

**МДК 01.01. Техническое обслуживание и ремонт  
автотранспорта**  
***МДК 01.01 Устройство автомобилей***

**Раздел 2. Конструкция двигателя и рабочие процессы**

**Тема 2.16. Система наддува в двигателях внутреннего сгорания**

**Урок № 56**

**Механический (компрессорный) наддув**

**Газотурбинный наддув**

Учебник АВТОМОБИЛИ . Устройство автотранспортных средств А.Г. Пузанков ,

7.6. Турбонаддув в дизелях, стр. 172.

Учебник «Основные конструкции автомобиля» Иванов А.М., Солнцев А.Н., Гаевский В.В. Глава 2 Двигатель,  
Параграф 16, Наддув в ДВС, стр. 111 - 116

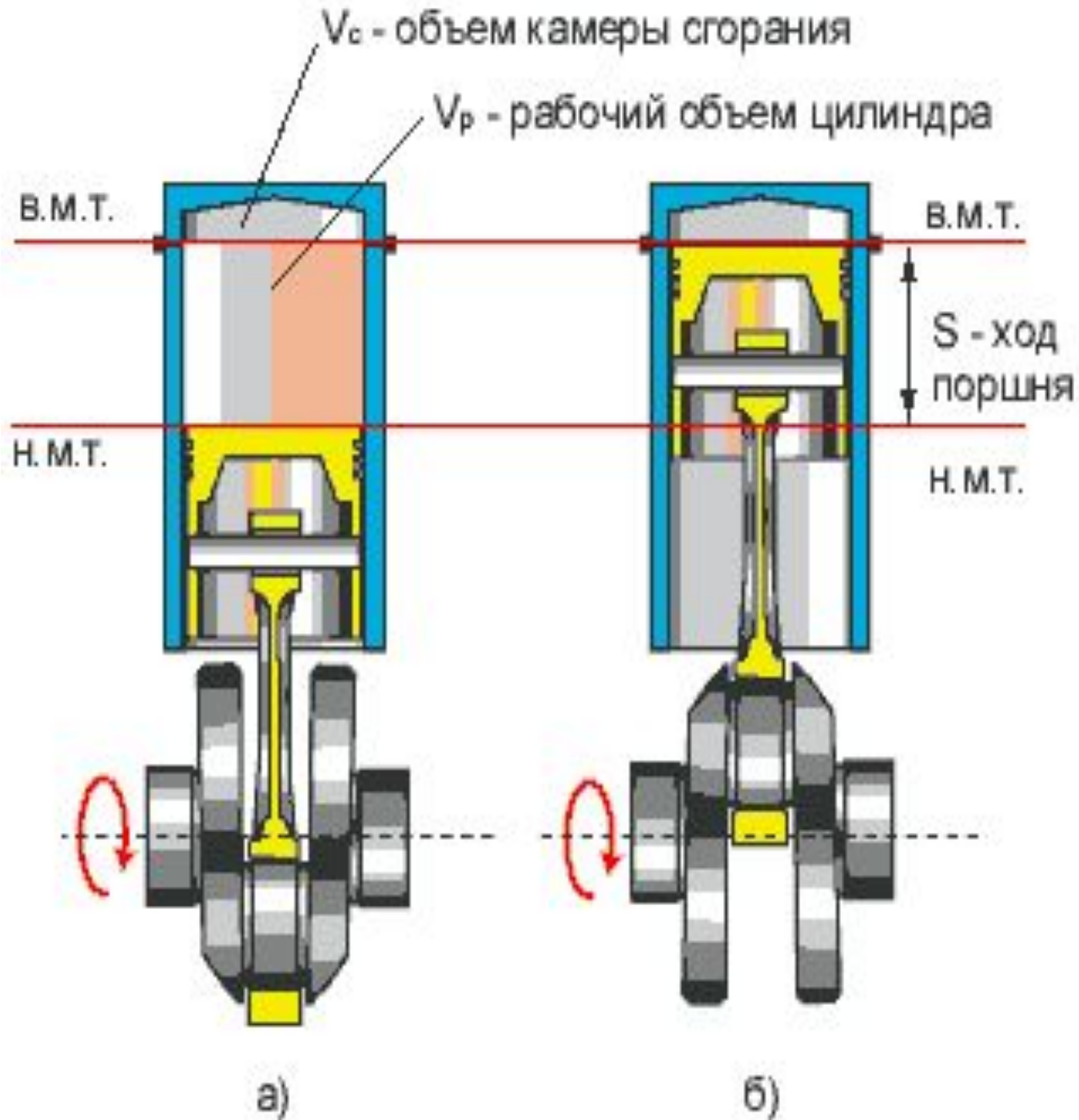
& 5.4. *Виды наддува* Глава 15 Система питания двигателя. Учебника В.К. Вахламова, М.Г. Шатрова, Юрчевского  
«Автомобили» стр. 76.

# Методы форсирования двигателя

Наддув

# Наддув

**Мощность двигателя можно повышать экстенсивно, увеличивая рабочий объем цилиндра  $V_h$  или число цилиндров, однако при этом возрастают габаритные размеры и масса двигателя.**





# Повышение литровой мощности

Мероприятия по интенсивному повышению мощности оценивают *литровой мощностью  $N_n$* , которая представляет собой отношение номинальной эффективной мощности к рабочему объему двигателя.



## **НАДДУВ**

Номинальная частота вращения современных двигателей с искровым зажиганием достигает 6500 мин<sup>-1</sup>, **наддувом.**



# Дизельный грузовой автомобиль

у дизелей грузовых автомобилей — 2600 мин<sup>-1</sup> коленвала



# Дизельный легковой автомобиль а у

дизелей легковых автомобилей — 5500 мин"1





# Бензиновый легковой автомобиль

Какое количество оборотов в минуту у коленчатого вала?



# Дизельный легковой автомобиль

Какое количество оборотов в минуту у коленчатого вала?



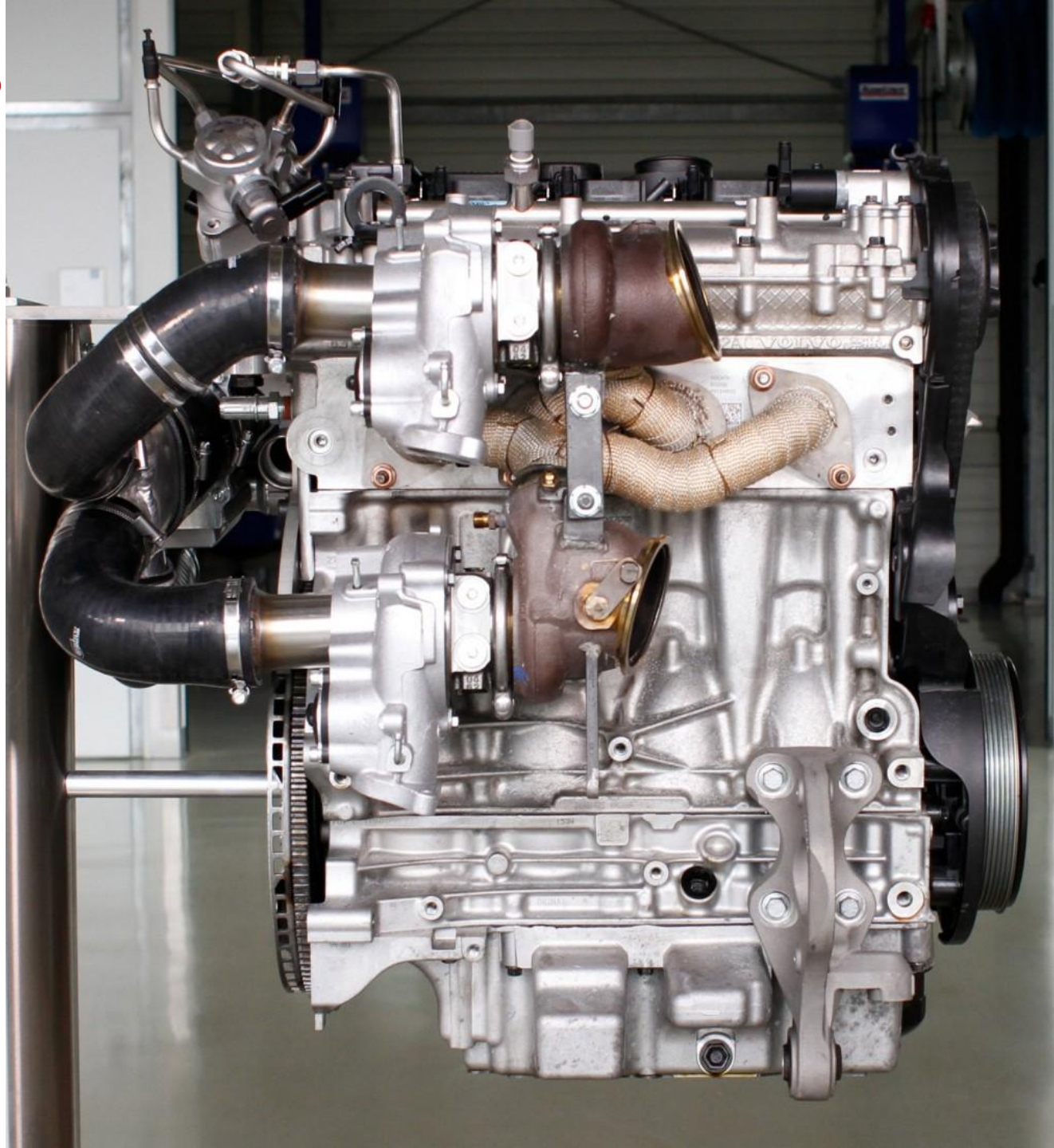
# Дизельный грузовой автомобиль

Какое количество оборотов в минуту у коленчатого вала?



# НАДДУВ

Различают  
*четыре*  
*основные типа*  
*наддува:*  
**динамический**  
**(резонансный)**  
**, наддув от**  
**приводного**  
**компрессора,**  
**газотурбинны**  
**й**            **и**  
**комбинирован**  
**ный.**



# ФОРСИРОВНИЕ ДВС - НАДДУВ

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

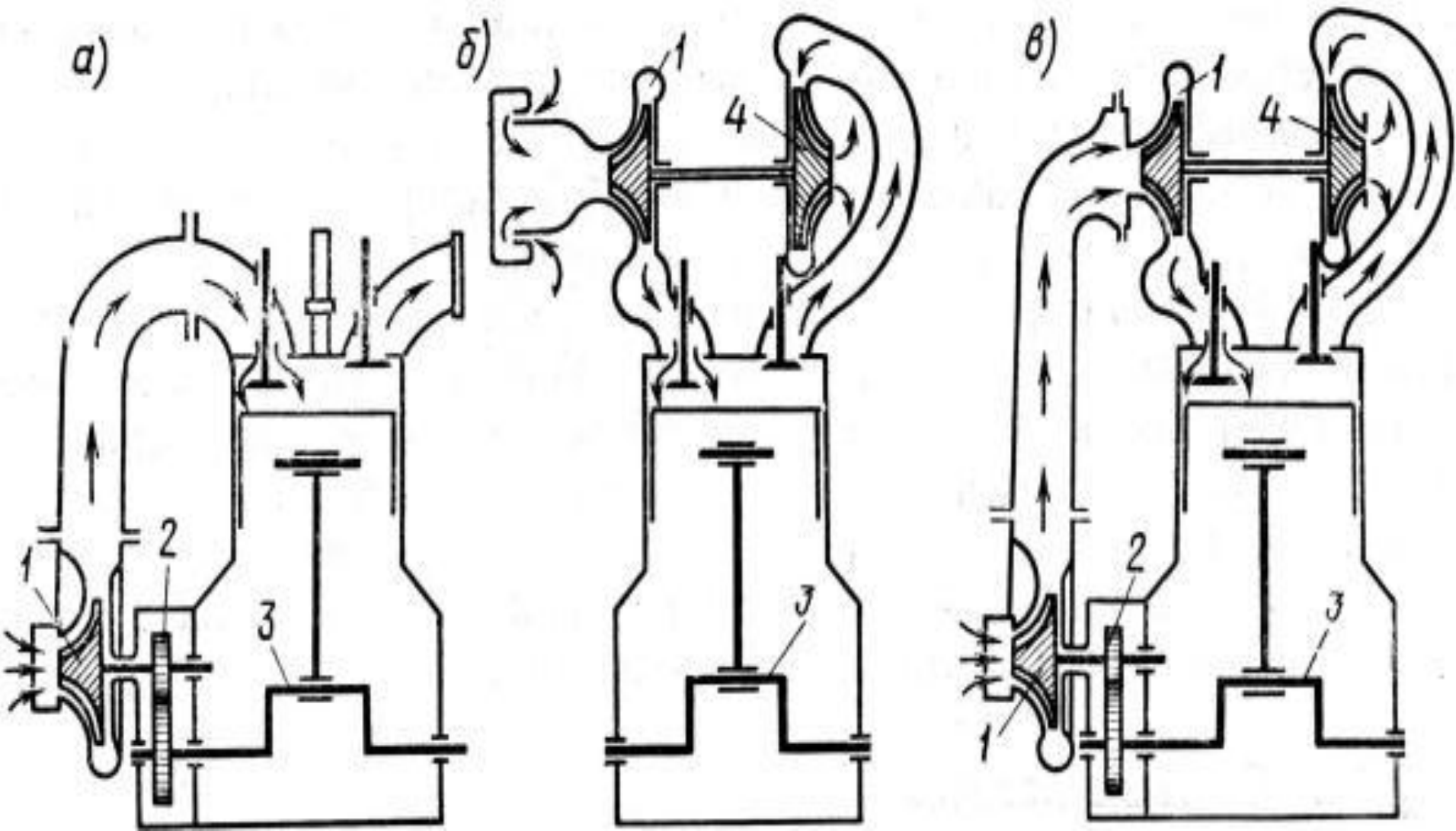
И20 Основы конструкции автомобиля. — М. 000 «Книжное издательство  
«За рулем», 2005. — 336 с: ил.

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

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

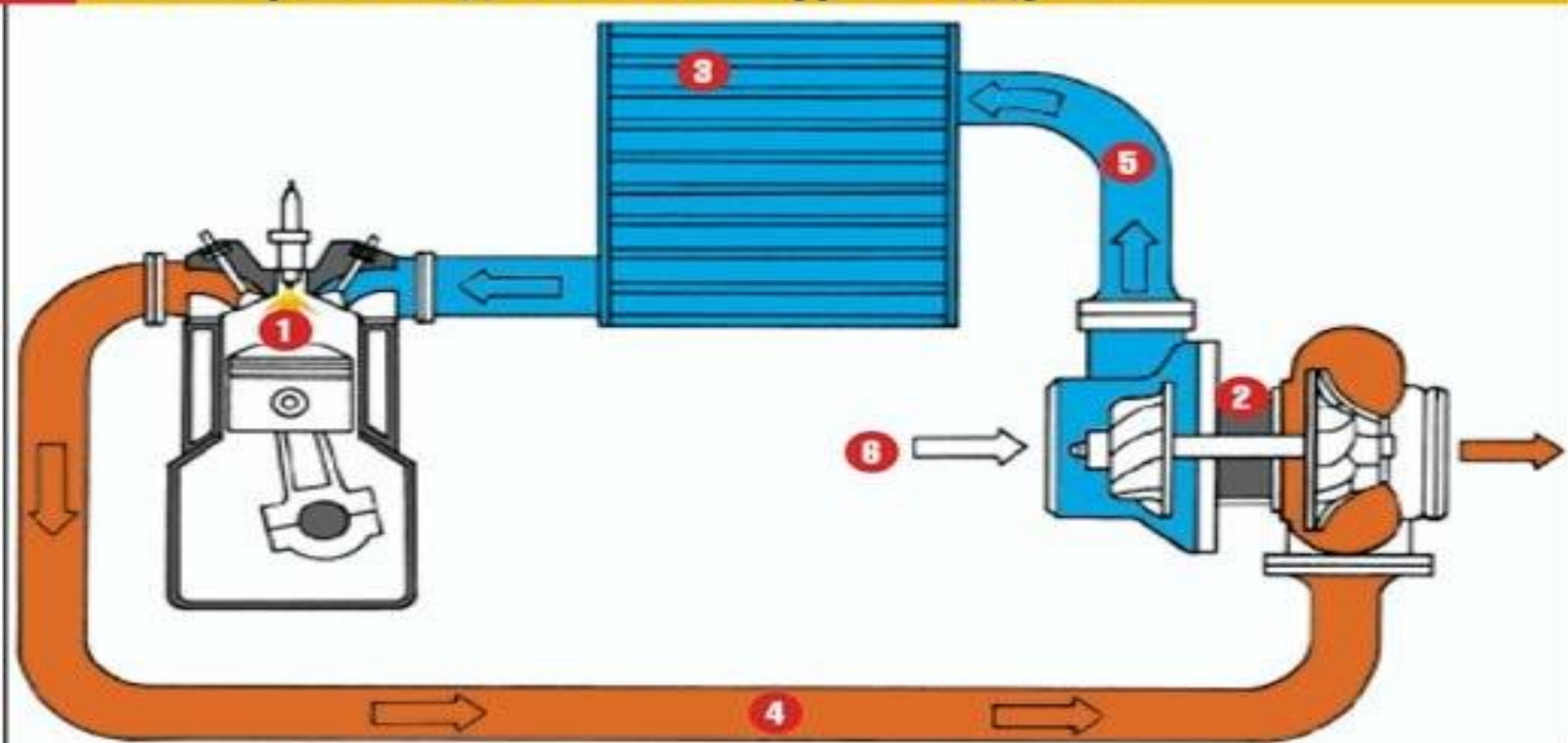


В ДВС применяют **механический наддув**, когда воздух закачивается специальным насосом (компрессором), имеющим механический привод, и **турбонаддув**, при котором компрессор приводится в действие турбиной благодаря энергии отработавших газов.



В ДВС применяют механический наддув, когда воздух закачивается специальным насосом (компрессором)

### Схема работы двигателя с турбонаддувом



1 Камера сгорания 2 Турбокомпрессор 3 Интеркулер 4 Поток отработавших газов 5 Сжатый воздух 6 Атмосферный воздух

Одним из способов повышения мощности двигателя внутреннего сгорания является увеличение количества поступающего в цилиндры воздуха. Подача в двигатель воздуха при положительном давлении называется наддувом



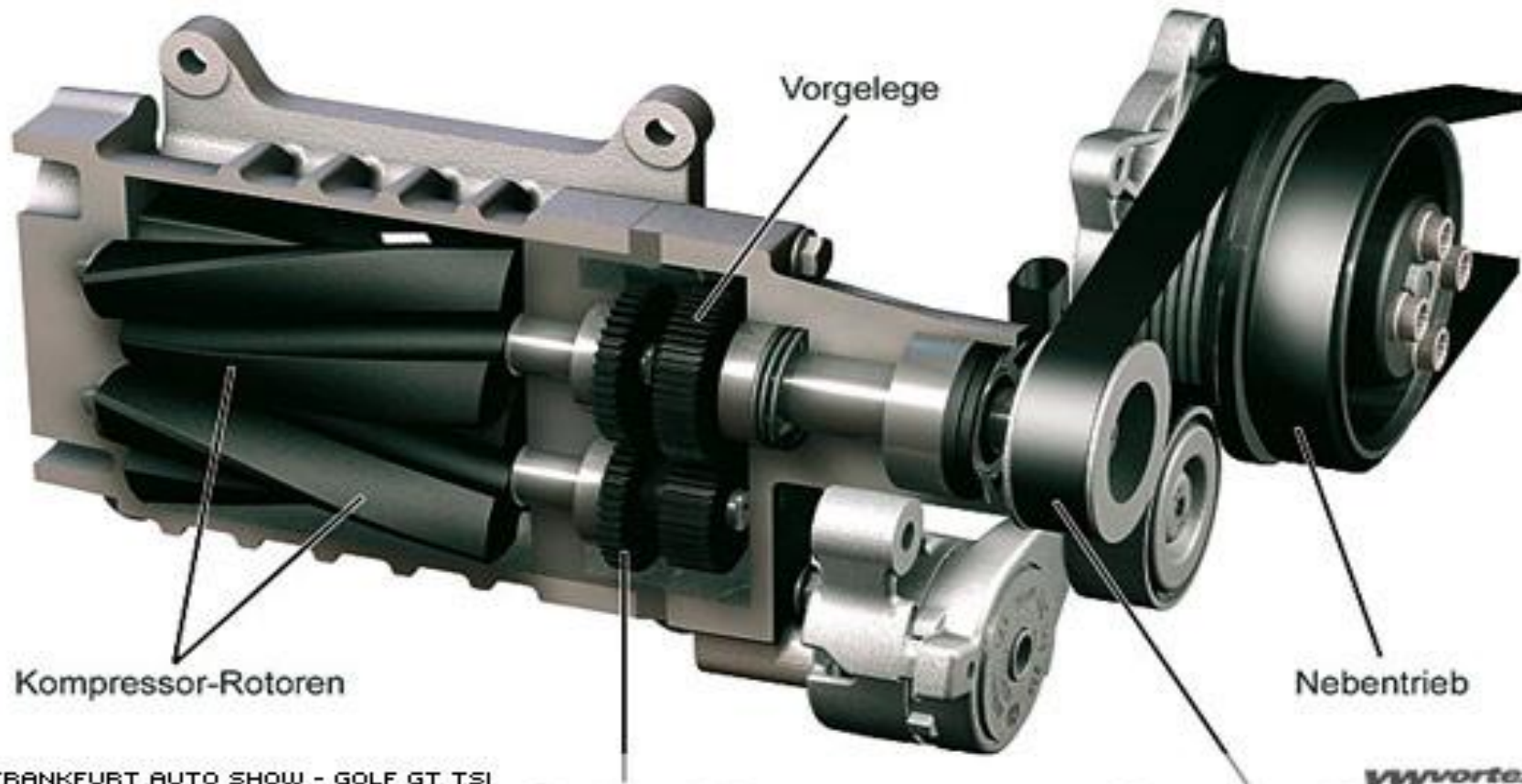


В ДВС применяют механический наддув, когда воздух закачивается специальным насосом (компрессором), имеющим механический привод,



В ДВС применяют механический наддув, когда воздух закачивается специальным насосом (компрессором), имеющим механический привод

Übersetzung Kurbelwelle zu Wasserpumpe:	$i_1$	= 0,75
Übersetzung Wasserpumpe zu Kompressor:	$i_2$	= 0,52
Übersetzung Kompressorvorgelege:	$i_3$	= 0,52
Gesamtübersetzung:	$i_{ges}$	= 0,20



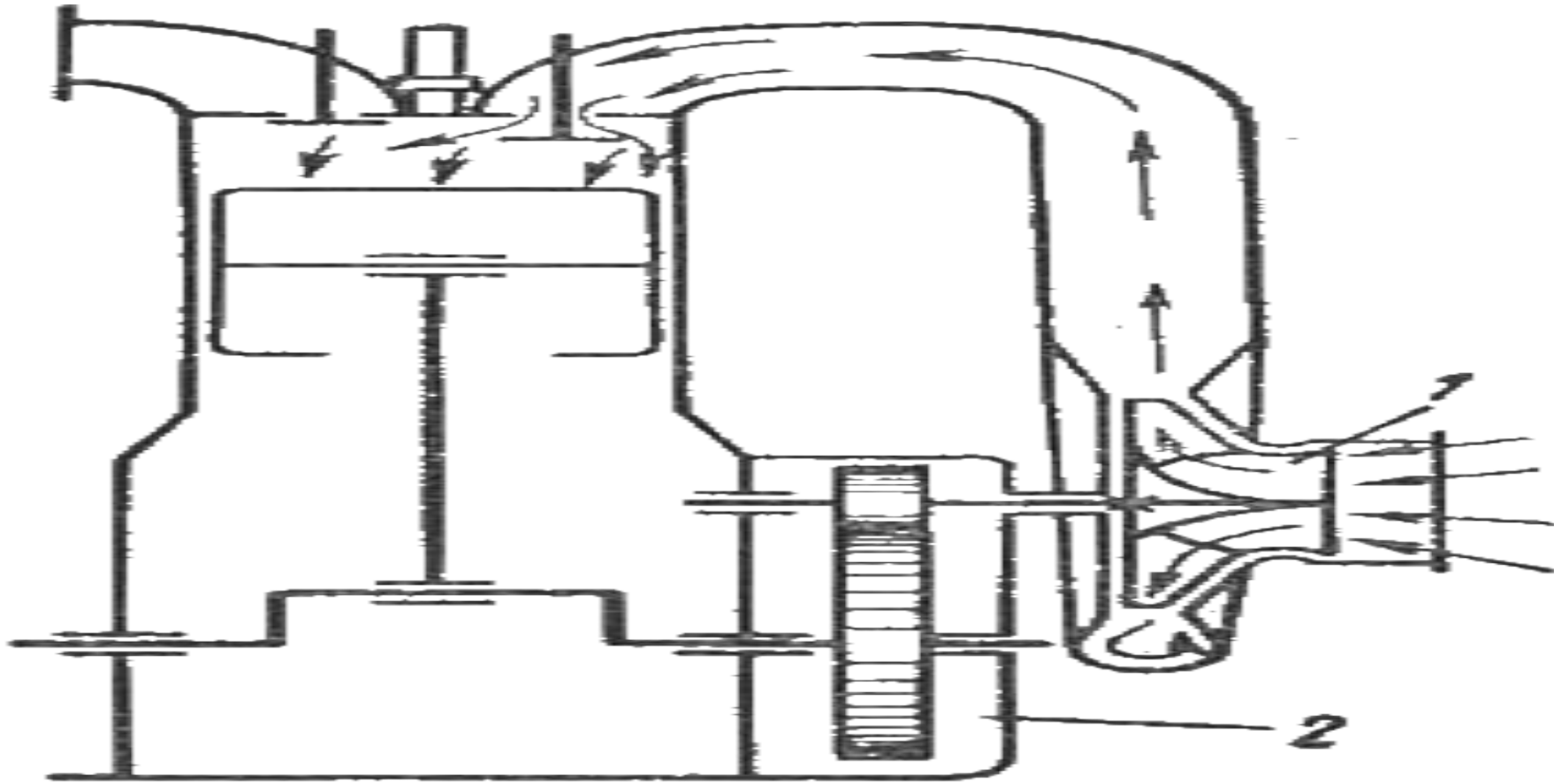
В ДВС применяют механический наддув, когда воздух закачивается специальным насосом (компрессором), имеющим механический привод



В ДВС применяют механический наддув, когда воздух закачивается специальным насосом (компрессором), имеющим механический привод



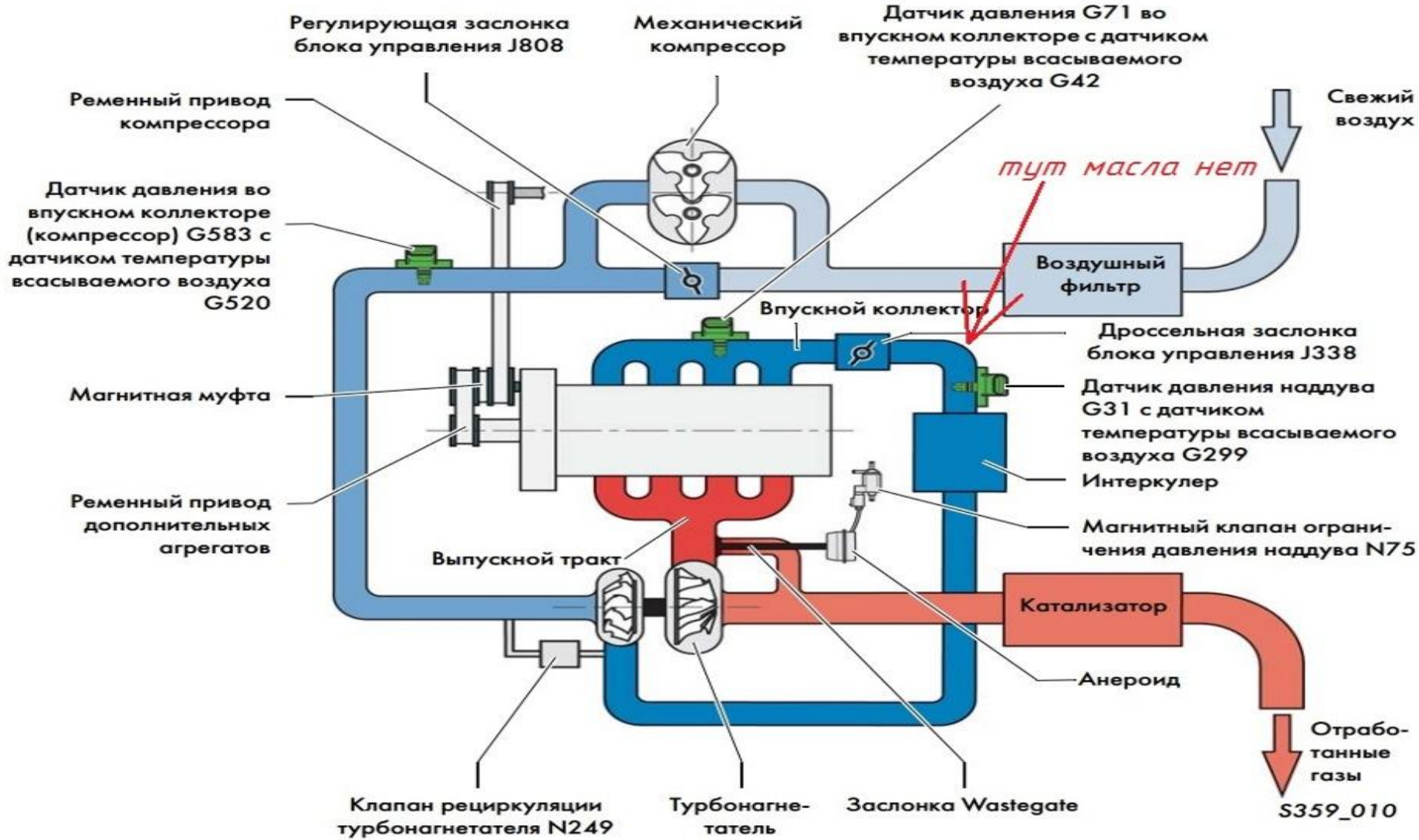
В ДВС применяют механический наддув, когда воздух закачивается специальным насосом (компрессором), имеющим механический привод



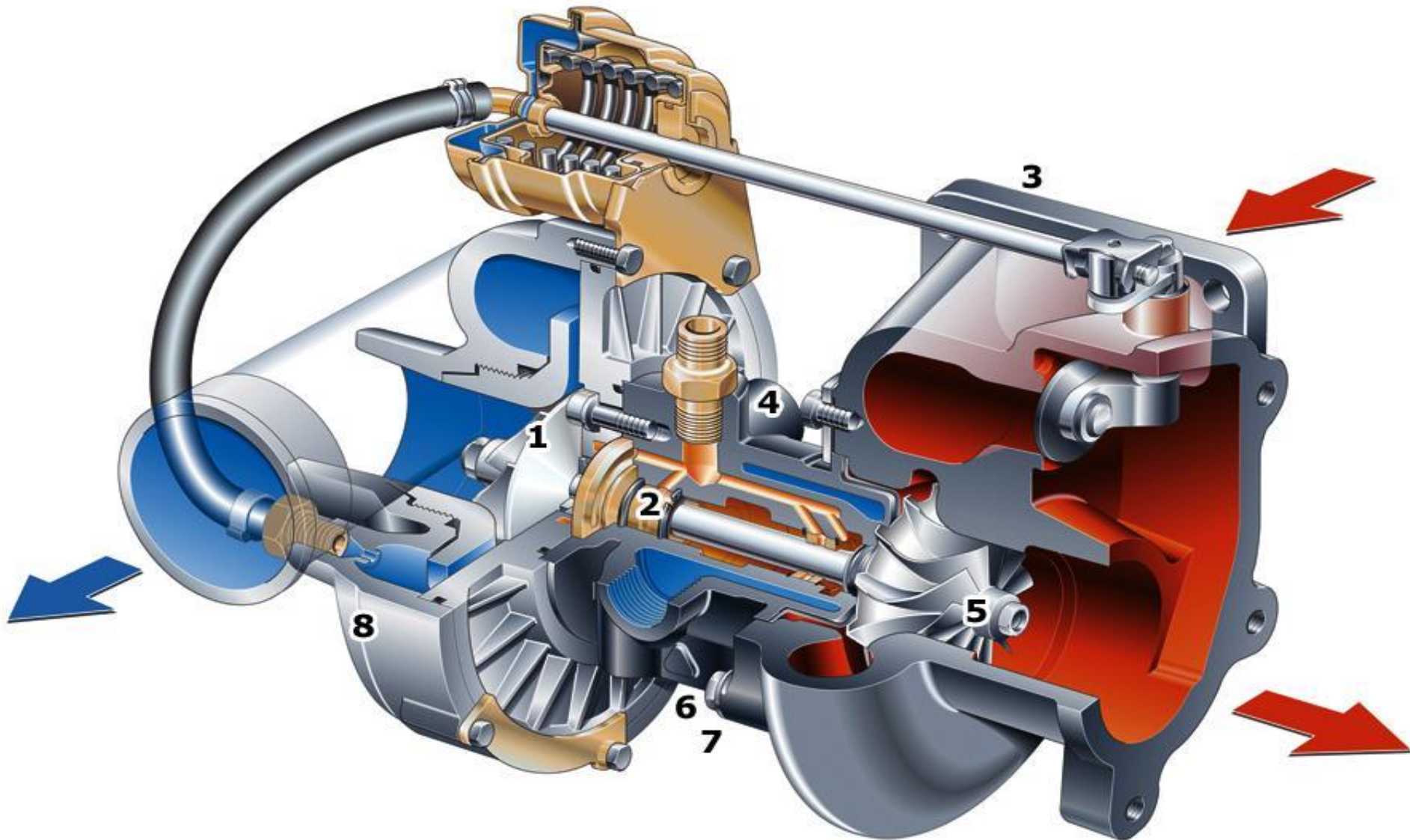
Фиг. 76. Схема наддува с механическим приводом:

1 — центробежный нагнетатель; 2 — зубчатая передача.

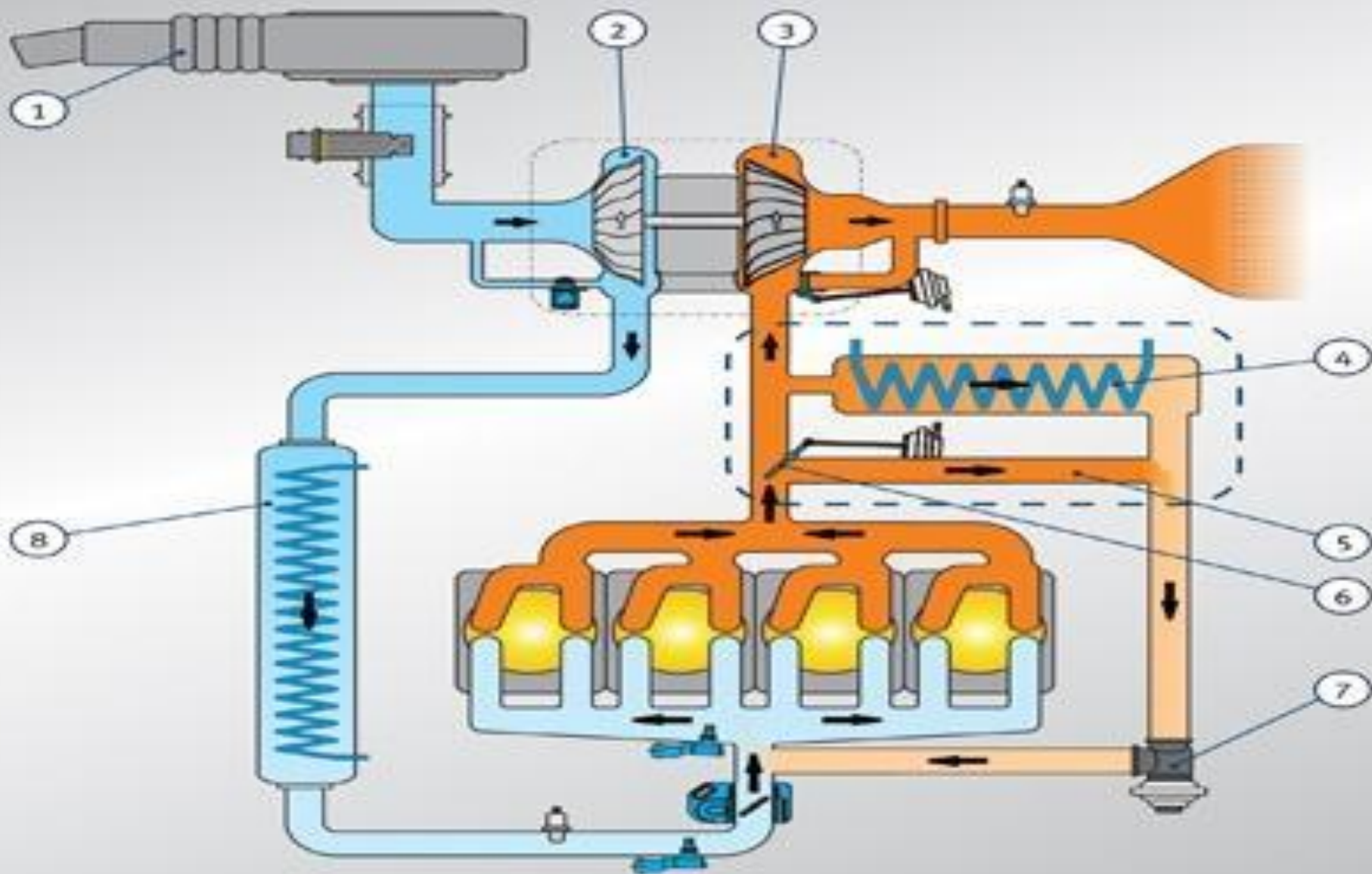
В ДВС применяют механический наддув, когда воздух закачивается специальным насосом (компрессором), имеющим механический привод



В турбокомпрессоре используются центробежные насосы



Для повышения степени наддува и снижения высокой тепловой напряженности лопаток турбины в системе наддува организуют охлаждение надвучного воздуха





Для достижения фазы наддува, т. е. момента, когда давление воздуха на впуске превысит атмосферное, необходимо, чтобы была достигнута определенная частота вращения турбины (не менее 60 000 мин-1)



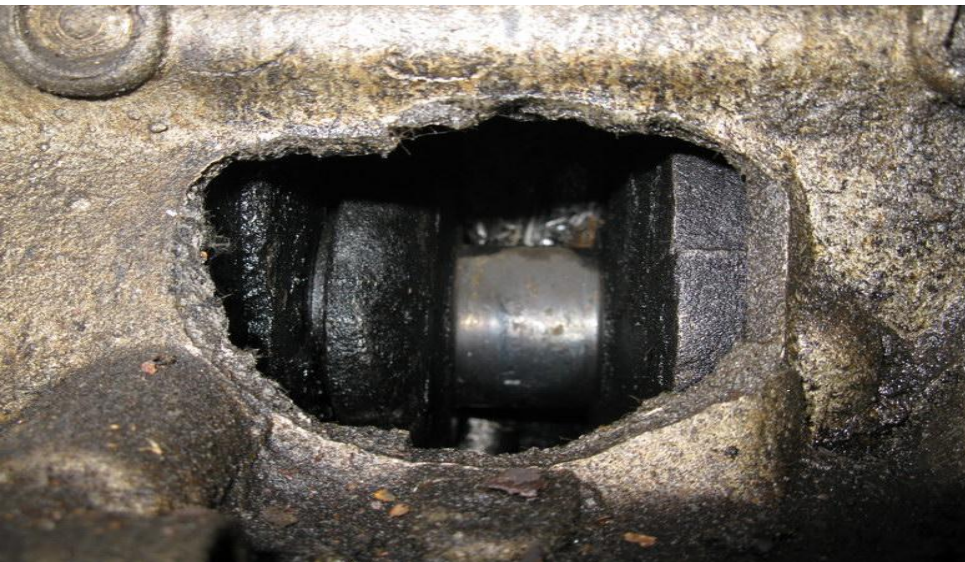
При малых оборотах двигателя турбокомпрессор работает в дежурном режиме (частота 5 000-10 000 мин-1). Необходимо учитывать, что наличие турбины в выпускном тракте создает сопротивление выходу отработавших газов



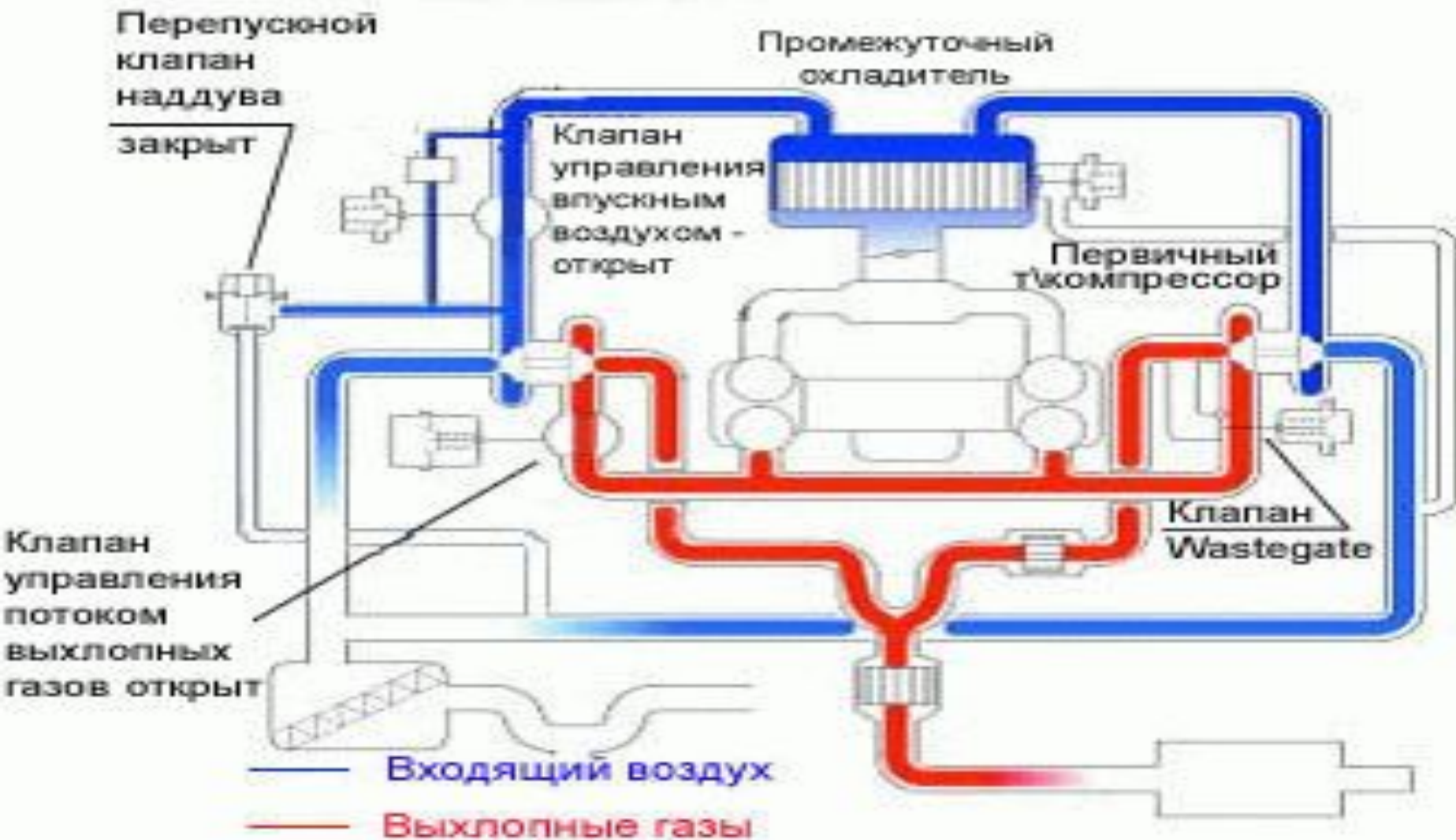
Существует две проблемы, связанные с наддувом двигателей. Первая заключается в том, что давление наддува увеличивает степень сжатия двигателя и увеличивает склонность двигателя к детонации.



Если не предусмотреть специальных мер, этот процесс приведет к разрушению деталей двигателя или турбокомпрессора.



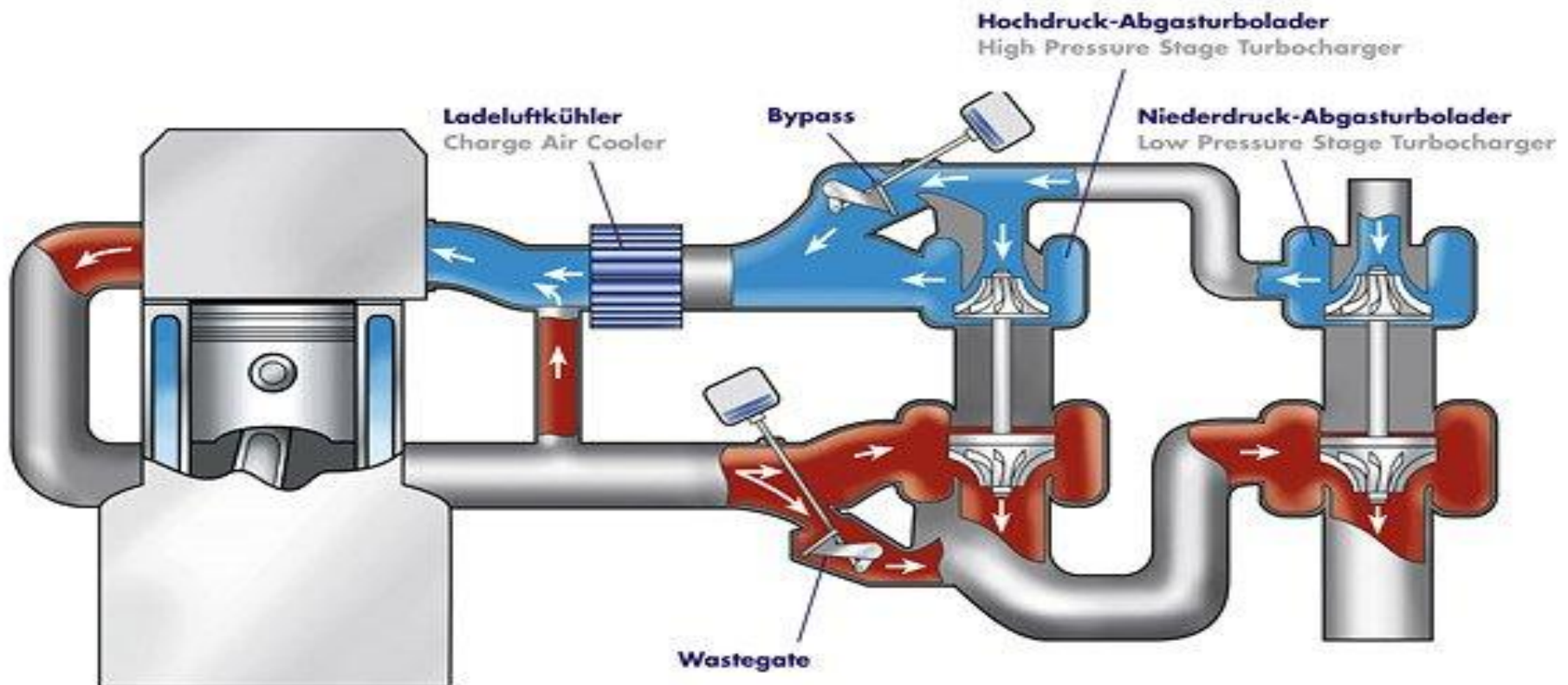
# ПРОМЕЖУТОЧНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ВОЗДУХА



имеющим механический привод, и турбонаддув, при котором компрессор приводится в действие турбиной благодаря энергии отработавших газов.

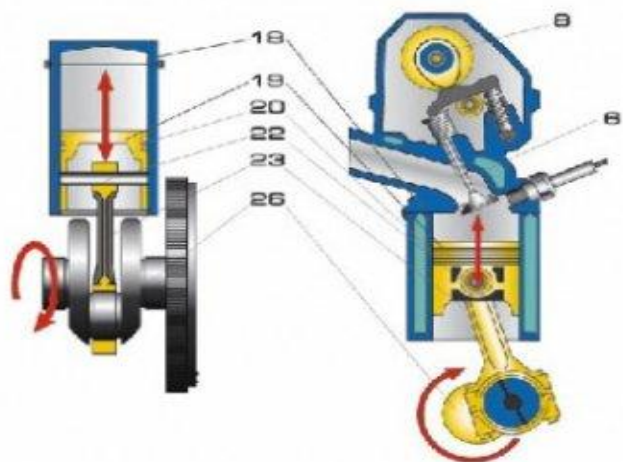
## 2-stufige geregelte Aufladung (R2S™)

Regulated 2-stage Turbocharging (R2S™)

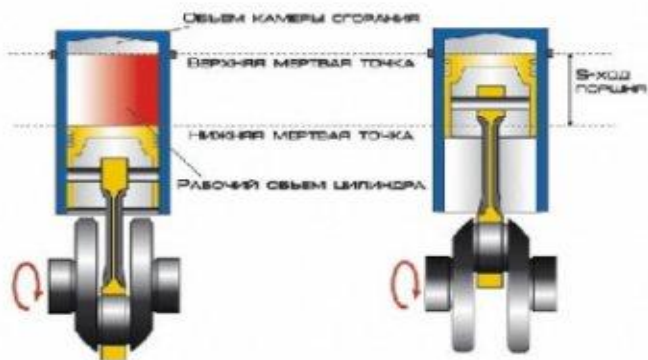


Одним из способов повышения мощности двигателя внутреннего сгорания является увеличение количества поступающего в цилиндры воздуха

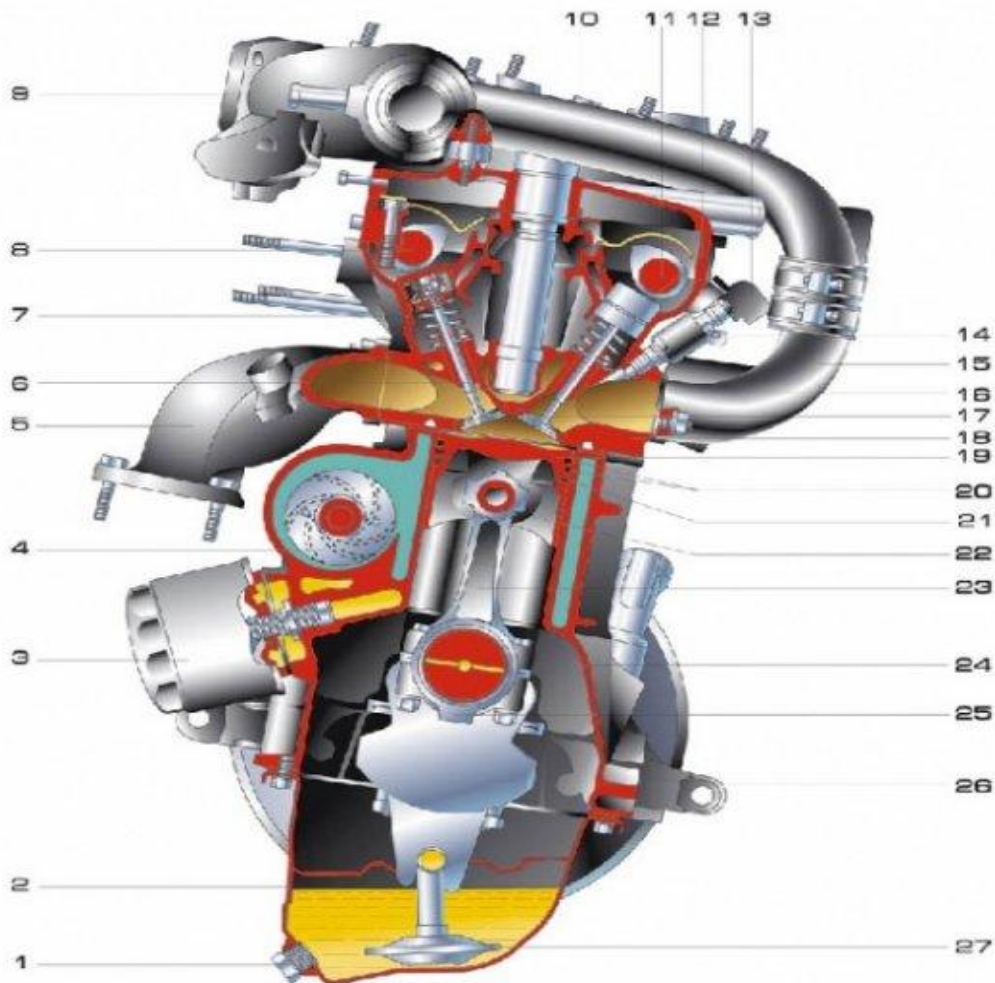
## ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДВИГАТЕЛЯ



ОДНОЦИЛИНДРОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ



ХОД ПОРШНЯ И ОБЪЕМЫ ЦИЛИНДРА ДВИГАТЕЛЯ

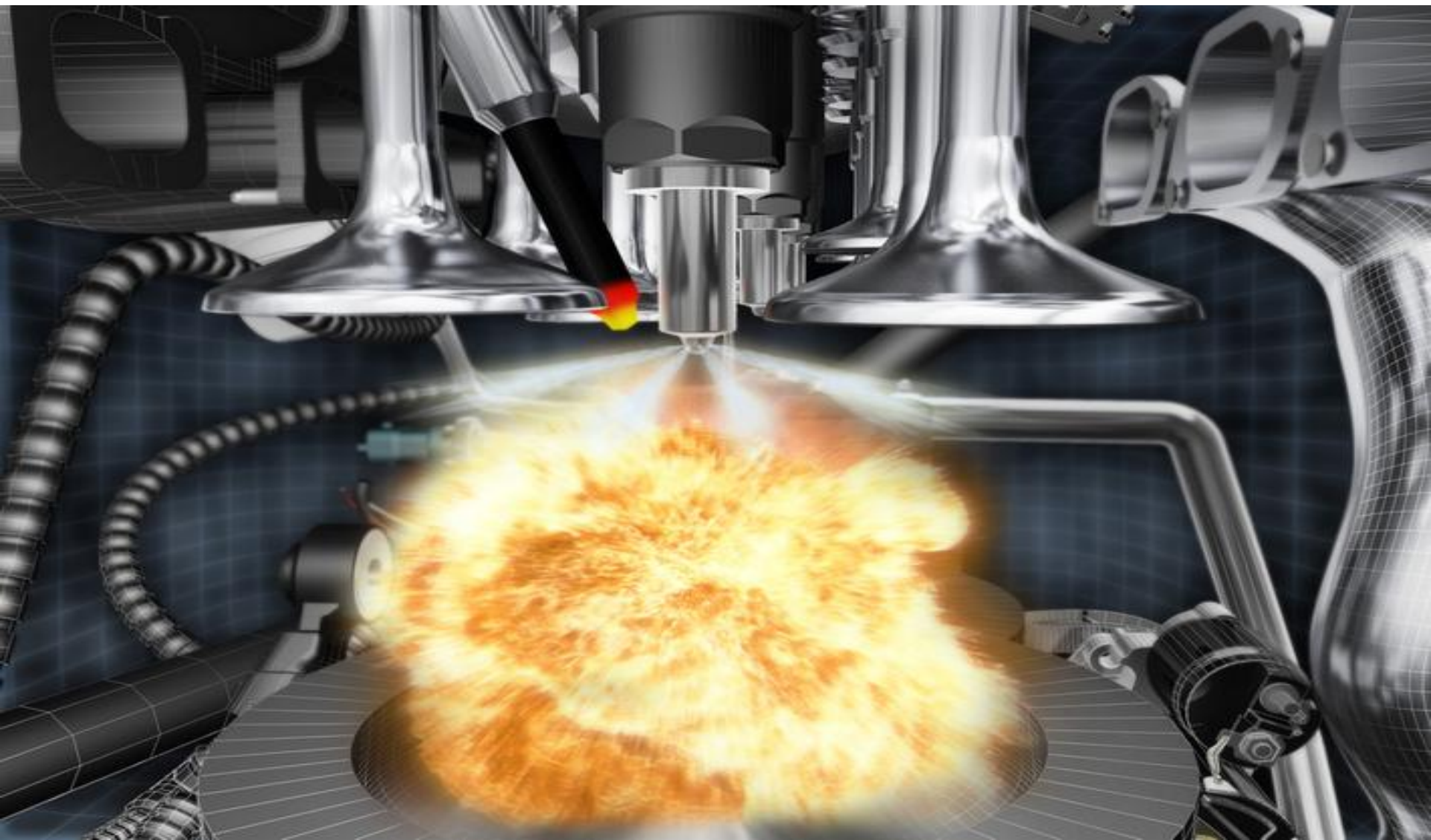


За счет чего произойдет увеличение мощности ДВС при увеличении объема подачи воздуха в цилиндр?

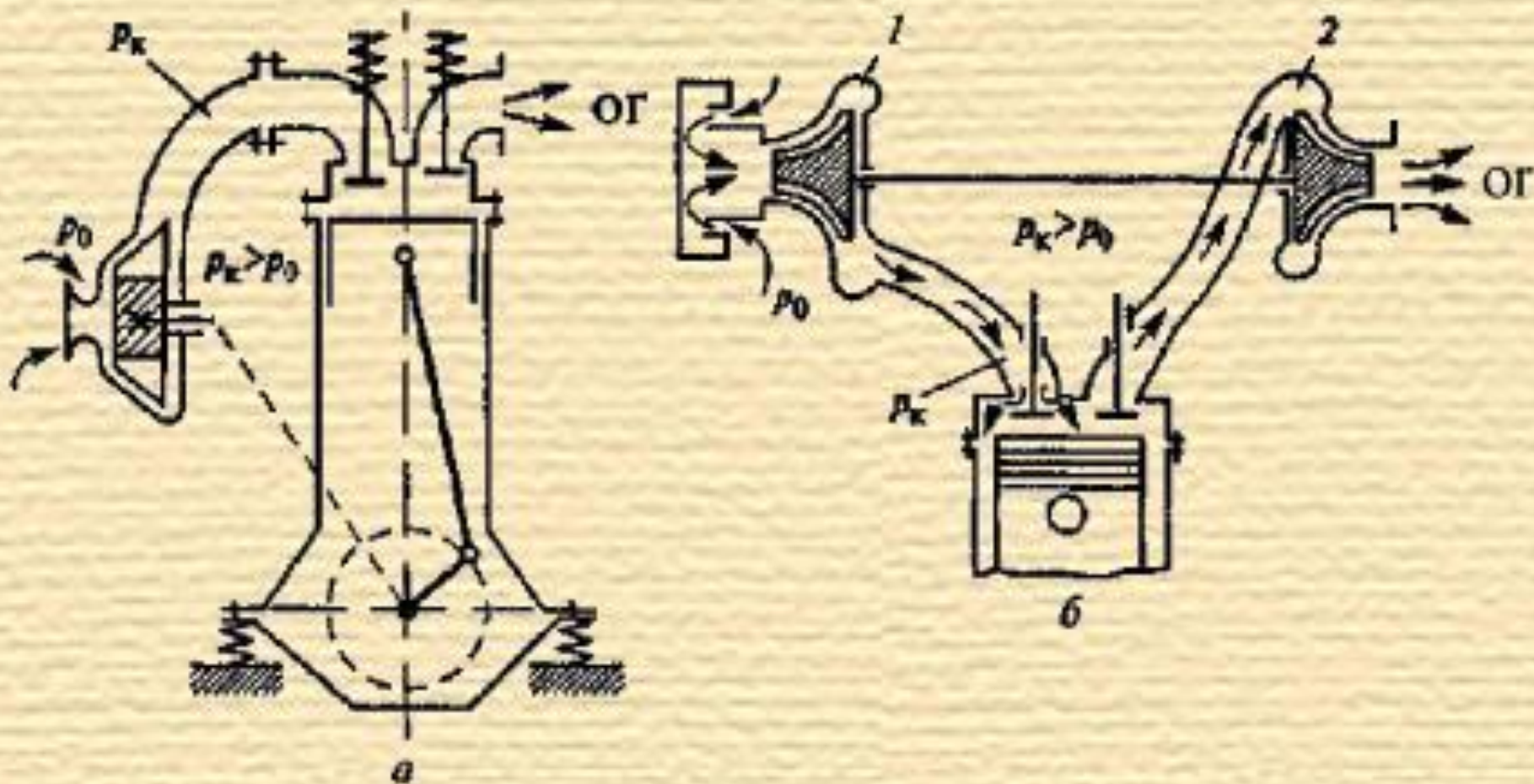




Увеличение мощности ДВС при увеличенной подаче воздуха произойдет за счет увеличения заряда в камере сгорания. ЭБУ сделает впрыск бензина пропорционально поступившему воздуху



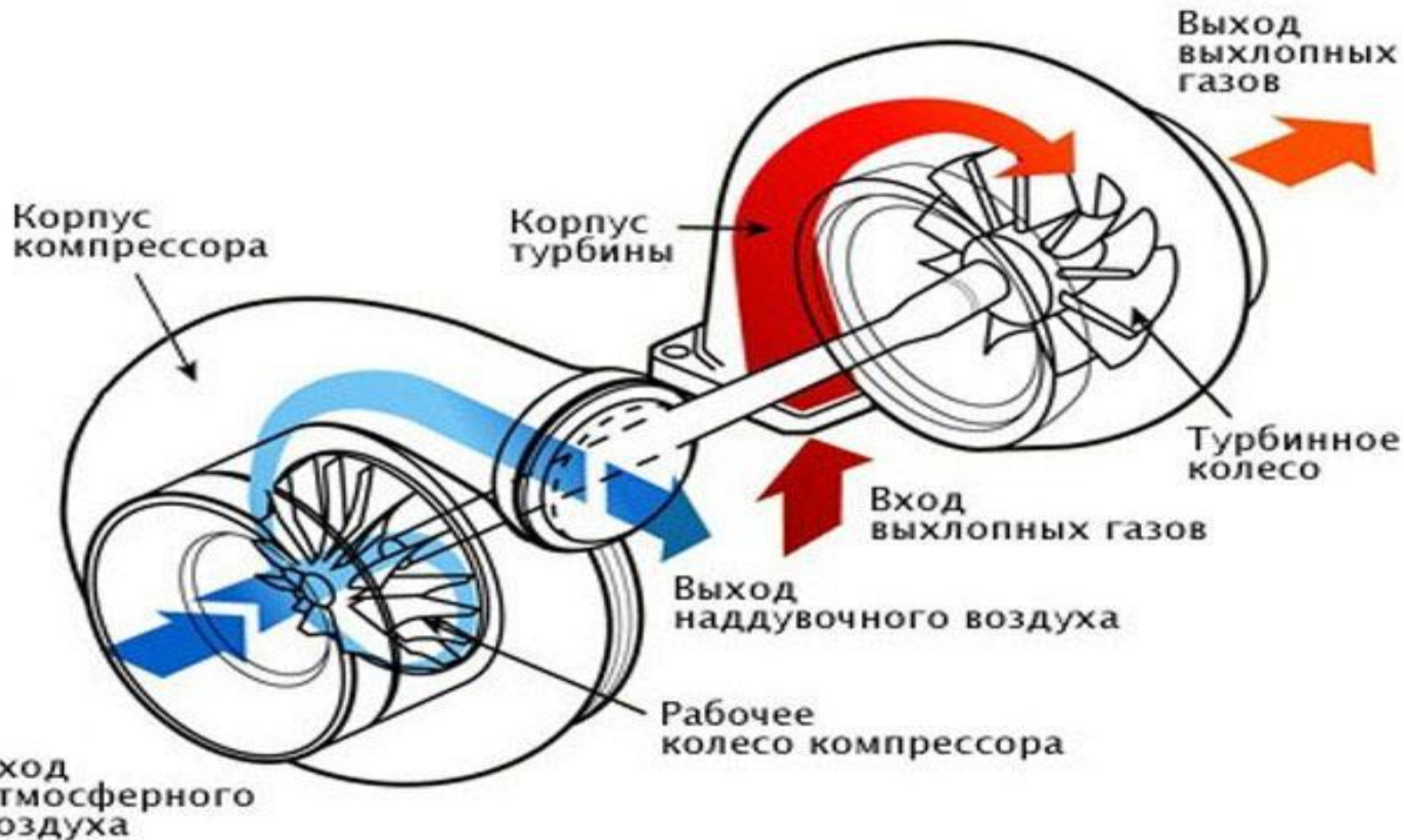
Подача в двигатель воздуха при  
положительном давлении называется  
наддувом.



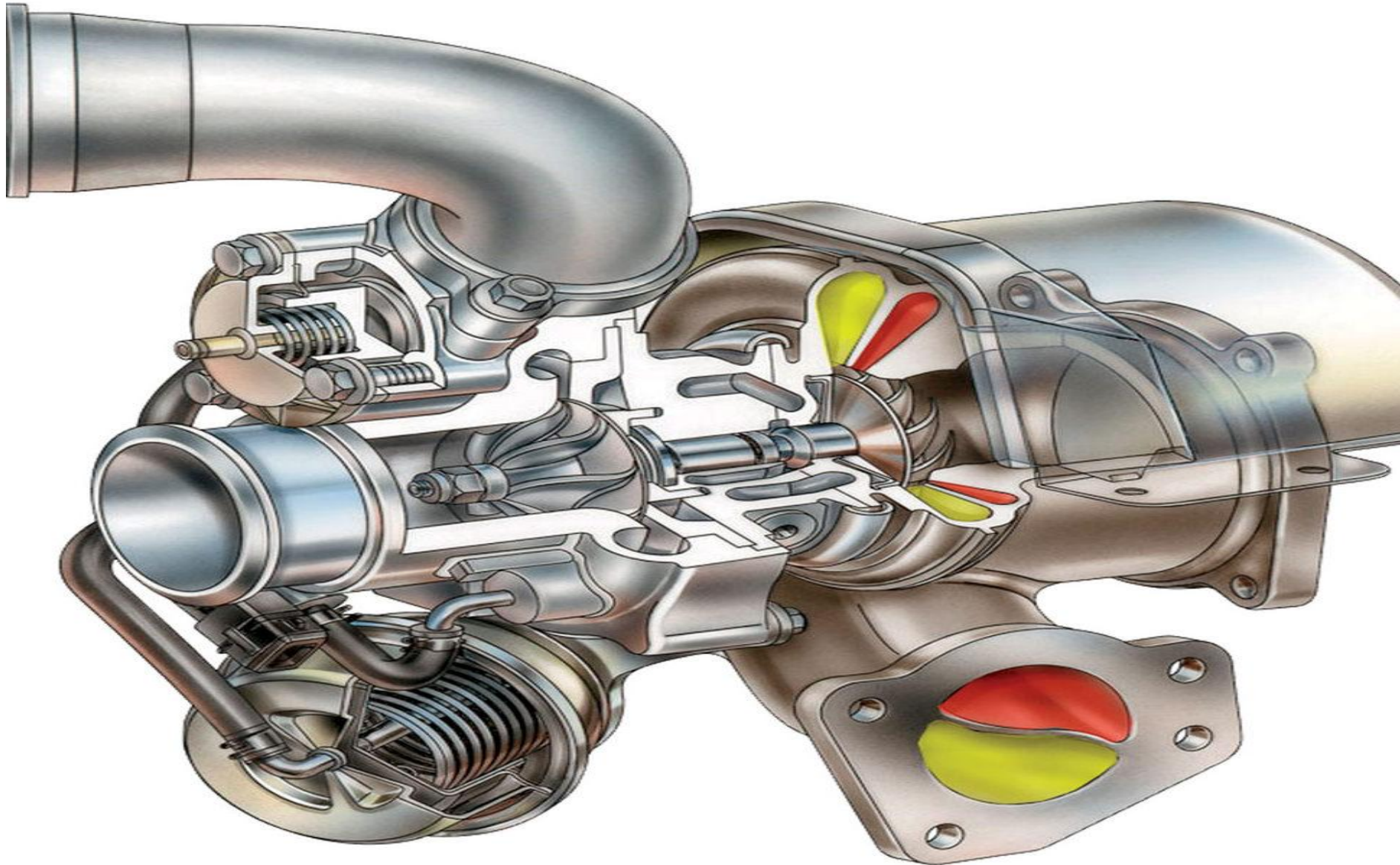
В настоящее время зарубежными фирмами производится от 50 до 90 % двигателей с наддувом от общего объема выпускаемых двигателей.



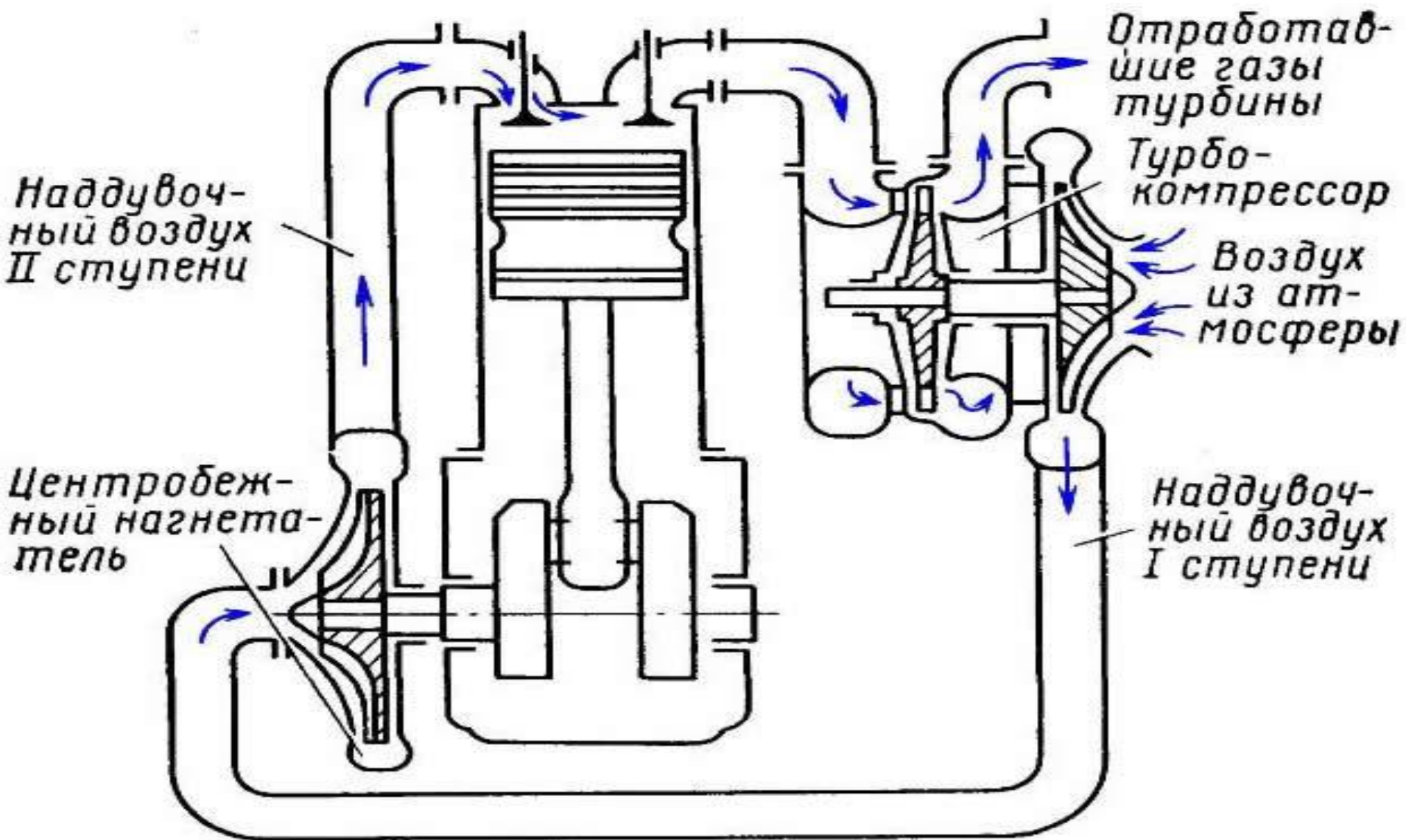
Турбокомпрессоры получили наибольшее распространение.



Под действием центробежных сил, вызванных вращением колеса с лопатками, воздух отбрасывается к периферии колеса



а в его центре создается разрежение, что обеспечивает всасывание воздуха



Для эффективной работы турбокомпрессора частота вращения колеса компрессора должна быть очень высокой не менее 50-100 тыс. мин-1.

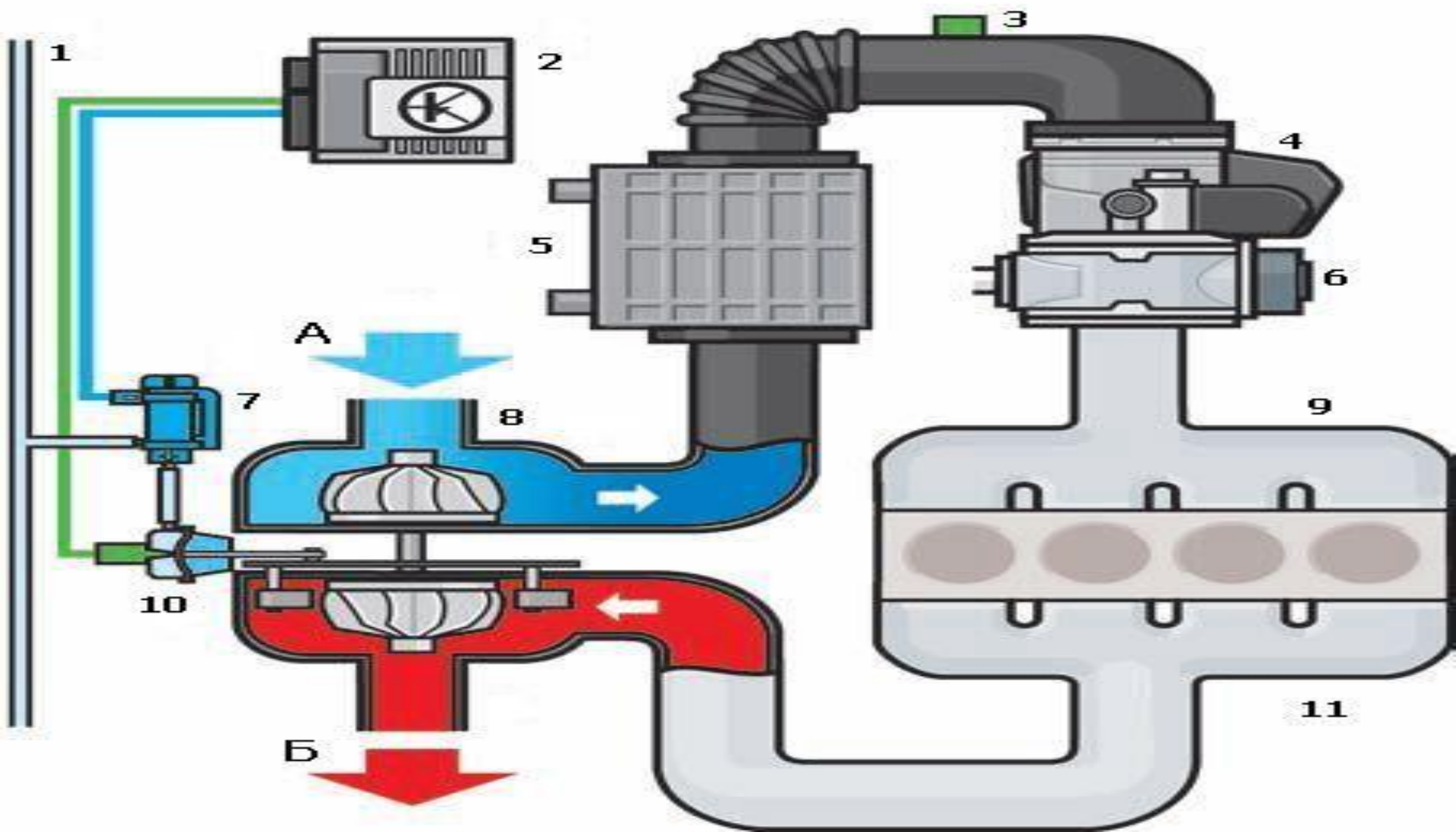


При работе ДВС из выпускного трубопровода под давлением выбрасываются продукты сгорания, которые имеют высокую температуру.

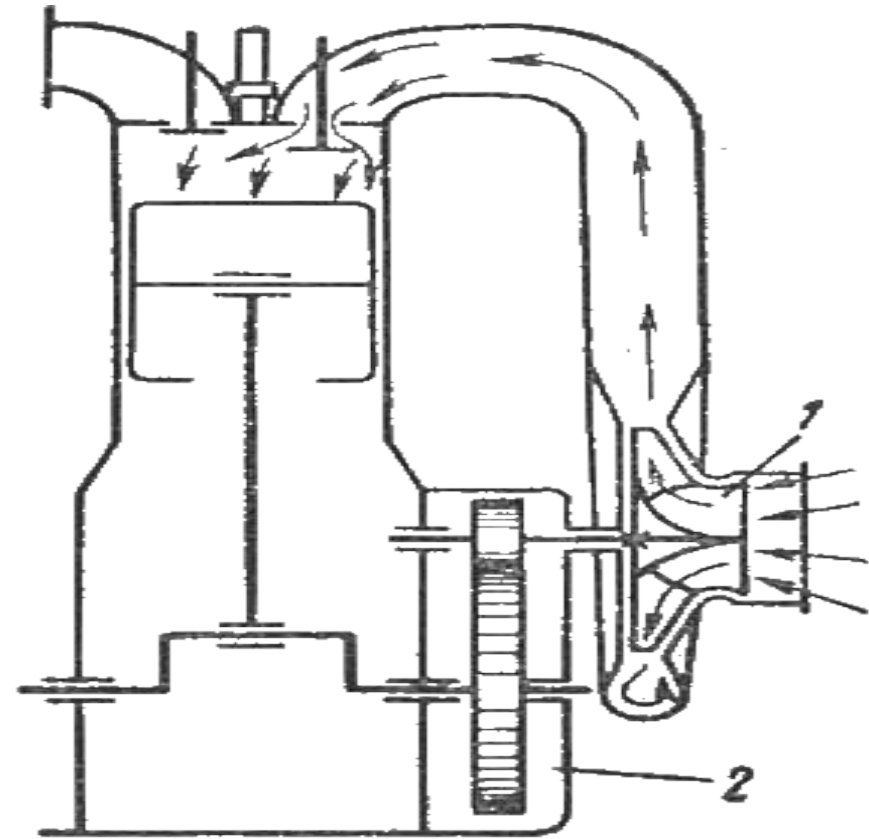
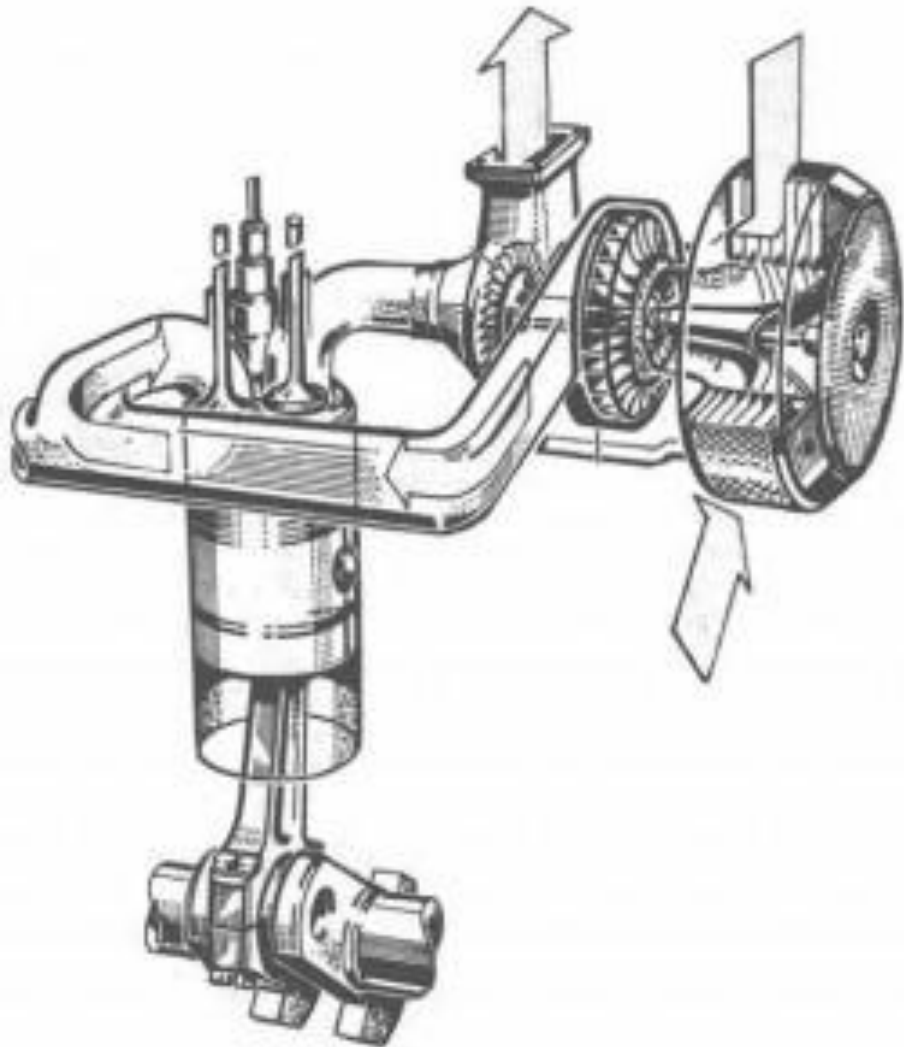




Поток газов приводит во вращение колесо турбины, которое передается закрепленному на общем вале колесу компрессора.



Для достижения фазы наддува, т. е. момента, когда давление воздуха на впуске превысит атмосферное, необходимо, чтобы была достигнута определенная частота вращения турбины (не менее 60 000 мин-1).

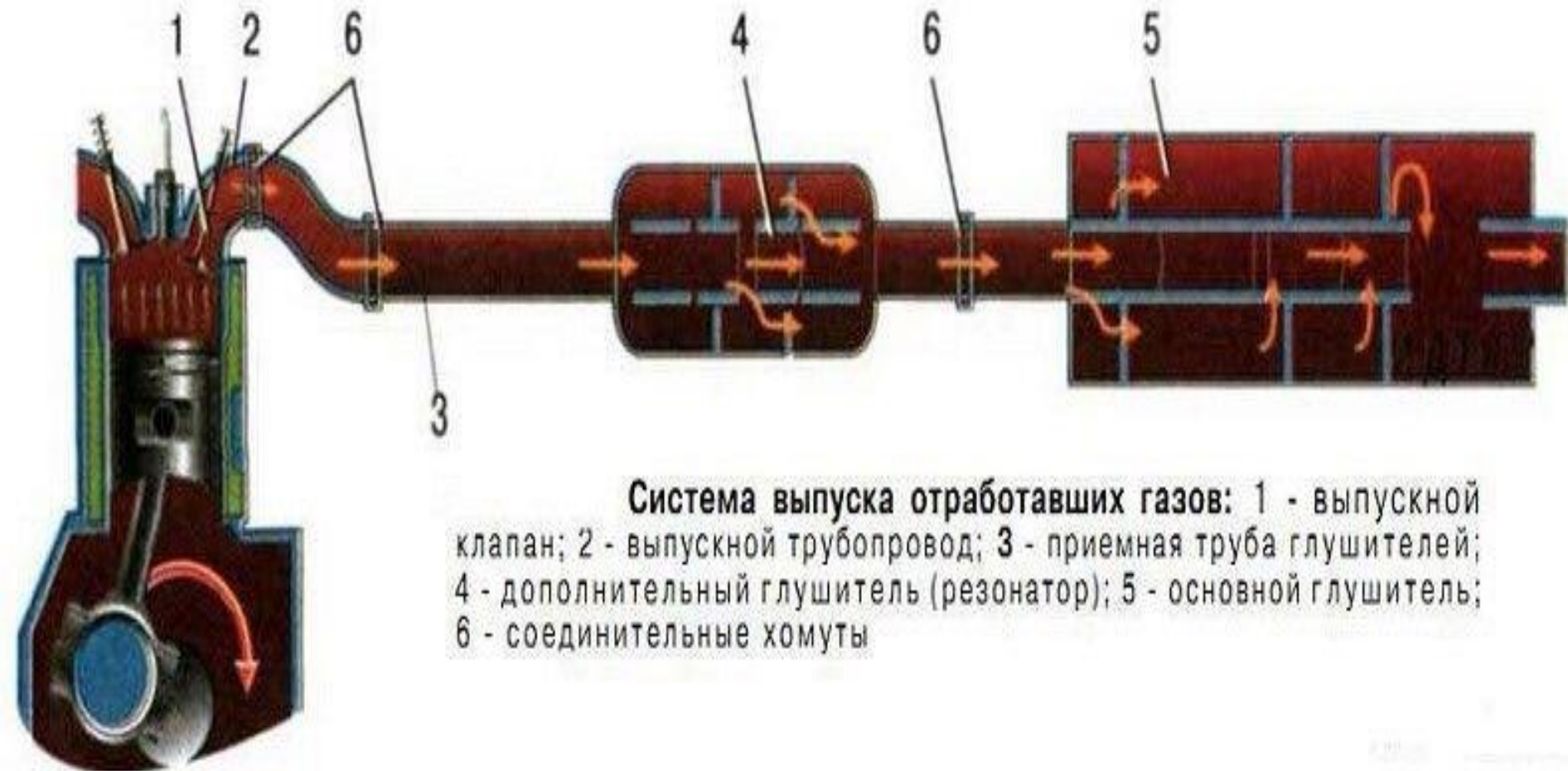


Фиг. 76. Схема наддува с механическим приводом:  
1 — центробежный нагнетатель; 2 — зубчатая передача.

При малых оборотах двигателя турбокомпрессор работает в дежурном режиме (частота 5 000-10 000 мин-1).



Необходимо учитывать, что наличие турбины в выпускном тракте создает сопротивление выходу отработавших газов.



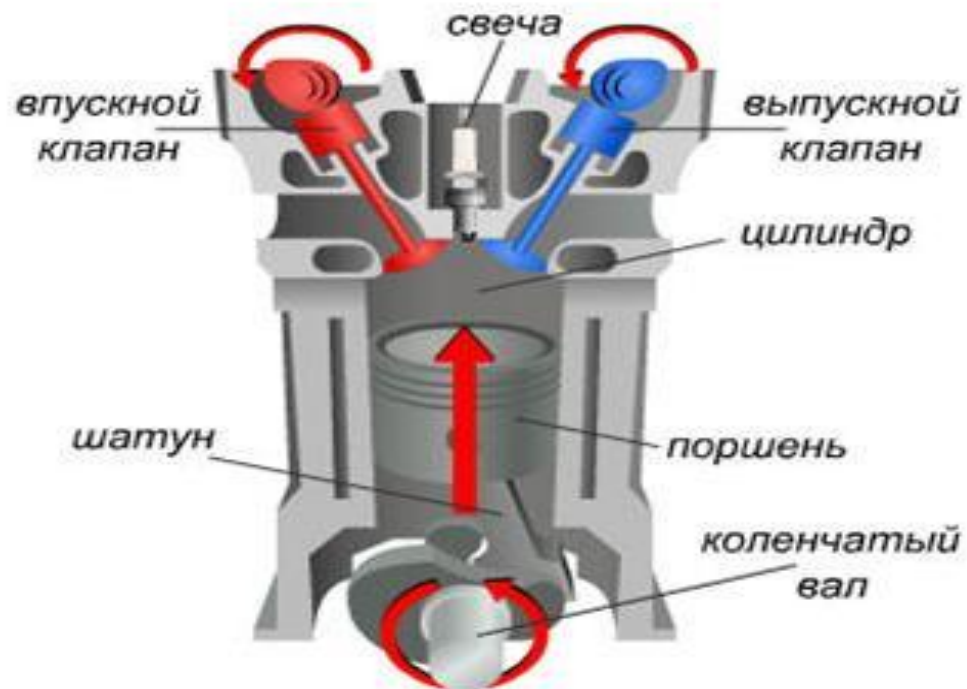
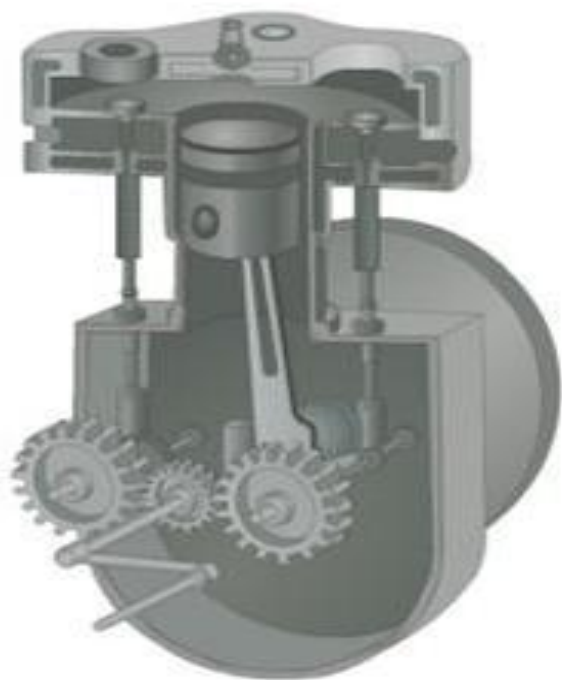
**Система выпуска отработавших газов:** 1 - выпускной клапан; 2 - выпускной трубопровод; 3 - приемная труба глушителей; 4 - дополнительный глушитель (резонатор); 5 - основной глушитель; 6 - соединительные хомуты

Существует две проблемы, связанные с наддувом двигателей.



Первая заключается в том, что давление наддува увеличивает степень сжатия двигателя и...(к чему это может привести)?

## Устройство двигателя внутреннего сгорания



и увеличивает склонность двигателя к детонации.



Вторая проблема связана с тем, что чем больше частота вращения коленчатого вала, тем больше образуется отработавших газов и тем быстрее вращается компрессор, увеличивая количество воздуха, поступающего в цилиндры.





Это приводит к увеличению мощности двигателя и одновременному увеличению количества отработавших газов с последующим ростом числа оборотов турбины



Если не предусмотреть специальных мер, этот процесс приведет к разрушению деталей двигателя или турбокомпрессора.



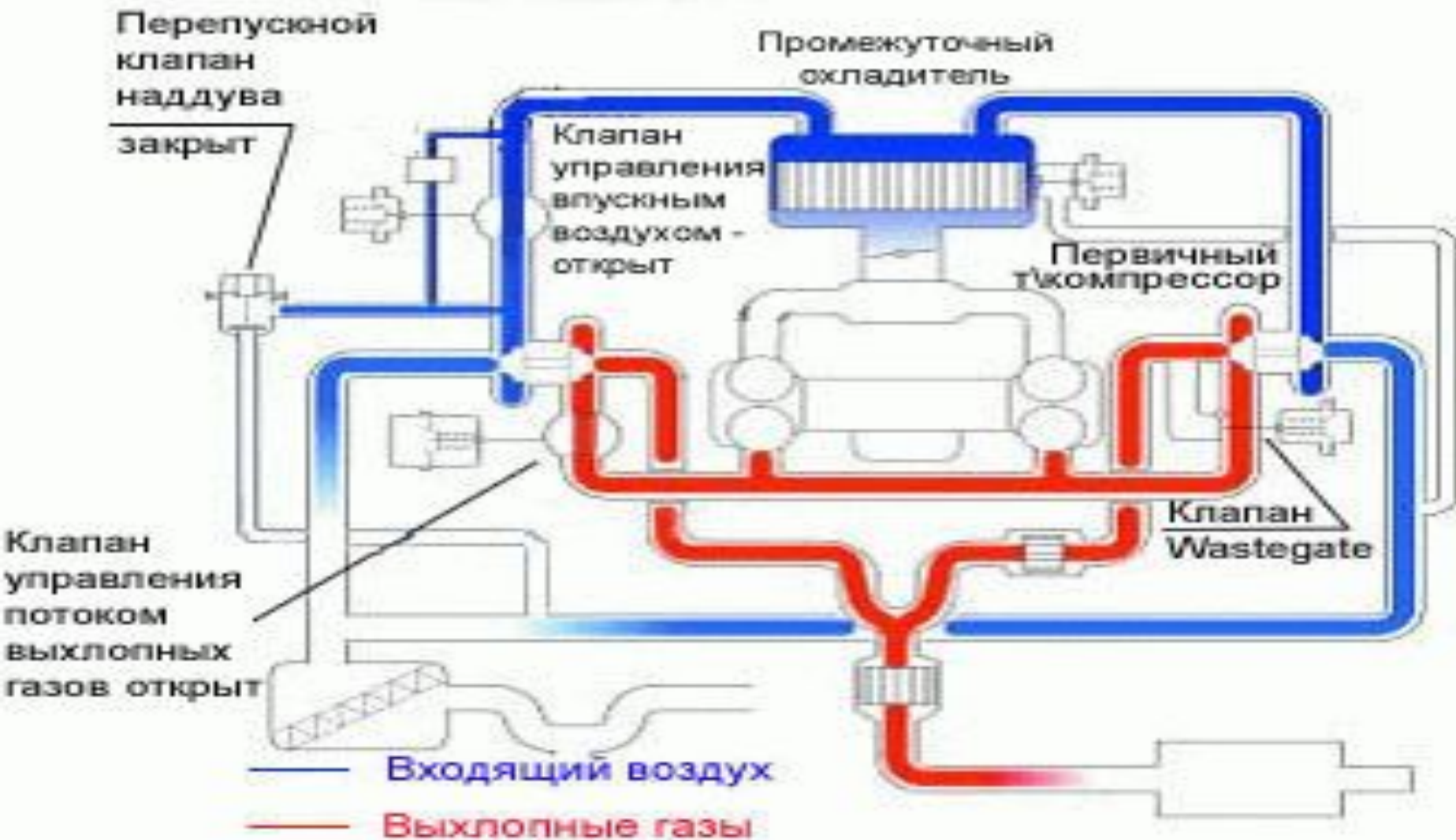
# THE END



# ПРОМЕЖУТОЧНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ВОЗДУХА



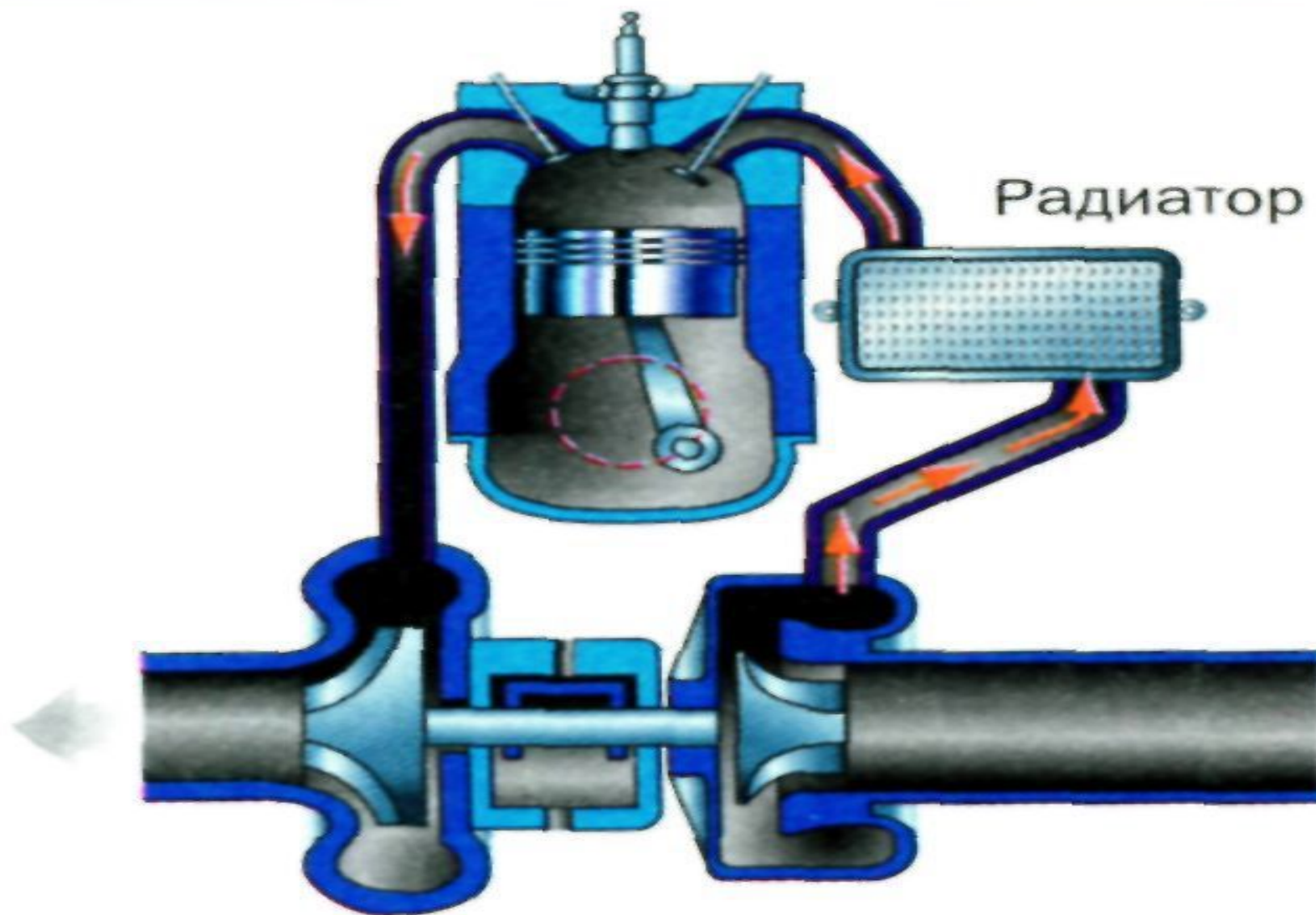
# ПРОМЕЖУТОЧНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ВОЗДУХА



Известно, что сжатие воздуха приводит к  
повышению его температуры и .....  
.....ЭТО В СВЯЗИ С ЧЕМ?

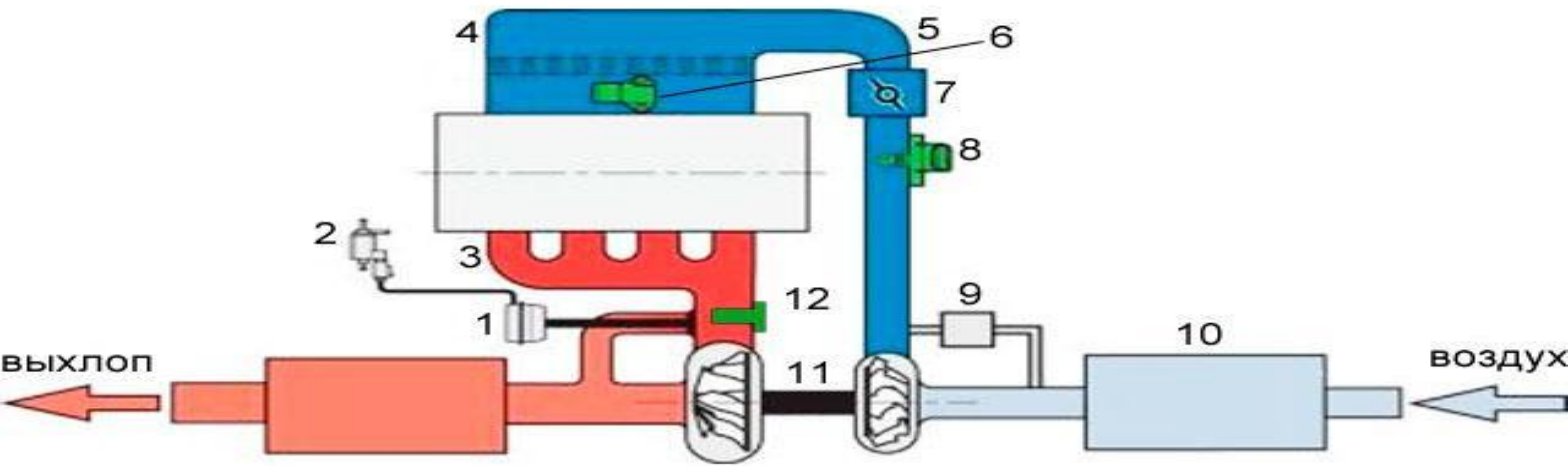


В современных наддувных двигателях часто применяют промежуточное охлаждение поступающего от турбокомпрессора воздуха



С этой целью воздух, сжатый в турбокомпрессоре, поступает в специальный теплообменник, в котором воздух охлаждается до температуры 50 - 60 °С.

## Схема турбонаддува двигателя TSI



1. вакуумный привод
2. электромагнитный клапан ограничения давления наддува
3. выпускной коллектор
4. охладитель наддувочного воздуха
5. впускной коллектор
6. датчик давления во впускном коллекторе с датчиком температуры воздуха
7. модуль дроссельной заслонки
8. датчик давления наддува с датчиком температуры воздуха
9. клапан рециркуляции турбокомпрессора
10. воздушный фильтр
11. турбокомпрессор
12. перепускной клапан



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.



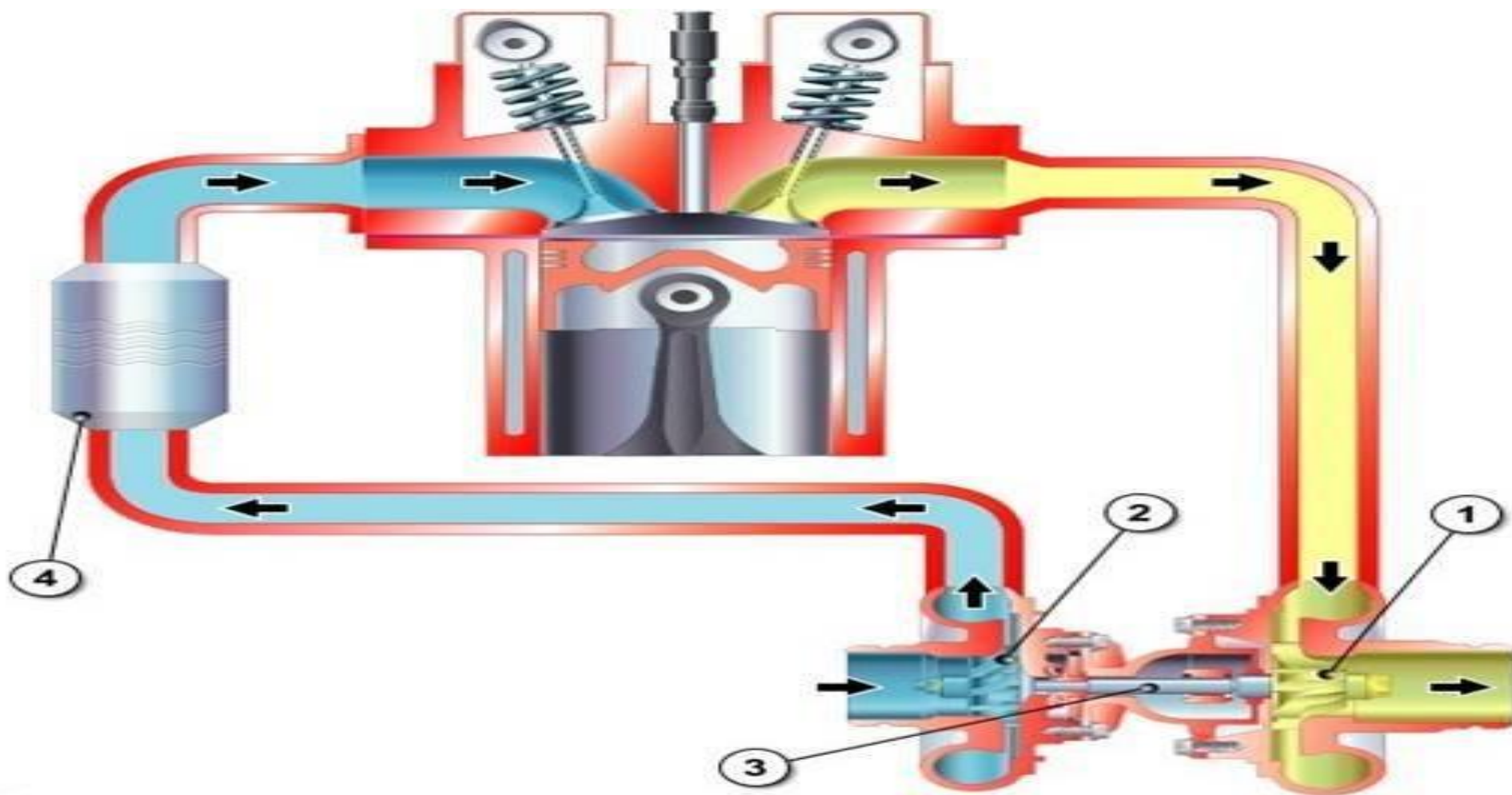
# THE END



# РЕГУЛИРОВАНИЕ ДАВЛЕНИЯ НАДДУВА

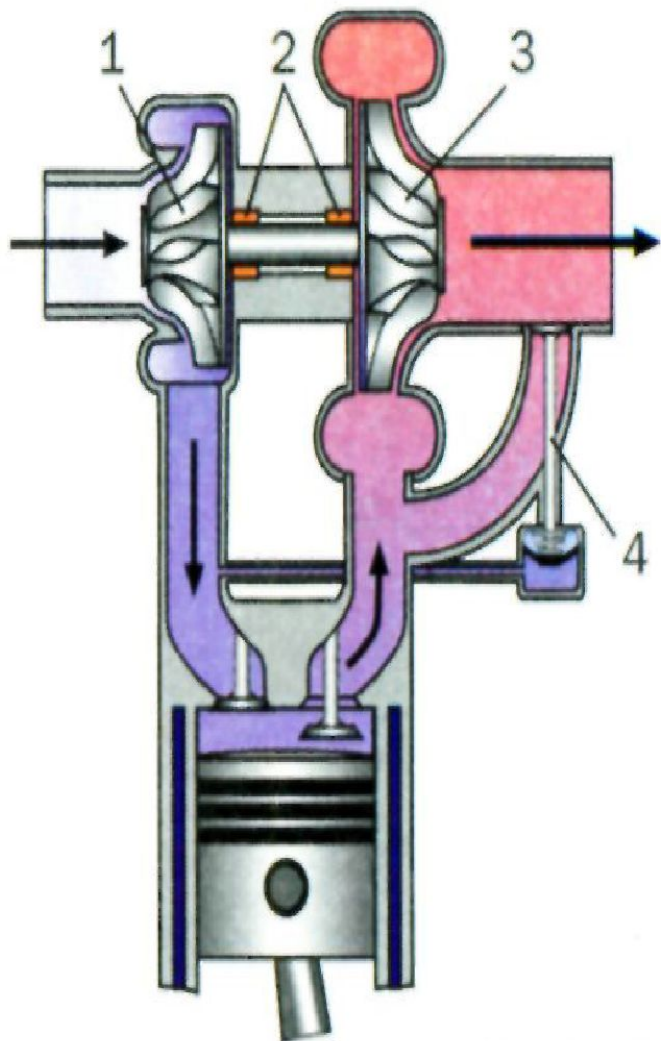


Принцип регулирования заключается в ограничении частоты вращения турбокомпрессора после достижения необходимого давления наддува

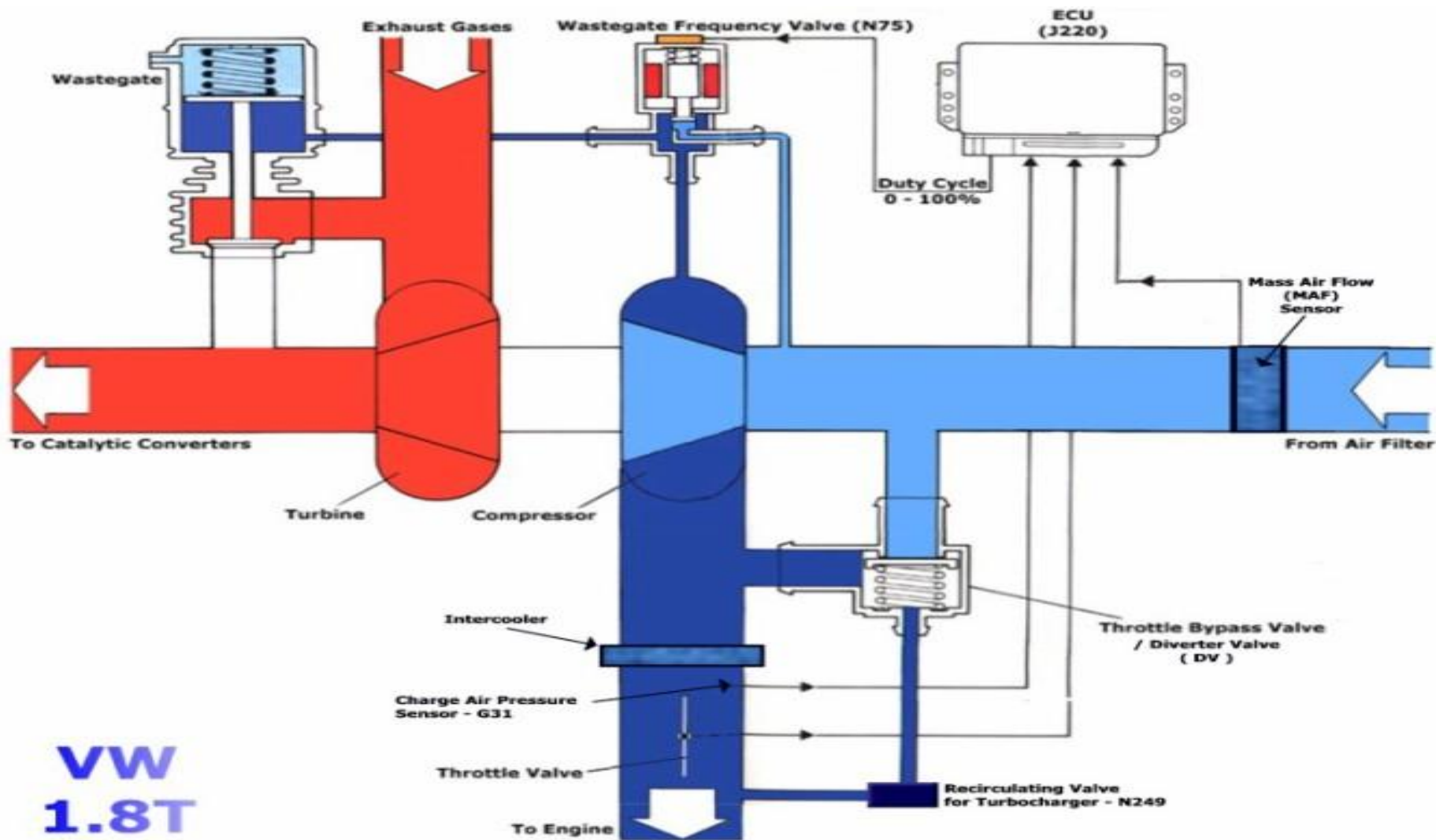


1,2-турбинное колесо; 3-вал турбины; 4-интеркулер

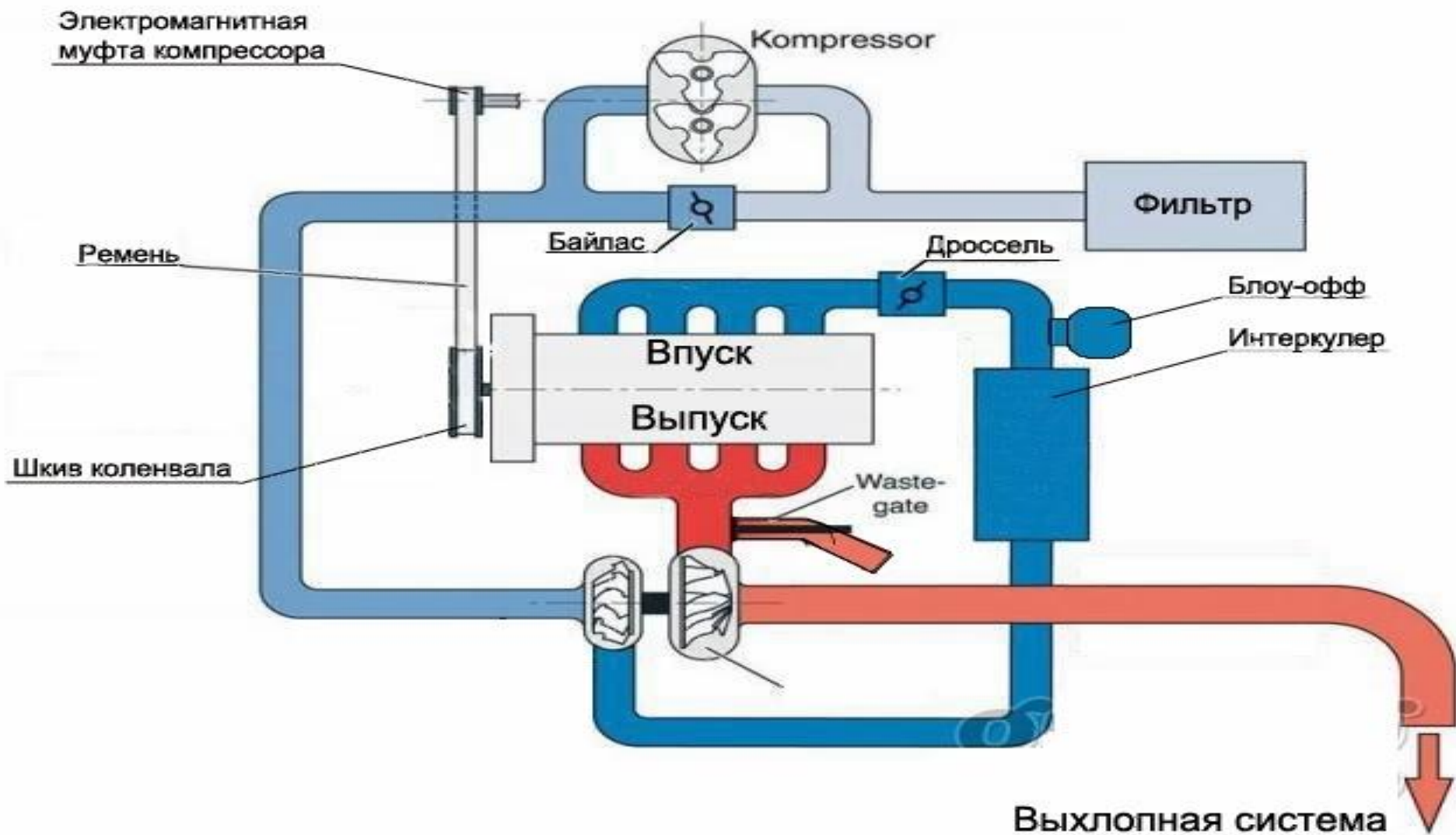
С этой целью используется специальный **перепускной клапан**, который ограничивает количество отработавших газов, проходящих через турбину



В системе выпуска перед турбиной имеется обводной (байпасный) канал, который дает возможность отработавшим газам миновать турбину.

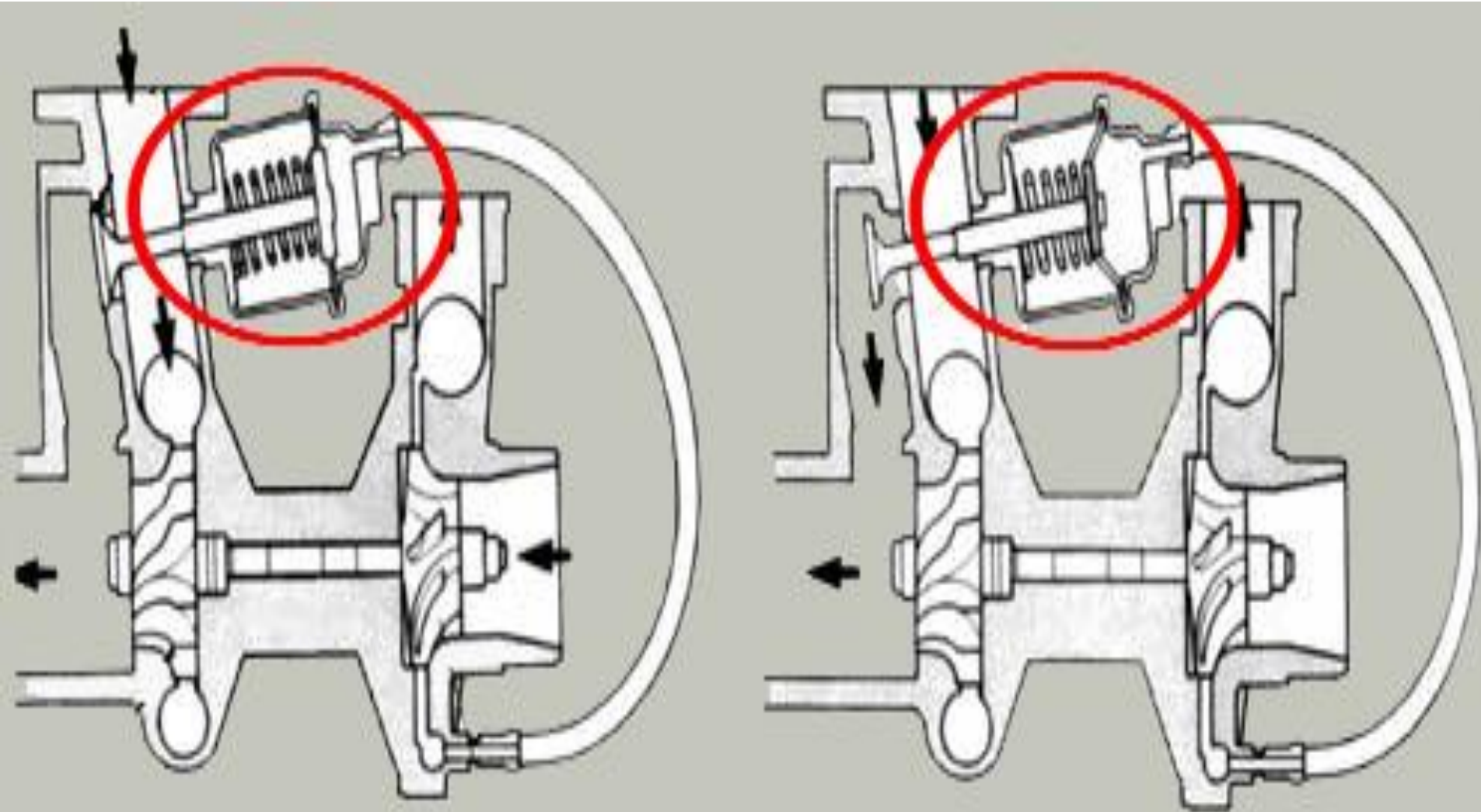


Этот канал открывается перепускным клапаном. Чувствительным элементом клапана является подпружиненная мембрана, на которую воздействуют две противоположно направленные силы: сила сжатия пружины и давление воздуха после турбокомпрессора.

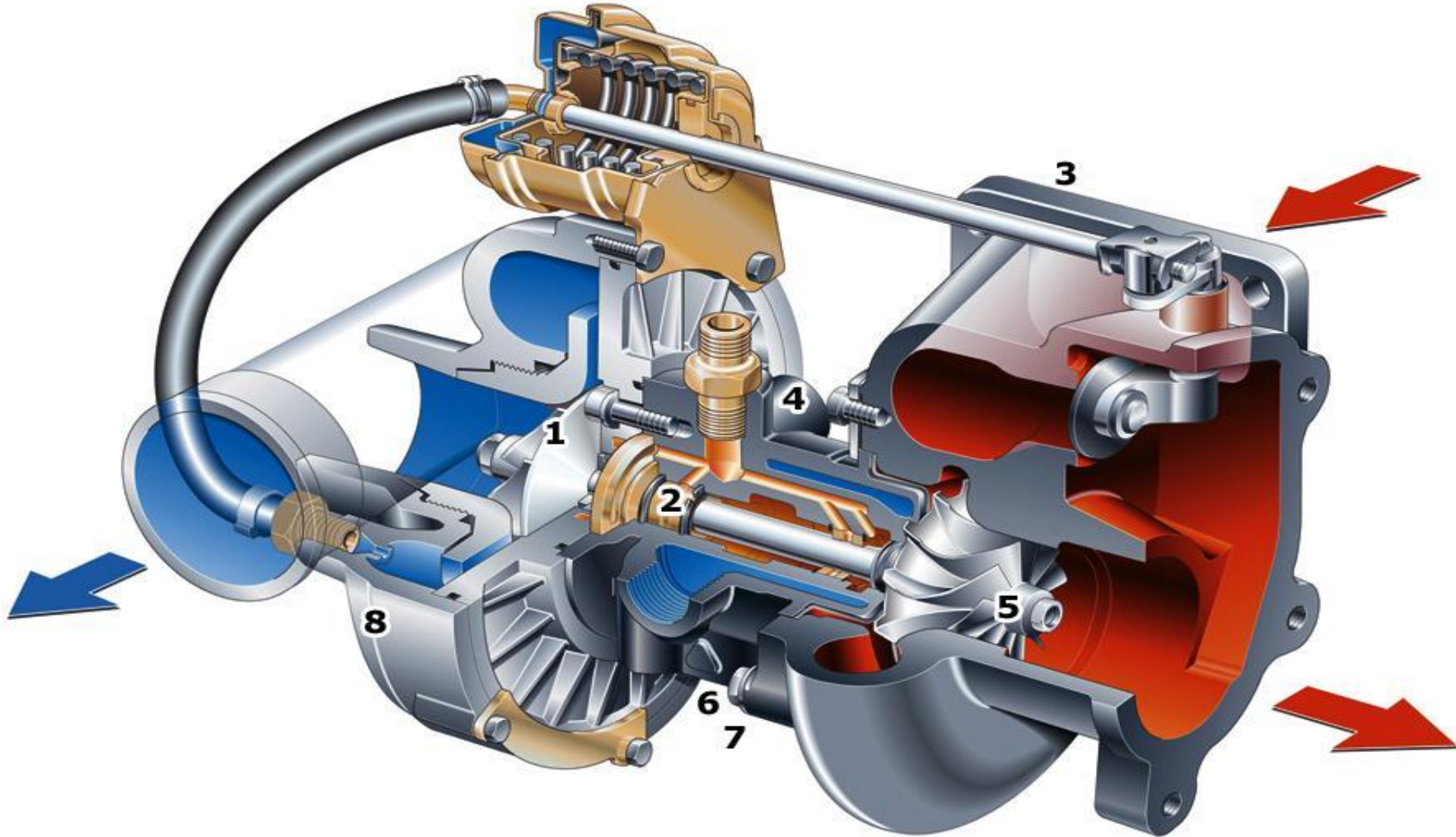




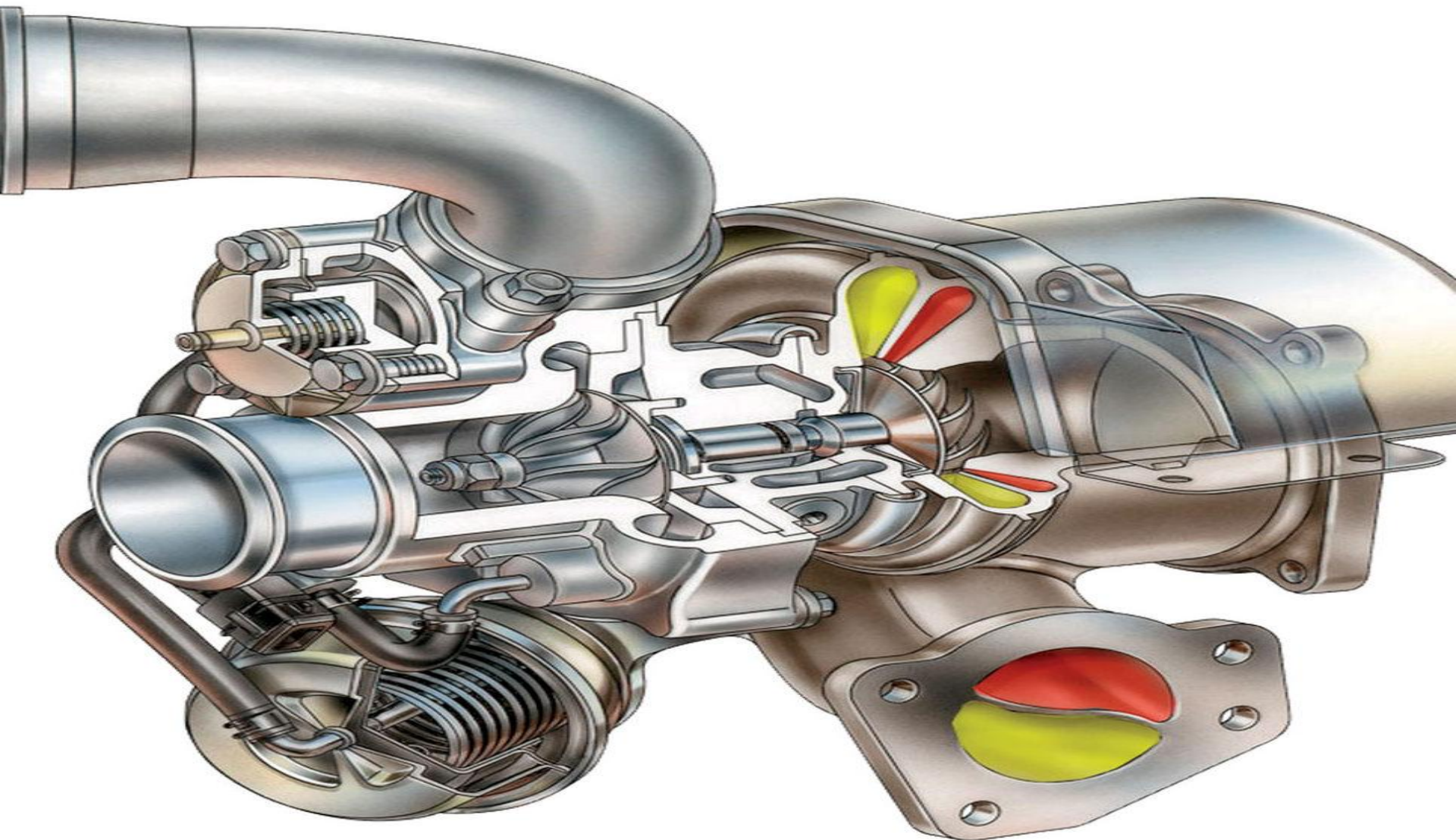
При достижении заданного давления наддува мембрана прогибается, сжимая пружину, а соединенный с мембраной клапан открывает обводной канал.



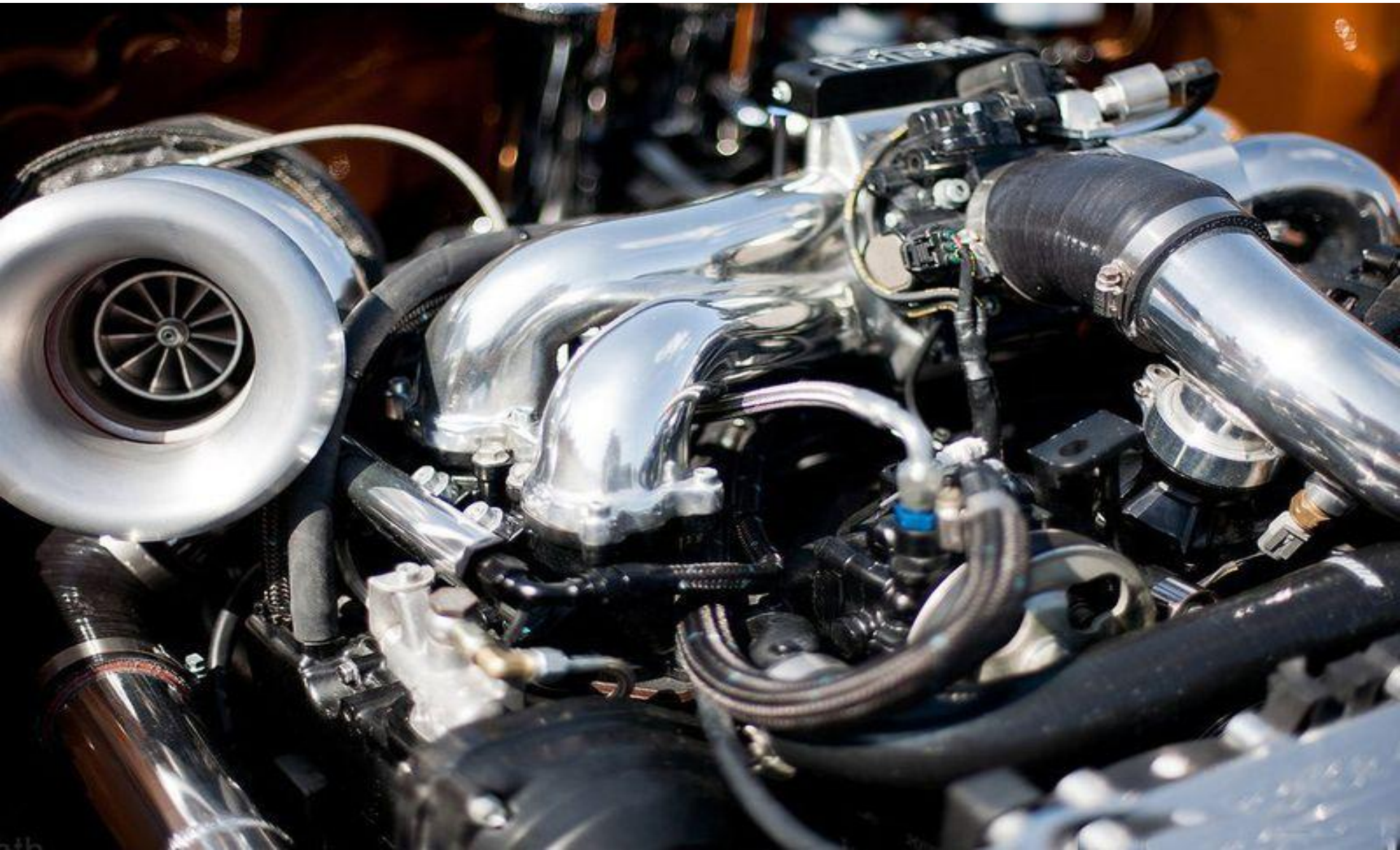
При достижении заданного давления наддува мембрана прогибается, сжимая пружину, а соединенный с мембраной клапан открывает обводной канал.



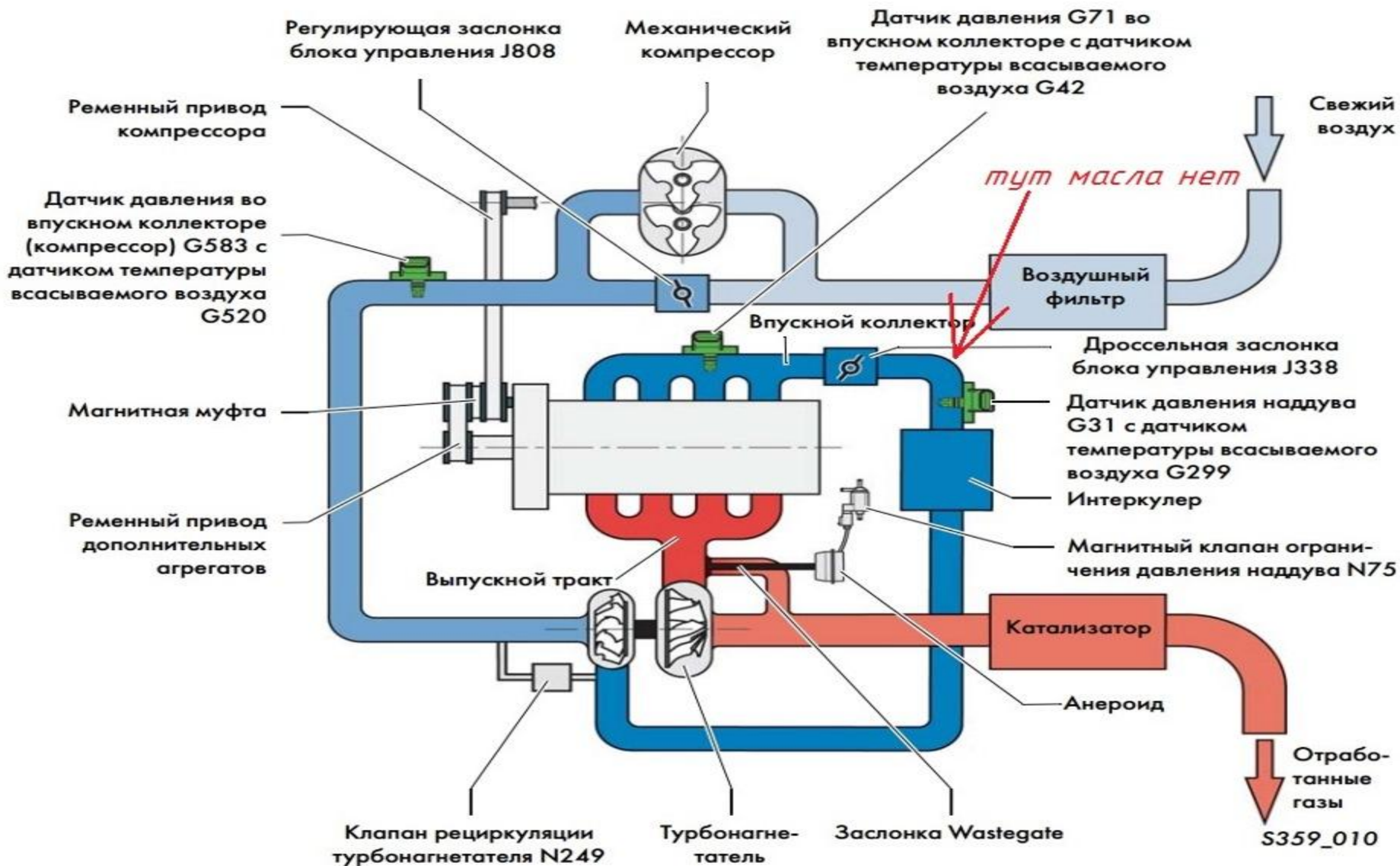
Давление наддува можно отрегулировать предварительным сжатием пружины.



В современных двигателях с турбонаддувом максимальное давление наддува регулируется системой управления двигателем.



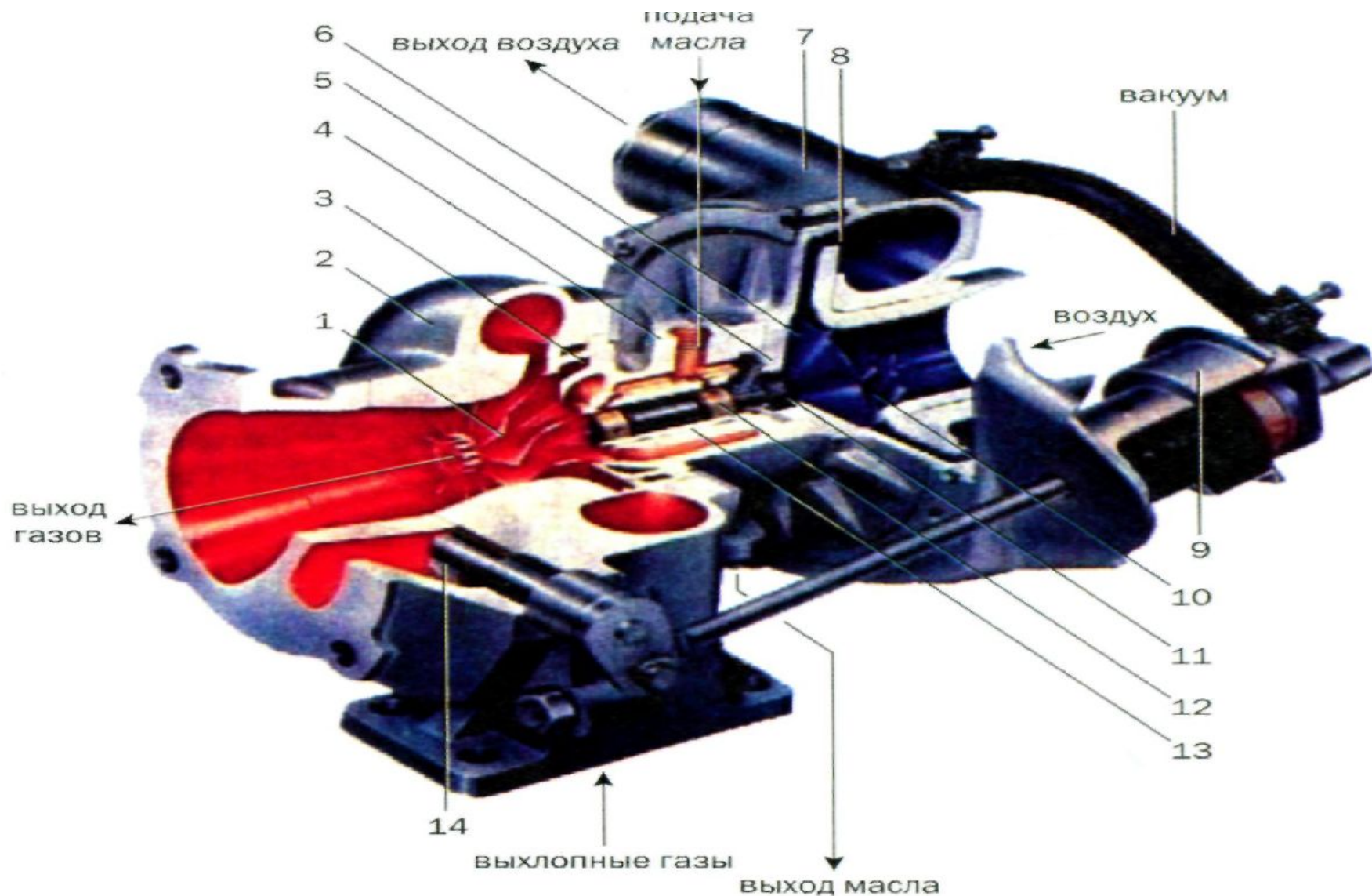
Компьютер получает сигнал от датчика абсолютного давления, сравнивает его с величиной номинального значения давления, содержащимся в памяти, и управляет электромагнитным перепускным клапаном



Работа электромагнитного клапана корректируется в зависимости от скоростного и нагрузочного режимов двигателя.



**Турбокомпрессор Garret:** 1 — лопатки турбины; 2 — корпус турбины; 3 — тепловая защита; 4 — корпус подшипников; 5 — упор; 6 — защитная пластина; 7 — корпус компрессора; 8 — диффузор; 9 — клапан; 10 — насос компрессора; 11 — уплотнение; 12 — подшипник; 13 — втулка подшипника; 14 — заслонка



Очень важный вопрос — выбор правильного размера турбины для конкретного двигателя.





В первых двигателях с турбонаддувом для легковых автомобилей 1970-х гг. использовались готовые конструкции, разработанные, как правило, для дизелей больших грузовых автомобилей



Такие устройства давали хороший результат для увеличения максимальной мощности, но были неэффективными для получения большого крутящего момента в среднем диапазоне частот вращения двигателя, т. е. для получения достаточной приемистости автомобиля



Большие 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.

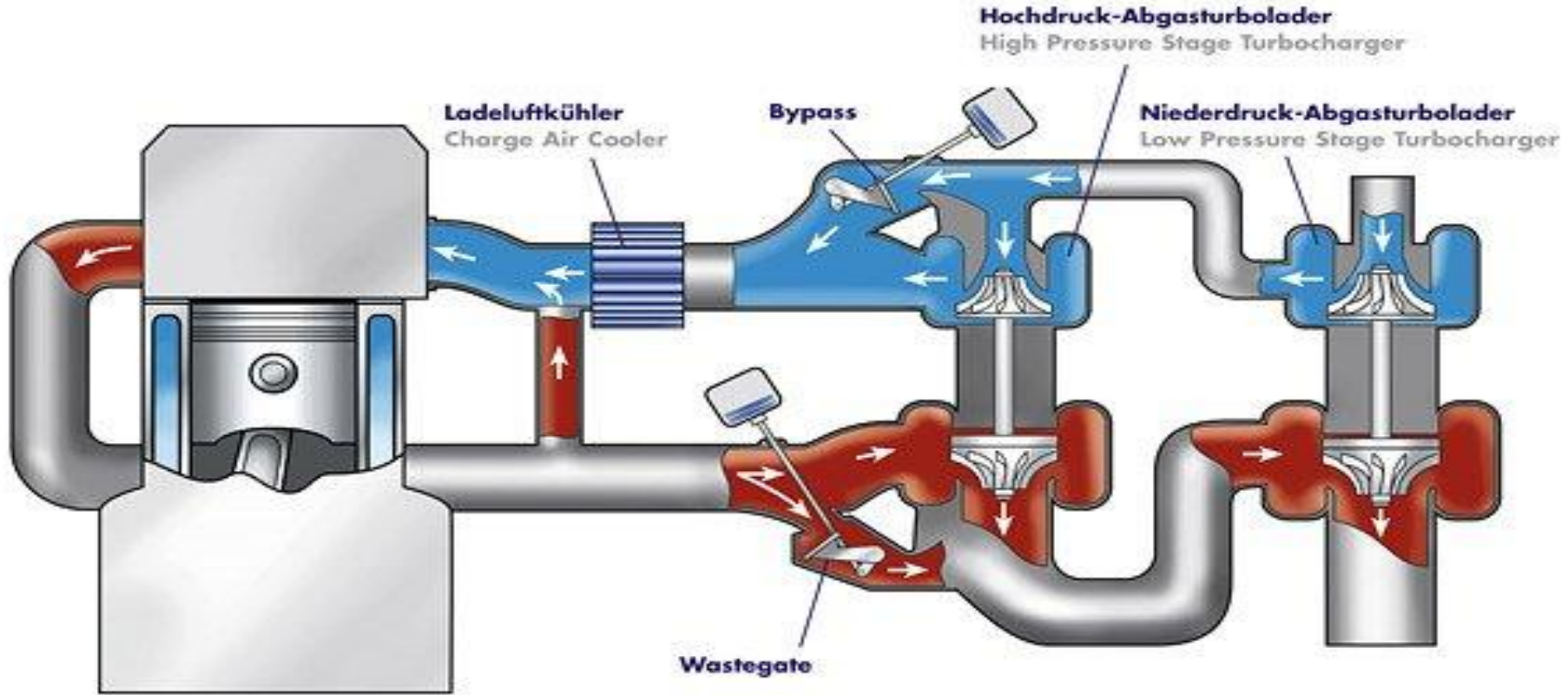


Большинство современных турбокомпрессоров легковых автомобилей имеют небольшие размеры и высокую частоту вращения.



Для того чтобы увеличить диапазон частот вращения двигателя, при которых турбонаддув обеспечивает повышение давления, применяются по два турбокомпрессора на одном двигателе.

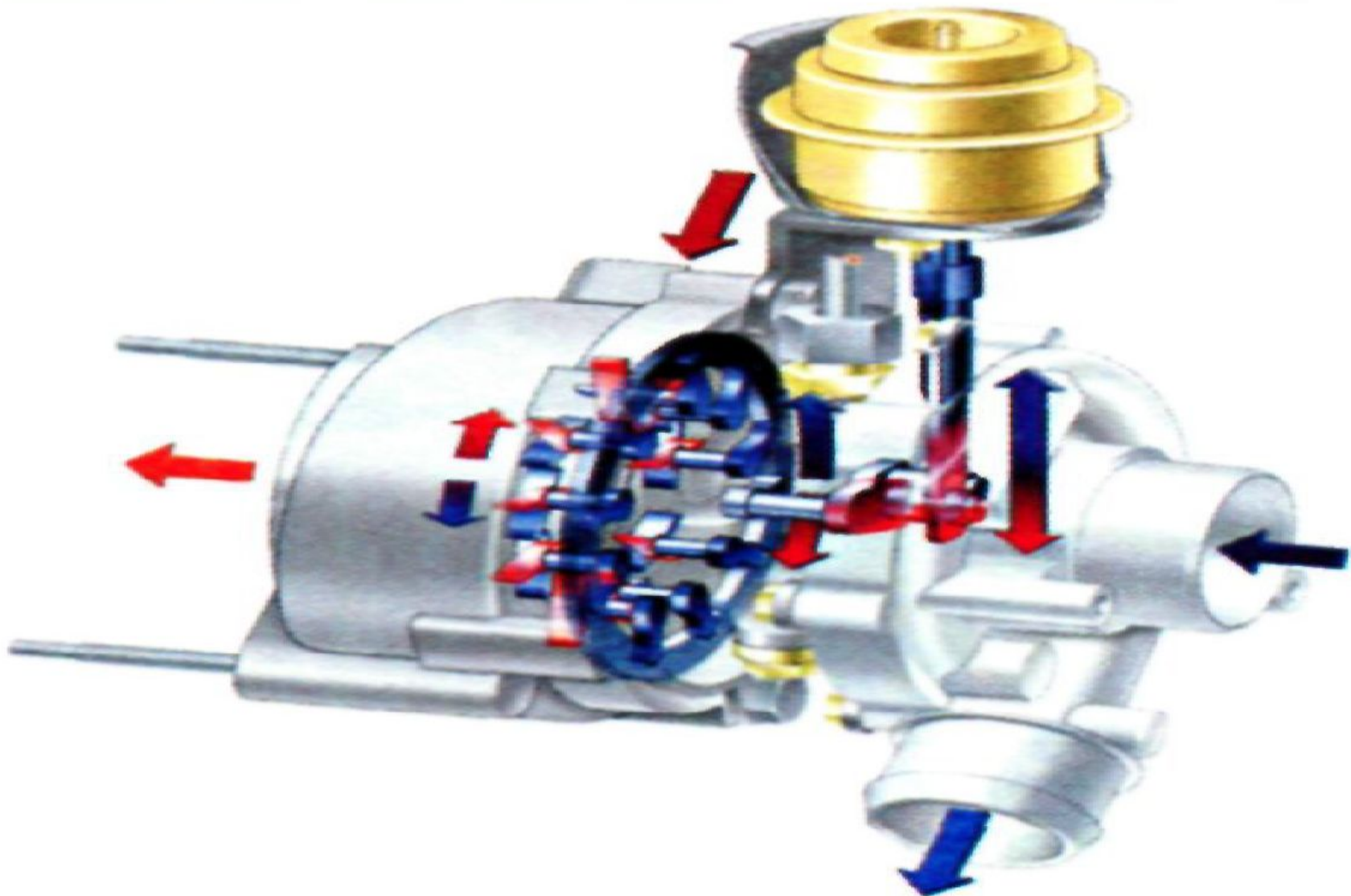
**2-stufige geregelte Aufladung (R2S™)**  
Regulated 2-stage Turbocharging (R2S™)



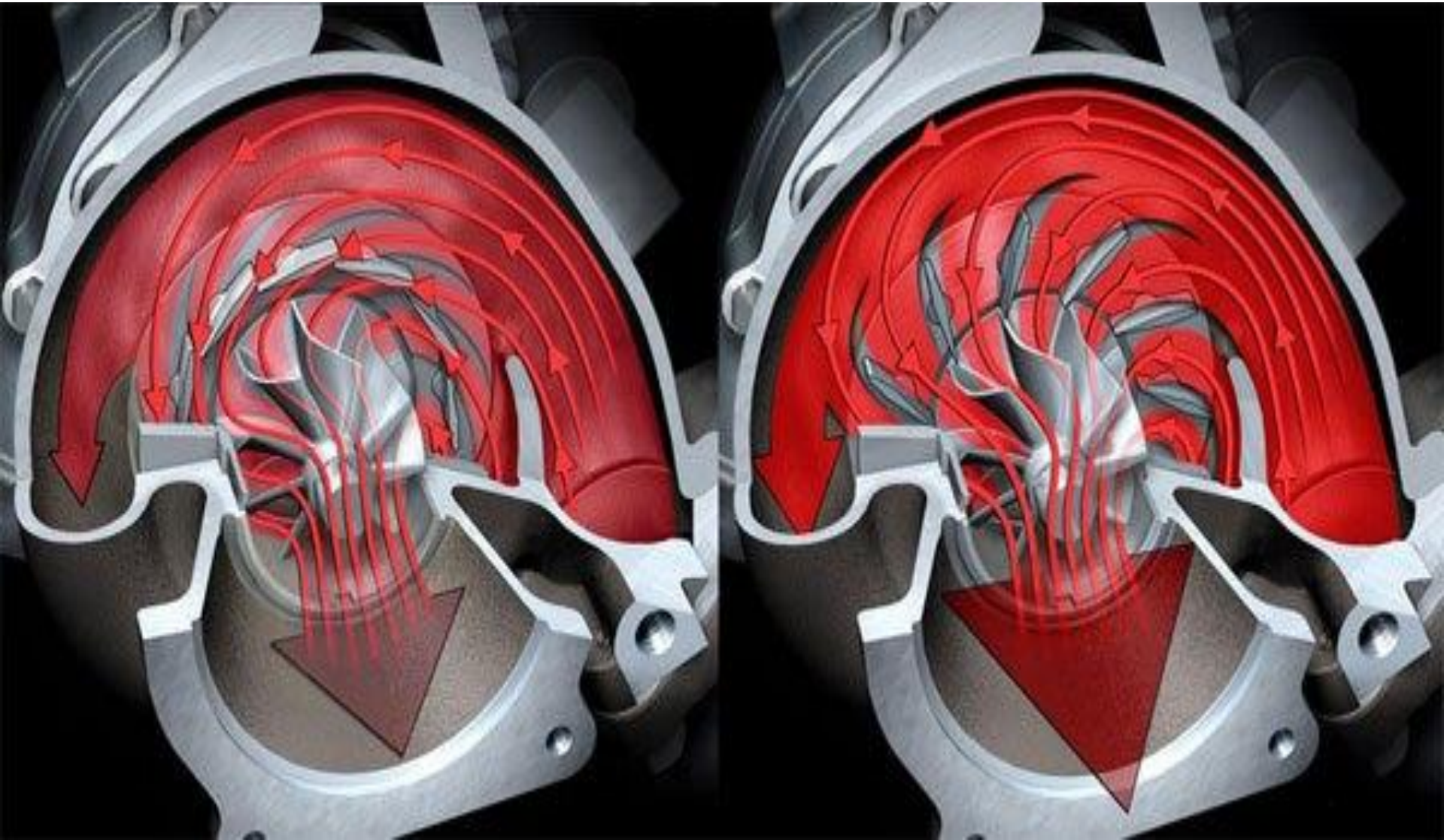
Один турбокомпрессор работает при низких оборотах, а второй при  
ВЫСОКИХ.



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.

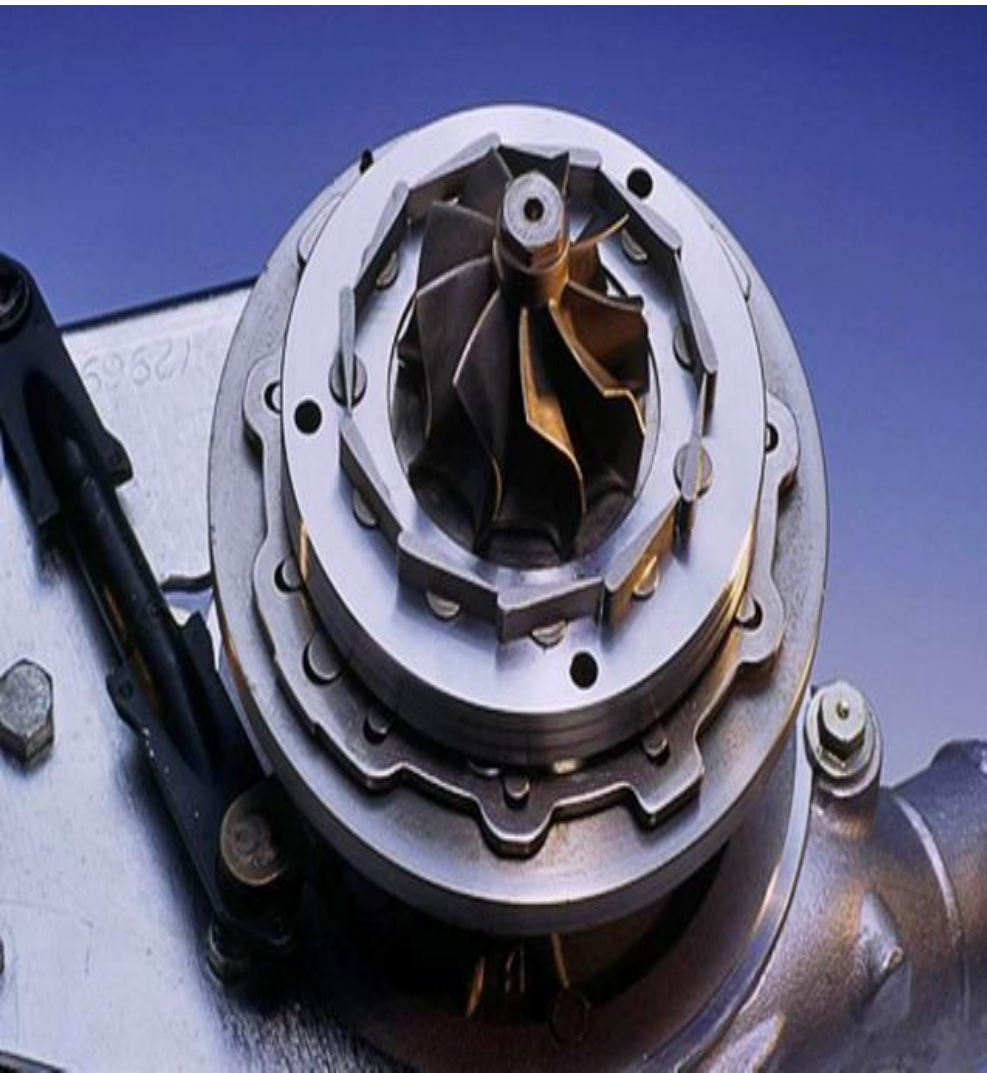


В таких турбокомпрессорах поток направляемых на турбину газов управляется с помощью специальных поворачивающихся заслонок.





Одновременный поворот заслонок производится с помощью штока вакуумной камеры. Разрежение в камере регулируется электромагнитным клапаном по сигналу компьютера.



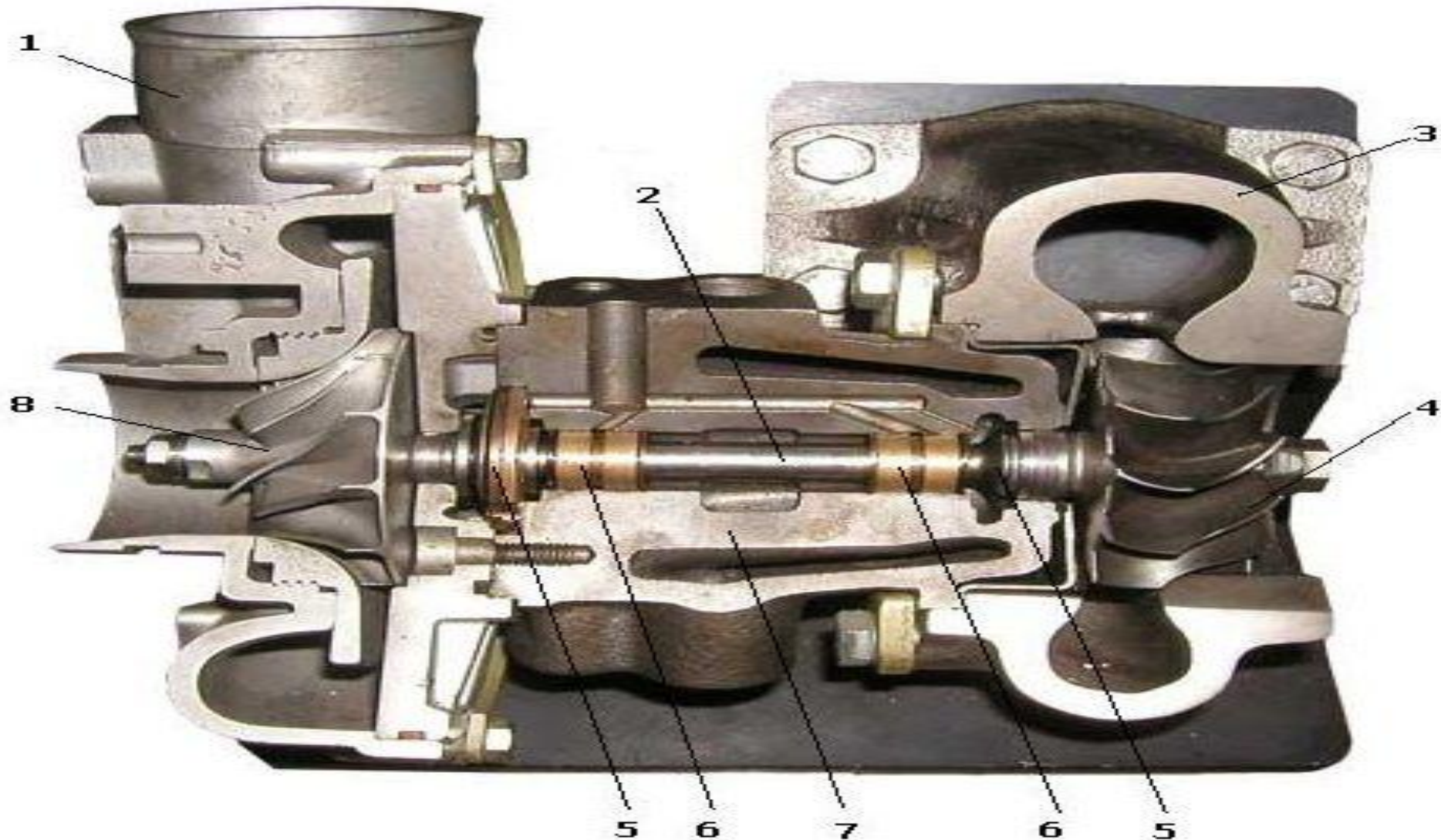
Компания DaimlerChrysler, которая на своих автомобилях Mercedes в течение продолжительного времени применяла механический наддув, сейчас использует турбокомпрессор с изменяемой геометрией, в котором поворот заслонок осуществляется с помощью электродвигателя



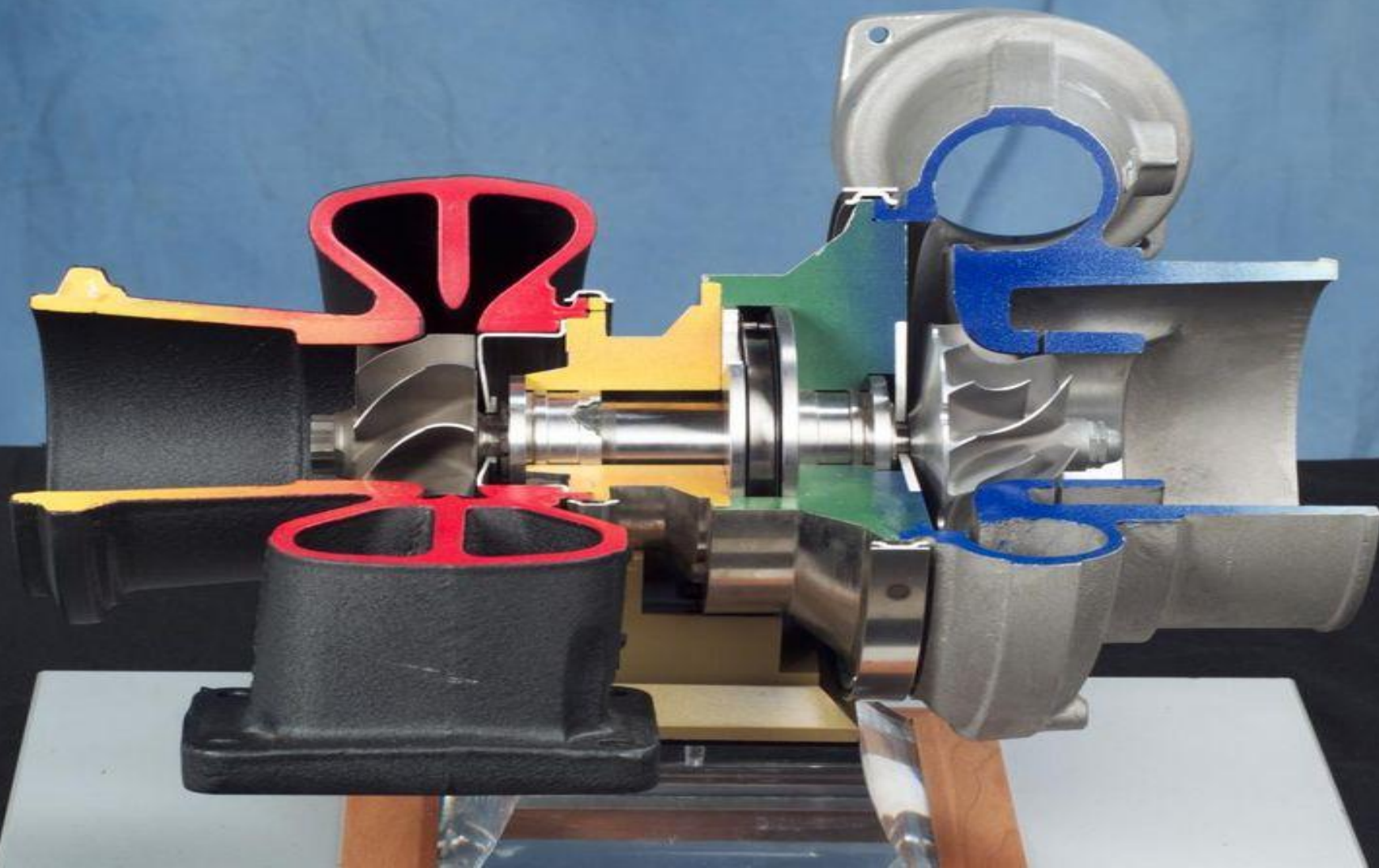
При работе системы турбонаддува происходит сильный нагрев турбины, а компрессор остается сравнительно холодным.



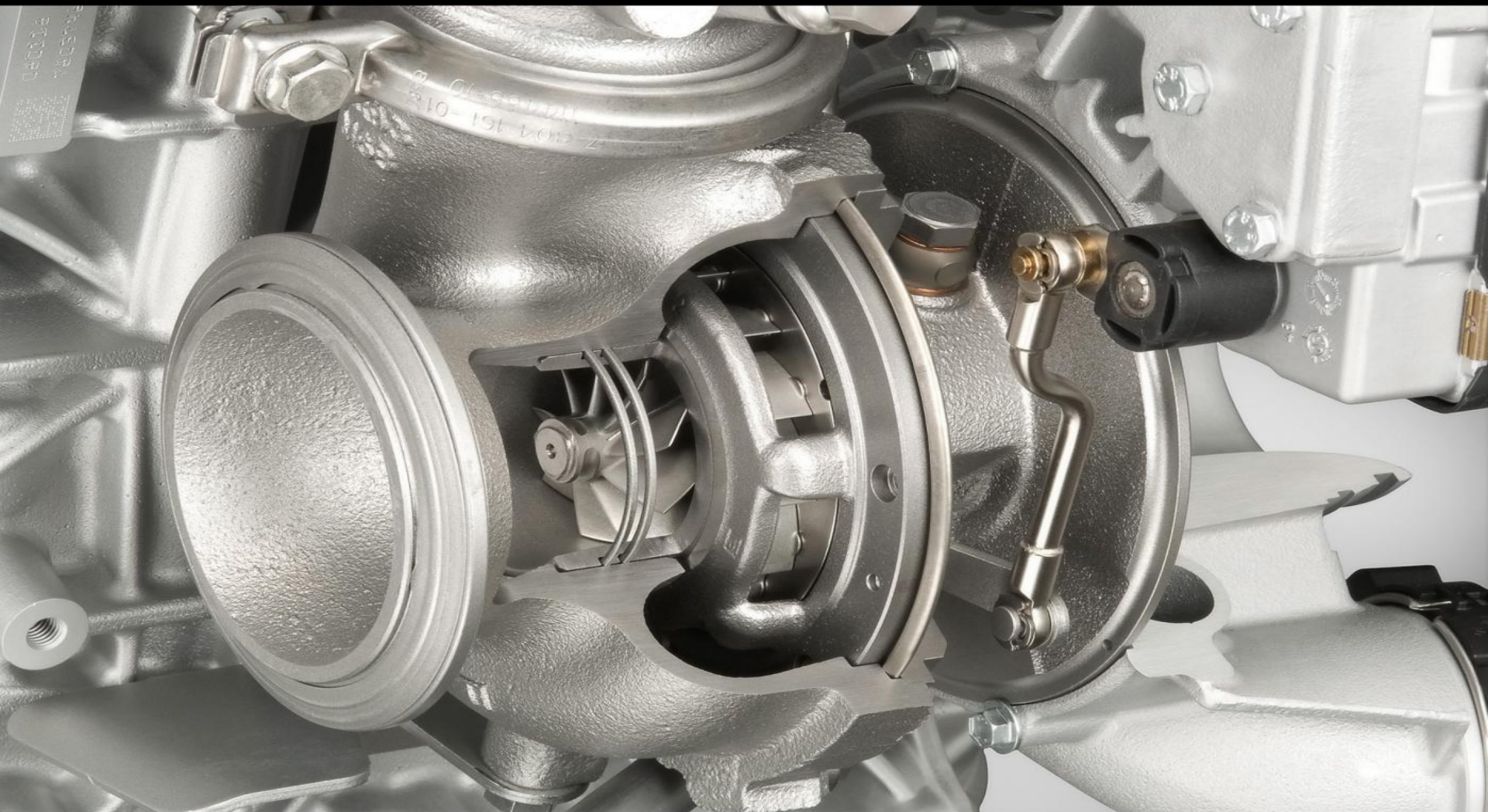
Очень важным узлом, определяющим долговечность турбокомпрессора, является узел подшипников вала. Обычно масло для смазки подшипников подается под давлением из системы смазки двигателя



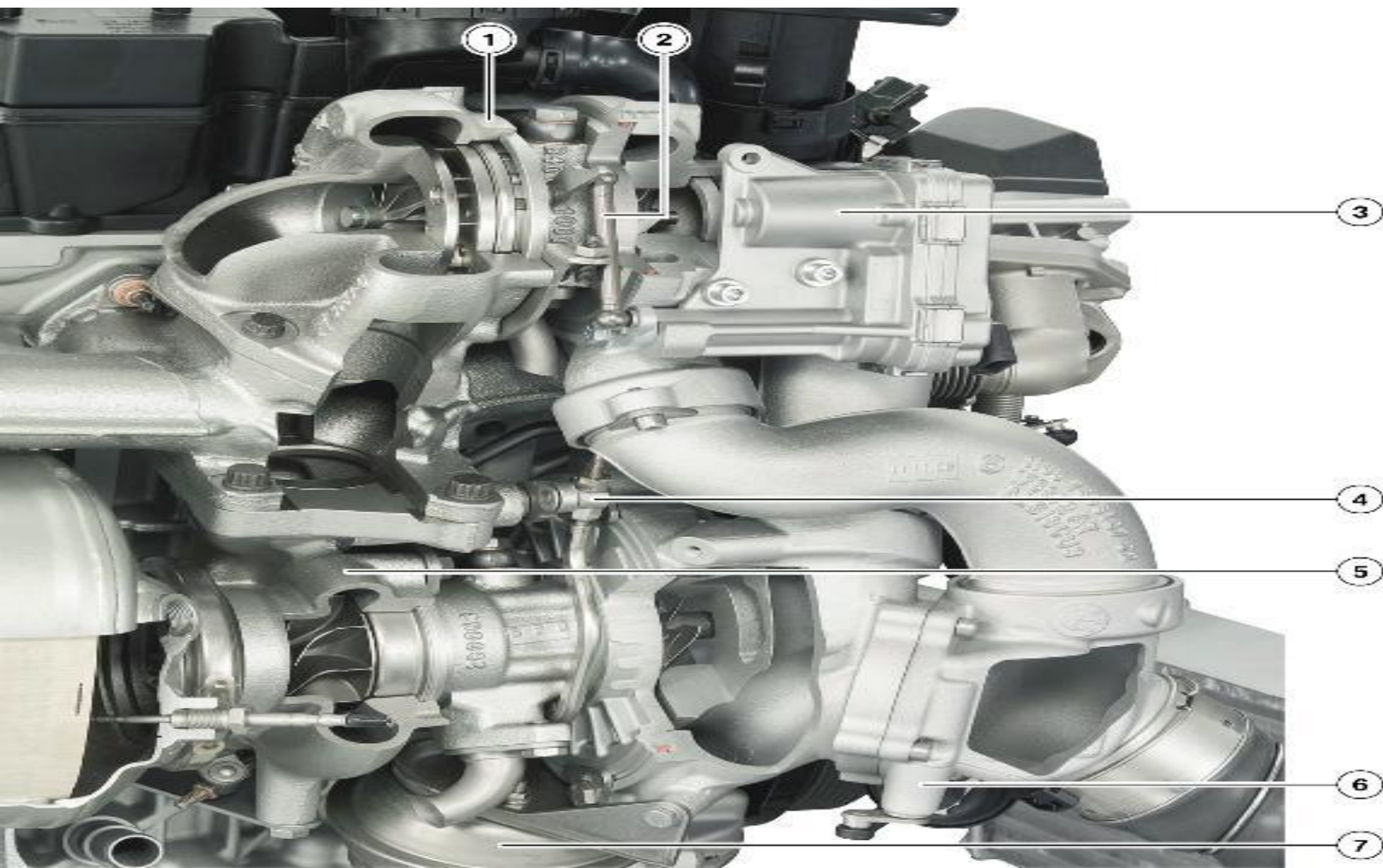
Иногда для повышения работоспособности наддува применяют охлаждение корпуса турбины жидкостью из системы охлаждения двигателя.



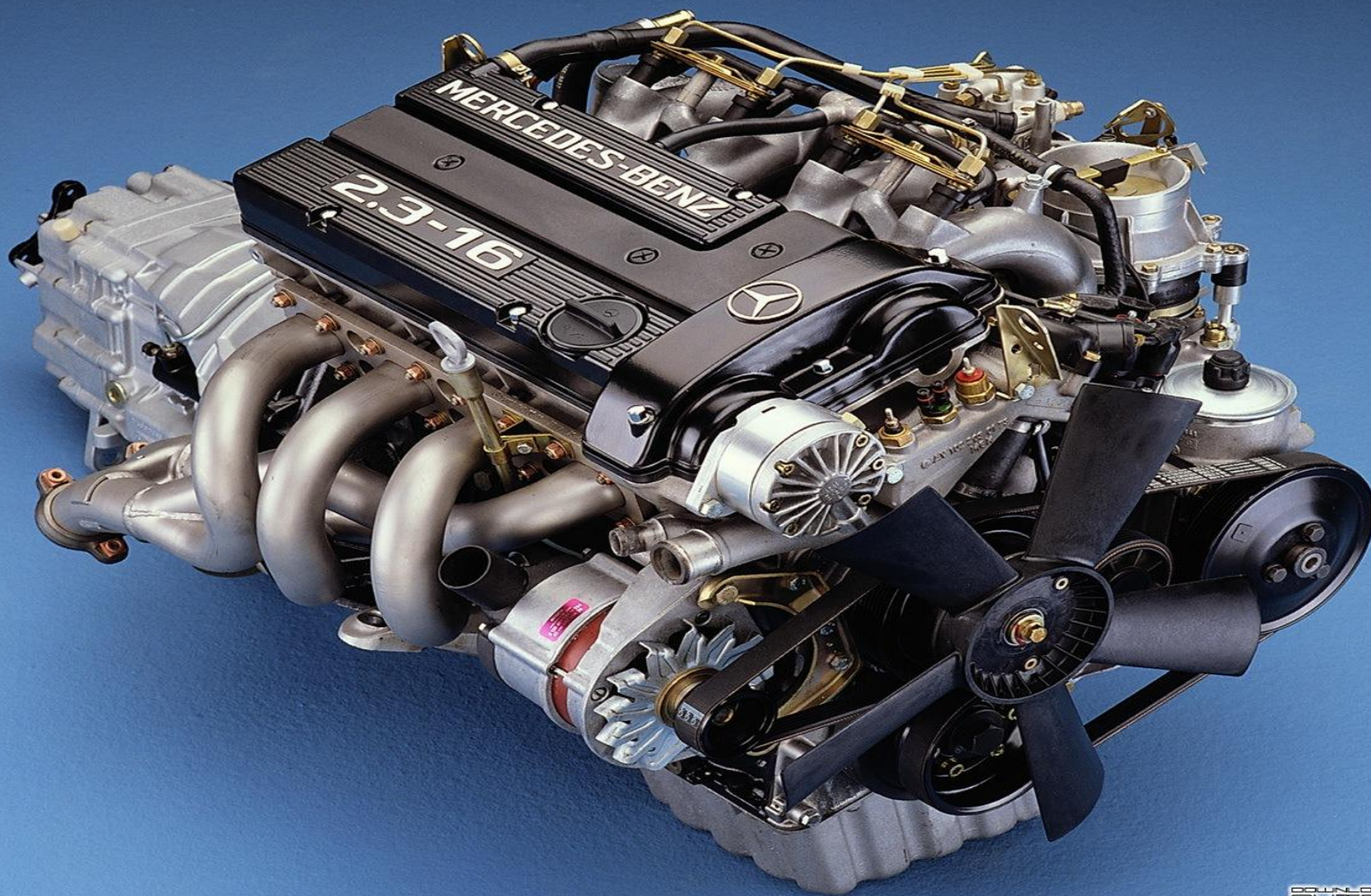
После продолжительного движения на высокой скорости автомобиля с турбонаддувом турбина может раскрутиться до высоких скоростей (сотни тысяч оборотов в минуту).



После остановки двигателя турбокомпрессор останавливается не сразу, а масло уже не поступает к подшипникам. Чтобы не произошло повреждения подшипников, рекомендуется перед выключением двигателя дать ему возможность некоторое время поработать на холостом ходу



Очень хорошо система турбонаддува работает в дизелях. **Отработавшие газы в дизеле холоднее, чем в бензиновых двигателях**, что облегчает работу турбокомпрессора, и, кроме того, в дизеле **не существует опасности возникновения детонации**. Поэтому неслучайно, что турбонаддув устанавливается почти на всех современных дизельных двигателях легковых автомобилей





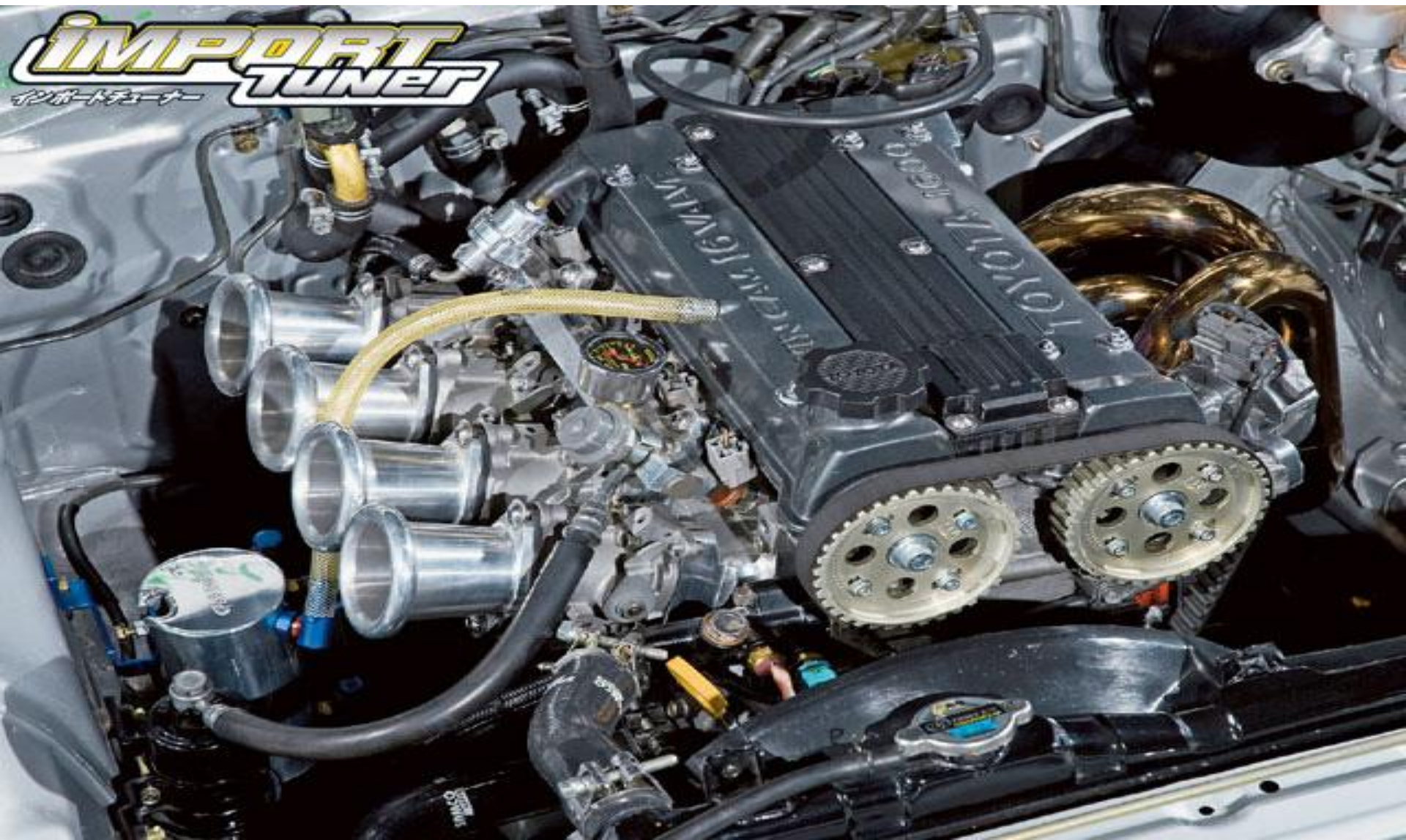
В многоцилиндровых двигателях с большим рабочим объемом некоторых грузовых автомобилей отработавшие газы продолжают обладать большой энергией, даже после прохождения турбокомпрессора.



Эту энергию можно использовать для дальнейшего повышения мощностных характеристик двигателя, создавая так называемые турбокомпаундные двигатели



В таком двигателе часть энергии отработавших газов используется для раскручивания дополнительной турбины, которая через гидравлическую муфту связана с коленчатым валом. Такая конструкция дает возможность, увеличить крутящий момент на вале двигателя.



# THE END



# МЕХАНИЧЕСКИЙ НАДДУВ



Механический наддув появился раньше турбонаддува, но до настоящего времени остается альтернативой турбонаддуву. Частота вращения насоса-компрессора любой механической системы наддува прямо пропорциональна частоте вращения коленчатого вала (поскольку приводится от него).

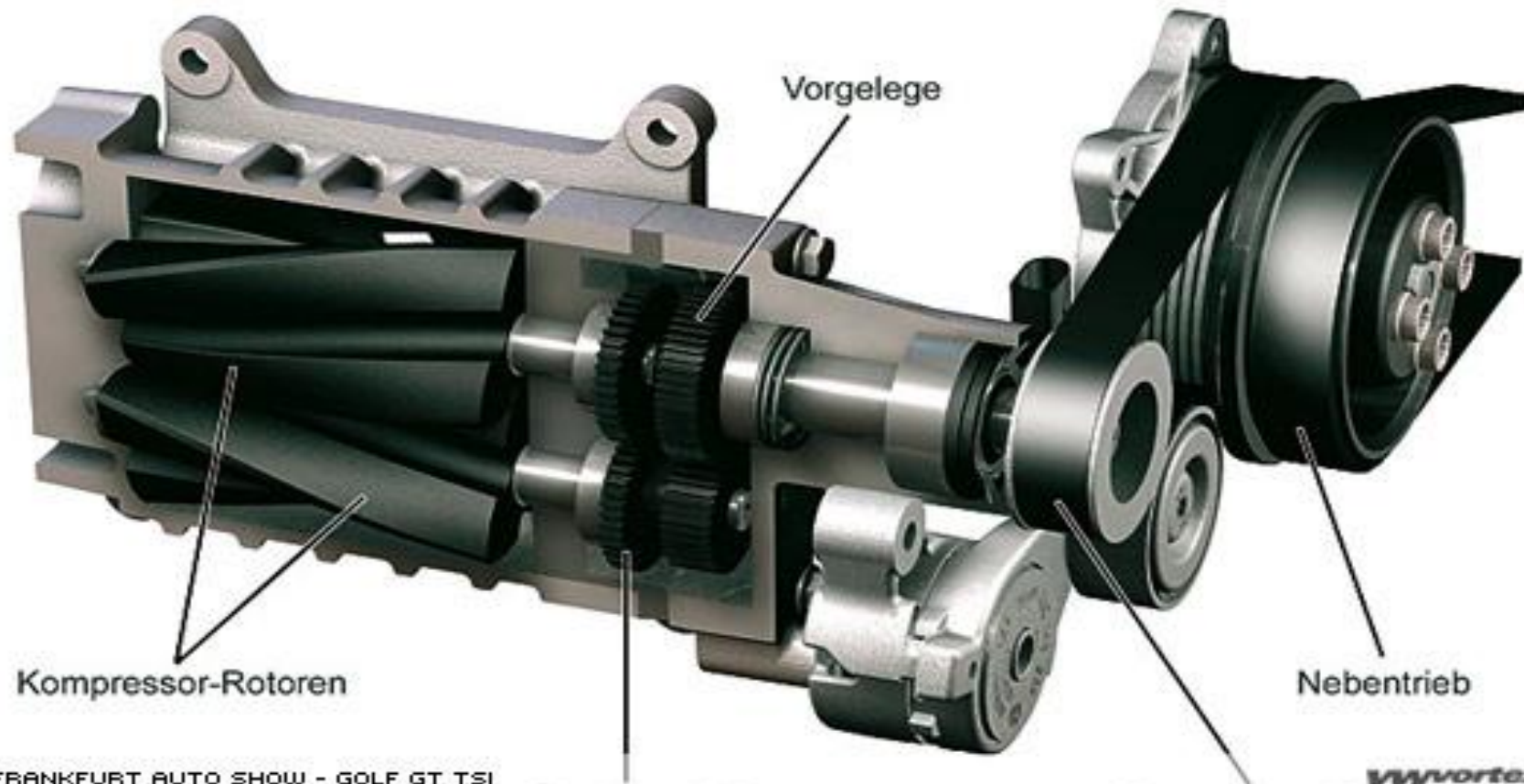


Поэтому и количество воздуха при наддуве пропорционально частоте вращения. При этом исключаются высокие температуры и задержки наддува



С другой стороны, системы механического наддува занимают больше места, требуют специального привода (обычно зубчатый ремень) и сильно шумят. В качестве насосов в системе механического наддува могут использоваться различные устройства, но наибольшее распространение получили нагнетатели типа Ruts

Übersetzung Kurbelwelle zu Wasserpumpe:	$i_1$	= 0,75
Übersetzung Wasserpumpe zu Kompressor:	$i_2$	= 0,52
Übersetzung Kompressorvorgelege:	$i_3$	= 0,52
Gesamtübersetzung:	$i_{ges}$	= 0,20





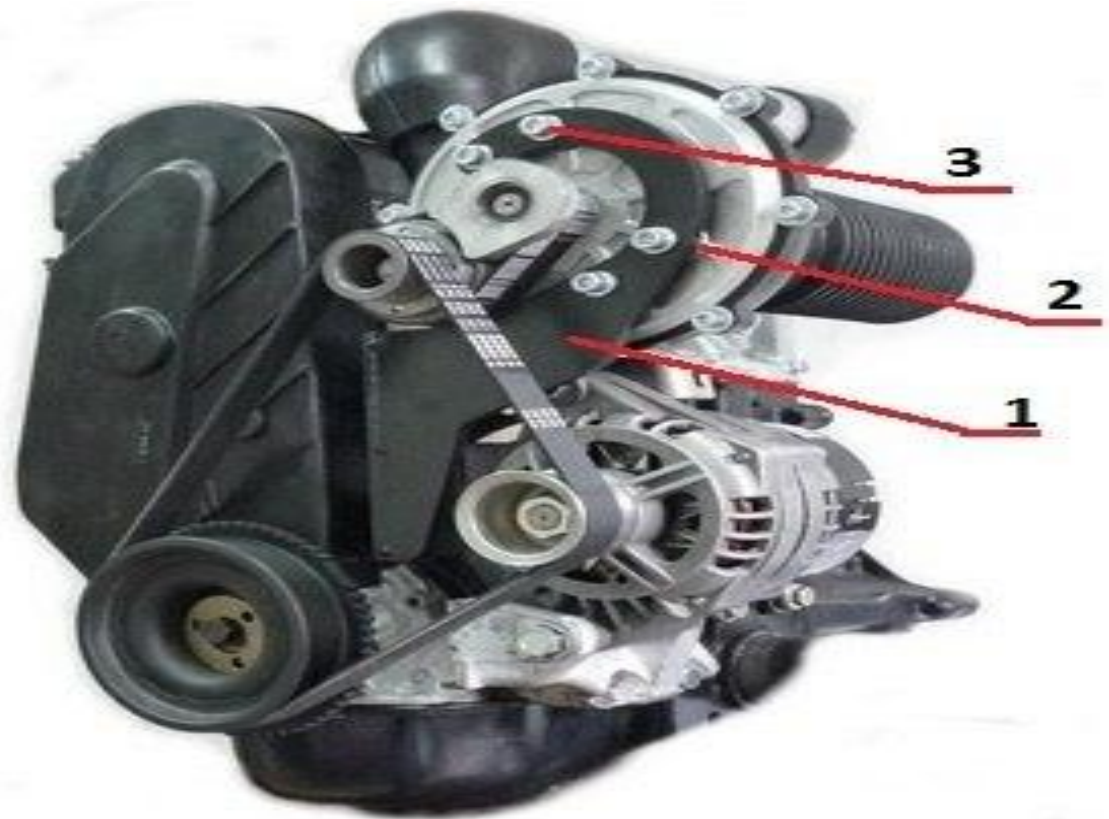
# *Наддув с механическим приводом компрессора*

*Наддув с механическим приводом компрессора от коленчатого вала позволяет хорошо согласовать работу компрессора с тяговыми характеристикам и двигателя.*



# Наддув с механическим приводом компрессора

Он обычно используется для кратковременного повышения мощности ДВС за счет невысокой степени наддува. Однако применение такого наддува вызывает существенное снижение экономичности двигателя, что обусловлено затратами энергии на привод компрессора.



1. Кронштейн компрессора.
2. Шайба дистанционная.
3. Болт крепёжный.

# THE END



*Газотурбинный наддув*  
получил наиболее широкое распространение в  
современных двигателях.

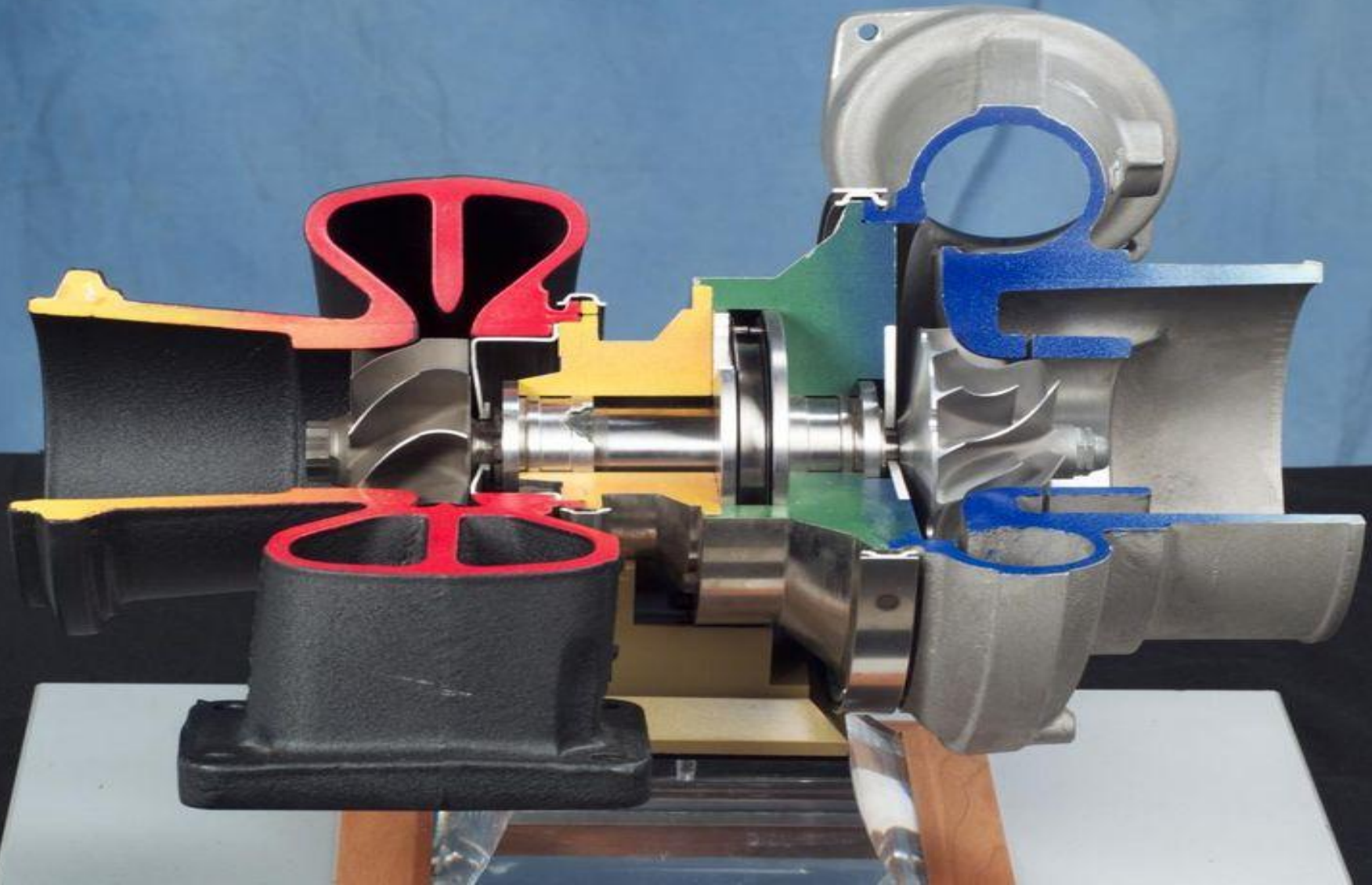


## *Газотурбинный наддув*

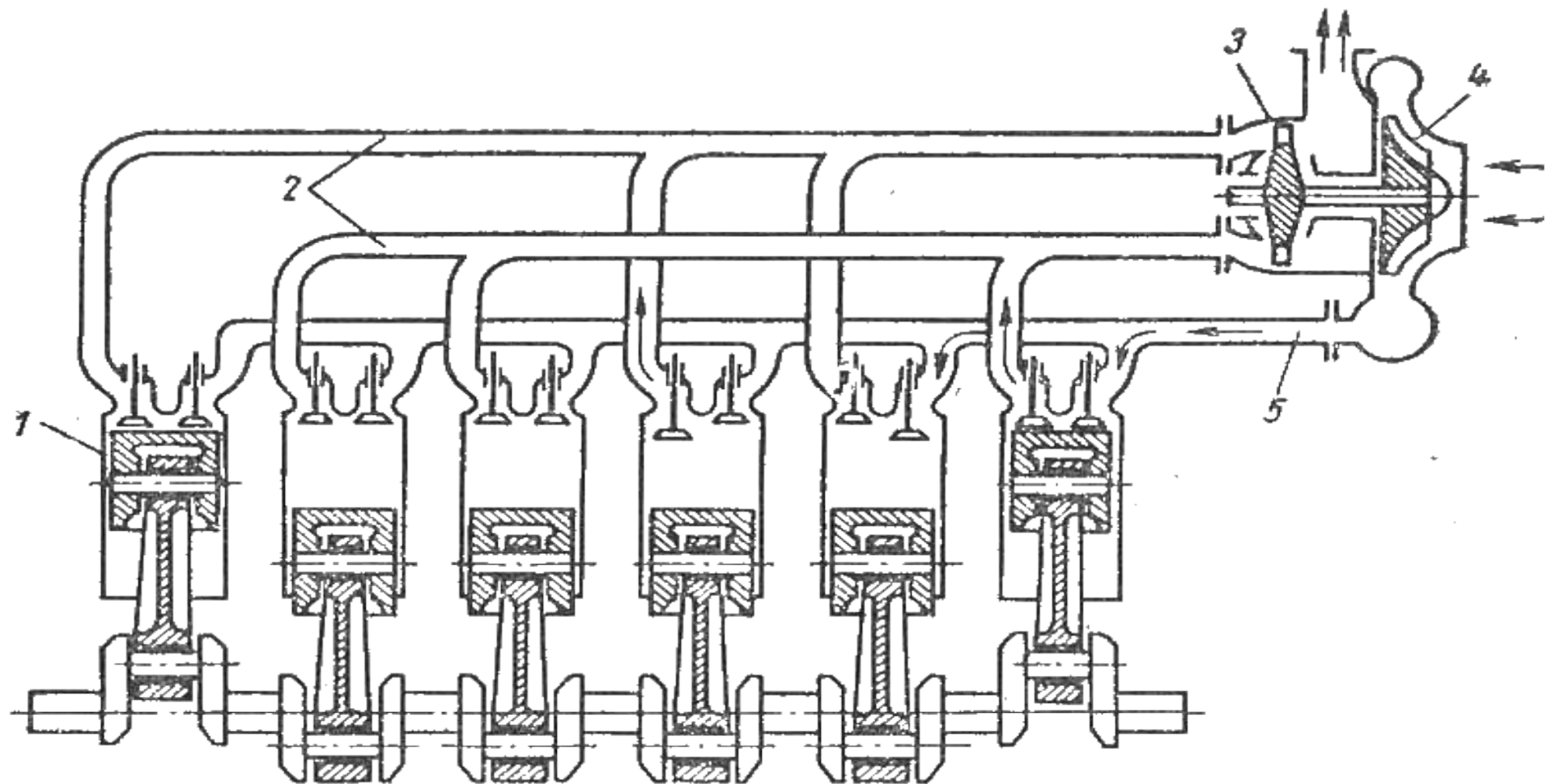
Для привода  
центробежн  
ого  
компрессора  
/используетс  
я часть  
энергии  
отработавш  
их газов,  
поступающи  
х на лопатки  
газовой  
турбины .



Агрегат, объединяющий газовую турбину и компрессор, называют *турбокомпрессором*



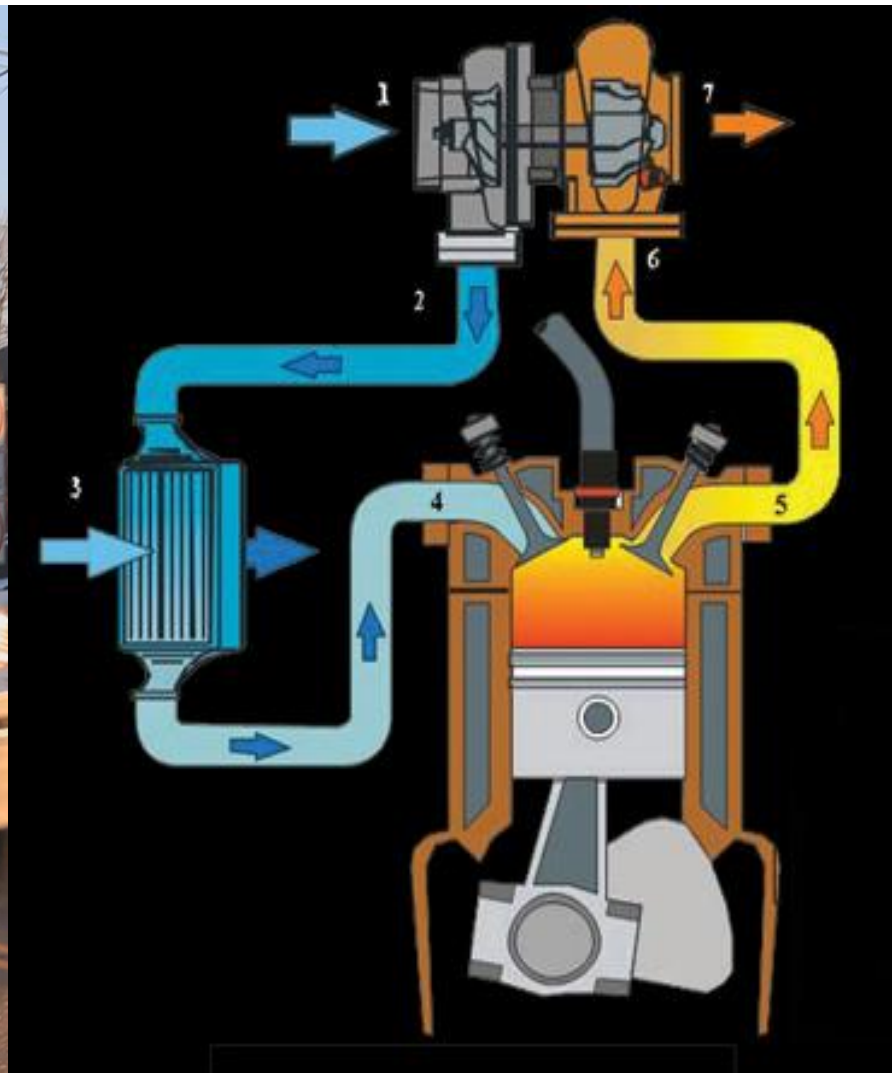
При газотурбинном наддуве возможны два способа использования энергии отработавших газов:



Фиг. 77. Схема газотурбинного наддува:

1 — цилиндры; 2 — выпускные трубы; 3 — газовая турбина; 4 — центробежный нагнетатель; 5 — воздухопровод от нагнетателя к впускным клапанам двигателя.

при постоянном давлении перед турбиной — отработавшие газы поступают в ресивер, а затем при постоянном давлении подаются на турбину;





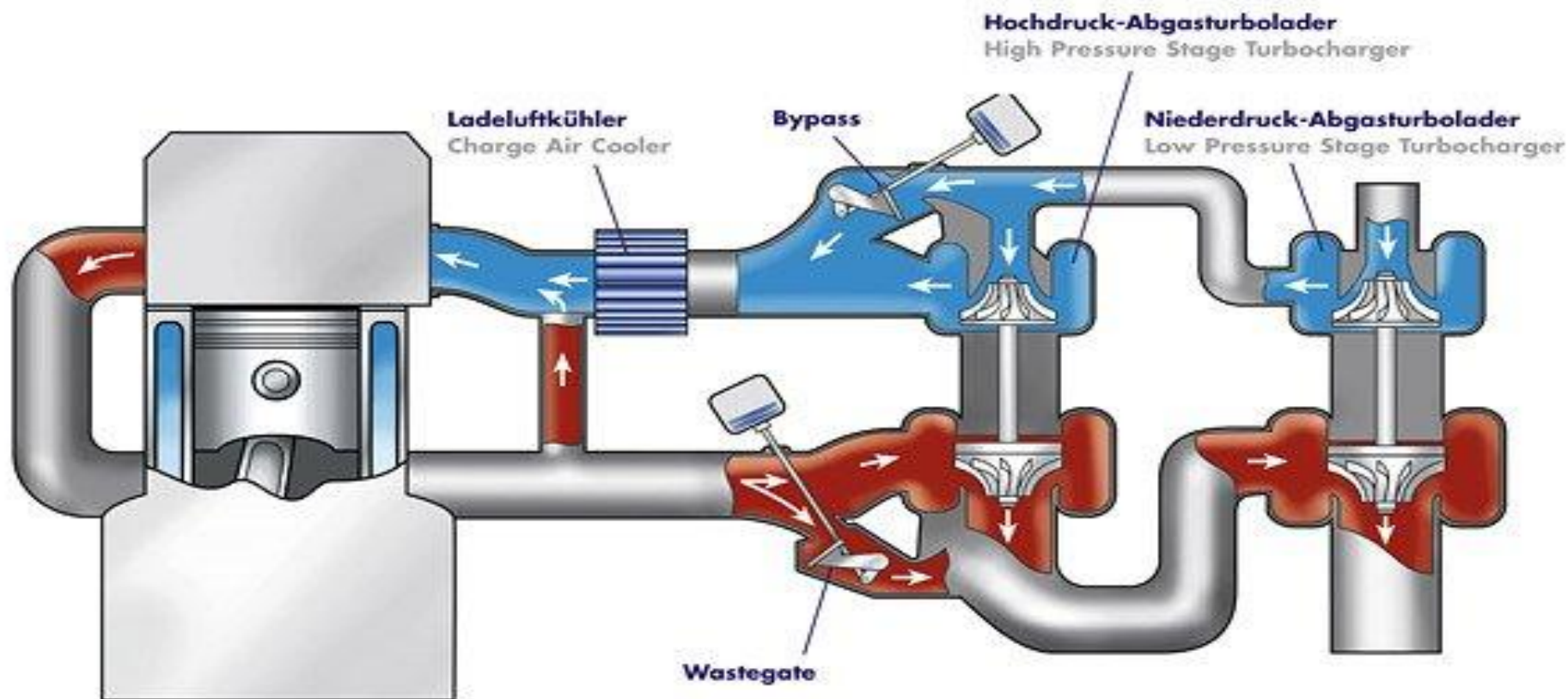
# НАДДУВ

*. В связи со снижением энергии отработавших газов на малых нагрузках в начале разгона может не обеспечиваться подача в цилиндр требуемого количества свежего заряда. Эти недостатки могут быть устранены путем использования комбинированного наддува — последовательной комбинации наддува с приводным компрессором и газотурбинного наддува. Применение газотурбинного наддува обеспечивает увеличение мощности двигателя на 20... 50 %.*

При газотурбинном наддуве механическая связь агрегата наддува с коленчатым валом двигателя отсутствует, поэтому могут существенно ухудшиться тяговые характеристики и приемистость двигателя из-за инерционности турбинного колеса

## 2-stufige geregelte Aufladung (R2S™)

### Regulated 2-stage Turbocharging (R2S™)

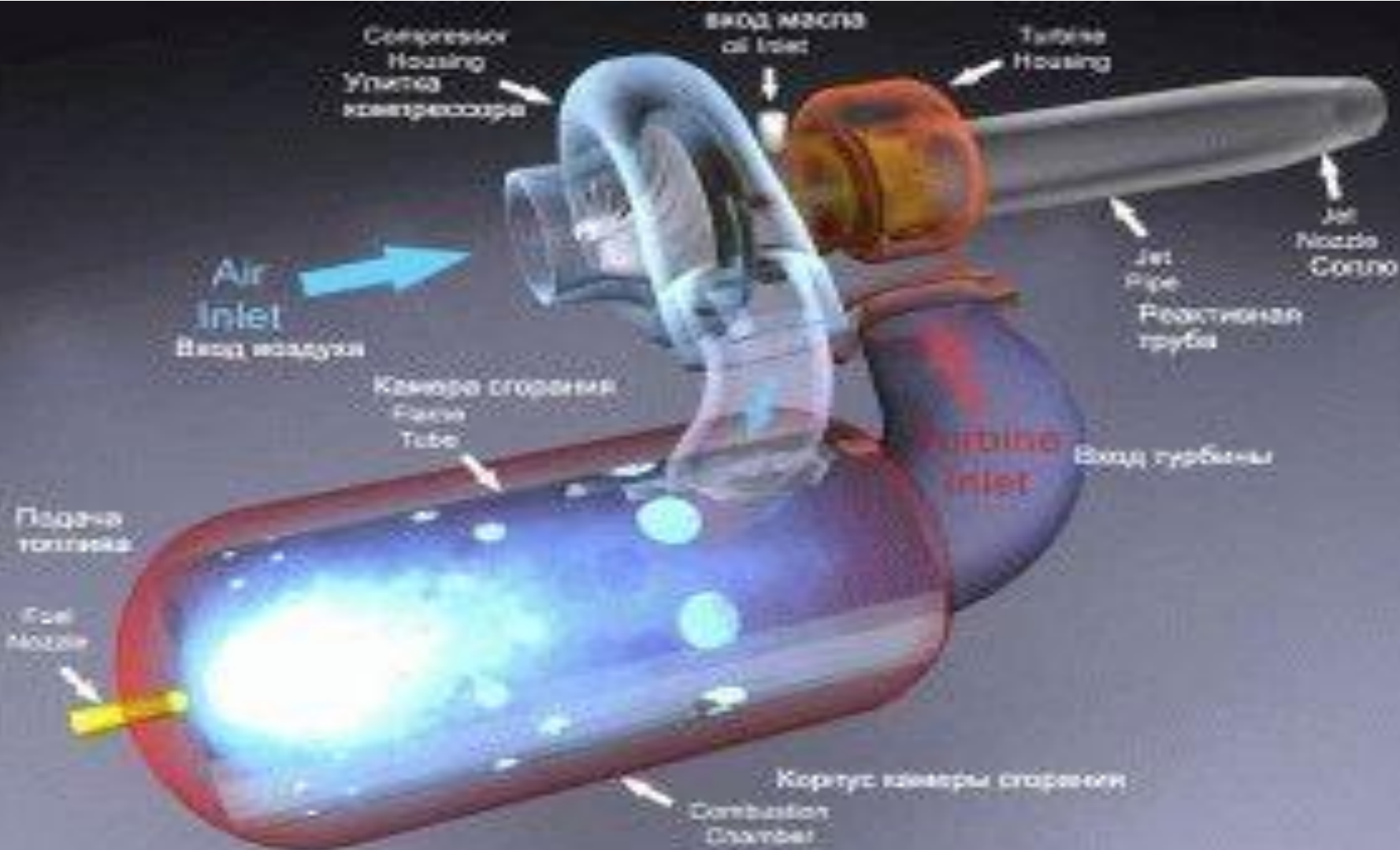


# THE END



# Импульсный наддув

отработавшие газы подаются непосредственно на турбину



## *Импульсный наддув*

наиболее эффективен при малых значениях давления наддува ( $p_k < 0,15$  МПа), когда энергия импульса оказывается значительно больше среднего значения давления



# THE END

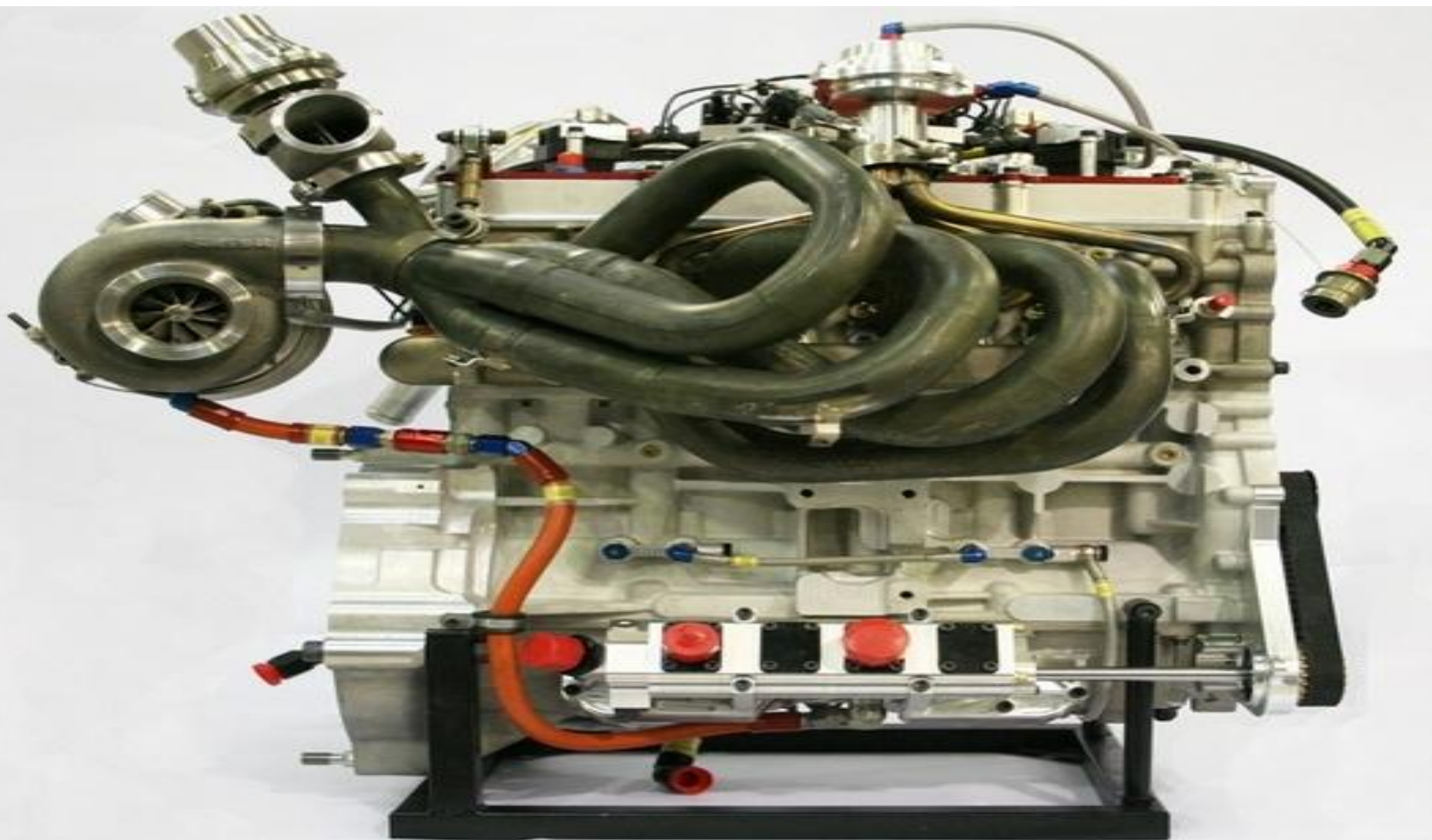


## *Динамический (резонансный) наддув*

предполагает использование колебательных явлений в системе впуска и выпуска, возникающих в результате циклического повторения процессов газообмена в цилиндре.

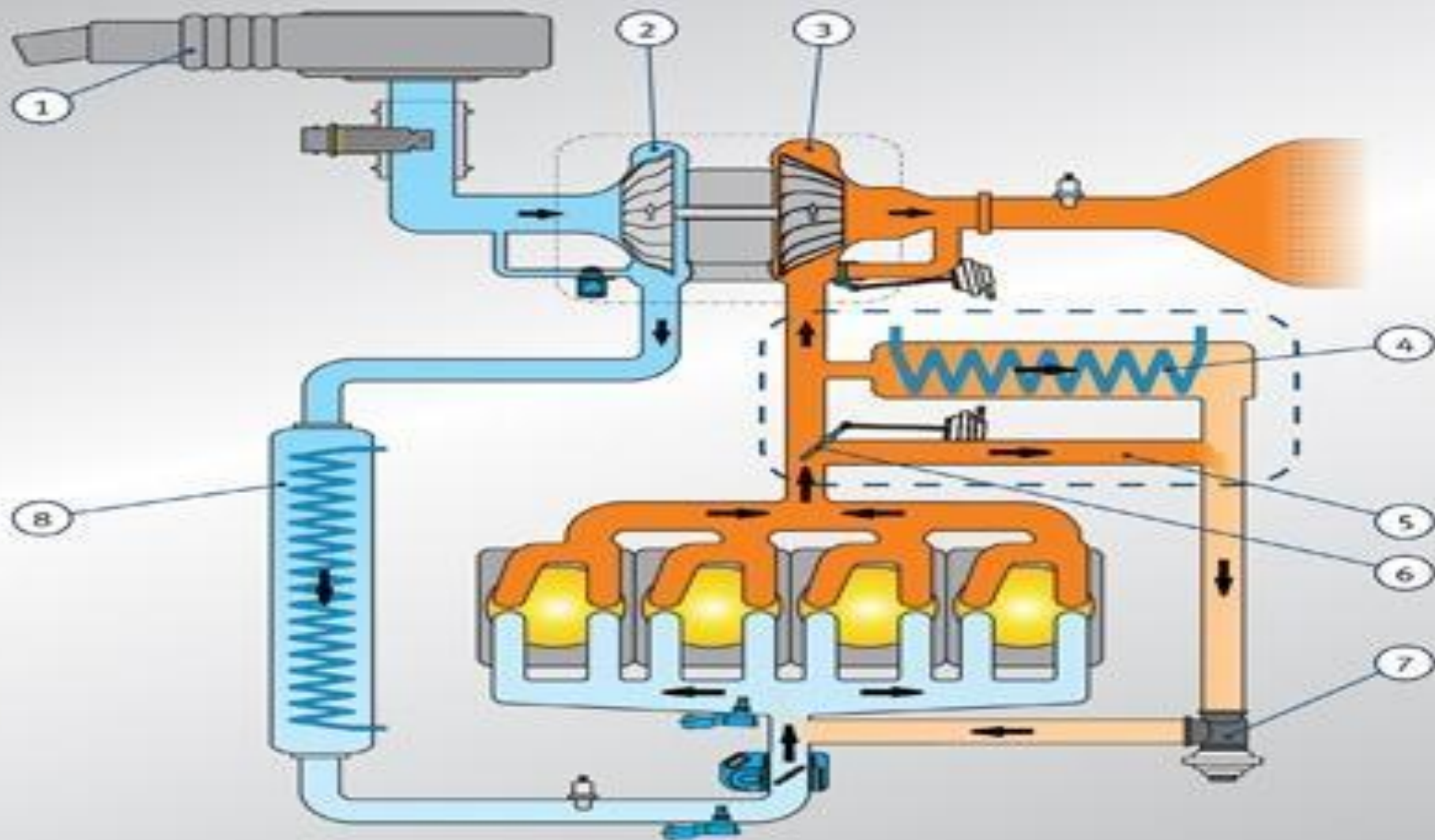


Принцип его заключается в создании зоны сжатия свежего заряда перед впускным клапаном до момента его закрытия, что обеспечивает увеличение массы поступающего в цилиндр заряда





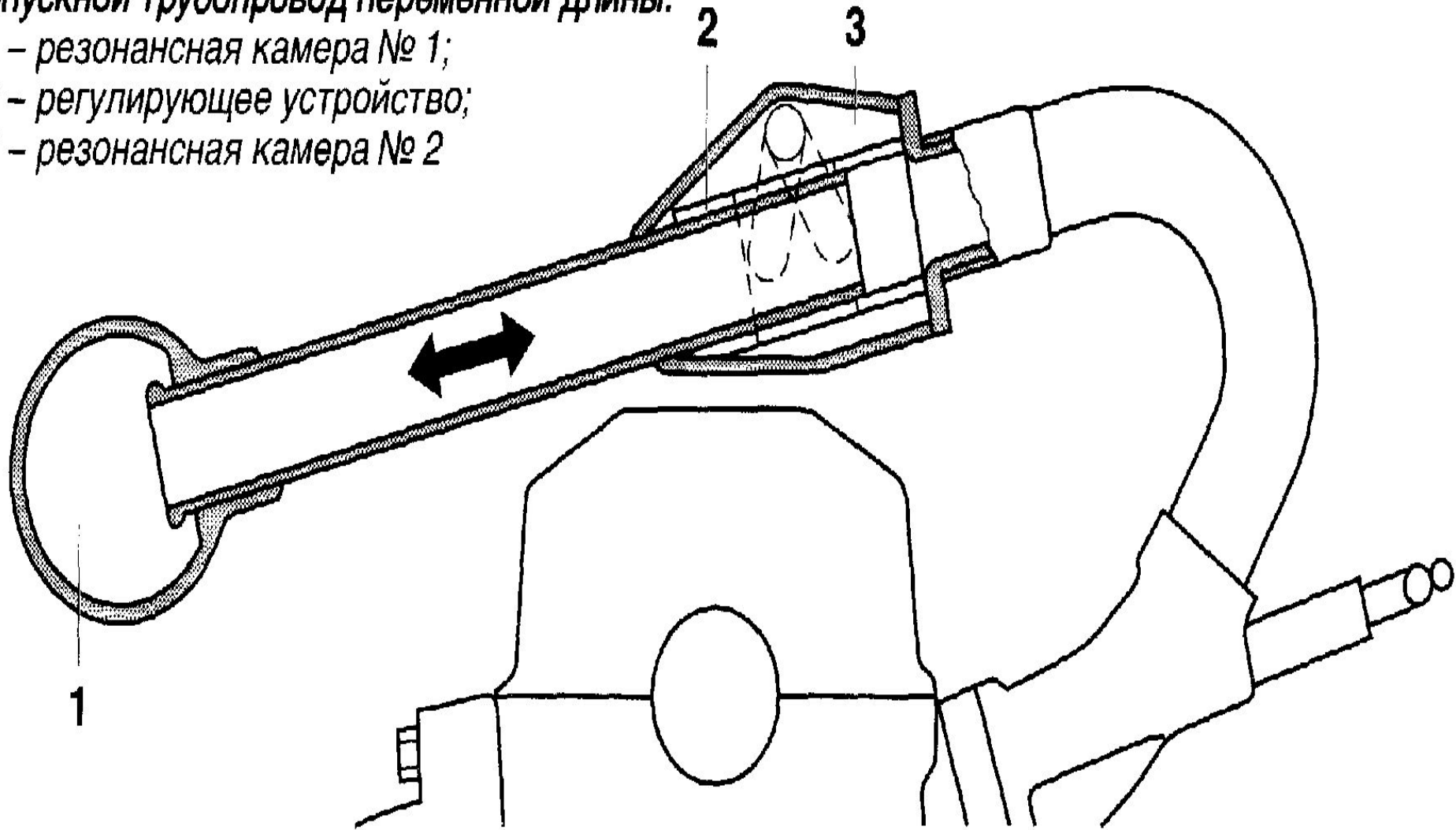
Кроме того, в выпускном трубопроводе во время перекрытия клапанов за закрывающимся выпускным клапаном создается зона разрежения отработавших газов, что позволяет улучшить очистку цилиндра и полнее заполнить его свежим зарядом



Конструктивно данная настройка системы осуществляется путем изменения длины и площади проходного сечения впускных и выпускных каналов. В ряде конструкций длина впускного трубопровода изменяется в зависимости от режима работы двигателя.

**Впускной трубопровод переменной длины:**

- 1 – резонансная камера № 1;
- 2 – регулирующее устройство;
- 3 – резонансная камера № 2



Динамический наддув позволяет увеличить мощность двигателя на 5...10%.



# THE END



# НАДДУВ

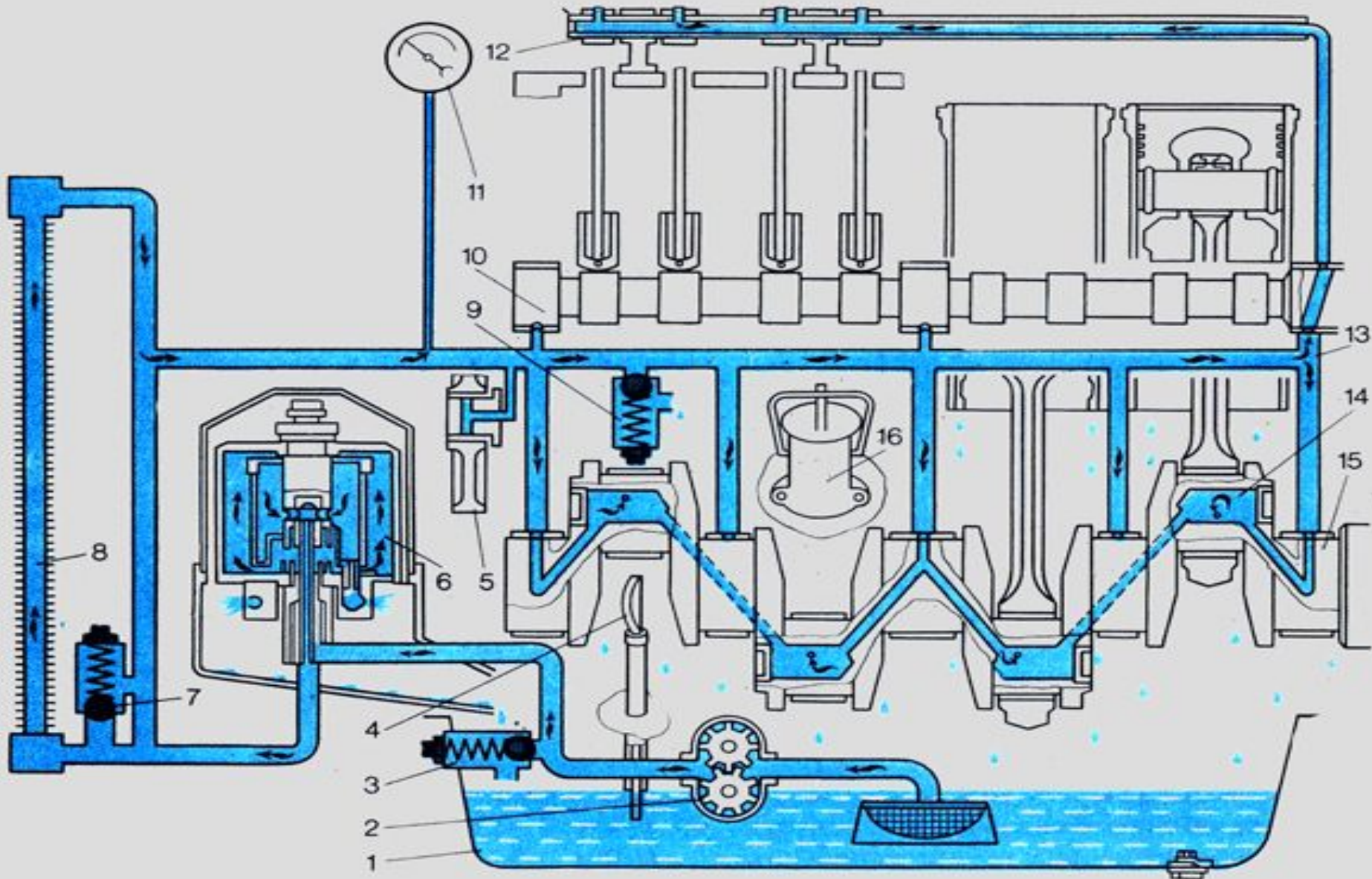
## повторение пройденной темы



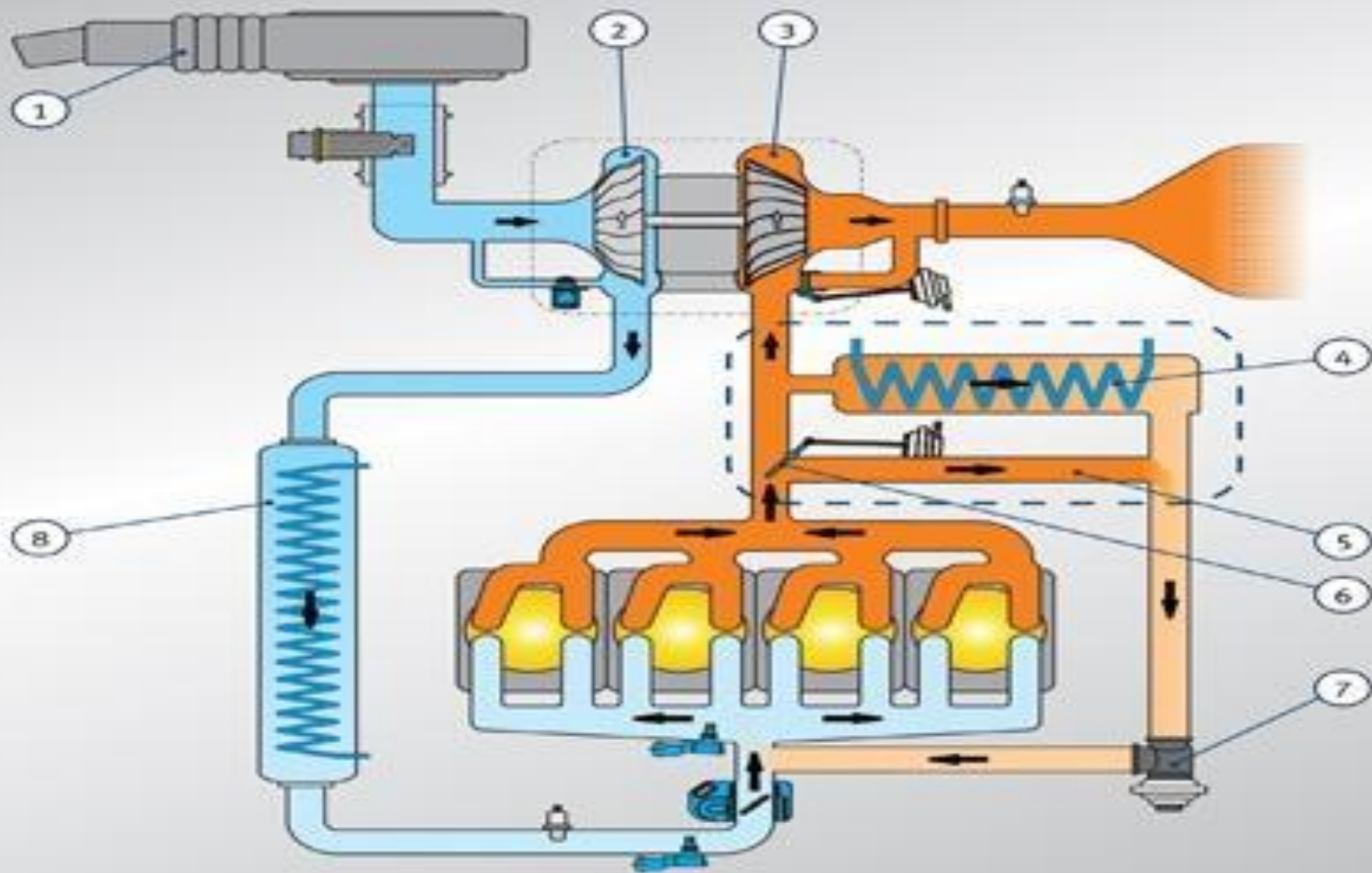
По мере повышения степени наддува увеличивается механическая и тепловая напряженность элементов, формирующих камеры сгорания



Предъявляет повышенные требования к их конструкции и материалам, к эффективности системы охлаждения и качеству используемого масла.



Для повышения степени наддува и снижения высокой тепловой напряженности лопаток турбины в системе наддува организуют охлаждение надвучного воздуха





# НАДДУВ

В двигателях с искровым зажиганием применение наддува требует принятия специальных мер по предотвращению нарушения процесса сгорания, называемого детонацией: некоторого снижения степени сжатия, интенсификации охлаждения деталей камеры сгорания



# В настоящее время зарубежными фирмами производится от 50 до 90 % двигателей с наддувом от общего объема выпускаемых двигателей

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. Турбокомпрессоры получили наибольшее распространение



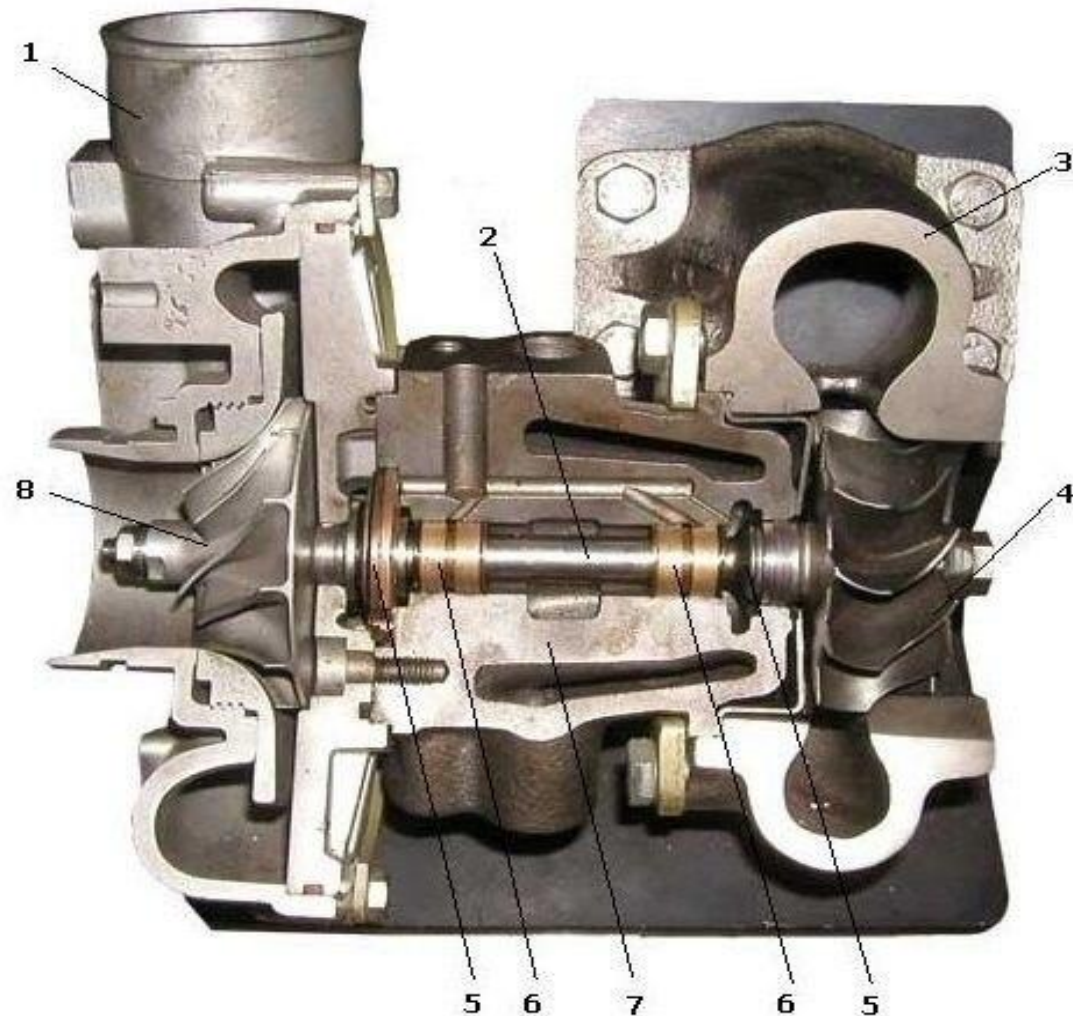
# В турбокомпрессоре используются центробежные насосы

Под действием центробежных сил, вызванных вращением колеса с лопатками, воздух отбрасывается к периферии колеса,

а в его центре создается разрежение, что обеспечивает всасывание воздуха

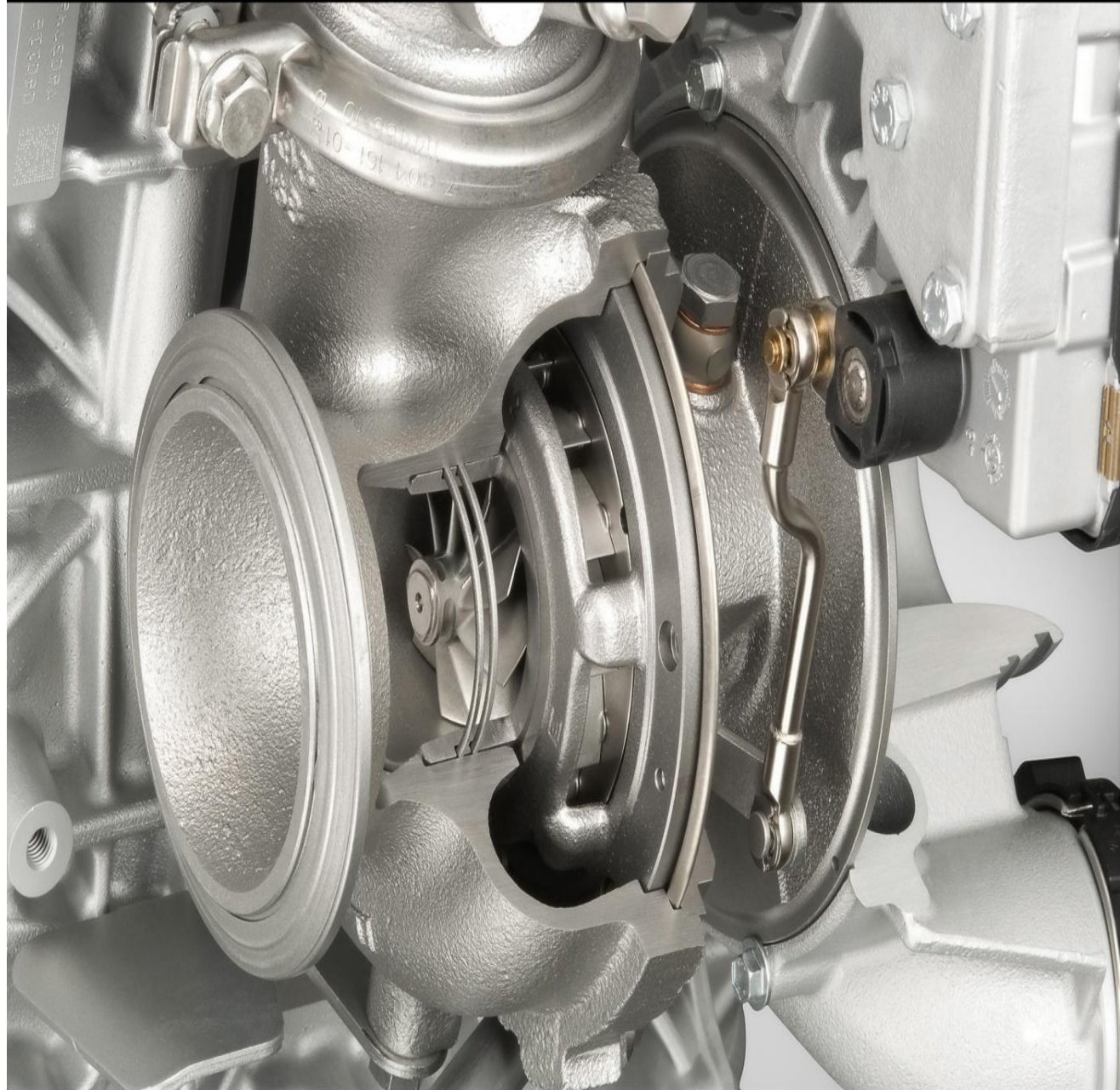
Для эффективной работы турбокомпрессора частота вращения колеса компрессора должна

быть очень высокой не менее 50-100 тыс. мин-1.



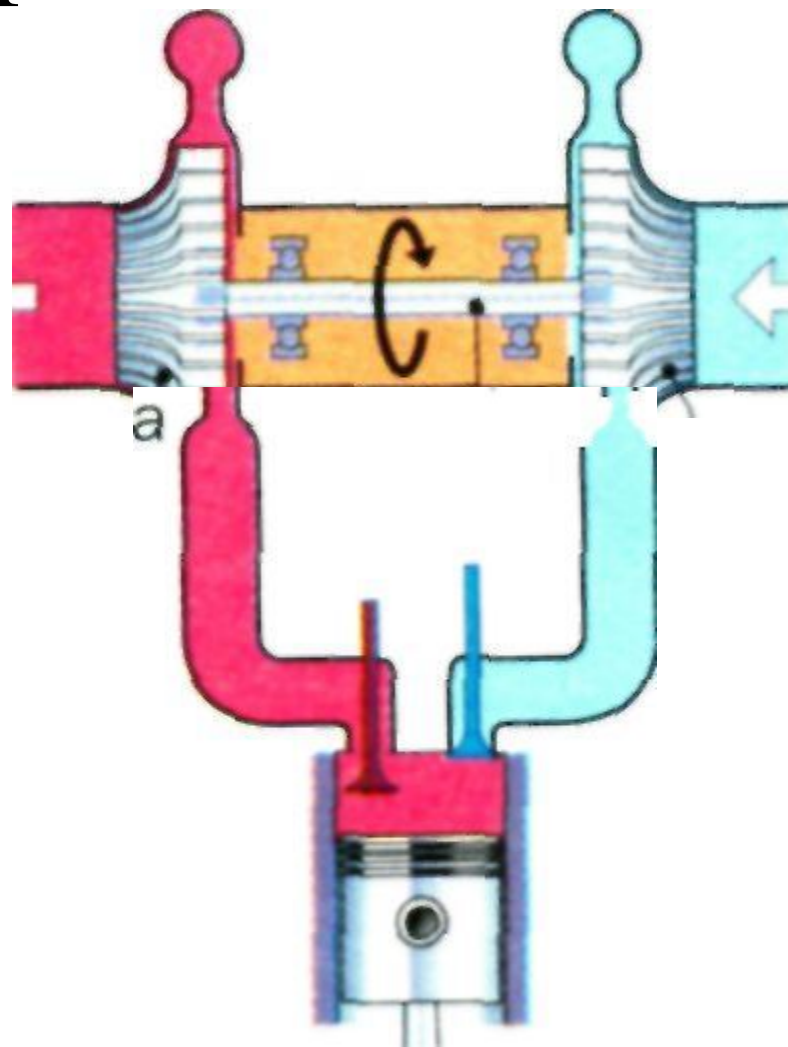
## НАДДУВ

Для достижения фазы наддува, т. е. момента, когда давление воздуха на впуске превысит атмосферное, необходимо, чтобы была достигнута определенная частота вращения турбины (не менее 60 000 мин<sup>-1</sup>). При малых оборотах двигателя турбокомпрессор работает в дежурном режиме (частота 5 000-10 000 мин<sup>-1</sup>). Необходимо учитывать, что наличие турбины в выпускном тракте создает сопротивление выходу отработавших газов.



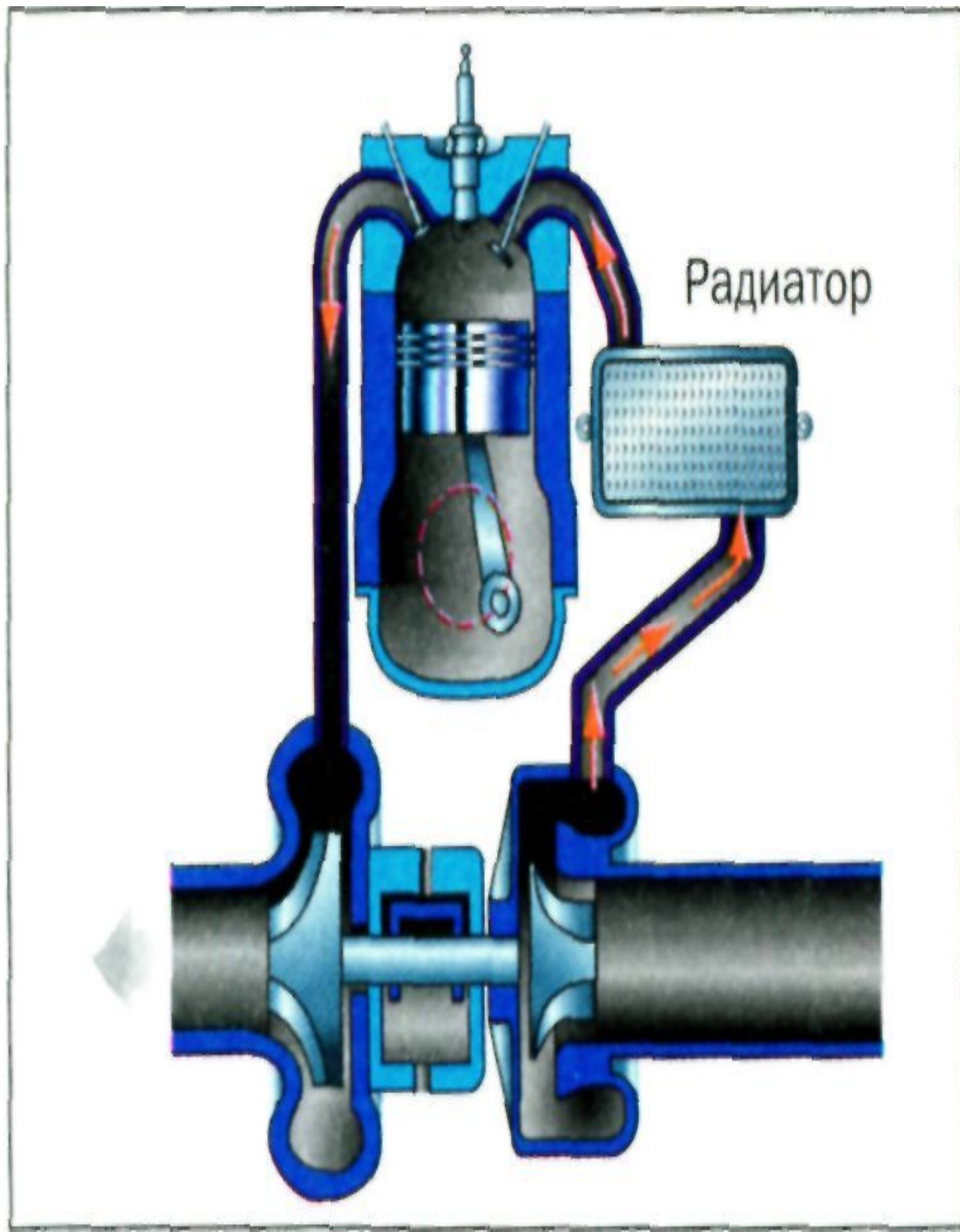
# ТУРБОКОМПРЕССОР

Существует две проблемы, связанные с наддувом двигателей. Первая заключается в том, что давление наддува увеличивает степень сжатия двигателя и увеличивает склонность двигателя к детонации. Вторая проблема связана с тем, что чем больше частота вращения коленчатого вала, тем больше образуется отработавших газов и тем быстрее вращается компрессор, увеличивая количество воздуха, поступающего в цилиндры. Это приводит к увеличению мощности двигателя и одновременному увеличению количества отработавших газов с последующим ростом числа оборотов турбины. Если не предусмотреть специальных мер, этот процесс приведет к разрушению деталей двигателя или турбокомпрессора.



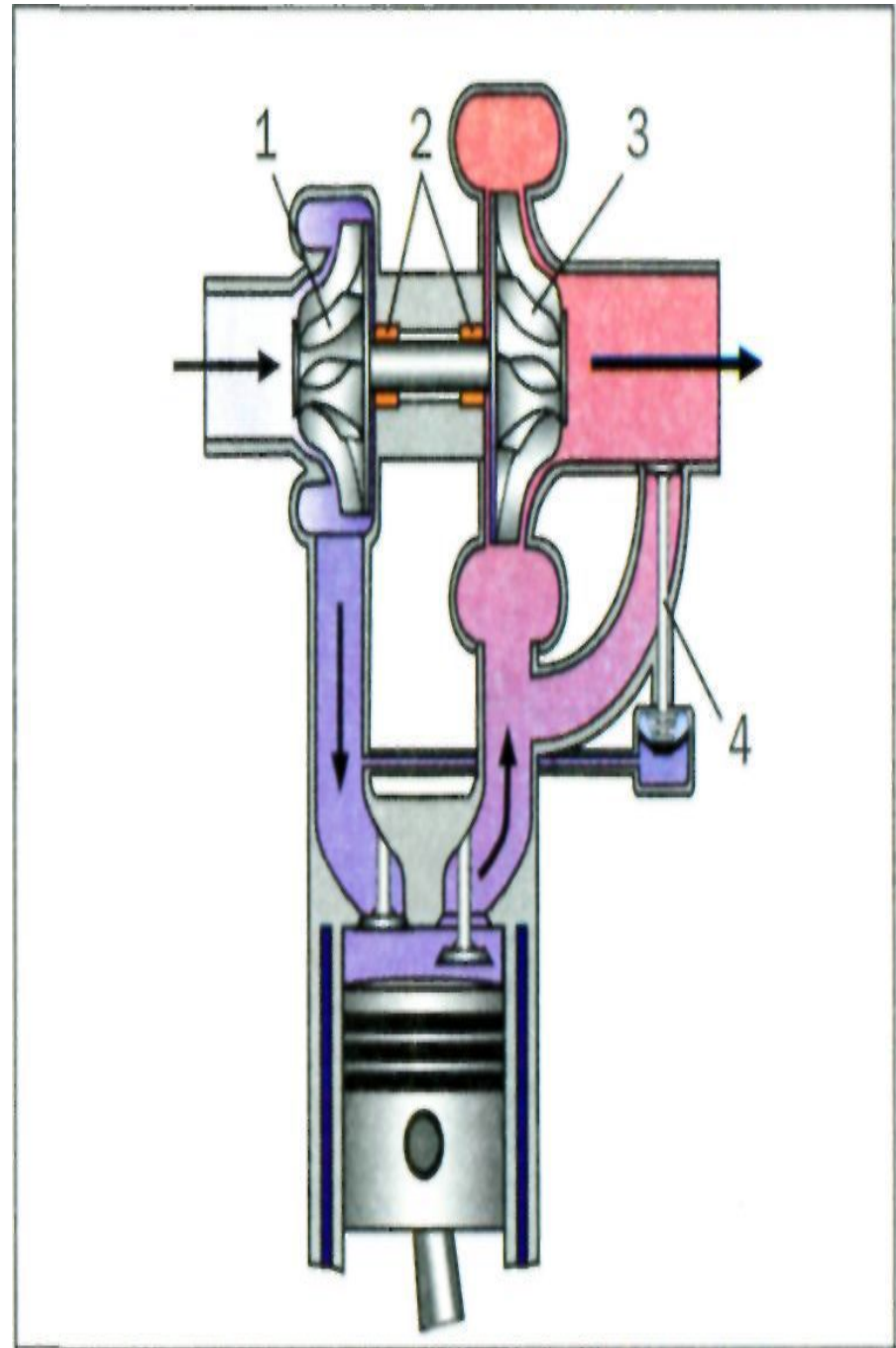
# ТЕПЛОБМЕННИК

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.



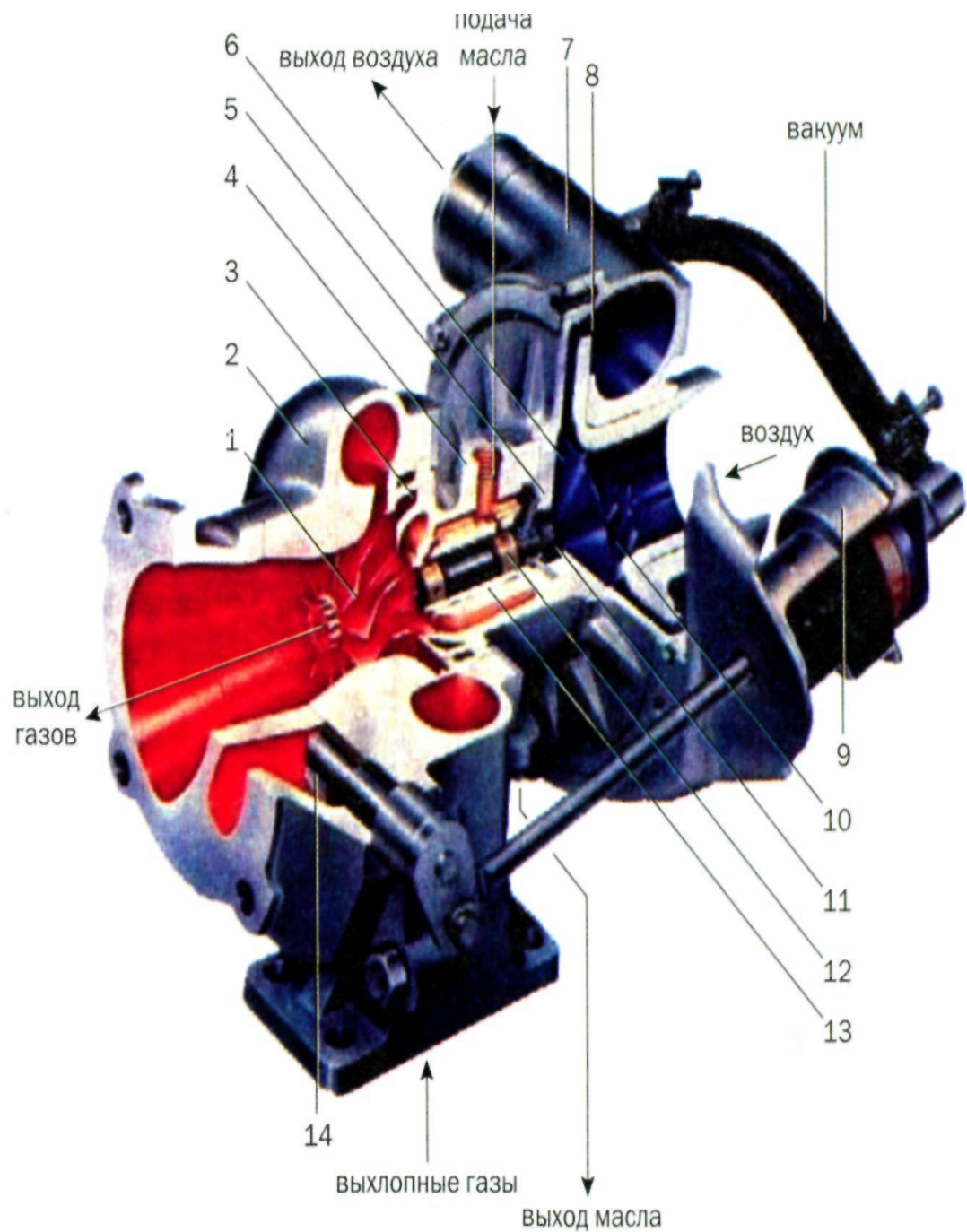
# РЕГУЛИРОВАНИЕ ДАВЛЕНИЯ НАДДУВА

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. 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.



# Турбокомпрессор Garret:

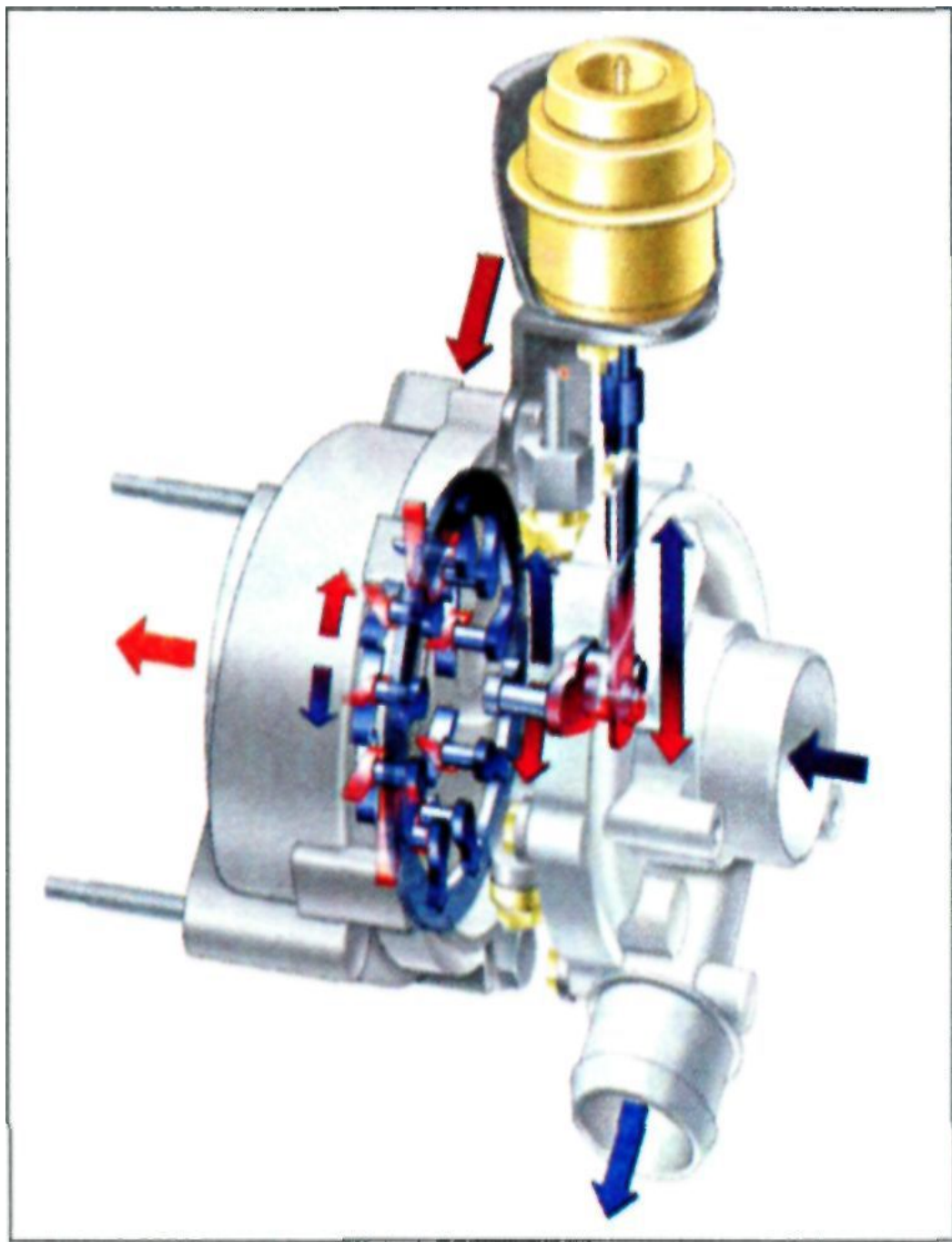
В современных двигателях с турбонаддувом максимальное давление наддува регулируется системой управления двигателем. Компьютер получает сигнал от датчика абсолютного давления, сравнивает его с величиной номинального значения давления, содержащимся в памяти, и управляет электромагнитным перепускным клапаном.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





## Схема работы турбокомпрессора с изменяемой геометрией

Очень важный вопрос — выбор правильного размера турбины для конкретного двигателя. В первых двигателях с турбонаддувом для легковых автомобилей 1970-х гг. использовались готовые конструкции, разработанные, как правило, для дизелей больших грузовых автомобилей. Такие устройства давали хороший результат для увеличения максимальной мощности, но были неэффективными для получения большого крутящего момента в среднем диапазоне частот вращения двигателя, т. е. для получения достаточной приемистости автомобиля. Большие 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**.



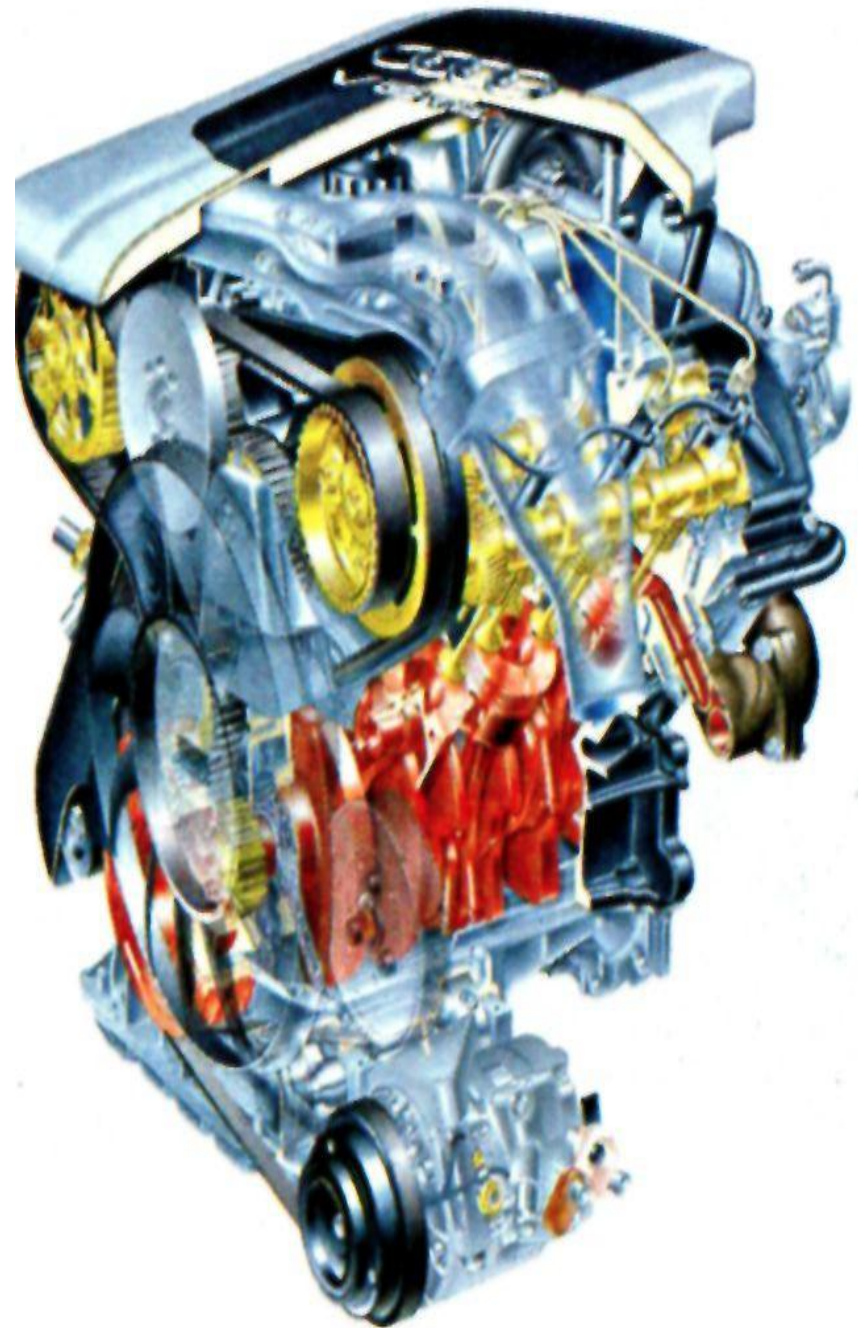
# турбокомпрессор с изменяемой геометрией

Большинство современных турбокомпрессоров легковых автомобилей имеют небольшие размеры и высокую частоту вращения. 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. 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.



# Дизельный двигатель с турбонаддувом

При работе системы турбонаддува происходит сильный нагрев турбины, а компрессор остается сравнительно холодным. Очень важным узлом, определяющим долговечность турбокомпрессора, является узел подшипников вала. Обычно масло для смазки подшипников подается под давлением из системы смазки двигателя. Иногда для повышения работоспособности наддува применяют охлаждение корпуса турбины жидкостью из системы охлаждения двигателя. После продолжительного движения на высокой скорости автомобиля с турбонаддувом турбина может раскрутиться до высоких скоростей (сотни тысяч оборотов в минуту). После остановки двигателя турбокомпрессор останавливается не сразу, а масло уже не поступает к подшипникам. Чтобы не произошло повреждения подшипников, рекомендуется перед выключением двигателя дать ему возможность некоторое время поработать на холостом ходу.



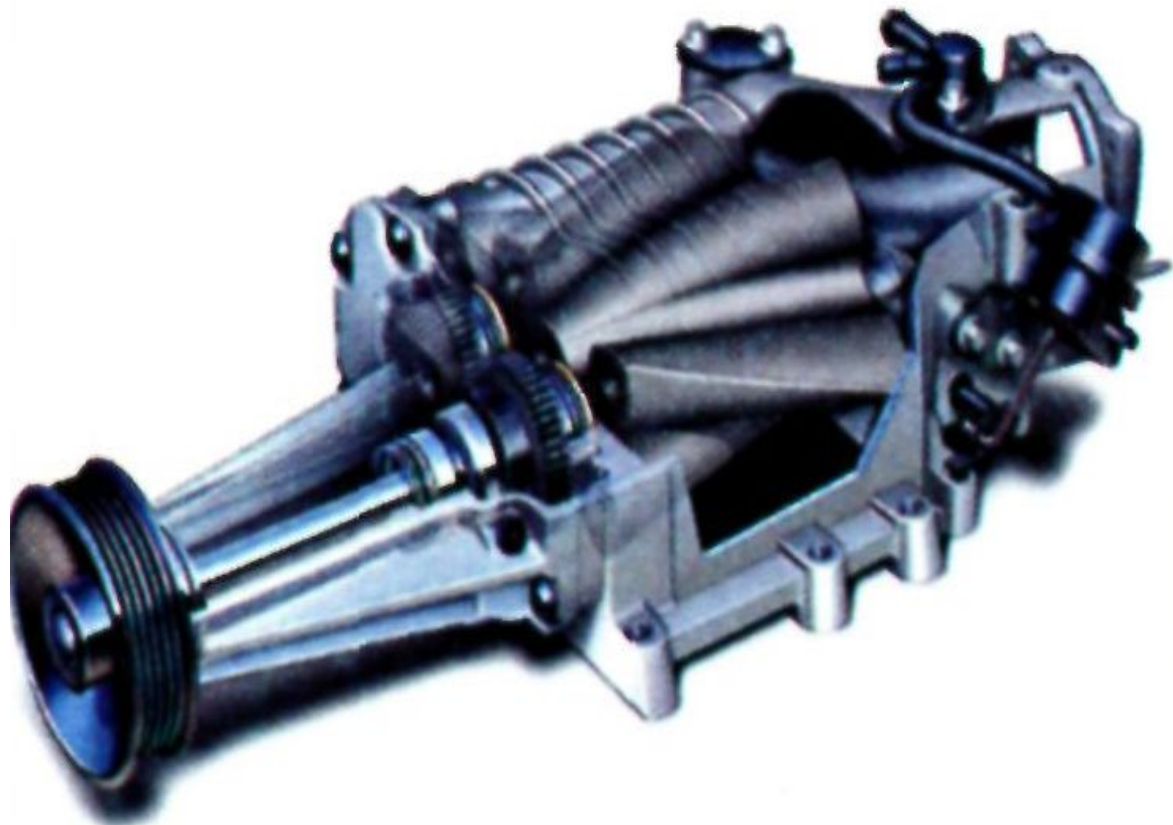
# Турбокомпаундный двигатель Scania

Очень хорошо система турбонаддува работает в дизелях. Отработавшие газы в дизеле холоднее, чем в бензиновых двигателях, что облегчает работу турбокомпрессора, и, кроме того, в дизеле не существует опасности возникновения детонации. Поэтому неслучайно, что турбонаддув устанавливается почти на всех современных дизельных двигателях легковых автомобилей. В многоцилиндровых двигателях с большим рабочим объемом некоторых грузовых автомобилей отработавшие газы продолжают обладать большой энергией, даже после прохождения турбокомпрессора. Эту энергию можно использовать для дальнейшего повышения мощностных характеристик двигателя, создавая так называемые турбокомпаундные двигатели. В таком двигателе часть энергии отработавших газов используется для раскручивания дополнительной турбины, которая через гидравлическую муфту связана с коленчатым валом. Такая конструкция дает возможность, увеличить крутящий момент на вале двигателя.



# МЕХАНИЧЕСКИЙ НАДДУВ

Механический наддув появился раньше турбонаддува, но до настоящего времени остается альтернативой турбонаддуву. Частота вращения насоса-компрессора любой механической системы наддува прямо пропорциональна частоте вращения коленчатого вала (поскольку приводится от него). Поэтому и количество воздуха при наддуве пропорционально частоте вращения. При этом исключаются высокие температуры и задержки наддува. С другой стороны, системы механического наддува занимают больше места, требуют специального привода (обычно зубчатый ремень) и сильно шумят. В качестве насосов в системе механического наддува могут использоваться различные устройства, но наибольшее распространение получили нагнетатели типа Rut



# THE END



pipec.ru

**МАХИ**  
ВСККАВАТОР.РФ  
17-03-2007  
ПЕРВЫЙ ЭКСКАВАТОРНЫЙ

# Домашнее задание

Учебник АВТОМОБИЛИ . Устройство автотранспортных средств А.Г. Пузанков ,  
7.6. Турбонаддув в дизелях, стр. 172.

Учебник «Основные конструкции автомобиля» Иванов А.М., Солнцев А.Н.,  
Гаевский В.В. Глава 2 Двигатель, Параграф 16, Наддув в ДВС, стр. 111 – 116

& 5.4. *Виды наддува* Глава 15 Система питания двигателя. Учебника В.К.  
Вахламова, М.Г. Шатрова, Юрчевского «Автомобили» стр. 76.

## **Индивидуальные задания студентам**

Сделать презентации на тему: «Механический наддув».

Сделать презентации на тему: «Газотурбинный наддув».

Сделать презентации на тему: «Устройство турбокомпрессора».

Сделать презентации на тему: «Устройство турбокомпрессора».

Сделать презентации на тему: «Регулирование давления наддува».

Сделать презентации на тему: «Виды наддува».