

Турбодвигатель TSI

Иванов А.М., Солнцев А.Н., Гаевский В.В. и др.

И20 Основы конструкции автомобиля. — М. 000 «Книжное издательство
«За рулем», 2005. — 336 с: ил.

<http://avto-blogger.ru/dv/что-такое-двигатель-tsi.html>

<http://avto-i-avto.ru/tyuning-avto/kompressor-ili-turbina-dlya-avtomobilya.html>

Многие из вас, при выборе например volkswagen или его дочерней компании skoda наталкиваются на такой вопрос.

Что такое двигатель TSI?



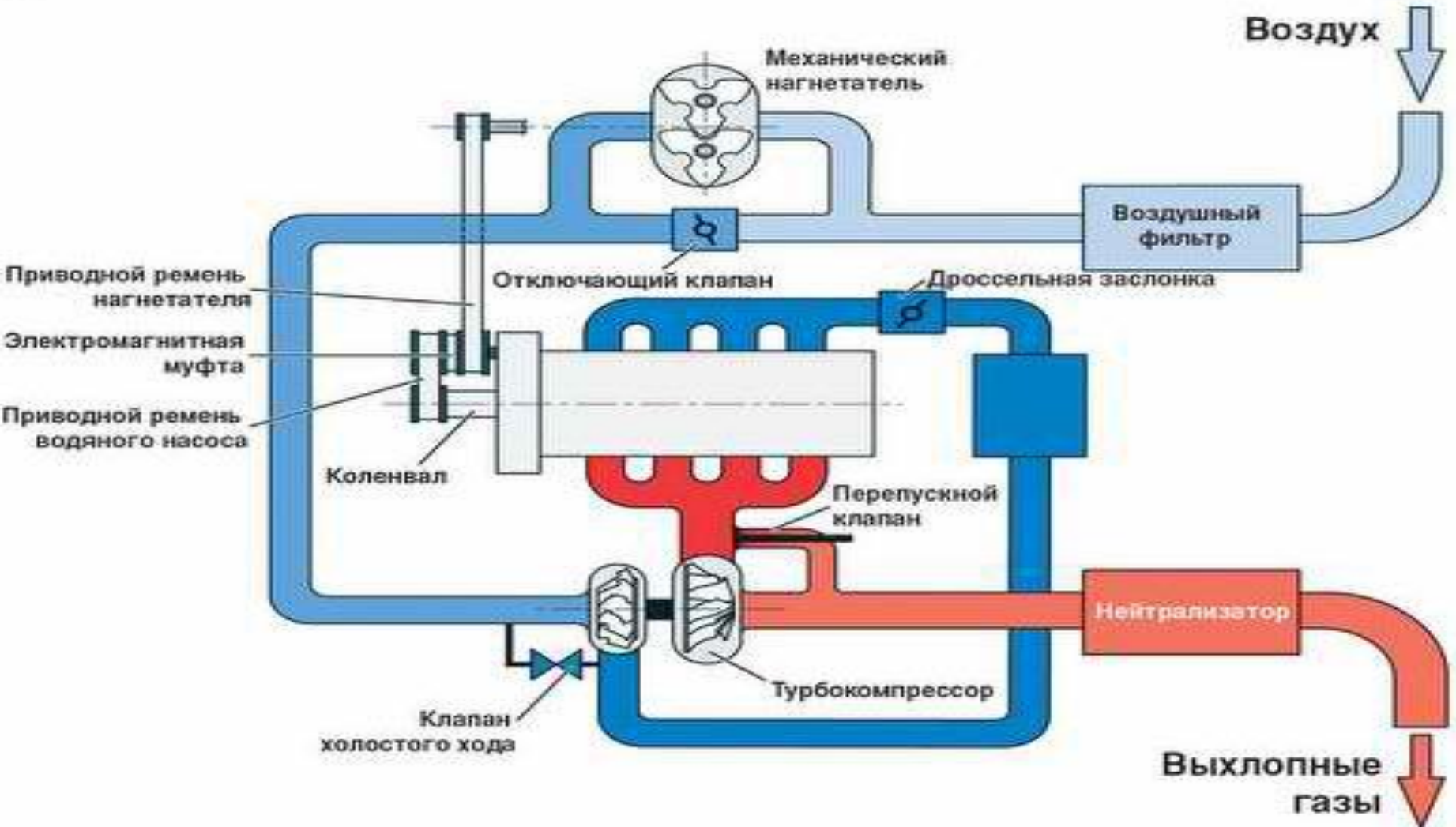
Все слышали про обыкновенные двигатели FSI Все слышали про обыкновенные двигатели FSI (Volkswagen и Skoda), а также о TFSI (AUDI), но двигатели TSI для Российского потребителя остаются загадкой. Что это за мотор такой? Существует много высказываний, особенно в пьяной компании, всегда найдется эдакий знаток который все знает и все слышал



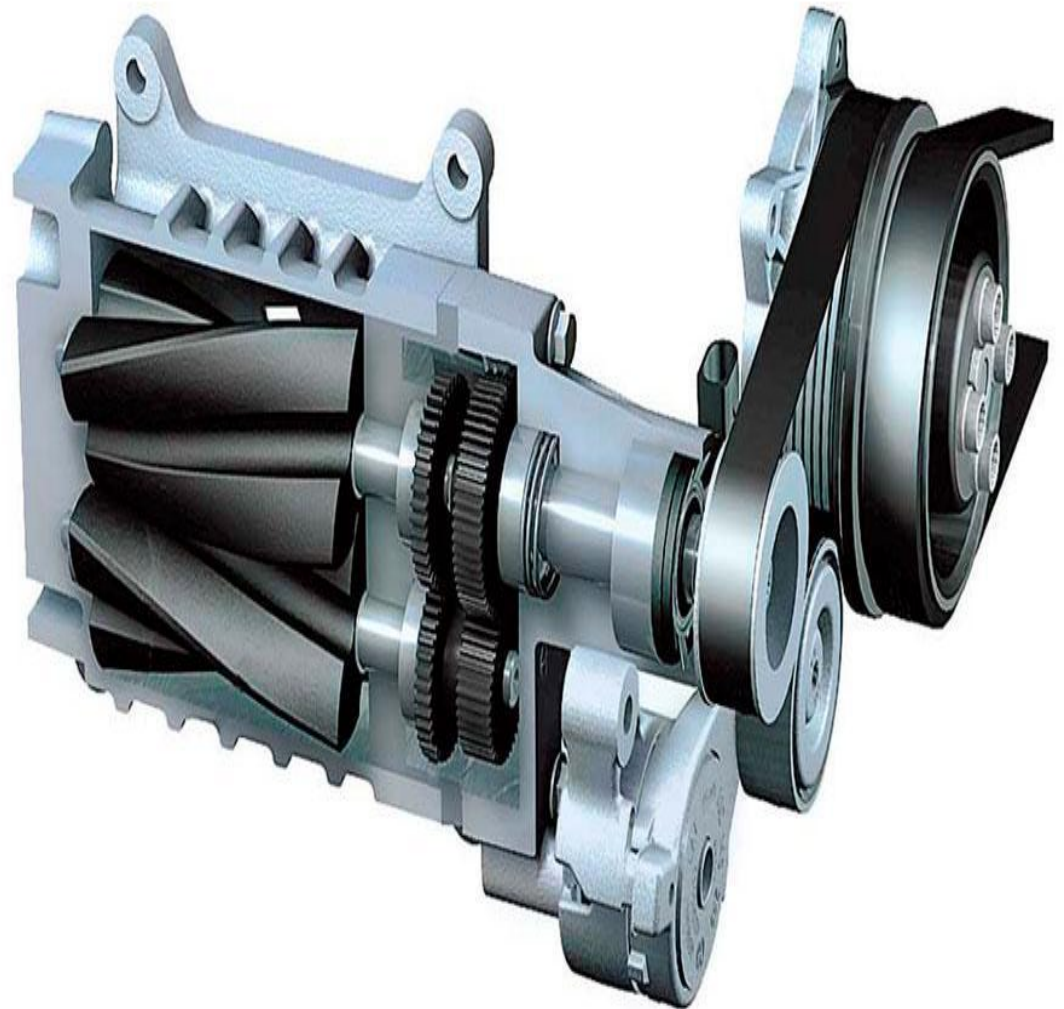
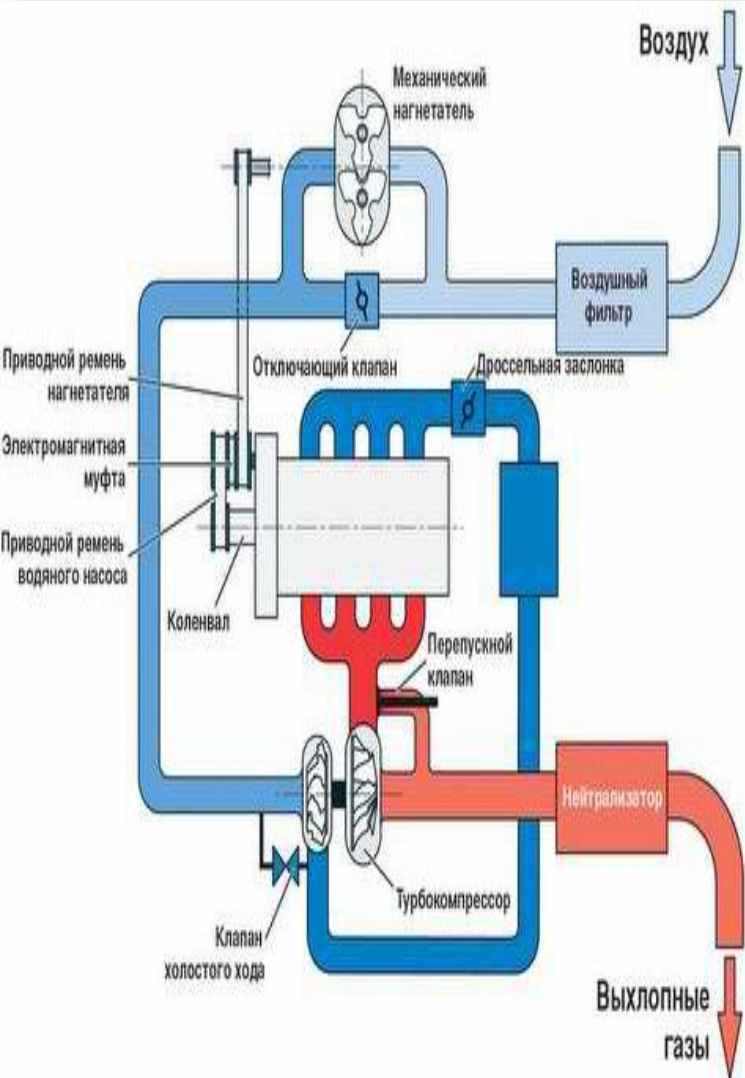
Самый яркий представитель класса, это вариант объемом 1,4 литра, компании Volkswagen



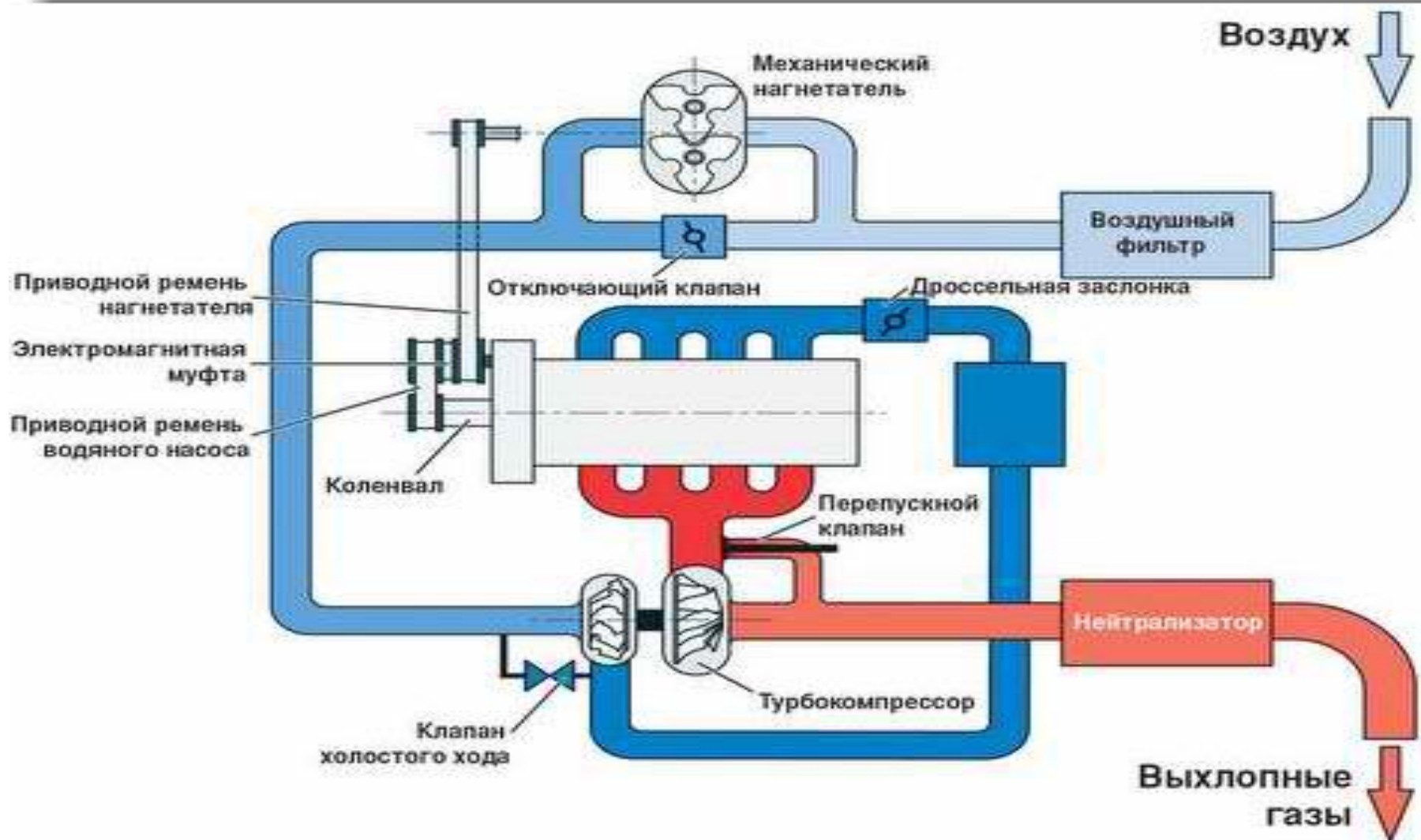
Двигатели TSI — это бензиновые агрегаты с двойным турбонаддувом (которые содержат и механические компрессоры), системой непосредственного «последнего» впрыска топлива. Строение гораздо сложнее обычного турбированного двигателя, однако стоит заметить, что надежность, мощность и экономичность, на очень высоком уровне. Он практически лишен недостатков



В ДВС применяют механический наддув, когда воздух закачивается специальным насосом (компрессором), имеющим механический привод, и турбонаддув, при котором компрессор приводится в действие турбиной благодаря энергии отработавших газов.



Турбина работает за счёт энергии отработавших газов



Турбина работает за счёт энергии отработавших газов

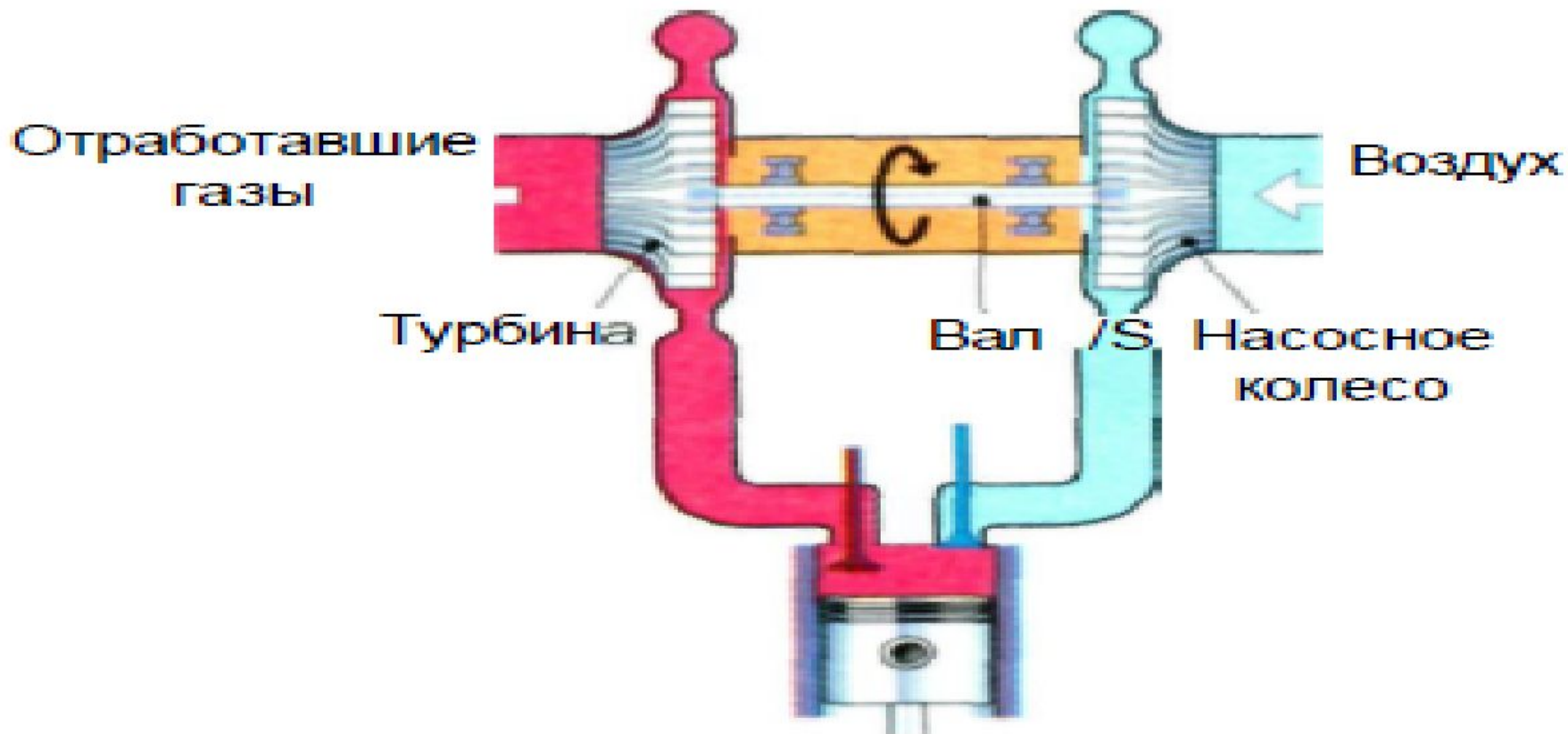


Рис. 2.103. Схема работы турбокомпрессора

Турбокомпрессор — это комбинирование турбины и центробежного компрессора

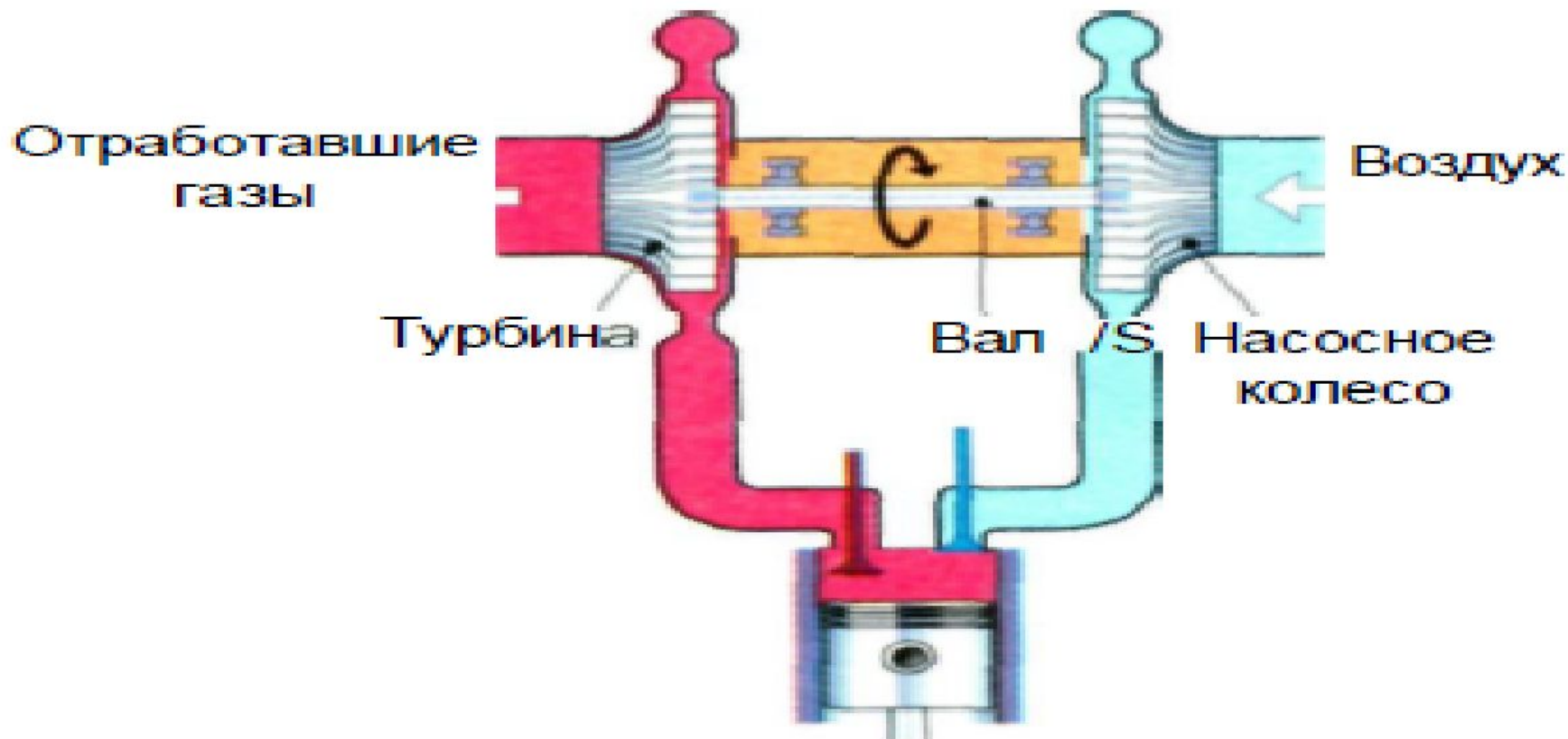


Рис. 2.103. Схема работы турбокомпрессора

Выхлопные газы с большей скоростью вращают колесо турбины на валу, а в другом конце вала находится центробежный насос, который нагнетает больше воздуха в цилиндры

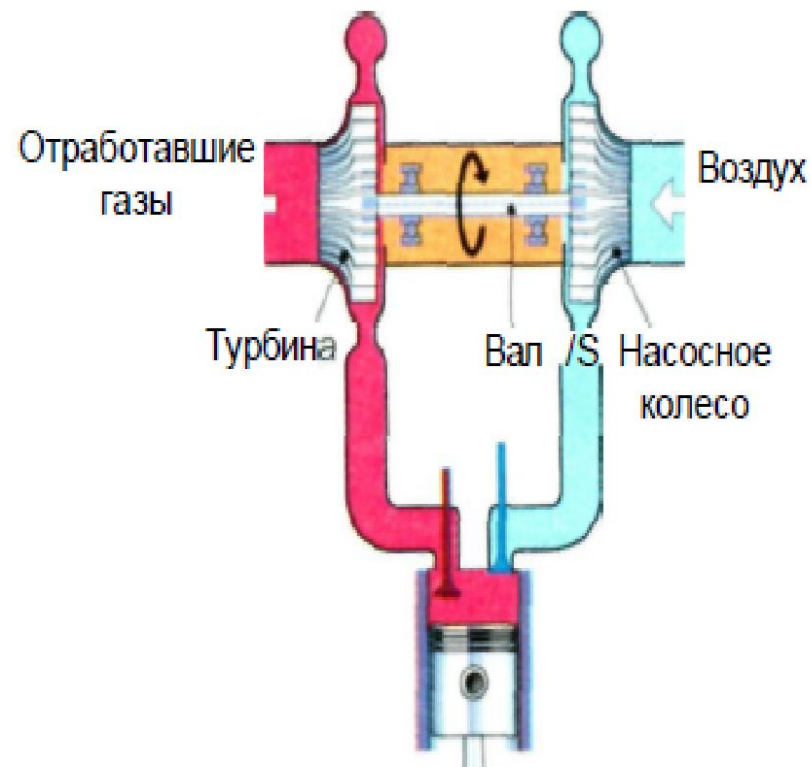
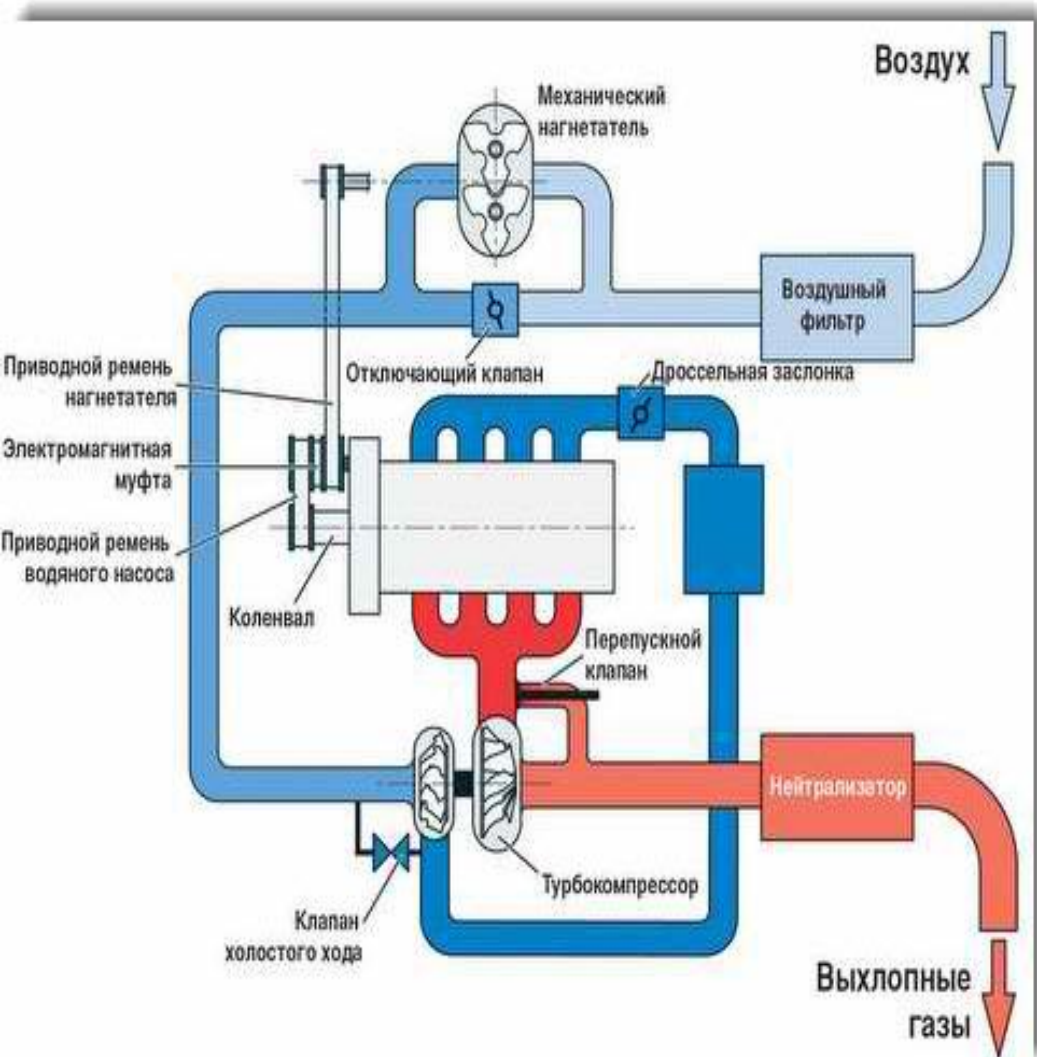
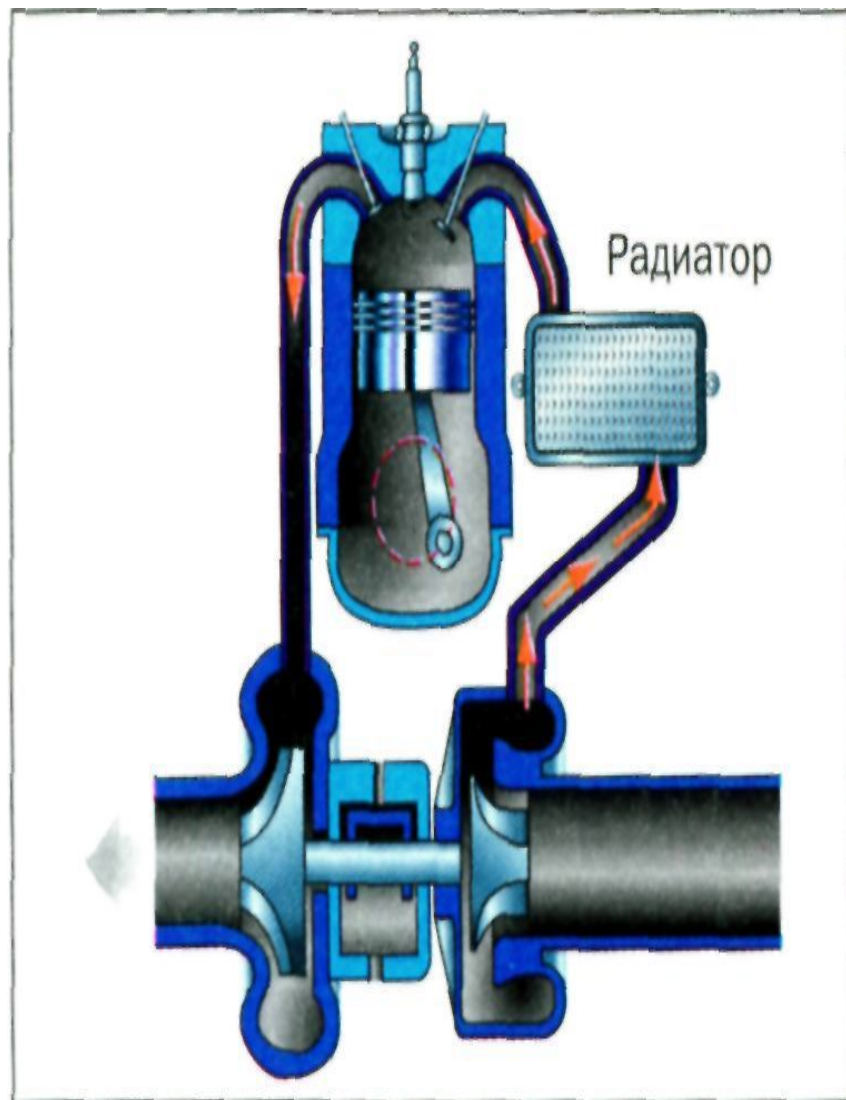
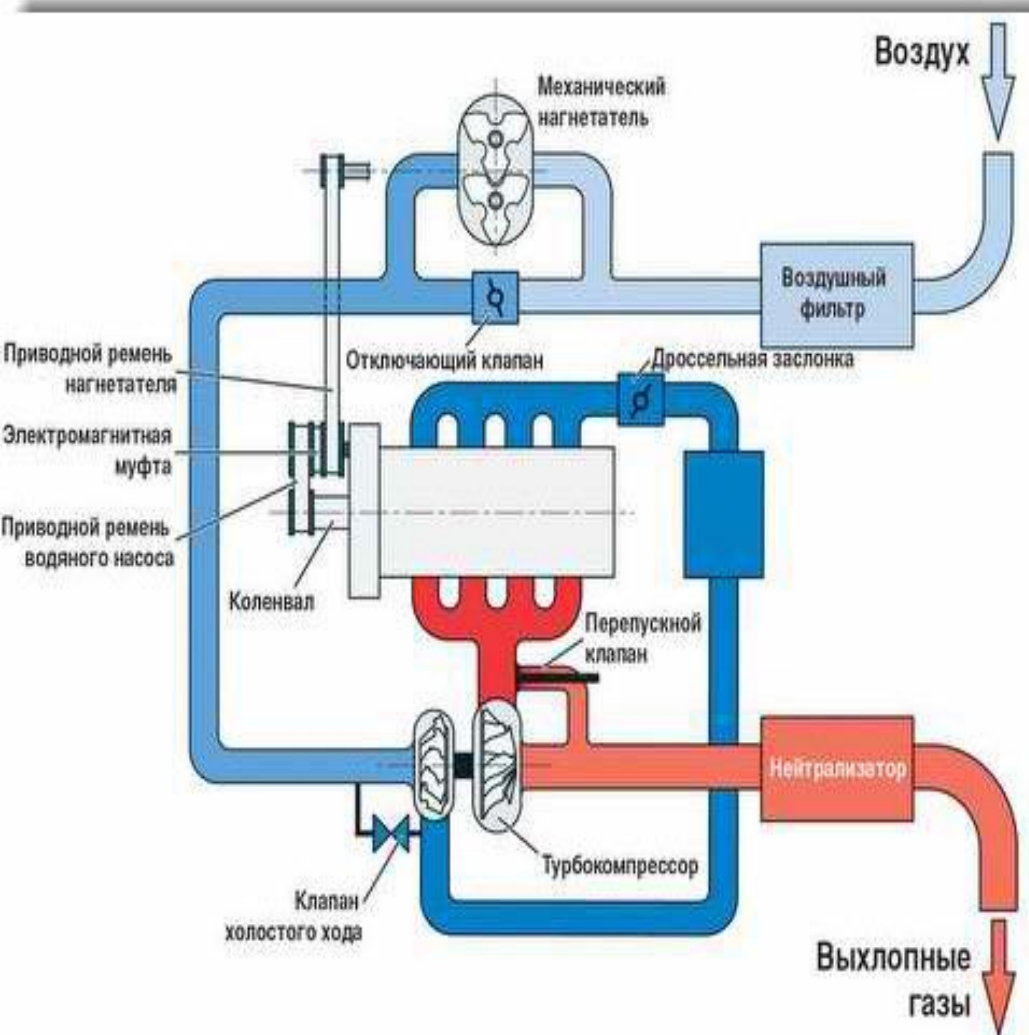
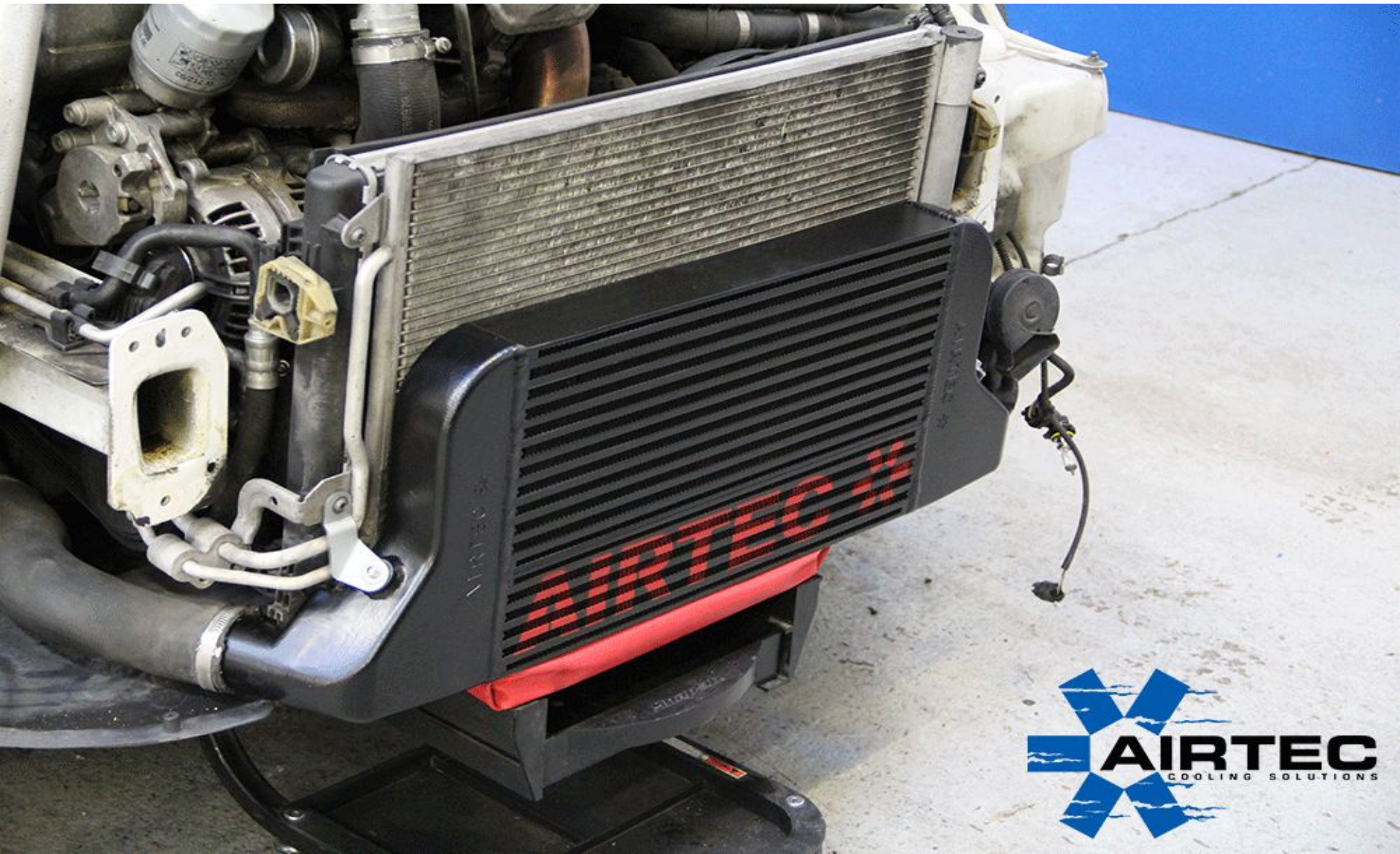


Рис. 2.103. Схема работы турбокомпрессора

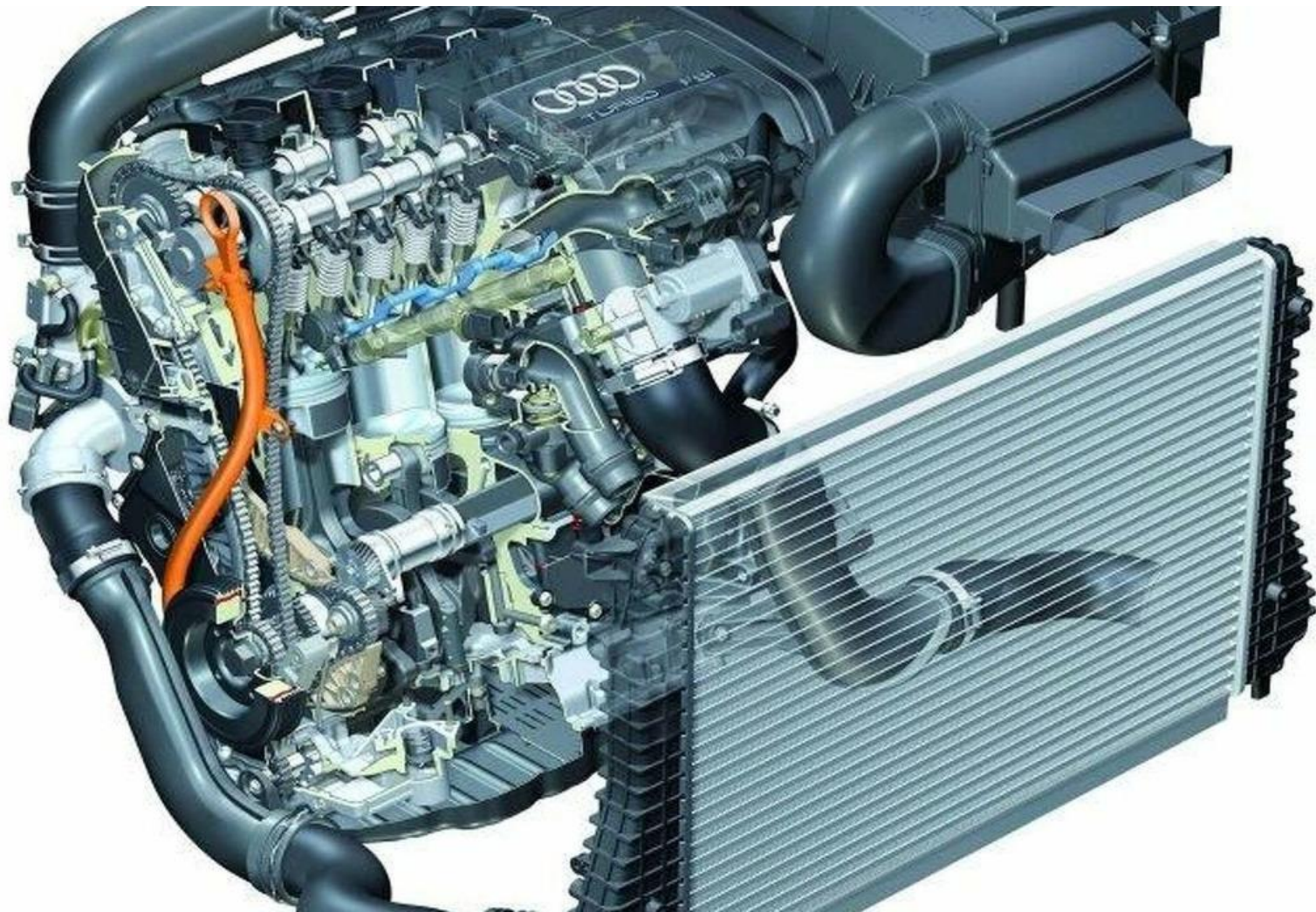
Чтобы охладить сжатый турбиной воздух, используют дополнительный радиатор — интеркулер



Известно, что сжатие воздуха приводит к повышению его температуры. В современных наддувных двигателях часто применяют промежуточное охлаждение поступающего от турбокомпрессора воздуха. С этой целью воздух, сжатый в турбокомпрессоре, поступает в специальный теплообменник, в котором воздух охлаждается до температуры 50 - 60 °С



Охлаждение воздуха дает возможность улучшить наполнение цилиндров за счет увеличения плотности воздуха и снизить вероятность возникновения детонации. Охлаждение воздуха повышает мощность двигателя с наддувом примерно на 20 % при одновременном улучшении топливной экономичности



Турбина хорошо подходит для обогащения кислородом топливной смеси. Но всё же имеет свои минусы:



Турбина хорошо подходит для обогащения кислородом топливной смеси. Но всё же имеет свои минусы:

- 1) турбина — это стационарное устройство и требует полную привязку к двигателю



Турбина хорошо подходит для обогащения кислородом топливной смеси. Но всё же имеет свои минусы:

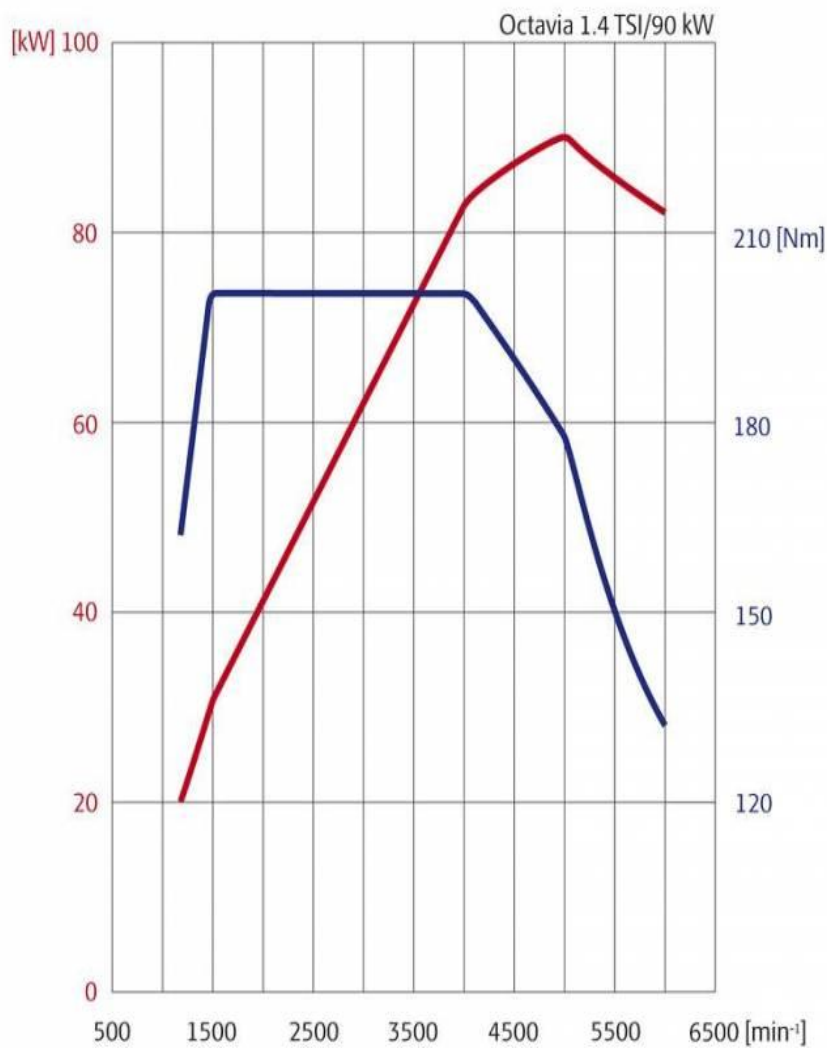
2) на малых оборотах она не даёт большой мощности, а только на больших способна показать всю свою мощь;

«Турбояма»



Турбина хорошо подходит для обогащения кислородом топливной смеси. Но всё же имеет свои минусы:

3) переход с малых оборотов до высоких называется турбо — ямой, чем большую мощность имеет турбина, тем больше будет эффект турбо — ямы



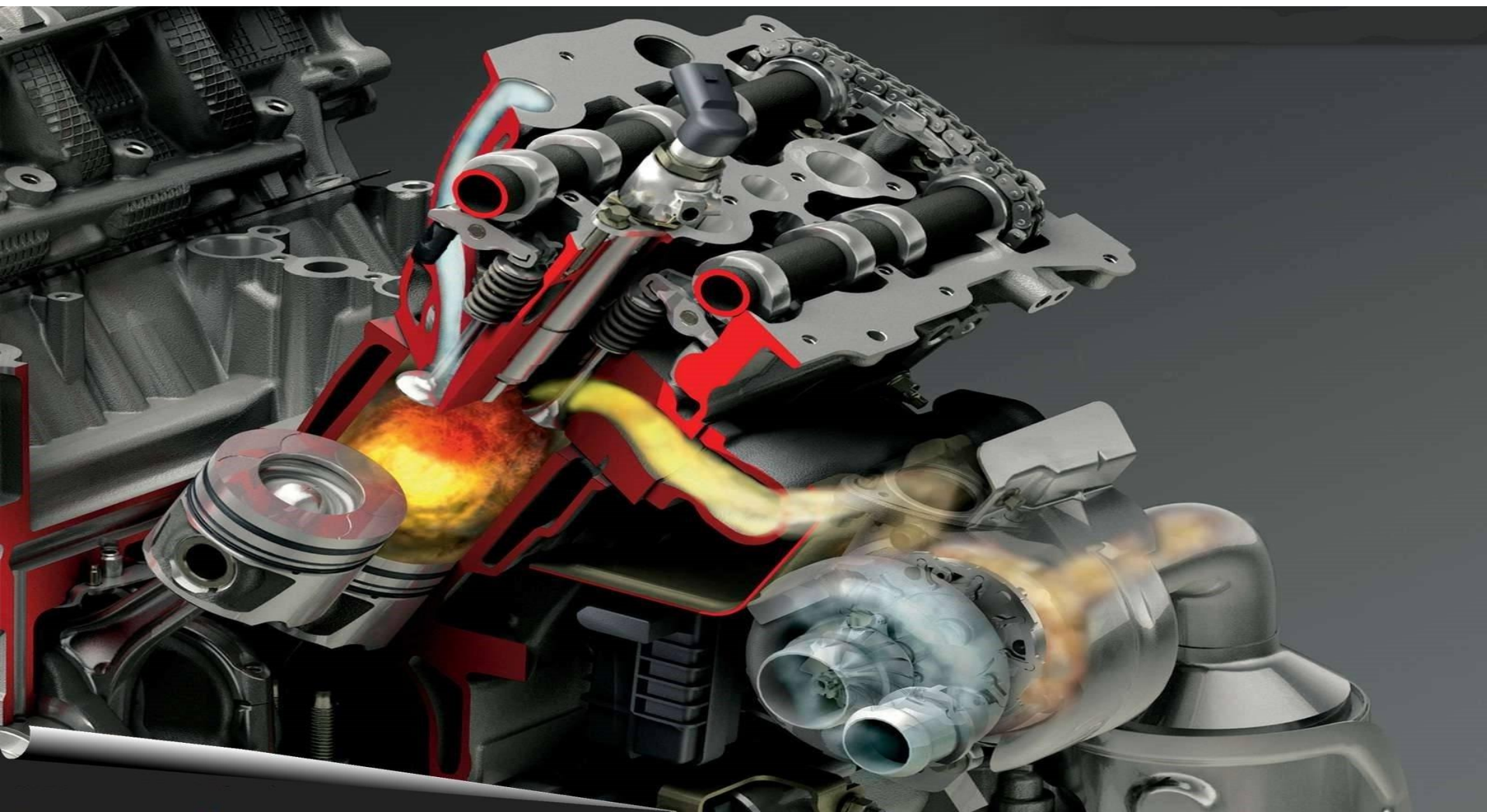
«Турбояма» - Двигатель с запаздыванием откликается на нажатие педали акселератора. Причина в том, что турбокомпрессору в силу его инерционности, нужно время для увеличения оборотов и повышения подачи воздуха.



После выхода из «турбоямы» резко повышается давление наддува
(«турбоподхват»)



Явление «турбоямы» обусловлено инерционностью системы, т.е. давление воздуха создаваемое турбиной на малых оборотах , до 3000 об\мин. недостаточно что бы обеспечить нужным количеством воздуха заряд в цилиндре двигателя



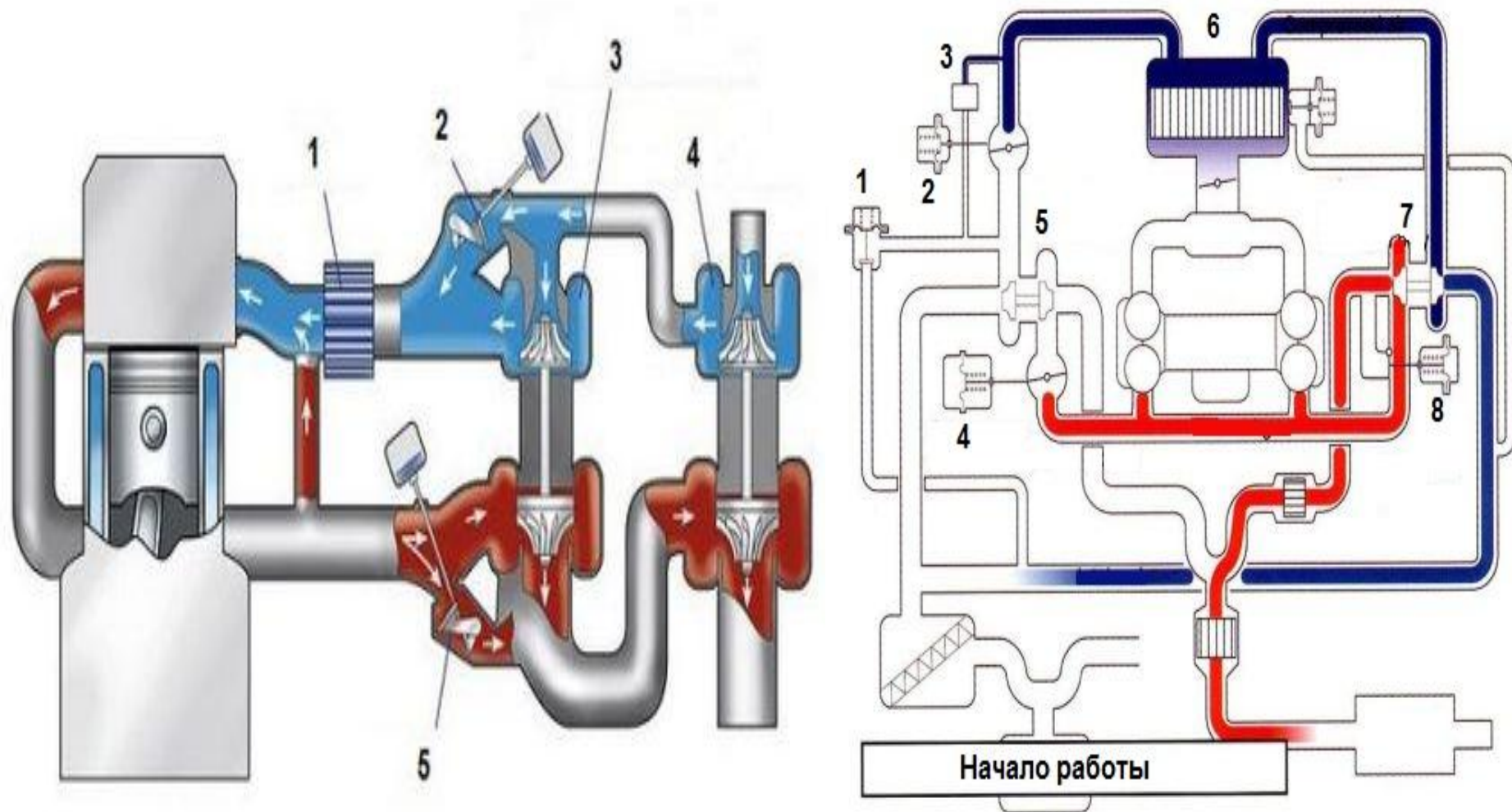
Это влечет за собой несоответствие между производительностью турбокомпрессора и требуемой мощностью двигателя. Для решения этой проблемы существуют следующие способы:

1) использование турбины с изменяемой геометрией;



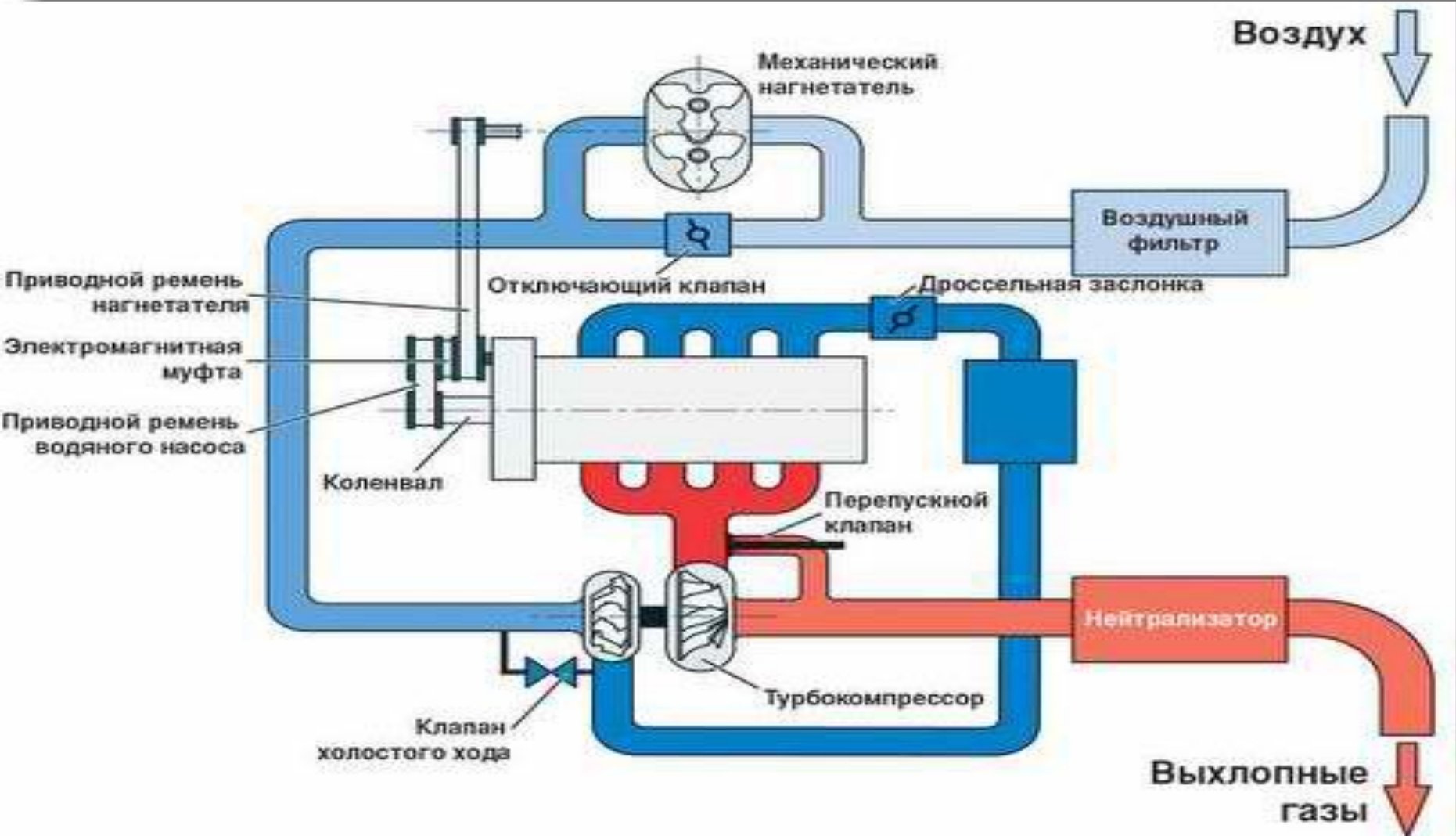
Для решения этой проблемы (турбоямы) существуют следующие способы

2) применение двух параллельных или последовательных компрессоров



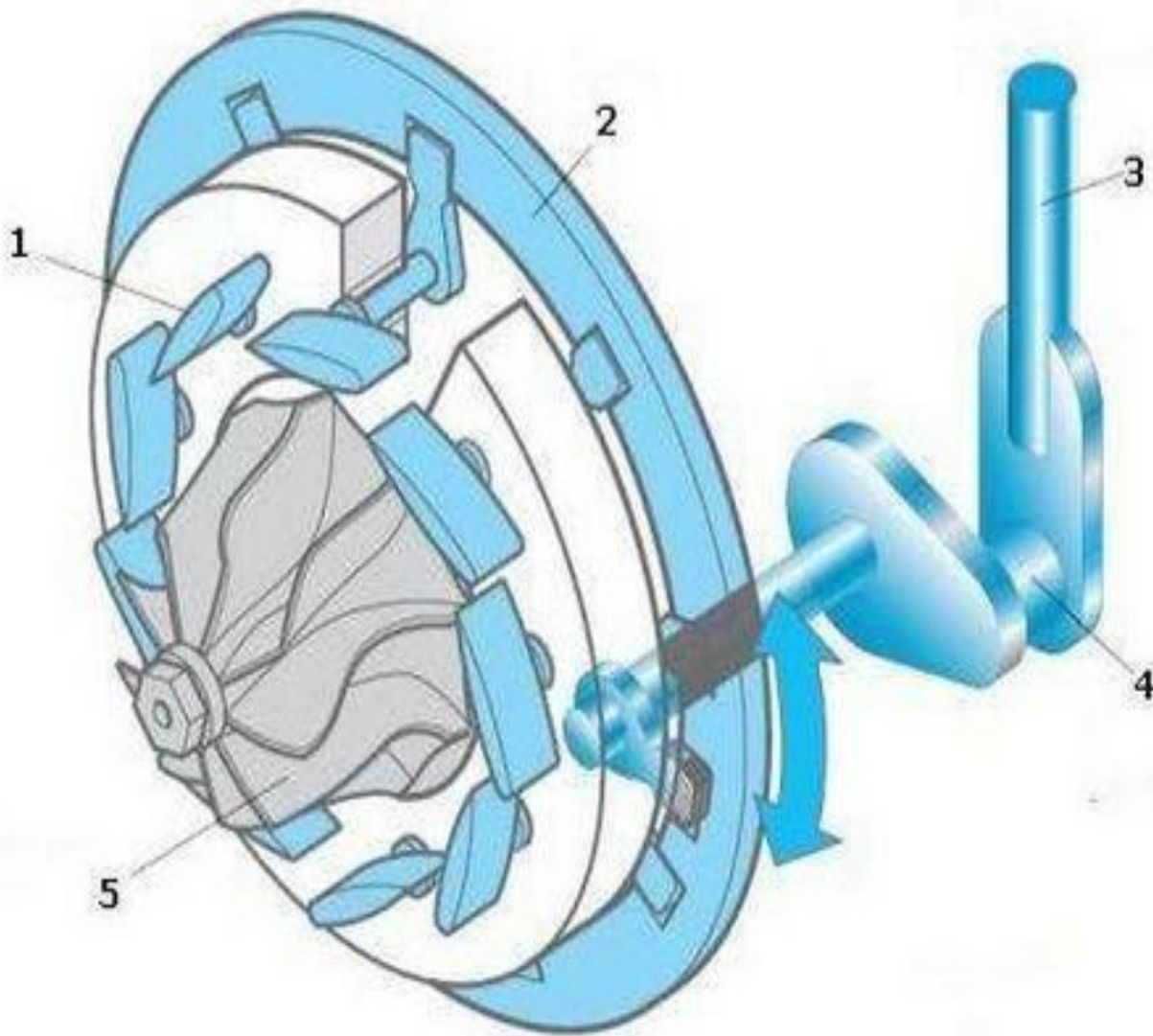
Для решения этой проблемы (турбоямы) существуют следующие способы

3) комбинированный наддув



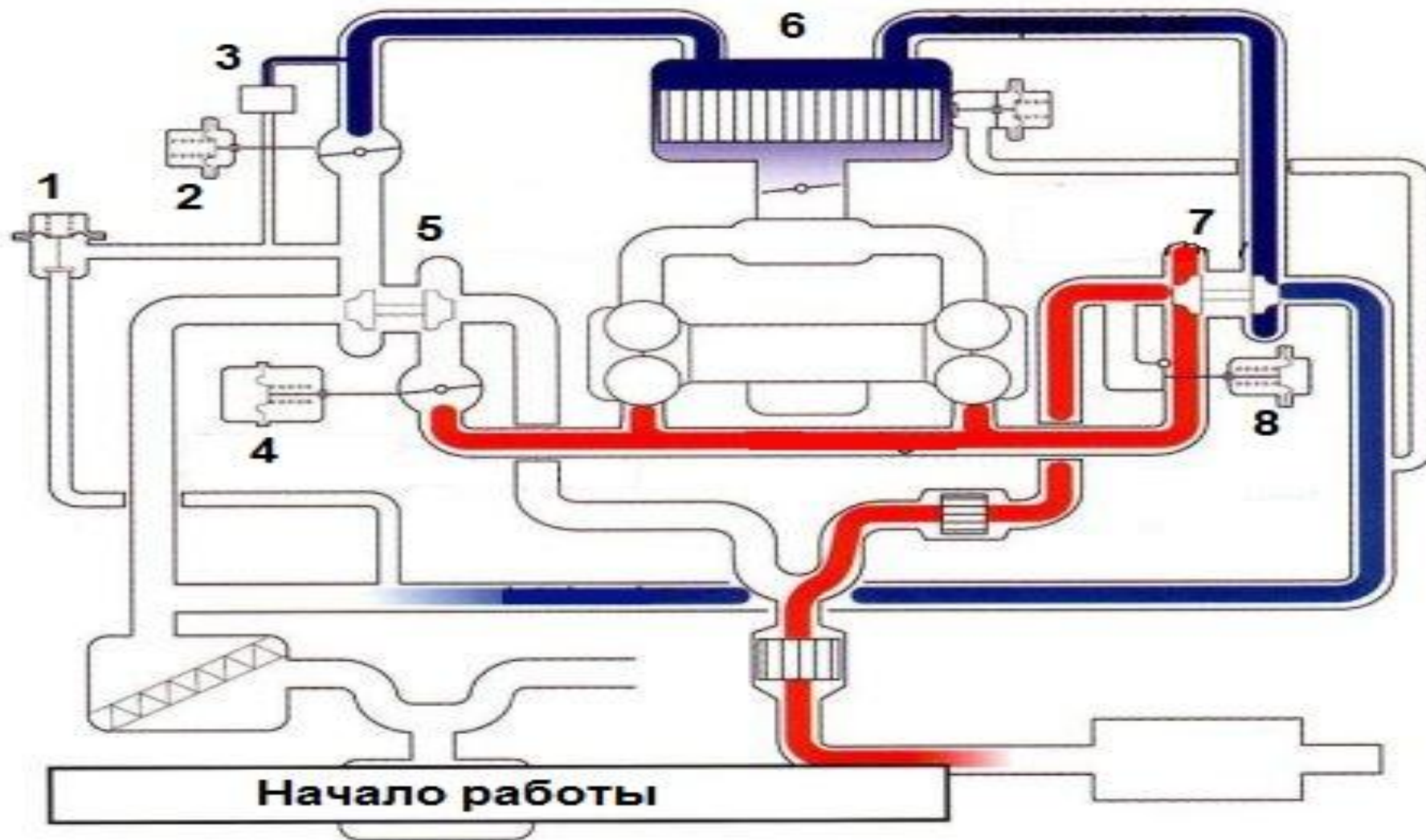
Турбина с изменяемой геометрией оптимизирует поток отработавших газов, изменяя площадь входного канала.

Широко применяется в дизельных двигателях

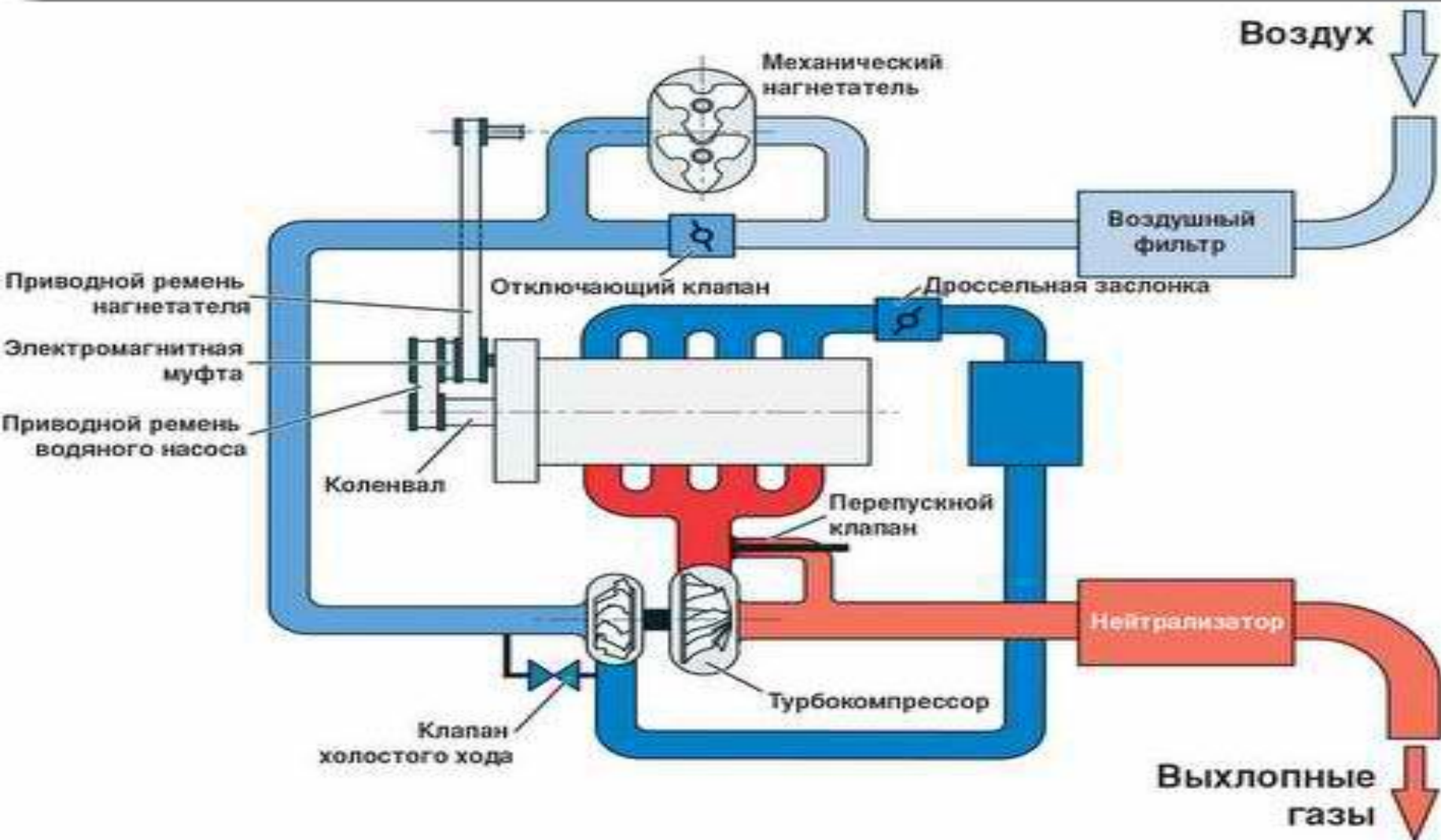


- Турбина с изменяемой геометрией:
1 — направляющие лопатки;
- 2 — кольцо;
- 3 — рычаг;
- 4 — тяга вакуумного привода;
- 5 — турбинное колесо.

Параллельно работающие турбокомпрессоры применяют для мощных V-образных двигателей (по одному на ряд цилиндров). Эта схема помогает решить проблему за счет того, что у двух маленьких турбин инерция меньше, чем у одной большой



Установка 2-х последовательных турбин позволяет достичь максимальной производительности, используя разные компрессоры при разных оборотах двигателя



При комбинированном наддуве применяется и механический, и турбонаддув.

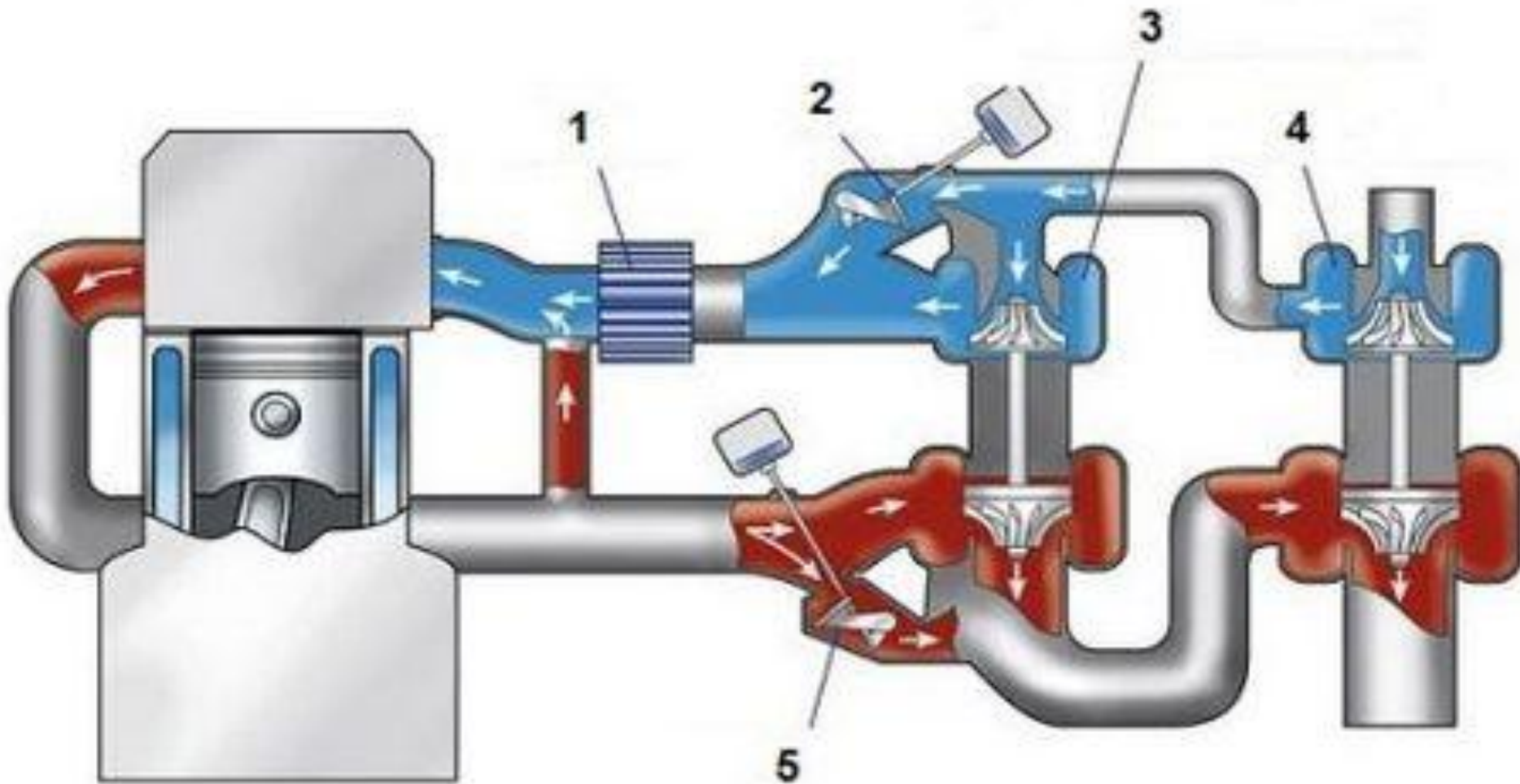
При работе двигателя на низких оборотах работает механический нагнетатель.

При увеличении оборотов включается турбокомпрессор, а механический нагнетатель останавливается

Схема работы двухкомпрессорного наддува



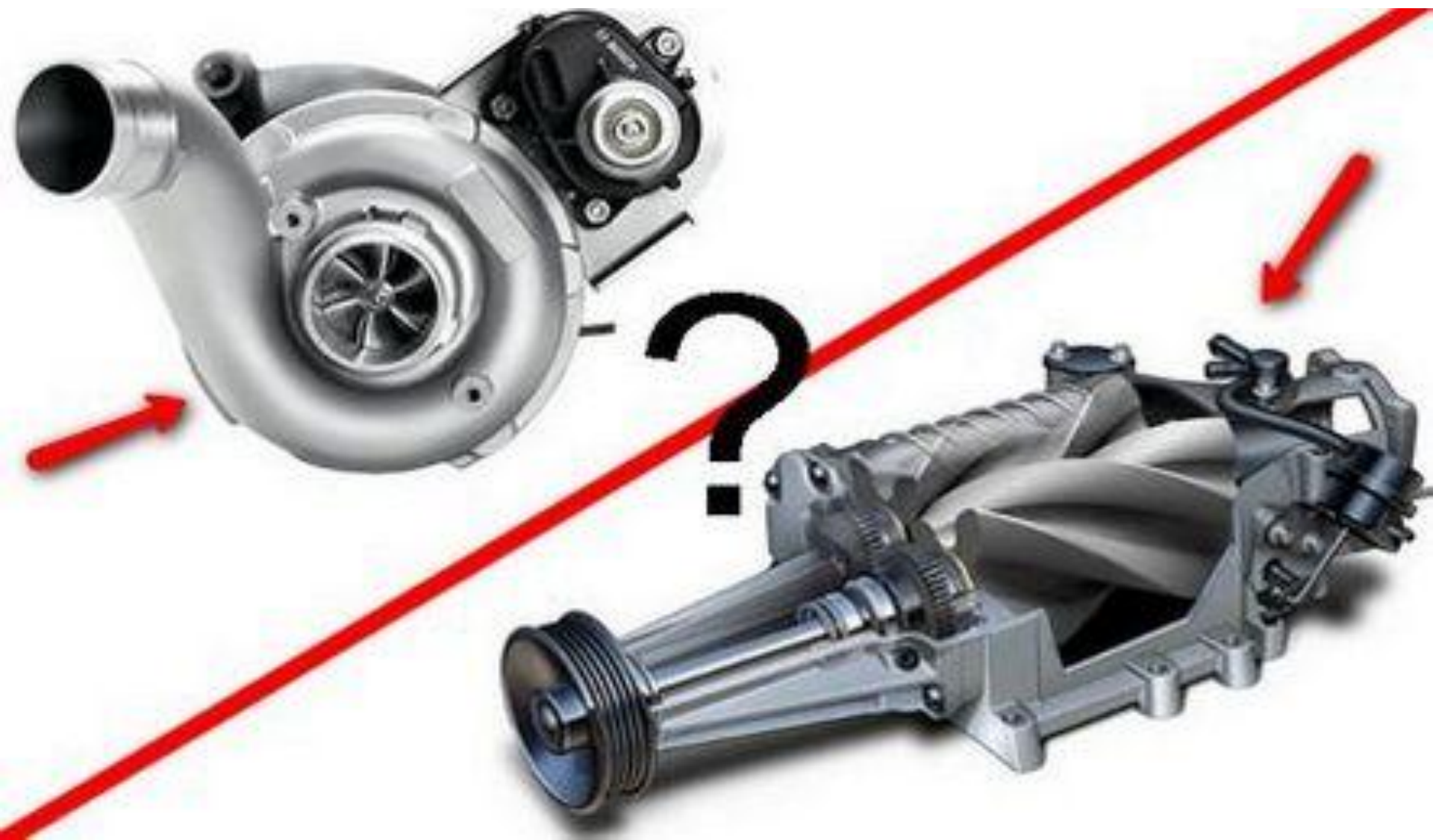
Для того чтобы увеличить диапазон частот вращения двигателя, при которых турбонаддув обеспечивает повышение давления, применяются по два турбокомпрессора на одном двигателе. Один турбокомпрессор работает при низких оборотах, а второй при высоких



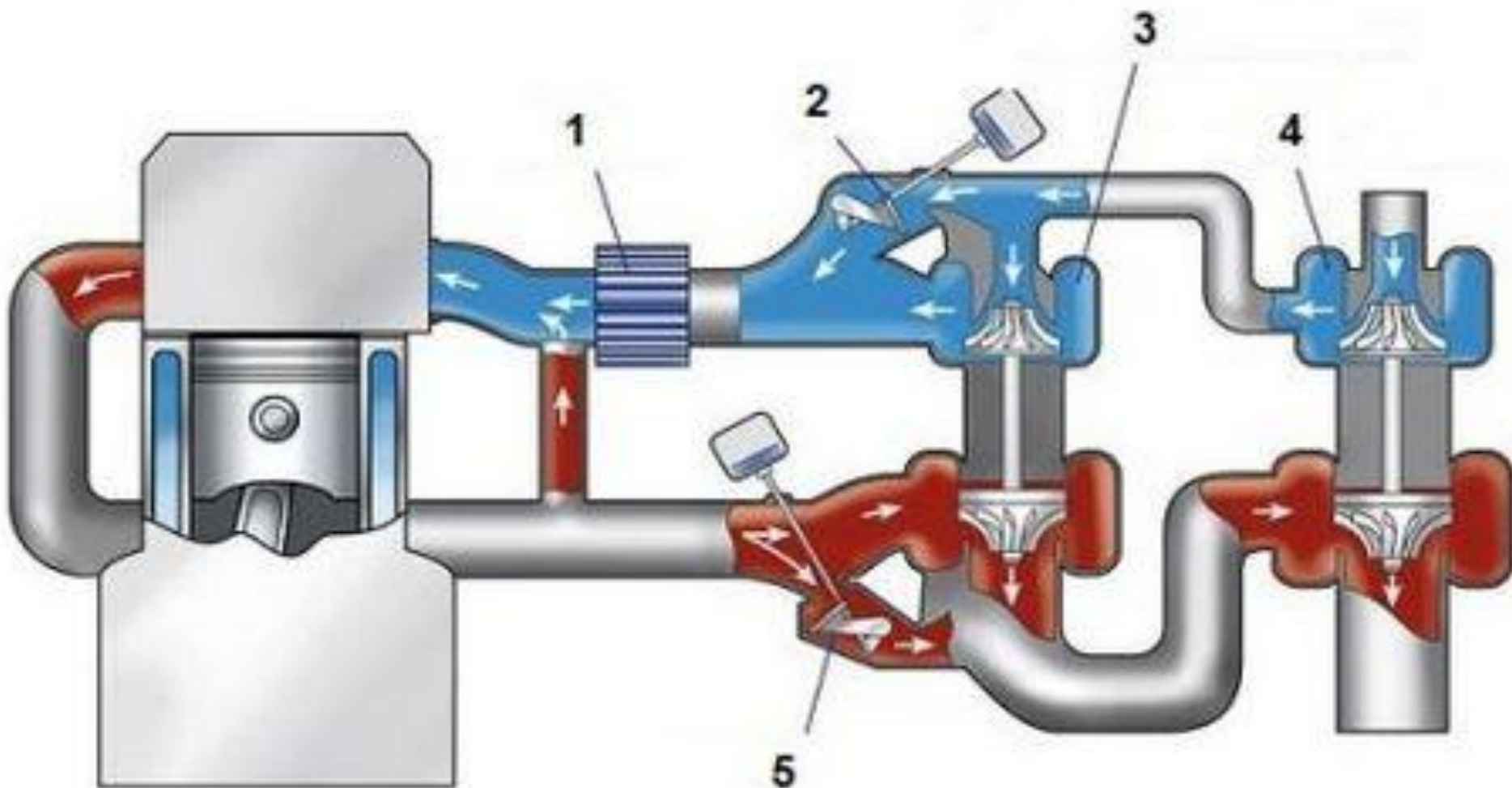
Турбины требовали некоторого времени на «раскрутку», когда при небольших нагрузках открывалась дроссельная заслонка, что приводило к задержке нарастания давления наддува. Этот эффект получил название турбоямы



В наше время уже имеются турбины, отлично работающие на высоких и на низких оборотах двигателя, но и цена у них соответственно приличная. При выборе компрессора или турбины, многие отдают предпочтение турбо-наддуву, независимо от цены.



Для того чтобы увеличить диапазон частот вращения двигателя, при которых турбонаддув обеспечивает повышение давления, применяются по два турбокомпрессора на одном двигателе. Один турбокомпрессор работает при низких оборотах, а второй при высоких



В последних поколениях наддувных двигателей стали применяться турбокомпрессоры с переменной геометрией, которые сохраняют высокую скорость газов при малых нагрузках, так что турбина всегда вращается с нужной скоростью

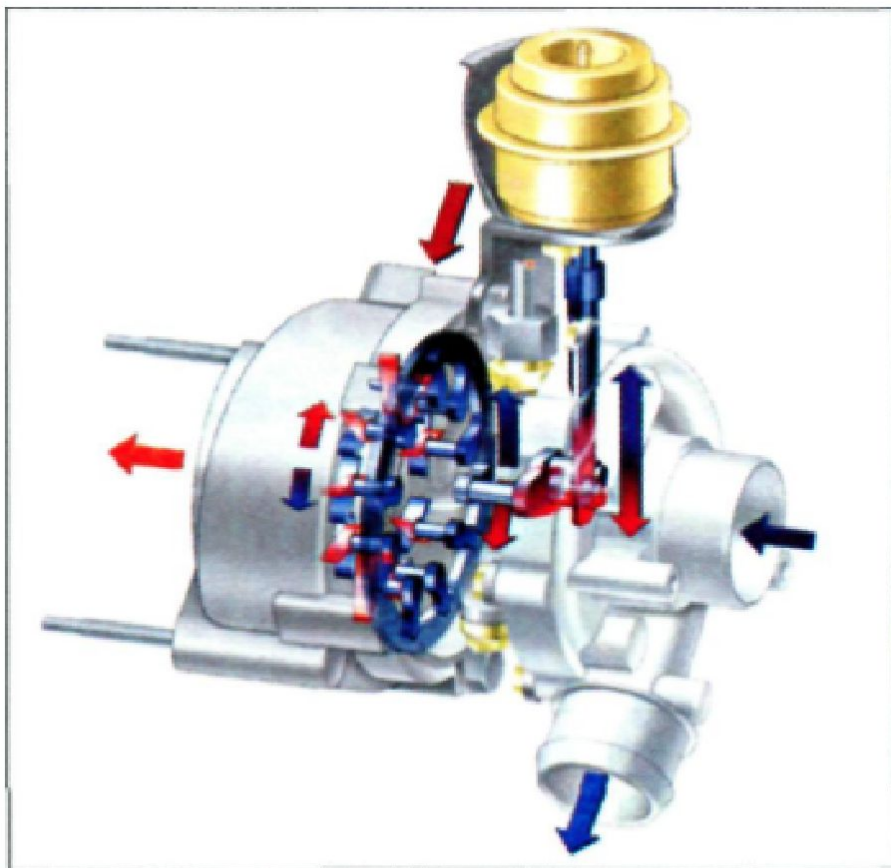


Рис. 2.107. Схема работы турбокомпрессора с изменяемой геометрией

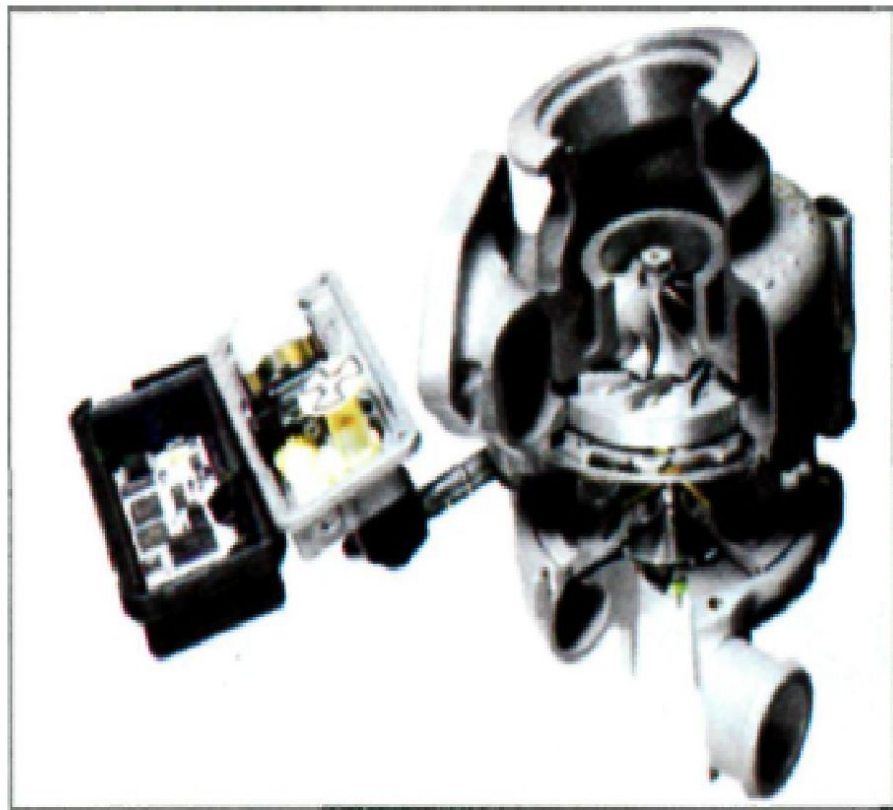
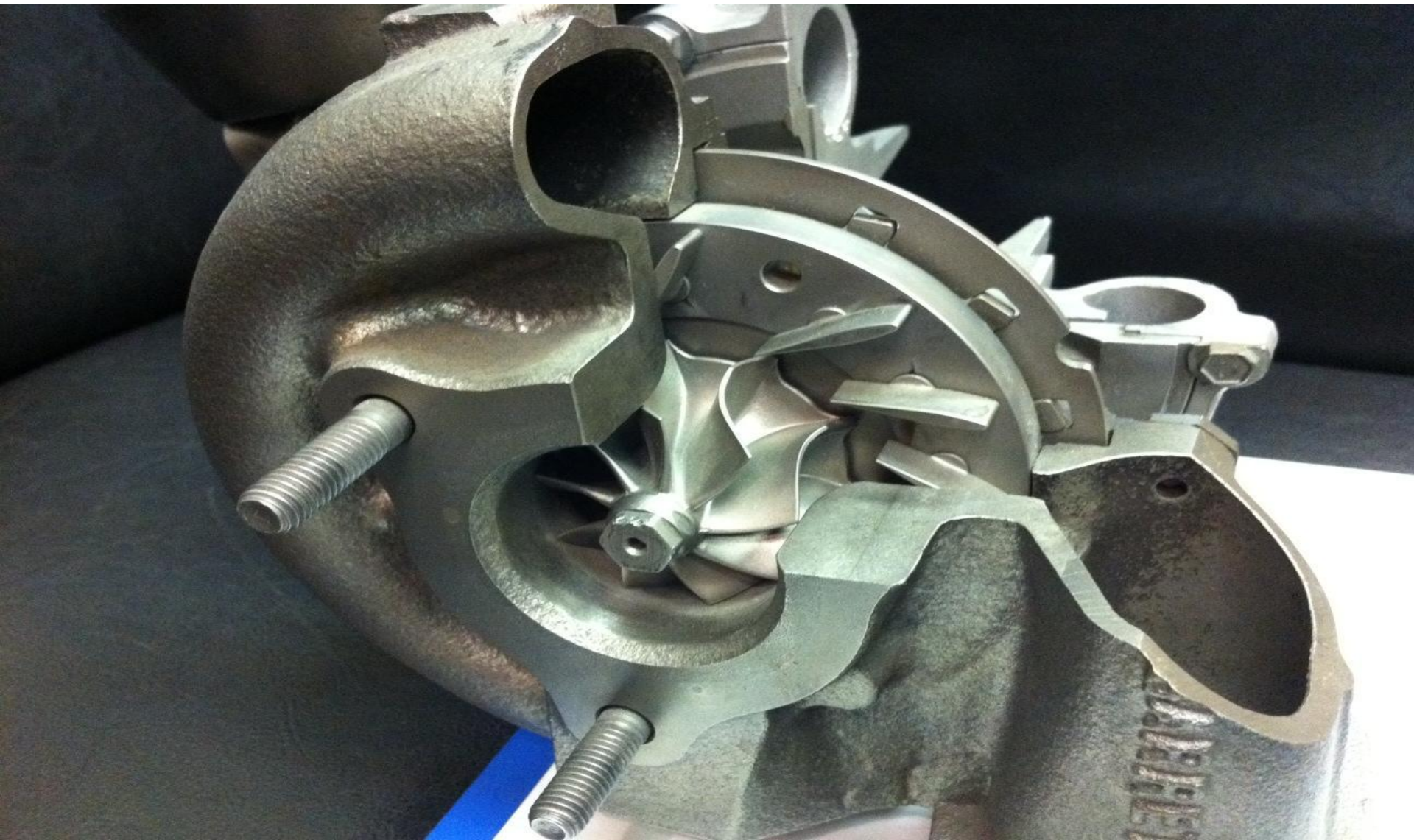
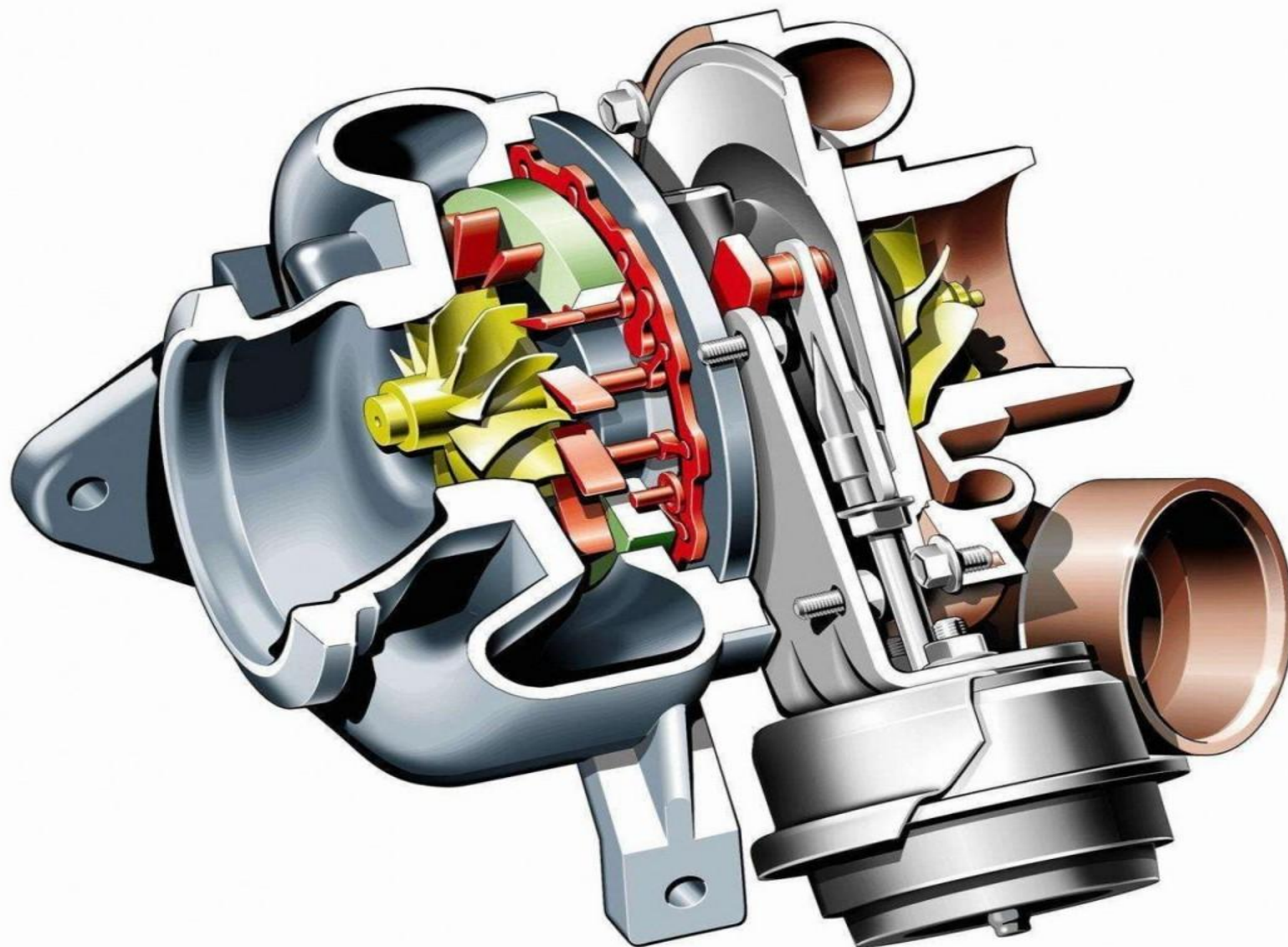


Рис. 2.108. Внешний вид турбокомпрессора с изменяемой геометрией

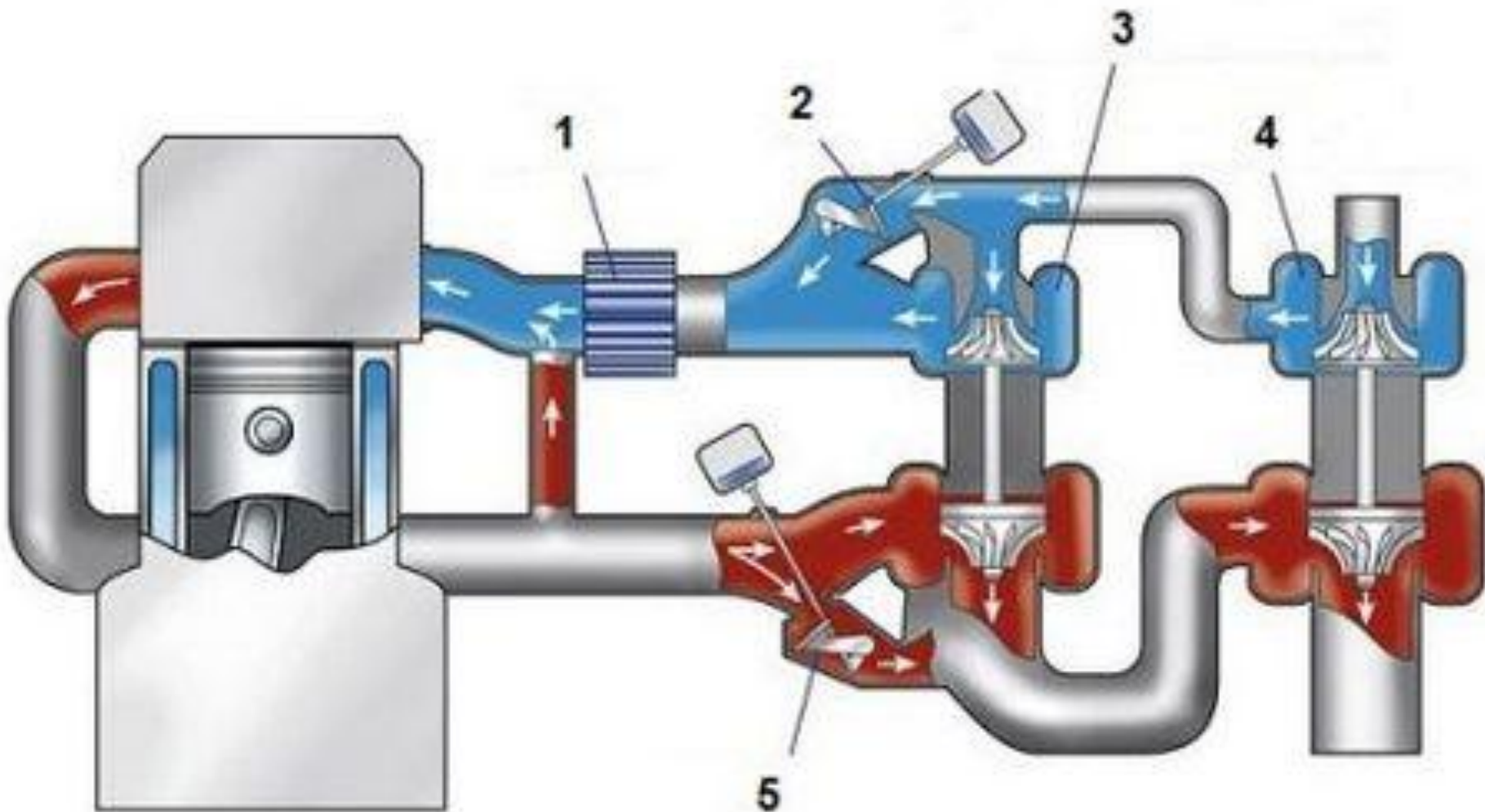
В таких турбокомпрессорах поток направляемых на турбину газов управляется с помощью специальных поворачивающихся заслонок. Одновременный поворот заслонок производится с помощью штока вакуумной камеры. Разрежение в камере регулируется электромагнитным клапаном по сигналу компьютера



Компания DaimlerChrysler, которая на своих автомобилях Mercedes в течение продолжительного времени применяла механический наддув, сейчас использует турбокомпрессор с изменяемой геометрией, в котором поворот заслонок осуществляется с помощью электродвигателя



Последовательное соединение турбин, работающих совместно на малых оборотах, при росте оборотов и преодолении турбоямы открываются клапаны и турбина «отключается» во избежания избытка воздуха



Принцип регулирования заключается в ограничении частоты вращения турбокомпрессора после достижения необходимого давления наддува. С этой целью используется специальный перепускной клапан, который ограничивает количество отработавших газов, проходящих через турбину

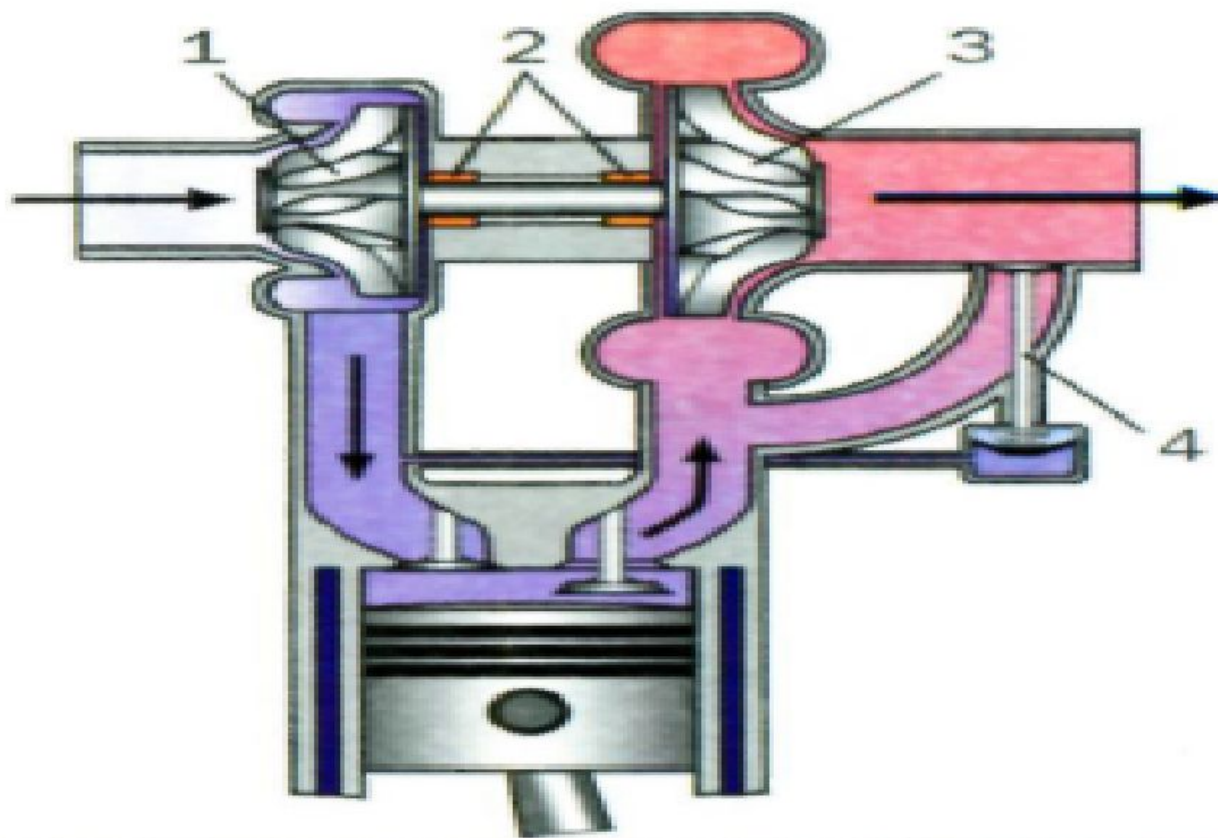
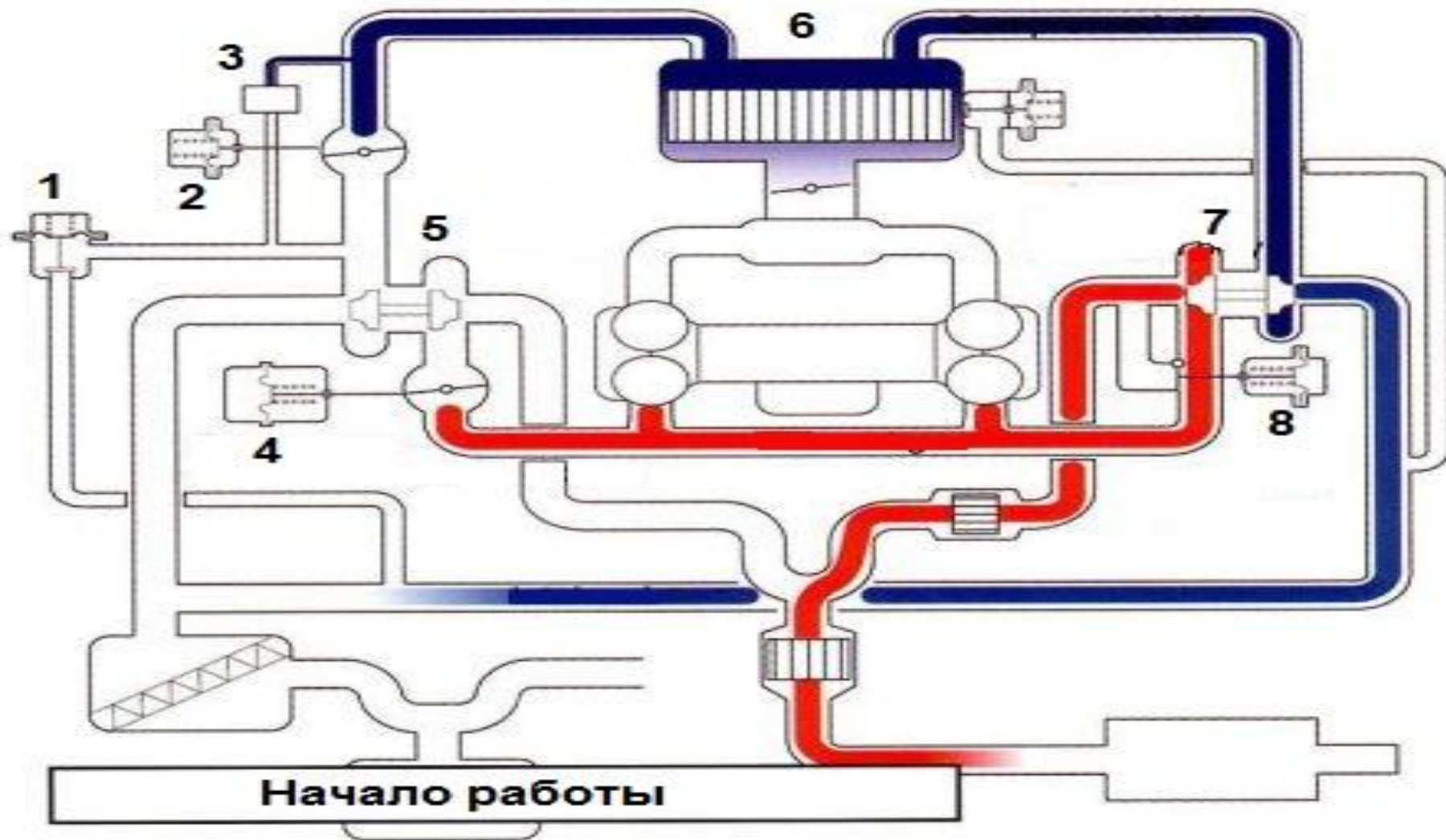


Рис. 2.105. Регулирование наддува: 1 — колесо компрессора; 2 — подшипники ротора; 3 — колесо турбины; 4 — перепускной клапан

В системе выпуска перед турбиной имеется обводной (байпасный) канал, который дает возможность отработавшим газам миновать турбину. Этот канал открывается перепускным клапаном. Чувствительным элементом клапана является подпружиненная мембрана, на которую воздействуют две противоположно направленные силы: сила сжатия пружины и давление воздуха после турбокомпрессора



При достижении заданного давления наддува мембрана прогибается, сжимая пружину, а соединенный с мембраной клапан открывает обводной канал. Давление наддува можно отрегулировать предварительным сжатием пружины

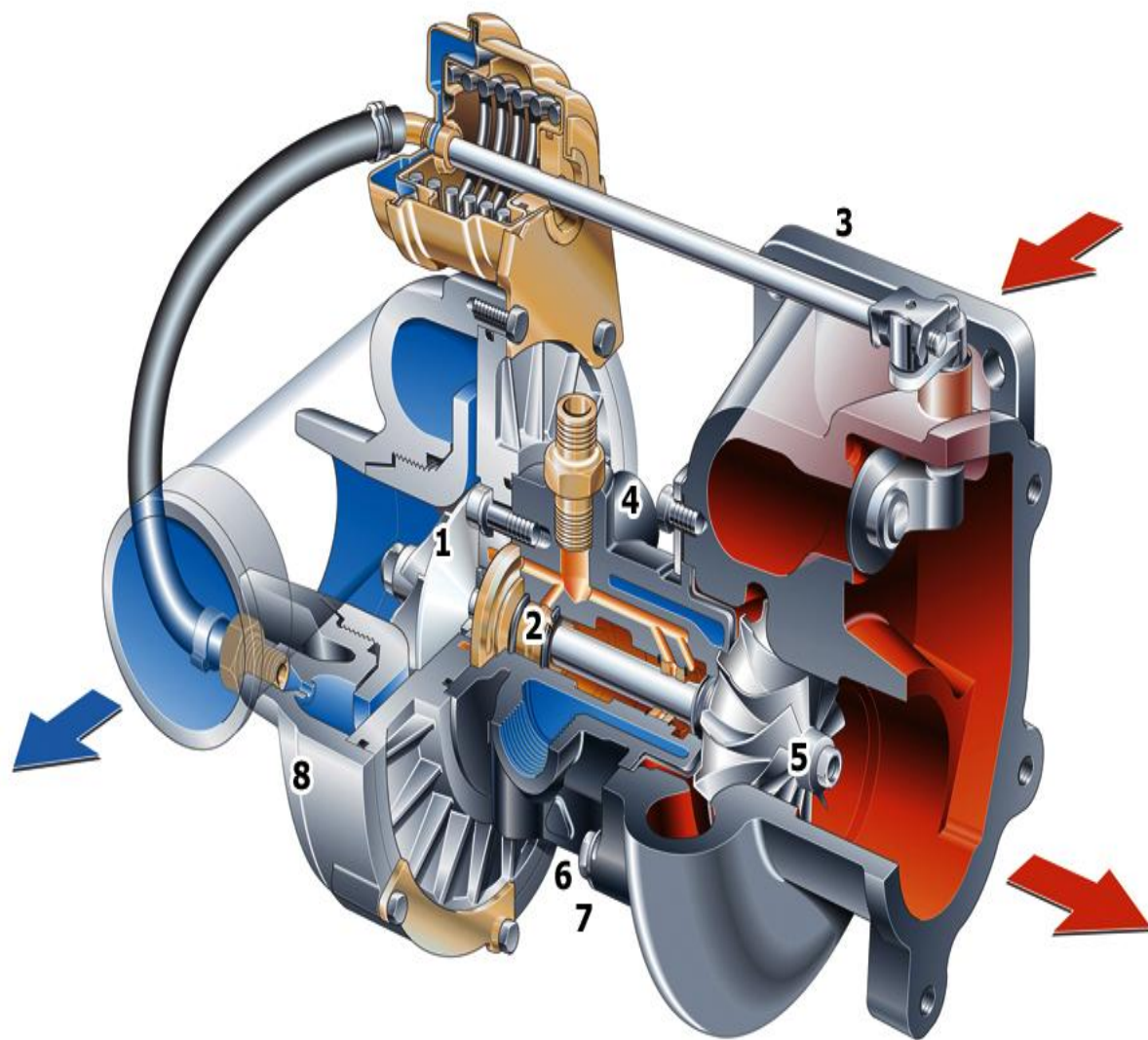
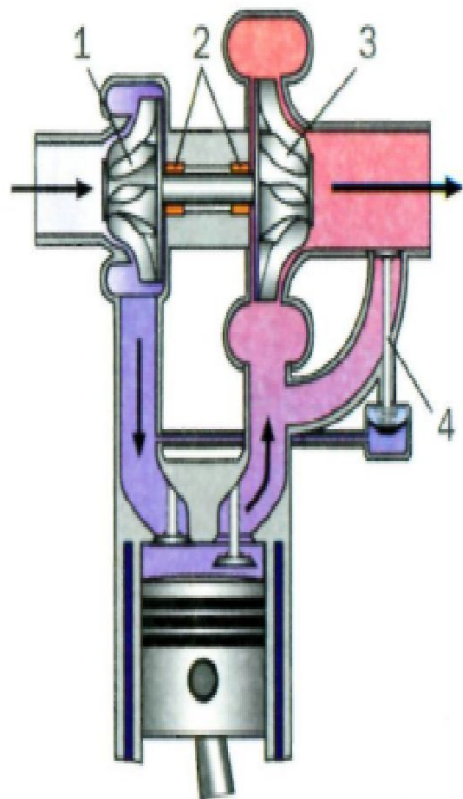


Рис. 2.105. Регулирование наддува: 1 — колесо компрессора; 2 — подшипники ротора; 3 — колесо турбины; 4 — перепускной клапан

В современных двигателях с турбонаддувом максимальное давление наддува регулируется системой управления двигателем. Компьютер получает сигнал от датчика абсолютного давления, сравнивает его с величиной номинального значения давления, содержащимся в памяти, и управляет электромагнитным перепускным клапаном. Работа электромагнитного клапана корректируется в зависимости от скоростного и нагрузочного режимов двигателя.

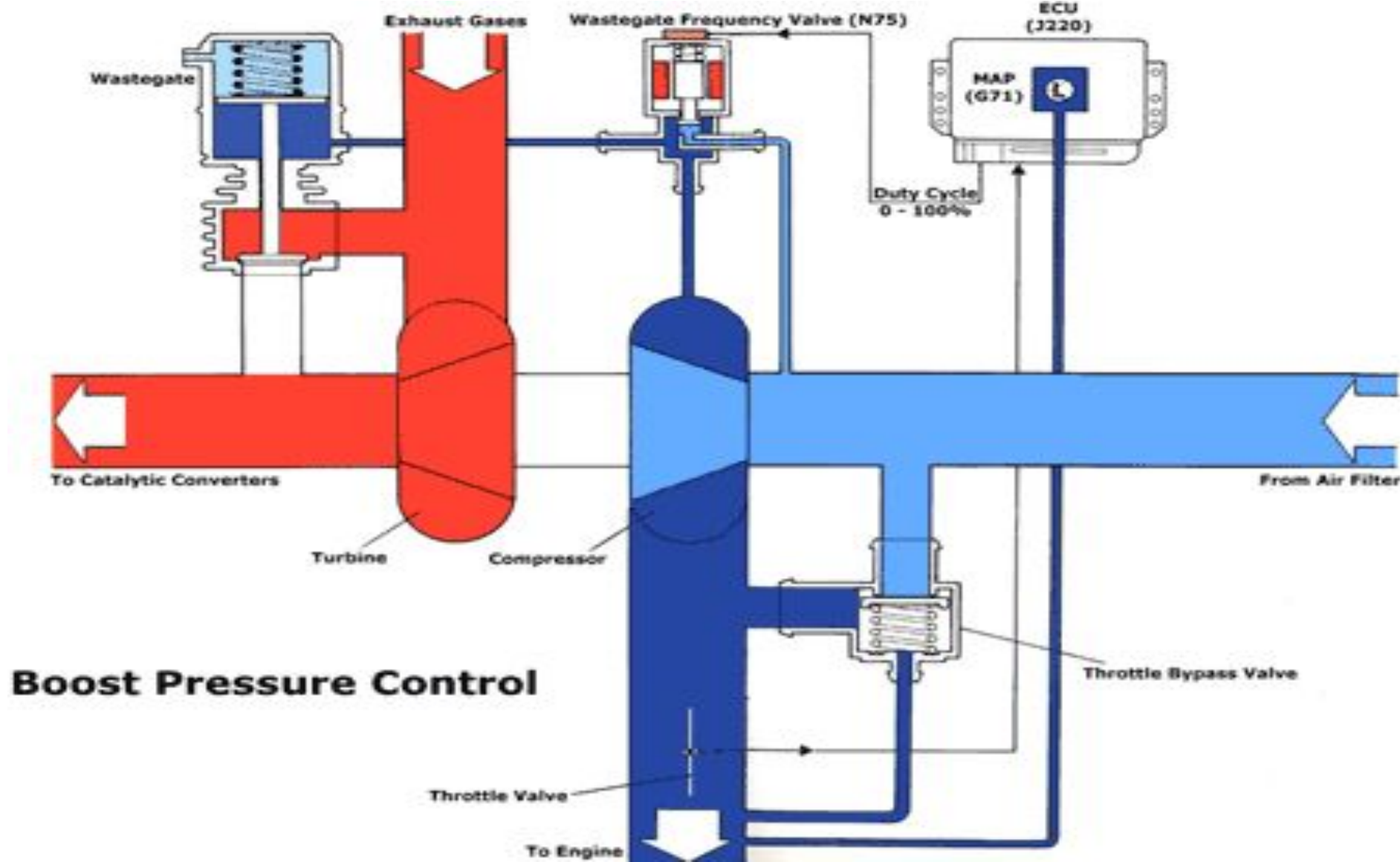
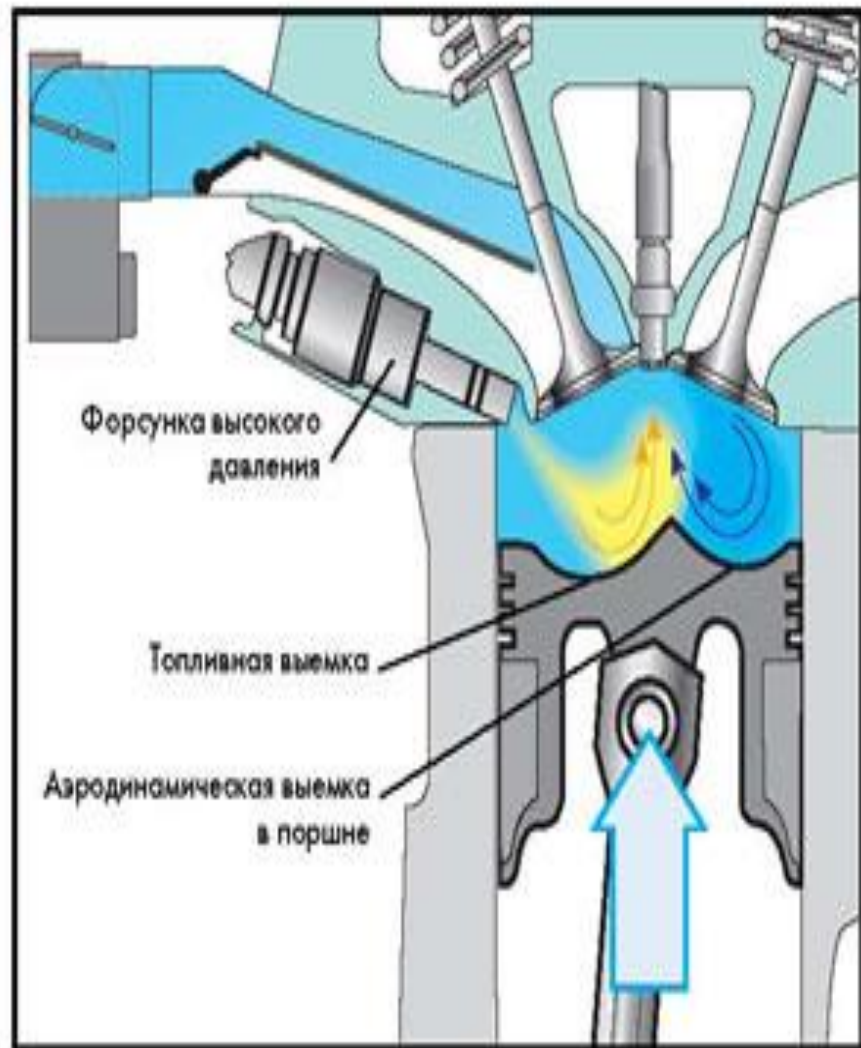
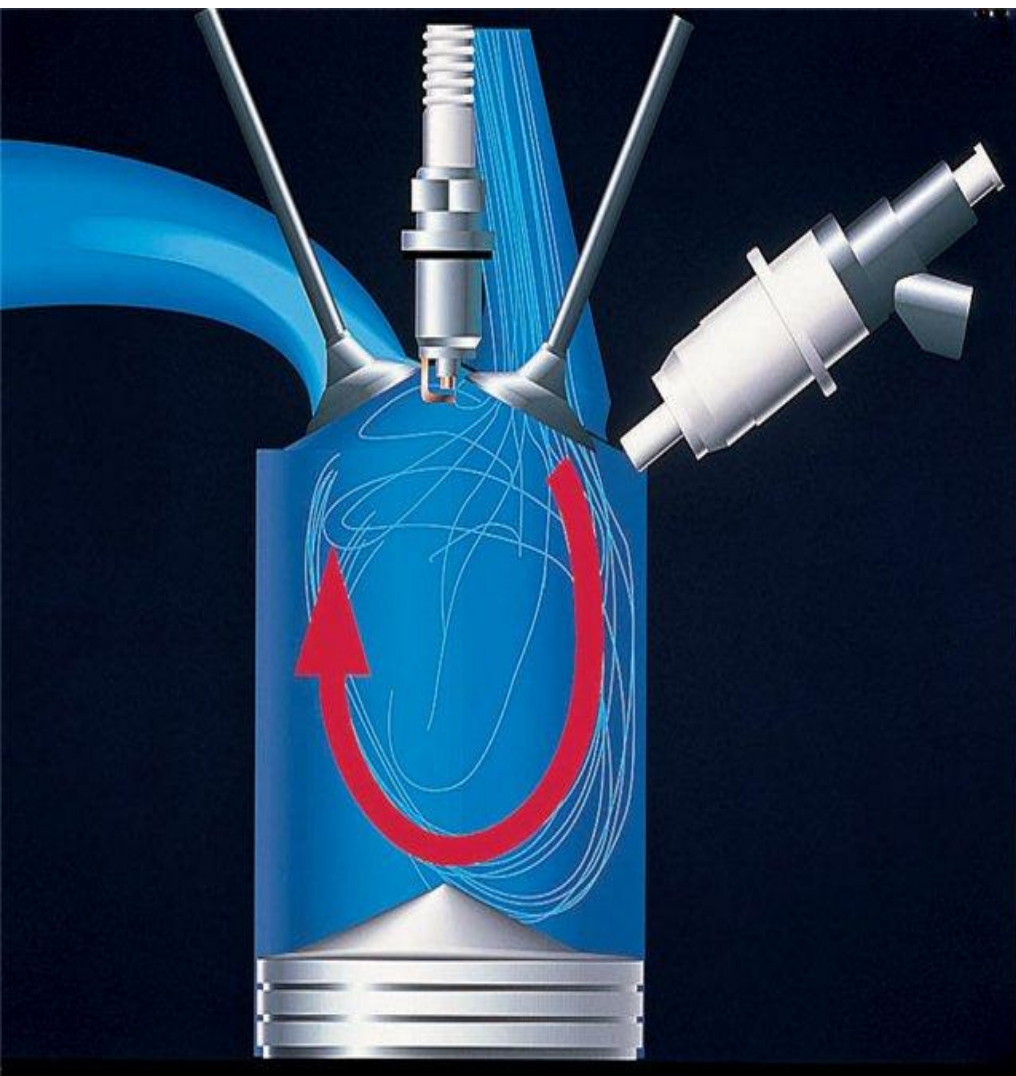


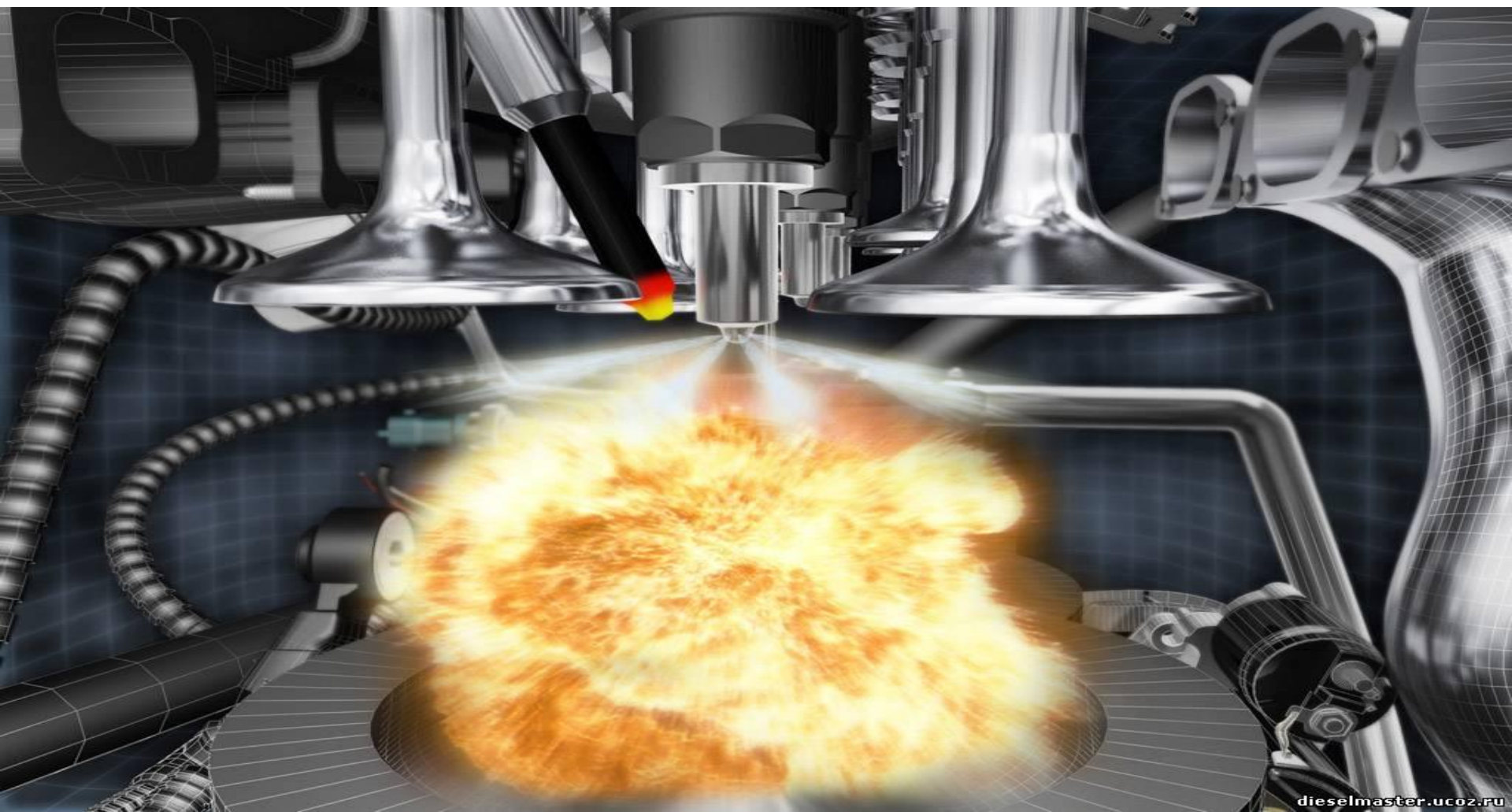
Схема работы двухкомпрессорного наддува



Послойный впрыск TSI



Если разобрать аббревиатуру **TSI** есть несколько определений. Одно с 2000 года (именно тогда он был разработан) — ***Twincharger Stratified Injection*** — перевод (двойной наддув послойный впрыск), однако позже примерно в 2008 году появляется другой перевод ***Turbo Stratified Injection*** — (турбонаддув послойный впрыск), то есть убирается значение «двойной», именно в эти годы и начинается производство силовых агрегатов с одним нагнетателем



1,0 TSI он изначально разрабатывался только с турбонагнетателем — устанавливается на маленькие машины типа Volkswagen UP, либо на гибридные варианты

Линейка моторов TSI

1.2 **1.4** **1.8** **2.0**

Одна турбина

90
105

122
140

150
160
170

152
160
180

170
200
210
220

Турбина и компрессор



1.0 TSI (3 цилиндра) - 115 л.с.

3.0 TSI V6 - 333 (379) л.с.

Двигатели **TFSI**, те которые ставятся на некоторые автомобили Volkswagen Group.

Такие двигатели в основном устанавливаются на автомобили AUDI. Многие путают двигатель TFSI с [двигателем TSI](#) от Volkswagen, но по сути это разные двигатели

Двигатель **TFSI**



Двигатели TFSI – это турбированные двигатели, которые в основном устанавливаются на автомобили AUDI, а также на некоторые модели Skoda



Многие поклонники бренда, могут перепутать двигатели TFSI и TSI это не правильно, эти двигатели разные и по строению и по характеристикам. Однако двигатель TFSI имеет много общего с двигателем FSI, обычным не турбированным

Двигатель **TFSI** и **FSI**



Двигатель TFSI, имеет практически такую же конструкцию двигателя, как и FSI и тот же впрыск топлива, непосредственно в цилиндры. Однако изменений также не мало. Первым делом изменили конструкцию поршней двигателя. Днище поршня было изменено таким образом, чтобы двигатель мог работать при сниженной степени сжатия

Поршни

FSI

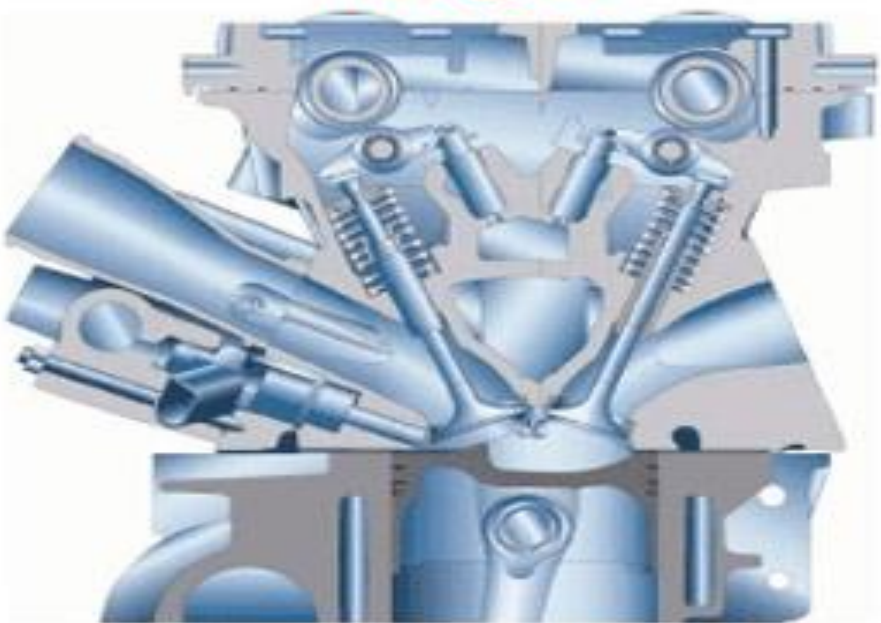
TFSI



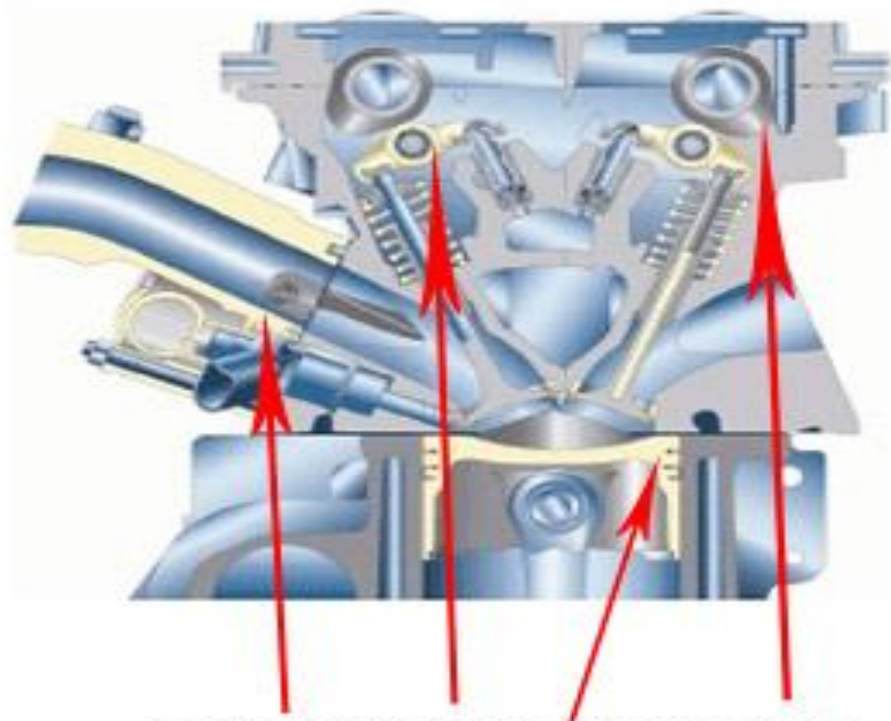
Затем изменение коснулось и головки блока цилиндров, колен.вала и шатунов двигателя.

Головка блока цилиндров имеет два распред.вала – которые как и клапана сделаны из более прочного и износостойкого материала, чем у обычного двигателя FSI.

FSI

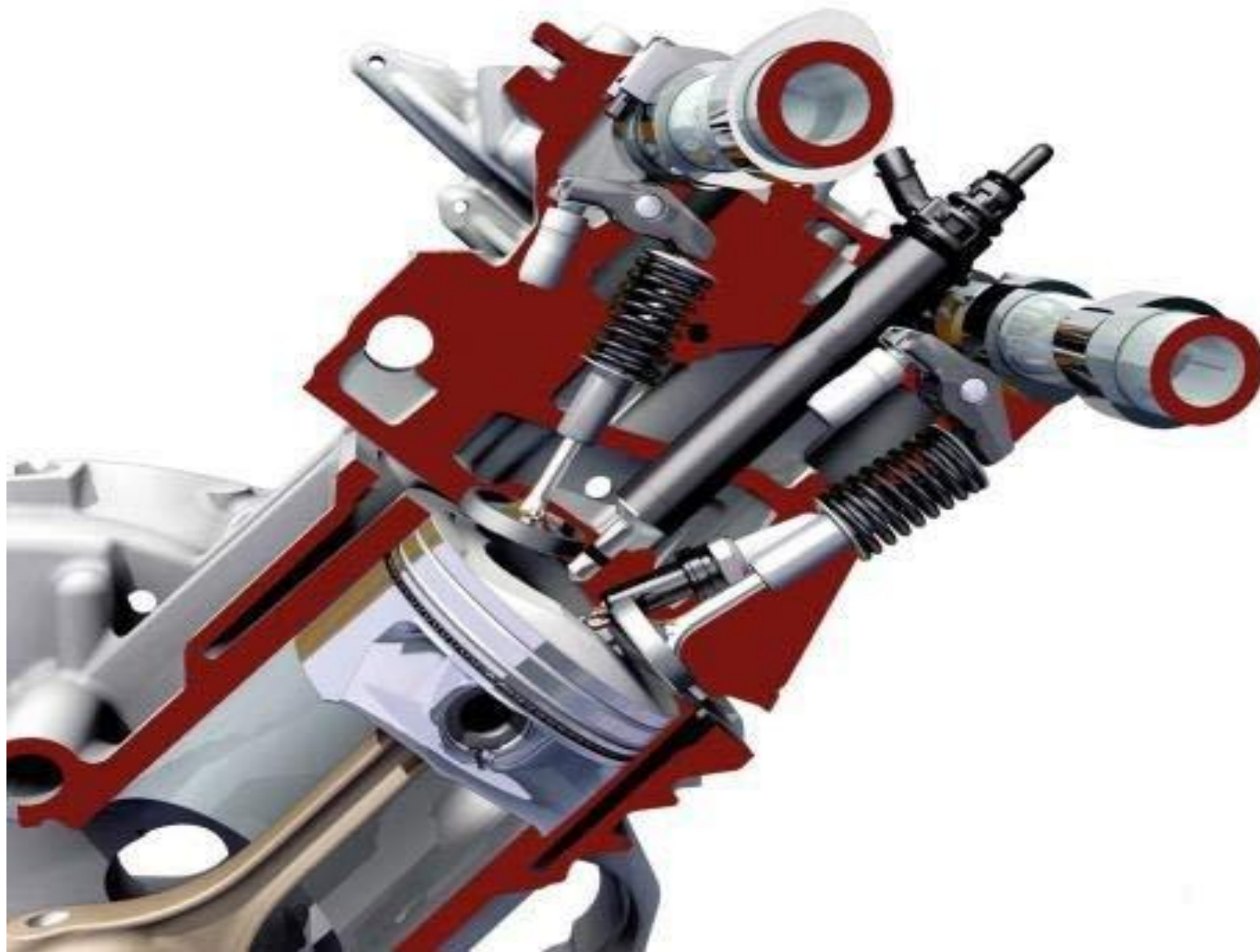


TFSI

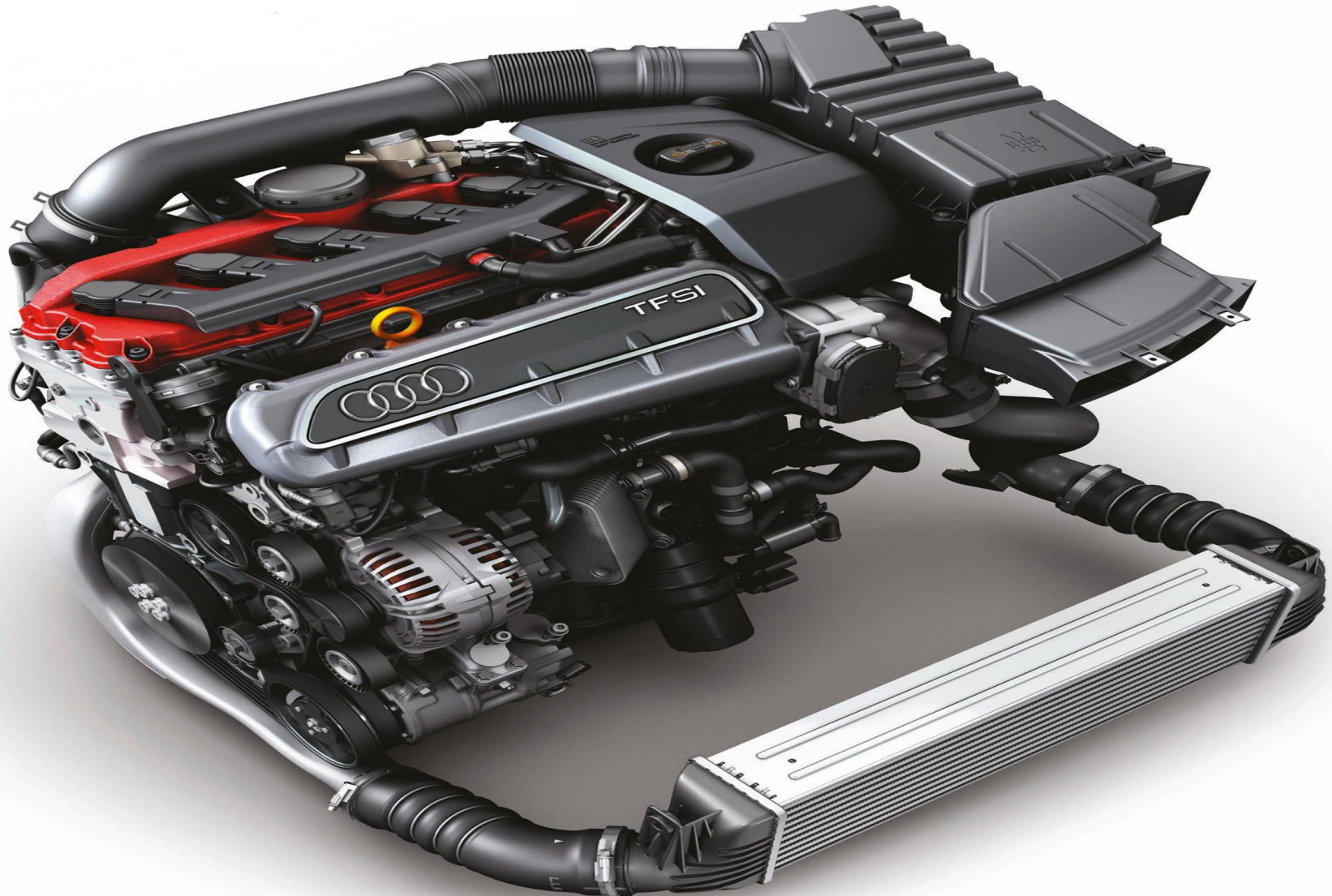


ОСНОВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Нужно отметить слегка измененную впускную — выпускную систему подачи топлива, слегка изменились каналы по которым подается топливная смесь и отработанные газы.



Буква «Т» в аббревиатуре, обозначает наличие турбокомпрессора (простыми словами турбины), которая также появилась в конструкции. Турбина расположена в выпускном коллекторе, с которым образует общий модуль. Фланец этого модуля притянут к головке блока цилиндров специальными клеммами, которые сделаны для удобства обслуживания. [Турбина двигателя TFSI](#) дает ему преимущество в крутящем моменте, мощности и динамике разгона, перед обычным двигателем FSИ.



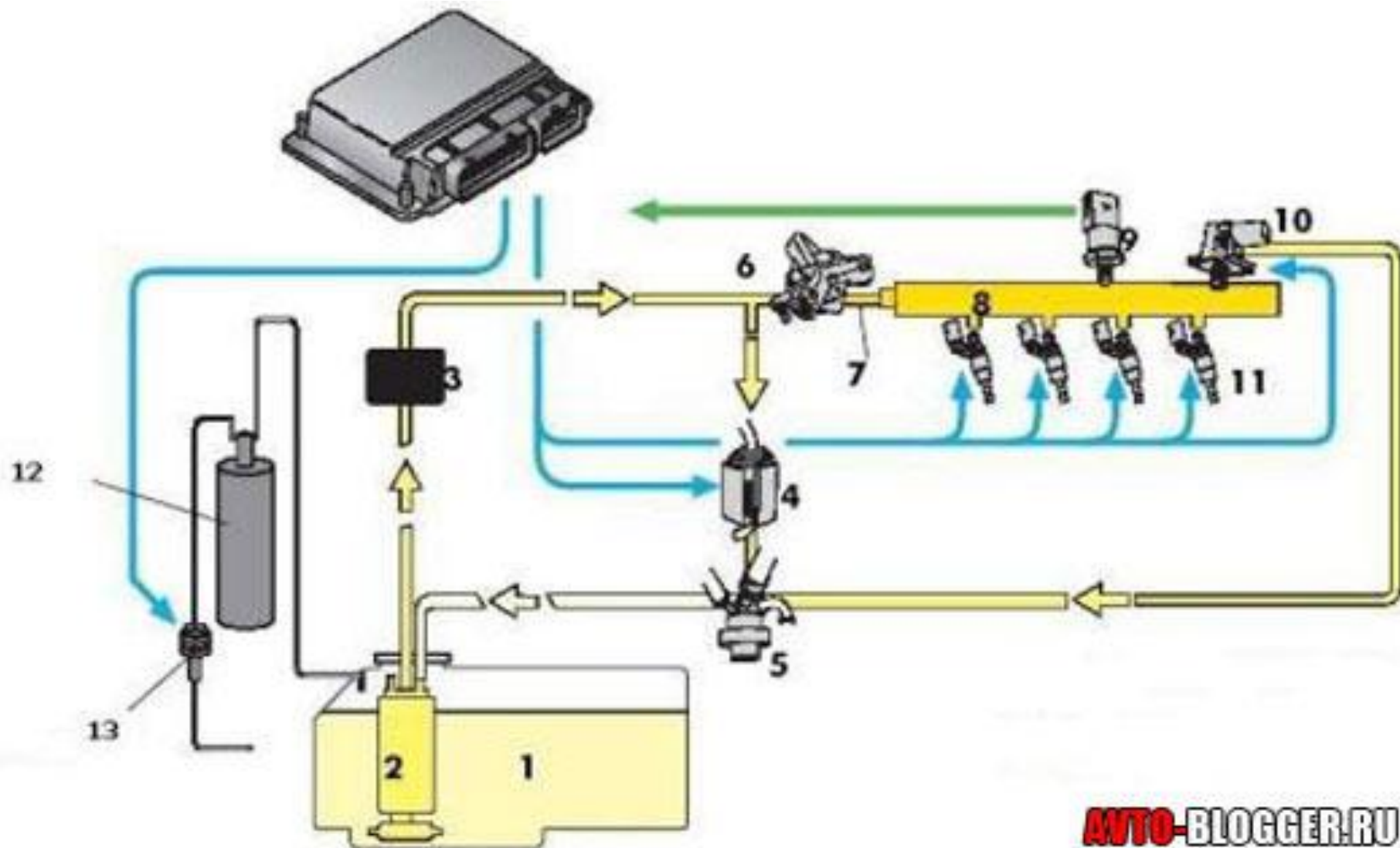
Двигатель FSI — Fuel Stratified Injection (послойный впрыск топлива). Не является турбированным двигателем (как двигатель TSI), это двигатель с так называемым непосредственным впрыском топлива

Двигатель **FSI**



Разработан в 1998 году, а вот серийно был установлен уже в 2000 году, на автомобиле Volkswagen. Топливная система имеет два контура, первый контур пониженного давления, второй соответственно повышенного давления.

Вот условная схема топливной системы двигателя FSI

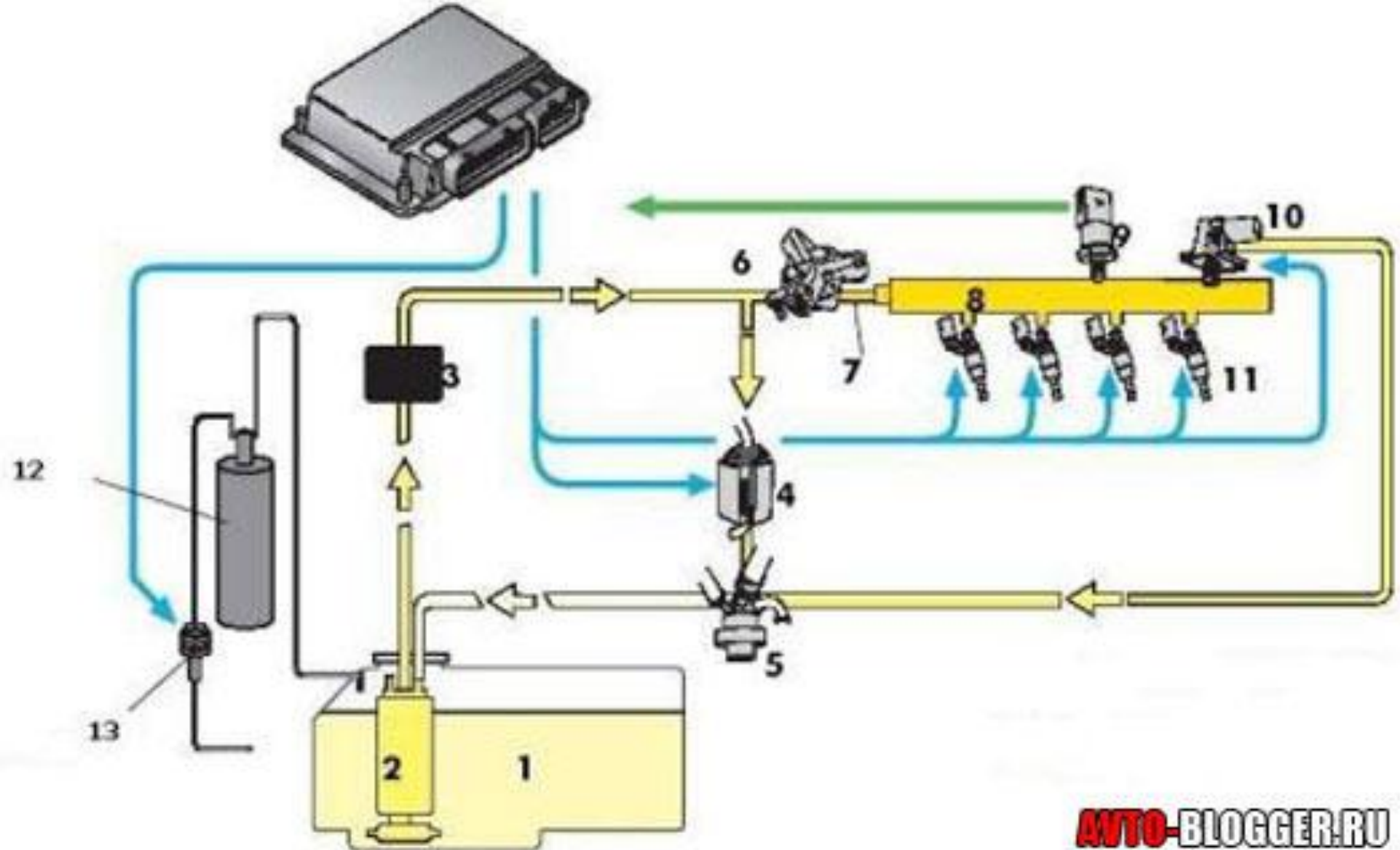


Теперь отличие двигателя FSI, от обыкновенного бензинового двигателя

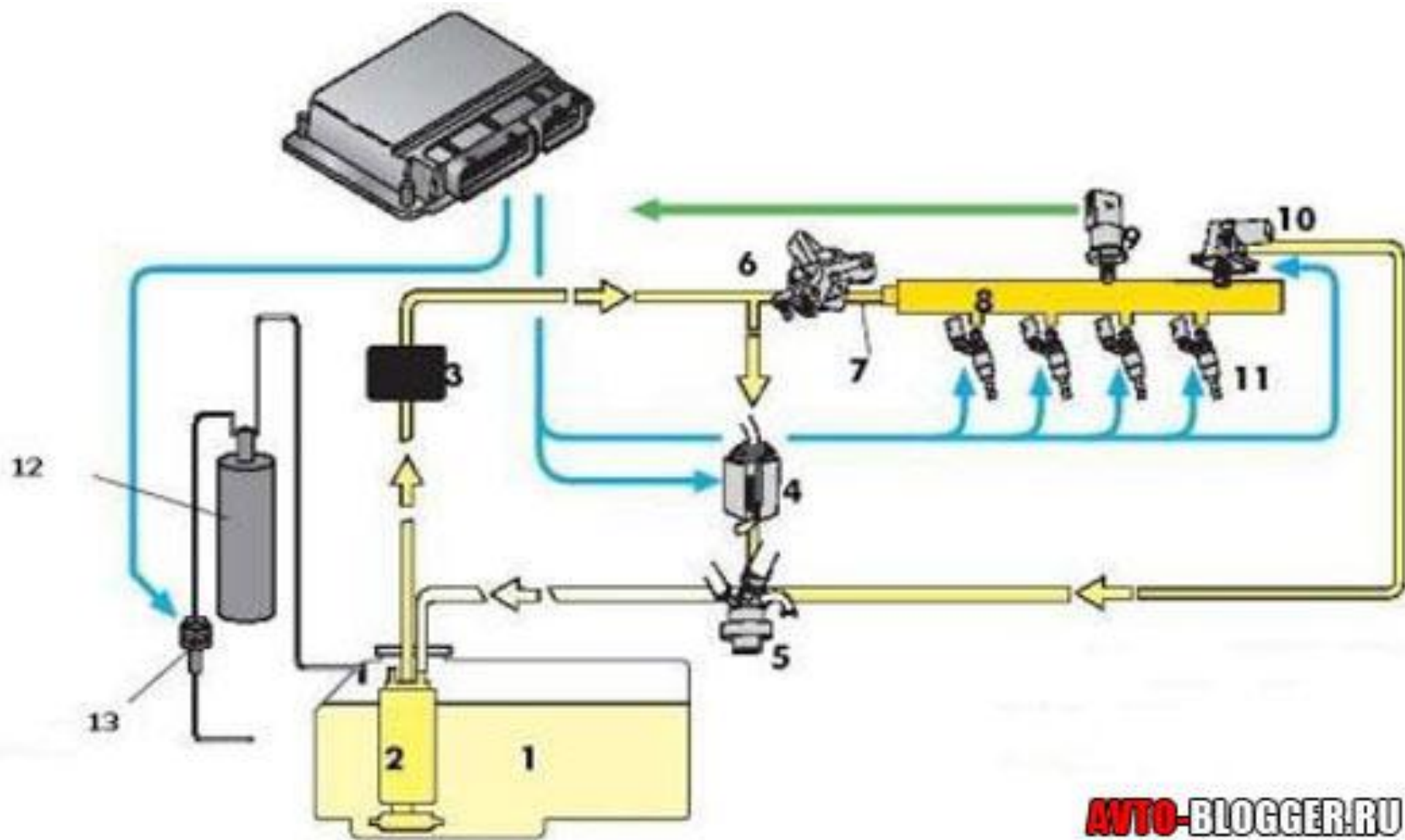
- У обыкновенного бензинового двигателя впрыск топлива происходит в цилиндры двигателя через впускной коллектор. А вот у FSI впрыск топлива происходит непосредственно в камеру сгорания. Форсунки имеют шесть микроотверстий, которые с очень большой эффективностью распределяют топливо по камере сгорания, в свою очередь воздух подается через специальную заслонку. Благодаря этому топливная смесь получается однородной, что улучшает ее сгорание в цилиндрах двигателя. Благодаря непосредственному впрыску топлива, двигателя FSI превосходят обыкновенные двигатели в динамике разгона, в выбросе вредных веществ в атмосферу (гораздо меньше), а также экономичность такого двигателя лучше, иногда экономия доходит до 25 %.



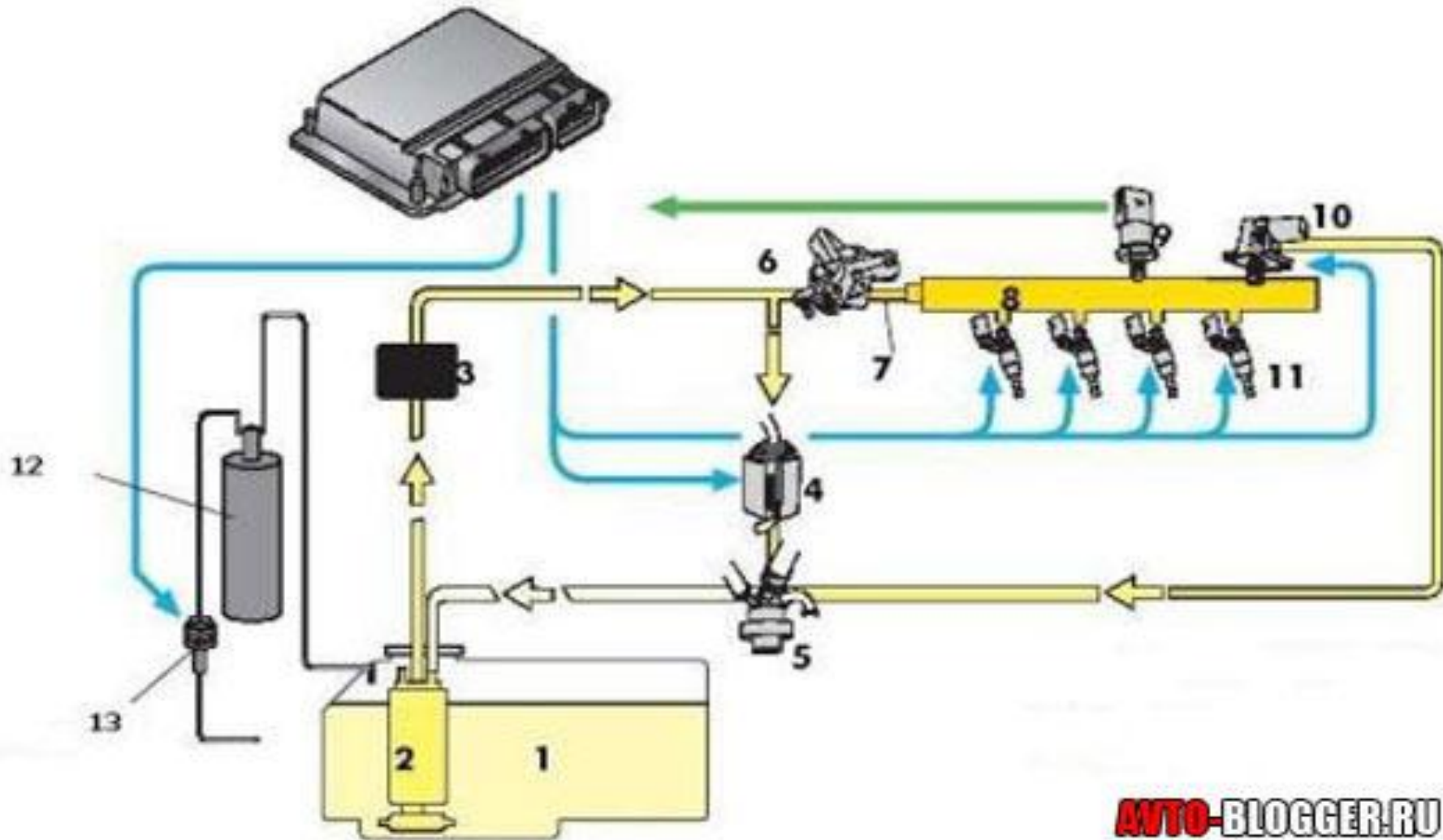
В отличие от обыкновенного бензинового двигателя, у двигателя FSI, есть контур с повышенным давлением, необходимое давление поддерживает топливный насос нового типа, который забирает топливо из зоны пониженного давления



Надо сказать, что топливный насос регулирует давление исходя из потребности. При ускорении автомобиля давление увеличивается, до 0,5 Мпа, а при спокойном движении, скажем под горку, давление может составлять всего 0,05 Мпа. Управление насосом происходит определенным блоком управления и датчиком низкого давления



Благодаря этим электронным системам в цилиндры двигателя подается нужное количество топлива, ни больше, ни меньше, именно столько сколько нужно. Поэтому переливание топлива, или голодание от топливной смеси здесь исключено. Также есть еще одно преимущество — это двойной впрыск топлива (распределение подаваемого топлива между тактом впрыска и тактом сжатия), нужен для пуска холодного двигателя, когда подается обогащенная топливная смесь, до того времени, как прогреется двигатель и каталитический нейтрализатор



Первый двигатель 1,4 литра (86 л.с.) FSI в 2000 году стал лучшим двигателем в своем классе.



А в 2006 году, новый 2,0 литра FSI, опять же признан эталоном.

DieselStation.com



DieselStation.com

Также:

- имеет лучшую разгонную динамику
- малый выброс вредных веществ в атмосферу
- лучшую экономию топлива, от 15 до 25 %, в отличие от обыкновенного двигателя.



Многие производители, например AUDI. Взяли двигатели FSI себе на вооружение, после модернизации родился турбированный [двигатель TFSI](#), который основан все на том же двигателе. Сейчас линейка насчитывает несколько десятков модификаций от 1,4 литра до 5,2 литра. И устанавливается на модели Volkswagen, AUDI, Skoda, Seat



THE END



Сейчас стали появляться легковушки и кроссоверы от «Фольксвагена» с двигателем TDI. Что это такое?

<http://fb.ru/article/320444/dvigateli-tdi---chto-eto-takoe-osobennosti-harakteristika>



Эти агрегаты есть и у «Ауди». Двигатели TDI – это моторы с турбированным дизельным впрыском (отсюда и аббревиатура). Также эти агрегаты отличаются непосредственной подачей топлива «Коммон Рейл»

<http://fb.ru/article/320444/dvigateli-tdi---chto-eto-takoe-osobennosti-harakteristika>

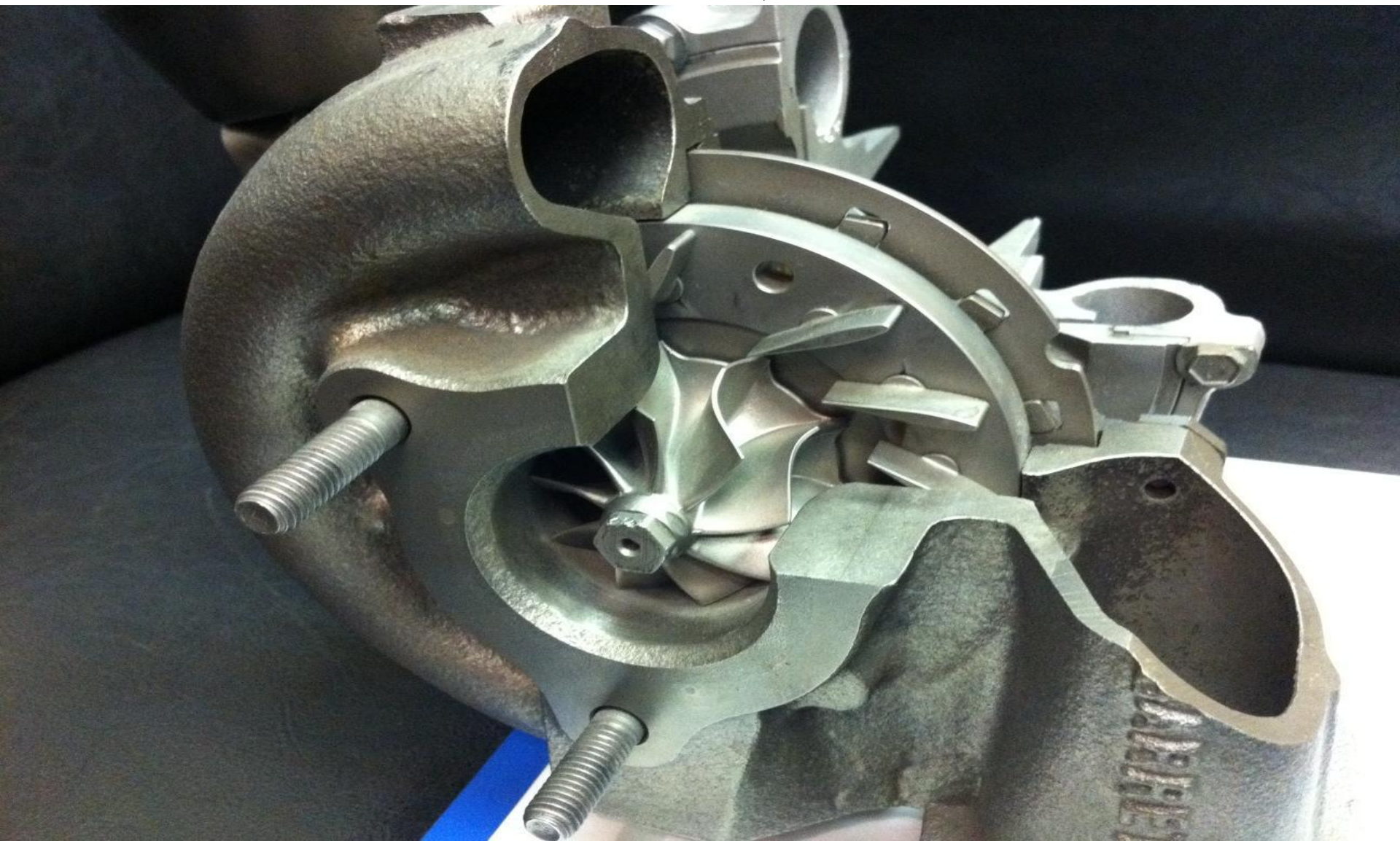


Главная особенность – это турбина, которой оснащается двигатель TDI. Что это такое? Это механизм, который обеспечивает принудительную подачу воздуха, увеличивая тем самым крутящий момент и мощность мотора. Но в отличие от других двигателей, 2.0 TDI имеет особую конструкцию турбины – с изменяемой геометрией. -

<http://fb.ru/article/320444/dvigateli-tdi---chto-eto-takoe-osobnosti-harakteristika>



Такая конструкция позволяет регулировать величину и направление потока отработавших газов. Это дает существенный прирост в мощности и высокую топливную экономичность. Так, с двух литров объема можно получить до 170 лошадиных сил мощности. А благодаря системе непосредственного впрыска расход топлива составляет порядка 5,5 литра в смешанном цикле

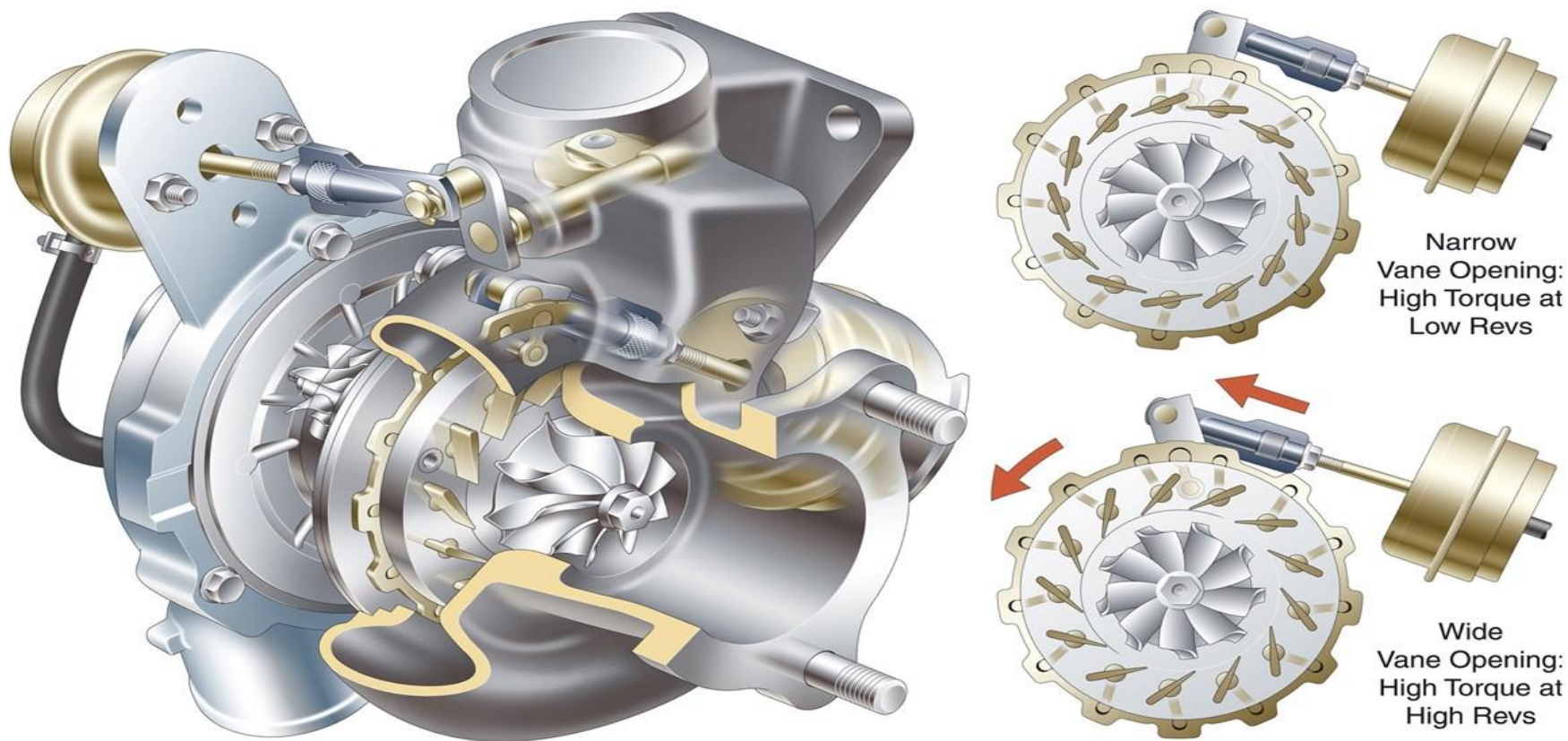


Некоторые двигатели TDI в «Фольксвагене» оснащаются турбиной типа VNT -

Читайте подробнее на FB.ru:

<http://fb.ru/article/320444/dvigateli-tdi---что-это-такое-особенности-характеристик-a#image8>

VNT (Variable Nozzle Turbine) Turbo



Volvo 5-cylinder Common Rail Diesel

VOLVO
Volvo Car Corporation

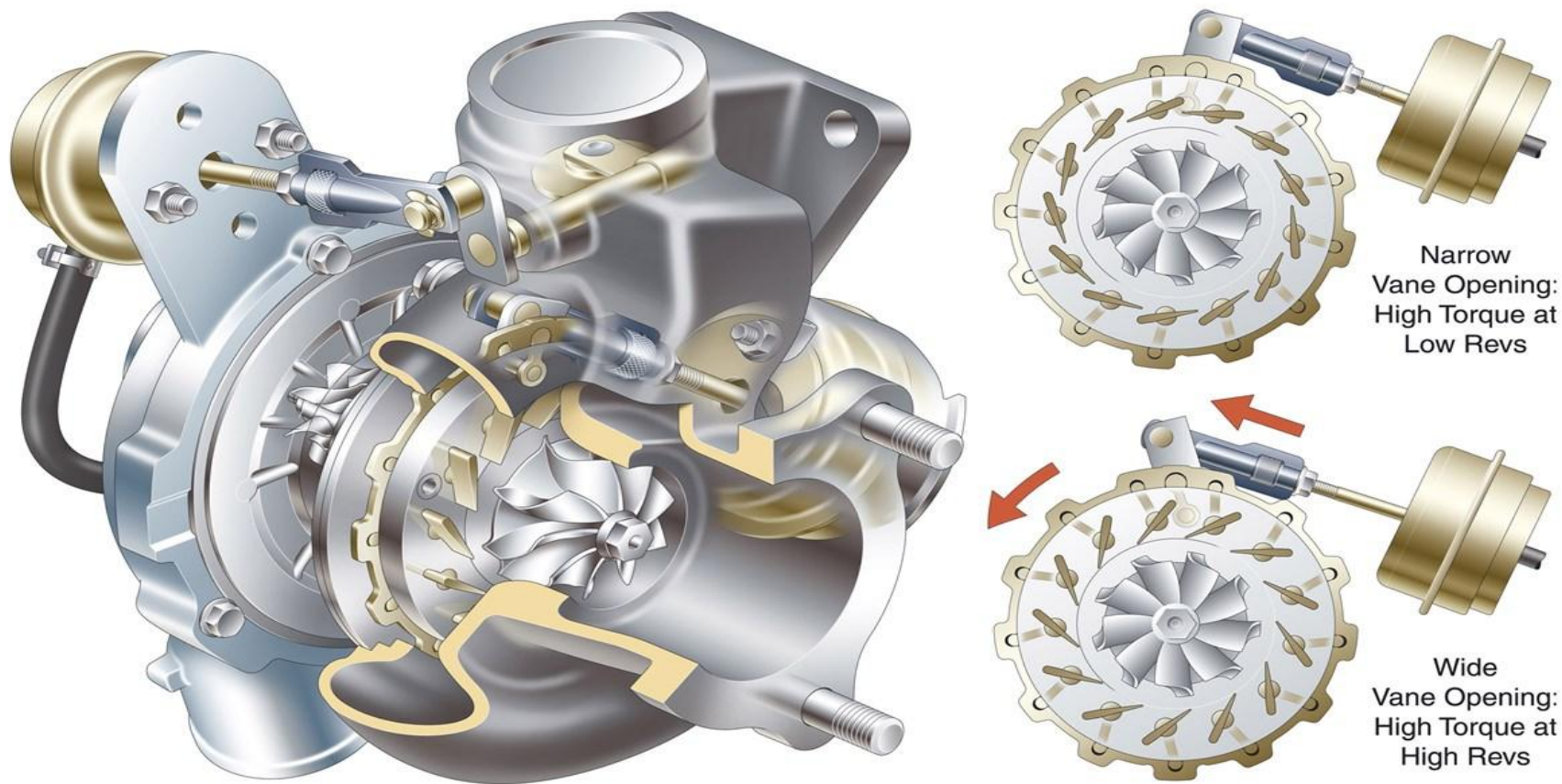
Данная аббревиатура означает, что это компрессор с переменным соплом.

Поставщиком таких турбин для «Фольксвагена» является «Гаррет».

Конструкция данного узла предполагает наличие:

Вакуумного привода. Механизма управления. Направляющих лопаток

VNT (Variable Nozzle Turbine) Turbo

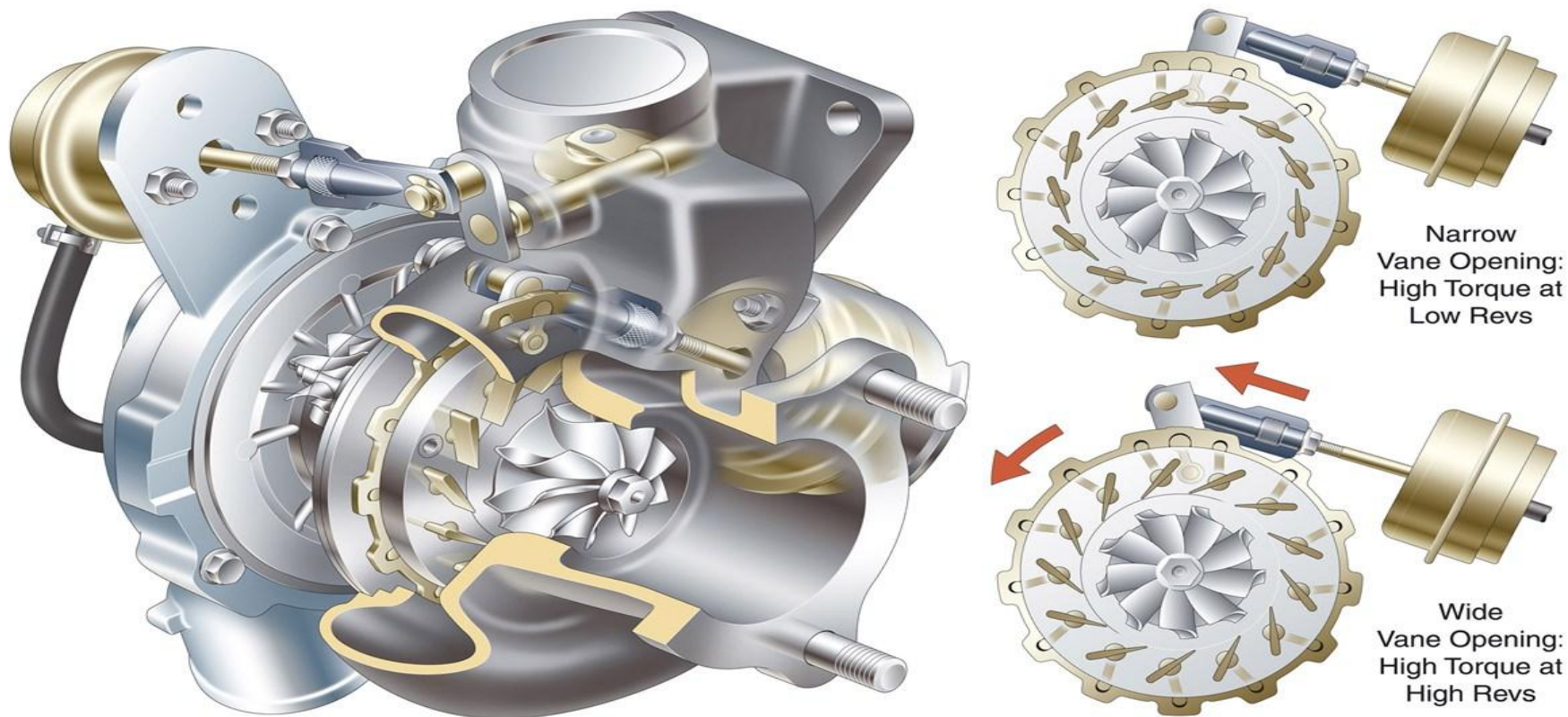


Volvo 5-cylinder Common Rail Diesel

VOLVO
Volvo Car Corporation

Последние созданы для изменения скорости потока отработавших газов. Это происходит за счет корректировки величины сечения канала. Так, лопатки могут проворачиваться вокруг своей оси на определенный угол. Это действие производится при помощи механизма управления. Он состоит из рычага и кольца. Срабатывание механизма обеспечивает вакуумный привод. Именно он воздействует на рычаг через специальную тягу

VNT (Variable Nozzle Turbine) Turbo

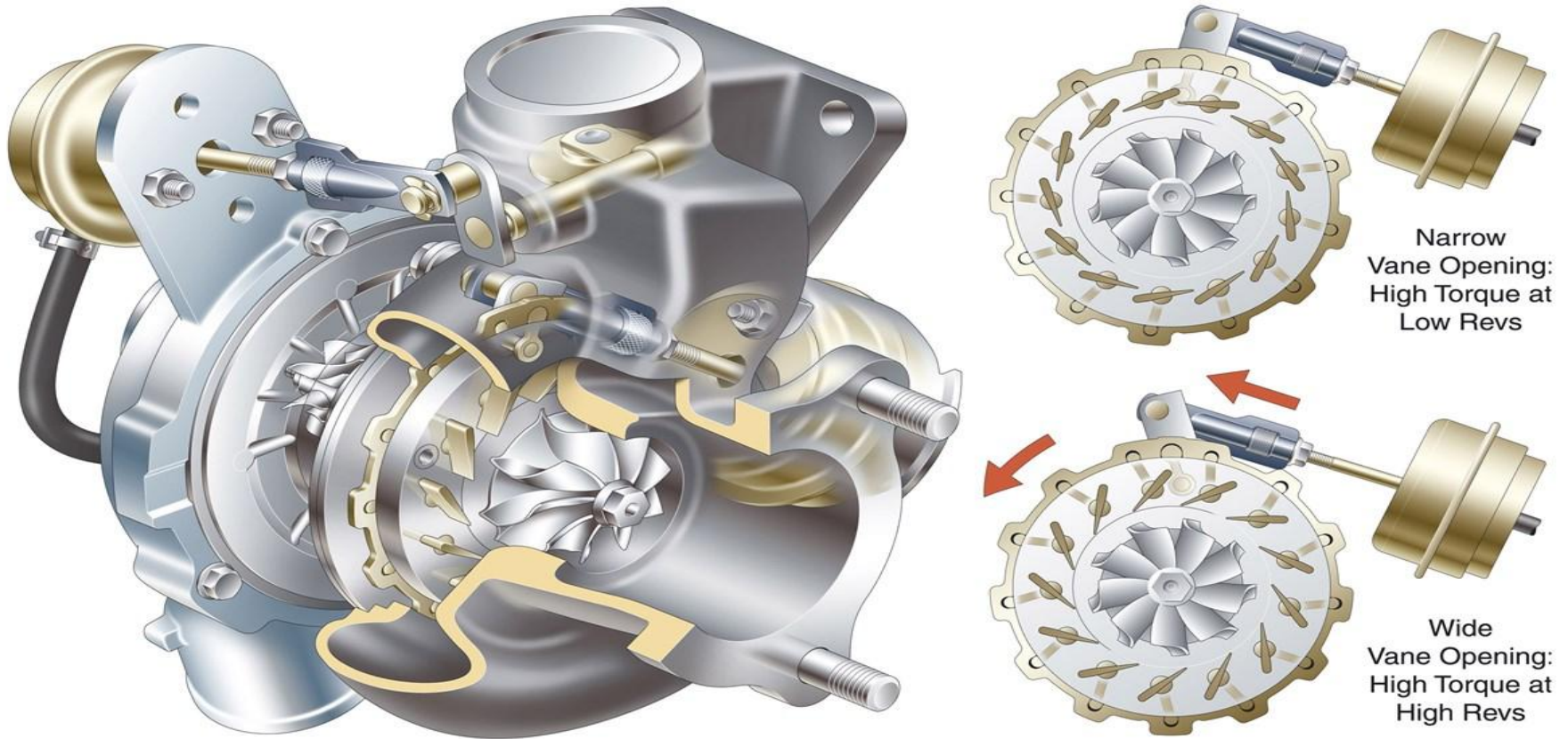


Volvo 5-cylinder Common Rail Diesel

VOLVO
Volvo Car Corporation

Вакуумный привод оснащен клапаном ограничения давления наддува. Он подключен к электронной системе управления двигателем. Механизм срабатывает от величины давления наддува и температуры воздуха на впуске.

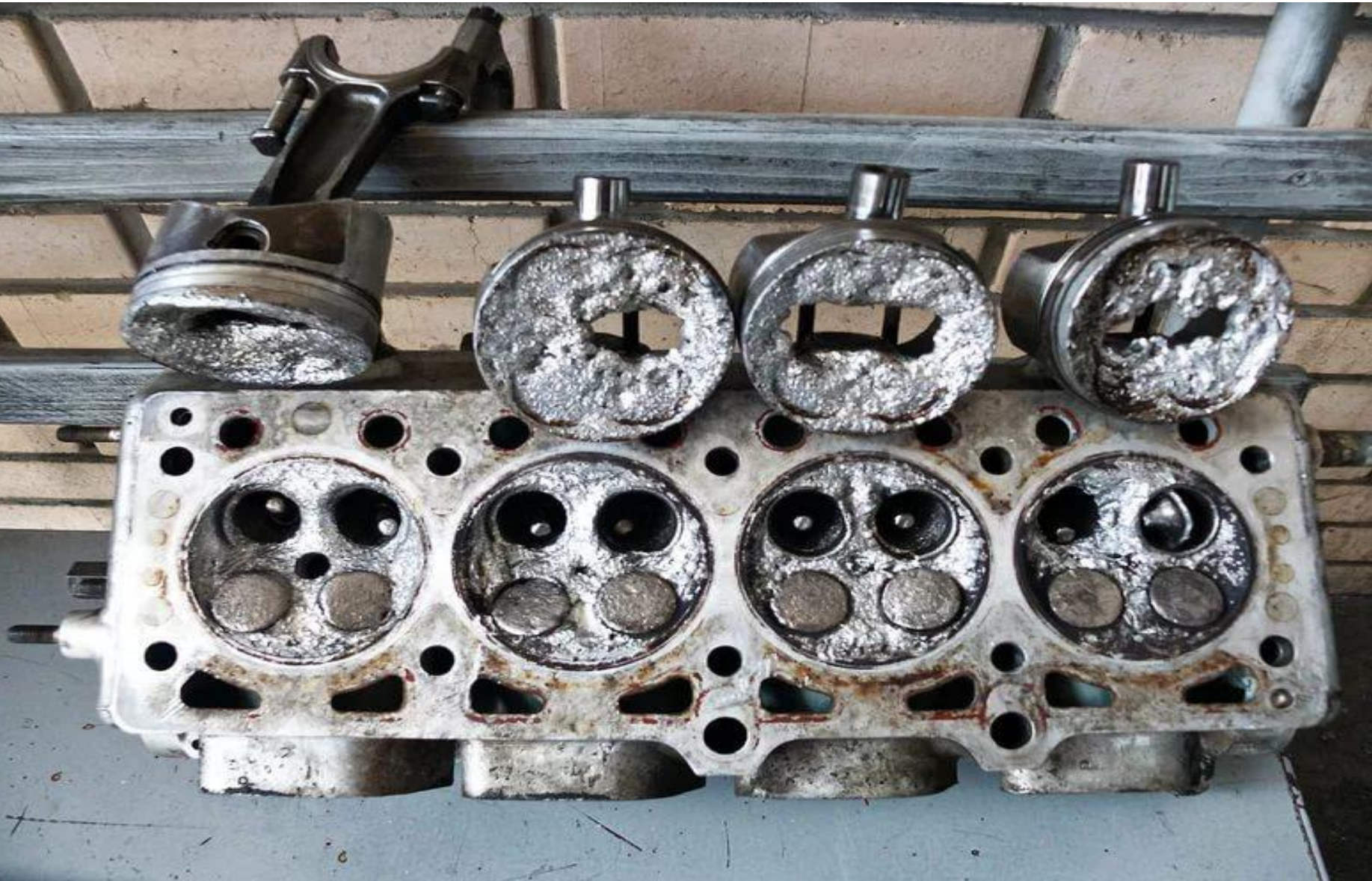
VNT (Variable Nozzle Turbine) Turbo



Volvo 5-cylinder Common Rail Diesel

VOLVO
Volvo Car Corporation

THE END



TDI и «Ауди-ТТ»



ТТ – это одно из самых популярных купе от «Ауди». Ранее машина укомплектовывалась только бензиновыми силовыми установками. Дизельные агрегаты ранее считались «овощными» и обладали малой тягой. К тому же такому спортивному купе просто необходим был высокооборотистый мотор. Но после применения на «Ауди-ТТ» двигателя TDI все стереотипы развеялись



Этот дизельный мотор обладал просто невероятными характеристиками. При двух литрах рабочего объема он развивал 170 лошадиных сил мощности и целых 350 Нм крутящего момента. Это дало значительный прирост в динамике. До сотни машина разгонялась за 7 с половиной секунд.



А максимальная скорость составляла 226 километров в час. И теперь самый главный момент – расход топлива. А потреблял данный агрегат на сотню всего 5,3 литра в смешанном режиме. Вы не поверите, но это и есть настоящие паспортные данные от завода-производителя -



THE END

