

**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.



Новинка

Внимание  
Указание



**В пособиях по программе самообразования описываются вновь разработанные конструкции агрегатов автомобиля и разъясняются 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.

НИИ «СПАС»



<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>



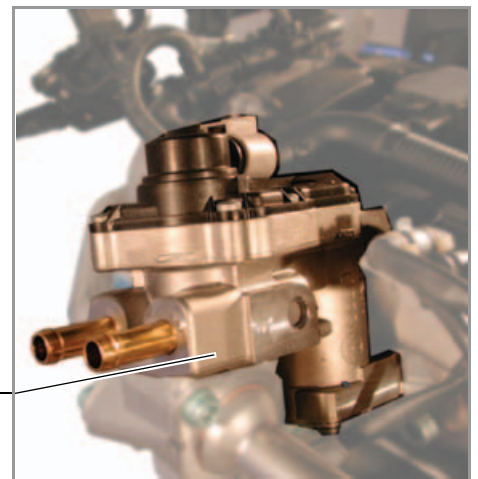
# Введение

## Общая конструкция двигателя

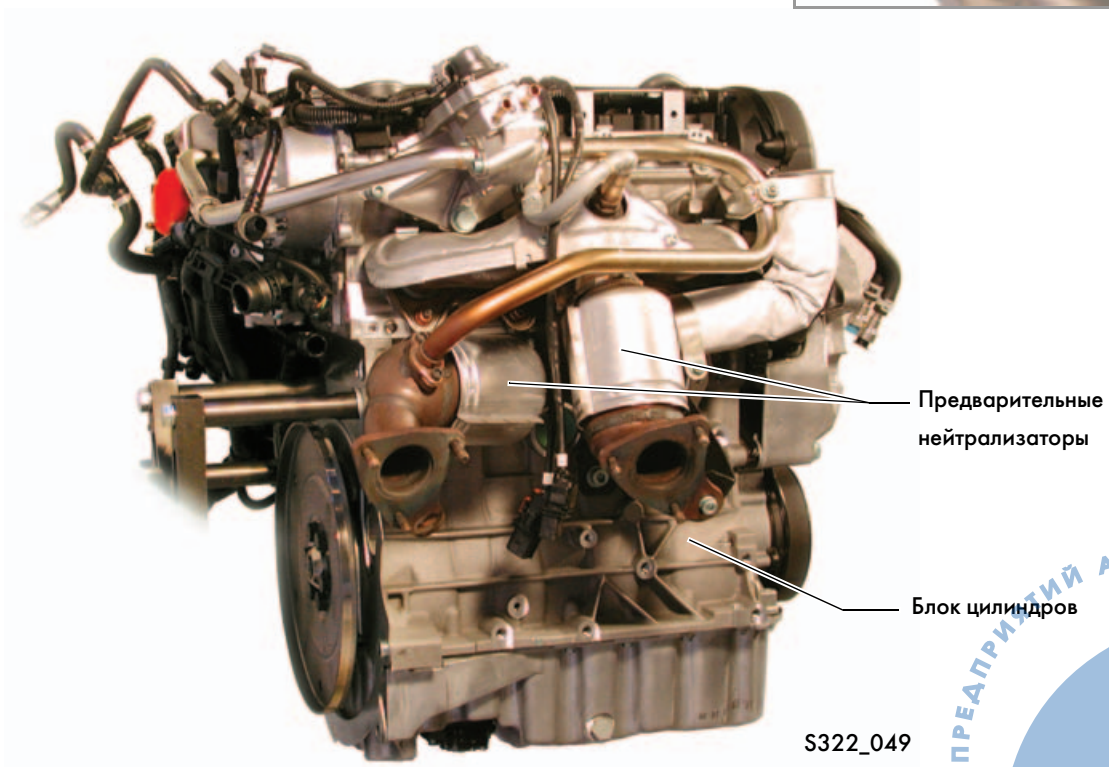
В рамках производственной программы фирм Volkswagen и Audi двухлитровый двигатель FSI был предназначен первоначально для автомобиля Audi A4 с продольным расположением силового агрегата. Он имел обозначение AWA. В феврале 2003 года его приспособили для установки на автомобиль Audi A3 с поперечным расположением 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

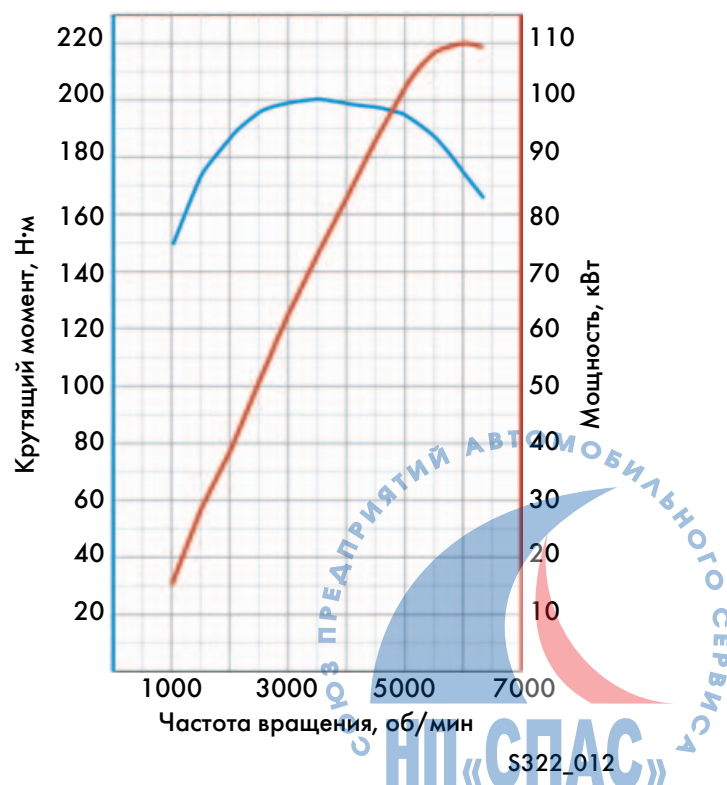
- Одноплунжерный насос высокого давления.
- Пластмассовые впускные трубопроводы с изменяемой длиной тракта.
- Установленные в нижней части впускной системы заслонки, служащие для бесступенчатого управления потоками воздуха на входе в цилиндры.
- Клапан перепуска отработавших газов с жидкостным охлаждением.
- 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

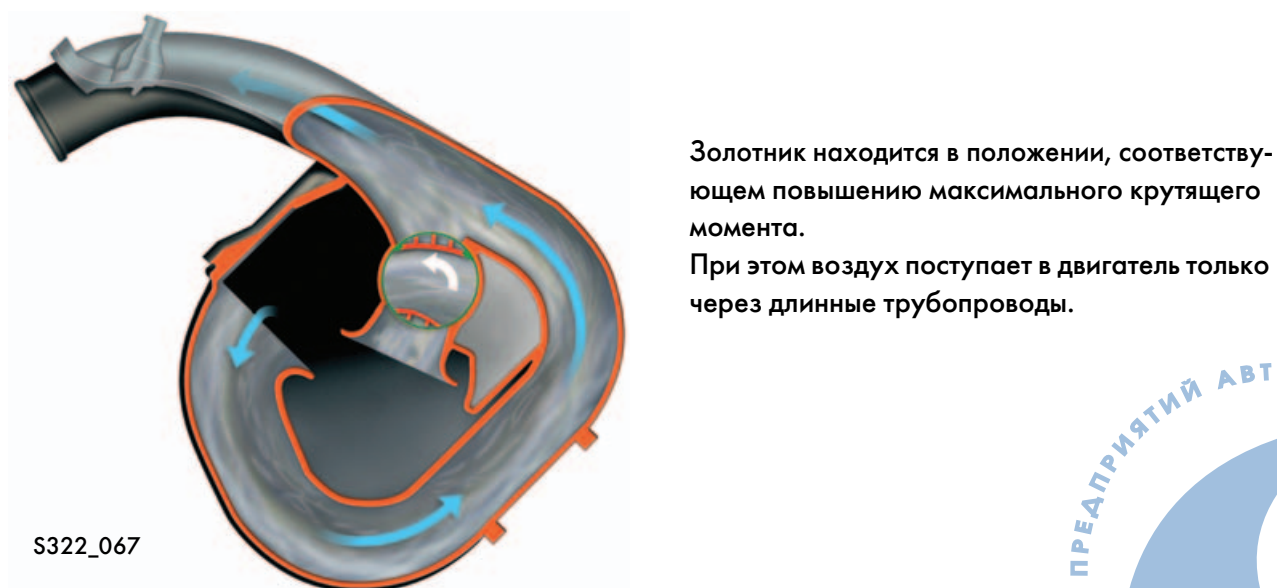
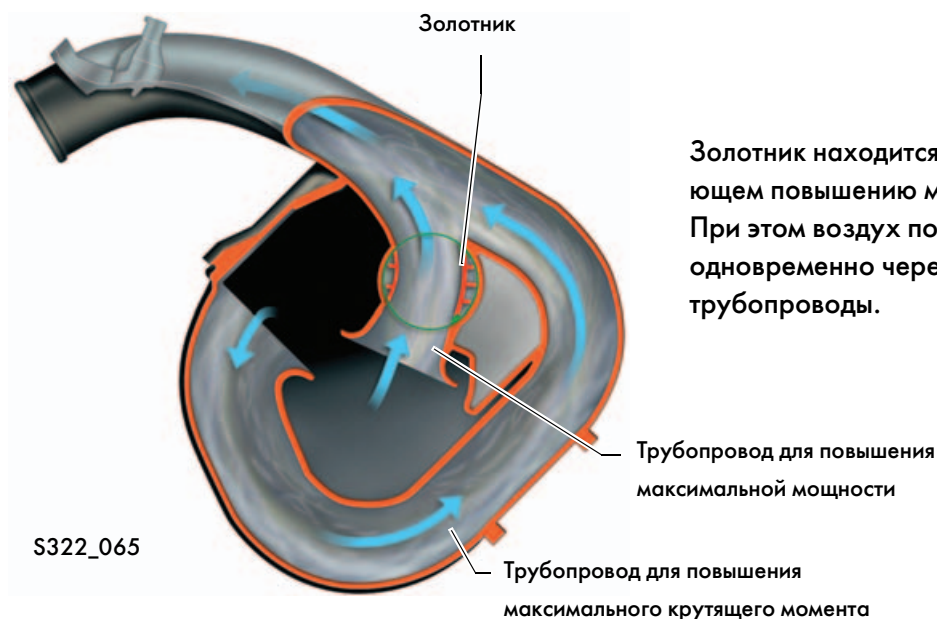
Модель двигателя	АХW
Тип двигателя	4-цилиндровый, рядный
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	1984
Диаметр цилиндра, мм	82,5
Ход поршня, мм	92,8
Число клапанов на цилиндр	4
Степень сжатия	11,5
Максимальная мощность	110 кВт при 6000 об/мин
Максимальный крутящий момент	200 Н·м при 3500 об/мин
Система управления 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



## Впускная система с золотником переключения трубопроводов

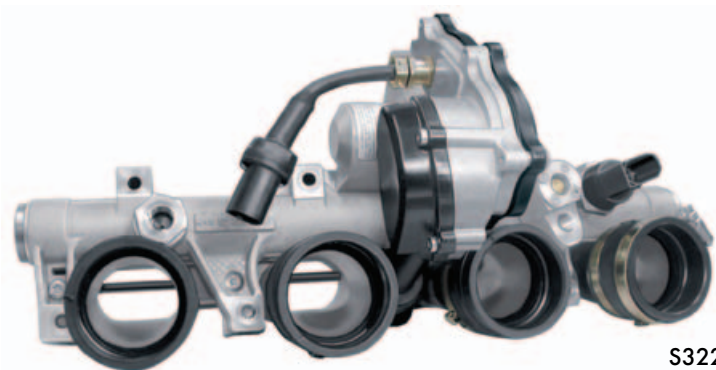
Впускная система с двухпозиционным переключением трубопроводов обеспечивает благоприятное протекание характеристики крутящего момента. Переключение впускных трубопроводов для повышения максимального крутящего момента или максимальной мощности производится посредством поворотного золотника с вакуумным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



# 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.

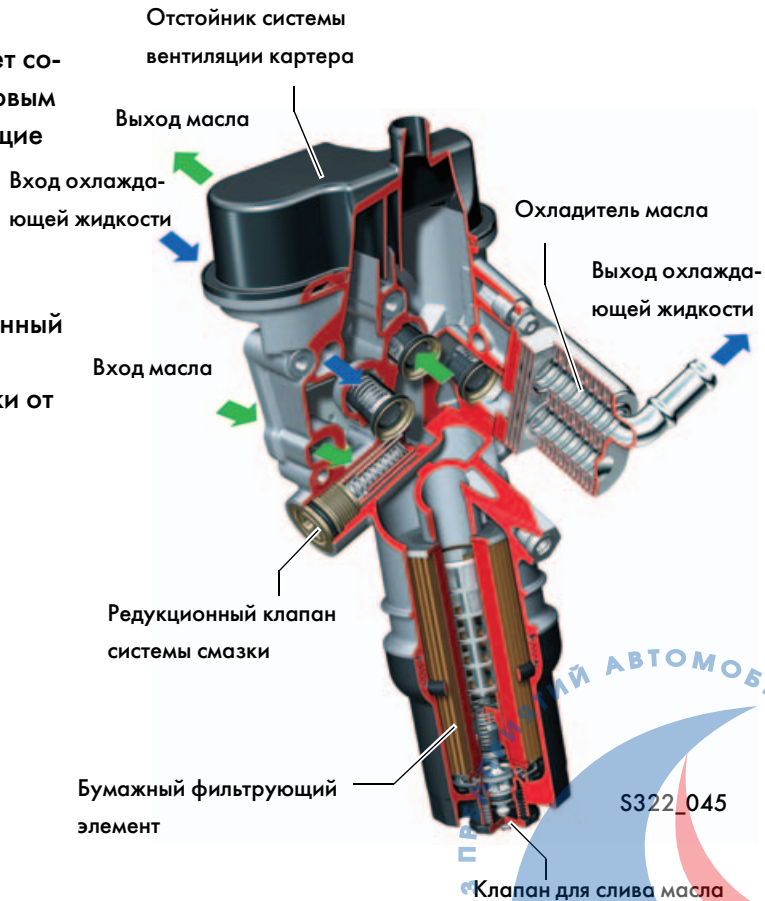


S322\_061

## 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



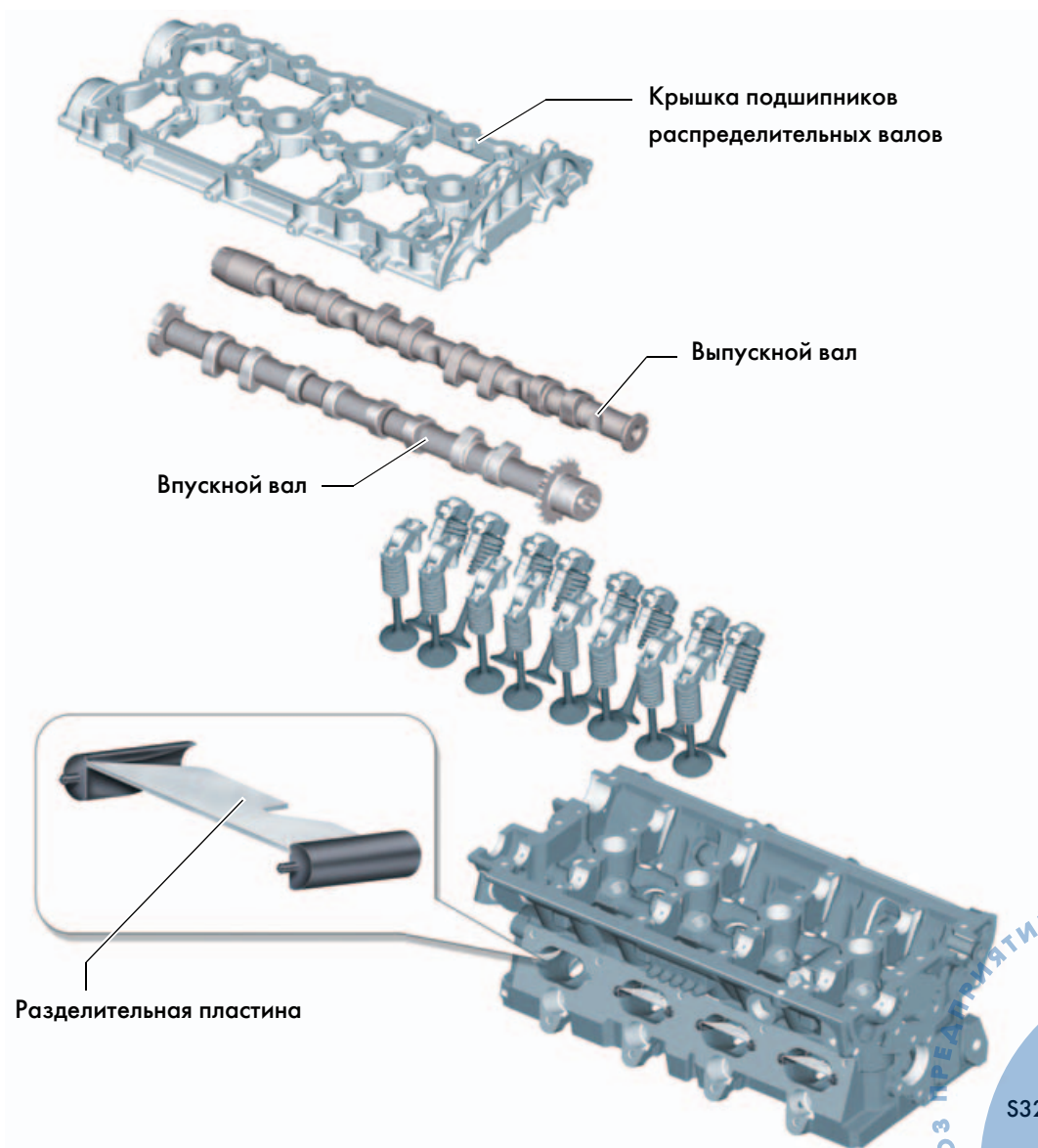
## Головка цилиндров

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.

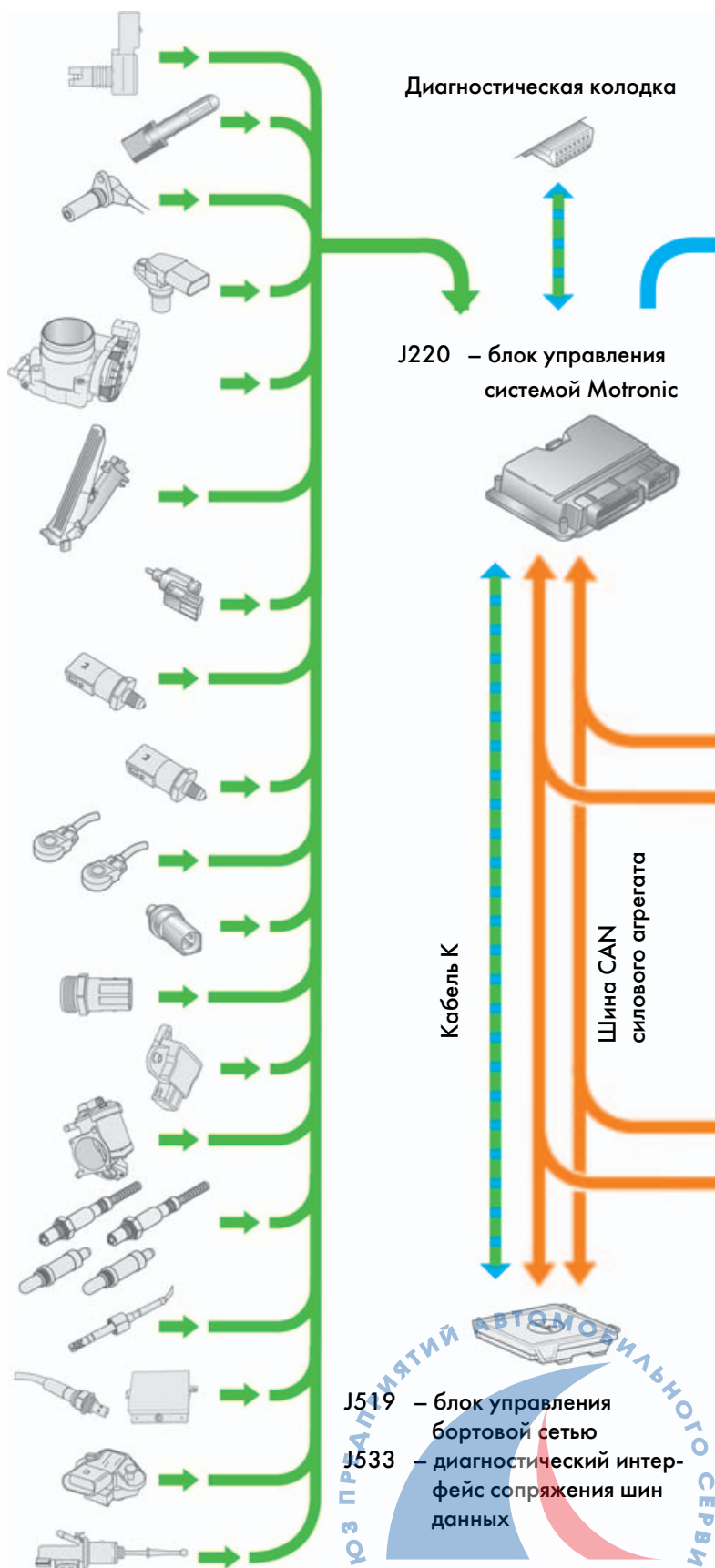
В каждый впускной канал заложена пластина, разделяющая его на верхнюю и нижнюю части. Приданная пластине форма допускает ее монтаж только в определенном положении.

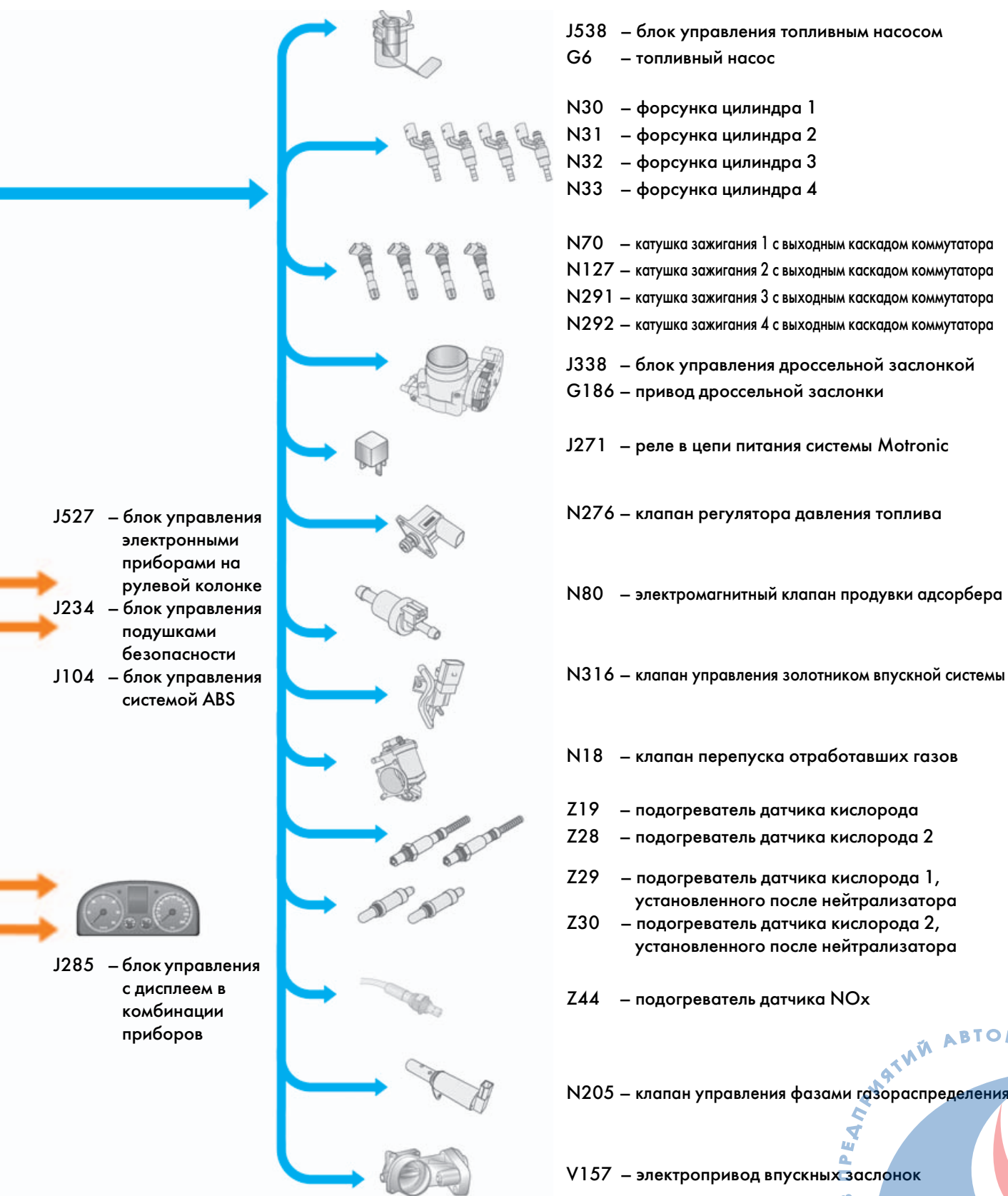


# Система управления двигателем

## 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

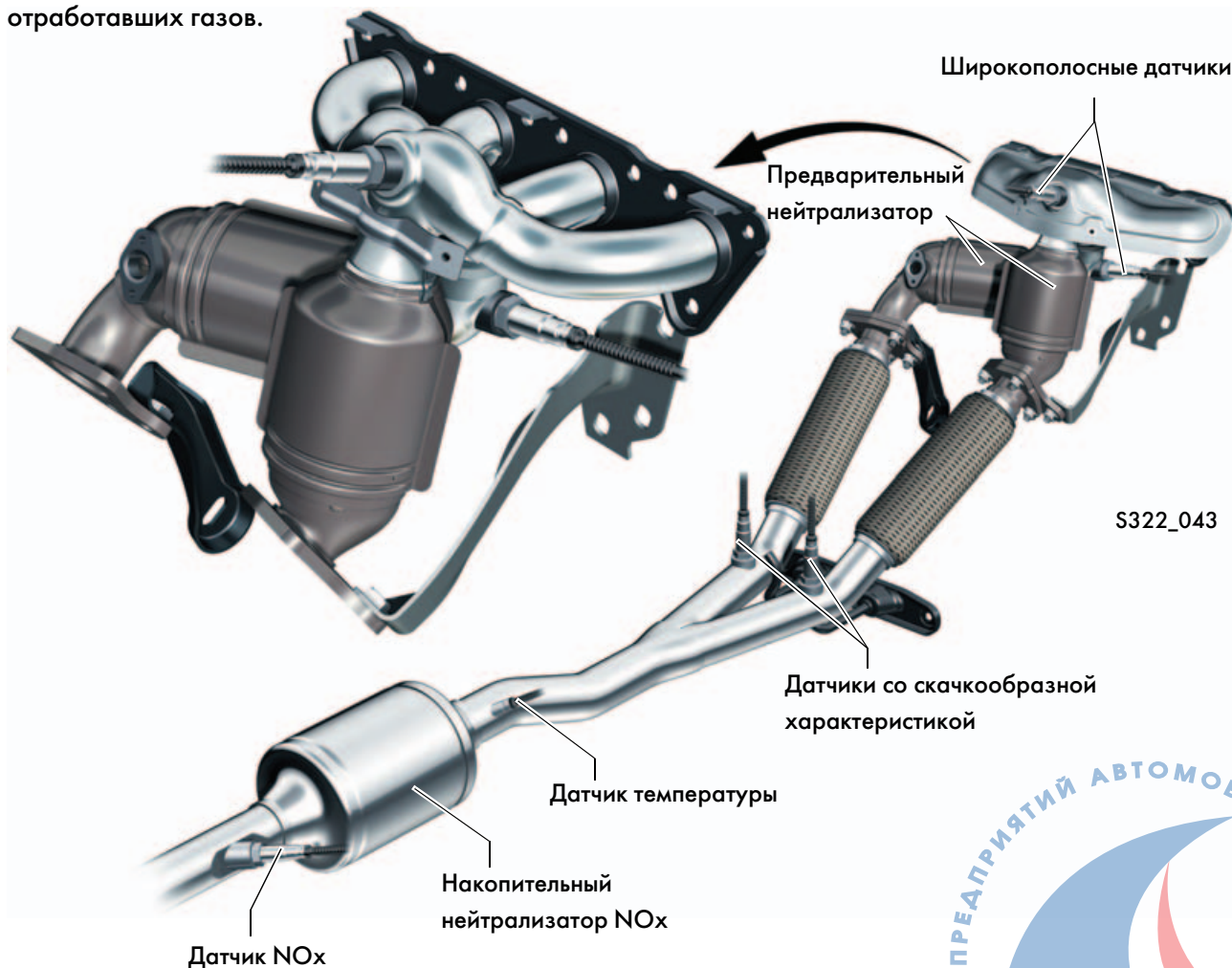
Чтобы повысить крутящий момент при низких частотах вращения коленчатого вала, систему выпуска раздвоили в ее передней части. При этом на каждой приемной трубе установили отдельный предварительный нейтрализатор.

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.



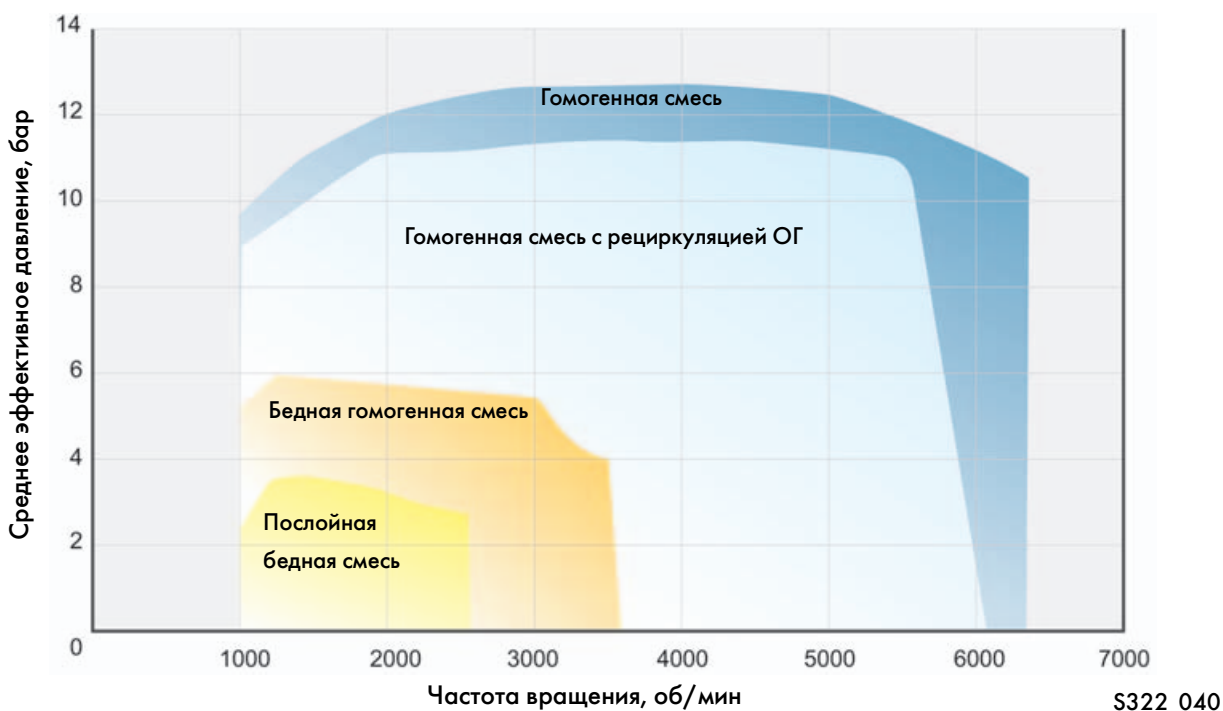
## Способы смесеобразования

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

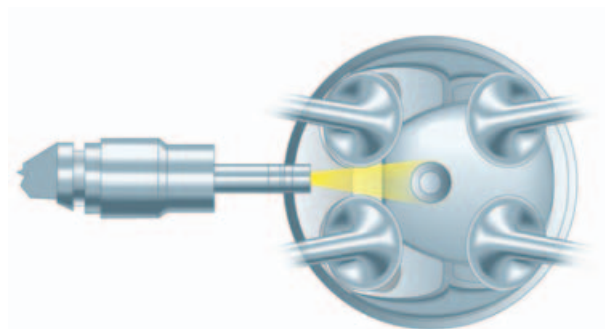
## Работа двигателя при послойном смесеобразовании

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

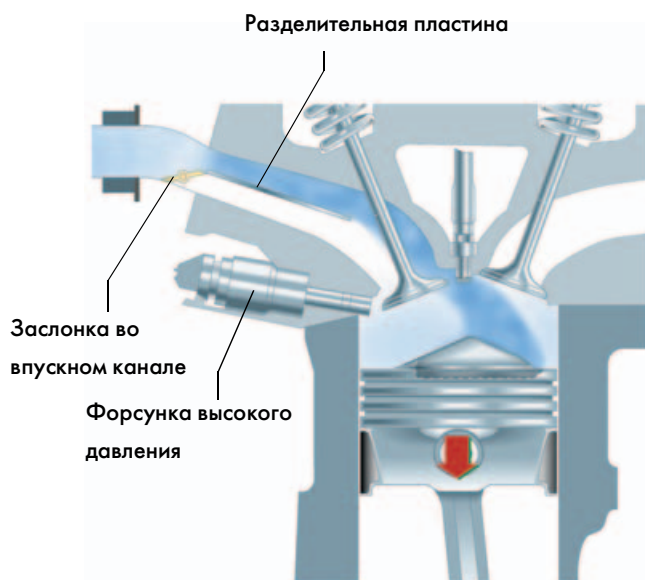
- двигатель должен работать в области определенных нагрузочных и скоростных режимов,
- в системе управления двигателем не должны быть зафиксированы неисправности, связанные с очисткой отработавших газов,
- температура охлаждающей жидкости должна превышать  $50^{\circ}\text{C}$ ,
- температура накопительного 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.

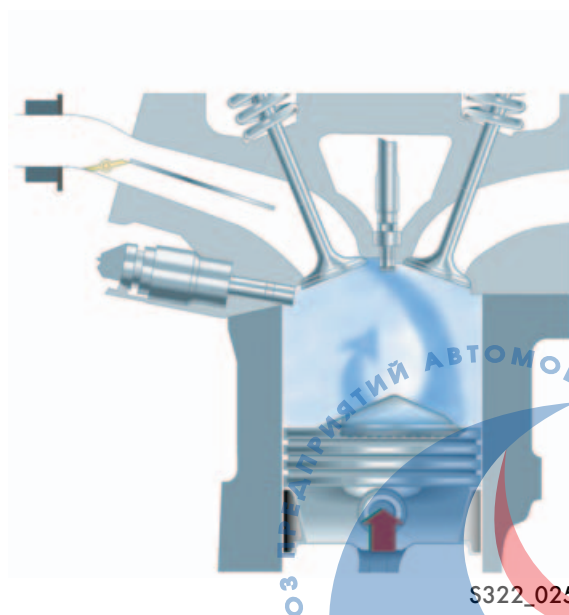
Вращательное движение воздуха в цилиндре (продольный вихрь) поддерживается благодаря специальной форме выемки в поршне и усиливается в результате перемещения поршня к ВМТ.



S322\_021



S322\_023

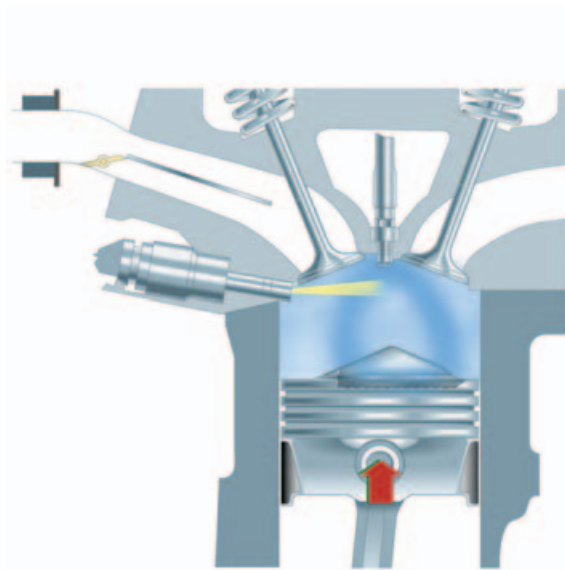


S322\_025

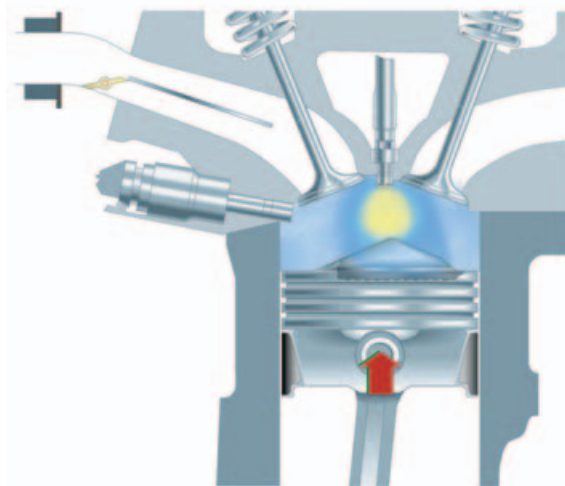
Впрыск топлива производится на такте сжатия незадолго до момента искрообразования. Впрыскиваемое под высоким давлением (40–110 бар) топливо подхватывается воздушным потоком, который сносит способную к воспламенению смесь в направлении к свече зажигания.

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

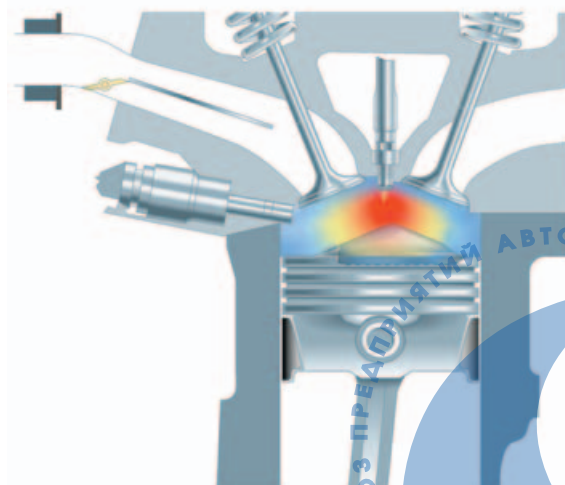
Смесь сгорает в окружении чистого воздуха, который образует изолирующий слой между ней и стенками камеры сгорания. В результате снижаются потери тепла в стенки и соответственно повышается КПД двигателя.



S322\_027



S322\_029



S322\_031

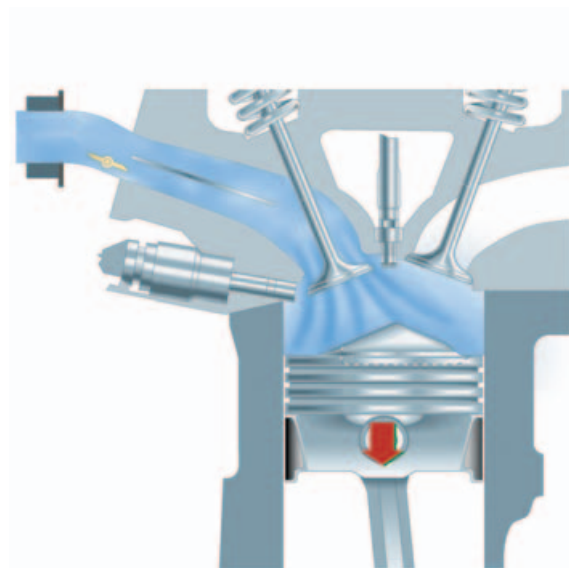


# Система управления двигателем

## Работа двигателя на гомогенной смеси

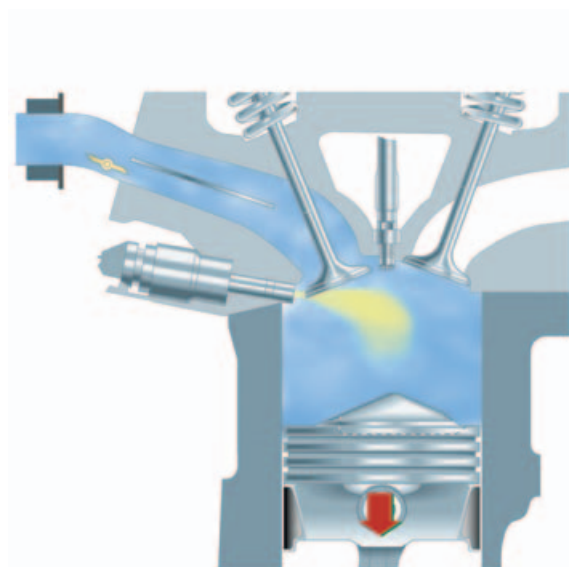
Работа двигателя на гомогенной смеси осуществляется при частично открытых заслонках во впускных каналах, причем эти заслонки управляются электронной системой в зависимости от режима его работы.

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



S322\_033

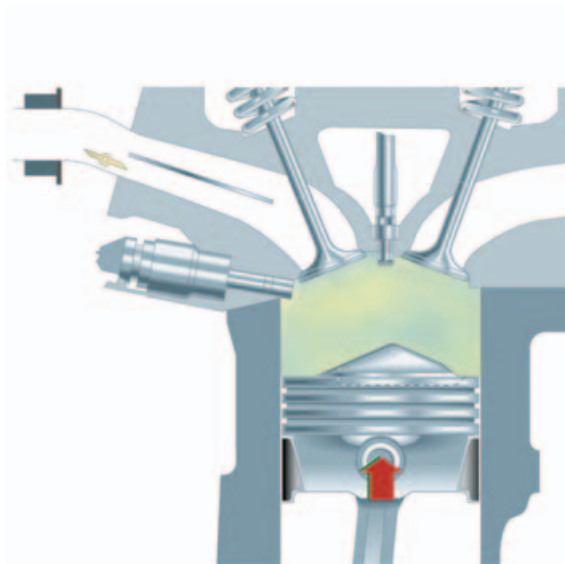
Гомогенная смесь образуется при впрыске топлива на такте впуска, а не на такте сжатия, как это имеет место при образовании гетерогенной смеси.



S322\_035

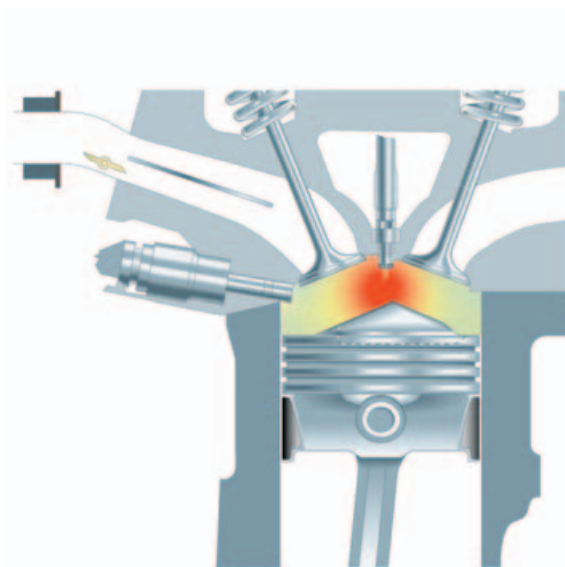


При впрыске топлива на такте впуска всегда достаточно времени для образования гомогенной смеси до момента ее воспламенения.



S322\_037

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

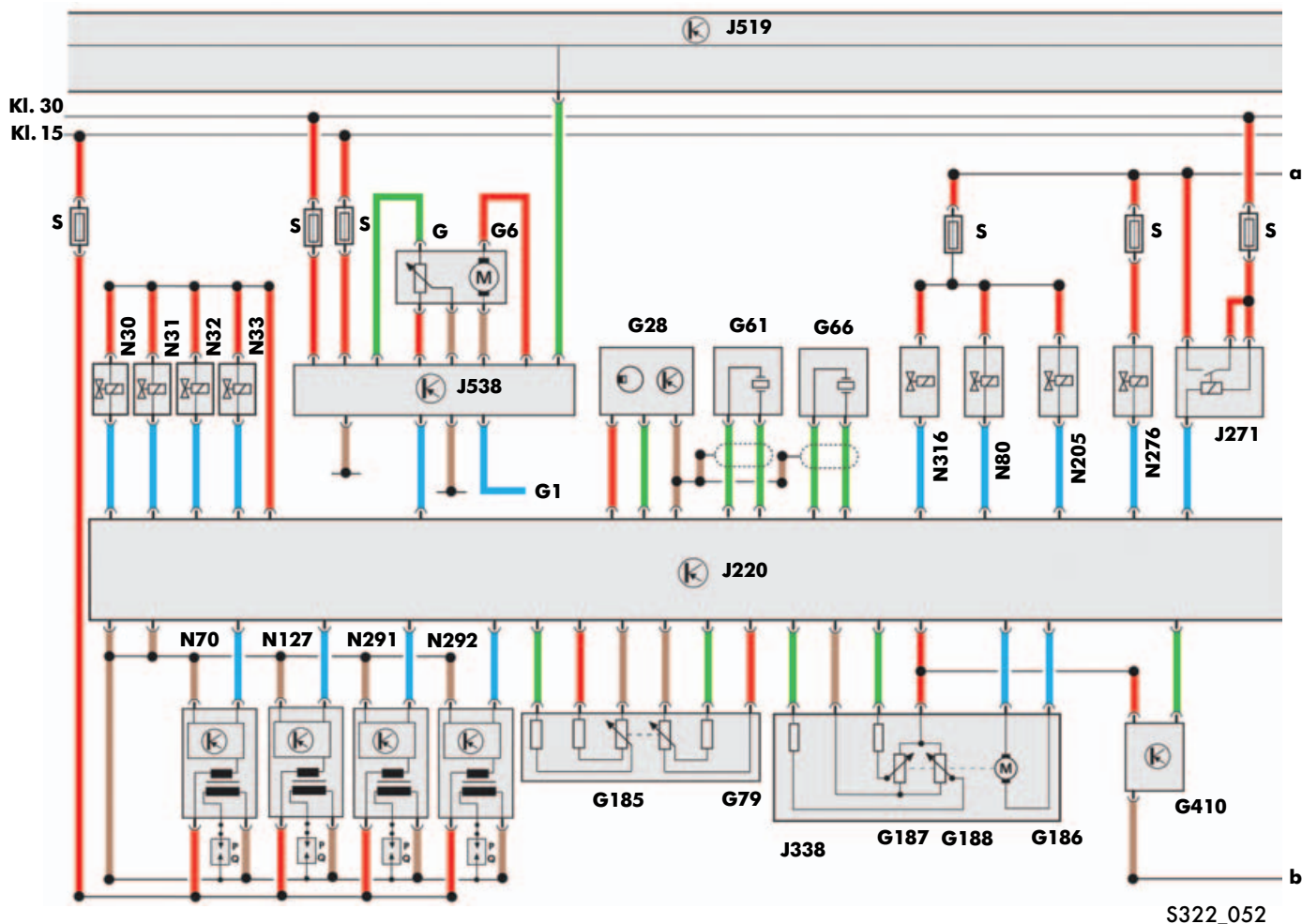


S322\_039

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

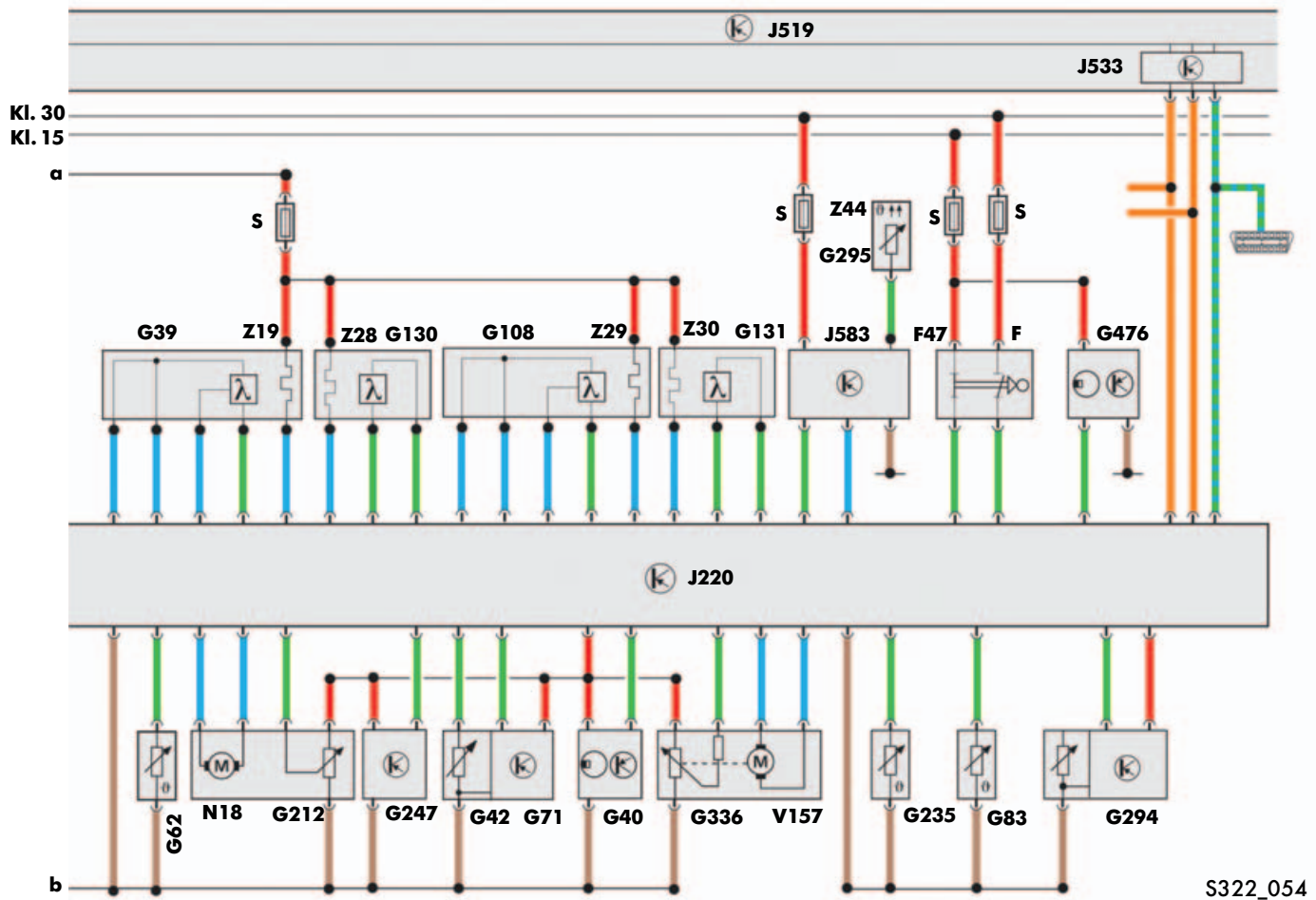
- F – выключатель сигнала торможения
- F47 – выключатель круиз-контроля на педали тормоза
- G – датчик указателя запаса топлива
- G1 – указатель запаса топлива
- G6 – топливный насос
- G28 – датчик частоты вращения коленчатого вала
- G39 – датчик кислорода
- G40 – датчик Холла
- G42 – датчик температуры 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





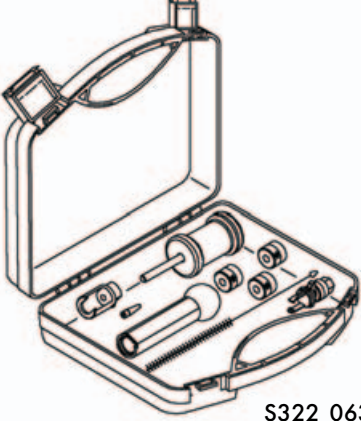
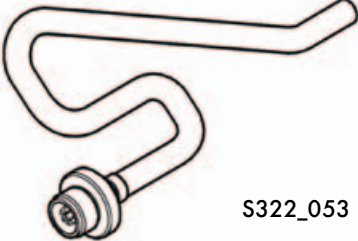
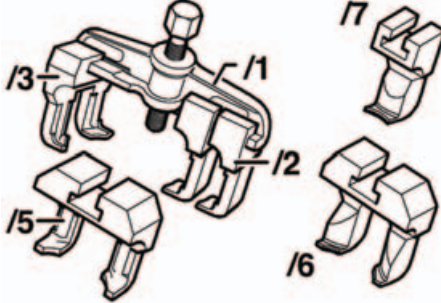
S322\_054

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	 S322_063	Штатные инструменты для ремонта двигателей FSI, включая двухлитровый двигатель
T40057 Переходник для слива масла	 S322_053	Для слива масла из корпуса масляного фильтра
T40001 Съемник	 S322_055	Для снятия шкива и звездочки с распределительных валов
T40001/6 Захваты для съемника		
T40001/7 Захваты для съемника		





# 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

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

Правильные ответы

НИИ «СТАС»