

ТУРБОНАДДУВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Турбонаддув двигателей легковых автомобилей, еще недавно считавшийся редкостью, получает все более широкое распространение. Сегодня он применяется не только для повышения мощности, но и для улучшения топливной экономичности и соблюдения экологических норм.

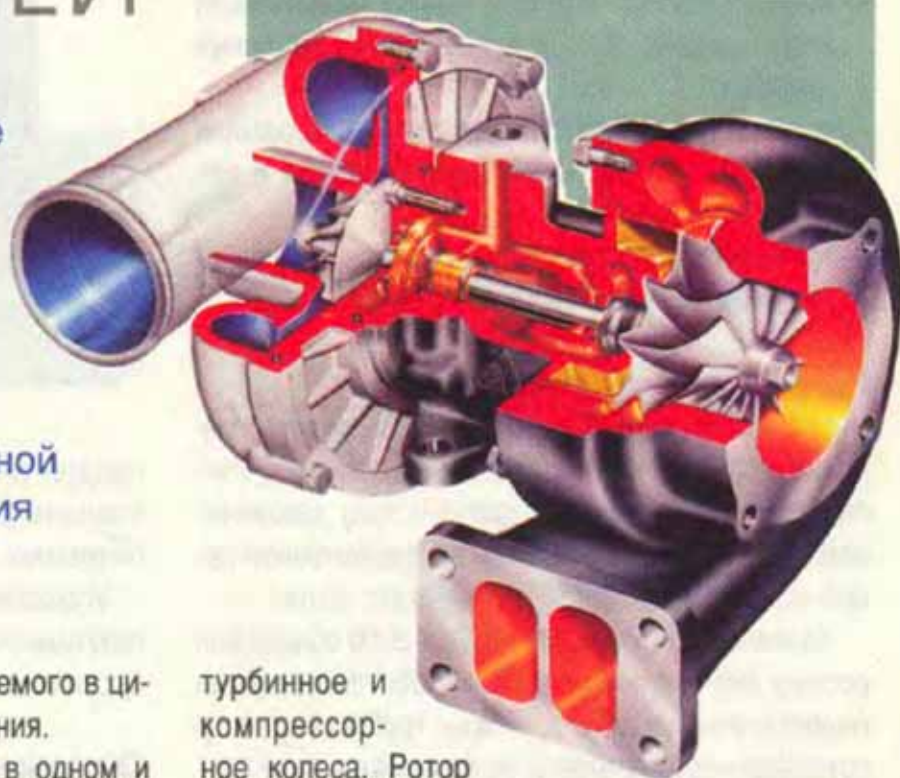
Наддув — сжатие воздуха, подаваемого в цилиндры двигателя внутреннего сгорания.

Этот способ позволяет поместить в одном и том же объеме цилиндров большее количество топливо-воздушной смеси и, соответственно, увеличить мощность двигателя. Кроме того, наддув дает возможность конструкторам уменьшить рабочий объем двигателя (соответственно габариты и массу) при сохранении той же мощности.

Наддув осуществляется с помощью специальных нагнетателей (компрессоров) различной конструкции. Они приводятся в действие от коленчатого вала или от энергии отработавших газов. Последний способ называется турбонаддувом, а нагнетатель — турбокомпрессором. Он получил наибольшее распространение благодаря использованию незадействованной энергии отработавших газов.

Устройство и работа турбокомпрессора

Основными элементами турбокомпрессора (рис.1) являются ротор и корпус. Ротор представляет собой вал, на котором жестко закреплены



турбинное и компрессорное колеса. Ротор опирается на корпус через подшипники скольжения, которые смазываются и охлаждаются маслом из системы смазки двигателя.

Турбинная часть корпуса соединена с выпускным трубопроводом двигателя. Отработавшие газы воздействуют на лопатки колеса турбины, вынуждая ее вращаться. Вал передает вращение на колесо компрессора, который нагнетает воздух во впускной трубопровод двигателя, создавая в нем давление выше атмосферного.

Так как отработавшие газы имеют высокую температуру, в некоторых моделях турбокомпрессоров предусмотрены каналы для циркуляции жидкости из системы охлаждения двигателя.

Для снижения инерционности ротора (увеличения его способности быстро набирать обороты) колеса турбины и компрессора должны иметь минимальные диаметр и массу. Однако уменьшение диаметра колес ведет к уменьшению к.п.д. турбокомпрессора, поэтому для достижения не-

обходимого давления приходится увеличивать частоту вращения ротора. На современных моделях автомобильных турбокомпрессоров частота вращения достигает 100-120 тыс. об/мин.

В новых разработках турбокомпрессоров находят применение следующие технические решения:

- лопатки колеса турбины имеют изменяемый угол наклона для регулирования давления наддува;
- изготовление колеса турбины из керамики благодаря ее хорошей жаропрочности и небольшой массе;
- применение подшипников качения с керамическими шариками в опоре ротора.

Регулирование наддува

Для получения оптимальных характеристик двигателя (мощности, крутящего момента, токсичности отработавших газов и т.д.) давление наддува должно находиться в определенной зависимости от оборотов коленчатого вала.

На малых оборотах (от 1000 до 2500 об/мин для разных двигателей) энергии отработавших газов недостаточно для того, чтобы турбокомпрессор создавал необходимое давление наддува и оказывал влияние на мощность и крутящий момент двигателя (эффект "турбоямы"). При увеличении оборотов давление наддува увеличивается и мощность, развиваемая двигателем, резко возрастает (эффект "турбоподхвата"). Чтобы компенсировать разницу между этими режимами, некоторые модели турбокомпрессоров имеют изменяемое проходное сечение корпуса турбины. На малых оборотах его уменьшают поворотом лопаток, расположенных на корпусе (рис. 2). В результате скорость прохождения отработавших газов увеличивается, соответственно, турбина вращается быстрее, создавая большее давление.

На оборотах коленвала, близких к максимальным, может создаваться чрезмерное давление наддува, приводящее к детонационному сгоранию топлива (в бензиновых двигателях) и недопустимо высоким нагрузкам на детали цилиндро-поршневой группы. Чтобы избежать этого и получить определенную зависимость давления от оборотов коленвала,

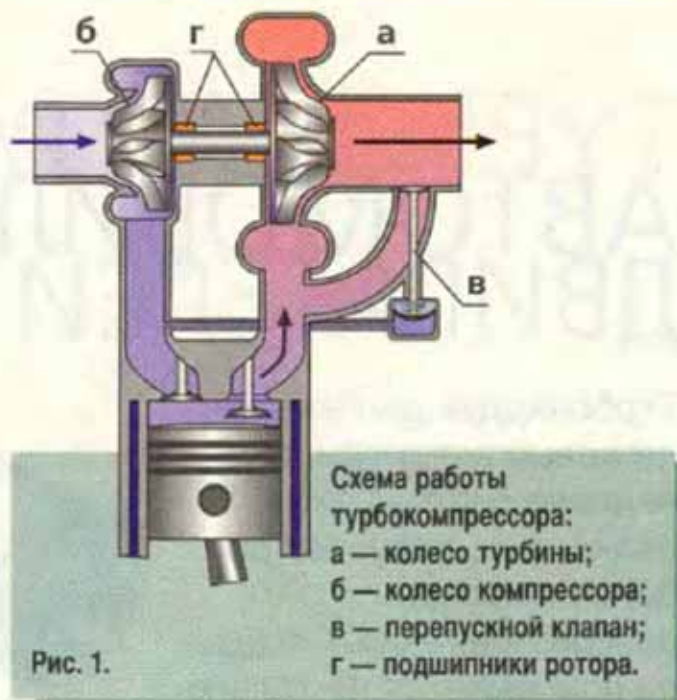


Рис. 1.

Схема работы турбокомпрессора:
 а — колесо турбины;
 б — колесо компрессора;
 в — перепускной клапан;
 г — подшипники ротора.

наддув регулируют с помощью перепускного клапана (рис. 1, в), направляющего часть отработавших газов в обход турбины.

Управление клапанами и поворотными лопатками осуществляется с помощью пневматических или электрических приводов.

Охлаждение наддувочного воздуха

Сжатие компрессором воздуха, подаваемого в цилиндры, повышает его температуру. Дополнительное охлаждение увеличивает его плотность, позволяя поместить в цилиндр еще больше воздуха, и снижает тепловую нагрузку на двигатель. Снижение температуры воздуха осуществляется при его прохождении через охладитель (радиатор), устанавливаемый на выходе из компрессора.



Рис. 2.

Турбокомпрессор с изменяемым проходным сечением корпуса турбины:
 1 — колесо турбины;
 2 — поворотные лопатки.

Охлаждение наддувочного воздуха позволяет также значительно понизить содержание окислов азота в отработавших газах, поэтому в условиях жестких экологических требований оно все чаще применяется на современных двигателях с турбонаддувом.

Конструктивные схемы турбонаддува

Существуют следующие схемы турбонаддува:

- одноступенчатый — наддув одним турбокомпрессором;
- двухступенчатый (twin turbo) (рис. 3) — две последовательно расположенные турбины получают энергию от одного и того же потока отработавших газов, приводя в действие два компрессора. Воздух нагнетается первым компрессором

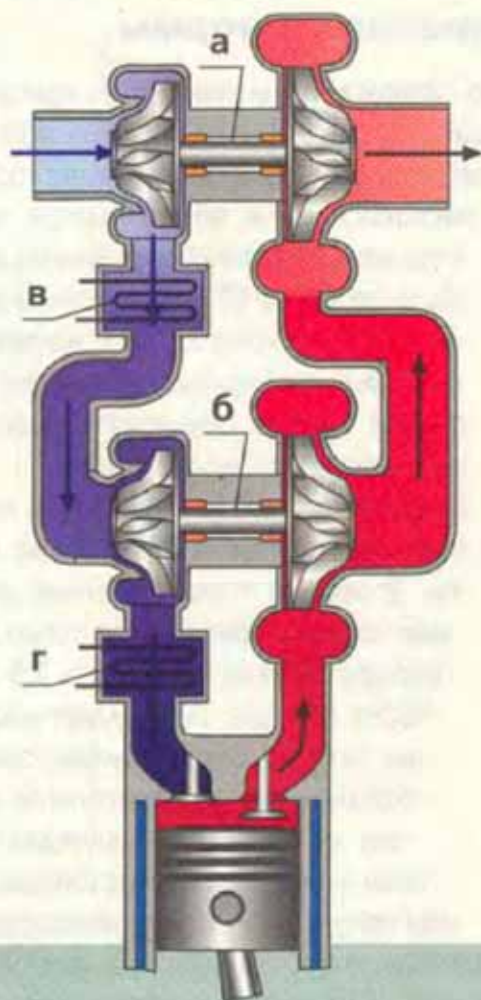


Схема двухступенчатого турбонаддува:
 а — турбокомпрессор первой ступени;
 б — турбокомпрессор второй ступени;
 в — промежуточный охладитель воздуха;
 г — охладитель воздуха.

Рис. 3.

во второй, затем — в цилиндры, позволяя получить более высокое, чем в одноступенчатом наддуве, давление. В этой схеме обязательно применяются один или два охладителя воздуха. Охладитель, устанавливаемый между компрессорами, называют промежуточным (intercooler);

- параллельный турбонаддув (bi turbo) — несколько турбокомпрессоров (как правило, два) приводятся в действие отработавшими газами из разных цилиндров. Применяется в основном при V-образной компоновке двигателя. Эта схема позволяет снизить массу ротора и, соответственно, его инерционность;
- турбокомпаунд (turbocompound) — одна турбина приводит в действие компрессор для наддува воздуха, другая — соединена с коленчатым валом для возвращения на него части энергии отработавших газов и повышения к.п.д. двигателя.

Рекомендации

- При эксплуатации автомобилей с турбонаддувом следует использовать моторные масла, специально предназначенные для турбированных двигателей, так как тепловые и механические нагрузки в них намного выше, чем в безнаддувных. Следует также уделять больше внимания качеству заливаемого масла.
- Несвоевременная замена воздушного фильтра может привести к резкому повышению разрежения на входе в компрессор. Из-за резкого перепада давлений масло засасывается из корпуса ротора в компрессор. Это приводит к повышенному расходу масла, образованию нагара в камерах сгорания, повышению токсичности отработавших газов.
- Поскольку турбокомпрессор является высокоточным и дорогостоящим узлом, его обслуживание и ремонт следует доверять только квалифицированным специалистам, обладающим достаточным опытом и имеющим необходимое оборудование.

Редакция благодарит за помощь в подготовке материала специалистов кафедры Т и АТД МАДИ (ТУ) и кафедры ТГТД МГТУ МАМИ.