

Конструкция агрегатов наддува

Газотурбокомпрессоры

Наддув двигателей заключается в увеличении массы заряда воздуха в цилиндрах путем его предварительного сжатия и охлаждения. Увеличение массы заряда в свою очередь позволяет увеличить количество сжигаемого в цилиндрах топлива и тем самым получить большее количество энергии, которая может быть преобразована в работу (мощность) двигателя. Сжатие воздуха осуществляется в центробежном компрессоре, как правило, приводимом турбиной, использующей энергию выпускных газов двигателя. Подобный способ наддува получил наименование *газотурбинного* (рис. 5.1).

Воздух из атмосферы через фильтр-глушитель 1 поступает в одноступенчатый компрессор 2, где в

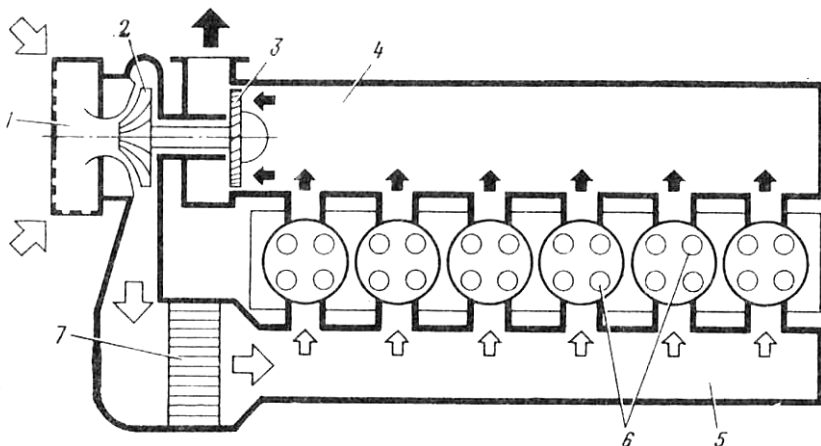


Рис. 5.1. Система газотурбинного наддува дизеля

зависимости от заданной степени наддува сжимается до давления в 0,15—0,38 МПа, охлаждается в охладителе 7 и поступает в ресивер 5 и через впускные клапаны 6 — в цилиндры двигателя. Отработавшие в цилиндрах газы собираются в выпускном коллекторе 4, откуда поступают в одноступенчатую газовую турбину 3, где, расширяясь, совершают работу, необходимую для привода колеса компрессора 2.

Турбину и компрессор объединяют в один агрегат, называемый *газотурбокомпрессором* (ГТК). В зависимости от того, как организован подвод газа к турбинам, они могут работать либо при постоянном давлении газа перед ними (*турбины постоянного давления*), либо при переменном (*турбины импульсного типа*). Средняя температура газов перед турбиной 400—550°С, в высокофорсированных двигателях может достигать 600—700 °С.

Остов ГТК делится на три части (рис, 5,2): компрессорную 4, газовпускную 14 и газовыпускную 9, соединяемые между собой фланцами. Последние две части охлаждаются водой, корпус компрессора отделяется от горячей газовой турбины теплоизолирующей стенкой 10 и не охлаждается. Корпуса последних модификаций турбокомпрессоров фирмы «Броун-Бовери» не охлаждаются, вследствие чего исключается коррозия корпусов в эксплуатации и достигаются более высокие температуры газов за турбиной, что способствует более полному использованию их энергии в утилизационном котле. К корпусу 13

крепят сопловой аппарат, состоящий из сегментов с профилированными лопатками.

Ротор *11* представляет собой вал большого диаметра, на который посажены рабочие колеса *12* турбины и *8* — компрессора. Всасывающая камера компрессора снабжена фильтром *2* и имеет звукоизоляционное покрытие.

Для обеспечения безударного поступления воздуха на рабочее колесо компрессора устанавливают направляющий вращающийся аппарат *5*. За рабочим колесом *8* в корпусе *4* установлен диффузор *7*, служащий для преобразования кинетической энергии воздуха в работу сжатия, вследствие чего скорость потока падает, а давление повышается. По выходе из диффузора воздух поступает в спиральные сборные улитки *6*, в которых происходят дальнейшее уменьшение скорости и некоторое повышение давления воздуха.

Газ из выпускного коллектора дизеля поступает в газоподводящие каналы корпуса *13*, затем проходит через сопловые каналы *a* турбины, где происходит частичное расширение газа и превращение его потенциальной энергии в кинетическую. По выходе из сопел газ поступает в каналы между рабочими лопатками колеса *12* турбины. На рабочих лопатках кинетическая энергия газа преобразуется в работу, приводя во вращение вал турбины.

Ротор отковывают заодно с диском ГТК (Брун-Бовери, Зульцер и др.) или выполняют из двух половин с напрессованными и приваренными к полувалам дисками, диск может быть прикреплен

к полувалам болтами (ГТК дизелей Бурмейстер и Вайн). Полувалы ротора отковывают из обычной углеродистой стали, а диск — из жаропрочной.

Рабочие лопатки изготавливают из жаропрочной стали или из сплава на никелевой основе с большим содержанием хрома и добавкой кобальта и молибдена. Лопатки приваривают

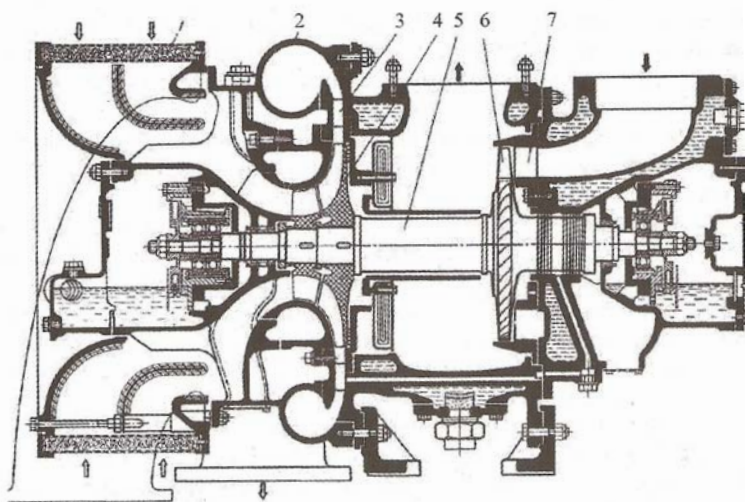


Рис. 5.1. Газотурбокомпрессор фирмы «Браун-Бовери»:

к диску или крепят в пазах специальной формы или способом «елочный замок».

Колесо нагнетателя насаживают на вал и крепят шпонкой или шлицевым соединением. Обычно колеса выполняют полузакрытыми с радиальными лопатками, загнутые передние кромки которых служат направляющим аппаратом, обеспечивая безударный вход воздуха на них. Некоторые ГТК имеют направляющий аппарат, образованный решеткой неподвижных лопаток, направляющих воздух в сторону вращения колеса.

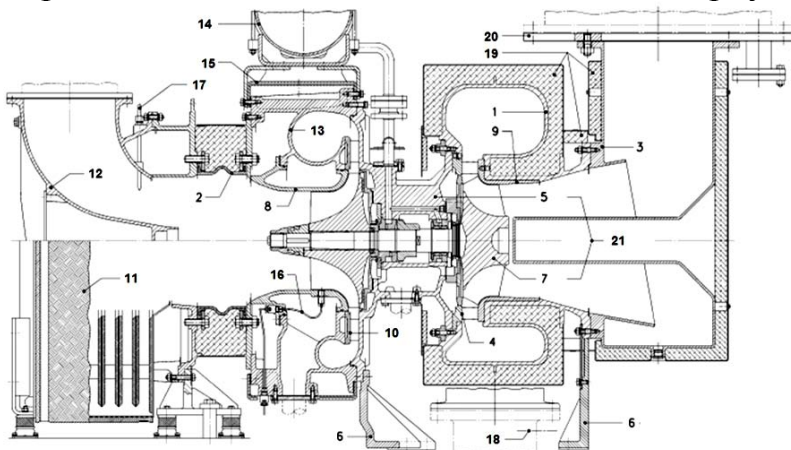
Подшипники ротора бывают двух типов: подшипники качения (шариковые или роликовые) — со стороны нагнетателя устанавливают опорно-упорный шариковый одно - или двухрядный подшипник 3; опорный подшипник со стороны турбины 15 должен допускать осевое смещение вала от температурного расширения, поэтому здесь чаще ставят роликовый или одно-рядный шариковый подшипник; чтобы избежать повреждения подшипников от вибрации, их устанавливают на упругую опору;

подшипник скольжения (в ГТК большой подачи) состоит из бронзовой втулки, залитой баббитом толщиной 0,3 - 0,5 мм; на опорные части вала напрессовывают съемные цементированные и отшлифованные втулки; моторесурс таких подшипников 20—30 тыс. ч; масло на смазывание подшипников подается навешенными на ротор насосами 1.

Лабиринтные уплотнения служат для отделения газовой полости от воздушной и от опорного подшипника. Лабиринты образованы завальцованными в выточки ротора тонкими (0,1—0,2 мм) латунными кольцами-гребешками. В камеру *a* укупорки между гребешками по каналу *b* подводится сжатый воздух (от компрессора), давление которого больше давления газа.

Маслоуплотнительное устройство (служит для предотвращения попадания масла в газовую и воздушную части ГТК) выполняют в виде маслосгонной резьбы, направленной в сторону, противоположную вращению ротора, или в виде маслосбрасывающих дисков, установленных на

валу, и неподвижных сварных колец, закрепленных в корпусе.



Газотурбокомпрессор фирмы МАН В&W NR34/S

1- корпус газовой части, 2-соединительная часть глушителя, 3-выпуск газов, 4-сопловое кольцо, 5-корпус подшипников, 6-лапы крепления, 7-ротор, 8-вставка проточной части компрессора, 9-вставка проточной части турбины, 10-диффузор 11-глушитель, 12-впуск воздуха, 13-корпус компрессора, 14-пневмоаккумулятор смазочного масла, 15-пакетная защита, 16-датчик измерения скорости, 17-устройство для чистки турбины, 18-устройство для чистки компрессора, 19-изоляция, 20-промежуточный фланец, 21-картридж

Дополнительные устройства

Подпоршневые насосы, в качестве дополнительных наддувочных агрегатов применяют в мощных крейцкопфных двухтактных двигателях выпуска до 1980 г. Конструкция

крейцкопфного двигателя (цилиндр отделен от картера диафрагмой) дает возможность использовать подпоршневое пространство в качестве подпоршневых насосов.

Подпоршневые насосы могут работать параллельно или последовательно с ГТК, нагнетать воздух в общий ресивер второй ступени сжатия (двигатели МАН) или в специальное буферное пространство, отдельное для каждого цилиндра (двигатели Зульцер типов RD и RND).

Воздухоохладитель служит для охлаждения воздуха после сжатия его в компрессоре; при этом увеличивается массовый заряд воздуха, поступающего в цилиндр, и снижается тепловая напряженность деталей ЦПГ.

Применяют также воздушные охладители, в которых охлаждающие элементы набраны из круглых либо плоских трубок, развальцованных в трубных досках. В целях повышения теплоотдачи со стороны воздуха наружную поверхность трубок обычно оребряют. В качестве охлаждающей среды в судовых дизелях используют забортную воду, пропускаемую внутри трубок. Воздух движется снаружи трубок в поперечном направлении.

Состояние воздухоохладителя контролируют по показаниям установленных на нем термометров или термопар. Теплообмен ухудшается обычно вследствие загрязнения поверхностей трубок со стороны как воды (накипь, ил), так и воздуха (масло). Коэффициент теплообменной способности воздухоохладителя

$$T = \frac{T_k - T_s}{T_{\text{В Вых}} - T_{\text{В Вх}}}$$

где T_k , $T_{\text{в вх}}$ — температуры воздуха и воды на входе; T_s , $T_{\text{в вых}}$ — то же на выходе.

Загрязнение воздушной стороны сопровождается увеличением сопротивления движению воздуха, характеризуемого перепадом давлений $\Delta p = p_k - p_s$. Последнее для чистого охладителя обычно не превышает 0,002—0,003 МПа.

Ресивер служит для подвода воздуха от нагнетателя к цилиндру, его конструкция зависит от системы наддува. Объем ресивера должен быть достаточно большим (до $40V_s$), чтобы исключить колебания давления воздуха, особенно при работе поршневых продувочных насосов. Ресиверы изготавливают сварными из листовой стали круглого или прямоугольного сечения, для уменьшения шума их покрывают звукоизоляционным материалом. Для очистки внутреннего пространства предусмотрены горловины, закрытые крышками. Внутри ресивера размещают воздухоохладитель.

При охлаждении воздуха ниже «точки росы» происходит конденсация паров воды, находящихся в воздухе. Конденсат с воздухом попадает в цилиндры, вызывая их коррозию. Для удаления конденсата устанавливают краны продувания. Масло попадает в ресивер со стенок цилиндров двигателя при работе подпоршневых насосов и приносится с воздухом. Большое скопление масла может вызвать пожар в подпоршневых полостях и

ресиверах, потому последние оборудуют дренажной системой для удаления масла.

Литература:

Страницы 150-156 из Возницкий И.В. А.С.Пунда. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 2 2008 г.и.

Страницы 108-114 из Возницкий И.В. А.С.Пунда. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 2 2010 г. и.

NR-Project Guide/ Turbocharger. MAN Diesel & Turbo