в двигателе 1,4 л 103 кВт TSI».

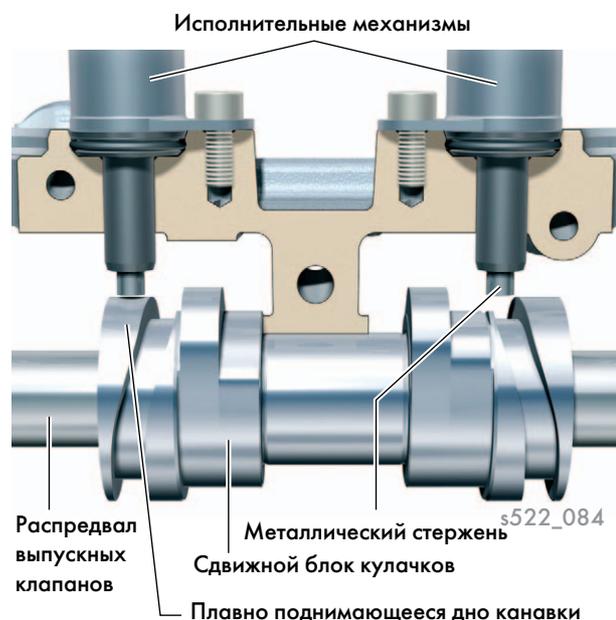
Шарик и пружина шарикового фиксатора будут поставляться в качестве запасных частей.

## Исполнительные механизмы переключения хода клапанов

Каждый блок кулачков перемещается по распредвалу выпускных клапанов из одного фиксированного положения в другое и обратно с помощью двух электромагнитных исполнительных механизмов (регулятор кулачка выпускного клапана А/В для цилиндров 1–4). На каждый цилиндр приходится по одному исполнительному механизму, переключающему его выпускные клапаны с малого хода на большой, и по одному, переключающему его выпускные клапаны с большого хода на малый.

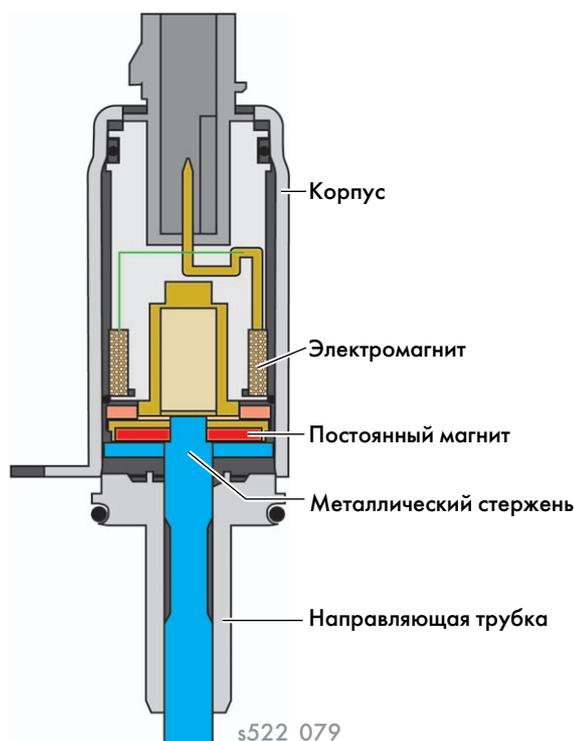
Каждый из исполнительных механизмов активируется блоком управления двигателя J623 по отдельности. Напряжение питания подаётся через главное реле J271.

Потребляемый исполнительными механизмами ток составляет прим. 3 А.



## Устройство

В каждом исполнительном механизме (регулятор кулачка выпускного клапана А/В для цилиндров 1–4) имеется электромагнитная катушка, выталкивающая вниз металлический стержень, скользящий в направляющей трубке. В каждом из двух крайних положений (когда стержень выдвинут и когда он втянут) металлический стержень фиксируется постоянным магнитом внутри корпуса исполнительного механизма.



# Механическая часть двигателя

## Принцип действия

При подаче на обмотку электромагнита рабочего напряжения металлический стержень очень быстро (за 18–22 миллисекунды) выдвигается из исполнительного механизма.

Выдвигаясь, металлический стержень входит в соответствующую ему направляющую канавку на блоке кулачков. Благодаря спиральной форме канавки, при вращении кулачка (вместе с распредвалом выпускных клапанов) он сдвигается в противоположное положение. Возврат стержня в исходное положение (вверх) происходит чисто механически, за счёт постепенно поднимающегося профиля дна направляющей канавки.

Исполнительные механизмы одного блока кулачков никогда не используются вместе, в каждый момент времени металлический стержень выдвигается только у одного из двух исполнительных механизмов.

Фактическое текущее положение металлического стержня блок управления двигателем определяет по сигналу возврата стержня. Сигнал возврата стержня возникает в электромагнитной катушке, когда металлический стержень выталкивается поднимающимся дном канавки вверх, то есть внутрь исполнительного механизма. По тому, от какого из двух исполнительных механизмов пришёл последний сигнал возврата стержня, система управления двигателем определяет, в каком фактическом положении находится сейчас соответствующий блок кулачков.

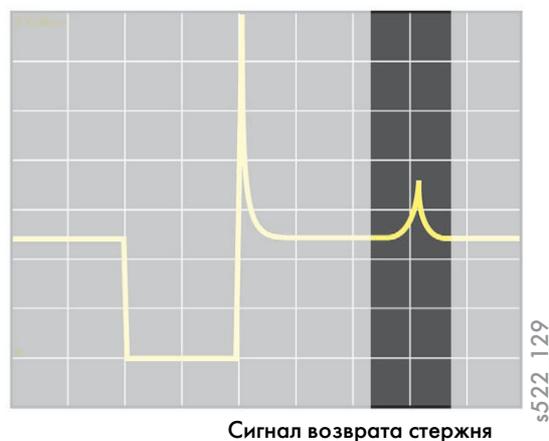
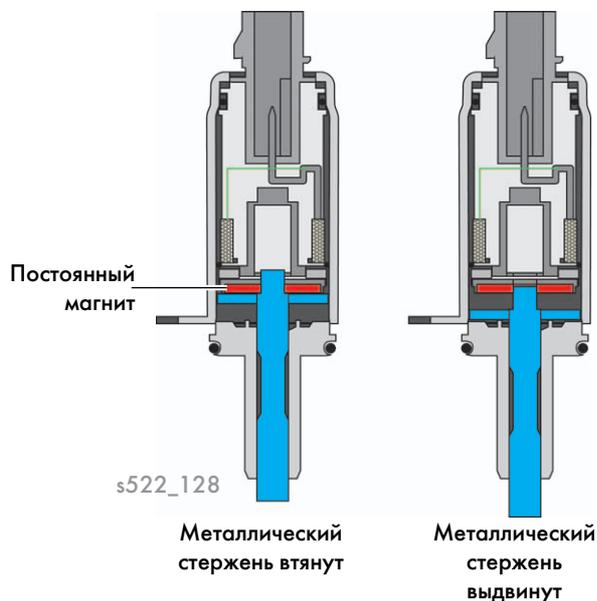
## Последствия отказа

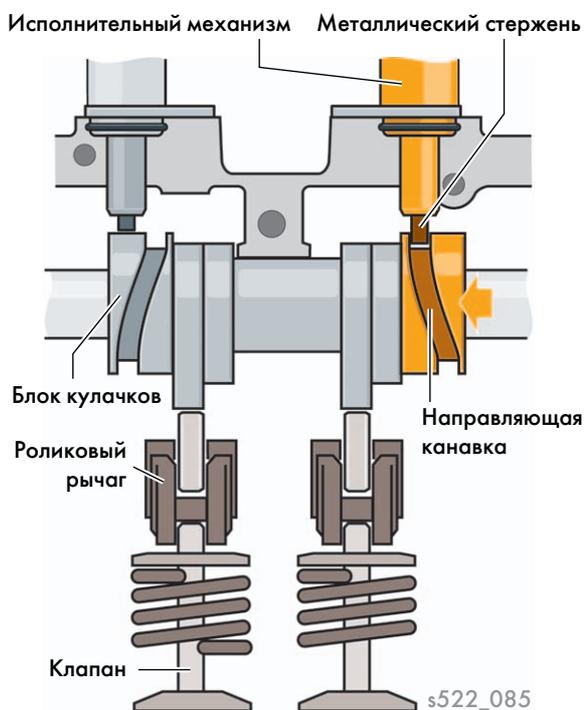
При отказе даже одного исполнительного элемента переключение хода клапанов выполняться больше не может. Система управления двигателем пытается в этом случае переключить все цилиндры на тот ход клапанов, который был успешно реализован последним. Если сделать этого не удастся, все цилиндры переключаются на малый ход клапанов.

Число оборотов двигателя в этом случае ограничивается значением 4000 об/мин, в регистраторе событий делается соответствующая запись. Включается контрольная лампа электропривода акселератора (ЕРС).

Если системе управления двигателем удастся произвести переключение на большой ход клапанов, в регистраторе событий также делается запись.

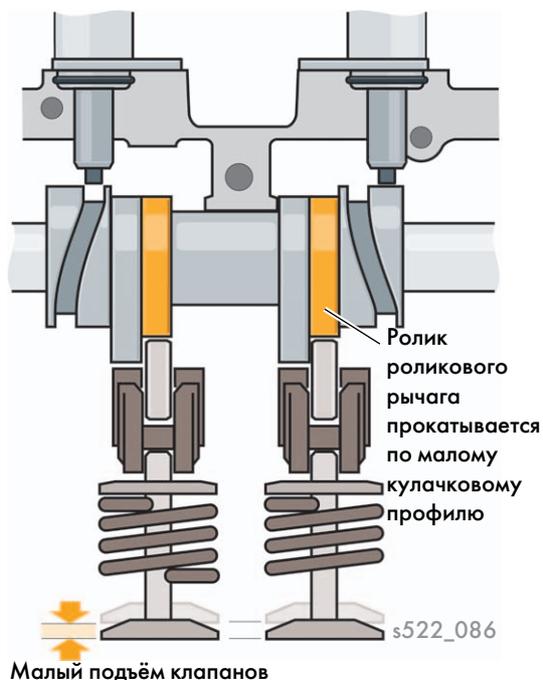
Но ограничение числа оборотов при этом не происходит, и контрольная лампа электропривода акселератора (ЕРС) не включается.





### Положение блоков кулачков в диапазоне низких оборотов

Чтобы улучшить наполнение цилиндров в этом диапазоне нагрузок, система управления двигателем поворачивает с помощью механизма регулирования фаз ГРМ распредвал впускных клапанов в сторону «рано», а распредвал выпускных клапанов — в сторону «поздно». Система регулирования хода клапанов включает малый кулачковый профиль. Для этого активируется правый исполнительный механизм. Выдвинувшийся металлический стержень входит в спиральную канавку и сдвигает блок кулачков в направлении малого кулачкового профиля.



Клапаны теперь открываются и закрываются с малым ходом. Малые кулачковые профили слегка повернуты относительно друг друга, так что моменты открывания обоих выпускных клапанов несколько сдвинуты по фазе. Обе эти меры приводят к снижению пульсаций давления потока ОГ на входе турбонагнетателя, в результате чего уже в диапазоне низких оборотов может создаваться значительное давление наддува.

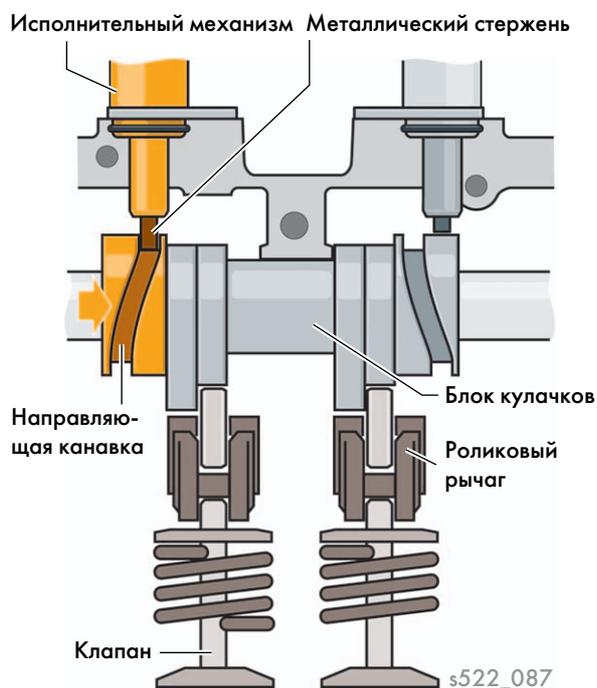


# Механическая часть двигателя

## Положение блоков кулачков в диапазоне частичных и высоких нагрузок

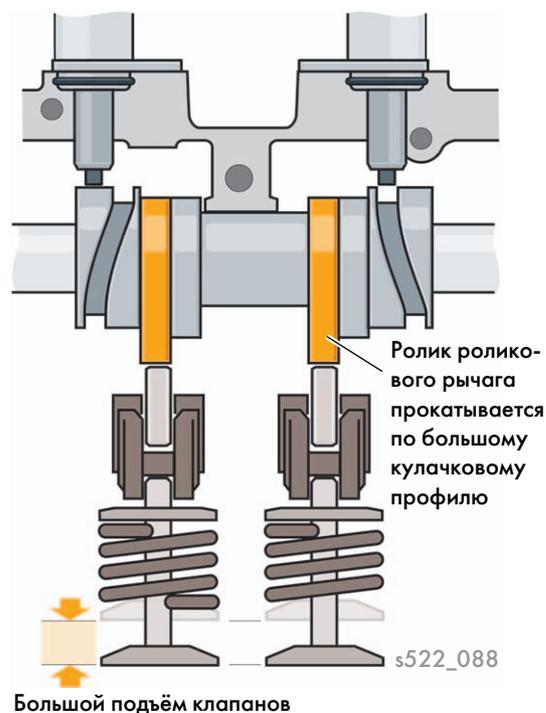
Водитель нажимает педаль акселератора — двигатель переходит в режим частичной или высокой нагрузки. Процесс наполнения цилиндров должен быть адаптирован к более высокой мощности и крутящему моменту, которые требуются от двигателя.

Система управления двигателем поворачивает с помощью механизма регулирования фаз ГРМ распредвал впускных клапанов в сторону «рано», а распредвал выпускных клапанов в сторону «поздно». Для обеспечения оптимального наполнения цилиндров выпускные клапаны должны открываться теперь с максимально возможным ходом. Для этого система управления активирует левый исполнительный механизм, выдвигая металлический стержень слева.



Металлический стержень входит в спиральную канавку и смещает блок кулачков в направлении большого кулачкового профиля. Выпускные клапаны открываются и закрываются с максимальным подъёмом.

В этом крайнем положении блоки кулачков тоже удерживаются шариковыми фиксаторами в распредвале.



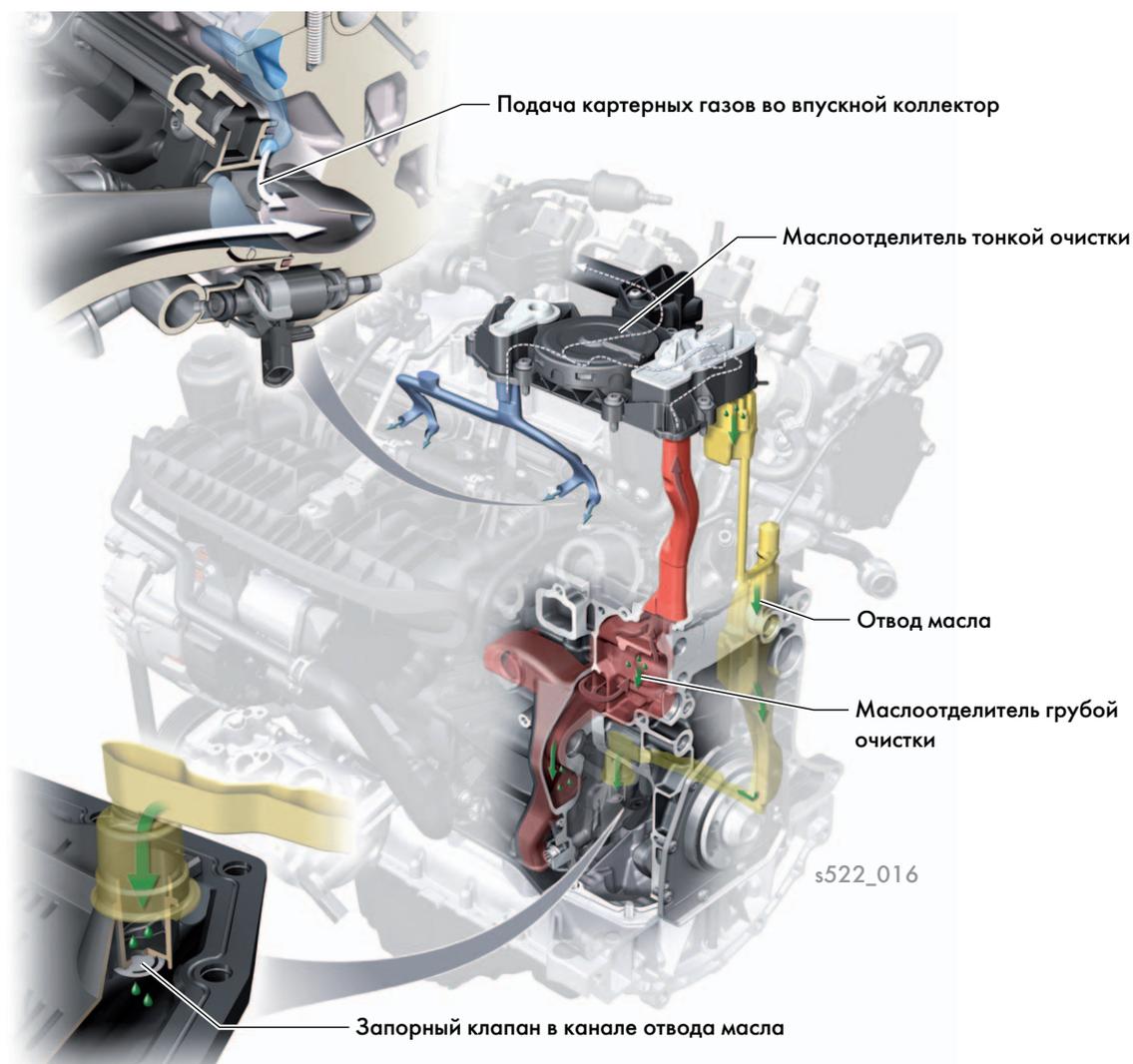
Функция диагностики для этих исполнительных механизмов не предусмотрена.

## Система вентиляции картера

Система вентиляции картера нового двигателя 2,0 л TSI рассчитана на работу с более высокой разницей давлений. Это положительно сказывается на расходе масла двигателем. Кроме того, особое внимание при разработке уделялось тому, чтобы картерные газы проходили внутри блока цилиндров двигателя, поскольку это позволяет уменьшить количество деталей системы. Так, на этих двигателях необходим всего лишь один патрубок для отвода очищенных картерных газов перед турбиной турбоагрегата.

В систему вентиляции картера входят следующие компоненты:

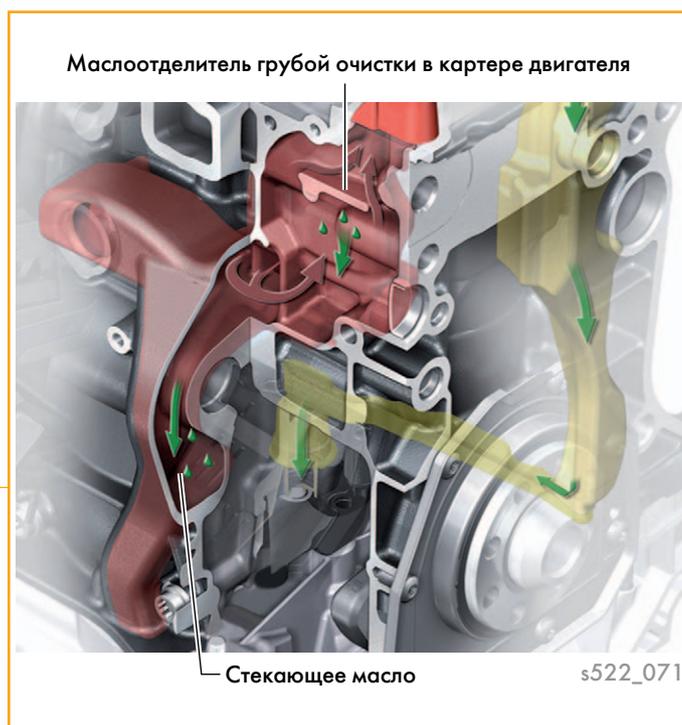
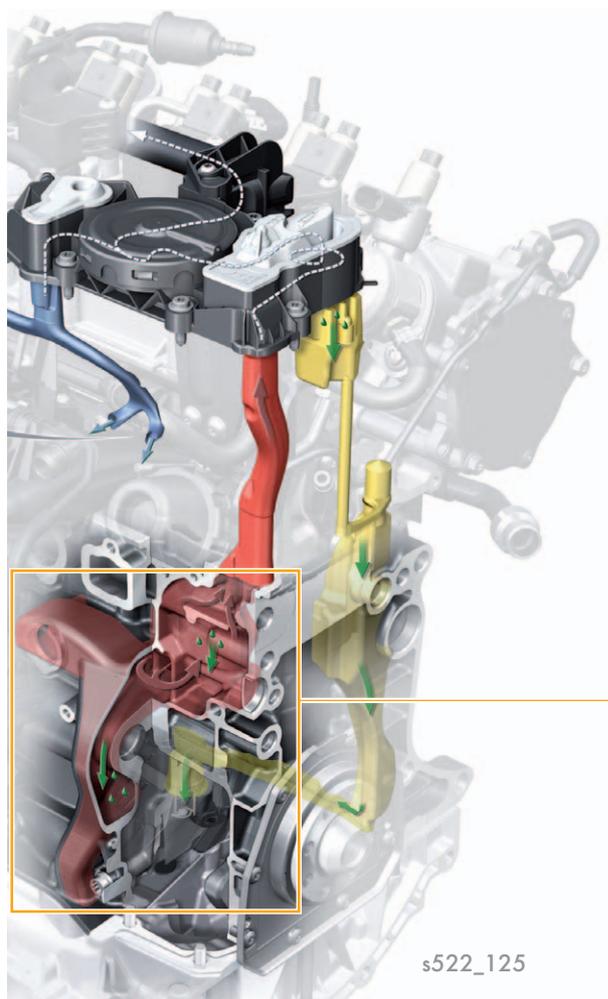
- маслоотделитель грубой очистки в блоке цилиндров;
- маслоотделитель тонкой очистки, крепящийся в клапанной крышке;
- трубопровод для подачи очищенных картерных газов ко входу насосной части турбоагрегата;
- обратный масляный канал в блоке цилиндров с запорным клапаном в ячеистой вставке в масляном поддоне;
- клапан регулирования давления, рассчитанный на разницу давлений минус 100 мбар по отношению к атмосферному давлению;
- штуцер подключения системы адсорбера на маслоотделителе тонкой очистки.



# Механическая часть двигателя

## Маслоотделитель грубой очистки

Маслоотделитель грубой очистки выполнен как часть блока цилиндров. Поток картерных газов проходит по лабиринтному каналу, многократно меняя направление своего движения. В результате более крупные капли масла оседают на стенках и стекают по отводному каналу в масляный поддон. Прошедшие грубую очистку картерные газы по каналам в блоке цилиндров и в ГБЦ направляются в маслоотделитель тонкой очистки.

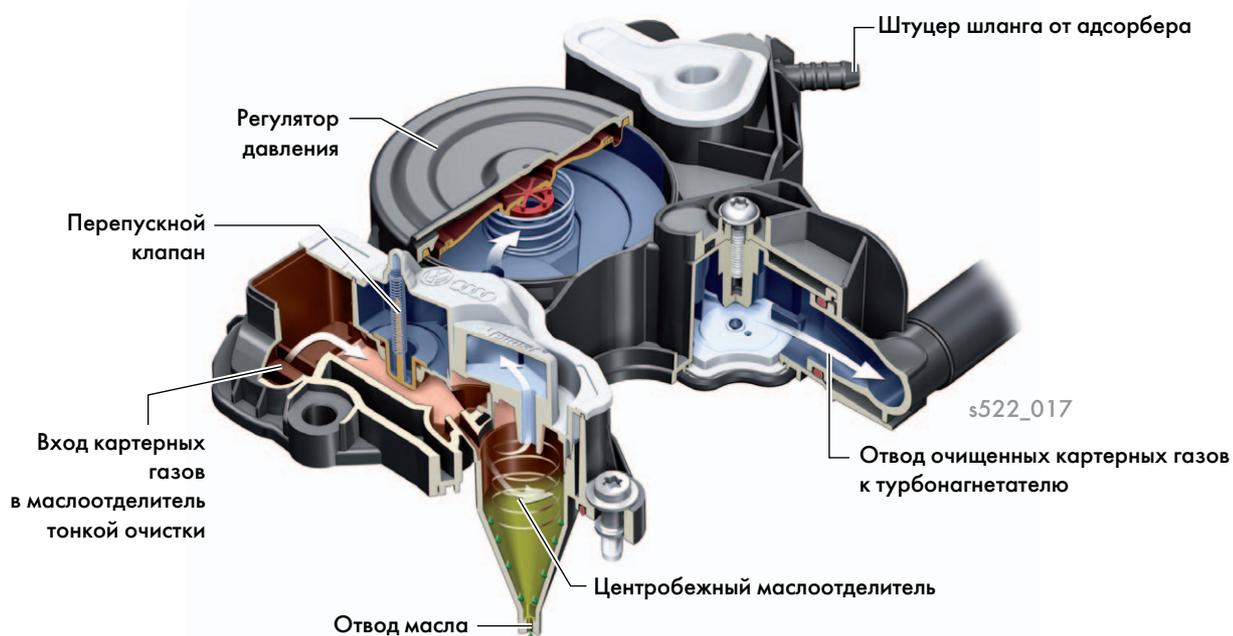


## Маслоотделитель тонкой очистки

По каналу в ГБЦ картерные газы попадают в маслоотделитель тонкой очистки в клапанной крышке. Здесь, пройдя через перепускной клапан, они попадают сначала в центробежный маслоотделитель. Перепускной клапан открывается чисто механически при большой интенсивности потока картерных газов (очень высокие обороты двигателя), чтобы предотвратить повреждение уплотнений.

В центробежном маслоотделителе газы приводятся во вращение с частотой до 16 000 об/мин. При такой частоте вращения из газов отделяются и оседают на стенках даже самые маленькие частички масла. По обратному каналу в блоке цилиндров они стекают в масляный поддон. В конце обратного канала, в масляном поддоне, имеется запорный клапан. Он предотвращает засасывание масла из масляного поддона в маслоотделитель при неблагоприятном соотношении давлений и при сильных боковых ускорениях.

Полностью очищенные картерные газы через одноступенчатый регулятор давления за центробежным отделителем подаются во впускной тракт. Регулятор давления рассчитан на разницу давлений минус 100 мбар по отношению к давлению окружающего воздуха. Место ввода картерных газов во впускной тракт зависит от соотношения давлений в нём: газы могут подаваться или во впускной коллектор (в атмосферном режиме), или в турбонагнетатель (в режиме наддува).



# Контур системы смазки

## Общая информация о системе смазки

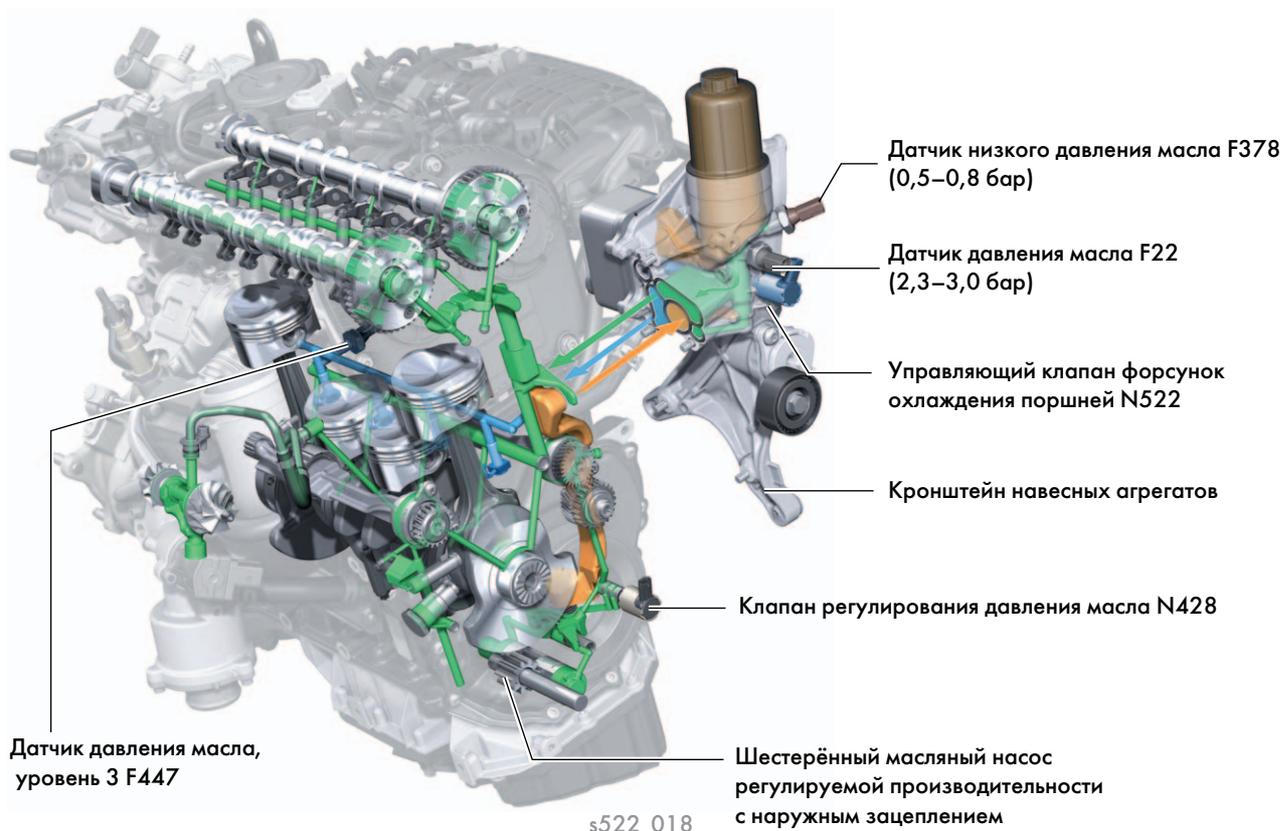
При разработке системы смазки основное внимание уделялось следующим моментам:

- два уровня регулирования давления масла;
- уменьшенное передаточное отношение регулируемого масляного насоса;
- расширение диапазона оборотов, в котором достаточно низкого уровня давления масла;
- уменьшение значения давления масла при низком уровне давления;
- отключаемые форсунки охлаждения поршней с электронным управлением;
- масляный фильтр и масляный радиатор на кронштейне навесных агрегатов.

### Кронштейн навесных агрегатов

Помимо масляного радиатора и масляного фильтра, на кронштейне навесных агрегатов находятся следующие компоненты:

- датчик давления масла F22;
- датчик низкого давления масла F378;
- управляющий клапан форсунок охлаждения поршней N522;
- ролик с гидравлическим натяжителем поликлинового ремня привода навесных агрегатов.



Датчики давления масла F22, F378 и F447 после ослабления подлежат замене.

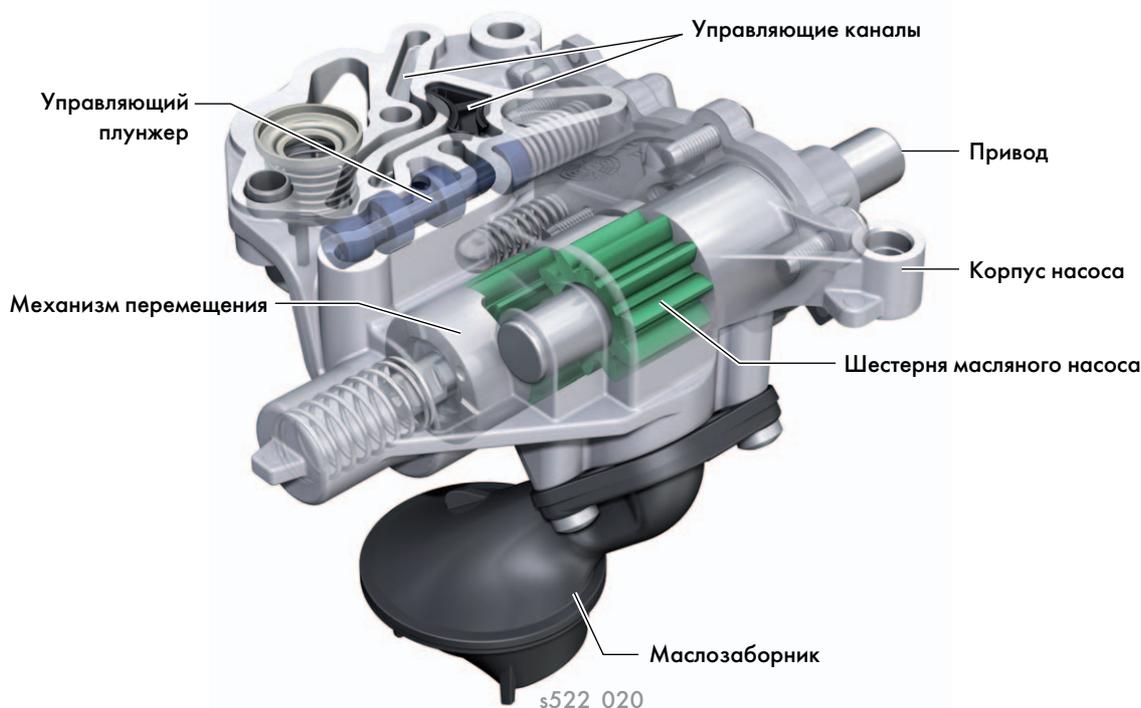
## Двухступенчатый шестерённый масляный насос с наружным зацеплением

Передаточное число привода по сравнению с предыдущей моделью было изменено таким образом, что насос теперь вращается медленнее. Привод по-прежнему осуществляется отдельной цепной передачей от коленвала.

Характерной чертой этого двухступенчатого шестерённого насоса является механизм перемещения внутри корпуса насоса. С его помощью обе шестерни можно сдвигать в осевом направлении относительно друг друга. Это позволяет изменять величину «действующей» части шестерён и регулировать производительность насоса на двух уровнях давления. Когда обе шестерни находятся точно напротив друг друга, насос перекачивает масло с максимальной производительностью; когда шестерни смещены относительно друг друга, производительность насоса уменьшается. Действие механизма перемещения регулируется посредством управляющего плунжера и масляных каналов в корпусе масляного насоса.

Управляющий плунжер направляет давление масла в управляющих каналах к левой или к правой стороне механизма перемещения, который смещается под воздействием разницы давлений масла в нужном направлении.

Движение управляющего плунжера регулируется клапаном регулирования давления масла N428. Переключение с низкого на высокий уровень давления осуществляется в зависимости от нагрузки и/или числа оборотов двигателя. При числе оборотов меньше определённого порогового значения насос подаёт масло с давлением 1,5 бар. По достижении числа оборотов 4500 об/мин насос начинает работать с давлением 3,75 бар. При обкатке до пробега прим. 1000 км двигатель работает только с высоким уровнем давления.



По своей конструкции масляный насос практически идентичен регулируемому масляному насосу двигателей семейства EA211. Подробное описание устройства и действия шестерённого масляного насоса с наружным зацеплением и двухступенчатым регулированием давления можно найти в программе самообучения 511 «Новое семейство бензиновых двигателей EA211».

# Контур системы смазки

## Электрические компоненты системы регулирования давления масла

### Датчик давления масла F22

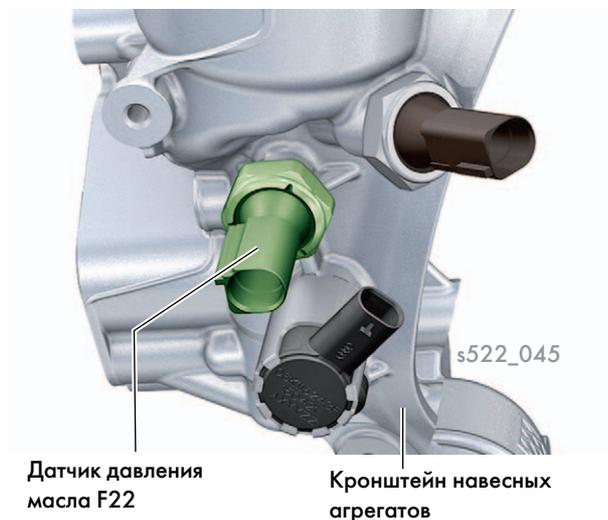
Датчик давления масла (выключатель) F22 вкручивается в привод навесных агрегатов под масляным фильтром.

#### Назначение и использование сигнала

С помощью сигнала этого датчика система управления двигателя, помимо прочего, проверяет, работает ли масляный насос с высоким уровнем давления.

#### Последствия отказа

При отказе этого датчика давления масла в регистраторе событий блока управления делается запись и в комбинации приборов включается контрольная лампа системы смазки.



### Клапан регулирования давления масла N428

Этот переключающий клапан вкручен в торцевую сторону блока цилиндров под кронштейном навесных агрегатов.

#### Назначение и принцип действия

Этот переключающий клапан активируется блоком управления двигателя для переключения масляного насоса с низкого уровня давления на высокий и наоборот. В зависимости от состояния переключающего клапана, давление масла по-разному подаётся по масляным каналам к управляющему плунжеру. В результате управляющий плунжер занимает то или иное положение, что вызывает включение соответствующего уровня давления масляного насоса.

#### Последствия отказа

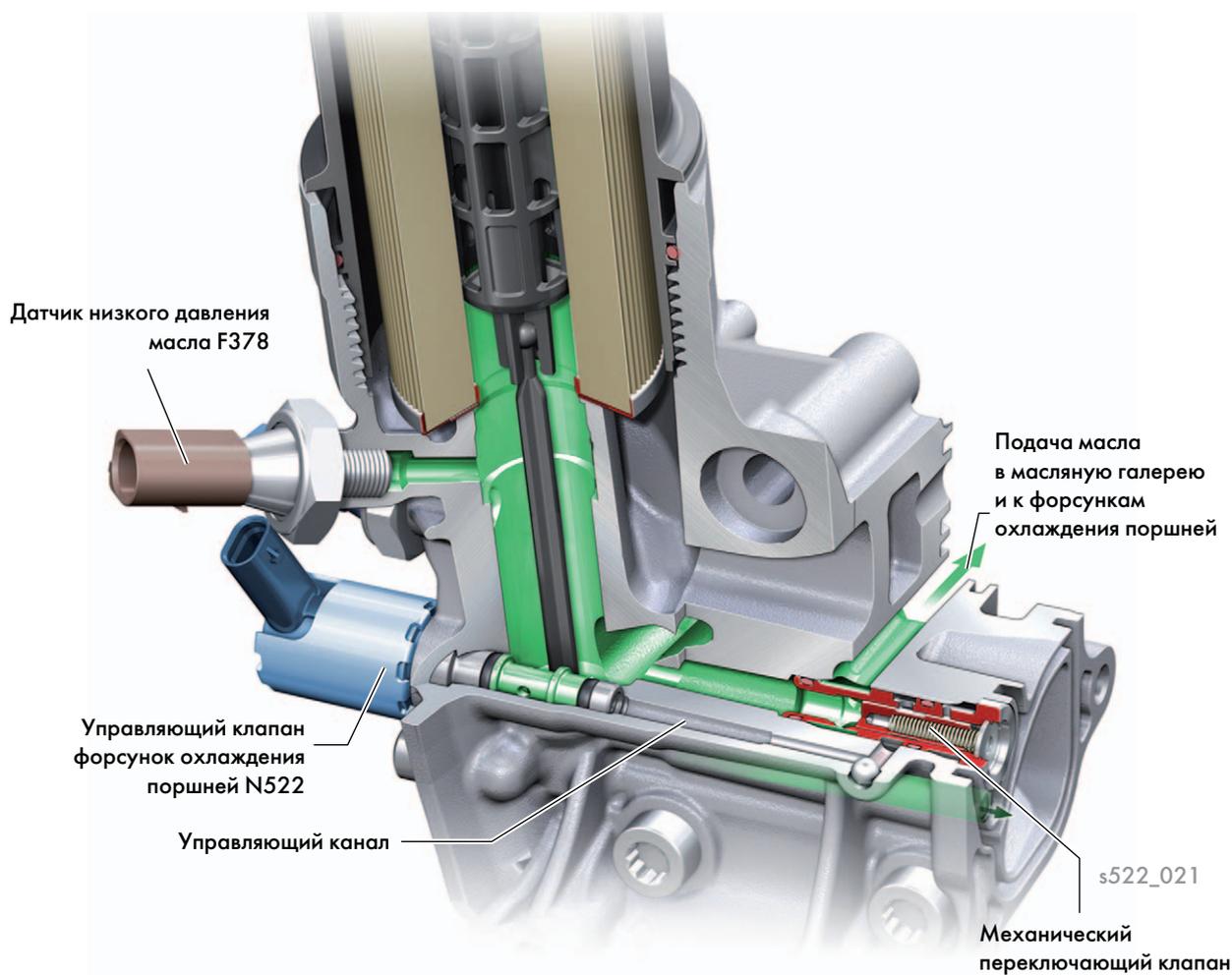
При выходе клапана из строя он закрывается. Масляный насос подаёт масло под высоким давлением.



## Отключаемые форсунки охлаждения поршней

Охлаждение днищ поршней требуется не в каждом режиме работы двигателя. Поэтому в двигателях семейства 2,0 л TSI устанавливаются отключаемые форсунки охлаждения поршней. Для этого управляющий клапан форсунок охлаждения поршней N522 активируется в соответствии с заложенной в системе управления характеристикой. Механический переключающий клапан открывается при давлении более 0,9 бар. Управляющий и переключающий клапаны установлены в кронштейне навесных агрегатов и соединены управляющим масляным каналом.

Включение форсунок охлаждения может выполняться как при высоком, так и при низком уровне давления масла в системе смазки. Для контроля работы системы охлаждения днищ поршней используется дополнительный датчик давления масла (выключатель) 3 F447, который регистрирует давление масла в дополнительной масляной галерее. Этот датчик давления масла замыкается, когда давление масла достигает 0,3–0,6 бар.

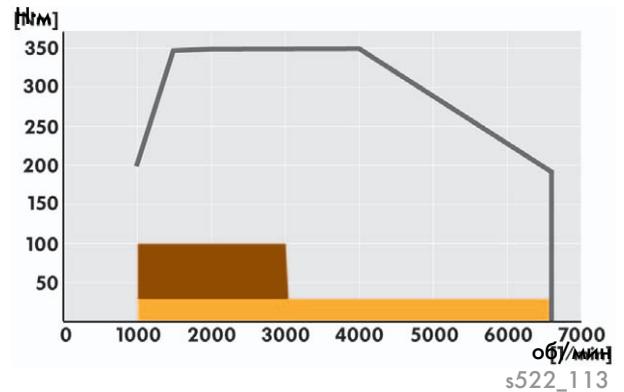


# Контур системы смазки

## Управление работой форсунок охлаждения поршней

### Алгоритм управления

Блок управления двигателя активирует управляющий клапан и выключает или включает форсунки в соответствии с цифровой характеристикой. Параметрами этой характеристики являются крутящий момент, число оборотов двигателя и температура масла. При температуре масла ниже 50 °С форсунки охлаждения поршней остаются выключенными в параметрическом поле: число оборотов в диапазоне 1000–6600 об/мин при нагрузке около 30 Н·м. При температуре масла свыше 50 °С форсунки охлаждения поршней остаются выключенными в диапазоне оборотов от 100 до 3000 об/мин и в области нагрузок между 30 и 100 Н·м. Во всех остальных параметрических полях форсунки охлаждения поршней включены.



- Охлаждение поршней выключено (температура масла < 50 °С)
- Охлаждение поршней выключено (температура масла > 50 °С)

### Контроль работы форсунок охлаждения поршней

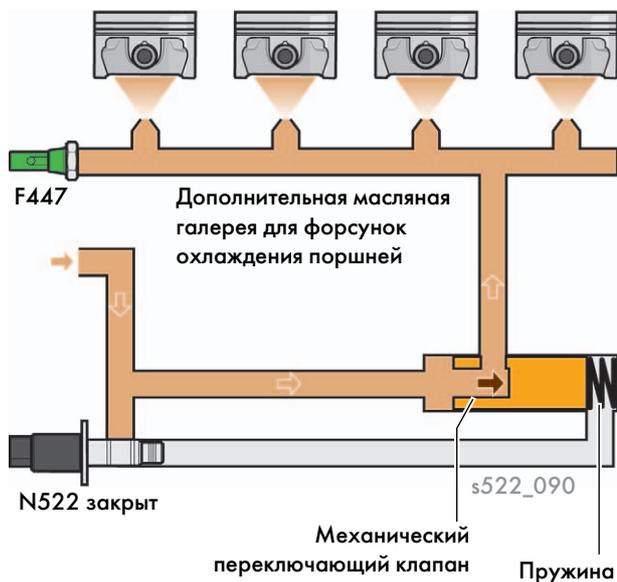
Правильная работа форсунок охлаждения поршней и, как следствие, надлежащее охлаждение поршней контролируются с помощью датчика давления масла, уровень 3 F447 и функции диагностики управляющего клапана форсунок охлаждения поршней N522.

При этом возможно распознавание следующих неисправностей:

- отсутствие давления масла в форсунках охлаждения поршней, несмотря на запрос на работу форсунок;
- выход из строя датчика давления масла, уровень 3 F447;
- наличие давления масла, несмотря на отключение форсунок охлаждения поршней;
- разрыв управляющей электроцепи = форсунки постоянно включены;
- короткое замыкание на массу = охлаждение поршней выключено;
- короткое замыкание на плюс = охлаждение поршней включено.

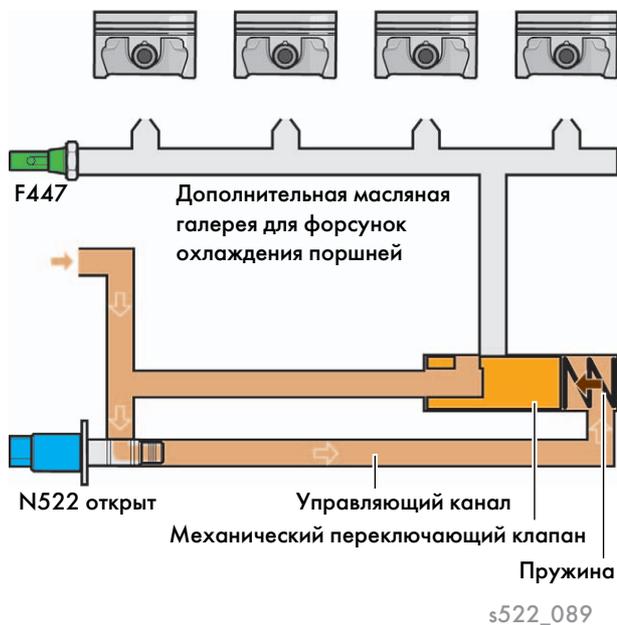
Последствия отказа охлаждения поршней:

- ограничение числа оборотов и крутящего момента;
- не включается низкий уровень давления масла;
- включена контрольная лампа электронной педали акселератора (EPC) в комбинации приборов;
- выводится сообщение об ограничении числа оборотов до 4000 об/мин.



## Форсунки охлаждения поршней включены

При отсутствии электрического напряжения на управляющем клапане форсунок охлаждения поршней N522 этот клапан закрыт. Это значит, что перекрыт управляющий канал между управляющим и переключающим клапанами. В результате давление масла подаётся на переключающий клапан только с одной стороны, и он сдвигается, преодолевая усилие пружины, пока не откроется канал к форсункам охлаждения поршней. Масло поступает через переключающий клапан в дополнительную масляную галерею и из неё — к форсунке охлаждения поршней. Таким образом, форсунки охлаждения поршней включаются. Блок управления двигателем распознаёт включение форсунок по сигналу датчика давления масла, уровень 3 F447.



## Форсунки охлаждения поршней выключены

Чтобы выключить форсунки охлаждения поршней, блок управления двигателем подаёт напряжение на клапан N522. Во включённом состоянии управляющий клапан форсунок охлаждения поршней N522 открывает управляющий канал к переключающему клапану. Теперь давление масла поступает на переключающий клапан с обеих сторон и уравнивает их. В результате переключающий клапан сдвигается под воздействием усилия пружины назад. Канал доступа масла в дополнительную масляную галерею перекрывается, и форсунки охлаждения поршней выключаются. Блок управления двигателем распознаёт выключение форсунок по сигналу датчика давления масла, уровень 3 F447.



# Контур системы смазки

## Электрические компоненты системы охлаждения поршней

### Датчик давления масла, уровень 3 F447

Датчик давления масла, уровень 3 F447 вкручен в блок цилиндров под впускным коллектором.

#### Назначение / использование сигнала

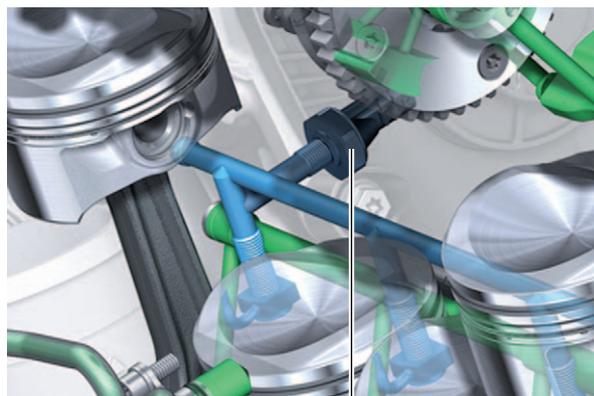
Этот датчик давления масла (выключатель) контролирует давление масла в дополнительной галерее, из которой получают масло форсунки охлаждения поршней.

Сигнал датчика давления масла, уровень 3 F447 позволяет блоку управления двигателя делать вывод о неисправностях в системе охлаждения поршней, например, при отсутствии давления масла, несмотря на включение охлаждения поршней или, наоборот, наличие давления масла, несмотря на то, что охлаждение поршней выключено.

#### Последствия отказа

Этот датчик давления масла имеет функцию диагностики.

При отсутствии сигнала от датчика охлаждение поршней остаётся постоянно включённым.



Датчик давления масла, уровень 3 F447

### Датчик низкого давления масла F378

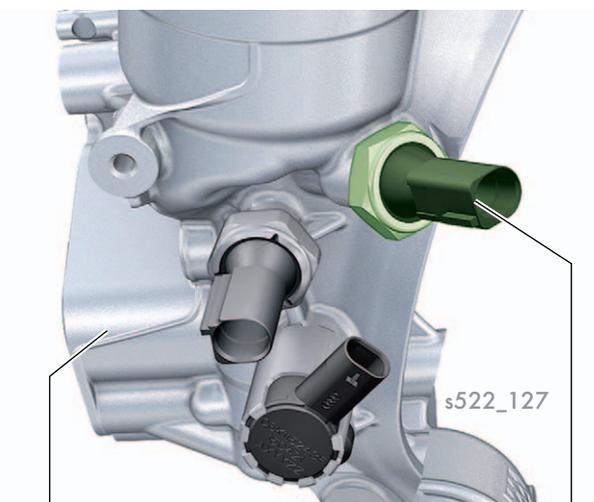
Этот датчик давления масла (выключатель) так же вкручивается в привод навесных агрегатов под масляным фильтром.

#### Назначение / использование сигнала

С помощью сигнала датчика низкого давления масла F378, система управления двигателя контролирует правильность регулирования давления двухступенчатого масляного насоса.

#### Последствия отказа

Без сигнала от датчика низкого давления масла F378 двухступенчатое регулирование давления масла невозможно. При входе этого датчика давления масла из строя делается запись в регистраторе событий и включается контрольная лампа системы смазки. Масляный насос работает только с высоким давлением.

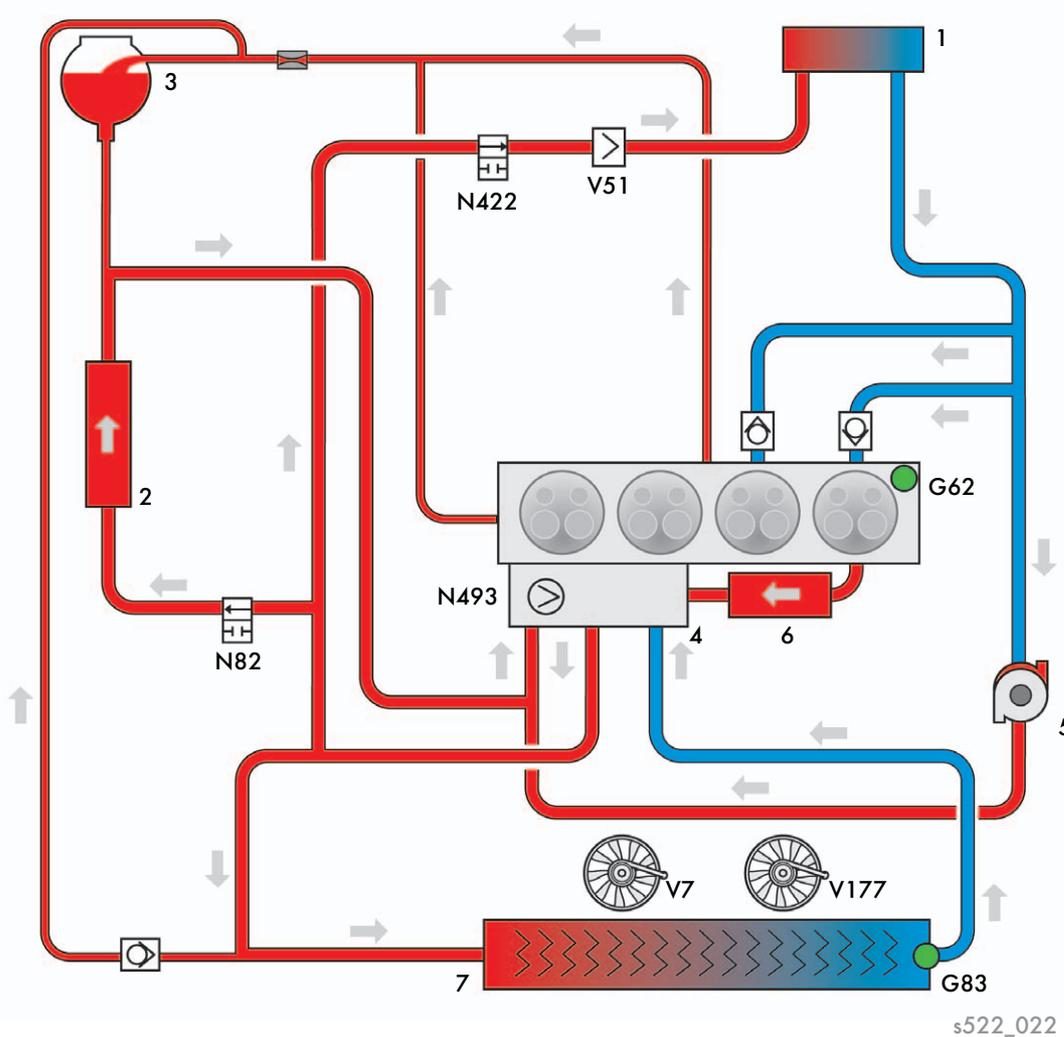


Кронштейн навесных агрегатов

Датчик низкого давления масла F378

## Общая информация о системе охлаждения

Конкретная система охлаждения всегда адаптируется к исполнению двигателя (мощность) и комплектации автомобиля (дополнительное оборудование). Поэтому здесь в качестве примера приводится только упрощённая схема контура системы охлаждения для комплектации без коробки передач DSG, чтобы наглядно представить основные черты конструкции системы охлаждения. Важными особенностями нового контура системы охлаждения, прежде всего в связи с инновационной системой терморегулирования, являются встроенный в ГБЦ выпускной коллектор и новый модуль поворотных золотников.



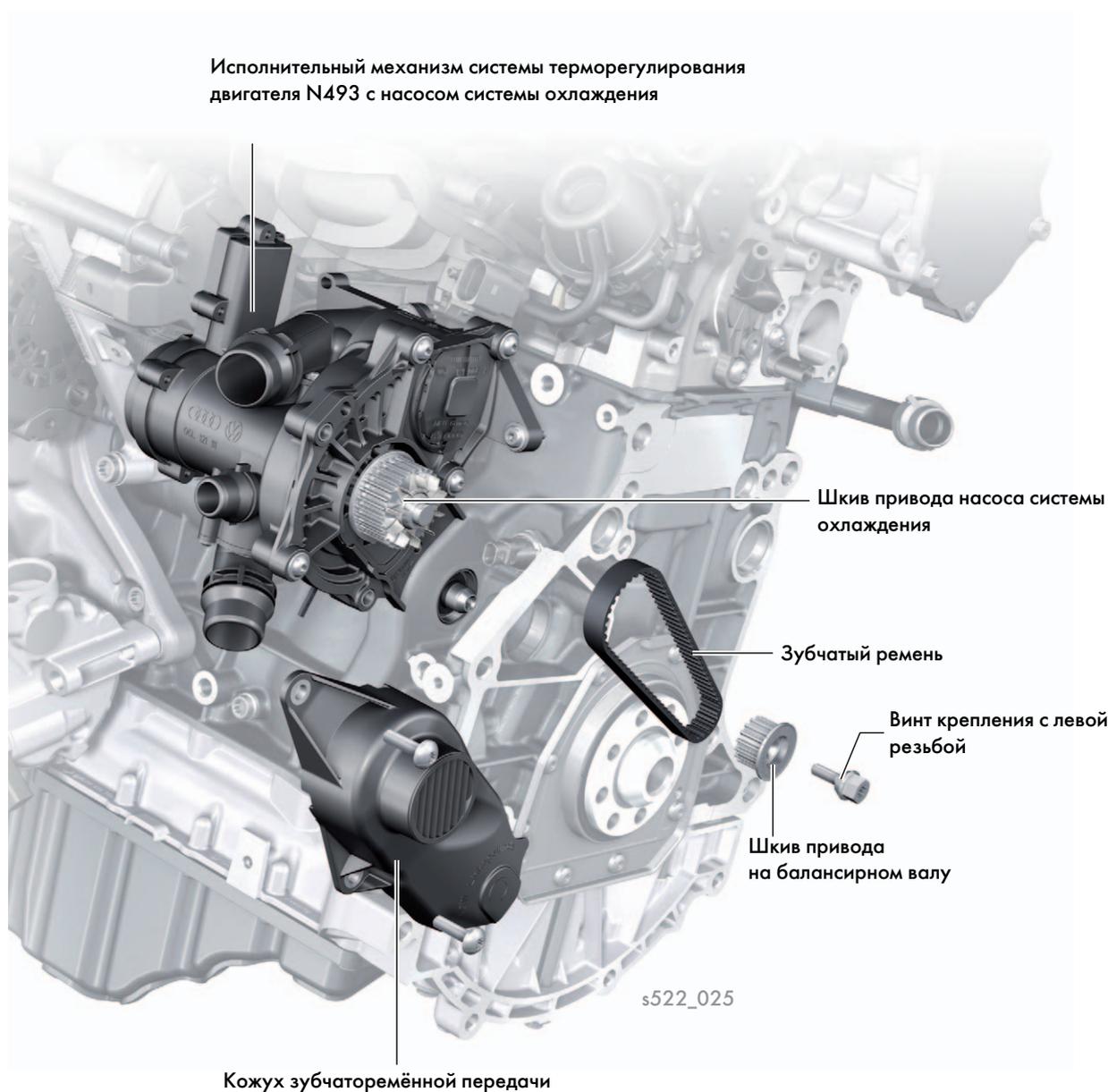
### Условные обозначения

G62	Датчик температуры охлаждающей жидкости	V177	Вентилятор радиатора 2
G83	Датчик температуры охлаждающей жидкости на выходе из радиатора	1	Теплообменник отопителя
N82	Запорный клапан системы охлаждения	2	Масляный радиатор коробки передач (дополнительное оборудование)
N422	Запорный клапан подачи охлаждающей жидкости системы Climatronic	3	Расширительный бачок
N493	Исполнительный механизм системы терморегулирования двигателя	4	Модуль поворотных золотников с насосом системы охлаждения
V7	Вентилятор радиатора	5	Турбоагнетатель
V51	Насос системы прокачки ОЖ после выключения двигателя	6	Масляный радиатор двигателя
		7	Основной радиатор системы охлаждения



## Инновационная система терморегулирования

Инновационная система терморегулирования (ИТМ) позволяет реализовать гибкую схему холодного пуска и прогрева двигателя и коробки передач. Она обеспечивает гибкое и эффективное управление тепловыми потоками в силовом агрегате. Центральным компонентом системы является исполнительный механизм системы терморегулирования двигателя N493 (модуль поворотных золотников). Он установлен на блоке цилиндров со стороны впуска ниже головки цилиндров и крепится к блоку цилиндров винтами.



При замене модуля поворотных золотников или насоса системы охлаждения обязательно соблюдать указания в соответствующем руководстве по ремонту!

## Исполнительный механизм системы терморегулирования двигателя (модуль поворотных золотников)

включает в себя:

- насос системы охлаждения;
- два поворотных золотника;
- термостат;
- исполнительный механизм системы терморегулирования двигателя N493 для управления потоками ОЖ;
- редуктор с датчиком угла поворота.

Насос системы охлаждения приводится от балансирующего вала отдельной зубчаторемённой передачей.

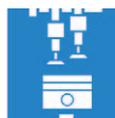
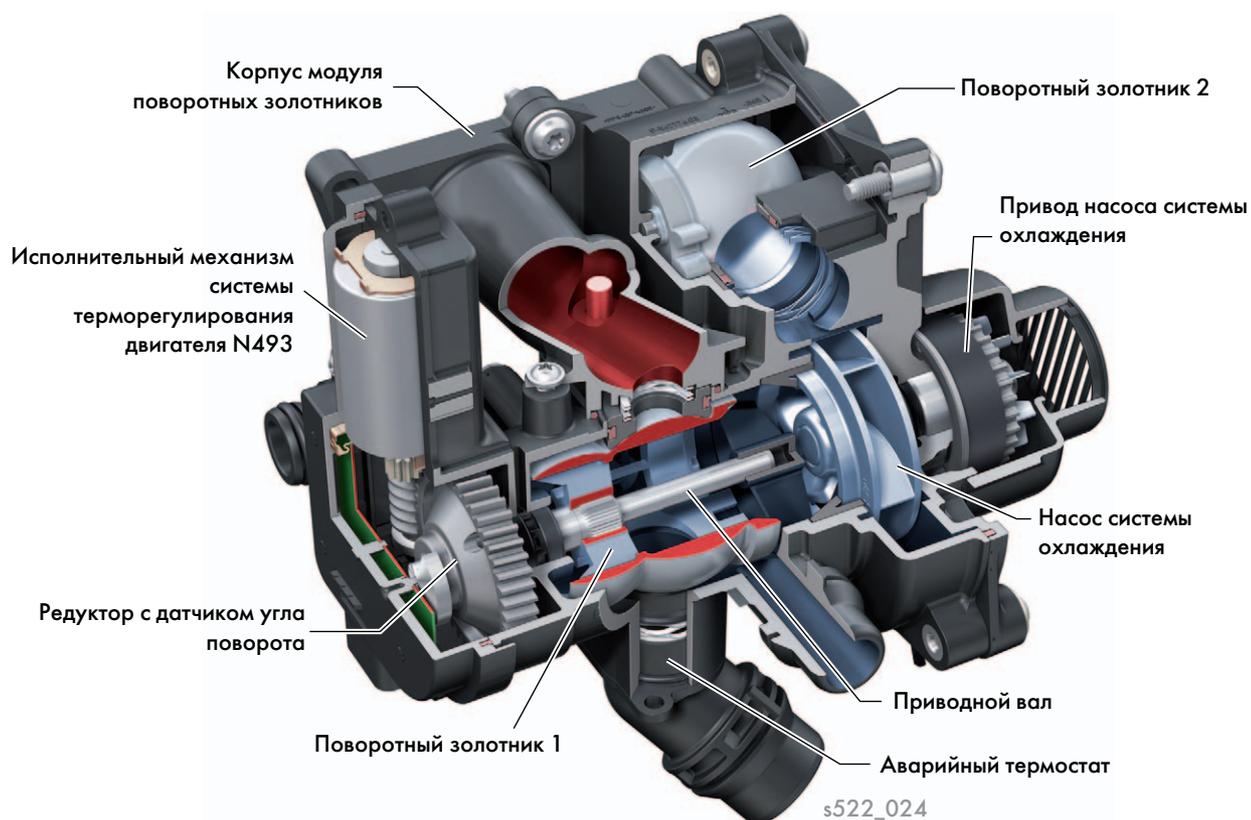
### Устройство

Центральным элементом модуля поворотных золотников являются два установленных в нём поворотных золотника (заслонки), которые активируются электрическим исполнительным механизмом N493.

Поворотный золотник 1 поворачивается исполнительным механизмом N493 непосредственно через соединяющий их вал.

Поворотный золотник 2 поворачивается цевочной кулисой на поворотном золотнике 1 через промежуточную шестерню.

Это означает, что поворотные золотники механически связаны друг с другом и движение золотника 2 определённым образом зависит от движения золотника 1. В модуле имеется также термостат с твёрдым наполнителем (аварийный термостат), который открывается в экстренных случаях при температуре 113 °С.



# Система охлаждения

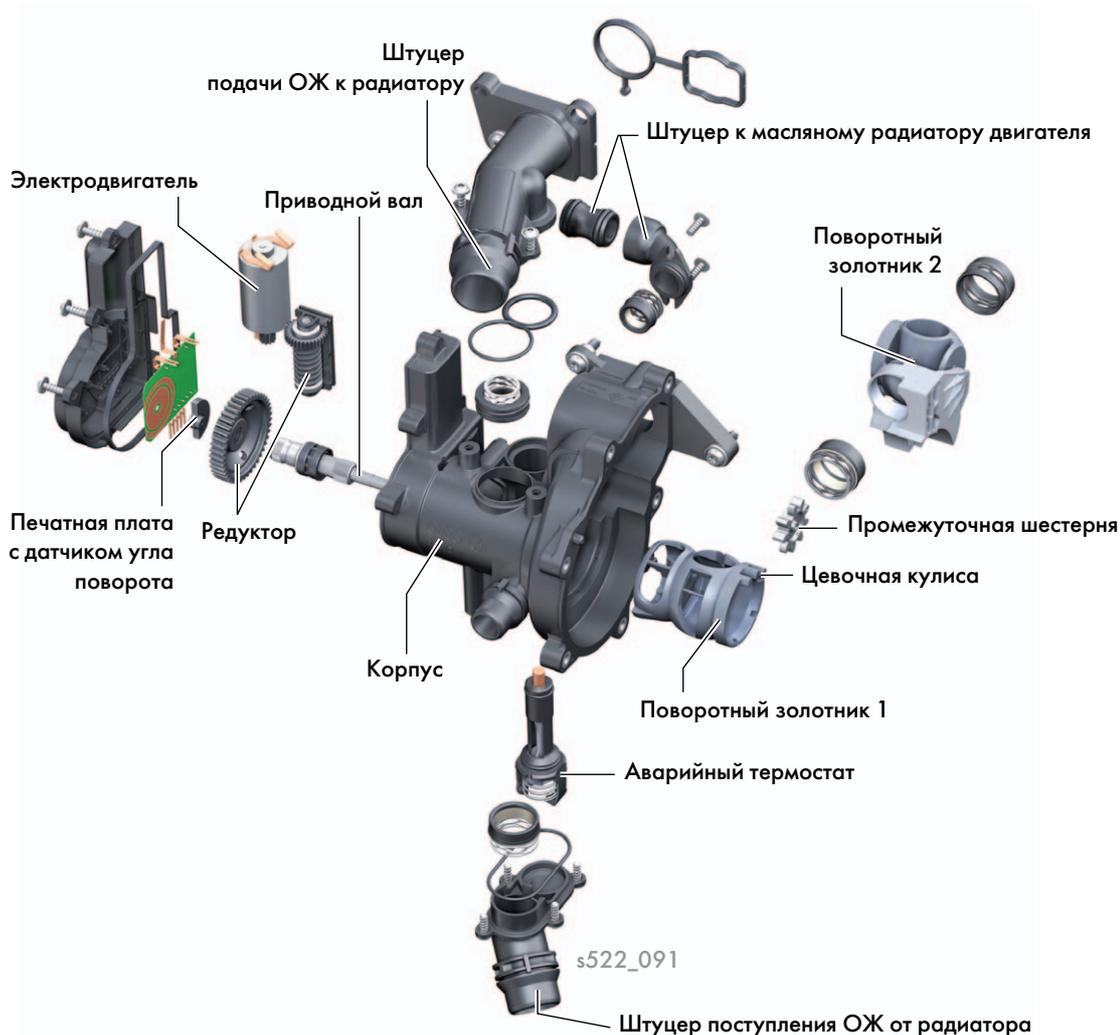
## Принцип действия модуля поворотных золотников

Электродвигатель исполнительного механизма через редуктор поворачивает золотник 1.

Этот золотник управляет потоком охлаждающей жидкости между масляным радиатором двигателя, двигателем и основным радиатором системы охлаждения. Чем больше повышается температура прогреваемого двигателя, тем дальше поворачивает электропривод поворотный золотник 1.

Поворотный золотник 2 активируется имеющейся на поворотном золотнике 1 цевочной кулисой через промежуточную шестерню.

Датчик угла поворота (датчик Холла) на печатной плате передаёт данные о положении поворотных золотников в блок управления двигателя. После выключения двигателя и завершения фазы работы после выключения поворотный золотник приводится в угловое положение  $40^\circ$ . В этом положении при наличии какого-либо сбоя в системе обеспечивается возможность работы двигателя с использованием аварийного термостата. Если никакой информации о неисправностях нет, то при запуске двигателя поворотный золотник приводится в угловое положение  $160^\circ$ .

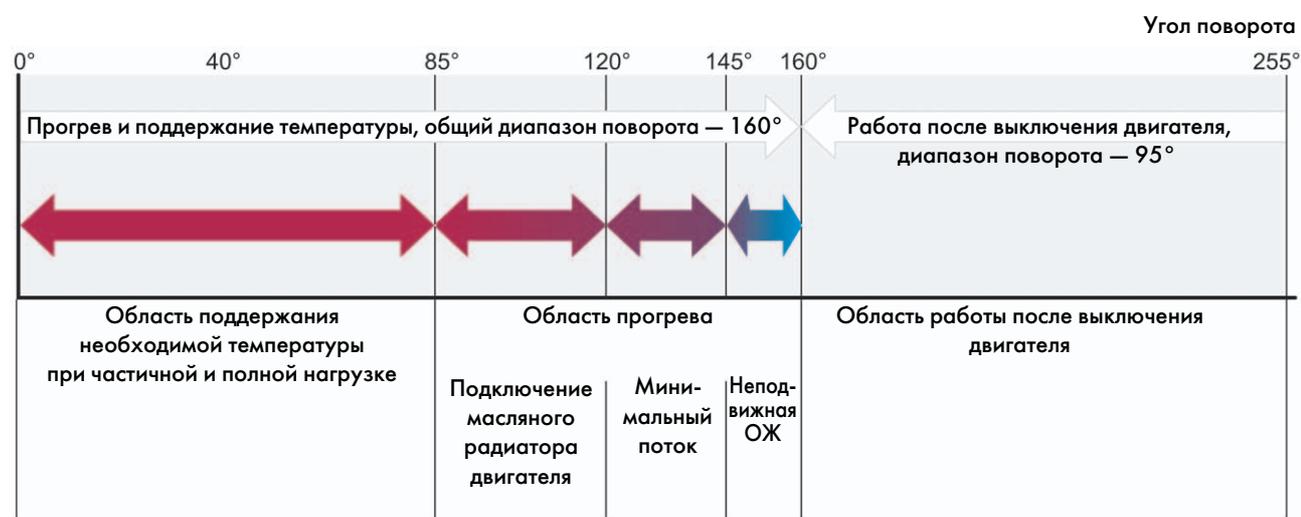


Блок управления регулирует действие исполнительного механизма по заложенной в него характеристике. Задействуя соответствующим образом поворотные золотники, можно реализовать различные комбинации открытия/закрытия каналов ОЖ, что обеспечивает как возможность быстрого прогрева двигателя, так и поддержание его рабочей температуры на необходимом уровне в диапазоне от 86 до 107 °С. При этом можно выделить три основных режима:

- прогрев двигателя;
- поддержание необходимой рабочей температуры;
- работа системы охлаждения после выключения двигателя.

Цевочная кулиса на поворотном золотнике 1 выполнена так, что она активирует поворотный золотник 2 при достижении углового положения 145°. Золотник открывает доступ ОЖ к головке блока цилиндров, и по мере дальнейшего поворота золотника 2 интенсивность потока ОЖ увеличивается. При достижении поворотным золотником 1 углового положения 85° поворотный золотник 2 снова перестаёт задействоваться, после того как он достиг своего максимального углового положения и канал потока ОЖ к головке блока цилиндров был полностью открыт.

Регулирование в режиме прогрева двигателя подразделяется, в свою очередь, на три фазы.



s522\_107

Далее приведено описание отдельных процессов терморегулирования — от прогрева и поддержания необходимой температуры до работы системы охлаждения после выключения двигателя. При этом для наглядности используется сильно упрощённая схема модуля поворотных золотников и контура системы охлаждения двигателя.

Электрический привод поворотных золотников и механическая связь между ними, а также ремённый привод насоса системы охлаждения на этой упрощённой схеме не показаны.



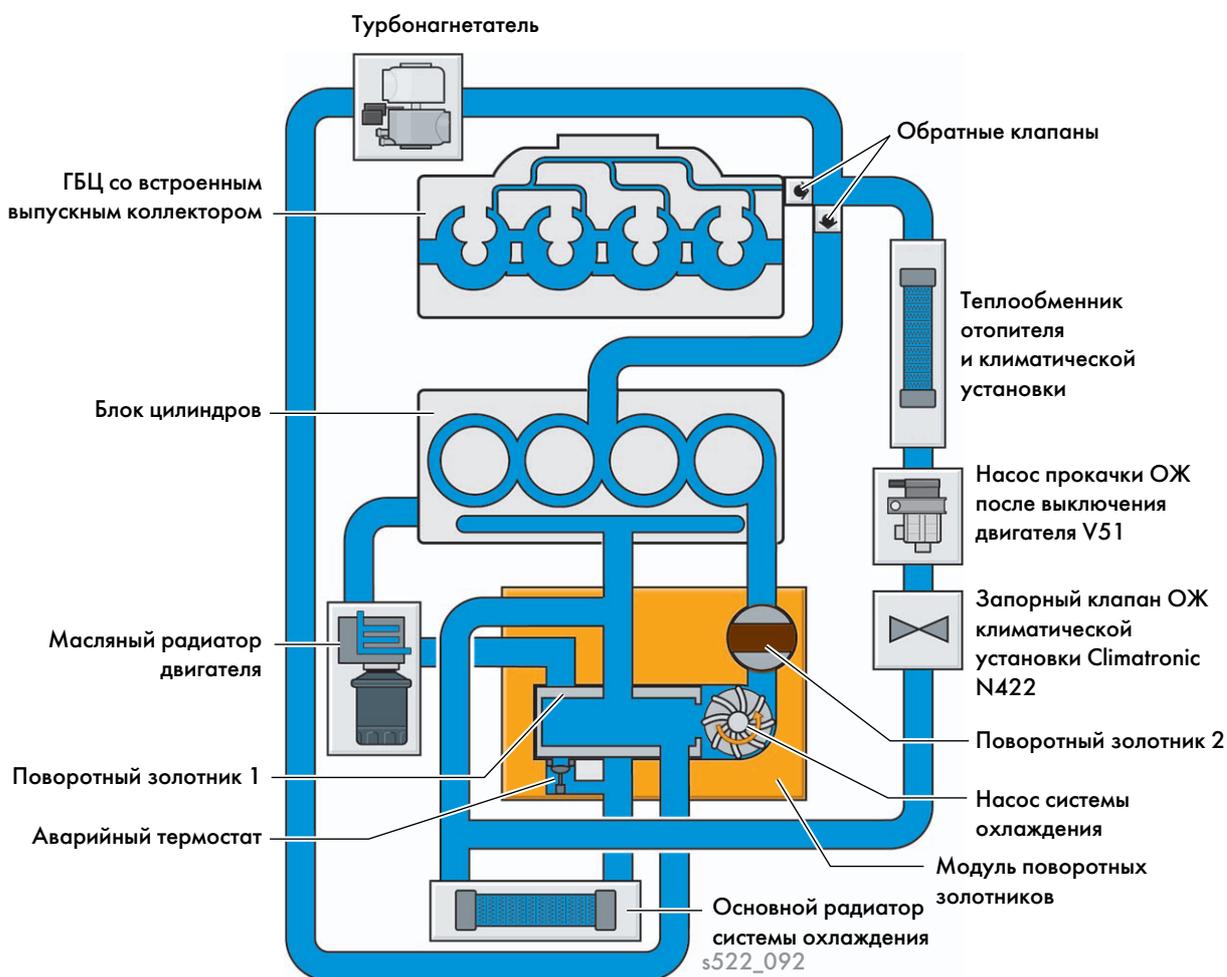
# Система охлаждения

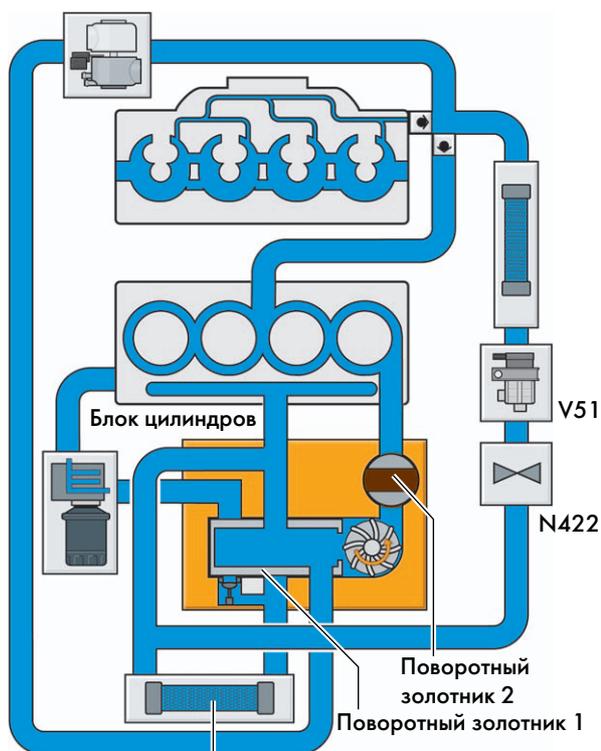
## Процессы терморегулирования

В процессе прогрева двигателя выделяются три фазы:

- неподвижная ОЖ (отсутствие циркуляции);
- минимальный поток ОЖ;
- подключение масляного радиатора двигателя.

Отдельные фазы различаются положением обоих поворотных золотников и бесступенчато переходят одна в другую. Цель алгоритма регулирования в этом случае — наилучшим образом использовать тепло, образующееся в цилиндрах при сгорании топлива, для прогрева двигателя. При этом уже в фазе «неподвижной ОЖ» поток тепла может быть направлен в салон автомобиля, если будет произведён запрос на отопление от водителя или пассажиров.

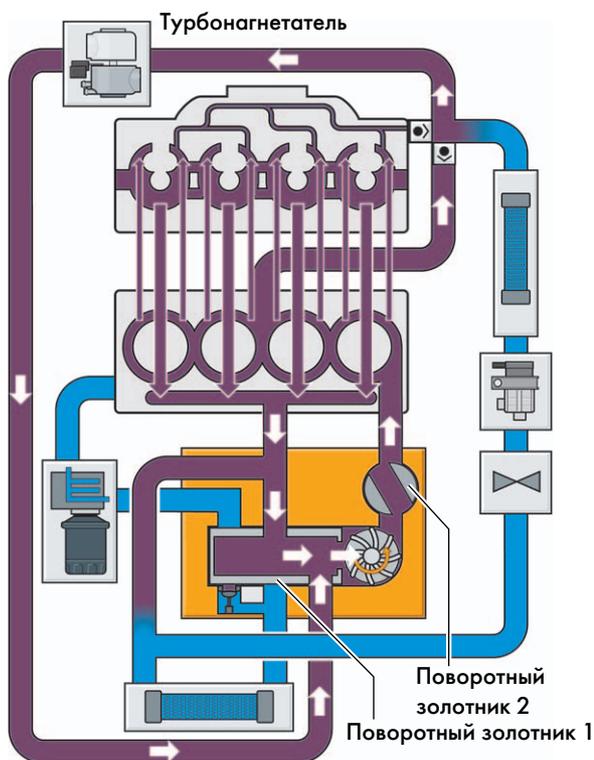




s522\_092 Основной радиатор системы охлаждения

### Прогрев двигателя с неподвижной ОЖ (отсутствие циркуляции)

Чтобы удерживать образующееся в цилиндрах двигателя тепло в пределах блока цилиндров, поворотный золотник 2 закрывается. Тем самым канал доступа ОЖ от насоса системы охлаждения к блоку цилиндров оказывается перекрытым. Поворотный золотник 1 блокирует обратное поступление ОЖ от основного радиатора системы охлаждения и от масляного радиатора двигателя. Запорный клапан ОЖ климатической установки Climatronic N422 перекрывает канал ОЖ к отопителю/климатической установке. Электрический насос прокачки ОЖ после выключения двигателя V51 отключается.



s522\_093

### Прогрев двигателя с минимальным потоком ОЖ

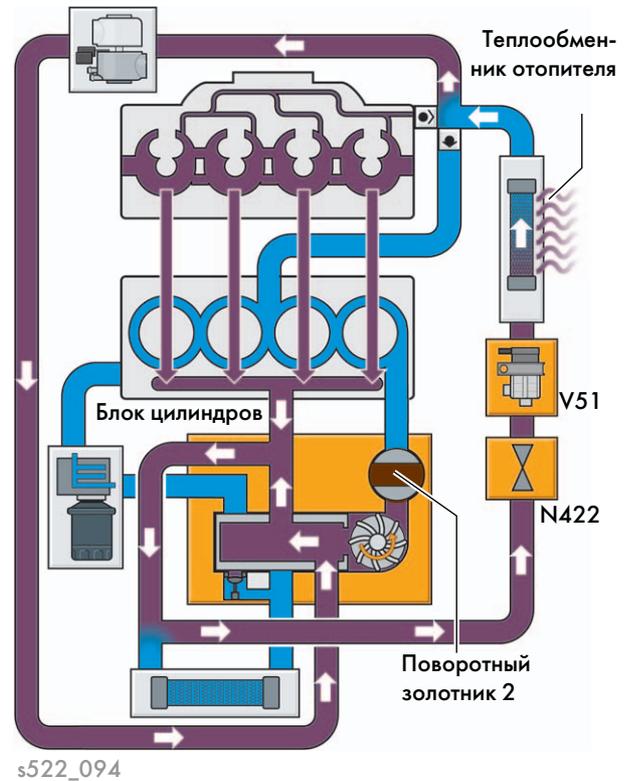
Назначение этой фазы прогрева — предотвратить перегрев ГБЦ и турбоагнетателя в результате интенсивного нагрева выпускного коллектора при отсутствии циркуляции ОЖ (неподвижная ОЖ). При достижении углового положения  $145^\circ$  поворотный золотник 1 активирует поворотный золотник 2, который, в свою очередь, начинает открывать доступ потоку ОЖ к блоку цилиндров. Теперь небольшой поток ОЖ циркулирует через блок цилиндров, ГБЦ и турбоагнетатель, возвращаясь обратно к модулю поворотных заслонок и насосу системы охлаждения. Тем самым предотвращается перегрев неподвижной ОЖ в ГБЦ и турбоагнетателе и одновременно ускоряется прогрев блока цилиндров.



# Система охлаждения

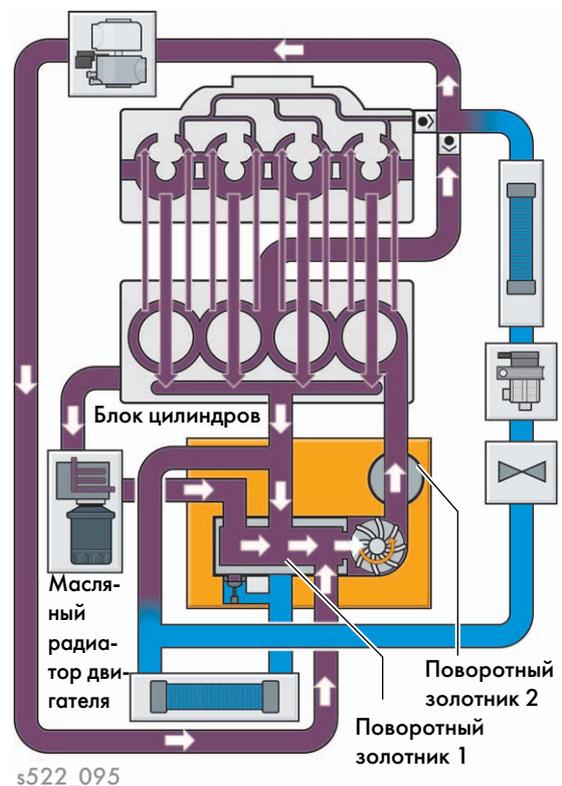
## Прогрев двигателя с минимальным потоком ОЖ и запросом на отопление салона

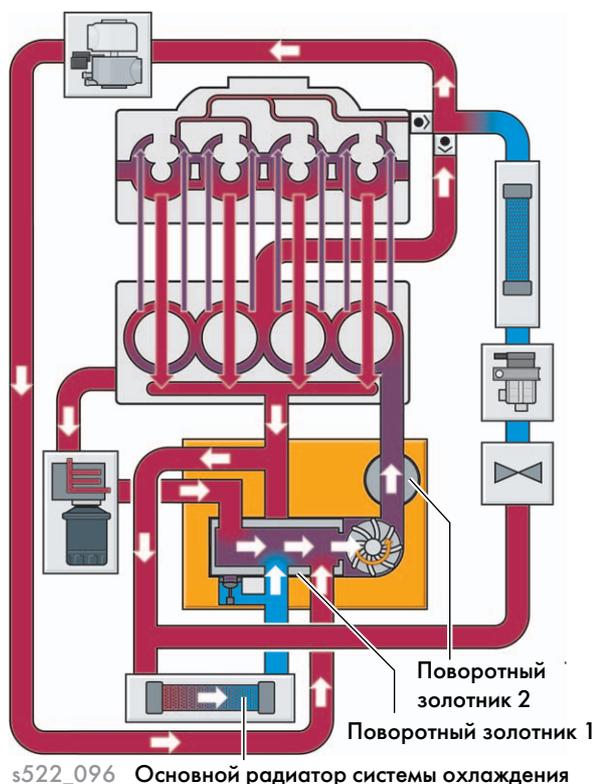
Если в этой фазе поступит запрос на отопление салона, то система открывает запорный клапан ОЖ климатической установки Climatronic N422 и включает насос прокачки ОЖ после выключения двигателя V51. Поворотный золотник 2 временно перекрывает доступ ОЖ в блок цилиндров. Охлаждающая жидкость циркулирует, таким образом, через ГБЦ, турбоагрегат и теплообменник отопителя. Время прогрева двигателя в этом случае несколько увеличивается. В последующих режимах терморегулирования, так же как и в этом, система всегда выполняет запрос на отопление посредством активации запорного клапана ОЖ климатической установки Climatronic N422 и насоса прокачки ОЖ после выключения двигателя V51. Поток ОЖ к блоку цилиндров при этом ограничивается или полностью перекрывается поворотным золотником 2 — в зависимости от необходимости.



## Прогрев двигателя с подключённым масляным радиатором двигателя

Далее в ходе прогрева двигателя в контур циркуляции ОЖ включается масляный радиатор двигателя. Для этого поворотный золотник перемещается в угловое положение  $120^\circ$ , в результате чего открывается доступ ОЖ к масляному радиатору. Поворотный золотник 2 (который в этом положении по-прежнему задействуется поворотным золотником 1) также продолжает поворачиваться и увеличивает тем самым поток ОЖ через блок цилиндров. В результате тепло активно перераспределяется в блоке цилиндров, а излишки тепла воспринимаются масляным радиатором.

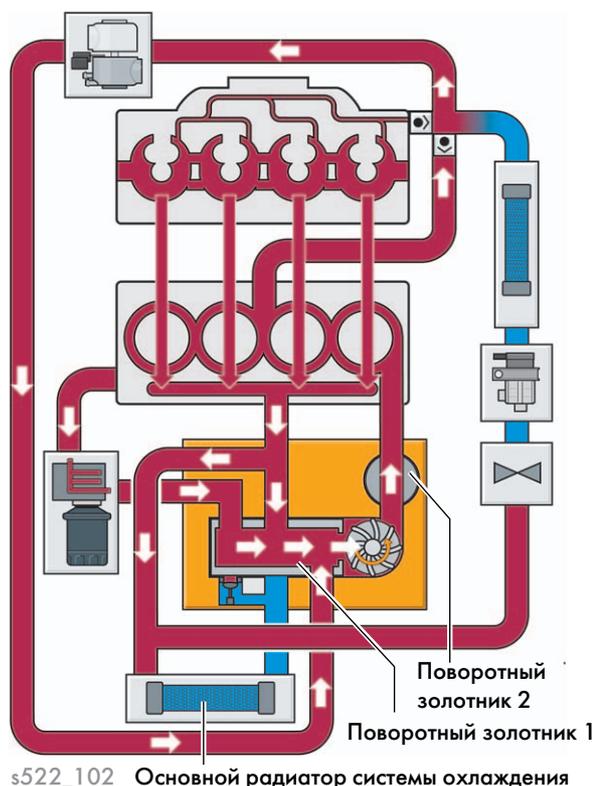




### Поддержание необходимой температуры двигателя

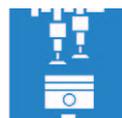
От режима прогрева система терморегулирования двигателя бесступенчато переходит к поддержанию необходимой рабочей температуры двигателя. В этом случае регулирование с помощью модуля поворотных золотников также осуществляется динамически, в зависимости от нагрузки на двигатель.

Для отвода излишков тепла модуль поворотных золотников открывает доступ к основному радиатору системы охлаждения. Исполнительный механизм системы терморегулирования двигателя N493 перемещает для этого поворотный золотник 1 в угловое положение между  $0^\circ$  и  $85^\circ$  — в зависимости от требуемой интенсивности теплоотвода. Если поворотный золотник 1 находится в положении  $0^\circ$ , канал к основному радиатору системы охлаждения полностью открыт.



Когда двигатель работает с небольшой нагрузкой и числом оборотов (область частичной нагрузки), система терморегулирования поддерживает температуру ОЖ на уровне  $107^\circ\text{C}$ . Поскольку при этом не требуется полная интенсивность теплоотвода, поворотный золотник 1 временно перекрывает доступ ОЖ к основному радиатору системы охлаждения. Если температура ОЖ начинает превышать указанное пороговое значение, ОЖ снова направляется в основной радиатор системы охлаждения. Далее система постоянно открывает и закрывает доступ ОЖ к основному радиатору, чтобы поддерживать температуру ОЖ  $107^\circ\text{C}$  как можно более постоянной.

При увеличении нагрузки и числа оборотов температура ОЖ опускается до  $85^\circ\text{C}$  (область высокой нагрузки) за счёт того, что доступ ОЖ к основному радиатору сначала открывается полностью.



# Система охлаждения

## Режим работы системы охлаждения после выключения двигателя

Для предотвращения закипания охлаждающей жидкости в ГБЦ и в турбоагрегате после выключения двигателя блок управления оставляет систему охлаждения на некоторое время включённой. Время работы системы охлаждения после выключения двигателя определяется по заложенной в блоке управления характеристике и может составлять до 15 минут.

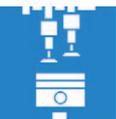
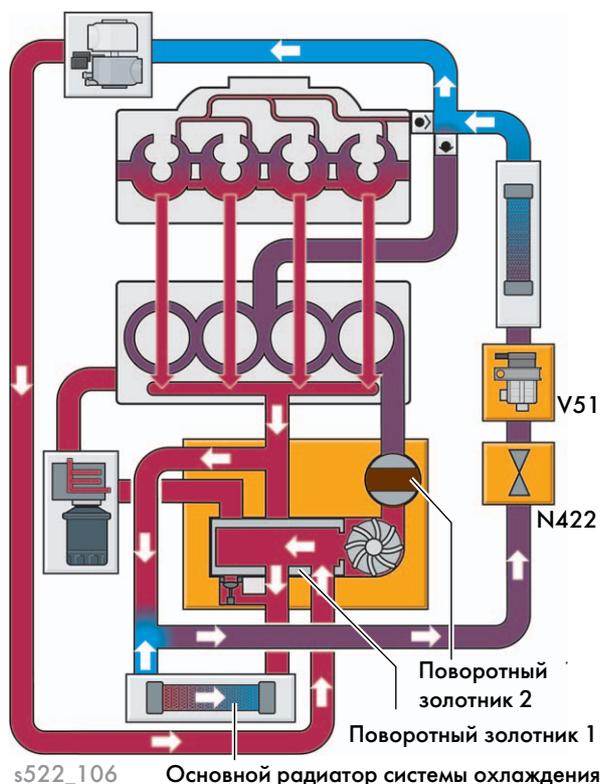
Для реализации функции охлаждения после выключения двигателя поворотный золотник 1 приводится исполнительным механизмом N493 в угловое положение от 160° до 255°. Чем больше потребность в охлаждении после выключения двигателя, тем больше значение углового положения золотника. В положении 255° канал поступления ОЖ от основного радиатора охлаждения открыт полностью, так что интенсивность теплоотвода максимальна.

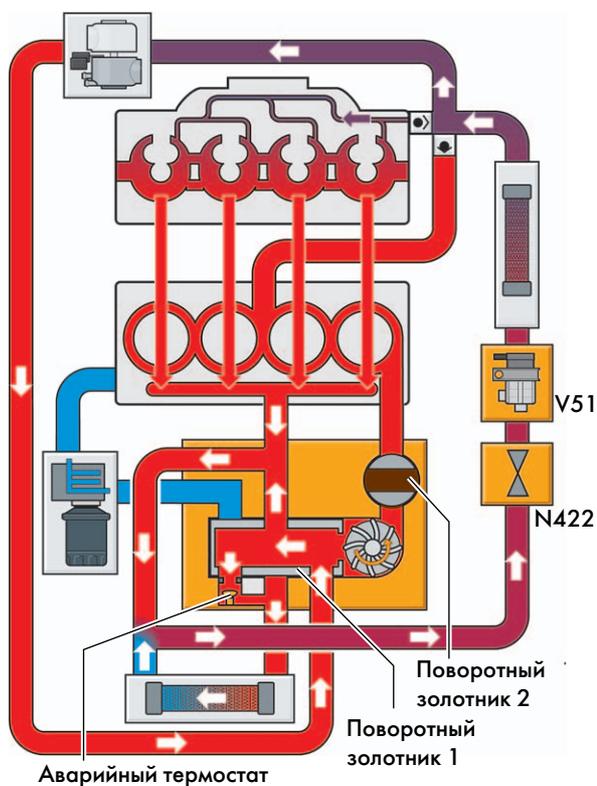
Поворотный золотник 2 в положении для работы после выключения двигателя поворотным золотником 1 не задействуется. Охлаждающая жидкость, перекачиваемая насосом прокачки ОЖ после выключения двигателя V51, циркулирует теперь двумя потоками.

Один поток возвращается обратно к насосу прокачки ОЖ после выключения двигателя V51 от головки блока цилиндров.

Второй поток течёт от турбоагрегата через поворотный золотник 1 к основному радиатору системы охлаждения и затем тоже возвращается обратно к насосу прокачки ОЖ после выключения двигателя V51.

В режиме работы после выключения двигателя охлаждающая жидкость не циркулирует через блок цилиндров.





s522\_097

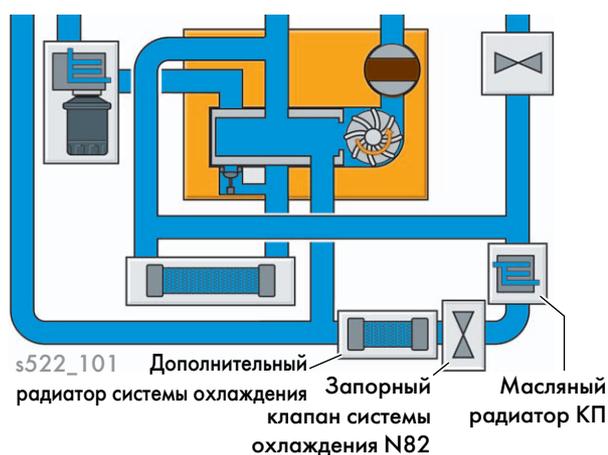
### Аварийный режим

При увеличении температуры ОЖ в модуле поворотных золотников до 113 °С аварийный термостат открывает перепускной канал к основному радиатору системы охлаждения. Такое решение обеспечивает возможность продолжения движения автомобиля с ограничениями при возникновении неисправности в модуле поворотных золотников. Когда блок управления двигателем перестаёт получать обратный сигнал положения от исполнительного механизма системы терморегулирования двигателя N493, он активирует поворотный золотник так, чтобы обеспечивалась максимальная интенсивность охлаждения двигателя независимо от текущей нагрузки и оборотов двигателя.

Другие меры при возникновении неисправности в модуле поворотных золотников, например при выходе из строя электродвигателя или при заедании механизма золотников:

- вывод сообщения о неисправности в комбинации приборов с одновременным ограничением числа оборотов двигателя до 4000 об/мин; предупреждающий звуковой сигнал и включение контрольной лампы электронного привода акселератора (ЕРС) как дополнительная мера для привлечения внимания водителя к сложившейся ситуации;
- цифровое отображение фактической температуры ОЖ в комбинации приборов в градусах Цельсия (°С);
- открывание запорного клапана ОЖ N422;
- включение насоса прокачки ОЖ после выключения двигателя V51 для обеспечения продолжения охлаждения ГБЦ;
- запись в регистраторе событий блока управления двигателем.

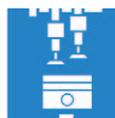
При прекращении поступления сигнала от датчика угла поворота блок управления двигателем в целях безопасности задействует поворотные золотники таким образом, чтобы обеспечивалась максимальная интенсивность охлаждения.



s522\_101

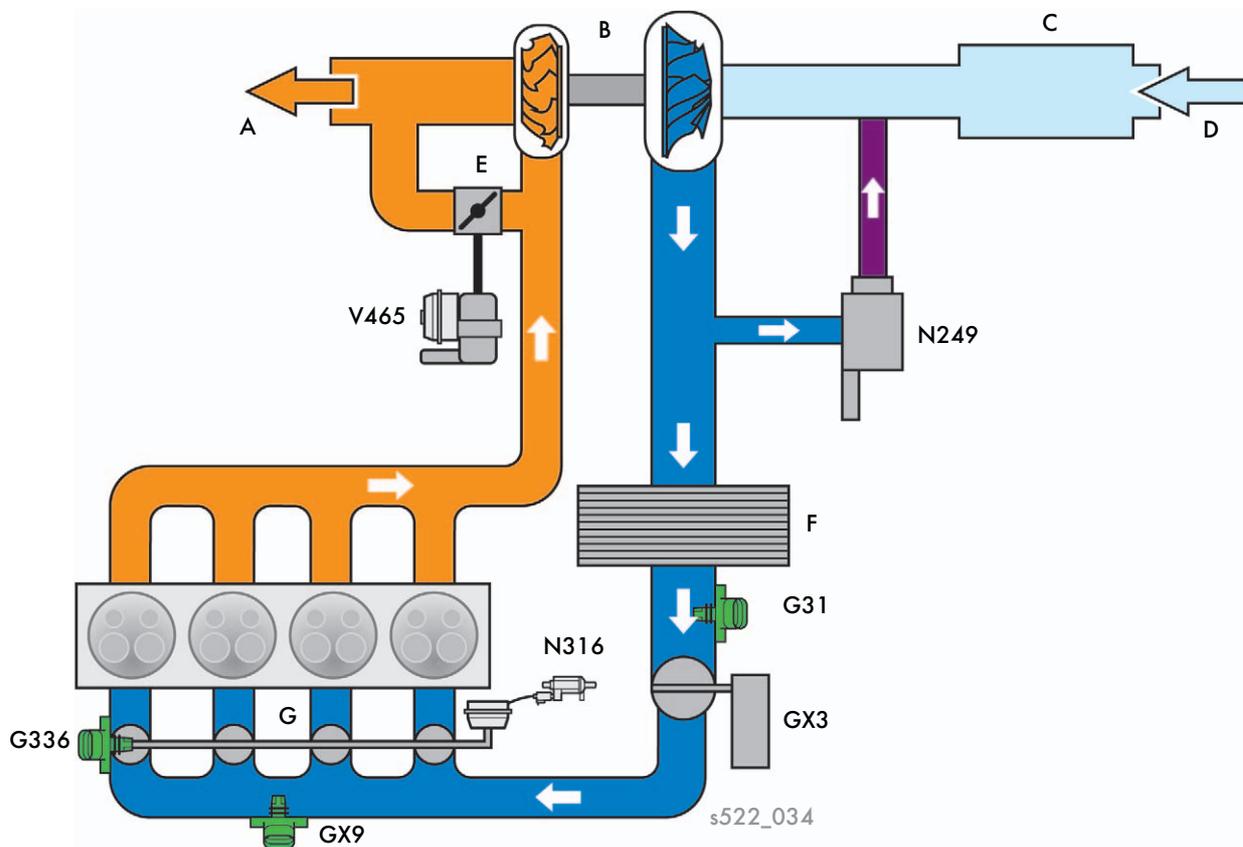
### Двигатели 2,0 л 162/169 кВт TSI с КП DSG

На двигателях, агрегатированных с КП DSG, контур системы охлаждения дополнительно включает в себя масляный радиатор КП, запорный клапан ОЖ N82 и дополнительный радиатор системы охлаждения. Отдельные режимы работы системы терморегулирования в этом случае такие же, как и на двигателе без КП DSG.



# Система впуска и наддува

## Общая информация о системе наддува



### Условные обозначения

**GX9** Датчик впускного коллектора, включающий в себя:  
**G31** Датчик давления наддува  
**G42** Датчик температуры воздуха на впуске  
**G71** Датчик давления во впускном коллекторе

**GX3** Блок дроссельной заслонки, включающий в себя:  
**G186** Электропривод дроссельной заслонки  
**G187** Датчик угла поворота 1 электропривода дроссельной заслонки  
**G188** Датчик угла поворота 2 электропривода дроссельной заслонки  
**G336** Датчик положения дроссельной заслонки (потенциометр)  
**J338** Блок дроссельной заслонки

**N249** Перепускной клапан турбоагнетателя  
**N316** Клапан заслонки впускного коллектора  
**V465** Регулятор давления наддува (привод перепускного клапана)

**A** Поток ОГ  
**B** Турбоагнетатель  
**C** Воздушный фильтр  
**D** Всасываемый воздух  
**E** Перепускной клапан (вестгейт)  
**F** Интеркулер  
**G** Заслонки впускного коллектора

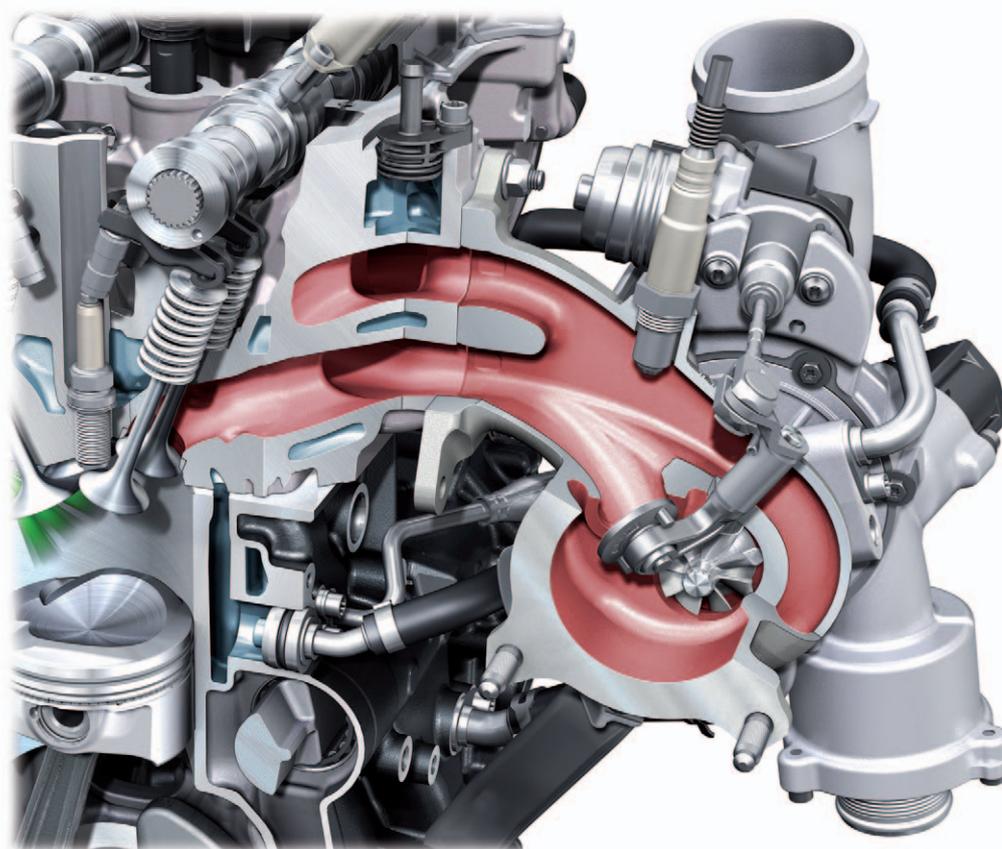
**OG** (orange line)  
 Всасываемый воздух (разрежение) (light blue line)  
 Наддувочный воздух (давление наддува) (dark blue line)  
 Перепускной канал принудительного холостого хода (давление наддува) (purple line)

## Турбонагнетатель

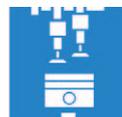
В новых двигателях 2,0 л TSI используется турбонагнетатель новой разработки — с электрическим приводом регулятора давления наддува. Он прикручивается непосредственно к встроенному в ГБЦ выпускному коллектору.

Другие технические особенности нового турбонагнетателя:

- электропривод регулятора давления наддува (вестгейт) V465 с датчиком положения (потенциометр) регулятора давления наддува G581;
- лямбда-зонд GX10 (включает в себя лямбда-зонд G39 и нагревательный элемент лямбда-зонда Z19) перед турбонагнетателем;
- компактный стальной литой корпус турбины с двухпоточной организацией ОГ;
- резонансный глушитель и электрический перепускной клапан холостого хода (перепускной воздушный клапан турбонагнетателя) N249, встроенные в корпус нагнетателя;
- турбинное колесо из стального сплава с термостойкостью до 980 °С;
- корпус подшипника с универсальными разъёмами для масла и охлаждающей жидкости.



s522\_037



# Система впуска и наддува

## Устройство

### Корпус турбины и турбинное колесо

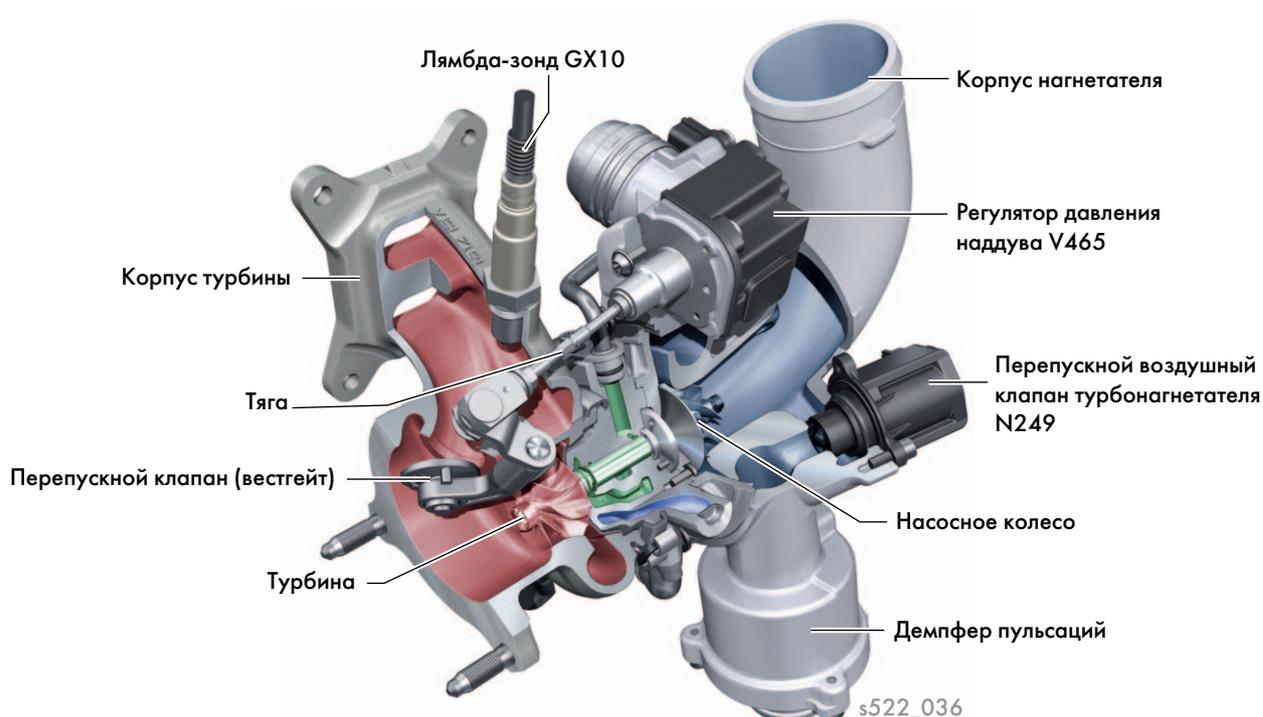
Для обеспечения высокой термостойкости (до 980 °С) корпус турбины выполнен из нового стального сплава. Двухпоточная схема каналов ОГ сохраняется и в турбокомпрессоре, два канала ОГ сливаются в один только перед самым турбинным колесом. Это обеспечивает максимально возможное снижение интерференции между тактами выпуска ОГ различных цилиндров. Производительность турбины была увеличена, в особенности — в области высоких оборотов.

### Корпус нагнетателя и насосное колесо

Корпус насосной части (нагнетателя) литой, из алюминиевого сплава. В связи с высокими усилиями, действующими в регуляторе давления наддува, корпус был дополнительно усилен. Непосредственно на корпусе нагнетателя находится демпфер пульсаций. Электромагнитный перепускной клапан турбокомпрессора N249 регулирует поток воздуха к демпферу пульсаций. В корпусе нагнетателя имеется также фланец для ввода картерных газов из системы вентиляции картера.

### Лямбда-зонд GX10

Лямбда-зонд GX10 представляет собой широкополосный лямбда-зонд. Он вкручивается непосредственно во фланец на ГБЦ, на котором устанавливается турбокомпрессор. Вследствие такого близкого расположения к двигателю, лямбда-зонд омывается ОГ каждого из цилиндров по отдельности. Это также значительно ускоряет момент прохождения точки росы и позволяет быстрее начинать лямбда-регулирование после пуска двигателя (уже через 6 секунд).



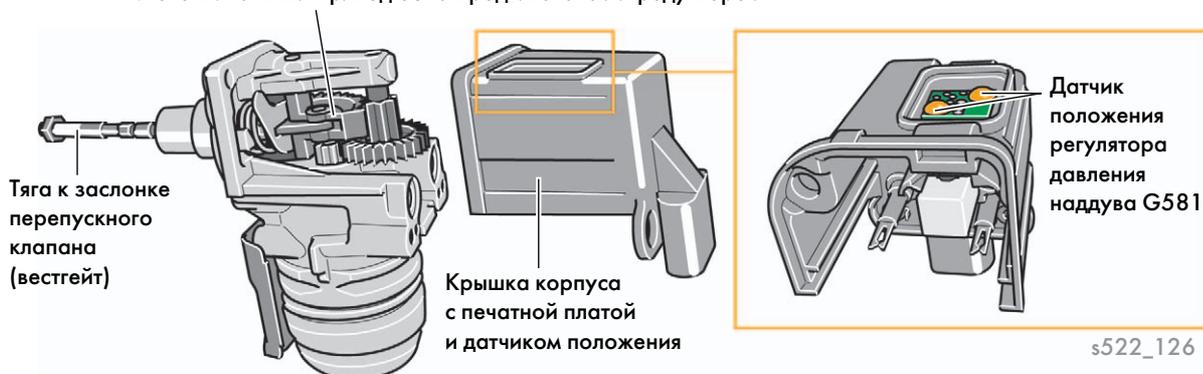
## Регулятор давления наддува V465

В регуляторе давления наддува V465 активация перепускной заслонки (вестгейта) турбоагнетателя происходит электрически, то есть перемещение тяги заслонки выполняется исполнительным электродвигателем с редуктором.

Электропривод заслонки позволяет более быстро и точно регулировать давление наддува, а также обеспечивает следующие преимущества:

- Активация перепускной заслонки (вестгейта) может происходить независимо от имеющегося в настоящий момент давления наддува.
- Благодаря высокому удерживающему усилию электропривода заслонки, максимальный крутящий момент двигателя (350 Н·м) достигается уже при достаточно низких оборотах (1500 об/мин).
- Активное открывание перепускной заслонки при частичной нагрузке позволяет снизить базовое давление наддува. За счёт этого уменьшаются выбросы CO<sub>2</sub> (прим. на 1,2 г/км).
- Активное открывание перепускной заслонки при прогреве нейтрализатора позволяет увеличить температуру ОГ на входе нейтрализатора на 10 °С. В результате снижается уровень вредных выбросов при холодном пуске двигателя.
- Благодаря быстродействию электропривода перепускной заслонки, обеспечивается быстрое снижение давления наддува при смене нагрузки или переходе в режим принудительного холостого хода.

Исполнительный привод с электродвигателем и редуктором



## Датчик положения регулятора давления наддува G581

Датчик положения регулятора давления наддува G581 представляет собой датчик Холла и установлен в крышке корпуса регулятора давления наддува. На подвижной части механизма привода закреплён кронштейн с двумя постоянными магнитами. Благодаря этому, продольное перемещение данных магнитов совпадает с продольным перемещением тяги привода. Движение магнитов регистрируется датчиком Холла, сигнал которого поступает в блок управления двигателя. Таким образом блок управления двигателя определяет положение перепускной заслонки (вестгейта) турбоагнетателя.

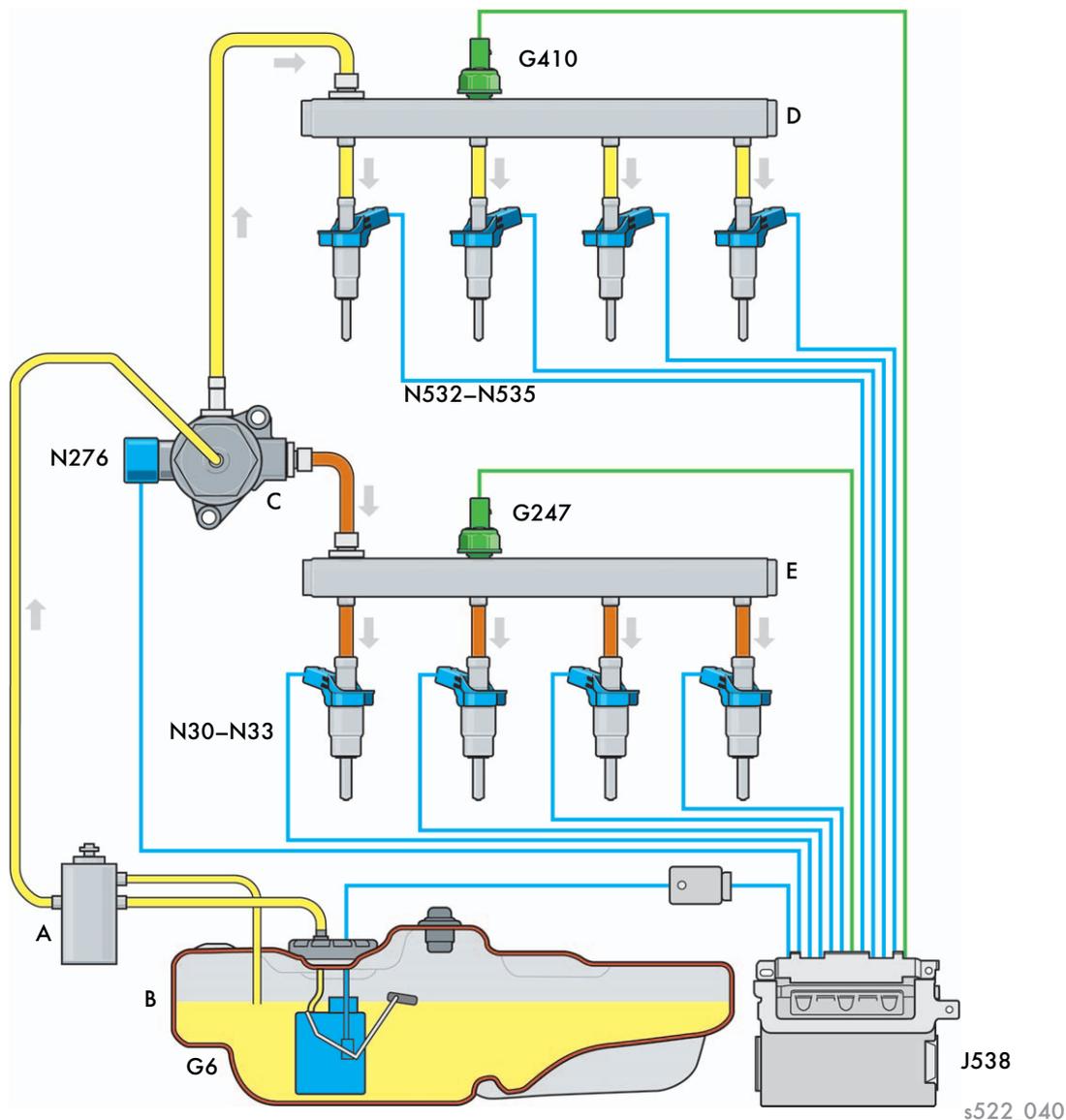


Регулятор давления наддува V465 по отдельности не заменяется.

Дополнительную информацию по демпферу пульсаций можно найти в программе самообучения 401 «Двигатель 1,8 л 118 кВт TFSI с цепным приводом ГРМ».



## Общая информация о системе питания



### Условные обозначения

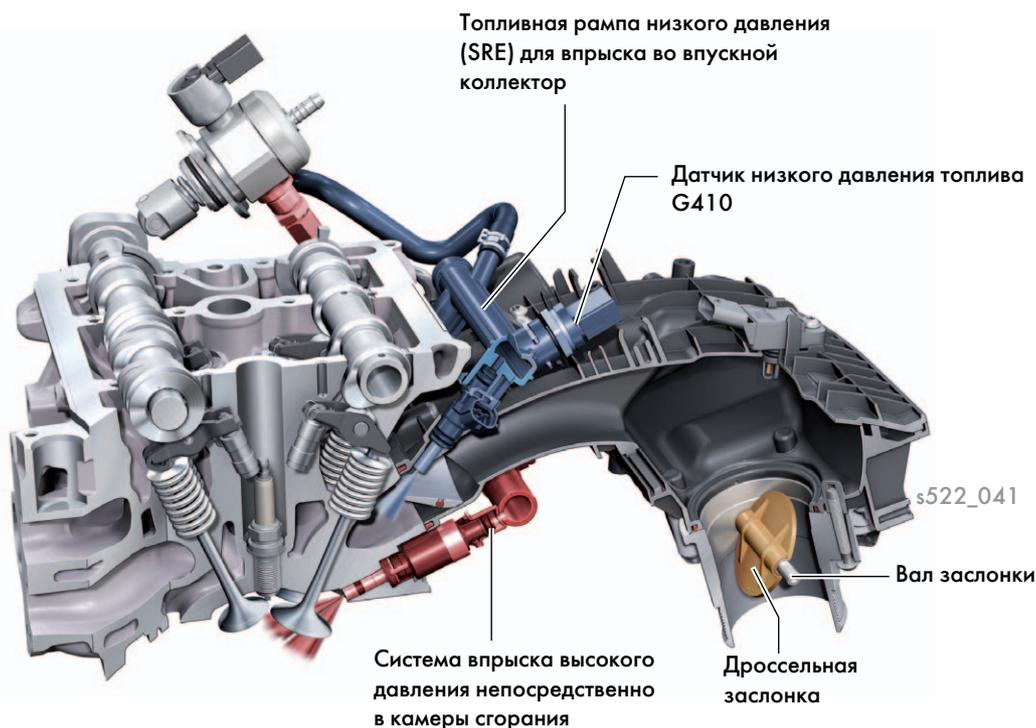
G6	Подкачивающий топливный насос	A	Топливный фильтр
G247	Датчик давления топлива	B	Топливный бак
G410	Датчик давления топлива для низкого давления	C	Топливный насос высокого давления
J538	Блок управления топливного насоса	D	Топливная рампа низкого давления
N276	Регулятор давления топлива	E	Топливная рампа высокого давления
N30–N33	Форсунки цилиндров 1–4		
N532–N535	Форсунки 2 цилиндров 1-4		
			Контур высокого давления
			Топливо/контур низкого давления
			Исполнительный механизм/исходящий сигнал
			Датчик/входящий сигнал

## Впрыск топлива

Новые двигатели 2,0 л TSI оснащаются двойной системой впрыска. Это означает, что впрыск топлива может происходить двумя различными способами. Топливо может впрыскиваться или непосредственно в цилиндры двигателя системой впрыска высокого давления TSI, или во впускной коллектор с помощью системы впрыска SRE (SRE — сокр. от Saugrohreinspritzung, букв. впрыск во впускной коллектор). Применение впрыска во впускной коллектор позволяет существенно снизить выбросы мелкодисперсных частиц сажи.

Другими целями при разработке системы двойного впрыска были:

- увеличение давления в системе высокого давления со 150 до 200 бар;
- достижение предельных значений выброса мелкодисперсных частиц по требованиям экологического класса Евро 6 относительно массы и количества частиц;
- уменьшение выбросов CO<sub>2</sub>;
- снижение расхода топлива в режимах с частичной нагрузкой;
- оснащение двигателя дополнительной системой впрыска во впускной коллектор;
- улучшение акустических характеристик двигателя.



## Впускной коллектор

Воздушные заслонки во впускном коллекторе из нержавеющей стали установлены на общем валу и имеют «ваннообразную» форму. Такая форма предотвращает возникновение в заслонках вибраций под воздействием набегающего потока воздуха. Положение заслонок распознаётся датчиком положения воздушной заслонки (потенциометром) G336.

Активация приводного вала заслонок осуществляется с помощью клапана заслонок впускных каналов N316. Моменты переключения заслонок определяются по заложенной в блоке управления характеристике в зависимости от крутящего момента и числа оборотов двигателя.



## Система впрыска во впускной коллектор (SRE)

В систему впрыска во впускной коллектор (SRE) топливо поступает от расположенного на насосе высокого давления штуцера низкого давления. Штуцер низкого давления на насосе высокого давления является частью контура низкого давления топлива. От штуцера на насосе высокого давления топливо попадает в топливную рампу низкого давления и распределяется по форсункам SRE, из которых топливо впрыскивается во впускной коллектор. В состав системы впрыска во впускной коллектор (SRE) входит собственный датчик давления — датчик низкого давления топлива G410. Подача топлива осуществляется только подкачивающим топливным насосом G6 в топливном баке, а не топливным насосом высокого давления.

Смысл подачи топлива в систему низкого давления через топливный насос высокого давления заключается в том, что при работе двигателя на системе впрыска низкого давления (SRE) топливо всё равно протекает через топливный насос высокого давления, охлаждая его. В режиме впрыска во впускной коллектор (SRE) подача топливного насоса высокого давления уменьшается регулятором давления топлива N276.

## Система впрыска высокого давления

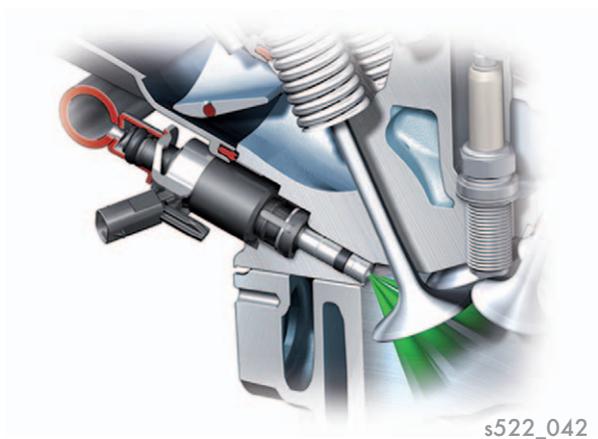
Для работы при давлении топлива до 200 бар части контура высокого давления были модифицированы. Чтобы снизить уровень шума, форсунки устанавливаются теперь в головку блока цилиндров с использованием подпружиненных металлических шайб. Местоположение форсунок высокого давления слегка смещено назад. За счёт этого улучшается гомогенизация топливо-воздушной смеси, а также уменьшается термическая нагрузка на форсунки.

Топливная рампа высокого давления акустически развязана со впускным коллектором.



Впрыск топлива во впускной коллектор используется, главным образом, в режимах частичной нагрузки. В этом случае имеется достаточно времени для испарения и смешивания с воздухом капель расплывённого топлива. Образование рабочей смеси задолго до воспламенения имеет следующие преимущества:

- уменьшение образования сажи и массы сажевых частиц;
- снижение выбросов CO<sub>2</sub>;
- сокращение расхода топлива.



## Режимы

Управление режимами работы систем впрыска осуществляется на основании единой характеристики. Эта характеристика определяет, когда двигатель работает с впрыском во впускной коллектор (SRE) и когда — с впрыском непосредственно в цилиндры (впрыск высокого давления). При этом различаются следующие режимы:

- однократный впрыск во впускной коллектор;
- однократный впрыск высокого давления;
- двукратный впрыск высокого давления;
- трёхкратный впрыск высокого давления.

Система переключается между этими режимами в зависимости от температуры, нагрузки и числа оборотов двигателя.

### Пуск двигателя

На холодном двигателе (температура ОЖ ниже 45 °С) и при каждом холодном пуске осуществляется трёхкратный впрыск высокого давления в такте сжатия.

### Прогрев двигателя и нейтрализатора

В этой фазе осуществляется двукратный непосредственный впрыск в тактах впуска и сжатия. Момент опережения зажигания сдвигается в этом случае в сторону «поздно». Заслонки впускного коллектора закрыты.

### Работа двигателя с частичной нагрузкой

Когда температура двигателя превышает 45 °С и двигатель работает с частичной нагрузкой, система переключается на впрыск во впускной коллектор (SRE). Заслонки воздушных каналов остаются практически полностью закрытыми.

### Работа двигателя с полной нагрузкой

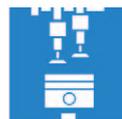
Ввиду высоких требований мощности и крутящего момента, система опять переключается на впрыск высокого давления. При этом выполняется двукратный непосредственный впрыск в тактах впуска и сжатия.

### Аварийная функция

При отказе одной из двух систем впрыска двигатель работает только с оставшейся исправной системой. Тем самым автомобиль сохраняет способность к самостоятельному движению. В комбинации приборов включается красная контрольная лампа Check Engine.



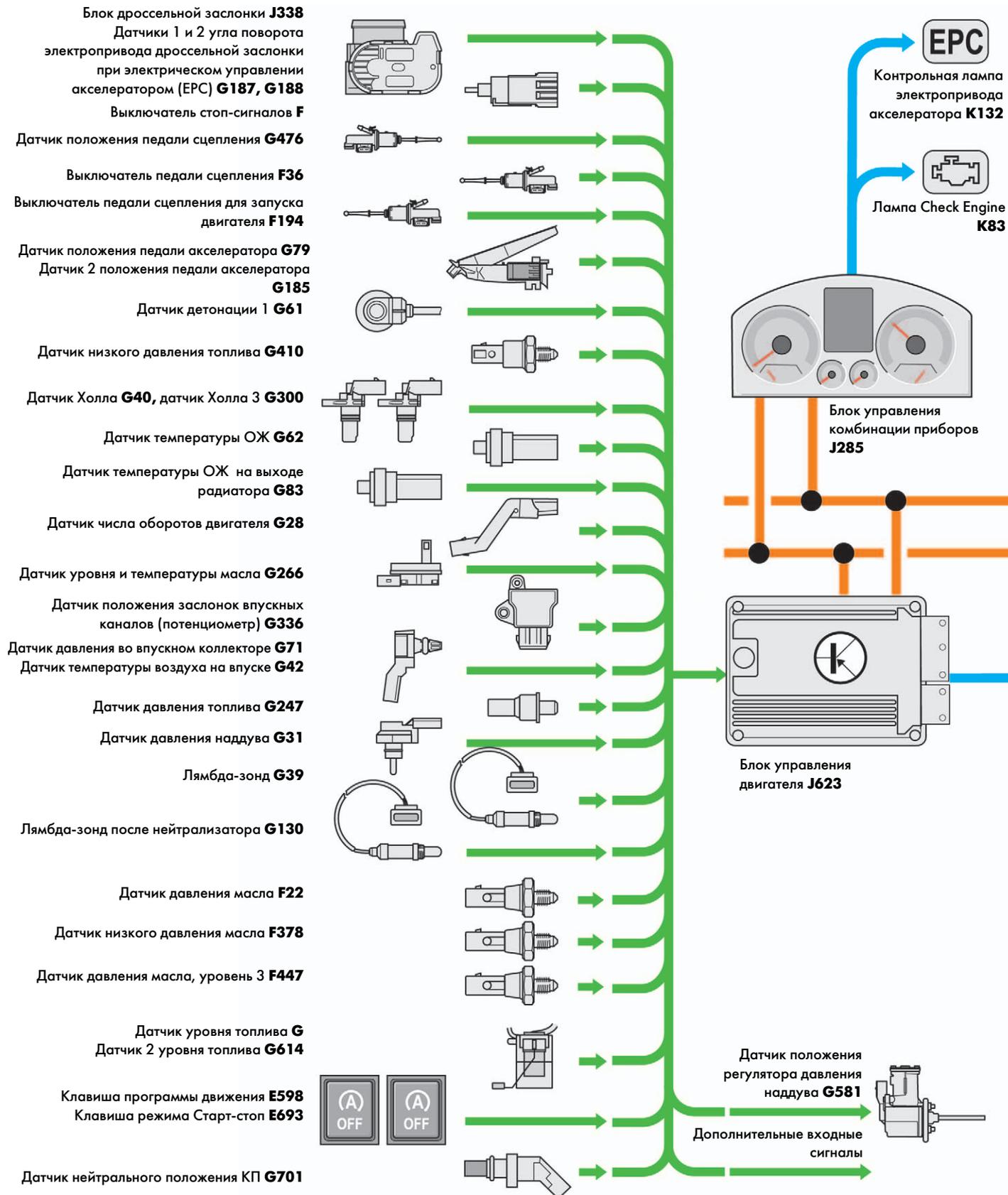
Для сброса давления в системе впрыска нужно отсоединить разъём от регулятора давления топлива N276 при работающем двигателе. В системе сохраняется некоторое остаточное давление от подкачивающего топливного насоса G6. Обязательно соблюдайте все указания в ELSA!



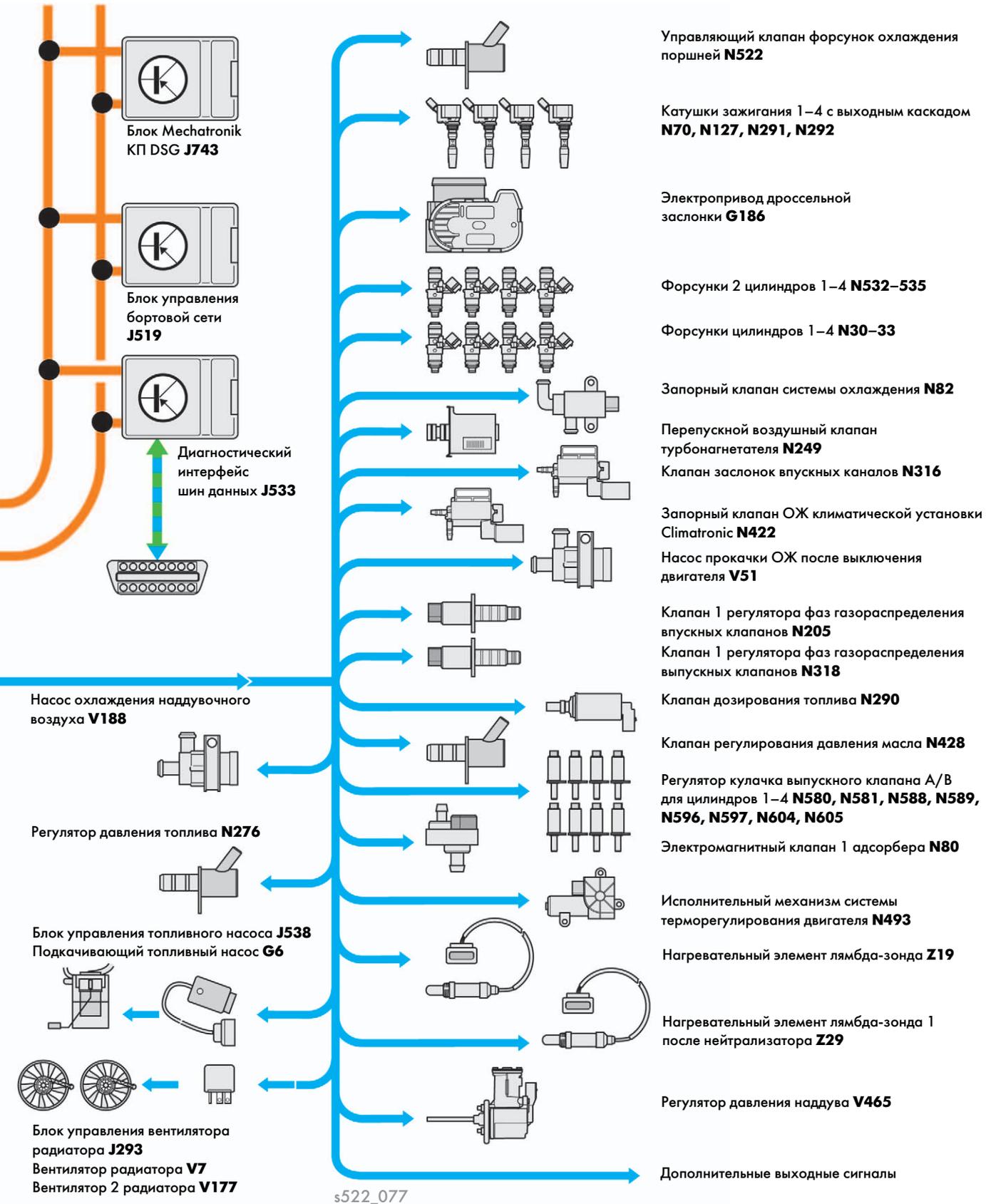
# Система управления двигателем

## Общая схема системы

### Датчики



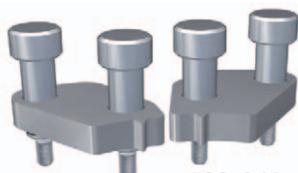
## Исполнительные механизмы



## Специальный инструмент

Наименование	Инструменты и материалы	Назначение
T10133/16A Съёмник	 s522_112	Снятие форсунок высокого давления. Этот инструмент заменяет прежний съёмник T10133/16.
T10133/18 Втулка	 s522_056	Снятие форсунок высокого давления.
T401243 Рычаг	 s522_057	Для заведения натяжителя.
T40267 Фиксатор	 s522_058	Фиксация натяжителя коленчатого вала цепи привода ГРМ.
T40274 Крюк	 s522_059	Извлечение манжетного уплотнения коленвала.
T40270 Торцевой ключ XZN 12	 s522_060	Снятие и установка опоры силового агрегата.



Наименование	Инструменты и материалы	Назначение
T40191/1 Проставки панель иллюстраций: W00-10704	 s522_117	Для установки шариковых фиксаторов в распредвалах выпускных клапанов со сдвижными блоками кулачков.
T40266 Адаптер	 s522_073	Для поворота распредвалов.
T40271 Фиксатор	 s522_061	Фиксация звёздочек распредвалов.



## Новые узлы (кластеры) датчиков и исполнительных механизмов

Благодаря прогрессу в области электронных компонентов, становится возможным объединять различные датчики и исполнительные механизмы в единые узлы (кластеры). В таблице ниже указаны обозначения таких кластеров и перечислены входящие в них датчики/исполнительные механизмы.

<b>Кластер датчиков/исполнительных механизмов</b>	<b>Входящие в него датчики/исполнительные механизмы</b>
Модуль педали акселератора GX2	Датчик положения педали акселератора G79 и датчик 2 положения педали акселератора G185
Блок дроссельной заслонки GX3	Блок дроссельной заслонки J338, электропривод дроссельной заслонки G186, датчик угла поворота 1 электропривода дроссельной заслонки G187 и датчик угла поворота 2 электропривода дроссельной заслонки G188
Лямбда-зонд 1 после нейтрализатора GX7	Лямбда-зонд после нейтрализатора G130 и нагревательный элемент лямбда-зонда 1 после нейтрализатора Z29
Датчик впускного коллектора GX9	Датчик давления во впускном коллекторе G71 и датчик температуры воздуха на впуске G42
Лямбда-зонд 1 перед нейтрализатором GX10	Лямбда-зонд G39 и нагревательный элемент лямбда-зонда Z19
Комбинация приборов KX2	Блок управления комбинации приборов J285
Вентилятор радиатора VX57	Блок управления вентилятора радиатора J293, вентилятор радиатора V7 и вентилятор радиатора 2 V177
Модуль переключателей, консоль EX23	Клавиша программы движения E598 и клавиша режима Старт-стоп E693



## Какой из вариантов ответа правильный?

Среди приведённых вариантов ответа правильными могут быть один или несколько.

### 1. Электропривод перепускной заслонки (вестгейт) обеспечивает ...

- а) более высокие удерживающие усилия.
- б) более высокие температуры при прогреве нейтрализатора.
- в) сброс давления наддува при смене нагрузки.

### 2. Что нужно знать о модуле поворотных золотников?

- а) Он регулирует поток охлаждающей жидкости к теплообменнику отопителя.
- б) В состав исполнительного механизма системы терморегулирования двигателя входит термостат, открывающийся в аварийных случаях.
- в) Крепление шкива привода на балансирном валу имеет левую резьбу.

### 3. Форсунки охлаждения поршней ...

- а) включаются механически при высоком уровне давления масла.
- б) включаются с помощью выключателя давления масла, уровень 3 F447.
- в) включаются управляющим клапаном в кронштейне навесных агрегатов.

### 4. В атмосферном режиме работы двигателя (без наддува) картерные газы ...

- а) вводятся во впускной тракт перед турбонагнетателем.
- б) вводятся во впускной тракт во впускном коллекторе.
- в) пройдя маслоотделитель тонкой очистки, снова подаются в картер двигателя.



# Контрольные вопросы

---

## 5. В чём заключаются преимущества переключения хода клапанов?

- a) Улучшается наполнение цилиндров в диапазоне высоких оборотов.
- b) Уменьшается перетекание выпускаемых ОГ в цилиндр, в котором такт выпуска происходил перед этим.
- c) Положительная разница давлений в камере сгорания позволяет более качественно удалять из неё отработавшие газы.

## 6. Какое утверждение в отношении двойной системы впрыска соответствует действительности?

- a) При впрыске во впускной коллектор и непосредственном впрыске двигатель развивает более высокую мощность.
- b) При впрыске во впускной коллектор имеется больше времени для испарения капель распыляемого топлива.
- c) В режиме впрыска во впускной коллектор может также выполняться 2-кратный впрыск для уменьшения массы сажевых частиц в ОГ.

## 7. Что нужно знать о цепной передаче?

- a) Имеется функция диагностики удлинения цепи.
- b) Удлинение цепи ГРМ можно распознать по числу видимых зубьев на натяжителе цепи.
- c) После снятия и установки ГБЦ необходимо выполнить адаптацию функции диагностики удлинения цепи.

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

Ответы:

