

**Service Training**



**Пособие по программе самообразования 322**

# **Двигатель FSI рабочим объемом 2 л с 4-клапанной системой газораспределения**

**Устройство и принцип действия**



Этот двухлитровый двигатель входит в зарекомендовавший себя типоразмерный ряд 827/113.

Новый двухлитровый бензиновый двигатель дополнил серию силовых агрегатов с непосредственным впрыском и послойным смесеобразованием FSI (Fuel Stratified Injection). Двигатели FSI превосходят двигатели с впрыском бензина во впускные каналы по показателям экономичности, выброса вредных веществ и динамики. Они наилучшим образом выполняют предъявляемые сегодня требования к снижению расхода топлива и улучшению экологии, а также способствуют повышению удовлетворения от управления автомобилем.

Этими качествами уже обладал первый двигатель нового поколения FSI рабочим объемом 1,4 л и мощностью 77 кВт, разработанный еще в конце 2000-го года специалистами концерна Volkswagen для автомобиля Lupo. За ним последовали двигатели FSI рабочим объемом 1,6 л (81 кВт) и 1,4 л (63 кВт) для автомобиля Polo.

В этом учебном пособии описаны новые технические решения, воплощенные в конструкции данного двигателя.



S322\_015

**Новинка**



**Внимание  
Указание**



**В пособиях по программе самообразования описываются вновь разработанные конструкции агрегатов автомобиля и разъясняется принципы их действия! Содержание пособий не обновляется.**

Текущие указания по проверке, регулировке и ремонту содержатся в предназначенной для этого литературе по техническому обслуживанию и ремонту автомобиля.



<b>Введение</b> .....	<b>4</b>
<b>Механизмы и системы двигателя</b> .....	<b>6</b>
<b>Система управления двигателем</b> .....	<b>10</b>
<b>Функциональная схема системы управления</b> .	<b>18</b>
<b>Техническое обслуживание</b> .....	<b>20</b>
<b>Проверьте Ваши знания</b> .....	<b>22</b>



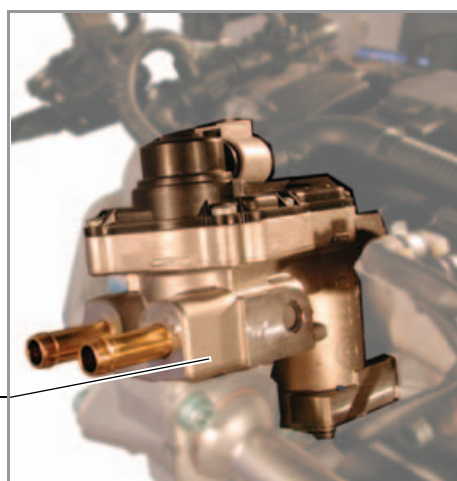
# Введение

## Общая конструкция двигателя

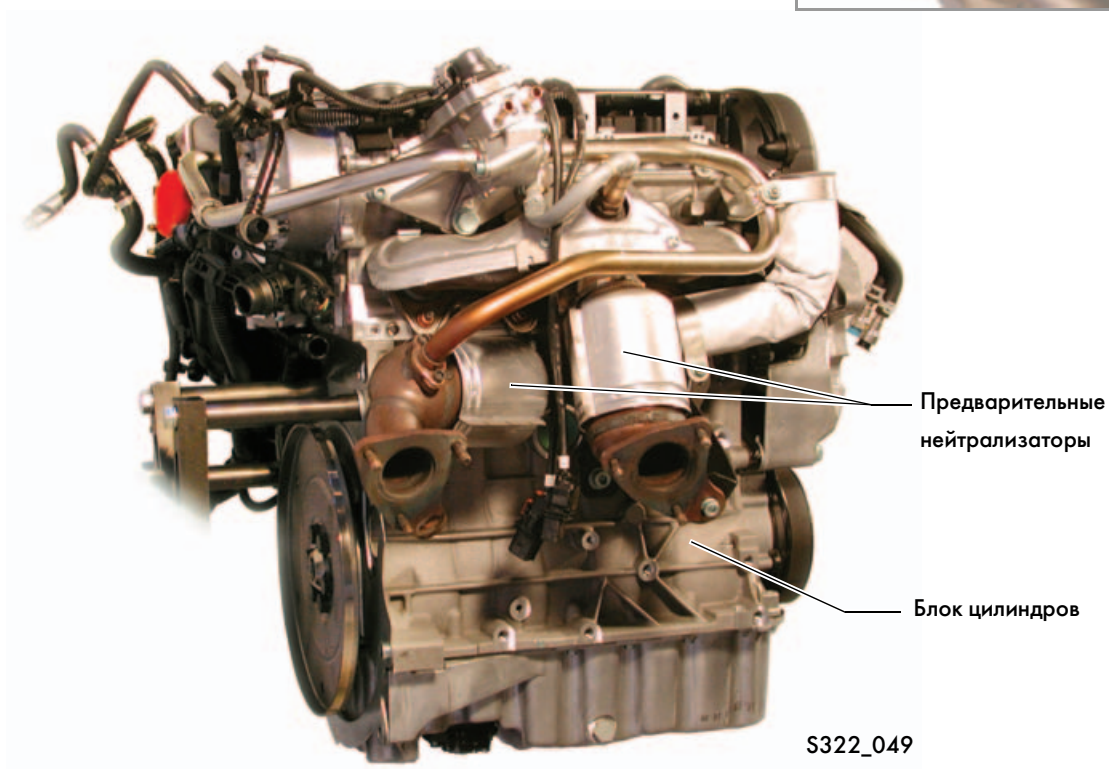
В рамках производственной программы фирм Volkswagen и Audi двухлитровый двигатель FSI был предназначен первоначально для автомобиля Audi A4 с продольным расположением силового агрегата. Он имел обозначение AWA. В феврале 2003 года его приспособили для установки на автомобиль Audi A3 с поперечным расположением силового агрегата. При этом он получил обозначение AXW. Идентичный двигатель устанавливается сегодня также на автомобили Volkswagen. Чтобы удовлетворить повышенные требования в отношении мощности и экономичности, в конструкцию двигателя были введены следующие компоненты:

- алюминиевый блок цилиндров с чугунными гильзами цилиндров,
- клапан перепуска отработавших газов с жидкостным охлаждением (AGR),
- выпускная система с двумя предварительными нейтрализаторами, расположенными вблизи от двигателя.

Клапан перепуска отработавших газов



S322\_051



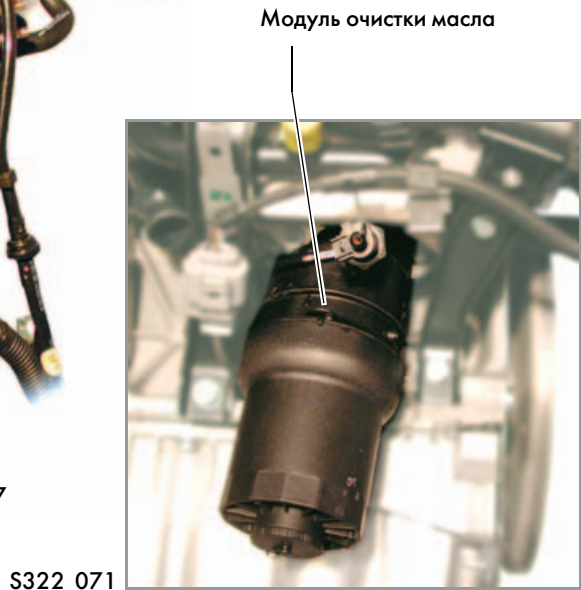
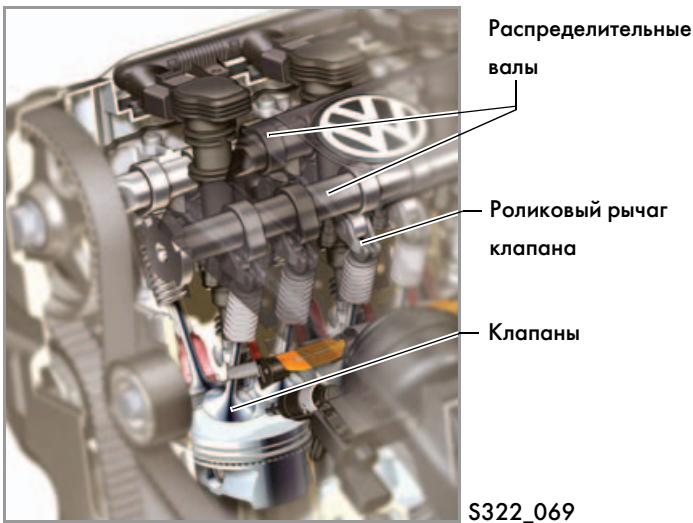
Предварительные нейтрализаторы

Блок цилиндров

S322\_049



- впускная система с золотником для переключения впускных трактов при переходе на режимы максимального крутящего момента и максимальной мощности,
- новый модуль очистки масла,
- система управления двигателем Bosch Motronic MED 9.5.10,
- 4-клапанная система газораспределения с приводом клапанов через роликовые рычаги с опорными гидрокомпенсаторами,
- алюминиевая головка цилиндров с двумя верхними распределительными валами и бесступенчатым регулированием фаз впуска,
- система впрыска бензина с регулируемым по подаче насосом высокого давления.



# Механизмы и системы двигателя

## Двухлитровый двигатель FSI мощностью 110 кВт с 4-клапанной системой газораспределения

Двухлитровый двигатель FSI мощностью 110 кВт с 4-клапанной системой газораспределения был впервые установлен на автомобиль Audi A3 в феврале 2003 года. В октябре 2003 года им начали оснащать автомобили Volkswagen Touran, а на автомобили Golf его стали устанавливать в начале 2004 года.

### Особенности конструкции

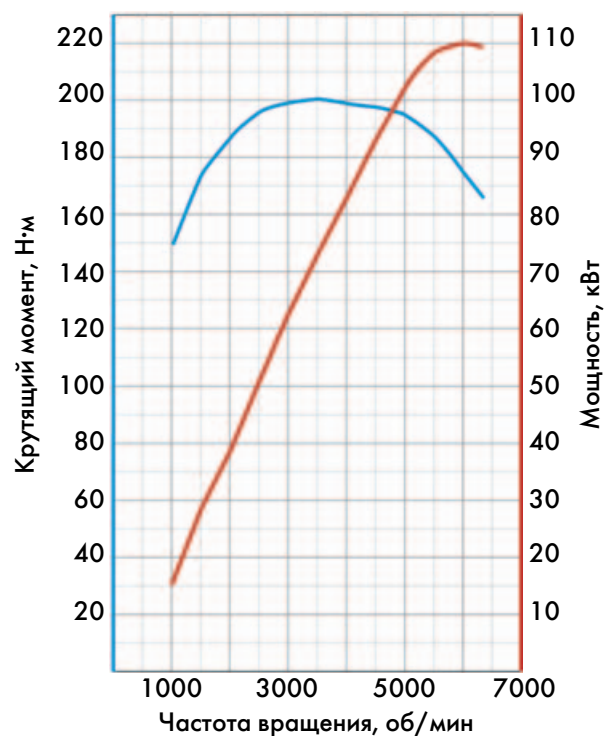
- Одноплунжерный насос высокого давления.
- Пластмассовые впускные трубопроводы с изменяемой длиной тракта.
- Установленные в нижней части впускной системы заслонки, служащие для бесступенчатого управления потоками воздуха на входе в цилиндры.
- Клапан перепуска отработавших газов с жидкостным охлаждением.
- Роликовые рычаги клапанов с опорными гидрокомпенсаторами.
- Два верхних распределительных вала с бесступенчатым изменением фаз впуска.
- Размещенный в масляном поддоне уравнивающий механизм.
- Рабочий процесс с образованием послойной смеси в "воздушной оболочке".



### Техническая характеристика

Модель двигателя	AXW
Тип двигателя	4-цилиндровый, рядный
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	1984
Диаметр цилиндра, мм	82,5
Ход поршня, мм	92,8
Число клапанов на цилиндр	4
Степень сжатия	11,5
Максимальная мощность	110 кВт при 6000 об/мин
Максимальный крутящий момент	200 Н·м при 3500 об/мин
Система управления двигателем	Bosch Motronic MED 9.5.10
Топливо	Неэтилированный бензин "Супер-Плюс" с ИОЧ 98 (при использовании бензина этой же марки, но с ИОЧ 95, мощность двигателя несколько снижается)
Система очистки отработавших газов	2 предварительных нейтрализатора и нейтрализатор NO <sub>x</sub> накопительного типа
Выполняемые нормы выброса вредных веществ	Евро IV

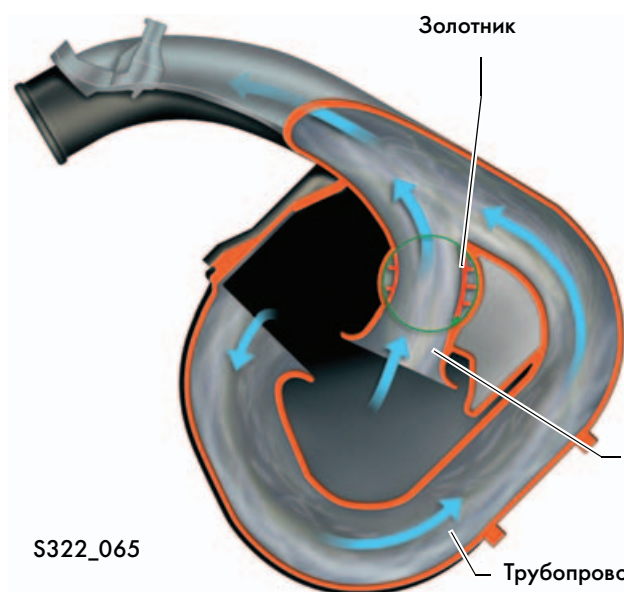
### Внешняя характеристика двигателя



S322\_012

## Впускная система с золотником переключения трубопроводов

Впускная система с двухпозиционным переключением трубопроводов обеспечивает благоприятное протекание характеристики крутящего момента. Переключение впускных трубопроводов для повышения максимального крутящего момента или максимальной мощности производится посредством поворотного золотника с вакуумным приводом. Момент переключения определяется электронной системой по многопараметровой характеристике с учетом нагрузки двигателя, частоты вращения коленчатого вала и температуры охлаждающей жидкости.

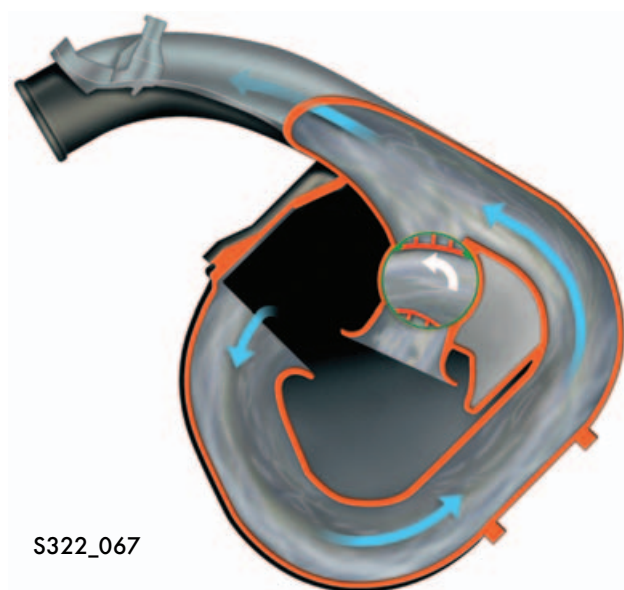


Золотник находится в положении, соответствующем повышению максимальной мощности. При этом воздух поступает в двигатель одновременно через короткие и длинные трубопроводы.

Трубопровод для повышения максимальной мощности

Трубопровод для повышения максимального крутящего момента

S322\_065



Золотник находится в положении, соответствующем повышению максимального крутящего момента.

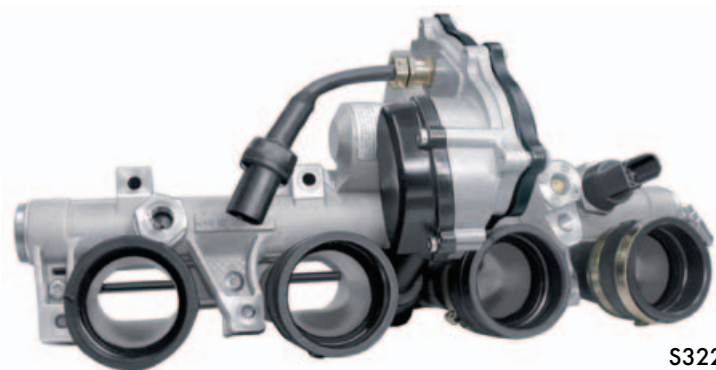
При этом воздух поступает в двигатель только через длинные трубопроводы.

S322\_067

# Механизмы и системы двигателя

## Нижняя часть впускной системы

В нижней части впускной системы находятся четыре заслонки, которые поворачиваются посредством действующего на их общий вал электропривода V157. Встроенный в электропривод потенциометр G336 обеспечивает обратную связь с блоком управления двигателем J220.

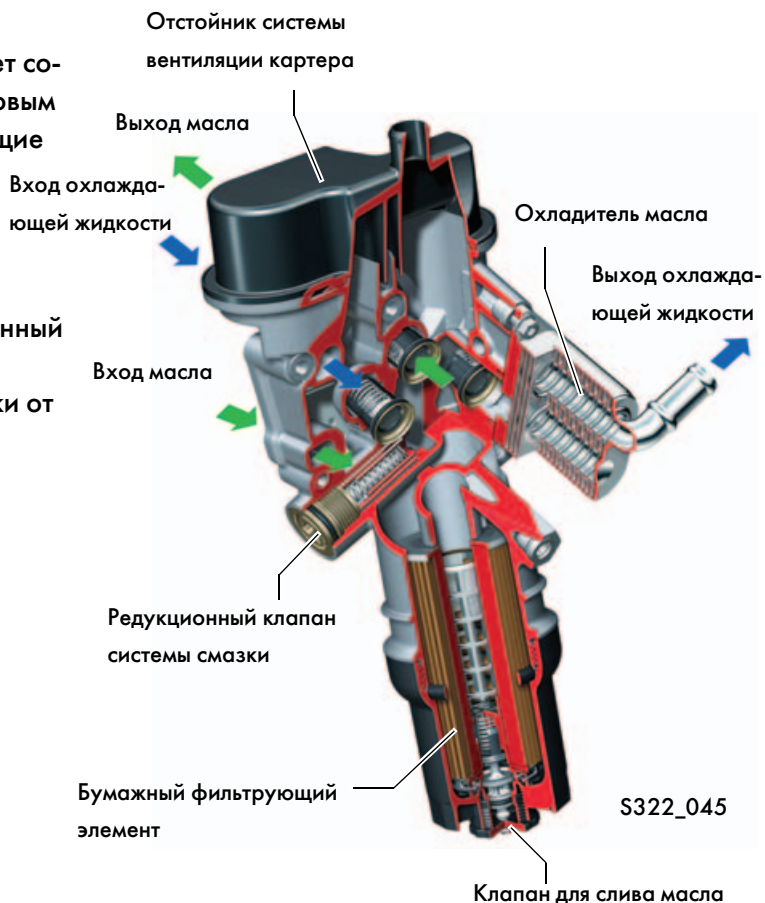


S322\_061

## Модуль очистки масла

Новый модуль очистки масла представляет собой комбинированный блок с пластмассовым корпусом, в котором размещены следующие компоненты:

- редукционный клапан,
- фильтрующий бумажный элемент,
- встроенный охладитель масла, включенный в систему охлаждения двигателя,
- отстойник для предварительной очистки от масла газов, направляемых в систему вентиляции картера.



S322\_045

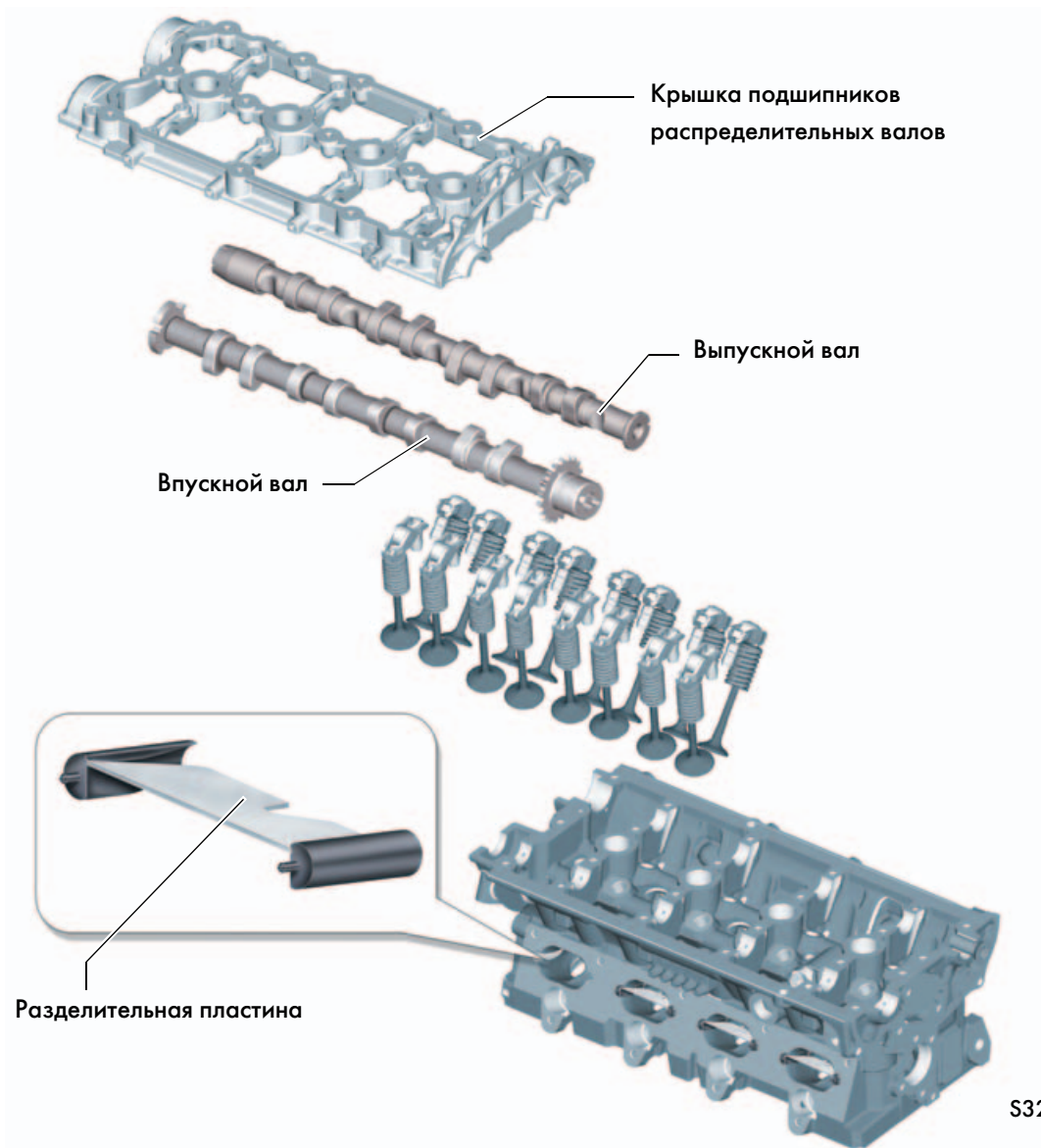
## Головка цилиндров

Головка цилиндров двухлитрового двигателя FSI изготавливается из алюминиевого сплава и оснащается 4-клапанной системой газораспределения.

Привод клапанов осуществляется от двух расположенных сверху головки распределительных валов, деформации которых ограничиваются общей крышкой подшипников.

Выпускной вал приводится посредством зубчатого ремня, а впускной вал связан с ним однорядной цепью.

В каждый впускной канал заложена пластина, разделяющая его на верхнюю и нижнюю части. Приданная пластине форма допускает ее монтаж только в определенном положении.



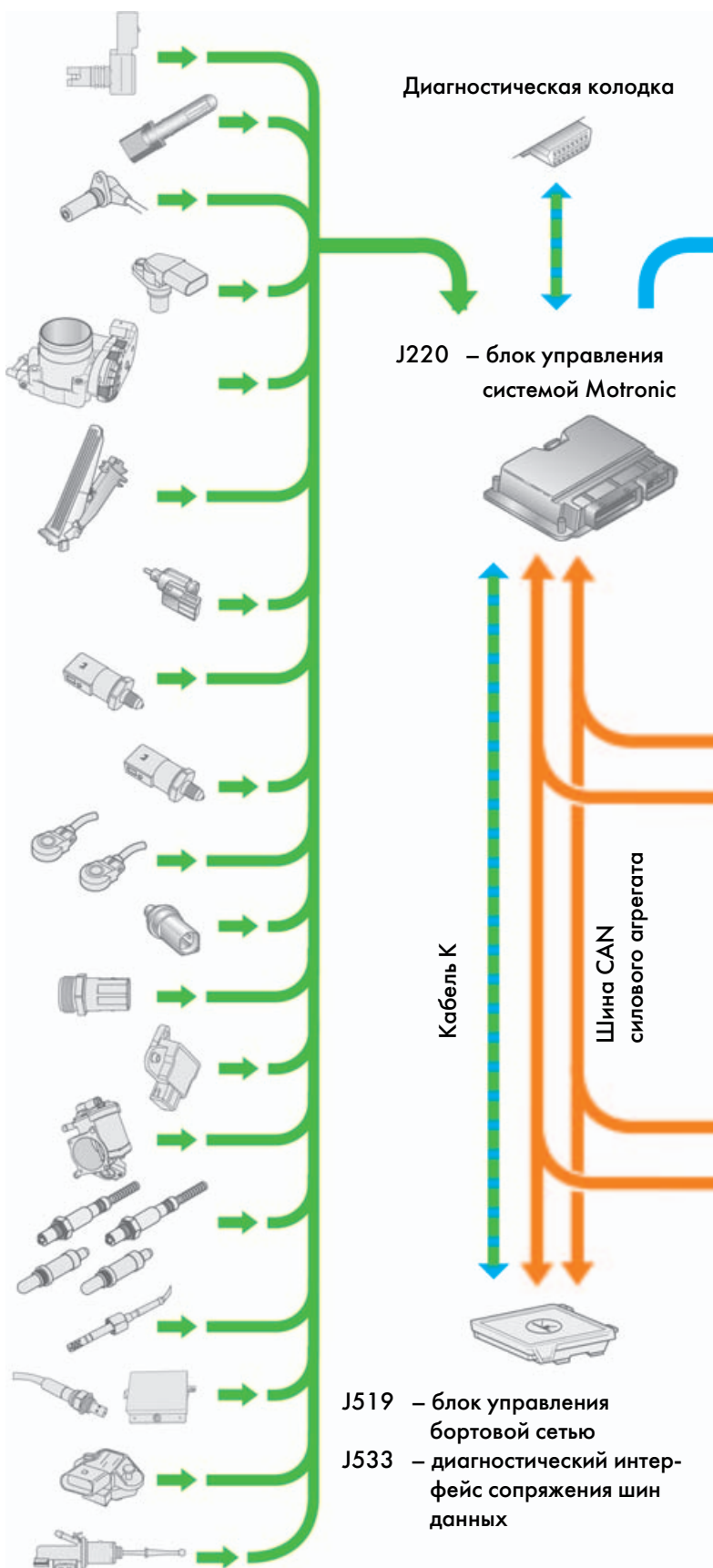
S322\_059

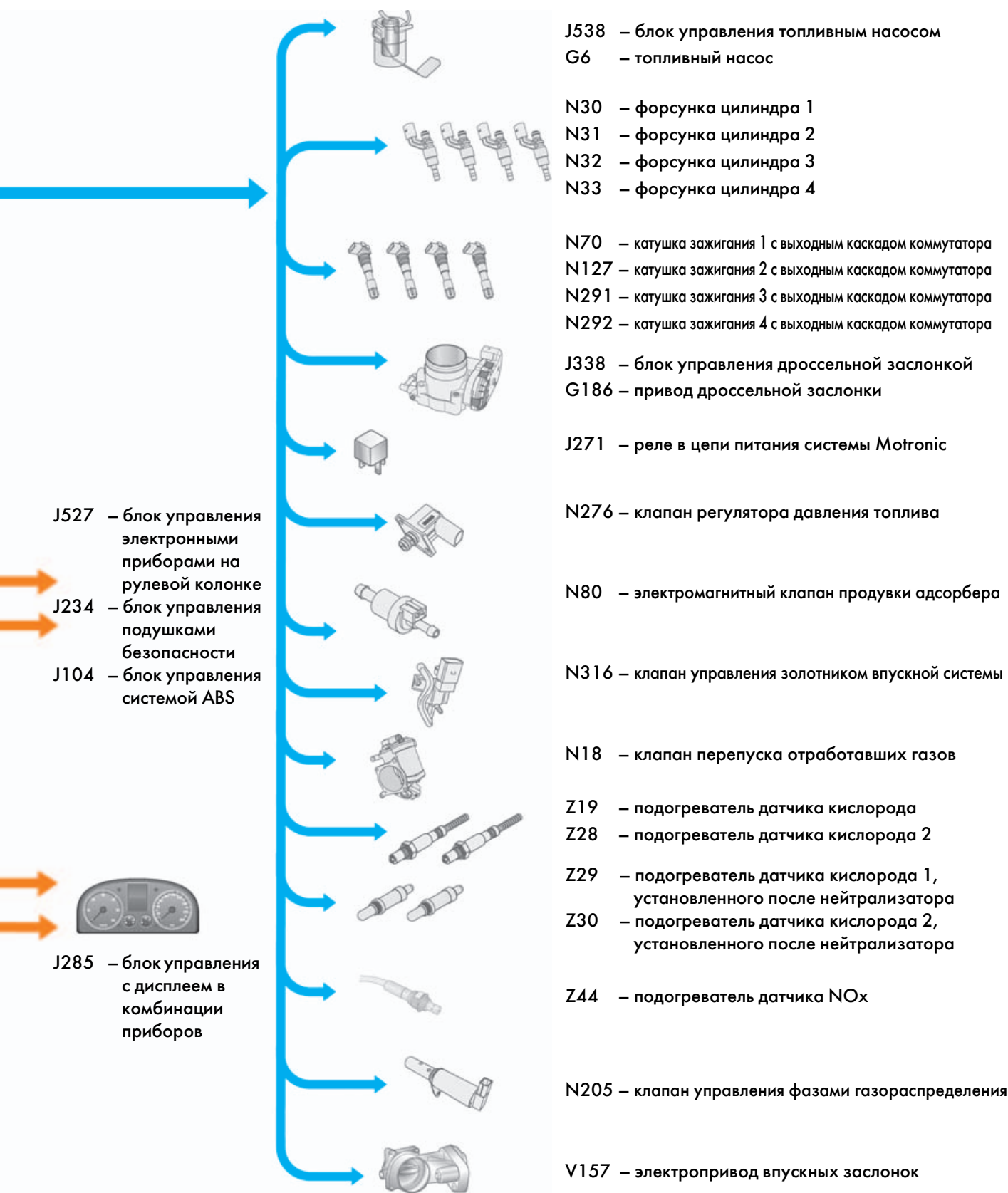


# Система управления двигателем

## Структура системы

- G71 – датчик давления во впускном трубопроводе
- G42 – датчик температуры воздуха на впуске
- G299 – датчик 2 температуры воздуха на впуске
- G28 – датчик частоты вращения коленчатого вала
- G40 – датчик Холла
- J338 – блок управления дроссельной заслонкой
- G187 – датчик 1 углового положения дроссельной заслонки
- G188 – датчик 2 углового положения дроссельной заслонки
- G79 – датчик положения педали акселератора
- G185 – датчик 2 положения педали акселератора
- F – выключатель сигнала торможения
- F47 – выключатель круиз-контроля на педали тормоза
- G247 – датчик высокого давления топлива
- G410 – датчик низкого давления топлива
- G61 – датчик детонации
- G66 – датчик детонации 2
- G62 – датчик температуры охлаждающей жидкости
- G83 – датчик температуры охлаждающей жидкости на выходе из радиатора
- G336 – потенциометр на валу впускных заслонок
- G212 – потенциометр на клапане перепуска отработавших газов
- G39 – датчик кислорода
- G108 – датчик кислорода II
- G130 – датчик кислорода после нейтрализатора
- G131 – датчик кислорода после нейтрализатора II
- G235 – датчик температуры отработавших газов
- G295 – датчик NOx
- J583 – блок управления датчиком NOx
- G294 – датчик давления в усилителе тормозного привода
- G476 – датчик положения педали сцепления





S322\_042



# Система управления двигателем

## Система выпуска отработавших газов

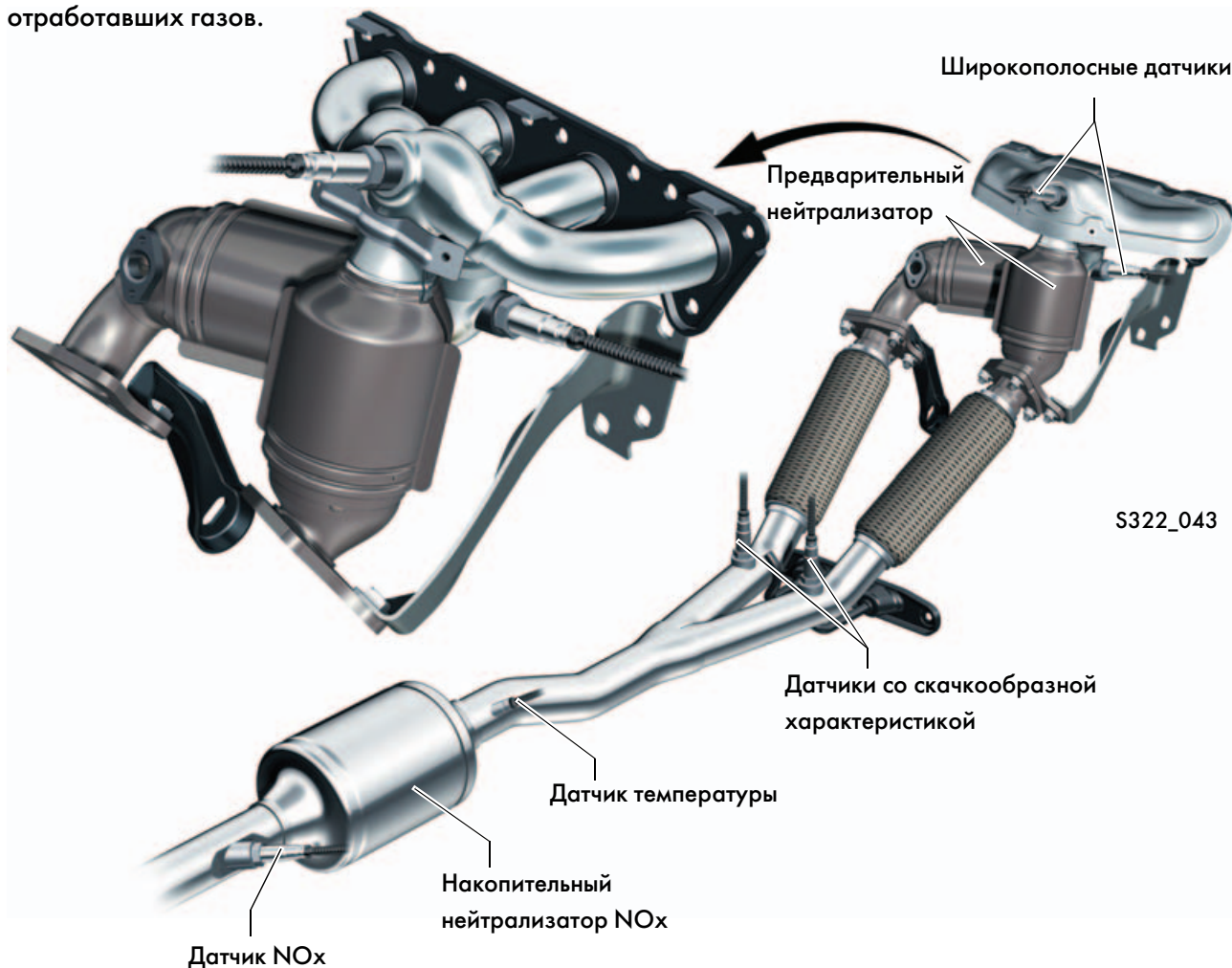
Чтобы повысить крутящий момент при низких частотах вращения коленчатого вала, систему выпуска раздвоили в ее передней части. При этом на каждой приемной трубе установили отдельный предварительный нейтрализатор.

Предварительные нейтрализаторы образуют с приемными трубами неразъемные конструкции.

Перед нейтрализаторами установлены широкополосные датчики кислорода, которые служат для определения состава бензовоздушной смеси. После нейтрализаторов расположены датчики кислорода со скачкообразной характеристикой (Planar-Lambdasonden), которые позволяют определить эффективность очистки отработавших газов.

Приемные трубы соединяются перед общим нейтрализатором NOx накопительного типа.

В накопительном нейтрализаторе собираются оксиды азота, образуемые в избыточном количестве при работе двигателя на бедной смеси. Установленный за нейтрализатором датчик NOx служит для определения степени его насыщения. По сигналу этого датчика запускается процесс регенерации накопительного нейтрализатора.



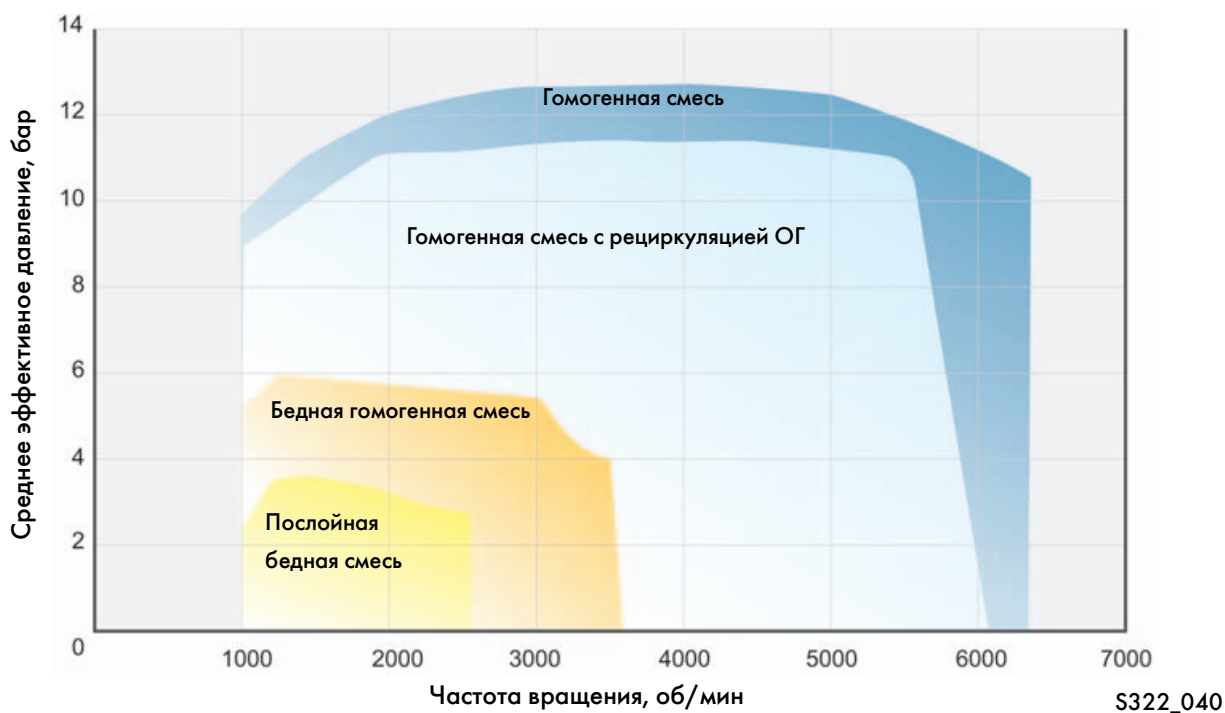
## Способы смесеобразования

При непосредственном впрыске бензина в цилиндры двигателя можно заставить его работать как на гомогенной, так и на гетерогенной (послойной) смеси.

Оптимальный способ смесеобразования выбирается электронной системой управления в зависимости от нагрузки двигателя и положения дроссельной заслонки.

Применяются 4 способа смесеобразования, позволяющие получить:

- бедную послойную смесь с добавкой отработавших газов,
- бедную гомогенную смесь без добавки отработавших газов,
- гомогенную стехиометрическую смесь с добавкой отработавших газов,
- гомогенную стехиометрическую смесь без добавки отработавших газов.



Дополнительные сведения приведены в Пособии по программе самообразования 253 „Непосредственный впрыск бензина под управлением системы Bosch Motronic MED 7“.

# Система управления двигателем

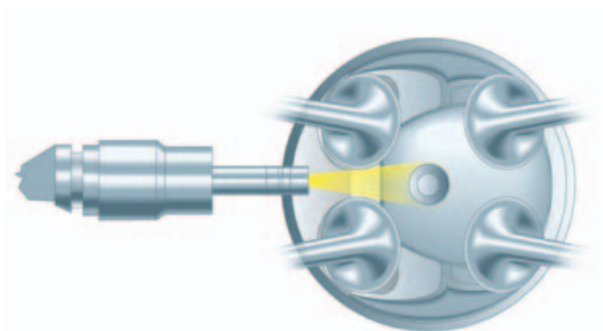
## Работа двигателя при послойном смесеобразовании

Для осуществления послойного смесеобразования необходимо согласовать впрыск бензина с геометрией камеры сгорания и движением воздуха в цилиндре. Помимо этого необходимы следующие предпосылки:

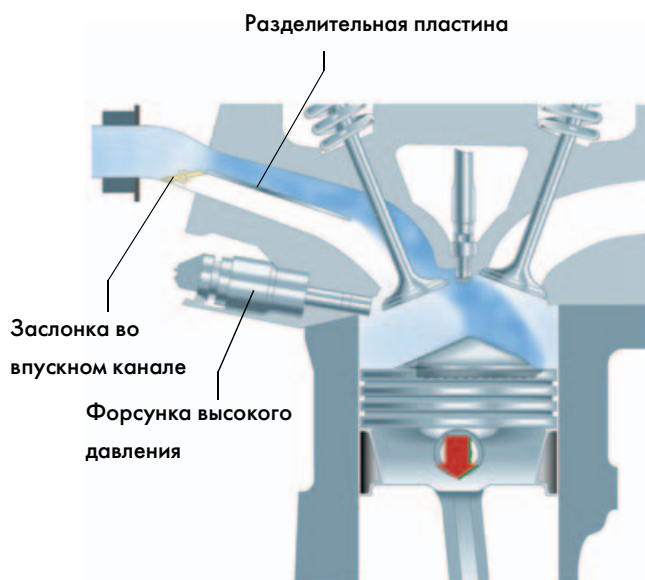
- двигатель должен работать в области определенных нагрузочных и скоростных режимов,
- в системе управления двигателем не должны быть зафиксированы неисправности, связанные с очисткой отработавших газов,
- температура охлаждающей жидкости должна превышать  $50^{\circ}\text{C}$ ,
- температура накопительного нейтрализатора  $\text{NOx}$  должна находиться в диапазоне от  $250^{\circ}\text{C}$  до  $500^{\circ}\text{C}$ ,
- заслонки во впускных каналах должны быть закрыты.

При работе двигателя на определенных режимах закрываются заслонки, перекрывающие нижние части впускных каналов. В результате этого поступающий в цилиндры двигателя воздух направляется только через верхние части впускных каналов, закручивая воздушную массу внутри цилиндров.

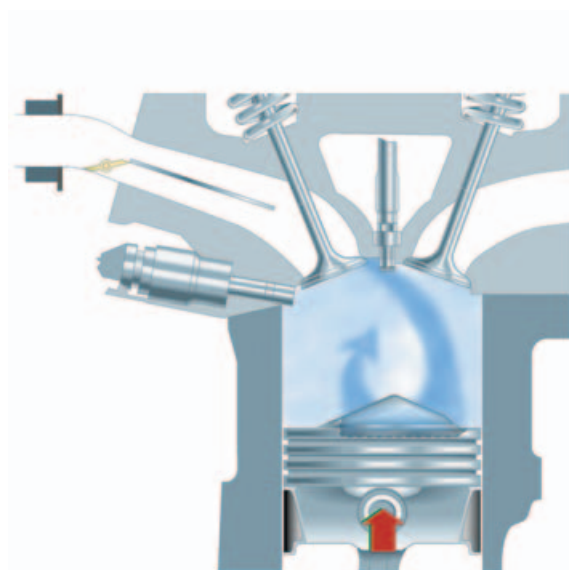
Вращательное движение воздуха в цилиндре (продольный вихрь) поддерживается благодаря специальной форме выемки в поршне и усиливается в результате перемещения поршня к ВМТ.



S322\_021

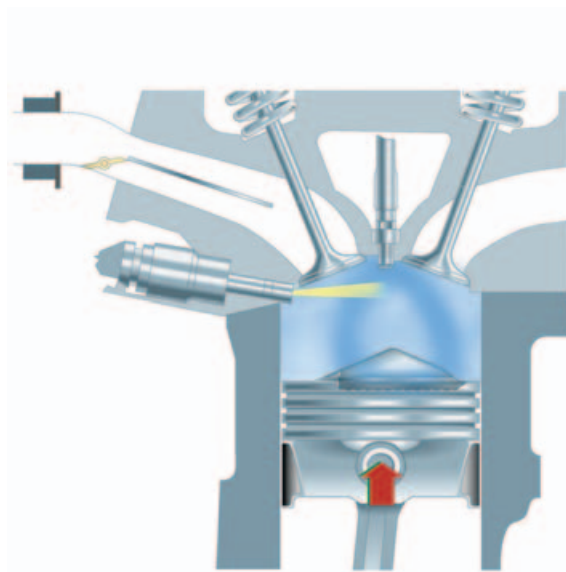


S322\_023



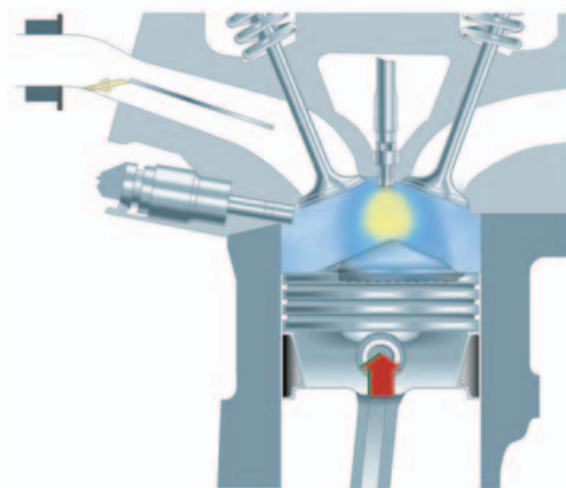
S322\_025

Впрыск топлива производится на такте сжатия незадолго до момента искрообразования. Впрыскиваемое под высоким давлением (40–110 бар) топливо подхватывается воздушным потоком, который сносит способную к воспламенению смесь в направлении к свече зажигания.



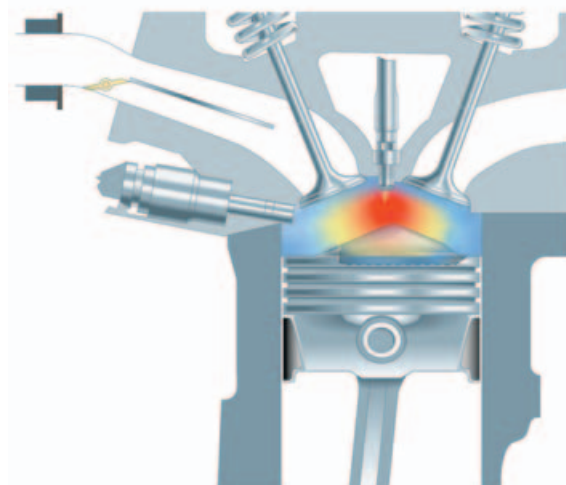
S322\_027

Так как факел топлива сплюснен, он практически не соприкасается с днищем поршня. В данном случае говорят о смесеобразовании в так называемой "воздушной оболочке".



S322\_029

Смесь сгорает в окружении чистого воздуха, который образует изолирующий слой между ней и стенками камеры сгорания. В результате снижаются потери тепла в стенки и соответственно повышается КПД двигателя.



S322\_031

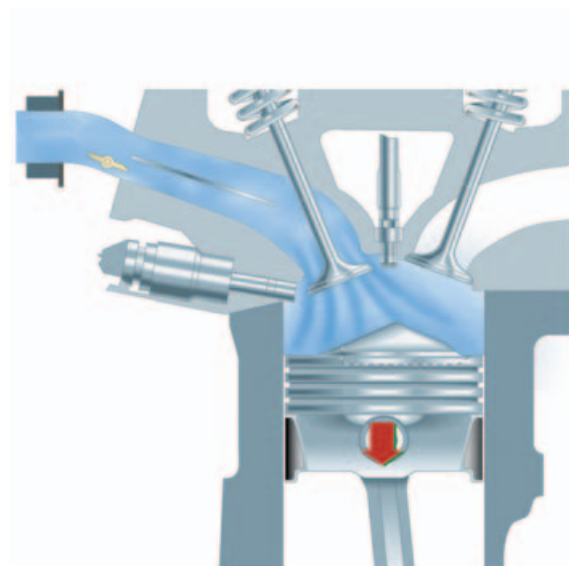


# Система управления двигателем

## Работа двигателя на гомогенной смеси

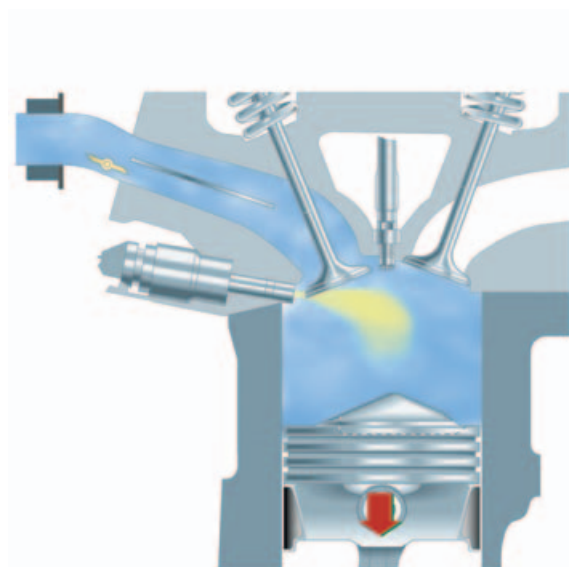
Работа двигателя на гомогенной смеси осуществляется при частично открытых заслонках во впускных каналах, причем эти заслонки управляются электронной системой в зависимости от режима его работы.

Интенсивность вращательного движения воздушной массы в камере сгорания должна при этом обеспечивать снижение расхода топлива и выброса вредных веществ.



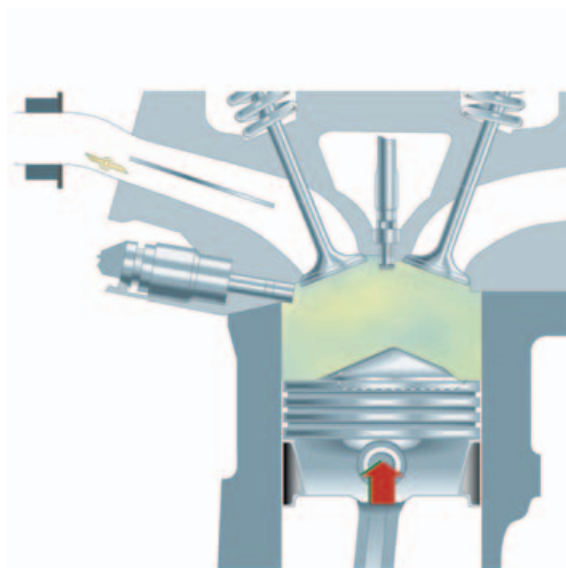
S322\_033

Гомогенная смесь образуется при впрыске топлива на такте впуска, а не на такте сжатия, как это имеет место при образовании гетерогенной смеси.



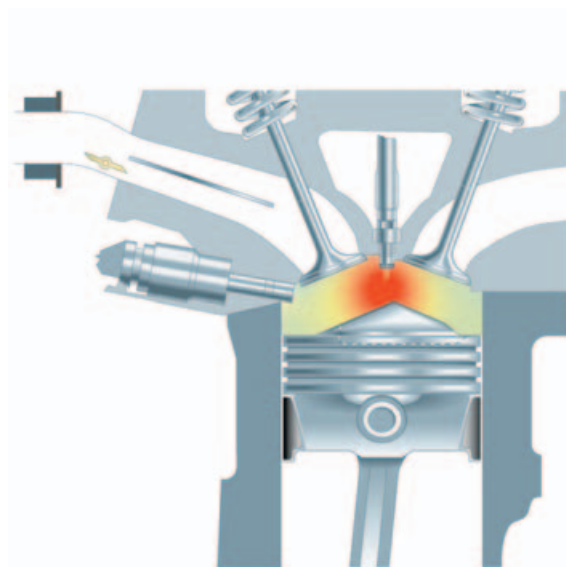
S322\_035

При впрыске топлива на такте впуска всегда достаточно времени для образования гомогенной смеси до момента ее воспламенения.



S322\_037

Сгорание происходит при этом во всем объеме камеры сгорания при полном отсутствии изолирующих слоев чистого воздуха и без добавки рециркулируемых отработавших газов.

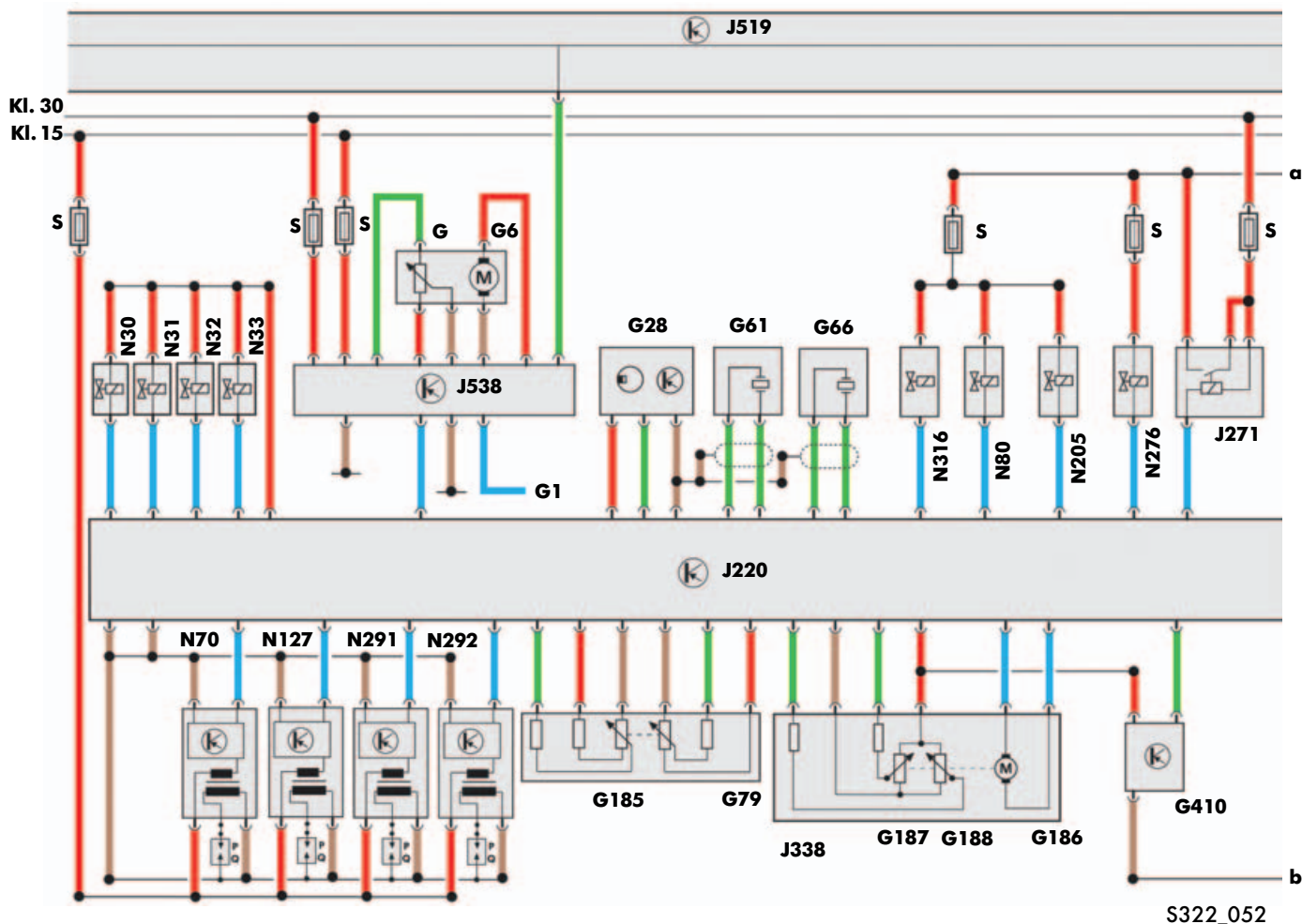


S322\_039

Положительные эффекты от применения гомогенной смеси обязаны впрыску топлива на такте впуска. На испарение топлива расходуется тепло, отбираемое у поступившего в цилиндр воздуха. Это внутреннее охлаждение воздуха снижает склонность смеси к детонации. При этом можно увеличить степень сжатия и повысить тем самым КПД двигателя.



# Функциональная схема системы управления



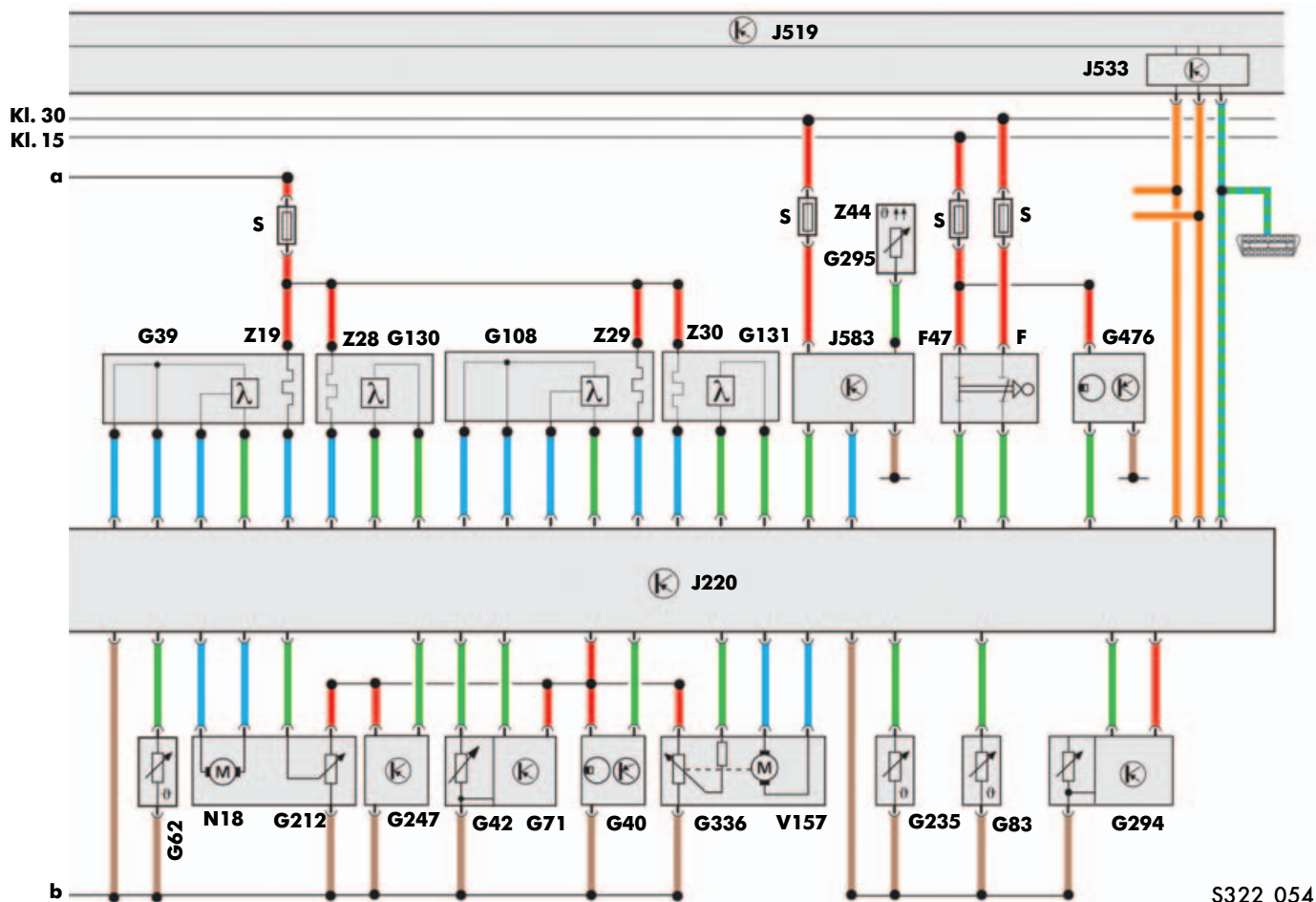
S322\_052

- F – выключатель сигнала торможения
- F47 – выключатель круиз-контроля на педали тормоза
- G – датчик указателя запаса топлива
- G1 – указатель запаса топлива
- G6 – топливный насос
- G28 – датчик частоты вращения коленчатого вала
- G39 – датчик кислорода
- G40 – датчик Холла
- G42 – датчик температуры воздуха на впуске
- G61 – датчик детонации
- G62 – датчик температуры охлаждающей жидкости
- G66 – датчик детонации 2
- G71 – датчик давления во впускном трубопроводе
- G79 – датчик положения педали акселератора
- G83 – датчик температуры охлаждающей жидкости на выходе из радиатора
- G108 – датчик кислорода II

- G130 – датчик кислорода после нейтрализатора
- G131 – датчик кислорода после нейтрализатора II
- G185 – датчик 2 положения педали акселератора
- G186 – привод дроссельной заслонки
- G187 – датчик 1 углового положения дроссельной заслонки
- G188 – датчик 2 углового положения дроссельной заслонки
- G212 – потенциометр на клапане перепуска отработавших газов
- G235 – датчик температуры отработавших газов
- G247 – датчик высокого давления топлива

## Условные обозначения

- █ – входной сигнал
- █ – выходной сигнал
- █ – "плюс"
- █ – "масса"
- █ – шина данных CAN



S322\_054

G294 – датчик давления в усилителе тормозного привода

G295 – датчик NOx

G299 – датчик 2 температуры воздуха на впуске

G336 – потенциометр на валу заслонок во впускных каналах

G410 – датчик низкого давления топлива

G476 – датчик положения педали сцепления

J271 – реле в цепи питания системы Motronic

J338 – блок управления дроссельной заслонкой

J519 – блок управления бортовой сетью

J533 – диагностический интерфейс сопряжения шин данных

J538 – блок управления топливным насосом

J583 – блок управления датчиком NOx

N18 – клапан перепуска отработавших газов

N30 – форсунка цилиндра 1

N31 – форсунка цилиндра 2

N32 – форсунка цилиндра 3

N33 – форсунка цилиндра 4

N70 – катушка зажигания 1 с выходным каскадом коммутатора

N80 – электромагнитный клапан продувки адсорбера  
N127 – катушка зажигания 2 с выходным каскадом коммутатора

N205 – клапан управления поворотом распределительного вала

N291 – катушка зажигания 3 с выходным каскадом коммутатора

N292 – катушка зажигания 4 с выходным каскадом коммутатора

N276 – клапан регулятора давления топлива

N316 – клапан управления золотником впускной системы

V157 – электропривод заслонок во впускных каналах

Z19 – подогреватель датчика кислорода

Z28 – подогреватель датчика кислорода 2

Z29 – подогреватель датчика кислорода 1, после нейтрализатора

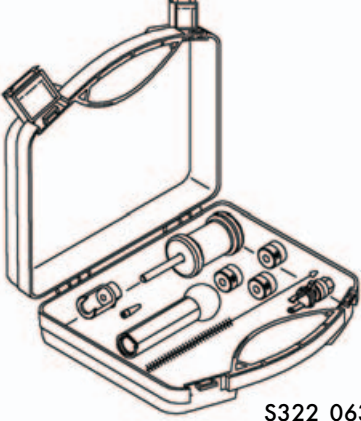
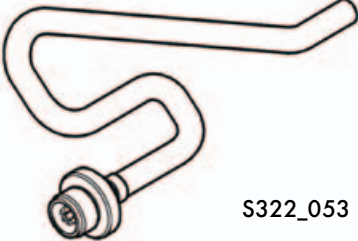
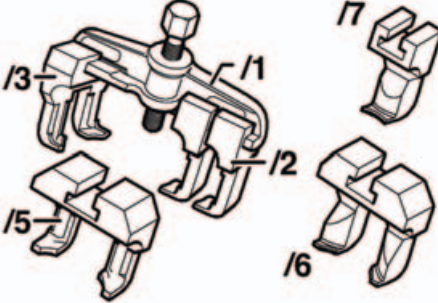
Z30 – подогреватель датчика кислорода 2, после нейтрализатора

Z44 – подогреватель датчика NOx



# Техническое обслуживание

## Новые приспособления и специальные инструменты

Обозначение	Приспособление, инструмент	Применение
T10133 Набор специальных инструментов для двигателей FSI	 <p style="text-align: right;">S322_063</p>	Штатные инструменты для ремонта двигателей FSI, включая двухлитровый двигатель
T40057 Переходник для слива масла	 <p style="text-align: right;">S322_053</p>	Для слива масла из корпуса масляного фильтра
T40001 Съёмник	 <p style="text-align: right;">S322_055</p>	Для снятия шкива и звездочки с распределительных валов
T40001/6 Захваты для съёмника		
T40001/7 Захваты для съёмника		





# Проверьте Ваши знания

**1. Электронная система управления выбирает наилучший способ смесеобразования в зависимости от нагрузки двигателя и положения педали акселератора. Какие способы смесеобразования применяются на двухлитровом двигателе FSI?**

а) \_ \_ \_ \_ \_

б) \_ \_ \_ \_ \_

в) \_ \_ \_ \_ \_

г) \_ \_ \_ \_ \_

**2. Говорят о послойном смесеобразовании в "воздушной оболочке". Что под этим подразумевают?**

а) Топливо впрыскивается в направлении к днищу цилиндра. Вращающийся воздух подхватывает частицы топлива и сносит их к свече зажигания.

б) Впрыскиваемое топливо образует плоский факел, который пронизывает воздушный вихрь и сносится последним к свече зажигания.

в) Впрыскиваемое на такте сжатия в цилиндр топливо испаряется, отбирая тепло от находящейся в нем воздушной массы.

**3. На каком участке выпускной системы находится датчик NOx?**

а) Перед накопительным нейтрализатором NOx.

б) Перед датчиками со скачкообразной характеристикой.

в) После накопительного нейтрализатора NOx.

г) Перед предварительными нейтрализаторами.

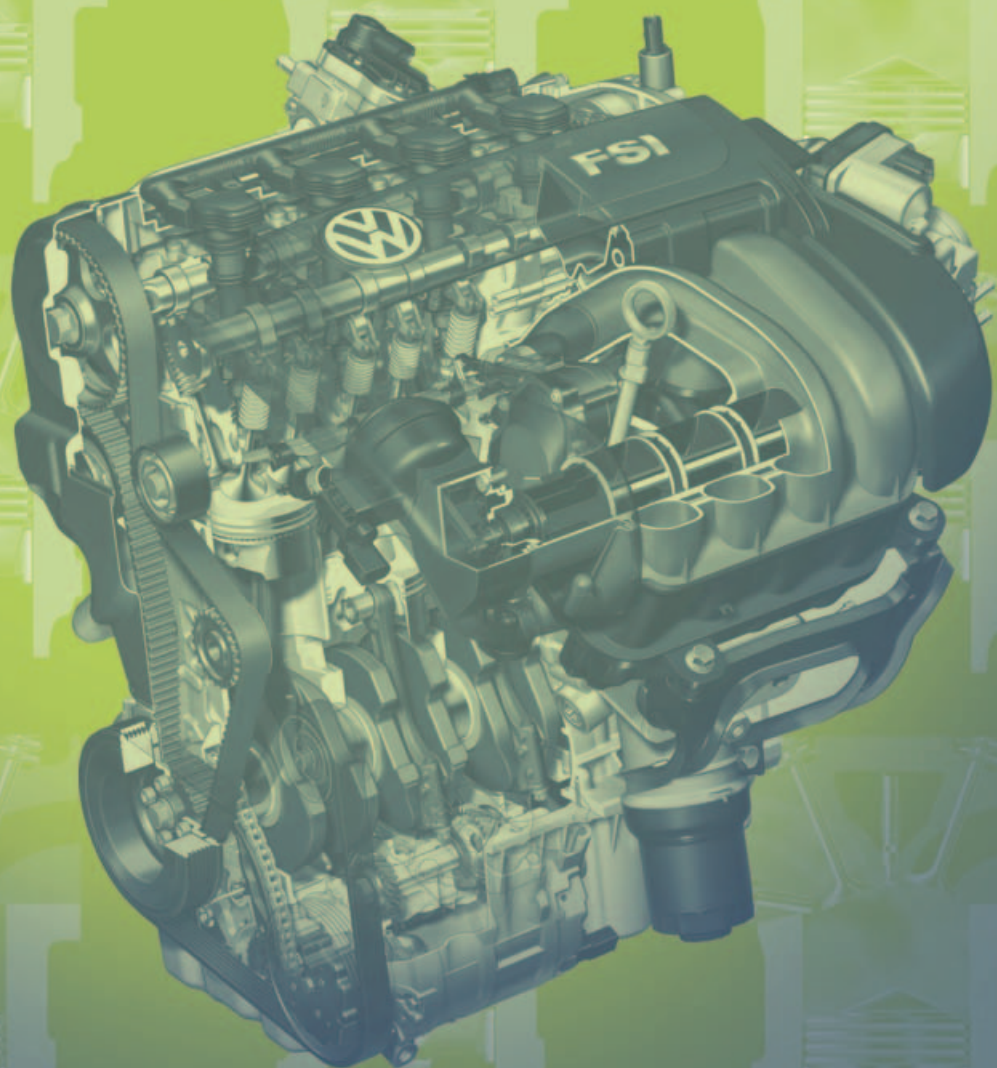


3.) в

2.) б

- 1.) а) Образование бедной постоянной смеси с рециркуляцией отработавших газов.  
б) Образование бедной постоянной смеси без рециркуляции отработавших газов.  
в) Образование богатой постоянной стехиометрической смеси с рециркуляцией отработавших газов.  
г) Образование богатой постоянной стехиометрической смеси без рециркуляции отработавших газов.

**Правильные ответы**



Только для внутреннего пользования.

© VOLKSWAGEN AG, Вольфсбург, VK-36 Service Training.

Все права защищены, включая право на технические изменения.

000.2811.43.75. По состоянию на 10/03

Перевод и верстка ООО "ФОЛЬКСВАГЕН Груп Рус"