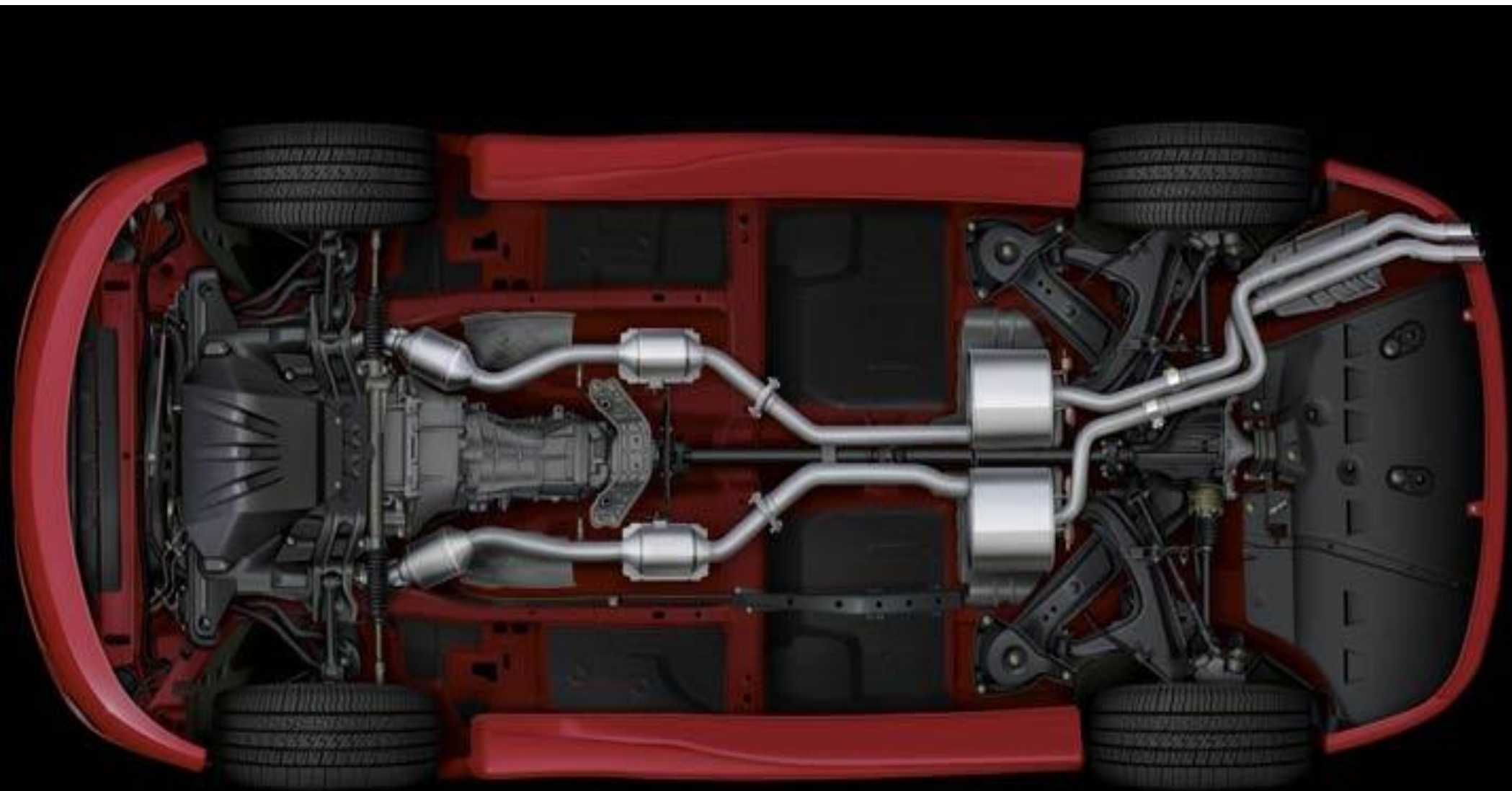


# Выпускная система (другое наименование - система выпуска отработавших газов, выхлопная система)

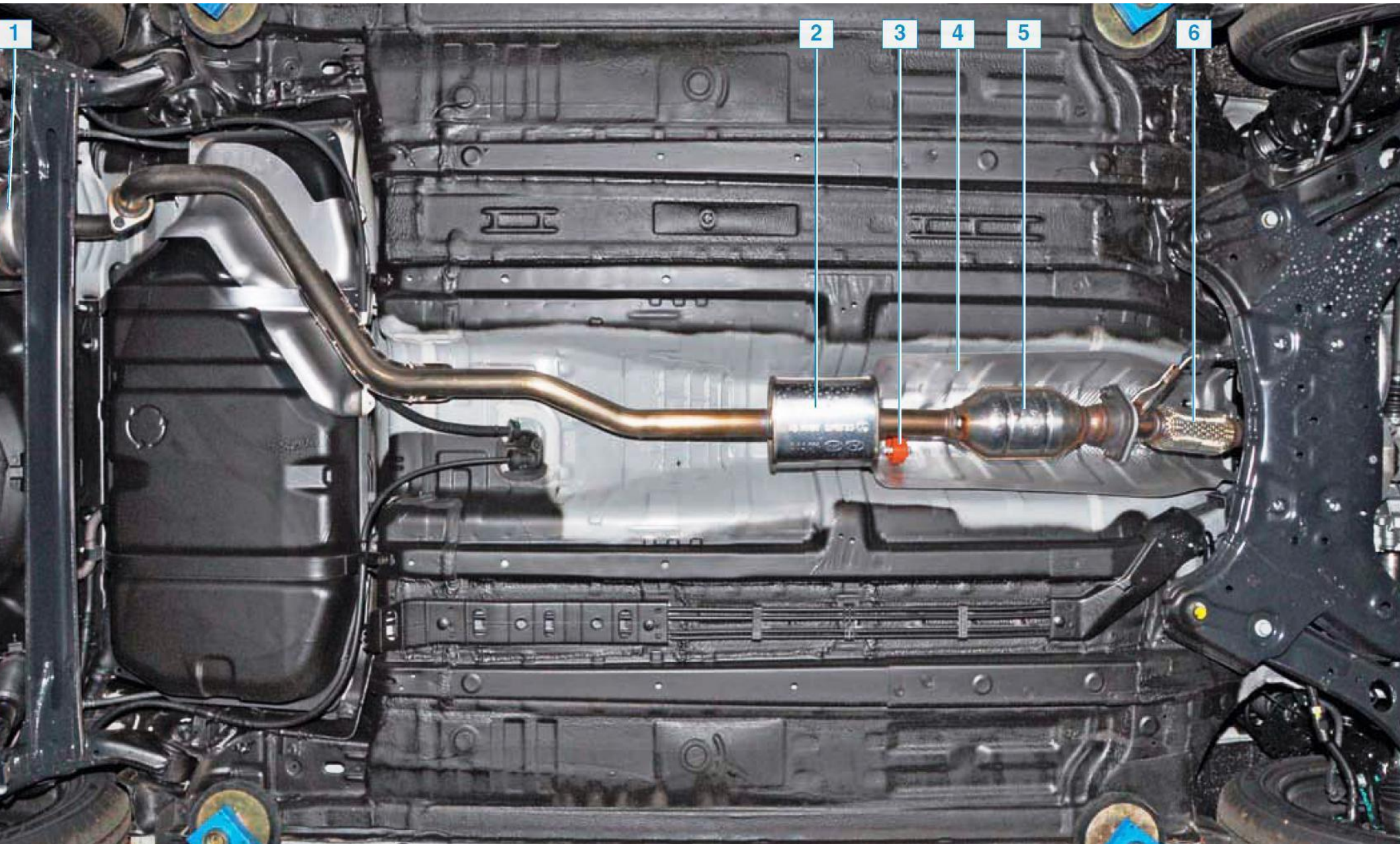


Автомобили: Теория и конструкция автомобиля и двигателя: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/  
В.К.Вахламов, М.Г.Шатров, А.А.Юрчевский; Под ред. А.А.Юрчевского. — М.: Издательский центр «Академия»,  
2003.- 816с.

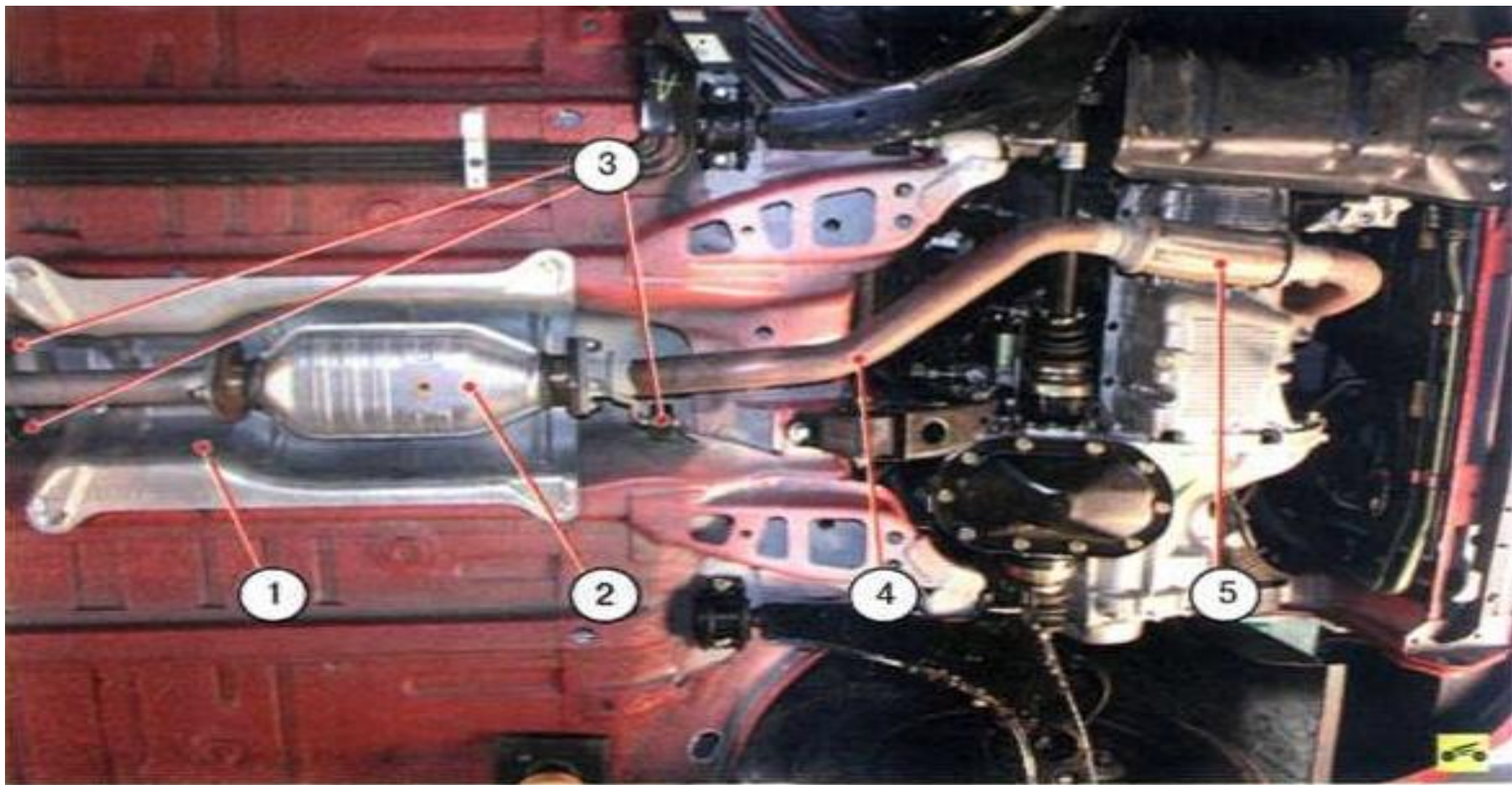
**Система выпуска отработавших газов - предназначена для отвода отработавших газов из цилиндров двигателя, их охлаждения, а также снижения шума и токсичности**



В системе могут быть размещены узлы дополнительных устройств: моторного тормоза, системы эжекции воздухоочистителя, сажеуловителя дизеля и др.



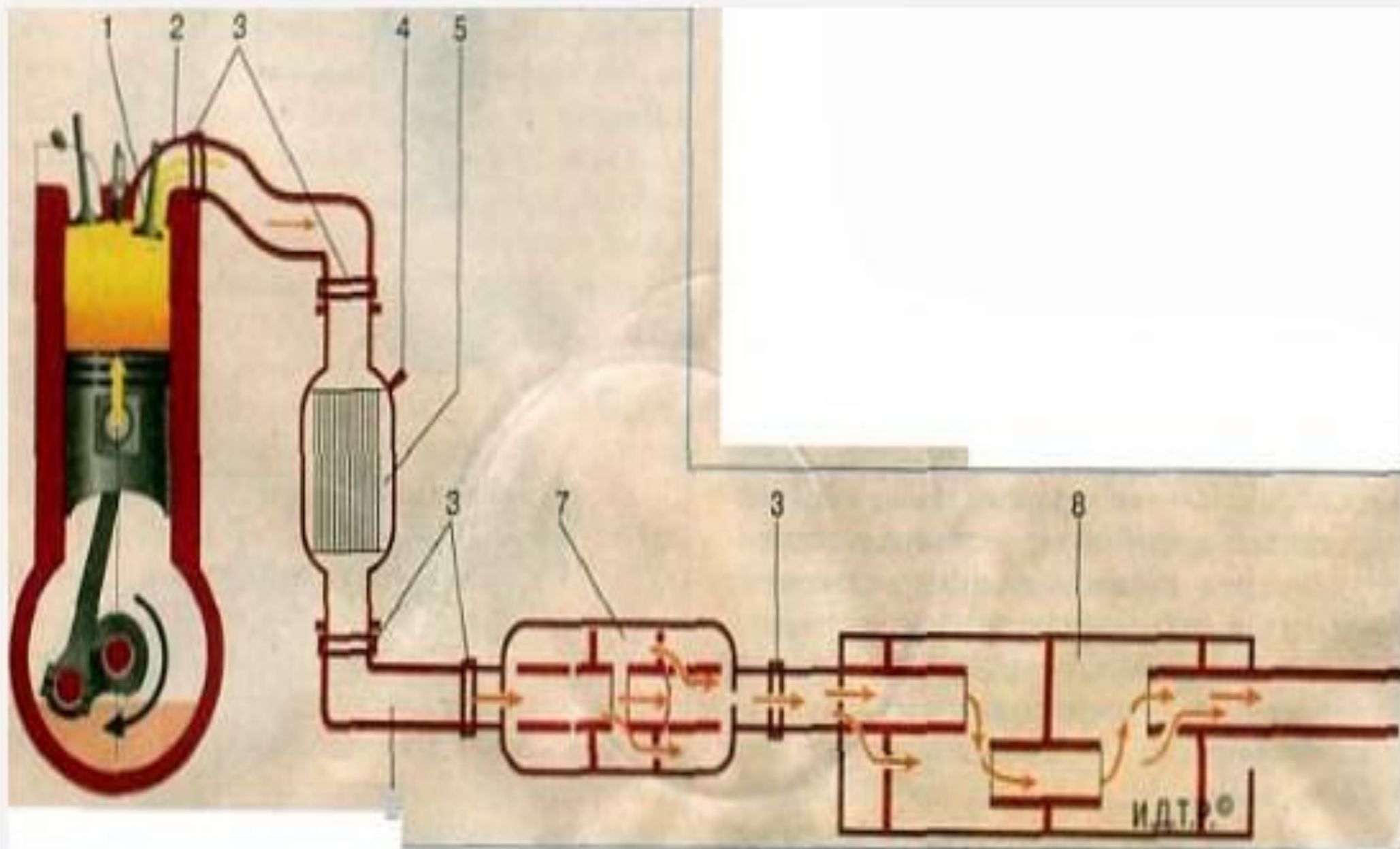
**Система выпуска состоит из приемных труб, системы моторного тормоза, системы шумоглушения (глушителя), нейтрализатора (одного или двух), сажевого фильтра для дизеля и отводной трубы**



**Рис. 5.18. Расположение узлов системы выпуска отработавших газов в передней части основания кузова: 1 – термозэкран нейтрализатора отработавших газов; 2 – нейтрализатор отработавших газов; 3 – подушки подвески системы выпуска отработавших газов; 4 – приемная труба; 5 – сильфон**

Все конструктивные элементы выпускной системы расположены под днищем автомобиля





Система выпуска отработавших газов: 1-выпускной клапан; 2-выпускной трубопровод; 3-соединительные хомуты; 4-лямбда-зонд; 5-каталитический нейтрализатор; 6-приемная труба глушителей; 7-дополнительный глушитель (резонатор); 8-основной глушитель

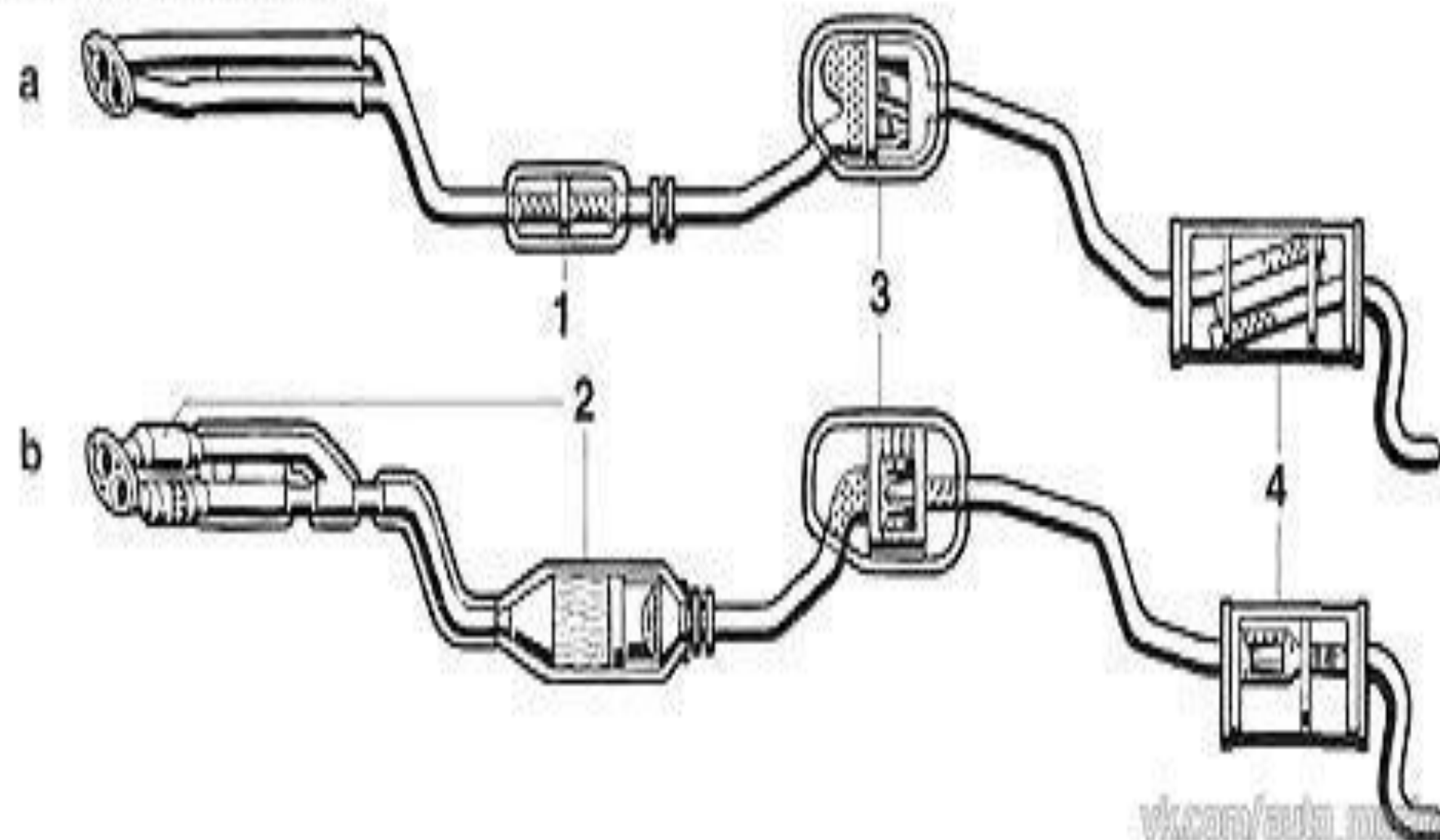
**Различные конструктивные варианты системы выпуска отработавших газов:**

*a* – система без каталитического нейтрализатора отработавших газов;

*b* – система с каталитическим нейтрализатором отработавших газов.

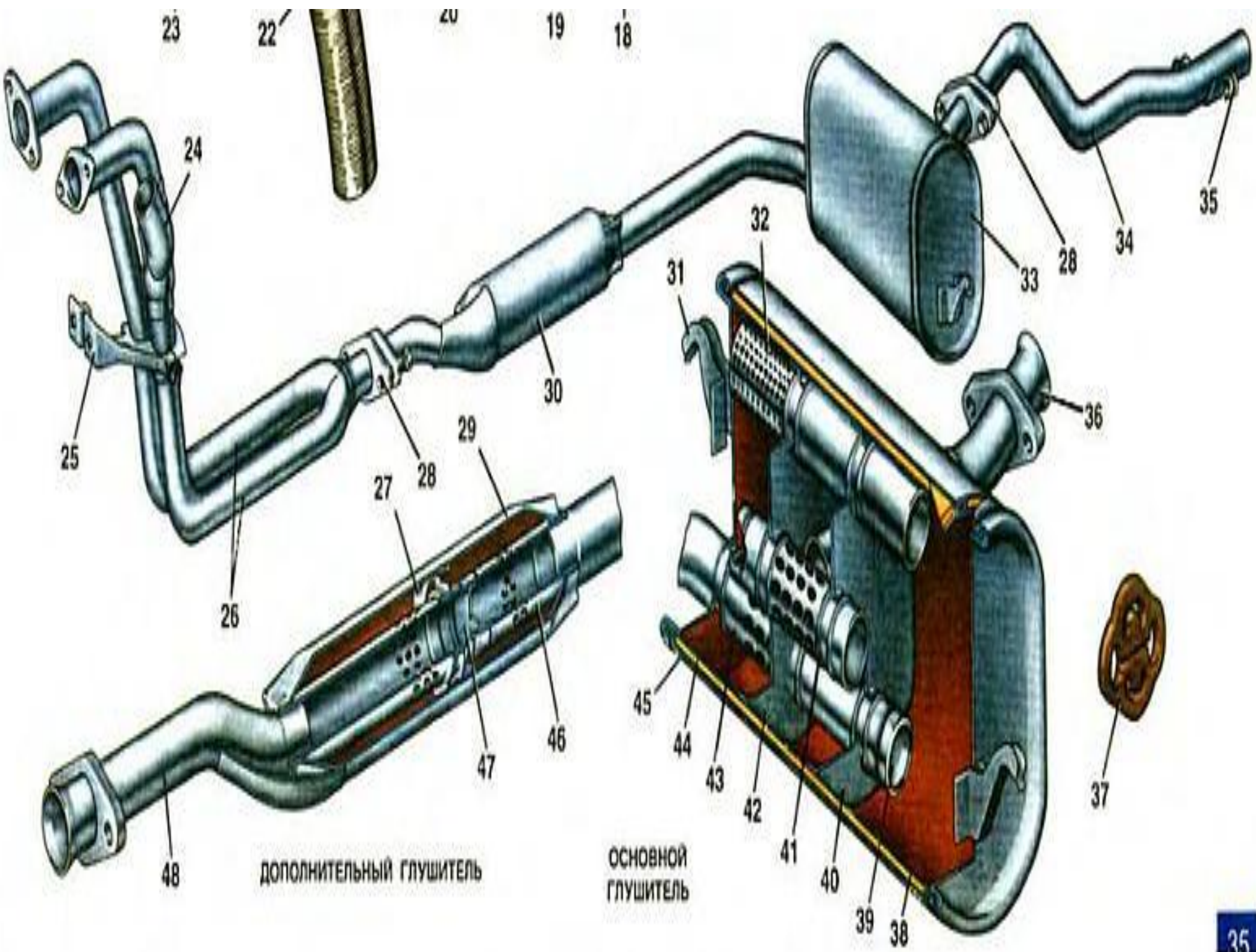
1 – передний глушитель; 2 – каталитический нейтрализатор; 3 – центральный глушитель;

4 – задний глушитель

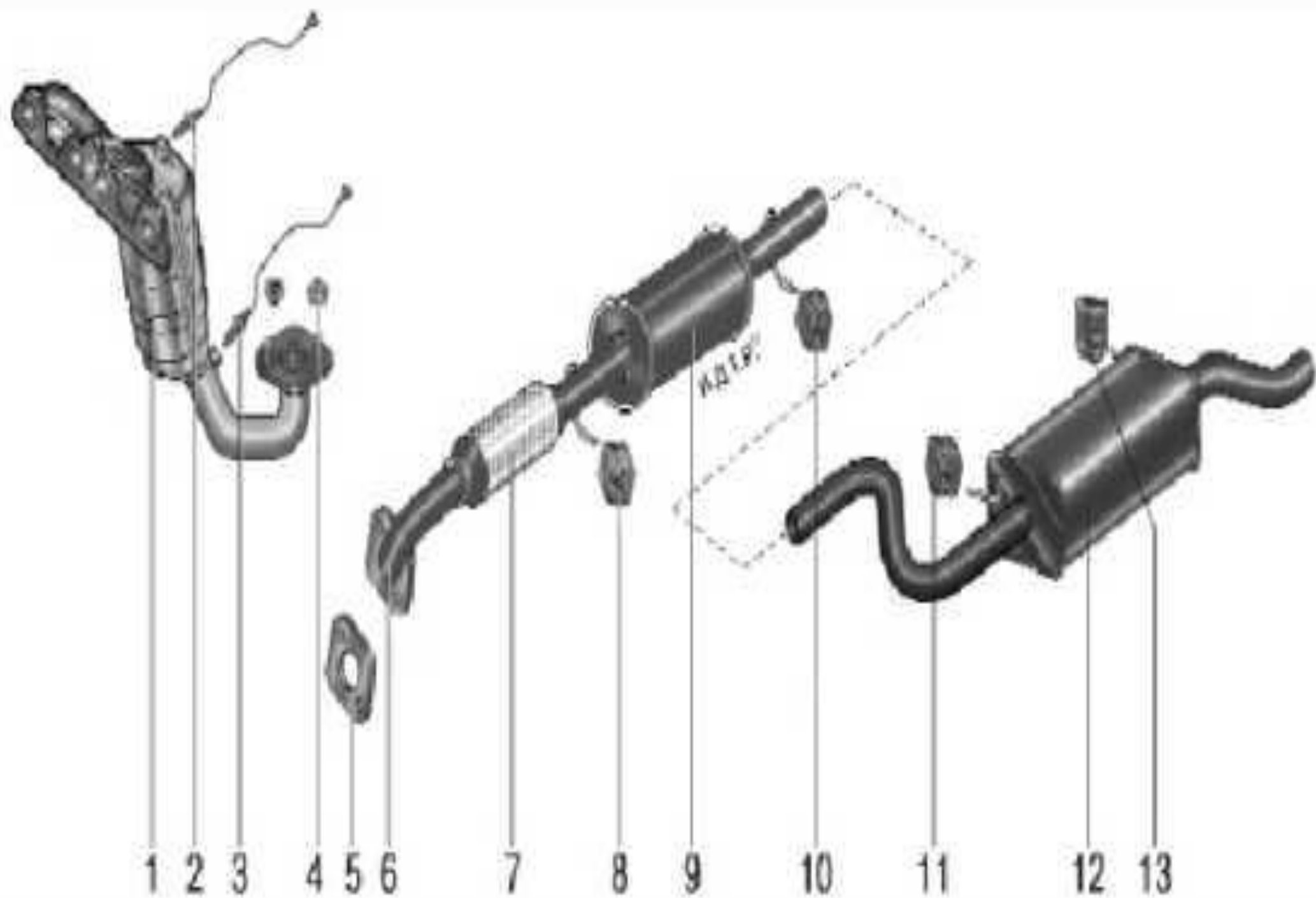






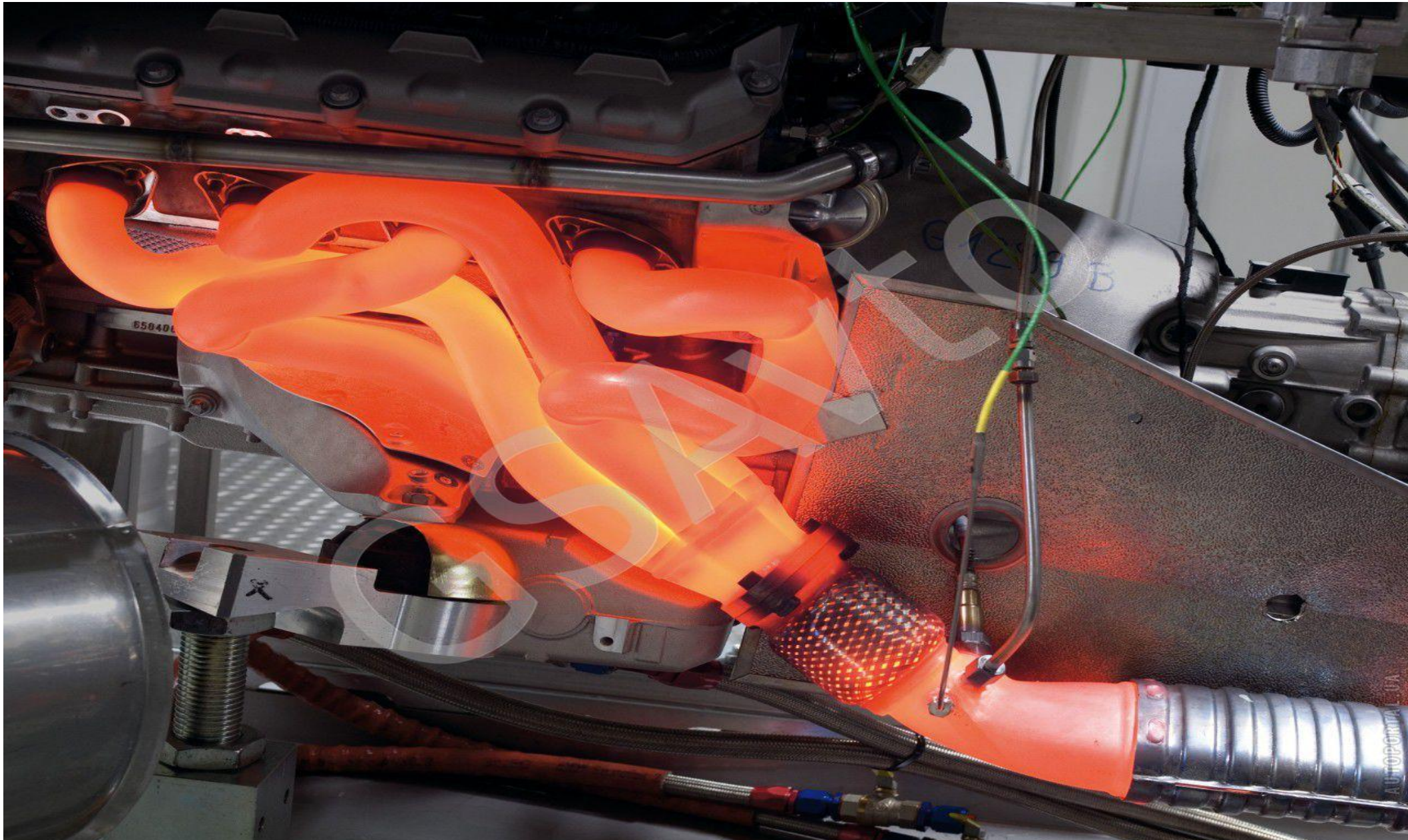








# Выпускной коллектор



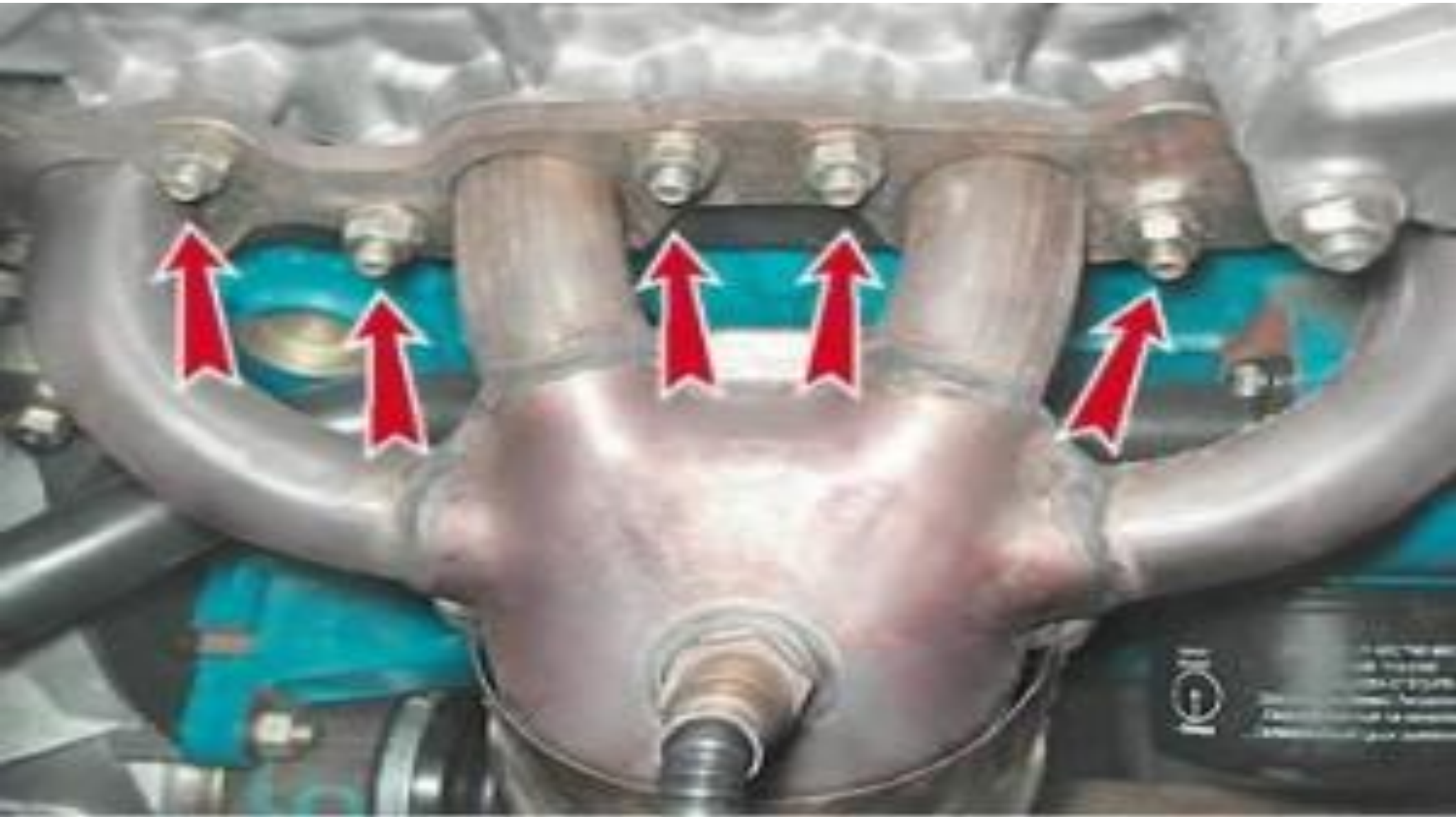
**Выпускной коллектор** – конструктивный элемент выпускной системы, предназначенный для отвода отработавших газов от отдельных цилиндров в общую трубу



Выпускной коллектор жестко закреплен  
на головке блока цилиндров



На выходе к нему присоединяется  
каталитический нейтрализатор или  
выпускная труба

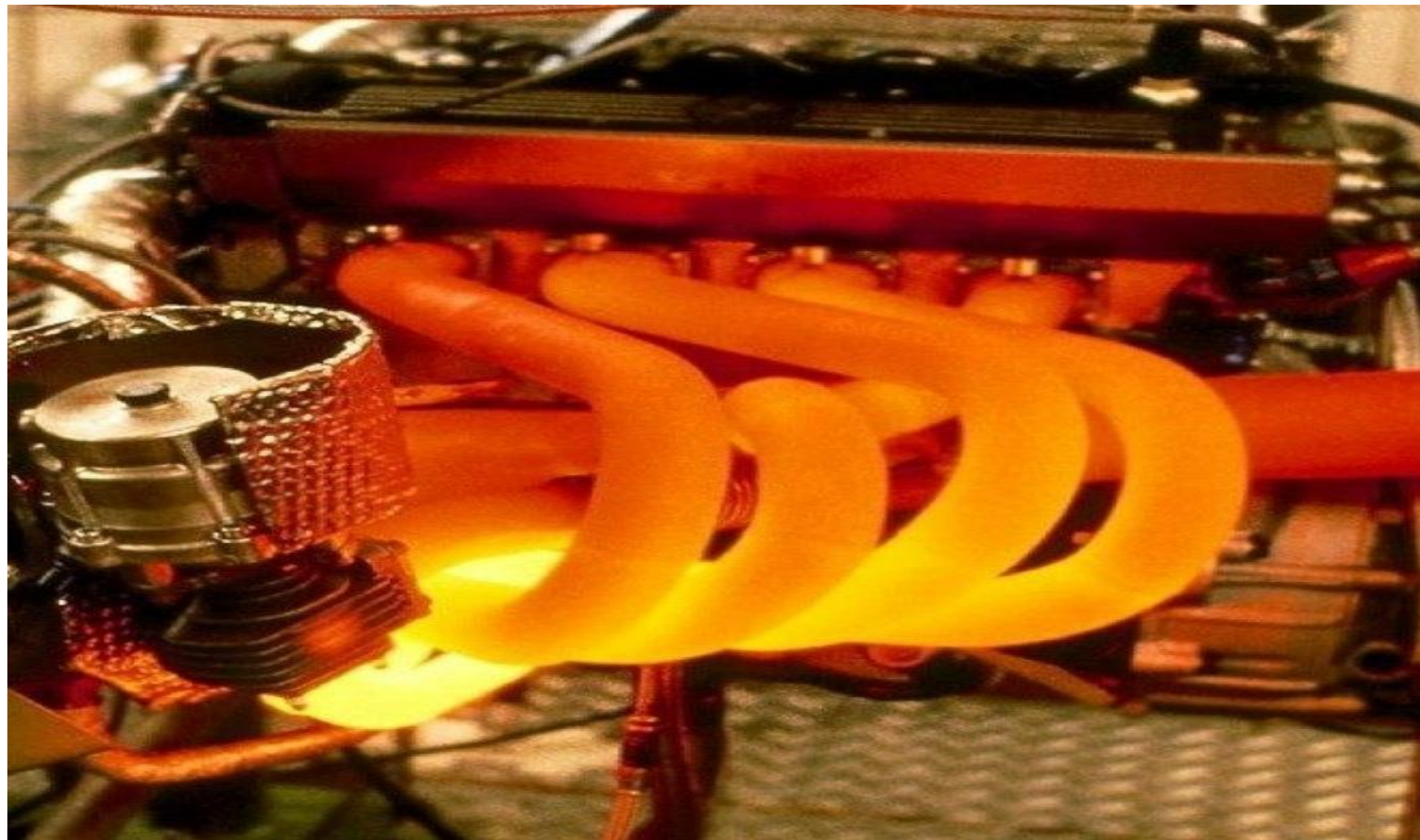




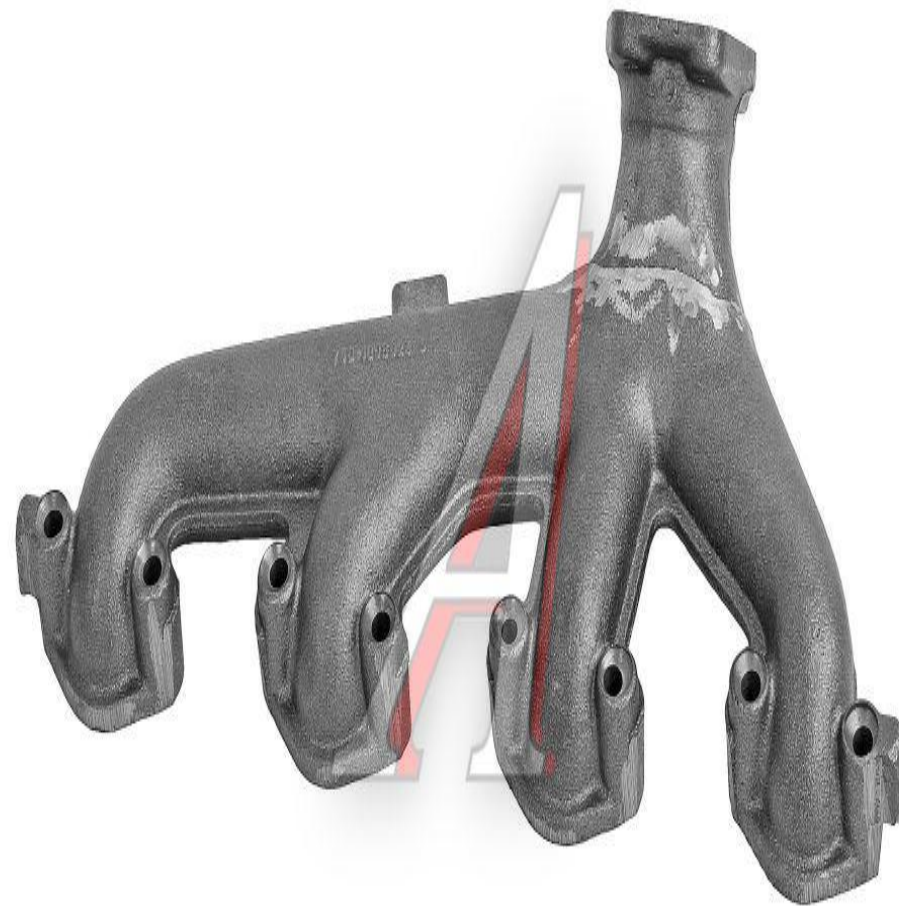
Между выпускным коллектором и головкой блока цилиндров размещена прокладка, которая предотвращает утечку отработавших газов в подкапотное пространство



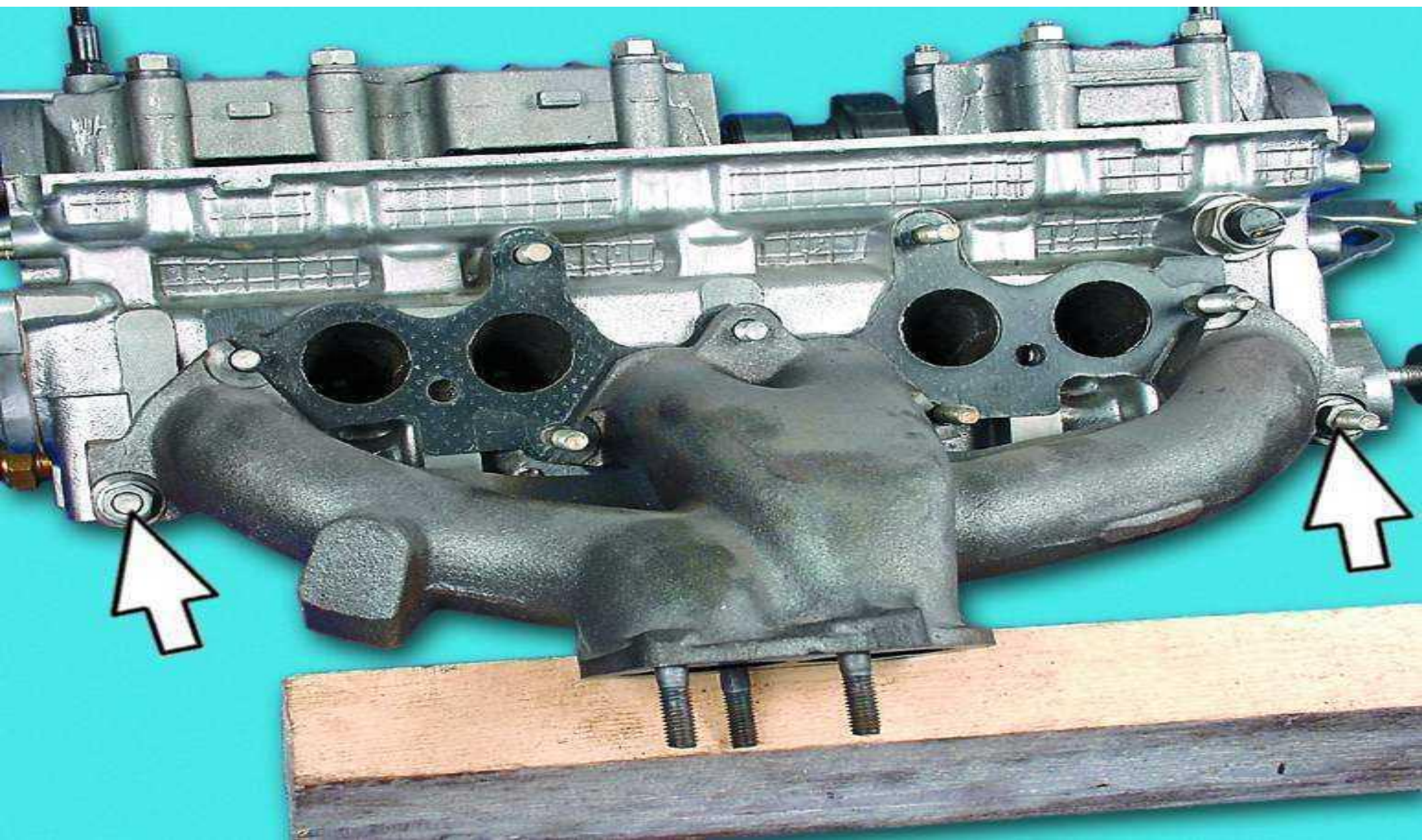
Выпускной коллектор работает в очень тяжелых условиях, характеризующихся высокой температурой (до  $1300^{\circ}\text{C}$ ) и давлением



# Различают два типа выпускных коллекторов – цельный и трубчатый



Цельный коллектор имеет короткие каналы, которые объединяются в общую камеру. Изготавливается из жаропрочного чугуна. Цельный выпускной коллектор имеет низкую эффективность отвода отработавших газов и продувки камеры сгорания, т.к. короткие каналы создают препятствия в виде импульсов газов каждого цилиндра



На современные легковые автомобили устанавливаются в основном трубчатые выпускные коллекторы, которые эффективны в диапазоне средних и высоких оборотов, улучшают мощностные характеристики двигателя



Трубчатые выпускные коллекторы изготавливаются из нержавеющей стали, реже из керамики. Для достижения наилучших параметров отвода отработавших газов и продува камер сгорания длина, диаметр труб и их конструкция (форма) должны быть оптимизированы



Трубы малого диаметра создают дополнительное сопротивление потоку при высоких оборотах двигателя. С помощью трубы большого диаметра получают прирост мощности на высоких оборотах и снижение на низких



Во время работы двигателя выпускной коллектор нагревает воздух в подкапотном пространстве, соответственно нагревается воздух во впускной системе и снижается мощность





Для противодействия данному явлению производится теплоизоляция впускного коллектора. Различают различные способы теплоизоляции: установка теплоотражающего щитка, устройство высокотемпературной оплетки труб, выполнение коллектора с двойными стенками



Движение отработавших газов в выпускной системе представляет собой колебательный процесс. Короткая труба выпускного коллектора позволяет достигать резонансный эффект, при котором происходит наилучшая продувка камер сгорания, на высоких оборотах двигателя



С длинной трубой наоборот, резонансный эффект достигается в области низких оборотов. При этом длинные трубы предотвращают возврат отработавших газов в соседние камеры сгорания, в которых еще не закрылись выпускные клапаны



Форма и размеры выпускного коллектора определяют характер колебательного процесса отработавших газов в выпускной системе, и в итоге влияют на мощность и крутящий момент двигателя



Колебательный процесс отработавших газов в выпускной системе должен быть согласован с колебательным процессом топливно-воздушной смеси в впускной системе



На выпускной коллектор приходится самая большая температурная нагрузка, поэтому он изготавливается, как правило, из жаропрочного чугуна



К выпускному коллектору крепиться  
приемная труба глушителя



Для изоляции конструктивных элементов выпускной системы от вибрации двигателя используется виброизолирующая муфта (обиходное название - сильфон). Сильфон представляет собой гибкий металлический шланг, закрытый стальной оболочкой



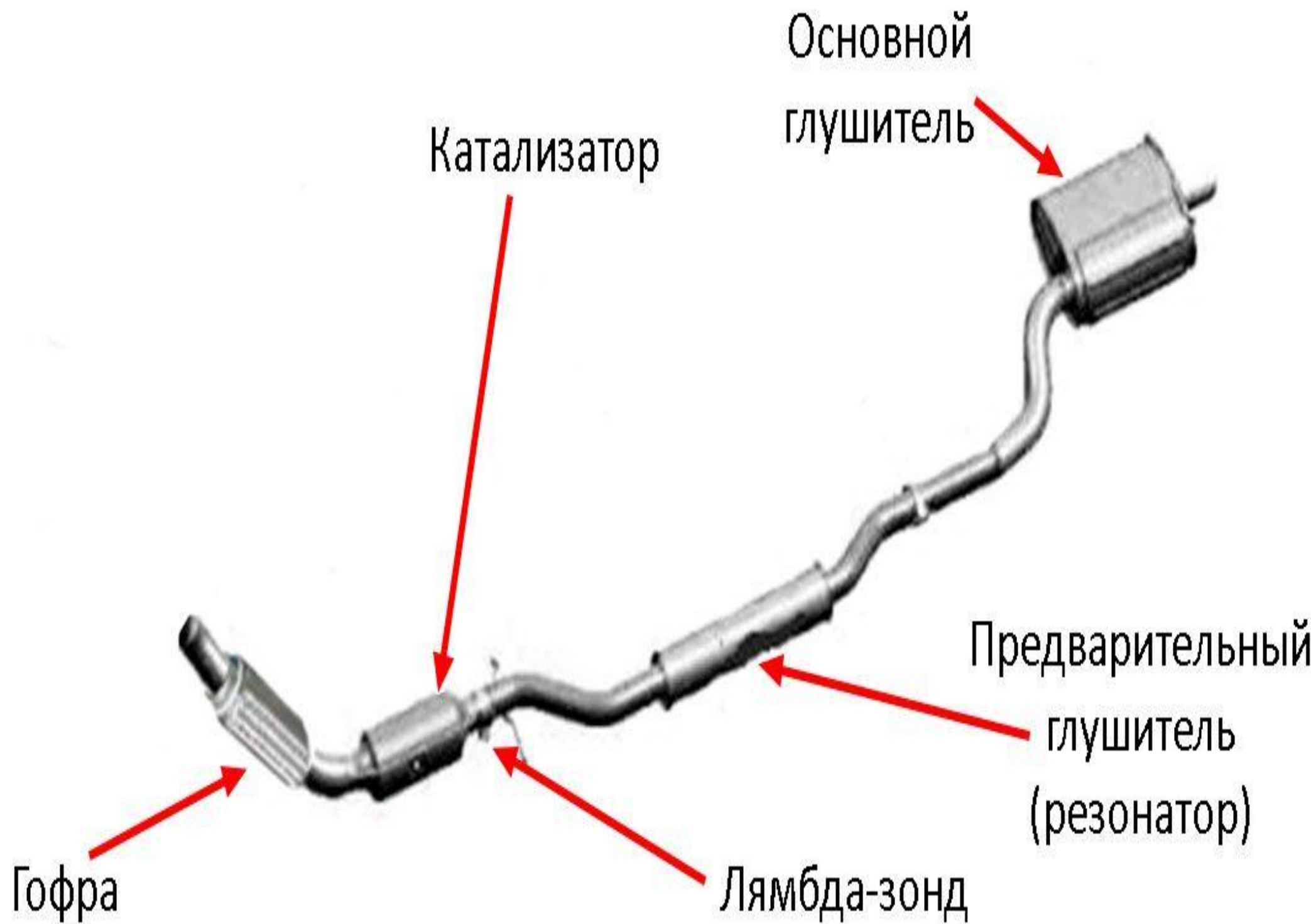


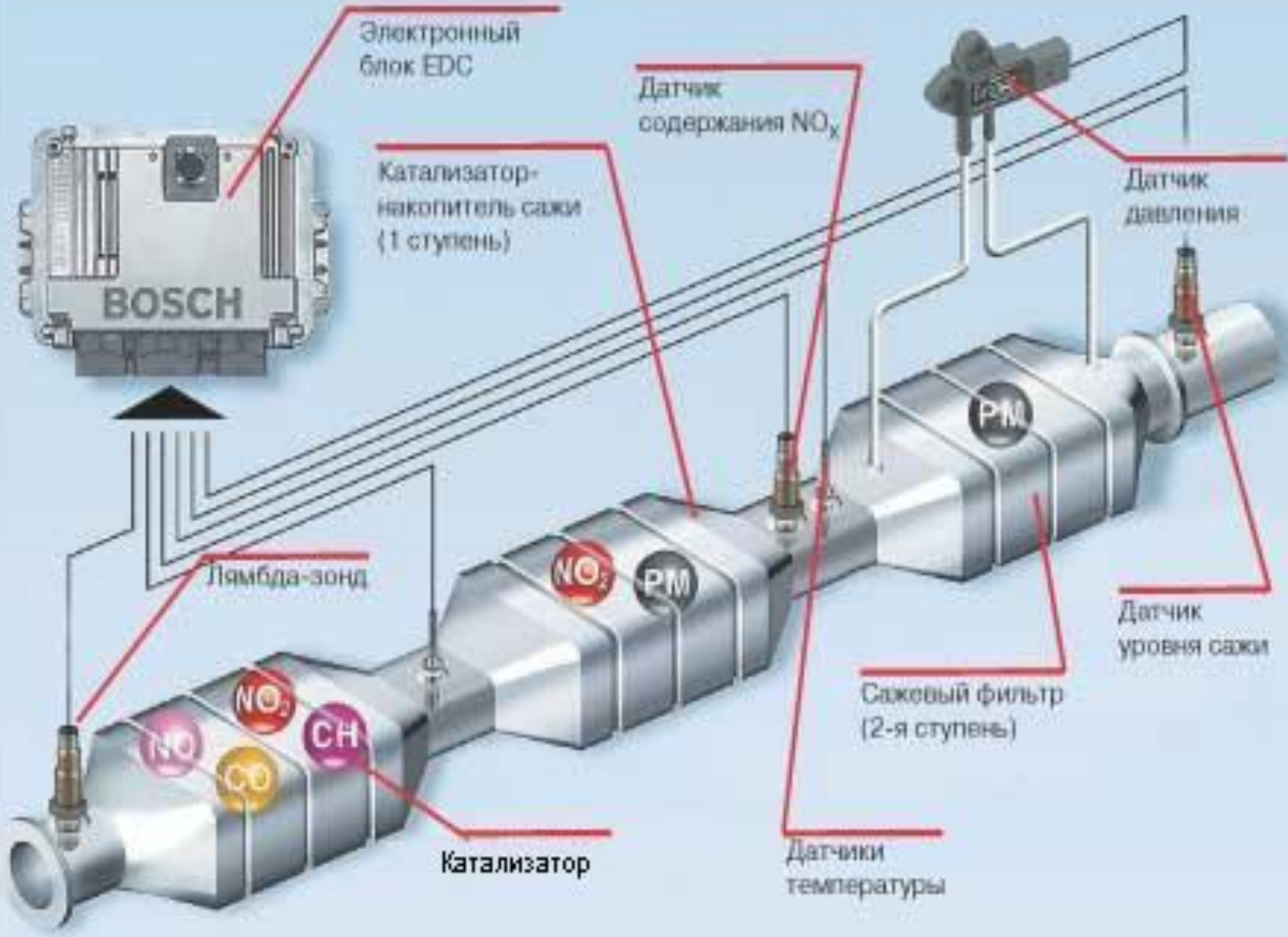
# THE END



# Каталитический нейтрализатор







Электронный блок EDC

Датчик содержания  $\text{NO}_x$

Катализатор-накопитель сажи (1 ступень)

Датчик давления

Лямбда-зонд

Датчик уровня сажи

Катализатор

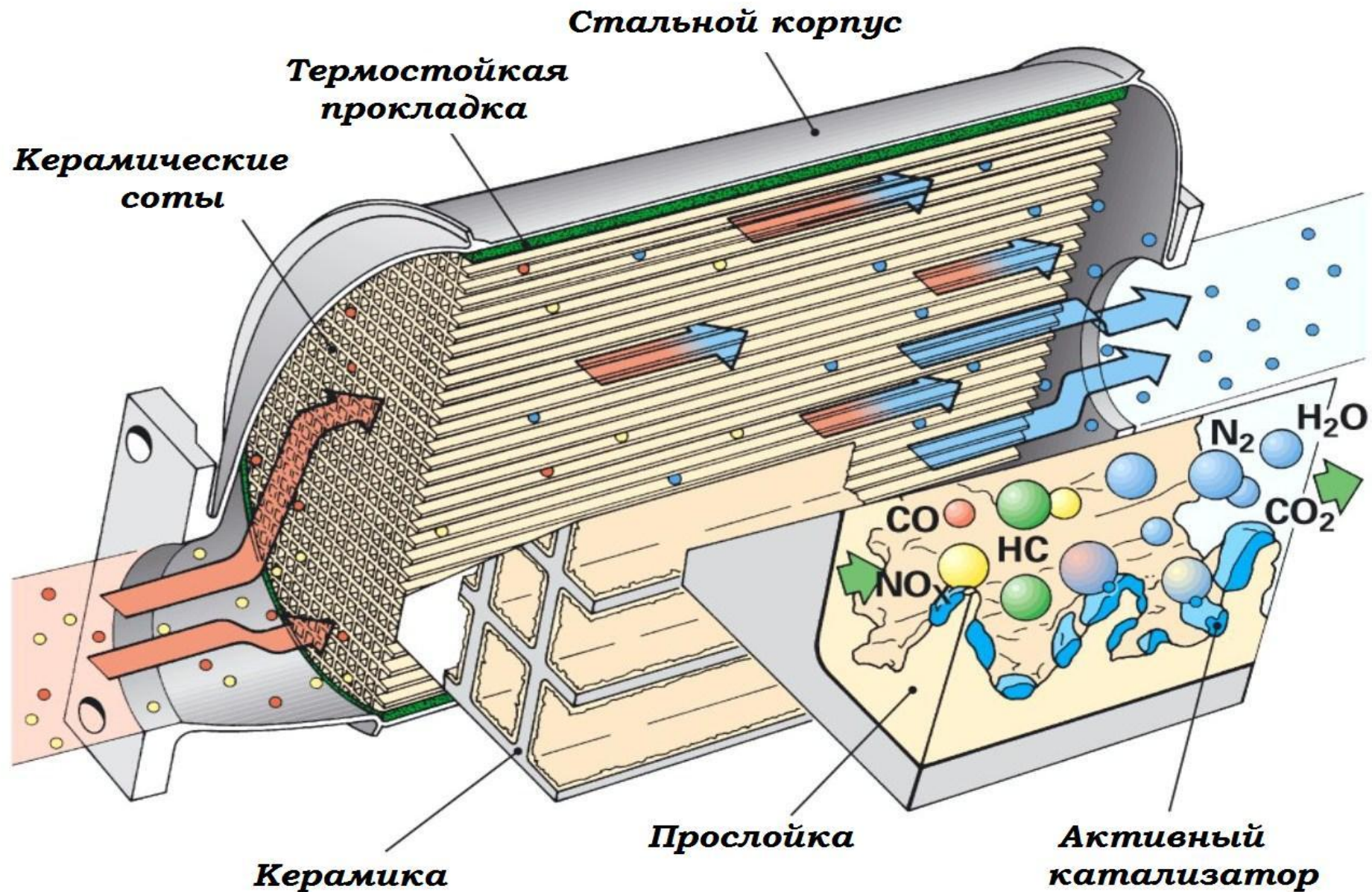
Сажевый фильтр (2-я ступень)

Датчики температуры

Каталитический нейтрализатор предназначен для уменьшения концентрации вредных веществ в отработавших газах. В обиходе каталитический нейтрализатор называют катализатором



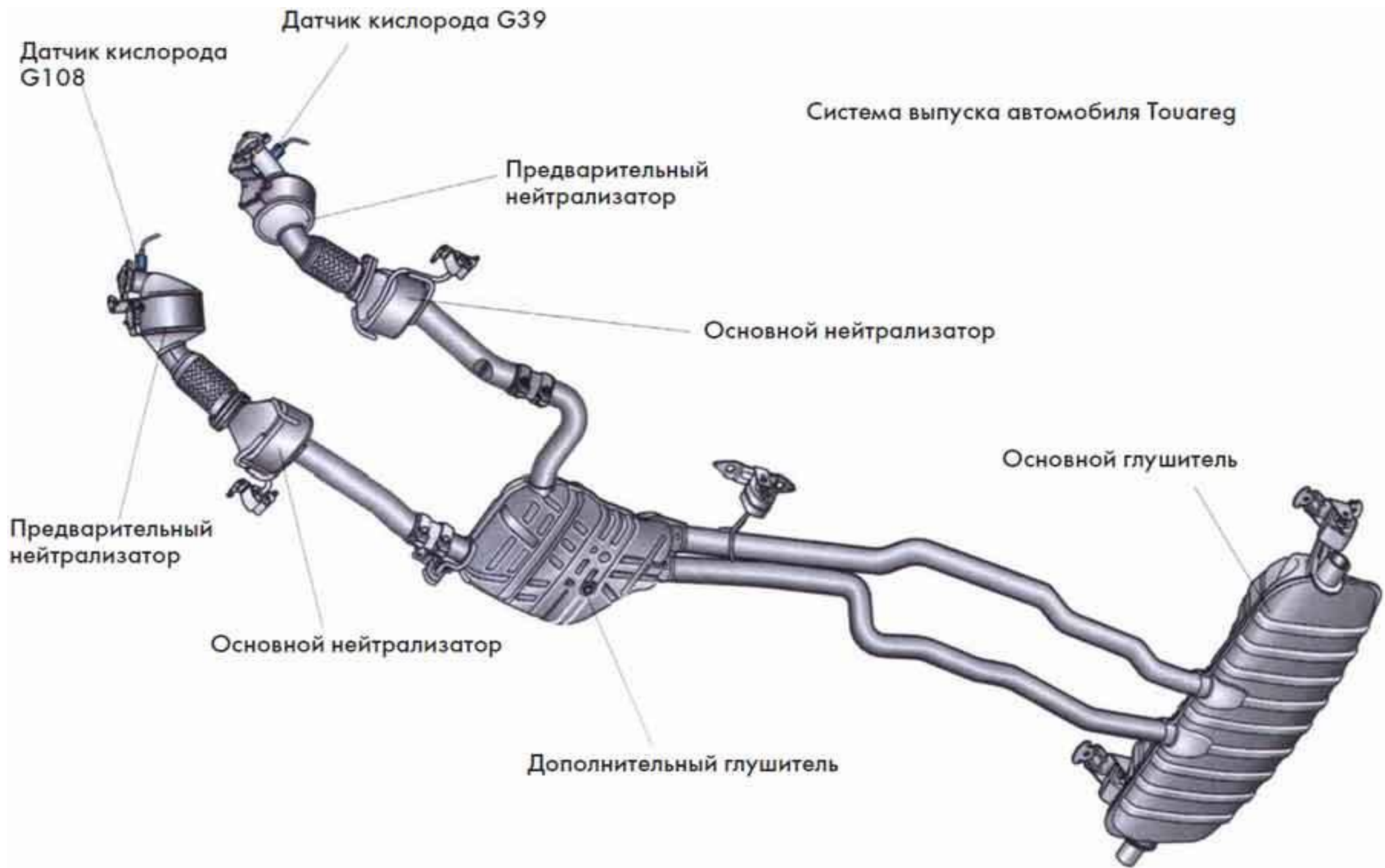
Разные модели автомобилей различаются конструкцией и расположением каталитических нейтрализаторов. На современных автомобилях применяются трехкомпонентные каталитические нейтрализаторы, защищающие от трех вредных веществ - несгоревших углеводородов, оксида углерода и оксида азота



На дизельных двигателях применяется сажевый фильтр, который обеспечивает снижение выброса сажи в атмосферу с отработавшими газами. В выпускной системе сажевый фильтр может быть объединен с каталитическим нейтрализатором



# Нейтрализаторы отработавших газов



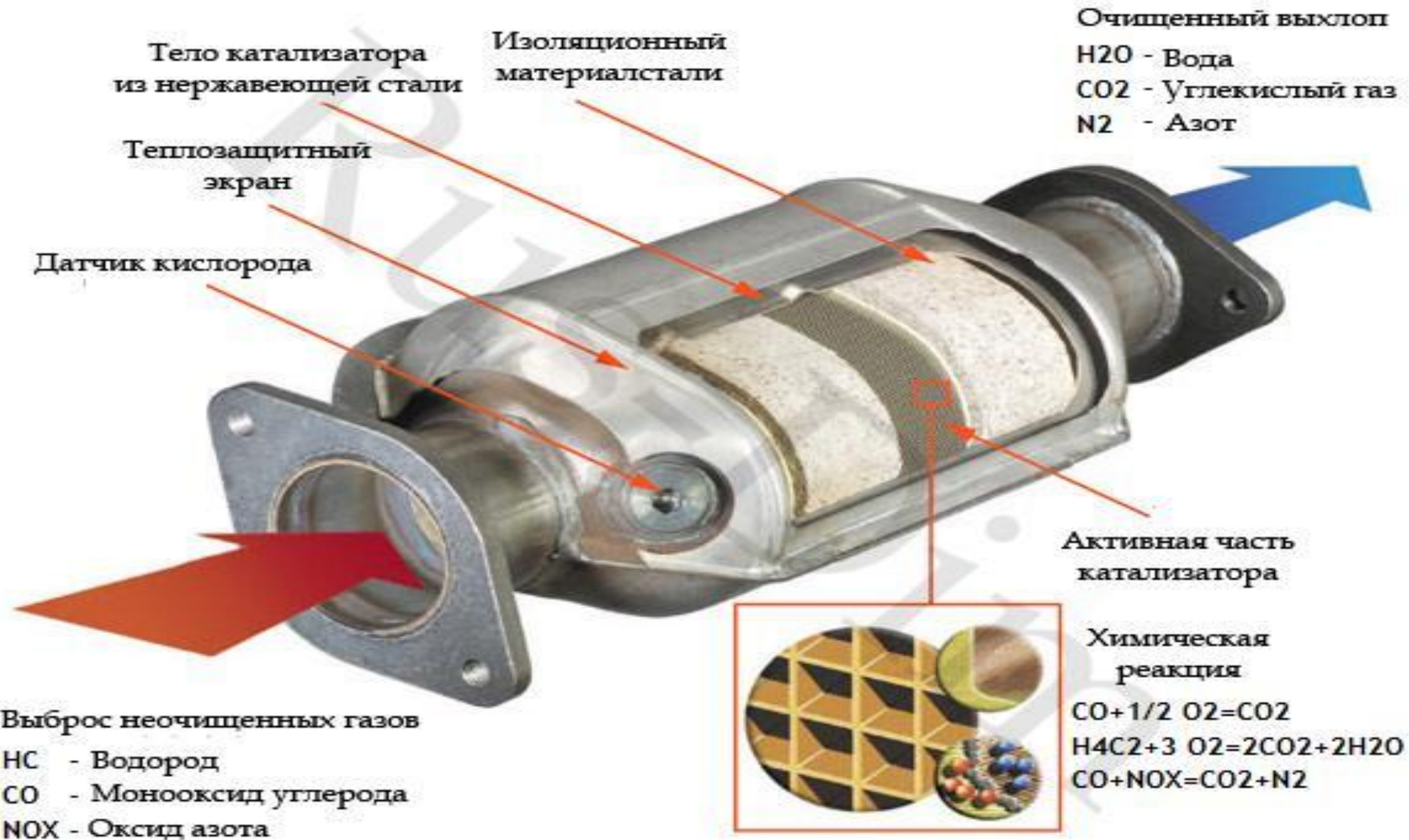


Токсичные компоненты отработавших газов двигателей можно снижать путем термической и каталитической нейтрализации



**Термическая нейтрализация** предполагает дожигание СН и СО и превращение их в СО<sub>2</sub> и Н<sub>2</sub>О при температуре газов выше 700 °С.

Для этого используют термические реакторы

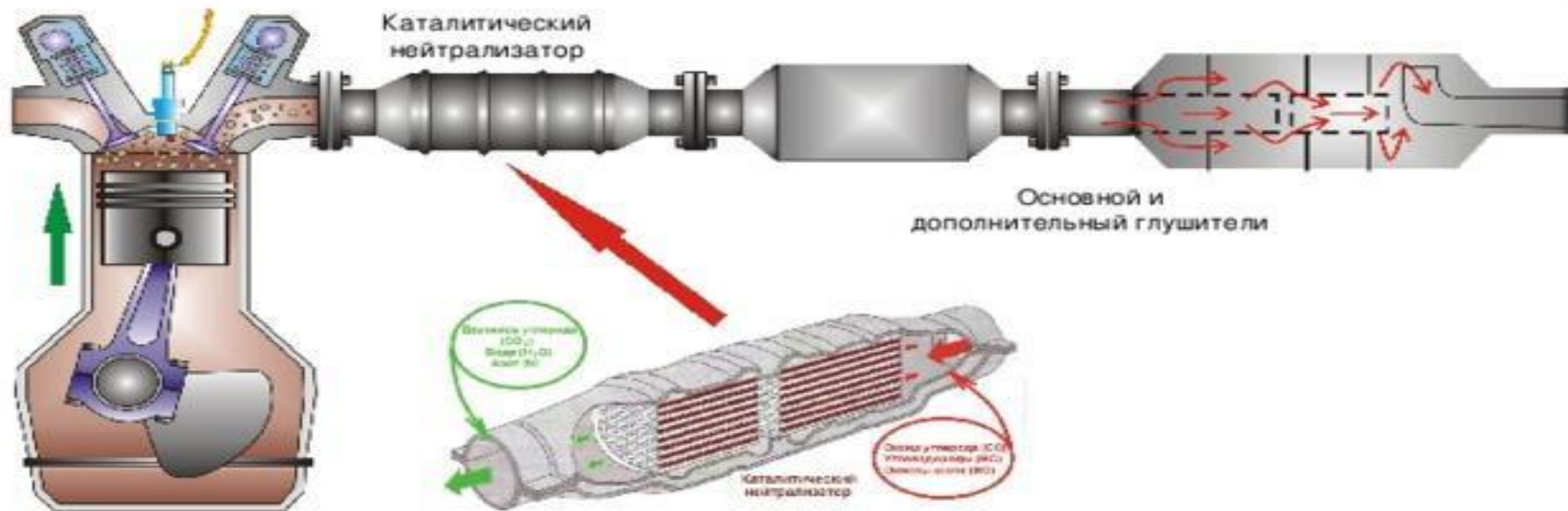


# Каталитическая нейтрализация отработавших газов основана на повышении скорости протекания химических процессов за счет использования специальных катализаторов

6.6

Система выпуска отработавших газов.

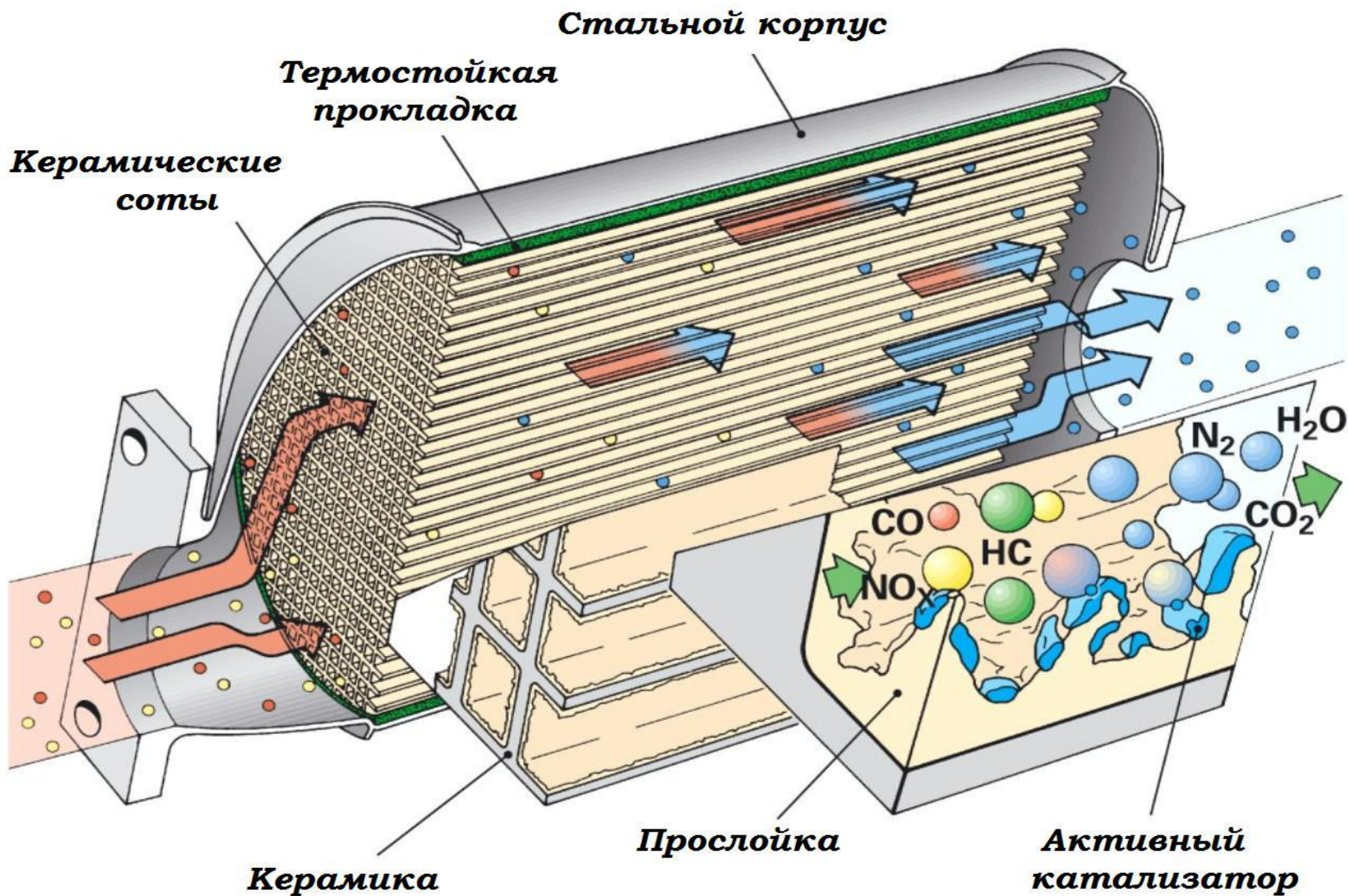
**Система выпуска** предназначена для отвода отработавших газов от цилиндров двигателя, а также для уменьшения шума при выбросе их в атмосферу.



В дополнительном и основном глушителях происходит «обработка» выхлопных газов перед выпуском их в атмосферу. Внутри глушителей имеются многочисленные отверстия и расположенные в шахматном порядке камеры. При прохождении газов по такому лабиринту, они теряют свою скорость и как следствие этого - уменьшается их шумность.

[Вернуться к оглавлению](#)

При прохождении газов вдоль поверхностей, покрытых активным каталитическим слоем, происходят три основных процесса: адсорбция, собственно сами химические реакции и десорбция



В окислительных нейтрализаторах увеличиваются скорости протекания реакций преобразования  $\text{CH}$  и  $\text{CO}$  в  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$  при наличии  $\text{O}_2$ .

## Нейтрализация отработавших газов

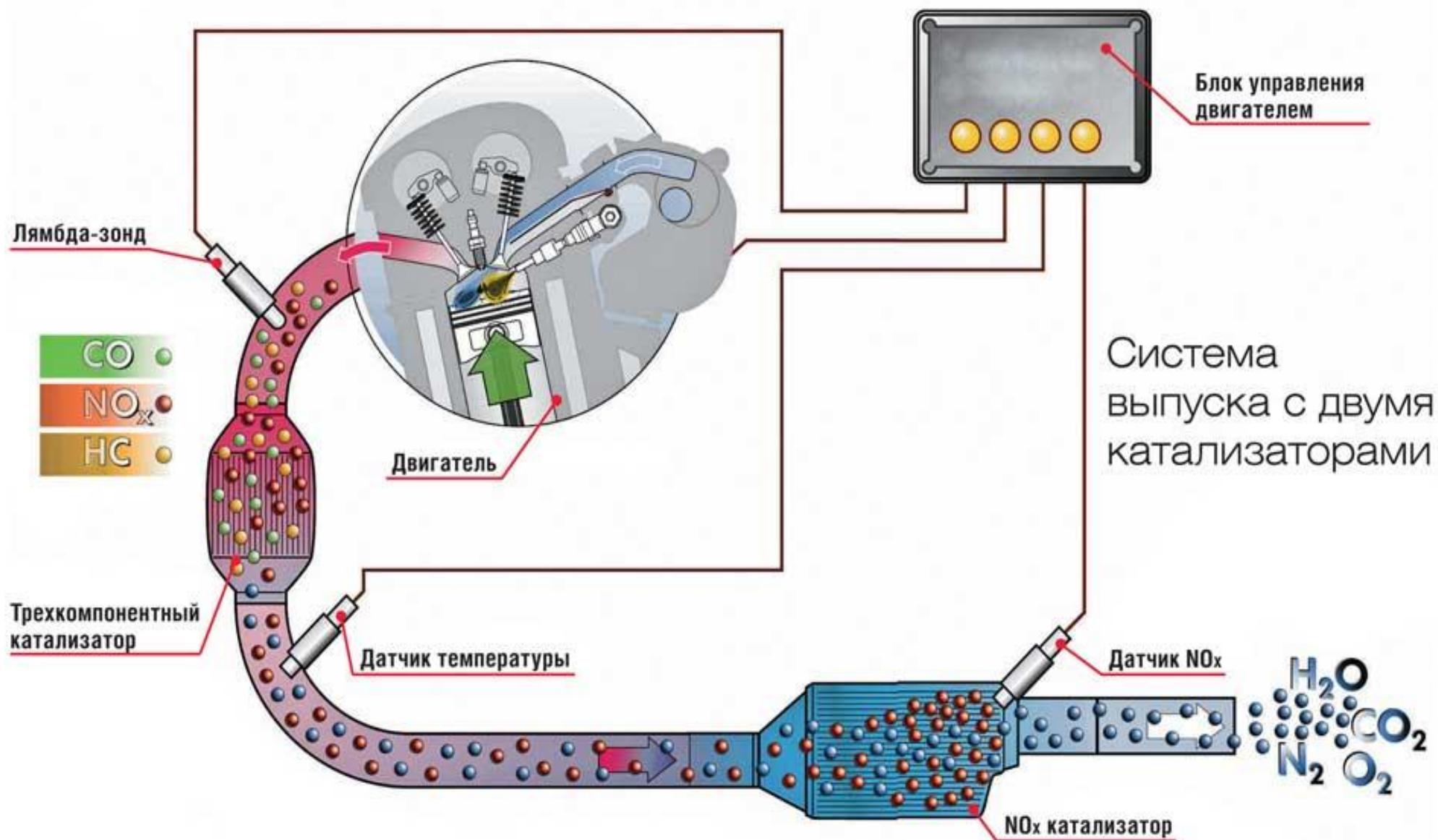
### Система выпуска ОГ



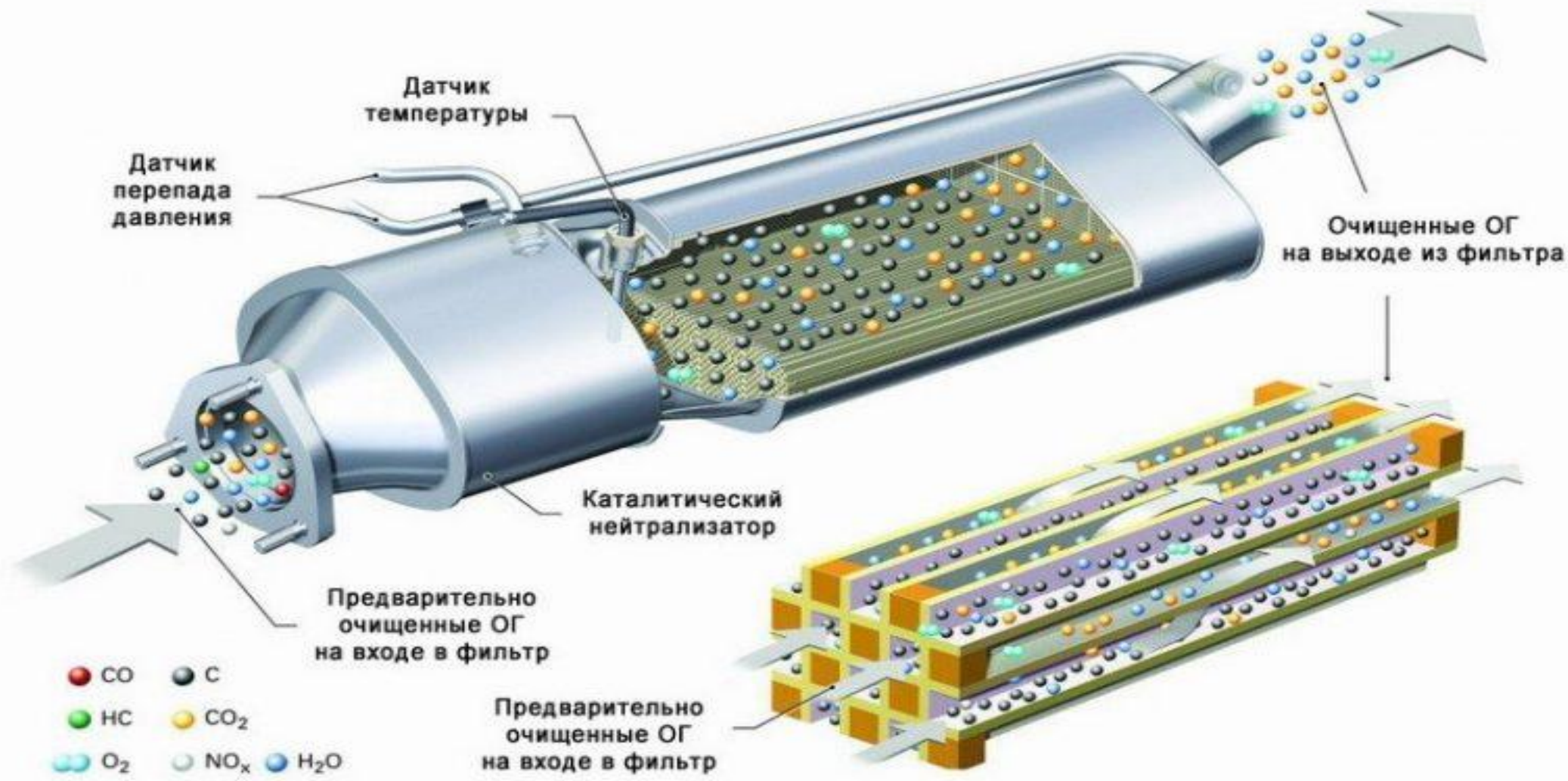
В нейтрализаторах восстановительного типа происходят реакции превращения  $\text{CH}$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{NO}$  в  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$



Трехкомпонентные нейтрализаторы снижают содержание в отработавших газах CO, CH и NOX. Нормальная работа данных нейтрализаторов требует поддержания стехиометрического состава поступающей в цилиндры двигателя смеси, т.е.  $\lambda = 1$



**Нейтрализатор состоит из металлического корпуса, в котором расположен носитель с развитой поверхностью, покрытой активным каталитическим слоем**





*Насыпные носители* в виде керамических гранул сейчас практически не применяются из-за создаваемого ими высокого гидравлического сопротивления, медленного прогрева и малого срока службы в связи с их истиранием при вибрации



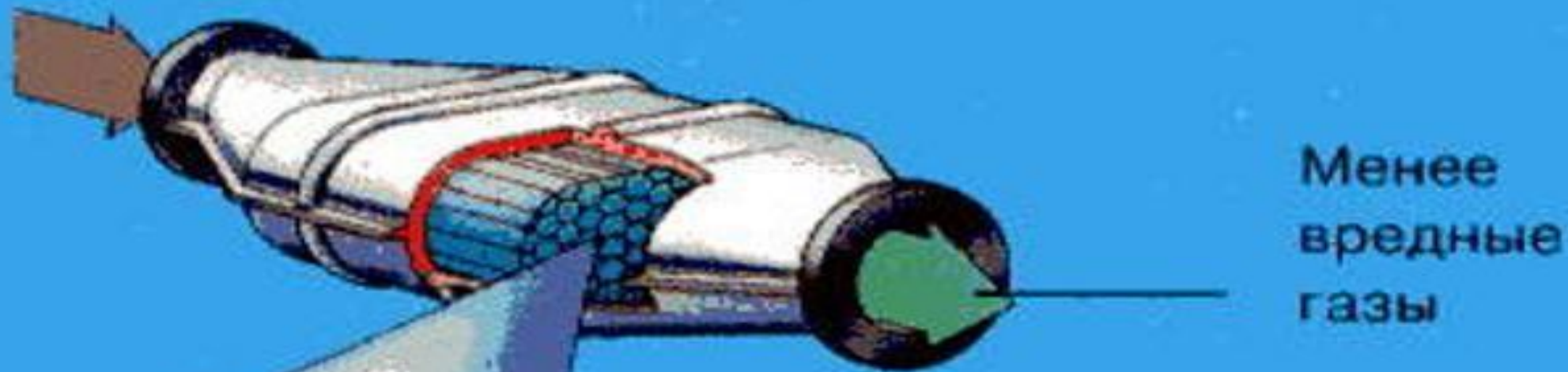
*Монолитные носители из термостойкой керамики получают выдавливанием и имеют прямоугольную или круглую форму. Для устранения влияния механических нагрузок при движении на автомобиле между носителем и корпусом размещают упругую набивку из высоколегированной проволоки.*



Данные носители медленно прогреваются до рабочих температур. *Металлические носители*, использующие фольгу толщиной 0,04...0,05 мм из жаропрочной аустенитной стали, легированной хромом, алюминием, цирконием и кальцием, припаивают к корпусу



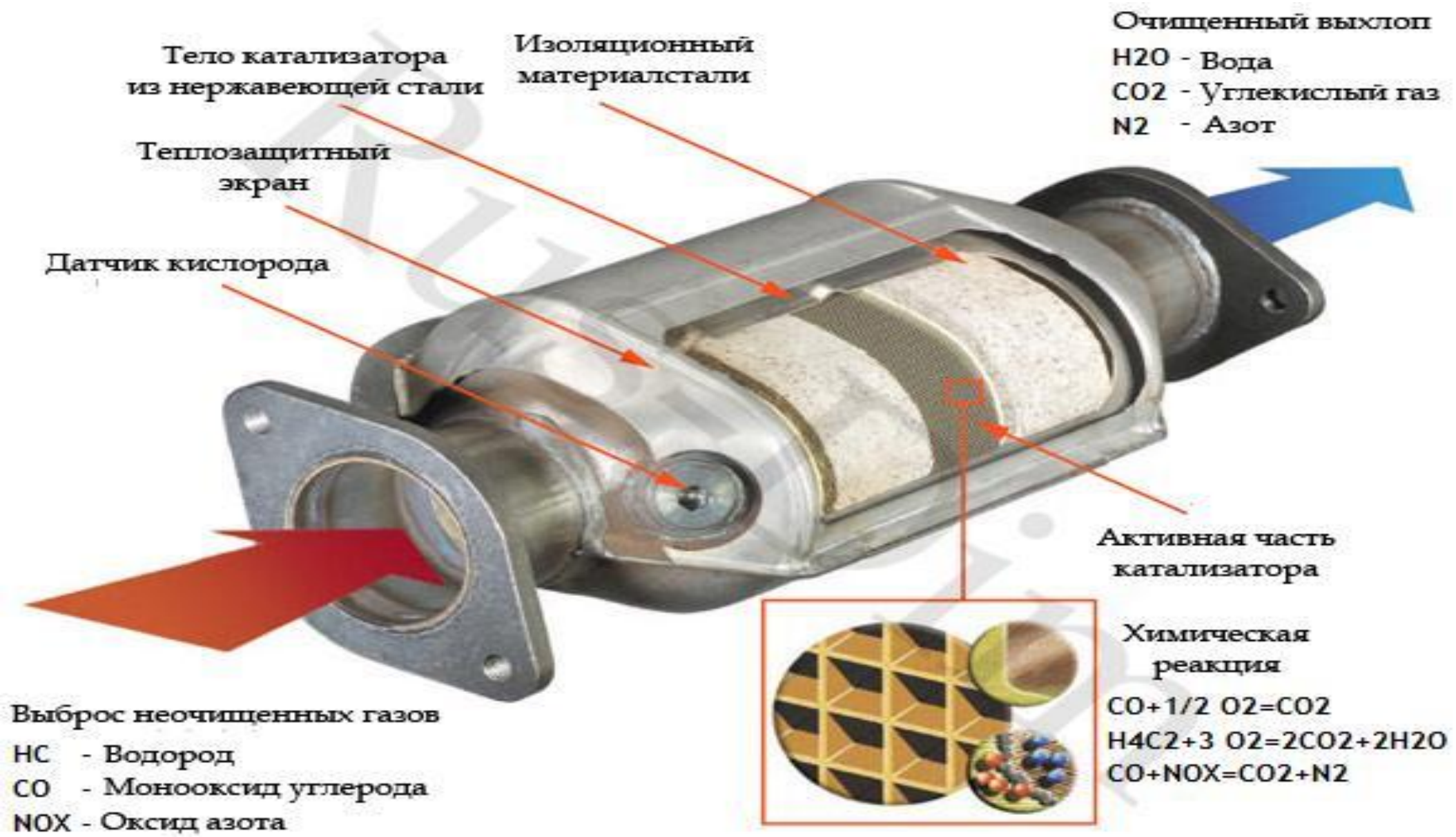
С наибольшей эффективностью нейтрализатор работает при температурах 400... 800 °С



Менее  
вредные  
газы

Катализаторами здесь являются платина и родий. Моноксид углерода и углеводороды соединяются с металлическими катализаторами и реагируют друг с другом, образуя углекислый газ и воду.

При температурах выше 800... 1000 °С происходит спекание промежуточного и каталитических активных слоев, что уменьшает активную поверхность катализатора. Поэтому нейтрализатор размещают перед глушителем на расстоянии от двигателя, исключающем его перегрев



При слишком позднем зажигании температура отработавших газов может достигать до 1400 °С и выше, что также за короткий срок может расплавить поверхность носителя. Избежать этого позволяет электронное зажигание



THE END

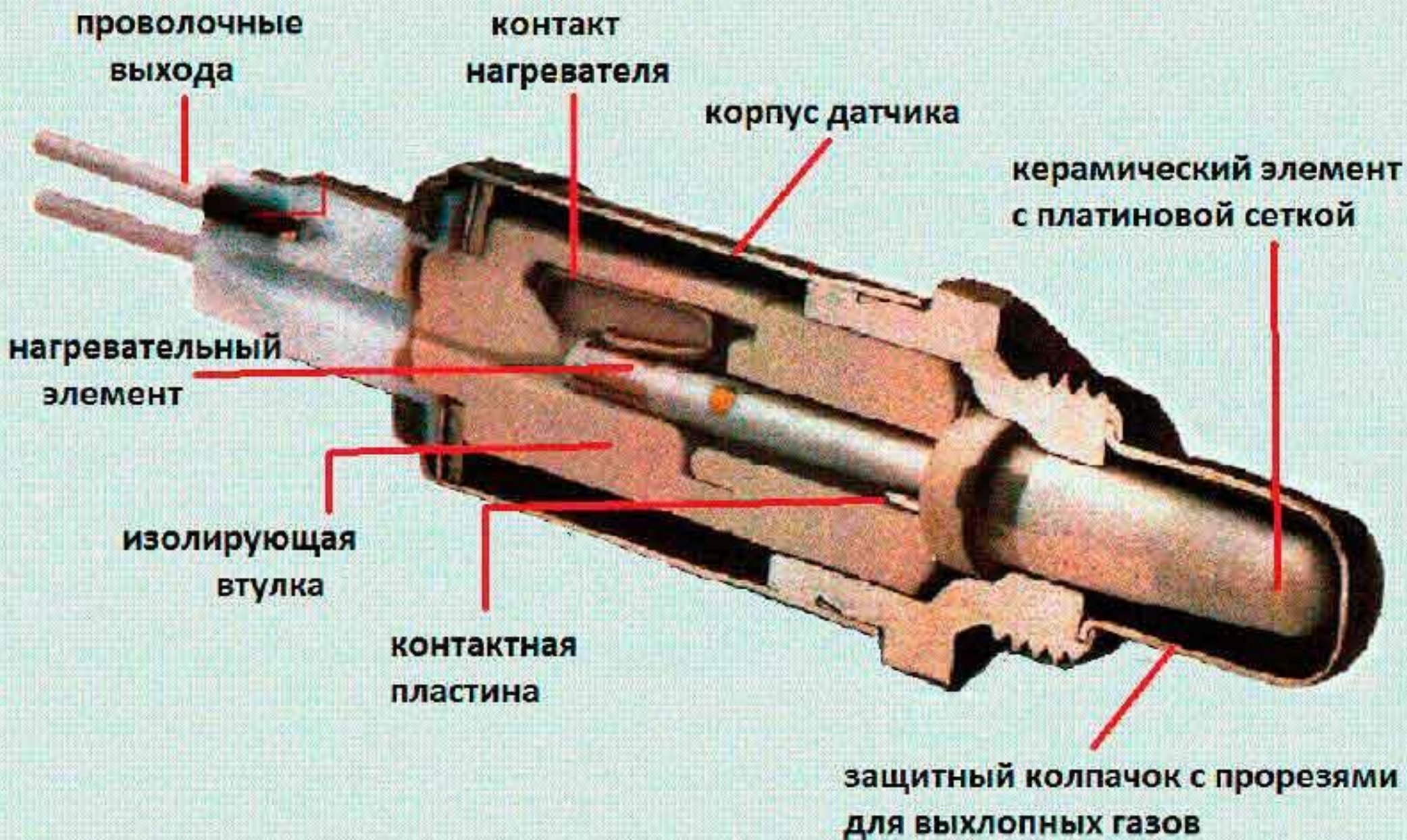


# Кислородный датчик





# устройство датчика кислорода (лямбда зонда)



Уплотнительная манжета

Провода

проводов

Токопроводящий контакт

провода питания  
нагревателя

Электрический  
нагреватель

Керамический  
наконечник

Атмосферный воздух  
для сравнения

Керамический  
изолятор

Стальная оболочка

Металлический корпус  
с резьбой

Защитный экран  
с отверстиями  
для отработавших газов



Помимо кислородного датчика в выпускном тракте могут устанавливаться другие входные устройства: датчик температуры отработавших газов, датчик оксидов азота

## впрыск топлива с обратной связью

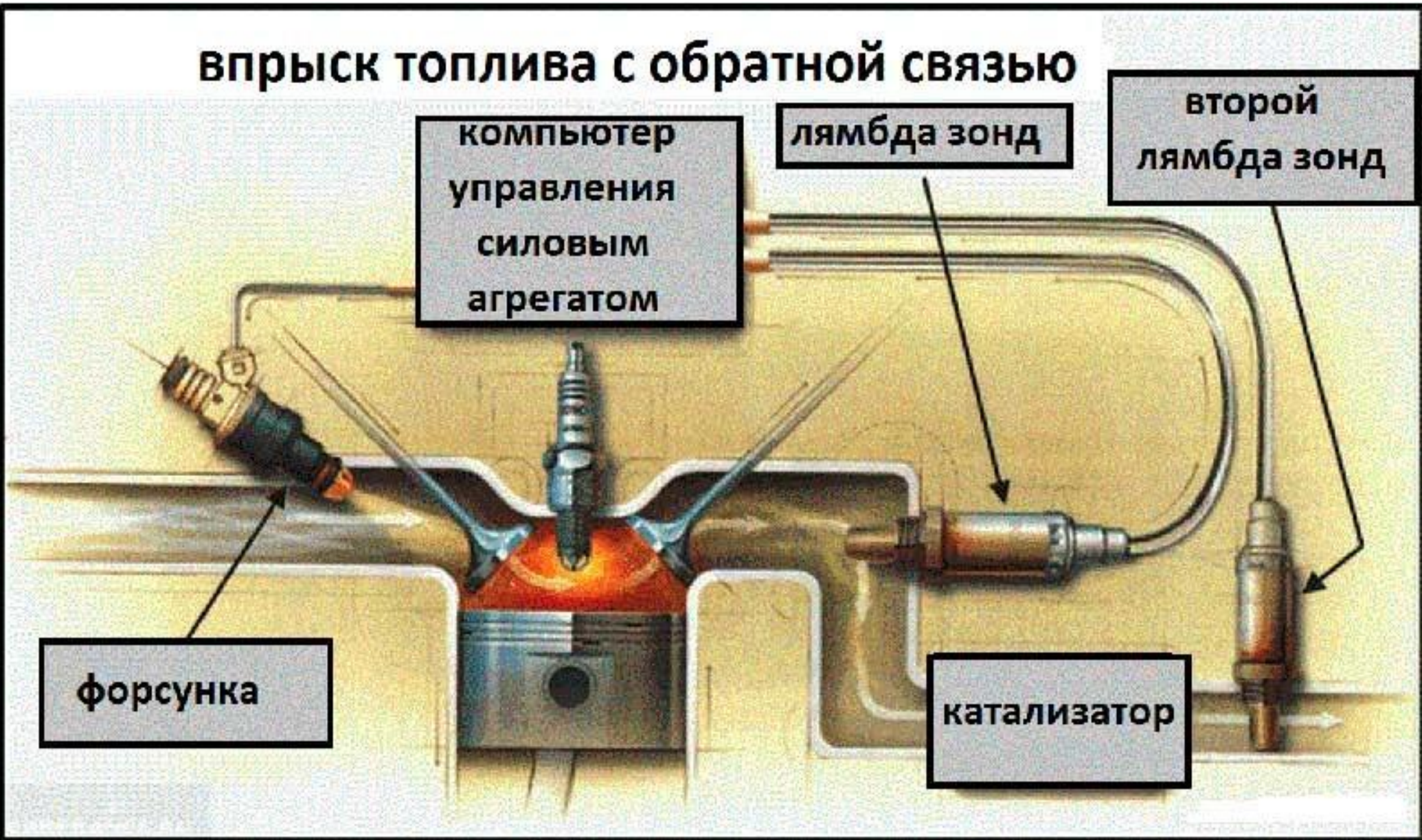
компьютер  
управления  
силовым  
агрегатом

лямбда зонд

второй  
лямбда зонд

форсунка

катализатор



Кислородный датчик служит для управления составом топливно-воздушной смеси двигателя за счет измерения кислорода в отработавших газах



Кислородный датчик хоть и устанавливается в выпускной системе, является конструктивным элементом системы управления двигателем



В современных системах управления устанавливается два кислородных датчика – один перед каталитическим нейтрализатором, другой – за ним



**THE END**

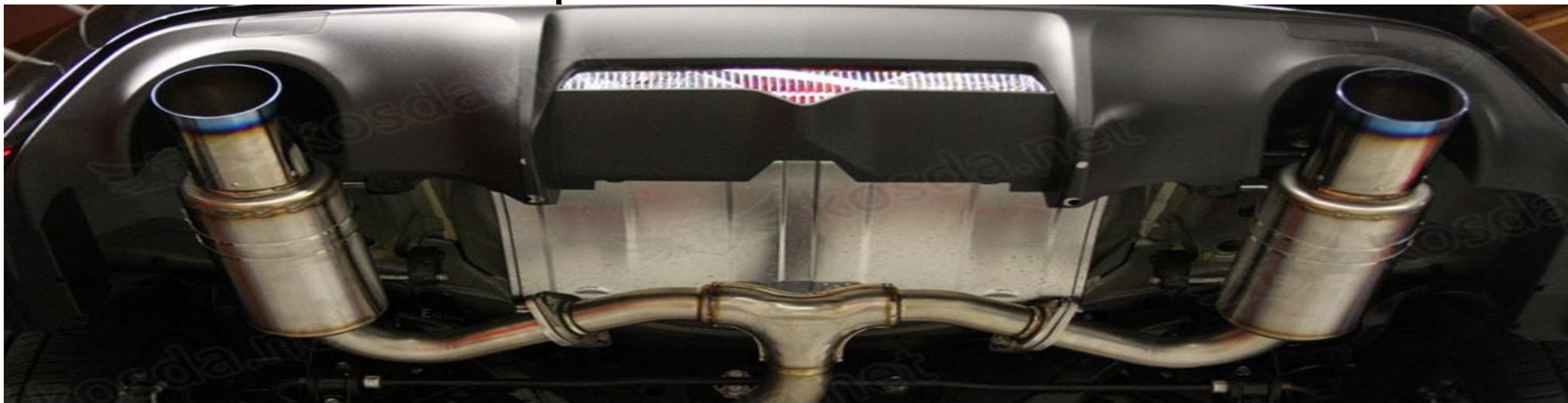


# Глушитель





Глушитель, как следует из названия, предназначен для снижения уровня шума и преобразования энергии отработавших газов.



Глушитель состоит из нескольких частей



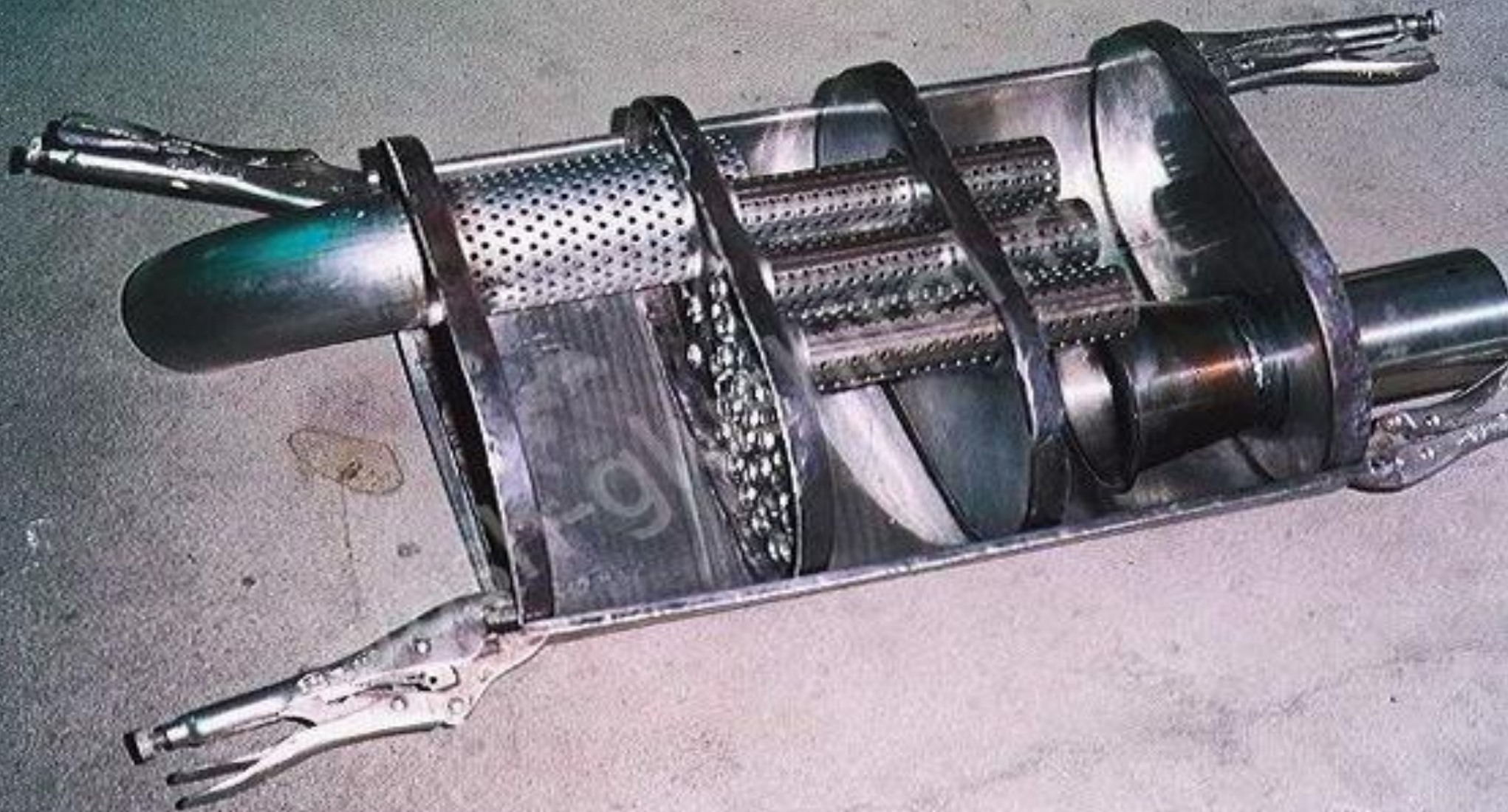
В большинстве своем глушитель включает два элемента - предварительный глушитель (резонатор) и основной глушитель



ГП "СоюзАвтоЗапчасть"

**Резонатор Нива Шевроле  
с катализатором Евро-3**

Снижение шума в глушителе происходит за счет наложения звуковых волн, многократного изменения направления и величины потока отработавших газов, а также их поглощения



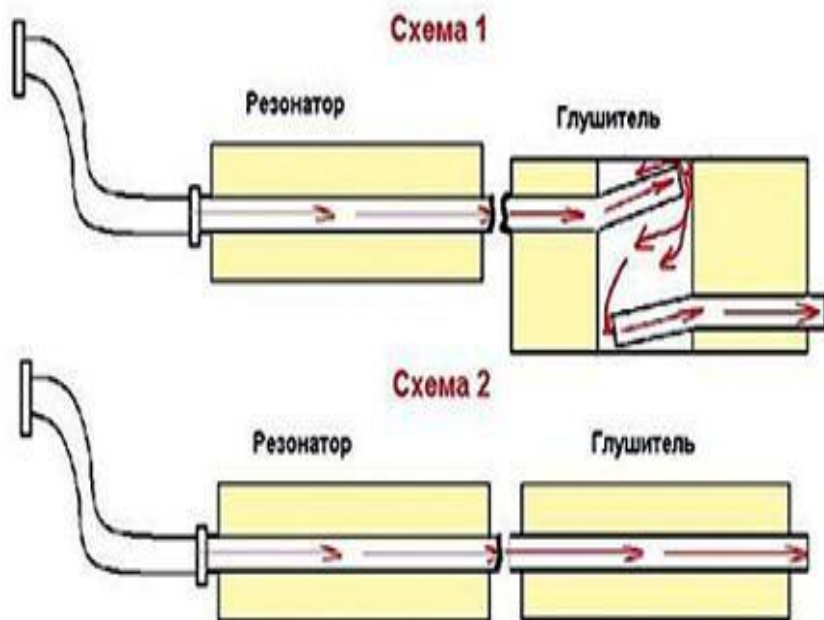
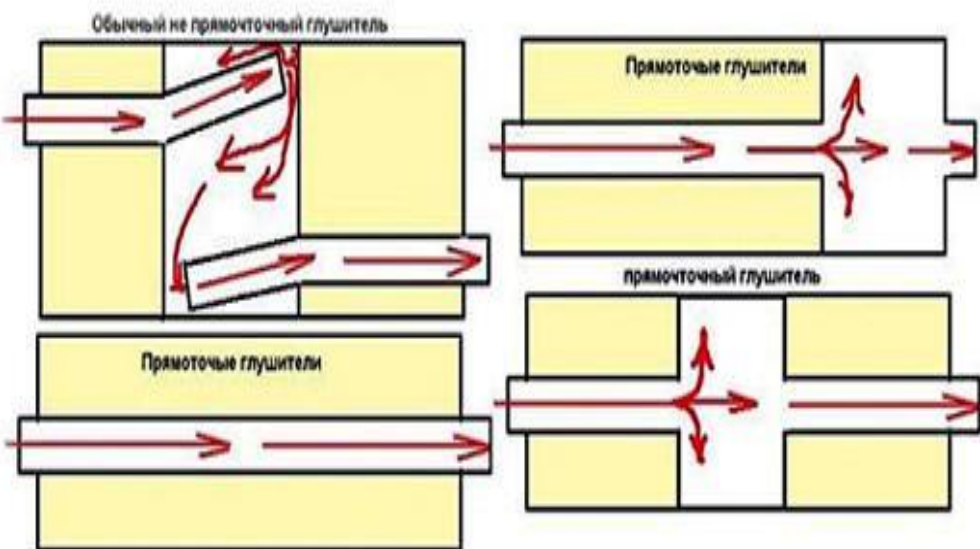
Процесс выпуска отработавших газов является наиболее интенсивным источником шума в двигателе



**Система шумоглушения состоит из ряда отдельных или комбинированных глушителей для легковых автомобилей и моноблочного глушителя для грузовых**



В глушителях выпуска используются элементы двух типов: активные (диссипативные) и реактивные (резонансные)



Активные элементы преобразуют акустическую энергию в тепловую за счет ее рассеивания при перетекании отработавших газов через поры в волокнистых материалах



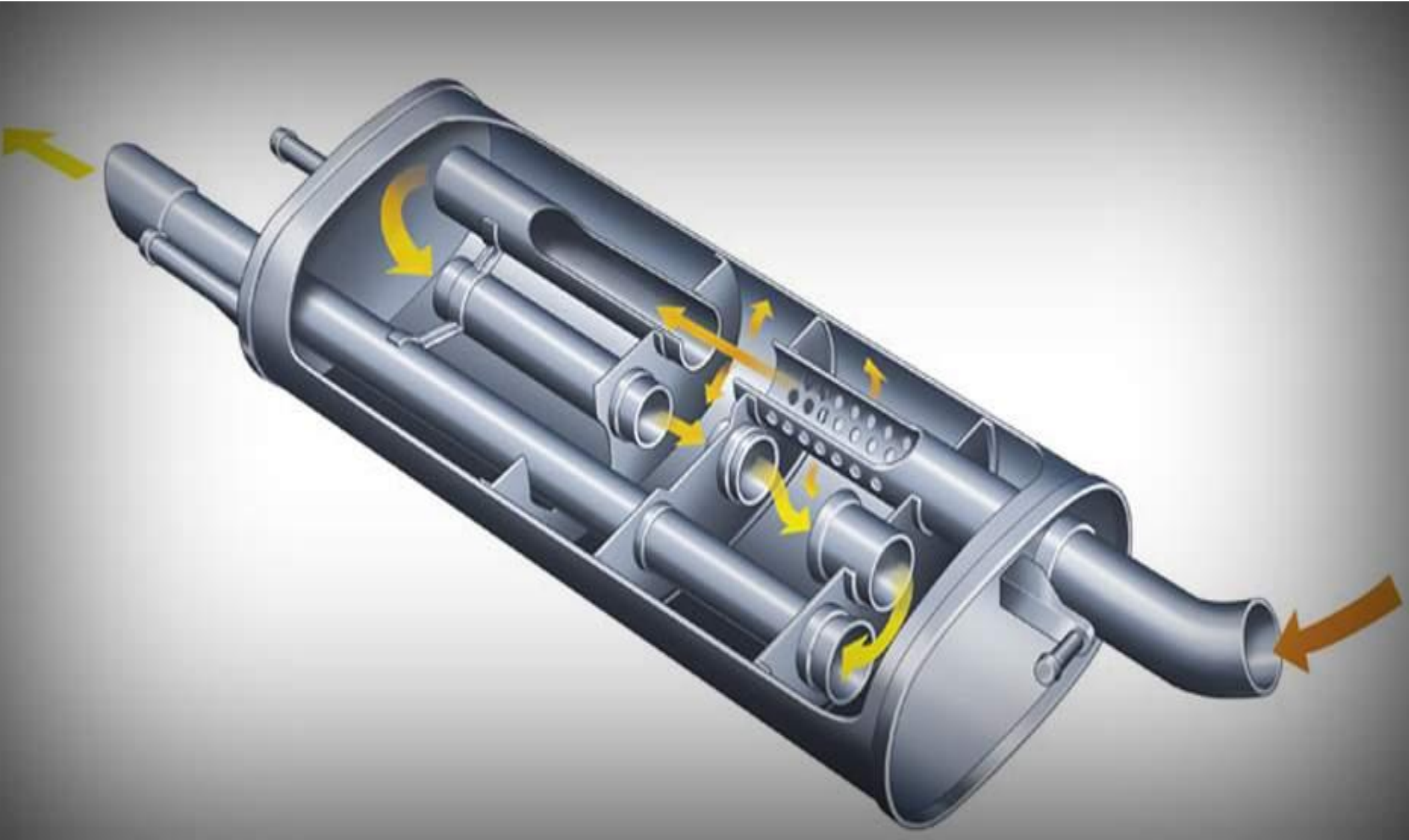


Реактивные элементы предполагают использование резонансных колебаний для шумоглушения. Комбинируя камеры различного объема, можно организовать требуемое снижение шума выпуска.

## Автомобильный глушитель



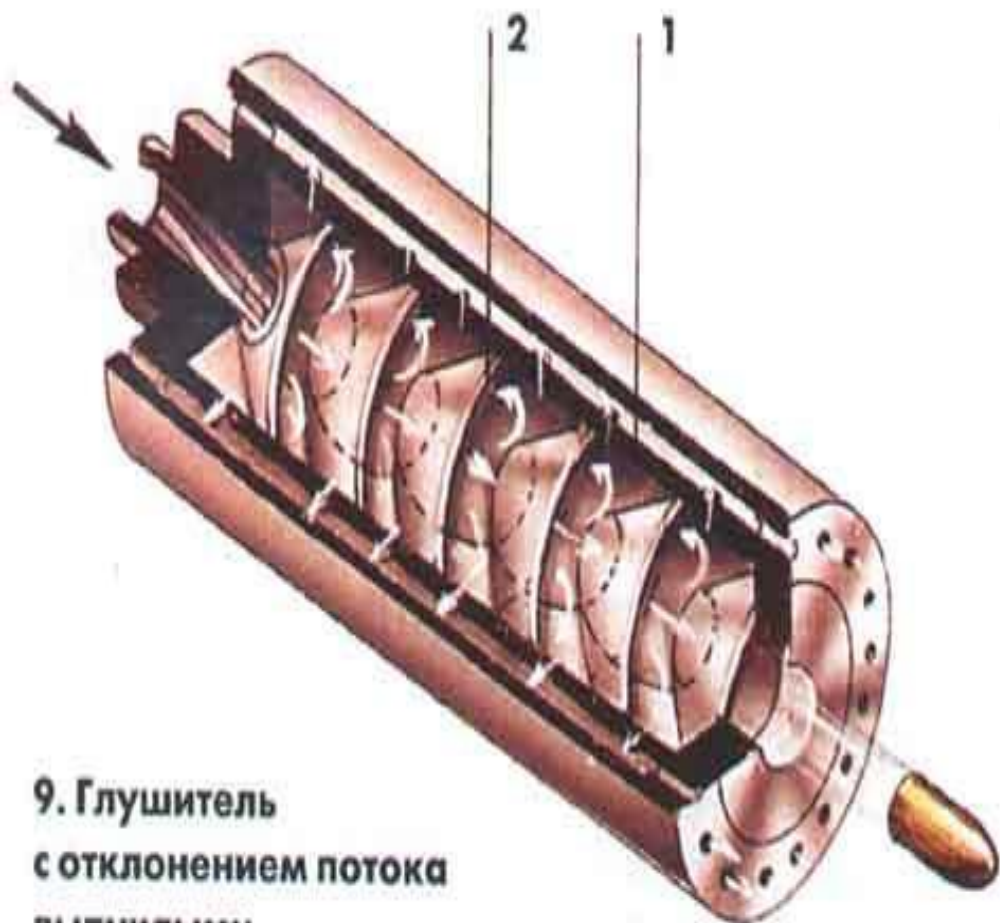
Основной их недостаток — необходимость использования больших объемов камер, что не всегда приемлемо для компоновки на автомобиле



*Комбинированные глушители* формируют из системы резонансных камер, в которые включают звукопоглощающие материалы: стекловолокно, путанку (стальную проволоку, спрессованную брикетами) и металлокерамику



*В полуактивных системах шумоглушения используют подвижные элементы, изменяющие объем системы: при наибольшей длине она более эффективна на режимах малых частот вращения коленчатого вала двигателя, а при малой длине — на высоких*

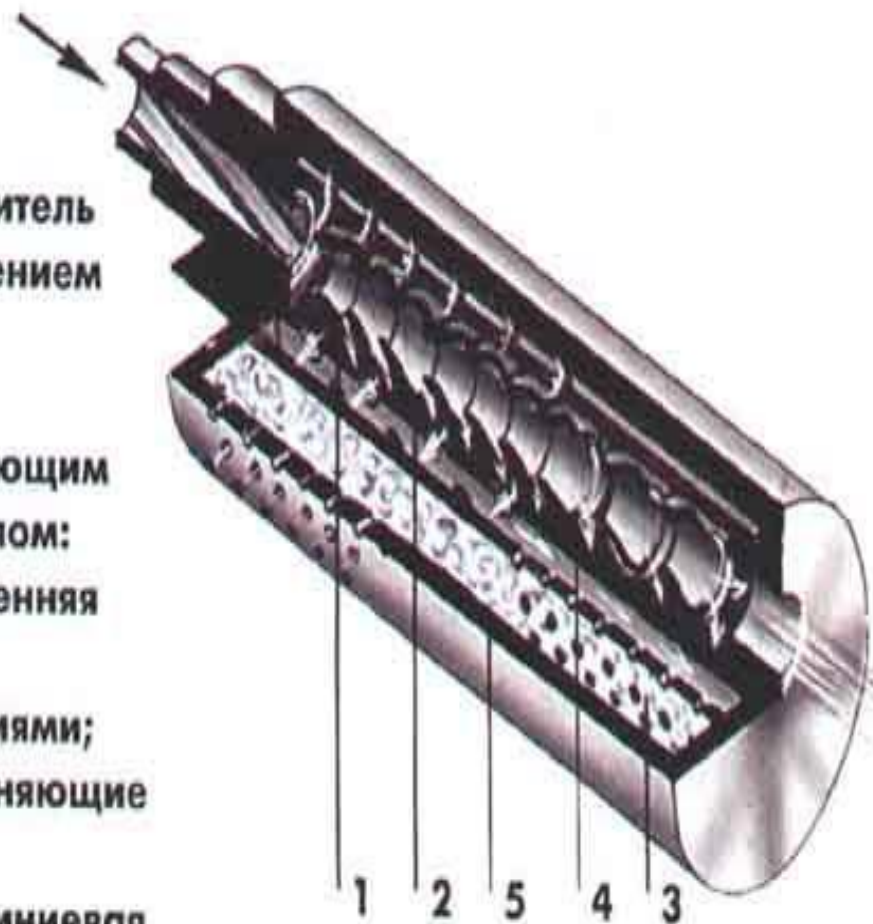


**9. Глушитель с отклонением потока выпуклыми перегородками:**

**1 – внутренняя втулка с перфорацией;  
2 – перегородка**

**10. Глушитель с отклонением потока и теплопоглощающим материалом:**

**1 – внутренняя втулка с отверстиями;  
2 – отклоняющие конусы;  
3 – алюминиевая стружка-поглотитель;  
4 – средняя втулка с перфорацией;  
5 – наружная труба со щелевыми отверстиями**



Управляющим элементом может быть пневматический или электромагнитный клапан, либо управляемая заслонка или золотник.



Система позволяет снизить шум выпуска на низких частотах вращения до 10 дБ



Активная система базируется на шумоглушении выпуска сигналом равнозначного спектрального состава, но поданного в противофазе.

Работа этой системы требует значительных энергозатрат.

Она позволяет добиться снижения шума выпуска на 30... 35 дБ.



Эффективность работы активной и полуактивной систем шумоглушения зависит от качества электронного управления. Наружные поверхности глушителей также могут излучать шум, поэтому их стенки выполняют двойными





# THE END

