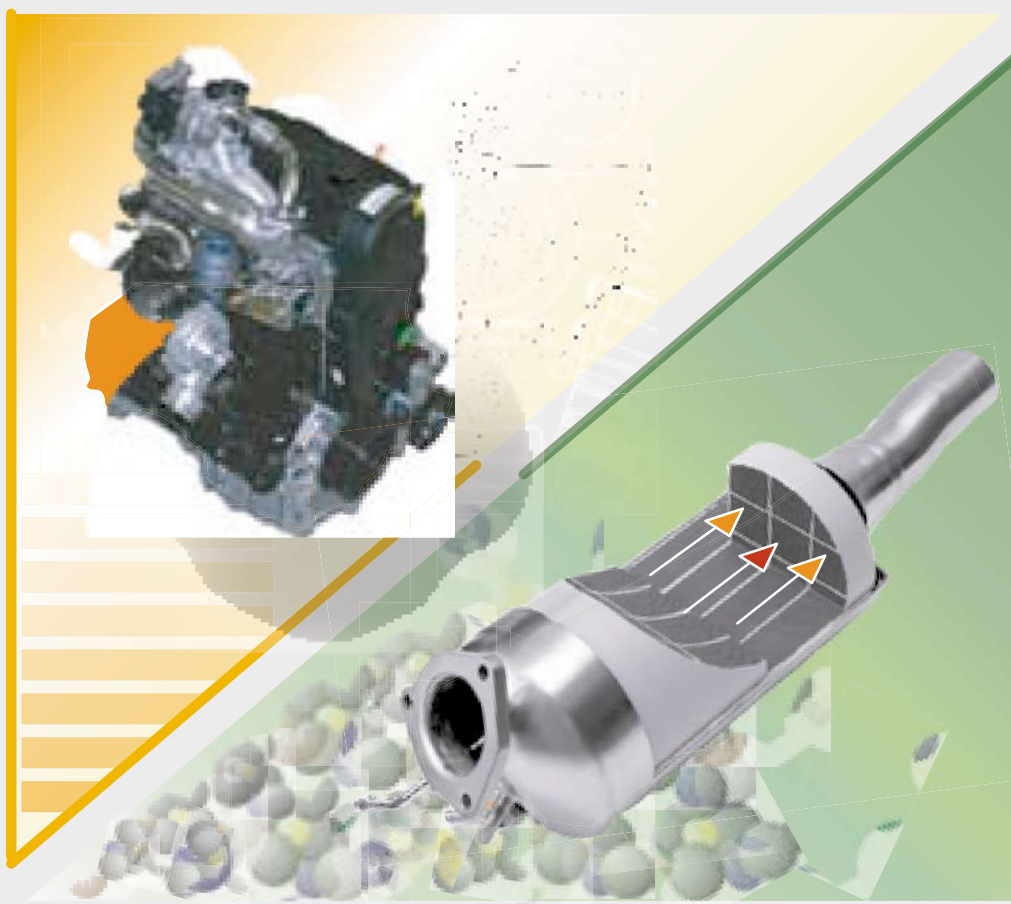


## Дизельный двигатель 2,0 л/103 кВт 2V

### Сажевый фильтр с топливной присадкой



Программа самообучения











2.0 I/103kW 2V







Современные дизельные двигатели с непосредственным впрыском топлива завоевывают все большую популярность благодаря способности уже на низких оборотах развивать крутящий момент, обеспечивающий повышенный ездовой комфорт. Низкий расход топлива и незначительный выброс углекислого газа (CO<sub>2</sub>) делает дизельные двигатели перспективными силовыми агрегатами для современных автомобилей.

# Содержание

## Часть I – двигатель 2,0 л/103 кВт 2V

	<b>Отличительные особенности двигателя</b>	<b>4</b>
	Технические характеристики	5
	<b>Балансирный вал</b>	<b>6</b>
	Балансирный вал	6
	<b>Система выпуска ОГ</b>	<b>8</b>
	Выпускная труба	8
	Рециркуляция ОГ	10
	<b>Детали и узлы</b>	<b>12</b>
	Детали и узлы	12
	<b>Функциональная схема</b>	<b>14</b>
	Функциональная схема	14
	Легенда функциональной схемы	16
	<b>Для заметок</b>	<b>17</b>

## Часть II – Сажевый фильтр (DPF)

	<b>Введение</b>	<b>19</b>
	Что такое нормы Евро?	19
	Образование вредных веществ в процессе сгорания	20
	Вредные вещества в отработавших газах	21
	Сажа	22
	Образование сажи	23
	Меры по снижению содержания сажи	24
	<b>Конструктивные особенности и принцип работы</b>	<b>26</b>
	Сажевые фильтры с топливной присадкой	26
	Сажевый фильтр	27
	Регенерация сажевого фильтра	28
	Присадка	30
	Степень загрязнения сажевого фильтра	31
	Управление двигателем в процессе регенерации	32
	<b>Датчики и исполнительные механизмы</b>	<b>33</b>
	Обзор системы сажевого фильтра	33
	Датчики	34
	Исполнительные механизмы	42
	<b>Функциональная схема</b>	<b>45</b>
	Функциональная схема	45
	<b>Ограничения работы системы</b>	<b>46</b>
	<b>Для заметок</b>	<b>47</b>

Указания по инспекционному сервису и техническому обслуживанию, регулировке и ремонту – см.

Руководство.

Подписано в печать 01.12.2005.

Данная брошюра не подлежит периодическому обновлению.



# Часть I – двигатель 2,0 л/103 кВт 2V

Конструкция двигателя 2,0 л/103 кВт TDI в основном выполнена на базе двигателя 1,9 л/96 кВт TDI, применяющегося в автомобилях Skoda Superb.



SP60\_65

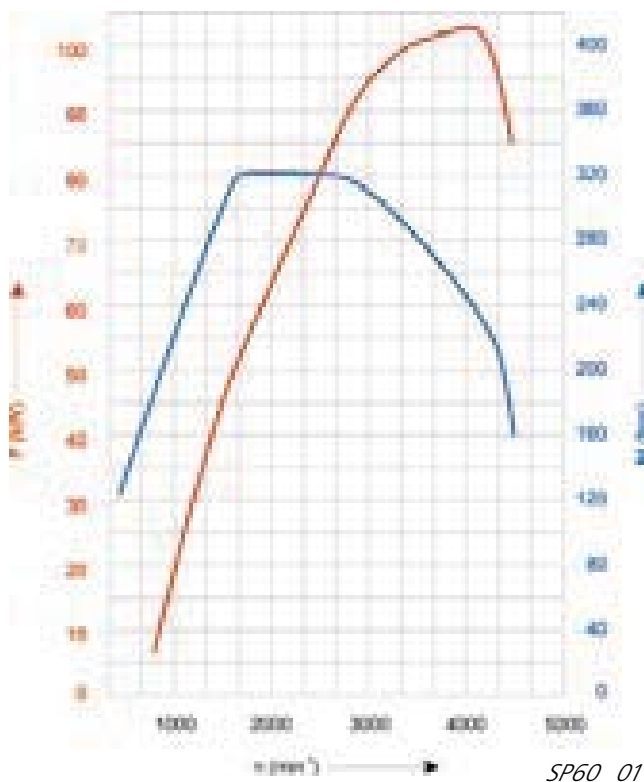
## Отличительные особенности двигателя

- блок цилиндров из серого чугуна
- привод распредвала при помощи зубчатого ремня
- головка блока цилиндров с 2 клапанами на цилиндр
- система впрыска «насос-форсунка»
- блок балансирных валов
- бесконтактная система определения положения дроссельной заслонки
- бесконтактная система определения положения клапана рециркуляции ОГ
- сажевый фильтр (DPF) с топливной присадкой
- рециркуляция и охлаждение ОГ
- насос системы охлаждения встроен в блок цилиндров
- привод масляного насоса от балансирного вала

## Технические характеристики

Буквенное обозначение двигателя	BSS
Конструктивное исполнение	4-цилиндровый рядный двигатель
Рабочий объем	1 968 см <sup>3</sup>
Диаметр цилиндра	81 мм
Ход поршня	95,5 мм
Коэффициент сжатия	18,5 : 1
Кол-во клапанов на цилиндр	2
Порядок работы цилиндров	1- 3- 4- 2
Максимальная мощность	103 кВт при 4 000 об./мин
Максимальный крутящий момент	320 Нм при 1 900 об./мин
Управление двигателем	Bosch EDC 15
Топливо	дизельное топливо с цетановым числом не ниже 49
Система рециркуляции ОГ	Рециркуляция ОГ, окислительный катализатор ОГ, сажевый фильтр (DPF)
Норма токсичности	EU4

### Диаграмма мощности и крутящего момента



Двигатель 2,0 л/103 кВт TDI развивает мощность 103 кВт при 4 000 об/мин. Крутящий момент > 300 Нм достигается в диапазоне оборотов от 1 600 до 2 700 об/мин.

Указанные значения мощности и крутящего момента достигаются при работе на дизельном топливе с цетановым числом не менее 51.

M = крутящий момент  
n = число оборотов  
P = мощность

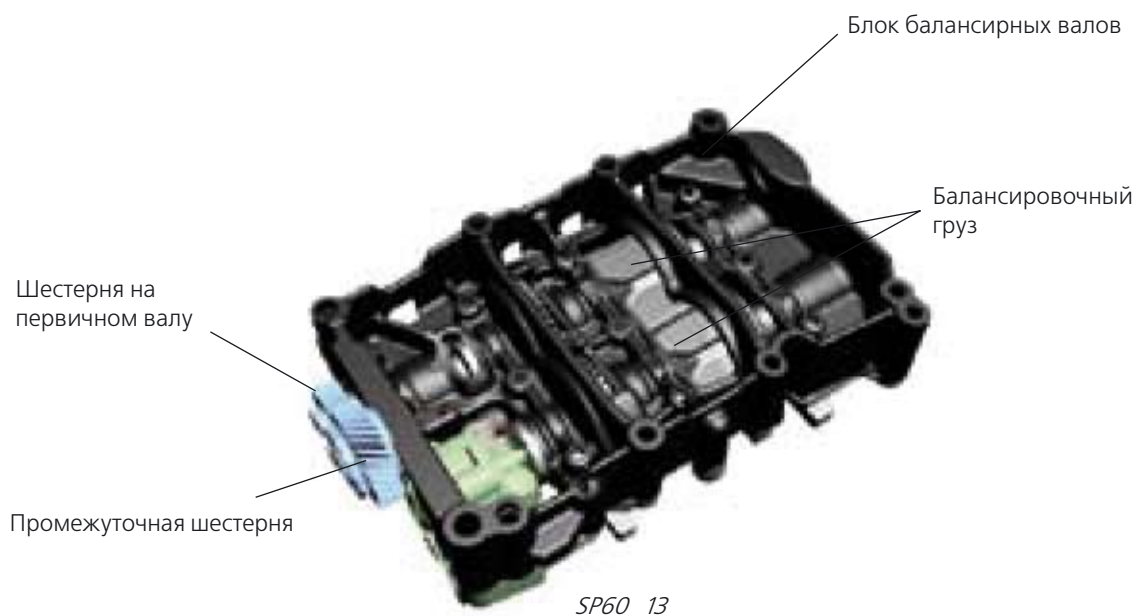
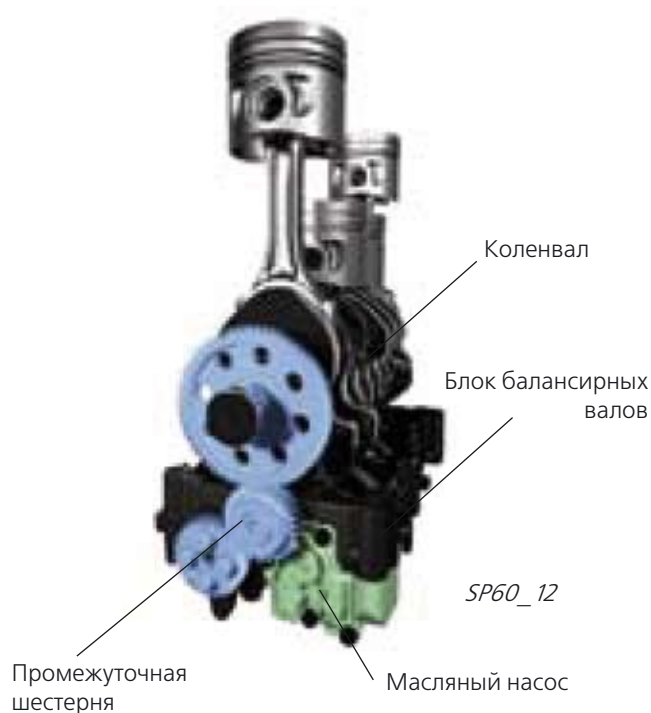
# Блок балансирных валов

## Блок балансирных валов

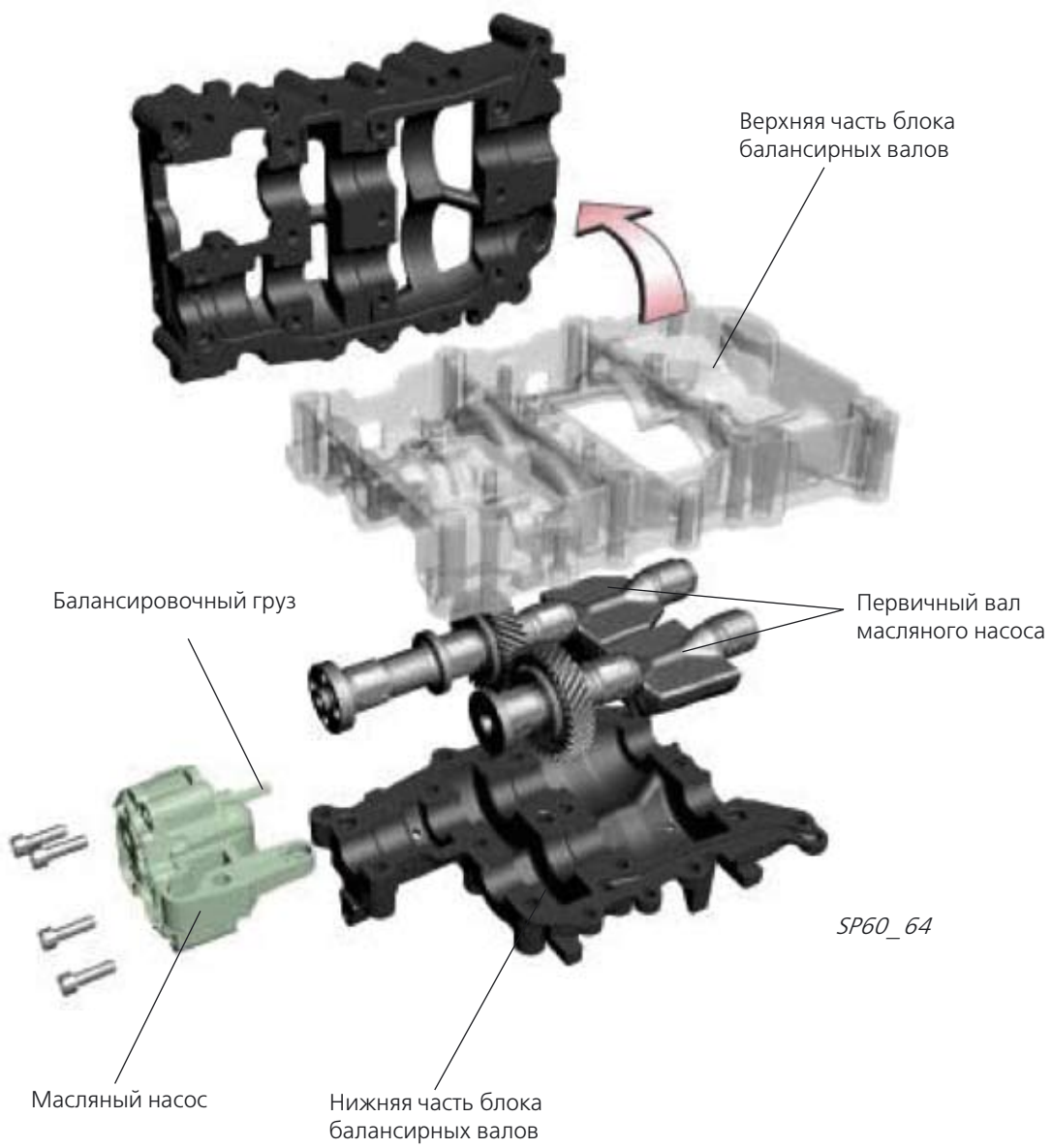
Блок балансирных валов позволяет повысить комфорт при движении автомобиля. Он располагается в масляной ванне под блоком цилиндров. Блок балансирных валов уравнивает силы инерции, снижая вибрацию привода. Это позволяет достичь низкого уровня шума в салоне автомобиля. Значительно снижается гул и грохот на высоких оборотах.

Блок состоит из двух балансирных валов, компенсирующих силы инерции второго порядка. Передаточное отношение между балансирыными валами и коленвалом составляет 2 : 1 (ускорение).

Первичный вал блока балансирных валов приводится шестерней, в свою очередь приводимой через промежуточную шестерню от коленвала.



В блок балансирных валов встроен масляный насос, непосредственно соединенный с балансирыными валами.



# Система выпуска ОГ

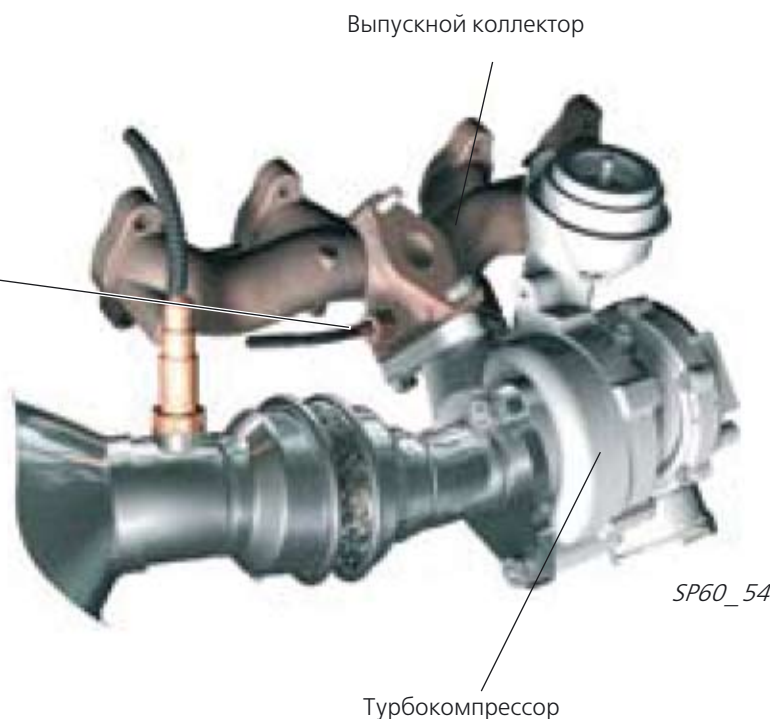
## Выпускная труба

Выпускная труба имеет однопоточную конструкцию с системой охлаждения и рециркуляции ОГ, датчиком температуры ОГ, лямбда-зондом перед катализатором, окислительным катализатором и сажевым фильтром (DPF).

При такой конструкции выпускной системы для обеспечения правильного функционирования сажевого фильтра необходимо применение топливных присадок.

Датчик температуры перед турбокомпрессором G507

Информация от этого датчика используется для определения момента впрыска и дозирования топлива для дополнительного впрыска.



Разъем датчика давления ОГ G450

Датчик давления ОГ G450 измеряет разность давлений на входе и на выходе сажевого фильтра. Сигнал от датчика давления направляется на блок управления для расчета степени загрязнения сажевого фильтра.

Сажевый фильтр

Применяется для фильтрации частиц сажи, содержащихся в отработавших газах, и их устранения путем термического разложения.





Место соединения с системой рециркуляции ОГ.

Рециркуляция ОГ позволяет снизить содержание азота в отработавших газах. В определенных условиях эксплуатации это может привести к увеличению содержания сажи в отработавших газах.

Лямбда-зонд до катализатора G39

Определяет состав отработавших газов (содержание кислорода) и передает соответствующий сигнал на блок управления двигателя J248, который соответственно дозирует количество топлива.

Датчик температуры перед сажевым фильтром G506

На основании сигнала от этого датчика блок управления двигателя рассчитывает объемный поток отработавших газов и, сопоставляя его с сигналом от датчика давления, определяет степень загрязнения сажевого фильтра. Служит также для защиты сажевого фильтра от перегрева.



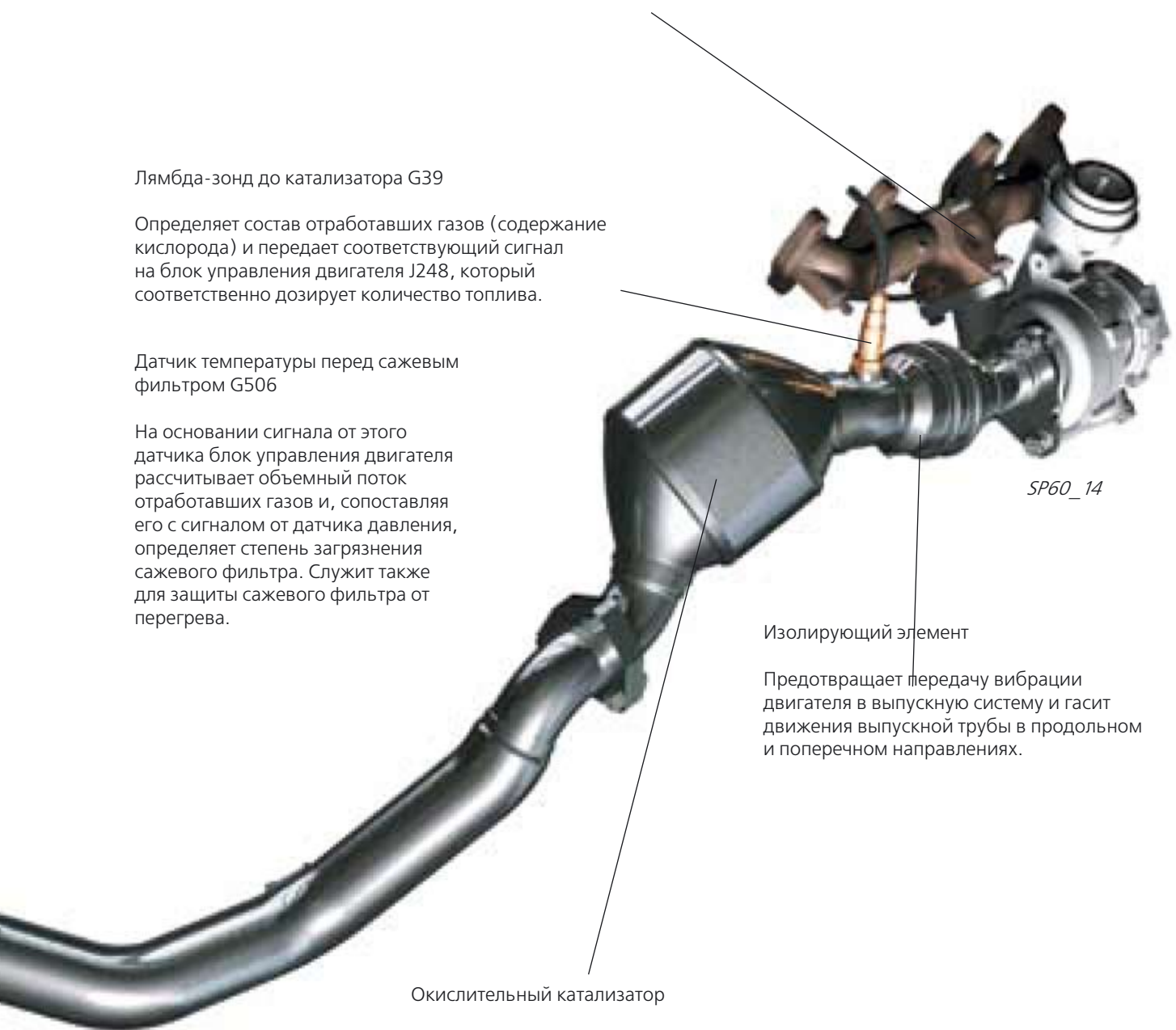
SP60\_14

Изолирующий элемент

Предотвращает передачу вибрации двигателя в выпускную систему и гасит движения выпускной трубы в продольном и поперечном направлениях.

Окислительный катализатор

В катализаторе основная часть содержащихся в отработавших газах частиц сажи, окиси углерода (CO) и углеводорода (HC) разлагается на углекислый газ (CO<sub>2</sub>) и водяной пар.

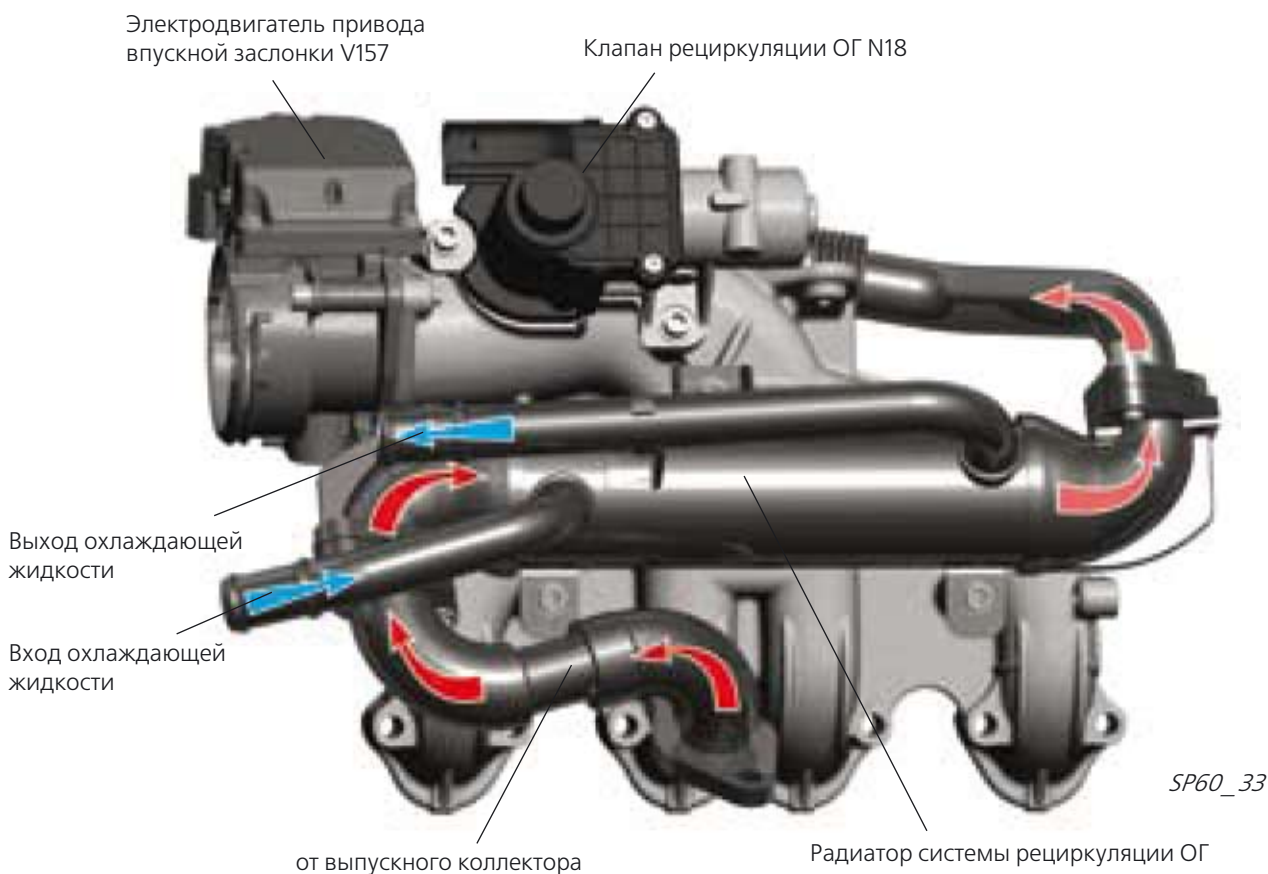


# Система выпуска ОГ

## Система рециркуляции ОГ

Система рециркуляции ОГ используется для возврата части отработавших газов в камеру сгорания. В определенных пределах возврат части ОГ может положительно сказаться на передаче энергии, а, следовательно, на снижении расхода топлива. В зависимости от режима работы доля ОГ может составлять до 40%.

Применение турбокомпрессора и непосредственный впрыск топлива повышают коэффициент сжатия и температуру в камере сгорания. Это приводит к увеличению доли азота в камере сгорания. В дизельных двигателях для уменьшения содержания окисей азота производится охлаждение возвращаемых в камеру сгорания отработавших газов, а, следовательно, снижение максимальной температуры сгорания, что позволяет увеличить количество сжигаемых ОГ.



### Примечание:

**В данном исполнении регулирование охлаждения возвращаемых в камеру сгорания отработавших газов невозможно.**

## Клапан рециркуляции ОГ N18

Клапан рециркуляции ОГ выполнен в виде модуля, состоящего из следующих компонентов:

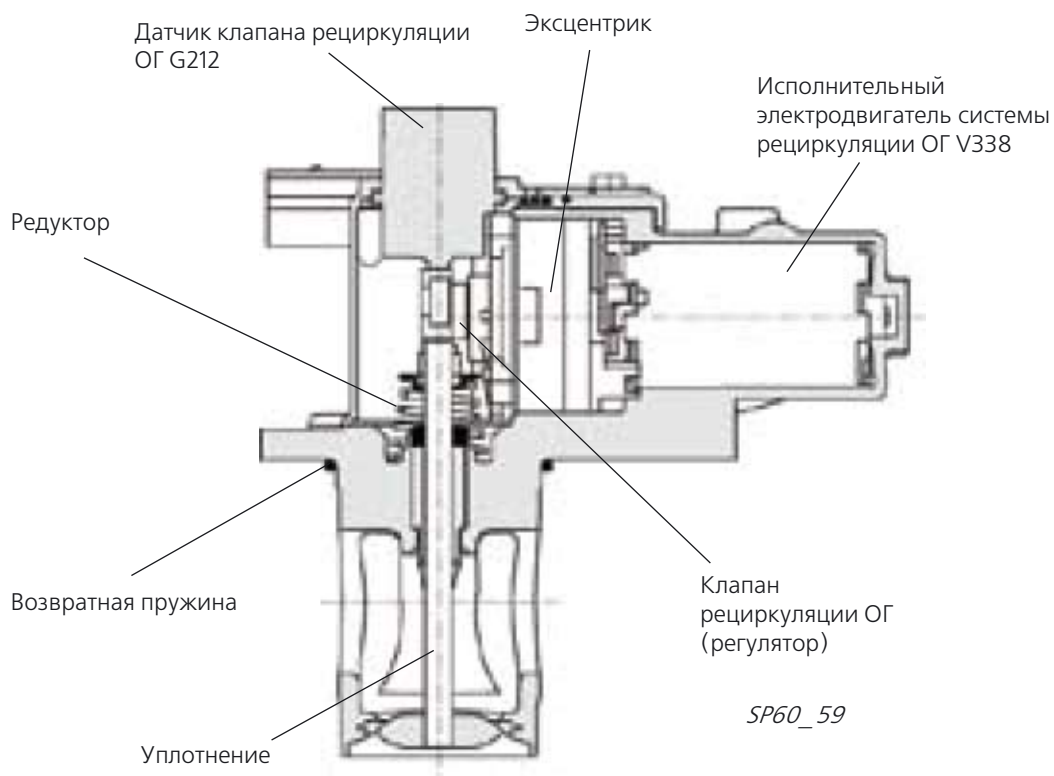
- Клапан рециркуляции ОГ (AGR)
- Исполнительный электродвигатель системы рециркуляции ОГ V338
- Датчик клапана рециркуляции ОГ G212

Блок управления двигателя рассчитывает положение клапана рециркуляции ОГ и направляет ШИМ-сигнал на исполнительный электродвигатель системы рециркуляции ОГ V338. Электродвигатель при помощи эксцентрика устанавливает регулятор в требуемое положение. Бесконтактный контроль положения регулятора осуществляется датчиком клапана рециркуляции ОГ G212. Информация о положении регулятора направляется на блок управления двигателя.

Такая конструкция клапана рециркуляции ОГ N18 позволяет плавно регулировать количество ОГ в системе рециркуляции.



SP60\_63



SP60\_59

# Детали и узлы

## Детали и узлы

Расходомер воздуха G70

Датчик оборотов двигателя G28

Датчик Холла G40

Датчик положения педали акселератора G79  
Датчик положения педали акселератора 2 G185

Датчик температуры охлаждающей жидкости G62

Датчик давления во впускном коллекторе G71  
Датчик температуры во впускном коллекторе G72

Выключатель стоп-сигнала F  
Датчик на педали тормоза F47

Датчик на педали сцепления F36

Датчик температуры топлива G81

Датчик давления ОГ G450

Датчик температуры перед сажевым фильтром G506

Датчик температуры перед турбокомпрессором G507

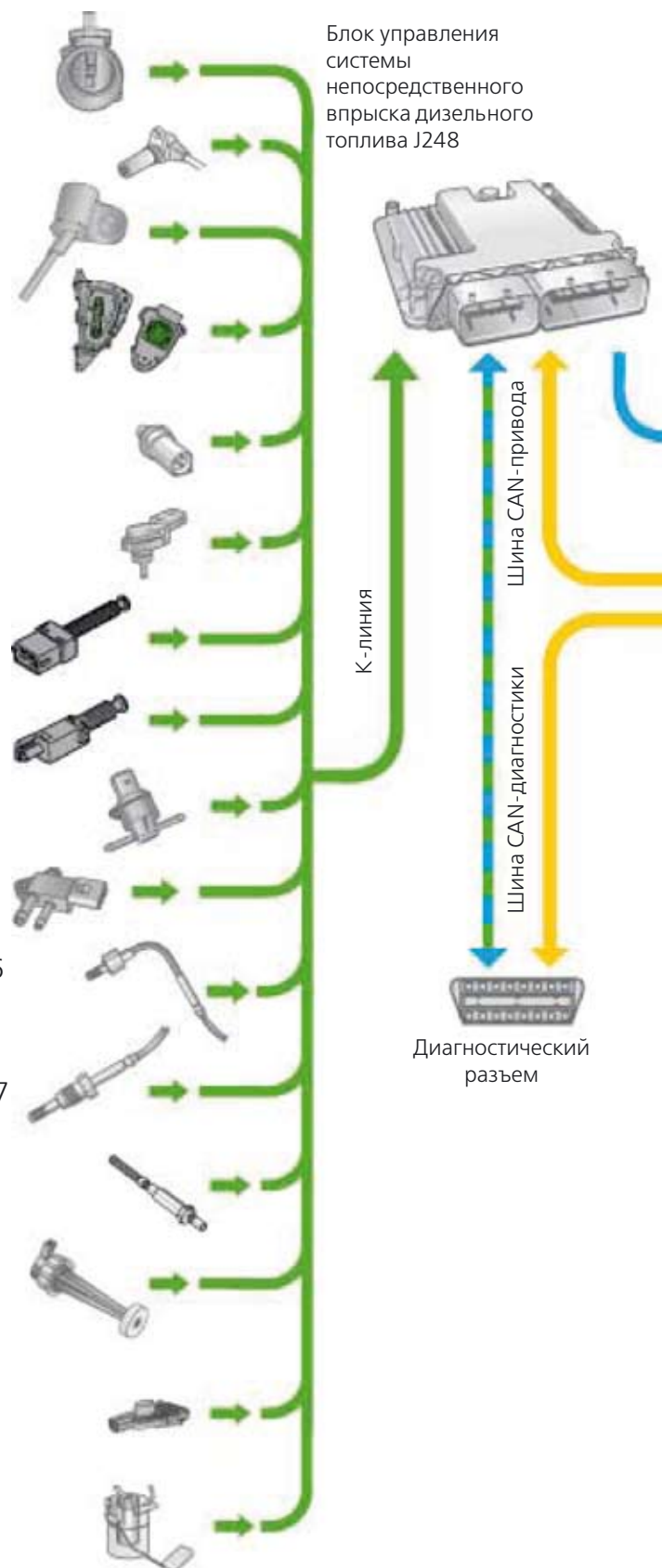
Лямбда-зонд перед катализатором G39

Датчик бачка топливной присадки G504

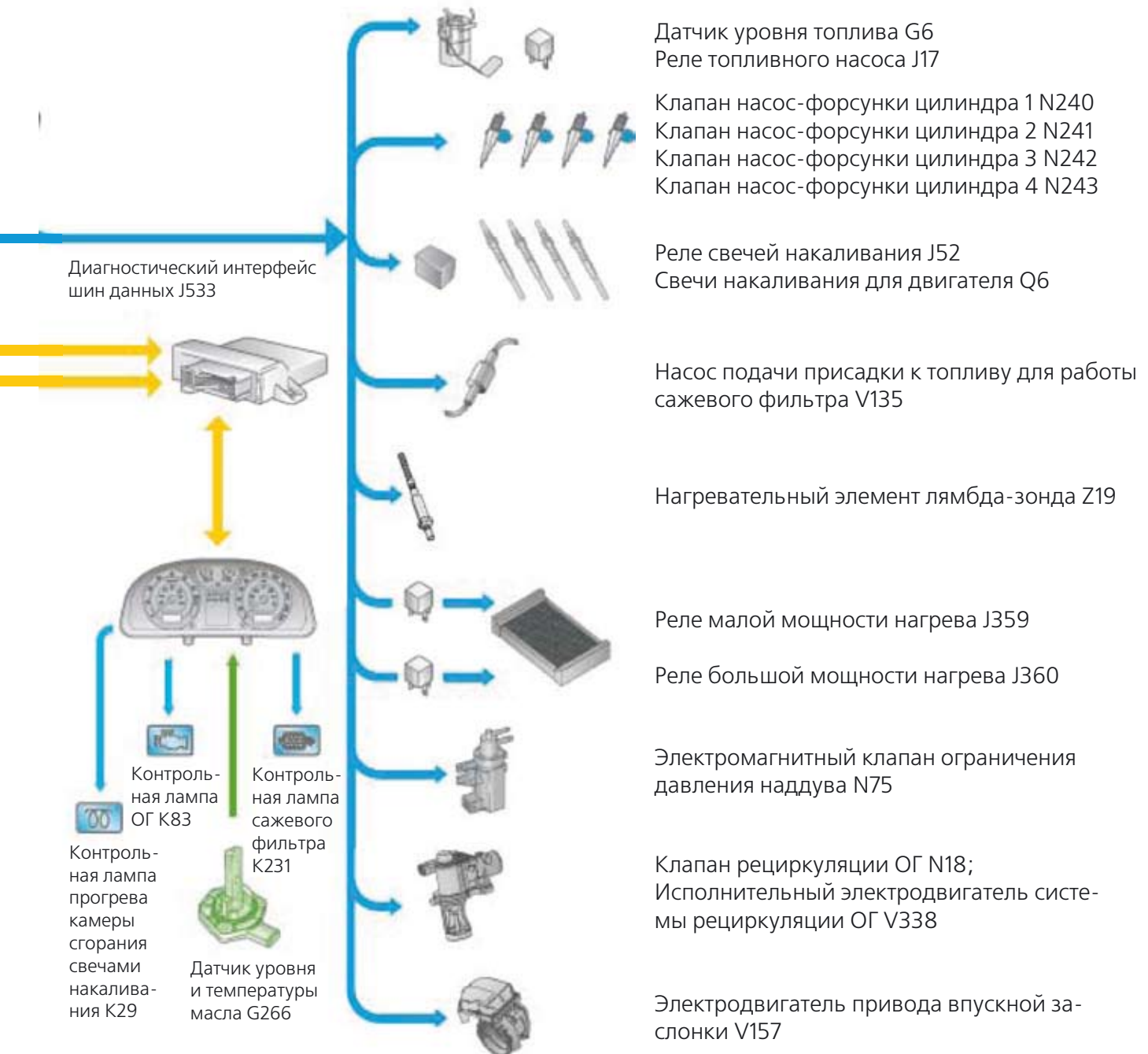
Датчик системы рециркуляции ОГ G504

Датчик уровня топлива G

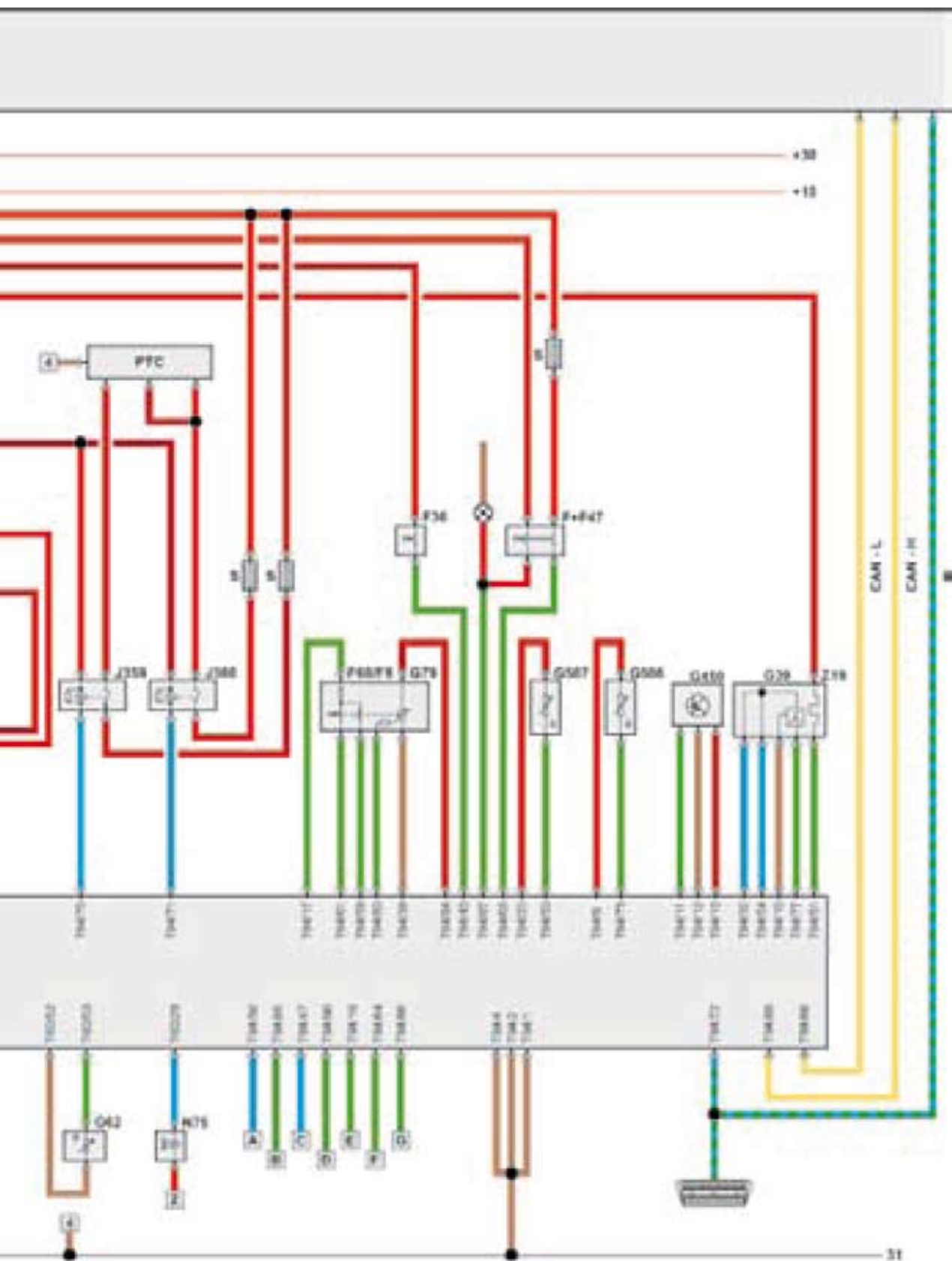
## Датчики



## Исполнительные механизмы







Примечание:  
 Легенду функциональной схемы см. на стр. 16.

# Функциональная схема

## Легенда функциональной схемы

Функциональная схема представляет собой упрощенную электрическую схему.








### Компоненты

A	Аккумуляторная батарея	V135	Насос подачи присадки к топливу для работы сажевого фильтра
F	Выключатель стоп сигнала	V157	Электродвигатель привода впускной заслонки
F8	Включатель режима интенсивного разгона (Kick-down)	V338	Исполнительный электродвигатель системы рециркуляции ОГ
F36	Датчик на педали сцепления	S	Предохранитель
F47	Датчик на педали тормоза	Q10	Свеча накаливания 1
F60	Выключатель дроссельной заслонки (холостой ход)	Q11	Свеча накаливания 2
G6	Подкачивающий топливный насос	Q12	Свеча накаливания 3
G28	Датчик оборотов двигателя	Q13	Свеча накаливания 4
G39	Лямбда-зонд перед катализатором	Z19	Нагревательный элемент лямбда-зонда
G40	Датчик Холла		
G42	Датчик температуры воздуха на впуске		
G62	Датчик температуры охлаждающей жидкости		
G70	Расходомер воздуха		
G71	Датчик давления во впускном коллекторе		
G72	Датчик температуры во впускном коллекторе		
G79	Датчик положения педали акселератора		
G81	Датчик температуры топлива		
G212	Датчик клапана рециркуляции ОГ		
G450	Датчик давления ОГ		
G504	Датчик бачка топливной присадки		
G506	Датчик температуры перед сажевым фильтром		
G507	Датчик температуры перед турбокомпрессором		
J17	Реле топливного насоса		
J179	Блок управления свечей накаливания		
J248	Блок управления системы непосредственного впрыска дизельного топлива		
J322	Реле системы непосредственного впрыска дизельного топлива		
J359	Реле малой мощности нагрева		
J360	Реле большой мощности нагрева		
J519	Блок управления бортовой сети		
N18	Клапан рециркуляции ОГ		
N75	Электромагнитный клапан ограничения давления наддува		
N240	Клапан насос-форсунки цилиндра 1		
N241	Клапан насос-форсунки цилиндра 2		
N242	Клапан насос-форсунки цилиндра 3		
N243	Клапан насос-форсунки цилиндра 4		

### Дополнительные сигналы

A	Компрессор климатической установки – ВЫКЛ.
B	Готовность климатической установки
C	Задержка выключения вентиляторов радиатора
D	Сигнал скорости
E	Нагревательный элемент РТС – ВКЛ.
F	Генератор DMF
G	Выключатель зажигания и стартера (клемма 50)

### Цветовые обозначения

	Входной сигнал
	Выходной сигнал
	Напряжение электропитания
	Масса
	Шина данных CAN
	двунаправленная
	Диагностический разъем



**Для заметок**

## Часть II – Сажевый фильтр (DPF)

После введения нормы токсичности Евро 4 в центре внимания всех разработчиков двигателей находится обеспечение соответствия норме Евро 5, которая будет применяться с 2010 года. Эта непростая задача предполагает дополнительное снижение предельного содержания оксидов азота (NOx) и сажи.



SP60\_68

Выброс сажи дизельным двигателем можно заметно сократить путем встраивания в систему рециркуляции сажевого фильтра (DPF). Такой фильтр в сочетании с топливными присадками способен на 97% снизить содержание сажи в отработавших газах. Фильтр задерживает и окисляет (сжигает) сажу при температуре 500 °С. Это позволяет предотвратить засорение фильтра, регенерация которого происходит автоматически при движении автомобиля. Для улучшения регенерации фильтра в топливо добавляется присадка на металлической основе, обеспечивающая полное окисление при относительно низких температурах. Кроме того, присадка способствует снижению количества сажи при сгорании топлива, а, следовательно, увеличению срока службы системы.

## Что такое нормы Евро?

В 70-х годах 20 столетия начались попытки снижения вредного воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду. Именно тогда вступили в силу первые постановления, регулирующие нормы токсичности отработавших газов. За последние 15 лет достигнуто значительное снижение количества вредных выбросов. Этому способствовало внедрение новых технологий, прогресс электроники и компьютерных технологий.

Норма токсичности Евро 4 определяет предельное содержание всех вредных веществ в отработавших газах в граммах на километр для двигателей внутреннего сгорания, в частности, для устанавливаемых на легковые автомобили двигателей с самовоспламенением. Данная норма также устанавливает предельное содержание вредных веществ в выхлопе грузовых автомобилей. Предельные значения различаются в зависимости от категории по массе.

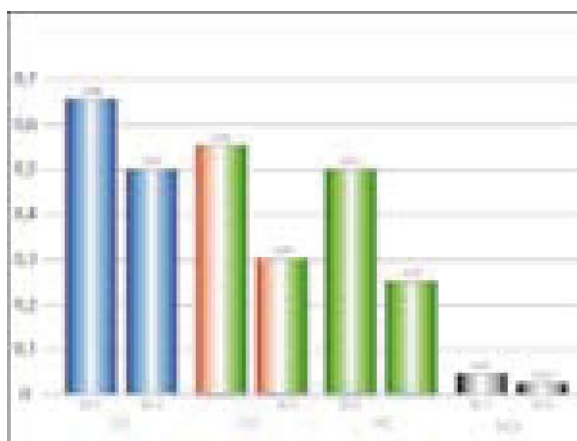
Сегодня в странах ЕС применяется норма токсичности 98/69/ЕГВ, известная как Евро 4, заменившая норму 98/69/ЕГА (ЕU3), действовавшую с 2000 года. Данная норма является еще более строгой в отношении предельного содержания вредных веществ в отработавших газах. В Чехии она действует с 1 января 2006 года.

### Предельное содержание вредных веществ в соответствии с нормой EU4 (легковые автомобили)

Вредные вещества	Дизельные двигатели	Бензиновые двигатели
Оксид углерода (CO)	0,50 г/км	1,00 г/км
Углеводороды (HC)	—	0,10 г/км
Оксиды азота (NOx)	0,25 г/км	0,08 г/км
Углеводороды (HC) + оксиды азота (NOx)	0,30 г/км	—
Сажа	0,025 г/км	—

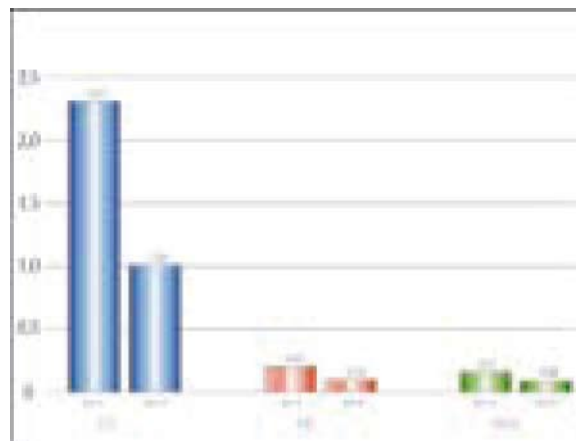
### Сравнение предельных величин в соответствии с нормами EU4 и EU3

#### Дизельные двигатели



SP60\_67

#### Бензиновые двигатели

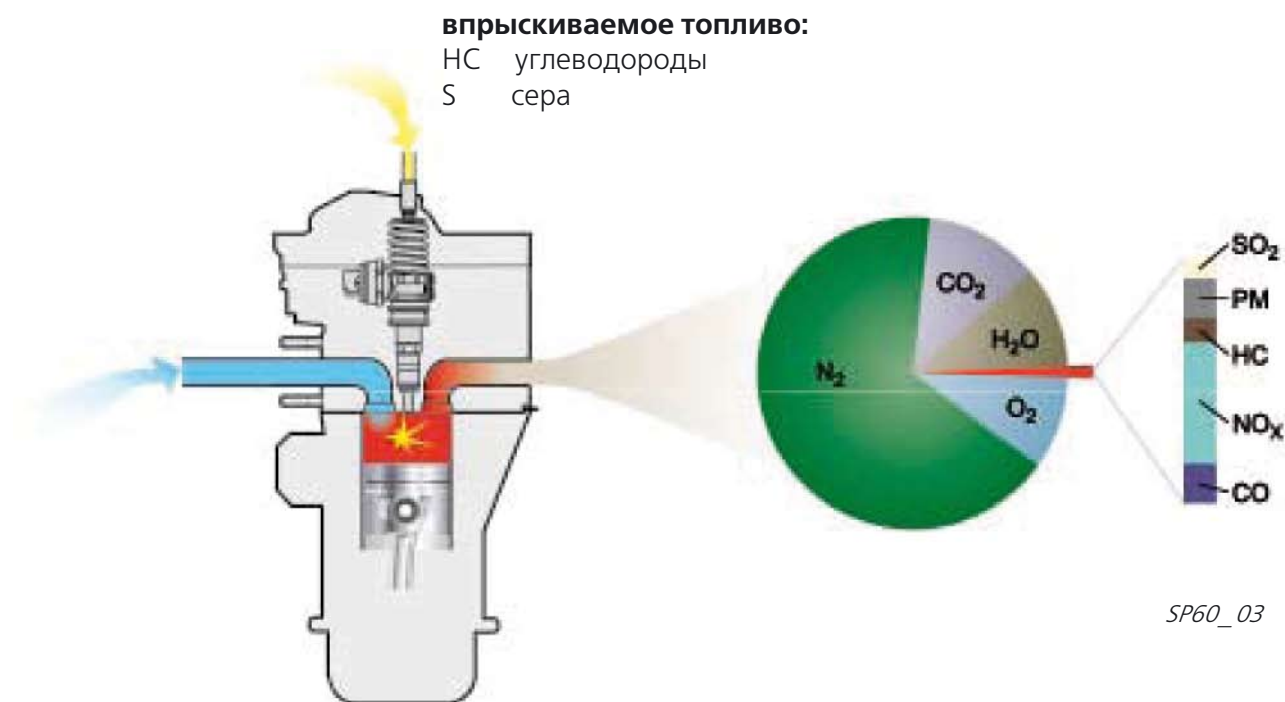


SP60\_66

# Введение

## Образование вредных веществ в процессе сгорания

Процесс сгорания топлива в дизельном двигателе влияет на образование вредных веществ и, в частности, на выброс сажи. Данный процесс обусловлен разнообразными факторами – конструкцией двигателя, свойствами топлива и атмосферными воздействиями. На приведенной ниже схеме показаны исходные и производные вещества, образующиеся в процессе сгорания дизельного топлива в двигателе.



**всасываемый воздух:**  
O<sub>2</sub> кислород  
N<sub>2</sub> азот  
H<sub>2</sub>O вода (влага, содержащаяся в воздухе)

**Отработавший газ:**  
O<sub>2</sub> кислород  
N<sub>2</sub> азот  
H<sub>2</sub>O вода  
CO<sub>2</sub> углекислый газ  
CO окись углерода  
HC углеводороды  
SO<sub>2</sub> двуокись серы  
NO<sub>x</sub> оксиды азота  
PM\* сажа

Отработавшие газы дизельного двигателя содержат вещества, обладающие различной степенью вредного воздействия на окружающую среду и здоровье человека. Безвредными являются вещества, уже присутствующие в атмосфере – кислород, азот и вода.

Углекислый газ, также содержащийся в атмосфере, составляет границу между вредными и безвредными веществами. Хотя он и не ядовит, но увеличение его концентрации является одной из причин парникового эффекта. Вредными веществами являются: окись углерода, углеводороды, двуокись серы, оксиды азота и сажа.

\* англ. Particulate Matter =

## Вредные вещества в отработавших газах

**CO**  
окись углерода



SP60\_04

Окись углерода (CO) образуется при нехватке кислорода, возникающей при неполном сгорании углеродосодержащего топлива. Это взрывоопасный газ без цвета, запаха и вкуса.

**HC**  
углеводороды



SP60\_05

Углеводородами называются разнообразные соединения (например,  $C_6H_6$ ,  $C_8H_{18}$ ), образующиеся при неполном сгорании топлива. Влияние их на организм различно. Некоторые из них являются раздражающими, другие (ароматические углеводороды) – канцерогенными.

**SO<sub>2</sub>**  
диоксид серы



SP60\_06

Диоксид серы (SO<sub>2</sub>) образуется при сгорании серосодержащего топлива. Это бесцветный газ, имеющий резкий запах. Доля серы в топливе снижается.

**NO<sub>x</sub>**  
оксиды азота



SP60\_07

Оксиды азота (NO<sub>x</sub>) (например, NO, NO<sub>2</sub>...) образуются в процессе сгорания топлива под воздействием высокого давления, высоких температур и избытка кислорода. Некоторые оксиды азота вредны для здоровья. К сожалению, меры по снижению расхода топлива могут приводить к увеличению концентрации оксидов азота в отработавших газах, поскольку повышение эффективности сгорания вызывает повышение температур горения.

**PM**  
сажа



SP60\_08

В соответствии с законодательством США любое вещество, присутствующее в отработавших веществах в виде твердых частиц (пепел, сажа) или жидкости, рассматривается как сажа (PM). Сажа образуется при нехватке кислорода, вызванной неполным сгоранием топлива.

# Введение

## Частицы

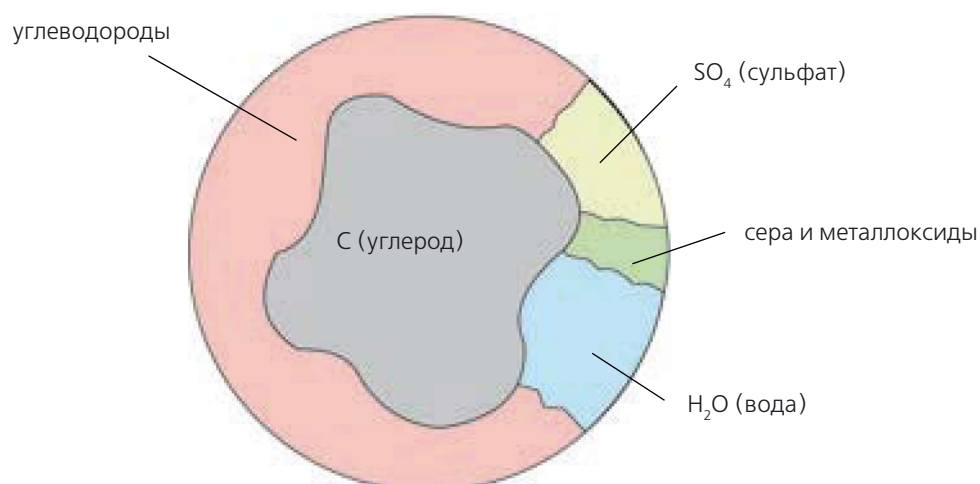
Частицами называются все мелкие твердые и жидкие частицы, образующиеся при истирании, измельчении, эрозии, конденсации и неполном сгорании топлива. Данные процессы приводят к образованию частиц

различной формы, величины и структуры. Частицы приобретают характер вредных веществ, если они настолько малы, что находятся в газах во взвешенном состоянии и могут повредить здоровью человека.

## Сажа

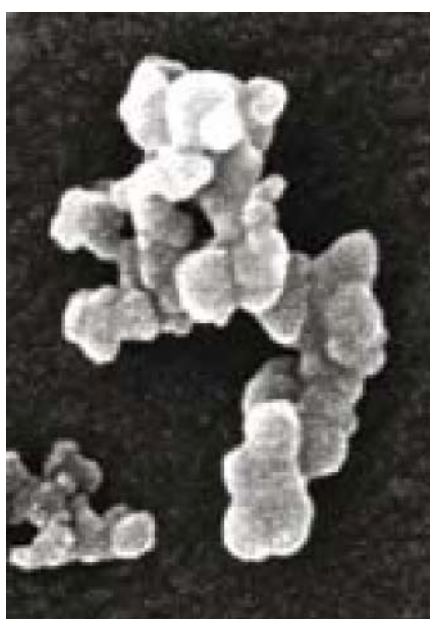
В процессе сгорания топлива в дизельном двигателе образуются частицы сажи. Частицы сажи представляют собой микроскопически малые углеродные частицы диаметром примерно 0,05 мкм. Ядро их состоит из чистого углерода. Вокруг ядра располагаются различные углеводородные

соединения, металлоксиды и сера. Некоторые углеводородные соединения рассматриваются как вредные для здоровья. Точный состав сажи зависит от применяемой технологии двигателя, условий эксплуатации и топлива.



## Образование сажи

Образование сажи в дизельном двигателе определяется отдельными процессами сгорания дизельного топлива, такими как подача воздуха, впрыск, распространение зоны горения. Качество сгорания зависит от образования смеси воздуха и топлива. В определенных зонах камеры сгорания может наблюдаться переобогащение смеси вследствие недостатка кислорода. В этом случае сгорание будет неполным, что приведет к образованию сажи.



типичная частица сажи, образующаяся в процессе сгорания дизельного топлива в двигателе  
(снято с увеличением в 1 млн. раз)

*SP60\_10*

Масса и количество частиц, как правило, зависят от качества сгорания топлива в двигателе.

Система впрыска «насос-форсунка» обеспечивает высокое давление впрыска и процесс впрыска, позволяющий повысить эффективность процесса сгорания топлива и снизить количество образующейся сажи.

Высокое давление впрыска, а, следовательно, более мелкое распыление топлива не обязательно приводит к образованию более мелких частиц. Измерения показали, что размеры частиц сажи, содержащихся в отработавших газах, практически одинаковы независимо от принципа сгорания топлива в двигателе – вихревая камера, Common Rail или насос-форсунка.

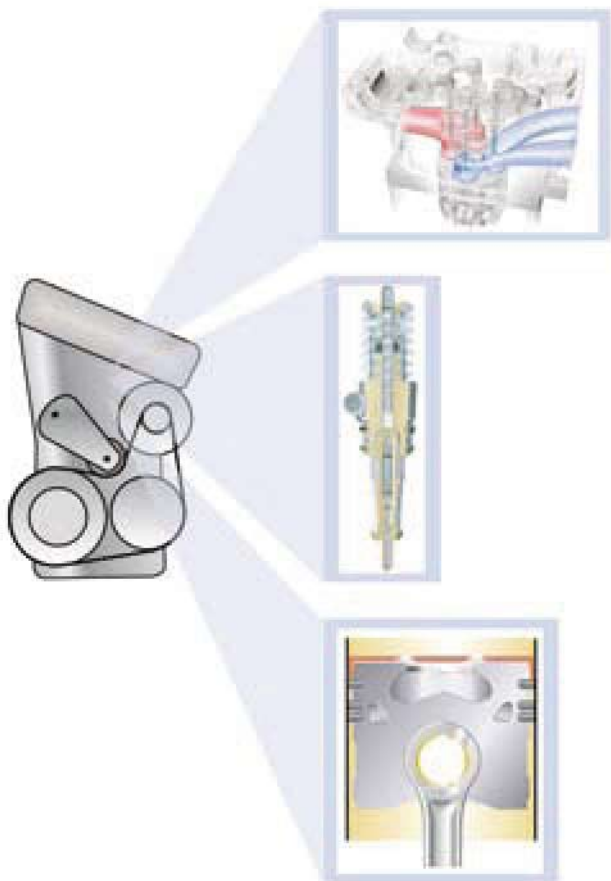
# Введение

## Меры по снижению содержания сажи

Одной из важнейших целей разработчиков дизельных двигателей является снижение содержания вредных веществ в отработавших газах. Существует целый ряд различных технических решений по снижению количества вредных веществ в ОГ. При этом различают меры, затрагивающие и не затрагивающие двигатель.

### меры, затрагивающие двигатель

Снижение количества вредных веществ может быть достигнуто оптимизацией конструкции самого двигателя. Эффективная оптимизация процесса сгорания позволяет исключить образование вредных веществ.



### к мерам по оптимизации двигателя относятся:

исполнение впускных и выпускных каналов, позволяющее создать оптимальный поток,

высокое давление впрыска благодаря использованию насос-форсунок,

исполнение камеры сгорания, например, уменьшение мертвого объема, форма углубления в днище поршня.



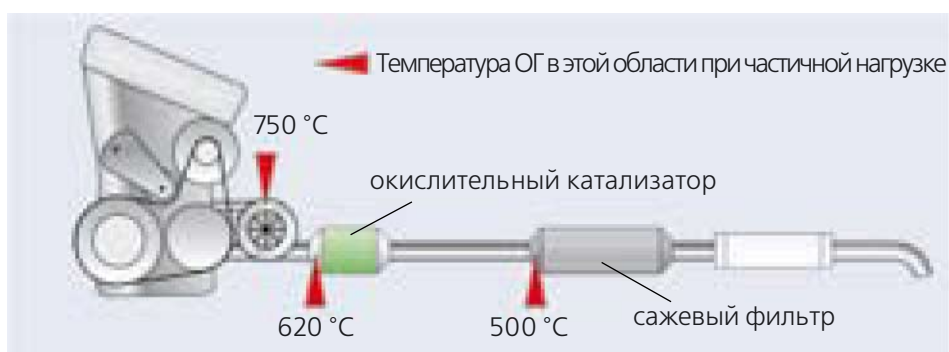
### меры, не затрагивающие двигатель

Выброс сажи, образующейся при сгорании, может быть предотвращен при помощи мер, не затрагивающих непосредственно сам двигатель. К ним относится снижение количества сажи путем применения сажевого фильтра.

При этом различают две системы: сажевый фильтр с использованием и без использования топливной присадки.

### Система с использованием топливной присадки

Данная система применяется в автомобилях с фильтром, удаленным от двигателя. Поскольку в этом случае отработавшие газы проходят длинный путь от двигателя до сажевого фильтра, температура, необходимая для сгорания сажи, может быть достигнута только при использовании присадки.



SP60\_61

### Система без использования топливной присадки

Данная система будет применяться в автомобилях с фильтром, расположенным рядом с двигателем. Поскольку отработавшие газы проходят меньший путь от двигателя до сажевого фильтра, их температура достаточно высока для сгорания сажи. При необходимости температура ОГ может дополнительно повышаться блоком управления двигателя.

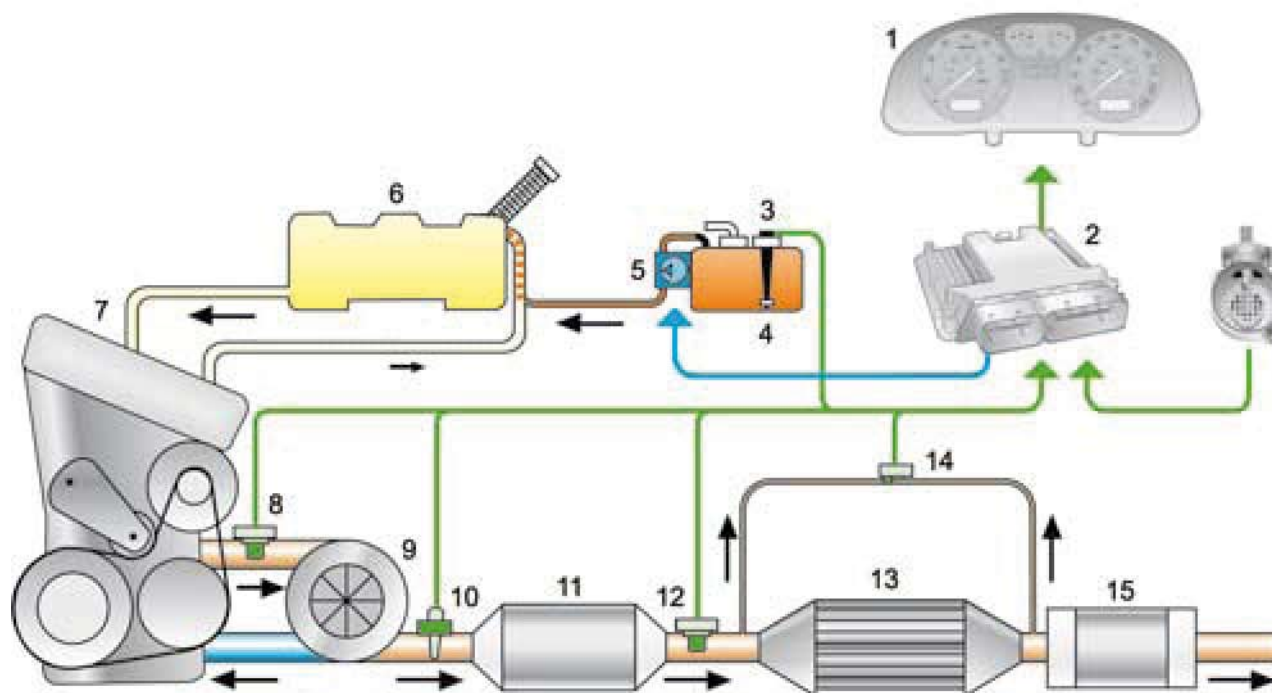


SP60\_62

# Устройство и принцип работы

## Система сажевых фильтров с присадкой

На приведенной ниже схеме показаны компоненты сажевого фильтра. На следующих страницах объясняется строение и принцип работы сажевого фильтра с использованием присадки.



SP60\_15

- |   |  |    |  |
|---|--|----|--|
| 1 | Блок управления в комбинации приборов J285                       | 9  | Турбокомпрессор                                |
| 2 | Блок управления двигателя  | 10 | Лямбда-зонд перед катализатором G39            |
| 3 | Бачок с присадкой  | 11 | Окислительный катализатор                      |
| 4 | Датчик бачка топливной присадки (бачок пуст) G504                | 12 | Датчик температуры перед сажевым фильтром G506 |
| 5 | Насос подачи присадки к топливу для работы сажевого фильтра V135 | 13 | Сажевый фильтр                                 |
| 6 | Топливный бак  | 14 | Датчик давления ОГ G450                        |
| 7 | Дизельный двигатель  | 15 | Глушитель                                      |
| 8 | Датчик температуры перед турбокомпрессором G507                  | 16 | Расходомер воздуха G70                         |

## Сажевый фильтр

Сажевый фильтр (например, в автомобилях koda Superb с двигателем 2,0 л/103 кВт TDI) устанавливается в выпускной системе за окислительным катализатором. Он отфильтровывает сажу из отработавших газов двигателя.



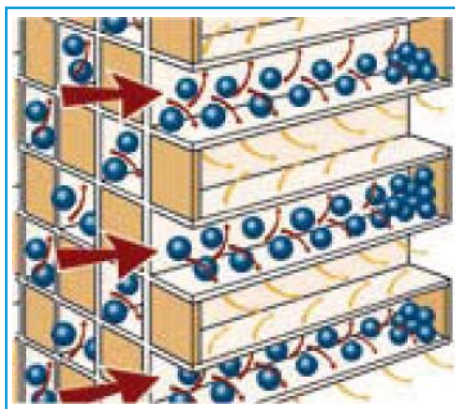
SP60\_16

### Устройство

Сажевый фильтр состоит из ячеистого фильтрующего элемента, выполненного из карбида кремния, заключенного в металлический корпус. Керамический фильтрующий элемент состоит из соединенных перемычками параллельных микроскопически малых каналов.

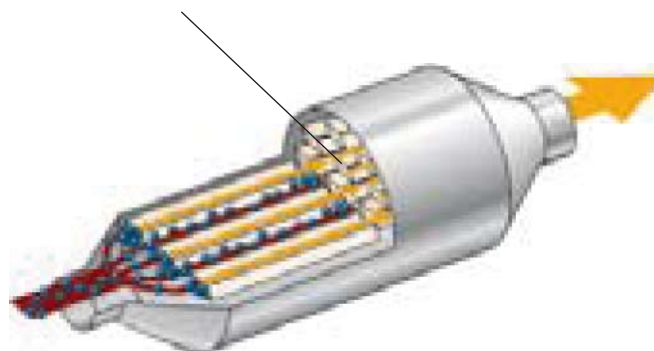
Следующие свойства карбида кремния делают его прекрасным фильтрующим материалом:

- высокая механическая прочность
- прекрасная устойчивость к колебаниям температур
- способность выдерживать термическую нагрузку и проводимость
- высокая износостойкость



SP60\_17

ячеистый керамический элемент



SP60\_18

### Принцип работы

Отработавшие газы проходят через пористые перегородки сажевого фильтра между входящим и исходящим каналами корпуса фильтра. При этом частицы сажи остаются на стороне входа фильтра.

# Устройство и принцип работы

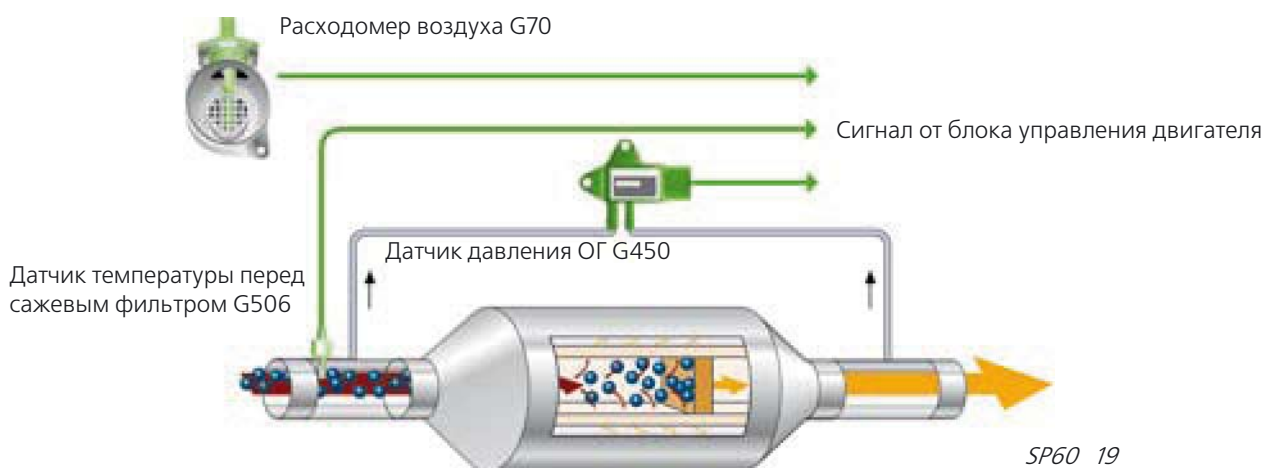
## Регенерация сажевого фильтра

Сажевый фильтр необходимо регулярно чистить от сажи, чтобы предотвратить его засорение и нарушение работы. В процессе регенерации скопившиеся в фильтре частицы сажи сгорают при температуре около 500 °С. Сажа воспламеняется при температуре примерно 600–650 °С. Такая температура отработавших газов может достигаться только при работе дизельного двигателя с полной нагрузкой.

Для того чтобы сажевый фильтр можно было восстанавливать в любых условиях эксплуатации, температура воспламенения сажи снижается при помощи присадки при одновременном повышении температуры ОГ путем вмешательства блока управления двигателя.

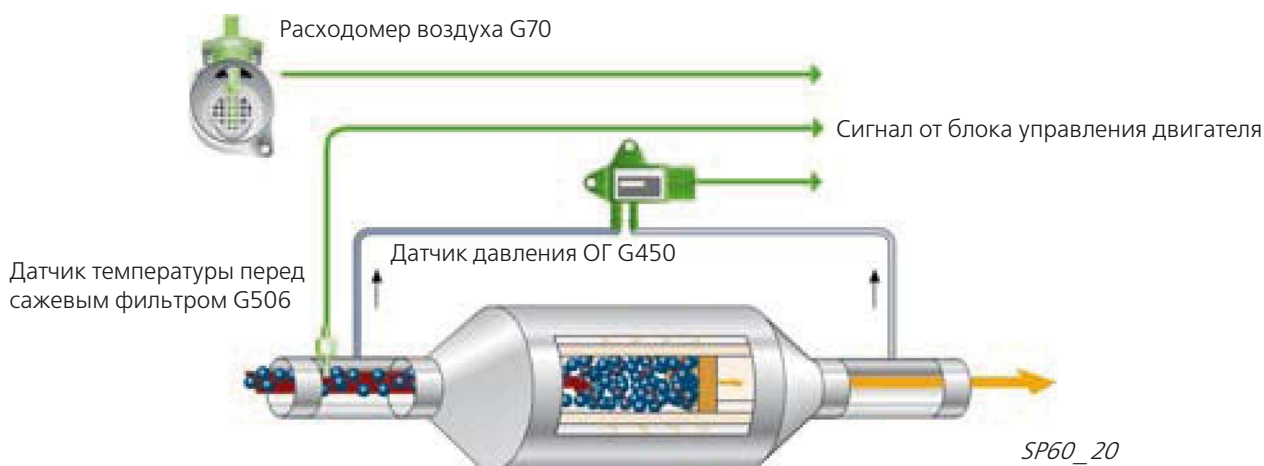
Процессом регенерации управляет блок управления двигателя.

## Сажевый фильтр чист



Сажевый фильтр чист = низкое сопротивление потоку

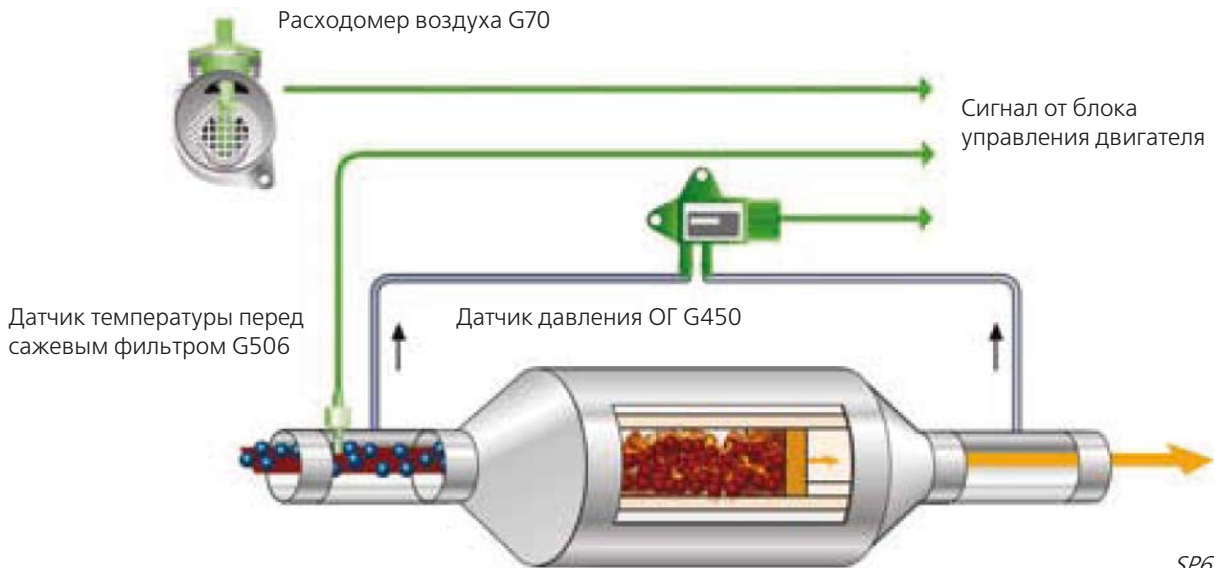
## Загрязнение сажевого фильтра



Загрязнение сажевого фильтра = высокое сопротивление потоку

В процессе регенерации происходит сгорание всей сажи, накопившейся в сажевом фильтре. Регенерация выполняется через каждые 500 - 700 км пробега. Ее продолжительность составляет примерно 5 - 10 минут. Процесс регенерации происходит незаметно для водителя.

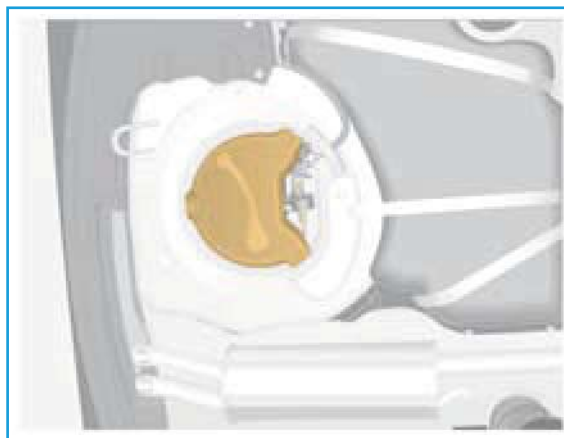
### Регенерация сажевого фильтра



# Устройство и принцип работы

## Присадка

Присадка представляет собой железосодержащий реагент, растворенный в углеводородной смеси. В автомобилях Koda Superb он заливается в отдельный пластмассовый бачок, расположенный в нише для запасного колеса.



SP60\_22

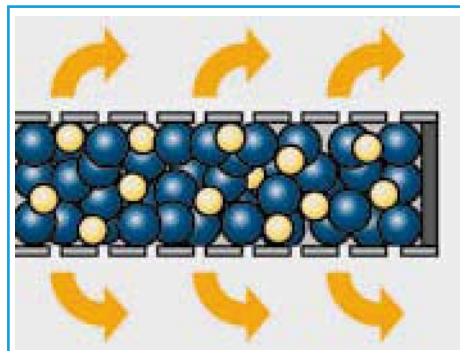
Задача присадки состоит в снижении температуры горения сажи, что позволяет осуществить процесс регенерации сажевого фильтра в режиме частичной нагрузки.

Температура воспламенения сажи составляет около 600–650 °C. Такая температура ОГ достигается только при работе дизельного двигателя с полной нагрузкой. Присадка снижает температуру воспламенения сажи примерно до 500 °C.

Топливная присадка поступает в сажевый фильтр вместе с сажей. Там она откладывается вместе с частицами сажи.

Присадка автоматически впрыскивается в топливный бак через трубку обратной подачи топлива при каждой заправке. Это производится при помощи насоса присадки сажевого фильтра, управляемого блоком управления двигателя.

Количество залитого в бак топлива рассчитывается блоком управления двигателя на основании анализа информации от датчика уровня топлива. По завершении каждого процесса дозирования концентрация молекул железа в топливе составляет 10 промилей (единиц на миллион). Это соответствует пропорции примерно 1 литр присадки на 2 800 литров топлива.



SP60\_23

## Степень загрязнения сажевого фильтра

Блок управления двигателя постоянно контролирует степень загрязнения сажевого фильтра путем расчета сопротивления потока фильтра. Для определения сопротивления потока значение объемного потока ОГ до сажевого фильтра сопоставляется с разностью давлений до и после сажевого фильтра.

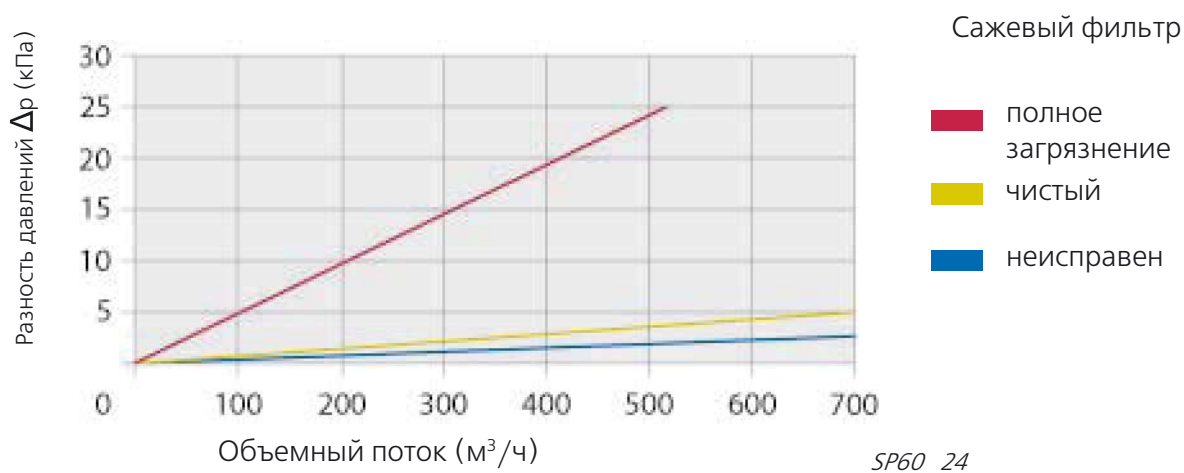
### Разность давлений

Разность давлений воздушного потока до и после сажевого фильтра определяется датчиком давления ОГ G450.

### Объемный поток ОГ

Объемный поток ОГ рассчитывается блоком управления двигателя на основании значения воздушной массы потока в выпускном трубопроводе и температуры ОГ до сажевого фильтра. Воздушная масса потока ОГ примерно соответствует воздушной массе потока во впускном тракте, измеряемом расходомером воздуха G70.

Объем воздушной массы ОГ зависит от температуры. Она определяется датчиком температуры перед сажевым фильтром G506. С учетом температуры ОГ блок управления двигателя может на основании воздушной массы потока ОГ рассчитать объемный поток ОГ.



Блок управления двигателя соотносит разность давлений с объемным потоком ОГ получая, таким образом, значение сопротивления потока сажевого фильтра. На основании значения сопротивления потока блок управления двигателя определяет степень загрязнения сажевого фильтра.

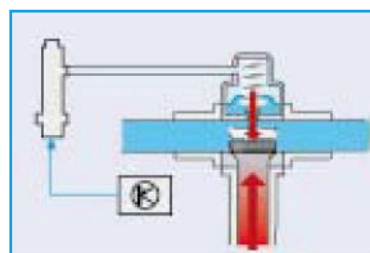
# Устройство и принцип работы

## Управление двигателем в процессе регенерации

Блок управления двигателя делает вывод о степени загрязнения фильтра на основании значения сопротивления потока фильтра. Большая разность давлений указывает на то, что фильтр скоро засорится. Блок управления двигателя запускает процесс регенерации.

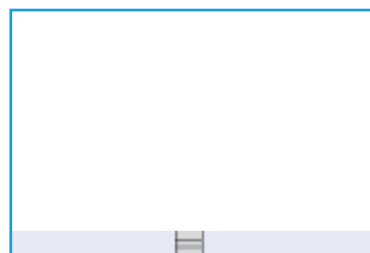
В этом случае:

отключается система рециркуляции ОГ, чтобы повысить температуру сгорания,



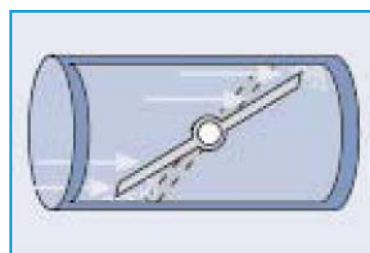
SP60\_45

после основного впрыска уменьшенного количества топлива при нахождении поршня в точке  $35^\circ$  угла поворота коленвала после в.м.т. производится дополнительный впрыск в целях повышения температуры ОГ,



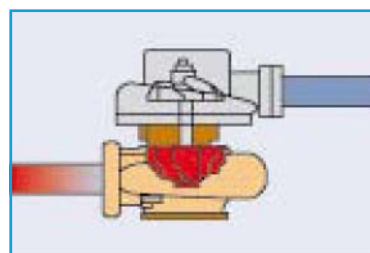
SP60\_46

электрическая дроссельная заслонка регулирует количество всасываемого воздуха, кроме того



SP60\_47

регулируется давление наддува, благодаря чему в процессе регенерации не происходит ощутимого для водителя изменения крутящего момента.

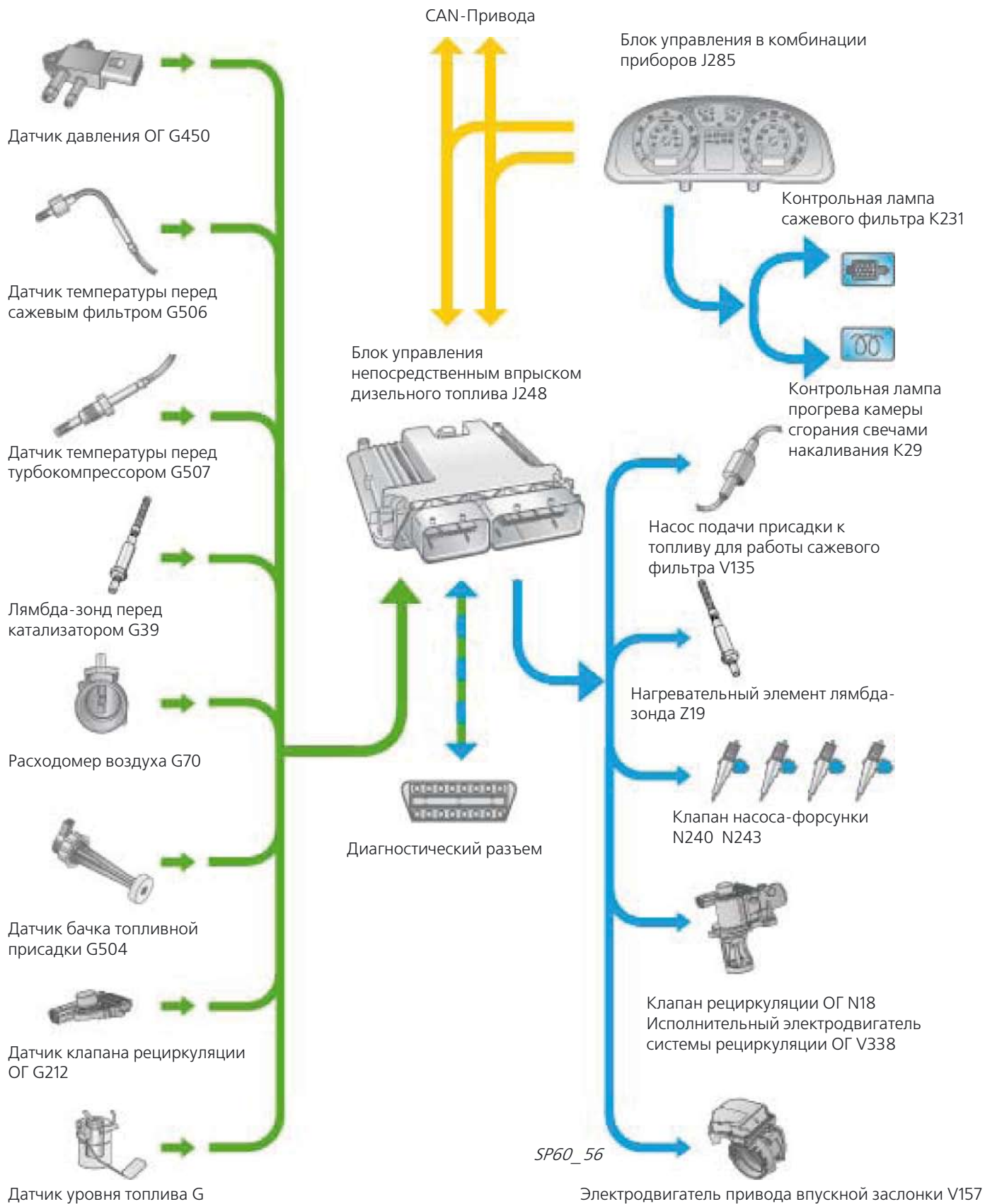


SP60\_48



# Датчики и исполнительные механизмы

## Детали и узлы сажевого фильтра



# Датчики и исполнительные механизмы

## Датчики

### Датчик давления ОГ G450

Датчик давления ОГ основан на работе пьезоэлементов.

### Использование сигнала

Датчик давления ОГ измеряет разность давлений потока ОГ на входе и на выходе сажевого фильтра. Сигналы от датчика давления ОГ G450, датчика температуры до сажевого фильтра G506, а также расходомера воздуха G70 образуют единое целое при расчете степени загрязнения сажевого фильтра.

### Последствия потери сигнала

При отсутствии сигнала от датчика давления ОГ G450 вначале выполняется циклическая регенерация сажевого фильтра в зависимости от пробега или часов эксплуатации. Однако такой способ не обеспечивает надежную регенерацию сажевого фильтра в течение длительного времени.

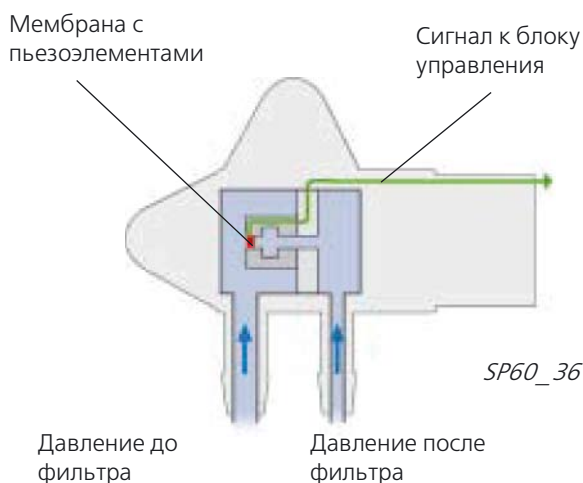


После определенного числа циклов в комбинации приборов вначале включается контрольная лампа сажевого фильтра K231, а затем начинает мигать контрольная лампа, прогрева камеры сгорания свечами накаливания K29. Это означает, что владелец автомобиля должен обратиться на сервисную станцию.

### Устройство

Датчик давления ОГ 450 имеет два штуцера. Один из них соединен с трубопроводом ОГ до сажевого фильтра, а другой – с трубопроводом ОГ после сажевого фильтра.

В каждый датчик встроена мембрана с пьезоэлементами, на которые воздействует давление выхлопных газов соответственно до или после фильтра.

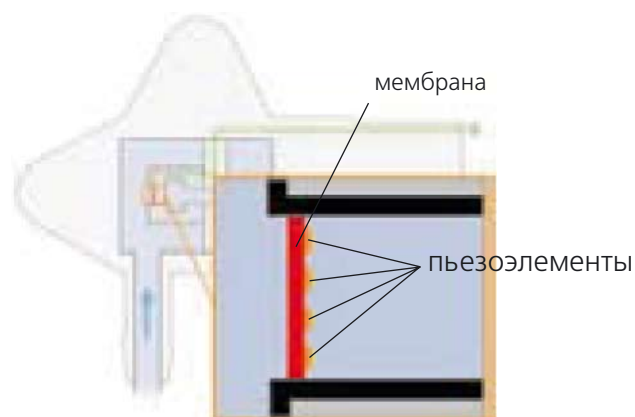


## Принцип работы

### Сажевый фильтр чист

При незначительном загрязнении сажевого фильтра значения давления до и после фильтра будут практически одинаковыми.

Мембрана с пьезоэлементами находится в состоянии покоя.

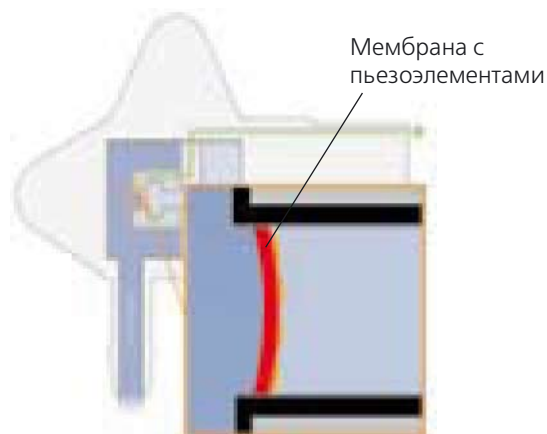


давление до фильтра = давление после фильтра

SP60\_37

### Загрязнение сажевого фильтра

При накоплении сажи в фильтре повышается давление ОГ до фильтра, что обусловлено снижением объемного потока. Давление ОГ после фильтра остается практически неизменным. Мембрана деформируется в соответствии с разностью давлений. Деформация приводит к изменению электрического сопротивления пьезоэлементов, образующих измерительный мост. Выходное напряжение измерительного моста обрабатывается электроникой датчиков, усиливается и передается на блок управления двигателя в виде напряжения сигнала. По этому сигналу блок управления двигателя определяет степень загрязнения сажевого фильтра и инициирует процесс регенерации для очистки фильтра.



давление до фильтра > давления после фильтра

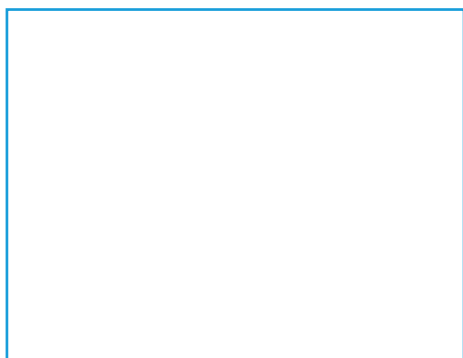
SP60\_38



Степень загрязнения сажевого фильтра проверяется тестерами VAS 5051 и VAS 5052, данные указываются в % в блоке результатов измерений „Степень загрязнения сажевого фильтра“

# Датчики и исполнительные механизмы

## Датчик температуры перед сажевым фильтром G50



SP60\_41



SP60\_42

Датчик температуры перед сажевым фильтром представляет собой РТС-датчик. Сопротивление датчика с РТС (положительным температурным коэффициентом) возрастает при повышении температуры.

Датчик расположен в выпускной трубе до сажевого фильтра и используется для измерения температуры ОГ.

### Использование сигнала

На основании сигнала от датчика температуры до сажевого фильтра G506 блок управления двигателя рассчитывает объемный поток ОГ, по которому определяется степень загрязнения фильтра.

Сигналы от датчика температуры перед сажевым фильтром G506, датчика давления ОГ G450, а также расходомера воздуха G70 образуют единое целое при расчете степени загрязнения сажевого фильтра.

Кроме того, сигнал используется для защиты компонентов, предохраняя сажевый фильтр от слишком высоких температур ОГ.

### Последствия потери сигнала

При отсутствии сигнала от датчика температуры перед сажевым фильтром G506 регенерация сажевого фильтра выполняется циклически в зависимости от пробега или часов эксплуатации.

Однако такой способ не обеспечивает надежную регенерацию сажевого фильтра в течение длительного времени. После определенного числа циклов в комбинации приборов вначале включается контрольная лампа сажевого фильтра K231, а затем начинает мигать контрольная лампа прогрева камеры сгорания свечами накаливания K29. Это означает, что владелец автомобиля должен обратиться на сервисную станцию.

## Датчик температуры перед турбокомпрессором G507



SP60\_39



SP60\_52

Датчик температуры перед турбокомпрессором представляет собой РТС-датчик. Датчик расположен в выпускной трубе перед турбокомпрессором и используется для измерения температуры ОГ.

### Использование сигнала

Сигнал датчика температуры перед турбокомпрессором необходим блоку управления двигателя для расчета момента впрыска и количества дополнительно впрыскиваемого топлива в процессе регенерации. На основании этого определяется необходимое повышение температуры ОГ для сжигания скопившейся сажи. Кроме того, сигнал предотвращает недопустимый перегрев турбокомпрессора в процессе регенерации.

### Последствия потери сигнала

При отказе датчика температуры перед турбокомпрессором G507 турбокомпрессор оказывается незащищенным от воздействия недопустимо высоких температур. Регенерация сажевого фильтра не выполняется. Включается контрольная лампа K29 прогрева камеры сгорания свечами накаливания, предупреждающая водителя о необходимости обратиться на сервисную станцию. В целях снижения выбросов сажи отключается система рециркуляции ОГ.

# Датчики и исполнительные механизмы

## Лямбда-зонд перед катализатором G39

Лямбда-зонд перед катализатором представляет собой лямбда-зонд широкого диапазона. Он располагается в выпускном коллекторе перед окислительным катализатором.

### Использование сигнала

Лямбда-зонд позволяет определить содержание кислорода в ОГ в пределах широкого диапазона измерений. Блок управления двигателя использует сигнал кислородного датчика для точного расчета количества и момента дополнительного впрыска топлива для осуществления процесса регенерации топливного фильтра. Для эффективной регенерации сажевого фильтра требуется минимальное содержание кислорода в ОГ при постоянно высокой температуре ОГ. Данное регулирование выполняется на основании сигналов от лямбда-зонда и датчика температуры перед турбокомпрессором.

### Последствия потери сигнала

Регенерация сажевого фильтра выполняется неточно, но при этом остается надежной. В комбинации приборов включается контрольная лампа K29 прогрева камеры сгорания свечами накаливания, и контрольная лампа ОГ K83.

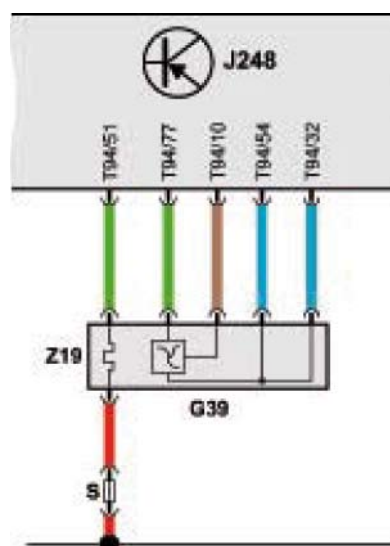
Отказ лямбда-зонда может привести к увеличению выброса оксидов азота.

- J248 Блок управления системы непосредственного впрыска дизельного топлива
- G39 Лямбда-зонд перед катализатором
- Z19 Нагревательный элемент лямбда-зонда перед катализатором
- S Предохранитель



SP60\_40

## Электрическая схема



SP60\_58

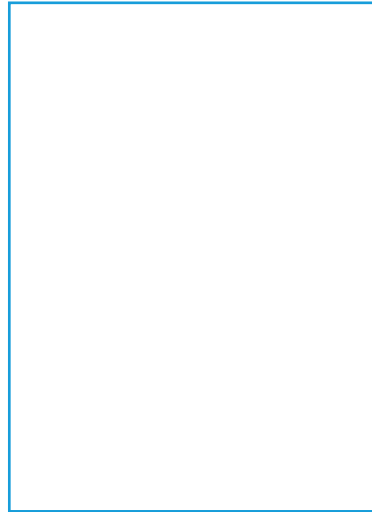
### **Расходомер воздуха G70**

Термоанемометрический расходомер воздуха устанавливается во впускном тракте. На основании информации от расходомера блок управления двигателя определяет фактическую массу всасываемого воздуха.

### **Использование сигнала**

В связи с системой сажевого фильтра данный сигнал используется для расчета объемного потока ОГ, на основании которого определяется степень загрязнения сажевого фильтра.

Сигналы от расходомера воздуха G70, датчика температуры перед сажевым фильтром G506, а также датчика давления ОГ G450, образуют единое целое при расчете степени загрязнения сажевого фильтра.



*SP60\_53*

### **Последствия потери сигнала**

При отсутствии сигнала от расходомера воздуха G70 регенерация сажевого фильтра выполняется циклически в зависимости от пробега или часов эксплуатации.

Однако такой способ не обеспечивает надежную регенерацию сажевого фильтра в течение длительного времени. После определенного числа циклов в комбинации приборов вначале включается контрольная лампа сажевого фильтра K231, а затем начинает мигать контрольная лампа прогрева камеры сгорания свечами накаливания K29. Это означает, что владелец автомобиля должен обратиться на сервисную станцию.

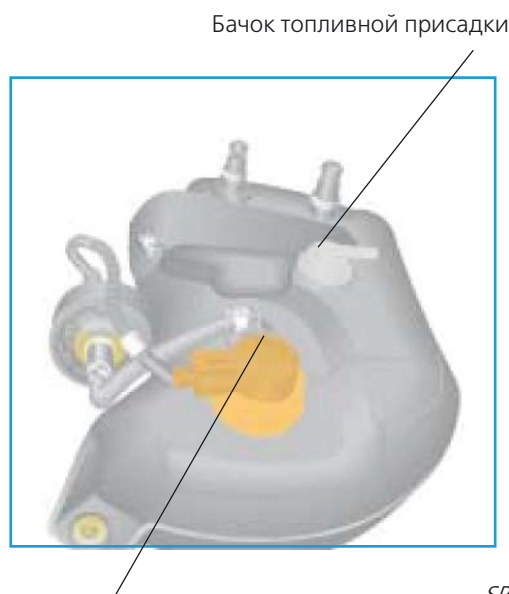
# Датчики и исполнительные механизмы

## Датчик бачка топливной присадки G504

Датчик устанавливается в бачок топливной присадки и сигнализирует о том, что бачок пуст.



SP60\_50



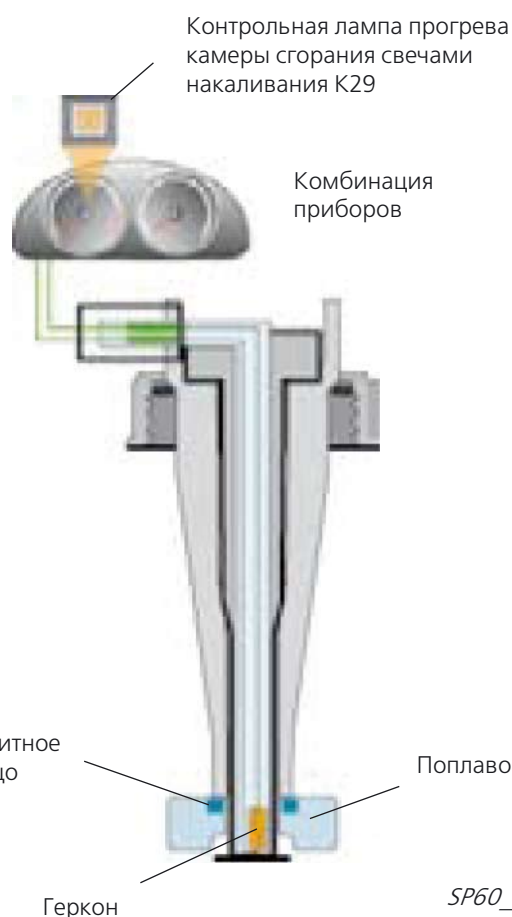
Датчик бачка топливной присадки G504

SP60\_51

## Использование сигнала

При снижении количества топливной присадки в бачке ниже определенного уровня сигнал от датчика бачка топливной присадки (бачок пуст) G504 включает контрольную лампу прогрева камеры сгорания свечами накаливания K29 в комбинации приборов. Включение лампы указывает водителю на неисправность в системе сажевого фильтра и необходимость обращения на сервисную станцию.

Кроме того, при слишком малом количестве присадки блокируется регенерация сажевого фильтра и снижается мощность двигателя.

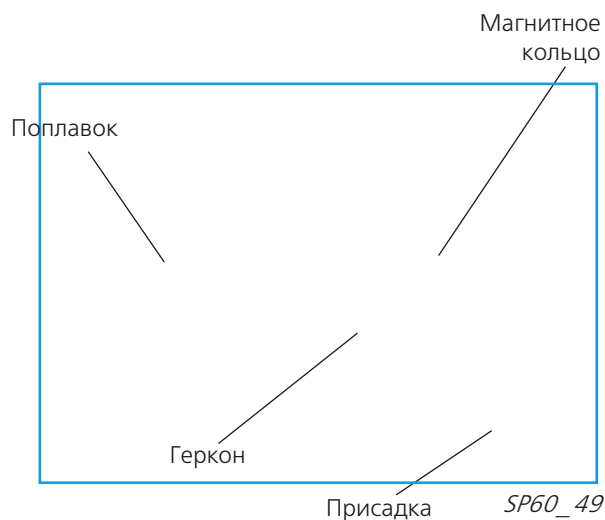


SP60\_47

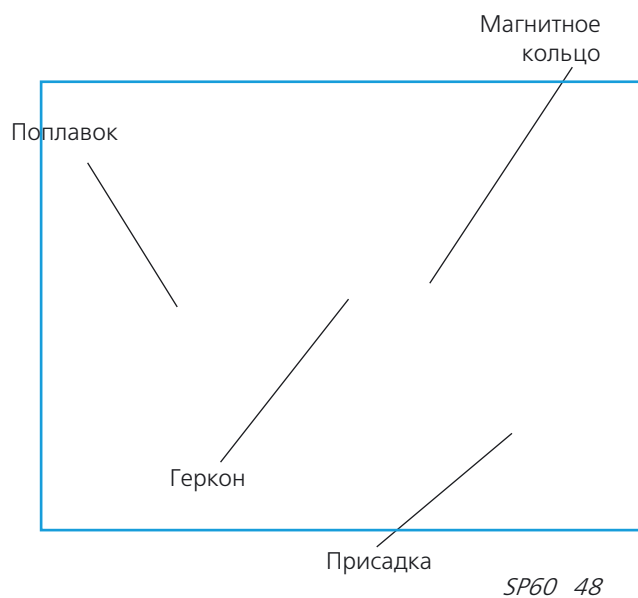


## Принцип работы

Внутри датчика бачка топливной присадки установлен геркон. Он замыкается расположенным на поплавке магнитным кольцом. Если в бачке находится достаточное количество присадки, поплавок находится у верхнего упора. Геркон разомкнут.



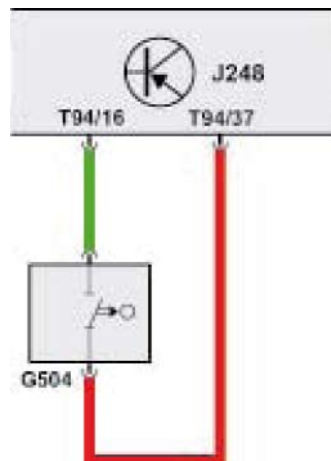
Если в бачке находится слишком малое количество присадки, поплавок опускается до нижнего упора. При этом магнитное кольцо замыкает геркон. Включается контрольная лампа прогрева камеры сгорания свечами накаливания K29



## Электрическая схема

### Последствия потери сигнала

При отсутствии сигнала от датчика бачка топливной присадки в памяти неисправностей блока управления двигателем сохраняется соответствующее сообщение об ошибке. В комбинации приборов включается контрольная лампа прогрева камеры сгорания свечами накаливания K29 и контрольная лампа ОГ K83.



SP60\_57

# Датчики и исполнительные механизмы

## Исполнительные механизмы

### Насос подачи присадки к топливу для работы сажевого фильтра V135



SP60\_34



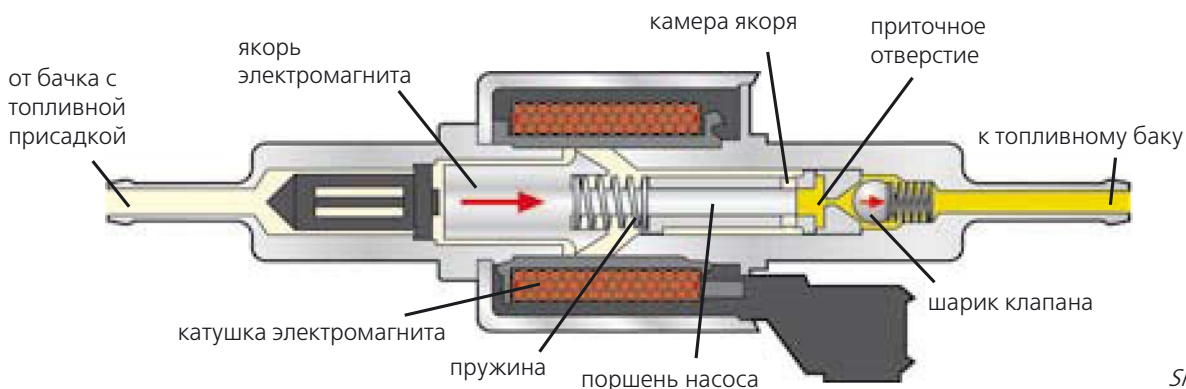
SP60\_25

Насос подачи присадки к топливу для работы сажевого фильтра представляет собой поршневой насос, закачивающий присадку в топливный бак. Он жестко закреплен винтами на бачке топливной присадки.

После каждой заправки топлива блок управления двигателя включает насос в тактовом режиме, что позволяет правильно дозировать присадку.

### Принцип работы

#### Закачка присадки



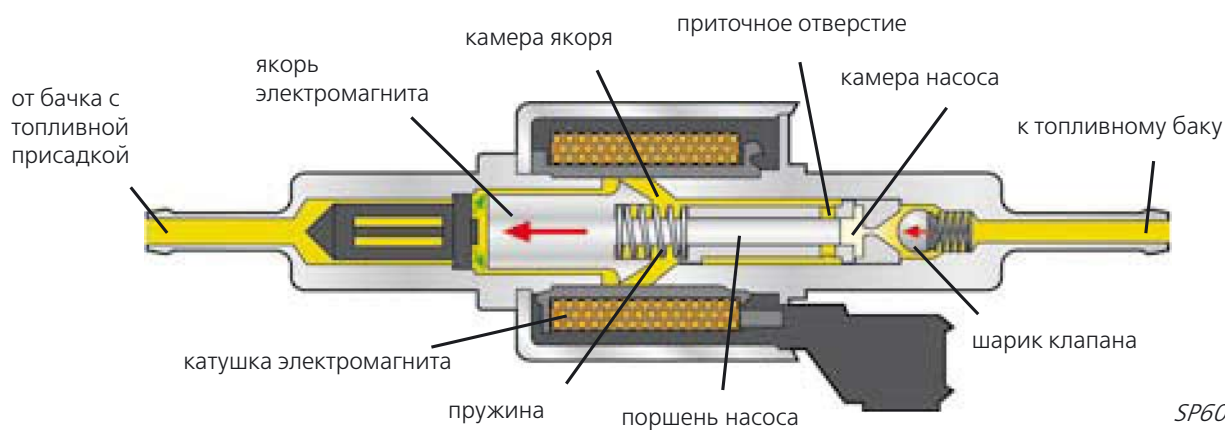
SP60\_26

В обесточенном состоянии насос заполнен присадкой. Как только блок управления двигателя включает насос подачи топливной присадки, подается напряжение на магнитную катушку, и якорь магнита смещает поршень насоса, преодолевая силу пружины. Поршень насоса перекрывает приточное отверстие камеры насоса и выдавливает находящуюся в ней присадку в направлении шарика клапана.

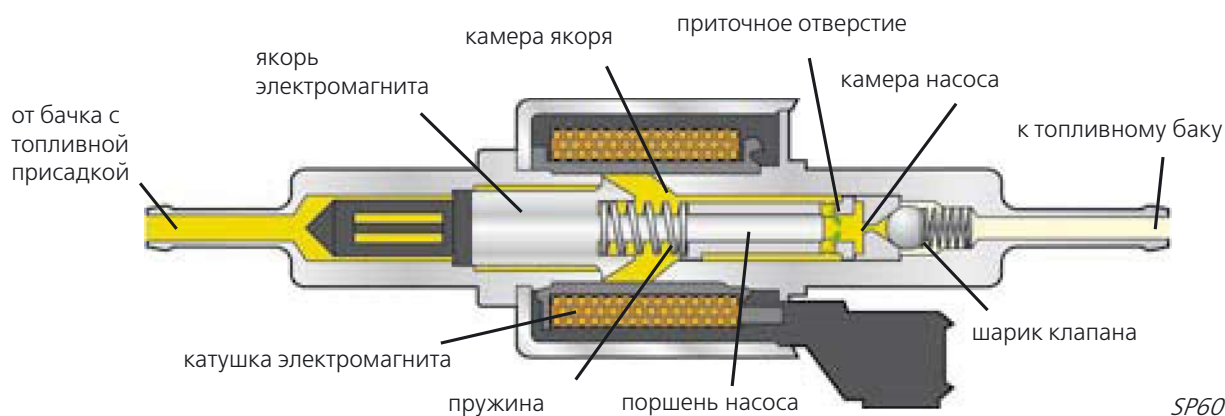
Возникает давление, под действием которого шарик клапана открывает камеру насоса.

Теперь в топливный бак направляется количество присадки, точно определенное объемом камеры насоса.

## Всасывание топливной присадки



В процессе всасывания топливная присадка поступает в камеру якоря. На магнитную катушку не подается управляющий сигнал от блока управления двигателя, и пружина возвращает поршень насоса в исходное положение. Одновременно шарик клапана перекрывает камеру насоса.



Поршень насоса устанавливается в исходное положение. За счет возникающего при этом разрежения топливная присадка через открытое приточное отверстие поступает из камеры якоря в камеру насоса.

# Датчики и исполнительные механизмы

Контрольная лампа сажевого фильтра K231  
Контрольная лампа сажевого фильтра K231 расположена в комбинации приборов. Она включается при невозможности регенерации сажевого фильтра при частых поездках на небольшие расстояния.

## Задача

Частые поездки на небольшие расстояния могут отрицательно сказаться на регенерации сажевого фильтра. Это может привести к повреждению сажевого фильтра и двигателя. Если в течение продолжительного времени двигатель не прогревается до необходимой рабочей температуры, позволяющей сгорать собирающимся в сажевом фильтре частицам сажи, в комбинации приборов включается контрольная лампа сажевого фильтра K231.



SP60\_29

Она сигнализирует водителю о необходимости кратковременного увеличения скорости (как минимум до 60 км/ч на 5 – 10 мин). При более высокой скорости движения возрастает температура отработавших газов. Такая температура будет достаточна для регенерации сажевого фильтра. По завершении регенерации контрольная лампа K231 гаснет.



**Подробная информация о режиме эксплуатации при горящей контрольной лампе сажевого фильтра K231 приведена в руководстве по эксплуатации автомобиля. В любом случае необходимо соблюдать правила дорожного движения и ограничения скорости.**

## Контрольная лампа ОГ K83

Компоненты системы сажевого фильтра, влияющие на состав выхлопа, проверяются в рамках бортовой диагностики EOBD (Euro On Board Diagnosis) на предмет отказов и правильности работы. Контрольная лампа ОГ K83 в комбинации приборов информирует о возникших нарушениях в работе компонентов, влияющих на снижение вредных выбросов. Эта лампа именуется также «индикатором неисправности» (Malfunction Indicator Light – MIL).

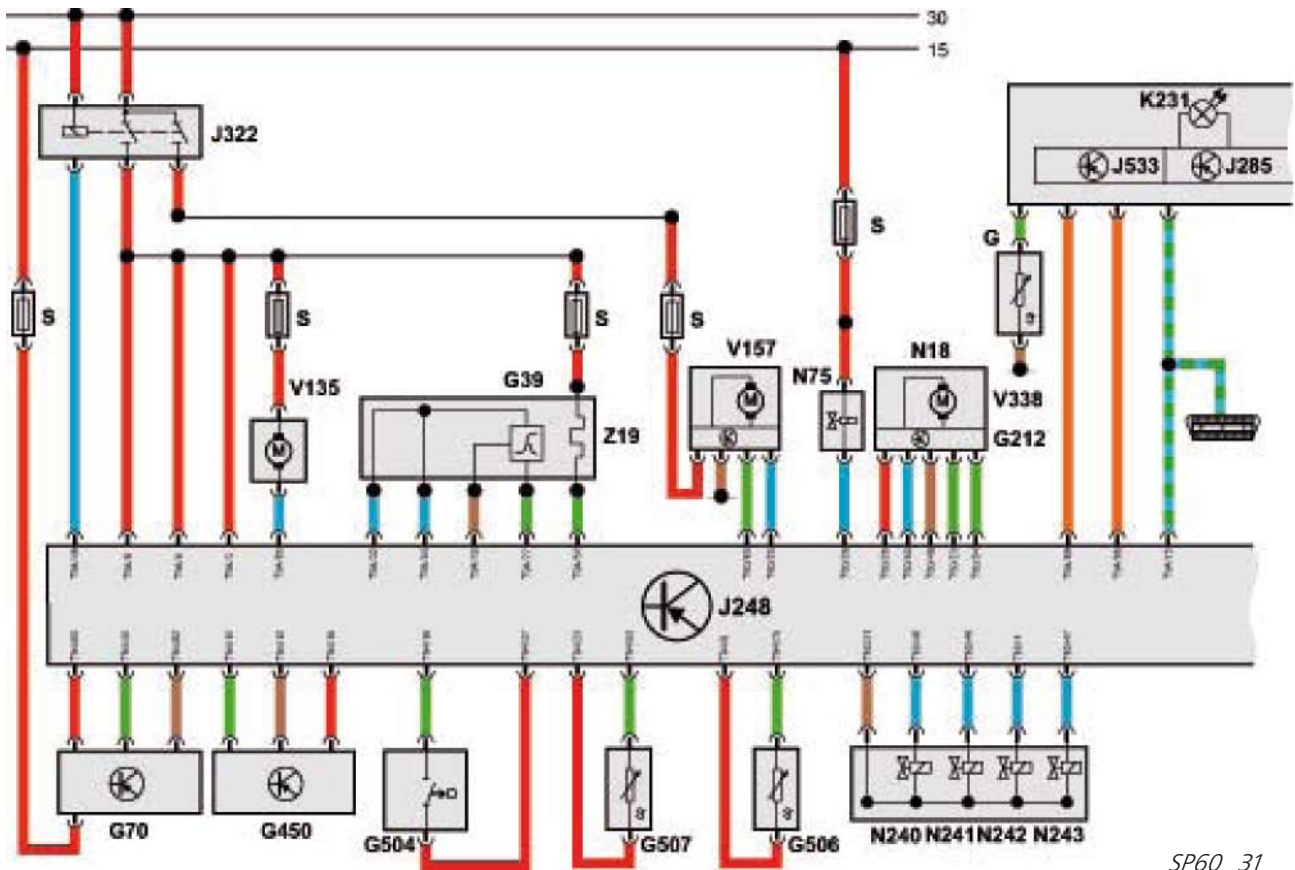


**Подробная информация о контрольной лампе ОГ и системе бортовой диагностики EOBD приведена в программе самообучения № 39.**



SP60\_30

# Функциональная схема



SP60\_31

- G Датчик уровня топлива
- G39 Лямбда-зонд перед катализатором
- G70 Расходомер воздуха
- G212 Датчик клапана рециркуляции ОГ
- G504 Датчик бачка топливной присадки
- G506 Датчик температуры перед сажевым фильтром
- G507 Датчик температуры перед турбокомпрессором
- J248 Блок управления системы непосредственного впрыска дизельного двигателя
- J285 Блок управления в комбинации приборов
- J322 Реле системы непосредственного впрыска дизельного топлива
- J533 Диагностический интерфейс шин данных
- K231 Контрольная лампа сажевого фильтра
- N18 Клапан рециркуляции ОГ
- N75 Электромагнитный клапан ограничения давления наддува
- N240 Клапан насос-форсунки цилиндра 1
- N241 Клапан насос-форсунки цилиндра 2

- N242 Клапан насос-форсунки цилиндра 3
- N243 Клапан насос-форсунки цилиндра 4
- V135 Насос подачи присадки к топливу для работы сажевого фильтра
- V157 Электродвигатель привода впускной заслонки
- V338 Исполнительный электродвигатель системы рециркуляции ОГ
- Z19 Нагревательный элемент лямбда-зонда

## Цветовые обозначения

- Входной сигнал
- Выходной сигнал
- Напряжение электропитания
- Масса
- Шина данных CAN
- двунаправленная

# Ограничения работы системы

## Эксплуатация при поездках на небольшие расстояния

Для начала процесса регенерации сажевого фильтра блок управления двигателя должен специально повысить температуру ОГ.

При частых поездках на небольшие расстояния невозможно достаточно повысить температуру ОГ. Успешная регенерация невозможна. При последующей регенерации сильно загрязненного фильтра в процессе сгорания сажи могут возникнуть слишком высокие температуры, приводящие к повреждению сажевого фильтра.

Сильно загрязненный фильтр может засориться. Засорение фильтра может привести к остановке двигателя. Для того чтобы этого избежать, при достижении определенного предельного значения загрязнения фильтра или определенного числа безуспешных попыток регенерации включается контрольная лампа сажевого фильтра K231 в комбинации приборов.

## Пригодность топлива

Для безупречной работы системы не должно быть нарушено определенное соотношение количества топливной присадки и сажи в фильтре. Необходимо следить за тем, чтобы топливо соответствовало стандартам DIN.

В настоящее время не допускается эксплуатация автомобиля на биодизельном топливе, ввиду его недостаточного качества, а также заметно сниженной стабильности окисления.

Очень высокое содержание серы в топливе приводит к ухудшению работы сажевого фильтра и увеличению расхода топлива вследствие более частого выполнения регенерации.

## Вредные выбросы

В ходе ездового цикла с регенерацией возможно увеличение количества вредных выбросов. В процессе регенерации происходит окисление сажи с образованием углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ). При отсутствии достаточного количества кислорода в результате этого процесса образуется также окись углерода ( $\text{CO}$ ).

Для определения соответствия ОГ нормам токсичности выполняется тест NEDC (New European Driving Cycle = новый европейский ездовой цикл). При этом выполняется анализ значений ездовых циклов с регенерацией и без регенерации. Полученные значения должны соответствовать нормам токсичности EU4.

**Для заметок**