

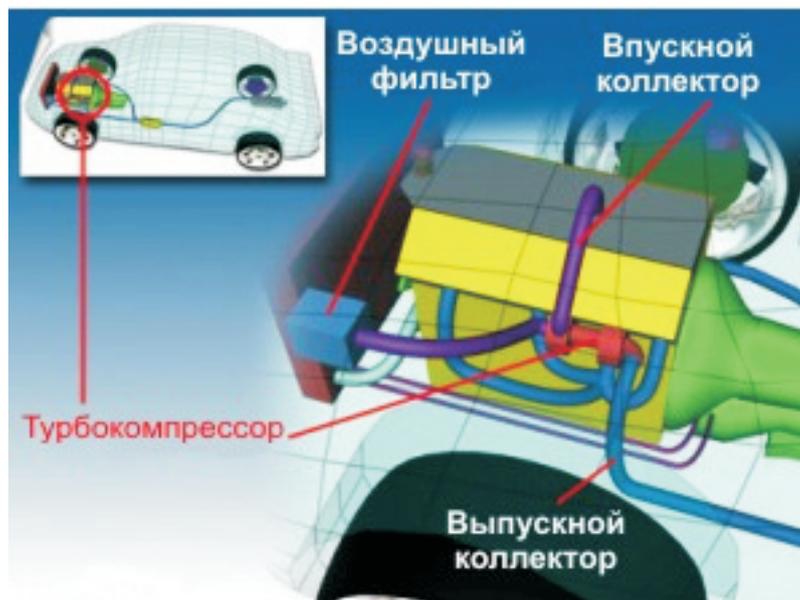
# Что такое турбокомпрессор?



Турбокомпрессор был изобретён удивительно давно\*, но только относительно недавно стал необходимым узлом дизельных двигателей. После нескольких неудачных попыток он стал также применяться и на бензиновых двигателях. В отличие от других узлов двигателя турбокомпрессор может радикально изменить характеристики силового агрегата и поэтому является очень важным и критичным узлом.

(\*) - Первые попытки использовать энергию выхлопных газов двигателя для привода компрессора для наддува двигателя были предприняты Vischi в 1905 году. Однако, положительный результат был им достигнут только в 1925 году.

Он использовал выхлопные газы двигателя для вращения турбины, которая в свою очередь приводила к вращению компрессора. Компрессор и турбина были установлены на одном валу без механической связи с двигателем. Существовала только газодинамическая связь с двигателем (воздух и выхлопные газы). В принципе, турбокомпрессор остался таким и сегодня.



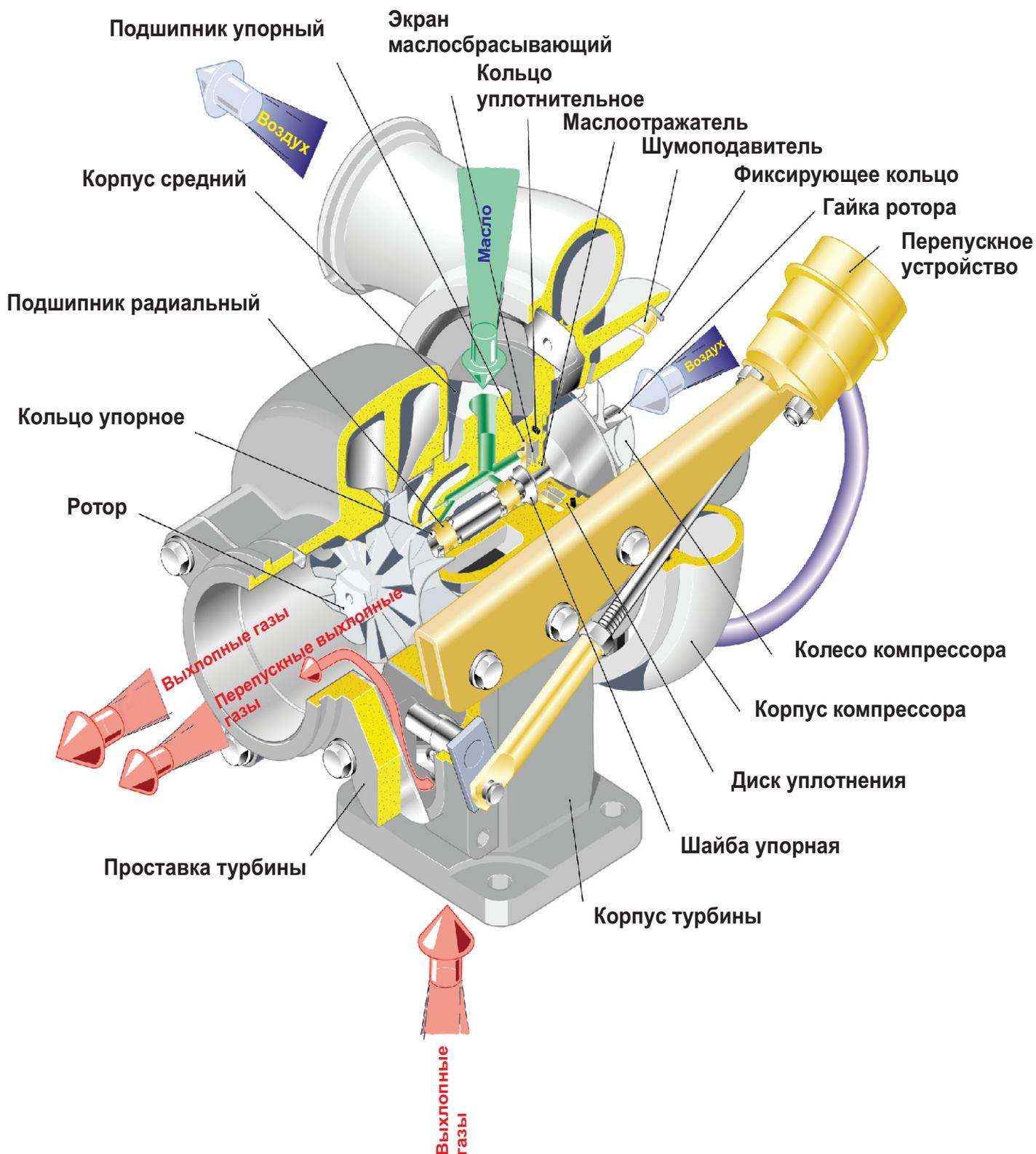
Основной целью турбонаддува является увеличение удельной мощности двигателя и уменьшение его стоимости. Турбокомпрессор предпочтительнее приводного нагнетателя, так как ожидаемый эффект может быть получен без потери эффективности (кпд).

Тот факт, что турбокомпрессор увеличивает массу воздуха в цилиндре и, таким образом, позволяет сжечь больше топлива, ничего не говорит о кпд двигателя. Однако, на практике обычно показатели топливной экономичности улучшаются на небольшую, но достаточную величину.

Принципиально турбокомпрессор состоит из турбины и компрессора, находящихся на одном валу, который поддерживается системой подшипников.

Турбокомпрессор использует энергию выхлопных газов двигателя для сжатия воздуха, который затем поступает в цилиндры двигателя.

Это позволяет получить большую мощность и крутящий момент, а также улучшает общую эффективность процесса сгорания топлива.

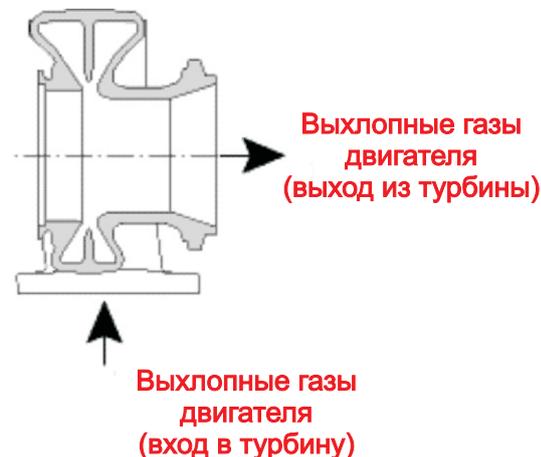


## Турбинная ступень

Турбинная ступень состоит из двух компонентов: турбинного колеса и улитки, обычно называемой корпусом турбины. Колесо турбины может быть радиального, осевого или смешанного типа. Обычно, автотракторные турбокомпрессоры имеют колесо радиального типа.

В турбокомпрессорах больших двигателей (судовые, тепловозные и т.д.) используются осевые турбины.

Выхлопные газы направляются на колесо турбины корпусом турбины. Энергия выхлопных газов вращает турбину. Мощность, потребляемая турбиной, может быть значительной, например, для типичного 10-ти литрового дизельного двигателя она может достигать 40 кВт.



Выхлопные газы двигателя  
(выход из турбины)

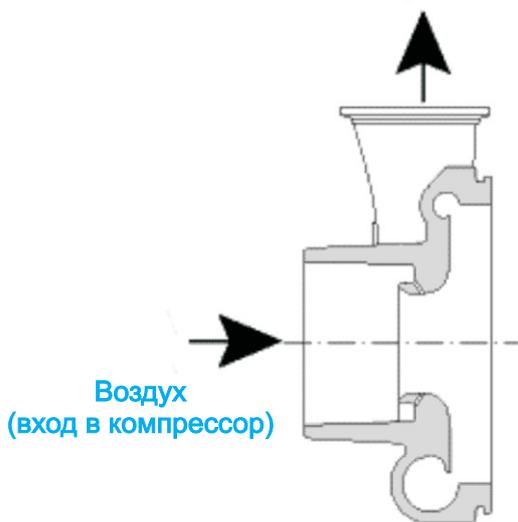
Выхлопные газы двигателя  
(вход в турбину)

Выхлопные газы после прохождения лопаток колеса турбины выходят из корпуса турбины.

Частота вращения коленвала двигателя определяет частоту вращения колеса турбины. На режиме холостого хода двигателя колесо будет вращаться с небольшой скоростью. Однако, при увеличении подачи топлива в двигатель колесо начинает вращаться быстрее.

Для турбокомпрессоров средних размеров (ТКР-7СТ-06 для двигателя КАМАЗ-740.13-260 (Евро-1)) частота вращения достигает 90 000 1/мин, а для маленьких турбокомпрессоров (типа Холсет НХ35) 140 000 1/мин (линейная скорость лопаток на внешнем диаметре соответствует 2 000 км/час!). Чем больше расход газов через турбину, тем быстрее она вращается.

Сжатый воздух  
в двигатель  
(выход из компрессора)



Воздух  
(вход в компрессор)

## Компрессорная ступень.

Функция компрессора обратна функции турбины. Компрессорная ступень также состоит из двух компонентов: лопаточного колеса и улитки (корпуса компрессора). Колесо компрессора находится на одном валу с колесом турбины. При вращении колеса воздух входит в компрессор, сжимается в лопаточном канале и выходит из него с высокой скоростью. Корпус компрессора спроектирован так, чтобы превратить этот высокоскоростной поток с низким давлением в низкоскоростной поток с высоким давлением на выходе из компрессорной ступени.

Воздух поступает в компрессор при температуре окружающего воздуха, однако выходит из него горячим (до 200 градусов С).

Так как при увеличении температуры плотность воздуха уменьшается, то для подачи большей массы воздуха в цилиндры двигателя следует понизить его температуру. Это достигается использованием охладителей надувочного воздуха.

## Ротор турбокомпрессора

Ротор изготавливается сваркой колеса турбины (лазерная сварка или сварка трением) с валом. Высокая частота вращения определяет высокие требования к точности изготовления и балансировки ротора (смещение центра масс относительно оси вращения 0.5-3.0 мкм). Поверхность вала должна иметь высокую твердость, а сердцевина обеспечивать упругость.

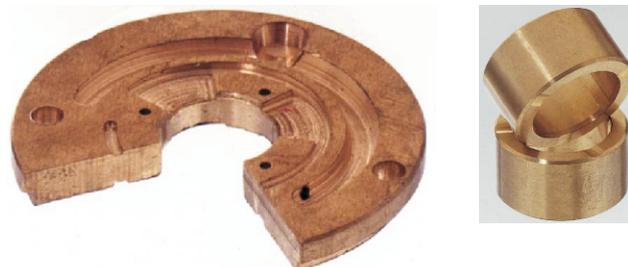


## Подшипники турбокомпрессора.

Подшипники турбокомпрессора используют масло из системы смазки двигателя. Масло под давлением поступает в средний корпус (иначе, корпус подшипников) турбокомпрессора. В этом корпусе оно затем подается к двум радиальным и одному упорному подшипникам (может использоваться один плавающий подшипник (моновтулка) или плавающий подшипник в комбинации с упорным).

Масло также является охлаждающей жидкостью и отводит тепло, передаваемое турбиной. Зазоры у подшипников (особенно радиальных) очень маленькие, поэтому грязное масло и засорение маслоподводящих каналов могут привести турбокомпрессор к выходу из строя.

Подшипники изготавливаются на высокоточном оборудовании из специальной бронзы, содержащей олово и свинец, которые обеспечивают низкий коэффициент трения и высокие антизадирные свойства.



## Уплотнительные кольца.

Уплотнительные кольца находятся на обоих концах ротора турбокомпрессора. Они, в основном, предназначены для экранирования среднего корпуса от давления выхлопных газов со стороны корпуса турбины и давления воздуха со стороны корпуса компрессора.

Кроме этого уплотнительные кольца препятствуют утечке масла из среднего корпуса в корпус турбины и корпус компрессора.



## Корпус турбины

Корпуса турбины изготавливаются из высокопрочного чугуна, так как они должны иметь высокий предел по термической усталости и должны выдерживать разрыв колеса турбины. Так же как и для корпуса компрессора, геометрия внутреннего обвода корпуса турбины согласовывается с обводом колеса и тщательно контролируется.



## Корпус компрессора

Корпус компрессора изготавливается из алюминия. Особо следует отметить профилирование лопаточного канала (обводы колеса компрессора и диффузора корпуса компрессора) для получения высоких характеристик турбокомпрессора.



**Колесо турбины**

Колесо турбины изготавливается из жаропрочного никелевого сплава и должно выдерживать высокие температуры (до 850 градусов С), обладать высокими прочностными характеристиками и не быть подвержено коррозии.

**Колесо компрессора**

Колесо компрессора изготавливается из высокопрочного алюминиевого сплава. Ввиду того, что колесо компрессора имеет сложную форму (загнутые назад лопатки), то для получения отливки каждого колеса используется одноразовая гипсовая форма, которая получается при помощи резинового аналога колеса компрессора.

Как уже было сказано, обводы колеса профилируются специальным образом для получения лопаточного канала, который обеспечит высокие характеристики компрессорной ступени турбокомпрессора.



**Средний корпус**

Средний корпус изготавливается из серого чугуна (из алюминия на турбокомпрессорах предыдущих поколений).

Средний корпус является одной из ответственных деталей и поэтому должен изготавливаться на высокоточном оборудовании.



Специализированное предприятие по проектированию,  
производству и ремонту автотракторных турбокомпрессоров  
ООО "Сервис-Турбо"  
Россия, 142200, Московская область, г. Серпухов, ул. Советская, д. 2  
Тел./факс: (4967)72-49-59, 72-06-40, 72-08-82, 72-88-67  
Московское представительство: тел. 8-499-611-02-60  
E-mail: [s-turbo@yandex.ru](mailto:s-turbo@yandex.ru), [sal-turbo@yandex.ru](mailto:sal-turbo@yandex.ru)  
<http://www.turbocharger.ru>