



# Бензиновые двигатели семейства EA211

Программа самообучения



# Оглавление

<b>1. Знакомство с бензиновыми двигателями MOV семейства EA211</b>	<b>5</b>
1.1 Модульная концепция бензиновых двигателей EA211 MOV	5
1.2 Двигатели семейства EA211 на автомобилях ŠKODA AUTO	7
<b>2. Технические характеристики двигателей</b>	<b>8</b>
2.1 Технические характеристики двигателей MPI 1,0 л 44/55 кВт и CNG 1,0 л 50 кВт	8
2.1.1 Внешняя скоростная характеристика двигателей MPI 1,0 л 44/55 кВт и CNG 1,0 л 50 кВт	9
2.2 Технические характеристики двигателей TSI 1,2 л 63/77 кВт	10
2.2.1 Внешняя скоростная характеристика двигателей TSI 1,2 л 63/77 кВт	11
2.3 Технические характеристики двигателя TSI 1,4 л 103 кВт	12
2.3.1 Внешняя скоростная характеристика двигателя TSI 1,4 л 103 кВт	13
2.4 Технические характеристики двигателя MPI 1,6 л 81 кВт	14
2.4.1 Внешняя скоростная характеристика двигателя MPI 1,6 л 81 кВт	15
<b>3. Механическая часть двигателей TSI 1,2 л и 1,4 л EA211</b>	<b>16</b>
3.1 Блок цилиндров	16
3.1.1 Блок цилиндров и составной масляный поддон	17
3.2 Кривошипно-шатунный механизм	18
3.3 Привод ГРМ и навесных агрегатов	21
3.3.1 Привод ГРМ зубчатым ремнём	21
3.3.2 Привод навесных агрегатов поликлиновым ремнём	23
3.4 Головка блока цилиндров	24
<b>4. Система охлаждения</b>	<b>25</b>
4.1 Контуры охлаждения блока цилиндров и ГБЦ	25
4.2 Другие контуры системы охлаждения	25
4.3 Схема системы охлаждения	26
4.4 Крепление термостатного модуля к ГБЦ и прохождение потоков ОЖ через ГБЦ и блок цилиндров	27
4.5 Охлаждение встроенного в ГБЦ выпускного коллектора	28
4.6 Термостат	29
4.7 Насос системы охлаждения	30
4.8 Охлаждение наддувочного воздуха	31
4.9 Контур охлаждения наддувочного воздуха	32
<b>5. Система впуска и турбонаддув</b>	<b>34</b>
5.1 Схема воздушных потоков	34
5.2 Турбонагнетатель	35
5.2.1 Смазка и охлаждение турбонагнетателя	36
<b>6. Системы вентиляции картера</b>	<b>37</b>
6.1 Отвод картерных газов	37
6.2 Активная вентиляция картера	40
<b>7. Система улавливания паров топлива</b>	<b>41</b>
<b>8. Система смазки двигателя</b>	<b>43</b>
8.1 Контур системы смазки	43
8.2 Масляный фильтр и масляный радиатор	44
8.3 Составной масляный поддон	45
8.4 Масляный насос	46
<b>9. Система питания</b>	<b>50</b>
9.1 Увеличение рабочего давления системы питания двигателей TSI	50
9.2 Контур высокого давления системы питания	50
<b>10. Датчик числа оборотов двигателя</b>	<b>52</b>
<b>11. Специальный инструмент/оборудование</b>	<b>54</b>

Указания по установке, снятию, ремонту и диагностике, а также подробная информация для пользователя приведены в диагностических тестерах VAS и сервисной литературе.

**Дата подписания в печать: 2/2014.**

Дальнейшее обновление данной программы самообучения не предусмотрено.



SP101\_00

# 1. Знакомство с бензиновыми двигателями MQB семейства EA211

Семейство двигателей EA211, созданное в рамках модульной платформы бензиновых двигателей MQB для поперечной установки, является частью новой концепции модульной поперечной платформы MQB. Двигатели EA211 будут устанавливаться на автомобилях различных марок концерна.

Семейство двигателей EA211 состоит из 3- и 4-цилиндровых модульных бензиновых двигателей: как атмосферных с впрыском во впускной коллектор (MPI), так и с турбонаддувом и непосредственным впрыском (TSI).



## 1.1 Модульная концепция бензиновых двигателей EA211 MQB

Двигатели EA211 разработаны в рамках модульной концепции, обеспечивающей большое разнообразие различных вариантов исполнения (в плане требуемой мощности, действующих в различных регионах экологических требований и т. п.).

Модульные компоненты двигателей EA211:

- модуль турбонагнетателя и нейтрализатора;
- впускной коллектор со встроенным интеркулером;
- модуль монолитной клапанной крышки со встроенными в неё распредвалами;
- модуль алюминиевого блока цилиндров с чугунными гильзами и ГБЦ с 4 клапанами на цилиндр и встроенным выпускным коллектором;
- модуль составного (из двух частей) масляного поддона со встроенным в него масляным фильтром;
- модуль привода ГРМ и привода навесных агрегатов;
- консоль опоры двигателя и кожуха привода ГРМ;
- модуль насоса системы охлаждения и блока термостатов;
- модуль очистки воздуха.

### Единообразное положение блока цилиндров и единообразное расположение стороны выпуска ОГ

Все двигатели EA211 имеют одинаковый угол наклона цилиндров 12° назад. Сторона выпуска ОГ также на всех двигателях обращена назад. Это делает возможной единообразную стыковку с другими модульными системами автомобиля (установка коробки передач, подключение выпускного тракта).

## Модули бензиновых двигателей семейства EA211



Модуль турбонагнетателя и нейтрализатора



Модуль впускного коллектора со встроенным интеркулером



Модуль клапанной крышки со встроенными в неё распредвалами



Модуль алюминиевого блока цилиндров с чугунными гильзами и ГБЦ с 4 клапанами на цилиндр и встроенным выпускным коллектором



Модуль составного (из двух частей) масляного поддона



Модуль привода ГРМ и модуль привода навесных агрегатов

SP101\_5

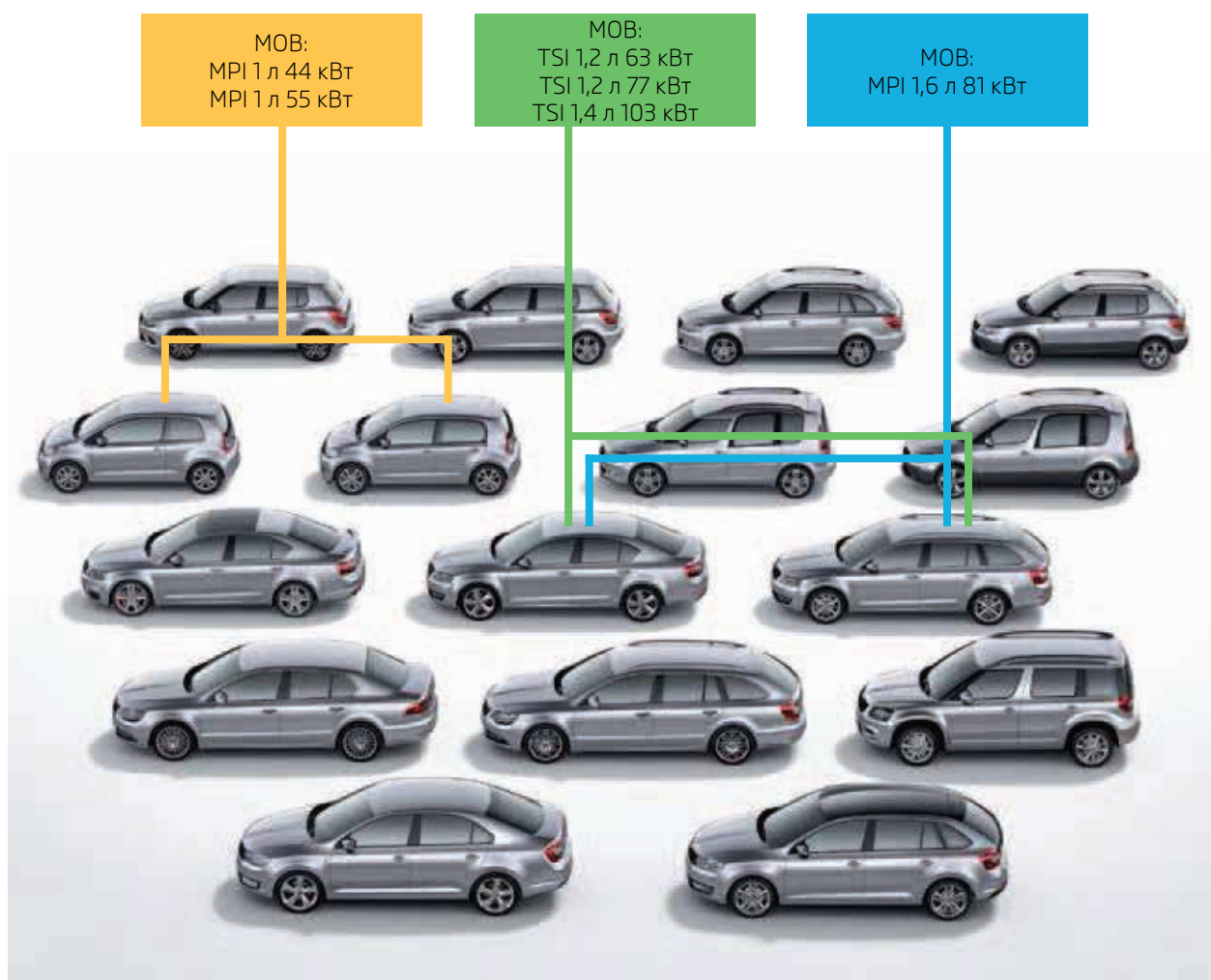
## 1.2 Двигатели семейства EA211 на автомобилях ŠKODA AUTO

В настоящий момент на автомобили ŠKODA AUTO устанавливаются следующие двигатели семейства EA211 с мощностью от 44 кВт до 103 кВт.\*

Наименьший объём в семействе EA211 имеет 3-цилиндровый двигатель MPI 1,0 л для модели ŠKODA Citigo. Агрегат выпускается в исполнениях с мощностью 44 кВт и 55 кВт. Кроме того, данный двигатель предлагается в исполнении для работы на альтернативном топливе (сжатом природном газе) — CNG 1,0 л 50 кВт. Двигатели TSI семейства EA211 являются 4-цилиндровыми и производятся в двух разных по рабочему объёму вариантах. Первый из них — TSI 1,2 л — имеет два разных по мощности исполнения: 63 кВт и 77 кВт. Второй вариант — TSI 1,4 л — обладает мощностью 103 кВт. Все эти три двигателя предлагаются для установки на автомобилях модельного ряда ŠKODA Octavia III.

На 5-й календарной неделе 2014 года начался также выпуск двигателя MOB MPI с рабочим объёмом 1,6 л и мощностью 81 кВт, предназначенного главным образом для рынков за пределами ЕС. Этот двигатель также будет устанавливаться на автомобилях модельного ряда ŠKODA Octavia III.

Двигатели семейства EA211 будут постепенно заменять двигатели более старого семейства EA111.



SP101\_1

\* Двигатели семейства EA211 на автомобилях ŠKODA AUTO на дату подписания данной программы самообучения в печать (2/2014).

## 2. Технические характеристики двигателей

### 2.1 Технические характеристики двигателей MPI 1,0 л 44/55 кВт и CNG 1,0 л 50 кВт

Параметры	Технические характеристики двигателей MPI 1,0 л/CNG 1,0 л		
	MPI 44 кВт (буквенное обозн.: CHYA)	MPI 55 кВт (буквенное обозн.: CHYB)	CNG 50 кВт* (буквенное обозн.: CPGA)
Конструкция	3-цил. бензиновый двигатель, впрыск во впускной коллектор, жидкостное охлаждение, два распредвала в клапанной крышке (DOHC), привод ГРМ зубчатым ремнём, для передней поперечной установки		
Число цилиндров	3	3	3
Рабочий объём	999 см <sup>3</sup>	999 см <sup>3</sup>	999 см <sup>3</sup>
Диаметр цилиндра	74,5 мм	74,5 мм	74,5 мм
Ход поршня	76,4 мм	76,4 мм	76,4 мм
Расстояние между осями соседних цилиндров	82 мм	82 мм	82 мм
Количество клапанов на цилиндр	4	4	4
Максимальная мощность	<b>44 кВт</b> при 5000-6000 об/мин	<b>55 кВт</b> при 6200 об/мин	<b>50 кВт**</b> при 6200 об/мин
Максимальный крутящий момент	<b>95 Н·м</b> при 3000-4300 об/мин	<b>95 Н·м</b> при 3000-4300 об/мин	<b>90 Н·м**</b> при 3000 об/мин
Степень сжатия	10,5 : 1	10,5 : 1	11,5 : 1
Система питания	Впрыск топлива во впускной коллектор, с электронным управлением		
Система смазки	Принудительная, с полнопоточным масляным фильтром		
Топливо	Неэтилированный бензин Премиум Евро-95	Неэтилированный бензин Премиум Евро-95	Сжатый природный газ (CNG) или неэтилированный бензин Премиум Евро-95
Экологический класс	Евро 5	Евро 5	Евро 5

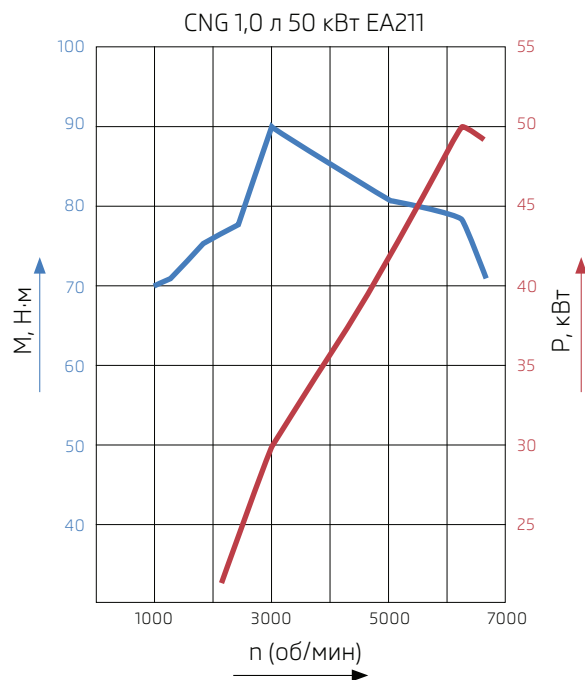
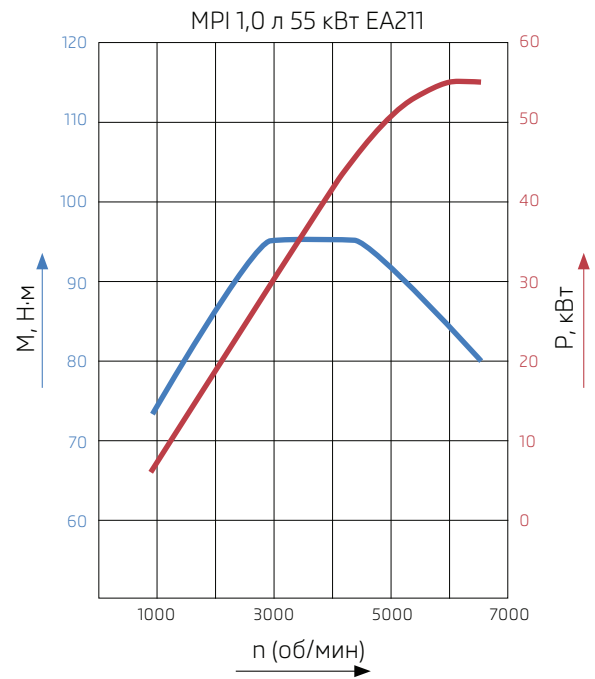
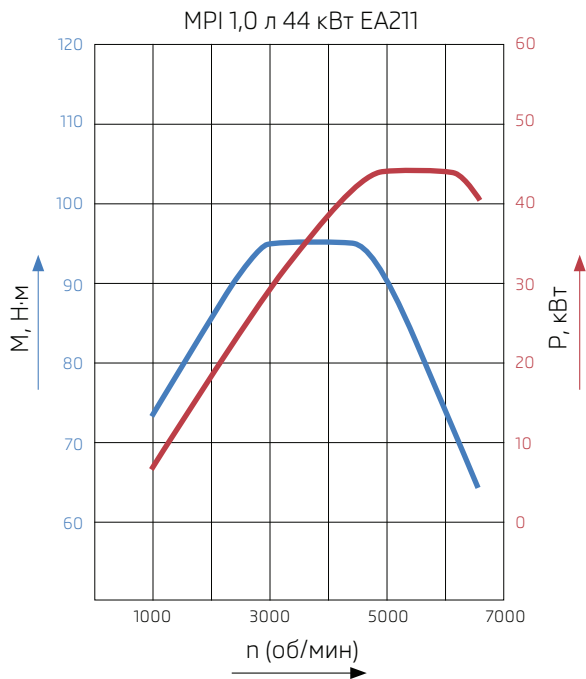
\* Более подробную информацию можно найти в программе самообучения 102.

\*\* Максимальные мощность и крутящий момент зависят от качества используемого природного газа.





## 2.1.1 Внешняя скоростная характеристика двигателей MPI 1,0 л 44/55 кВт и CNG 1,0 л 50 кВт



P — мощность, M — крутящий момент, n — число оборотов двигателя

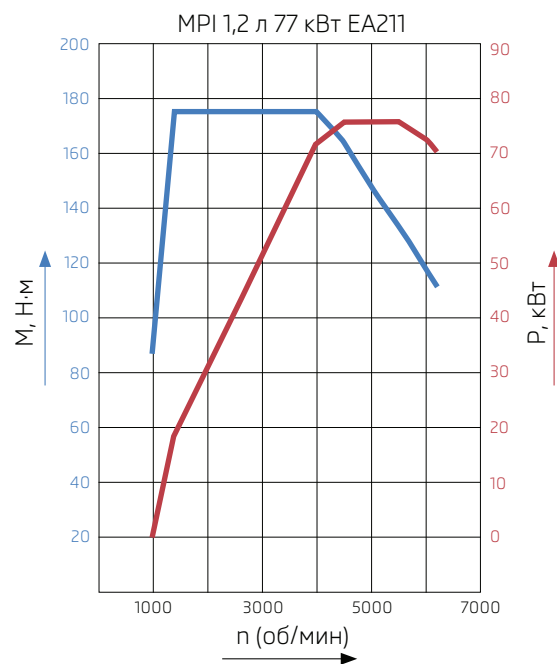
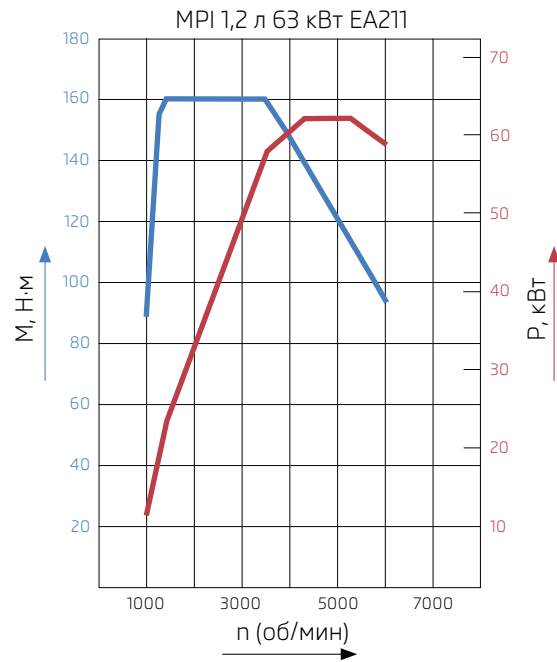
- крутящий момент
- мощность

## 2.2 Технические характеристики двигателей TSI 1,2 л 63/77 кВт

Параметры	Технические характеристики двигателей TSI 1,2 л	
	63 кВт (буквенное обозн.: CJZB)	77 кВт (буквенное обозн.: CJZA)
Конструкция	4-цил. рядный бензиновый двигатель, непосредственный впрыск топлива, турбоагнетатель, жидкостное охлаждение, два распредвала в клапанной крышке (DOHC), привод ГРМ зубчатым ремнём, для передней поперечной установки	
Число цилиндров	4	4
Рабочий объём	1197 см <sup>3</sup>	1197 см <sup>3</sup>
Диаметр цилиндра	71 мм	71 мм
Ход поршня	75,6 мм	75,6 мм
Расстояние между осями соседних цилиндров	82 мм	82 мм
Количество клапанов на цилиндр	4	4
Максимальная мощность	<b>63 кВт при 4300-5300 об/мин</b>	<b>77 кВт при 4500-5500 об/мин</b>
Максимальный крутящий момент	<b>160 Н·м при 1400-3500 об/мин</b>	<b>175 Н·м при 1400-4000 об/мин</b>
Степень сжатия	10,5 : 1	10,5 : 1
Система питания	Непосредственный впрыск топлива, с электронным управлением	
Система смазки	Принудительная, с полнопоточным масляным фильтром	
Топливо	Неэтилированный бензин Премиум Евро-95	
Экологический класс	Евро 5	Евро 5



## 2.2.1 Внешняя скоростная характеристика двигателей TSI 1,2 л 63/77 кВт



P — мощность, M — крутящий момент, n — число оборотов двигателя

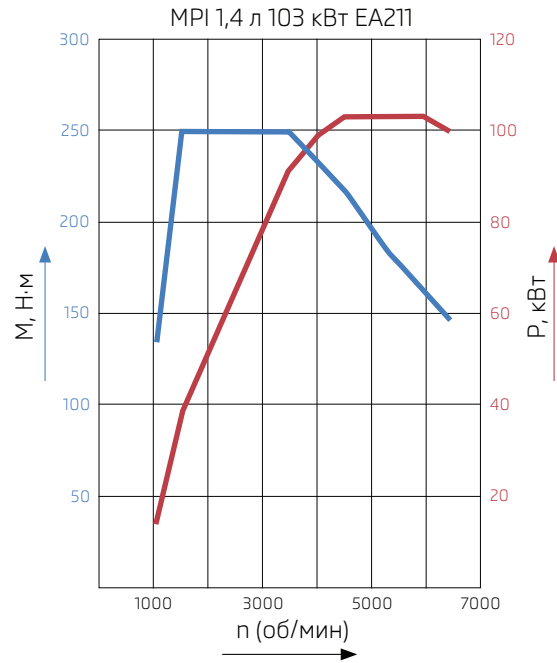
- крутящий момент
- мощность

## 2.3 Технические характеристики двигателя TSI 1,4 л 103 кВт

Параметры	TSI 1,4 л 103 кВт (буквенное обозн.: СHРА)
Конструкция	4-цил. рядный бензиновый двигатель, непосредственный впрыск топлива, турбонагнетатель, жидкостное охлаждение, два распредвала в клапанной крышке (DOHC), привод ГРМ зубчатым ремнём, для передней поперечной установки
Число цилиндров	4
Рабочий объём	1395 см <sup>3</sup>
Диаметр цилиндра	74,5 мм
Ход поршня	80,0 мм
Расстояние между осями соседних цилиндров	82 мм
Количество клапанов на цилиндр	4
Максимальная мощность	<b>103 кВт при 4500–6000 об/мин</b>
Максимальный крутящий момент	<b>250 Н·м при 1500–3500 об/мин</b>
Степень сжатия	10,5 : 1
Система питания	Непосредственный впрыск топлива, с электронным управлением
Система смазки	Принудительная, с полнопоточным масляным фильтром
Топливо	Неэтилированный бензин Премиум Евро-95
Экологический класс	Евро 5



### 2.3.1 Внешняя скоростная характеристика двигателя TSI 1,4 л 103 кВт



P — мощность, M — крутящий момент, n — число оборотов двигателя

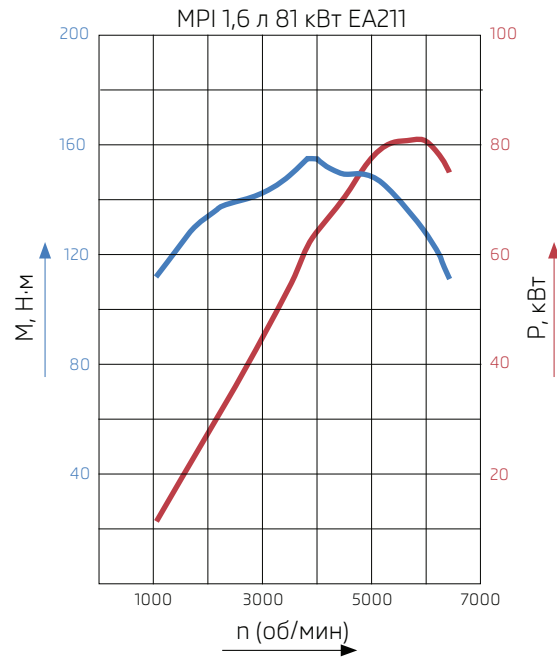
- крутящий момент
- мощность

## 2.4 Технические характеристики двигателя MPI 1,6 л 81 кВт

Параметры	MPI 1,6 л 81 кВт (буквенное обозн.: CWVA)
Конструкция	4-цил. рядный бензиновый двигатель, впрыск во впускной коллектор, жидкостное охлаждение, два распредвала в клапанной крышке (DOHC), привод ГРМ зубчатым ремнём, для передней поперечной установки
Число цилиндров	4
Рабочий объём	1598 см <sup>3</sup>
Диаметр цилиндра	76,5 мм
Ход поршня	86,9 мм
Расстояние между осями соседних цилиндров	82 мм
Количество клапанов на цилиндр	4
Максимальная мощность	<b>81 кВт при 5800 об/мин</b>
Максимальный крутящий момент	<b>155 Н·м при 3800-4000 об/мин</b>
Степень сжатия	10,5 : 1
Система питания	Впрыск топлива во впускной коллектор, с электронным управлением
Система смазки	Принудительная, с полнопоточным масляным фильтром
Топливо	Неэтилированный бензин Премиум Евро-95
Экологический класс	Евро 5



## 2.4.1 Внешняя скоростная характеристика двигателя MPI 1,6 л 81 кВт EA211



P — мощность, M — крутящий момент, n — число оборотов двигателя

- крутящий момент
- мощность

## 3. Механическая часть двигателей TSI 1,2 л и 1,4 л EA211

### 3.1 Блок цилиндров

Все блоки цилиндров с жидкостным охлаждением по схеме выполнения рубашек охлаждения в верхней части цилиндров (в месте установки ГБЦ) подразделяются на два типа:

- с открытыми рубашками и свободно стоящими цилиндрами (цилиндры соединены с блоком только в нижней своей части) — т. н. **Open Deck**;
- с закрытыми рубашками (цилиндры соединены с остальным блоком и в нижней, и в верхней части) — т. н. **Closed Deck**.

Блок цилиндров двигателей EA211 выполнен по схеме **Open Deck**, характеризующейся следующими признаками:

- Низкие затраты и простота изготовления (блок цилиндров из алюминиевого сплава изготавливается методом литья под давлением без песчаного стержня).
- Улучшается охлаждение термически наиболее нагруженной верхней части цилиндра по сравнению со схемой Closed Deck (очень эффективный теплоотвод из области поршневых колец).
- Блок цилиндров обладает меньшей по сравнению со схемой Closed Deck жёсткостью; значительная нагрузка на прокладку ГБЦ вследствие передачи механических усилий по деформации цилиндров (поэтому при данной схеме применяются металлические прокладки ГБЦ).
- В результате притягивания ГБЦ к блоку цилиндров гильзы цилиндров деформируются совсем незначительно (поршневые кольца хорошо адаптируются к такой минимальной деформации гильзы).

#### Гильзы цилиндров из серого чугуна

Гильзы цилиндров двигателей EA211 MPI 1,0 л и TSI 1,2 и 1,4 л отлиты так, что их поверхность с наружной стороны имеет **сильную шероховатость**. На двигателе EA211 MPI 1,6 л **шероховатость наружной поверхности достигается механической обработкой**. Шероховатость увеличивает площадь соприкосновения чугуна гильзы с материалом блока цилиндров.

#### Каналы в блоке цилиндров

В блоке цилиндров предусмотрены напорные и обратные каналы системы смазки и каналы системы вентиляции картера.



### 3.1.1 Блок цилиндров и составной масляный поддон

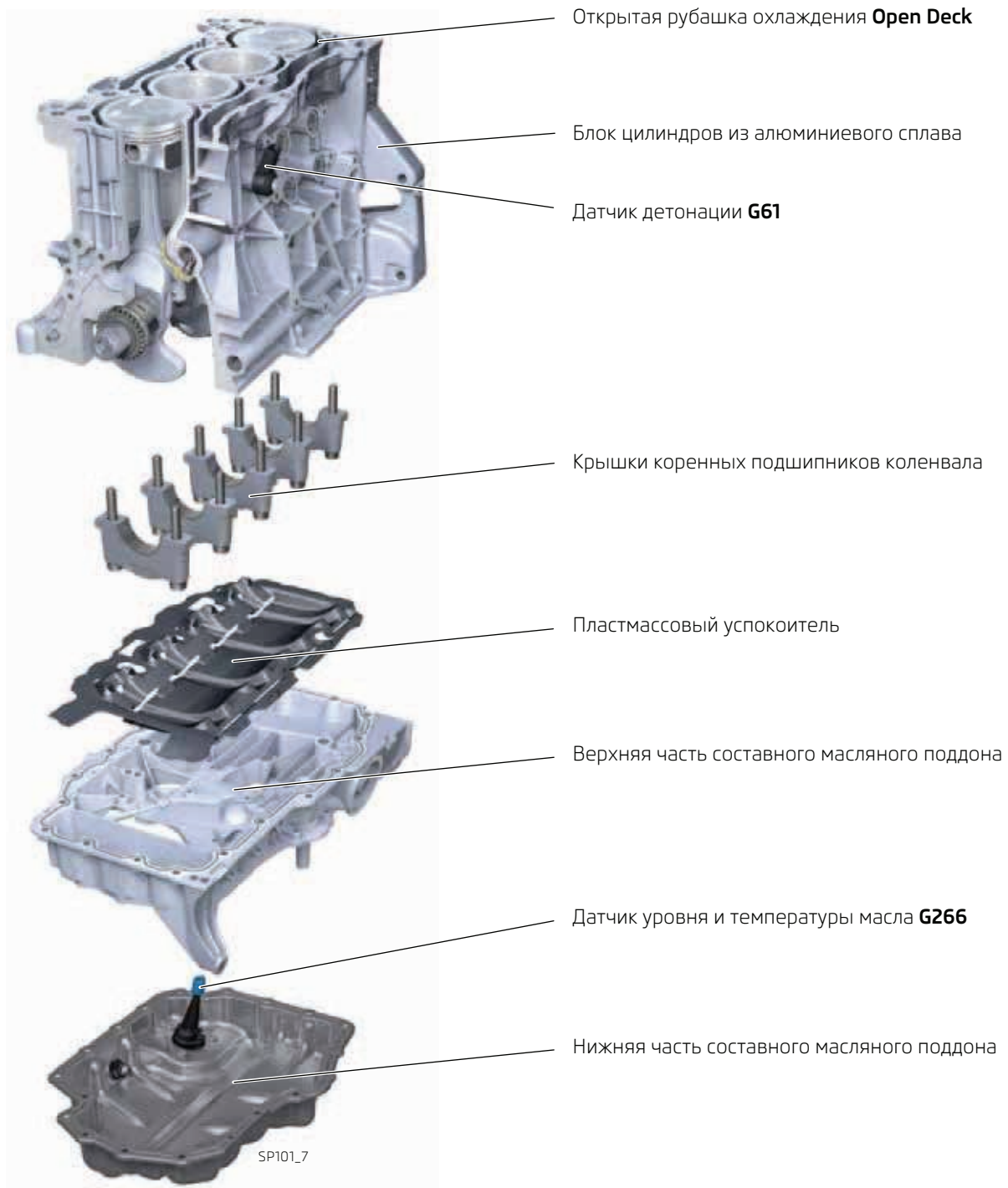
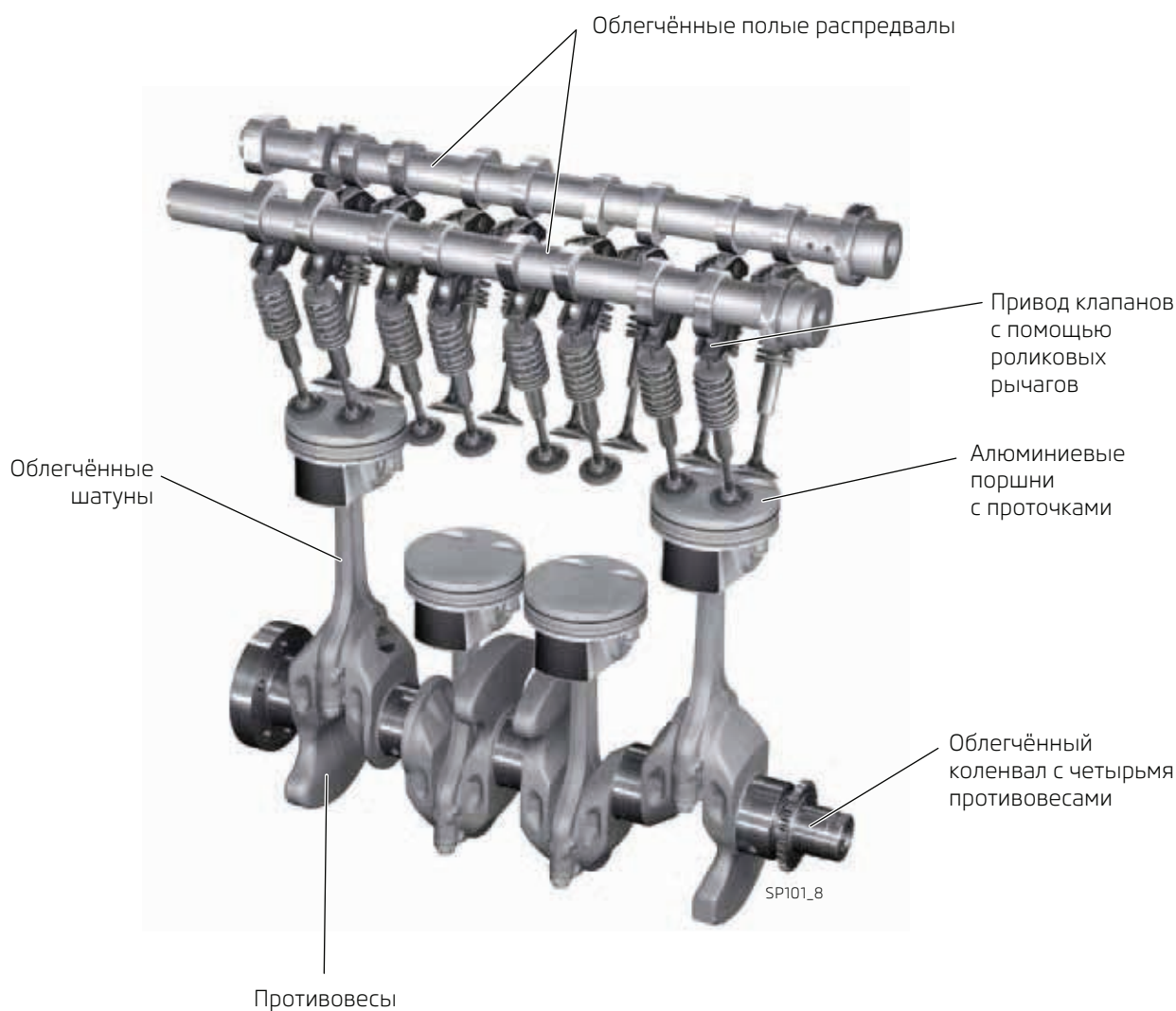


Иллюстрация соответствует двигателю TSI 1,4 л, оснащаемому составным масляным поддоном, состоящим из двух частей; варианты см. на стр. 45.

## 3.2 Кривошипно-шатунный механизм

При разработке кривошипно-шатунного механизма стояла задача добиться максимального сокращения его массы, потерь на трение и термических нагрузок.

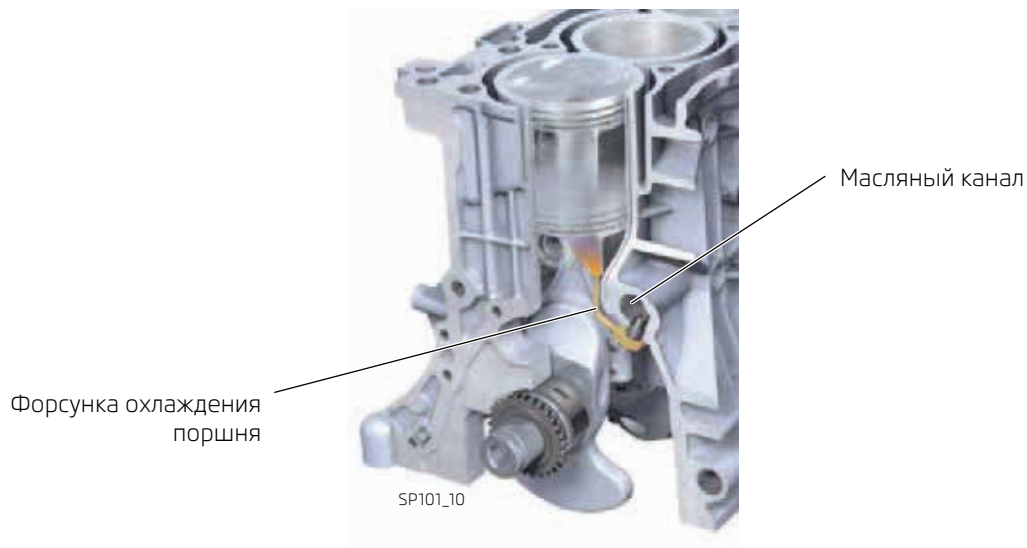
Коленвал является пятиопорным и был оптимизирован с точки зрения снижения массы, включая новые коренные и шатунные подшипники. Для уменьшения динамических нагрузок на коренные опоры в коленвале предусмотрено четыре противовеса. Поршни и шатуны также были модифицированы для максимального снижения их массы. Механизм газораспределения имеет два распредвала. Клапаны приводятся через роликовые рычаги. Автоматическая регулировка зазоров клапанов обеспечивается гидрокompенсаторами в опорах рычагов.



**Внимание!** Снимать коленвал (извлекать его из блока цилиндров) запрещается. Даже ослабление затяжки болтов крышек коренных подшипников вызывает деформацию постелей подшипников в блоке цилиндров. Актуальную информацию по этому вопросу см. в сервисной литературе.

## Охлаждение поршней

Поршни выполнены из алюминиевого сплава, что обеспечивает хороший теплоотвод. Для снижения термических нагрузок поршни охлаждаются снизу маслом, разбрызгиваемым специальными форсунками.



## Днище поршня

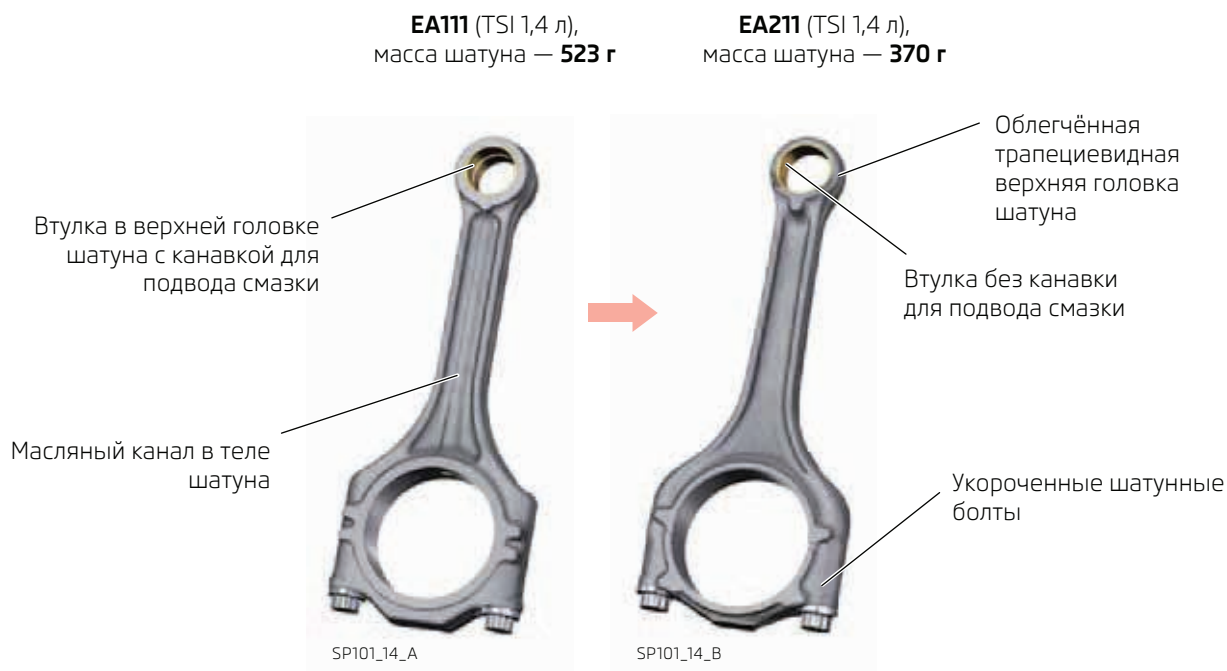
Днище алюминиевого поршня плоское, с двумя или четырьмя выемками под клапаны — в зависимости от варианта двигателя:

- **МРІ 1,0 л, МРІ 1,6 л и ТSI 1,2** — 2 выемки для впускных клапанов;
- **ТSI 1,4 л** — 4 выемки: 2 для впускных и 2 для выпускных клапанов.



## Сравнение шатунов EA111 и EA211

Новые шатуны были оптимизированы в плане уменьшения массы, на них также используются более короткие болты крепления крышек. Масло для смазки поршневых пальцев на двигателях семейства EA211 не подаётся теперь по каналам в шатунах, как это делалось на двигателях EA111. Смазка пальцев обеспечивается теперь маслом, разбрызгиваемым на поршень снизу для его охлаждения, см. стр. 19 (Охлаждение поршней).



### 3.3 Привод ГРМ и навесных агрегатов

Привод распредвалов производится посредством зубчатого ремня, привод навесных агрегатов — с помощью поликлинового ремня.

#### 3.3.1 Привод ГРМ зубчатым ремнём

Привод распредвалов осуществляется ремённой передачей с зубчатым ремнём и автоматическим натяжным роликом. Благодаря своим буртикам, этот ролик выполняет также направляющую функцию.

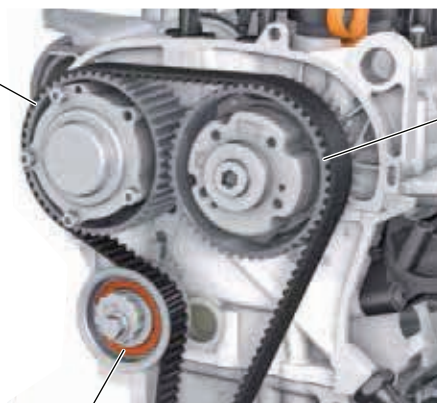
##### Зубчатый ремень

Однорядный зубчатый ремень шириной 20 мм со стекловолоконным армированием и тефлоновым покрытием (PTFE — политетрафторэтилен) для повышения стойкости к износу. Долговечность ремня обеспечивает его работу в течение всего срока службы двигателя. Ремень не требует обслуживания или периодической замены.



**Контроль зубчатого ремня: первый раз — при пробеге 240 000 км, после этого — каждые 30 000 км.**

Зубчатый шкив  
распредвала выпускных  
клапанов



Зубчатый шкив  
распредвала впускных  
клапанов

Двигатель TSI 1,4 л

SP101\_11

Натяжной ролик  
с направляющими буртиками

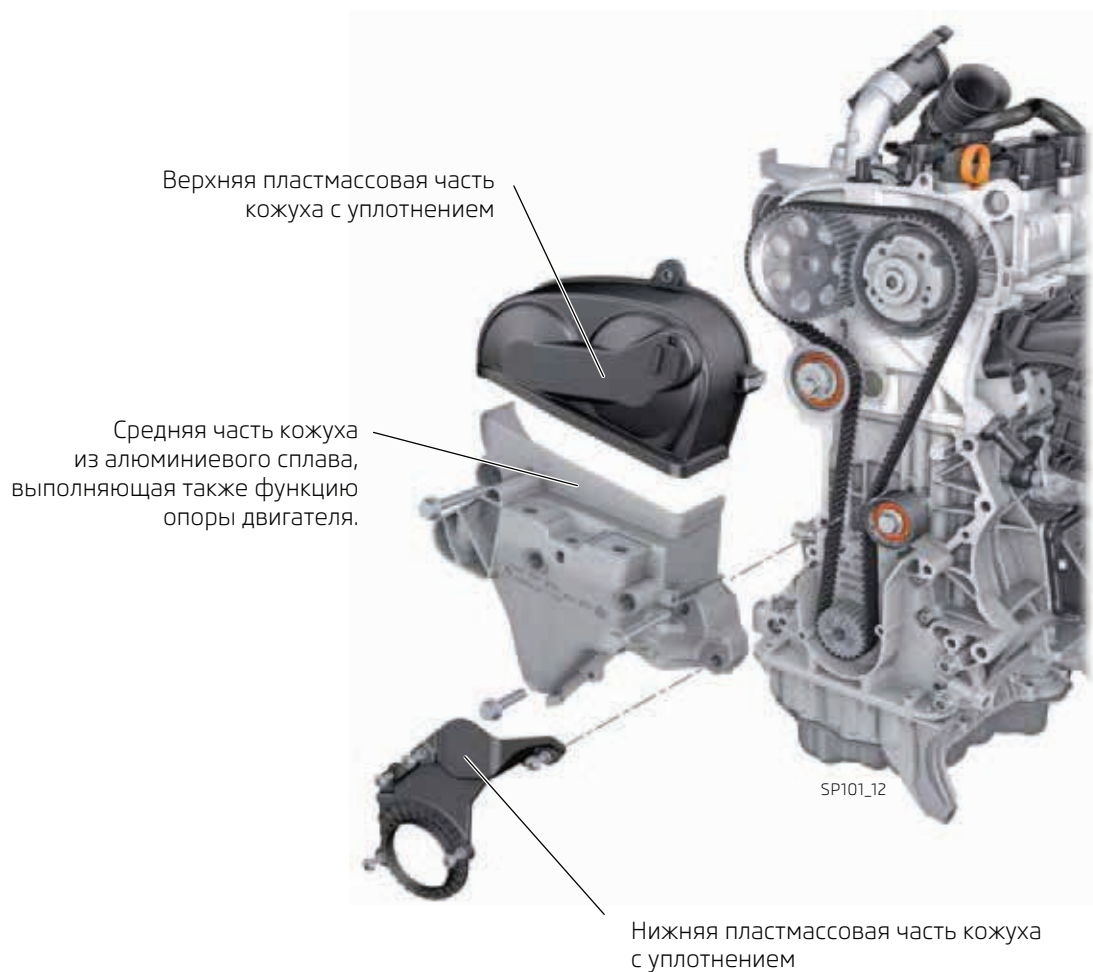
## Привод масляного насоса

На двигателе TSI 1,4 л EA211 насос приводится коленвалом через цепную передачу. На двигателях MPI 1,0 л, TSI 1,2 л и MPI 1,6 л EA211 масляный насос приводится непосредственно коленвалом — см. стр. 46 данной программы самообучения.

## Кожух зубчатого ремня

Кожух предотвращает попадание в механизм ремённой передачи грязи и пыли, увеличивая тем самым его срок службы. Кожух состоит из трёх частей.

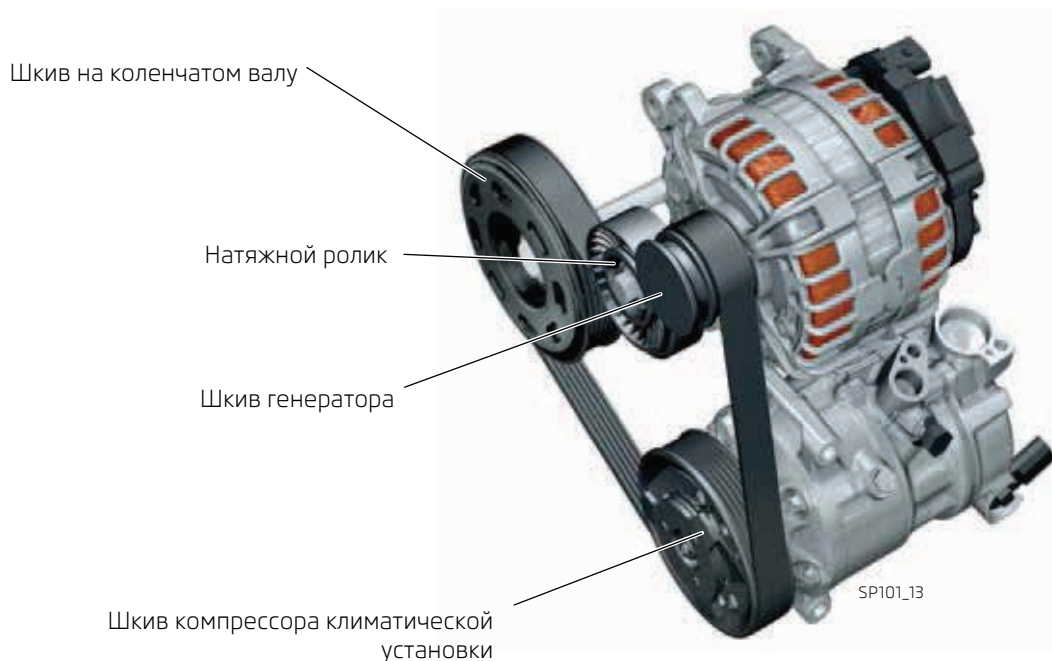
Нижняя и верхняя части кожуха пластмассовые. Средняя часть из массивного литого алюминия также выполняет функцию опоры двигателя.



**Для снятия зубчатого ремня (например, чтобы снять клапанную крышку) демонтировать опору двигателя необязательно. Натяжение зубчатого ремня возможно после снятия пластмассовых частей кожуха.**

### 3.3.2 Привод навесных агрегатов поликлиновым ремнём

Привод генератора и компрессора климатической установки (последнее — на автомобилях с климатической установкой) осуществляется от коленвала с помощью **поликлинового ремня**. Надлежащее натяжение поликлинового ремня обеспечивается натяжным роликом.



#### Установка генератора без компрессора климатической установки

В автомобилях без климатической установки передача поликлиновым ремнём применяется только для привода генератора. Меньшие усилия в передаче в этом случае позволяют использовать эластичный, растягивающийся ремень и отказаться за счёт этого от натяжного ролика.

#### Установка навесных агрегатов

Из соображений компактности силового агрегата генератор и компрессор климатической установки крепятся болтами непосредственно к блоку цилиндров и масляному поддону.



**Контроль поликлинового ремня привода генератора и компрессора климатической установки: после 3 лет или 60 000 км, после этого — через каждые 2 года или 60 000 км.**

### 3.4 Головка блока цилиндров

Головка блока цилиндров изготовлена по схеме с 4 клапанами на цилиндр. Свеча зажигания находится в центре «звезды» клапанов. Головка блока цилиндров отлита из алюминиевого сплава и включает в себя встроенный выпускной коллектор. Два распредвала установлены в модуле клапанной крышки. Один распредвал приводит впускные клапаны, а другой — выпускные. Прокладка между головкой блока цилиндров и клапанной крышкой металлическая.

**От распредвалов приводятся также топливный насос высокого давления и насос системы охлаждения:**

- Топливный насос высокого давления приводится от распредвала впускных клапанов.
- Насос системы охлаждения приводится от распредвала выпускных клапанов.

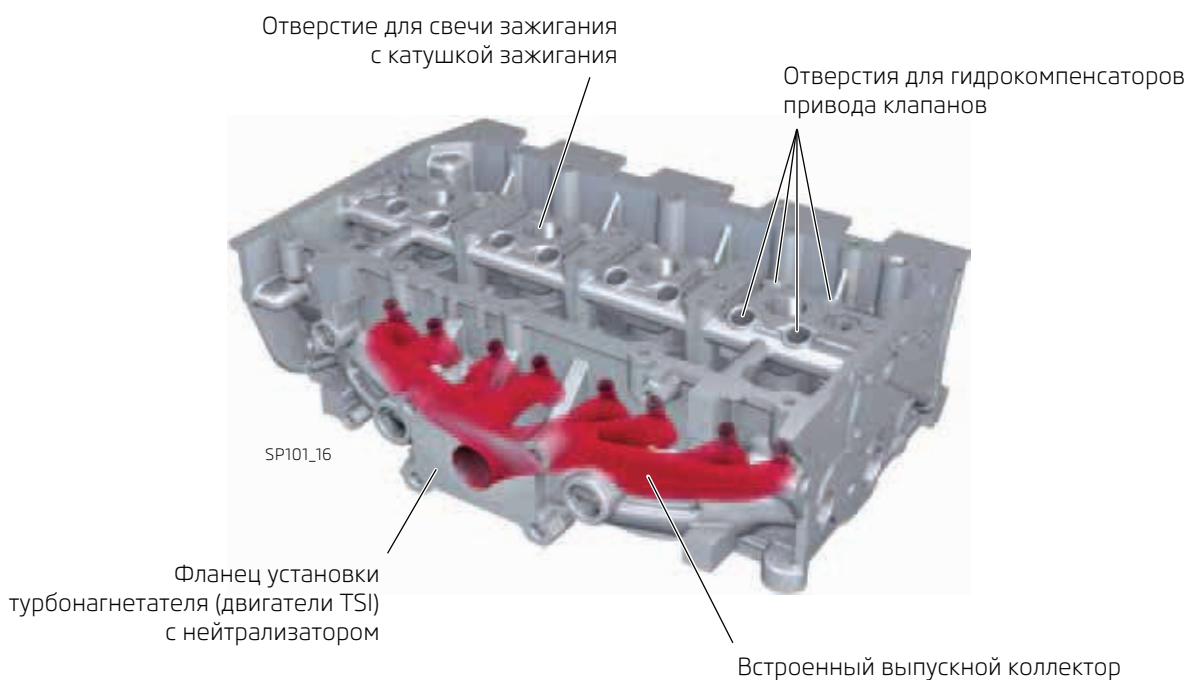
Варианты регулирования фаз газораспределения:

1,0 л MPI — регулятор фаз газораспределения только на распредвале впускных клапанов (1 датчик положения распредвала (датчик Холла)).

1,2 л TSI — регулятор фаз газораспределения только на распредвале впускных клапанов (1 датчик положения распредвала (датчик Холла)).

1,4 л TSI — регулятор фаз газораспределения на обоих распредвалах (2 датчика положения распредвалов (датчики Холла)).

1,6 л MPI — регулятор фаз газораспределения только на распредвале впускных клапанов (1 датчик положения распредвала (датчик Холла)).



#### **Выпускной коллектор, встроенный в головку блока цилиндров**

Выпускной коллектор выполнен как часть головки блока цилиндров. Четыре выпускных канала от цилиндров сводятся вместе в одном центральном фланце. На этот фланец на двигателях TSI EA211 устанавливается модуль из турбонагнетателя и нейтрализатора (на двигателях MPI — только нейтрализатор).

Такая схема способствует быстрому прогреву холодного двигателя. Это означает снижение расхода топлива и уменьшение вредных выбросов. Кроме того, отказ от отдельного выпускного коллектора позволил уменьшить суммарную массу конструкции на 2 кг.



## 4. Система охлаждения

### 4.1 Контуры охлаждения блока цилиндров и ГБЦ

Система охлаждения двигателей семейства EA211 построена по совершенно новой схеме, предусматривающей два следующих контура охлаждения:

- контур охлаждения ГБЦ;
- контур охлаждения блока цилиндров.

Работа этих двух контуров охлаждения управляется термостатным модулем, включающим в себя насос системы охлаждения и два термостата. Насос приводится отдельным зубчатым ремнём от шкива на распредвале выпускных клапанов. Термостатный модуль (насос с термостатами и распределительным приводом) установлен непосредственно на торце ГБЦ.

#### Начало циркуляции в малом контуре охлаждения

Когда охлаждающая жидкость нагревается до температуры **80 °C** (MPI) или **87 °C** (TSI), открывается термостат 1 и охлаждающая жидкость начинает поступать от насоса на головке блока цилиндров в малый контур охлаждения. Поперечная схема потока охлаждающей жидкости через головку блока цилиндров обеспечивает равномерное охлаждение ГБЦ. Благодаря каналам охлаждения в головке блока цилиндров, осуществляется также охлаждение встроенного выпускного коллектора.

#### Начало циркуляции в большом контуре охлаждения

Когда температура охлаждающей жидкости достигает **105 °C**, открывается термостат 2 и охлаждающая жидкость начинает циркулировать через блок цилиндров по большому контуру, включающему в себя основной радиатор системы охлаждения («высокотемпературный» радиатор). Оба контура открыты одновременно.

### 4.2 Другие контуры системы охлаждения

#### Охлаждение наддувочного воздуха

В результате сжатия в турбонагнетателе воздух во впускном тракте нагревается. Поскольку такой нагрев нежелателен, воздух требуется дополнительно охлаждать. Для охлаждения наддувочный воздух пропускается через встроенный во впускной коллектор интеркулер. Интеркулер представляет собой воздушно-жидкостный теплообменник, включённый в контур системы охлаждения двигателя.

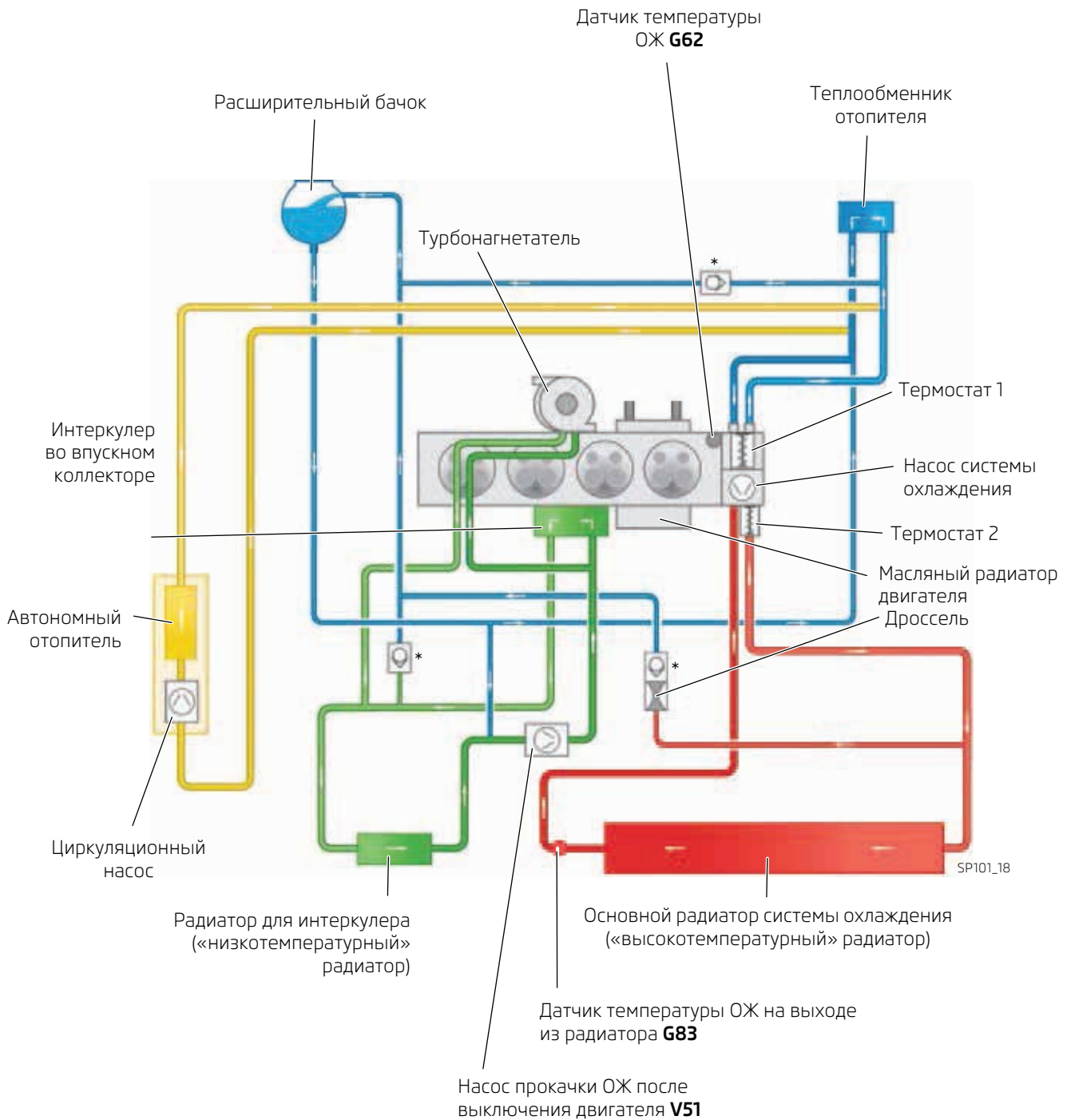
#### Масляный радиатор двигателя

Поток масла в контуре системы смазки двигателя проходит через масляный радиатор, также включённый в контур системы охлаждения двигателя. Таким образом, тепло от масла двигателя переходит в охлаждающую жидкость, которая затем отдаёт его в жидкостно-воздушном радиаторе.

#### Автономный отопитель

В некоторых комплектациях автомобиля в контур системы охлаждения могут быть также включены автономный отопитель или радиатор ATF автоматической коробки передач.

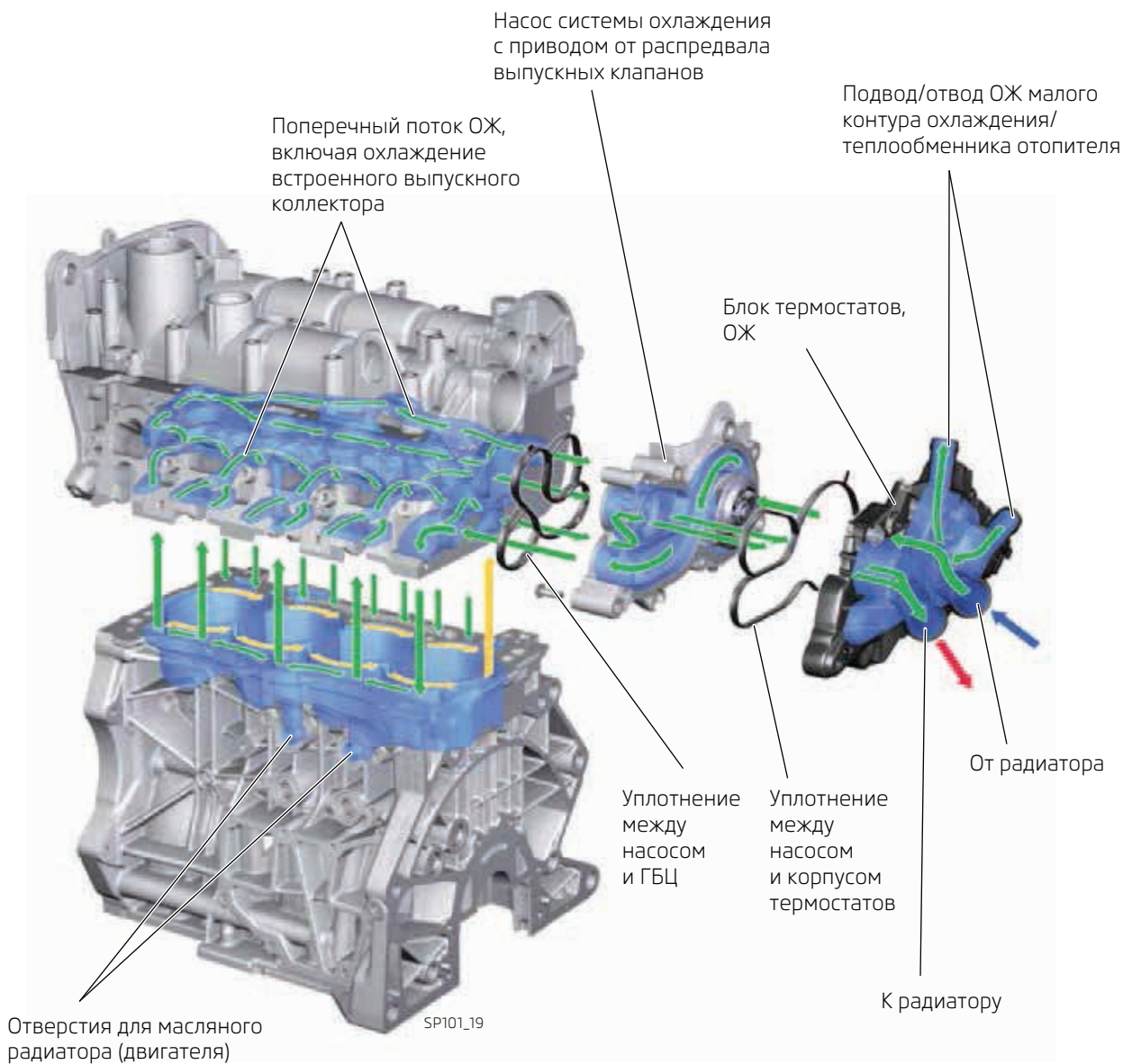
### 4.3 Схема системы охлаждения



\* Обратные клапаны.

- низкотемпературный контур для охлаждения интеркулера
- большой контур — контур охлаждения блока цилиндров
- малый контур — контур охлаждения ГБЦ
- контур автономного отопителя

#### 4.4 Крепление термостатного модуля к ГБЦ и прохождение потоков ОЖ через ГБЦ и блок цилиндров



#### Крепление термостатного модуля к ГБЦ

Блок термостатов свинчивается с насосом системы охлаждения. После этого термостатный модуль в сборе крепится болтами непосредственно к ГБЦ. Герметичность стыков деталей обеспечивается уплотнениями из синтетического эластомера EPDM (этилен-пропиленовый каучук). Одно уплотнение находится между насосом системы охлаждения и ГБЦ, второе — между насосом и блоком термостатов.

## Организация потоков ОЖ в ГБЦ и в блоке цилиндров

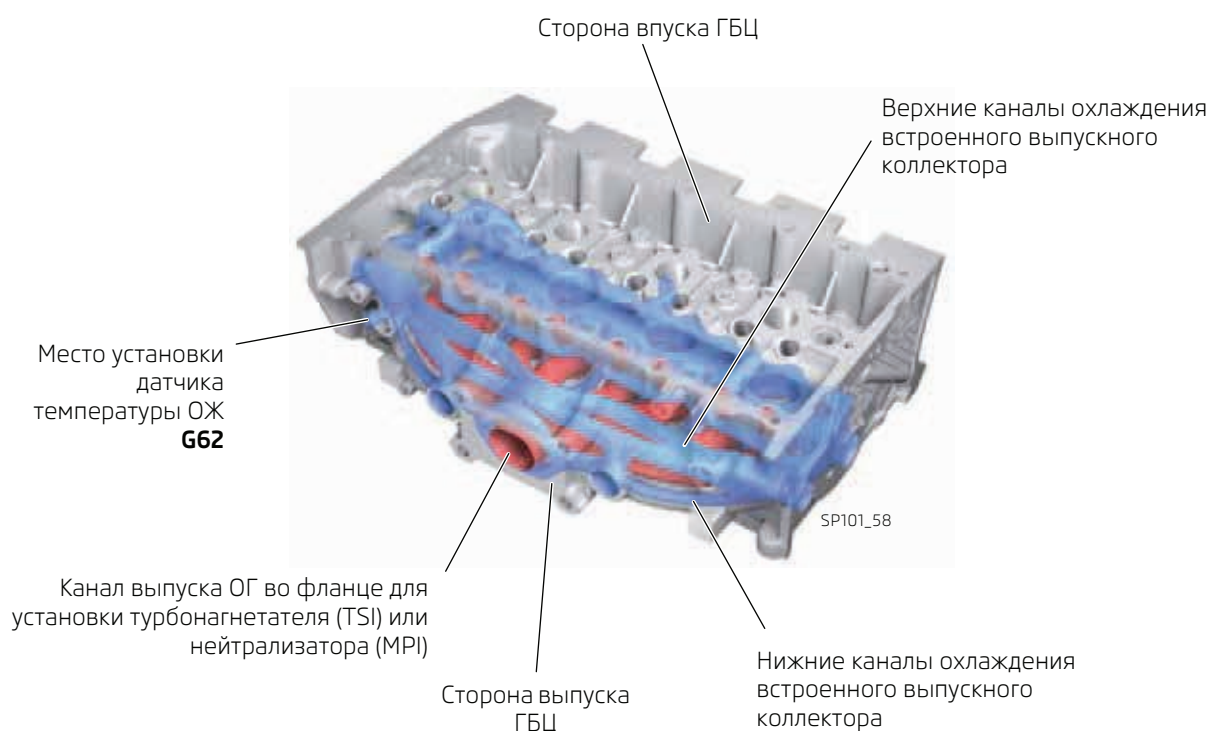
Охлаждающая жидкость протекает вокруг камер сгорания в ГБЦ в поперечном направлении — от стороны впуска к стороне выпуска. После этого она разделяется на два потока: один проходит над и один под выпускным коллектором. Протекая по многочисленным каналам, охлаждающая жидкость отводит от их стенок тепло. Из ГБЦ охлаждающая жидкость попадает в блок термостатов.

Такая схема имеет несколько преимуществ:

- На холодном двигателе охлаждающая жидкость получает тепло от ОГ в выпускном коллекторе, благодаря чему нагревается быстрее. Двигатель быстрее прогревается до рабочей температуры. В результате уменьшается расход топлива, а в холодное время быстрее прогревается салон.
- Так как наружный выпускной коллектор отсутствует, нейтрализатор находится очень близко к двигателю и быстрее прогревается до своей рабочей температуры, несмотря на охлаждение встроенного выпускного коллектора.
- Жидкостное охлаждение выпускного коллектора позволяет увеличить интенсивность охлаждения при максимальных нагрузках и расширить диапазон, в котором двигатель может работать с наиболее экономичным и экологичным соотношением смеси  $\lambda = 1$ . Уменьшение расхода топлива в диапазоне максимальных нагрузок составляет в результате до 20 % по сравнению с двигателями с отдельным наружным выпускным коллектором.

## 4.5 Охлаждение встроенного в ГБЦ выпускного коллектора

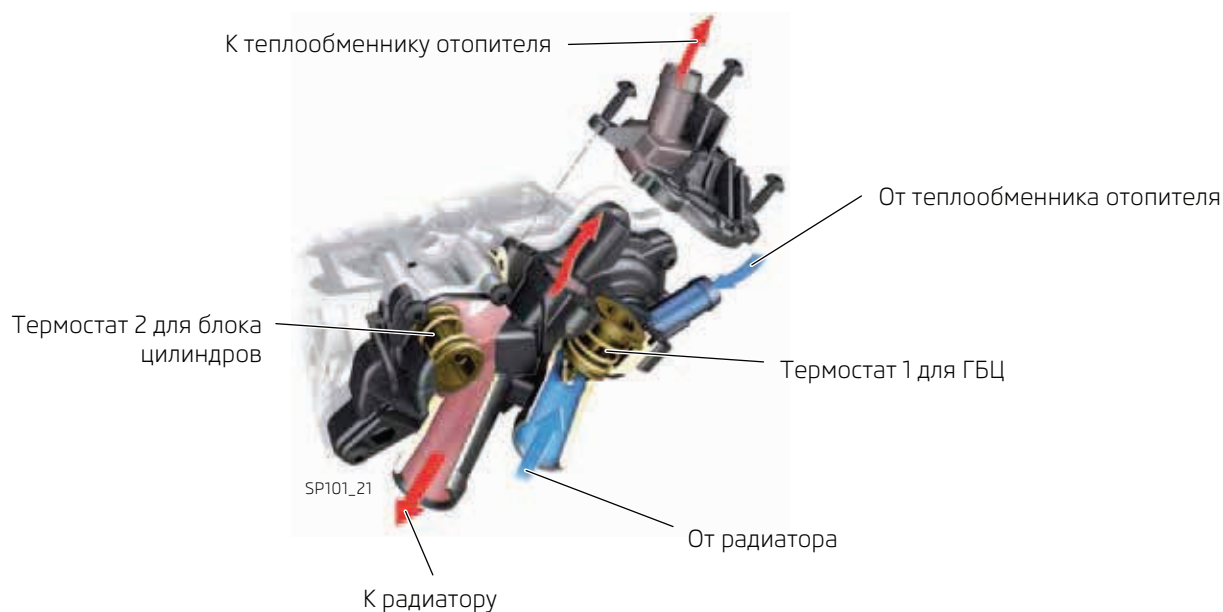
Для обеспечения эффективного охлаждения каналы охлаждающей жидкости проходят как под, так и над выпускным коллектором.



**Для защиты двигателя и, прежде всего, ГБЦ от перегрева в точке наиболее высокой температуры, рядом с выпускным коллектором, устанавливается датчик температуры ОЖ G62.**

## 4.6 Термостат

Термостаты установлены в общем корпусе (блоке), который расположен на ГБЦ. В этом блоке находятся два термостата, обеспечивающие 2-контурное охлаждение.



### Термостат 1

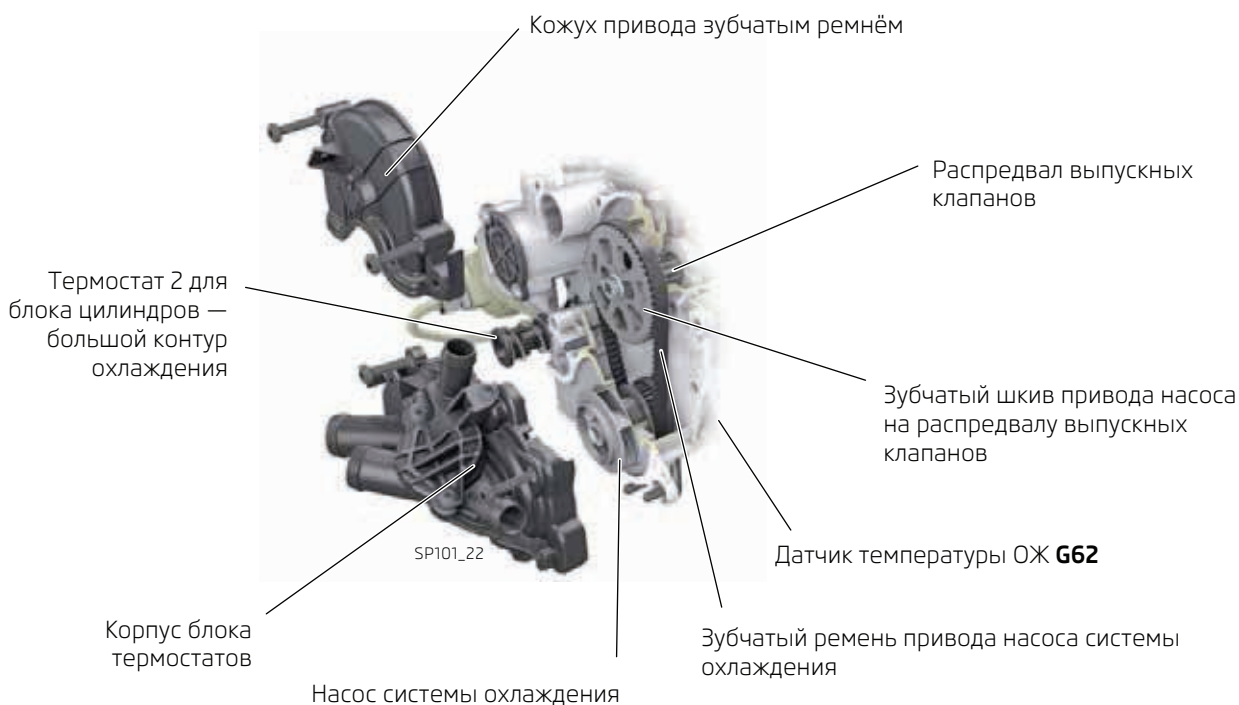
Открывается при 80 °C (MPI) или 87 °C (TSI) и открывает канал от радиатора к насосу системы охлаждения.

### Термостат 2

Открывается при 105 °C и открывает канал, по которому нагретая ОЖ из блока цилиндров может поступать в радиатор системы охлаждения. Тем самым вся система охлаждения оказывается открытой.

## 4.7 Насос системы охлаждения

Насос системы охлаждения образует с блоком термостатов единый модуль, который крепится болтами к ГБЦ. Соединения этого модуля с каналами системы охлаждения герметизируются уплотнениями из синтетического эластомера EPDM (этилен-пропиленовый каучук). Одно уплотнение находится между корпусом насоса и ГБЦ, второе — между корпусом насоса и блоком термостатов, см. рис. SP101\_19.



Насос системы охлаждения приводится отдельным зубчатым ремнём от шкива на распредвале выпускных клапанов. Этот привод расположен в двигателе со стороны коробки передач и не требует обслуживания. В случае замены насоса системы охлаждения он также должен быть заменён.

## 4.8 Охлаждение наддувочного воздуха

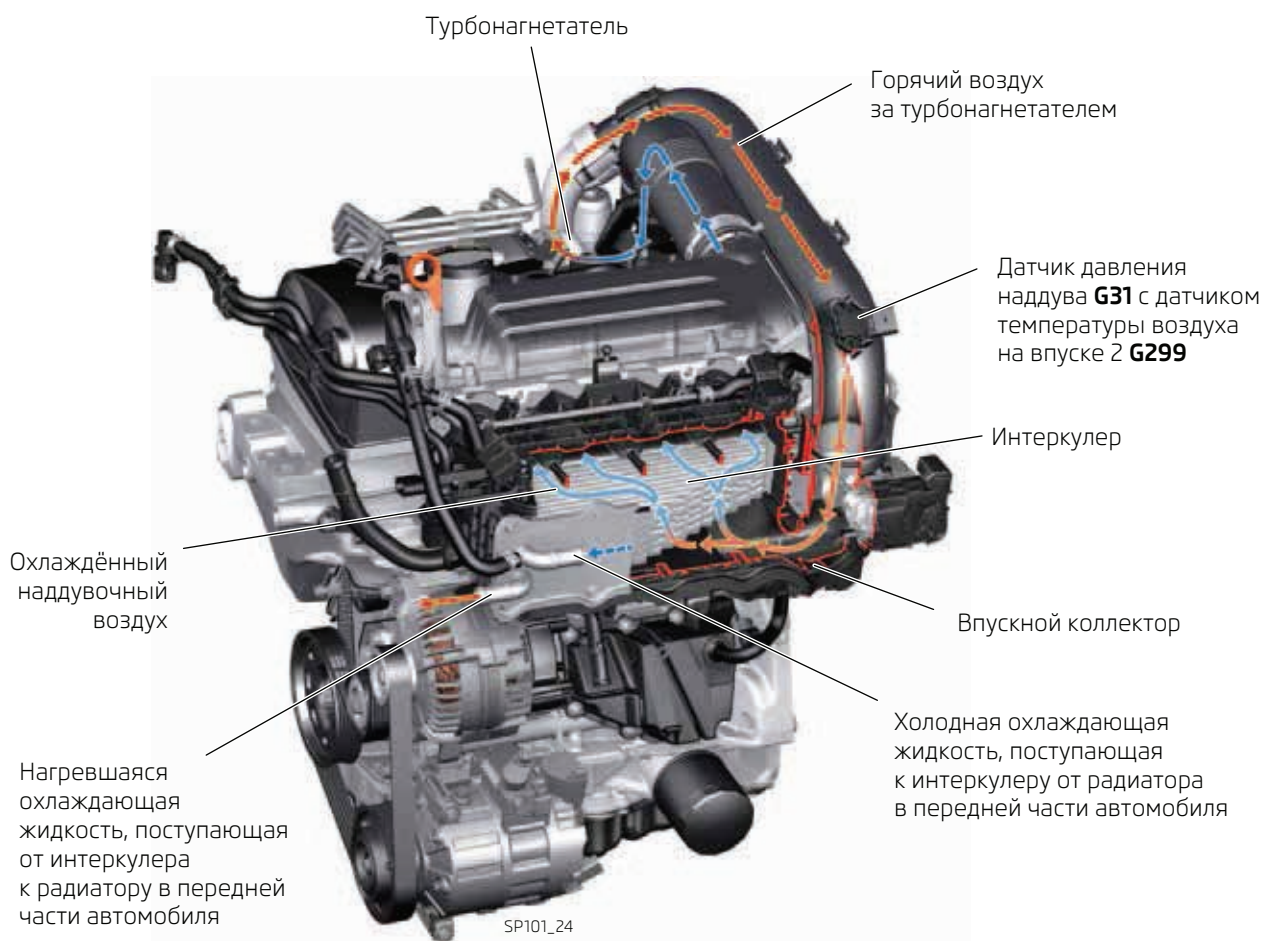
Воздух, проходящий через турбонагнетатель, в результате сжатия нагревается (помимо этого, воздух нагревается также вследствие высокой температуры турбонагнетателя). Температура сжатого воздуха за турбонагнетателем может достигать до 200 °С.

Нагретый наддувочный воздух имеет меньшую плотность — это означает, что в цилиндры будет попадать меньше кислорода. При охлаждении до температуры, чуть большей, чем температура окружающей среды, плотность воздуха увеличивается, в результате чего в цилиндры попадает больше кислорода, необходимого для сгорания топлива. Охлаждение наддувочного воздуха снижает склонность двигателя к детонации и содержание оксидов азота в ОГ.

Для охлаждения наддувочный воздух пропускается через так называемый интеркулер, установленный непосредственно во впускном коллекторе. Интеркулер представляет собой воздушно-жидкостный теплообменник, включённый в контур системы охлаждения двигателя.

По конструкции и принципу действия встроенный во впускной коллектор интеркулер аналогичен обычному жидкостному радиатору. Многочисленные алюминиевые пластины соединены с трубками, через которые циркулирует охлаждающая жидкость.

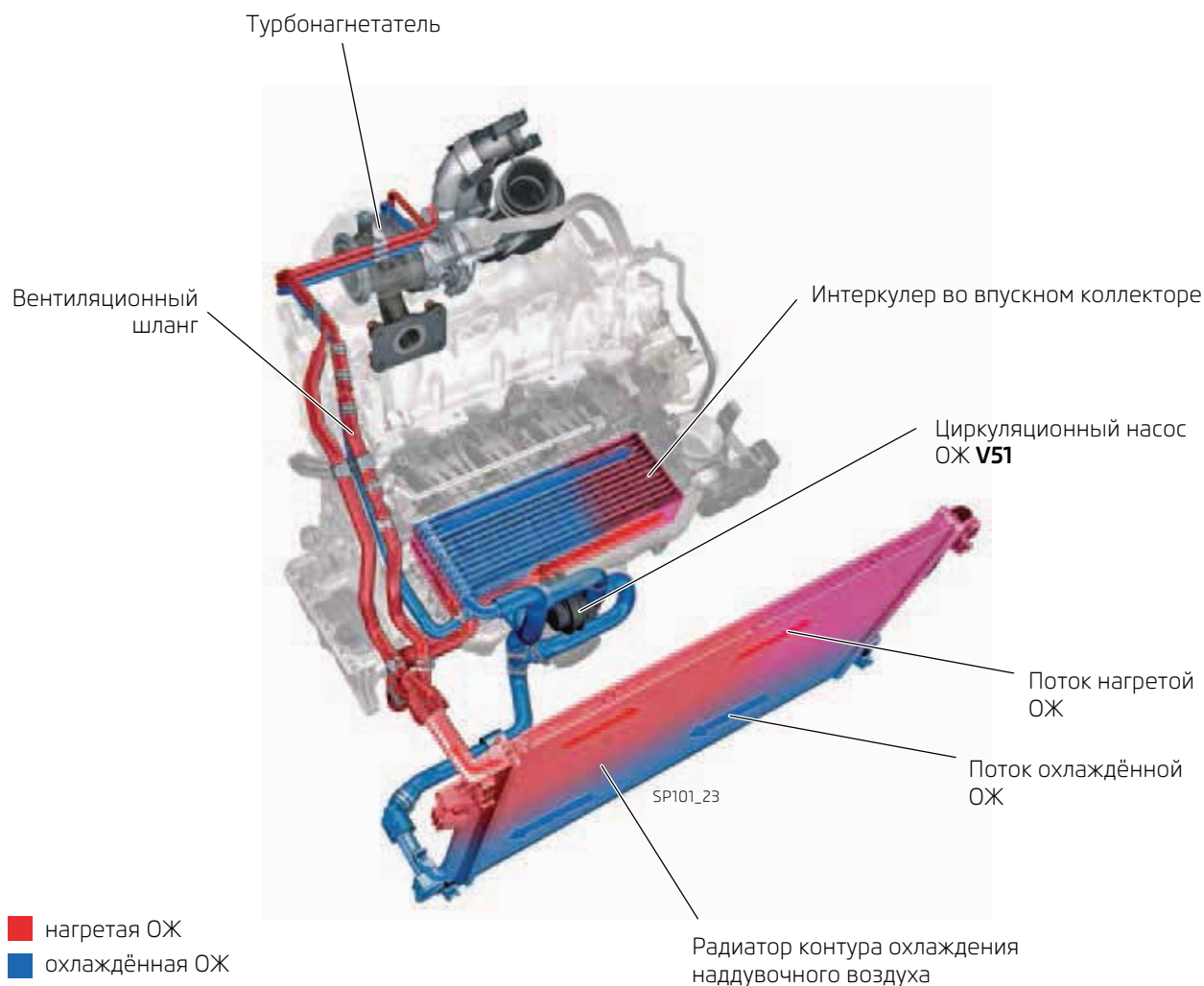
Горячий воздух пропускается через пластины, отдавая своё тепло охлаждающей жидкости. Уменьшение температуры охлаждающей жидкости обеспечивается за счёт установленного в передней части автомобиля отдельного дополнительного радиатора.



## 4.9 Контур охлаждения наддувочного воздуха

В контур охлаждения наддувочного воздуха входят встроенный во впускной коллектор интеркулер, отдельный радиатор и насос **V51**, обеспечивающий циркуляцию ОЖ в контуре. Контур охлаждения наддувочного воздуха обеспечивает и охлаждение турбонагнетателя, который также включён в этот контур.

Контур охлаждения наддувочного воздуха отделён от основной системы охлаждения двигателя обратным клапаном. Разница температур в разных частях системы охлаждения может достигать 100 °С.



### Циркуляционный насос ОЖ

После выключения двигателя (например, если двигатель перед выключением работал с очень высокой нагрузкой) может происходить перегрев остановившейся охлаждающей жидкости. Поэтому после выключения двигателя циркуляция ОЖ поддерживается какое-то время циркуляционным насосом V51. Время работы этого насоса определяется блоком управления двигателя. Блок управления включает и выключает насос V51. Это происходит в зависимости от температуры корпуса турбонагнетателя, которая рассчитывается на основании температуры ОГ. Вместе с насосом V51 включается и электрический вентилятор радиатора.



## Диагностика циркуляционного насоса ОЖ

В состав насоса входит управляющая электронная схема, которая связывается с блоком управления двигателя, используя сигнал ШИМ.

Насос полностью диагностируем. Диагностика выполняется во время работы насоса. Блок управления двигателя периодически проверяет, действительно ли насос V51 работает. О распознанных неисправностях сообщается в блок управления двигателя.

Таблица диагностируемых неисправностей насоса V51

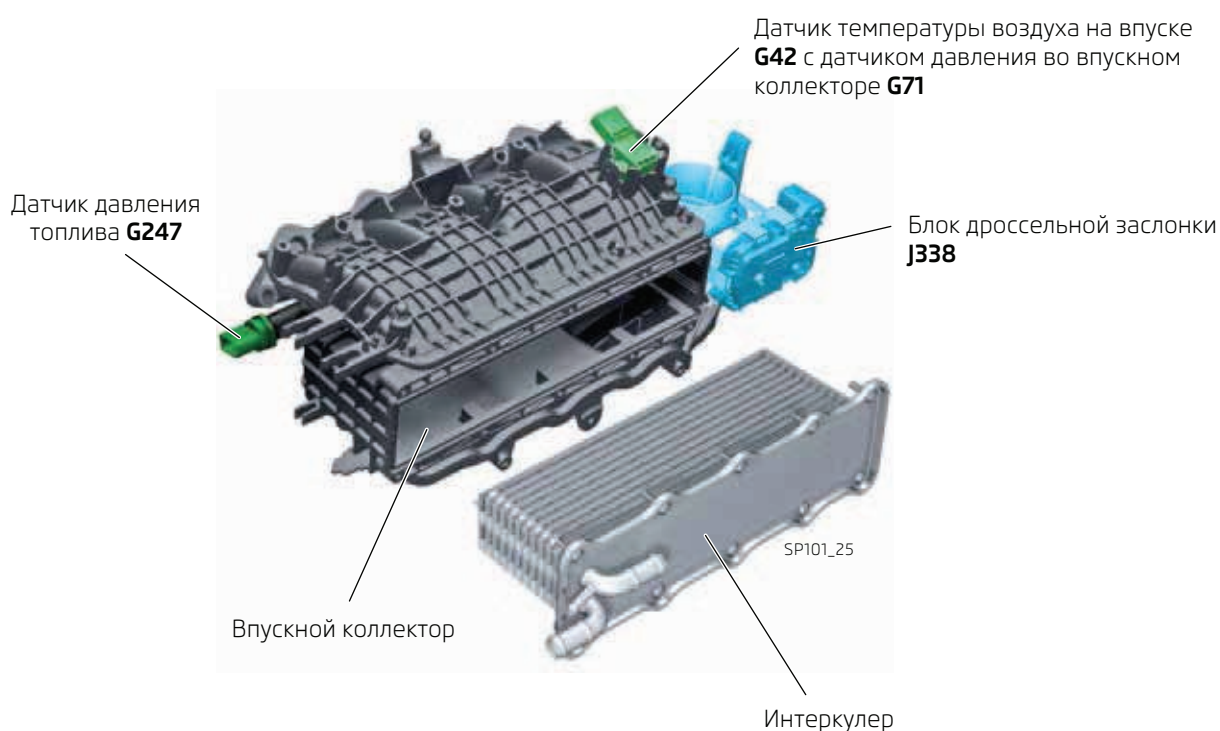
Номер неисправности	Описание неисправности
1	Работа всухую
2	Заклинивание насоса
3	Перегрев насоса
4	Не достигнута номинальная частота вращения

## Место расположения насоса

Циркуляционный насос ОЖ V51 находится под впускным коллектором на корпусе маслоотделителя.

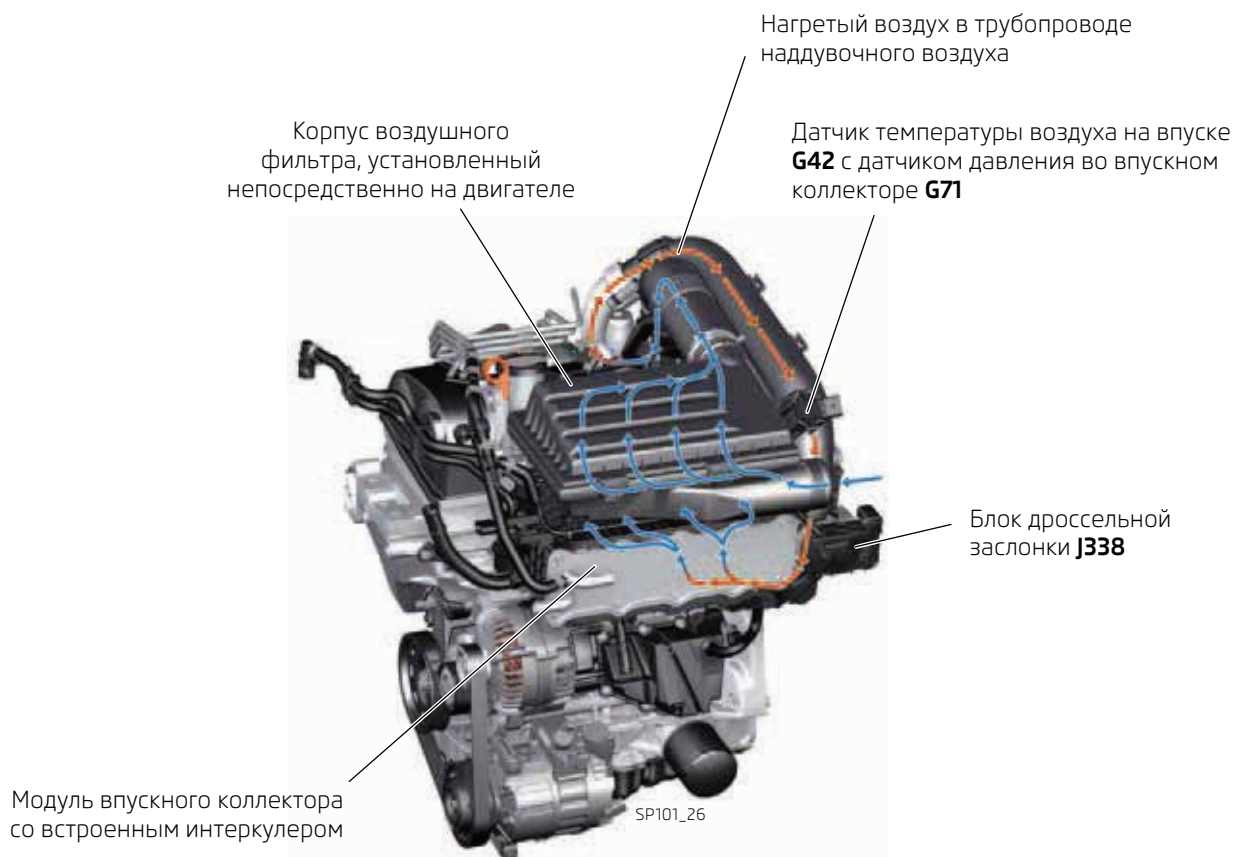
## Модуль впускного коллектора со встроенным интеркулером

На двигателях семейства EA211 интеркулер встроен во впускной коллектор. Преимущество этой схемы состоит в том, что объём контура наддувочного воздуха сравнительно невелик и, соответственно, воздух для его заполнения можно сжать достаточно быстро. Это означает быстрое создание давления наддува и быструю, «спонтанную» реакцию двигателя. Путь наддувочного воздуха по трубопроводу от турбонагнетателя до впускного коллектора также получается коротким.



## 5. Система впуска и турбонаддув

### 5.1 Схема воздушных потоков



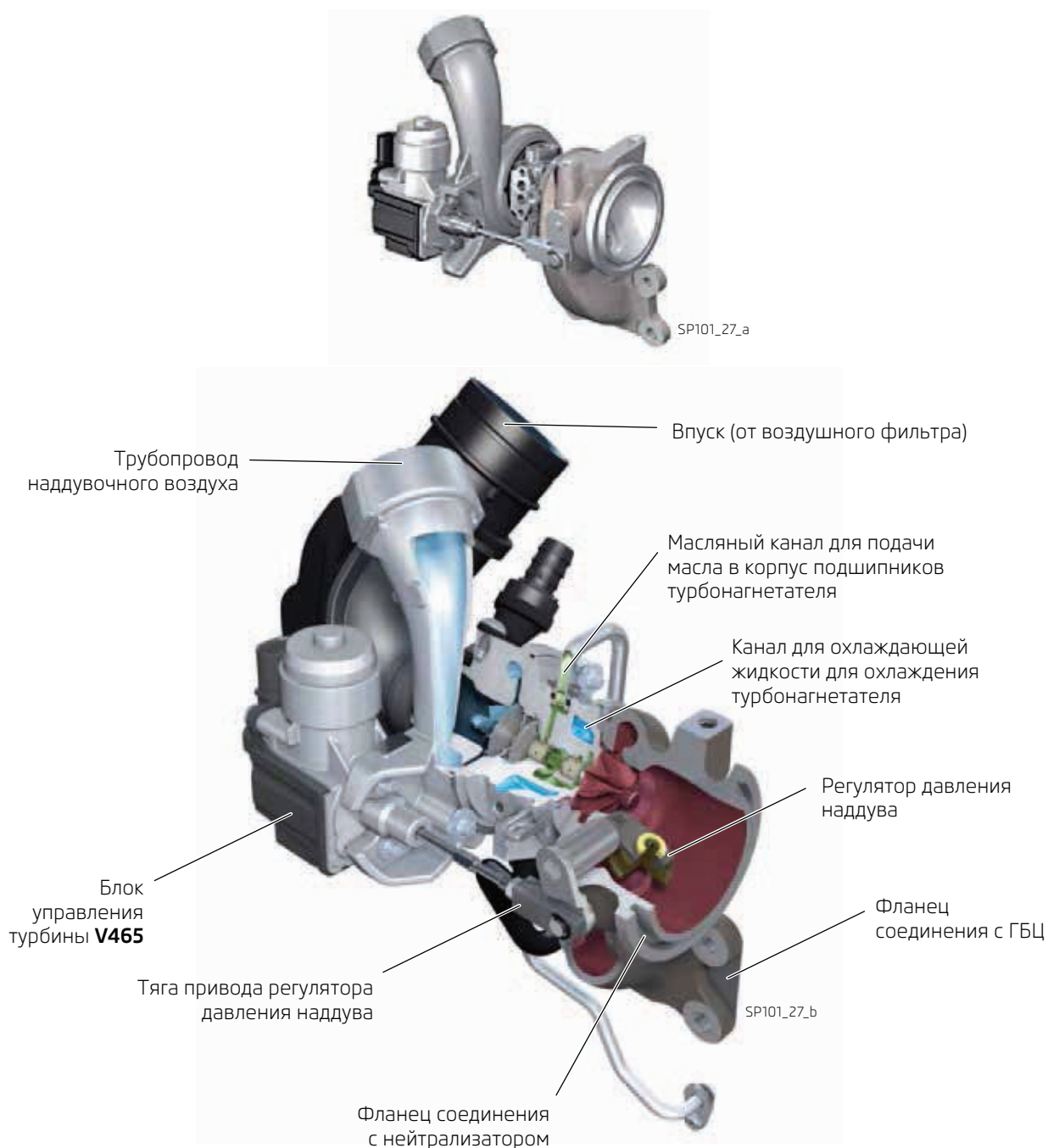
В отличие от двигателей семейства EA111, на двигателях EA211 впуск воздуха производится с передней стороны двигателя. Кроме того, благодаря изменённому положению двигателя, который теперь наклонён на 12° назад, корпус воздушного фильтра удалось разместить непосредственно на двигателе.

Это положительно сказывается на длине пути, проходимого всасываемым воздухом, и на степени его нагрева. Нагретый воздух охлаждается в интеркулере (воздушно-жидкостный теплообменник), который встроен во впускной коллектор.

## 5.2 Турбонагнетатель

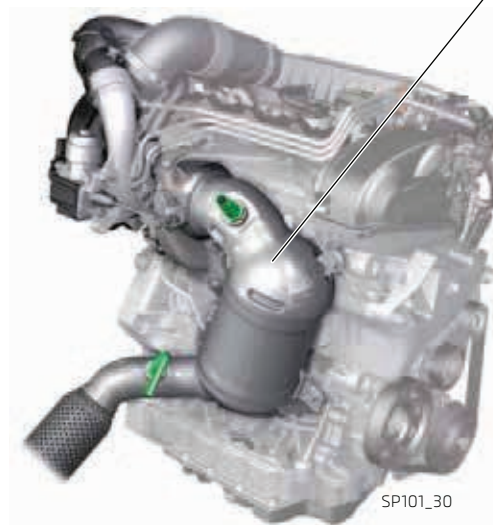
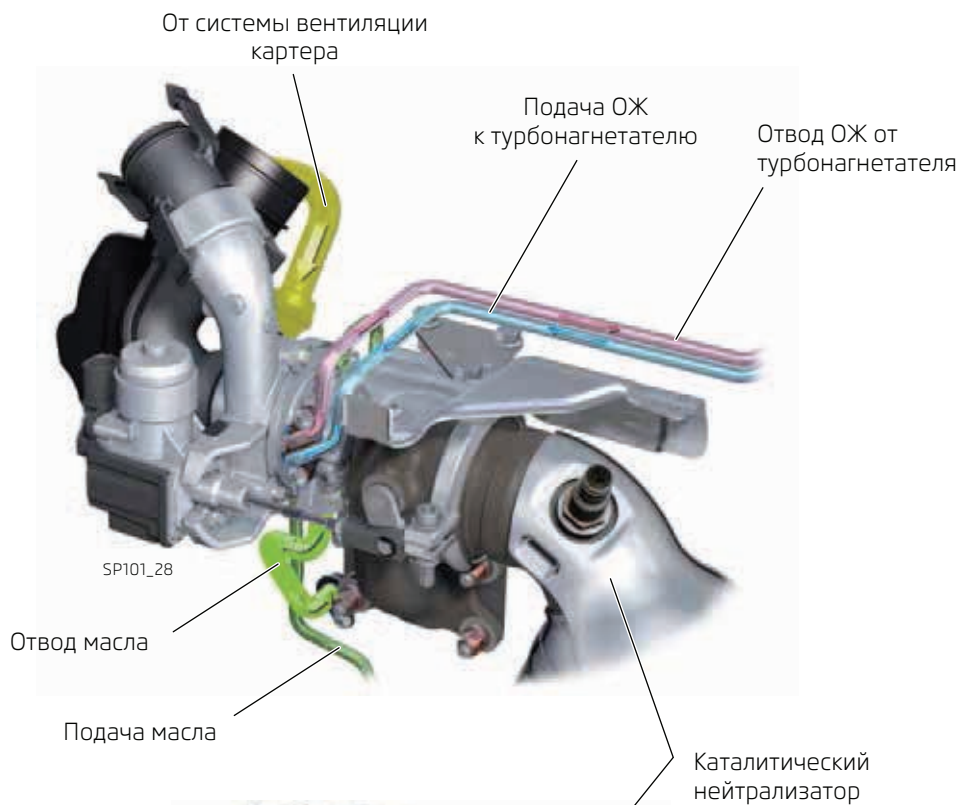
На двигателях EA211 выпускной коллектор выполнен как часть ГБЦ, для него предусмотрена рубашка жидкостного охлаждения. Благодаря такому решению, стало возможным применить турбонагнетатель типа Mono-Scroll.

Турбонагнетатель Mono-Scroll (или однопоточный) оснащается корпусом («улиткой»), в котором поток газов попадает на турбинное колесо только по одному каналу. Преимущество такой конструкции заключается в её простоте. Узел также получается очень лёгким и может выпускаться с низкими затратами.



## 5.2.1 Смазка и охлаждение турбоагнетателя

Для смазки подшипников вала турбоагнетателя турбоагнетатель включён в масляный контур двигателя. Турбоагнетатель также включён в контур системы охлаждения двигателя для обеспечения охлаждения. Это позволяет осуществлять охлаждение турбоагнетателя после выключения двигателя (за счёт включения циркуляционного насоса V51), чтобы избежать перегрева и возможного повреждения вала турбоагнетателя.

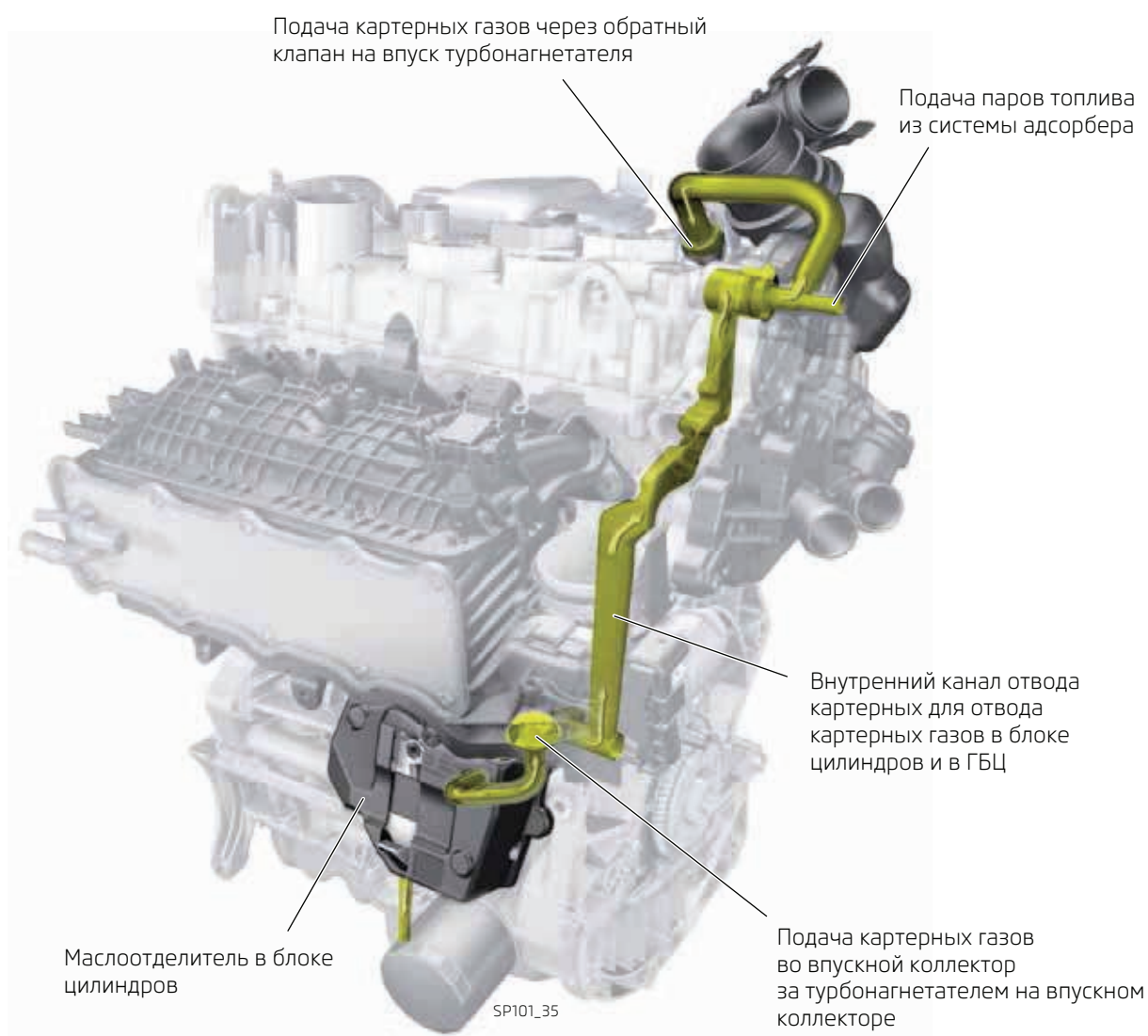


## 6. Системы вентиляции картера

### 6.1 Отвод картерных газов

Во всех поршневых двигателях внутреннего сгорания вследствие разницы давлений в камерах сгорания и в картере часть газообразных продуктов сгорания проникает между стенками цилиндров и поршнями/поршневыми кольцами в картер двигателя. Эти газы называют картерными газами.

Далее описывается система вентиляции на двигателях TSI 1,2 л и 1,4 л с турбонаддувом. В этой системе картерные газы направляются из картера во впускной тракт: или непосредственно во впускной коллектор, или на впуск турбонагнетателя — в зависимости от соотношения давлений во впускном тракте. На двигателях MPI 1,0 л 1,6 л картерные газы всегда подаются во впускной коллектор.

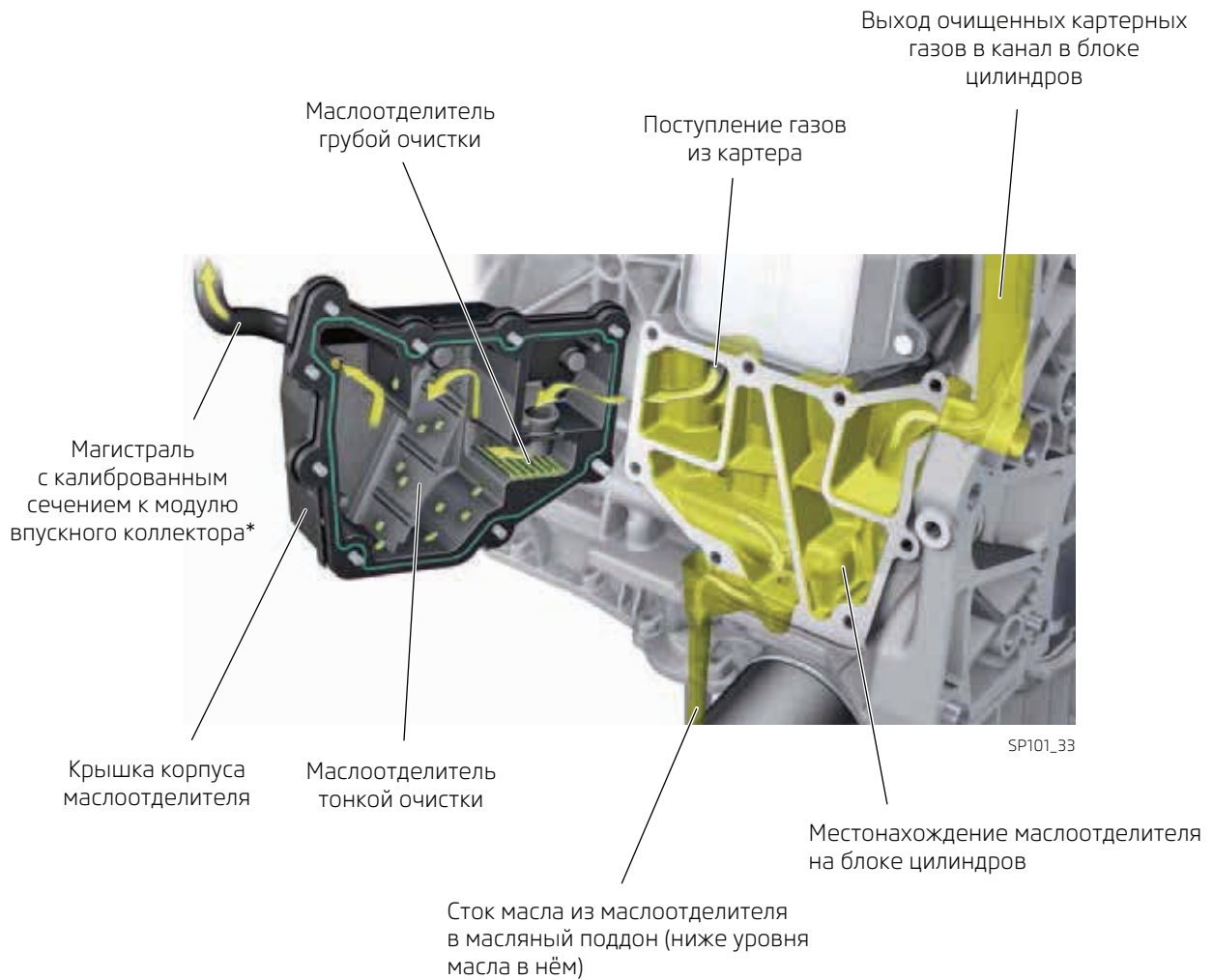


После очистки от масляных паров картерные газы подаются на впуск турбонагнетателя или во впускной коллектор за турбонагнетателем по внутренним каналам в блоке цилиндров. Очистка от масляных паров производится в пластмассовом маслоотделителе, привинченном к блоку цилиндров.

## Маслоотделитель

Маслоотделитель состоит из двух секций: грубой и тонкой очистки. Сначала картерные газы попадают в маслоотделитель грубой очистки, где пластины и завихряющие каналы отделяют от них крупные капли масла. После этого в маслоотделителе тонкой очистки с большими пластинами от картерных газов отделяются мелкие капли масла.

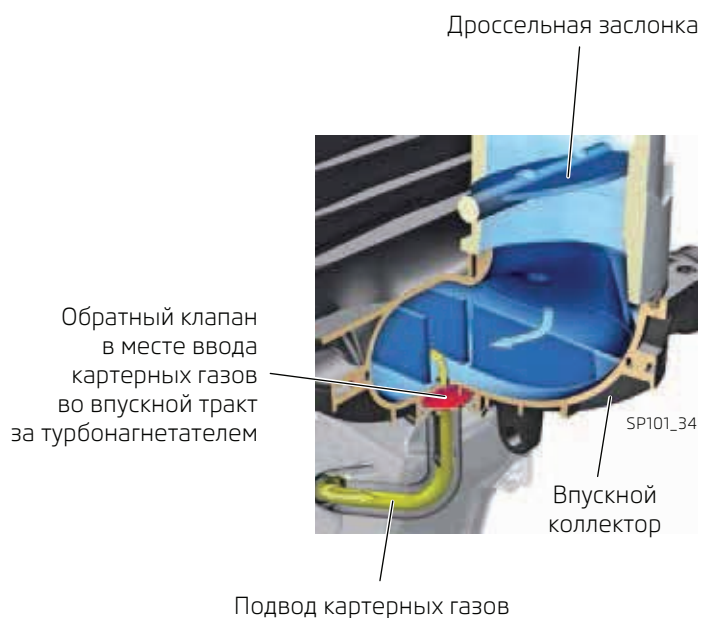
Маслоотделитель установлен на блоке цилиндров над масляным фильтром.



\* Проходящий поток задаётся калиброванным сечением, в результате использование клапана регулирования давления становится необязательным.

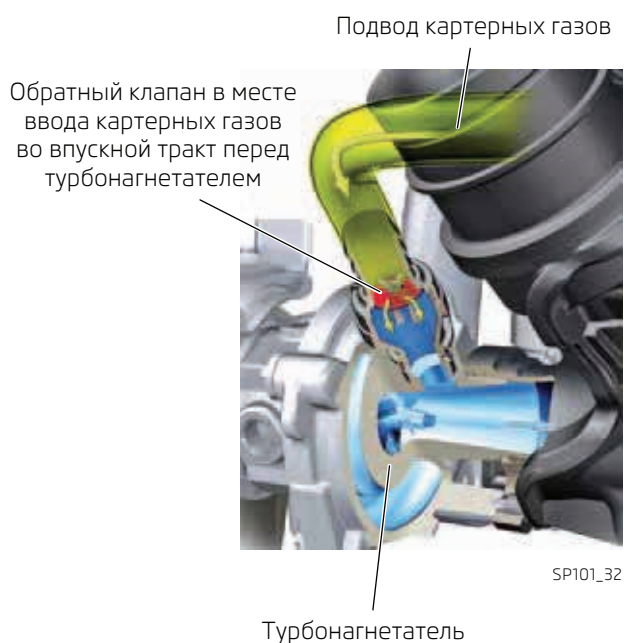
## Обратные клапаны системы вентиляции картера

Изменение направления картерных газов, вводимых в том или ином месте впускного тракта (в зависимости от соотношения давлений в нём), обеспечивается обратными клапанами.



### Ввод картерных газов во впускной тракт за турбонагнетателем (при низких оборотах двигателя)

На низких оборотах, в том числе на холостом ходу, во впускном коллекторе создаётся разрежение, в результате чего клапан во впускном коллекторе открывается, а клапан перед турбонагнетателем закрывается.



### Ввод картерных газов во впускной тракт перед турбонагнетателем (при высоких оборотах двигателя)

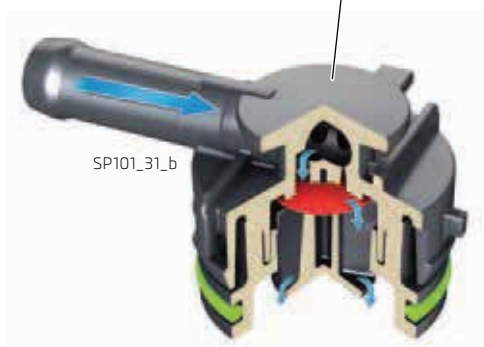
Вследствие давления во впускном коллекторе, создающегося при работе турбонагнетателя, клапан во впускном коллекторе закрывается. Открывание клапана на стороне всасывания турбонагнетателя происходит исключительно из-за изменения соотношения давлений, то есть из-за того, что давление на впуске турбонагнетателя становится меньше, чем давление в картере двигателя.

## 6.2 Активная вентиляция картера

Ещё один обратный клапан обеспечивает активную вентиляцию картера, то есть «проветривание» картера двигателя чистым воздухом для удаления влаги из картера и из масляного поддона (конденсат и влага, находившаяся в топливе). При наличии в картере достаточного разрежения чистый воздух из впускного тракта за воздушным фильтром засасывается в картер, смешивается там с картерными газами и вместе с ними отводится системой вентиляции картера в цилиндры двигателя.

Этот обратный клапан должен открываться при малейшем разрежении в картере и, наоборот, сразу же закрываться при его отсутствии, чтобы избежать загрязнения воздушного фильтра масляным туманом из картера двигателя. На разных исполнениях двигателя шланг активной вентиляции картера может проходить по-разному. Обратный клапан в клапанной крышке предотвращает попадание масла и неочищенных картерных газов в воздушный фильтр.

Место подсоединения шланга к воздушному фильтру

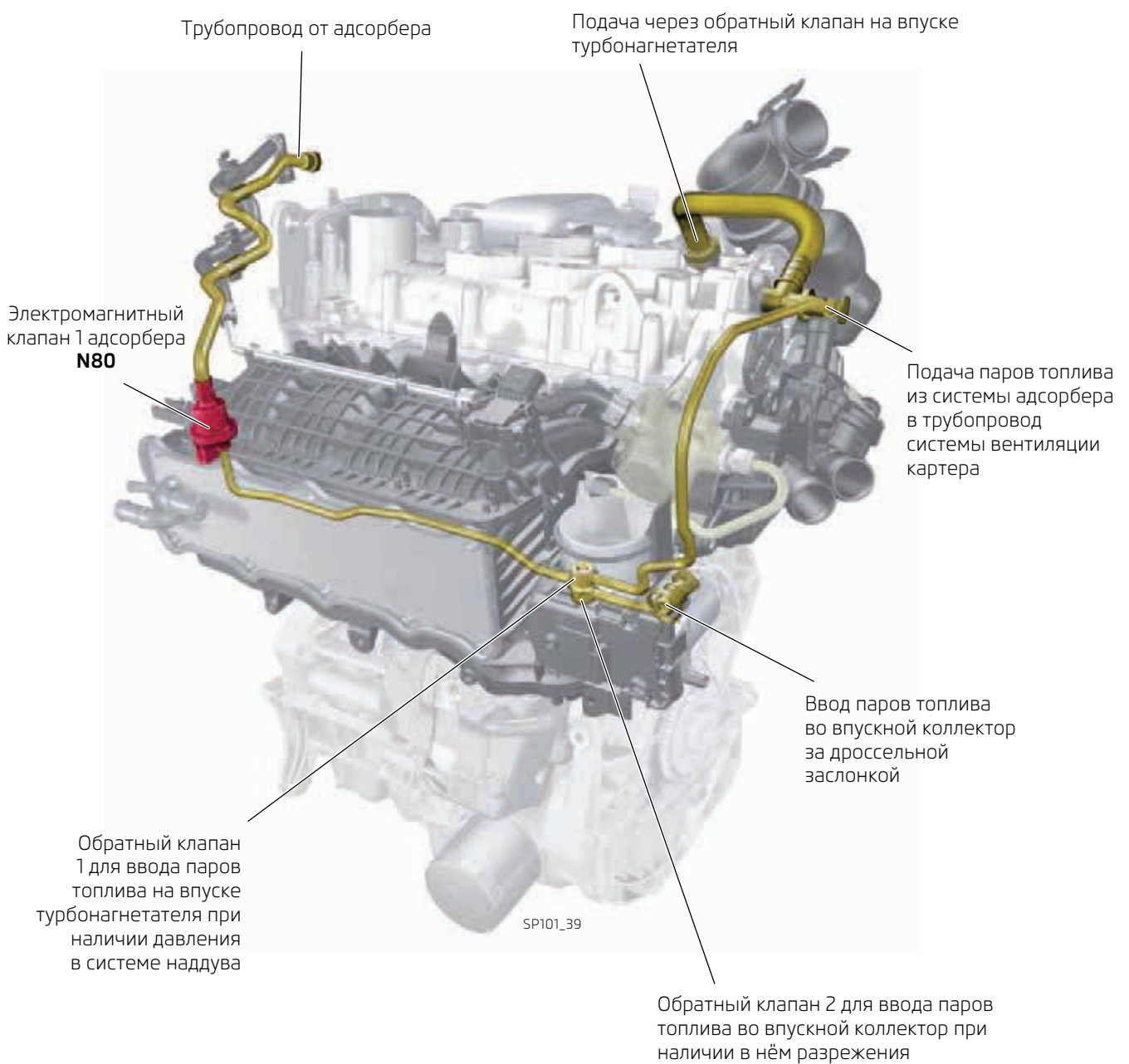


Обратный клапан в клапанной крышке



## 7. Система улавливания паров топлива

Система улавливания паров топлива с активированным углем служит для удаления избыточных паров топлива из топливного бака. Система состоит из адсорбера с активированным углем, который посредством электромагнитного клапана N80 соединён со впускным трактом двигателя. При работающем двигателе и открытом блоке управления двигателя клапане N80 накопленные в активированном угле адсорбера пары топлива направляются во впускной коллектор и сгорают в цилиндрах двигателя. Этим обеспечивается очистка активного угля в адсорбере, чтобы он смог принять новую порцию паров топлива из топливного бака. Далее описывается система вентиляции на двигателях TSI 1,2 л и 1,4 л с турбонаддувом. С её помощью пары топлива вводятся во впускной тракт или непосредственно во впускном коллекторе, или на впуске турбонагнетателя — в зависимости от соотношения давлений во впускном тракте. На двигателях MPI 1,0 л и 1,6 л пары топлива всегда подаются во впускной коллектор.



### Адсорбер с активированным углём

Адсорбер с активированным углём, в котором происходит накопление паров топлива.



### Электромагнитный клапан адсорбера и обратные клапаны системы улавливания паров топлива из топливного бака

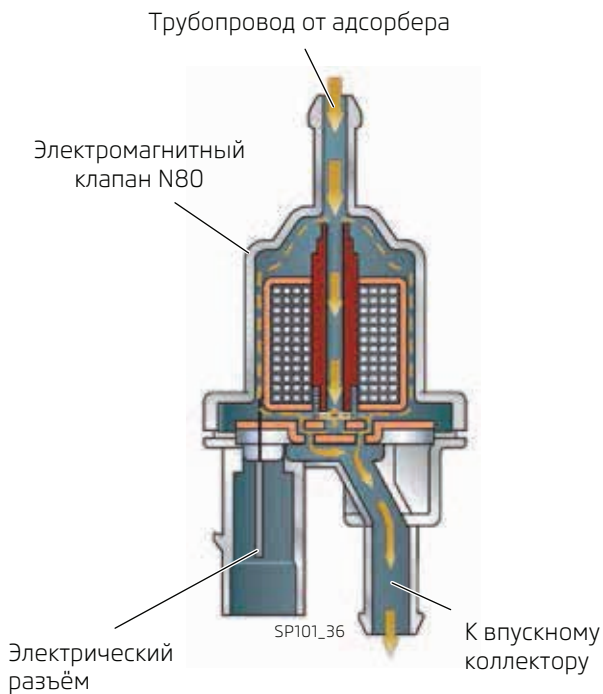
Электромагнитный клапан 1 N80 открывается и закрывается по сигналу от блока управления двигателя.

Далее с помощью двух обратных клапанов пары топлива направляются для ввода во впускной тракт по одному из двух путей — в зависимости от числа оборотов двигателя:

- к стороне всасывания турбоагнетателя (при наличии давления во впускном коллекторе);
- к впускному коллектору (при наличии разрежения во впускном коллекторе).

На холостом ходу и в режиме частичных нагрузок во впускном коллекторе имеется разрежение и пары топлива из адсорбера вводятся во впускной тракт во впускном коллекторе за дроссельной заслонкой.

Когда во впускном коллекторе присутствует давление, пары топлива вводятся во впускной тракт на стороне всасывания турбоагнетателя. Управление направлением подачи осуществляется двумя обратными клапанами. Принцип их действия такой же, как и у обратных клапанов системы вентиляции картера.



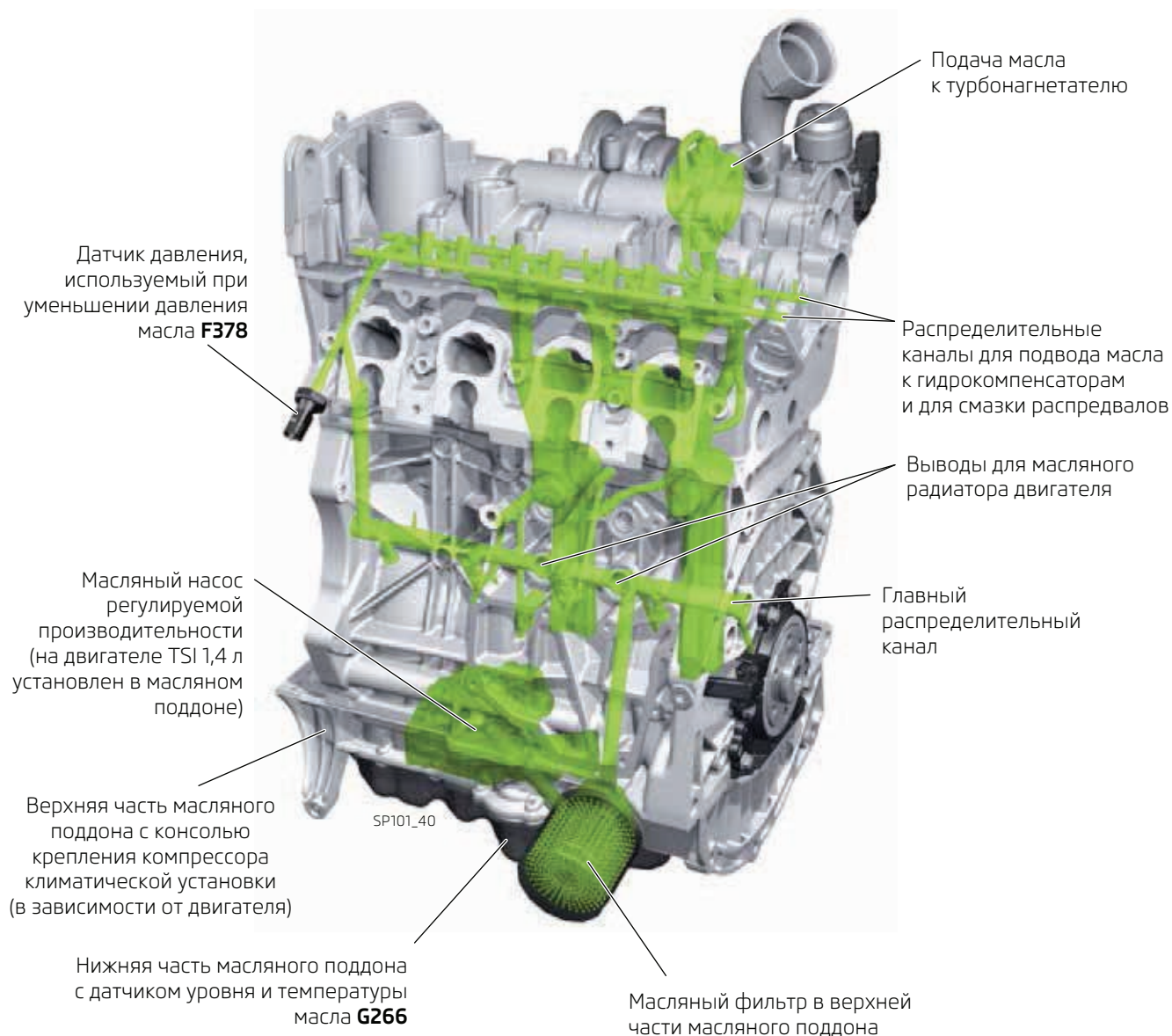
Ввод паров топлива во впускной коллектор под дроссельной заслонкой

## 8. Система смазки двигателя

### 8.1 Контур системы смазки

Контур системы смазки обеспечивает подачу масла к следующим точкам двигателя:

- ко всем подшипникам;
- к форсункам охлаждения поршней;
- к приводу ГРМ;
- к турбонагнетателю;
- к масляному фильтру;
- к масляному радиатору.



Циркуляция масла в системе обеспечивается масляным насосом. На разных вариантах двигателя могут использоваться разные насосы:

- На двигателях MPI 1,0/1,6 л и TSI 1,2 л с торцевой стороны устанавливается одноступенчатый масляный насос Duocentric.
- На двигателе TSI 1,4 л используется двухступенчатый масляный насос, находящийся в масляном поддоне.

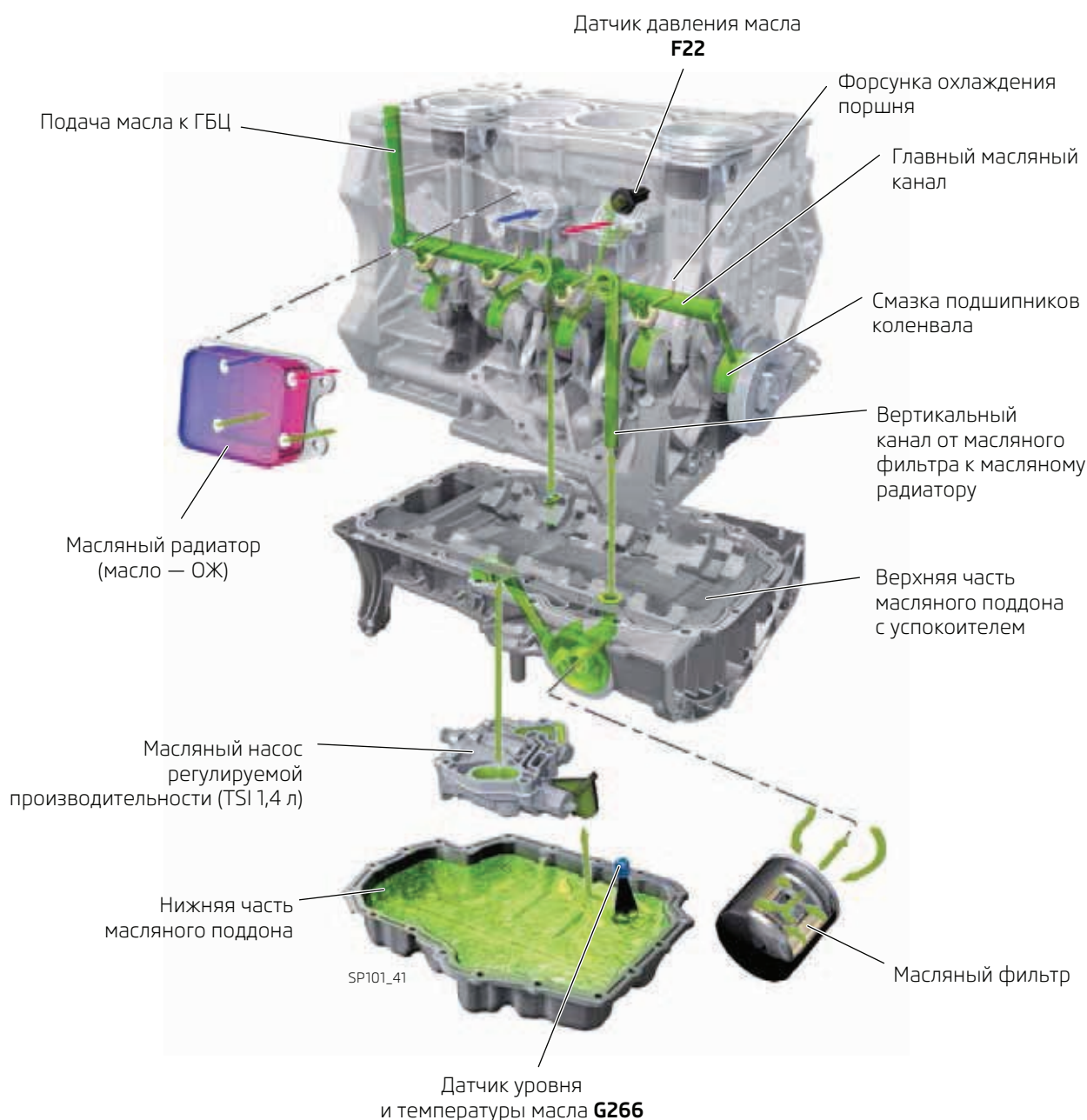
## 8.2 Масляный фильтр и масляный радиатор

На всех двигателях семейства EA211 для очистки масла используется сменный масляный фильтр. Информацию о масляном поддоне см. на стр. 45.

Для охлаждения масла оно подаётся масляным насосом в масляный радиатор двигателя. Масляный радиатор двигателя установлен непосредственно на блоке цилиндров под впускным коллектором. Он представляет собой масляно-жидкостный теплообменник и включён в контур системы охлаждения двигателя — см. Система охлаждения.

Из масляного радиатора масло поступает в главный масляный канал и далее к другим потребителям масла — см. Контур системы смазки. На двигателе MPI 1,0 л масляный радиатор двигателя не устанавливается.

На рис. SP101\_41 показан контур смазки двигателя TSI 1,4 л.



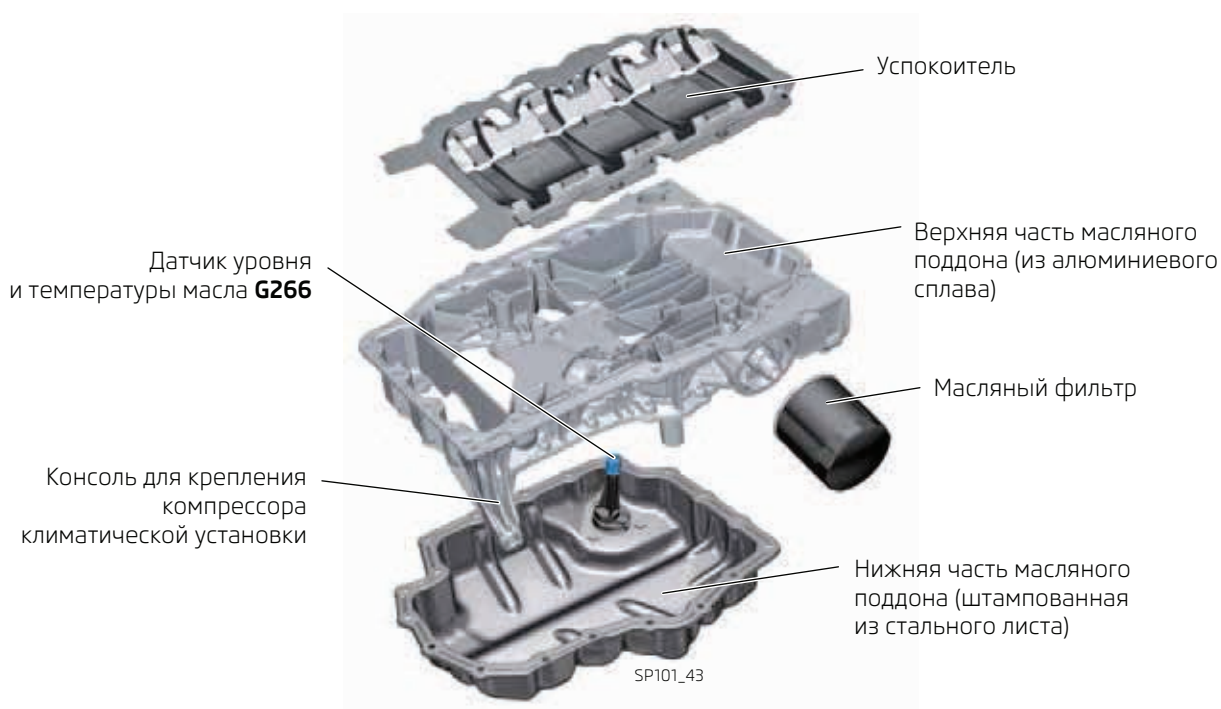
### 8.3 Составной масляный поддон

На всех двигателях семейства EA211 используется сменный масляный фильтр. В состав сменного масляного фильтра входит мембранный клапан, предотвращающий вытекание масла из фильтра при выключении двигателя. На некоторых вариантах двигателей устанавливается составной масляный поддон из двух частей. Оба варианта масляного поддона оснащаются пластмассовым успокоителем, отделяющим масляный поддон от кривошипно-шатунного механизма. Двигатели MPI 1,0 л и TSI 1,2 л имеют цельный масляный поддон из литого алюминия. На двигателях TSI 1,4 л и MPI 1,6 л устанавливается составной масляный поддон из двух частей. Верхняя часть масляного поддона изготовлена из литого алюминия, нижняя часть — из стального листа.

#### Масляный поддон двигателя TSI 1,2 л



#### Масляный поддон двигателя TSI 1,4 л

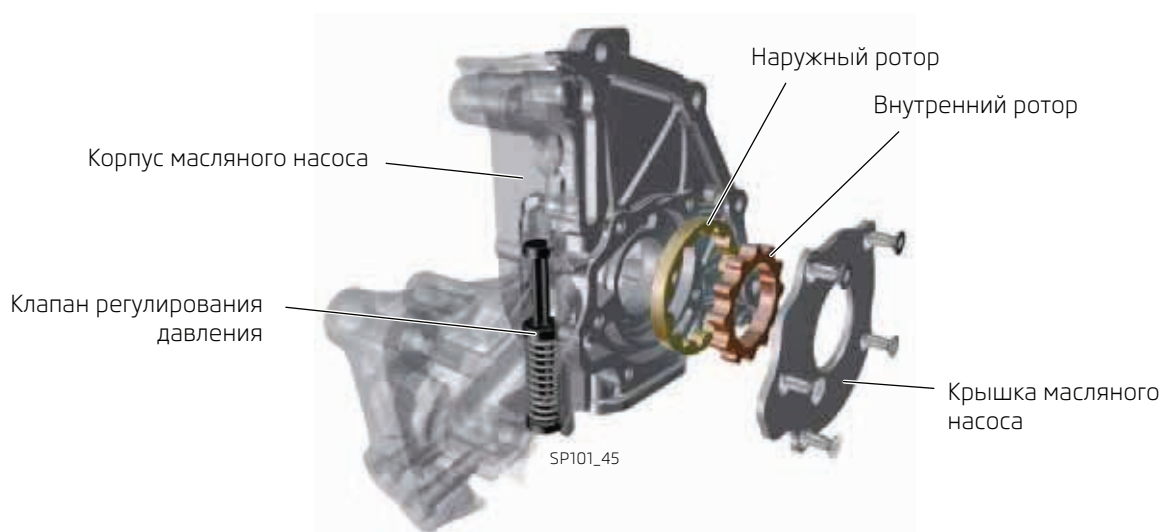


## 8.4 Масляный насос

### Одноступенчатый масляный насос Duocentric для двигателей MPI 1,0 л, TSI 1,2 л и MPI 1,6 л

На двигателях MPI 1,0 л, TSI 1,2 л и MPI 1,6 л используется одноступенчатый масляный насос Duocentric. Этот насос приводится непосредственно коленвалом, причём ротор насоса напрямую связан с передним концом коленвала. Корпус насоса находится на передней стороне блока цилиндров. Регулирование давления масла осуществляется клапаном регулирования давления.

При работе двигателя этот клапан создаёт (при оборотах выше холостого хода) практически постоянное давление масла прим. 3,5 бар.



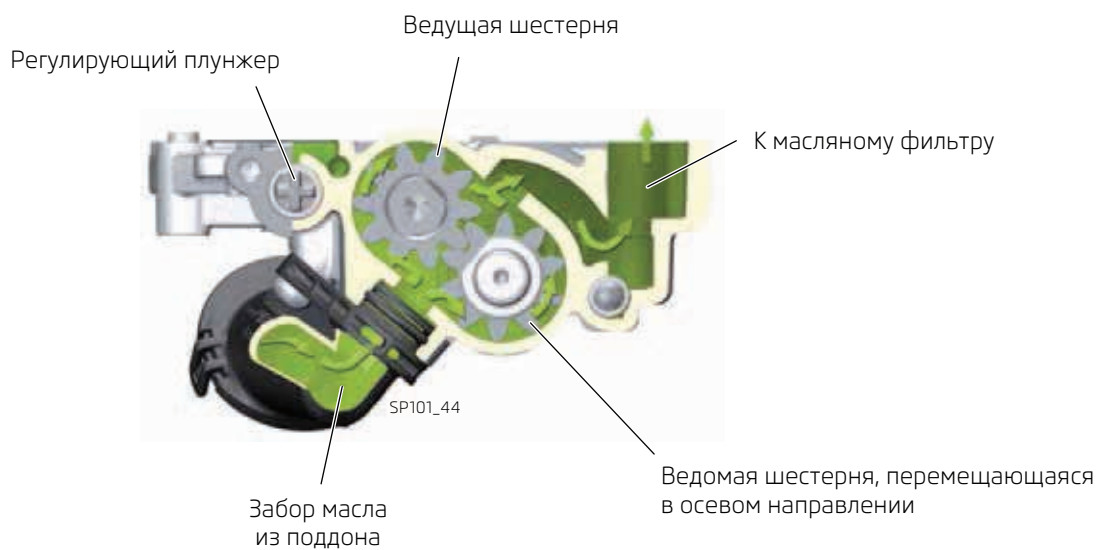
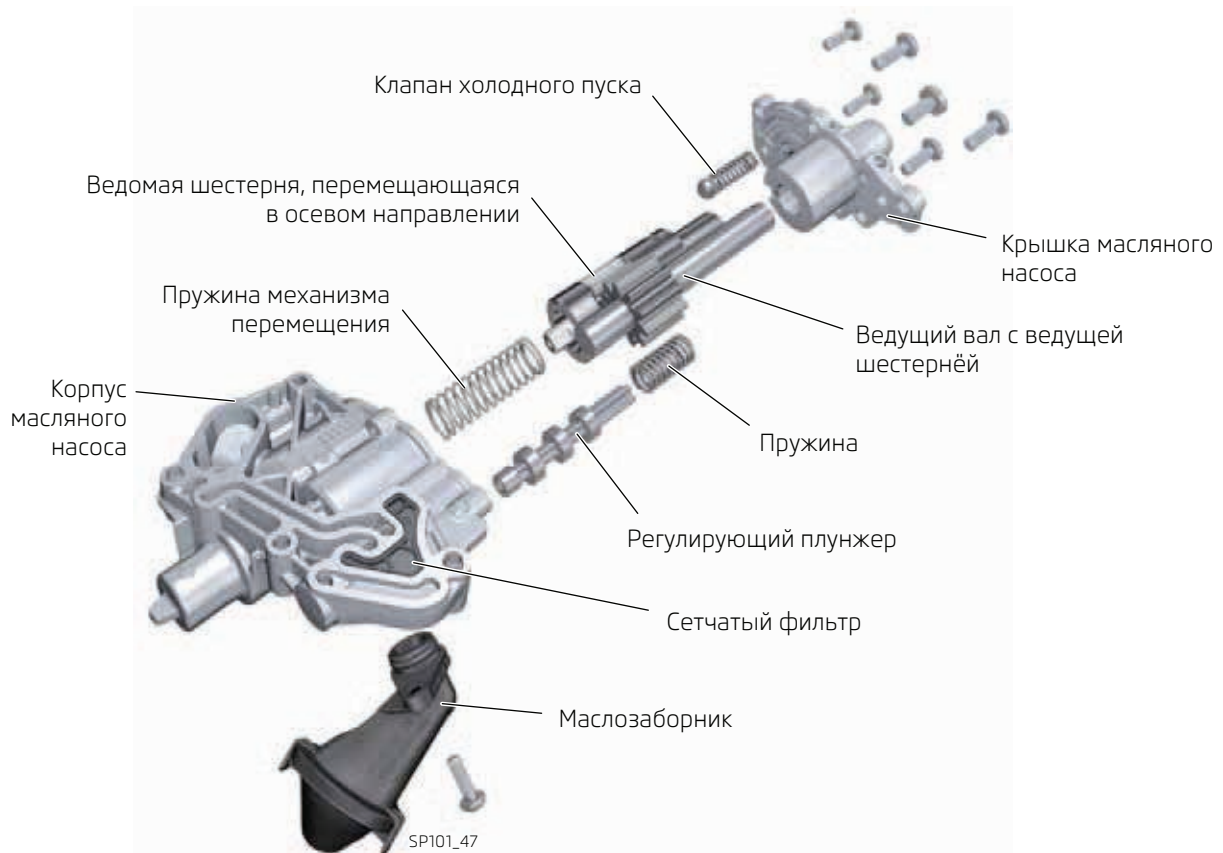
### Двухступенчатый масляный насос двигателя TSI 1,4 л 103 кВт

На двигателе TSI 1,4 л 103 кВт используется двухступенчатый масляный насос.

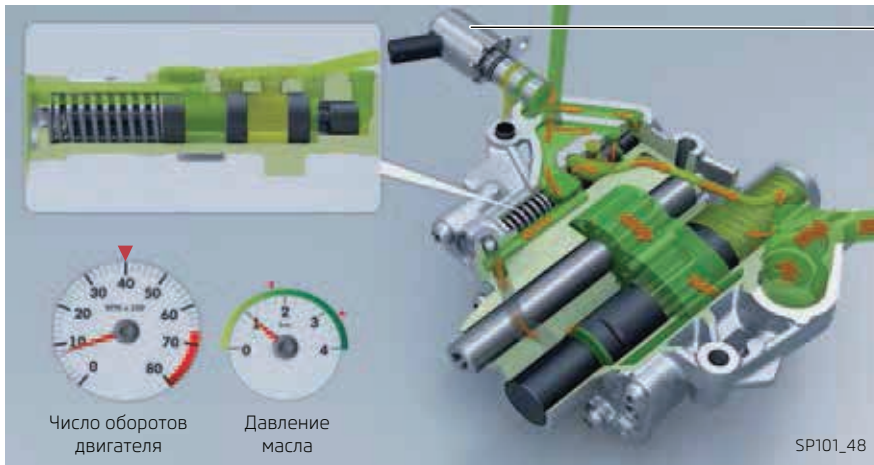
Конструктивно он представляет собой шестерёнчатый масляный насос с внешним зацеплением. Его особенность состоит в том, что одна из шестерён (ведомая) может сдвигаться в осевом направлении относительно другой. Сдвигая ведомую шестерню и изменяя длину зоны контакта шестерён, можно управлять подачей насоса и давлением в контуре смазки.

Регулирование управляющего давления масла (т. е. давления, которое определяет положение управляющего плунжера) осуществляется с помощью клапана регулирования давления масла **N248**.

## Устройство двухступенчатого масляного насоса двигателя TSI 1,4 л 103 кВт



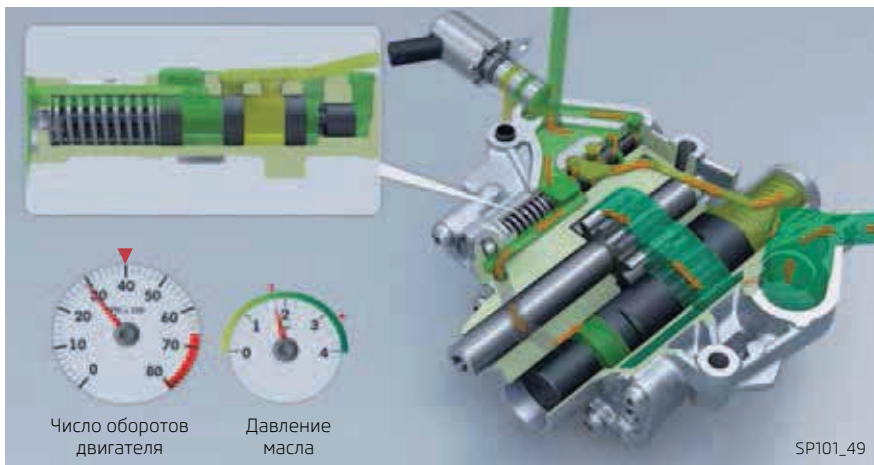
## Принцип регулирования работы двухступенчатого масляного насоса на двигателе TSI 1,4 л



Клапан регулирования давления масла N428

Регулирование осуществляется на двух различных уровнях. На уровне низкого давления (при низких оборотах и нагрузке) поддерживается давление прим. 1,8 бар, на уровне высокого давления — прим. 3,3 бар.\*

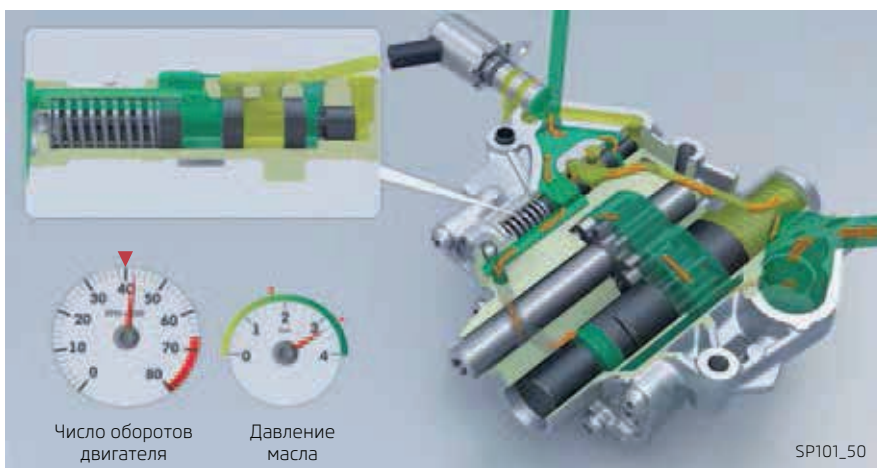
На рис. SP101\_48 показан масляный насос при запуске двигателя и на холостом ходу. Давление масла из напорного масляного канала подаётся на управляющий золотник насоса через клапан регулирования давления N428. Для достижения низкого уровня давления на клапан N428 подаётся напряжение и он открывает два канала к регулируемому плунжеру. Поскольку давление масла всё ещё мало (ниже 1,8 бар), плунжер лишь немного сдвигается против усилия пружины. Пружина смещает механизм в направлении максимальной подачи масла. Насос работает с максимальной производительностью, пока не будет достигнут нижний уровень давления (1,8 бар). На холостом ходу значение давления может быть и ниже этого уровня.



При увеличении числа оборотов давление масла также слегка увеличивается, в результате чего управляющий плунжер смещается против усилия пружины. В результате напорный канал масла закрывается, параллельно с этим открывается канал стока масла в масляный поддон, в котором нет давления. Теперь гидравлическое давление, действующее на другую поверхность управляющего плунжера (против давления пружины), больше, чем усилие пружины. Механизм перемещения сдвигается, преодолевая усилие пружины. Подвижная шестерня насоса перемещается относительно ведущей шестерни. Производительность насоса снижается. Давление, создаваемое насосом, уменьшается до тех пор, пока в канале с другой стороны управляющего плунжера снова не возникнет давление и управляющий плунжер не начнёт смещаться в направлении высокой производительности. Этот цикл повторяется, и давление стабилизируется на уровне 1,8 бар.

\* Переключение давления масла с низкого уровня на высокий осуществляется блоком управления двигателя, когда число оборотов двигателя становится больше 4000 об/мин или крутящий момент превышает 150 Н·м.





При высоких оборотах или большой нагрузке двигателя требуется высокое давление масла (уровень высокого давления). Для этого блок управления двигателя перестаёт подавать напряжение на клапан регулирования давления N428.

Давление масла продолжает действовать на кольцевую поверхность плунжера, но не действует больше на торцевую. Сила гидравлического давления меньше, и усилие пружины быстро перемещает плунжер (на рисунке — вправо). В результате канал управляющего давления открывается шире, перемещающий механизм смещается в положение максимальной производительности (большая длина зацепления шестерён). Процесс регулирования повторяется, только на более высоком уровне давления.



**Давление масла контролируется двумя независимыми датчиками (выключателями), срабатывающими при разных значениях давления масла:**

- датчик давления масла F22 (прим. 2,4 бар);
- датчик низкого давления масла F378 (прим. 0,4 бар).

При обкатке двигателя в первые 1000 км пробега он работает только с высоким уровнем давления. Клапан регулирования давления N428 в фазе обкатки не используется.

## 9. Система питания

Двигатели MPI 1,0 л и 1,6 л лишь незначительно отличаются от двигателя MPI предшествующего поколения EA111 по принципиальному устройству системы питания.

### 9.1 Увеличение рабочего давления системы питания двигателей TSI

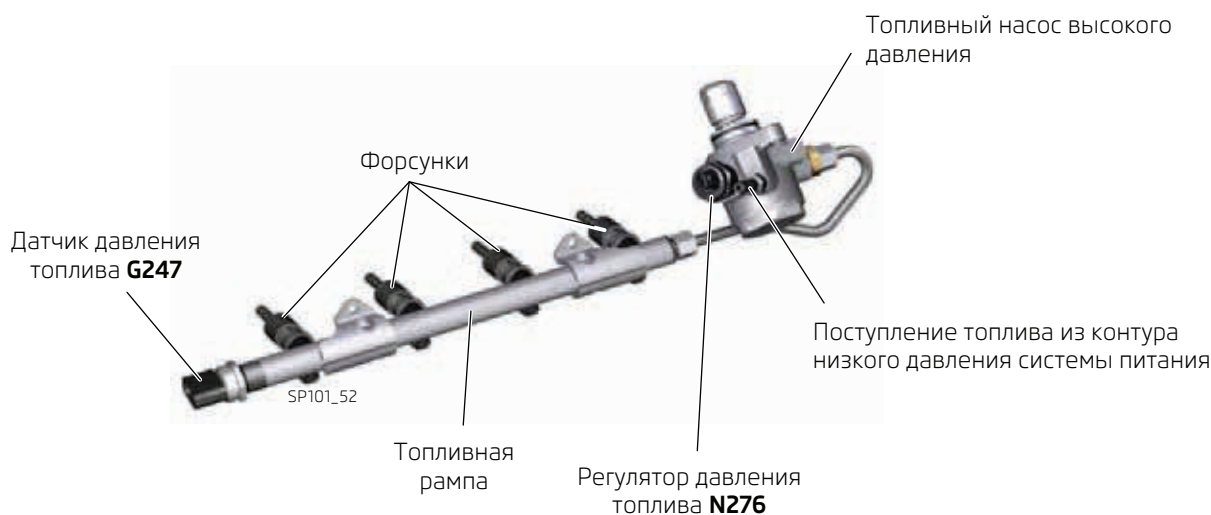
В системе питания двигателей TSI с непосредственным впрыском топлива семейства EA211 имеется контур высокого давления. Давление в контуре высокого давления было повышено по сравнению с двигателями семейства EA111.

Максимальное давление впрыска топлива в камеры сгорания было увеличено до 200 бар. Это давление обеспечивается топливным насосом высокого давления новой конструкции.

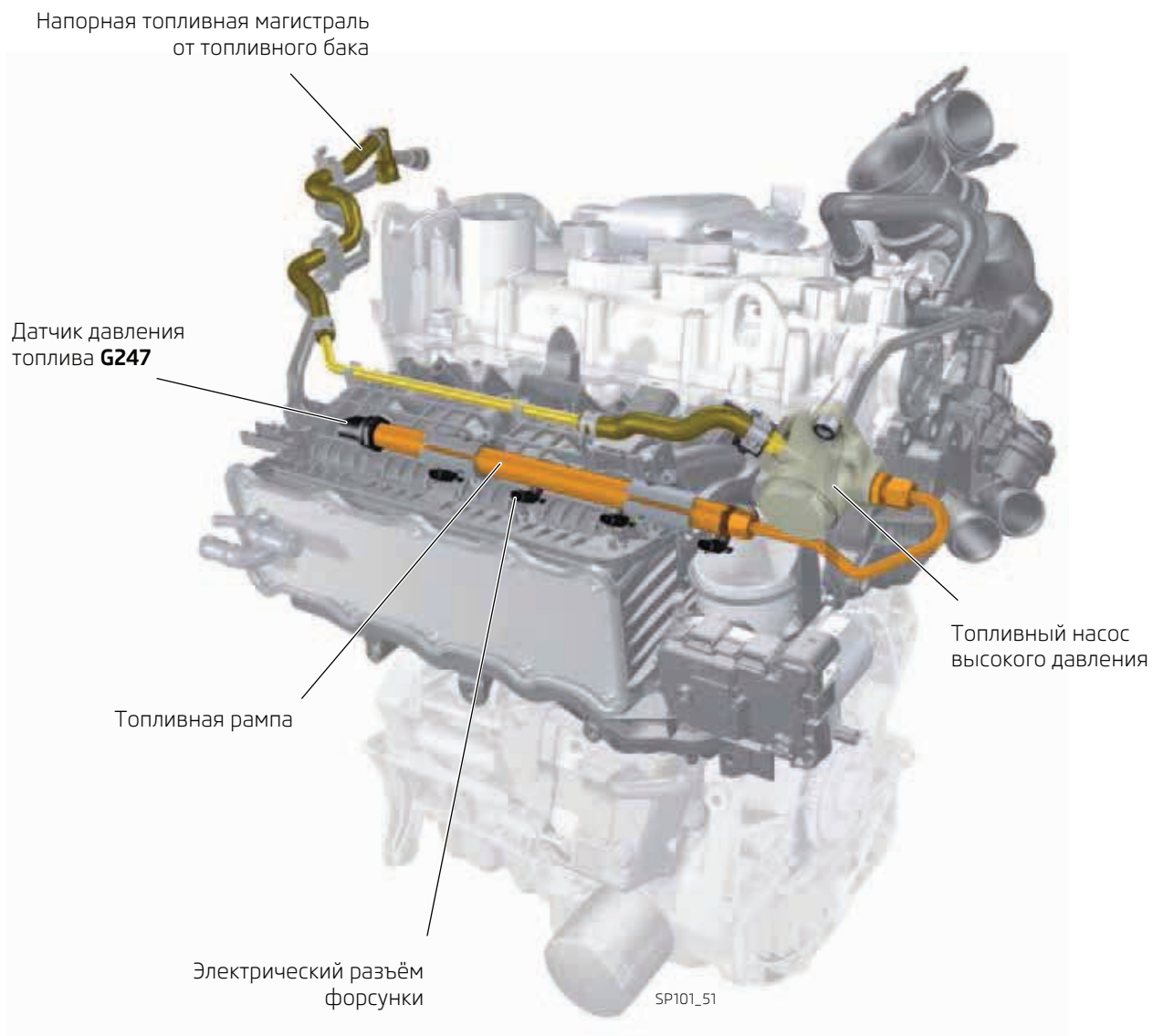
Рабочее давление насоса находится в диапазоне от мин. 120 бар (TSI 1,2 л)/140 бар (TSI 1,4 л) на холостом ходу до 200 бар при числе оборотов прим. 6000 об/мин. Клапан ограничения давления открывается при пиковых значениях давления выше 230 бар, перепуская топливо к стороне всасывания насоса.

### 9.2 Контур высокого давления системы питания

Топливо по топливной рампе из нержавеющей стали поступает к новейшим форсункам с распылителями с 5 отверстиями. Это делает возможным очень точное дозирование впрыскиваемого топлива с осуществлением до трёх отдельных впрысков в одном рабочем такте.



Схематическое представление системы питания двигателей TSI семейства EA211

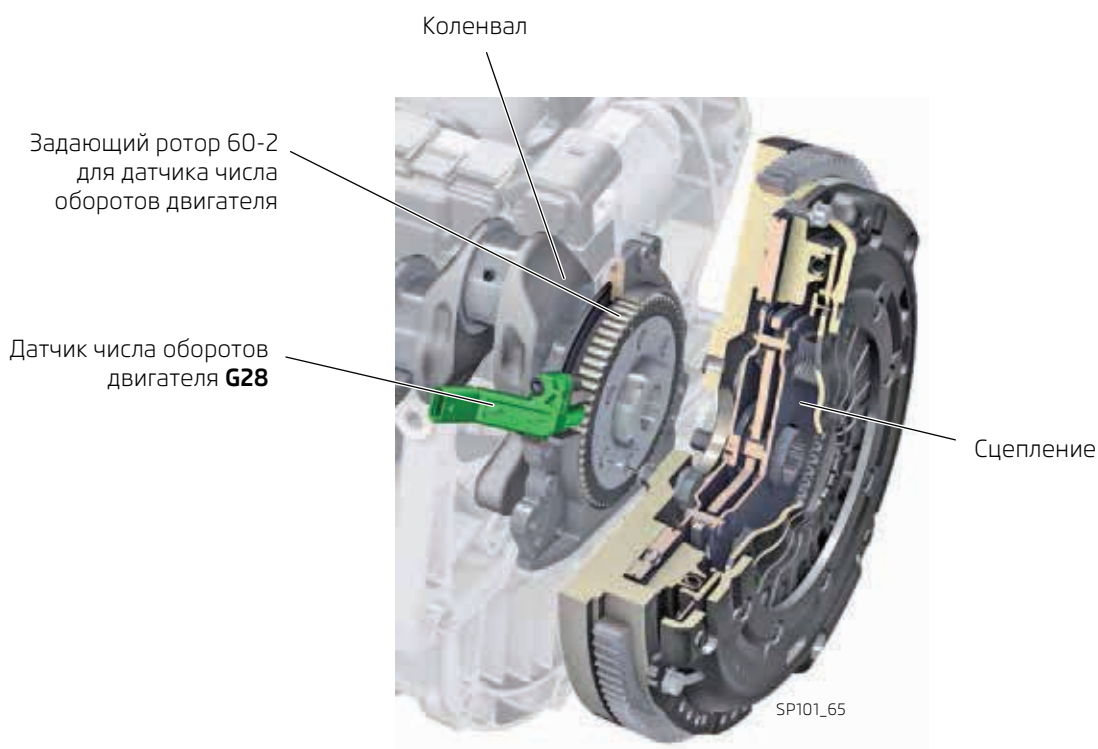


## 10. Датчик числа оборотов двигателя

На двигателях семейства EA211 с функцией Старт-стоп устанавливается датчик числа оборотов с распознаванием направления вращения. Датчик числа оборотов двигателя G28 находится в крышке коленвала со стороны маховика, крепящейся на блоке цилиндров болтами. Он регистрирует импульсы от задающего ротора, напрессованного на коленвал. По этим сигналам блок управления двигателя определяет число оборотов и направление вращения, а также, вместе с сигналом от датчика Холла **G40**, положение коленвала относительно распредвала.

### Распознавание направления вращения

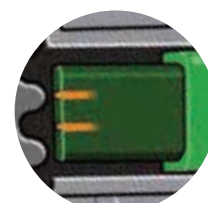
На автомобилях с системой Старт-стоп двигатель для экономии топлива выключается так часто, насколько это возможно. Чтобы после остановки запустить двигатель как можно быстрее, блок управления двигателя должен определить точное положение коленвала. После выключения двигатель останавливается не сразу, а проворачивается по инерции ещё на несколько оборотов. При этом, если перед окончательной остановкой один из поршней будет подходить к своей ВМТ в такте сжатия, давление компрессии отбросит его назад. В этот момент двигатель будет вращаться в обратном направлении. При использовании обычного датчика, регистрирующего только величину поворота коленвала, но не его направление, блоком управления двигателя будет установлено, что коленвал повернулся на этот угол в прямом направлении. Таким образом, окончательное положение, в котором остановился коленвал, будет определено неправильно.



### Использование сигнала

Сигнал используется для расчёта момента впрыска топлива, длительности впрыска топлива и момента опережения зажигания. Кроме того, он применяется и при регулировании фаз газораспределения.

Обычный 2-элементный датчик Холла для числа оборотов двигателя содержит две независимых полупроводниковых пластины для регистрации эффекта Холла. Такой датчик не в состоянии определять направление вращения задающего ротора.



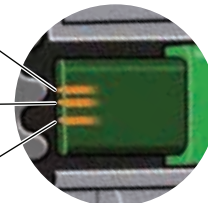
SP101\_66\_a

В 3-элементном датчике числа оборотов двигателя имеется дополнительная полупроводниковая пластина, которая расположена между двумя крайними пластинами несимметрично, то есть не точно посередине между ними. Эта третья пластина обеспечивает возможность распознавания направления вращения.

Пластина Холла 1

Пластина Холла 3

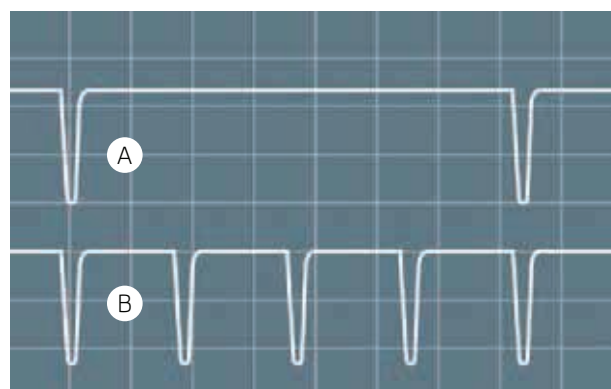
Пластина Холла 2



SP101\_66\_b

Сигнал датчика числа оборотов двигателя на экране осциллографа (цена деления — 2 мс)

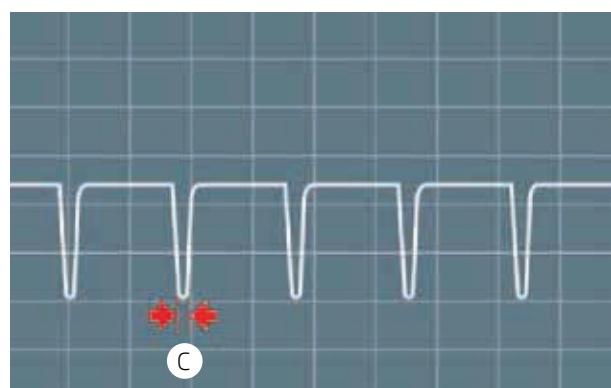
Благодаря несимметричному расположению дополнительной пластины Холла, датчик может распознавать направление вращения и передавать в блок управления сигнал с шириной импульса С или D (см. рис.). На основании этого сигнала блок управления определяет направление вращения коленвала в данный момент.



SP101\_67

### Вращение коленвала по часовой стрелке

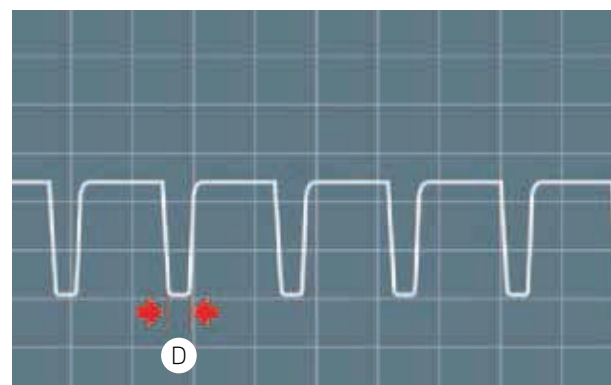
При вращении коленвала по часовой стрелке прохождение переднего края зуба ротора сначала распознаётся пластиной Холла 1. Через короткий промежуток времени передний край зуба распознаёт пластина Холла 3, а за ней — и пластина Холла 2. По тому, что промежуток времени между распознаванием переднего края зуба пластиной 1 и пластиной 3 короче, чем между распознаванием пластиной 3 и пластиной 2, система устанавливает, что коленвал вращается по часовой стрелке. Электроника датчика модифицирует сигнал и передаёт его с шириной импульса низкого напряжения С (см. рис.) в блок управления двигателем.



SP101\_68

### Вращение коленвала против часовой стрелки

При вращении коленвала в обратном направлении (против часовой стрелки) прохождение переднего края зуба будет сначала определено пластиной Холла 2. Через короткий промежуток времени передний край зуба распознаёт пластина Холла 3 (средняя), а затем — пластина Холла 1. Поскольку промежутки времени между сигналами имеют теперь обратную продолжительность, система фиксирует вращение коленвала против часовой стрелки. Электроника датчика модифицирует сигнал и передаёт его в блок управления двигателем с вдвое большей шириной импульса низкого напряжения D (см. рис.), чем в предыдущем случае.



SP101\_69

- A — сигнал малого числа оборотов двигателя
- B — сигнал большого числа оборотов двигателя
- C — ширина импульса при вращении коленвала по часовой стрелке
- D — удвоенная ширина импульса при вращении коленвала против часовой стрелки

## 11. Специальный инструмент/оборудование

**T10487** — приспособление для отжимания вниз зубчатого ремня при установке фиксатора распредвалов



**T10499** — накидной ключ 30 мм для поворота натяжного ролика зубчатого ремня



**T10500** — ключ для болта натяжного ролика зубчатого ремня



**T10494** — фиксатор распредвала при проверке и регулировке фаз газораспределения



**Использование исключительно с динамометрическим ключом VAS 6583 или VAS 1410 — см. актуальную литературу для службы сервиса.**

**T10508** — ключ для снятия и установки термостата насоса системы охлаждения



**T10133/19** — съёмник для форсунок



**T10497** — кронштейн для снятия двигателя



**T10493** — приспособление для замены манжетного уплотнения распредвала со стороны шкивов

