

6.5. Коленчатый вал и маховик

Коленчатый вал испытывает большие нагрузки и подвергается скручиванию, изгибу и механическому изнашиванию. Крутящий момент, развиваемый на коленчатом валу, передается на трансмиссию автомобиля, а также используется для привода в действие различных механизмов двигателя.

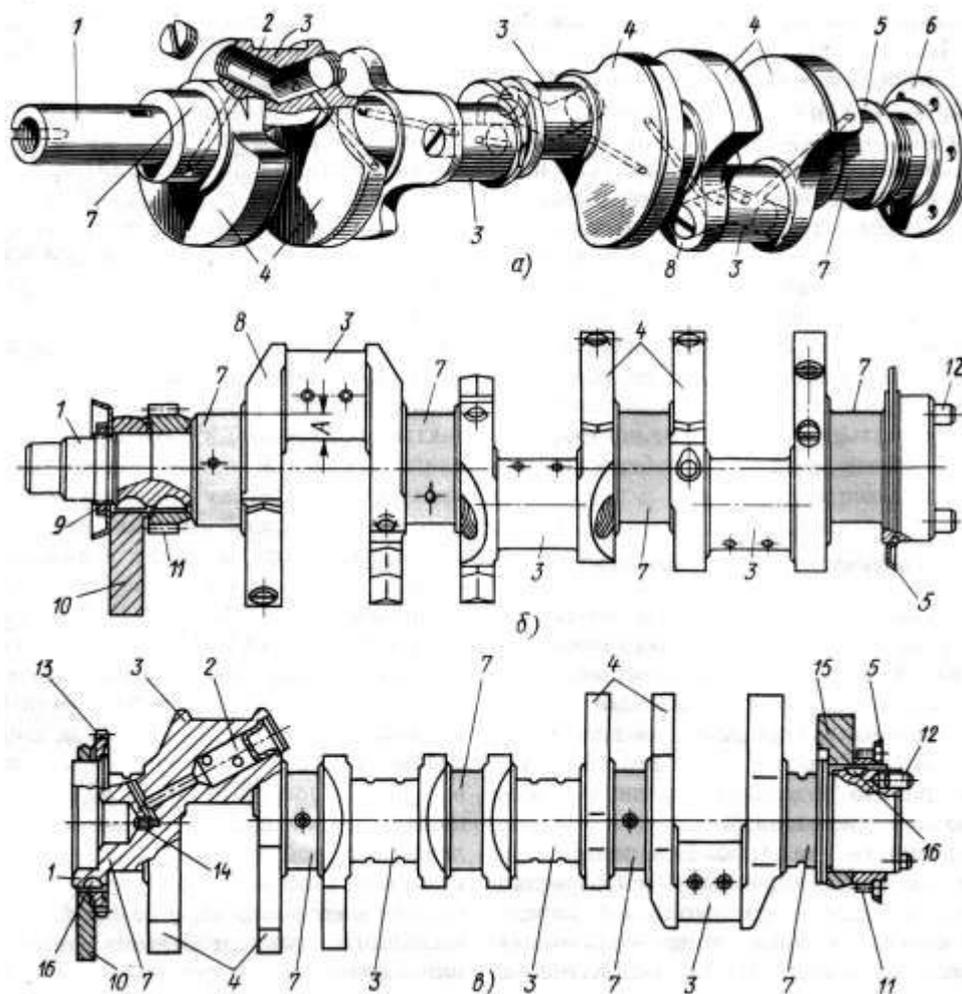


Рис 32 Коленчатые валы

а — двигателя автомобиля ЗИЛ-130, *б* — дизеля ЯМЗ-236, *в* -дизеля КамАЗ-740, 1-передний конец вала, 2 — грязеуловительная полость, 3 — шатунная шейка, 4 — противовесы, 5 — маслоотражатель, 6 — фланец для крепления маховика, 7 — коренная шейка, 8 — щека, 9 — гайка, 10 и 15 — съемные противовесы, 11— распределительное зубчатое колесо; 12— установочный штифт, 13 — зубчатое колесо привода масляного насоса, 14 — винт, 16 — шпонка, *А* — величина перекрытия шеек

Коленчатый вал (рис. 32, *а*) имеет следующие части: коренные 7 и шатунные 3 шейки, щеки 8, противовесы 4, передний конец 1 и задний конец (хвостовик) с маслоотражателем 5, маслосгонной резьбой и фланцем 6 для крепления маховика. Шатунные шейки служат для соединения коленчатого вала с шатунами. Коренные шейки

вала входят в подшипники, установленные в блоке цилиндров. Щеки соединяют коренные и шатунные шейки вала, образуя колена или кривошипы. Противовесы, расположенные на коленчатом валу, воспринимают центробежные силы инерции и создаваемые ими моменты.

Форма коленчатого вала зависит от числа и расположения цилиндров, порядка работы и тактности двигателя. На большинстве автомобильных двигателей применяют полноопорные коленчатые валы, т. е. каждая шатунная шейка расположена между двумя коренными. Таким образом, полноопорный вал имеет коренных шеек на одну больше, чем шатунных. Коленчатый вал двигателя автомобиля ГАЗ-52-04 имеет шесть шатунных шеек и четыре коренных, т. е. неполноопорный. Коленчатый вал изготавливают горячей штамповкой из легированной стали (двигатели автомобилей ЗИЛ-130, МАЗ-5335, КамАЗ-5320 и др.) или отливают из высокопрочного чугуна (двигатели автомобилей ГАЗ-3102 «Волга», ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-53-12, ГАЗ-53А, «Жигули» и др.) вместе с противовесами или без них. Шатунные шейки коленчатого вала располагают так, чтобы одноименные такты (например, такты расширения) в разных цилиндрах двигателя происходили через равные промежутки (по углу поворота коленчатого вала), а силы инерции, возникающие в цилиндрах, взаимно уравнивались. Коленчатые валы двигателей автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130 и КамАЗ-5320 выполнены по крестообразной схеме (если смотреть с торца вала). Первая и четвертая шатунные шейки коленчатого вала направлены в разные стороны и лежат в одной плоскости. Вторая и третья шейки направлены в разные стороны, лежат в одной плоскости, но перпендикулярной к первой. Если расположение колен коленчатого вала не обеспечивает взаимного уравнивания сил инерции и создаваемых ими моментов, то на таких коленчатых валах устанавливают противовесы или оборудуют двигатели специальными уравнивающими механизмами.

Для повышения износостойкости и долговечности шатунных и коренных шеек их закаливают с нагревом токами высокой частоты, после чего шлифуют и полируют. Переход от шеек к щекам, называемый галтелью, делают плавным, чтобы избежать концентрации напряжений и возможных поломок коленчатого вала. Для повышения жесткости и надежности коленчатых валов применяют перекрытие шеек, характеризуемое величиной A (рис. 32,б). Перекрытие шеек составляет 22 мм у

коленчатого вала двигателя автомобиля ЗИЛ-130, 25 мм — у коленчатых валов двигателей автомобилей ГАЗ-53-12 и МАЗ-5335, рис. 32.

Размеры шеек коленчатых валов следующие: в двигателе автомобилей ГАЗ-53-12, ГАЗ-53А диаметр шатунной шейки равен 60 мм, а коренной 70 мм; в двигателе автомобиля КамАЗ-5320 диаметр шатунной шейки 80 мм, а коренной 95 мм; в двигателе автомобиля ЗИЛ-130 диаметр шатунной шейки 65,5 мм, а коренной 74,5 мм и в двигателе ЯМЗ-236 диаметр шатунной шейки 88 мм, а коренной 110 мм.

Коленчатый вал дизеля ЯМЗ-236 (рис 32,б) имеет три шатунные шейки 3, расположенные под углом 120° , и четыре коренные шейки 7. На коленчатом валу установлено семь противовесов, а восьмой отлит в виде прилива вместе с маховиком. Установка на коленчатом валу, кроме основных противовесов, двух выносных улучшает уравнивание моментов сил инерции, возникающих при работе двигателя, так как чередование одноименных тактов при порядке работы 1—4—2—5—3—6 происходит неравномерно. Коленчатые валы дизелей ЯМЗ-236 и КамАЗ-740 не имеют фланцев для крепления маховиков. В шатунных шейках коленчатых валов большинства двигателей имеются грязеуловительные полости 2 (рис. 32, в) для дополнительной центробежной очистки масла.

В качестве коренных подшипников коленчатого вала применяют тонкостенные вкладыши. Их назначение — уменьшить трение между шейками коленчатого вала и соответствующими опорами и тем самым снизить скорость изнашивания трущихся поверхностей. Вкладыши изготавливают из сталеалюминиевой ленты. У коренных вкладышей толщина стенки мала (1,9 — 2,8 мм — для карбюраторных двигателей и 3 — 6 мм — для дизелей), поэтому после их установки на место форма внутреннего отверстия подшипника зависит только от точности растачивания гнезда. В карбюраторных двигателях не применяют коренные трехслойные (стальная лента, медно-никелевый подслои и слой антифрикционного сплава) вкладыши вследствие низкого предела выносливости антифрикционного слоя, а используют двухслойные вкладыши, хорошо работающие в двигателях с большой частотой вращения коленчатого вала и значительными нагрузками.

Широкое использование высокооловянистых сталеалюминиевых вкладышей вызвано тем, что они обладают повышенным сопротивлением усталости, хорошими противозадирными свойствами и коррозионной стойкостью, что увеличивает надежность

двигателя. Вкладыши коренных подшипников дизелей КамАЗ-740 — трехслойные, с рабочим слоем из свинцовистой бронзы. Вкладыши коренных подшипников дизелей ЯМЗ-236 и КамАЗ-740 — невзаимозаменяемые, а двигателей автомобилей ГАЗ-3102 «Волга» и ЗИЛ-130 соответственно взаимозаменяемы.

Вследствие работы сцепления и косозубых зубчатых колес механизма газораспределения возникают силы, стремящиеся сдвинуть коленчатый вал вдоль оси. Особенно большие силы возникают в момент выключения сцепления. Поэтому один из коренных подшипников коленчатого вала делают упорным, воспринимающим осевые нагрузки и удерживающим вал от смещения. В двигателях автомобилей ГАЗ и ЗИЛ упорным является первый коренной подшипник.

Коленчатый вал *б* (рис. 33, *а*) удерживается от осевого смещения двумя стальными неподвижными шайбами *8* и *11*, установленными с обеих сторон первого коренного подшипника. Переднюю шайбу *8* удерживают от вращения штифты *9* и *14*, один из которых запрессован в блок *10* цилиндров, а другой в крышку *13* коренного подшипника. Задняя шайба *11* имеет прямоугольный выступ, входящий в паз крышки. Плоскостью, залитой баббитом, шайба *11* обращена к шлифованному поясу щеки коленчатого вала, а шайба *8* к упорной стальной шайбе *15*, установленной на шпонке *16* между торцом передней коренной шейки коленчатого вала и распределительным зубчатым колесом *17*.

На переднем конце коленчатого вала кроме зубчатого колеса *17* расположены маслоотражатель *18*, ступица *4* шкива *3* привода водяного насоса, вентилятора и генератора. В торец коленчатого вала ввернут храповик *5*, служащий для пуска двигателя при помощи пусковой рукоятки и удерживающий от смещения детали, установленные на конце вала. Передний конец коленчатого вала уплотнен самоподжимным резиновым сальником *1*, расположенным в крышке *7* блока распределительных зубчатых колес, и маслоотражателем *18*. Масло не может попасть на сальник, так как он защищен специальным корпусом с отогнутыми краями. На ступицу шкива напрессован пылеотражатель *2*, защищающий сальник от пыли и песка.

Уплотнение заднего конца коленчатого вала *б* (рис. 33, *б*) состоит из сальника *24*, маслосгонной резьбы *21* и маслоотражательного гребня *19*. Маслосгонная резьба или накатка нарезана в направлении, обратном вращению коленчатого вала. Это способствует отводу масла в поддон. Сальник *24* представляет собой асбестовый шнур, пропитанный антифрикционным составом и покрытый графитом. Сальник состоит из

двух половин, помещенных в канавки блока 10 цилиндров и в держатель 25 сальника, повернутый к блоку. В задний торец коленчатого вала запрессован шарикоподшипник 22 вала сцепления. Фланец 23, отштампованный как одно целое с коленчатым валом, служит для крепления маховика 26 болтами 20, изготовленными из высококачественной стали. Передние и задние концы коленчатых валов двигателей тщательно уплотняют самоподжимными сальниками и маслоотражателями.

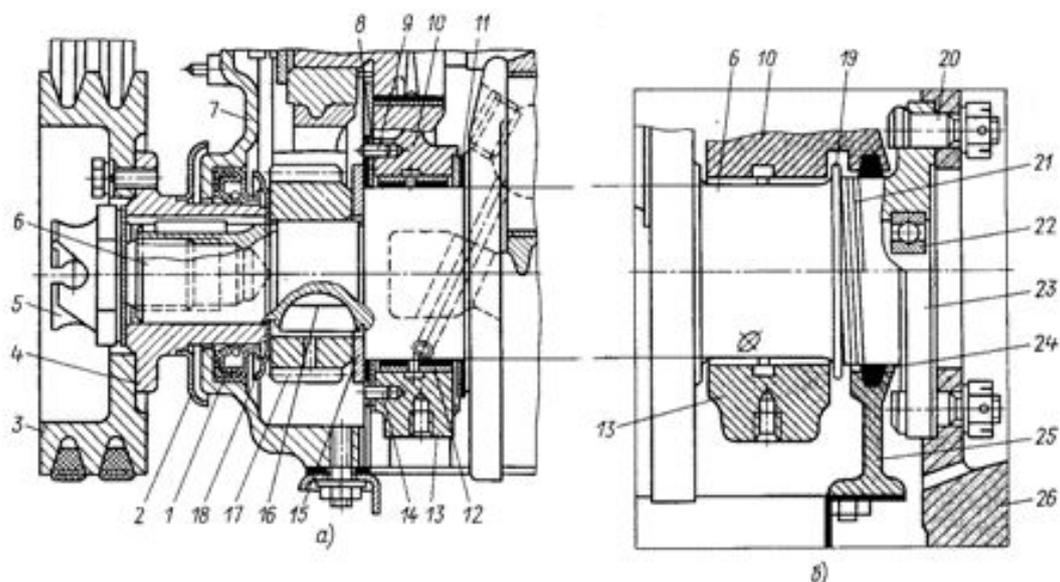


Рис. 33. Уплотнение коленчатого вала:

а — уплотнение переднего конца вала; *б* — уплотнение заднего конца вала;

1 — самоподжимной сальник; 2 — пылеотражатель; 3 — шкив привода водяного насоса, вентилятора и генератора; 4 — ступица; 5 — храповик; 6 — коленчатый вал; 7 — крышка блока распределительных зубчатых колес; 8 — передняя неподвижная шайба; 9 и 14 — штифты; 10 — блок цилиндров; // — задняя неподвижная шайба; 12 — вкладыш; 13 — крышка коренного подшипника; 15 — упорная вращающаяся шайба; 16 — шпонка; 17 — распределительное зубчатое колесо; 18 — маслоотражатель; 19 — маслоотражательный гребень; 20 — болт крепления маховика, 21 — маслосгонная резьба; 22 — шарикоподшипник вала сцепления; 23 — фланец; 24 — сальник; 25 — держатель сальника; 26 — маховик

От осевого смещения коленчатые валы дизелей ЯМЗ-236 и КамАЗ-740 удерживаются двумя парами упорных полуколец из бронзы (ЯМЗ-236) или из сталеалюминия (КамАЗ-740), установленных в выточках задней коренной опоры. Верхние полукольца прикреплены к торцам блока цилиндров, а нижние имеют выступы для фиксации их в крышке заднего коренного подшипника.

Маховик. Для накопления энергии в течение рабочего хода, вращения коленчатого вала во время вспомогательных тактов, уменьшения неравномерности вращения вала,

сглаживания момента перехода деталей кривошипно-шатунного механизма через мертвые точки, облегчения пуска двигателя и трогания автомобиля с места служит маховик. При пуске двигателя в цилиндрах происходит воспламенение рабочей смеси, и маховик обеспечивает вращение коленчатого вала от конца рабочего хода в одном цилиндре до его начала в следующем в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя.

Маховик отливают из серого чугуна, располагая основную массу металла на ободке для увеличения момента инерции. На обод маховика напрессовывают или надевают зубчатый венец, необходимый для вращения коленчатого вала при пуске двигателя стартером. Венец крепят болтами. Поверхность маховика, соприкасающуюся с ведомым диском сцепления, шлифуют и полируют. На ободке или торце маховика имеются метки, позволяющие установить поршень первого цилиндра в ВМТ. Коленчатый вал в сборе с маховиком и сцеплением подвергают динамической и статической балансировке, чтобы неуравновешенные силы инерции не вызывали вибрацию двигателя и ускоренное изнашивание коренных подшипников. Обычно маховик крепят к фланцу коленчатого вала болтами, которые подвергают термической обработке и шлифованию. Корончатые гайки, накрученные на эти болты, тщательно шплинтуют. Одно из крепежных отверстий на маховике и во фланце смещено по окружности на несколько градусов (2^0 —в двигателе автомобиля ЗИЛ-130), что обеспечивает точное соединение маховика и коленчатого вала, если их почему-либо разбирали.

У дизелей ЯМЗ-236 и КамАЗ-740 маховик крепят болтами, которые ввертывают непосредственно в коленчатый вал. В этом случае маховик точно фиксируют относительно шеек коленчатого вала двумя штифтами 12 (см. рис. 32, б и в).