

Лекция №14 - Основные приборы системы впрыска Opel

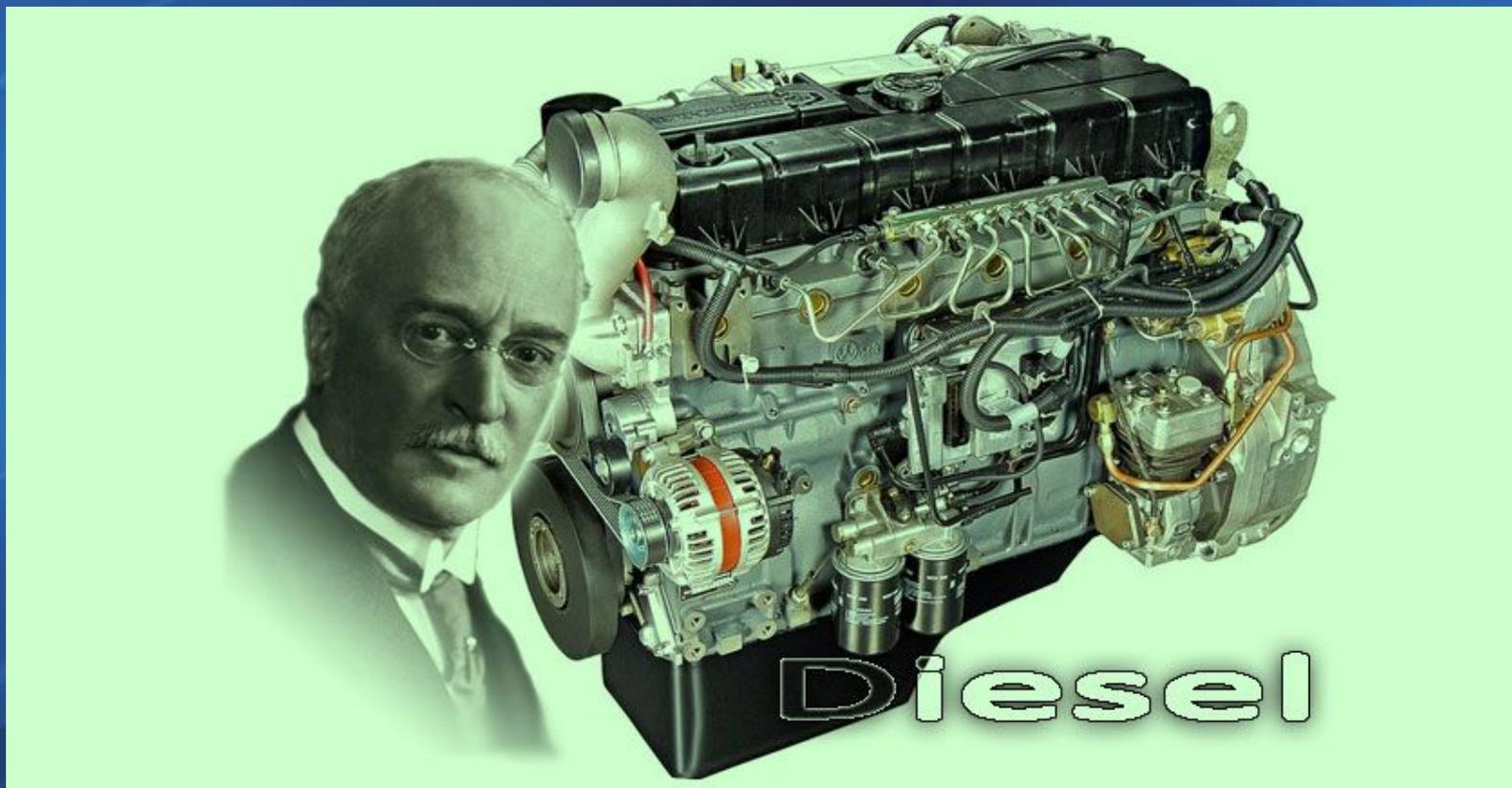


Общие схемы систем питания дизелей

воздухом

У дизеля наряду с впрыскиваемой массой топлива определяющей величиной является поступающая масса воздуха, также необходимая для получения параметров крутящего момента, мощности и состава ОГ. По- этому наряду с системой впрыска топлива большое значение придается также системам, влияющим на наполнение цилиндра воздухом.

Эти системы очищают подаваемый воздух и влияют на движение, плотность и состав (например, содержание кислорода).



Системы наполнения (рис. 1.14) состоит:

- 1) воздушного фильтра 1 очистки;
- 2) заслонки 5 регулирования завихрение;
- 3) контура 1 рециркуляции ОГ.

Наддув воздуха с помощью нагнетателей различной конструкции находит все большее применение. Рециркуляция ОГ применяется на всех наиболее распространенных дизелях легковых автомобилей и на некоторых грузовиках. Системы наполнения цилиндров воздухом для легковых автомобилей не могут применяться на грузовиках.

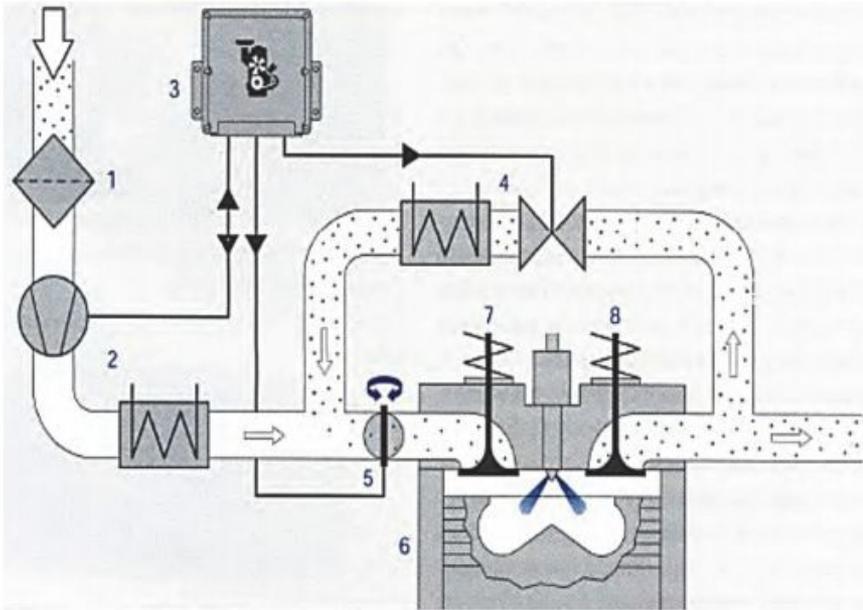


Рис. 1.14. Система наполнения цилиндра воздухом

- 1 – воздушный фильтр; 2 – нагнетатель воздуха с промежуточным охлаждением; 3 – блок управления работой дизеля; 4 – контур рециркуляции ОГ; 5 – заслонка воздушная; 6 – цилиндр ДВС; 7 – впускной клапан; 8 – выпускной клапан

На дизелях, в настоящее время используется только четырехтактный цикл, когда клапаны механизма газораспределения приводятся в действие кулачковым валом.

Воздушный фильтр

Воздушный фильтр уменьшает количество твердых частиц, содержащихся в подаваемом воздухе. Речь идет преимущественно об объемных фильтрах, которые, в отличие от поверхностных, задерживают частицы в структуре фильтрующего элемента. Объемные фильтры с высокой пылеёмкостью имеют преимущество там, где нужно экономно фильтровать большие потоки воздуха с незначительными концентрациями

Виды и размеры составляющих загрязнения атмосферного воздуха представлены на рис. 1.15. При этом речь идет о частицах естественных и искусственных источников, которые имеют сильно различающиеся размеры. Попадающие в двигатель вместе с воздухом частицы пыли имеют диаметр от 0,01 мкм (преимущественно частицы сажи) до 2 мм (песчинки). Около 75 % частиц имеют размер от 5 до 100 мкм. Массовая концентрация содержащихся во всасываемом воздухе частиц очень сильно зависит от покрытия, по которому движется транспортное средство (например, шоссе или песчаная дорога). За 10 лет эксплуатации через двигатель легкового автомобиля проходит от нескольких граммов до нескольких килограммов

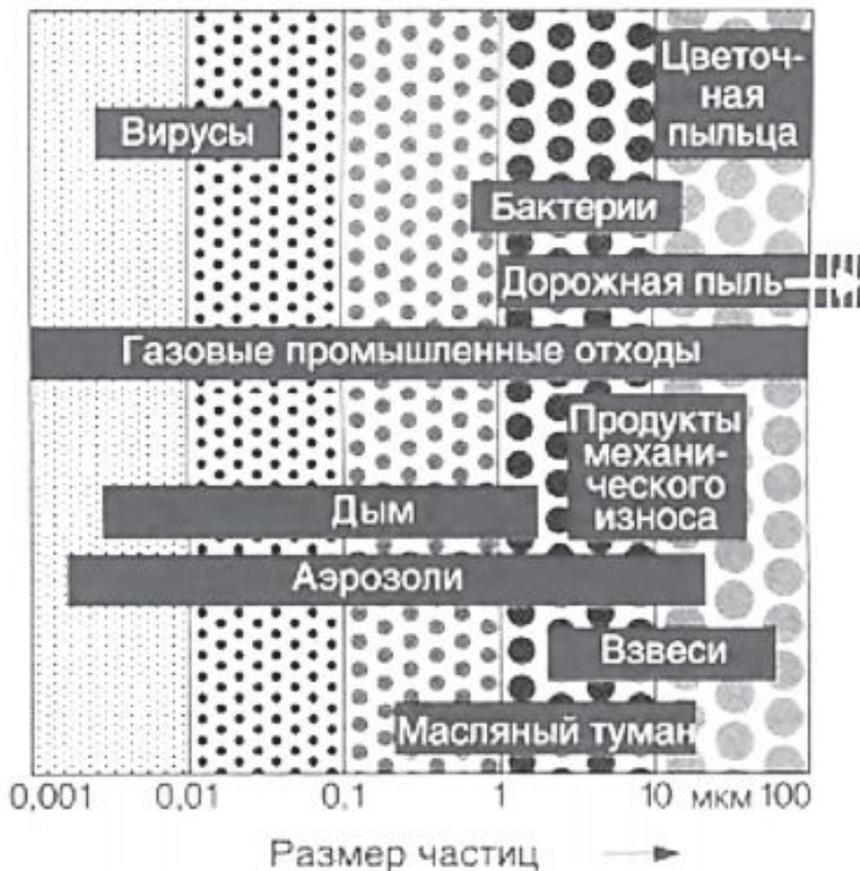


Рис. 1.15. Виды и размеры загрязнений атмосферного воздуха

Фильтр для очистки воздуха предотвращает проникновение минеральной пыли и частиц в двигатель и моторное масло, уменьшая износ, например, цилиндропоршневой группы. Он защищает также чувствительный измеритель массового расхода воздуха и предотвращает образование в нем пылевых отложений, которые могут привести к ошибкам в измерениях. Специальные исполнения высококачественных элементов воздушного фильтра в сочетании с соответствующим исполнением корпуса могут предотвращать попадание во впускной тракт воды при сильном дожде. Фильтры для очистки воздуха, которые соответствуют современному состоянию техники, имеют массовый коэффициент очистки от 99,8 % (легковые автомобили) до 99,95 % (грузовые автомобили). Эти значения должны сохраниться при любых условиях, в том числе при переменной скорости (пульсации) потока воздуха, как это происходит во



Определение параметров элементов фильтра осуществляется индивидуально для каждого типа двигателя. При этом, независимо от пропускной способности, падение давления во впускном трубопроводе должно быть минимальным, а коэффициент очистки высоким. Чтобы в малом объеме поместить фильтр с максимально полезной площадью, фильтрующей поверхности как плоского, так и цилиндрического фильтров придают гофрированную форму. Фильтрующие материалы, которые преимущественно получают из волокон целлюлозы, при помощи гофрирования и соответствующих пропиток получают необходимую механическую прочность, достаточную влагостойкость и устойчивость по отношению к химикатам.

Замена фильтрующих элементов производится через интервал времени или пробега, установленный фирмой-производителем транспортного средства (у легковых автомобилей между вторым и четвертым годом, а иногда и после шестого года эксплуатации, т.е. после 40, 60, а иногда даже после 90 тысяч км пробега или при повышении сопротивления воздуха выше 20 Мбар).



Воздушный фильтр легкового автомобиля

Полный модуль очистки воздуха для легкового автомобиля показан на рис. 1.16. Он включает в себя корпус 3 и крышку 1 с цилиндрическим фильтрующим элементом 2 для очистки воздуха, подводящие патрубки 5 и 6, а также модуль 4 впуска, между которыми располагаются резонатор Гельм-Гольца и четвертьволновая акустическая труба. С помощью этой комплексной системы можно успешно согласовывать друг с другом отдельные компоненты фильтра и выполнять все более строгие требования по уровню шума. В данном случае во впускной тракт интегрирован модуль управления двигателем. Это сделано для того, чтобы входящий воздух охлаждал конструктивные элементы электроники.

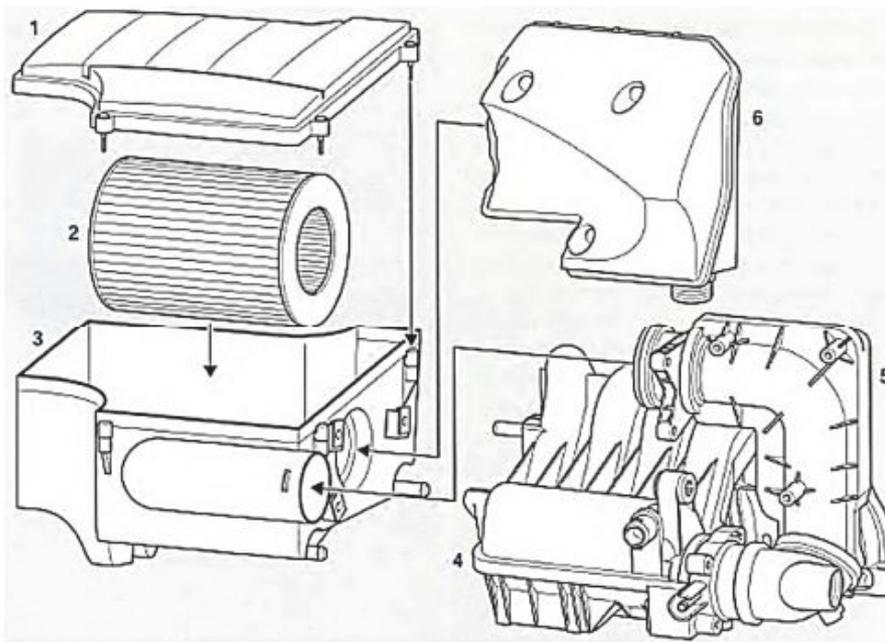


Рис. 1.16. Модуль очистки воздуха легкового автомобиля

Воздушный фильтр грузового автомобиля

На рис. 1.17 показан пригодный для обслуживания и оптимальный по весу пластмассовый фильтр очистки воздуха для грузовых автомобилей. Наряду с более высокой степенью фильтрации размеры фильтра определены исходя из интервала между сменами фильтрующего элемента порядка 100 000 и более км. В местностях с высокой запыленностью, а также при строительных работах и в сельском хозяйстве к фильтру подсоединяется предварительный сепаратор. Он отделяет грубую фракцию крупной пыли и таким образом значительно повышает долговечность фильтрующего элемента тонкой очистки. В самом простом случае используется так называемый фильтр-циклон – свободно вращающийся многолопастный венец. Проходящий через него воздух благодаря специальной форме лопастей раскручивает венец и завихряется сам, а возникающая центробежная сила отделяет грубые частицы пыли.

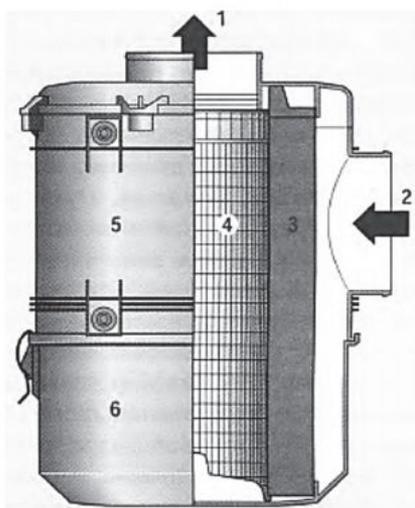


Рис. 1.17. Воздушный фильтр грузового автомобиля
1 – канал выхода; 2 – канал входа; 3 – фильтрующий элемент,
4 – распорная труба, 5 – корпус фильтра, 6 – крышка пылесборник

Наддув

воздуха

Наддув воздуха как средство повышения мощности давно используется на больших дизельных стационарных и судовых установках, а также на дизелях грузовиков. Сегодня он применяется и на быстроходных дизелях легковых автомобилей. В противоположность атмосферному впуску у двигателей с наддувом воздух подается в цилиндры под избыточным давлением. Этим увеличивается масса воздуха в цилиндре, что при большей массе топлива приводит к повышению выходной мощности двигателя при равном рабочем объеме.

Наддув воздуха осуществляется при помощи так называемых нагнетателей. Дизель особенно хорошо подходит для наддува, так как в его впускном тракте сжимается только воздух, а не топливо–воздушная смесь, и на основе качественного регулирования он может хорошо комбинироваться с наддувом.

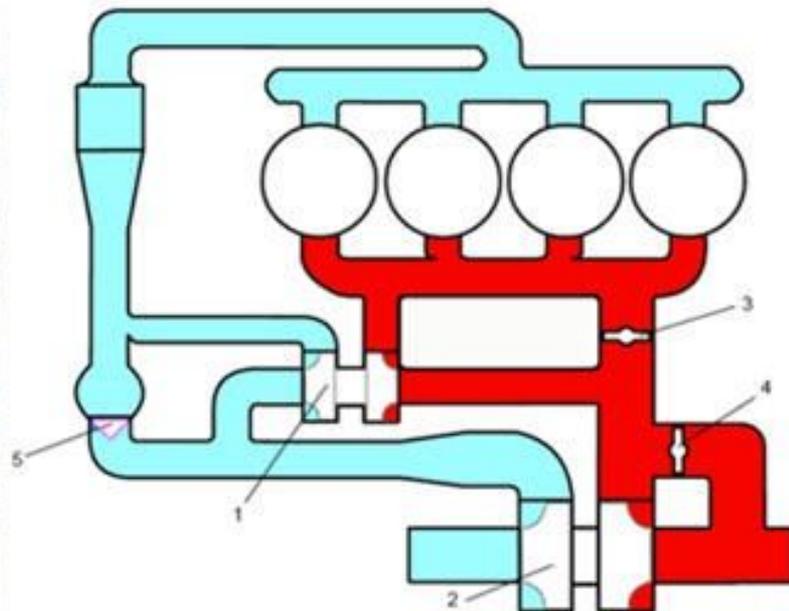
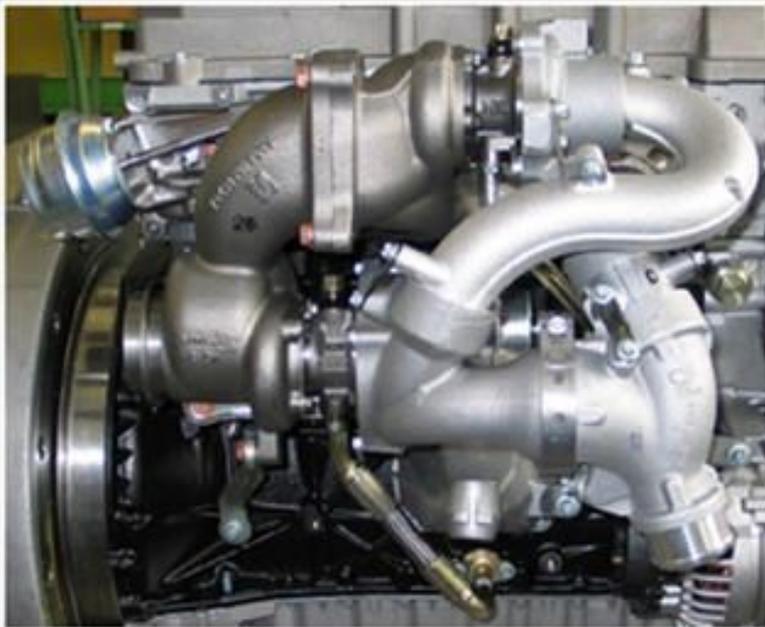
У двигателей большой размерности для грузовых автомобилей при помощи наддува воздуха и снижения степени сжатия достигается повышение среднего эффективного давления и, таким образом, крутящего момента, однако при этом надо учитывать ограничения по температуре воздуха и температуре охлаждающей жидкости при холодном пуске.



В основном различают две разновидности нагнетателей:

- 1) турбонагнетатель, в котором требуемая на сжатие воздуха мощность отбирается от ОГ (газодинамическая связь двигатель/нагнетатель);
- 2) механический нагнетатель, в котором требуемая на сжатие воздуха мощность отбирается от коленчатого вала двигателя (механическая связь двигатель/нагнетатель).

Коэффициентом наполнения называется отношение количества воздуха, заключенного в цилиндре, к определенному рабочим объемом теоретическому заряду при нормальных условиях (атмосферное давление $p_0 = 1013$ кПа, температура $T_0 = 273$ К) без наддува. Вычисленный таким образом коэффициент наполнения дизелей с наддувом находится в пределах 0,85–3,0.



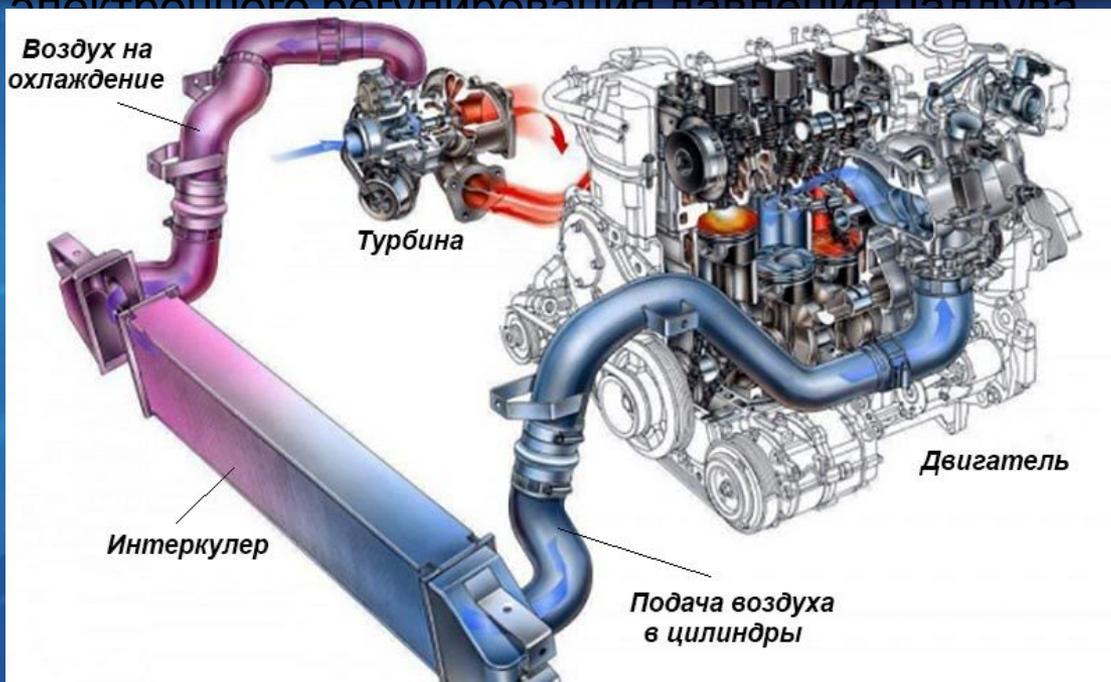
Турбонадду

В

Наддув воздуха турбоагнетателем, который приводится в действие ОГ, находит наиболее широкое применение среди всех известных способов. Этот вариант даже на двигателях малого рабочего объема позволяет получить крутящий момент и мощность достаточной величины при высоком КПД. Турбоагнетатели используют на легковых и грузовых автомобилях, больших судовых двигателях и тепловозах.

Если раньше турбонаддув использовался прежде всего для повышения удельной мощности, то теперь он находит все большее применение для повышения величины максимального крутящего момента на низких и средних частотах вращения коленчатого вала. Это имеет значение, в частности, при

использовании электронного регулирования положения наддува



Энергия находящаяся под давлением горячих ОГ ДВС большей частью теряется, поэтому напрашивалось решение использовать часть этой энергии для повышения давления во впускном тракте.

Турбонагнетатель (рис. 1.19) состоит из двух газодинамических устройств:

- 1) газовой турбины, которая воспринимает энергию потока ОГ;
- 2) компрессора, который соединен валом с турбиной и сжимает подаваемый воздух.

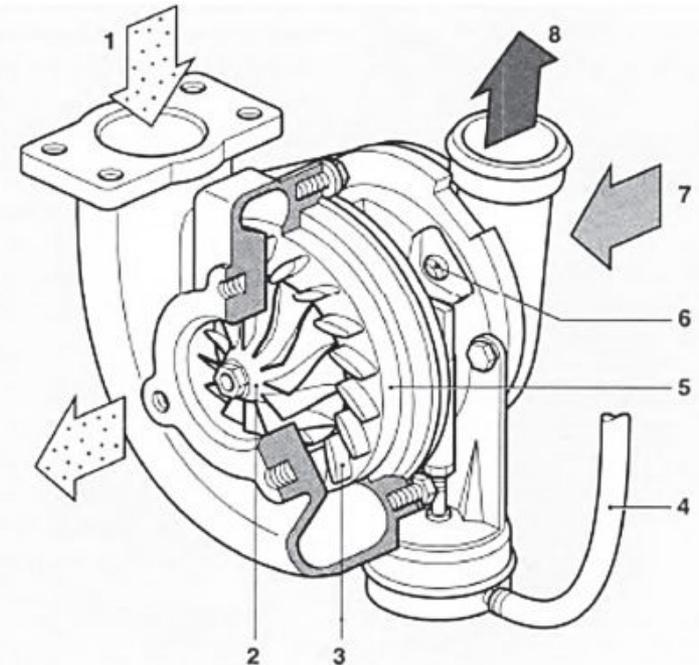
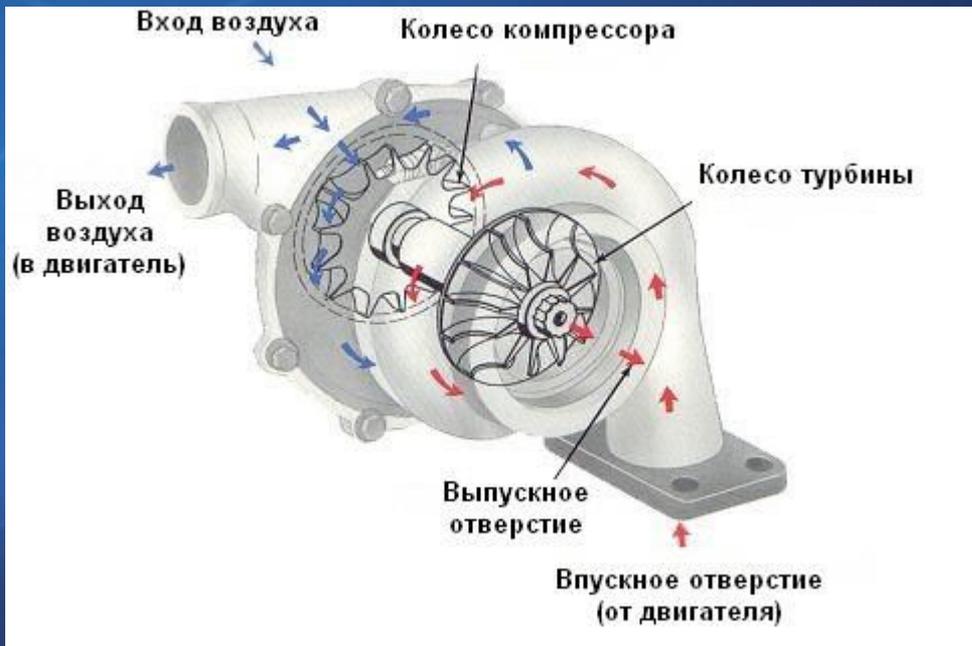


Рис. 1.19. Турбокомпрессор с регулируемой геометрией турбины
1 – канал подачи ОГ, 2 – крыльчатка турбины, 3 – подвижная лопатка соплового аппарата, 4 – патрубок подачи разряжения, 5 – кольцо регулирования подвижных лопаток соплового аппарата, 6 – подвод смазки, 7 – подача воздуха, 8 – подача сжатого воздуха к двигателю

Горячие ОГ поступают на турбину и раскручивают вал до высокой частоты вращения, которая у дизелей достигает $200\,000\text{ мин}^{-1}$. Направленные лопатками турбинного колеса ОГ двигаются к оси турбины, откуда затем выходят через канал 8 во выпускной тракт (радиальная турбина). Вал приводит во вращение радиальный компрессор. Здесь противоположная картина: поток 3 подаваемого воздуха входит по оси компрессора, ускоряется лопатками при движении наружу и при этом превращается в поток 4 сжатого воздуха.

Для двигателей большого рабочего объема применяются также аксиальные турбины, где ОГ подаются на аксиальное колесо. Такие турбины имеют более высокую эффективность и в производстве обходятся дешевле, чем радиальные. Для двигателей легковых и грузовых автомобилей компоновочно лучше подходит радиальная турбина.

Сопrotивление движению ОГ, возникающее перед турбиной, увеличивает работу выталкивания, производимую двигателем на такте выпуска. Несмотря на это, КПД дизеля в диапазоне частичных нагрузок повышается.

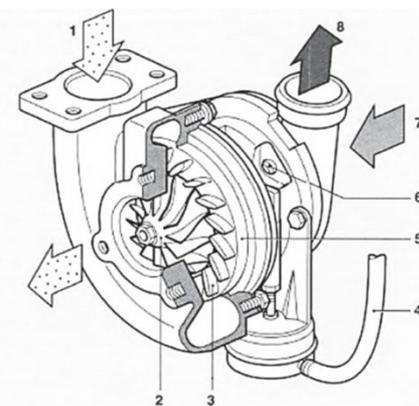


Рис. 1.19. Турбокомпрессор с регулируемой геометрией турбины
1 – канал подачи ОГ, 2 – крыльчатка турбины, 3 – подвижная лопатка соплового аппарата, 4 – патрубок подачи разрежения, 5 – кольцо регулирования подвижных лопаток соплового аппарата, 6 – подвод смазки, 7 – подача воздуха, 8 – подача сжатого воздуха к двигателю

На стационарном режиме с постоянной частотой вращения коленчатого вала поле характеристик турбины и компрессора можно согласовать одновременно на высокий КПД и высокое давление наддува. Гораздо труднее определить параметры для нестационарных условий работы двигателя, от которого ожидают высокого крутящего момента, в частности при ускорении. В начале ускорения низкая температура ОГ и незначительное их количество, а также необходимость ускорения массы подвижных частей турбонагнетателя замедляют увеличение давления в компрессоре. Это явление у двигателей легковых автомобилей с турбо- наддувом называется «провал».

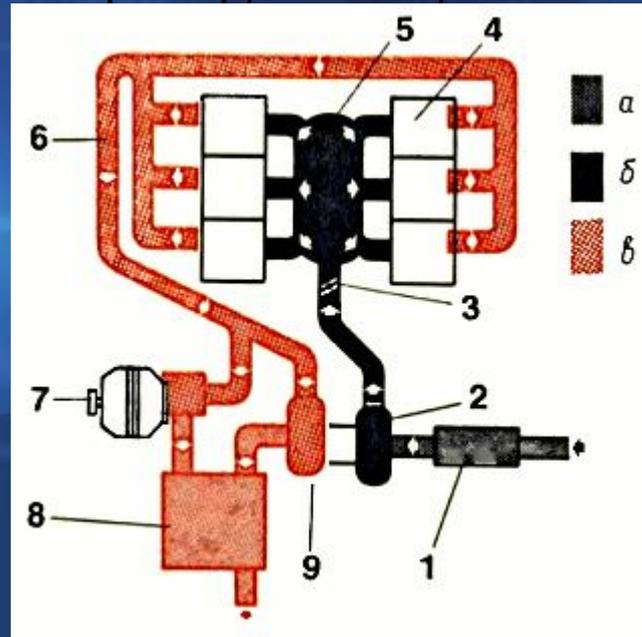
Для обеспечения наддува для легковых и грузовых автомобилей созданы нагнетатели, которые из-за незначительной собственной массы подвижных деталей реагируют на изменение давления уже при небольшом усилении интенсивности потока ОГ. Используя подобные агрегаты, можно значительно улучшить характеристики работы дизеля, что особенно важно в нижней области



Слева: турбокомпрессор,
справа: турбонаддув

При наддуве с постоянным давлением резервуар перед турбиной сглаживает пульсации давления в выпускном тракте. В следствии этого, турбина может пропускать при меньшем среднем давлении больше ОГ в области высоких нагрузок двигателя. Так как противодействие ОГ в этой рабочей точке становится меньше, расход топлива тоже сокращается. Наддув с постоянным давлением применяют для больших судовых двигателей, дизель – генераторов и стационарных установок.

Кинетическая энергия пульсаций давления при выходе ОГ из цилиндра используется при импульсном наддуве, который обеспечивает более высокий крутящий момент на более низких частотах вращения коленчатого вала. Этот принцип применяется на дизелях легковых и грузовых автомобилей. Чтобы отдельные цилиндры при газообмене не влияли на работу друг друга, у шестицилиндровых двигателей, например, выпускные магистрали объединяются по три на коллектор.



Преимущества и недостатки

турбокомпрессоров

Преимущества:

Турбокомпрессор, применяемый в двигателе, вызывает:

- увеличение КПД двигателя, за счет использования энергии выхлопных газов,
- недорогостоящий ремонт турбин
- рост мощности, двигатель определенной мощности имеет меньшие размеры и массу,
- лучшую характеристику двигателя (низкие обороты максимального крутящего момента),
- лучше промывать цилиндр от выхлопных газов,
- не ощущается падение мощности по мере снижения атмосферного давления

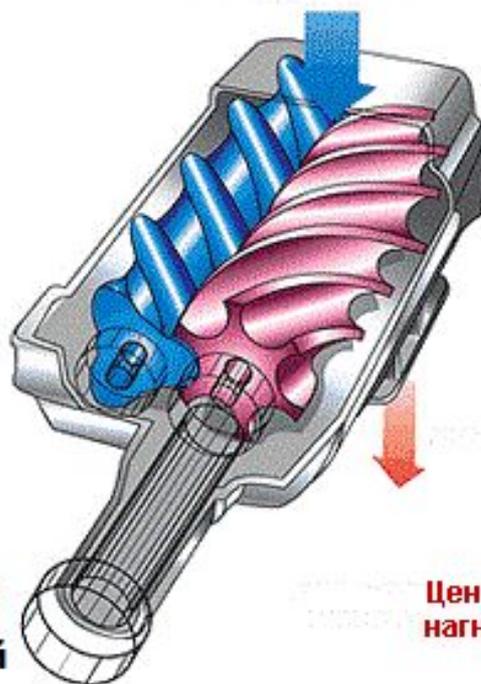
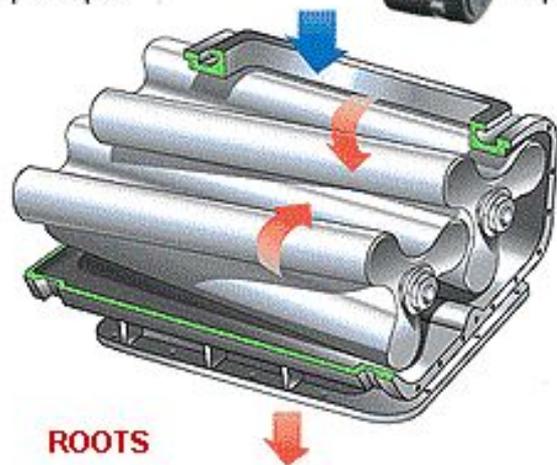
Недостатки:

- во время сжатия происходит неблагоприятное повышение температуры рабочего вещества (для того, чтобы этому противодействовать, применяют радиатор в системе наддува),
- во время работы в высокочастотных нагрузках, расход турбокомпрессора не всегда подобран оптимально для нагрузки (из-за этого применяются системы регулируемых лопастей компрессора, клапаны разгрузочные, системы битурбо),
- большая сложность двигателя, больше места требует двигатель,
- износ компонентов двигателя,
- в старых конструкциях возникает явление турбо лаг и необходима реставрация турбин.

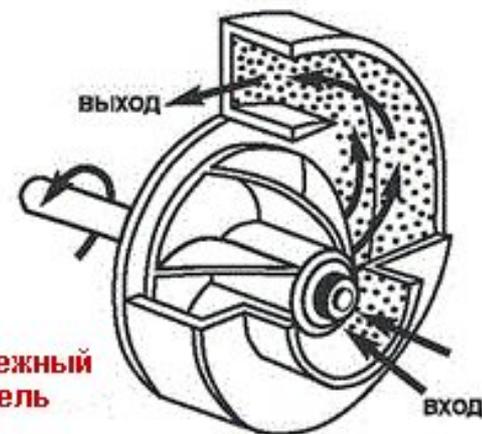


Механические нагнетатели

Механический привод наддува



Центробежный
нагнетатель



Форсунки впрыска топлива в цилиндр

ДВС

Корпус форсунки вместе с распылителем составляет форсунку. В головку блока над каждым цилиндром устанавливается по одной форсунке (рис. 1.30). Форсунки существенно влияют на мощность двигателя, параметры ОГ и уровень шума. Для оптимального выполнения своих функций форсунки должны быть максимально адаптированы к заданной марки дизеля.

Распылитель 4 в корпусе форсунки впрыскивает топливо в камеру 6 сгорания. Корпус форсунки в сборе содержит следующие важные элементы:

1) нажимная пружина 9 опирается на иглу распылителя и закрывает, таким образом, форсунку;

2) гайка 8 распылителя держит и центрирует распылитель;

3) фильтр 11 задерживает нерастворимые примеси;

4) сверления для подачи и отвода топлива через канал 10 давления соединяются с топливными магистралями.

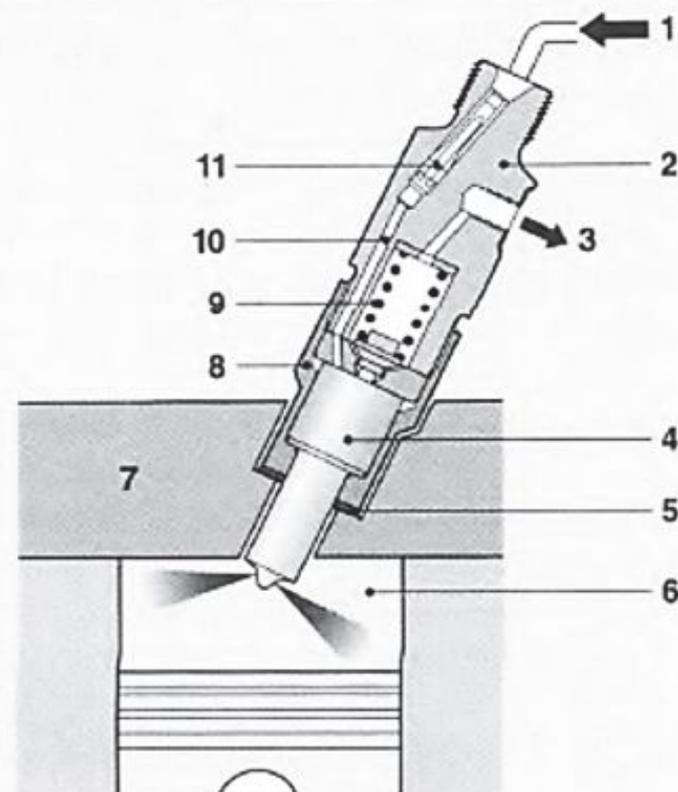


Рис. 1.30. Схема установки форсунки

Наряду с этим корпус форсунки, в зависимости от исполнения может комплектоваться уплотнениями и регулировочными шайбами. Стандартизированные размеры позволяют иметь необходимую гибкость в комплектации различных систем впрыска с минимумом вариантов отдельных частей.

Устройство корпуса форсунки принципиально одинаково для двигателей с непосредственным впрыском топлива и с разделенными камерами сгорания. Так как сегодня разрабатываются почти исключительно двигатели с непосредственным впрыском топлива, рассмотрим корпуса форсунок для таких дизелей. Однако описания годны также для дизелей с разделенными камерами сгорания, в корпусах форсунок которых вместо бесштифтовых распылителей используются штифтовые.

Корпуса форсунок могут сочетаться с различными распылителями. В зависимости и от требований к процессу впрыскивания имеются:

1) стандартный корпус форсунки (корпус с одной пружиной форсунки);



2) корпус форсунки (кроме

