

6.3. Поршневая группа

Поршень. Давление газов во время рабочего хода воспринимает поршень и передает его через палец и шатун коленчатому валу. В цилиндре поршень движется неравномерно; в крайних положениях (в ВМТ и НМТ) его скорость равна нулю, а вблизи середины хода она достигает максимального значения. В результате этого возникают большие силы инерции, на величину которых влияют масса поршня и угловая скорость коленчатого вала. Кроме механических нагрузок, поршень подвергается действию высоких температур в период сгорания топлива и расширения образовавшихся газов. Он нагревается также вследствие трения его боковой поверхности о стенки цилиндра.

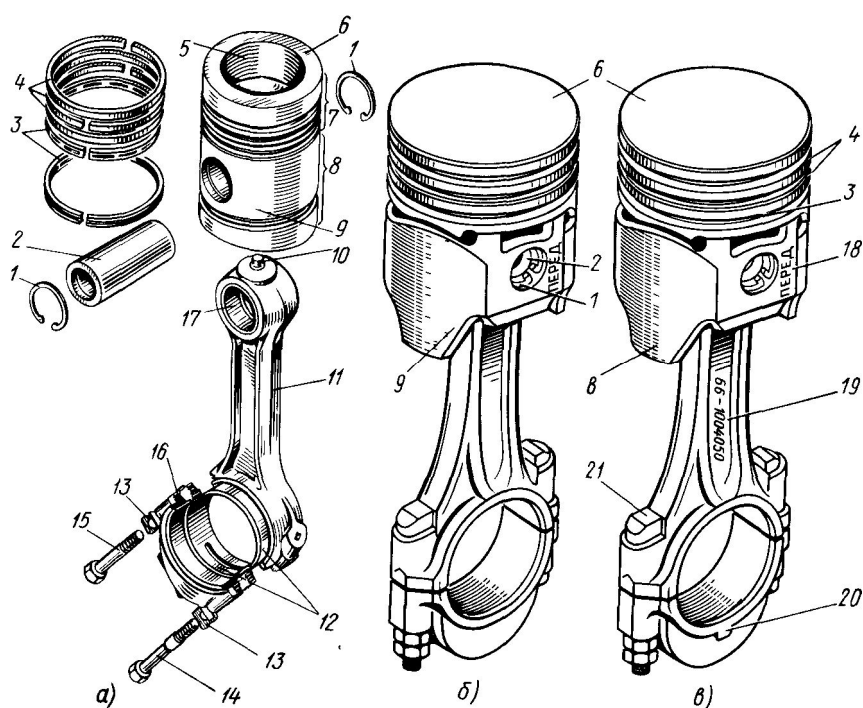


Рис. 29. Шатунно-поршневая группа

а — дизелей семейства ЯМЗ, *б* и *в* — двигателей автомобилей ГАЗ-53А и ГАЗ-53-12 (даны поршни в сборе с шатуном, устанавливаемые соответственно в первый второй третий и четвертый цилиндры правого блока и в пятый, шестой, седьмой и восьмой цилиндры левого блока), 1 — стопорное кольцо, 2 — поршневой палец, 3 — маслосъемные кольца, 4 — компрессионные кольца, 5 — камера сгорания в днище поршня, 6 — днище поршня, 7 — головка поршня, 8 — юбка, 9 — поршень, 10 — распылитель масла (форсунка), 11 — шатун, 12 — вкладыши, 13 — замковая шайба, 14 — длинный болт, 15 — короткий болт, 16 — крышка шатуна, 17 — втулка в головке шатуна, 18 — надпись на поршне, 19 — номер на шатуне, 20 — метка на крышке шатуна, 21 — шатунный болт

В автомобильных двигателях чаще устанавливают поршни, изготовленные из алюминиевого сплава, так как они достаточно прочные, легкие, имеют высокую теплопроводность и хорошие антифрикционные свойства. Для повышения прочности,

надежности и обеспечения постоянства размеров и формы поршни из алюминиевого сплава подвергают термической обработке — старению.

Поршень состоит из трех основных частей (рис. 29,а): днища 6, головки 7 и юбки 8. На внешней поверхности головки поршня и юбке проточены канавки для установки компрессионных колец 4 и маслосъемных колец 3. Верхнюю часть поршня называют *уплотнительным поясом*, так как размещенные здесь поршневые кольца предотвращают прорыв газов через зазоры между поршнем и цилиндром. Число колец, устанавливаемых на поршне, зависит от типа двигателя и частоты вращения коленчатого вала. По окружности канавок, в которых размещены маслосъемные кольца, просверлены сквозные отверстия для отвода масла в картер двигателя. Юбка 8 является направляющей частью поршня при движении его в цилиндре и передает боковую силу от шатуна стенкам цилиндра. На внутренней стороне юбки имеются два массивных прилива, называемых бобышками. Они соединены ребрами с днищем, увеличивая прочность поршня. При этом улучшается отвод теплоты к поршневым кольцам, в цилиндр и охлаждающую жидкость. В бобышках сделаны отверстия для установки пальца 2 и проточены кольцевые канавки для стопорных колец 1. В карбюраторных двигателях применяют поршни с плоским днищем, получившие широкое распространение вследствие простоты изготовления и меньшего нагрева при работе. Форма днища, как правило, зависит от типа камеры сгорания.

Для увеличения прочности и улучшения отвода теплоты днище поршня дизеля изготавливают большой толщины и усиливают ребрами с внутренней стороны. Стенки же юбки отливают большей толщины, чем в карбюраторных двигателях. Обычно поршни дизелей имеют фигурные днища 6. Это улучшает процесс смесеобразования и позволяет придать камере сгорания 5 необходимую форму.

При нагреве поршень расширяется больше, чем цилиндр, охлаждаемый жидкостью, поэтому возникает опасность заклинивания поршня. Чтобы избежать этого и обеспечить нормальную работу двигателя, диаметр поршня должен быть меньше диаметра цилиндра, т.е. между поршнем и цилиндром необходим диаметральный зазор. Применяют поршни, у которых диаметр юбки больше диаметра головки, т. е. поршень имеет форму усеченного конуса. Для повышения упругости (устранения опасности заклинивания) юбку делают разрезной, придают ей овальную форму (большая ось овала должна быть перпендикулярна оси поршневого пальца) и т. д.

Поршни, показанные на рис. 29, *б* и *в*, имеют разрезную юбку овального сечения (двигатели автомобилей ГАЗ-3102 «Волга», ГАЗ-53-12, ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-53А и др.). Во время работы двигателя поршень нагревается и юбка несколько деформируется в направлении оси поршневого пальца. Форма юбки приближается к цилиндрической, и зазор между поршнем и цилиндром становится минимальным. Вырезы на юбке уменьшают массу поршня. Поршни двигателя автомобиля ЗИЛ-130 имеют поперечные прорезы под головкой, а на юбке поршня выполнен Т-образный разрез для компенсации расширения при нагреве. Иногда применяют поршни с усиленной юбкой — без вертикального разреза.

Если на юбках поршней имеются разрезы, то их устанавливают в двигателе так, чтобы боковое давление при рабочем ходе воспринимала та часть поршня, где нет разреза. При переходе поршня через ВМТ он перемещается от одной стенки цилиндра к другой, что сопровождается стуками. Для устранения этих стуков ось отверстия под палец смещают в сторону (на 1,5 — 2 мм) максимального бокового давления. Для улучшения приработки поршней к цилиндрам и устранения возможных задиров поршни покрывают тонким слоем олова. Юбки поршней дизелей семейства ЯМЗ и КамАЗ-740 не имеют разреза, но они также выполнены в виде конуса овального сечения. Диаметр поршней дизелей ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238 составляет 130 мм, двигателя КамАЗ-740 равен 120 мм, двигателя автомобиля ЗИЛ-130 равен 100 мм и двигателя автомобиля ГАЗ-53-12 составляет 92 мм.

Для правильной установки поршней в цилиндры и точного соединения с шатунами на поршнях и шатунах есть соответствующие метки (рис. 29, *б* и *в*). Перед установкой в двигатель поршни подбирают по размеру и массе. Отклонения массы должны быть минимальными, чтобы не нарушилась уравновешенность двигателя.

Поршневые кольца. Надеваемые на поршень поршневые кольца создают плотное, подвижное соединение между поршнем и цилиндром. Кольца бывают компрессионные и маслосъемные. Первые обеспечивают необходимую компрессию (сжатие) благодаря уменьшению количества газов, прорывающихся из камеры сгорания в картер, и отводят теплоту от головки поршня к стенкам цилиндра. Вторые — препятствуют проникновению масла из картера в камеру сгорания.

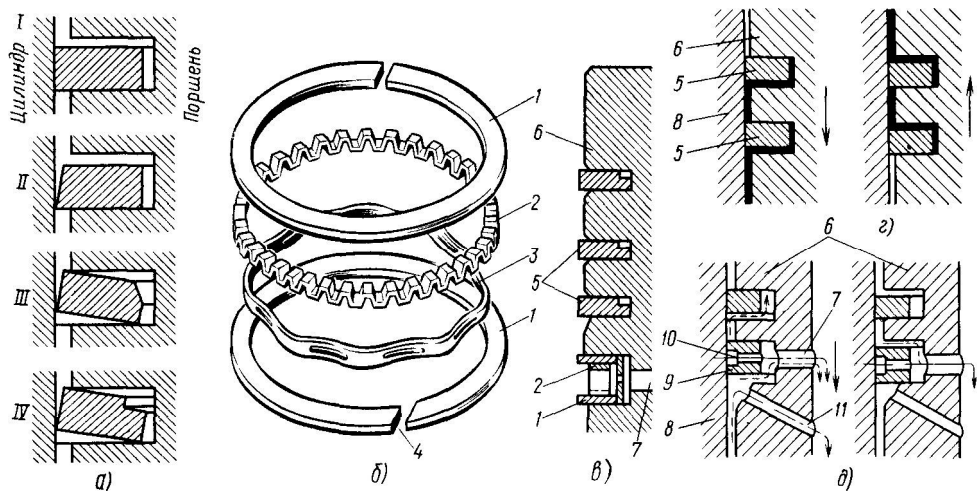


Рис. 30 Поршневые кольца:

а — формы поперечных сечений компрессионных колец и их положения в рабочем состоянии; *б* — составное маслосъемное кольцо; *в* — головка поршня двигателя автомобиля ЗИЛ-130 с поршневыми кольцами; *г* — схема насосного действия компрессионных колец; *д* — схема работы маслосъемных колец; /—кольцо прямоугольного сечения, //—кольцо с конической наружной поверхностью, ///—кольцо с фаской на внутренней стороне, /V—кольцо с выточкой на внутренней стороне; 1 — дискообразное кольцо, 2 — осевой расширитель, 3 — радиальный расширитель; 4 — замок кольца; 5 — компрессионные кольца; 6 — поршень, 7 — отверстие в канавке маслосъемного кольца; 8 — цилиндр; 9 — маслосъемное кольцо, 10 — прорезь в кольце; 11 — отверстие в поршне; сплошными стрелками показано направление движения поршня, штриховыми — масла

Кольца изготавливают из специального легированного чугуна или стали. Разрез кольца, называемый замком, может быть прямым, косым или ступенчатым. Получили распространение кольца с прямым замком как наиболее простые в изготовлении. В свободном состоянии диаметр поршневого кольца больше внутреннего диаметра цилиндра. Поэтому кольцо, вставленное в канавку поршня и введенное в сжатом состоянии в цилиндр, разжимаясь, плотно прилегает к внутренней поверхности цилиндра. Зазор в замке кольца позволяет ему расширяться при нагреве. Различные формы поперечного сечения компрессионных колец приведены на рис. 30, *а*. Кольцо с конической наружной поверхностью (схема *II*) соприкасается с цилиндром не всей боковой поверхностью, а лишь небольшой кромкой и оказывает на стенки цилиндра значительное давление. Такое кольцо скорее прирабатывается к цилиндру, лучше уплотняет соединение поршень — цилиндр. Особенностью колец с фаской (схема *III*) или выточкой (схема *IV*) является то обстоятельство, что надетые на поршень и введенные в цилиндр они скручиваются к центру. Такие кольца прилегают к зеркалу цилиндра острой кромкой и работают так же, как и конические, но обеспечивают большую герметичность подвижного соединения в результате лучшего контакта с торцовыми поверхностями поршневой канавки. Поршневые кольца с фасками и

выточками ставят на поршень так чтобы фаски или выточки были направлены вверх, в сторону головки блока.

Первое компрессионное кольцо работает в условиях высокой температуры, больших давлений и изнашивается быстрее других. Для повышения износостойкости первого компрессионного кольца его наружную цилиндрическую поверхность подвергают пористому хромированию. Собирающееся в порах хрома масло несколько улучшает условия работы кольца. В настоящее время переходят от хромирования колец к напылению их наружной поверхности молибденом. При хромировании первого кольца увеличивается долговечность остальных поршневых колец, которые покрывают слоем олова для лучшей приработки их к цилиндрам. В двигателе автомобиля ЗИЛ-130 два верхних компрессионных кольца хромированы. Первое компрессионное кольцо дизеля КамАЗ-740, работающее в тяжелых температурных условиях, хромировано и установлено в чугунное кольцо, залитое в поршень из алюминиевого сплава, а второе покрыто слоем молибдена. Маслосъемное кольцо имеет витой пружинный расширитель.

Проникновение масла в камеру сгорания очень нежелательно, так как приводит к интенсивному нагарообразованию и ухудшению работы двигателя. Масло в камеру сгорания может попадать в результате разности давлений в картере и цилиндре при такте впуска и вследствие насосного действия поршневых колец. При движении поршня *б* (рис. 30, *з*) вниз кольца прижимаются к верхним кромкам канавок, и масло заполняет зазор между нижними торцами колец и канавками. Когда поршень движется вверх, кольца прижимаются к нижним кромкам канавок и масло выдавливается вверх.

Маслосъемные кольца (обычно не более двух) устанавливают на поршне ниже компрессионных колец. По конструкции они отличаются от компрессионных колец тем, что на их наружной поверхности имеются кольцевые канавки и сквозные прорезы или отверстия для прохода масла. На поршнях применяют и составные (рис 30. *б*) маслосъемные кольца (двигатели автомобилей ГАЗ-3102 «Волга», ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-53-12, ГАЗ-53А, ЗИЛ-130 и др.). Такое кольцо состоит из двух плоских стальных дискообразных колец *1* и двух расширителей — осевого *2*, разжимающего кольца, и радиального *3*, прижимающего дискообразные кольца к зеркалу цилиндра. Составное кольцо оказывает большое давление на стенки цилиндра и лучше очищает его от излишков масла. Устанавливая на поршень поршневые кольца, необходимо следить за

тем, чтобы замки соседних колец были смещены на некоторый угол ($90—180^\circ$) один относительно другого, а не расположены на одной прямой.

Поршневые пальцы. Поршень с верхней головкой шатуна соединяет поршневой палец. Он должен быть прочным, легким и износостойким, так как во время работы подвергается трению и большим механическим нагрузкам, переменным по величине и направлению. Пальцы изготовляют из углеродистой и малоуглеродистой стали в виде пустотелых трубок. Для повышения надежности и износостойкости наружную поверхность пальца цементируют или закаливают, а затем тщательно шлифуют и полируют. Пальцы из углеродистой стали, закаливают на глубину 1 — 1,5 мм, а изготовленные из малоуглеродистой стали подвергают цементации на глубину 1 — 1,4 мм. После цементации пальцы закаливают и отпускают до определенной твердости. После такой термообработки наружная поверхность пальца твердая, а сердцевина вязкая. В бобышках поршня палец укреплен стопорными кольцами, удерживающими его от осевого смещения. Такой палец называют плавающим, так как он при работе двигателя может поворачиваться в верхней головке шатуна и бобышках поршня. Плавающие поршневые пальцы 2 (см. рис. 29) равномернее изнашиваются и поэтому долговечнее.

У работающего двигателя поршень из алюминиевого сплава расширяется больше, чем стальной палец, поэтому возможен его стук в бобышках поршня. Для устранения этого явления поршень перед сборкой с шатуном нагревают до $70-80^\circ\text{C}$, а затем в поршень и шатун вставляют палец. Когда поршень остынет, палец в бобышках окажется закрепленным неподвижно, а верхняя головка шатуна будет иметь угловое смещение относительно неподвижного пальца. При работе двигателя поршень нагревается, и палец получает возможность поворачиваться вокруг своей оси. Применяют пальцы, запрессованные в верхние головки шатунов (двигатели автомобилей «Жигули»). Такие пальцы могут поворачиваться только в бобышках поршня.