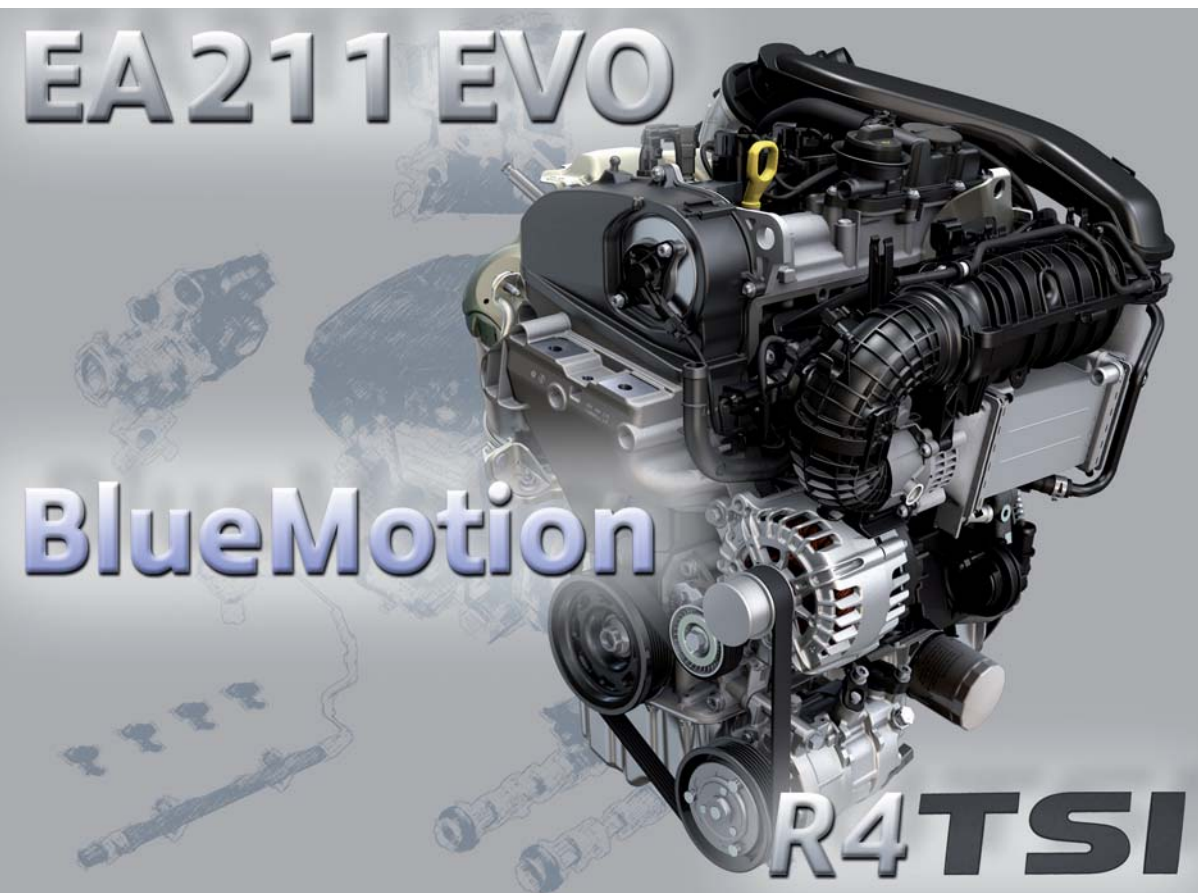




Программа самообучения 555

## Двигатели 1,5 л 96/110 кВт TSI семейства EA211 EVO

Устройство и принцип действия



Новые 4-цилиндровые двигатели 1,5 л TSI относятся к новому семейству двигателей EA211 EVO. Они являются последовательным продолжением стратегии дальнейшего снижения расхода топлива и выброса CO<sub>2</sub>, а также существенного сокращения выброса твёрдых частиц. Они впервые применяются в классе мощности 96 и 110 кВт.



s555\_002

В этой программе самообучения представлены новшества в сравнении с двигателями семейства EA211, особенности турбонаддува и топливной системы, функции системы терморегулирования и оптимизированного цикла Миллера.



Дополнительную информацию по системам и агрегатам этих двигателей можно найти в программах самообучения 510 «Система отключения цилиндров (АСТ) на двигателе 1,4 л 103 кВт TSI» и 511 «Новое семейство бензиновых двигателей EA211».

Кроме того, смотрите передачи Volkswagen TV по темам «Двигатели EA211 EVO: компенсация допусков в газораспределительном механизме» и «Регулировка фаз газораспределения с помощью VAS 611007», а также онлайн-тренинг «Движение накатом с динамической системой старт-стоп».

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

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



**Внимание**  
**Указания**

# Содержание

<b>Введение</b> .....	<b>4</b>
Двигатели 1,5 л 96/110 кВт TSI семейства EA211 EVO .....	4
<b>Механическая часть двигателя</b> .....	<b>6</b>
Особенности механической части двигателя .....	6
Корпус распредвалов и головка блока цилиндров .....	8
Регулирование фаз газораспределения .....	10
Блоки цилиндров .....	11
Турбонагнетатель с изменяемой геометрией турбины (VTG) .....	12
Система терморегулирования .....	14
Система приточно-вытяжной вентиляции картера .....	18
<b>Система управления двигателем</b> .....	<b>20</b>
Схема системы .....	20
Блок управления двигателем J623 .....	22
Цикл Миллера .....	23
Динамическая система старт-стоп с функцией движения накатом .....	26
Контур высокого давления топливной системы .....	28
Датчики и исполнительные механизмы .....	29
<b>Техническое обслуживание</b> .....	<b>34</b>
Компенсация допусков в газораспределительном механизме .....	34
Привод зубчатым ремнём: фазы газораспределения .....	36
Специальные инструменты .....	37
<b>Контрольные вопросы</b> .....	<b>38</b>

## Двигатели 1,5 л 96/110 кВт TSI семейства EA211 EVO

После популярной в последние годы тенденции в моторостроении к уменьшению рабочего объёма (даунсайзинг) начинается следующий этап — дальнейшая оптимизация двигателей. Это означает, что при разработке двигателя особое внимание уделяется оптимальному согласованию таких параметров, как рабочий объём, мощность, крутящий момент и расход топлива. Клиент эксплуатирует свой автомобиль главным образом в диапазоне частичных нагрузок. Поэтому двигатели были усовершенствованы именно в этом диапазоне нагрузки. Особенно эффективен в этом диапазоне двигатель 1,5 л 96 кВт TSI, работающий по циклу Миллера.



s555\_012

## Технические особенности

Вариант по мощности	96 кВт	110 кВт
Непосредственный впрыск бензина	●	●
Оптимизированный цикл Миллера	●	—
Турбонагнетатель с изменяемой геометрией турбины/перепускным клапаном	●/—	—/●
Система терморегулирования	●	●
ГБЦ со встроенным выпускным коллектором	●	●
Привод ГРМ зубчатым ремнём	●	●
Регулятор фаз газораспределения впускных клапанов (70° KB, исходное положение «поздно»)	●	●
Регулятор фаз газораспределения выпускных клапанов (40° KB, исходное положение «рано»)	●	●
Блок цилиндров с гильзами из серого чугуна/с плазменным напылением	●/—	—/●
Шибберный масляный насос с бесступенчатым регулированием давления масла	●	●
Система управления двигателя Bosch MG1	●	●
Расходомер воздуха G70	●	—

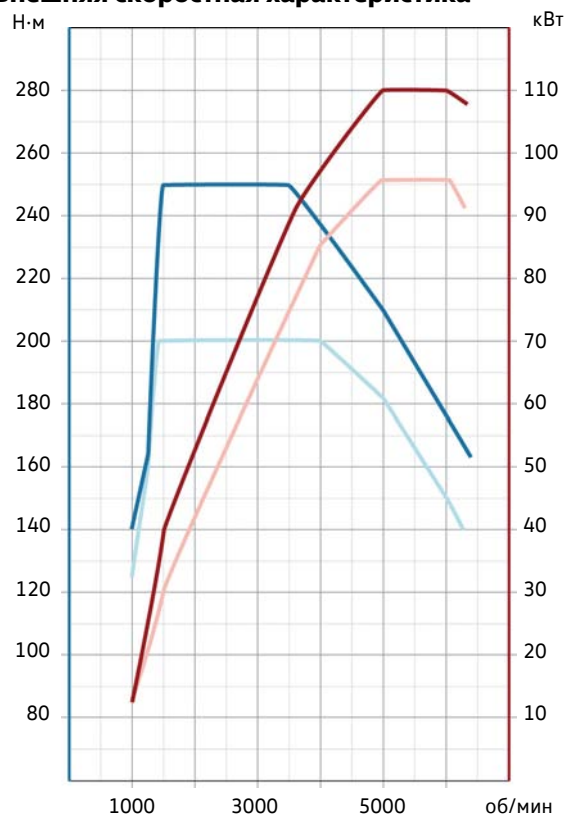
● Имеется.

— Отсутствует.

## Технические характеристики

Буквенное обозначение двигателя	DACA	DADA
Конструктивное исполнение	4-цилиндровый, рядный	
Рабочий объём	1498 см <sup>3</sup>	
Диаметр цилиндра	74,5 мм	
Ход поршня	85,9 мм	
Число клапанов на цилиндр	4	
Степень сжатия	12,5 : 1	10,5 : 1
Макс. мощность	96 кВт при 5000–6000 об/мин	110 кВт при 5000–6000 об/мин
Макс. крутящий момент	200 Н·м при 1400–4000 об/мин	250 Н·м при 1500–3500 об/мин
Система управления двигателя	Bosch MG1	
Топливо	Неэтилированный бензин RON-95	
Нейтрализация ОГ	Трёхкомпонентные основной и дополнительный нейтрализаторы, широкополосный лямбда-зонд до основного нейтрализатора и триггерный — после	
Экологический класс	Евро-6	

## Внешняя скоростная характеристика



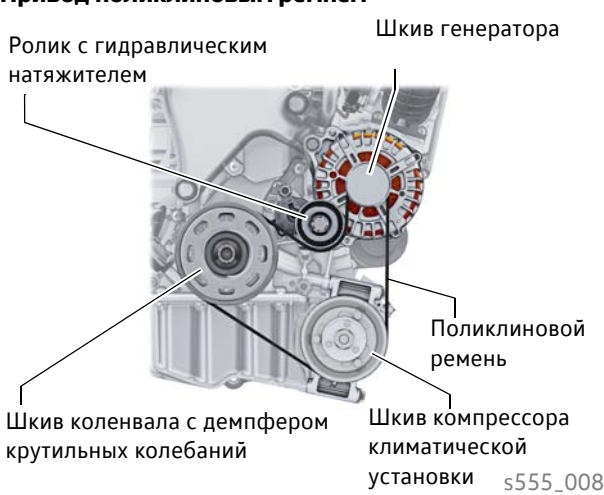
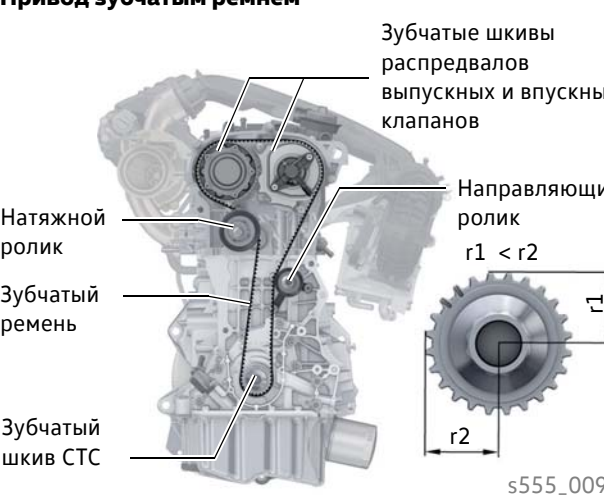
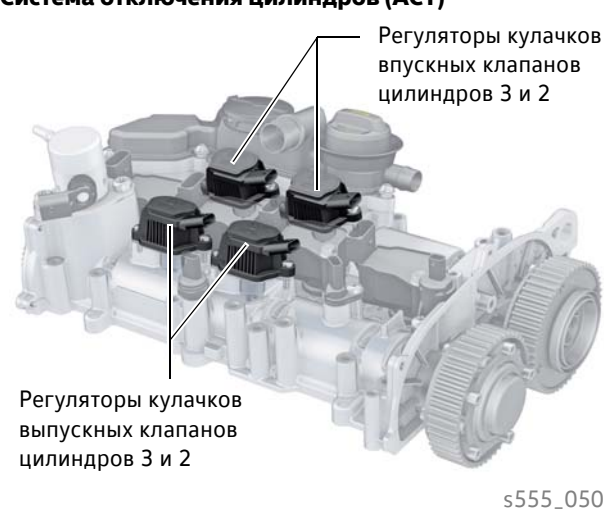
— DADA, 110 кВт  
— DACA, 96 кВт

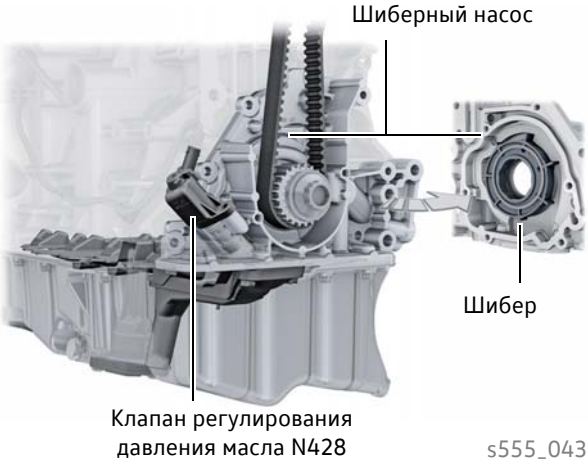

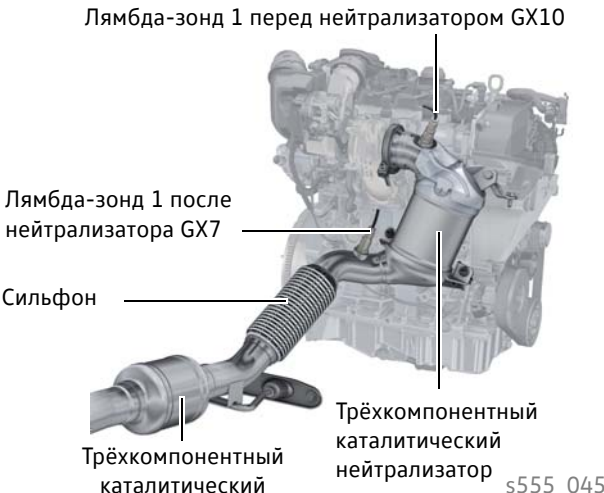
s555\_006

# Механическая часть двигателя

## Особенности механической части двигателя

В таблице представлен обзор особенностей механических компонентов.

Компонент	Особенности
<p><b>Привод поликлиновым ремнём</b></p>  <p>Ролик с гидравлическим натяжителем</p> <p>Шкив генератора</p> <p>Поликлиновой ремень</p> <p>Шкив коленвала с демпфером крутильных колебаний</p> <p>Шкив компрессора климатической установки s555_008</p>	<p>В зависимости от комплектации есть два варианта привода поликлиновым ремнём: с компрессором климатической установки или без него.</p> <p>При этом используется шестиклиновой ремень. Для ровной работы двигателя шкив коленвала оснащён демпфером крутильных колебаний.</p> <p>Шкив генератора оснащён муфтой свободного хода со встроенной пружиной. Она уменьшает колебания в ремённом приводе в обоих направлениях.</p> <p>Навесные агрегаты компактно размещены непосредственно на блоке цилиндров или на масляном поддоне.</p> <p>Дополнительного кронштейна для них не требуется.</p>
<p><b>Привод зубчатым ремнём</b></p>  <p>Зубчатые шкивы распредвалов выпускных и впускных клапанов</p> <p>Натяжной ролик</p> <p>Зубчатый ремень</p> <p>Зубчатый шкив СТС</p> <p>Направляющий ролик <math>r1 &lt; r2</math></p> <p>s555_009a</p>	<p>Привод распределительных валов осуществляется зубчатым ремнём. Ремень натягивается и направляется автоматическим натяжным роликом с направляющими буртиками. Направляющий ролик на тянущей ветви ремня и специальный эллиптический шкив (т. н. шкив СТС) коленвала эффективно уменьшают колебания ремня.</p> <p>Аббревиатура СТС (Crankshaft Torsionals Cancellation) означает, что растягивающие усилия и крутильные колебания коленвала уменьшаются. Во время рабочего такта натяжение зубчатого ремня, оббегающего такой шкив по меньшему радиусу, немного ослабляется. Это уменьшает растягивающие усилия и крутильные колебания в приводе зубчатым ремнём.</p>
<p><b>Система отключения цилиндров (АСТ)</b></p>  <p>Регуляторы кулачков впускных клапанов цилиндров 3 и 2</p> <p>Регуляторы кулачков выпускных клапанов цилиндров 3 и 2</p> <p>s555_050</p>	<p>На всех двигателях 1,5 л семейства EA211 EVO применяется система отключения цилиндров.</p> <p><b>Условия для работы в двухцилиндровом режиме</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Частота вращения двигателя составляет примерно от 1350 до 3200 об/мин.</li> <li>- Требуемый крутящий момент в зависимости от частоты вращения у варианта с мощностью 96 кВт составляет до 75 Н·м, а у варианта 110 кВт — до 85 Н·м.</li> <li>- Температура масла в двигателе не ниже 10 °С.</li> <li>- Лямбда-регулирование активно.</li> </ul>

Компонент	Особенности
<p><b>Система смазки</b></p> 	<p>Как и на трёхцилиндровом двигателе 1,0 л TSI, реализовано бесступенчатое регулирование давления масла с помощью шиберного масляного насоса. Он приводится непосредственно от коленвала. В зависимости от нагрузки, частоты вращения и температуры масла давление поддерживается в диапазоне от 1,4 до 3,3 бар.</p> <p>От масляного насоса двигателя 1,0 л TSI есть два отличия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– из-за более жидкого масла 0W-20 подача насоса была увеличена за счёт более широких шиберов;</li> <li>– число шиберов было сокращено с 11 до 7. Благодаря этому снижается расход мощности на привод масляного насоса.</li> </ul>
<p><b>Контур низкого давления топливной системы</b></p> 	<p>В контуре низкого давления системы питания топливо подаётся электрическим топливным насосом в топливном баке к топливному насосу высокого давления. В зависимости от режима работы двигателя давление топлива находится в пределах от 2 до 6 бар.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– В нормальном режиме давление топлива составляет от 2 до 5 бар.</li> <li>– При холодном и горячем запусках двигателя давление в зависимости от температуры двигателя кратковременно повышается до 5–6 бар.</li> </ul>
<p><b>Система выпуска отработавших газов</b></p> 	<p>У двигателей 1,5 л семейства EA211 EVO система выпуска ОГ состоит из встроенного в ГБЦ выпускного коллектора, широкополосного лямбда-зонда перед основным трёхкомпонентным нейтрализатором, триггерного лямбда-зонда после основного трёхкомпонентного нейтрализатора, сильфона, второго трёхкомпонентного нейтрализатора и различных глушителей в зависимости от автомобиля.</p> <p>Второй трёхкомпонентный нейтрализатор служит для надёжного преобразования углеводородов (HC), монооксида углерода (CO) и оксидов азота (NO<sub>x</sub>) во время диагностики первого трёхкомпонентного нейтрализатора и в течение всего срока службы двигателя.</p>

# Механическая часть двигателя

## Корпус распредвалов и головка блока цилиндров

### Конструкция корпуса распредвалов

Корпус распредвалов изготовлен из алюминия методом литья под давлением и вместе с двумя распредвалами образует единый модуль. Это означает, что снятие шестиопорных распредвалов не предусмотрено. Для уменьшения потерь на трение в передних опорах обоих распредвалов, воспринимающих наибольшую нагрузку от зубчатого ремня, используются радиальные шарикоподшипники. Кроме того, в корпусе распредвалов размещаются модуль приточно-вытяжной вентиляции картера и различные датчики и исполнительные механизмы.



### Конструкция головки блока цилиндров

Головка блока цилиндров с четырьмя клапанами на цилиндр изготовлена из алюминиевого сплава методом кокильного литья. Прежде всего у двигателя 1,5 л 96 кВт TSI она оптимизирована для цикла Миллера по охлаждению и форме камер сгорания.

Охлаждение головки блока цилиндров осуществляется по поперечной схеме. Это означает, что охлаждающая жидкость течёт от стороны впуска к стороне выпуска.

Встроенный в ГБЦ выпускной коллектор (iAGK) по сравнению с двигателем 1,4 л TSI был усовершенствован с точки зрения отвода тепла и дедросселирования системы охлаждения.



### Другие преимущества встроенного выпускного коллектора (iAGK)

- Охлаждающая жидкость нагревается отработавшими газами во время прогрева двигателя. Двигатель быстрее нагревается до рабочей температуры. Благодаря этому снижается расход топлива и обогрев салона может начинаться раньше.
- Вследствие меньшей площади поверхности стенок выпускного тракта на стороне выпуска до каталитического нейтрализатора, отработавшие газы во время прогрева двигателя отдают меньше тепла.

- Благодаря этому нейтрализатор, несмотря на охлаждение охлаждающей жидкостью, быстрее нагревается до рабочей температуры.
- В режиме полной нагрузки встроенный выпускной коллектор и отработавшие газы охлаждаются сильнее и двигатель может эксплуатироваться в более широком диапазоне нагрузок при  $\lambda = 1$  с оптимальными показателями расхода топлива и токсичности ОГ.



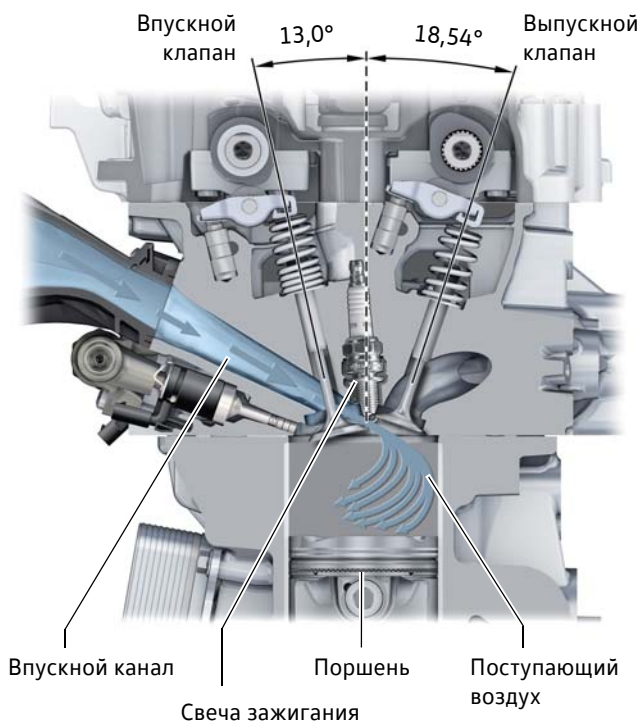
## Камера сгорания

### Камера сгорания, клапанный механизм, поршни, свечи зажигания

Для стабильного и быстрого сгорания смеси камера сгорания должна быть компактной. С этой целью форма камеры сгорания, клапанный механизм, поршни и монтажное положение свечей зажигания были соответствующим образом адаптированы.

Изменения для получения компактной камеры сгорания:

- меньшие углы наклона клапанов (у впускных  $13,0^\circ$ , у выпускных  $18,54^\circ$  к плоскости осей цилиндров);
- плоское днище поршня с небольшим углублением, поддерживающим движение воздушного заряда и смесеобразование;
- свеча зажигания с лёгким отклонением от оси цилиндра и направленной установкой для правильного расположения бокового электрода (соблюдать момент затяжки!), обеспечивающего надёжное воспламенение;
- степень сжатия  $12,5 : 1$  (96 кВт) и  $10,5 : 1$  (110 кВт).



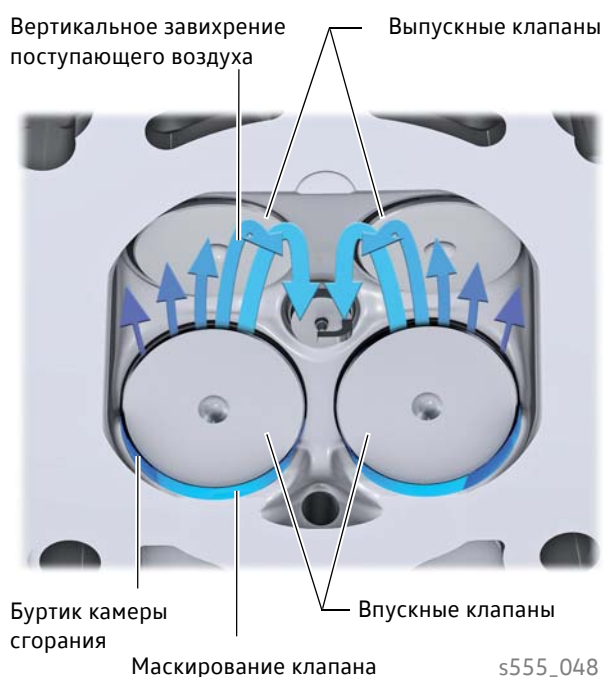
s555\_013

### Впускные клапаны

У двигателя 1,5 л 96 кВт седла впускных клапанов имеют особую форму. Она отличается так называемым маскированием клапанов и боковыми буртиками камеры сгорания. Благодаря этим обеим мерам воздух при малом ходе клапанов может поступать в цилиндр только в определённом месте. При этом поток воздуха на входе в цилиндр имеет высокую скорость и получает вертикальное завихрение. Это способствует образованию гомогенной топливовоздушной смеси в камере сгорания.

### Выпускные клапаны

На двигателе 1,5 л 110 кВт TSI из-за высокой температуры отработавших газов выпускные клапаны заполнены натрием для более эффективного отвода тепла.



s555\_048

## Регулирование фаз газораспределения

На двигателях 1,5 л семейства EA211 EVO применяется система бесступенчатого регулирования фаз газораспределения впускных и выпускных клапанов. Регулирование фаз осуществляется в зависимости от нагрузки и оборотов двигателя с помощью регуляторов фаз газораспределения, размещённых на распредвалах. Они работают по принципу поворотных гидроуправляемых муфт под давлением масла, поступающего через клапаны регуляторов фаз газораспределения из системы смазки двигателя.

### Устройство регуляторов фаз газораспределения впускных и выпускных клапанов

Регулятор фаз газораспределения впускных клапанов

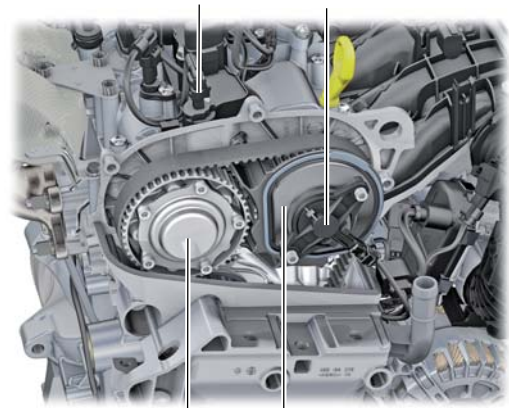
- Клапан 1 регулятора фаз газораспределения впускных клапанов N727 установлен рядом с регулятором.
- Через толкатель он приводит в действие управляющий клапан в регуляторе фаз газораспределения, который открывает соответствующие масляные каналы.
- Для очень быстрой регулировки распредвала впускных клапанов используются усилия пружин клапанов, действующие на кулачки.

Регулятор фаз газораспределения выпускных клапанов

- Устройство и регулирование в диапазоне до 40° KB такие же, как на двигателях семейства EA211.

Клапан 1 регулятора фаз газораспределения выпускных клапанов N318

Клапан 1 регулятора фаз газораспределения впускных клапанов N727

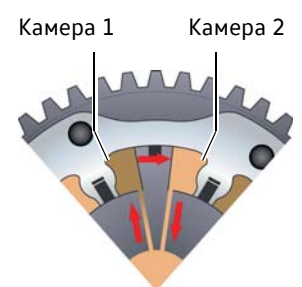
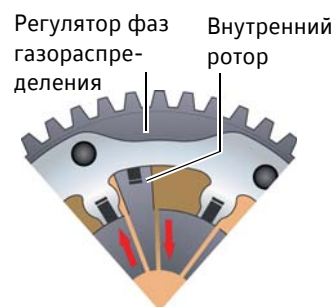


Регулятор фаз газораспределения выпускных клапанов

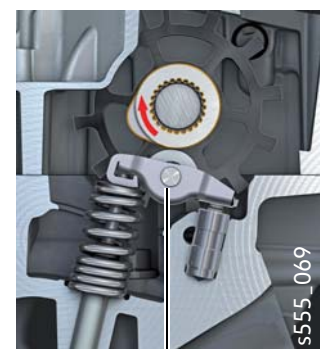
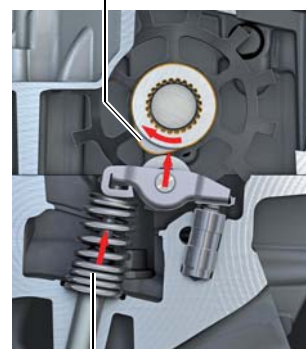
Регулятор фаз газораспределения впускных клапанов s555\_068

### Принцип действия регулятора фаз газораспределения впускных клапанов, например в направлении «раннего открытия»

- Блок управления двигателя активирует клапан регулятора фаз газораспределения.
- Этот клапан воздействует в управляющем клапане на плунжерный узел с обратными клапанами, которые обеспечивают поток масла в направлении «раннего открытия».
- Пружины клапанов через роликовые рычаги давят на кулачки впускных клапанов в направлении «раннего открытия».
- Это вызывает рост давления в камере 2 регулятора фаз газораспределения.
- Масло из камеры 2 через плунжерный узел выдавливается в камеру 1.
- Внутренний ротор проворачивается и поворачивает распредвал впускных клапанов в направлении «раннего открытия» впускных клапанов.



Кулачок впускного клапана



Пружина клапана

Роликовый рычаг клапана s555\_069

## Блоки цилиндров

Блок цилиндров обоих двигателей изготовлен из алюминиевого сплава литьём под давлением и выполнен с открытой рубашкой охлаждения (Open Deck).

Open Deck означает, что рубашка охлаждения цилиндров со стороны ГБЦ открыта, т. е. перемычки между гильзами цилиндров и внешними стенками блока цилиндров в верхней части блока отсутствуют, цилиндры соединяются с остальным блоком только в своей нижней части. За счёт этого исключается образование здесь воздушных пузырей, которые могли бы создать проблемы с удалением воздуха из системы и охлаждением. Кроме того, при закреплении головки блока цилиндров болтами на блоке цилиндры деформируются мало.

### Чугунные гильзы цилиндров двигателя 1,5 л 96 кВт TSI

Блок цилиндров отлит с предварительно установленными отдельными гильзами цилиндров из серого чугуна. Их наружная поверхность очень шершавая, благодаря чему площадь поверхности увеличивается и теплопередача к блоку цилиндров улучшается. Кроме того, это обеспечивает очень качественное соединение с геометрическим замыканием между блоком цилиндров и гильзой цилиндра. На последнем этапе изготовления зеркала цилиндров хонингуются с применением оснастки, имитирующей установку ГБЦ.

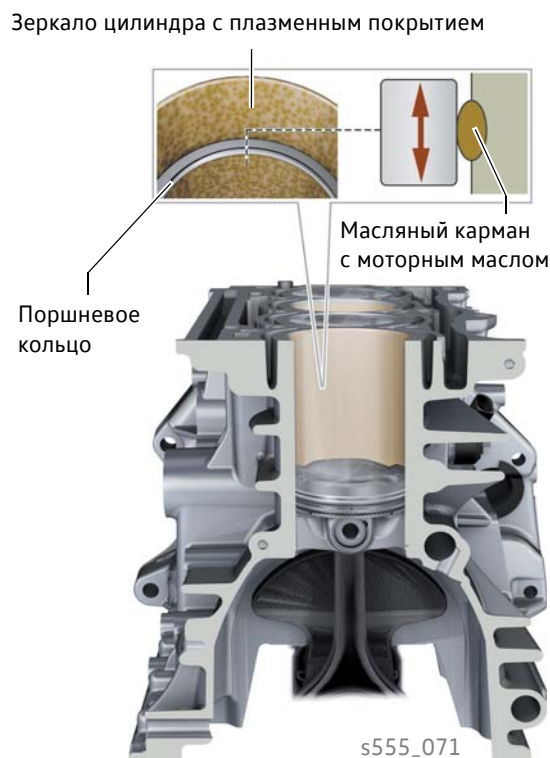


### Гильзы цилиндров с плазменным напылением у двигателя 1,5 л 110 кВт TSI

Зеркала цилиндров покрываются методом атмосферного плазменного напыления (технология APS). За счёт использования микрозернистого распыляемого порошка в комбинации с оптимизированным хонингованием с применением оснастки, имитирующей установку ГБЦ, на поверхности возникают смазочные микрокарманы. В них удерживается моторное масло. Когда поршневое кольцо проходит по смазочному карману, в нём создаётся давление, направленное против кольца. Под действием этого противодавления поршневое кольцо всплывает на масляной подушке, и тем самым обеспечивается гидродинамическая смазка. Благодаря этому трение и износ уменьшаются.

Другие преимущества:

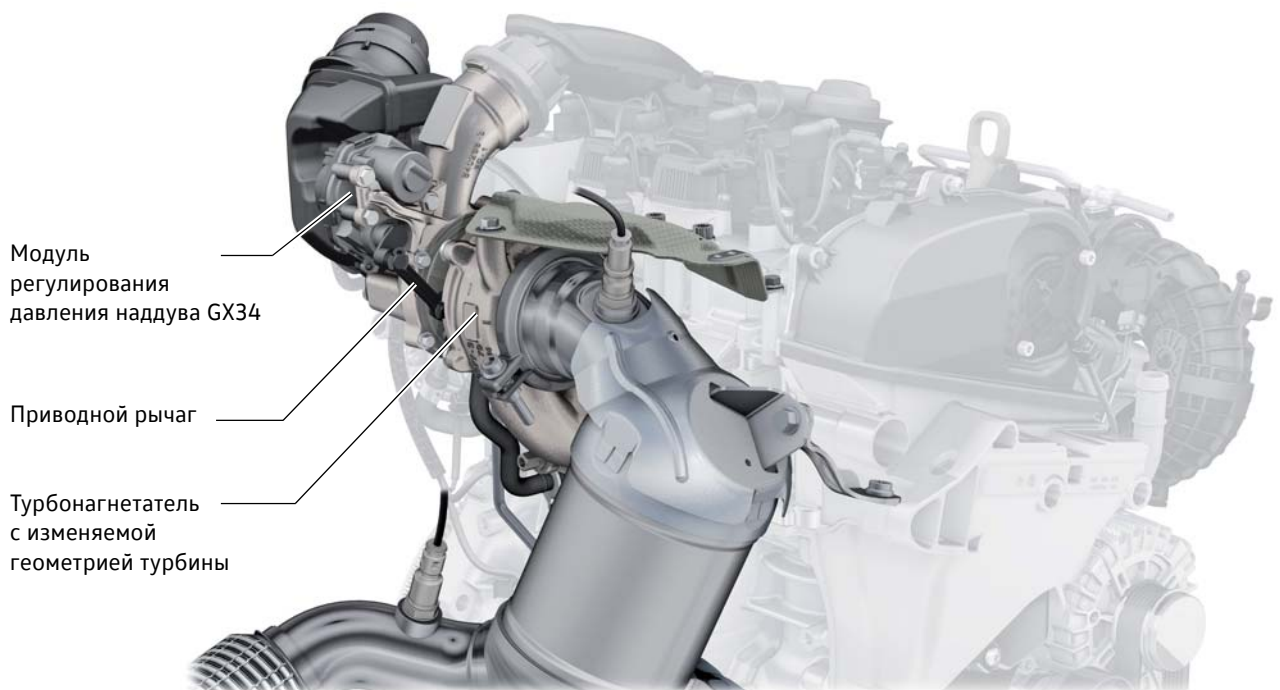
- более эффективный отвод тепла в сравнении с серым чугуном и благодаря этому повышенная детонационная стойкость при сгорании топлива;
- усиленная стойкость к коррозии от плохого топлива;
- стойкость к износу при типичном для гибридного привода подключении холодного бензинового двигателя под высокой нагрузкой.



## Турбонагнетатель с изменяемой геометрией турбины (VTG)

Двигатель 1,5 л 96 кВт TSI — первый из бензиновых двигателей Volkswagen, на котором применяется турбонагнетатель с изменяемой геометрией турбины. Он имеет регулируемые направляющие лопатки, с помощью которых можно управлять потоком ОГ, направленным на колесо турбины. Преимущество заключается в том, что на всём диапазоне частоты вращения обеспечивается высокое давление наддува при низком противодавлении ОГ.

Хотя на дизельных двигателях эта технология применяется уже давно, в случае бензиновых двигателей высокая температура ОГ препятствовала нормальной работе регулируемых направляющих лопаток. С внедрением цикла Миллера температура ОГ составляет максимум 880 °С, а это лишь немного выше, чем у дизельного двигателя.



s555\_051

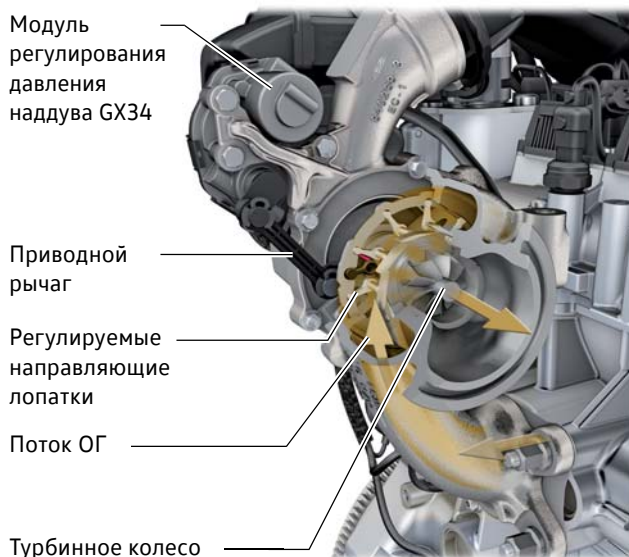
Преимущества турбонагнетателя с изменяемой геометрией турбины (VTG)

- Уже в нижнем диапазоне частоты вращения развивается большой крутящий момент. На этом двигателе максимальный крутящий момент достигается уже начиная с 1400 об/мин.
- Благодаря низкому противодавлению ОГ в турбине в диапазоне высоких оборотов и большей мощности в диапазоне низких оборотов достигаются очень хорошая приёмистость и меньший расход топлива.

## Изменяемая геометрия турбины (VTG)

### Устройство

Турбонагнетатель закреплён винтами прямо на интегрированном выпускном коллекторе. Положение направляющих лопаток на колесе турбины изменяется модулем регулирования давления наддува с помощью электрического регулятора давления наддува и датчика положения этого регулятора. Регулятор давления наддува активируется блоком управления двигателя и поворачивает направляющие лопатки с помощью приводного рычага. По сигналам датчика положения регулятора давления наддува блок управления двигателя распознаёт положение направляющих лопаток.

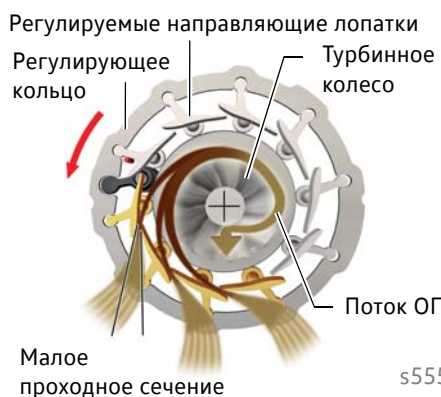


### Принцип действия

Расположенные кольцом вокруг турбинного колеса регулируемые направляющие лопатки постоянно направляют весь поток ОГ на турбинное колесо. Изменяя положение направляющих лопаток, можно регулировать направление и скорость потока ОГ на турбинное колесо.

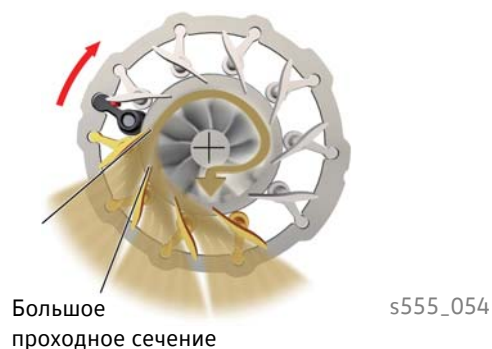
### Низкая частота вращения и высокая потребность в давлении наддува

Чтобы при низких оборотах и высокой нагрузке обеспечить быстрый рост давления наддува, направляющие лопатки устанавливаются в положение с узким входным сечением. Это сужение приводит к ускорению потока ОГ и тем самым к повышению частоты вращения турбины.



### Высокая частота вращения двигателя

С увеличением расхода ОГ или снижением потребности в давлении наддува направляющие лопатки открываются шире. Входное сечение увеличивается. Крайнее положение направляющих лопаток с максимальным входным сечением одновременно является и положением аварийного режима.

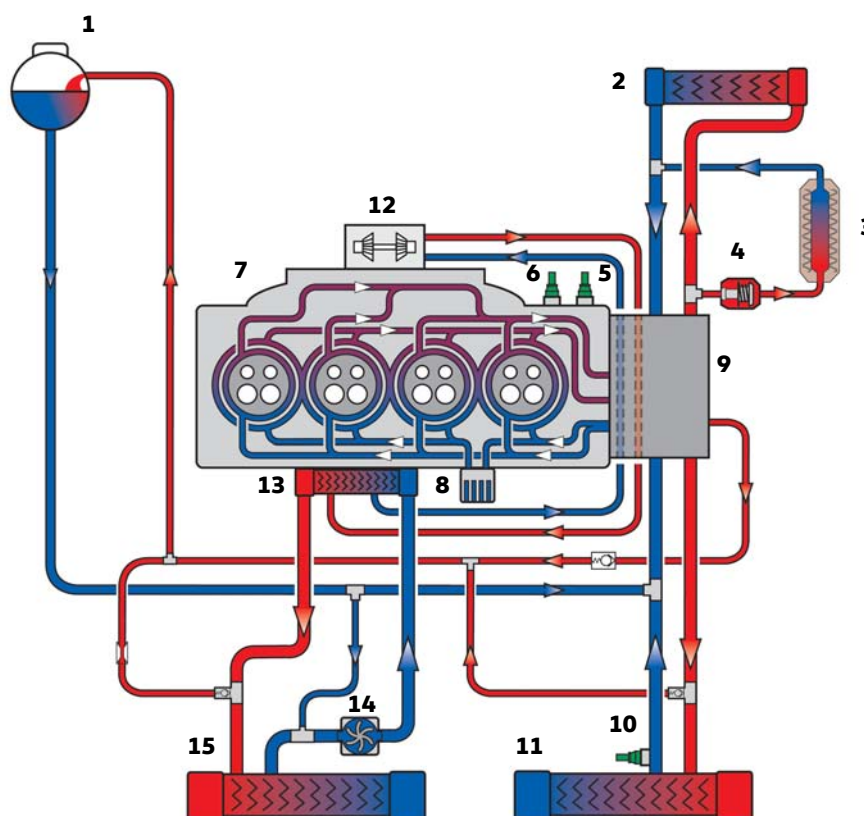


# Механическая часть двигателя

## Система терморегулирования

Система терморегулирования обеспечивает целенаправленное управление потоками охлаждающей жидкости через систему охлаждения двигателя. Эта система охватывает двигатель, теплообменник отопителя, радиатор для охлаждающей жидкости и масляный радиатор коробки передач. Ключевым элементом является модуль системы охлаждения с электронным управлением со встроенным насосом ОЖ и модулем системы терморегулирования двигателя. Целенаправленное управление этим модулем обеспечивает быстрый прогрев двигателя до рабочей температуры, быструю реакцию отопителя салона и оптимальный температурный диапазон двигателя.

Система охлаждения наддувочного воздуха отвечает только за охлаждение турбонагнетателя и наддувочного воздуха.



s555\_005

### Условные обозначения

**1** Расширительный бачок

#### Система охлаждения двигателя

**2** Теплообменник отопителя

**3** Масляный радиатор КП

**4** Термостат

**5** Датчик температуры ОЖ G62

**6** Датчик температуры ОЖ на выходе из двигателя G82

**7** Головка блока цилиндров/блок цилиндров

**8** Масляный радиатор двигателя

**9** Насос ОЖ с модулем системы терморегулирования двигателя GX33

**10** Датчик температуры ОЖ на выходе из радиатора G83

**11** Радиатор охлаждающей жидкости

#### Система охлаждения наддувочного воздуха

**12** Турбонагнетатель

**13** Промежуточный охладитель наддувочного воздуха

**14** Насос системы охлаждения наддувочного воздуха V188

**15** Радиатор контура охлаждения наддувочного воздуха

## Насос ОЖ с модулем системы терморегулирования двигателя GX33

Модуль системы охлаждения с электронным управлением установлен на ГБЦ со стороны коробки передач. Для максимальной компактности конструкции насос ОЖ установлен внутри этого модуля, а модуль системы терморегулирования двигателя — на нём.

Модуль системы терморегулирования двигателя состоит из исполнительного механизма системы терморегулирования двигателя N493 и датчика положения системы терморегулирования двигателя G1004. Насос ОЖ приводится не требующим обслуживания зубчатым ремнём от распредвала выпускных клапанов.



Модуль системы терморегулирования двигателя GX33



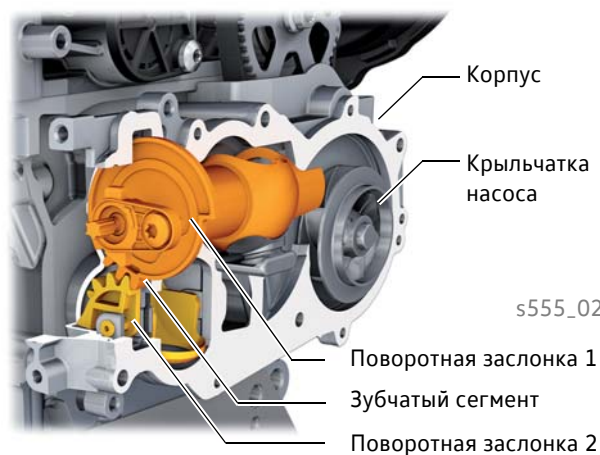
Правильное натяжение зубчатого ремня обеспечивается установкой модуля системы охлаждения с электронным управлением на ГБЦ (см. соответствующие указания в ELSA).

### Устройство

Температура ОЖ регулируется электромеханическим способом с помощью модуля системы терморегулирования двигателя и двух поворотных заслонок в модуле системы охлаждения с электронным управлением.

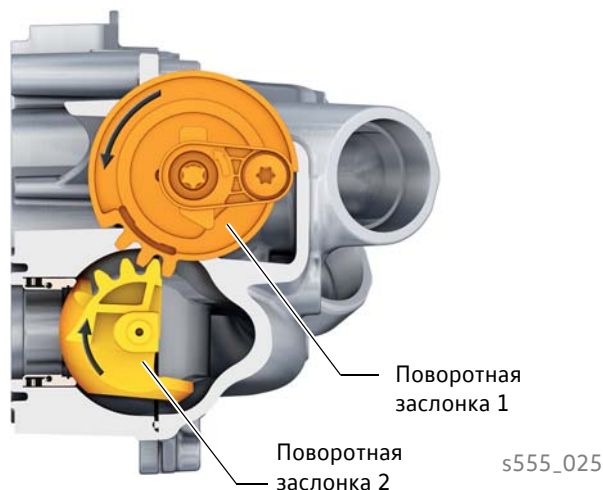
При регулировании:

- поворотная заслонка 1 приводится валом напрямую от исполнительного механизма системы терморегулирования двигателя,
- а поворотная заслонка 2 перемещается зубчатым сегментом поворотной заслонки 1.



### Поворотные заслонки 1 и 2

То есть поворотные заслонки 1 и 2 механически связаны друг с другом и перемещаются в зависимости друг от друга. Положение поворотной заслонки 1, а значит, и поворотной заслонки 2 контролируется датчиком положения системы терморегулирования двигателя.



# Механическая часть двигателя

## Стратегия работы системы терморегулирования

Стратегия работы системы терморегулирования зависит от множества различных факторов. Это, например, частота вращения и крутящий момент, максимально быстрый прогрев двигателя, потребность в отоплении, а также высокая или низкая наружная температура.

Модуль системы терморегулирования двигателя активируется в различных фазах, которые зависят от того, включено или выключено зажигание, «холодный» или «тёплый» двигатель и регулируется ли температура ОЖ в диапазоне от 85 до 105 °С.

### Фаза 01



#### Исходное положение при выключенном зажигании

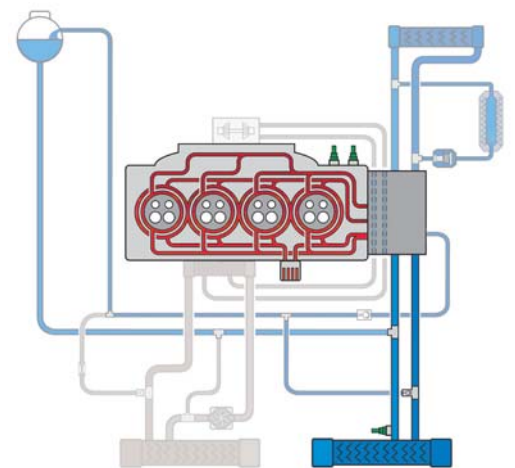
Если зажигание было выключено и прошло определённое время (см. фазу 05), поворотная заслонка 1 перемещается в положение, при котором путь для охлаждающей жидкости к радиатору закрыт. Благодаря этому охлаждающая жидкость остаётся в двигателе и остывает медленнее. Если при повторном пуске двигателя ещё есть остаточное тепло, двигатель быстрее достигает своей рабочей температуры.

### Фаза 02

#### Исходное положение при включении зажигания и пуске двигателя

Чтобы двигатель прогревался как можно быстрее, обе поворотные заслонки полностью закрываются. Охлаждающая жидкость остаётся в двигателе (не циркулирует) и быстро нагревается от теплоты сгорания. Насос ОЖ работает, но охлаждающей жидкости не подаёт.

-  ОЖ холодная
-  ОЖ нагревается от теплоты сгорания



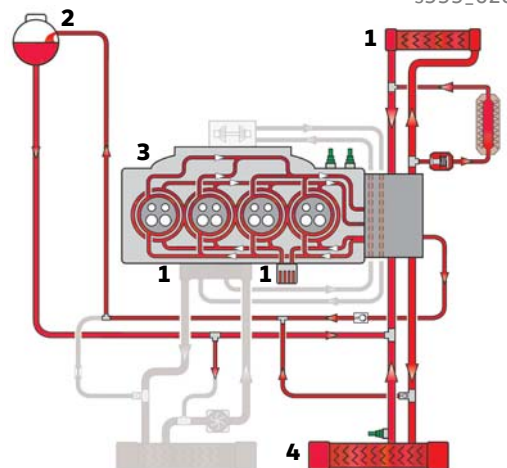
s555\_028

### Фаза 03

#### Прогрев двигателя до температуры ОЖ 85 °С

В этой фазе с помощью обеих поворотных заслонок открываются отдельные каналы к различным узлам в следующем порядке:

- 1 ГБЦ, масляный радиатор двигателя и теплообменник отопителя
- 2 Подача к расширительному баку
- 3 Блок цилиндров
- 4 Радиатор охлаждающей жидкости



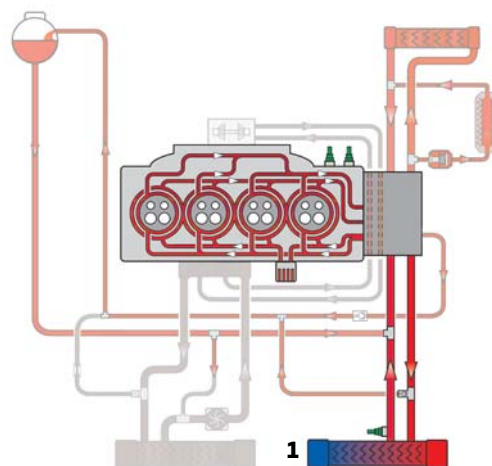
s555\_030



## Фаза 04 Регулирование температуры ОЖ до 85–105 °С

После прогрева двигателя в зависимости от режима работы начинается регулирование температуры охлаждающей жидкости. Это регулирование осуществляется только с помощью поворотной заслонки 1. Поворотная заслонка 2 полностью открыта и остаётся в этом положении.

Температура ОЖ при низкой нагрузке и частоте вращения поддерживается на уровне 105 °С, а при высокой нагрузке и частоте вращения снижается до 85 °С. Регулирование осуществляется бесступенчато и по запрограммированным параметрам.



s555\_032

 1 Регулирование температуры ОЖ с помощью радиатора

## Фаза 05 Выключение зажигания и диагностика

После выключения зажигания обе поворотные заслонки полностью открываются на определённое время. Длительность этого времени работы после выключения зажигания зависит, например, от активации насоса системы охлаждения наддувочного воздуха V188 и вентилятора радиатора VX57.

Затем выполняется диагностика конечных положений модуля системы терморегулирования двигателя. При этом обе поворотные заслонки сначала перемещаются в положение полного открытия, затем до механического упора в положения полного закрытия и полного открытия. В заключение модуль системы терморегулирования двигателя перемещает поворотную заслонку 1 в положение «радиатор ОЖ закрыт». При этом положении поворотная заслонка 2 по-прежнему полностью открыта.

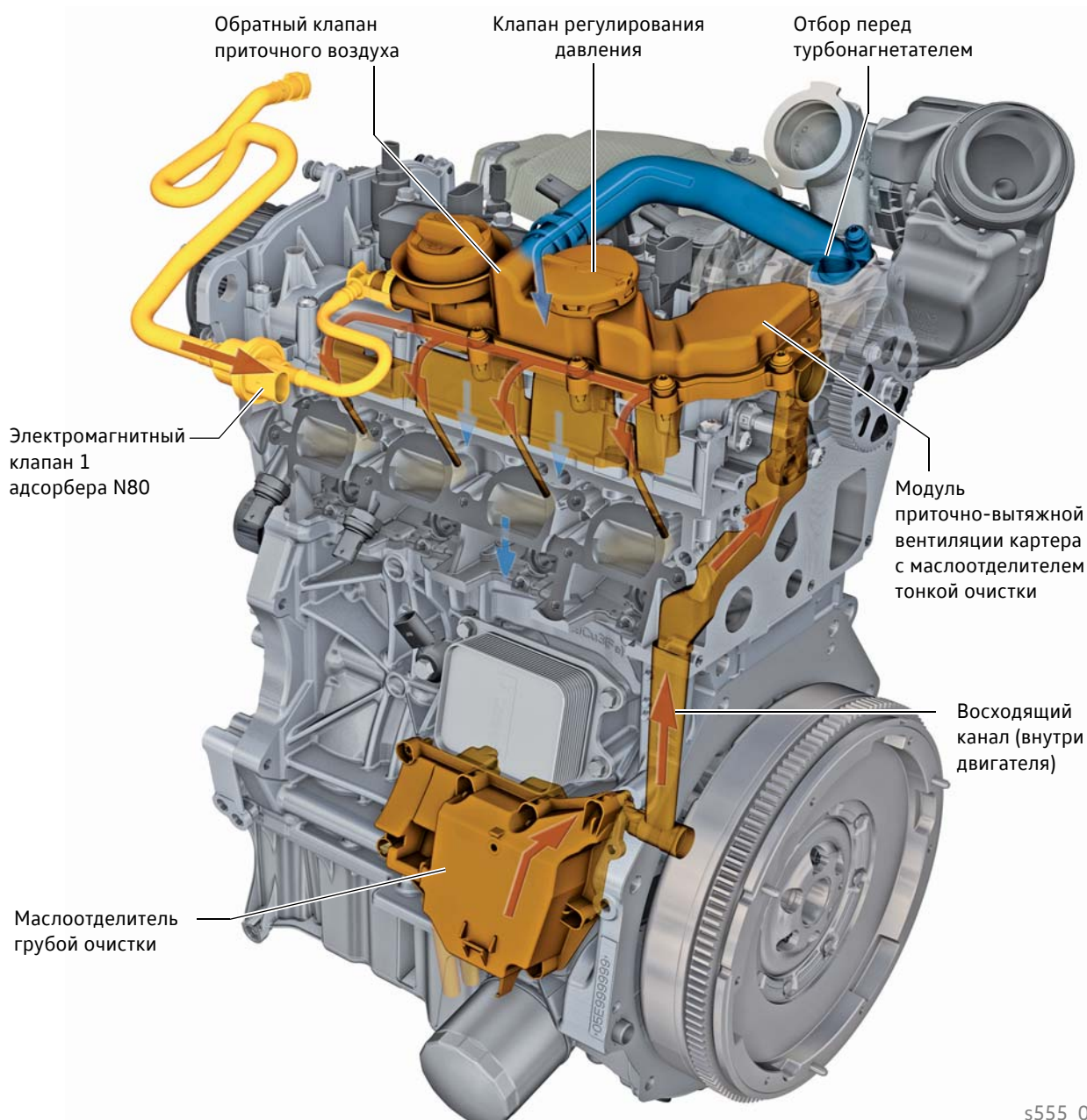
## Система приточно-вытяжной вентиляции картера

### Приточная вентиляция картера

Приточная вентиляция картера обеспечивает продувку блока цилиндров приточным воздухом. За счёт этого снижается образование конденсата в масле при режиме коротких поездок и предотвращается замерзание каналов вытяжной вентиляции картера.

Приточный воздух подаётся, когда давление в головке блока цилиндров ниже, чем перед турбонагнетателем. Обратный клапан приточного воздуха открывается, и приточный воздух по шлангу перед турбонагнетателем попадает к модулю приточно-вытяжной вентиляции картера.

Когда давление перед турбонагнетателем становится ниже, чем в головке блока цилиндров, обратный клапан приточного воздуха закрывается. Тем самым предотвращается всасывание неочищенных газов из блока цилиндров и их попадание в тракт перед турбонагнетателем.

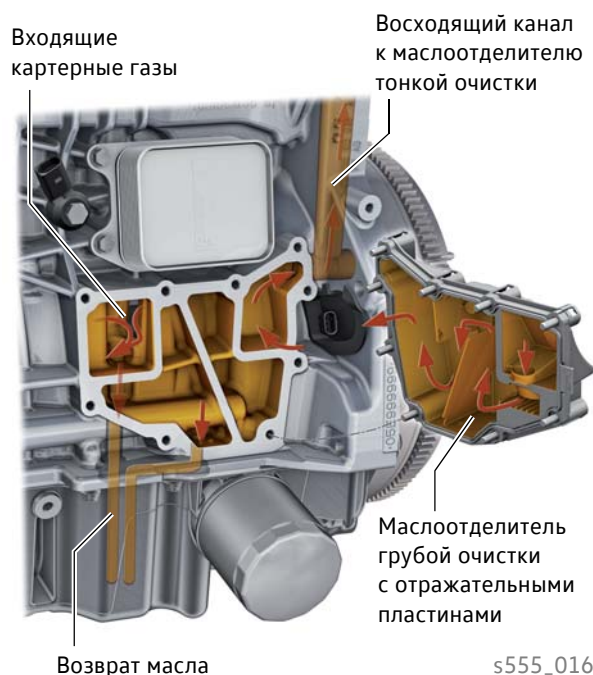


## Вытяжная вентиляция картера

Вытяжная вентиляция картера предотвращает выброс в атмосферу паров масла и несгоревших углеводородов.

### Маслоотделение грубой очистки

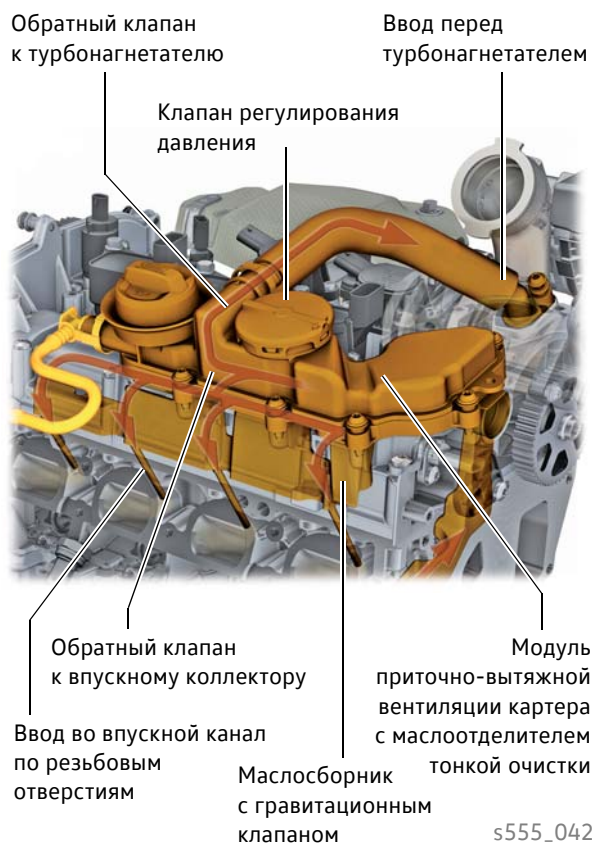
Маслоотделитель грубой очистки выполнен как часть блока цилиндров. Поток картерных газов проходит в маслоотделителе грубой очистки через лабиринт, многократно меняя направление движения. При этом на отражательных пластинах отделяются более крупные капли масла. Они стекают в масляный поддон через возвратный канал. Затем прошедшие грубую очистку картерные газы по каналам в блоке цилиндров, ГБЦ и корпусе распредвалов поступают в маслоотделитель тонкой очистки.



### Маслоотделение тонкой очистки

Модуль приточно-вытяжной вентиляции картера закреплён винтами на корпусе распредвалов. Маслоотделение тонкой очистки осуществляется с самого начала. При этом картерные газы принудительно подаются через лабиринт и на стенках осаждаются даже мельчайшие капельки масла. Отделившееся масло по каплям стекает в маслосборник с гравитационным клапаном и оттуда возвращается в контур системы смазки. Затем очищенные газы направляются к клапану регулирования давления. Он поддерживает давление на постоянном уровне. Место ввода картерных газов во впускной тракт зависит от соотношения давлений в нём: газы могут подаваться или во впускной коллектор (в атмосферном режиме), или по тому же шлангу, что и в случае приточной вентиляции, в тракт перед турбоагнетателем (в режиме наддува).

Обратные клапаны нужны для того, чтобы картерные газы в зависимости от давления направлялись в тракт перед турбоагнетателем или во впускные каналы.

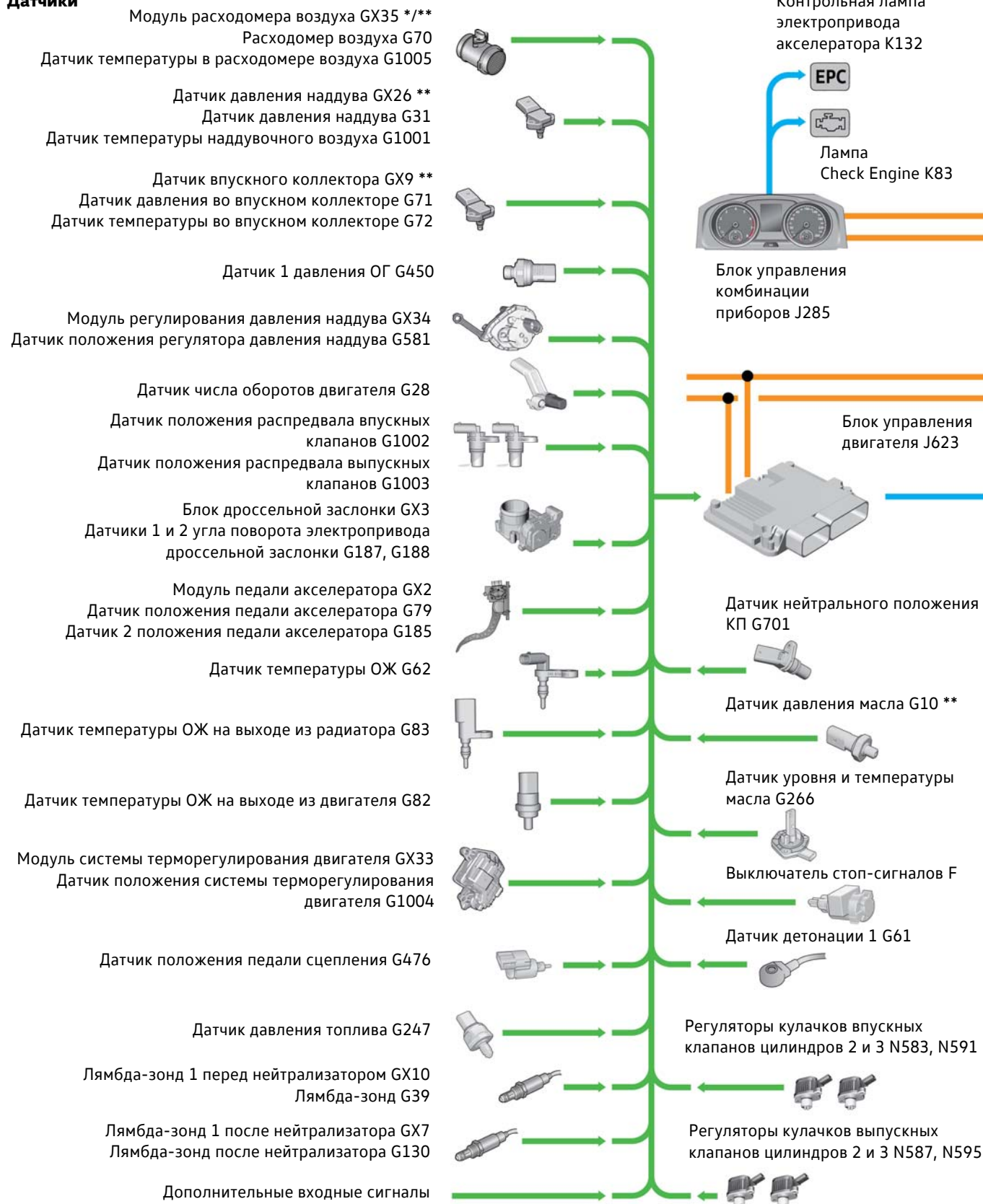


# Система управления двигателем

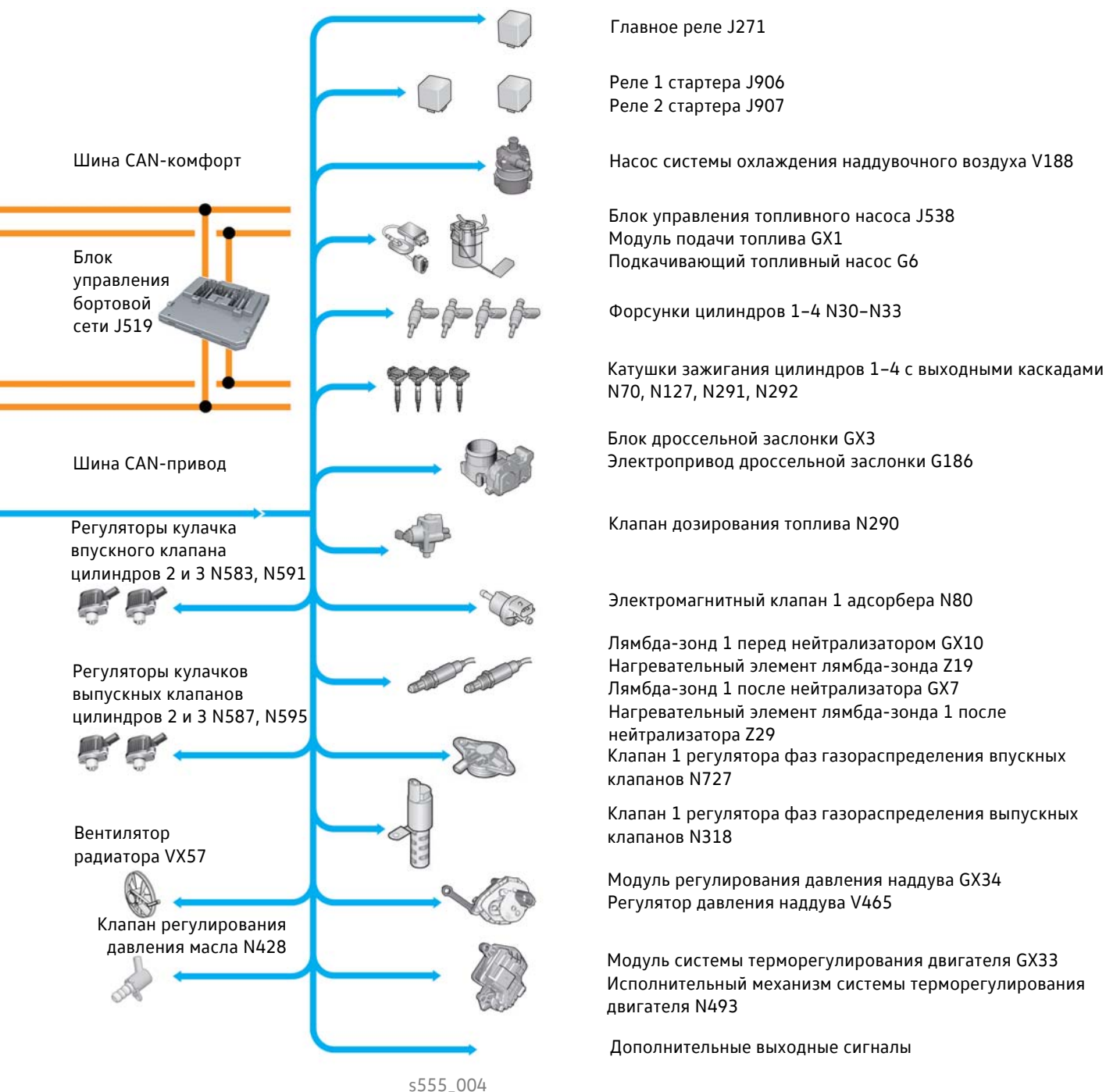
## Схема системы

### Двигатели 1,5 л 96/110 кВт TSI

#### Датчики



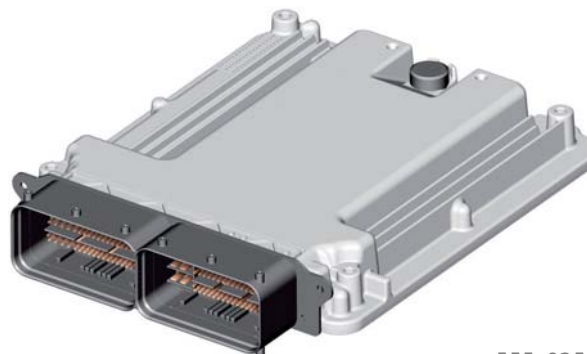
## Исполнительные механизмы



Компоненты с символом X в условном обозначении содержат несколько датчиков, исполнительных механизмов или выключателей в одном корпусе, например: датчик впускного коллектора GX9 с датчиком давления во впускном коллекторе G71 и датчиком температуры во впускном коллекторе G72.

## Блок управления двигателя J623

На двигателях 1,5 л семейства EA211 EVO применяется блок управления двигателя последнего поколения с системой управления Bosch MG1. В 154-контактном блоке управления двигателя установлен 32-битный двухъядерный процессор с тактовой частотой 300 МГц. Этот процессор выполняет задачи управления и регулирования в различных режимах работы. Это обеспечивает высокую эффективность двигателя.



Расшифровка обозначения Bosch MG1:

B = Bosch.

M = Motronic.

G = Gasoline (бензин).

1 = 1-е поколение.

## Стратегия впрыска

В то время как на двигателях EA211 топливо впрыскивалось до трёх раз за рабочий цикл, у двигателей 1,5 л EA211 EVO за такты впуска и сжатия выполняется до пяти впрысков. Это происходит прежде всего при прогреве двигателя для сокращения выбросов твёрдых частиц. За счёт такого разделения общего впрыскиваемого количества топлива оптимизируется смесеобразование.

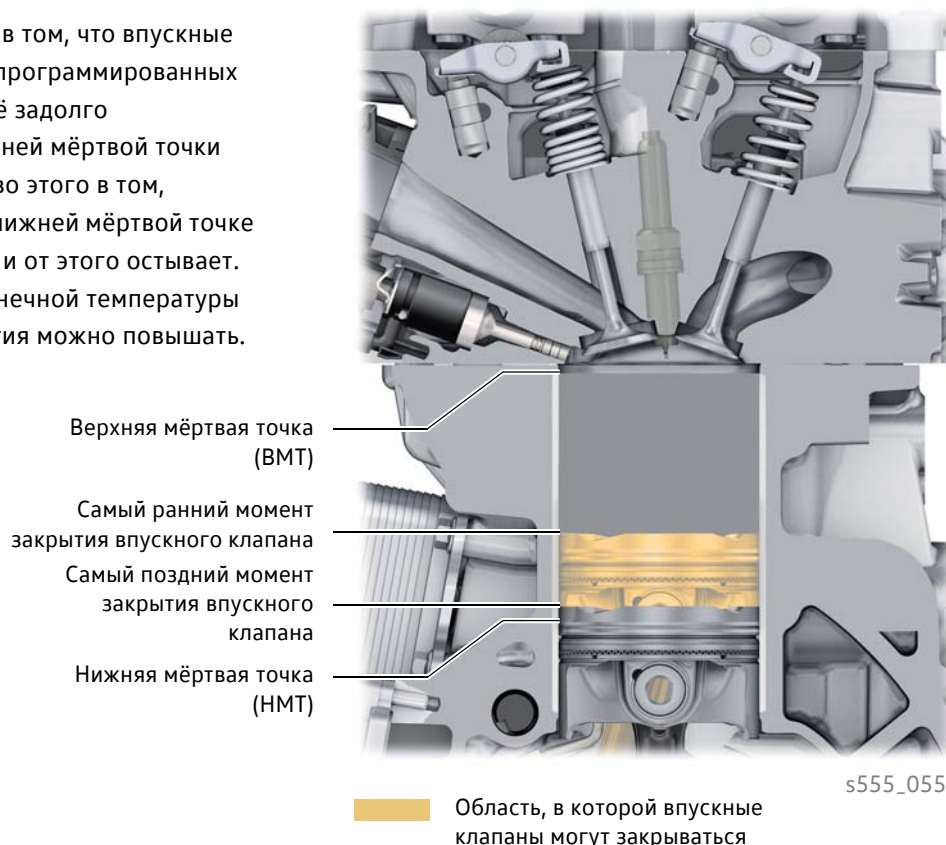
Режим работы	Число впрысков	Пояснение
<b>Пуск двигателя</b>	1	При пуске двигателя производится один впрыск на такте впуска.
<b>Разогрев нейтрализатора</b>	В зависимости от запрограммированных параметров от 1 до 5	При многократном впрыске для разогрева нейтрализатора производится до пяти впрысков. Многократный впрыск обеспечивает стабильную работу двигателя при малых углах опережения зажигания. Вследствие позднего сгорания на нейтрализатор воздействуют повышенные температуры ОГ и увеличенные массовые потоки ОГ. Нейтрализатор разогревается быстрее. Всё вместе приводит к снижению выбросов вредных газов и расхода топлива. При первом впрыске во время такта впуска впрыскивается большая часть топлива. Благодаря этому обеспечивается равномерное приготовление топливовоздушной смеси.
<b>Прогрев двигателя</b>	В зависимости от запрограммированных параметров от 1 до 5	При многократном впрыске для прогрева двигателя производится до пяти впрысков. Поскольку в каждой порции впрыскивается мало топлива, оно испаряется почти полностью и в цилиндре происходит очень хорошее смесеобразование со свежим воздухом. Кроме того, детали в камере сгорания смачиваются топливом лишь в очень малой степени. Выбросы несгоревшего топлива сокращаются.
<b>Нормальный режим, двигатель прогрет</b>	В зависимости от запрограммированных параметров от 1 до 3	При многократном впрыске в нормальном режиме работы производится от одного до трёх впрысков в зависимости от запрограммированных параметров.

## Цикл Миллера

Процесс сгорания имеет решающее значение для повышения КПД двигателя. Хотя прежние двигатели TSI и так уже достигают очень высокой эффективности, применение цикла Миллера на двигателе 1,5 л 96 кВт TSI обеспечивает существенное дополнительное повышение КПД.

### Основные сведения о цикле Миллера

Особенность цикла Миллера в том, что впускные клапаны в зависимости от запрограммированных параметров закрываются ещё задолго до достижения поршнем нижней мёртвой точки (НМТ). Большое преимущество этого в том, что при движении поршня к нижней мёртвой точке закрытая смесь расширяется и от этого остывает. Это приводит к снижению конечной температуры цикла сжатия, и степень сжатия можно повышать.



### Преимущества цикла Миллера в сравнении с обычными рабочими циклами

- За счёт более холодной смеси снижается конечная температура цикла сжатия, а с ней и склонность к детонации. Степень сжатия можно повысить до 12,5 : 1, что приводит к увеличению термического КПД и более эффективному сгоранию топлива.
- Времени на впуск в цилиндр необходимой массы воздуха стало меньше, поэтому в режиме частичной нагрузки дроссельная заслонка открывается шире, улучшая газообмен в цилиндрах.
- Увеличение рабочего объёма уменьшает работу сжатия.
- Благодаря более холодной смеси сокращается детонационное сгорание в режиме полной нагрузки, что позволяет двигателю работать со значением лямбда 1 в широком диапазоне крутящего момента/нагрузки.

# Система управления двигателем

## Фазы газораспределения

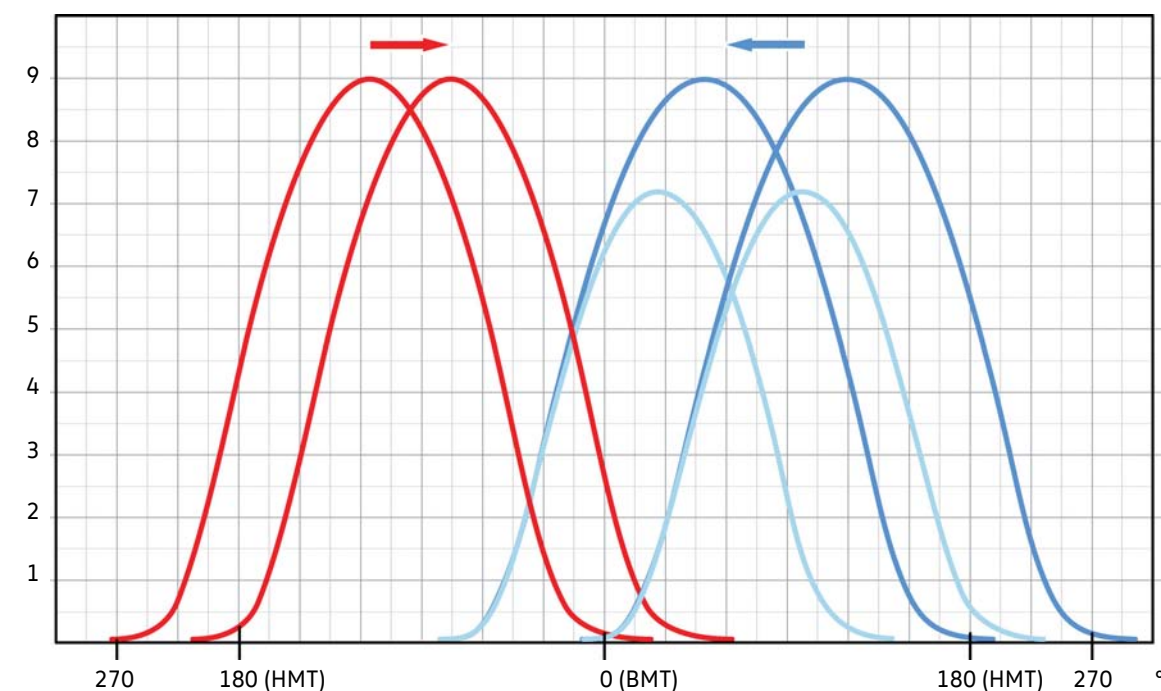
На приведённом ниже графике показано сравнение фаз газораспределения у двигателя 1,5 л 96 кВт TSI с циклом Миллера и у двигателя 1,5 л 110 кВт TSI с обычным рабочим циклом.

### Основные данные впускных и выпускных клапанов

	Двигатель 1,5 л 96 кВт TSI	Двигатель 1,5 л 110 кВт TSI
Фаза открытия впускных/выпускных клапанов	150°/180°	194°/180°
Ход впускных/выпускных клапанов	7,2 мм/9,0 мм	9,0 мм/9,0 мм
Регулирование фаз газораспределения впускных клапанов	70° поворота коленвала	70° поворота коленвала
Регулирование фаз газораспределения выпускных клапанов	40° поворота коленвала	40° поворота коленвала

### Фазы газораспределения двигателей 1,5 л 96/110 кВт TSI

Ход клапана,  
мм



s555\_056

#### Цвета кривых на графике

— Фазы газораспределения выпускных клапанов двигателя 96/110 кВт TSI

— Фазы газораспределения впускных клапанов двигателя 96 кВт TSI

— Фазы газораспределения впускных клапанов двигателя 110 кВт TSI



## Условия для применения цикла Миллера

Из-за раннего закрытия, короткой фазы открытия и меньшего хода впускных клапанов остаётся совсем мало времени на наполнение цилиндров достаточным зарядом воздуха. Чтобы это всё же удавалось, нужны высокое давление наддува и эффективное охлаждение наддувочного воздуха.

## Турбонагнетатель с изменяемой геометрией турбины

С учётом низкой конечной температуры цикла сжатия на этом двигателе может применяться турбонагнетатель с изменяемой геометрией турбины.

Уже на низких оборотах он создаёт высокое давление наддува и, несмотря на короткие фазы открытия впускных клапанов, обеспечивает достаточное наполнение цилиндров двигателя свежим воздухом. Максимальное давление наддува у этого двигателя составляет около 2,3 бар (абсолютное значение), что примерно на 0,5 бар выше, чем у двигателя 1,4 л 92 кВт TSI.

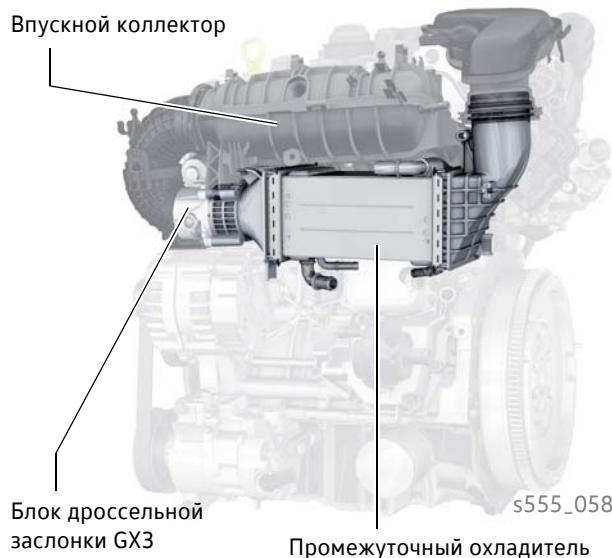


s555\_057

## Промежуточный охладитель наддувочного воздуха

Более высокое давление наддува, конечно, повышает и температуру наддувочного воздуха. Для максимально эффективного охлаждения этого воздуха применяется промежуточный охладитель новой конструкции. Он установлен перед впускным коллектором, блоком дроссельной заслонки GX3 и датчиком давления наддува GX26.

Преимущество такого расположения в том, что рабочая температура этих узлов снижается, а размеры и, следовательно, эффективность промежуточного охладителя можно значительно повысить. В отличие от охладителя на двигателе 1,4 л 92 кВт TSI конструкция стала более продолговатой, а входное сечение — квадратным. Этот промежуточный охладитель способен снижать температуру наддувочного воздуха до уровня всего на 15 °C выше наружной температуры.



# Система управления двигателем

## Динамическая система start-stop с функцией движения накатом

В случае двигателя 1,5 л 96 кВт TSI с 7-ступенчатой коробкой передач DSG система start-stop была дополнена функцией движения накатом с динамической системой start-stop, которая позволяет ещё лучше использовать энергию движения автомобиля в так называемых фазах наката \* и экономить топливо до 0,4 л/100 км. Прежде в фазах наката коробка передач DSG отсоединялась, а двигатель продолжал работать на холостом ходу. Теперь при движении накатом с динамической системой start-stop двигатель выключается.

\* Во время фазы наката водитель убирает ногу с педали акселератора и автомобиль катится по инерции.

Индикация «Система start-stop активна»

Диапазон скоростей 40–130 км/ч



Индикация «Режим движения накатом активен»

Индикация «Эко»

### Диапазон активности функций

#### Движение накатом с динамической системой start-stop с выключенным двигателем

Эта функция активна в диапазоне скорости от 40 до 130 км/ч. Если в этом диапазоне скорости двигатель выключается, он может оставаться выключенным вплоть до остановки автомобиля.

#### Накат с включённым двигателем и системой start-stop

Если функция движения накатом активируется при скорости от 15 до 40 км/ч, коробка передач DSG отсоединяется, но двигатель продолжает работать на холостом ходу.

При скорости ниже 15 км/ч активна система start-stop.



#### Условия для движения накатом с динамической системой start-stop

- Должны быть выполнены условия для активации системы start-stop.
- Должен быть выбран профиль движения «Эко», «Обычный» или «Индивидуальный».
- Селектор находится в положении D.
- Педаль акселератора не нажата.
- Дополнительная АКБ функции движения накатом имеет достаточно энергии.



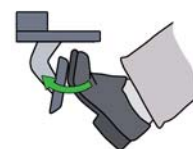
Педаль акселератора не нажата



#### Повторный пуск двигателя водителем

Двигатель запускается нажатием педали акселератора или тормоза. Лёгкое притормаживание не приводит к повторному запуску.

Педаль акселератора или тормоза нажата



## Обзор системы

Для применения функции движения накатом с динамической системой старт-стоп система старт-стоп была дополнена 12-вольтовой литий-ионной аккумуляторной батареей и защитным диодом.

## Дополнительная АКБ функции движения накатом A8

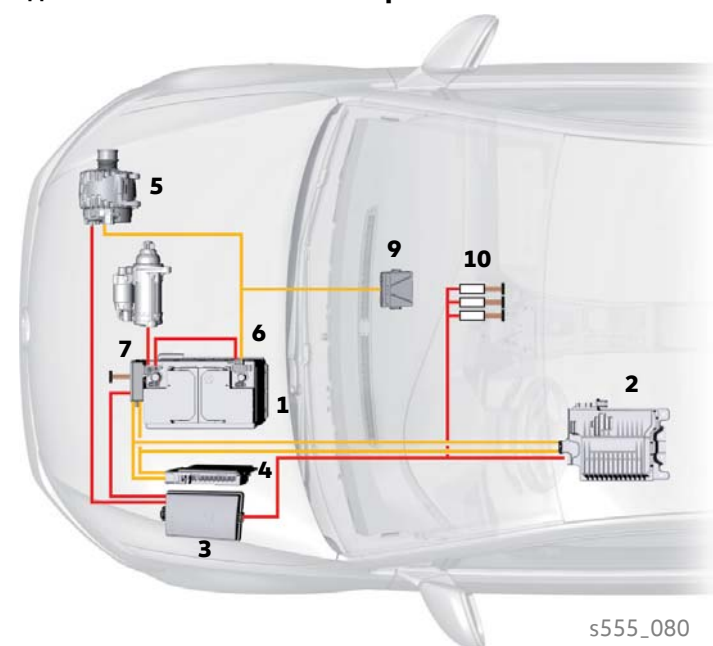
Если в режиме движения накатом с динамической системой старт-стоп коробка передач DSG отсоединяется, а двигатель выключается, питание бортовой сети автомобиля возможно только от стартерной АКБ 12 В. Чтобы при этом обеспечивалось надёжное электропитание систем, важных с точки зрения безопасности, например электроусилителя рулевого управления, тормозной системы или системы освещения, установлена дополнительная АКБ.

Это 12-вольтовая литий-ионная батарея с номинальной ёмкостью 6,9 А·ч. Дополнительная АКБ с блоком силовой электроники находится под левым передним сиденьем. Она подключается только в режиме движения накатом с динамической системой старт-стоп и питает бортовую сеть. Благодаря встроенному регулятору зарядки во время рекуперации она заряжается в первую очередь.

## Защитный диод бортовой сети для функции движения накатом J1159

Защитный диод — это электронный ключ с интегрированной функцией диода. При работающем двигателе он закрыт, так что генератор может заряжать стартерную и дополнительную АКБ, а также снабжать током бортовую сеть автомобиля. В режиме движения накатом с динамической системой старт-стоп, когда двигатель выключен, защитный диод открывается и бортовая сеть питается током от дополнительной АКБ. Стартерная АКБ теперь служит только для последующего повторного пуска двигателя. Отсоединение цепи стартерной АКБ предотвращает недопустимые просадки напряжения в остальной бортовой сети и к тому же разгружает литий-ионную батарею. После запуска двигателя защитный диод снова закрывается.

## Схема системы движения накатом с динамической системой старт-стоп



s555\_080

### Условные обозначения

- 1 Аккумуляторная батарея А
- 2 Дополнительная АКБ функции движения накатом А8
- 3 Блок предохранителей А
- 4 Блок управления двигателем J623
- 5 Генератор с регулятором напряжения CX1
- 6 Блок управления для контроля АКБ J367
- 7 Защитный диод бортовой сети для функции движения накатом J1159
- 8 Стартер В
- 9 Диагностический интерфейс шин данных J533
- 10 12-вольтовые потребители, например рулевое управление, тормозная система, освещение

— Кабель шины CAN  
— Провод шины LIN

— Плюс  
— Масса

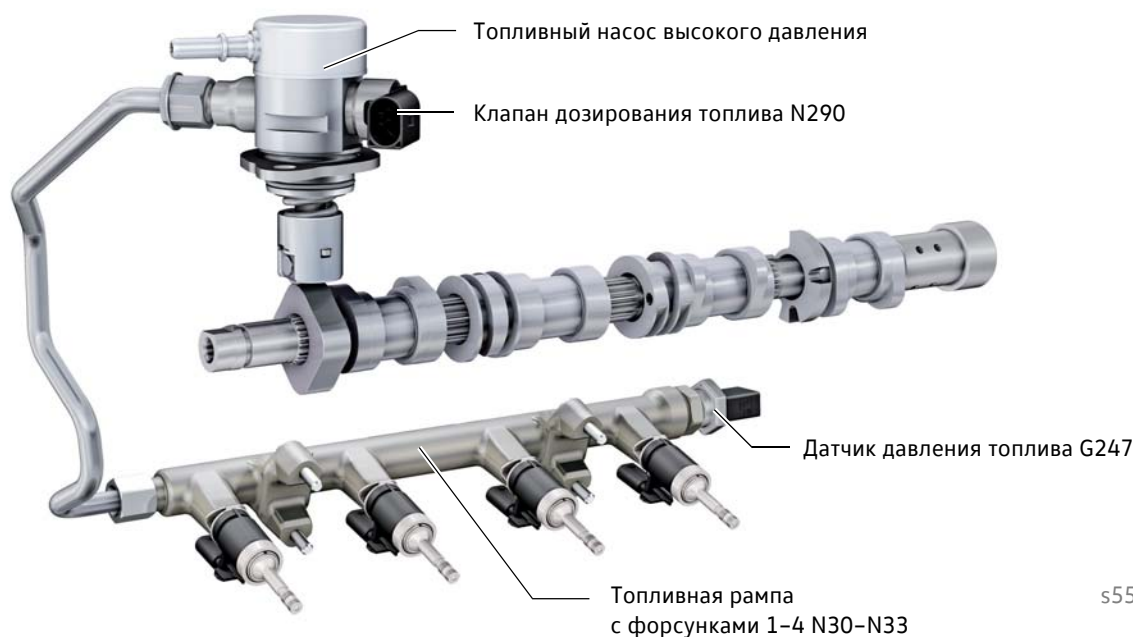
# Система управления двигателя

## Контур высокого давления топливной системы

Контур высокого давления топливной системы устроен в основном так же, как у двигателей TSI семейства EA211. Однако впервые топливо впрыскивается под давлением до 350 бар. Вместе с улучшенным по форме факелом распыла форсунок с пятью отверстиями получается очень хорошее смесеобразование во всех режимах нагрузки и при любых оборотах. В результате уменьшаются расход топлива и токсичность ОГ, меньше топлива попадает в моторное масло, а также существенно сокращается выброс несгоревших частиц топлива.

### Технические особенности

- Топливный насос высокого давления с клапаном дозирования топлива N290.
- Давление впрыска от 170 до 350 бар.
- Многократный впрыск (до пяти впрысков за цикл).
- Датчик давления топлива G247.
- Топливная рампа из нержавеющей стали.
- Форсунки с пятью отверстиями N30–N33.



s555\_059

## Изменения в контуре высокого давления топливной системы

### Топливный насос высокого давления

- Увеличенный до 3,75 мм ход плунжера насоса для быстрого создания давления при пуске двигателя и подачи необходимого количества топлива.
- Уменьшенный с 10 до 8 мм диаметр плунжера насоса для снижения нагрузки на распредвал.
- Снижение трения за счёт уменьшения диаметра роликового толкателя до 26 мм.

### Форсунки

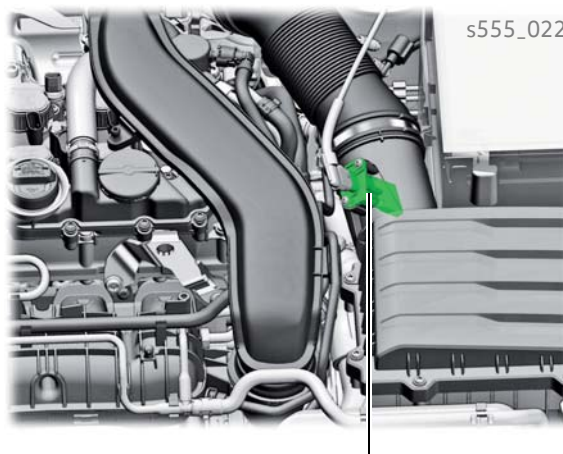
- Центровочный штифт для упрощения установки.
- Повышение прочности и снижение температуры дефлектора за счёт уменьшения диаметра распылителя до 6 мм.
- Индивидуально адаптированные диаметры пяти сопел для сокращения выброса несгоревшего топлива и уменьшения смачивания топливом камеры сгорания.

## Датчики и исполнительные механизмы

### Модуль расходомера воздуха GX35

На двигателе 1,5 л 96 кВт TSI применяется модуль расходомера воздуха. Он состоит из расходомера воздуха G70 и датчика температуры в расходомере воздуха G1005. Модуль установлен во впускном тракте после воздушного фильтра. Чтобы сигнал нагрузки двигателя был максимально точным, в дополнение к датчику впускного коллектора применяется расходомер воздуха с распознаванием обратного потока.

Он определяет не только массу поступающего в двигатель воздуха, но и сколько воздуха устремляется назад из-за открытия и закрытия клапанов. Температура воздуха на впуске служит в качестве корректировочного значения.



Модуль расходомера воздуха GX35

#### Использование сигналов

По сигналам адаптируется определение наполнения цилиндров датчиком впускного коллектора GX9.

#### Последствия отсутствия сигнала

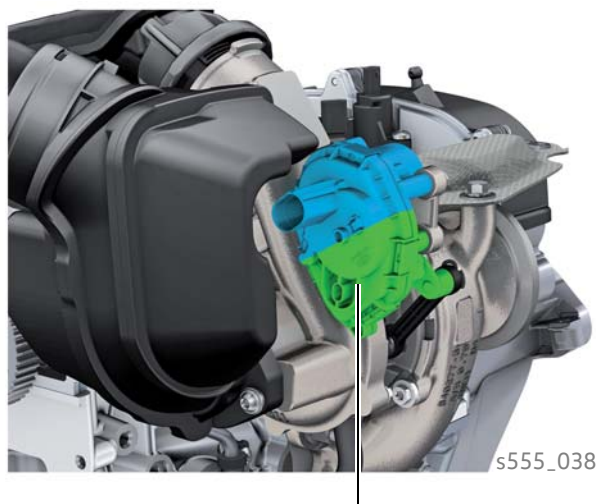
При отказе расходомера воздуха сигнал датчика впускного коллектора GX9 используется в качестве сигнала нагрузки. При отказе датчика температуры применяется фиксированное резервное значение.

# Система управления двигателя

## Модуль регулирования давления наддува GX34

Модуль регулирования давления наддува состоит из регулятора давления наддува V465 и датчика положения регулятора давления наддува G581. Он закреплён винтами прямо на турбонагнетателе. С его помощью регулируется давление наддува в двигателе.

- У двигателя 1,5 л 96 кВт TSI регулятор давления наддува поворачивает направляющие лопатки турбонагнетателя с изменяемой геометрией турбины.
- У двигателя 1,5 л 110 кВт TSI регулятор давления наддува изменяет положение перепускного клапана обычного турбонагнетателя.



Модуль регулирования давления наддува GX34

## Регулятор давления наддува V465

### Назначение

Регулятор предназначен для регулирования давления наддува.

Регулятор давления наддува с электроприводом обеспечивает быстрое регулирование и тем самым быстрое создание давления наддува.

### Последствия при выходе из строя

При отказе регулятора давления наддува направляющие лопатки или перепускной клапан открываются либо под напором отработавших газов, либо с помощью регулятора давления наддува. В обоих случаях давление наддува не создаётся.

## Датчик положения регулятора давления наддува G581

### Использование сигналов

Сигнал датчика даёт блоку управления двигателя информацию о текущем положении направляющих лопаток турбонагнетателя. Этот сигнал вместе с сигналом датчика давления наддува G31 даёт полную информацию о регулировании турбонаддува.

### Последствия отсутствия сигнала

При отказе датчика регулятор давления наддува активируется и полностью открывает направляющие лопатки или перепускной клапан. В обоих случаях давление наддува не создаётся.

## Модуль системы терморегулирования двигателя GX33

Модуль системы терморегулирования двигателя состоит из исполнительного механизма системы терморегулирования двигателя N493 и датчика положения системы терморегулирования двигателя G1004. Он закреплён винтами на головке блока цилиндров со стороны маховика. С его помощью регулируется температура охлаждающей жидкости в двигателе. Тем самым обеспечиваются быстрый прогрев двигателя и оптимальная температура ОЖ в любых режимах работы.



s555\_039

Модуль системы терморегулирования двигателя GX33

## Исполнительный механизм системы терморегулирования двигателя N493

### Назначение

Этот механизм активируется ШИМ-сигналом блока управления двигателем. Через вал он приводит в действие поворотную заслонку, которая через зубчатый сегмент связана со второй поворотной заслонкой. Активация исполнительного механизма осуществляется в зависимости от нагрузки, частоты вращения и температуры ОЖ.

### Последствия при выходе из строя

Если исполнительный механизм выйдет из строя, перемещение поворотных заслонок будет невозможным. Обе поворотные заслонки останутся в своём текущем положении. Если отказ случится в тот момент, когда обе поворотные заслонки закрыты, то возможен перегрев двигателя. Если в момент отказа обе поворотные заслонки будут полностью открыты, это может привести к более долгому прогреву двигателя или протапливанию салона.

## Датчик положения системы терморегулирования двигателя G1004

### Использование сигналов

С помощью сигнала датчика положения блок управления двигателем целенаправленно активирует исполнительный механизм.

### Последствия отсутствия сигнала

Если сигнал датчика положения отсутствует, регулирование посредством исполнительного механизма становится невозможным. Исполнительный механизм перемещает поворотные заслонки в положение полного закрытия.

# Система управления двигателя

## Датчик температуры ОЖ на выходе из двигателя G82

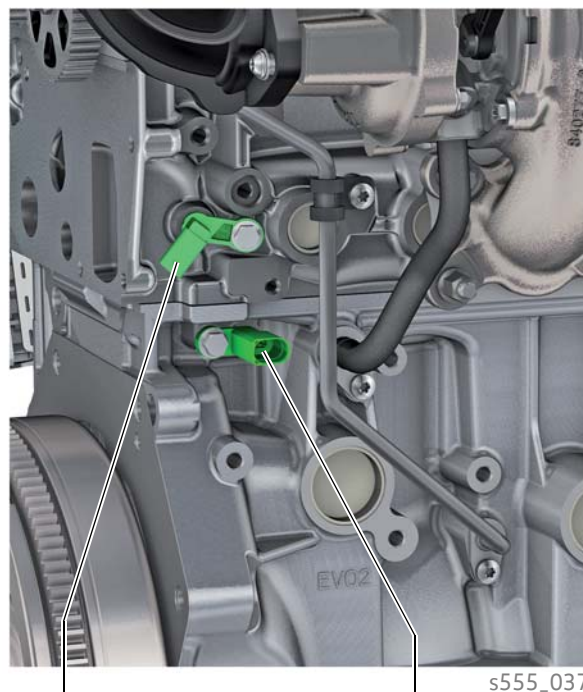
Датчик температуры ОЖ на выходе из двигателя ввёрнут в блок цилиндров со стороны маховика. Он измеряет температуру охлаждающей жидкости в блоке цилиндров.

### Использование сигналов

Сигнал используется для защиты двигателя от перегрева. Если температура ОЖ становится слишком высокой, вентилятор радиатора включается и работает, пока температура не снизится до нормального значения. Регулирование температуры ОЖ в двигателе осуществляется с помощью датчика температуры ОЖ G62 в головке блока цилиндров.

### Последствия отсутствия сигнала

При отказе датчика температуры ОЖ на выходе из двигателя температура ОЖ определяется через вычисление. В этом вычислении учитывается также сигнал датчика температуры ОЖ G62.



Датчик температуры ОЖ G62

Датчик температуры ОЖ на выходе из двигателя G82

## Датчик 1 давления ОГ G450

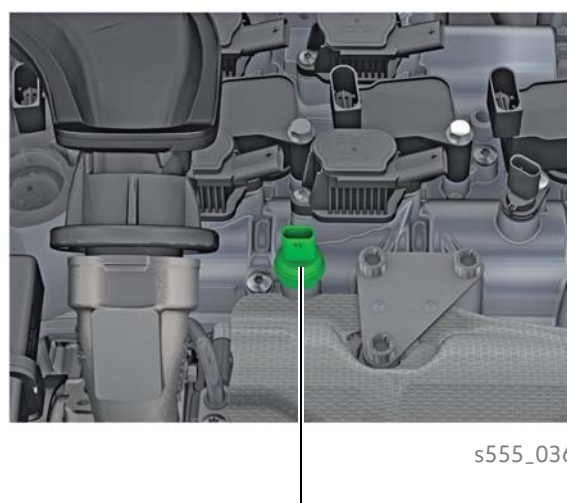
Датчик 1 давления ОГ ввёрнут в корпус распредвалов со стороны выпускного коллектора. Через канал он соединяется со встроенным выпускным коллектором и измеряет давление отработавших газов.

### Использование сигналов

Сигналы используются для более точного определения наполнения цилиндров. По давлению ОГ блок управления двигателя определяет, сколько отработавших газов выходит из цилиндров. Это значение блок управления двигателя учитывает при определении наполнения цилиндров.

### Последствия отсутствия сигнала

При отказе датчика давления в регистратор событий записывается ошибка.



Датчик 1 давления ОГ G450



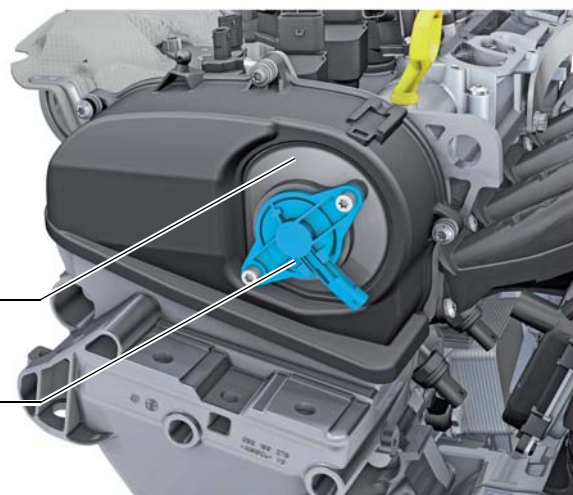
## Клапан 1 регулятора фаз газораспределения впускных клапанов N727

Клапан 1 регулятора фаз газораспределения впускных клапанов закреплён винтами на держателе манжетного уплотнения со стороны зубчатого ремня.

Он активируется блоком управления двигателя с помощью сигнала с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ-сигнала).

Держатель манжетного уплотнения

Клапан 1 регулятора фаз газораспределения впускных клапанов N727

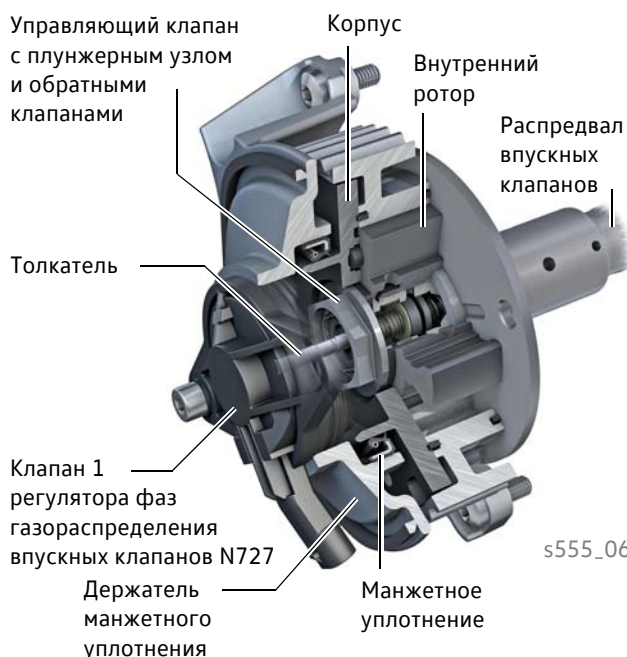


s555\_040

### Принцип действия

При активации клапана регулятора фаз газораспределения в управляющем клапане приводится в действие плунжерный узел с обратными клапанами. Плунжеры открывают поток масла из одной камеры в другую, обратные клапаны предотвращают поток масла в обратном направлении. В зависимости от того, какой масляный канал открывается, внутренний ротор поворачивается в направлении «рано» или «поздно» или удерживается в исходном положении. Поскольку внутренний ротор привинчен к распредвалу впускных клапанов, распредвал тоже поворачивается соответствующим образом.

Положение распредвалов контролируется обоими датчиками положения распредвалов.



s555\_069

### Последствия при выходе из строя

Если клапан регулятора фаз газораспределения впускных клапанов выйдет из строя, регулирование фаз газораспределения станет невозможным.

Распредвал впускных клапанов останется в положении «поздно», а распредвал выпускных клапанов — в положении «рано».

Крутящий момент двигателя снижается.

## Компенсация допусков в газораспределительном механизме

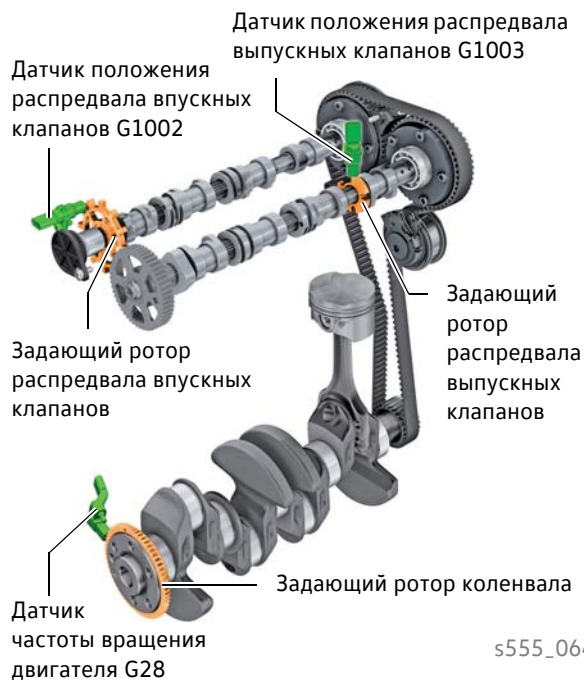
Точная регулировка фаз газораспределения очень важна для эффективности двигателя. Правда, при этом обеспечивается только правильное относительное расположение компонентов, отвечающих за газообмен.

### Допуски в газораспределительном механизме

При изготовлении распредвалов, датчиков положения, датчика частоты вращения двигателя и его задающих роторов, а также при монтаже возникают незначительные допуски.

Так, например, кулачок может быть закреплён на трубе распредвала со смещением на сотые доли градуса. Эти допуски влияют на определение наполнения цилиндров, и их нельзя компенсировать даже точной регулировкой фаз газораспределения.

Чтобы эти допуски учитывались при определении наполнения цилиндров, на двигателях 1,5 л семейства EA211 EVO измеряют все кулачки, три задающих ротора и сигналы датчиков и записывают эти данные в блок управления двигателя.



### Производственные допуски

Производственные допуски:

- для распредвалов, датчиков положения и их задающих роторов указаны на корпусе распредвалов в виде кода DataMatrix и цепочки символов;
- для датчика частоты вращения двигателя и его задающего ротора указаны на верхней части кожуха зубчатого ремня в виде цепочки символов.

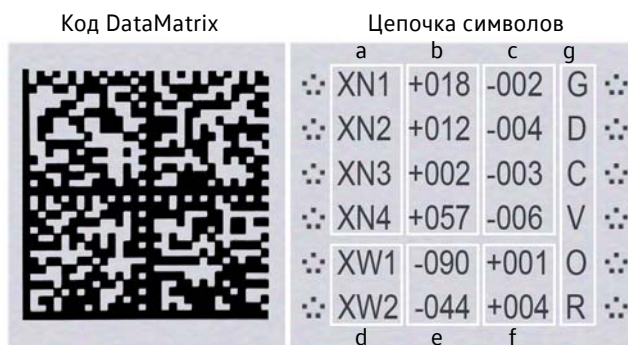
Эти данные потребуются, например, при установке нового корпуса распредвалов. В этом случае данные, указанные на новом корпусе распредвалов, нужно будет записать в блок управления двигателя. Код DataMatrix или цепочки символов вводятся через Ведомый поиск неисправностей.



## Подробная информация о цепочке символов

Цепочка символов читается по вертикали следующим образом:

- a. XN1...XN4 — это кулачки цилиндров 1–4.
- b. +018...+057 — это допуски кулачков впускных клапанов.
- c. -002...+006 — это допуски кулачков выпускных клапанов.
- d. XW1 и XW2 — это распредвалы впускных и выпускных клапанов.
- e. -090 и -044 — это допуски датчиков положения.
- f. +001 и +004 — это допуски задающих роторов.
- g. G...R — контрольные символы для вышеуказанных значений, предотвращают ошибки при вводе значений допусков.



s555\_061

**Первая строка XN1+018–002G означает:**

Символ	Значение	Особенности
XN1	Цилиндр 1	
+018	У кулачков обоих впускных клапанов 1-го цилиндра среднее отклонение от номинального значения составляет 0,18°. Знак плюс показывает, что клапаны открываются чуть позднее, чем должны.	
-002	У кулачков обоих выпускных клапанов 1-го цилиндра среднее отклонение от номинального значения составляет 0,02°. Знак минус показывает, что клапаны открываются чуть раньше, чем должны.	
G	С помощью контрольного символа проверяется вводимая цепочка символов. Если вводится неправильное число, контрольный символ не соответствует числовому коду и распознаётся ошибка ввода.	Контрольный символ может быть и пробелом. В этом случае перед звёздочкой стоит пробел.



В условиях сервиса измерить эти допуски невозможно. Поэтому для замены датчиков в случае ремонта есть специальные датчики с малыми допусками.

## Привод зубчатым ремнём: фазы газораспределения

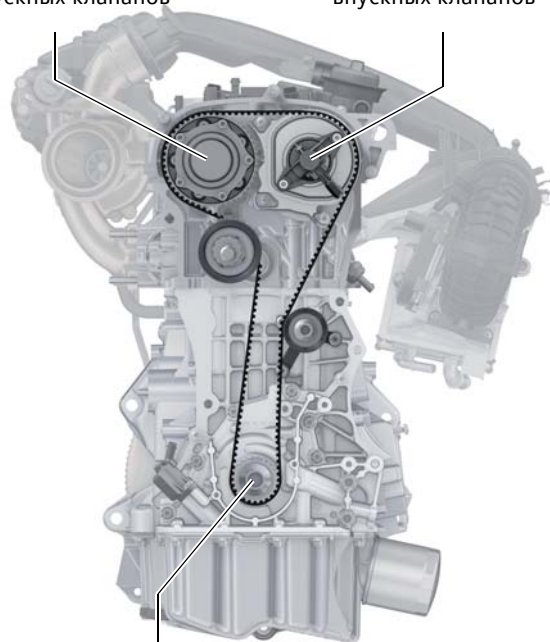
Точно отрегулированные фазы газораспределения у двигателя имеют решающее значение для определения наполнения цилиндров и подготовки топливовоздушной смеси. А эти процессы, в свою очередь, существенно влияют на ходовые качества, экономичность и токсичность ОГ.

### Фазы газораспределения

На любом двигателе фазы газораспределения нужно регулировать максимально точно. Чем точнее они отрегулированы, тем точнее блок управления двигателя сможет управлять подготовкой топливовоздушной смеси. А у двигателя 1,5 л 96 кВт TSI с циклом Миллера неправильно установленные фазы газораспределения к тому же серьёзно влияют на определение наполнения цилиндров и подготовку топливовоздушной смеси. Ведь при раннем закрытии впускных клапанов задолго до достижения нижней мёртвой точки (НМТ) скорость поршня очень высока. Если фазы газораспределения слишком сильно отклоняются от номинальных, это радикально сказывается на наполнении цилиндров.

Регулятор фаз газораспределения выпускных клапанов

Регулятор фаз газораспределения впускных клапанов



Зубчатый шкив коленвала

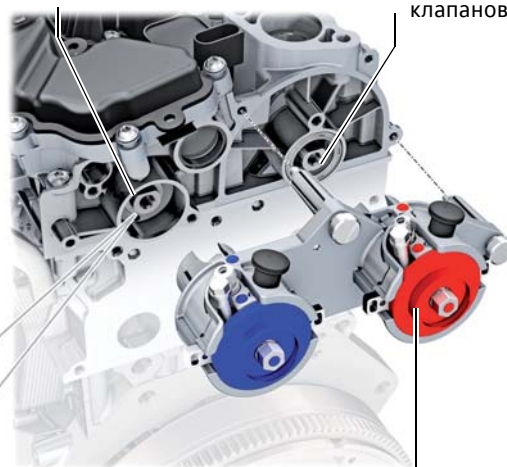
s555\_009

### Электронная измерительная система для регулировки распредвалов VAS 611 007

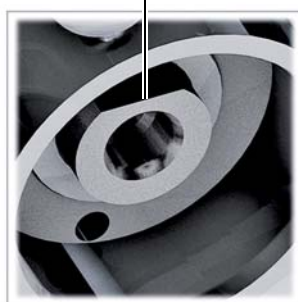
Для точной регулировки фаз газораспределения на обоих двигателях 1,5 л семейства EA211 EVO применяют электронную измерительную систему VAS 611 007. Она позволяет отдельно регулировать распредвалы с точностью до 1/10 градуса поворота распредвала.

Распредвал выпускных клапанов

Распредвал впускных клапанов



Лыска




### Внимание!

При установке измерительной системы для регулировки распредвалов не допускайте повреждения так называемой лыски.

Электронная измерительная система для регулировки распредвалов VAS 611 007

s555\_060

## Специальные инструменты

Обозначение	Применение
VAS 611 007 — электронная измерительная система для регулировки распредвалов 	Для проверки и регулировки фаз газораспределения.
T10572 — накидной ключ-насадка	Для снятия и установки модуля системы терморегулирования двигателя и модуля регулирования давления наддува (двигатели: DADA).
T10573 — торцевая насадка-бита T30	Для снятия и установки модуля системы терморегулирования двигателя и модуля регулирования давления наддува (двигатели: DADA).
T10574 — торцевая насадка T30	Для откручивания и закручивания винтов крепления впускного коллектора.
T10575 — упор	Для снятия и установки регулятора фаз газораспределения впускных клапанов.
T10576 — приспособление	Для правильного позиционирования манжетного уплотнения при установке.
T10577 — приспособление для проверки	Для снятия и установки, а также для проверки модуля системы терморегулирования двигателя.
T10578 — фиксатор	Для установки крышки коленвала со стороны КП.
T10579 — монтажное приспособление	Для установки манжетного уплотнения распредвала выпускных клапанов.
T10580 — торцевая головка 24 мм	Для снятия и установки центрального клапана на регуляторе фаз газораспределения впускных клапанов.
T10581 — набор инструментов	Для снятия форсунок.
T10582 — оправка	Для позиционирования манжетного уплотнения в его держателе.
T10584 — торцевая насадка T30	Для затяжки винтов держателя манжетного уплотнения.
T10585 — монтажное приспособление	Для установки манжетного уплотнения распредвала со стороны зубчатого ремня на распредвал впускных клапанов.
T10586 — торцевая насадка XZN 12	Для откручивания и закручивания винта крепления на регуляторе фаз газораспределения выпускных клапанов.
VAS 5161A/40	Для снятия и установки клапанов.
V.A.G 1763/13	Для проверки компрессии.

# Контрольные вопросы

---

## Какой из ответов правильный?

Из приведённых ответов правильными могут быть один или несколько вариантов.

### 1. Какими из перечисленных особенностей обладают оба двигателя 1,5 л 96/110 кВт TSI семейства EA211 EVO?

- А. Давление впрыска у обоих составляет от 170 до 350 бар.
- В. На обоих двигателях применяется система отключения цилиндров АСТ.
- С. На обоих двигателях применяется расходомер воздуха.
- D. На обоих двигателях применяется бесступенчатое регулирование давления масла.

### 2. Система терморегулирования?

- А. Температура ОЖ регулируется с помощью модуля системы терморегулирования двигателя GX33 и двух поворотных заслонок в корпусе термостатов.
- В. Если температура ОЖ составляет от 85 до 105 °С, поворотная заслонка 2 полностью открыта и регулирование температуры ОЖ осуществляется перемещением поворотной заслонки 1.
- С. При холодном двигателе обе поворотные заслонки закрыты, охлаждающая жидкость остаётся в двигателе и он быстро прогревается.

### 3. Какое высказывание верно в отношении системы приточно-вытяжной вентиляции картера?

- А. Приток воздуха осуществляется по тому же шлангу, что и вытяжка картерных газов перед турбонагнетателем.
- В. Картерные газы очищаются с помощью маслоотделителя грубой очистки на блоке цилиндров и маслоотделителя тонкой очистки на корпусе распредвалов.
- С. Пары топлива из адсорбера подаются в модуль приточно-вытяжной вентиляции картера и в зависимости от соотношения давлений направляются к впускным каналам или к стороне всасывания у турбонагнетателя.

**4. Каковы особенности цикла Миллера у двигателя 1,5 л 96 кВт TSI семейства EA211 EVO?**

- A. Учитывая более низкую конечную температуру цикла сжатия, чем у двигателя 1,4 л 92 кВт TSI семейства EA211, степень сжатия можно повышать.
- B. При цикле Миллера впрыск производится главным образом на такте впуска.
- C. Впускные клапаны в зависимости от запрограммированных параметров могут закрываться задолго до достижения поршнем нижней мёртвой точки (НМТ).

**5. Какие из высказываний о компенсации допусков верны?**

- A. Производственные допуски распредвалов, датчиков положения и их задающих роторов указаны на корпусе распредвалов в виде кода DataMatrix и в виде цепочки символов.
- B. С помощью компенсации допусков можно скомпенсировать отклонения, возникающие при регулировке фаз газораспределения.
- C. Производственные допуски датчика частоты вращения двигателя и его задающего ротора указаны в виде цепочки символов на верхней части кожуха зубчатого ремня.
- D. С помощью компенсации допусков компенсируются производственные допуски у распредвалов, датчиков положения, датчика частоты вращения двигателя и задающих роторов.

**6. Как на двигателях 1,5 л семейства EA211 EVO регулируются фазы газораспределения?**

- A. Для регулировки фаз газораспределения распредвалы фиксируются за их зубчатые шкивы специальными фиксаторами.
- B. Регулировка фаз газораспределения осуществляется через Самодиагностику, Ведомые функции.
- C. Фазы газораспределения устанавливаются с помощью электронной измерительной системы для регулировки распредвалов VAS 611 007.