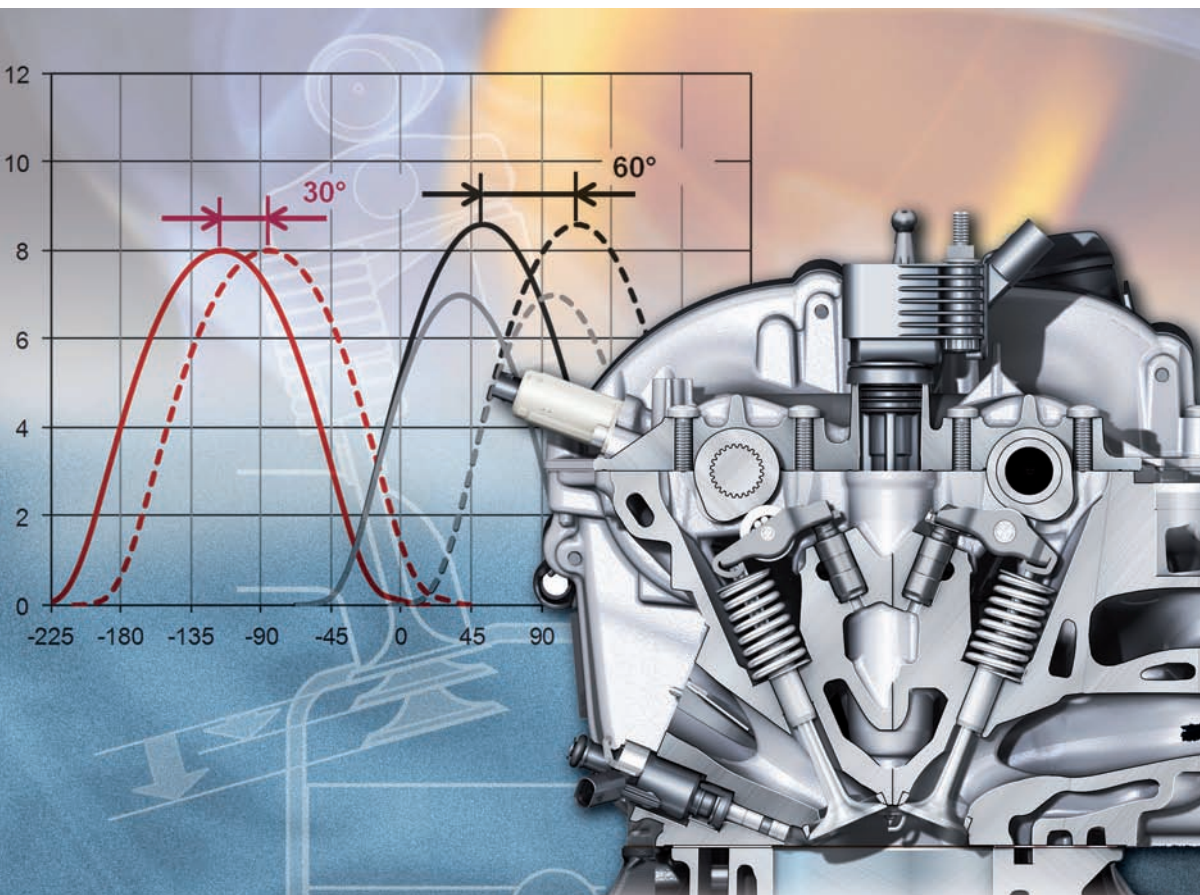




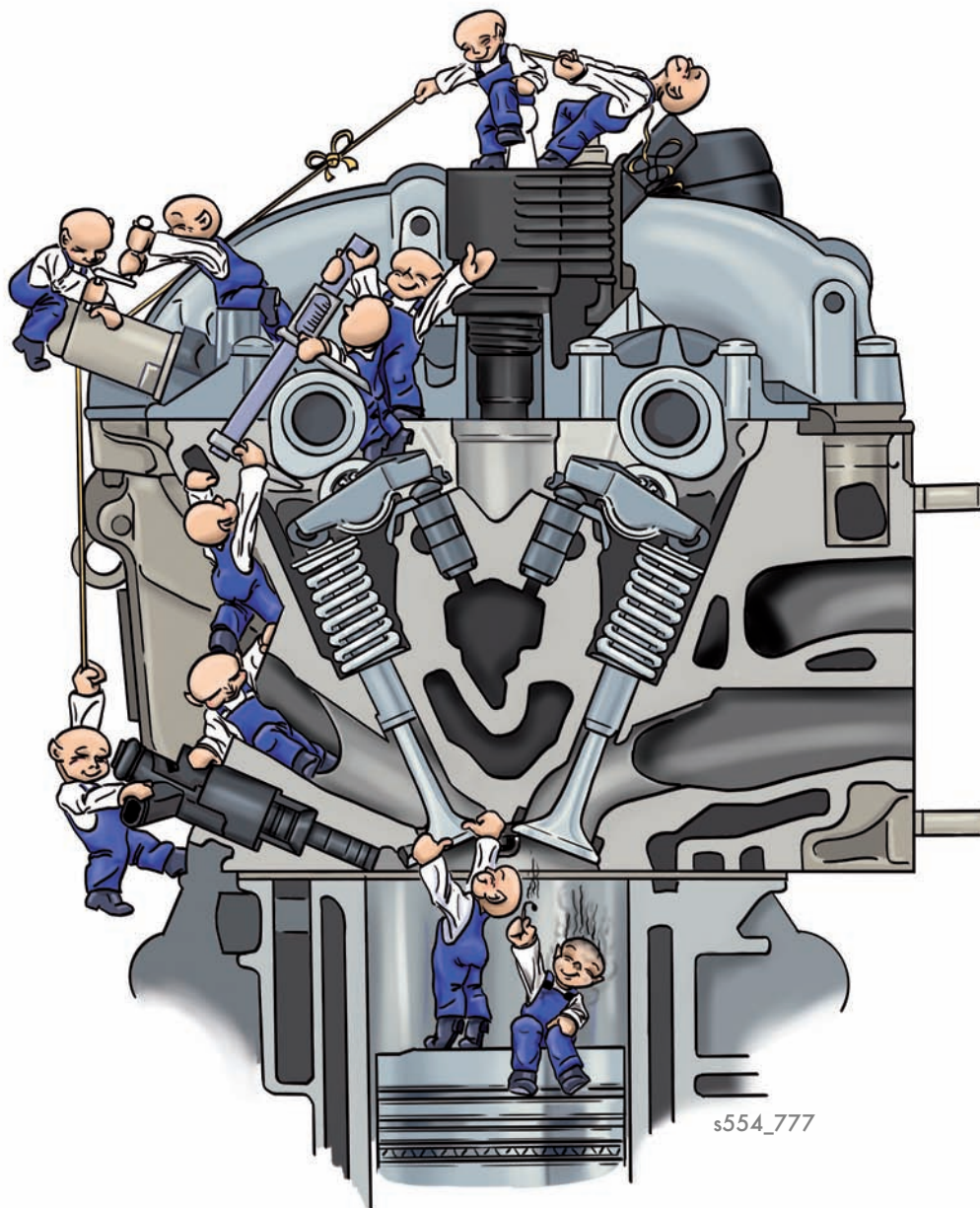
Программа самообучения 554

**Двигатель 2,0 л 132 кВт TSI**  
Устройство и принцип действия



Двигатель 2,0 л 132 кВт TSI Volkswagen относится к семейству EA888.

При его разработке главными целями были снижение расхода топлива и выбросов CO<sub>2</sub>, а также сокращение выбросов частиц.



Дополнительную информацию по двигателям семейства EA888 можно найти в программе самообучения 522 «Двигатель 2,0 л 162 кВт/169 кВт TSI».

**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>
Разработка двигателя 2,0 л 132 кВт TSI .....	4
Технические особенности .....	5
<b>Механическая часть двигателя</b> .....	<b>6</b>
Технические изменения .....	6
Система вентиляции картера .....	8
Головка блока цилиндров .....	9
Трёхэлементное маслосъёмное кольцо .....	11
<b>Система управления двигателя</b> .....	<b>12</b>
Общая схема системы .....	12
Блок управления двигателя J623 .....	14
Расходомер воздуха G70 .....	14
4-тактный процесс сгорания .....	15
Режимы работы .....	17
<b>Техническое обслуживание</b> .....	<b>19</b>
Специальные инструменты .....	19
<b>Контрольные вопросы</b> .....	<b>20</b>

## Разработка двигателя 2,0 л 132 кВт TSI

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. Так что двигатель был усовершенствован именно в этом диапазоне нагрузки. В результате получается экономичность, как у агрегата с меньшим рабочим объёмом.

При более высоких нагрузках используются преимущества большого рабочего объёма. Таким образом обеспечиваются оптимальные характеристики эффективности и мощности во всём диапазоне частоты вращения двигателя.



Учитывайте, что к данному двигателю имеется много новых специальных инструментов!

## Технические особенности

### Механическая часть двигателя

Многие механические детали идентичны деталям двигателя 2,0 л 162 кВт TSI из программы Volkswagen. Благодаря оптимизированному процессу сгорания были изменены следующие детали и узлы:

- впускной канал;
- камера сгорания с впускными и выпускными клапанами;
- форсунки;
- поршни.

### Система управления двигателя

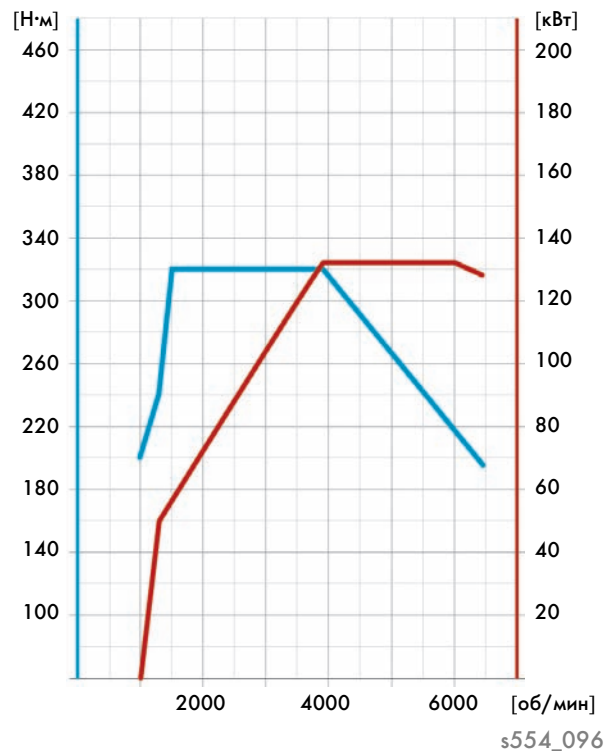
Система управления двигателя имеет следующие особенности:

- переключение хода впускных клапанов;
- давление впрыска повышено до 250 бар;
- расходомер воздуха G70 между турбо-нагнетателем и корпусом воздушного фильтра;
- блок управления двигателя с четырёхъядерным процессором;
- регулирование фаз газораспределения впускных и выпускных 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;
- заслонки впускного коллектора.

### Технические характеристики

Буквенное обозначение двигателя	CZPA
Тип	4-цилиндровый рядный
Рабочий объём	1984 см <sup>3</sup>
Диаметр цилиндров	82,5 мм
Ход поршня	92,8 мм
Число клапанов на цилиндр	4
Степень сжатия	11,6 : 1
Макс. мощность	132 кВт при 3940–6000 об/мин
Макс. крутящий момент	320 Н·м при 1500–3940 об/мин
Система управления двигателя	Bosch MG1
Топливо	с октановым числом RON-95
Нейтрализация ОГ	трёхкомпонентный каталитический нейтрализатор, широкополосный лямбда-зонд перед турбонагнетателем и триггерный — после нейтрализатора
Экологический класс	Евро-6

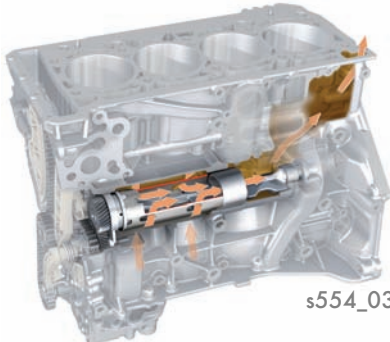
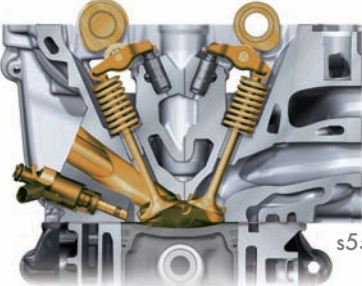

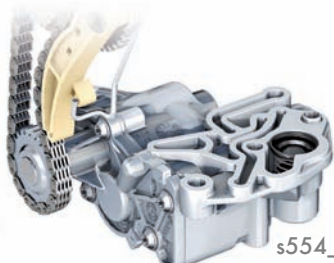
### Внешняя скоростная характеристика

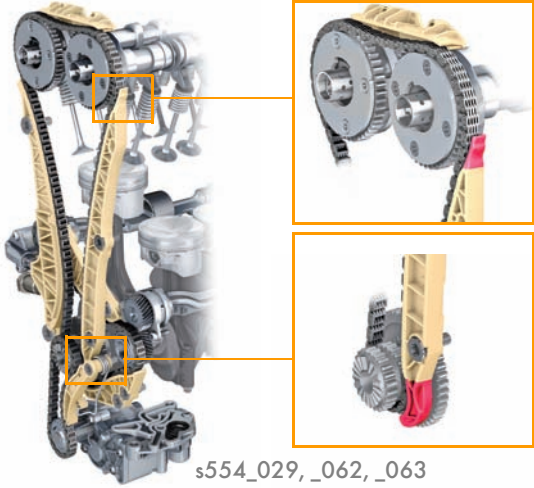

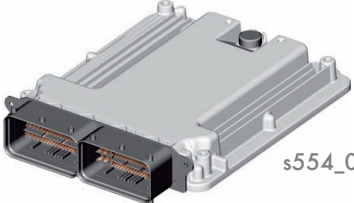
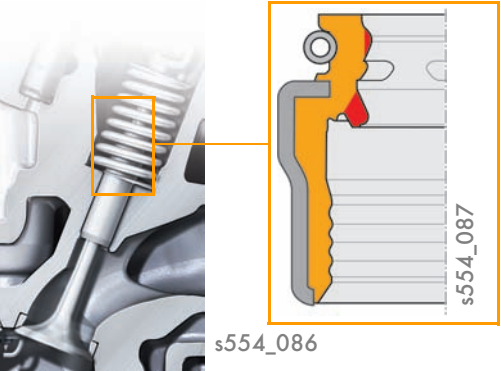


# Механическая часть двигателя

## Технические изменения

Ниже приводится обзор основных изменений у двигателя 2,0 л 132 кВт TSI.

Деталь/узел	Изменение
<p data-bbox="213 517 400 546">Блок цилиндров</p>  <p data-bbox="600 860 703 889">s554_032</p>	<ul data-bbox="847 555 1469 770" style="list-style-type: none"><li>- Отвод картерных газов по балансирному валу со стороны впуска через пластмассовую втулку с отверстиями.</li><li>- Необходимость очень точной установки форсунок охлаждения поршней из-за изменения системы вентиляции картера (см. руководство по ремонту).</li></ul>
<p data-bbox="213 952 512 981">Головка блока цилиндров</p>  <p data-bbox="655 1234 759 1263">s554_024</p>	<ul data-bbox="847 990 1469 1167" style="list-style-type: none"><li>- Переключение хода впускных клапанов.</li><li>- Спрямление впускных каналов.</li><li>- Изменения камер сгорания.</li><li>- Смещение клапанов и форсунок дальше в камеру сгорания.</li></ul>
<p data-bbox="213 1339 320 1368">Поршень</p>  <p data-bbox="632 1630 735 1659">s554_022</p>	<ul data-bbox="847 1377 1374 1480" style="list-style-type: none"><li>- Трёхэлементное маслосъёмное кольцо.</li><li>- Днище поршня, адаптированное к глубже посаженным клапанам.</li></ul> <p data-bbox="847 1525 1018 1554"><b>Примечание</b></p> <p data-bbox="847 1563 1385 1630">Новый специальный инструмент для установки поршня.</p>
<p data-bbox="213 1720 408 1749">Масляный насос</p>  <p data-bbox="616 2022 719 2051">s554_085</p>	<ul data-bbox="847 1758 1469 1899" style="list-style-type: none"><li>- Шестерня привода масляного насоса с 22 зубьями вместо 24 зубьев для большего передаточного числа.</li><li>- Более быстрое нарастание давления масла.</li></ul>

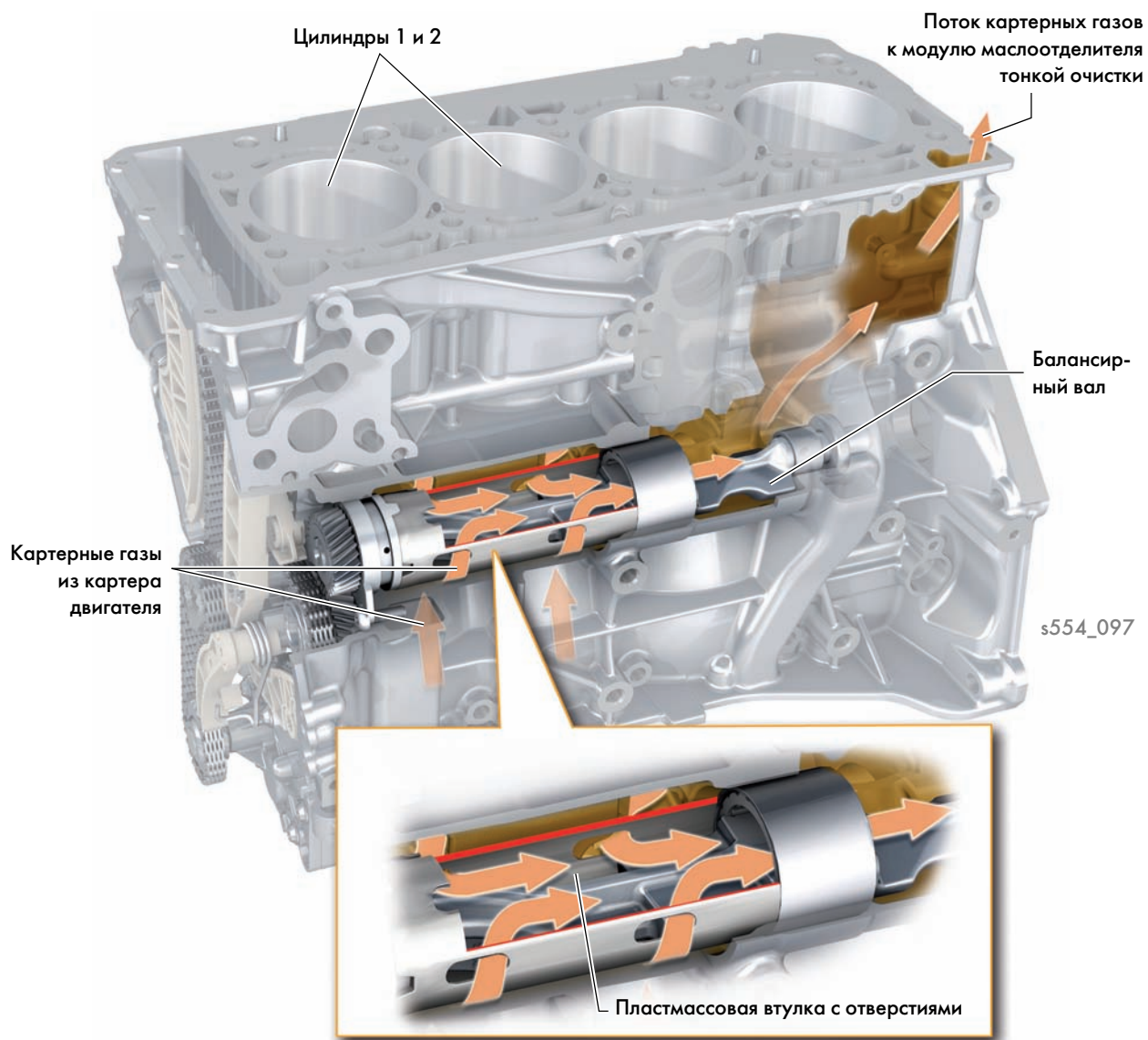
Деталь/узел	Изменение
<p data-bbox="140 521 320 551">Цепной привод</p>  <p data-bbox="352 1016 584 1046">s554_029, _062, _063</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="770 557 1294 658">- Более длинная направляющая против перескакивания звеньев цепи через зубья звёздочек.</li> <li data-bbox="770 669 1331 848">- Звёздочка коленвала, состоящая из трёх звёздочек: <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="810 748 1166 777">• привода масляного насоса;</li> <li data-bbox="810 786 1187 815">• привода балансирных валов;</li> <li data-bbox="810 824 1123 853">• привода распредвалов.</li> </ul> </li> <li data-bbox="770 862 1331 927">- Некруглая звёздочка привода распредвалов для снижения усилия в цепи привода ГРМ.</li> </ul>
<p data-bbox="140 1090 357 1120">Топливная система</p>  <p data-bbox="576 1245 679 1274">s554_021</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="770 1126 1390 1227">- Повышение давления впрыска до 250 бар, за счёт этого более мелкое распыление топлива в камере сгорания.</li> </ul>
<p data-bbox="140 1359 501 1388">Система управления двигателя</p>  <p data-bbox="564 1559 668 1588">s554_020</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="770 1395 1337 1424">- Bosch MG1 с четырёхъядерным процессором.</li> </ul>
<p data-bbox="140 1650 432 1680">Маслосъёмный колпачок</p>  <p data-bbox="360 2022 464 2051">s554_086</p> <p data-bbox="603 1899 627 2000" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">s554_087</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="770 1686 1342 1798">- Маслосъёмные колпачки выпускных клапанов с двумя рабочими кромками для лучшего уплотнения.</li> </ul>

# Механическая часть двигателя

## Система вентиляции картера

Переключение хода впускных клапанов потребовало изменений в системе вентиляции картера. Картерные газы из картера двигателя в зоне цилиндров 1 и 2 через балансирный вал со стороны впуска попадают к модулю маслоотделителя тонкой очистки в головке блока цилиндров. Для этого вокруг балансирного вала вставлена пластмассовая втулка с отверстиями, так что картерные газы могут проходить через них.

В результате вращения балансирного вала большая часть масла отделяется от картерных газов (под действием центробежной силы) и стекает обратно в масляный поддон. То есть балансирный вал выполняет функцию маслоотделителя грубой очистки.

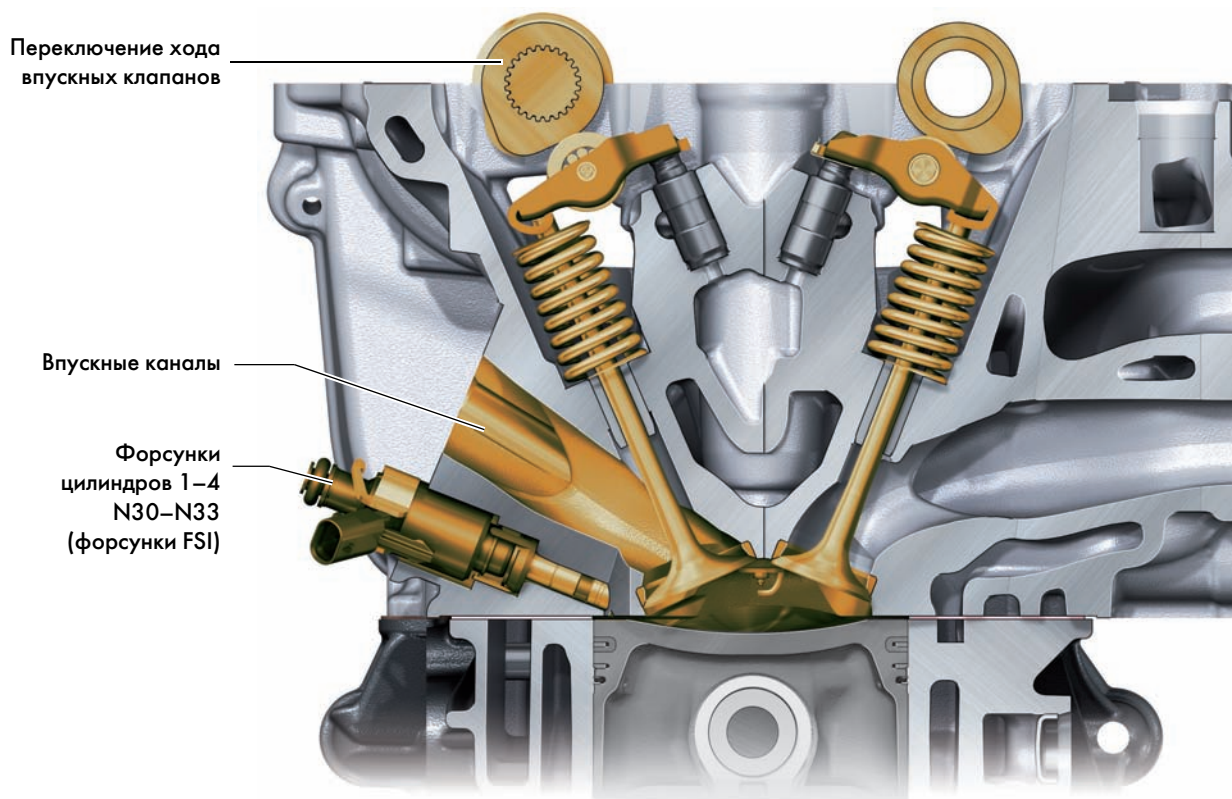


## Головка блока цилиндров

Изменения головки блока цилиндров были необходимы для реализации оптимизированного процесса сгорания. При этом также удалось повысить плавность работы двигателя и уменьшить его склонность к детонации.

Головка блока цилиндров двигателя имеет следующие изменения:

- переключение хода впускных клапанов;
- повышение степени сжатия с 9,6 до 11,6 за счёт:
  - опускания свода камеры сгорания на 9 мм;
  - изменения днища поршня;
- форсунки ближе к камерам сгорания;
- впускные каналы более прямолинейные, чтобы оптимизировать движение воздушного заряда;
- маслосъёмные колпачки выпускных клапанов с двумя рабочими кромками.



s554\_098

# Механическая часть двигателя

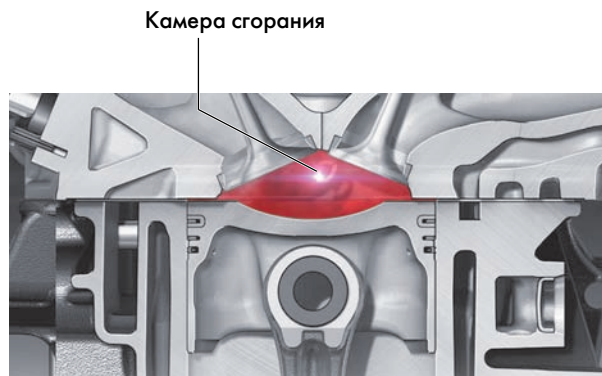
## Форма камеры сгорания

Камера сгорания образуется полостью в головке блока цилиндров и вихревой выемкой в днище поршня.

Полость в головке блока цилиндров выполнена с увеличенной зоной вытеснения, что требует применения впускных клапанов меньшего диаметра.

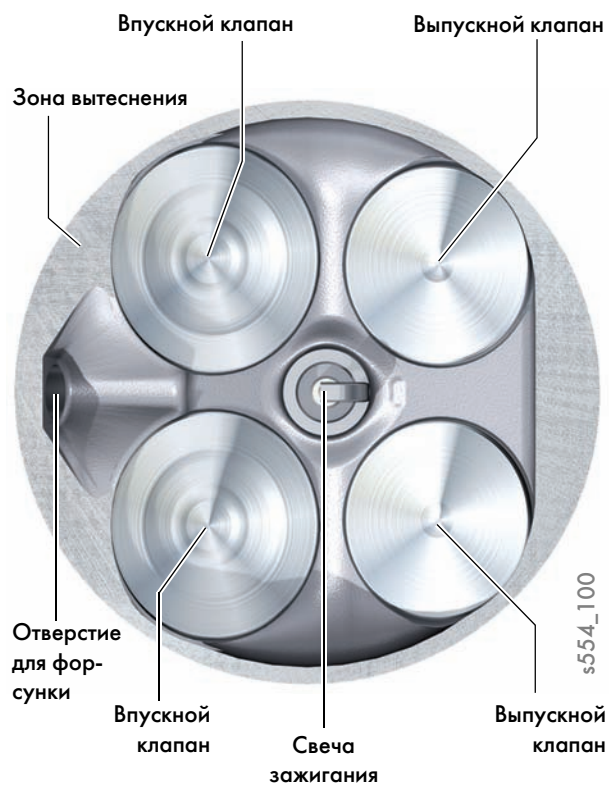
Увеличенная зона вытеснения обеспечивает лучшее перемешивание топлива и воздуха в цилиндре.

В соответствии с этим была изменена форма выточек под клапаны и вихревые выемки на днище поршня.



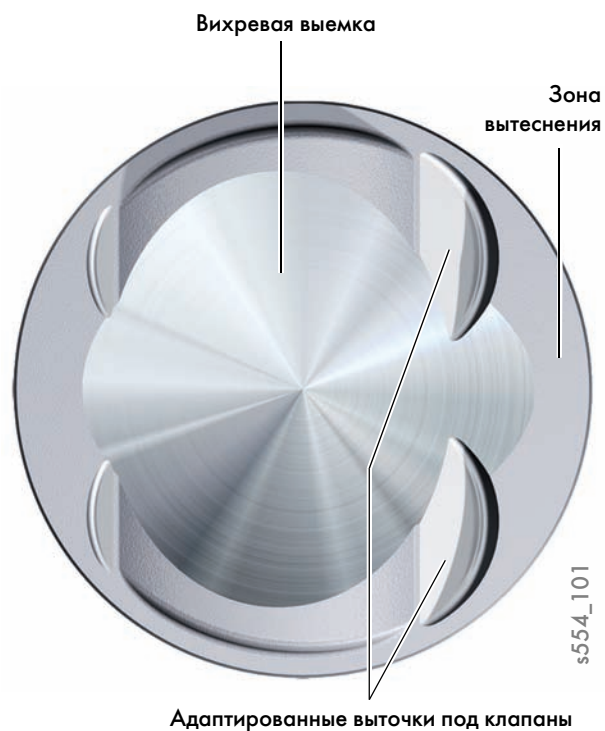
s554\_099

## Полость камеры сгорания в ГБЦ



s554\_100

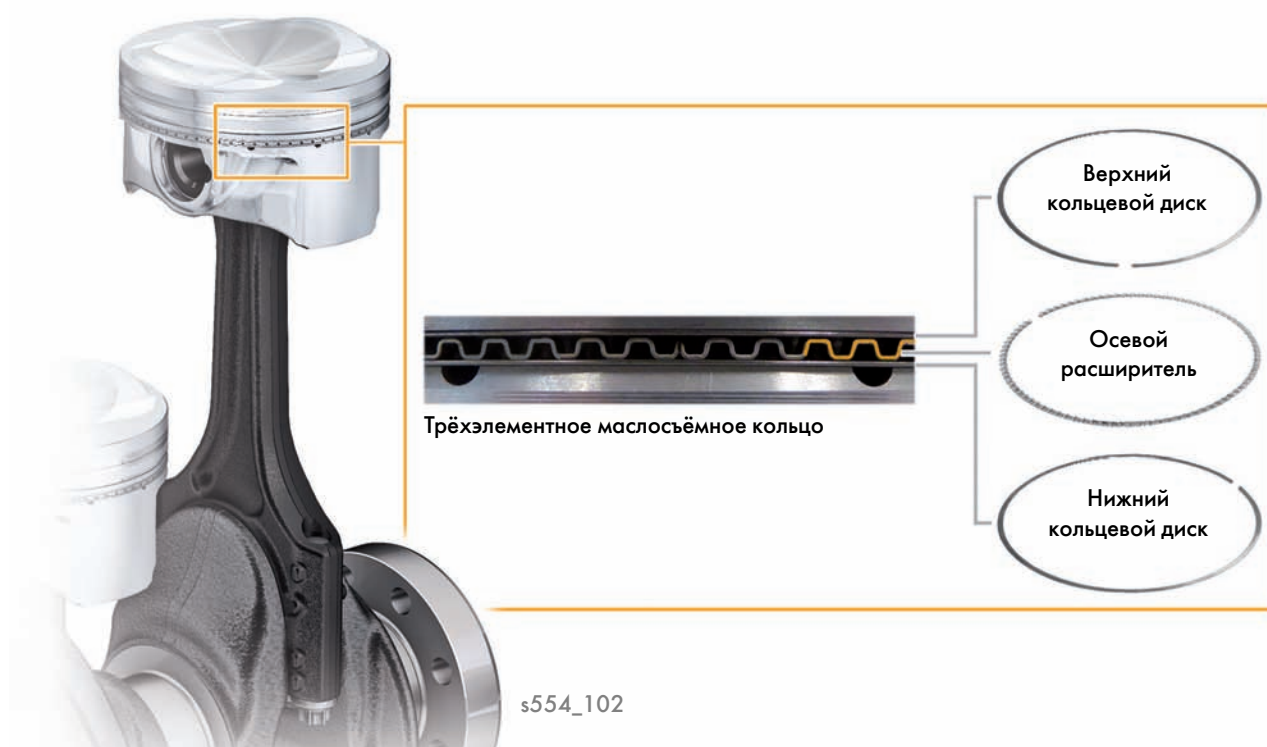
## Форма камеры сгорания в днище поршня



s554\_101

## Трёхэлементное маслосъёмное кольцо

На каждом поршне есть трёхэлементное маслосъёмное кольцо. Оно состоит из двух стальных кольцевых дисков и одного осевого расширителя.



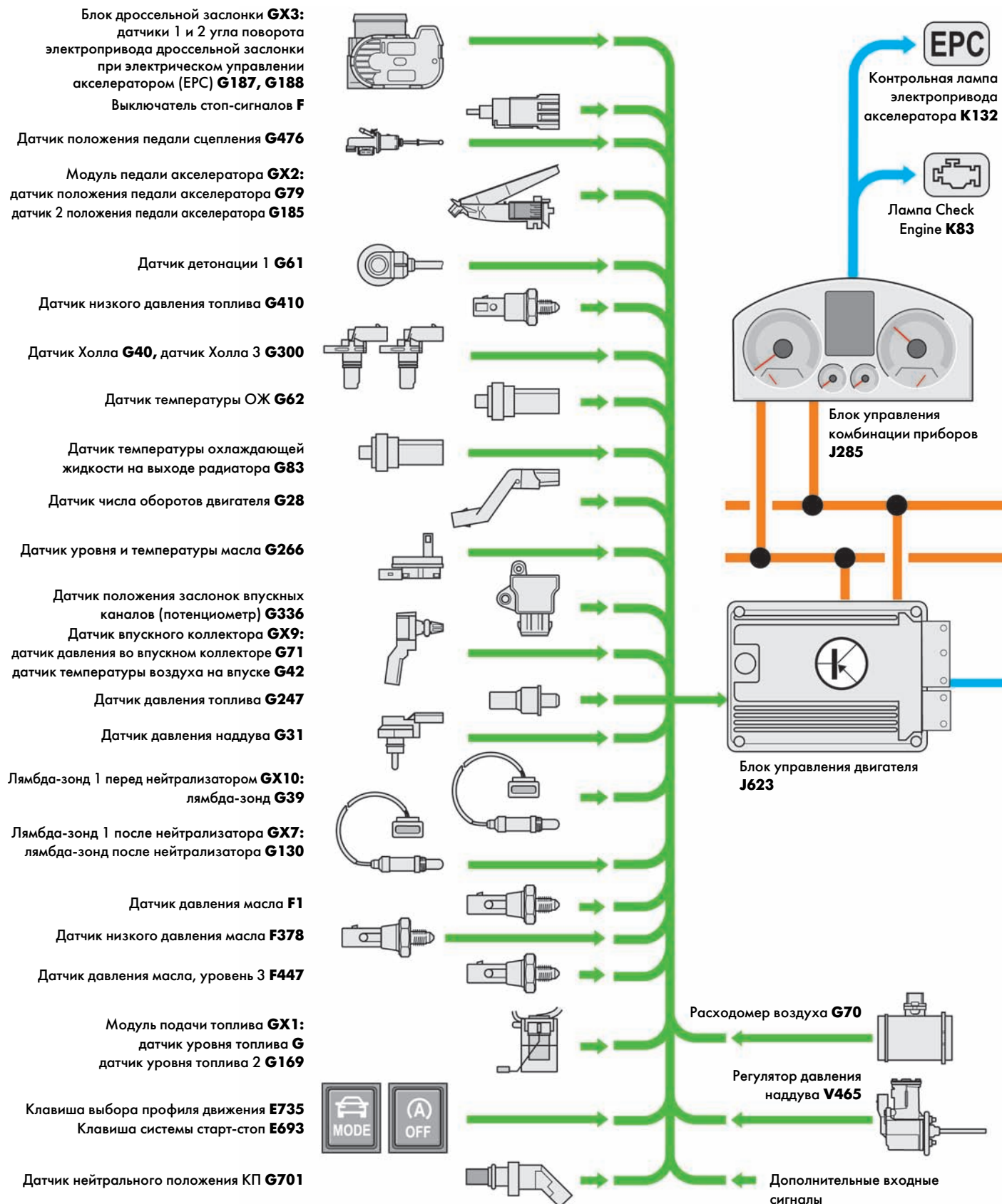
При установке маслосъёмных колец необходимо обеспечить правильное положение расширителя. Это особенно важно в случае поршней, поставляемых с предустановленными кольцами. Концы расширителя могут заходить друг на друга.

Поэтому для лучшей проверки точного расположения элементов на оба конца расширителя нанесены цветные метки. Концы расширителя не должны перекрываться, так как в противном случае работа маслосъёмного кольца не обеспечивается. Замки трёхэлементного маслосъёмного кольца при установке должны располагаться по окружности со смещением на  $120^\circ$  относительно друг друга.

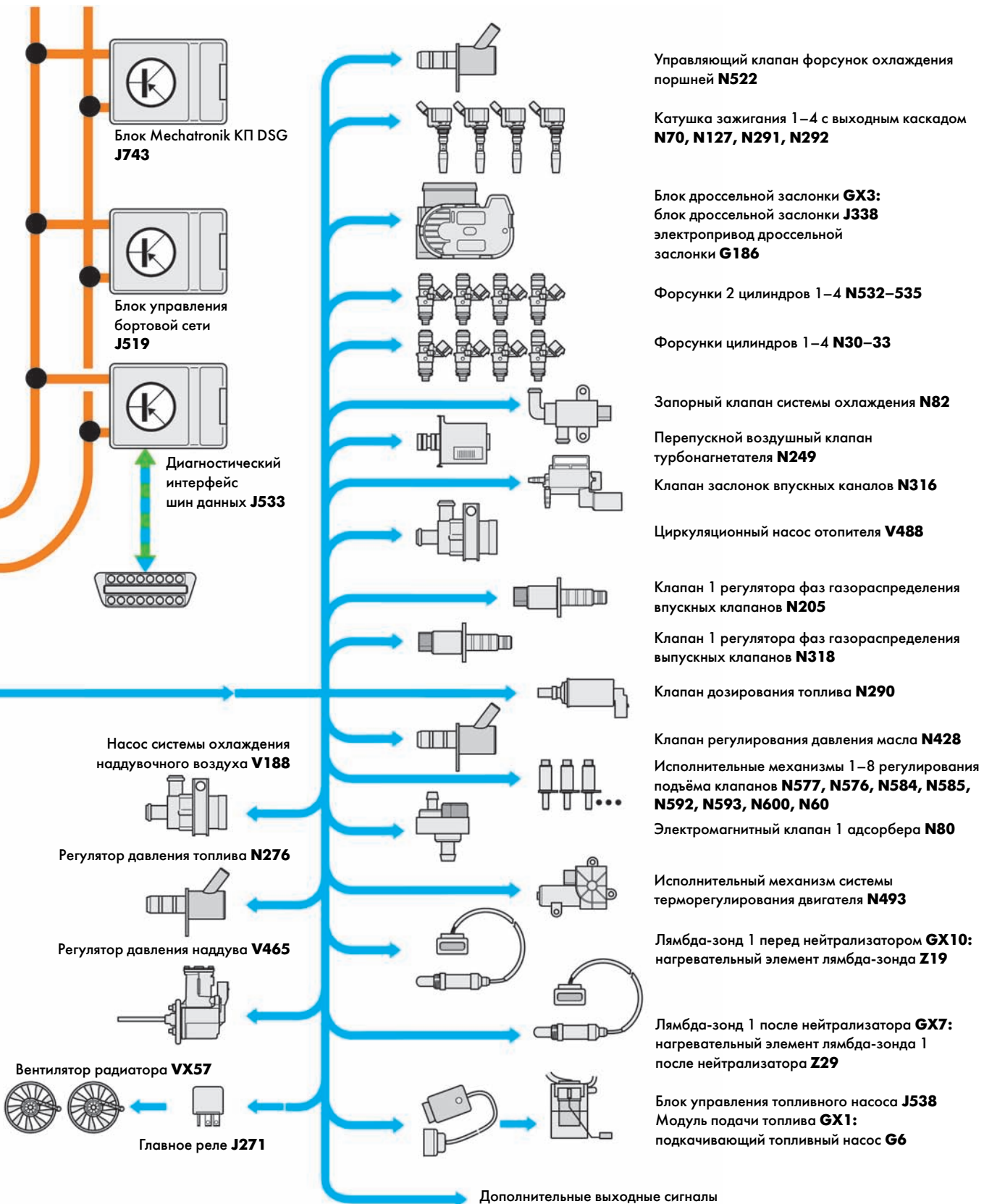
# Система управления двигателем

## Общая схема системы

### Датчики



## Исполнительные механизмы



s554\_077

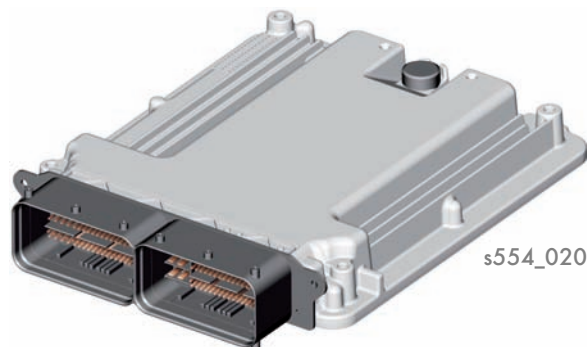
# Система управления двигателя

## Блок управления двигателя J623

Система управления двигателя имеет обозначение Bosch MG1: **Bosch** — марка блока управления, **M** — двигатель, **G** — бензиновый, **1** — процессор первого поколения.

В блоке управления двигателя применяется 32-битный четырёхъядерный процессор 300 МГц. Вычислительную работу выполняют два основных процессора. Ещё два ядра контролируют вычисления основных процессоров. За счёт этого блок управления имеет высокую вычислительную мощность и гибкость.

Эти свойства позволяют реализовать различные режимы работы, не достигая пределов производительности блока управления двигателя.



## Расходомер воздуха G70

Этот расходомер воздуха с распознаванием обратного потока измеряет массовый расход воздуха во впускном канале.

Он необходим, так как при оптимизированном цикле Миллера впускной клапан закрывается рано.

При этом всасываемый воздух устремляется от закрытого впускного клапана обратно во впускной канал.

Этот обратный поток воздуха измеряется с помощью функции распознавания обратного потока.



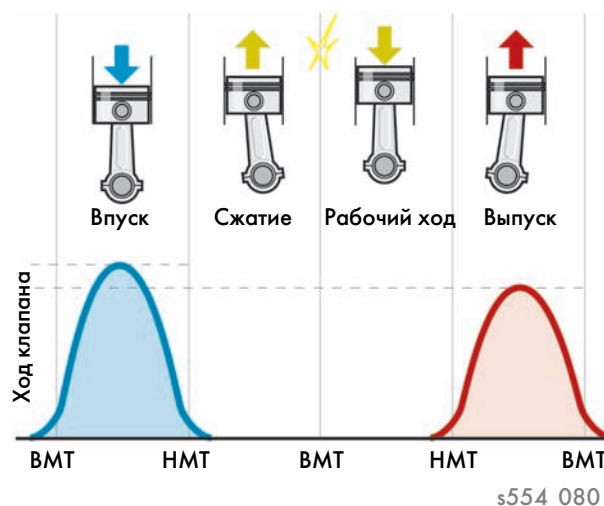
# 4-тактный процесс сгорания

## ОСНОВЫ

### 4-тактный цикл Отто

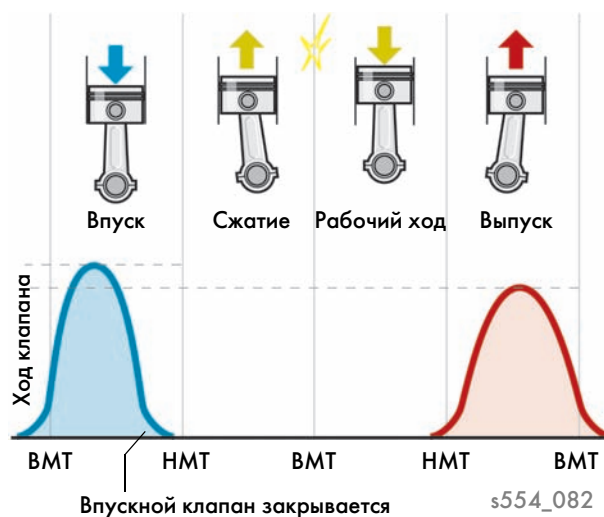
Чтобы повысить КПД бензиновых двигателей с изначальным 4-тактным циклом Николауса Августа Отто, в прошлом предлагались разные решения.

При этом основной идеей всегда было получение большей мощности от впрыскиваемой топливоздушной смеси.



### Цикл Миллера

Ральф Миллер оптимизировал процесс сгорания Отто и запатентовал свой цикл в 1947 году. При этом впускной клапан закрывается намного раньше достижения поршнем нижней мёртвой точки (НМТ). Это способствует увеличению рабочего пространства. При продолжении движения поршня вниз к НМТ происходят декомпрессия и остывание воздуха. После перехода НМТ воздух сжимается. За счёт этого КПД топливоздушной смеси повышается.



# Система управления двигателем

## Оптимизированный цикл Миллера от Volkswagen

В диапазоне частичных нагрузок двигатель 2,0 л TSI с оптимизированным циклом Миллера имеет улучшенные показатели расхода топлива и токсичности выбросов.

Специальная система на распредвале впускных клапанов в зависимости от нагрузки на двигатель производит переключение между коротким и длинным ходом клапанов. На холостом ходу и в диапазоне частичных нагрузок используется короткий ход клапанов. При высоких нагрузках происходит переключение на длинный ход клапанов. Кроме того, с помощью регуляторов фаз газораспределения изменяются фазы впуска и выпуска.

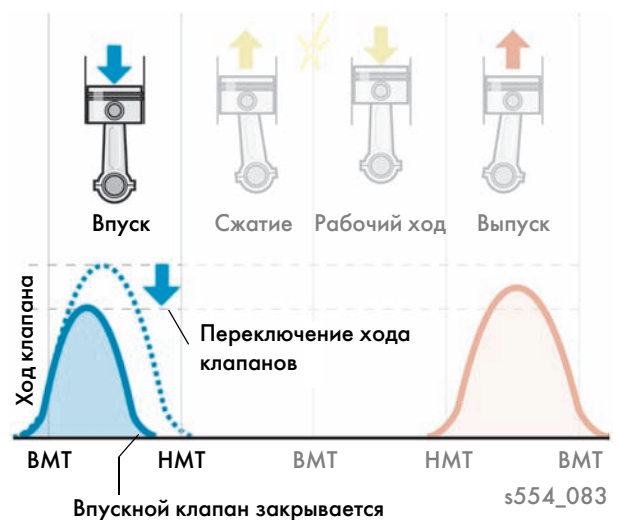
### Короткий ход клапанов в оптимизированном цикле

За счёт переключения на короткий ход клапанов впускной клапан — в сочетании с регулируемым сдвигом фаз газораспределения в «раннюю» сторону — закрывается перед НМТ. С этого момента до достижения НМТ свежая рабочая смесь подвергается декомпрессии и при этом остывает.

Эффект от уменьшения хода клапанов заключается ещё и в том, что уменьшается сечение впускного отверстия, вследствие чего повышается скорость потока воздуха. В результате улучшается перемешивание топливовоздушной смеси. Это поддерживается геометрией камеры сгорания.

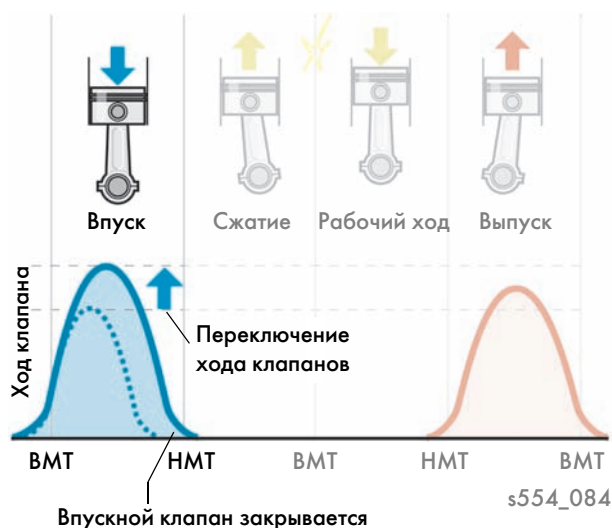
В итоге это приводит:

- к повышению КПД топливовоздушной смеси;
- к снижению расхода топлива;
- к сокращению выбросов вредных веществ.



## Длинный ход клапанов в цикле Отто

При высоких нагрузках происходит переключение на длинный ход клапанов. Вместе с регулируемым сдвигом фаз газораспределения в «позднюю» сторону впускной клапан закрывается после НМТ. За счёт этого увеличивается наполнение камеры сгорания и двигатель может развивать полную мощность.



## Режимы работы

### Холодный пуск двигателя

- Частота вращения двигателя повышается, фазы газораспределения изменяются, зажигание устанавливается на «поздно», и выполняется до трёх впрысков. Благодаря этому нейтрализатор быстрее прогревается до рабочей температуры.

### Фаза прогрева

- До температуры охлаждающей жидкости 70 °С послынный впрыск топлива (TSI) осуществляется от одного до трёх раз. В зависимости от частоты вращения, нагрузки и температуры происходит переключение в режим распределённого впрыска (MPI).

### Пуск прогретого двигателя

- На распредвале впускных клапанов работают кулачки малого профиля, т. е. используется короткий ход клапанов.
- При пуске двигателя в зависимости от его температуры впрыск топлива во время такта впуска и/или такта сжатия осуществляется однократно или многократно.

### Работа двигателя при рабочей температуре

- В зависимости от нагрузки — в оптимизированном цикле Миллера или в режиме полной нагрузки.

# Система управления двигателя

---

## **Работа двигателя в оптимизированном цикле Миллера**

- Новый процесс сгорания активен на холостом ходу и в диапазоне частичных нагрузок и благодаря взаимодействию различных факторов достигает более высокого КПД.
- На распредвале впускных клапанов работают кулачки малого профиля (короткий ход клапанов).
- До частоты вращения двигателя 2700 об/мин в диапазоне низких и частичных нагрузок впрыск топлива осуществляется форсунками MPI.
- Положение заслонок впускных каналов зависит от нагрузки и частоты вращения.
- Дроссельная заслонка открывается как можно больше.

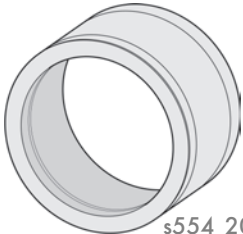

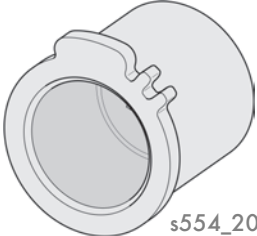
## **Работа двигателя при полной нагрузке**

- Распредвал впускных клапанов переключается на кулачки большого профиля, т. е. на длинный ход клапанов. При этом реализуется фаза впуска в  $170^\circ$  угла поворота коленвала.
- Заслонки впускных каналов в диапазоне полной нагрузки открыты.
- Впрыск топлива осуществляется в зависимости от характеристик, в режиме послойного впрыска (TSI).
- В зависимости от запрашиваемой мощности может осуществляться до трёх впрысков. При этом как количество впрыскиваемого топлива, так и момент соответствующего впрыска могут варьироваться.

## **Влияние выбора профиля движения на работу двигателя**

- Если автомобиль оснащён функцией выбора профиля движения, в различных профилях крутящий момент двигателя изменяется.

## Специальные инструменты

Обозначение	Инструмент	Применение
T40347 Монтажный инструмент для поршней	 s554_202	Для установки поршня.  Использовать для монтажа поршня стяжную ленту категорически запрещается, так как при этом можно повредить маслосъемное кольцо!
VAG1763/13 Резьбовой адаптер	 s554_203	Для проверки компрессии.
T10567	 s554_204	Для поворота распредвалов.

# Контрольные вопросы

---

## Какой из ответов правильный?

Из приведённых ответов правильными могут быть один или несколько вариантов.

### 1. Каковы особенности нового двигателя 2,0 л 132 кВт TSI?

- А. Увеличение давления впрыска до 350 бар.
- В. Блок управления двигателя с 8-ядерным процессором.
- С. Отвод картерных газов через балансирный вал.
- D. В цепном приводе удлинённая направляющая против перескакивания звеньев цепи через зубья звёздочек.

### 2. Как реализовано переключение хода клапанов на этом двигателе?

- А. Переключение хода впускных клапанов.
- В. Переключение хода выпускных клапанов.
- С. Переключение хода впускных и выпускных клапанов.

### 3. Что необходимо учитывать при установке трёхэлементного маслосъёмного кольца?

- А. Замки колец должны находиться друг над другом.
- В. Замки всех элементов кольца должны быть смещены друг от друга на 120°.
- С. Цветные метки на концах расширителя должны располагаться друг над другом.
- D. Концы расширителя не должны перекрываться.

### 4. При оптимизированном цикле Миллера от Volkswagen...

- А. с помощью переключения хода клапанов сокращается такт рабочего хода.
- В. с помощью переключения хода клапанов на более короткий ход сокращается фаза впуска.
- С. с помощью переключения хода клапанов на более короткий ход сокращается фаза выпуска.





