

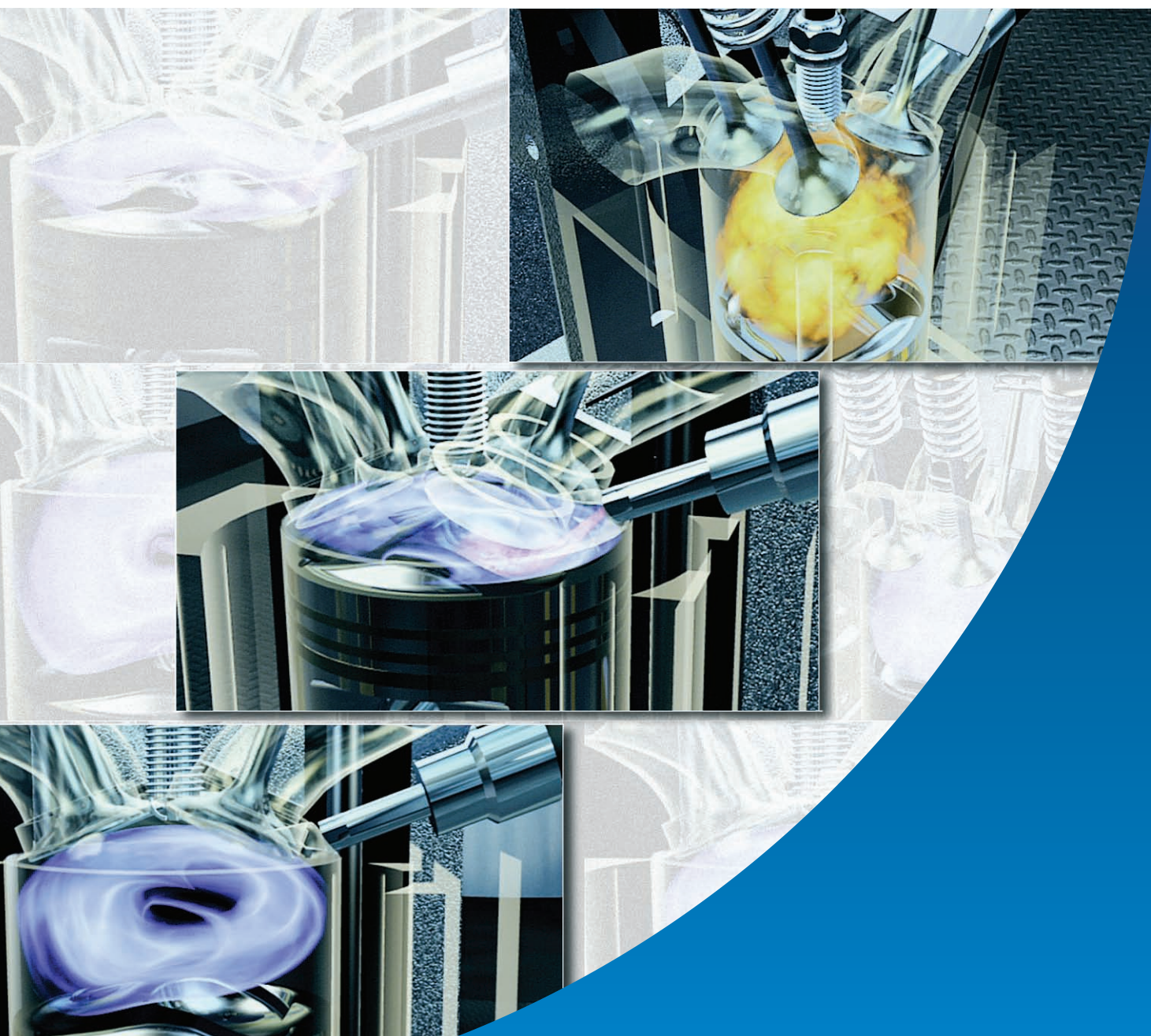
Service.



**Программа самообучения 253**

# **Система непосредственного впрыска бензина Bosch Motronic MED 7**

Устройство и принцип действия



Первостепенной целью разработки новых двигателей является снижение расхода топлива и соответствующее ему уменьшение выброса вредных веществ.

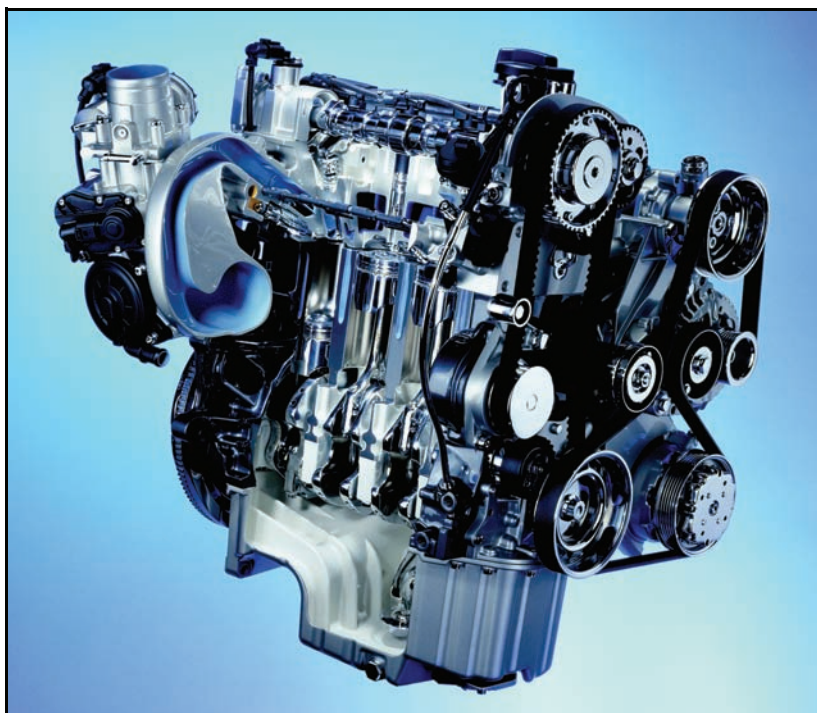
В трехкомпонентных нейтрализаторах удается преобразовать в безвредные вещества до 99% выбрасываемых с отработавшими газами углеводородов, оксидов азота и оксида углерода.

Выбросы образуемого при сгорании диоксида углерода ( $CO_2$ ), способствующего образованию парникового эффекта, могут быть снижены только в результате уменьшения расхода топлива.

Однако, у двигателей с внешним смесеобразованием (с впрыском бензина во впускной трубопровод) резервы снижения расхода топлива практически отсутствуют.

Поэтому автомобили Lupo FSI и Golf FSI впервые были оснащены двигателями с непосредственным впрыском бензина в цилиндры, осуществляемым посредством системы Bosch Motronic MED 7.

Эти двигатели позволяют экономить до 15% топлива по сравнению с сопоставимым двигателем с впрыском бензина во впускной трубопровод.



253\_135

В данной программе самообучения мы представляем вам возможность ознакомиться с компонентами системы непосредственного впрыска бензина Bosch Motronic MED 7, используемой на двигателях автомобилей Lupo FSI и Golf FSI.

**НОВИНКА**



**Внимание  
Указание**

**В Программе самообучения приведено описание конструкции и работы новейших устройств и систем!**

**Содержание Программы не содержит  
2** **детального описания конструкции.**

Подробные указания по проведению контрольных, регулировочных и ремонтных работ приведены в соответствующей технической литературе по ремонту и обслуживанию двигателя и автомобиля.



<b>Введение</b> .....	<b>4</b>
Основы теории смесеобразования .....	8
<b>Система управления двигателем</b> .....	<b>16</b>
Общие сведения .....	16
Электронный блок управления двигателем .....	18
Впускная система .....	21
Топливная система .....	31
Система зажигания .....	40
Выпускная система .....	41
Функциональная схема оборудования двигателя ..	54
Система самодиагностики .....	56
<b>Проверьте ваши знания</b> .....	<b>58</b>



# Введение



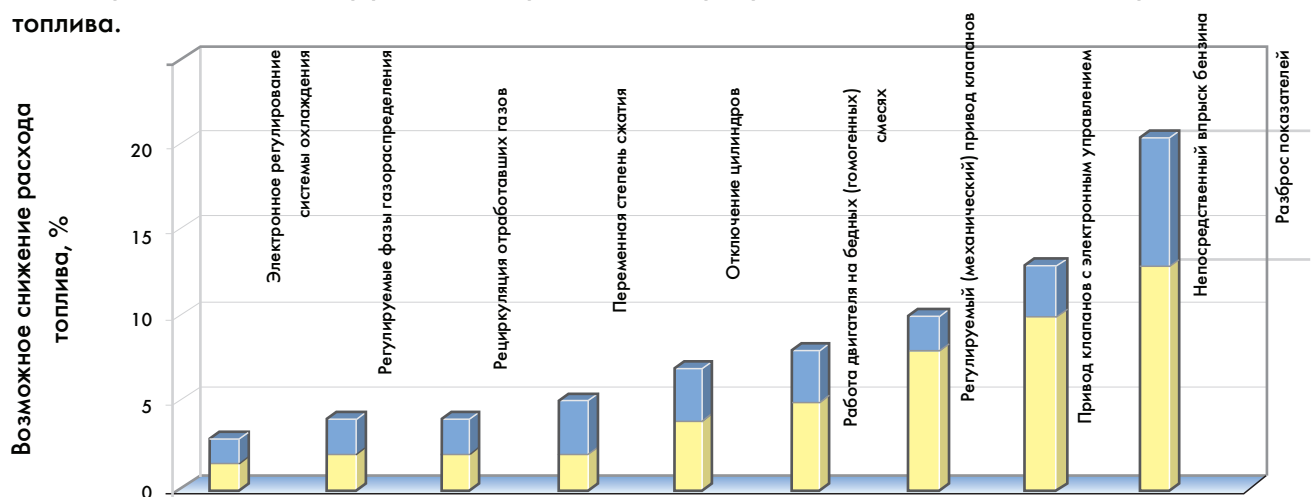
## Зачем нужен непосредственный впрыск бензина?

Первостепенной целью разработки новых двигателей является снижение расхода топлива и уменьшение выброса вредных веществ.

При этом должны быть получены следующие результаты:

- снижение благодаря экономии топлива затрат на эксплуатацию автомобиля и получение поощрительных налоговых льгот для автомобилей с низкими выбросами вредных веществ,
- снижение загрязнения среды обитания вредными веществами,
- экономия сырьевых ресурсов.

На диаграмме показана эффективность различных мероприятий, позволяющих снизить расход топлива.



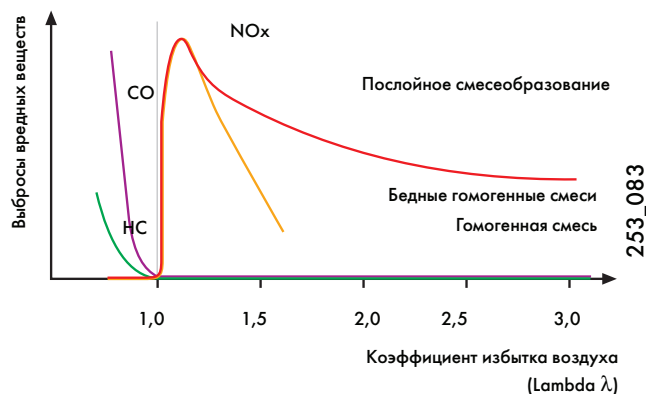
253\_087

- Электронное регулирование системы охлаждения, регулируемые фазы газораспределения и рециркуляция отработавших газов уже нашли применение на многих двигателях.
- Ввиду необходимости сохранения достаточной равномерности вращения коленчатого вала отключение цилиндров имеет смысл применять только на многоцилиндровых двигателях. Для снижения вибраций четырехцилиндровых двигателей целесообразно применять уравнивающие валы.
- Переменная степень сжатия и изменяемые фазы газораспределения реализуются только посредством достаточно мощных механических приводов.
- Дальнейшая разработка различных способов сжигания бедных смесей прекращена в пользу создания двигателей с непосредственным впрыском.
- Непосредственный впрыск бензина принят концерном Volkswagen как наиболее эффективное средство экономии топлива, обеспечивающее его снижение до 20%.



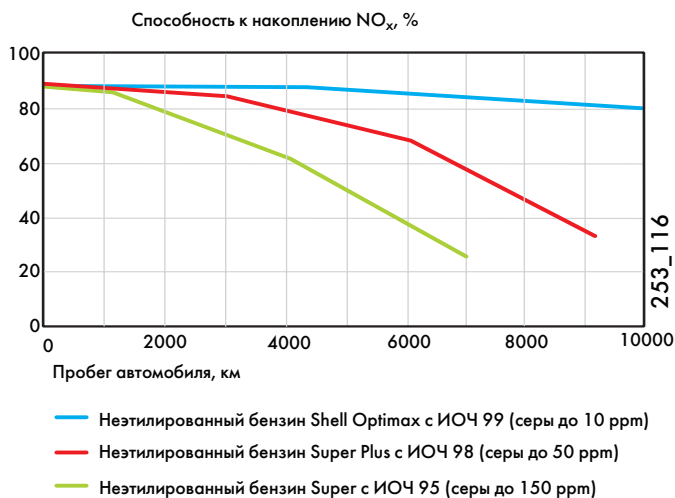
## Почему концерн Volkswagen начал применять непосредственный впрыск бензина только в последнее время?

Одной из основных проблем при применении непосредственного впрыска бензина является очистка отработавших газов. Образующиеся при сгорании бедных послойной и гомогенной смесей оксиды азота не могут быть полностью восстановлены до азота в традиционном трехкомпонентном нейтрализаторе. Только благодаря вновь разработанному нейтрализатору, способному аккумулировать оксиды азота, удается выполнить нормы Евро IV при сжигании бедных смесей. Этот нейтрализатор накапливает оксиды азота, которые переводятся затем в азот применением ряда целенаправленных мероприятий.



Другой причиной задержки внедрения непосредственного впрыска бензина была проблема серы в топливе. Вследствие химического подобия с оксидами азота сера также может улавливаться накопительным нейтрализатором, занимая место этих оксидов. Чем больше серы содержит топливо, тем чаще необходимо производить регенерацию нейтрализатора, на которую приходится затрачивать топливо.

На расположенном рядом графике показано влияние содержания серы в топливе на способность накопительного нейтрализатора к поглощению оксидов азота.



## Как внедрялся непосредственный впрыск бензина на автомобилях Volkswagen?

- В 2000 году начат выпуск автомобиля Lupo FSI с двигателем FSI (1,4 л; 77 кВт)
- В 2002 году начат выпуск автомобиля Golf FSI с двигателем FSI (1,6 л; 81 кВт)
- В 2002 году начат выпуск автомобиля Polo FSI с двигателем FSI (1,4 л; 63 кВт)

Поставлена задача перевести все бензиновые двигатели концерна на непосредственный впрыск до 2005 года.



# Введение

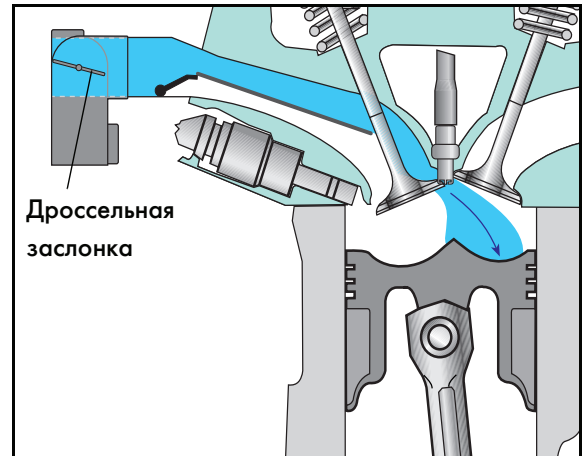


## Преимущества непосредственного впрыска бензина

На двигателях концерна Volkswagen достигается снижение расхода топлива до 15%. На следующих двух страницах описаны отдельные мероприятия, которые позволили это сделать.

### Уменьшение дросселирования при работе двигателя на бедных послойной и гомогенной смесях

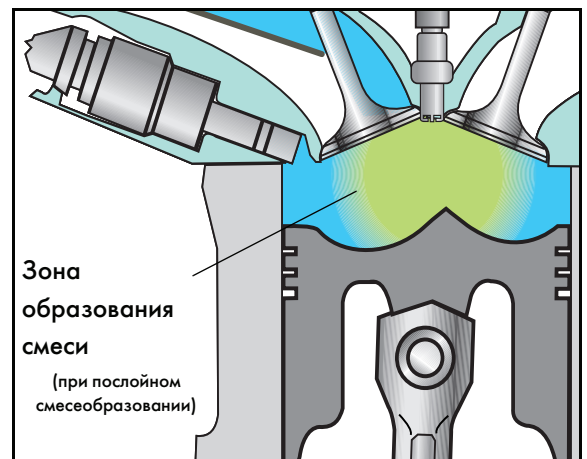
При работе двигателя на этих смесях коэффициент избытка воздуха изменяется в пределах от 1,55 до 3. При этом дроссельная заслонка открывается на больший угол, то есть впуск воздуха в цилиндры осуществляется с меньшим сопротивлением.



253\_037

### Работа двигателя на бедных смесях

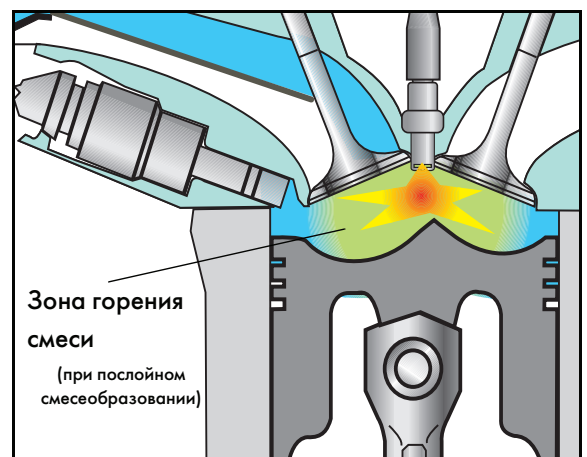
При применении послойного смесеобразования удается эффективно сжигать бедные смеси с коэффициентом избытка воздуха от 1,6 до 3, а при работе двигателя на гомогенной бедной смеси коэффициент избытка воздуха равен приблизительно 1,55.



253\_040

### Снижение потерь тепла в стенке

Так как горение смеси происходит главным образом вблизи свечи зажигания, снижаются потери тепла в стенки цилиндра и соответственно повышается термический коэффициент полезного действия.

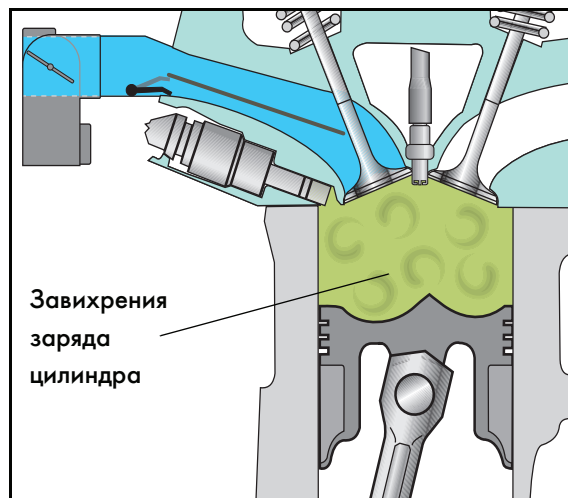


253\_041

## Сжигание гомогенной смеси с высоким содержанием перепускаемых отработавших газов

Благодаря высокой турбулизации заряда цилиндра двигателя удается эффективно сжигать гомогенные бедные смеси с содержанием отработавших газов до 25%.

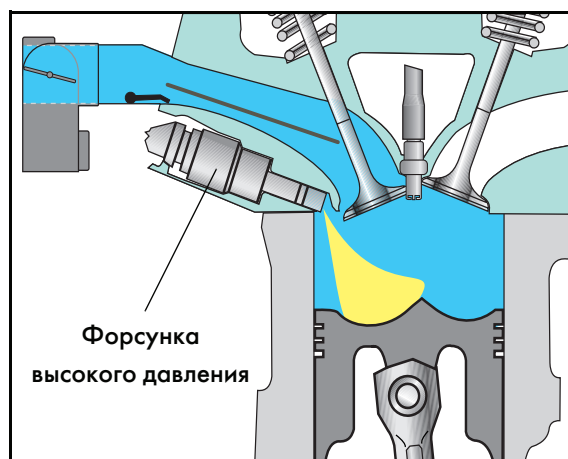
Чтобы впустить в цилиндры то же количество воздуха, какое поступает в них при перепуске небольших доз отработавших газов, нужно открывать дроссельную заслонку на больший угол. При этом воздух засасывается в цилиндры с меньшим сопротивлением, то есть снижаются насосные потери.



253\_044

## Степень сжатия

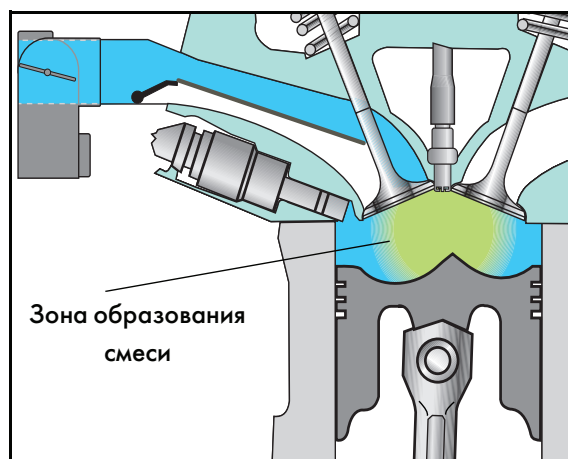
При непосредственном впрыске бензина затрачиваемое на его испарение тепло отбирается у поступившего в цилиндры двигателя воздуха. В результате снижается вероятность детонационного сгорания и степень сжатия может быть повышена. Повышение степени сжатия приводит к росту давления в конце сжатия и соответственно к увеличению термического коэффициента полезного действия.



253\_043

## Расширение диапазона принудительного холостого хода с выключенной подачей топлива

Частота вращения холостого хода, на которой производится возобновление подачи топлива может быть снижена, так как впрыскиваемое топливо практически не осаждается на стенках цилиндра и большая его часть может быть немедленно использована. Поэтому двигатель работает устойчиво с пониженной частотой вращения.



253\_040



# Основы теории смесеобразования

## Способы смесеобразования

Помимо бедной послойной и стехиометрической гомогенной смесей в двигателе FSI (1,6 л; 81 кВт) используется смесь третьего вида, а именно, бедная гомогенная смесь. Этот вид смеси позволяет получить меньший расход топлива, чем смесь стехиометрического состава с добавкой перепускаемых отработавших газов.

Выбор того или иного способа смесеобразования производится блоком управления двигателем в зависимости от крутящего момента и мощности двигателя с учетом требований к выбросу вредных веществ и требований безопасности.

### Работа двигателя при послойном смесеобразовании

Послойное смесеобразование используется при работе двигателя при малых и средних нагрузках и частотах вращения.

Благодаря послойному распределению топлива в камере сгорания двигатель работает при общем коэффициенте избытка воздуха от 1,6 до 3.

- В средней части камеры сгорания, вблизи свечи зажигания, находится легко воспламеняемая рабочая смесь.
- Эта смесь окружена оболочкой, состоящей в идеальном случае из чистого воздуха и перепускаемых отработавших газов.

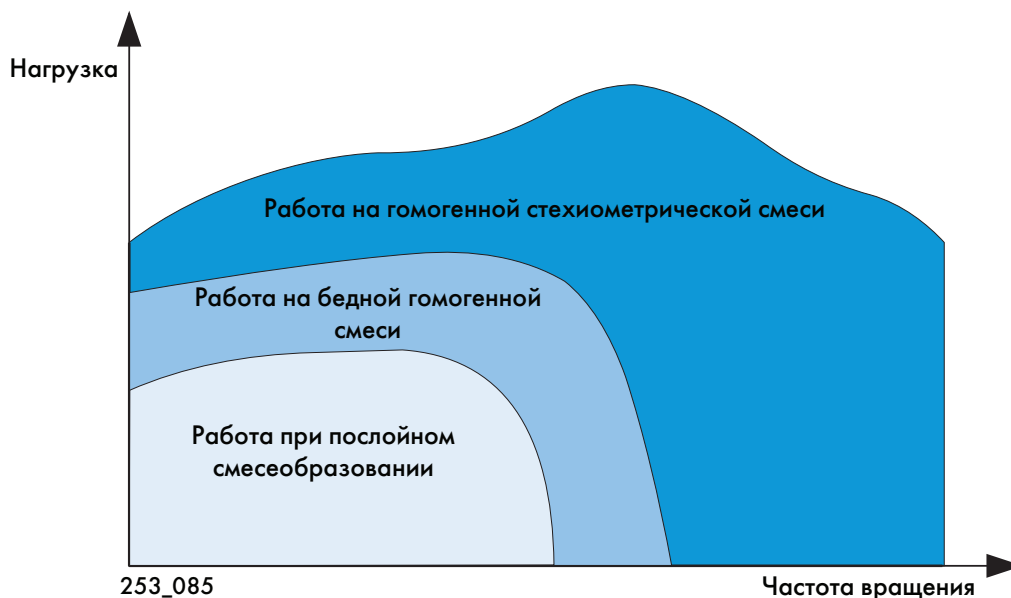
### Работа двигателя на бедной гомогенной смеси

На промежуточных режимах, расположенных между режимами работы двигателя на послойной смеси и гомогенной стехиометрической смеси, используются бедная гомогенная смесь.

Коэффициент избытка воздуха бедной гомогенной, т. е. однородной во всем объеме камеры сгорания, смеси приблизительно равен 1,55.

### Работа двигателя на гомогенной смеси стехиометрического состава

Двигатель работает на гомогенной смеси стехиометрического состава при выходе на режимы больших нагрузок и высоких частот вращения. Коэффициент избытка воздуха этой смеси равен (согласно определению) единице.





## Рабочий процесс

Рабочий процесс определяется способом смесеобразования и процессами преобразования энергии в камере сгорания.

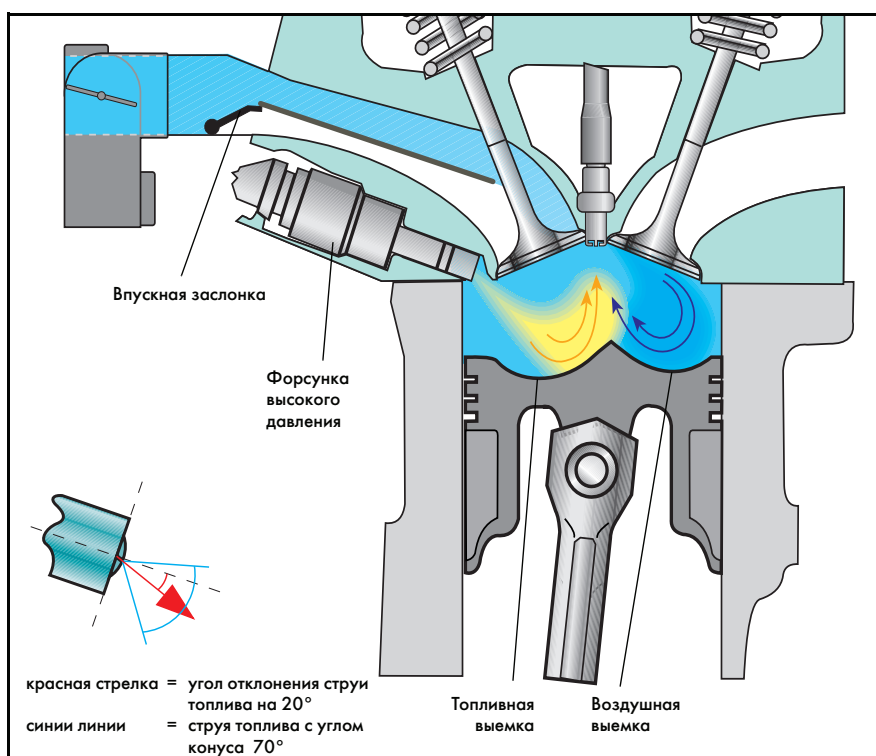
### Работа двигателя на гомогенных смесях

При работе двигателя на гомогенных смесях топливо впрыскивается в цилиндр на такте впуска и равномерно распределяется по всей массе засасываемого воздуха.

### Работа двигателя при послойном смесеобразовании

Послойная смесь формируется около свечи зажигания с помощью поршня специальной формы и за счет вихревого движения воздуха. Форсунка расположена так, что впрыскиваемое ею топливо направляется на выемку в днище поршня и отклоняется ее стенкой в направлении свечи зажигания.

С помощью установленной во впускном канале заслонки и аэродинамической выемки в поршне в цилиндре двигателя создается вихревое движение воздуха, которое поддерживает перенос топлива к свече зажигания. Таким образом горючая смесь образуется в процессе движения топлива и воздуха.



253\_039

# Основы теории смесеобразования

## Работа двигателя при послойном смесеобразовании

Переход двигателя на режим работы с использованием послойной смеси осуществляется при следующих условиях:

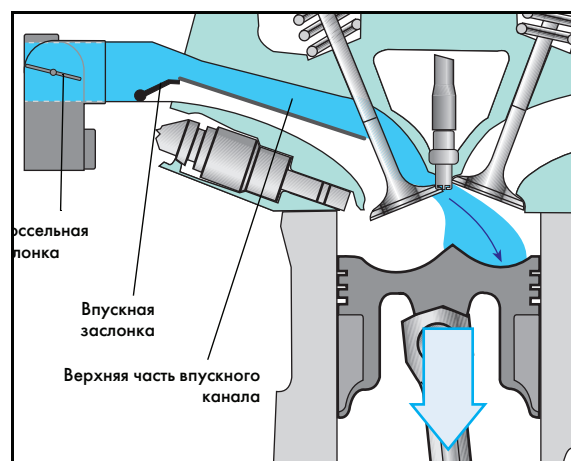
- нагрузка и частота вращения двигателя соответствуют режимам, на которых эффективно использование послойного смесеобразования;
- системой не зарегистрирована неисправность, из-за которой может повыситься выброс вредных веществ;
- температура охлаждающей жидкости выше 50 °С,
- датчик окислов азота исправен;
- температура накопительного нейтрализатора находится в пределах от 250°С до 500°С.

Если эти предпосылки выполнены, можно перейти на послойное смесеобразование.

### Процесс впуска

При работе на послойной смеси дроссельную заслонку открывают по возможности больше, чтобы до максимума снизить потери на дросселирование.

При этом установленная во впускном канале вспомогательная заслонка (называемая в дальнейшем впускной заслонкой) перекрывает его нижнюю часть. В результате повышается скорость проходящего через верхнюю часть канала потока воздуха, который закручивается затем в цилиндре.



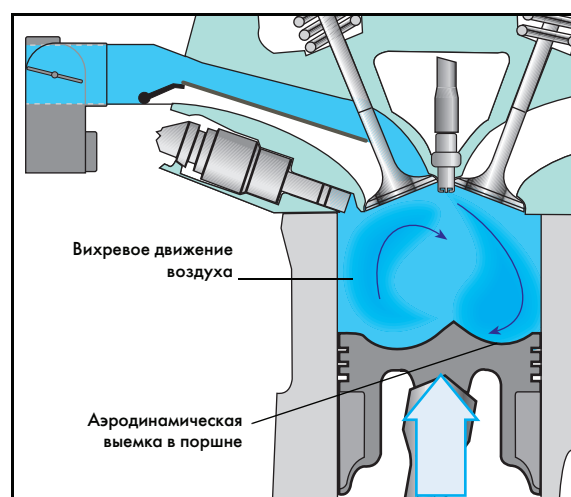
253\_037



Дроссельная заслонка не должна открываться полностью, так как для нормального функционирования адсорбера и системы рециркуляции отработавших газов всегда необходимо определенное разрежение во впускной системе.

### Движение воздуха в цилиндре двигателя

Специальная форма выемки в днище поршня способствует образованию и усилению вихря в цилиндре двигателя.

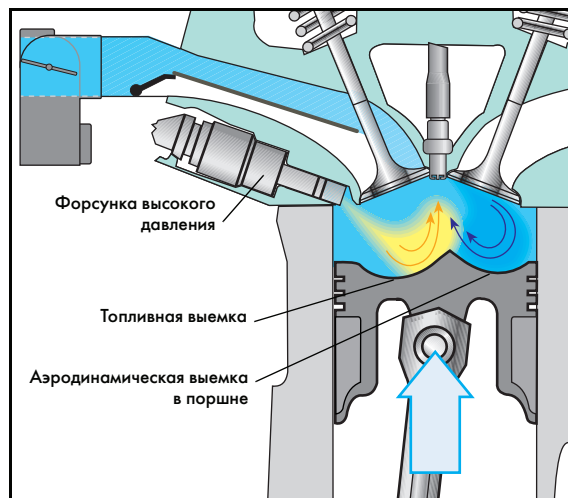


253\_038

## Впрыск топлива

Топливо впрыскивается в последней трети такта сжатия. Впрыск начинается приблизительно за  $60^\circ$  и заканчивается приблизительно за  $45^\circ$  до в. м. т. такта сжатия.

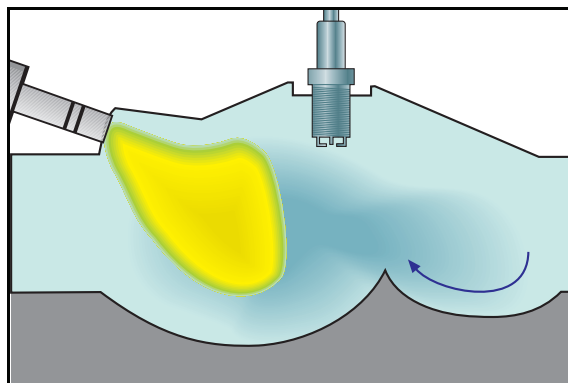
Начало впрыска оказывает значительное влияние на расположение облачка смеси относительно свечи зажигания.



253\_039

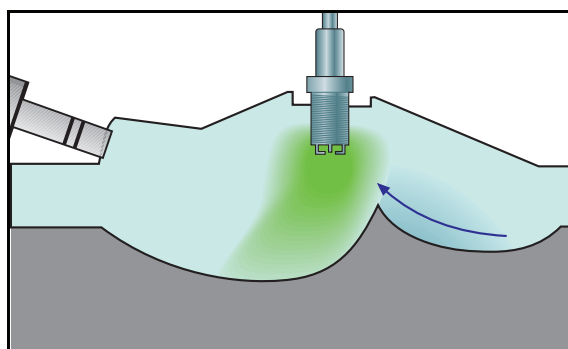
Топливо впрыскивается в направлении топливной выемки в поршне.

Желаемые размеры облачка смеси достигаются подбором геометрических параметров форсунки.



253\_086

Специальная форма топливной выемки и движение поршня к в. м. т. способствуют отклонению движения капель топлива к свече зажигания. Это движение топлива поддерживается вихревым движением воздуха. В процессе движения к свече зажигания топливо смешивается с поступившим в цилиндр воздухом.



253\_086



# Основы теории смесеобразования

## Процесс смесеобразования

Для образования послойной смеси предоставляется время, соответствующее повороту коленчатого вала на  $40^\circ - 50^\circ$ . От продолжительности этого процесса зависит способность смеси к воспламенению. Если время между впрыском и моментом подачи искры слишком мало, смесь оказывается не подготовленной к воспламенению. При слишком большом промежутке времени между этими процессами смесь распределяется по всему объему камеры сгорания.

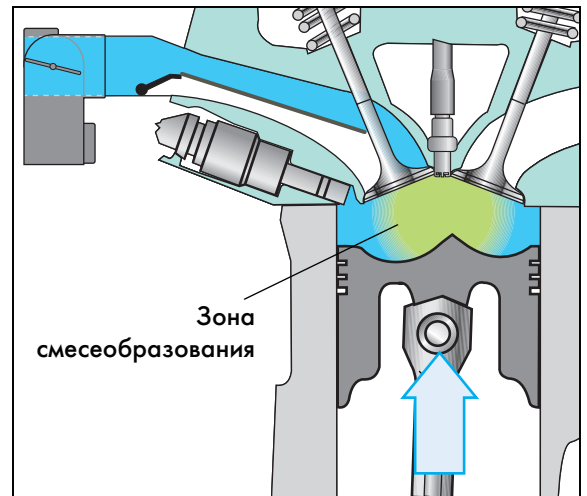
При выполнении указанных выше условий в центре камеры сгорания, т. е. вблизи свечи, образуется легко воспламеняемая смесь. Эта смесь окружена оболочкой, состоящей из свежего воздуха и перепущенных отработавших газов.

Общий коэффициент избытка воздуха в камере сгорания может быть равен при этом от 1,6 до 3.

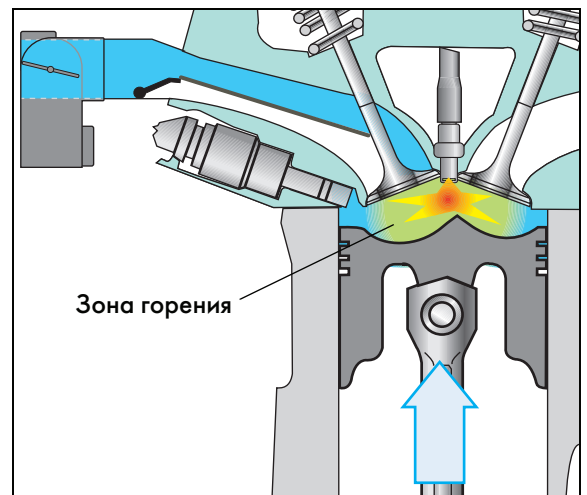
## Процесс сгорания

После поступления топливо-воздушной смеси к свече зажигания она поджигается искрой. При этом воспламеняется только облако смеси, в то время как остальные газы образуют его оболочку. Благодаря изолирующему действию этой оболочки снижаются потери тепла в стенки камеры сгорания и соответственно увеличивается термический к. п. д. двигателя.

Зажигание смеси должно производиться в конце такта сжатия в пределах достаточно узкого угла поворота коленчатого вала, ограниченного моментом окончания впрыска топлива и промежутком времени, необходимого для образования смеси.



253\_040



253\_041



При использовании послойного смесеобразования крутящий момент двигателя зависит главным образом от количества впрыскиваемого топлива. Поступающая в цилиндры масса воздуха и угол опережения зажигания влияют на него в небольшой степени.

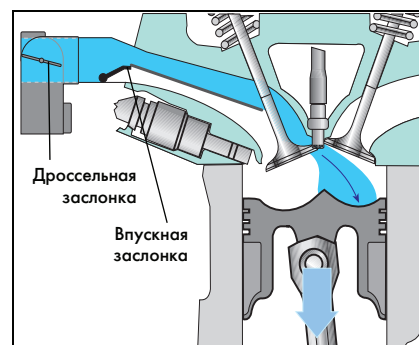


## Работа двигателя на бедной гомогенной смеси

Эта смесь используется на режимах, которые находятся в поле многопараметровой характеристики между режимами работы двигателя при послойном смесеобразовании и режимами его работы на гомогенной смеси стехиометрического состава. Коэффициент избытка воздуха этой смеси равен практически 1,55. Двигатель может эффективно работать на этой смеси при тех же условиях, которые предписаны для послойной смеси.

### Процесс впуска

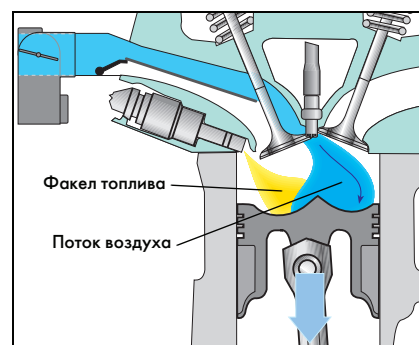
Как при послойном смесеобразовании, работа двигателя на бедной гомогенной смеси осуществляется с максимально открытой дроссельной заслонкой при закрытых впускных заслонках. При этом снижаются потери на дросселирование и создается интенсивное движение воздуха в цилиндре двигателя.



253\_037

### Процесс впрыска топлива

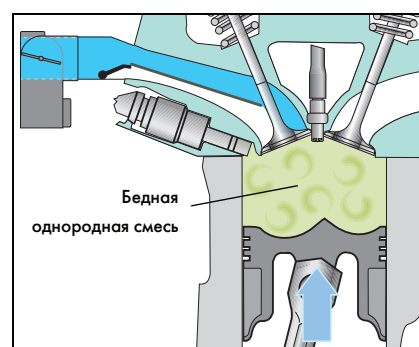
Впрыск топлива осуществляется непосредственно в цилиндр в процессе впуска. Он начинается приблизительно за 300° до в. м. т. такта сжатия. При этом блок управления двигателем регулирует подачу топлива таким образом, чтобы коэффициент избытка воздуха был равен приблизительно 1,55.



253\_106

### Процесс смесеобразования

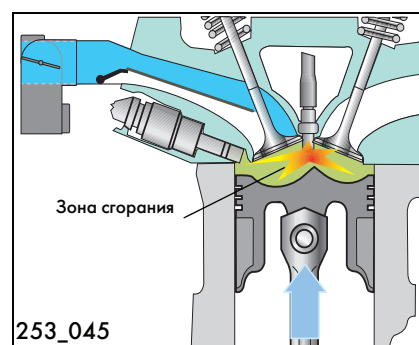
Благодаря раннему моменту впрыска предоставляется достаточно большое время до момента зажигания для образования гомогенной смеси во всем объеме камеры сгорания.



253\_138

### Процесс сгорания

Как и при работе на любой гомогенной смеси момент зажигания не зависит от процесса смесеобразования. Смесь горит при этом во всем объеме камеры сгорания.



253\_045



# Основы теории смесеобразования

## Работа двигателя на гомогенной смеси стехиометрического состава

Работу двигателя на гомогенной смеси стехиометрического состава можно сравнить с работой двигателя с впрыском бензина во впускной трубопровод.

Существенное различие заключается только в месте впрыска топлива, который производится в данном случае непосредственно в цилиндры двигателя.

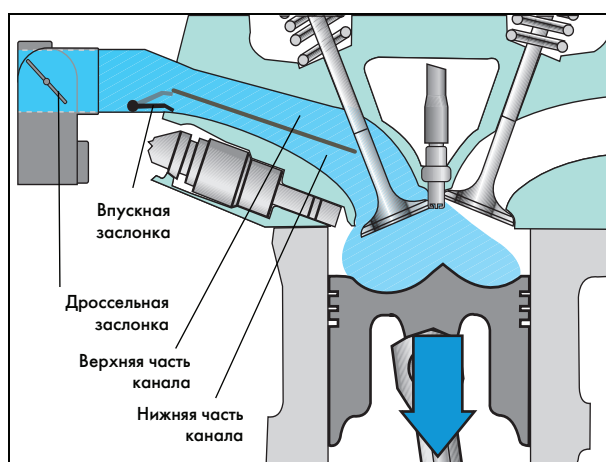
Крутящий момент двигателя может быть изменен как смещением угла опережения зажигания (кратковременно), так и изменением поступающей в цилиндры массы воздуха (долговременно). При этом впрыскивается такое количество топлива, которое необходимо для образования стехиометрической смеси, коэффициент избытка воздуха которой (по определению) равен единице.

### Процесс впуска

Дроссельная заслонка открывается соответственно перемещению педали акселератора.

Впускная заслонка может быть открыта или закрыта в зависимости от режима работы двигателя.

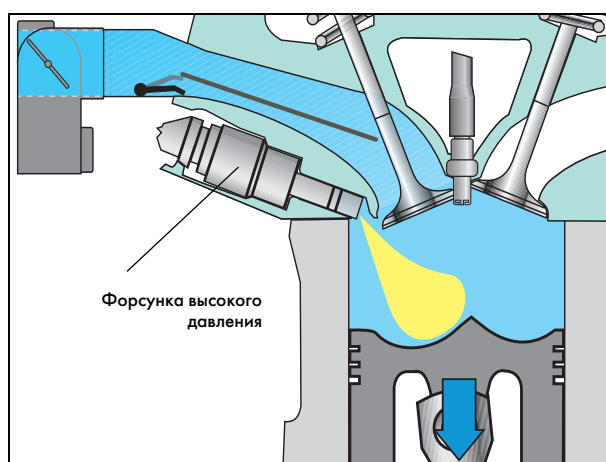
- При частичных нагрузках и в среднем диапазоне частот вращения эта заслонка закрыта, в результате чего входящий в цилиндр поток воздуха закручивается, улучшая смесеобразование.
- По мере увеличения нагрузки и частоты вращения поступление воздуха только через верхнюю часть впускного канала оказывается недостаточным. Поэтому заслонку поворачивают, открывая нижнюю часть впускного канала.



253\_042

### Впрыск топлива

Впрыск топлива производится непосредственно в цилиндр на такте впуска приблизительно за  $300^\circ$  до в. м. т. такта сжатия.



253\_117

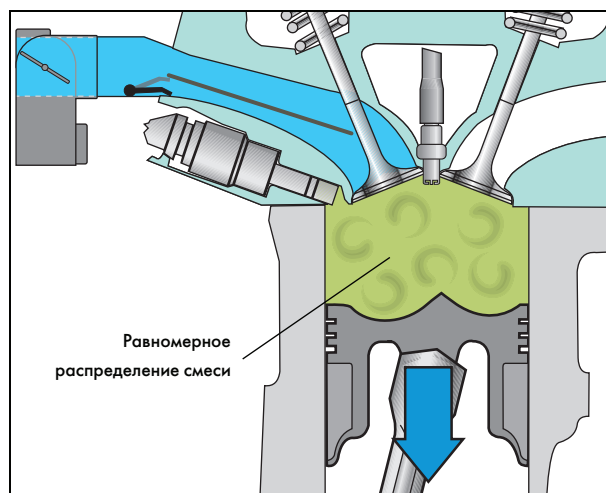


Необходимое для испарения топлива тепло отбирается у поступившего в цилиндр воздуха, в результате чего этот воздух охлаждается. Благодаря этому можно поднять степень сжатия против ее значения у двигателя с впрыском топлива во впускные каналы.

## Процесс смесеобразования

Так как впрыск топлива производится на такте впуска, на процесс смесеобразования отводится относительно много времени. Благодаря этому впрыснутое в цилиндр топливо равномерно распределяется по всему объему поступившего в него воздуха.

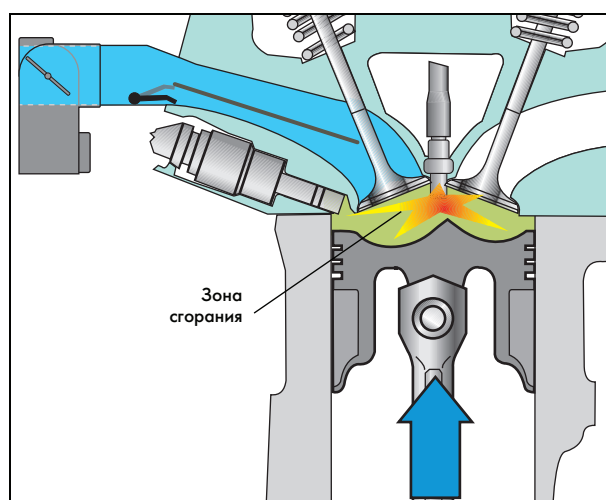
Коэффициент избытка воздуха смеси в камере сгорания равен единице.



253\_044

## Процесс сгорания

Крутящий момент двигателя, расход топлива и выброс вредных веществ при работе на гомогенной смеси зависят от угла опережения зажигания.

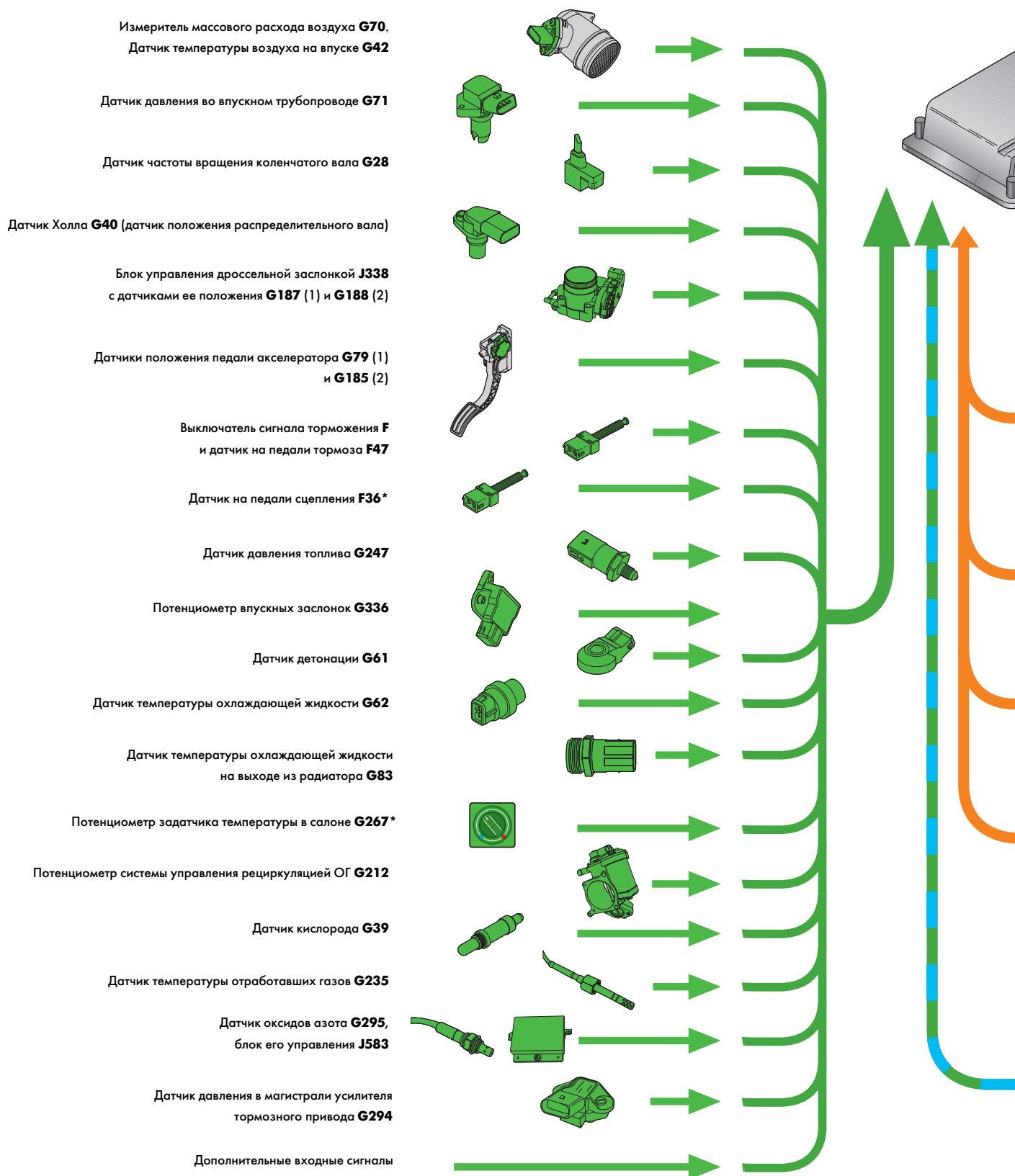


253\_126



# Система управления двигателем

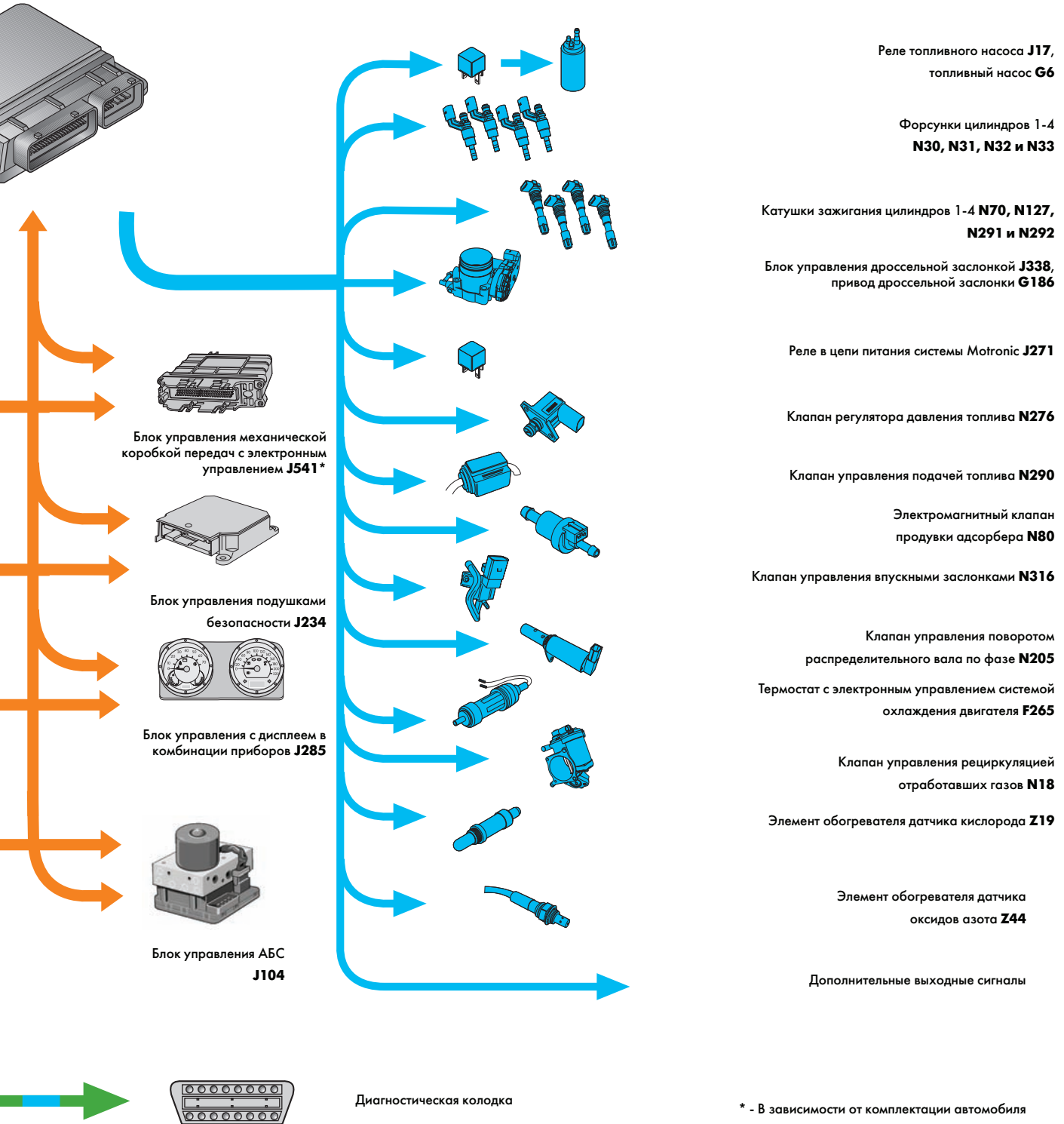
## Общая схема системы



253\_023



Блок управления системой Motronic J220



\* - В зависимости от комплектации автомобиля

253\_024

253\_024

# Система управления двигателем

## Блок управления двигателем

Блок управления двигателем установлен в воздухоприемном отсеке, его внешний разъем содержит 121 контакт.

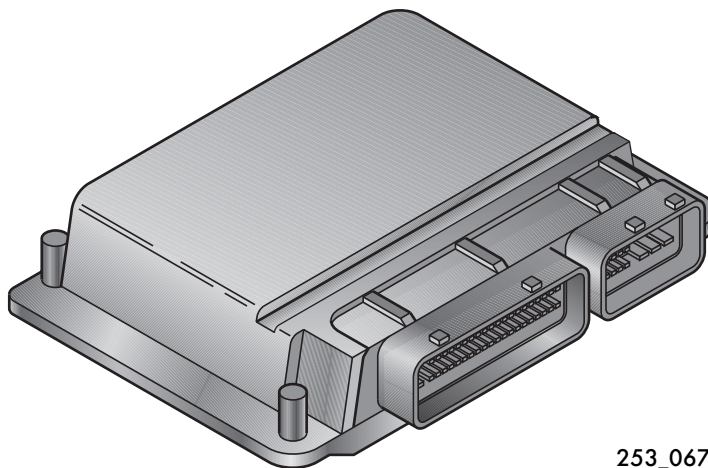
- На 1,4-литровом двигателе мощностью 77 кВт применяется система управления Bosch Motronic MED 7.5.10.
- На 1,6-литровом двигателе мощностью 81 кВт применяется система управления Bosch Motronic MED 7.5.11.

Эти системы различаются главным образом блоком управления: в системе управления Bosch Motronic MED 7.5.11 предусмотрен более быстрый процессор.

Обе эти системы отличаются от системы управления Bosch Motronic ME 7.5.10 тем, что в качестве дополнительной функции они обеспечивают управление непосредственным впрыском бензина.

Помимо этого система бортовой диагностики этих систем расширена и контролирует следующие дополнительные компоненты:

- датчик оксидов азота (G295),
- датчик температуры отработавших газов (G235),
- потенциометр управления перепуском отработавших газов (G212),
- потенциометр впускных заслонок (G336),
- датчик давления топлива (G247),
- клапан управления поворотом распределительного вала по фазе (N205),
- элементы диагностики при работе двигателя на бедных смесях.



253\_067

**Обозначение системы MED 7.5.10/11 расшифровывается так:**

**M** = Motronic

**E** = электрический привод дроссельной заслонки

**D** = непосредственный впрыск

**7.** = вариант исполнения

**5.10/11**=фаза разработки

## Управление двигателем по величине крутящего момента

Система Bosch Motronic MED 7.5.10/11 так же, как система Bosch Motronic ME 7.5.10, управляет двигателем по величине крутящего момента. Это означает, что крутящий момент двигателя приводится в соответствие с отдельными потребностями в нем, которые выявляются, обрабатываются и суммируются.

Потребности в крутящем моменте возникают в соответствии с внутренними затратами двигателя:

- на преодоление сопротивлений при пуске,
- на нагрев нейтрализатора,
- на поддержание холостого хода,
- при ограничении мощности,
- при ограничении частоты вращения,
- при регулировании смеси по сигналам датчика кислорода;

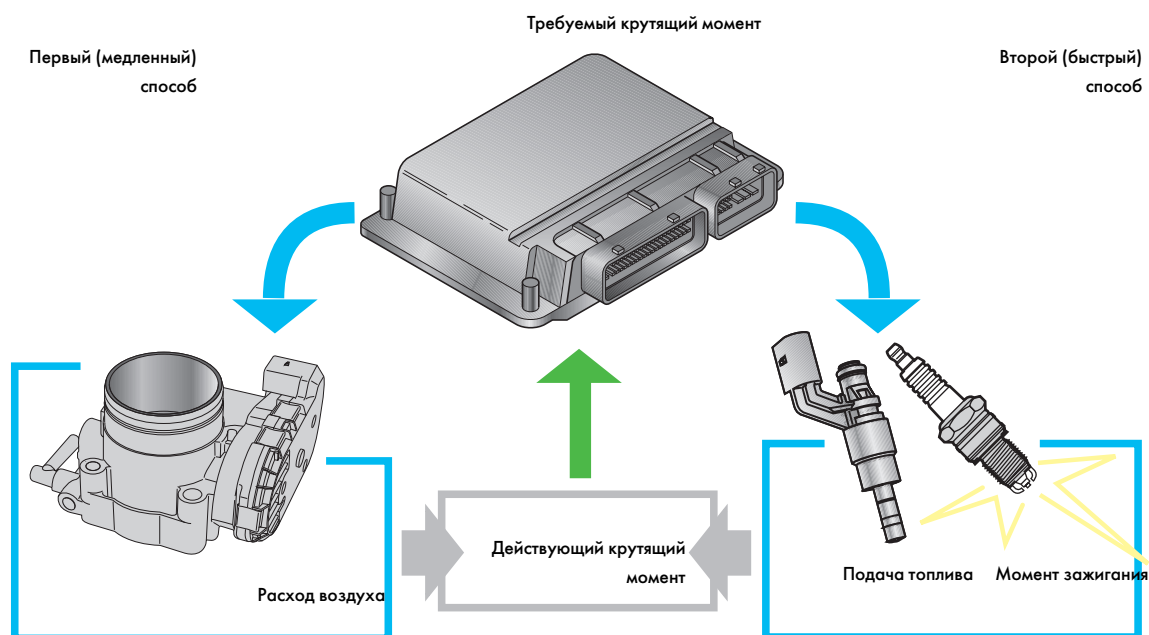
с отдаваемой мощностью:

- на привод автомобиля по желанию водителя,
- на вращение первичного вала автоматической коробки передач в процессе ее переключения,
- на торможение автомобиля (при работе противобуксовочной системы и при торможении двигателем),
- на привод компрессора кондиционера,
- на привод автомобиля под контролем системы регулирования скорости.

После расчетного определения требуемого крутящего момента двигателя осуществляется его изменение одним из двух способов:

Первый способ заключается в изменении наполнения цилиндров. Он применяется для относительно медленного изменения крутящего момента. При работе на послойных смесях этот способ малоэффективен, так как при этом дроссельная заслонка должна быть возможно больше открыта для снижения потерь на дросселирование.

Второй способ используется для быстрого изменения крутящего момента и действует независимо от величины наполнения. При работе на послойных смесях крутящий момент изменяется в результате регулирования подачи топлива, а при работе на гомогенных бедных и стехиометрических смесях его изменение вызывается смещением момента зажигания.



253\_082

# Система управления двигателем

## Реализация крутящего момента при непосредственном впрыске топлива

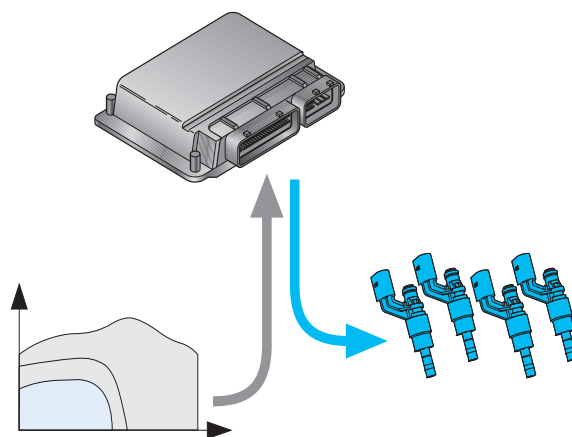
Блок управления двигателем рассчитывает величину требуемого крутящего момента, суммируя внутренние потери с внешними потребностями в нем, и обеспечивает его реализацию.

## Реализация крутящего момента при послойном смесеобразовании

При работе двигателя на послойных смесях требуемый крутящий момент получается за счет впрыска соответствующего ему количества топлива.

При этом наполнение двигателя имеет второстепенное значение, так как дроссельная заслонка открывается возможно больше, чтобы снизить потери на дросселирование.

Из-за поздней подачи топлива опережение зажигания также не оказывает большого влияния на величину крутящего момента.

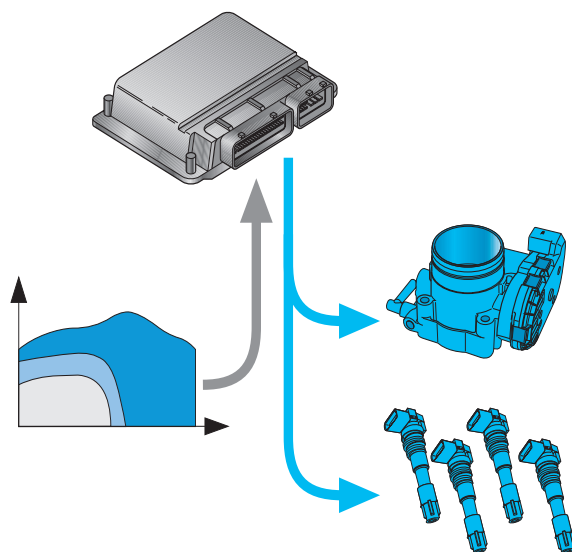


253\_110

## Реализация крутящего момента при работе двигателя на бедной и стехиометрической гомогенных смесях

При работе двигателя на этих смесях быстрое изменение крутящего момента производится за счет смещения момента зажигания, а относительно медленное, но долговременное его изменение осуществляется путем регулирования наполнения цилиндров воздухом.

Коэффициент избытка воздуха бедной смеси равен 1,55, а стехиометрической - 1,0, поэтому количество впрыскиваемого топлива определяется поступающей в цилиндры массой воздуха. При этом регулирование крутящего момента только за счет изменения подачи топлива не производится.



253\_109

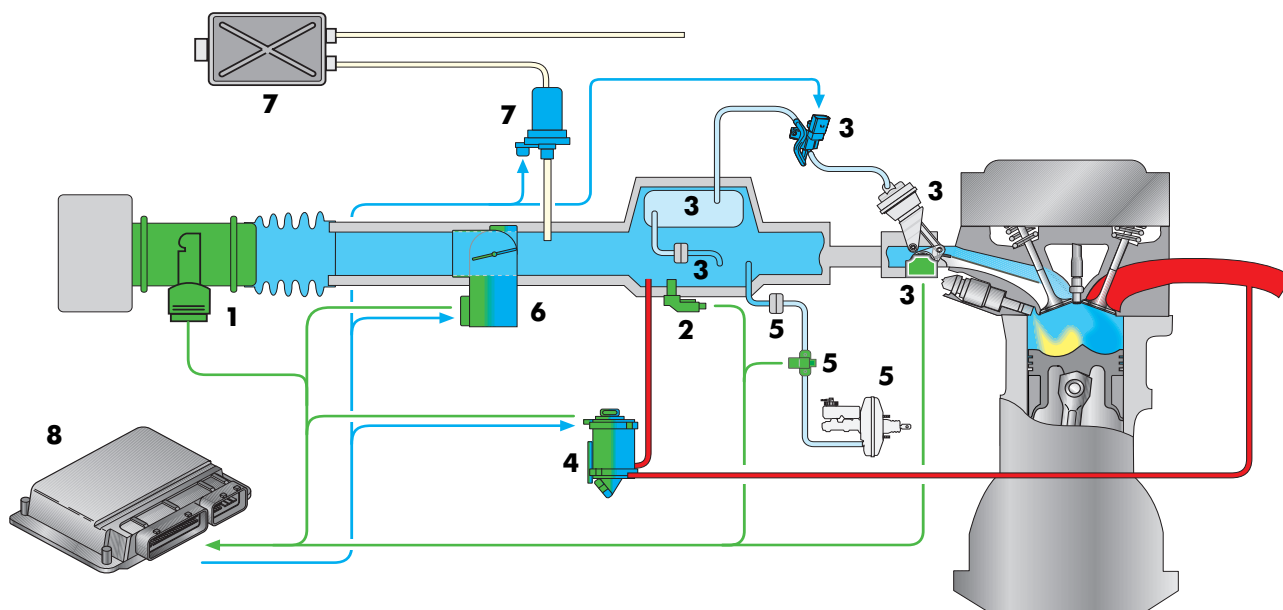


## Система впуска

В противоположность двигателям с системой Bosch Motronic ME 7.5.10 у двигателей с непосредственным впрыском бензина система впуска была изменена в соответствии с их потребностями. Ее особенностью является целенаправленное воздействие на потоки воздуха в цилиндрах двигателя в зависимости от режимов его работы.

### Следующие новые или измененные компоненты вошли в состав системы впуска:

- 1 Пленочный измеритель массового расхода воздуха (G70) с датчиком температуры воздуха на впуске (G42) для более точного определения нагрузки двигателя.
- 2 Датчик давления во впускном трубопроводе (G71) для расчета количества перепускаемых отработавших газов.
- 3 Система заслонок во впускных каналах (N316, G336) для целенаправленного управления потоками воздуха на входе в цилиндры двигателя.
- 4 Электромагнитный клапан системы рециркуляции отработавших газов (G212, N18) с увеличенными проходными сечениями для перепуска большего количества газов.
- 5 Датчик давления (G294) для регулирования разрежения в магистрали к вакуумному усилителю тормозного привода.



- 6 Блок управления дроссельной заслонкой (J338).
- 7 Клапан продувки адсорбера (N80).
- 8 Блок управления системой Motronic (J220).

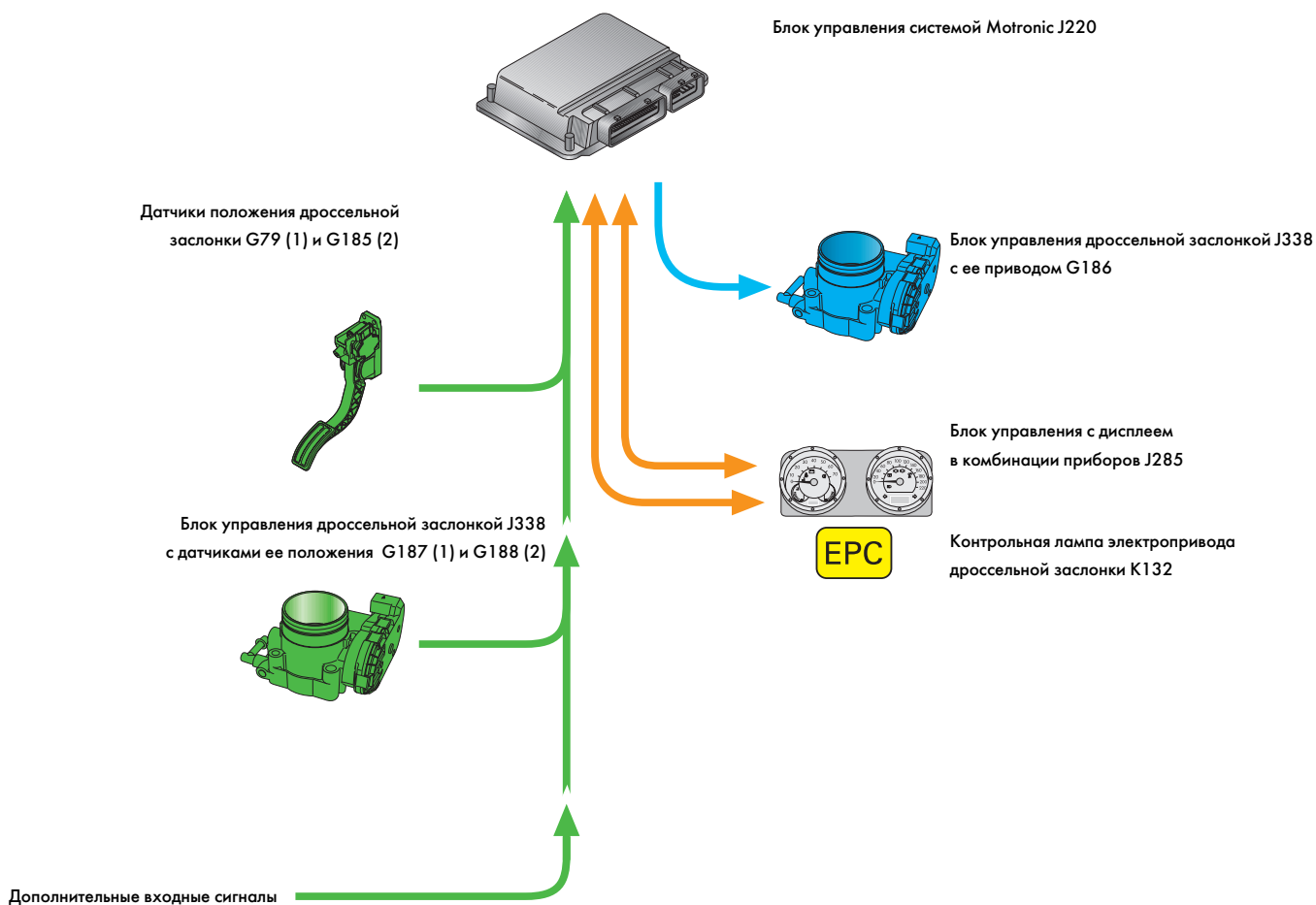
253\_079

# Система управления двигателем

## Электропривод дроссельной заслонки

Электропривод дроссельной заслонки для двигателей с непосредственным впрыском бензина применяется в обязательном порядке. Этот привод позволяет управлять дроссельной заслонкой независимо от положения педали акселератора и открывать ее при переходе на режимы с использованием послойного смесеобразования и применения бедной гомогенной смеси.

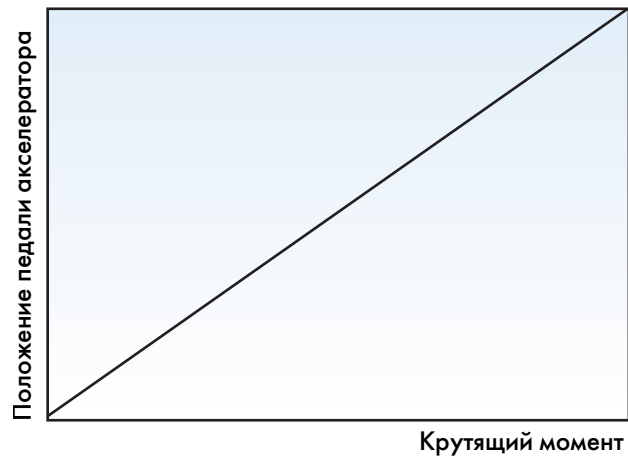
Такой способ управления двигателем обеспечивает его работу практически без потерь на дросселирование. То есть двигатель не должен расходовать энергию на преодоление сопротивлений потоку всасываемого воздуха, что выражается в снижении расхода топлива.



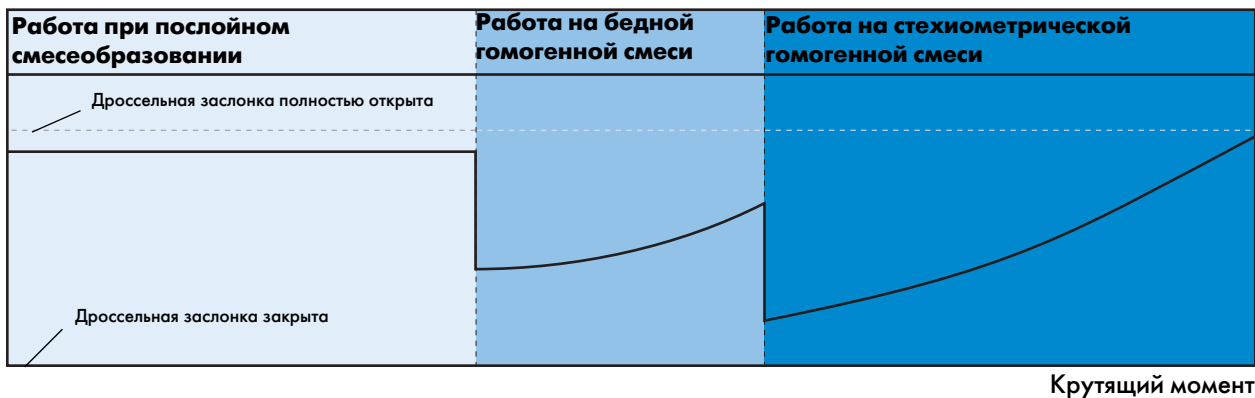
253\_035

## Принцип действия привода дроссельной заслонки

Устанавливаемое водителем положение педали акселератора регистрируется посредством датчиков G79 и G185, сигналы которых передаются на вход блока управления двигателем. По этим и другим дополнительным сигналам блок управления рассчитывает требуемый крутящий момент и выдает соответствующие команды на исполнительные устройства.



253\_034



253\_034

**При использовании послойного смесеобразования** величина крутящего момента двигателя определяется количеством впрыскиваемого топлива.

При этом дроссельная заслонка открыта почти полностью. Она прикрывается только настолько, чтобы обеспечить разрежение для продувки адсорбера, для перепуска отработавших газов и для создания необходимого разрежения в вакуумном усилителе тормозного привода.

**При работе двигателя на гомогенных бедной и стехиометрической смесях** крутящий момент двигателя зависит от угла опережения зажигания и количества поступающего в цилиндры двигателя воздуха.

При этом дроссельная заслонка открывается соответственно с требуемым крутящим моментом.






# Система управления двигателем

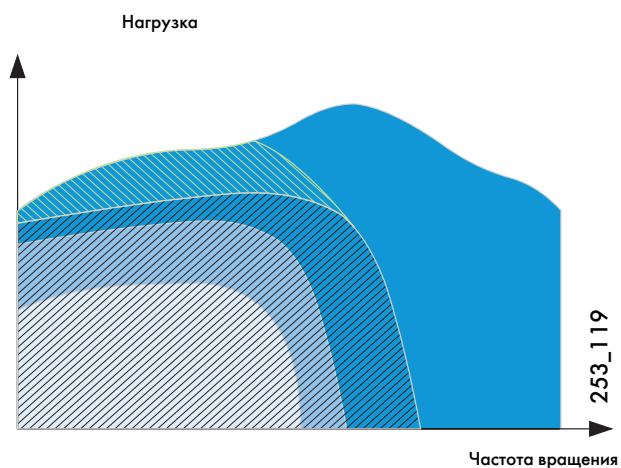
## Система впускных заслонок

Впускные заслонки и их привод расположены в нижней и верхней частях впускной системы. Заслонки служат для управления потоками воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, в зависимости от режимов работы двигателя.



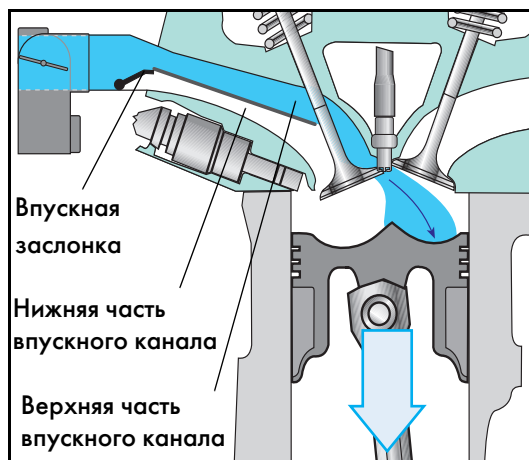
На рисунке показана область режимов работы двигателя, на которых заслонка закрыта.

-  Зона режимов, на которых впускная заслонка закрыта (у автомобиля Golf FSI)
-  Зона режимов, на которых впускная заслонка закрыта (у автомобиля Lupo FSI)
-  Зона режимов работы на гомогенной смеси стехиометрического состава
-  Зона режимов работы на бедной гомогенной смеси
-  Зона режимов работы при послойном смесеобразовании



## Работа двигателя с закрытыми впускными заслонками

При работе двигателя на послойных и бедных гомогенных смесях, а также на некоторых режимах с использованием гомогенных смесей стехиометрического состава заслонки перекрывают нижние части впускных каналов, расположенных в головке цилиндров. При этом воздух проходит в цилиндры только через верхние части впускных каналов. Форма верхней части впускного канала подобрана таким образом, чтобы впускаемый в цилиндр воздух закручивался на входе в него. Помимо этого повышенная скорость проходящего через зауженный канал воздуха способствует смесеобразованию.



253\_037

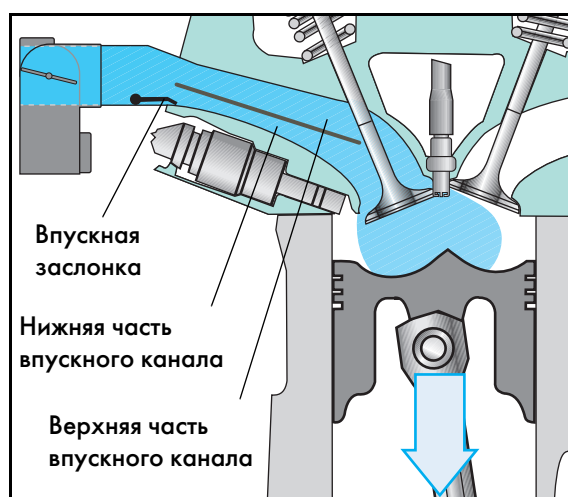
### Реализуются два преимущества:

- При послойном смесеобразовании вихревое движение воздуха обеспечивает перенос топлива к свече зажигания..  
Образование смеси осуществляется в процессе этого движения.

- Вихревое движение воздуха создает условия для образования гомогенных бедной и стехиометрической смесей. Благодаря ему повышается воспламеняемость и достигается стабильное горение бедных смесей.

## Работа двигателя с открытыми впускными заслонками

При работе двигателя на режимах с высокой нагрузкой и при высоких частотах вращения воздушные заслонки открыта и воздух проходит в цилиндры через обе части впускных каналов. Большое сечение впускного канала обеспечивает наполнение цилиндра, необходимое для получения высокой мощности и крутящего момента.



253\_127

# Система управления двигателем

## Потенциометр впускных заслонок G336

### Местоположение

Потенциометр впускных заслонок установлен на нижней части впускной системы. Он соединен с валом привода впускных заслонок.

### Назначение потенциометра

Потенциометр служит для определения положения впускных заслонок. Его сигналы передаются на вход блока управления двигателем. Это необходимо, так как положение впускных заслонок влияет на воспламеняемость смеси, содержание отработавших газов в ней и на колебания воздуха во впускной системе. Так как положение впускных заслонок влияет на выброс вредных веществ, оно должно контролироваться системой бортовой диагностики.

## Клапан управления впускными заслонками N316

### Местоположение

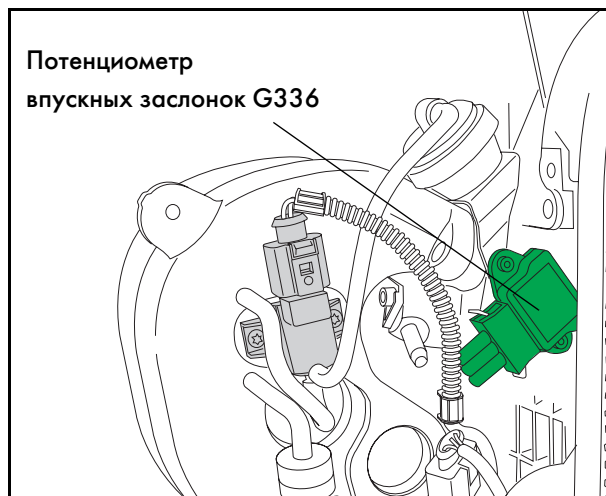
Этот клапан установлен на верхней части впускной системы.

### Назначение

Этот клапан соединяет вакуумный привод (впускных заслонок) с вакуумным ресивером по командам блока управления двигателем. Открытие клапана приводит к закрытию впускных заслонок посредством вакуумного привода.

### Последствия неисправности клапана

Если клапан неисправен, двигатель может работать только на гомогенной смеси стехиометрического состава.



253\_154

### Последствия отсутствия сигналов с потенциометра

При отсутствии сигналов с потенциометра двигатель может работать только на гомогенной смеси стехиометрического состава.



253\_153



## Измеритель массового расхода воздуха G70 с датчиком температуры воздуха на впуске G42

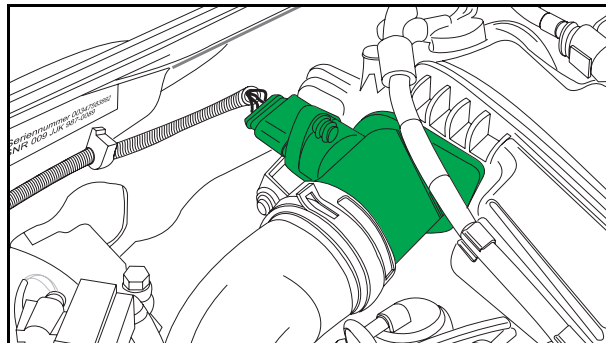
Измеритель расхода воздуха и датчик температуры расположены в общем корпусе, установленном во впускном тракте перед блоком дроссельной заслонки. Для точного измерения расхода воздуха по массе применяется термоанемометрический датчик пленочного типа, который может распознавать обратные потоки. Таким образом он измеряет не только количество воздуха, проходящего в направлении к цилиндрам, но и его массу, перемещаемую в обратном направлении в результате колебательного процесса, возбуждаемого открывающимися и закрывающимися клапанами. Температура воздуха учитывается для коррекции измеренного значения его расхода.

### Использование сигналов измерителя

Сигналы с измерителя расхода воздуха используются во всех процессах, в которых нагрузка двигателя является определяющим параметром. Это, например, начало и продолжительность впрыска, опережение зажигания и работа системы улавливания паров топлива.

### Устройство измерителя расхода воздуха

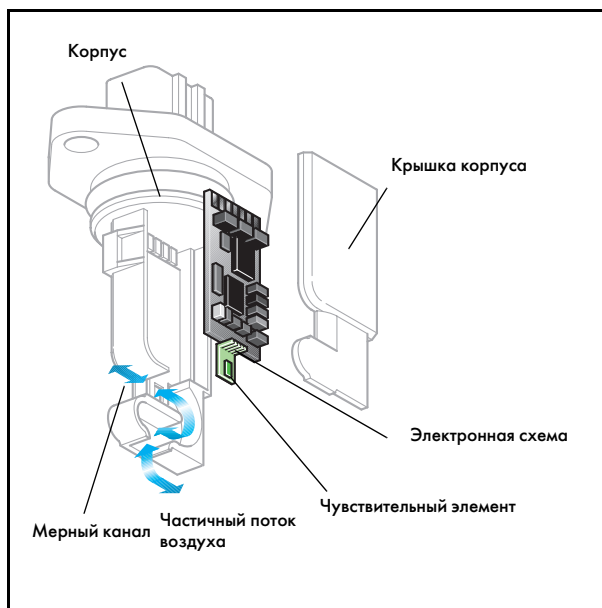
В пластмассовом корпусе измерителя массового расхода воздуха находится мерный канал с расположенными в нем пленочным чувствительным элементом и электронная схема. Мерному каналу придана такая форма, при которой мимо чувствительного элемента пропускается не только часть потока всасываемого воздуха, но и часть обратного потока. Сигнал чувствительного элемента обрабатывается электронной схемой и пересылается на вход блока управления двигателем.



253\_060

### Последствия при отсутствии сигнала

При выходе из строя измерителя расхода воздуха нагрузка двигателя определяется по сигналу датчика давления во впускном трубопроводе G71.



253\_076



Дополнительные сведения о работе измерителя расхода воздуха содержатся в Программе самообучения 195 "Двигатель V5 рабочим объемом 2,3 л".

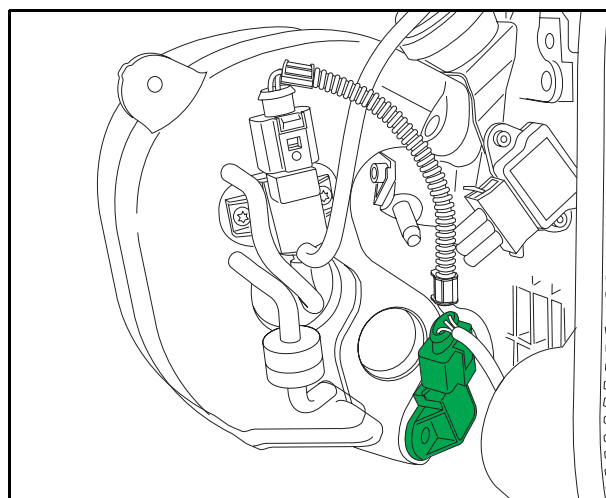
# Система управления двигателем

## Датчик давления во впускном трубопроводе G71

Этот датчик установлен на верхней части впускной системы. Он служит для измерения давления во впускном трубопроводе. Соответствующий давлению сигнал с этого датчика поступает на вход блока управления двигателем.

### Использование сигнала датчика

Этот сигнал используется в блоке управления двигателем совместно с сигналами измерителя массового расхода воздуха и датчика температуры воздуха на впуске в двигатель для точного расчета количества перепускаемых газов. Помимо этого по этому сигналу определяется нагрузка двигателя при пуске, так как измеритель расхода воздуха работает на этом режиме недостаточно точно из-за сильных пульсаций во впускной системе.



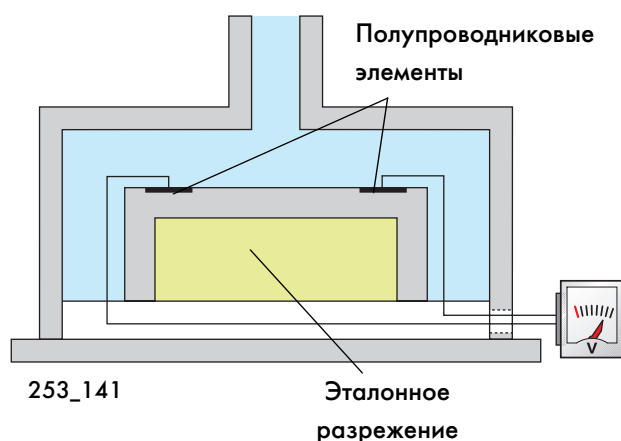
253\_061

### Принцип действия датчика

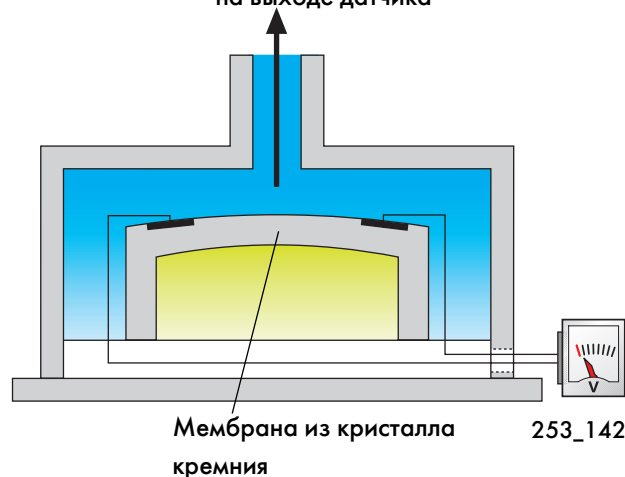
Измерение давления во впускном трубопроводе производится посредством мембраны, изготовленной из кристалла кремния. На этой мембране находятся тензорезисторы, сопротивление которых изменяется при деформации мембраны. Измеряемое давление при этом сравнивается с эталонным разрежением под мембраной.

Мембрана прогибается в зависимости от давления во впускном трубопроводе, при этом изменяется напряжение на выходе датчика, создаваемое в результате изменения сопротивления тензорезисторов. Это напряжение используется в блоке управления для определения величины давления во впускном трубопроводе.

Чем меньше разрежение, тем больше напряжение на выходе датчика



Чем больше разрежение, тем меньше напряжение на выходе датчика



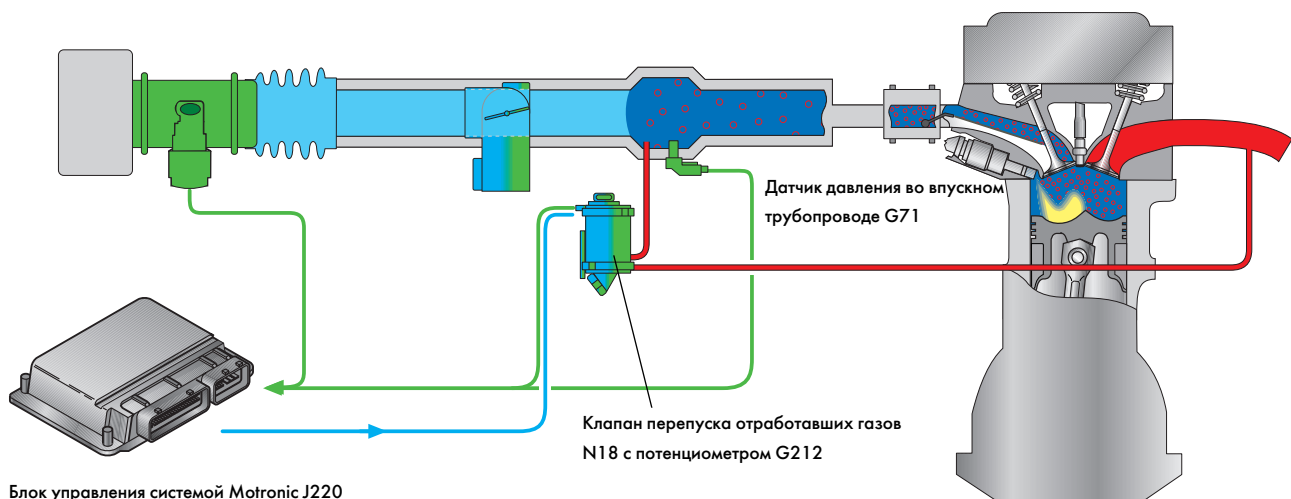
## Определение количества перепускаемых отработавших газов

Блок управления двигателем определяет с помощью измерителя расхода поступающую в цилиндры массу воздуха и рассчитывает соответствующее ее величине давление во впускном трубопроводе. При рециркуляции отработавших газов их масса добавляется к массе свежего воздуха и соответственно повышается давление во впускном трубопроводе. Датчик давления во впускном трубопроводе реагирует на это изменением напряжения на его выходе, которое передается на вход блока управления двигателем.

Измеритель массового расхода воздуха G70  
Датчик температуры воздуха на впуске G42

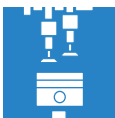
По величине этого сигнала определяется суммарное количество воздуха и отработавших газов, поступающих в цилиндры двигателя. Количество перепускаемых отработавших газов определяется вычитанием количества свежего воздуха из суммарной величины.

Преимуществом такого метода определения количества перепускаемых отработавших газов является возможность увеличения их доли в рабочей смеси и приближения к границе воспламеняемости смеси.



## Последствия при отсутствии сигнала

При выходе датчика давления во впускном трубопроводе из строя блок управления определяет количество перепускаемых газов расчетным путем и снижает перепуск против значений, соответствующих многопараметровой характеристике.



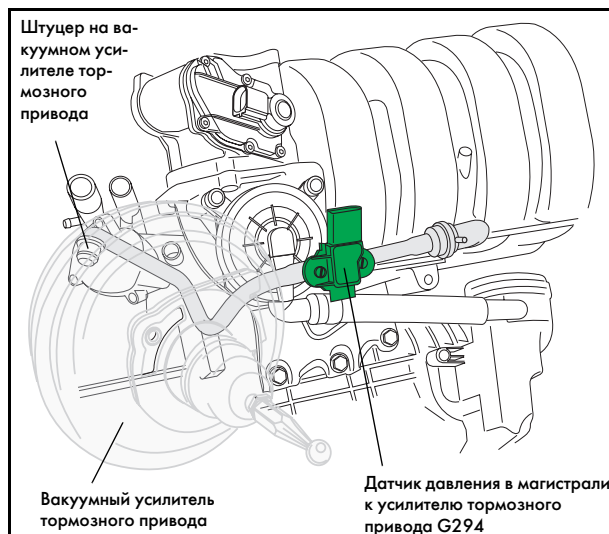
# Система управления двигателем

## Датчик давления в магистрали к вакуумному усилителю тормозного привода G294

Этот датчик установлен на трубопроводе между впускным трубопроводом и вакуумным усилителем тормозного привода. Он измеряет давление в этом трубопроводе и соответственно в усилителе тормозного привода.

### Использование сигнала

По напряжению на выходе датчика блок управления двигателем определяет, достаточно ли разрежение для нормальной работы усилителя тормозного привода.

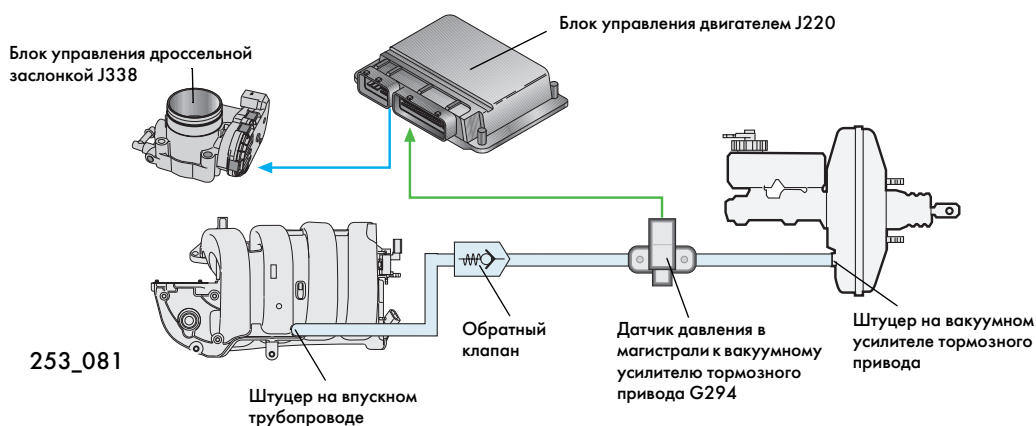


253\_059

### Принцип работы датчика

Для нормальной работы усилителя тормозного привода необходимо определенное разрежение, обеспечивающее возможно быстрое достижение устанавливаемого тормозного усилия. При работе двигателя на послынных и бедных смесях дроссельная заслонка открыта практически полностью, поэтому разрежение во впускном трубопроводе невелико. При многократном

торможении созданное в вакуумном усилителе разрежение оказывается явно недостаточным. Чтобы поддержать разрежение на нужном уровне, дроссельная заслонка прикрывается. Она будет закрываться до тех пор, пока разрежение не снизится до требуемого уровня. При необходимости двигатель будет переведен на работу на гомогенной смеси стехиометрического состава.



### Последствия при отсутствии сигнала

При отсутствии сигнала датчика двигатель может работать только на гомогенной смеси стехиометрического состава.

## Топливная система

Топливная система разделена на контуры высокого и низкого давления. Часть топлива подводится в цилиндры через систему улавливания паров бензина.

### Контур низкого давления

Контур низкого давления охватывает часть топливной системы от расположенного в баке электронасоса до насоса высокого давления. Давление топлива в этом контуре обычно равно 3 бар и только при пуске горячего двигателя может быть повышено до 5,8 бар.

В контур низкого давления входят:

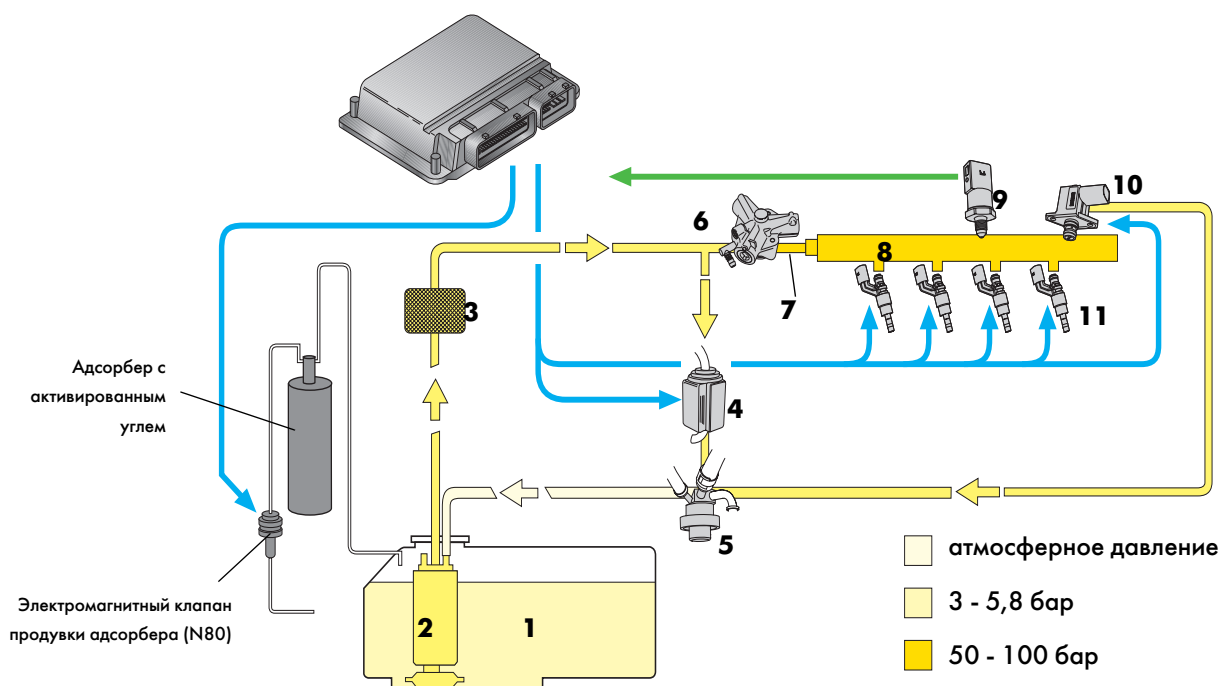
- 1 топливный бак,
- 2 топливный электронасос (G6)
- 3 топливный фильтр,
- 4 клапан перепуска топлива (N290),
- 5 регулятор давления топлива.

### Контур высокого давления

Контур высокого давления начинается с топливного насоса высокого давления, который подает топливо в распределительный трубопровод. На распределительном трубопроводе установлен датчик давления топлива, сигналы которого используются для поддержания давления в диапазоне от 50 до 100 бар посредством клапана регулятора. Впрыск топлива в цилиндры осуществляется через форсунки высокого давления.

В контур высокого давления входят:

- 6 топливный насос высокого давления,
- 7 трубопровода высокого давления,
- 8 распределительный трубопровод,
- 9 датчик давления топлива (G247),
- 10 клапан регулятора давления (N276),
- 11 форсунки высокого давления (N30-N33).



253\_092

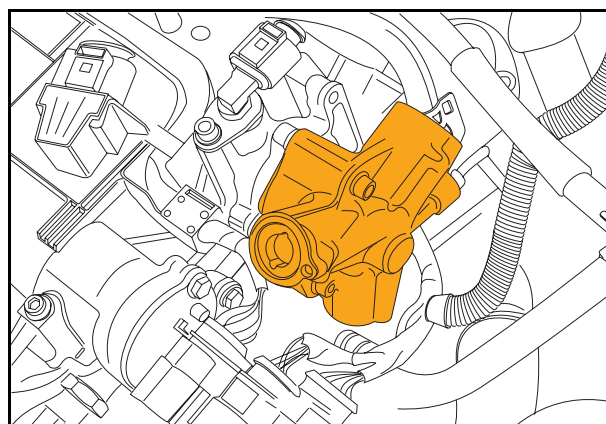
# Система управления двигателем

## Топливный насос высокого давления

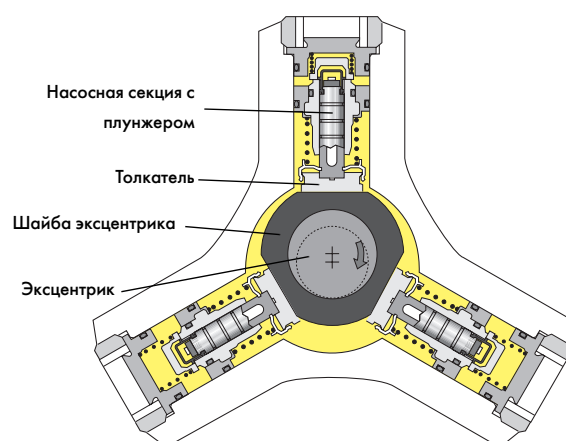
Этот насос установлен на корпусе привода распределительных валов.

Этот насос с тремя радиальными плунжерами приводится от впускного распределительного вала. Благодаря трем расположенным через  $120^\circ$  насосным секциям колебания давления в распределительном трубопроводе относительно малы.

Насос должен подавать топливо в распределительный трубопровод под давлением до 100 бар.



253\_058

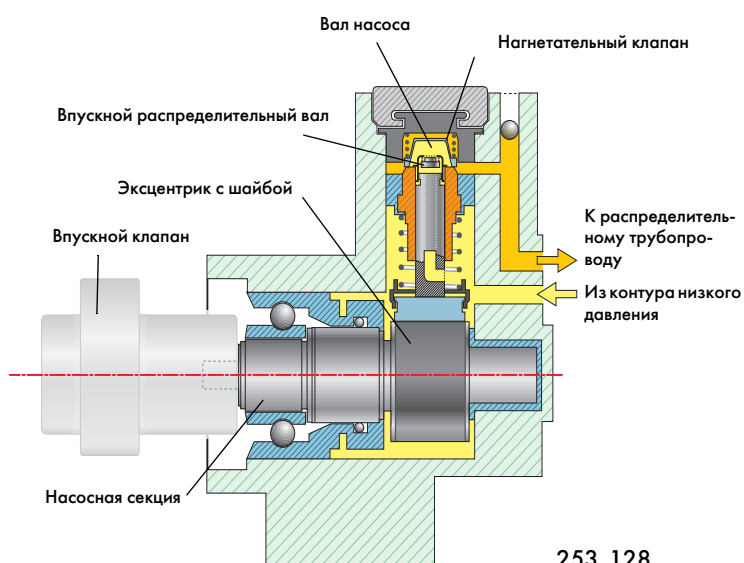


253\_030

## Привод насоса

Вал насоса высокого давления приводится от впускного распределительного вала. На валу насоса предусмотрен эксцентрик с шайбой, которые преобразуют вращение вала в возвратно-поступательное движение плунжеров.

- При движении плунжеров в направлении к валу насоса топливо засасывается в его секции из контура низкого давления.
- При движении плунжеров в направлении от вала насоса топливо подается в распределительный трубопровод.



253\_128



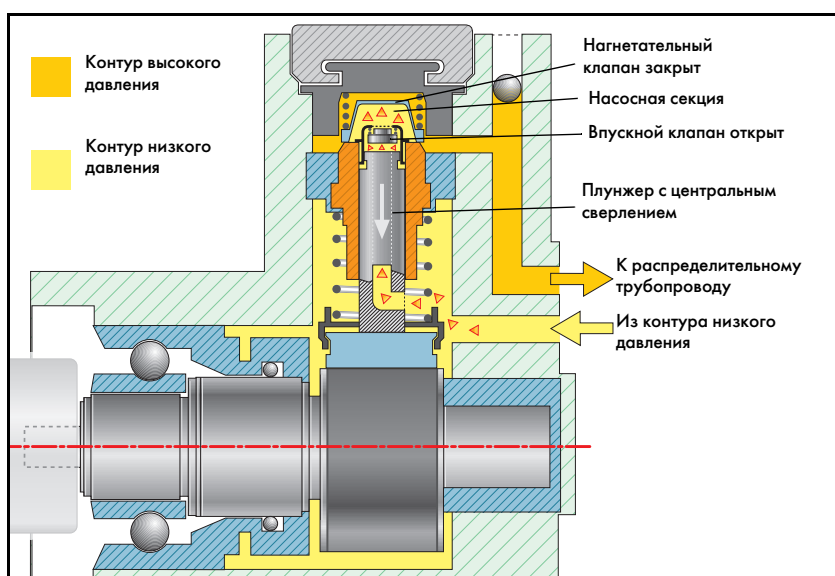
## Принцип работы насоса

Топливо поступает к насосу высокого давления из контура низкого давления. Далее оно перетекает через сверление в плунжере к впускному клапану.

### Ход всасывания

При движении плунжера к валу насоса объем пространства над ним увеличивается. В результате в этом пространстве создается разрежение. Под действием разности давлений, действующих в

сверлении плунжера и в надплунжерном пространстве, открывается впускной клапан, через который топливо поступает внутрь насосной секции.

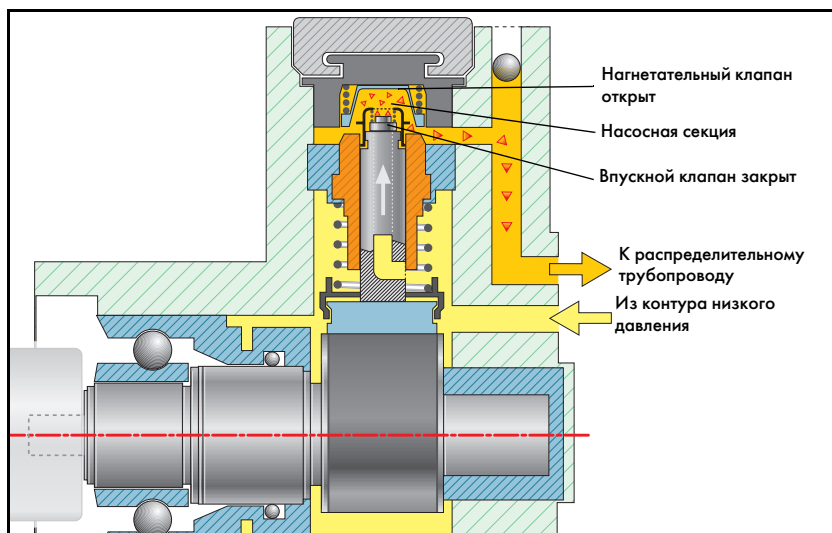


253\_096

### Ход нагнетания

С началом движения плунжера в направлении от вала насоса давление топлива в насосной секции повышается и впускной клапан закрывается. При повышении давления до его величины в

распределительном трубопроводе открывается нагнетательный клапан и топливо подается в распределительный трубопровод.



253\_026



# Система управления двигателем

## Датчик давления топлива (G247)

Этот датчик расположен на нижней части впускной системы. Он вворачивается в распределительный трубопровод и предназначен для измерения давления в нем.

### Использование сигнала датчика

Сигнал датчика используется в блоке управления двигателем для регулирования давления топлива в контуре высокого давления по многопараметровой характеристике.

### Принцип действия

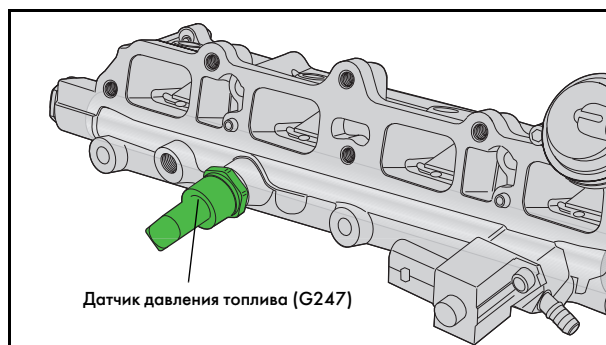
Топливо внутри датчика поступает из распределительного трубопровода.

- Под действием невысокого давления стальная мембрана датчика прогибается незначительно. Сопротивление тензорезисторов при этом наибольшее, а напряжение на выходе датчика небольшое.
- При высоком давлении топлива мембрана датчика прогибается на значительную величину. В результате сопротивление тензорезисторов снижается, а напряжение на выходе датчика увеличивается.

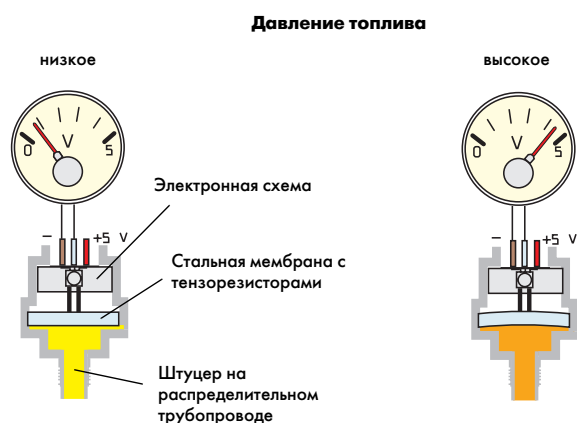
Снимаемое с тензорезисторов напряжение усиливается электронной схемой и направляется на вход блока управления двигателем. Изменение давления в распределительном трубопроводе производится посредством клапана регулятора.

### Последствия отсутствия сигнала

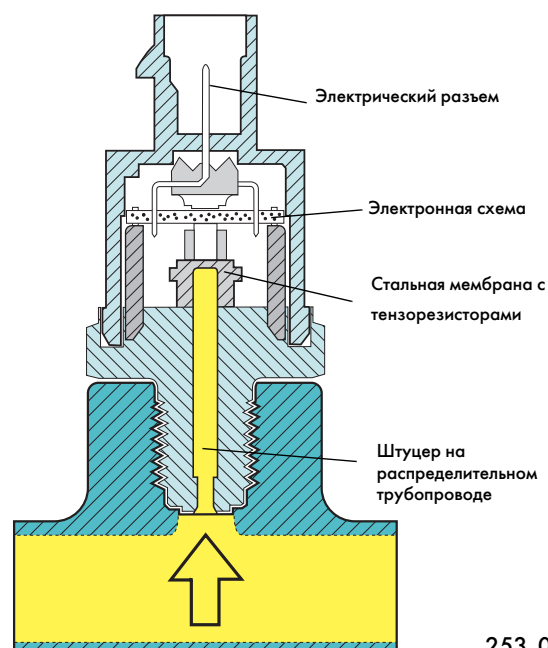
При отсутствии сигнала с датчика давления блок управления двигателем подает на клапан регулятора давления постоянный управляющий сигнал.



253\_046



253\_091



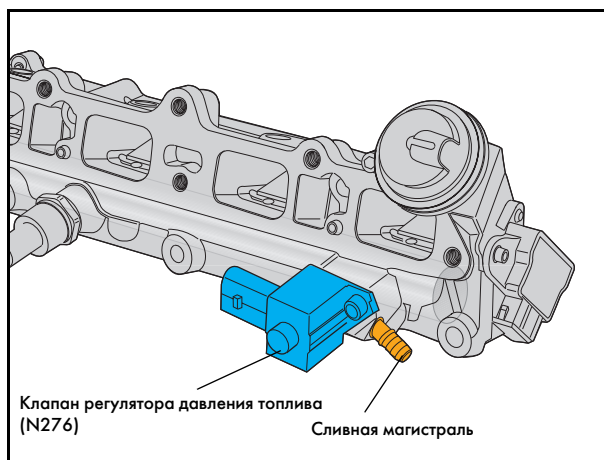
253\_029

## Клапан регулятора давления топлива (N276)

Этот клапан установлен на нижней части впускной системы. Посредством него распределительный трубопровод сообщается со сливной магистралью, через которую топливо возвращается в бак.

### Назначение клапана

Клапан предназначен для регулирования давления в распределительном трубопроводе независимо от расхода топлива через форсунки и от его подачи насосом высокого давления.



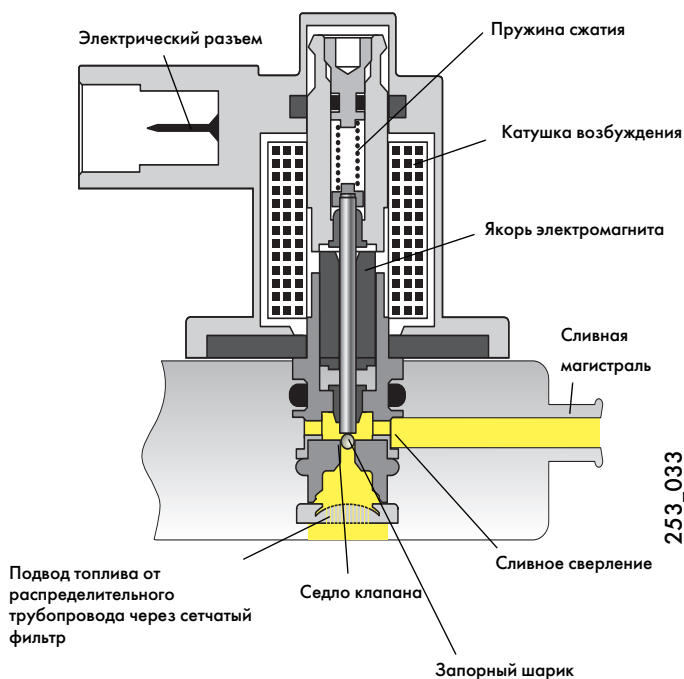
253\_129

### Принцип действия клапана

Блок управления двигателем подает на обмотку клапана широтно-импульсный сигнал, изменяемый при отклонении давления в распределительном трубопроводе от заданного значения. Под действием магнитного поля якорь клапана вместе с запорным шариком поднимается с седла, открывая путь топливу в сливную магистраль. Чем больше ширина импульсов, тем шире проход в клапане и тем больше сливается топлива из распределительного трубопровода. Таким образом производится регулирование давления в нем.

### Последствия при неисправности клапан

Обесточенный клапан закрыт. В результате в системе постоянно поддерживается высокое давление топлива. Для защиты компонентов топливной системы от чрезмерного давления предусмотрена пружина, удерживающая клапан в закрытом состоянии только до давления 120 бар. При больших давлениях клапан открывается.



253\_033

# Система управления двигателем

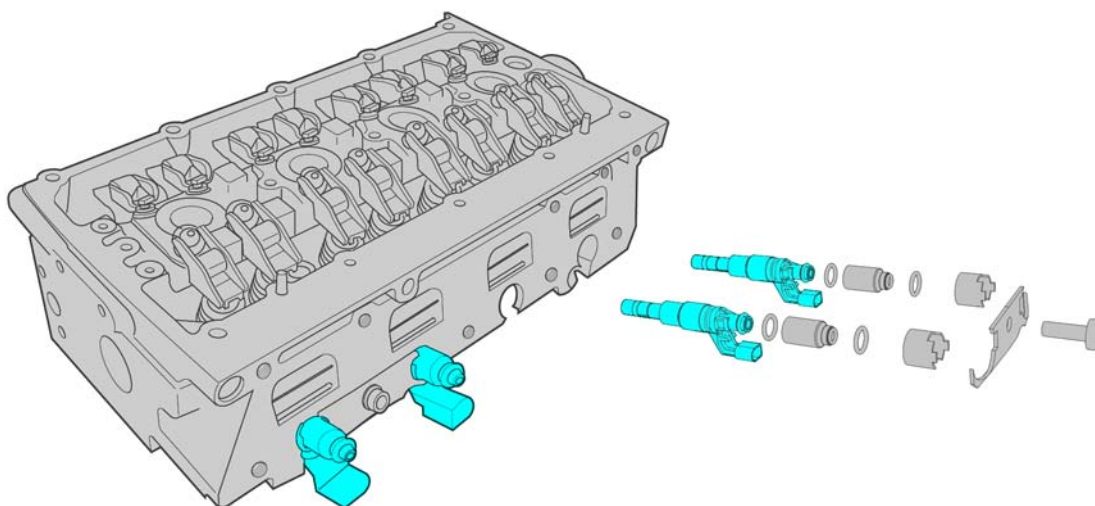
## Форсунки высокого давления (N30-N33)

Форсунки установлены в головке цилиндров. Через них топливо впрыскивается под высоким давлением непосредственно в цилиндры двигателя.

### Назначение

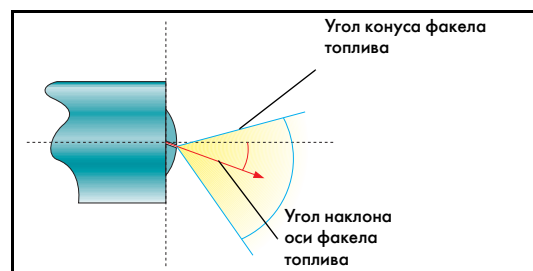
Форсунки должны мелко распылять топливо за возможно короткий промежуток времени. Способ подачи топлива зависит при этом от режима работы двигателя.

При послойном смесеобразовании топливо должно направляться в зону свечи зажигания, а при работе двигателя на гомогенных смесях его необходимо равномерно распределять в объеме камеры сгорания.



253\_149

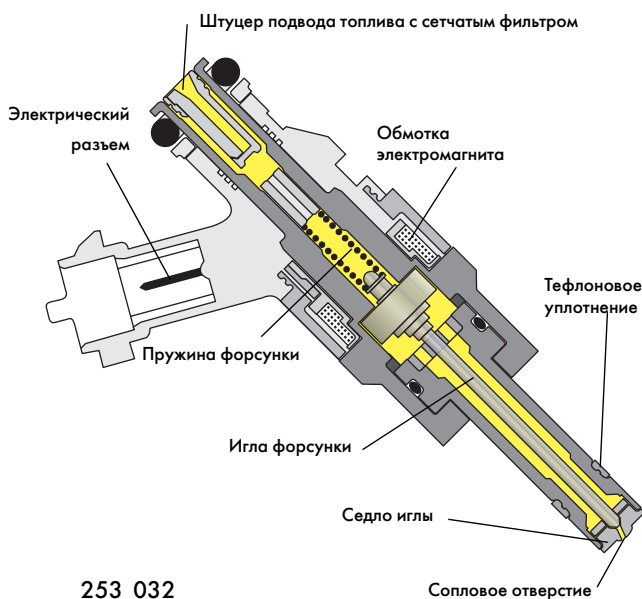
Чтобы получить наилучшее распределение топлива при послойном смесеобразовании, угол конуса факела топлива принят равным  $70^\circ$ , а ось конуса наклонена на  $20^\circ$ .



253\_056

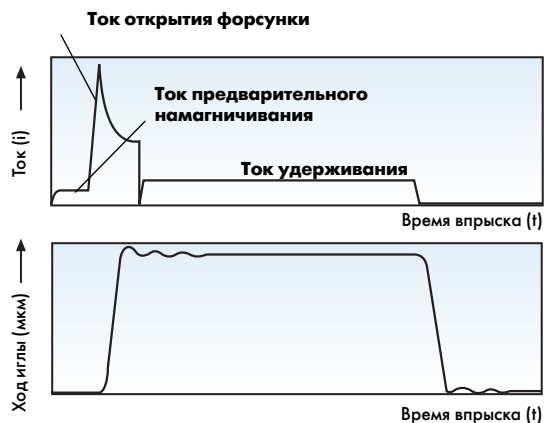
## Принцип работы форсунки

При подаче напряжения на обмотку электромагнита форсунки вокруг нее создается магнитное поле. Оно втягивает в себя якорь электромагнита с иглой форсунки, которая поднимается с седла. В результате топливо впрыскивается в цилиндр двигателя. При падении подаваемого на обмотку электромагнита напряжения магнитное поле исчезает, а игла распылителя прижимается пружиной к своему седлу. В результате впрыск топлива прекращается.



## Управление форсунками высокого давления

Управляющее напряжение подается на форсунки через электронный коммутатор в блоке управления двигателем. Чтобы обеспечить быстрое открытие форсунки, после фазы предварительного намагничивания малым током на ее обмотку подается напряжение порядка 90 вольт. При этом напряжении ток в обмотке достигает 10 ампер. Если форсунка открыта, достаточно подать 30 вольт, чтобы удерживать ее в этом состоянии. При этом ток в ее обмотке равен 3-4 ампера.



253\_028

## Последствия при неисправности форсунки

Система управления двигателем способна обнаружить неисправную форсунку по пропускам воспламенения в цилиндре, после чего подача управляющего сигнала на нее прекращается.



После замены одной из форсунок необходимо погасить соответствующие ей параметры в памяти системы и заново произвести согласование блока управления двигателем. Соответствующие указания содержатся в "Руководстве по ремонту автомобиля".

# Система управления двигателем

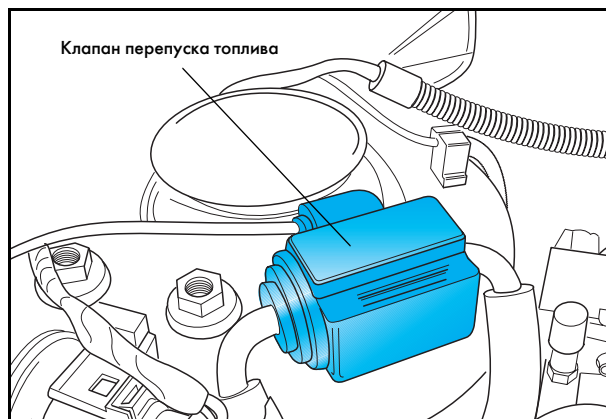
## Клапан перепуска топлива (N290)

Этот клапан установлен в магистрали подачи топлива к насосу высокого давления и сообщается с регулятором (низкого) давления. Он закреплен на опоре амортизационной стойки подвески.

### Назначение клапана

Обычно этот клапан открыт и через него топливо поступает к регулятору давления в контуре низкого давления.

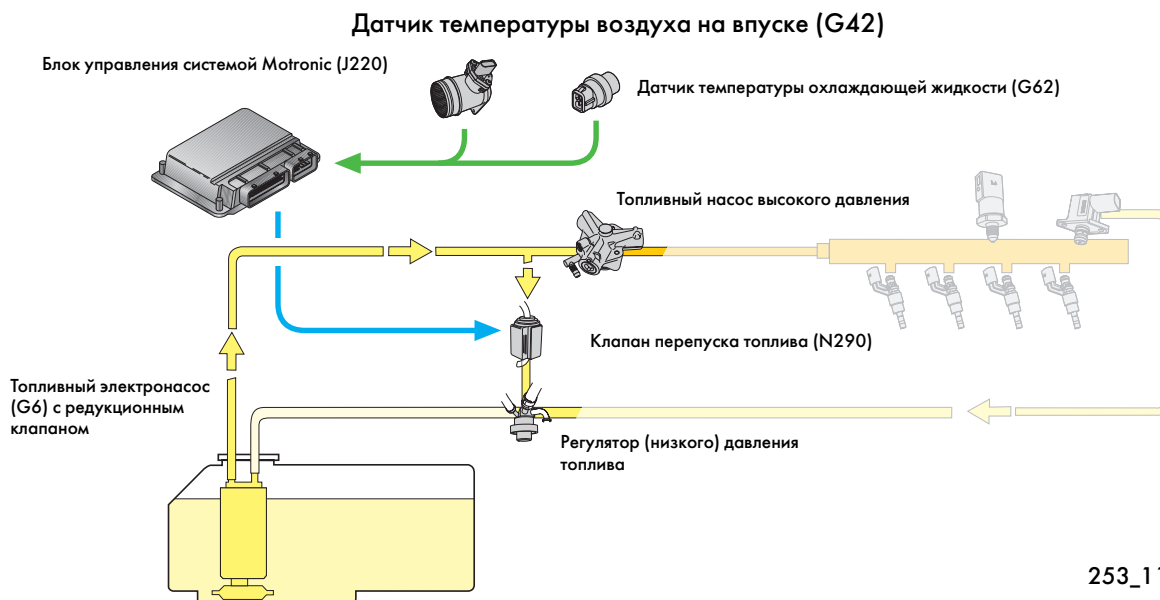
Если температура охлаждающей жидкости превышает  $110^{\circ}\text{C}$ , а температура воздуха на впуске в двигатель больше  $50^{\circ}\text{C}$ , пуск двигателя производится в "горячем" режиме. При этом блок управления двигателем закрывает клапан перепуска топлива приблизительно на 50 секунд, перекрывая слив топлива через регулятор давления.



253\_049

В результате давление в контуре низкого давления повышается до максимальной величины, на которую отрегулирован встроенный в электронасос редукционный клапан, а именно, до 5,8 бар.

Повышенное давление позволяет предотвратить парообразование на входе в насос высокого давления и обеспечивает таким образом создание необходимого давления в распределительном трубопроводе.



253\_113

## Последствия при выходе клапана из строя

При выходе клапана из строя пружина удерживает его в закрытом состоянии. В результате давление в топливной системе

повышается до 5,8 бар. Поэтому всегда обеспечивается "горячий" пуск двигателя.



## Система улавливания паров бензина активированным углем

Эта система должна обеспечивать выполнение законодательных норм выброса углеводородов. Эта система предотвращает попадание паров бензина из бака автомобиля

в окружающую среду. Пары топлива накапливаются в адсорбере с активированным углем и периодически отсасываются в двигатель, где они сгорают.

### При работе двигателя на гомогенных смесях

При этом рабочая смесь равномерно распределяется по объему камеры сгорания. Поступающие из адсорбера пары бензина сгорают вместе с рабочей смесью во всем объеме камеры сгорания.

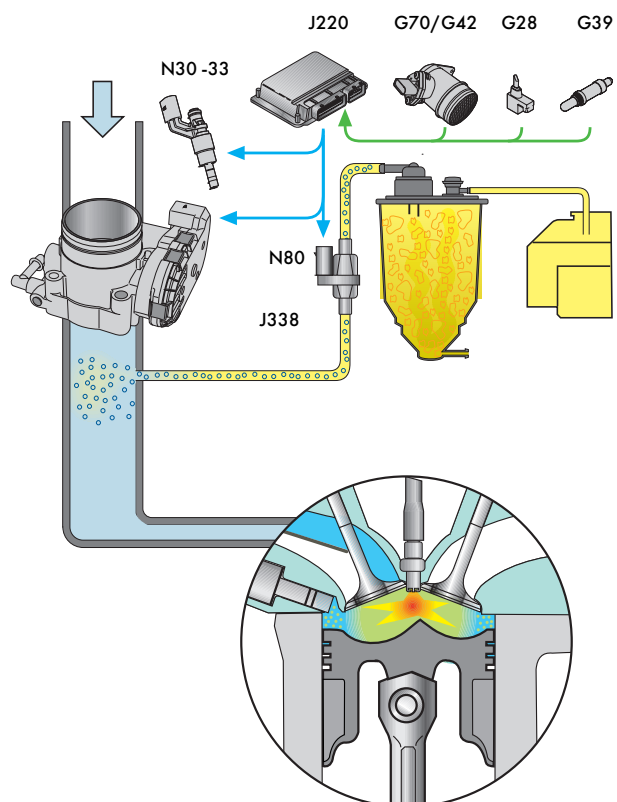
### При послойном смесеобразовании

При послойном смесеобразовании способная к воспламенению рабочая смесь находится только в зоне свечи зажигания. Часть поступившего из адсорбера топлива оказывается при этом в зоне невоспламеняемой смеси. Это может привести к неполному сгоранию топлива и повышенному выбросу углеводородов с отработавшими газами. Поэтому переход на послойное смесеобразование производится только при небольшом содержании топлива в адсорбере.

Блок управления двигателем рассчитывает количество топлива, которое может быть отведено из адсорбера, и выработывает команды на открытие клапана его продувки, изменение дозы впрыскиваемого топлива и установку дроссельной заслонки.

Для этого блоком управления используется следующая данные:

- нагрузка двигателя, определяемая по сигналам измерителя расхода воздуха G70 с пленочным чувствительным элементом,
- частота вращения коленчатого вала, определяемая по сигналам датчика G28,
- температура воздуха на впуске, определяемая по сигналам датчика G42,
- заряд адсорбера, определяемый по сигналам датчика кислорода G39.



253\_077



# Система управления двигателем

## Система зажигания

Задачей системы зажигания является воспламенение рабочей смеси в нужный момент времени. Для этого блок управления двигателем должен определять для каждого режима работы двигателя угол опережения зажигания, энергию искры и длительность искрообразования. От угла опережения зажигания зависят крутящий момент, выброс вредных веществ и расход топлива двигателя.

### При послойном смесеобразовании

момент зажигания может изменяться в узком диапазоне значений угла поворота коленчатого вала, которому соответствует образование способной к воспламенению смеси.

### При работе на гомогенных бедной и стехиометрической смесях

требования к зажиганию не отличаются от них у двигателей с впрыском бензина во впускные каналы. Ввиду одинакового распределения смеси у двигателей с обеими системами впрыска оптимальные углы опережения зажигания практически не отличаются.

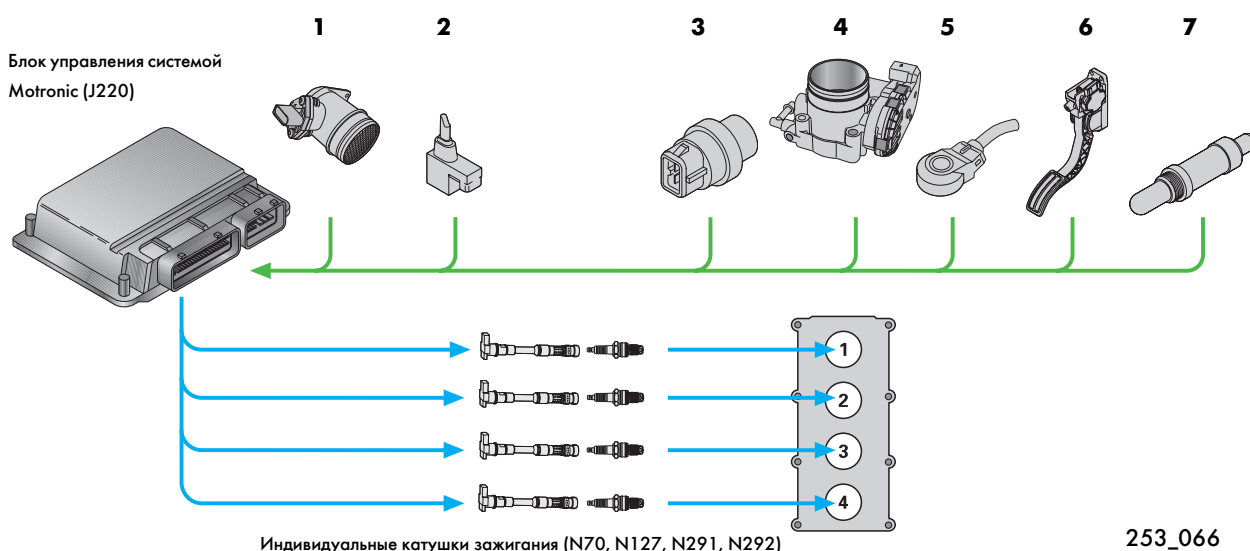
При расчете оптимальных углов опережения зажигания используются:

#### Основные исходные данные:

- 1 о нагрузке двигателя, определяемые по сигналам измерителя расхода воздуха G70 и датчика температуры воздуха на впуске G42,
- 2 о частоте вращения коленчатого вала, измеряемой по сигналам датчика G28;

#### Вспомогательные данные, определяемые по сигналам:

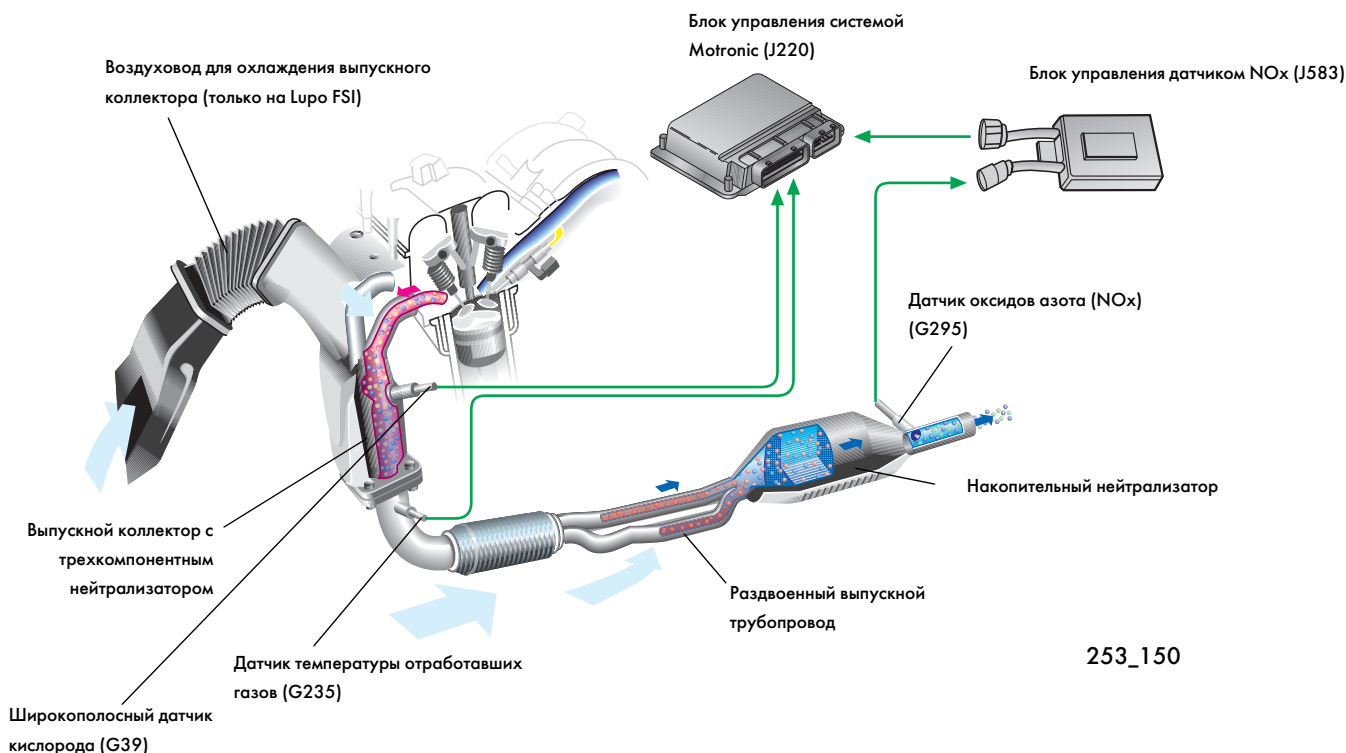
- 3 датчика температуры охлаждающей жидкости G62,
- 4 с блока управления дроссельной заслонкой J338,
- 5 датчика детонации (G61),
- 6 датчиков положения педали акселератора (G79, G185),
- 7 датчика кислорода (G39).



## Система выпуска

Эта система была приспособлена к двигателю с непосредственным впрыском бензина. До настоящего времени система очистки отработавших газов двигателей с непосредственным впрыском была проблематичной. Это связано с тем, что образующиеся при работе на бедных гомогенных и послойных смесях оксиды азота не могут быть восстановлены в обычных трехкомпонентных нейтрализаторах до

уровня, допускаемого законодательством. Поэтому для двигателей с непосредственным впрыском бензина применяют накопительные нейтрализаторы, которые способны удерживать оксиды азота при работе на бедных смесях. При заполнении нейтрализатора до предела производится перевод его на режим регенерации, в процессе которого накопленные в нем оксиды азота выводятся и восстанавливаются до азота.



Образование оксидов азота в процессе сгорания отчасти снижается за счет перепуска отработавших газов и целенаправленного изменения фаз газораспределения.

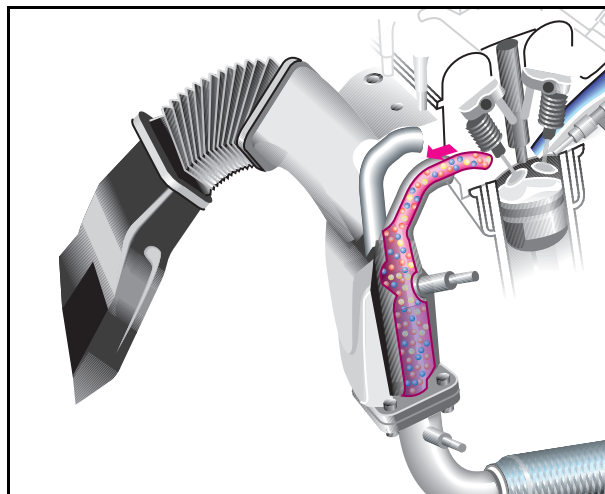
# Система управления двигателем

## Охлаждение отработавших газов

Охлаждение отработавших газов применяется для того, чтобы поддерживать температуру в накопительном нейтрализаторе в диапазоне от 250 до 500 °С. Только в этом температурном диапазоне обеспечивается удержание оксидов азота в накопительном нейтрализаторе. Накопительный нейтрализатор необходимо охлаждать также из-за снижения его аккумулирующей способности при перегреве до температур свыше 850 °С.

## Охлаждение выпускного коллектора (только на автомобиле Lupo FSI)

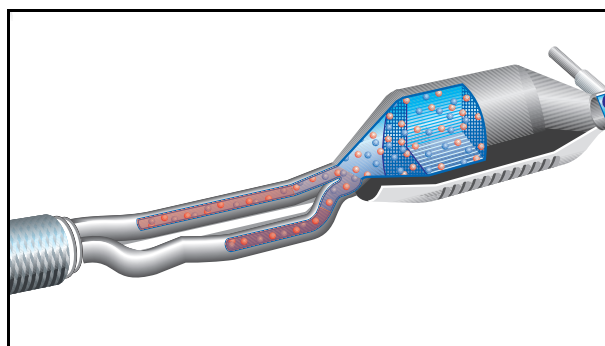
В подкапотном пространстве предусмотрен воздуховод, который позволяет преднамеренно охлаждать выпускной коллектор направляемым на него потоком свежего воздуха и таким образом снижать температуру отработавших газов.



253\_131

## Раздвоенный выпускной трубопровод

Этот трубопровод расположен перед накопительным нейтрализатором. Его установка является вторым мероприятием по снижению температуры отработавших газов и соответственно накопительного нейтрализатора. Температура газов снижается за счет увеличения теплоотдачи через развитую поверхность трубопровода.

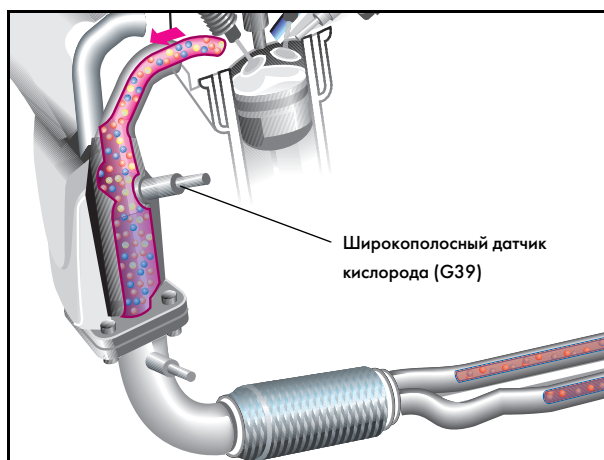


253\_131

При одновременном использовании обоих мероприятий удастся снизить температуру отработавших газов на 30-100 °С в зависимости от скорости автомобиля.

## Широкополосный датчик кислорода (G39)

Широкополосный датчик кислорода (G39) ввернут в выпускной коллектор перед (трехкомпонентным) нейтрализатором. Этот датчик служит для определения концентрации остаточного кислорода в отработавших газах.



253\_131

## Использование сигнала

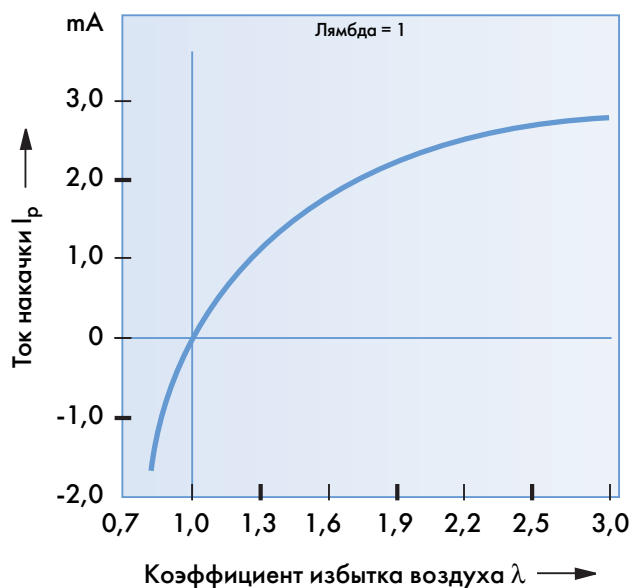
Широкополосный датчик кислорода позволяет достаточно точно определять коэффициент избытка воздуха в широком диапазоне его значений, а не только при малых отклонениях его от единицы.

Этот датчик позволяет поддерживать постоянное значение коэффициента избытка воздуха, равное 1,55, при работе двигателя на бедной гомогенной смеси. При послойном смесеобразовании коэффициент избытка воздуха определяется расчетным путем, так как его определение по сигналам широкополосного датчика кислорода в соответствующем этому режиму диапазоне значений недостаточно точно.

Блок управления двигателем рассчитывает по сигналам датчика текущее значение коэффициента избытка воздуха и производит регулирование смеси при его отклонении от заданного значения. Регулирование смеси производится за счет изменения подачи топлива.

## Последствия при отсутствии сигнала

Если сигнал с датчика кислорода отсутствует, основанная на нем система регулирования не может функционировать. При этом количество впрыскиваемого топлива изменяется в соответствии с расходом воздуха. Адаптация по составу смеси блокируется, а система улавливания паров бензина переводится на аварийный режим.



253\_088

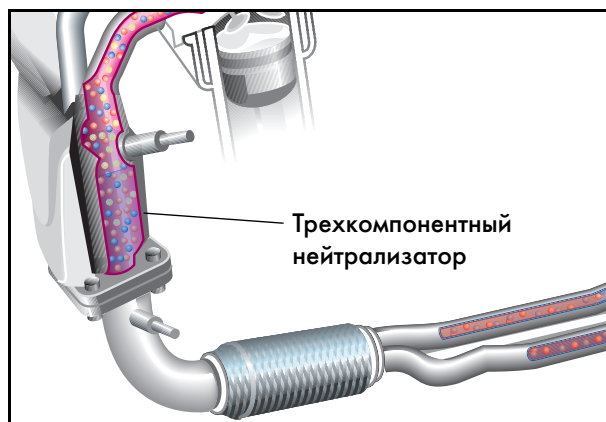
# Система управления двигателем

## Предварительный трехкомпонентный нейтрализатор

Этот нейтрализатор встроен в выпускной коллектор. Благодаря близости к двигателю он быстро прогревается до рабочей температуры, при которой начинается очистка отработавших газов. Благодаря этому могут быть выполнены жесткие нормы на выбросы вредных веществ.

### Назначение

Нейтрализатор служит для каталитического преобразования образующихся при сгорании вредных веществ в безвредные вещества.

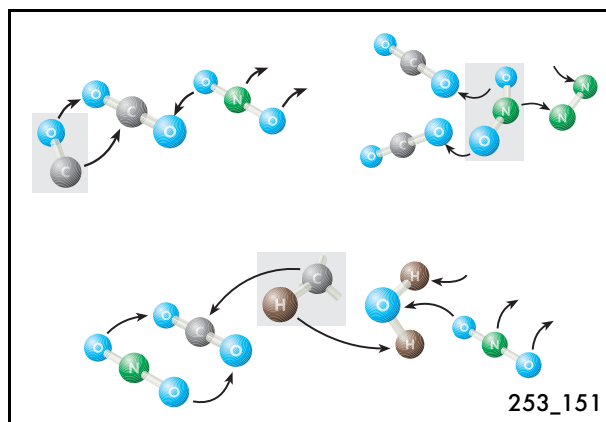


253\_131

### Принцип действия

#### При работе двигателя на гомогенной стехиометрической смеси

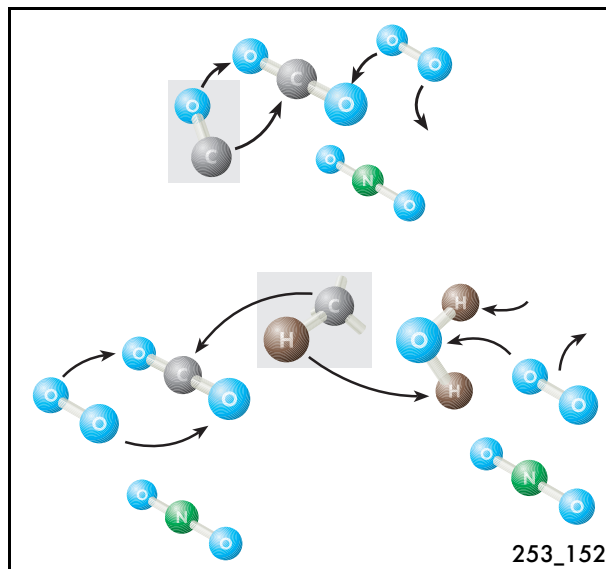
Углеводороды (HC) и оксид углерода (CO) отнимают у оксидов азота (NOx) кислород (O), окисляясь до воды (H<sub>2</sub>O) и диоксида углерода (CO<sub>2</sub>). При этом оксиды азота восстанавливаются до азота (N<sub>2</sub>).



253\_151

#### При работе двигателя на бедных смесях

Углеводороды и оксид углерода окисляются кислородом, содержащимся в избытке в отработавших газах. При этом кислород у оксидов азота не отнимается. Поэтому при работе на бедных смесях трехкомпонентный нейтрализатор не может восстанавливать оксиды азота. Последние проходят через трехкомпонентный нейтрализатор и направляются в нейтрализатор накопительного типа.

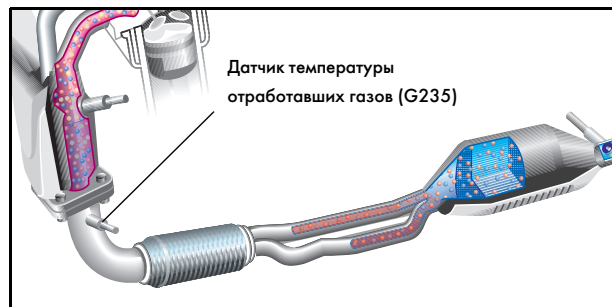


253\_152



## Датчик температуры отработавших газов (G235)

Датчик температуры отработавших газов ввернут в выпускной трубопровод после предварительного нейтрализатора. Вырабатываемые им сигналы поступают на вход блока управления двигателем.



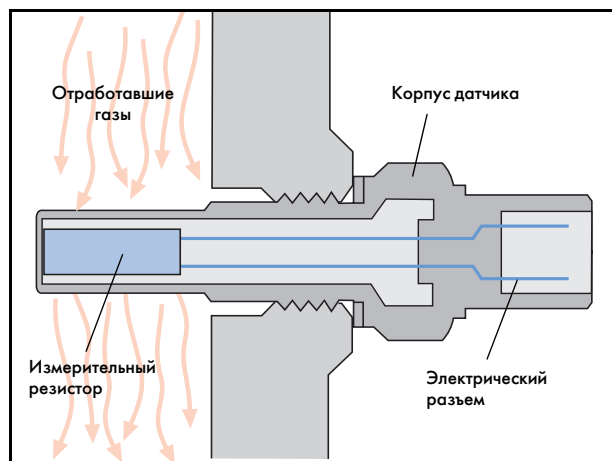
253\_131

## Использование сигнала датчика

По сигналам датчика температуры отработавших газов блок управления двигателем рассчитывает, в частности, температуру в накопительном нейтрализаторе.

Это измерение необходимо, так как:

- накопительный нейтрализатор способен задерживать оксиды азота только при температурах от 250 до 500 °С, до которых он должен нагреваться при работе двигателя на бедных смесях;
- место оксидов азота в накопительном нейтрализаторе может занимать сера, для удаления которой необходимо поднять температуру в нейтрализаторе до 650 °С и выше.



253\_089

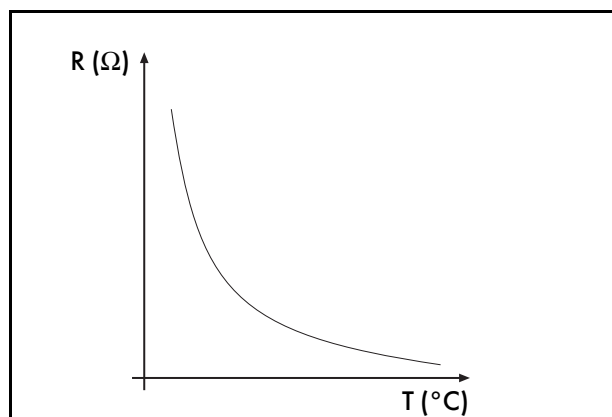
## Последствия отсутствия сигнала

При отсутствии сигнала датчика включается аварийная программа, в соответствии с которой блок управления двигателем определяет температуру отработавших газов расчетным путем. Ввиду недостаточной точности этих расчетов двигатель раньше переводится на работу на гомогенной смеси.

## Принцип действия

В датчике находится измерительный резистор с отрицательным температурным коэффициентом (NTC). Это значит, что при повышении температуры его сопротивление уменьшается, а напряжение на его выходе соответственно увеличивается. В блоке управления двигателем каждое значение этого напряжения сопоставляется с определенным значением температуры.

## Характеристика резистора NTC



253\_114

# Система управления двигателем

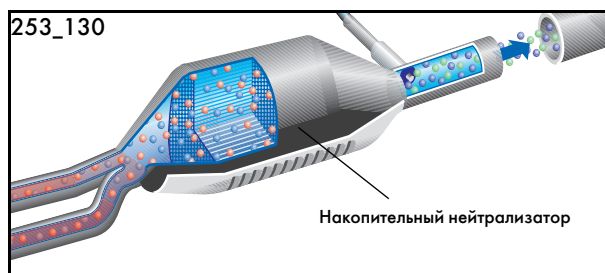
## Накопительный нейтрализатор

Он устанавливается на то место, где обычно находится традиционный основной трехкомпонентный нейтрализатор. Помимо выполнения функций трехкомпонентного нейтрализатора он способен накапливать оксиды азота.

## Назначение

При работе двигателя на гомогенной стехиометрической смеси накопительный нейтрализатор работает как обычный трехкомпонентный нейтрализатор.

При работе двигателя на бедных послыной и гомогенной смесях этот нейтрализатор не мо-



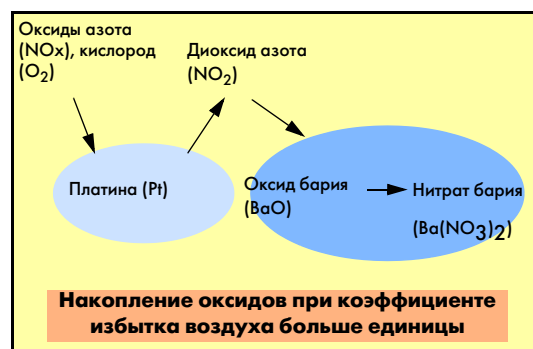
жет преобразовывать оксиды азота обычным способом. Но он способен их удерживать. Как только количество удержанных оксидов азота достигает предельного для данного нейтрализатора значения, двигатель переводится на режим регенерации (см. стр. 50-51). Следует при этом учитывать, что содержащаяся в топливе сера также может удерживаться нейтрализатором, занимая место оксидов азота, с которыми она имеет химическое родство.

## Принцип действия

В накопительном нейтрализаторе помимо трех прослоек из платины, родия и палладия предусмотрена четвертая прослойка из оксида бария. Эта прослойка способна связывать оксиды азота при работе двигателя на бедных смесях.

## Связывание оксидов азота

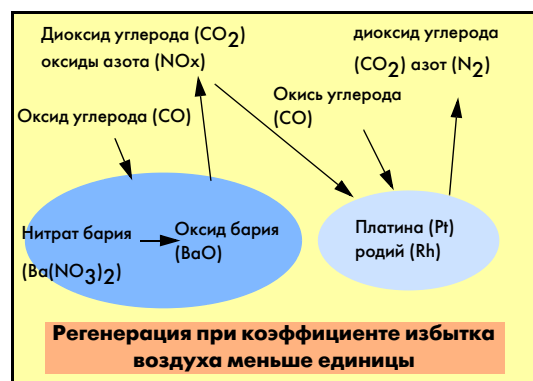
Процесс связывания оксидов азота начинается с их преобразования в диоксид азота в присутствии платины и завершается реакцией, в результате которой оксид бария переводится в нитрат бария.



## Регенерация

Регенерация производится за счет молекул CO, которые в избытке образуются при работе двигателя на богатых смесях.

Сначала нитрат бария вновь окисляется до оксида бария с помощью оксида углерода. В процессе этой реакции образуются также диоксид углерода и оксид азота. В присутствии родия и платины оксиды азота восстанавливаются до азота, а оксид углерода окисляется до диоксида углерода.



## Блок управления датчиком оксидов азота (J583)

Этот блок управления установлен на днище кузова вблизи от датчика оксидов азота. Такое расположение должно снизить до минимума внешние помехи при передаче сигналов датчика оксидов азота.

### Назначение

В блоке управления датчиком оксидов азота происходит подготовка сигналов датчика оксидов азота, которые передаются на блок управления двигателя.

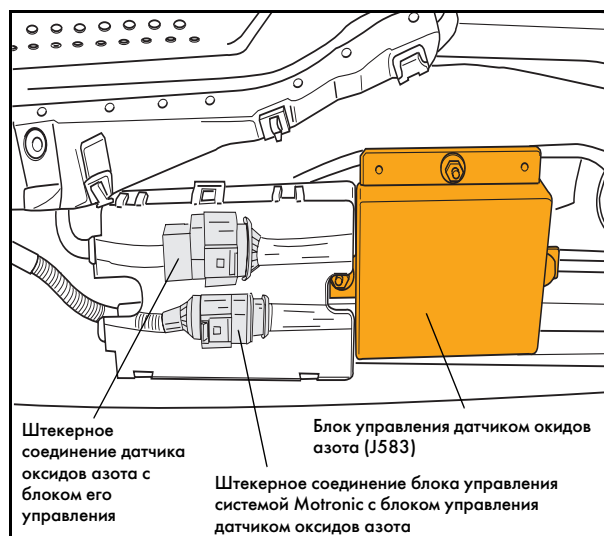
### Схема электрических соединений

Датчик оксидов азота связан с блоком его управления через разъем, контакты которого имеют следующую адресацию:

- 1-6 компенсационные сопротивления, (посредством которых производится калибровка датчика и компенсируются отклонения, обусловленные производственными допусками);
- 7-8 резерв
- 9 "масса" на датчике
- 10 ток (мкА), вызываемый потоком оксидов азота, камера 2;
- 11 ток (мА), вызываемый потоком кислорода, камера 1;
- 12 подогрев (минус);
- 13 опорное напряжение;
- 14 подогрев ("плюс").

### Последствия при неисправности блока управления датчиком оксидов азота

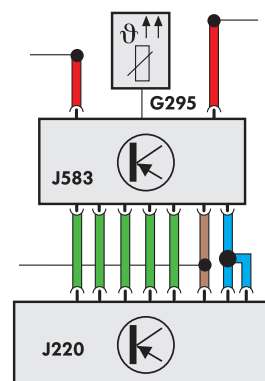
При неисправности этого блока вместо регулирования применяется управление по жесткой схеме. При этом не допускается работа двигателя на бедных смесях из-за повышенного выброса оксидов азота.



253\_103

Блок управления датчиком оксидов азота связан с блоком управления системой Motronic через разъем контакты которого имеют следующую адресацию:

- 1 сигнал NOx, камера 2;
- 2 сигнал концентрации кислорода, камера 1;
- 3 температура датчика оксидов азота;
- 4 напряжение на выходе узкополосного датчика кислорода;
- 5 опорное напряжение;
- 6 резерв
- 7 напряжение питания;
- 8 подогрев (минус);
- 9 "масса";
- 10 подогрев ("плюс").

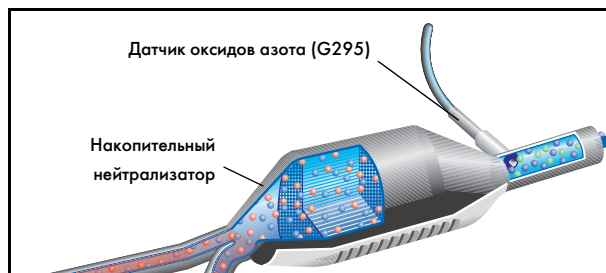


253\_115

# Система управления двигателем

## Датчик оксидов азота (G295)

Этот датчик ввернут в выпускную трубу непосредственно за накопительным нейтрализатором. Он позволяет определить концентрации оксидов азота и кислорода в отработавших газах. Сигналы с него передаются на вход блока управления J583.



253\_130

## Использование сигналов датчика

По сигналам датчика определяется:

- Действует нейтрализатор или нет.
- Соответствует настройка установленного перед нейтрализатором широкополосного датчика кислорода на стехиометрическую смесь или ее необходимо скорректировать. Для этого в блоке управления датчиком оксидов азота предусмотрена микросхема, обеспечивающая получение на электродах датчика оксидов азота скачкообразного сигнала, подобного сигналу узкополосного датчика кислорода. Этот сигнал позволяет очень точно определять состав смеси, близкой к стехиометрическому составу.
- Насколько полно использована накопительная способность нейтрализатора и нужно ли его перевести на режим регенерации не только по оксидам азота, но и по сере.

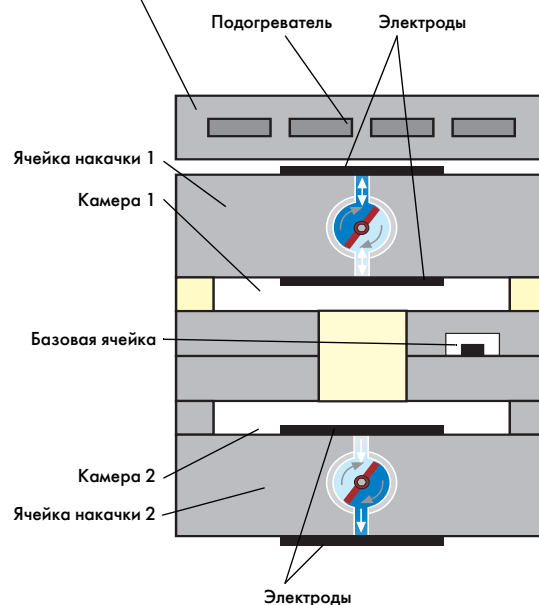
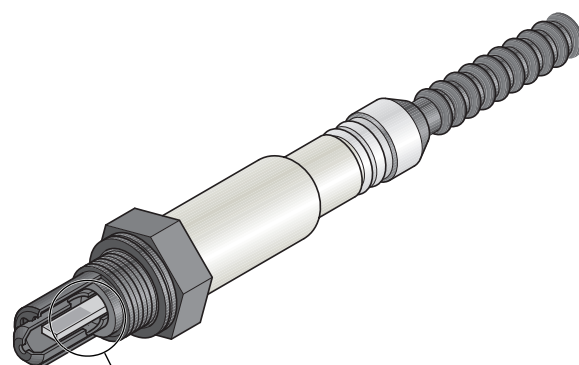
Сигналы датчика оксидов азота направляются на вход блока его управления.

## Устройство датчика

Датчик содержит две камеры, две ячейки накачки, несколько электродов и подогреватель. Чувствительный элемент состоит из диоксида циркония. Это вещество пропускает отрицательные ионы кислорода, перемещаемые от отрицательного электрода к положительному электроду под действием приложенного к ним напряжения.

## Последствия при отсутствии сигнала

При отсутствии сигнала датчика оксидов азота двигатель может работать только на гомогенной смеси.



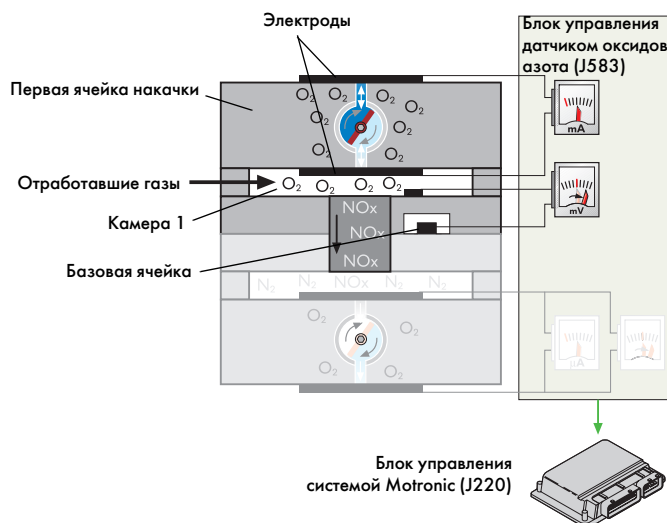
253\_099

## Принцип действия датчика оксидов азота

Действие датчика оксидов азота основано на измерении потока кислорода аналогично действию широкополосного датчика кислорода.

### Определение коэффициента избытка воздуха в первой камере датчика

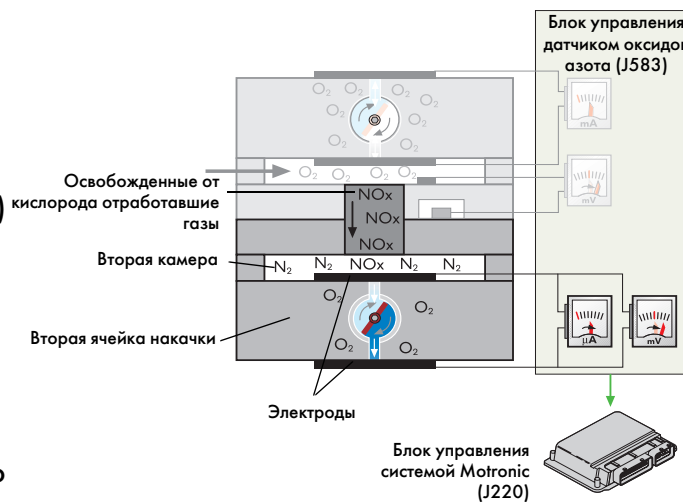
Часть потока отработавших газов поступает в первую камеру датчика. Ввиду различной концентрации кислорода в отработавших газах и в базовой камере на электродах появляется разность напряжений. Блок управления датчиком регулирует это напряжение, устанавливая его равным 425 мВ. Эта величина соответствует коэффициенту избытка воздуха, равному единице. При отклонениях от этого значения кислород перекачивается в одну или другую сторону. Необходимый для этого ток накачки используется как мера для определения коэффициента избытка воздуха.



253\_101

### Определение концентрации оксидов азота во второй камере датчика

Освобожденные от кислорода отработавшие газы перетекают из первой во вторую камеру. Молекулы оксидов азота разлагаются с помощью специального электрода на азот ( $N_2$ ) и кислород ( $O_2$ ). Под действием постоянно прилагаемого к электродам напряжения, равного 450 мВ, ионы кислорода движутся от внутреннего электрода к наружному. Поддерживаемый таким образом ток накачки является мерой концентрации кислорода во второй камере датчика. Так как величина этого тока соотносится с концентрацией оксидов азота в отработавших газах, можно определить их количество.



253\_102

Если количество задержанных в накопительном нейтрализаторе оксидов азота превысило уровень, соответствующий его насыщению, проводится цикл регенерации.

Если этот процесс повторяется слишком часто, следовательно нейтрализатор загрязнен серой. При этом проводится цикл регенерации, рассчитанный на удаление из него серы.



# Система управления двигателем

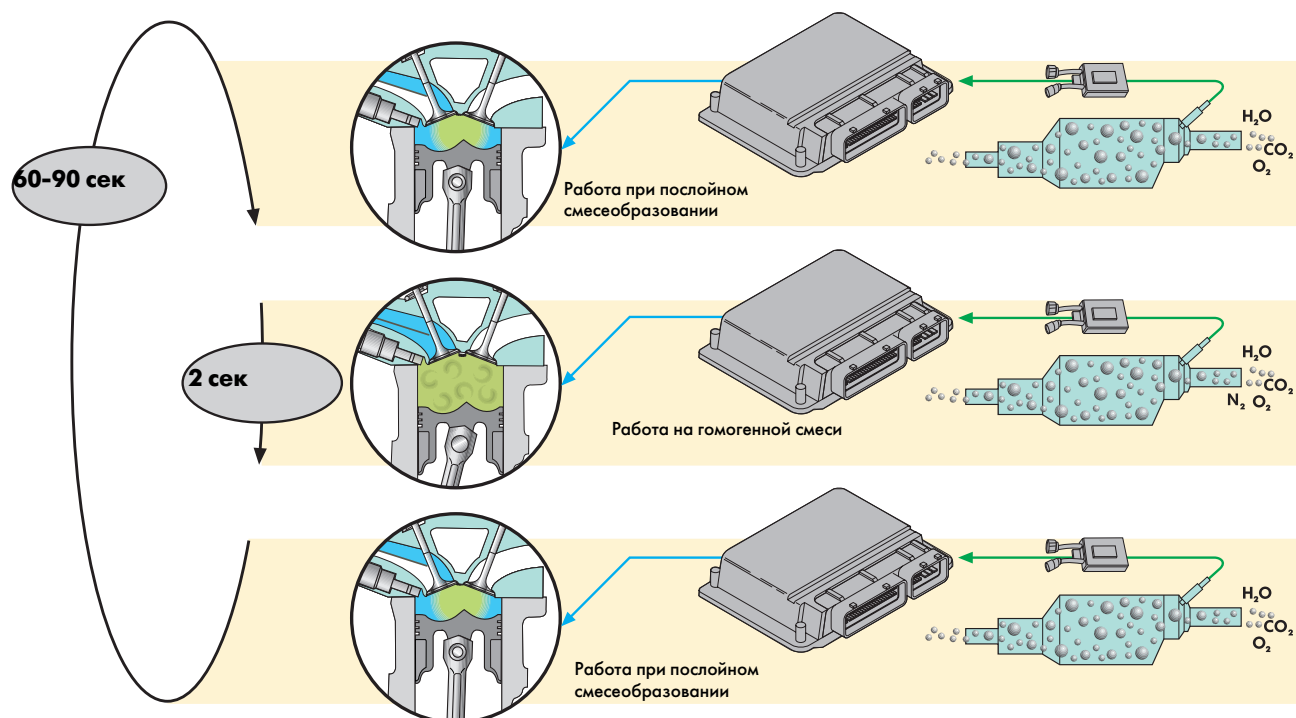
## Циклы регенерации накопительного нейтрализатора

Эти циклы проводятся для очистки нейтрализатора от накопленных в нем оксидов азота и серы, которые переводятся соответственно в безвредный азот и в диоксид серы.

### Удаление оксидов азота

Регенерация нейтрализатора производится, если концентрация оксидов азота в прошедших через него газах превысила определенное значение. Таким образом блок управления двигателем "узнает" о переполнении нейтрализатора и невозможности накопления в нем оксидов азота. В результате он переводит двигатель на режим регенерации.

При этом производится переход с бедных смесей на обогащенные смеси, вызывающие повышенный выброс углеводородов и оксидов азота с отработавшими газами. В накопительном нейтрализаторе эти компоненты газов окисляются за счет кислорода, отнимаемого у оксидов азота, а последние восстанавливаются до азота.



252\_054

При послойном смесеобразовании накопительный нейтрализатор способен улавливать оксиды азота в течение до 90 секунд. После этого производится регенерация нейтрализатора в течение приблизительно двух секунд.



## Удаление серы

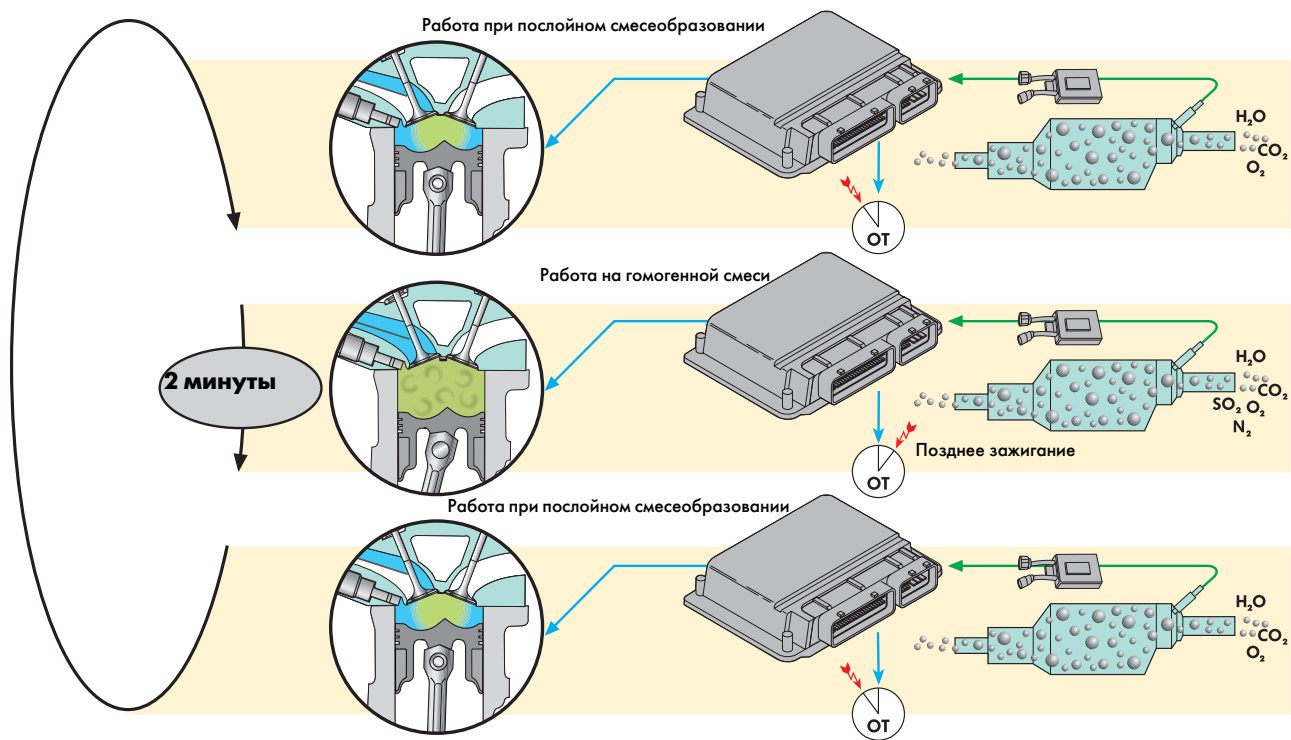
Удалить серу из нейтрализатора труднее, чем оксиды азота, так как она устойчива к высоким температурам. При очистке нейтрализатора от оксидов азота сера не удаляется. Очистку нейтрализатора от серы нужно проводить, если снижается его способность к накоплению оксидов азота, что проявляется в сокращении периодичности его регенерации.

По сокращению периодов регенерации нейтрализатора блок управления двигателем получает информацию о накоплении в нем серы, которая ограничивает способность к улавливанию оксидов азота.

Очистка нейтрализатора от серы производится при движении автомобиля со скоростями, превышающими некоторое минимальное значение, которое зависит от модели автомобиля. Цикл регенерации длится около двух минут, он начинается с следующих операций:

- двигатель переводится на гомогенную смесь,
- устанавливается позднее зажигание, в результате чего температура отработавших газов повышается до значений, превышающих 650 °С.

Только при этих условиях удастся окислить накопленную в нейтрализаторе серу до ее диоксида ( $\text{SO}_2$ ).



252\_055

Работа двигателя с большой частотой вращения и с большими нагрузками автоматически приводит к выжиганию серы, так как при этом двигатель работает на гомогенной смеси, а температура нейтрализатора повышается до необходимого для окисления серы уровня.



Чтобы ограничить повышение расхода топлива из-за проведения циклов очистки от серы, следует использовать бензин с ее минимальным содержанием (например, Shell Optimax).

# Система управления двигателем

## Рециркуляция отработавших газов

Рециркуляция отработавших газов делает применение накопительного нейтрализатора практически символическим, так как перепускаемые газы существенно снижают температуры в процессе сгорания, обеспечивая образование оксидов углерода.

Благодаря этому значительно увеличиваются периоды накопления оксидов азота и двигатель может работать дольше на бедных смесях, позволяющих экономить топливо.

## Клапан перепуска отработавших газов (N18)

Этот клапан ввернут во впускной трубопровод. Он был сконструирован заново, чтобы обеспечить перепуск увеличенного потока отработавших газов.

Он состоит из корпуса с дроссельной заслонкой, электродвигателя и потенциометра (G212).

Отбор отработавших газов производится через соединительный трубопровод, подключенный к головке цилиндров у четвертого цилиндра.

Блок управления двигателем управляет электромотором заслонки клапана в соответствии с многопараметровой характеристикой.

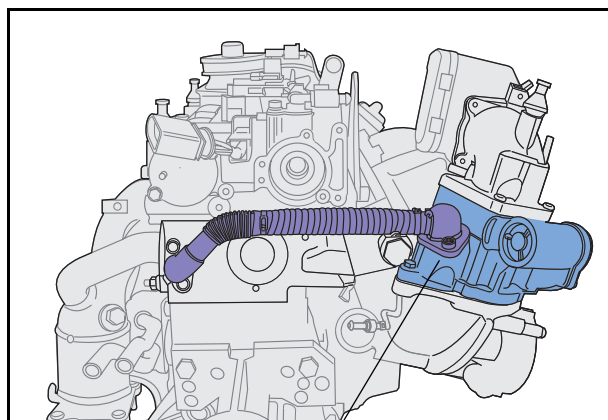
Количество перепускаемых отработавших газов зависит от положения заслонки клапана. Пройдя через заслонку, газы перемешиваются с всасываемым в цилиндры двигателя свежим воздухом.

Расположенный в крышке корпуса клапана потенциометр позволяет определять положение заслонки. Благодаря ему можно проводить диагностику клапана.

Масса перепускаемых газов не превышает 35% от массы поступающей в двигатель смеси.

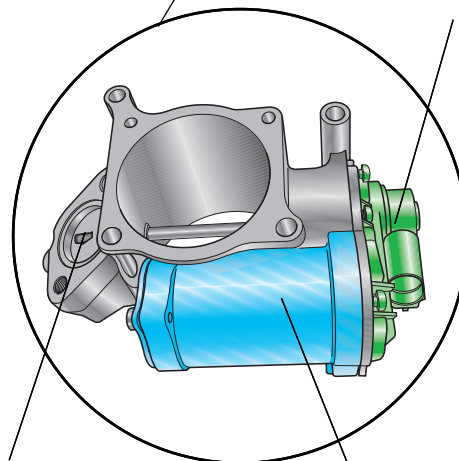
Рециркуляция газов производится

- на всех режимах, на которых используются послойная и бедная гомогенная смеси и
- на режимах до 4000 об/мин и средних нагрузках, на которых используется гомогенная стехиометрическая смесь, но не на режиме холостого хода.



253\_052

Потенциометр системы рециркуляции (G212)



Дроссельная заслонка

Электродвигатель

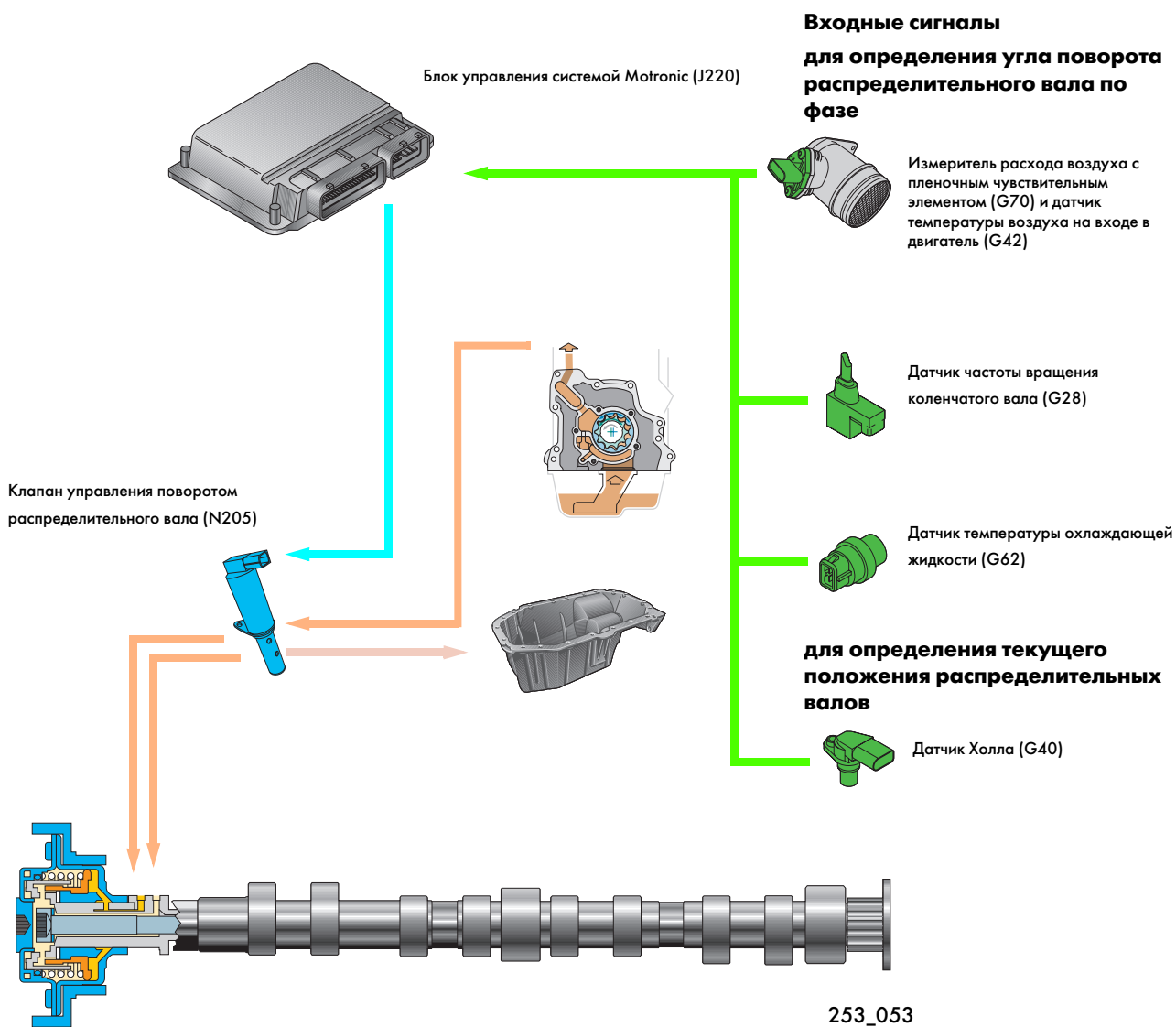
252\_125

## Поворот впускного распределительного вала по фазе

Бесступенчатый поворот впускного распределительного вала по фазе позволяет изменять количество остающихся в цилиндрах отработавших газов. Распределительный вал может быть повернут из начального положения в пределах  $40^\circ$  по углу поворота коленчатого вала в сторону опережения. Управление поворотом вала производится в зависимости от нагрузки двигателя и частоты его вращения.

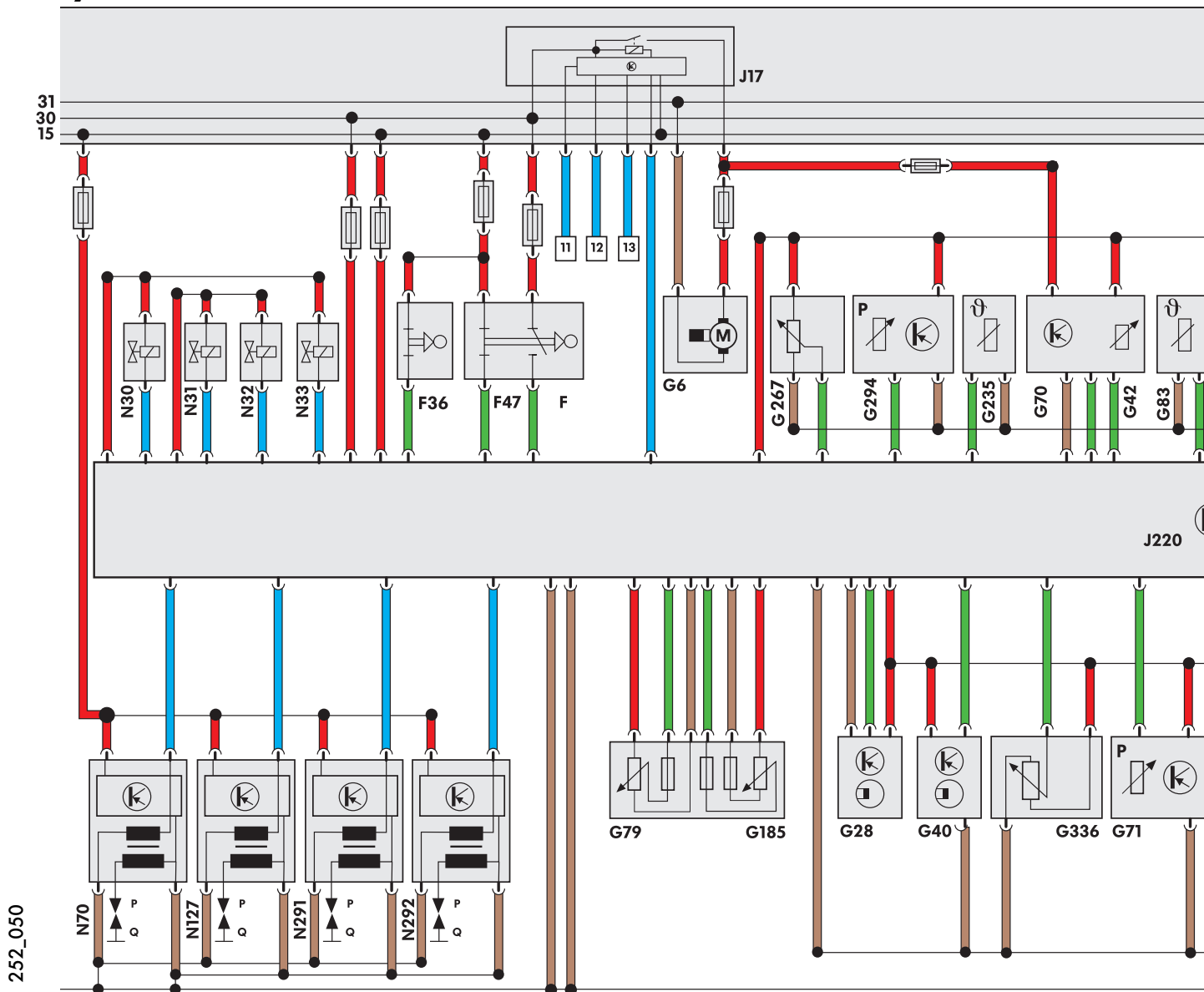
Поворотом распределительного вала по фазе удается:

- оптимизировать "внутреннюю" рециркуляцию отработавших газов, которая позволяет снизить температуры горячей смеси и благодаря этому уменьшить образование оксидов азота,
- улучшить протекания крутящего момента (по частоте вращения).

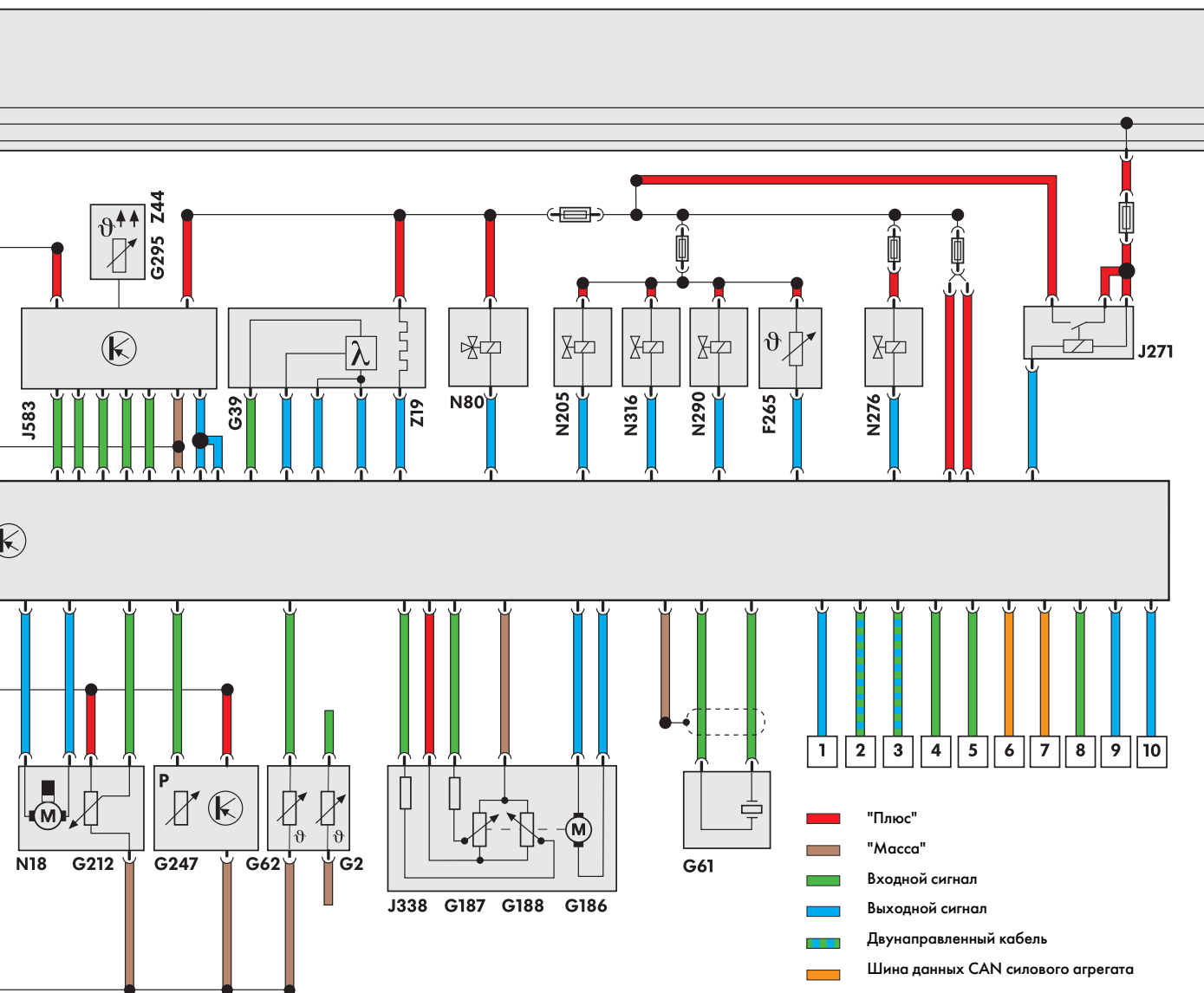


# Система управления двигателем

## Функциональная схема



- |             |                                                                   |             |                                                                                 |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>F</b>    | выключатель сигнала торможения                                    | <b>G185</b> | датчик 2 положения педали акселератора                                          |
| <b>F36</b>  | датчик на педали сцепления                                        | <b>G186</b> | электропривод дроссельной заслонки                                              |
| <b>F47</b>  | датчик системы регулирования скорости на педали тормоза           | <b>G187</b> | датчик 1 угла поворота привода дроссельной заслонки                             |
| <b>F265</b> | термостат с электронным управлением системой охлаждения двигателя | <b>G188</b> | датчик 2 угла поворота привода дроссельной заслонки                             |
| <b>G2</b>   | датчик указателя температуры охлаждающей жидкости                 | <b>G212</b> | потенциометр системы рециркуляции отработавших газов                            |
| <b>G6</b>   | топливный электронасос                                            | <b>G235</b> | датчик 1 температуры отработавших газов                                         |
| <b>G28</b>  | датчик частоты вращения коленчатого вала                          | <b>G247</b> | датчик давления топлива                                                         |
| <b>G39</b>  | датчик кислорода                                                  | <b>G267</b> | потенциометр задатчика температуры в салоне (у системы Climatronic отсутствует) |
| <b>G40</b>  | датчик Холла                                                      | <b>G294</b> | датчик давления в магистрали усилителя тормозного привода                       |
| <b>G42</b>  | датчик температуры воздуха на впуске в двигатель                  | <b>G295</b> | датчик оксидов кислорода                                                        |
| <b>G61</b>  | датчик детонации 1                                                | <b>G336</b> | потенциометр впускных заслонок                                                  |
| <b>G62</b>  | датчик температуры охлаждающей жидкости                           | <b>J17</b>  | реле топливного насоса                                                          |
| <b>G70</b>  | измеритель массового расхода воздуха                              | <b>J220</b> | блок управления системой Motronic                                               |
| <b>G71</b>  | датчик давления воздуха во впускном трубопроводе                  | <b>J271</b> | реле в цепи питания системы Motronic                                            |
| <b>G79</b>  | датчик положения педали акселератора                              | <b>J338</b> | блок управления дроссельной заслонкой                                           |
| <b>G83</b>  | датчик температуры охлаждающей жидкости на выходе из радиатора    |             |                                                                                 |



- J583** блок управления датчиком оксидов азота
- N70, N127, N291, N292** индивидуальные катушки зажигания для цилиндров 1-4
- N18** клапан перепуска отработавших газов
- N30-N33** форсунки цилиндров 1-4
- N80** электромагнитный клапан 1 продувки адсорбера
- N205** клапан 1 управления поворотом распределительного вала по фазе
- N276** клапан регулятора давления топлива
- N290** клапан перепуска топлива
- N316** клапан управления впускными заслонками
- P** наконечники свечей зажигания
- Q** свечи зажигания
- Z19** элемент обогревателя датчика кислорода
- Z44** элемент обогревателя датчика оксидов азота

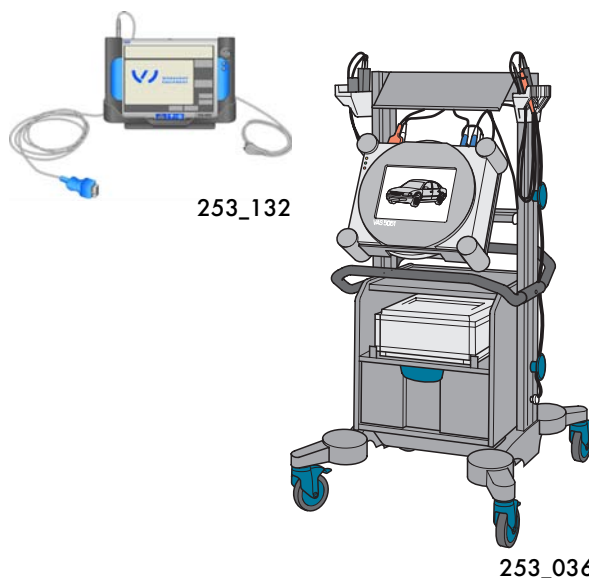
- 1** сигнал TD
- 2** кабель K/W
- 3** компрессор кондиционера
- 4** сигнал готовности кондиционера
- 5** сигнал PWM с системы кондиционирования
- 6** шина данных CAN силового агрегата
- 7** шина данных CAN силового агрегата
- 8** клемма на генераторе DFM
- 9** сигнал управления вентилятором 1
- 10** сигнал управления вентилятором 2
- 11** провод к клемме 50
- 12** провод к концевым выключателям в дверях
- 13** провод к подушкам безопасности

252\_051

# Система управления двигателем

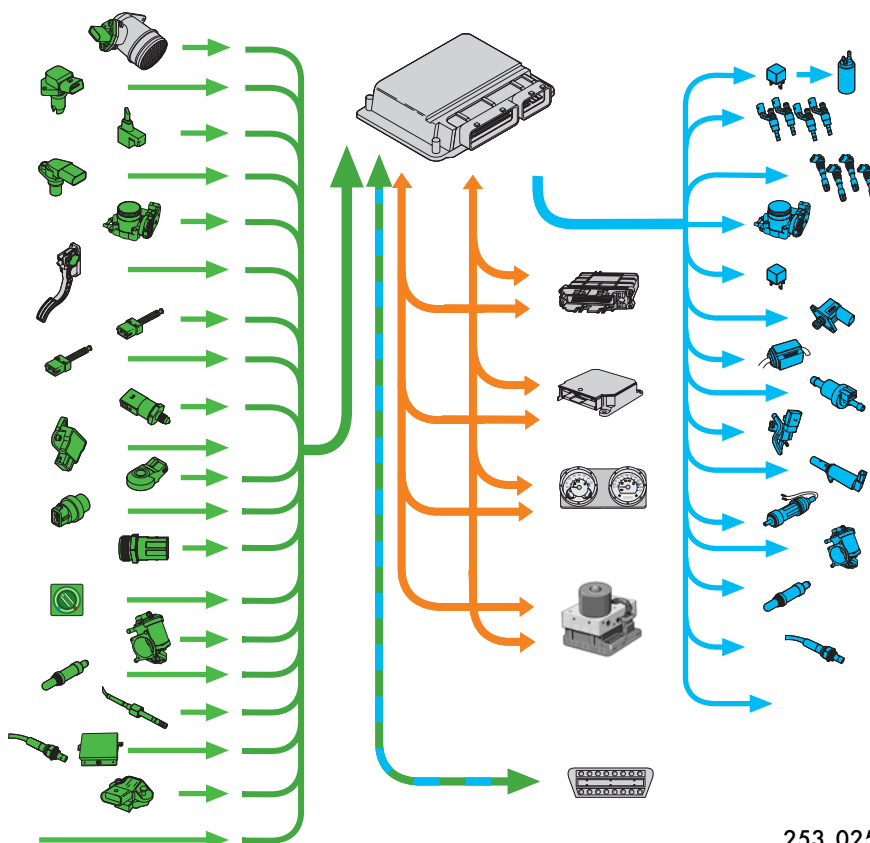
## Самодиагностика

Датчики и исполнительные устройства находятся под контролем системы самодиагностики. При проведении сеансов диагностики необходимо использовать действующие руководства по ремонту и техническому обслуживанию и автомобильную информационно-измерительную систему VAS 5051 или диагностическую и информационную систему VAS 5052.



Следует иметь в виду, что "Ремонтная группа 01" введена в раздел "Направленный поиск неисправностей". В этой группе предусмотрены операции "Вывод данных из памяти регистратора неисправностей" и "Диагностика исполнительных устройств".

Датчики и исполнительные устройства, выделенные на рисунке цветом, контролируются системой самодиагностики и проверяются при проведении направленного поиска неисправностей.







- 1.) a, b, c
- 2.) c
- 3.) a, c
- 4.) b
- 5.) b, c
- 6.) a, b
- 7.) b, c
- 8.) c

**Ответы на вопросы, приведенные на страницах 58 и 59**

# Проверьте ваши знания

## 1. Какие преимущества имеет двигатель с непосредственным впрыском бензина?

- При работе двигателя на бедных смесях дроссельная заслонка открывается на больший угол, благодаря чему при всасывании воздуха создается меньшее сопротивление.
- При впрыске топлива непосредственно в цилиндры двигателя снижается температура поступившего в них воздуха. Поэтому можно повысить степень сжатия.
- Двигатель с непосредственным впрыском бензина может работать на смесях с коэффициентом избытка воздуха до трех.

## 2. На каком такте производится впрыск бензина при послойном смесеобразовании, а также при работе на гомогенных смесях?

- Во всех случаях впрыск производится на такте впуска.
- При послойном смесеобразовании впрыск производится на такте впуска, а при работе на гомогенных смесях - на такте сжатия.
- При послойном смесеобразовании впрыск производится на такте сжатия, а при работе на гомогенных смесях - на такте впуска.

## 3. Что подразумевается под понятиями: послойное смесеобразование, гомогенная бедная смесь и гомогенная стехиометрическая смесь?

- При послойном смесеобразовании топливо сосредоточено в зоне вблизи свечи зажигания. Эта зона окружена чистым воздухом и участвующими в рециркуляции отработавшими газами.
- Гомогенной называется смесь, которая образуется незадолго до ее воспламенения.
- Гомогенная бедная смесь - это бедная смесь, распределенная равномерно по всему объему камеры сгорания.

## 4. Почему при послойном смесеобразовании дроссельная заслонка открывается не полностью?

- Так как в ином случае был бы слишком большой выброс углеводородов и оксида углерода.
- Так как для нормальной работы систем улавливания паров бензина и рециркуляции отработавших газов необходимо, чтобы во впускном трубопроводе действовало небольшое разрежение.
- Так как крутящий момент изменяется за счет подачи свежего воздуха и при низкой частоте вращения и малых нагрузках двигателю не нужно большое количество воздуха.

### 5. Для чего используется сигнал датчика давления во впускном трубопроводе G71?

- Для определения нагрузки двигателя, в зависимости от которой производится переход с одного режима на другой.
- Для определения нагрузки при пуске двигателя.
- Для точного определения количества перепускаемых отработавших газов.

### 6. Какие давления действуют в топливной системе?

- В контуре высокого давления действуют давления от 50 до 100 бар в зависимости от режима работы двигателя.
- В контуре низкого давления топливо находится обычно под давлением 3 бар.
- При работе двигателя в обычных условиях давление топлива в контуре низкого давления может подниматься до 7,5 бар.

### 7. Какие высказывания верны в отношении накопительного нейтрализатора?

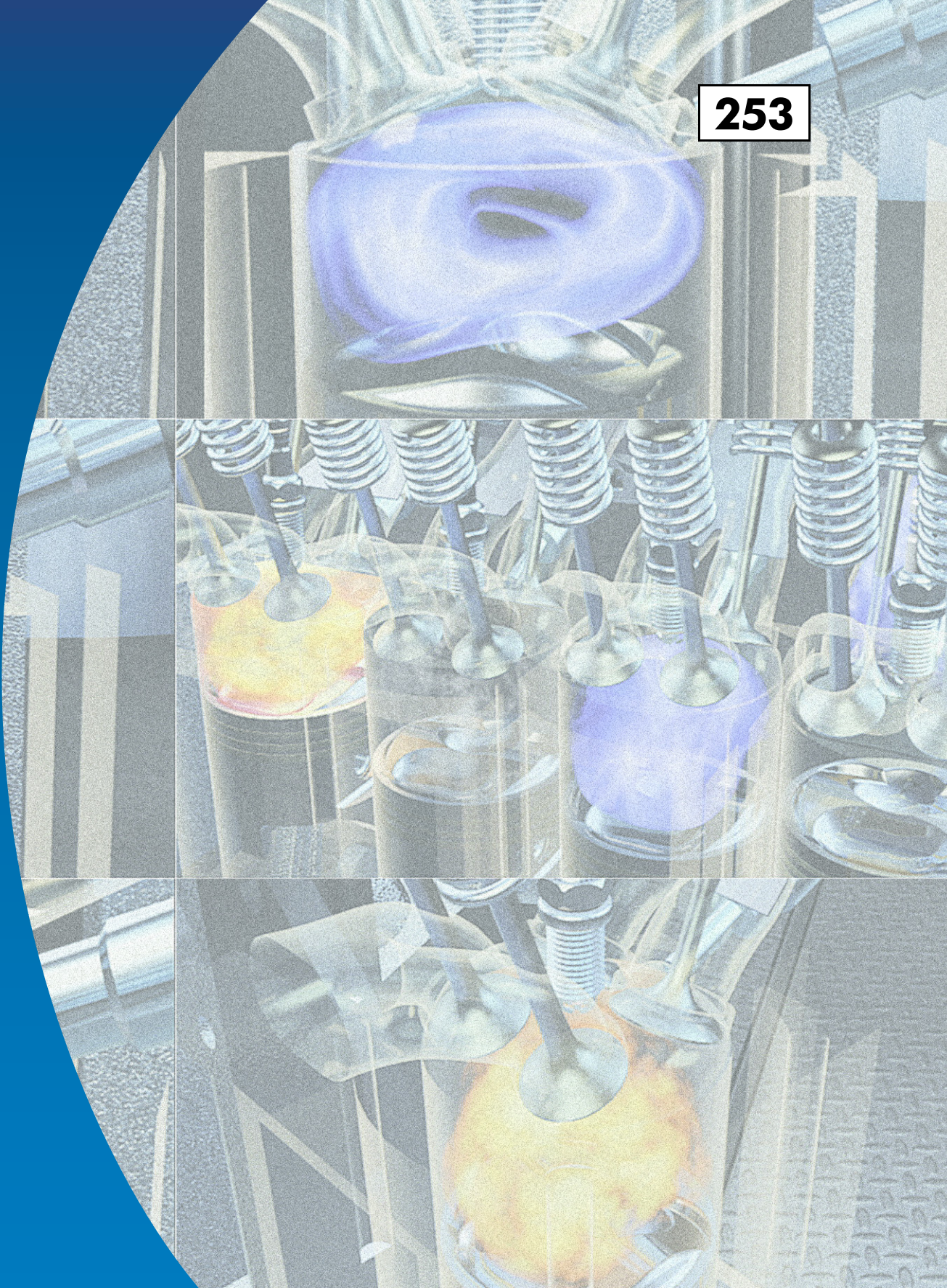
- Он накапливает оксиды углерода при работе на стехиометрической смеси, чтобы повысить эффективность преобразования углеводородов и оксида углерода при работе на бедных смесях.
- При работе на бедных смесях он накапливает оксиды азота, так как трехкомпонентный нейтрализатор при этом не способен восстанавливать их до азота.
- Он выполняет функции трехкомпонентного нейтрализатора и дополнительно к ним способен накапливать оксиды азота.

### 8. Когда производится регенерация нейтрализатора для его очистки от оксидов азота и от серы?

- Регенерация производится всегда через равные промежутки времени.
- Необходимость в проведении специальных циклов регенерации отсутствует, так как при работе на больших нагрузках она осуществляется сама по себе.
- Она проводится, если датчик оксидов азота подает сигнал о присутствии их определенного количества в отработавших газах.







Только для внутреннего пользования. © VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg

Все права защищены, включая право на технические изменения.

140.2810.72.75 По состоянию на 06/02

Перевод и верстка ООО "Фольксваген Груп Рус"

[www.volkswagen.ru](http://www.volkswagen.ru)