

Система турбонаддува и принцип ее действия.

Резников Н. В., Шишков Д.А., Дуганова Е. В.

Белгородский государственный Технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород

В данной статье будет рассмотрен один из трех видов наддува, а именно газотурбинный (турбонаддув), приводимый в движение потоком отработавших газов. Также будет уделено внимание схеме работы систем турбонаддува для двигателей малой мощности (автомобильных двигателей внутреннего сгорания), в которых применяются турбокомпрессоры с центробежной турбиной, в целях значительного увеличения мощности силовых агрегатов. Будут подробно рассмотрены принцип действия и конструкция подобных систем. Данные системы способны сократить потребление топлива, тем самым значительно уменьшив количество вредных выбросов в окружающую среду, что и доказывает актуальность этой технологии в современном мире, учитывая сложившуюся экологическую обстановку.

Ключевые слова: автомобили, система турбонаддува, экономия, силовая установка, экология, турбокомпрессор.

Turbocharging system and its principle of operation.

Reznikov N. V., Shishkov D. A., Duganova E. V.

Belgorod State Technological University. V.G. Shukhov, Belgorod

This article will consider one of the three types of supercharging, namely gas turbine (turbocharging), driven by the flow of exhaust gases. Attention will also be paid to the scheme of operation of the turbocharging system for low-power engines (automotive internal combustion engines), which use turbochargers with a centrifugal turbine, in order to significantly increase the power of powertrains. The principle of operation and design of such systems will be discussed in detail. These systems are able to reduce fuel consumption, thereby significantly reducing the amount of harmful emissions into the environment, which proves the relevance of this technology in the modern world, given the current environmental situation.

Keywords: cars, turbocharging system, economy, power plant, ecology, turbocharger.

Сегодня автомобилисты стараются по максимуму усовершенствовать свое транспортное средство. В ход идут все способы увеличить мощность, развить скорость, создать уникальный дизайн. Поэтому в современном мире установкой турбокомпрессора уже никого не удивишь. Однако турбонаддув в настоящее время является наиболее эффективной системой увеличения мощности двигателя без повышения частоты вращения коленчатого вала и объема цилиндров. Но помимо мощностных характеристик система турбонаддува позволяет существенно улучшить экономичность и экологичность двигателя за счет повышения эффективности сгорания топлива [1].

Например, только трехцилиндровый 1,0-литровый двигатель, оснащенный системой турбонаддува, может выдавать мощность в 90 л.с. Добиться подобных показателей производительности от атмосферного бензинового трехцилиндрового ДВС с таким же объемом без дорогостоящих модификаций не сможет ни один автопроизводитель [2].

Также 1,0 литровый турбированный трехцилиндровый двигатель имеет более низкий расход топлива и небольшой уровень выхлопных газов CO₂.

Именно поэтому турбированные моторы стали очень распространенными в малолитражных бензиновых автомобилях за последние несколько лет.

Система турбонаддува используется на бензиновых и на дизельных двигателях. Однако наиболее эффективен турбокомпрессор на дизелях, что обусловлено высокой степенью сжатия двигателя и относительно невысокой частотой вращения коленчатого вала. В подобных двигателях дополнительная подача воздуха позволяет отодвинуть границу возникновения дымности, т. е. бороться с выбросами частиц сажи. Не было бы турбонаддува, то известные проблемы с применением на дизелях каталитических нейтрализаторов просто закрыли бы им дорогу в будущее. Дизели без наддува с трудом дотягивают до норм "Евро-2".

Наконец, турбодвигатель способствует улучшению комфортабельности. Турбокомпрессор в выпускной системе существенно снижает шум двигателя и обеспечивает акустический комфорт, который дополняется удобством управления автомобилем. Высокий, равномерно распределенный по частоте вращения крутящий момент придает двигателю большую эластичность.

Система турбонаддува состоит из следующих элементов [3]: воздухозаборник; воздушный фильтр; перепускной клапан — регулирует поток выхлопных газов; дроссельная заслонка — регулирует подачу воздуха на впуске; турбокомпрессор — увеличивает давление воздуха во впускной системе. Состоит из турбинного и компрессорного колес; интеркулер — охлаждает воздух, способствуя лучшему наполнению цилиндров и уменьшая вероятность детонации; датчики давления — фиксирует давление наддува в системе; впускной коллектор — распределяет воздух по цилиндрам; соединительные патрубки — необходимы для крепления элементов системы между собой.

Турбокомпрессор (турбоагнетатель) является основным конструктивным элементом системы турбонаддува и обеспечивает повышение давления воздуха во впускной системе [4]. Конструкция турбоагнетателя (рис.1) включает: 1. Корпус. Выполняется из термостойких материалов. Он имеет форму улитки с двумя разнонаправленными патрубками, оснащенными фланцами для установки в систему турбонаддува. 2. Турбинное колесо. Преобразует энергию выхлопных газов во вращение вала, на котором оно жестко зафиксировано. Изготавливается из термостойких материалов. 3. Компрессорное колесо. Воспринимает вращение от турбинного колеса и нагнетает воздух в цилиндры двигателя. Колесо компрессора в основном изготавливают из алюминия, что снижает потери энергии. Температурный режим на этом участке близок к нормальным условиям, и использование термостойких материалов не требуется. 4. Вал турбины (ось) — соединяет турбинное и компрессорное колеса. 5. Подшипники скольжения, или шарикоподшипники. Требуются для крепления вала в корпусе. В конструкции может быть предусмотрен один или два подшипника. Смазка последних осуществляется общей системой смазки двигателя.

Моторное масло для смазки подшипников поступает через каналы в корпусе подшипников. Для герметизации на валу устанавливаются уплотнительные кольца. 6. Перепускной клапан — предназначен для управления потоком отработавших газов, воздействующим на колесо турбины. Это позволяет управлять мощностью наддува. Клапан оснащен пневматическим приводом. Его положение регулируется ЭБУ двигателя, который получает соответствующий сигнал от датчика скорости.

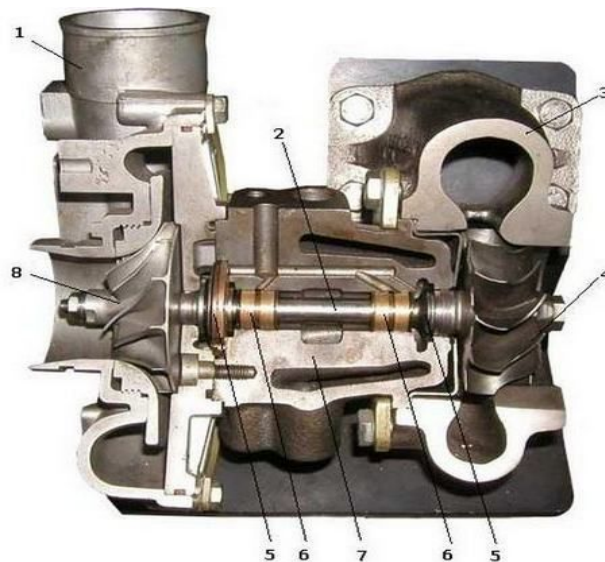


Рис.1. Конструкция турбоагнетателя: 1 — корпус компрессора; 2 — вал ротора; 3 — корпус турбины; 4 — турбинное колесо; 5 — уплотнительные кольца; 6 — подшипники скольжения; 7 — корпус подшипников; 8 — компрессорное колесо.

Принцип работы системы турбонаддува (рис.2) заключается в следующем: в самом начале пути воздух проходит через воздушный фильтр и оказывается на входе в турбокомпрессор; внутри турбоагнетателя попавший туда воздух проходит процесс сжатия. В этот момент проявляется нежелательный эффект нагрева воздуха от сжатия и снижение его плотности; для охлаждения после сжатия в турбокомпрессоре воздух попадает в интеркулер. Тут температура воздуха практически полностью возвращается на начальный уровень. Благодаря охлаждению достигается как увеличение плотности воздуха, так и снижается вероятность появления детонации от использования последующей топливовоздушной смеси [5]; за интеркулером охлажденный воздух минует дроссельную заслонку и оказывается во впускном коллекторе. Последний шаг - такт впуска, когда рабочая смесь окажется в цилиндрах двигателя; объем цилиндра представляет собой неизменную постоянную величину, которая зависит от его диаметра и хода поршня. Благодаря турбокомпрессору этот объем активно заполняется сжатым и охлажденным воздухом. Это означает, что за один рабочий такт можно сжечь больше горючего что приведет заметному увеличению общей мощности двигателя; после эффективного сгорания топливовоздушной смеси в цилиндрах

двигателя наступает такт выпуска. На этом такте отработавшие газы выходят в выпускной коллектор через выпускные клапаны. Весь этот поток нагретого (от 600°C до 1000°C в зависимости от типа двигателя) газа проникает в турбину и начинает воздействовать на турбинное колесо. Колесо под давлением выхлопных газов передает энергию на вал турбины, а на другом конце вала находится компрессор [6].

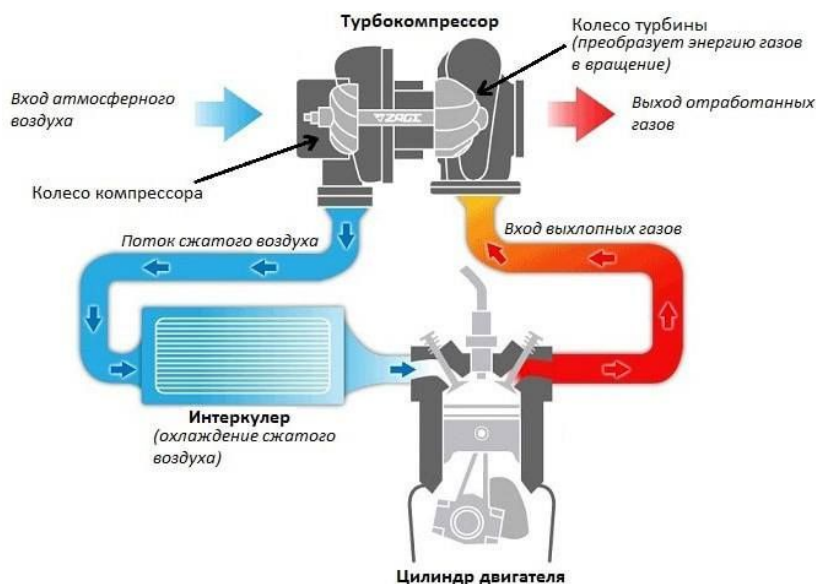


Рис.2. Схема работы турбонаддува двигателя

Таким образом, система турбонаддува позволяет существенно увеличить мощность двигателя при внесении незначительных изменений в конструкцию. Несомненным плюсом является и то, что данную систему можно установить на любой атмосферный двигатель своими руками. Поэтому турбонаддув – не временное явление и не дань изменчивой моде, а действительно полезная и перспективная конструкция. Уже сейчас автомобили, оснащенные системой турбонаддува, занимают значительную часть рынка, а спустя некоторое время совсем вытеснят привычные нам машины с атмосферным двигателем.

Список литературы

1. Нестеров А. С. Советы автомобилистам по экономии топлива / А. С. Нестеров, Е. В. Прохорова // Транспорт. Экономика. Социальная сфера (Актуальные проблемы и их решения): IV международная научно-техническая конференция. (Пенза, 30-31 марта 2017 г.). Пенза, 2017. С. 22-26.
2. Сергей Самохин Вопрос, конечно, интереснейший... // АБС Авто. 2015. №4. С. 14-18.

3. Описание и принцип работы турбонаддува двигателя. [Электронный ресурс]. URL: Techautoport.ru URL: <https://techautoport.ru/dvigatel/vpusknaya-sistema/turbonadduv-dvigatelya.html> (дата обращения: 10.11.2019).
4. Андрей Филатов Всеобщее наддувательство // АБС Авто. 2015. №10. С. 16-19.
5. Устройство и принцип работы турбокомпрессора. [Электронный ресурс]. URL: 24techno-guide.ru URL: <http://24techno-guide.ru/ustroistvo-i-princip-raboti-turbokompressora.php> (дата обращения: 10.11.2019).
6. Галеркин Ю.Б., Козаченко Л.И. Турбокомпрессоры. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2008. 374 с.