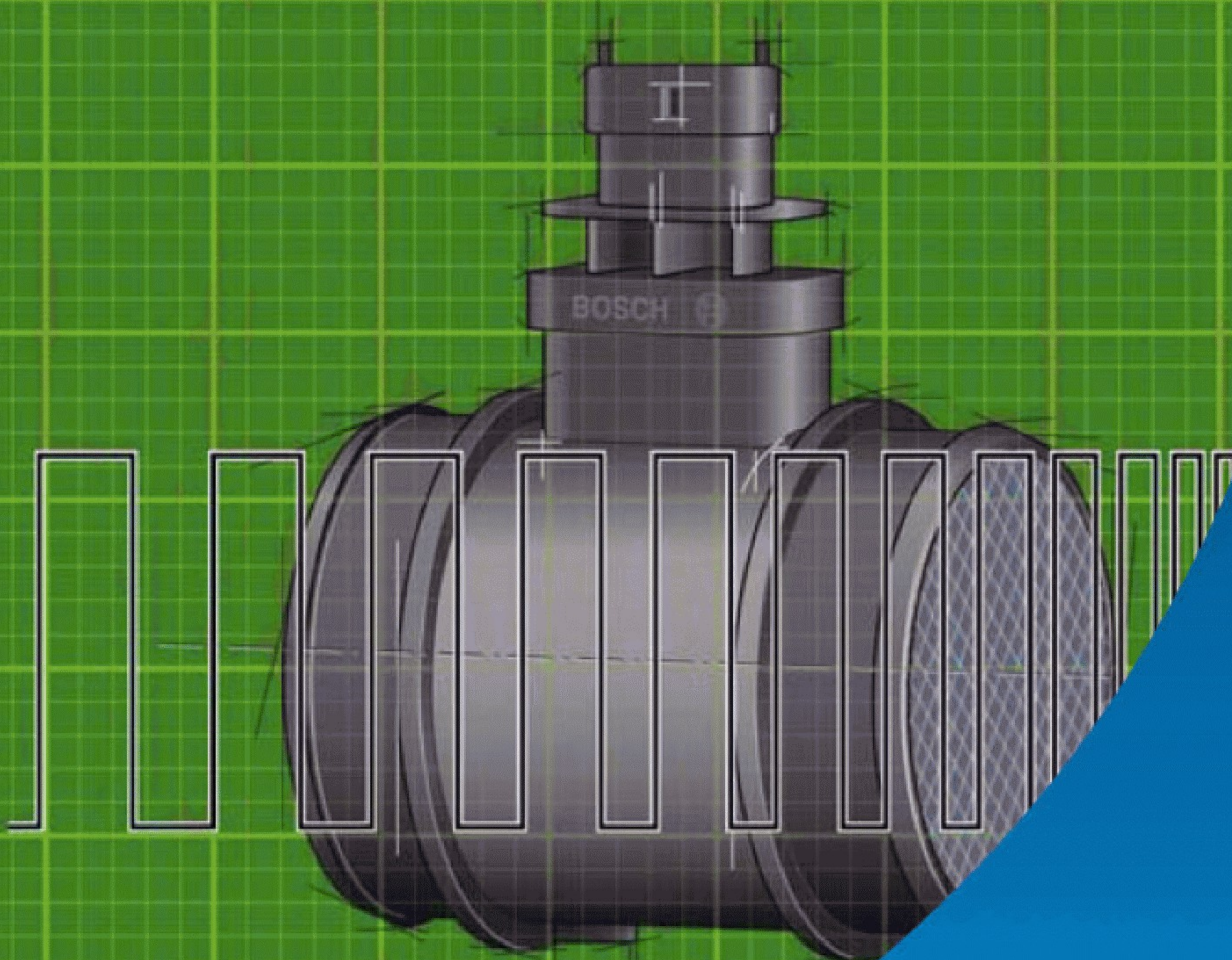




Программа самообучения 358

Термоанемометрический плёночный расходомер воздуха HFM 6

Конструкция и принцип действия



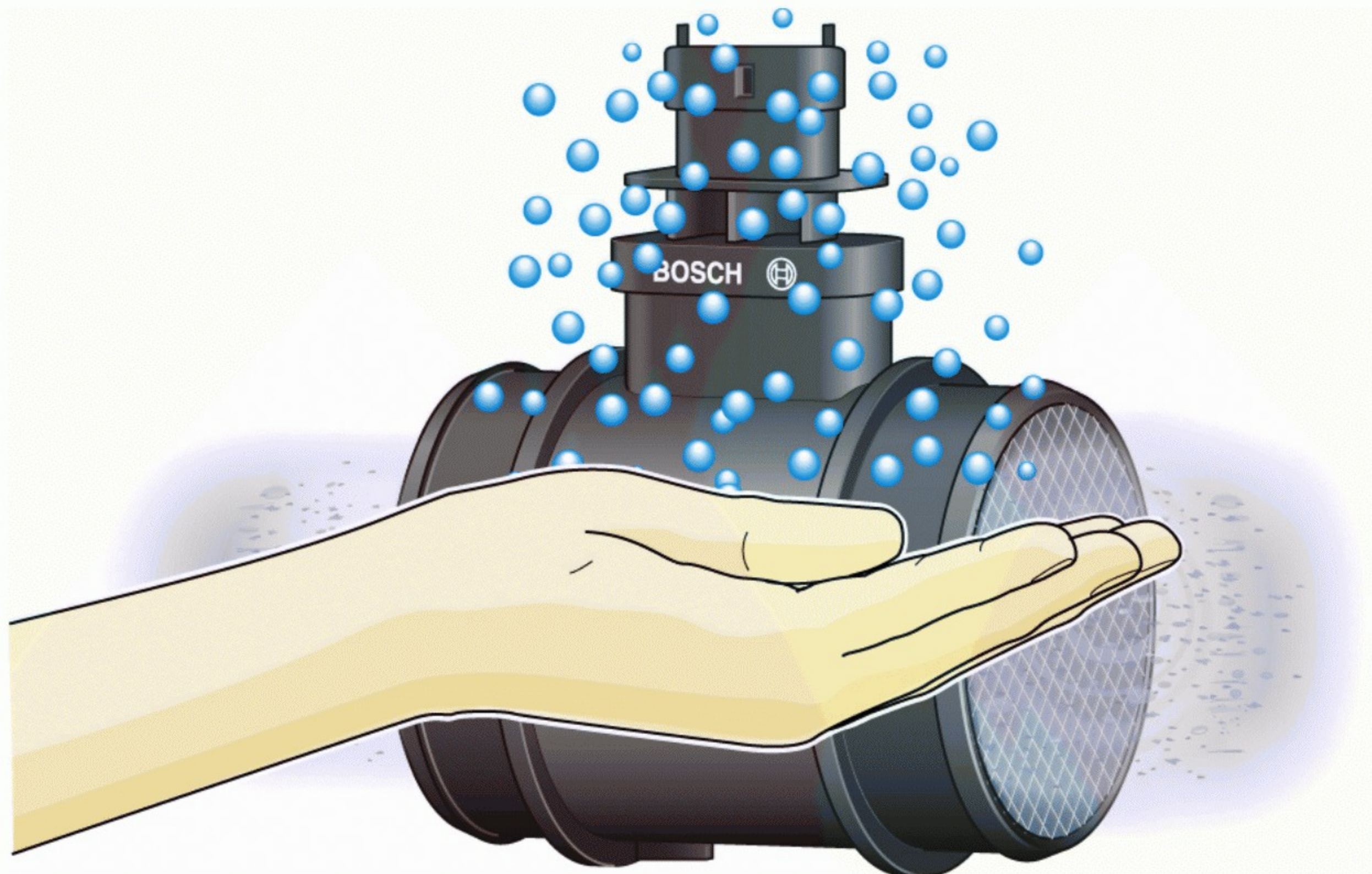
В связи с тем, что законодательство в области экологии и связанные с ним нормы токсичности отработанных газов транспортных средств постоянно совершенствуются, то потребность автомобилестроителей во всё более точных измерительных устройствах не снижается. Реакцией на этот процесс стало использование в системах управления двигателя термоанемометрических плёночных расходомеров воздуха нового поколения.

В настоящее время для выполнения требований законов и соблюдения норм токсичности просто каталитического дожигания ОГ после сгорания топлива уже недостаточно, объём их эмиссии должен поддерживаться на минимально возможном уровне благодаря повышению эффективности горения смеси.

Подобный подход приводит к тому, что современные двигатели развивают всё большую мощность при равном или даже меньшем расходе топлива.

Свой вклад в то, чтобы суметь уложиться в жёсткие рамки экологических требований, наряду с другими мерами вносит и точное определение количества всасываемого воздуха с помощью датчика массового расхода воздуха.

Настоящая программа самообучения призвана помочь в изучении и понимании основ определения количества всасываемого воздуха и принципа действия термоанемометрического плёночного расходомера воздуха HFM 6.



S358_019

НОВОЕ



**Внимание
Указание**



В программе самообучения описываются только новые конструкции и принципы их действия! Содержание программы в дальнейшем не дополняется и не обновляется.

Актуальную информацию по проверке, регулировке и ремонтным работам можно найти в специальной технической документации.



Основы измерения массы воздуха	4	
Температура и давление воздуха	4	
Влияние температуры и давления воздуха на массу воздуха	5	
Основы сгорания топлива	6	
Соотношение воздух/топливо	6	
Нормы токсичности ОГ	7	
Термоанемометрический плёночный расходомер воздуха HFM 6	8	
Задача	8	
Место установки	8	
Конструкция	9	
Чувствительный элемент	10	
Конструкция	10	
Байпасный канал	11	
Процесс измерения	12	
Распознавание обратного потока	13	
Передача сигнала расходомера воздуха в блок управления двигателя	14	
Датчик температуры всасываемого воздуха для чувствительного элемента	15	
Техническое обслуживание	16	
Диагностика	16	
Проверка знаний	18	

Основы измерения массы воздуха



Температура и давление воздуха

Услышав слово „воздух“, многие сразу думают о той среде, которая нас окружает. То есть о воздухе с нормальным атмосферным давлением и благоприятной температурой. Но, как известно, температура и давление воздуха постоянно изменяются.

В разных местах температура и давление воздуха могут иметь сильно различающиеся значения. (С увеличением высоты температура и давление воздуха постоянно снижаются).

Влияние высоты на температуру и давление воздуха

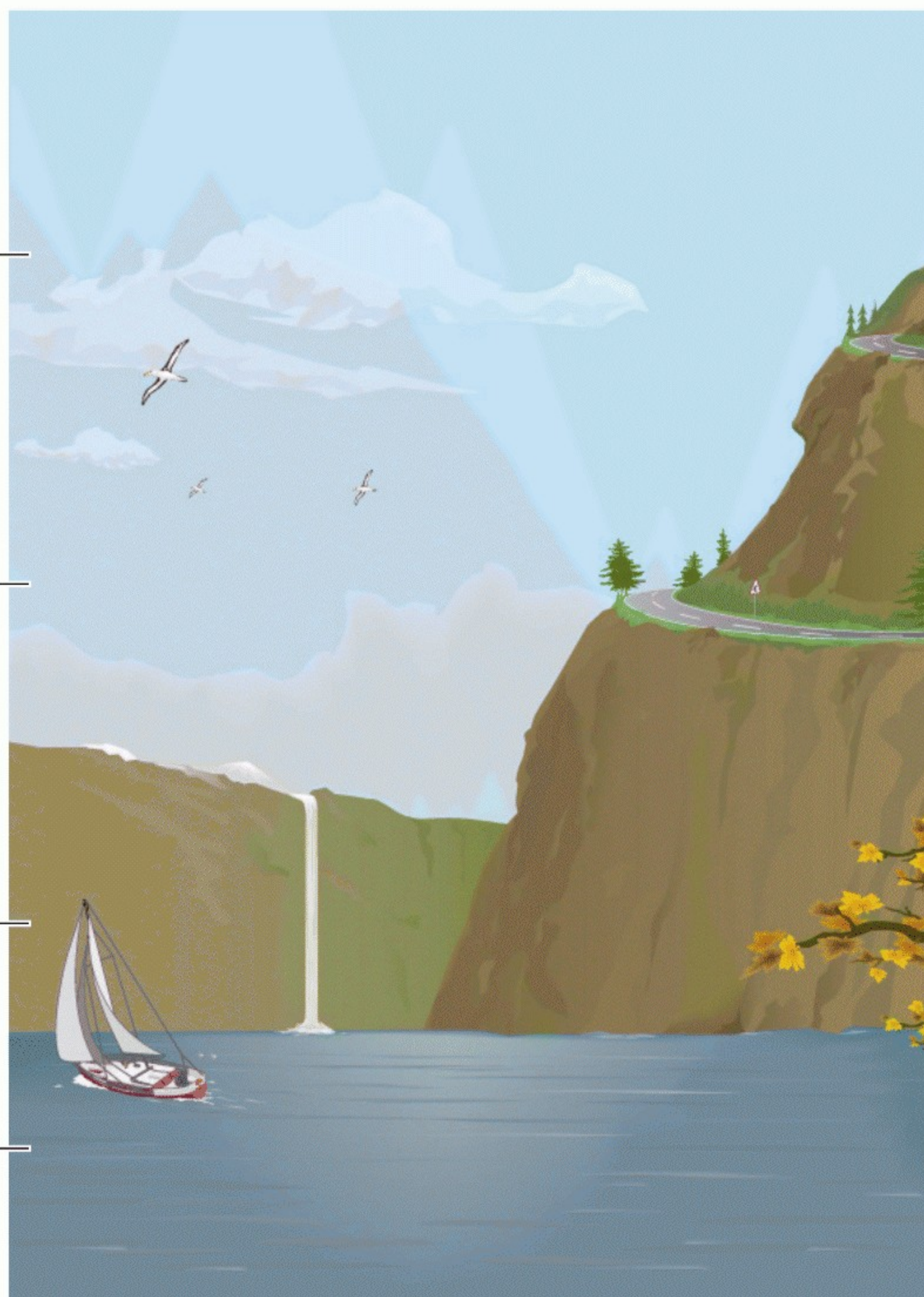
Пример:

Высота: 1000 метров
Давление воздуха: 898 кПа (0,898 бар)
Температура: 13,5 °С

Высота: 500 метров
Давление воздуха: 954 кПа (0,954 бар)
Температура: 16,75 °С

Высота: 100 метров
Давление воздуха: 1001 кПа (1,001 бар)
Температура: 19,35 °С

Высота: 0 метров
Давление воздуха: 1013 кПа (1,013 бар)
Температура: 20 °С



S358_002



Влияние температуры и давления воздуха на массу воздуха

В постоянном объёме с изменением температуры и давления масса воздуха изменяется.

Низкое давление воздуха, высокая температура

В цилиндрическом сосуде площадью 1 м^2 и высотой 1 м находится 1 м^3 воздуха.

Давление воздуха низкое, температура воздуха высокая.

За счёт низкого давления и высокой температуры плотность воздуха небольшая.

(В сосуде находится незначительная масса воздуха).

Масса воздуха в сосуде небольшая.



S358_003

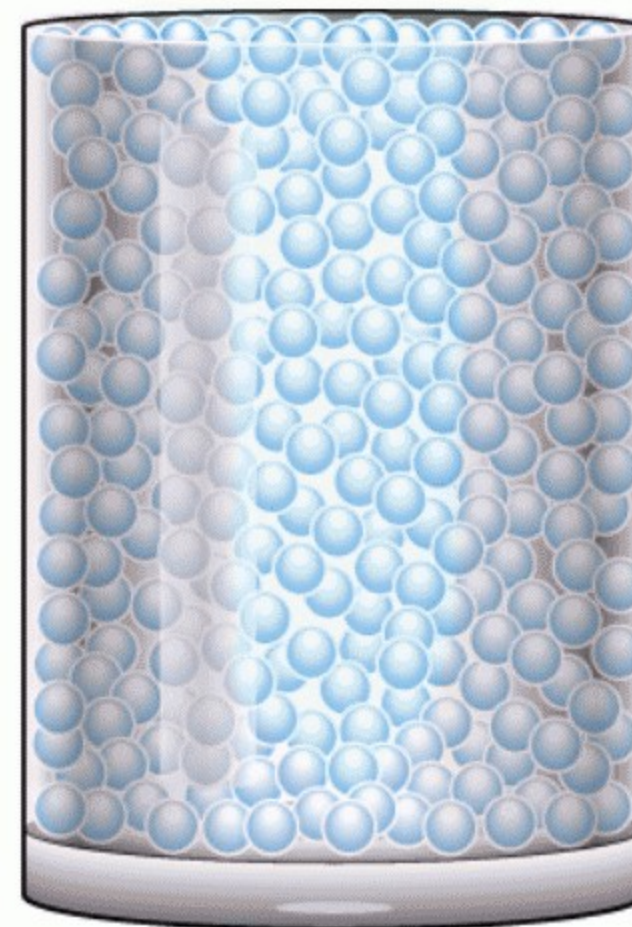
Высокое давление воздуха, низкая температура

В сосуде аналогичных размеров находится воздух под высоким давлением и с низкой температурой.

За счёт высокого давления и низкой температуры плотность воздуха значительно выше.

(В сосуде находится значительно большая масса воздуха).

Масса воздуха в сосуде существенно больше.

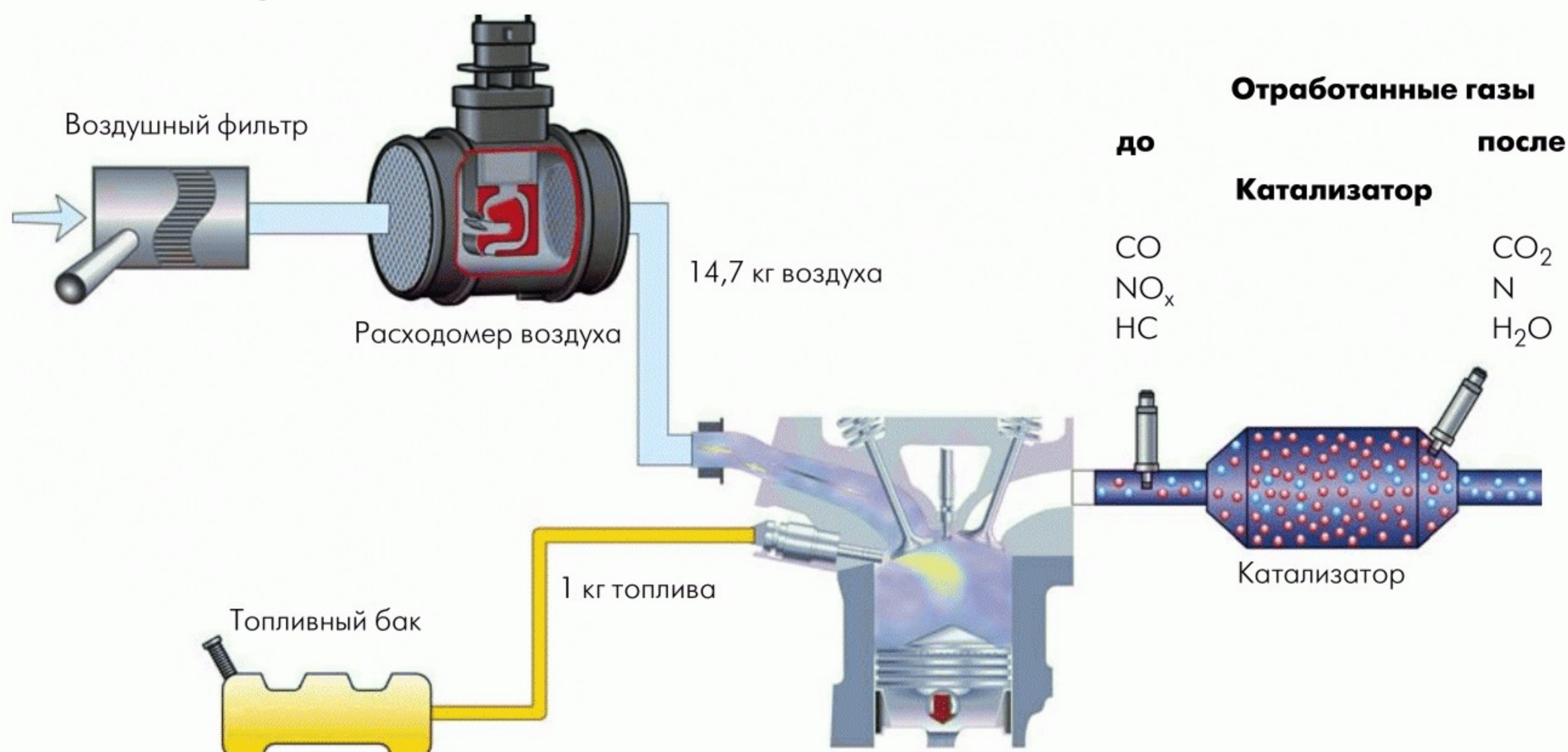


S358_004

Основы сгорания топлива

Соотношение воздух/топливо

Прохождение воздуха



Прохождение топлива

Для оптимального сгорания 1 кг топлива в двигателе внутреннего сгорания требуется 14,7 кг воздуха. Это соотношение топлива и воздуха в технике именуется стехиометрическим соотношением.

Для того чтобы блок управления двигателем в любом режиме мог установить правильное соотношение топлива и воздуха, ему необходима точная информация о массе всасываемого воздуха.

В стехиометрическом режиме соотношение воздух/топливо имеет значение лямбда, равное 1. Только в стехиометрическом режиме можно почти полностью удалить вредные вещества из отработанных газов при помощи катализатора.

Богатая горючая смесь

Если горючая смесь богатая (лямбда < 1), то в отработанных газах содержится слишком много окиси углерода (CO) и несгоревших углеводородов (HC).

$$\text{Пример: } \frac{1,2 \text{ кг топлива}}{14,7 \text{ кг воздуха}}$$

Бедная горючая смесь

Если горючая смесь бедная (лямбда > 1), то в отработанных газах содержится слишком много оксидов азота (NO_x).

$$\text{Пример: } \frac{0,8 \text{ кг топлива}}{14,7 \text{ кг воздуха}}$$

Точное измерение количества всасываемого воздуха помогает удерживать соотношение воздух/топливо стехиометрическим (лямбда = 1) и сократить тем самым эмиссию вредных веществ или даже избежать их образования.

S358_005

Нормы токсичности ОГ

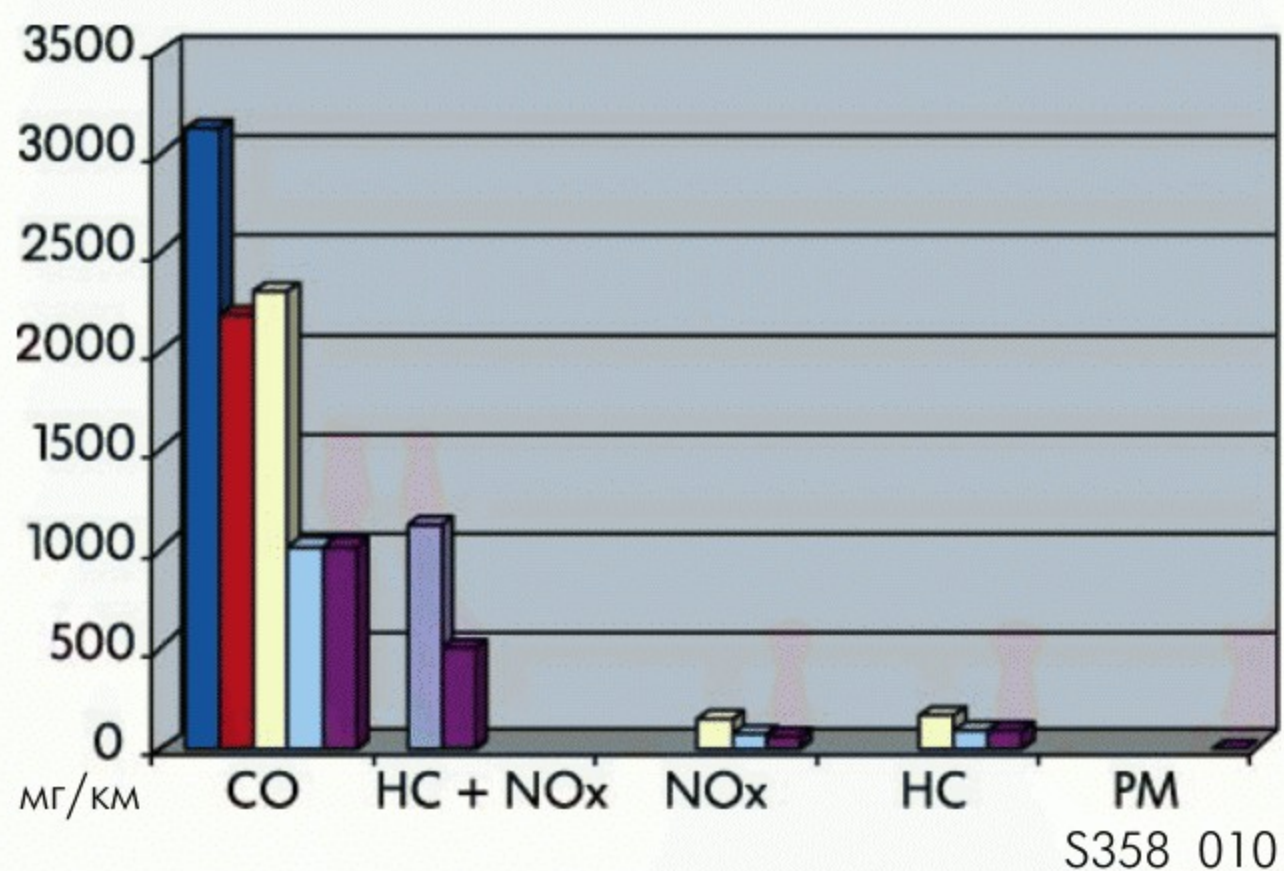
Термоанемометрический плёночный расходомер воздуха благодаря сокращённой погрешности измерений, в сравнении с предшествующими моделями, вносит свой вклад в соблюдение постоянно ужесточающихся норм токсичности ОГ в Европе и Соединённых Штатах.

Благодаря точному определению массы всасываемого воздуха оптимизируется смесеобразование и упрощается последующая обработка отработанных газов катализаторами.



Разработка показателей токсичности ОГ на примере Европы

Бензиновые двигатели



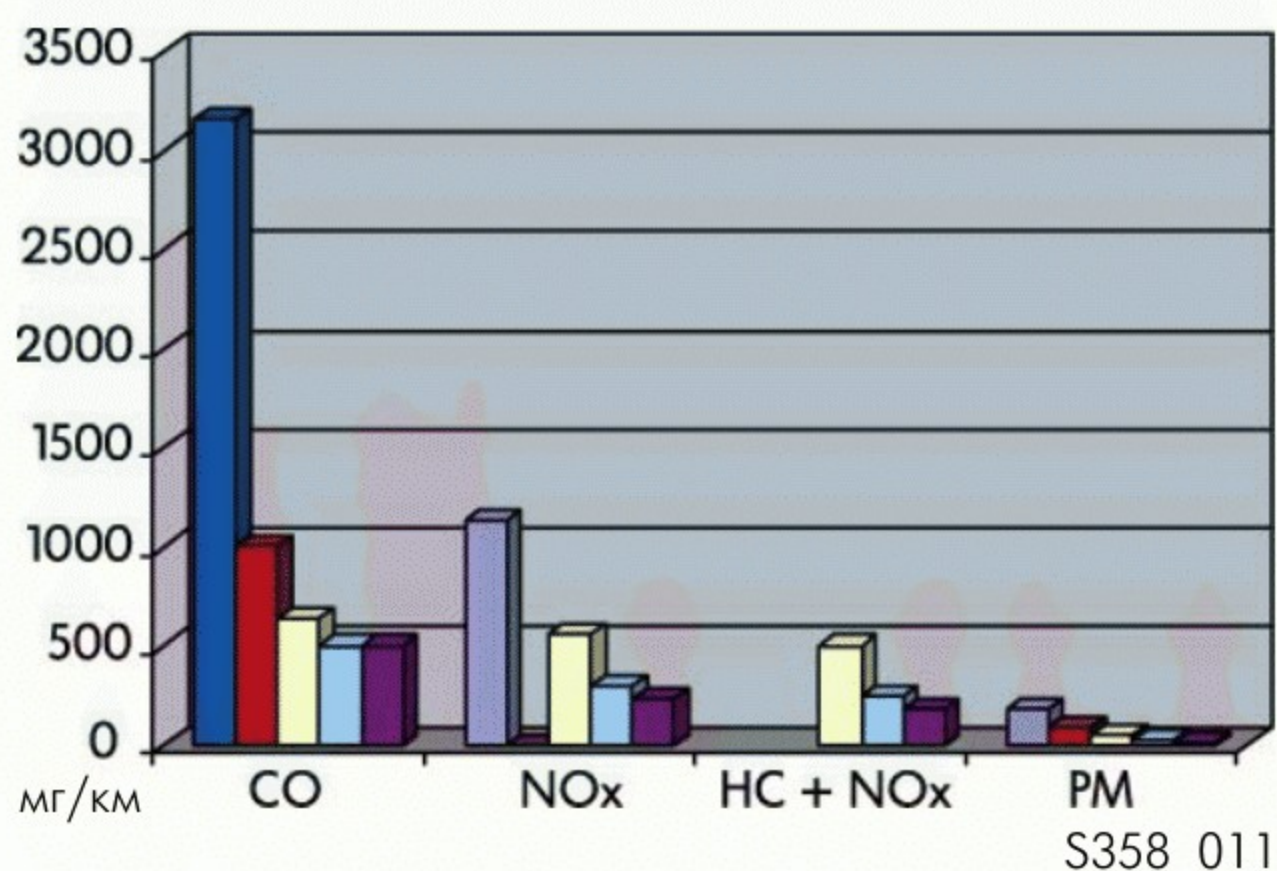
Норма	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5**
Действительно с:	01.07.92	01.01.96	01.01.00	01.01.05	01.09.09
CO	3160	2200	2300	1000	1000
HC + NOx	1130	500			
NOx			150	80	60
HC			200	100	100
PM				5*	5*

* Автомобили с непосредственным впрыском

** Значения согласно прежней информации

Расшифровка формул химических соединений и сокращений см. на странице 19

Дизельные двигатели



Норма	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5**
Действительно с:	01.07.92	01.01.96	01.01.00	01.01.05	01.09.09
CO	3160	1000	640	500	500
HC + NOx	1130	700/900*	560	300	230
NOx			500	250	180
PM	180	80/100*	50	25	5

* Автомобили с непосредственным впрыском

** Значения согласно прежней информации

Расшифровка формул химических соединений и сокращений см. на странице 19

Легенда

■ EURO 1	с 1992 г. также степень 1 EWG (Европейское экономическое сообщество)
■ EURO 2	с 1996 г. также степень 2 EG (Европейское сообщество)
■ EURO 3	с 2000 г.
■ EURO 4	с 2005 г.
■ EURO 5	с 2009 г.

Термоанемометрический плёночный расходомер воздуха HFM 6

Задача

Термоанемометрический плёночный расходомер воздуха HFM 6 служит для определения массы всасываемого воздуха. На основании его сигнала блок управления двигателя определяет точную массу всасываемого воздуха.

В бензиновых двигателях сигналы используются для расчёта всех зависящих от нагрузки функций.

В дизельных двигателях сигналы применяются для управления

Функции, зависящие от нагрузки:

- момент зажигания,
- время впрыска,
- количество впрыскиваемого топлива,
- абсорбер с активированным углем.

- количества рециркулируемых отработанных газов,
- времени впрыска.

Этим датчиком уже оснащены:

- Двигатель V6 FSI 3,2 л
- Двигатель V6 FSI 3,6 л
- Двигатель R5 TDI 2,5 л

Место установки

Термоанемометрический плёночный расходомер воздуха установлен между воздушным фильтром и дроссельной заслонкой в системе воздушного питания двигателя.



Расходомер воздуха

Система воздушного питания двигателя

Воздушный фильтр

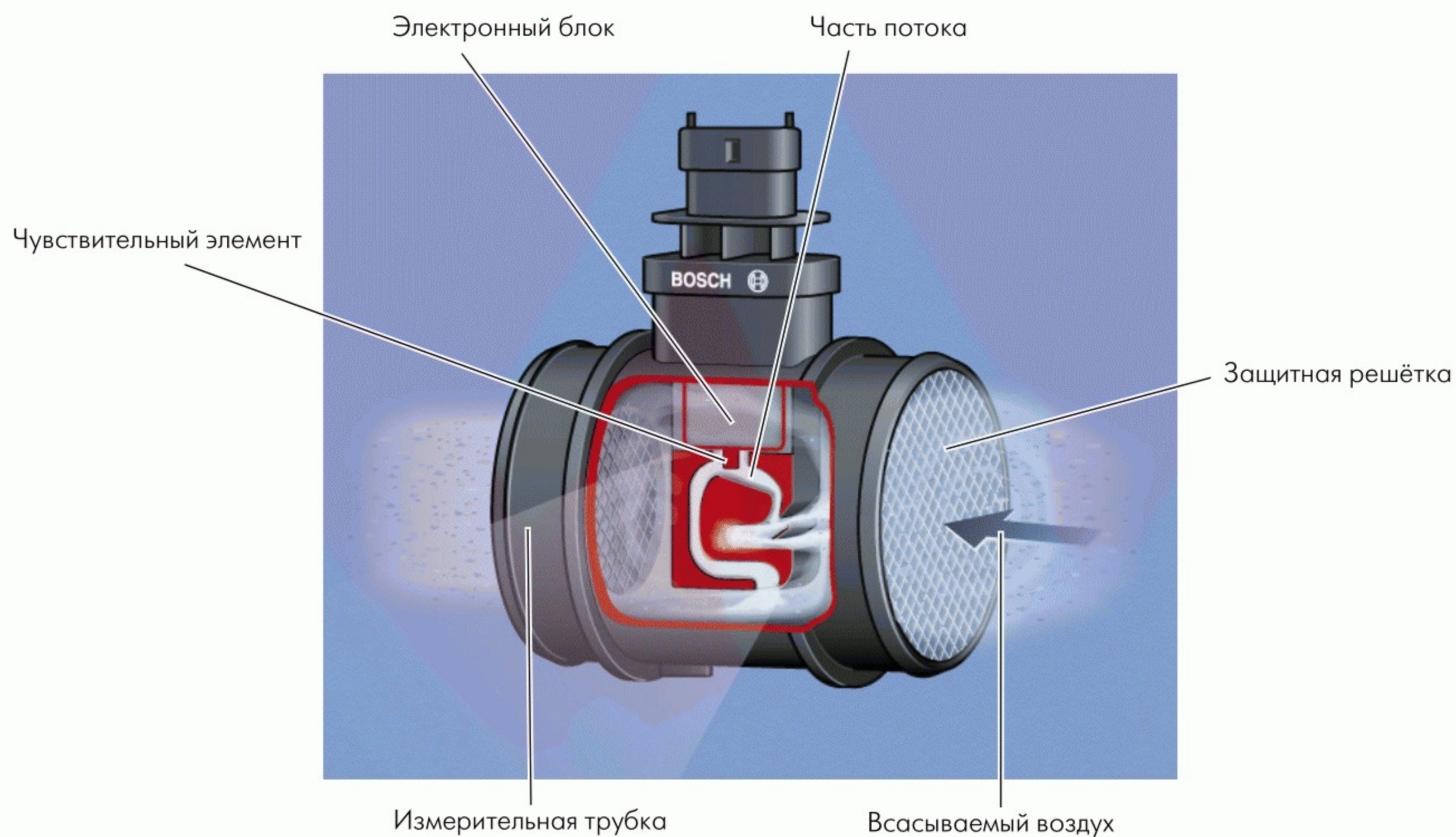
S358_016

Конструкция

Термоанемометрический плёночный расходомер воздуха HFM 6 состоит из:

- измерительной трубки,
- электронного блока с чувствительным элементом.

Измерение количества воздуха осуществляется в части потока (байпасном канале). Благодаря специальной конструкции расходомер воздуха может измерять массу прямого и обратного потока воздуха.



S358_006

При попадании в чувствительный элемент частиц грязи, паров моторного масла и влаги результат измерения искажается. По этой причине при конструировании измерительной трубки и защитной решётки особенно внимание было уделено тому, чтобы загрязнения не попали на электронный чувствительный элемент.

Чувствительный элемент

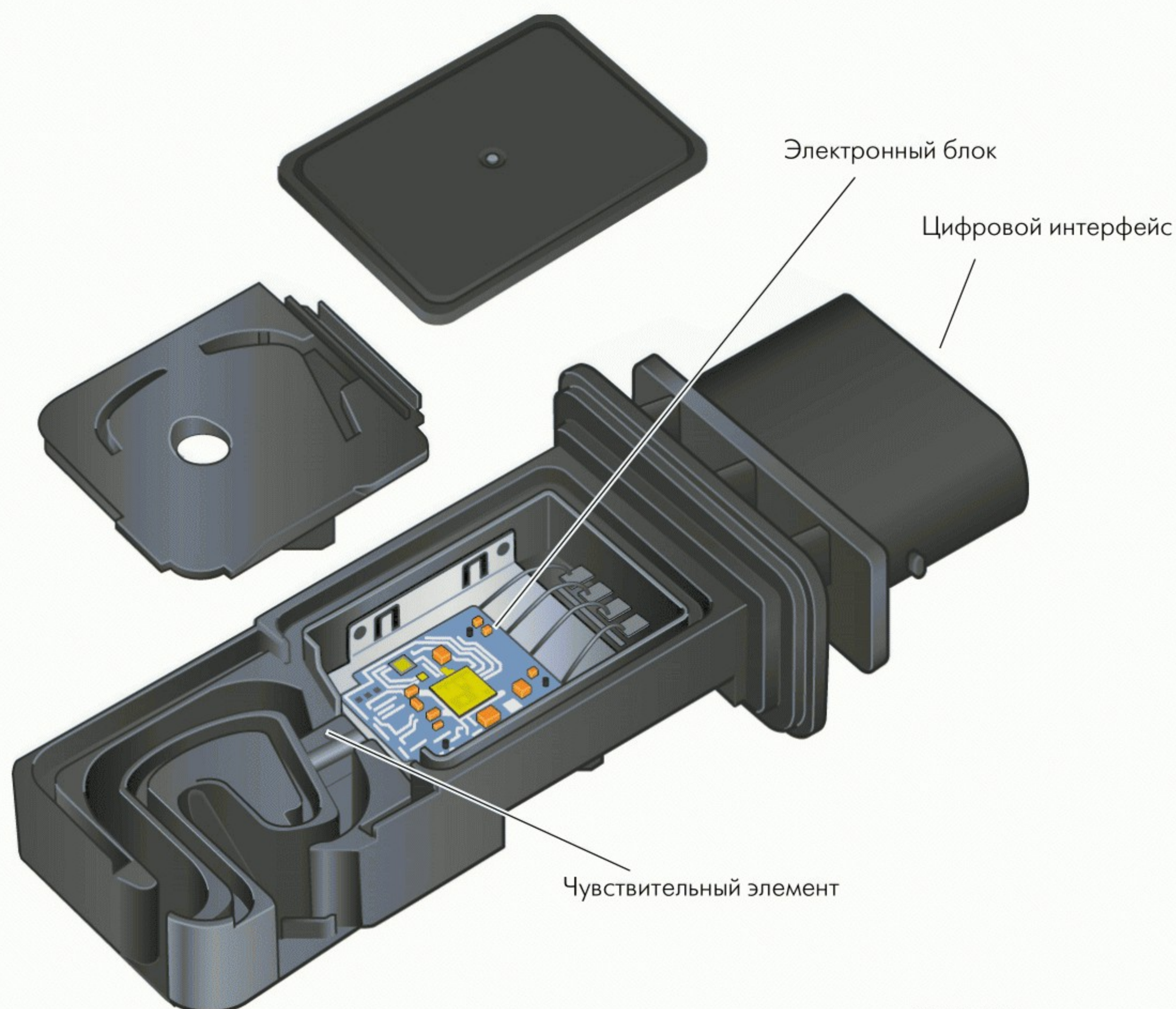
Конструкция

Новый расходомер воздуха, как и его предшественник, работает по термическому принципу измерения.

Он состоит из следующих основных деталей:

- микромеханического чувствительного элемента с функцией распознавания обратного потока и датчиком температуры всасываемого воздуха;
- электронного блока, который осуществляет обработку цифрового сигнала;
- цифрового интерфейса.

Благодаря наличию в расходомерах воздуха нового поколения цифрового интерфейса, в блоке управления двигателя осуществляется более точная и стабильная обработка сигнала по сравнению с используемыми ранее приборами.



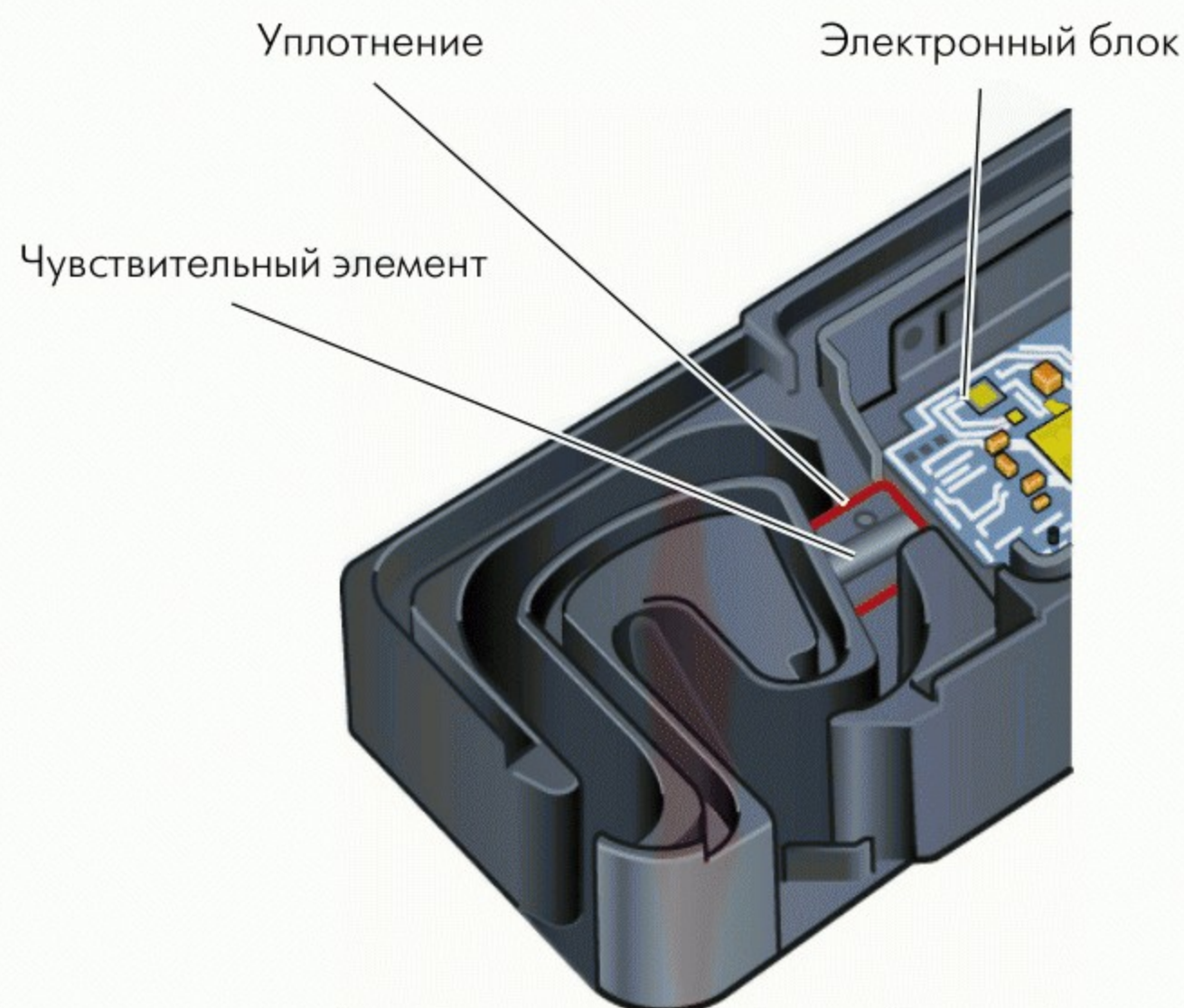
S358_001

Обработка цифрового сигнала

В отличие от предшествующих моделей расходомер воздуха HFM 6 посылает в блок управления двигателя цифровой сигнал. До этого блок управления двигателя получал аналоговый сигнал, который по мере старения и под воздействием переходных сопротивлений искажался.

Байпасный канал

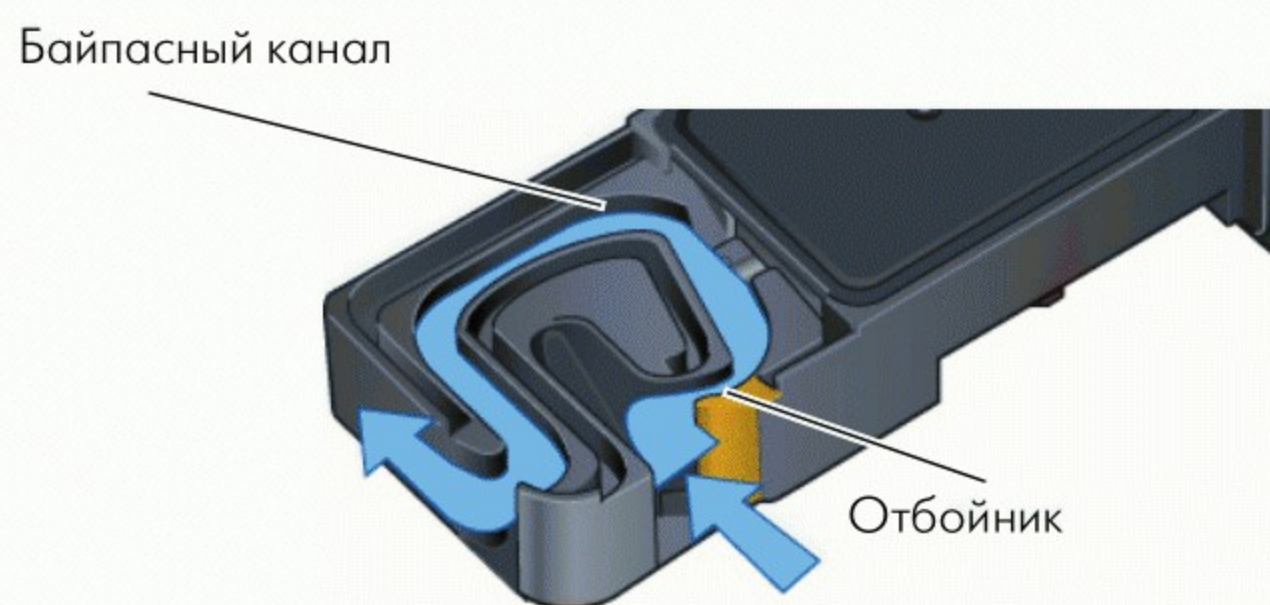
В сравнении с предшествующей моделью HFM 5 байпасный канал оптимизирован к потоку. Часть потока, необходимая для измерения массы воздуха, всасывается в байпасный канал за отбойником.



S358_013

Стабильность датчика

Байпасный канал полностью изолирован от электронного блока клеевыми соединениями и уплотнениями чувствительного элемента. Кроме того, упрочнён материал чувствительного элемента. Благодаря принятым мерам достигается повышенная прочность датчика.



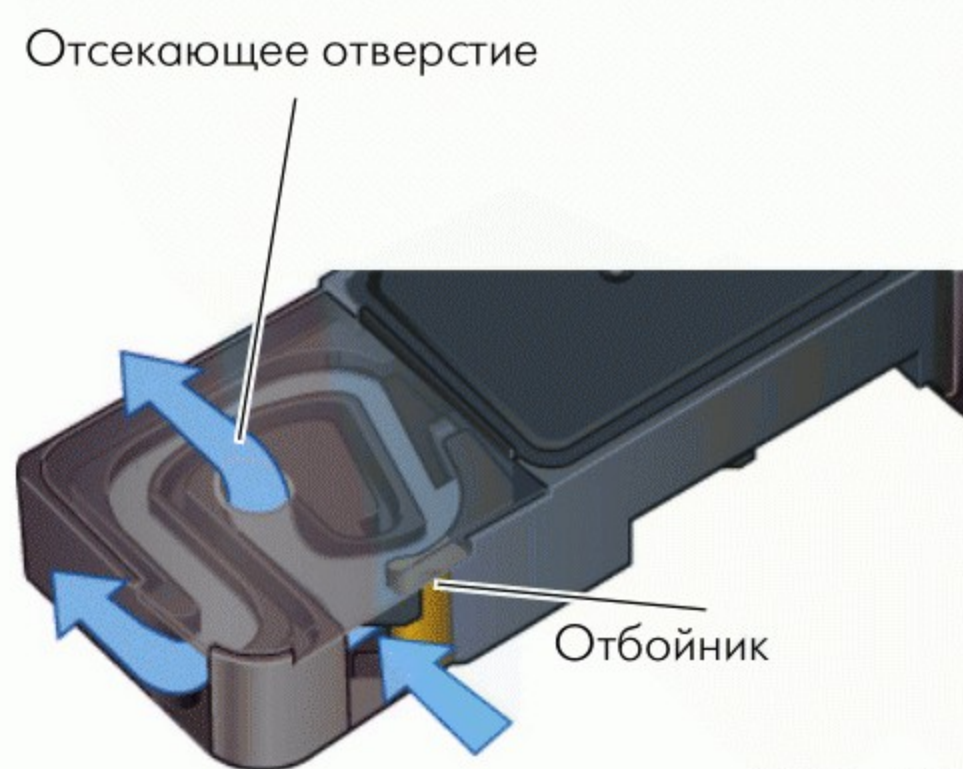
S358_008

Принцип действия:

За счёт конструкции отбойника за ним образуется вакуум.

Под действием вакуума часть потока, необходимая для измерения массы воздуха, всасывается в байпасный канал. Медленно движущиеся частицы грязи не могут следовать за быстрым потоком и через отсекающее отверстие снова попадают в основной поток всасываемого воздуха.

Таким образом, частицы грязи не могут исказить результат измерения и повредить чувствительный элемент.



S358_012



Чувствительный элемент

Процесс измерения

На электронном блоке находится чувствительный элемент.

Чувствительный элемент выступает в часть потока, используемую для измерения массы воздуха.

На чувствительном элементе находятся:

- нагревательный резистор,
- два терморезистора R1 и R2,
- датчик температуры всасываемого воздуха.

Принцип действия:

Нагревательный резистор нагревает центр чувствительного элемента до температуры на 120 °C выше температуры всасываемого воздуха.

Пример функционирования:

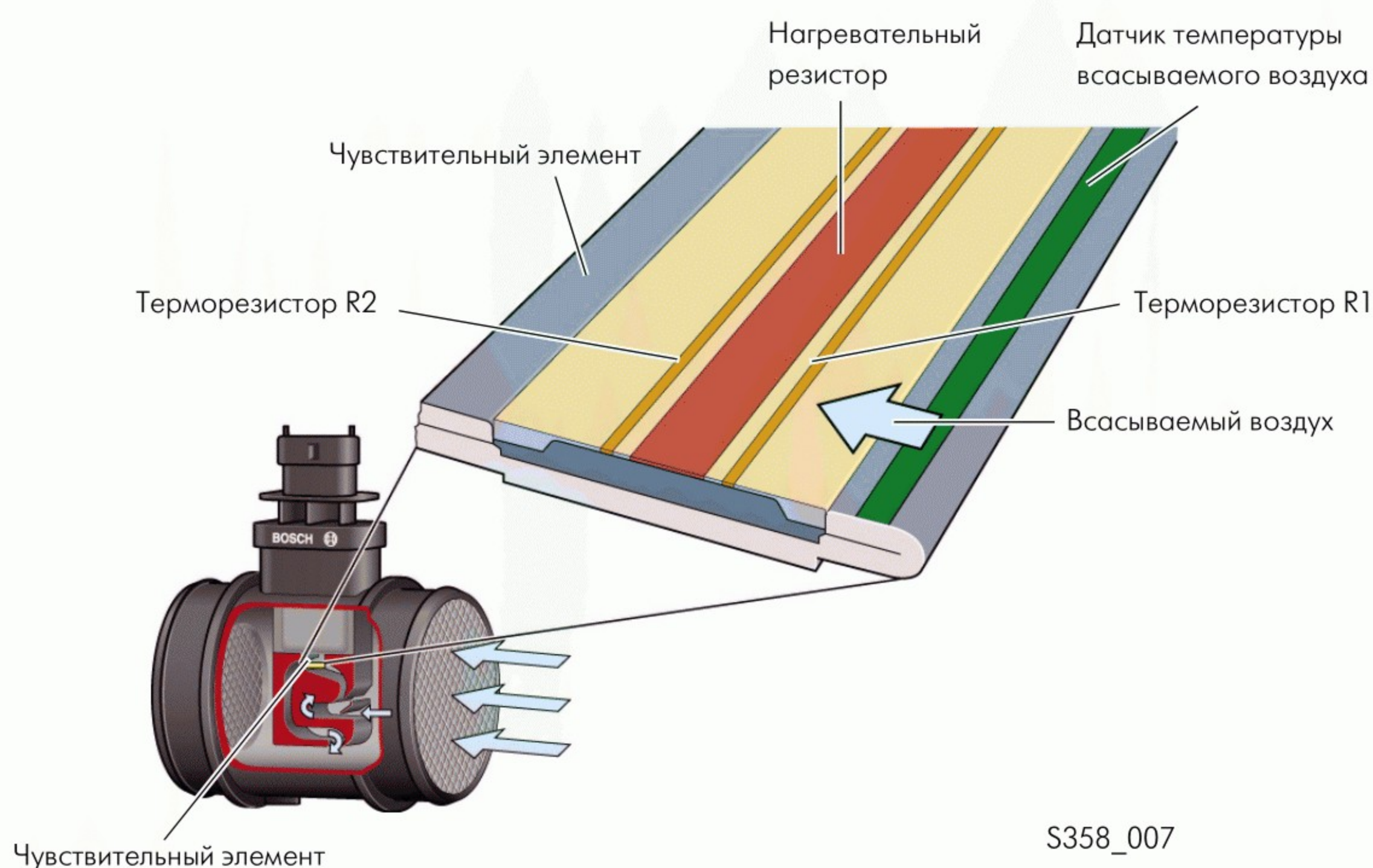
Температура всасываемого воздуха 30 °C
Нагревательный резистор нагревается до 120 °C
Измеренная температура 120 °C + 30 °C = 150 °C

По мере удаления от нагревательного резистора к кромке чувствительного элемента температура снижается.

Пример измерения:

Температура всасываемого воздуха:	30 °C
Температура на кромке чувствительного элемента:	30 °C
Нагревательный резистор:	150 °C
Температура резисторов R1 и R2 без потока всасываемого воздуха:	90 °C
Температура резистора R1 с потоком всасываемого воздуха:	50 °C
Температура резистора R2 с потоком всасываемого воздуха:	остается ок. 90 °C

По разнице температур резисторов R1 и R2 электронный модуль определяет массу всасываемого воздуха и направление воздушного потока.



S358_007

Распознавание обратного потока

При закрытых впускных клапанах всасываемый воздух отражается от них и движется обратно к расходомеру воздуха. Если обратный поток воздуха не распознается, то результат измерения искажается.

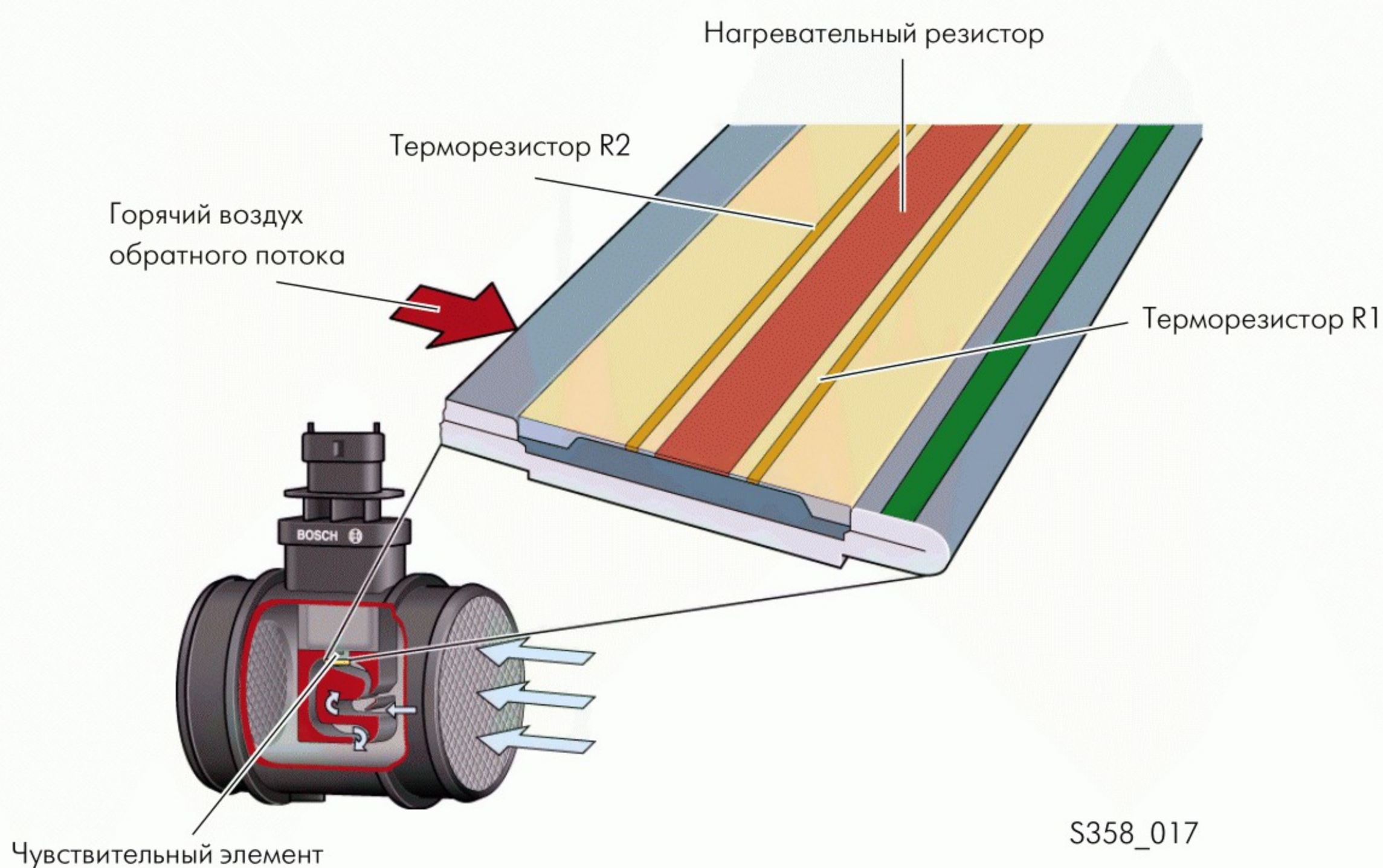
Принцип действия:

Воздух обратного потока, движущийся в направлении чувствительного элемента, предварительно проходит через терморезистор R2, потом через нагревательный резистор и в завершение через терморезистор R1.

Пример:

Температура всасываемого воздуха:	30 °C
Нагревательный резистор:	150 °C
Температура резистора R2:	50 °C
Температура резистора R1:	90 °C

По разнице температур резисторов R1 и R2 электронный модуль определяет количество воздуха обратного потока и направление воздушного потока.



Чувствительный элемент

Передача сигнала расходомера воздуха в блок управления двигателя

Расходомер воздуха посылает цифровой сигнал измеренной массы воздуха на блок управления двигателя в форме частотного сигнала. По длине периодов импульсов блок управления двигателя может определить измеренную массу воздуха.

Преимущество:

Цифровые сообщения менее подвержены помехам, чем аналоговые сигналы, передаваемые по проводам.



Частотный сигнал



Использование сигнала

Бензиновый двигатель

Информация о количестве всасываемого воздуха необходима блоку управления двигателя для точного расчёта зависящих от нагрузки функций.

Дизельный двигатель

Измеренные значения необходимы блоку управления двигателя для расчёта количества рециркулируемых ОГ и количества впрыскиваемого топлива.

Последствия при пропадании сигнала

Бензиновый двигатель и дизельный двигатель

При пропадании сигнала расходомера воздуха блок управления двигателя использует эквивалентную модель массы воздуха, которая записана на этот случай в блоке управления двигателя.

Датчик температуры всасываемого воздуха для чувствительного элемента

Датчик температуры всасываемого воздуха находится на чувствительном элементе, который благодаря этому и определяет фактическую температуру всасываемого воздуха.

Использование сигнала

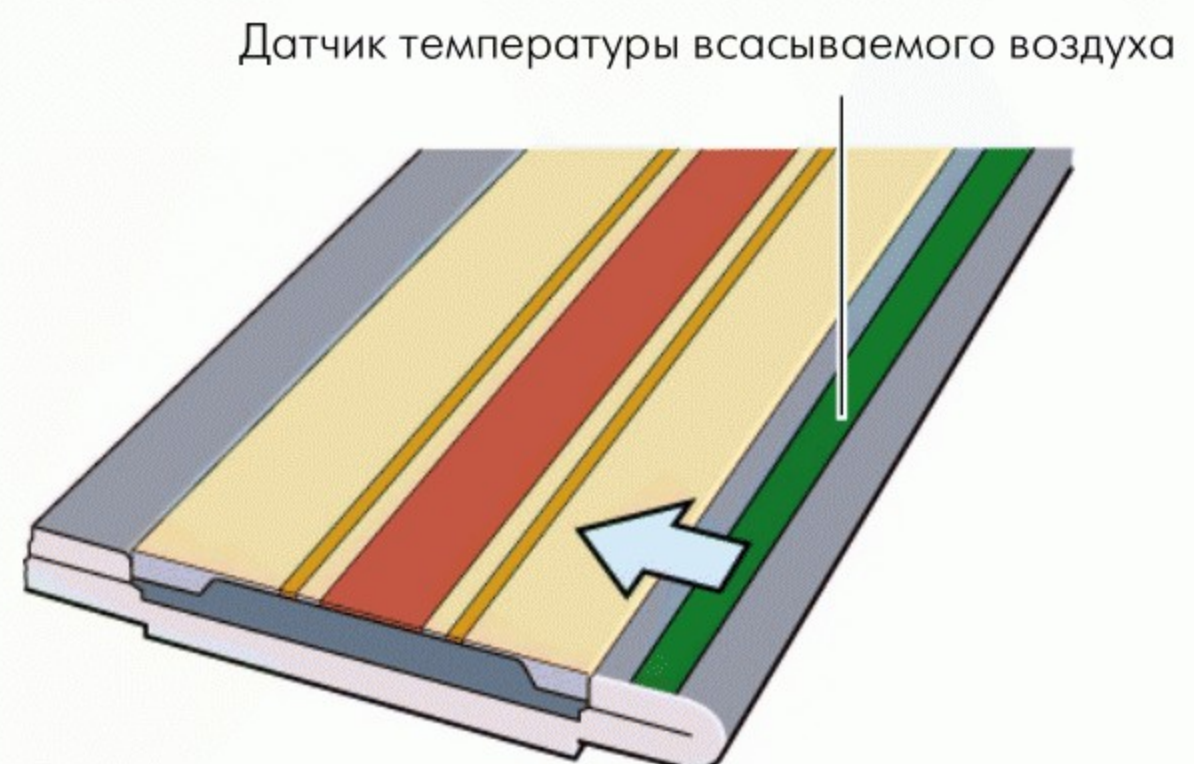
Датчик температуры всасываемого воздуха служит для оценки значений температуры внутри расходомера воздуха.

Указания:

В блоке управления двигателя для определения температуры всасываемого воздуха имеется собственный независимый датчик.

Для определения температуры всасываемого воздуха 3,2-литровый двигатель V6 FSI и 3,6-литровый двигатель V6 FSI оснащены датчиком температуры всасываемого воздуха G42.

На 2,5-литровом двигателе R5 TDI для определения температуры всасываемого воздуха установлен датчик температуры всасываемого воздуха G42. Вместе с датчиком давления наддува G31 он составляет единую деталь.



S358_009



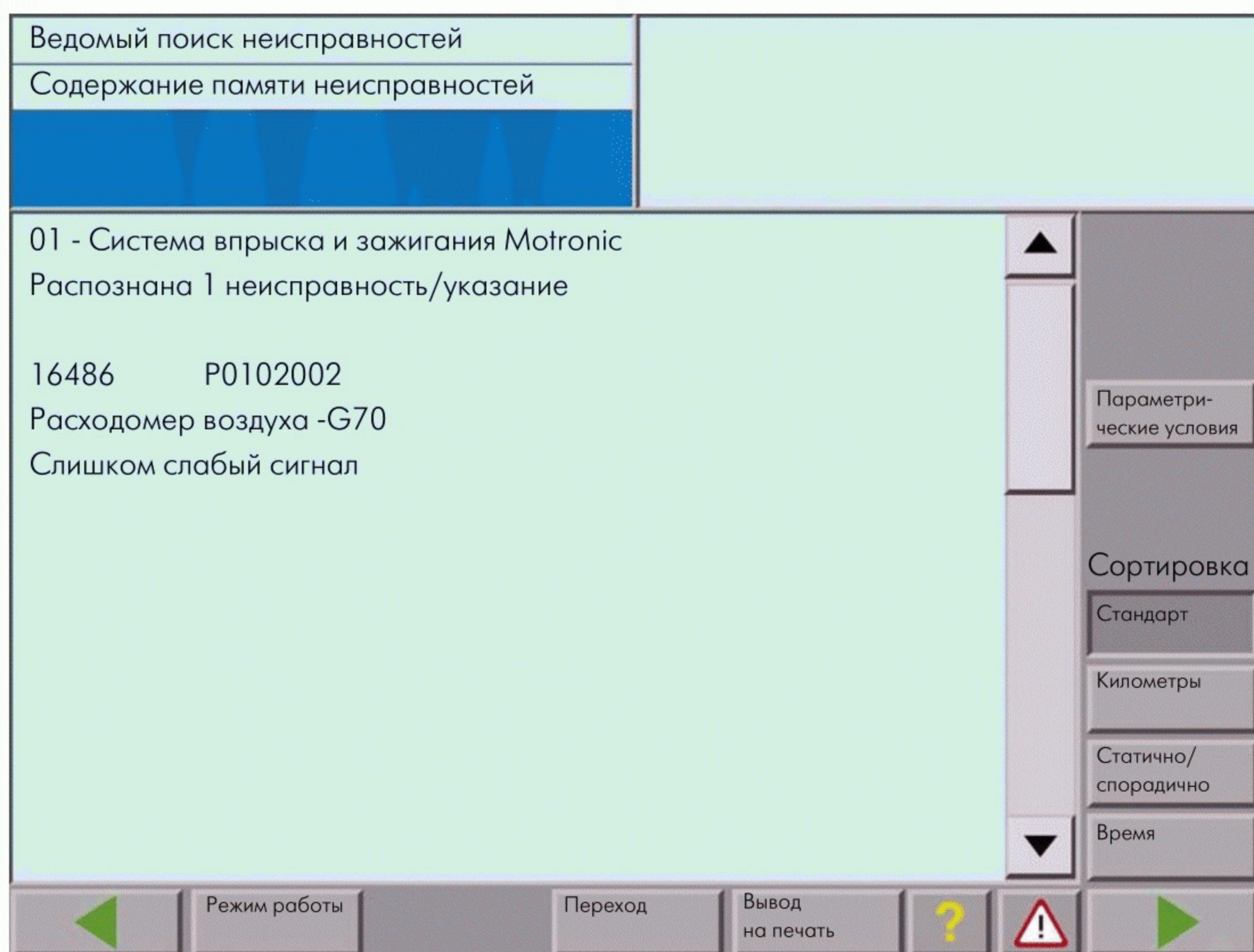
Техническое обслуживание

Диагностика

Память неисправностей

Ошибки в работе расходомера воздуха регистрируются в памяти неисправностей блока управления двигателя J623.

Если в процессе работы возникает функциональное нарушение, то в память неисправностей заносится соответствующая запись.



The screenshot displays a diagnostic software interface. At the top, there are two menu items: "Ведомый поиск неисправностей" and "Содержание памяти неисправностей". The main display area shows the following information:

- 01 - Система впрыска и зажигания Motronic
- Распознана 1 неисправность/указание
- 16486 P0102002
- Расходомер воздуха -G70
- Слишком слабый сигнал

On the right side of the main display, there is a vertical menu with the following options:

- Параметрические условия
- Сортировка
- Стандарт
- Километры
- Статично/спорадично
- Время

At the bottom of the interface, there is a navigation bar with the following buttons:

- ←
- Режим работы
- Переход
- Вывод на печать
- ?
- ⚠
-

S358_014

Проверка знаний

1. Какое высказывание относительно плотности воздуха верно?

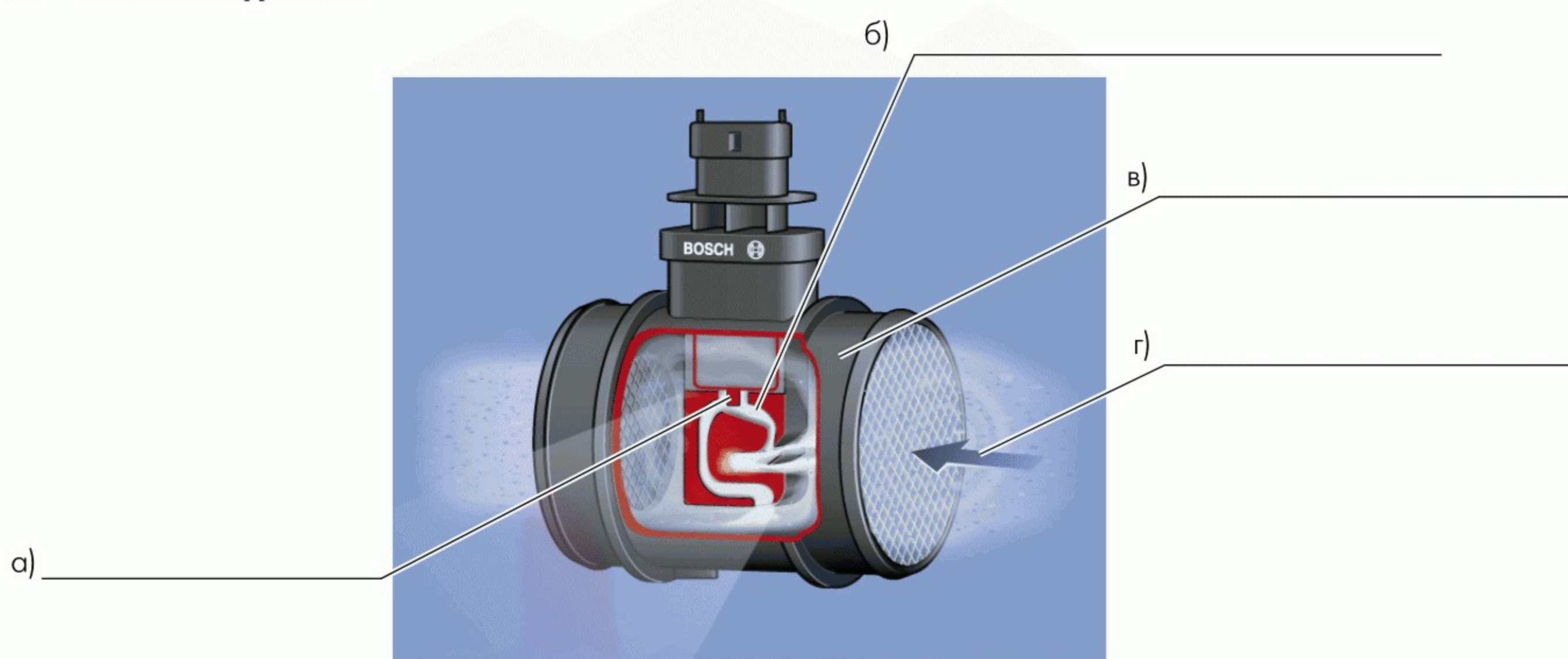
- а) Небольшая плотность воздуха соответствует небольшой массе воздуха.
- б) Высокая плотность воздуха соответствует большой массе воздуха.
- в) Небольшая плотность воздуха соответствует большой массе воздуха.
- г) Плотность и масса воздуха не зависят друг от друга.

2. Какое высказывание верно?

Для оптимального сгорания 1 кг топлива в двигателе внутреннего сгорания требуется

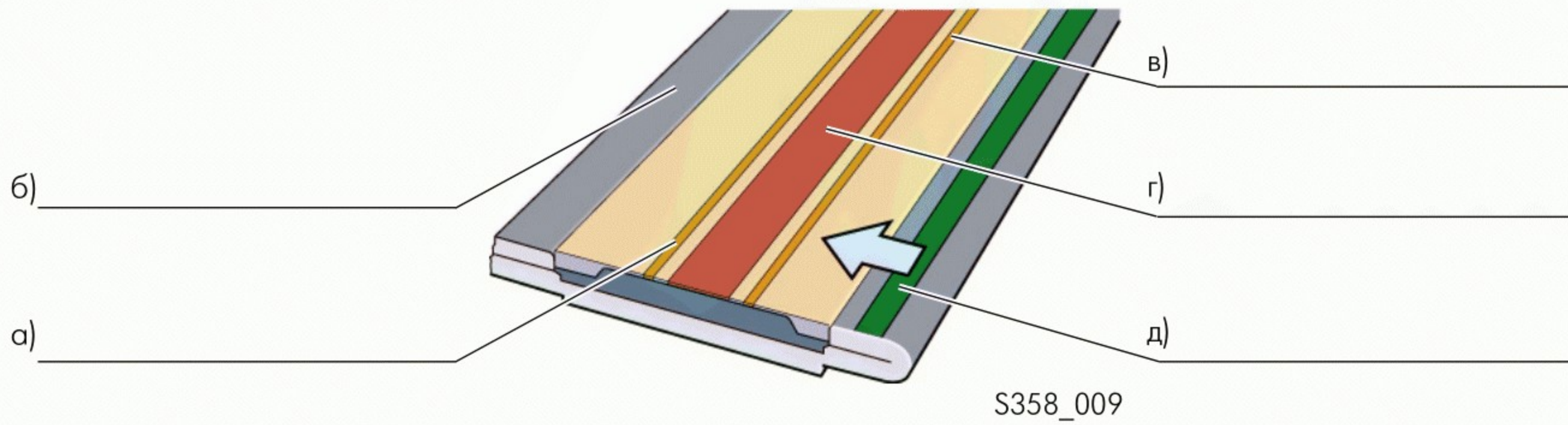
- а) 1 кг воздуха
- б) 7,4 кг воздуха
- в) 14,7 кг воздуха
- г) 17,4 кг воздуха

3. Назовите детали.



S358_006

4. Назовите детали.



5. С помощью каких деталей расходомер воздуха определяет обратный поток воздуха?

- а) с помощью терморезистора R2
- б) с помощью нагревательного резистора
- в) с помощью датчика температуры всасываемого воздуха G42
- г) с помощью терморезистора R2

Глоссарий

Расшифровка формул химических соединений и сокращений

- CO окись углерода
- HC углеводороды
- NOx оксиды азота
- PM частицы



ОТВЕТЫ:
 1 а, б; 2 в; 3 а; чувствительный элемент, б: частичный поток воздуха в: измерительная трубка г: всасываемый воздух;
 4 а: терморезистор R2, б: чувствительный элемент, в: терморезистор R1, г: нагревательный резистор, д: датчик температуры
 всасываемого воздуха; 5 а, г