

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра тракторов, автомобилей и машин
для природообустройства

А. Н. Карташевич, А. В. Гордеенко, А. А. Рудашко

ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ

КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЙ МЕХАНИЗМ ДВИГАТЕЛЕЙ

*Методические указания к лабораторной работе
для студентов, обучающихся по специальностям
1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного
производства, 1-74 06 04 Техническое обеспечение мелиоративных
и водохозяйственных работ*

Горки
БГСХА
2019

УДК 621.4:629.114.2

*Рекомендовано методической комиссией
факультета механизации сельского хозяйства.
Протокол № 1 от 25 сентября 2019 г.*

Авторы:
доктор технических наук, профессор *А. Н. Карташевич*;
кандидаты технических наук, доценты
А. В. Гордеенко, А. А. Рудашко

Рецензент:
кандидат технических наук, доцент *В. И. Коцуба*

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1. Назначение и схемы кривошипно-шатунного механизма | 3 |
| 2. Неподвижные детали кривошипно-шатунного механизма..... | 4 |
| 3. Подвижные детали кривошипно-шатунного механизма..... | 8 |
| 4. Особенности разборки и сборки кривошипно-шатунного механизма..... | 24 |
| 5. Основные неисправности кривошипно-шатунного механизма и способы их устранения..... | 26 |
| Библиографический список | 28 |

Тракторы и автомобили. Кривошипно-шатунный механизм двигателей: методические указания к лабораторной работе / *А. Н. Карташевич, А. В. Гордеенко, А. А. Рудашко.* – Горки : БГСХА, 2019. – 28 с.

Изложены назначение кривошипно-шатунного механизма и его классификация, описаны конструкция неподвижных и подвижных деталей, особенности сборки кривошипно-шатунного механизма, основные неисправности механизма и способы их устранения.

Для студентов, обучающихся по специальностям 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства, 1-74 06 04 Техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ.

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2019

1. НАЗНАЧЕНИЕ И СХЕМЫ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА

Кривошипно-шатунный механизм (КШМ) на такте расширения (рабочий ход) преобразует прямолинейное поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала, а на остальных тактах – вращательное движение коленчатого вала в прямолинейное возвратно-поступательное движение поршня.

Наибольшее распространение в автотракторных двигателях получили кинематические схемы КШМ с рядным, V-образным и оппозитным расположением цилиндров (рис. 1).

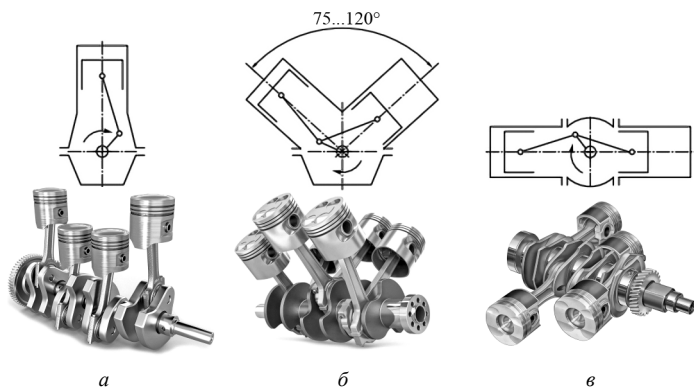


Рис. 1. Схемы расположения цилиндров двигателей: *а* – рядное; *б* – V-образное; *в* – оппозитное

Самый простой по расположению цилиндров двигатель – рядный (их обычно обозначают R2, R3, R4 и т. д., в зависимости от числа цилиндров). С увеличением числа цилиндров двигатель становится длиннее. Для уменьшения длины двигателя и увеличения жесткости основных деталей и узлов конструкции применяют V-образные схемы КШМ (их обозначают V2, V4, V6, V8 и т. д.), в которых блоки цилиндров располагаются под углом $75...120^\circ$. Двигатели с углом развала между блоками 180° называют оппозитными. Такие двигатели конструктивно сложнее и шире рядных, поэтому они в основном используются для транспортных средств, в которых необходимо иметь пониженный центр тяжести (легковые автомобили) или двигатель небольшой высоты (автобусы с расположением силового агрегата под полом салона).

Базовые детали КШМ (рис. 2) можно разделить:

- на неподвижные – блок-картер 6, цилиндры 1, головка цилиндров 5, поддон картера 8;

- подвижные – поршни, поршневые кольца и пальцы, составляющие поршневую группу 2, шатуны 3, коленчатый вал 4, маховик 7.

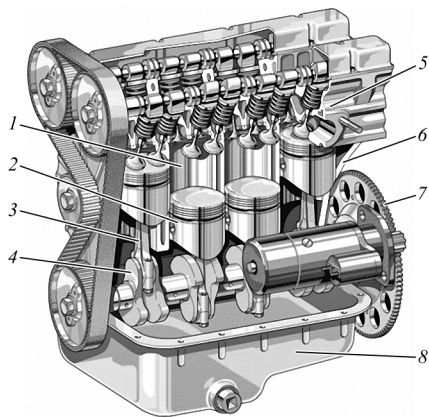


Рис. 2. Схема рядного четырехцилиндрового двигателя жидкостного охлаждения:
1 – цилиндр; 2 – поршневая группа;
3 – шатун; 4 – коленчатый вал; 5 – головка цилиндров; 6 – блок-картер; 7 – маховик; 8 – поддон картера

Кроме того, к кривошипно-шатунному механизму относятся коренные и шатунные подшипники, прокладки, крепежные детали.

2. НЕПОДВИЖНЫЕ ДЕТАЛИ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА

Блок-картер является основной корпусной деталью двигателя, представляющей собой жесткую отливку, в которой размещаются и работают подвижные детали. К нему крепятся практически все навесные агрегаты и приборы, обеспечивающие работу двигателя. Блок-картер, называемый также **блоком цилиндров**, включает цилиндры, рубашку охлаждения и картер приводного механизма. Сверху блок закрывают головкой цилиндров, снизу – поддоном картера. Головки крепят к блок-картеру шпильками или болтами. Между блок-картером и головкой устанавливают уплотнительную прокладку.

Конструкцию блок-картера можно классифицировать в зависимости от исполнения верхней плиты, области постели коренного подшипника и расположения цилиндров.

Верхняя плита может быть выполнена в двух различных конструктивных исполнениях: закрытое 1 и открытое 2 (рис. 3).

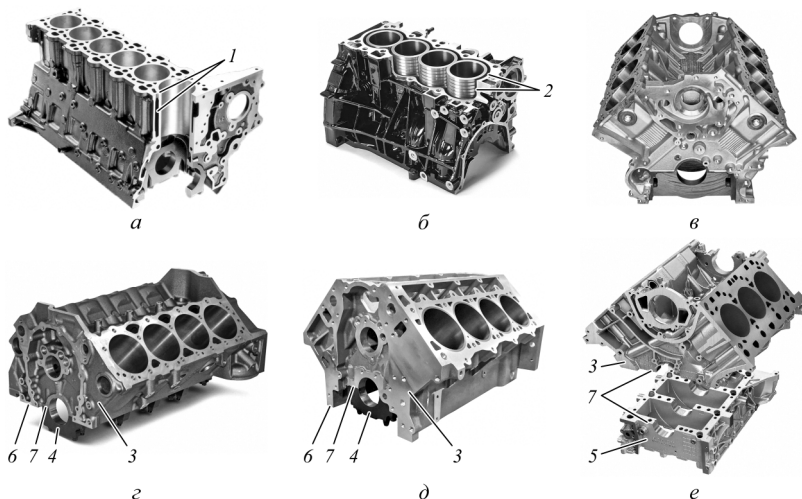


Рис. 3. Конструкции блоков цилиндров: *а* – рядное расположение цилиндров с закрытым исполнением рубашки охлаждения; *б* – рядное расположение цилиндров с открытым исполнением рубашки охлаждения; *в* – V-образное рядное расположение цилиндров; *г* – блок-картер с плоскостью разреза по оси коленчатого вала; *д* – блок-картер с плоскостью разреза ниже оси коленчатого вала; *е* – блок-картер с опорной плитой; *1* – закрытое исполнение рубашки охлаждения; *2* – открытое исполнение рубашки охлаждения; *3* – блок-картер; *4* – крышка коренного подшипника; *5* – опорная плита; *6* – плоскость разреза блок-картера; *7* – плоскость разреза коренного подшипника

При закрытом исполнении верхняя плита блок-картера полностью закрыта вокруг цилиндра. В плите имеются отверстия и каналы для подачи масла и охлаждающей жидкости, вентиляции картера и резьбовых соединений головки блока цилиндров. Отверстия для подачи охлаждающей жидкости соединяют водяную рубашку, которая окружает цилиндр, с водяной рубашкой в головке блока цилиндров. Такая конструкция имеет недостатки в части охлаждения цилиндров в зоне ВМТ. Преимуществом закрытого исполнения по сравнению с открытым является более высокая жесткость верхней плиты и, следовательно, меньшая деформация плиты, меньшее смещение цилиндров и лучшая акустика.

При открытом исполнении водяная рубашка, окружающая цилиндры, открыта в верхней части. Это улучшает охлаждение цилиндров в верхней части. Меньшая жесткость в настоящее время компенсируется применением металлической прокладки головки блока.

Постель подшипника – это верхняя часть опоры коленчатого вала, интегрированная в отливку блок-картера. Исполнение области постели коренного подшипника имеет особое значение, так как в этом месте воспринимаются силы, действующие на подшипник коленчатого вала. Исполнения отличаются плоскостью разъема блок-картера 6 с масляным поддоном и конструкцией крышек коренных подшипников 4.

Плоскость разъема блок-картера и масляного поддона образует фланец масляного поддона. Различают два конструктивных исполнения. В первом случае плоскость разъема лежит по центру коленчатого вала (рис. 3, з). Это исполнение экономично при изготовлении, но обладает значительными недостатками по части жесткости и акустики. При втором исполнении фланец масляного поддона располагается ниже центра коленчатого вала (рис. 3, д). Кроме этих исполнений получил распространение блок-картер с верхней и нижней частями (рис. 3, е), из которых нижняя называется *bedplate* (опорной плитой 5).

Блок цилиндров большинства двигателей отливается из серого чугуна. Рабочей поверхностью зеркала цилиндра является чугун отливки, обладающий необходимой износостойкостью и низким коэффициентом трения в паре материалов чугун – чугун или чугун – сталь, из которых изготавливаются поршневые кольца, и в паре материалов чугун – алюминий, из которых изготавливаются поршни. Дополнительно в блоки могут запрессовываться гильзы из более износостойкого легированного чугуна.

Недостатком чугуна является его большой удельный вес, поэтому блок цилиндров многих современных двигателей отливается из алюминиевого сплава. Алюминиевые сплавы гораздо мягче чугуна, поэтому для обеспечения необходимой жесткости блока приходится делать более толстыми несущие стенки и сложную систему ребер жесткости. Алюминий имеет более высокий коэффициент температурного расширения, поэтому необходимо более строго контролировать зазоры между различными деталями двигателя. Также коэффициент трения в паре материалов алюминий – алюминий довольно высокий, и, кроме того, алюминий обладает низкой износостойкостью, поэтому в стенки цилиндров вставляются чугунные гильзы. Гильзы по внутреннему диаметру сортируются на три размерные группы: большая (Б), средняя (С) и малая (М). Маркировка группы наносится на заходном конусе гильзы. На двигателе устанавливаются гильзы одной размерной группы. Также гильзы из износостойкого чугуна могут впаиваться в блоки, или вместо гильз алюминиевые стенки цилиндров покрывают специальным износостойким материалом.

Во время отливки в блоке цилиндров изготавливаются каналы для прохода охлаждающей жидкости, омывающей гильзы цилиндров. Система таких каналов называется рубашкой охлаждения. Также в блоке цилиндров методом сверления делаются масляные каналы, называемые масляными магистралями, по которым масло от насоса системы смазки поступает ко всем трущимся деталям двигателя. Выходные отверстия сверлений масляных магистралей на наружной поверхности блока цилиндров имеют резьбовые заглушки или герметизируются другими способами.

Поддон картера 8 (см. рис. 2) закрывает КШМ снизу и одновременно является резервуаром для масла. Внутри поддона могут выполняться лотки и перегородки, препятствующие перемещению и взбалтыванию масла при движении трактора по неровным дорогам. В нижней точке поддона располагается бобышка с резьбовым отверстием для слива масла. Отверстие закрывается пробкой с магнитом, предназначенным для улавливания металлических продуктов износа двигателей.

Головка блока цилиндров закрывает цилиндры и образует верхнюю часть рабочей полости двигателя, в ней частично или полностью размещаются камеры сгорания. Головка цилиндров представляет собой чугунную или алюминиевую отливку, во внутренних полостях которой имеются впускные и выпускные каналы, закрываемые клапанами. Для обеспечения отвода тепла головка цилиндров имеет внутренние полости, в которых циркулирует охлаждающая жидкость. Головка цилиндров имеет вставные седла клапанов, изготовленные из жаропрочного и износостойкого сплава. На головке цилиндров устанавливаются детали газораспределительного механизма, крышка головки, впускной и выпускной коллекторы, форсунки и свечи накаливания системы питания дизелей, свечи системы зажигания бензиновых двигателей. Для уплотнения разъема между головкой и блоком цилиндров установлена прокладка, предотвращающая прорыв газов наружу и исключаящая проникновение охлаждающей жидкости и масла в цилиндры.

В двигателях воздушного охлаждения головки блока цилиндров и сами цилиндры делают ребренными, причем ребра располагают по движению потока охлаждающего воздуха для обеспечения более эффективного отвода теплоты.

3. ПОДВИЖНЫЕ ДЕТАЛИ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА

Поршневая группа (рис. 4) включает в себя поршень, поршневые кольца и поршневой палец с фиксирующими деталями.

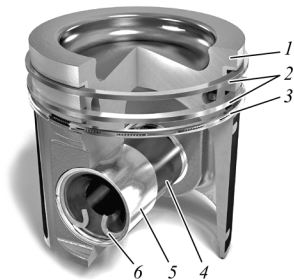


Рис. 4. Поршневая группа: 1 – поршень; 2 – компрессионное кольцо; 3 – маслоъемное кольцо; 4 – палец; 5 – втулка; 6 – стопорное кольцо

Поршень передает давление газов через поршневой палец и шатун коленчатому валу двигателя.

Поршень (рис. 5) состоит из днища 4, уплотняющей части с канавками для колец 2 и 3, бобышек 9 и юбки 6. В канавке 2 находятся дренажные отверстия 1 диаметром 2,5...3,0 мм, предназначенные для отвода масла. Поршневые кольца, установленные в канавки, герметизируют камеру сгорания со стороны картера. Днище и уплотняющая часть составляют головку поршня 5. Юбка является направляющей частью поршня. Поршневой палец вставляется в бобышки поршня. Для фиксации пальца в бобышках проточены канавки под стопорные кольца 7.

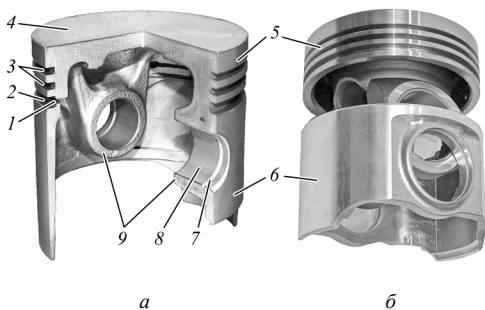


Рис. 5. Поршень: а – цельный; б – составной; 1 – отверстия для слива масла; 2 – канавка под маслоъемное кольцо; 3 – канавка под компрессионное кольцо; 4 – днище; 5 – головка; 6 – юбка; 7 – канавка под стопорное кольцо; 8 – отверстие под поршневой палец; 9 – бобышка

Форма и конструкция поршня зависят от конструкции камеры сгорания, а качество сгорания топливовоздушной смеси, в свою очередь, зависит от конструкции поршня. В двигателях внутреннего сгорания применяется два типа поршней – цельные (рис. 5, *a*) и составные (рис. 5, *б*).

Цельные поршни изготавливаются путем литья с последующей механической обработкой. В составных поршнях головка и юбка разделены, и в единую конструкцию они собираются в процессе установки на двигатель, причем сборка в одну деталь осуществляется при соединении поршня с шатуном. Достоинство составных поршней – возможность комбинирования материалов изготовления, что повышает эксплуатационные качества детали. В таких элементах юбка изготавливается из алюминиевых сплавов, что обеспечивает хорошую теплопроводность, а головка – из жаропрочной стали или чугуна.

Днища поршней изготавливают плоскими, выпуклыми, вогнутыми и фигурными. В зависимости от конструкции двигателя, формы его камеры сгорания, расположения клапанов днище и другие части поршня могут иметь различную форму (рис. 6).

В днище поршня дизелей имеется выемка – часть камеры сгорания (рис. 6, *д*, *е*). Форма выемки способствует лучшему перемешиванию воздуха с поступающим в цилиндр топливом и более полному его сгоранию. Для улучшения смесеобразования камеру сгорания смещают от оси поршня на 1...3 мм в сторону форсунки. Днище поршня двухтактных двигателей для лучшей продувки цилиндров выпуклое.

К поршню предъявляются следующие требования: небольшая масса, необходимая для снижения сил инерции возвратно-поступательного движения, и стойкость к воздействию высокого давления и температуры. Это достигается за счет изготовления поршней из легких сплавов и кремния. Поршни могут быть коваными или отлитыми из алюминиевого сплава, прошедшего термическую обработку.

При работе двигателя на поршень действуют большие механические и тепловые нагрузки от давления горячих газов. Большую опасность представляет собой перегрев поршня из-за недостаточного его охлаждения. При перегреве прогорает днище поршня, происходит задир рабочей поверхности цилиндра, залегание колец и даже заклинивание поршня.

Нагрев и тепловое расширение поршня по высоте неравномерны. Самая горячая часть поршня – это его днище, поскольку оно непосредственно соприкасается с горячими рабочими газами.



Рис. 6. Форма днища поршней: *а* – с вытеснителем и выемками клапанов; *б* – с плоским днищем и выемками для клапанов; *в* – с углубленным днищем; *г* – с плоским днищем; *д* – с трапециевидной камерой сгорания; *е* – с тороидальной камерой сгорания

Далее тепло распространяется от днища поршня в направлении юбки. Поскольку самой горячей частью поршня является его днище, являющееся одной из стенок камеры сгорания, тепло перемещается от верхней части поршня к нижней (рис. 7, *а*).

Температурный режим поршня зависит от теплообмена, который протекает по трем направлениям (рис. 7, *б*):

- основная часть тепла передается поршневыми кольцами и юбкой поршня стенкам цилиндра и далее отводится системой охлаждения;
- часть тепла отводится внутренней полостью поршня, через поршневой палец и шатун, а также маслом системы смазки;
- часть тепла отводится холодной топливовоздушной смесью, поступающей в цилиндры двигателя.

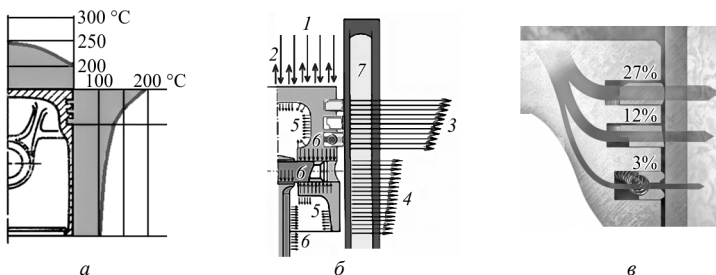


Рис. 7. Температурный режим поршня: *а* – диаграмма распределения температуры поршня; *б* – теплообмен в поршне; *в* – эффективность теплоотвода поршневыми кольцами; 1 – поступление тепла к поршню от рабочих газов, находящихся в цилиндре двигателя; 2 – охлаждение поршня поступающей топливоздушной смесью; 3 – отвод тепла поршневыми кольцами (50...70 %); 4 – отвод тепла юбкой поршня (20...30 %); 5 – отвод тепла через внутреннюю полость поршня (5...10 %); 6 – отвод тепла через поршневой палец и шатун; 7 – охлаждающая жидкость рубашки охлаждения

Наибольшее количество тепла от поршня отводится верхним компрессионным кольцом (рис. 7, *в*).

Под воздействием тепловых деформаций поршня, сложенных с боковыми усилиями, действующими на поршень перпендикулярно оси поршневого пальца, цилиндрический поршень может приобрести овальную форму. Для устранения этого явления поршень изначально делается овальным, но в противоположном направлении (рис. 8). По мере прогрева двигателя поршень под воздействием боковых сил приобретает круглую форму. Малая ось овала совпадает с направлением оси поршневого вала, а большая – с направлением действующих на поршень боковых сил.

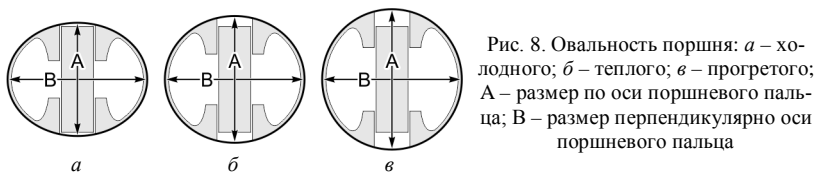


Рис. 8. Овальность поршня: *а* – холодного; *б* – теплого; *в* – прогретого; А – размер по оси поршневого пальца; В – размер перпендикулярно оси поршневого пальца

Другим способом направленного изменения формы поршня под воздействием температуры является плавление в алюминиевое тело стальных термостабилизирующих пластин. Термостабилизирующие пластины при полном прогреве поршня позволяют снизить радиальное

расширение поршня приблизительно в два раза по сравнению с поршнем, полностью изготовленным из алюминиевого сплава.

Конструкция поршня должна обеспечивать такой зазор между поршнем и цилиндром, который исключал бы стуки поршня после запуска двигателя и заклинивание его в результате теплового расширения при работе двигателя под нагрузкой. Поэтому головка поршня имеет диаметр меньше, чем юбка.

Во время работы двигателя шатун постоянно, кроме положения поршня в ВМТ и НМТ, находится под некоторым углом к оси цилиндра, причем этот угол постоянно изменяется. Поэтому сила, приложенная к поршневому пальцу, раскладывается на две. Одна сила действует в направлении шатуна, а вторая – в перпендикулярном направлении и прижимает поршень к стенке цилиндра. При движении поршня вверх на такте сжатия сжимаемый воздух оказывает сопротивление перемещению поршня. Часть этой силы прижимает поршень к правой стенке цилиндра, если смотреть со стороны передней части двигателя. Во время рабочего хода расширяющиеся газы с большой силой давят на поршень. Часть этой силы расходуется на прижатие поршня к левой стенке цилиндра. Боковая сила, прижимающая поршень к стенке цилиндра, приблизительно равна 10...12 % от силы, действующей в направлении оси цилиндра.

Поскольку сила, действующая на поршень во время рабочего хода в направлении оси цилиндра, значительно выше силы, действующей на поршень во время такта сжатия, поверхность, к которой прижимается поршень во время рабочего хода, называется основной упорной поверхностью, а во время такта сжатия – вспомогательной.

Таким образом, при прохождении поршнем ВМТ между тактами сжатия и рабочего хода происходит перемещение поршня от вспомогательной упорной поверхности к основной, называемое перекидкой поршня (рис. 9). Поскольку на поршень действуют большие силы, а все процессы в двигателе происходят очень быстро, перекидка поршня происходит в форме удара. Для уменьшения силы удара при перекидке поршня ось поршневого пальца смещают в сторону основной упорной поверхности. Тогда площадь правой половины поршня становится несколько больше площади левой половины, в результате чего сила, действующая на правую половину поршня, будет больше силы, действующей на левую половину. Поэтому, когда поршень остановится в ВМТ, в результате разности этих сил нижняя часть поршня переместится к основной упорной поверхности.

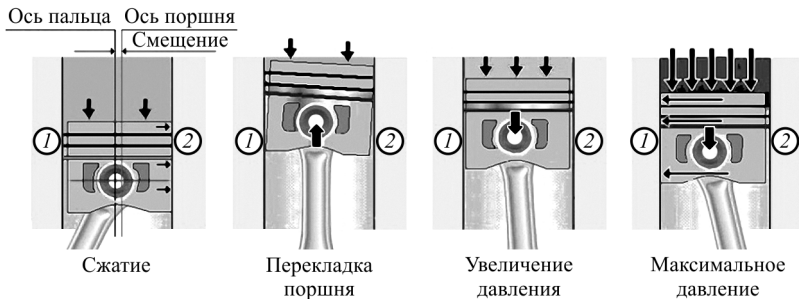


Рис. 9. Перекладка поршня: 1 – основная упорная поверхность; 2 – вспомогательная упорная поверхность

Как только давление в камере сгорания начнет увеличиваться, произойдет полная перекладка поршня к основной упорной поверхности. Это позволяет произвести перекладку поршня без ударных нагрузок. При движении поршня вниз, при изменении угла шатуна к оси цилиндра и возрастании давления в цилиндре поршень оказывает давление на основную упорную поверхность.

Обычно смещение оси поршневого пальца относительно оси поршня находится в диапазоне 1,0...2,5 мм. Учитывая имеющиеся смещения, поршень допускается устанавливать только в одном направлении. Неправильная установка приведет к появлению ударных звуков во время работы двигателя. Обычно на днище поршня имеется метка, указывающая правильное направление установки поршня.

Поршневые кольца необходимы для герметизации камеры сгорания, отвода тепла от поршня к стенке цилиндра и ограничения расхода масла. Уплотнение при помощи поршневых колец называется уплотнением лабиринтного типа. В уплотнениях подобного типа всегда происходит некоторая утечка газов, но на исправном двигателе она обычно находится в диапазоне 0,5...1,0 %. Прорывающиеся в картер двигателя газы называются картерными газами. По мере износа цилиндропоршневой группы двигателя количество картерных газов увеличивается.

Поршневые кольца делятся на два типа: компрессионные 2 и маслосъемные 3 (см. рис. 4). Компрессионные кольца обеспечивают необходимую герметичность, а маслосъемные регулируют количество масла на стенках цилиндра, поскольку полное или слишком большое удаление масла приведет к масляному голоданию соединения поршня

со стенками цилиндра в верхней части поршня и последующему заклиниванию поршня в цилиндре.

Большинство поршней двигателей имеют по три кольца: два компрессионных и одно маслосъемное. Поршни дизельных двигателей могут иметь три компрессионных и два маслосъемных кольца.

Основной функцией *компрессионных колец* является поддержание рабочего давления в камере сгорания. В поперечном сечении компрессионные кольца обычно имеют прямоугольную, коническую или трапециевидную форму (рис. 10).

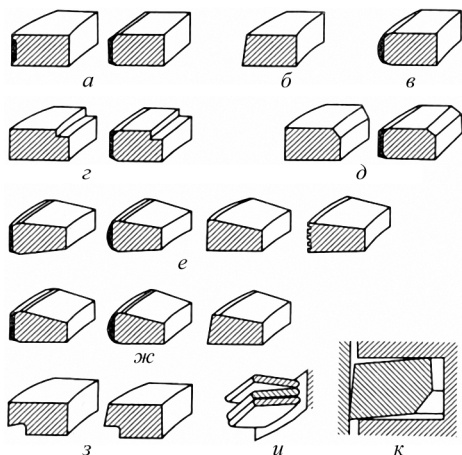


Рис. 10. Поршневые компрессионные кольца: *а* – прямоугольные; *б* – коническое; *в* – бочкообразное; *г, д* – прямоугольные с внутренней выточкой; *е* – трапециевидные симметричные; *жс* – трапециевидные несимметричные; *з* – скребковые; *и* – стальное витое; *к* – торсионное с обратным закручиванием

Кольцо, установленное в канавку поршня, находящегося в цилиндре двигателя, должно принять абсолютно круглую форму и быть прижатым к поверхности цилиндра по всей наружной окружности поршневого кольца. Для обеспечения этого упругое поршневое кольцо изготавливается не в виде правильной окружности, а в виде дуги переменного радиуса, большего, чем диаметр цилиндра. Кроме того, в свободном состоянии кольцо имеет достаточно большой зазор между концами. При установке в цилиндр кольцо сжимается и зазор в замке кольца становится равным $0,15 \dots 0,5$ мм. Точное и максимально допустимое значение этого зазора указывается в технической документации двигателя. Увеличенный зазор способствует прорыву газов в картер двигателя и снижению мощности. Уменьшенный зазор при расширении поршневого кольца в результате нагрева может вызвать заклинивание этого кольца в цилиндре, что приведет к образованию задиров

на зеркале цилиндра, поломке межкольцевых перегородок поршня или поломке самого кольца. Поэтому допустимо небольшое увеличение зазора, но недопустимо уменьшение зазора в замке поршневого кольца.

Газы из камеры сгорания через зазор между жаровым поясом поршня и стенкой цилиндра и через зазор между стенкой перегородки и поршневым кольцом попадают во внутреннюю полость поршневого кольца (рис. 11, *а*). При этом давление во внутренней полости верхнего компрессионного кольца практически равно давлению в камере сгорания. За счет давления газов на внутреннюю поверхность кольца происходит дополнительное прижатие поршневого кольца к стенкам цилиндра.

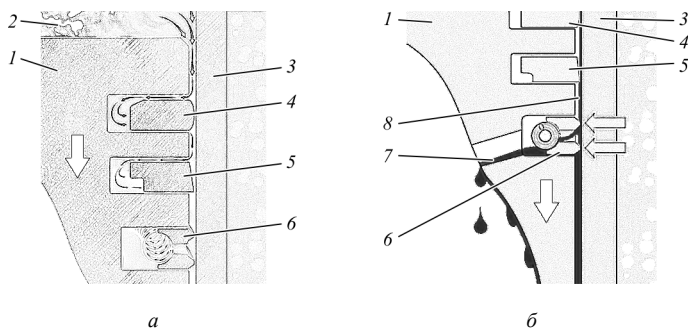


Рис. 11. Работа поршневых колец: *а* – прижатие компрессионных колец; *б* – работа маслосъемного кольца; 1 – поршень; 2 – камера сгорания; 3 – цилиндр; 4 – верхнее компрессионное кольцо; 5 – нижнее компрессионное кольцо; 6 – маслосъемное кольцо; 7 – отвод масла; 8 – масляная пленка

Некоторая часть газов также попадает во внутреннюю полость второго компрессионного кольца. Поскольку первое компрессионное кольцо дросселирует давление газов, давление во внутренней полости второго компрессионного кольца составляет 30...60 % от давления во внутренней полости первого компрессионного кольца.

С учетом того что все процессы в двигателе происходят достаточно быстро, давление из внутренних полостей поршневых колец не падает до следующего такта рабочего хода; это явление называется аккумулярованием давления. Аккумуляирование давления обеспечивает приемлемую работу поршневых колец, частично потерявших свою упругость в результате старения или перегрева.

Компрессионные кольца допускается устанавливать только в одном положении. На верхней поверхности компрессионного поршневого кольца ставится метка «Т», «ТОР» или другие. Кольцо всегда устанавливается этой меткой вверх. Для того чтобы обеспечить максимальный уровень герметичности, их разрезы разворачивают таким образом, чтобы они приходились не друг над другом, а располагались под углом 120°. Не располагают замки поршневых колец посередине опорных поверхностей поршня (особенно основной поверхности), а также на стороне торцевых поверхностей поршневого пальца.

К материалам, из которых изготавливаются поршневые кольца, предъявляются высокие требования. Во время работы температура верхнего компрессионного кольца достигает 300 °С. При этой температуре кольцо должно сохранять эластичность, обладать низким коэффициентом трения по материалу, из которого изготовлены стенки цилиндров, и иметь высокую износоустойчивость. До 50...60 % всех потерь на трение в двигателе приходится на трение между поршневыми кольцами и стенками цилиндра. Обычно компрессионные поршневые кольца изготавливаются из специальных сортов прочного легированного чугуна, но в последнее время компрессионные кольца, особенно высокофорсированных двигателей, изготавливаются из стали.

Для повышения износостойкости компрессионных колец на их рабочую поверхность наносится хромовое или молибденовое покрытие. Пористый хром, применяемый для покрытия поршневых колец, удерживает на своей поверхности необходимое количество масла. Эти покрытия имеют не только высокую износостойкость, но и уменьшенный коэффициент трения в паре с чугуном, из которого изготовлен блок цилиндров или вставленные гильзы цилиндров алюминиевого блока. Поскольку молибден достаточно дорогой металл, обычно он наносится только на верхнее компрессионное кольцо.

Маслосъемные кольца при работе снимают излишек масла с поверхности цилиндра. Конструкция колец рассчитана таким образом, чтобы при работе не лишать цилиндр смазки полностью, а оставлять ее тончайший слой, достаточный для нормальной работы двигателя. При перемещении поршня вниз маслосъемное кольцо своими кромками собирает излишнее масло со стенок цилиндра и через дренажные отверстия в канавке поршня направляет его во внутреннюю полость поршня (рис. 11, б). Далее масло стекает в масляный поддон, возвращаясь в систему смазки двигателя.

Если прижатие компрессионных поршневых колец, особенно верхнего, в основном осуществляется за счет давления рабочих газов, то маслосъемные кольца должны обеспечивать прижатие за счет собственной упругости. Это обеспечивается конструкцией маслосъемных колец и подбором материалов, из которых изготовлены кольца.

Маслосъемные кольца отличаются большим разнообразием конструкций. Наибольшее распространение получили кольца коробчатого типа (рис. 12, *а, в, з*) и составные (рис. 12, *б, д, е*). Для повышения давления на стенки цилиндров колец коробчатого типа применяются пружинные *1* или радиальные *3* расширители. Для составных колец скребкового типа используются радиальные расширители, а для колец, состоящих из двух плоских пластин, – тангенциальные расширители *4* или комплекты из двух расширителей – осевого *2* и радиального *3*.

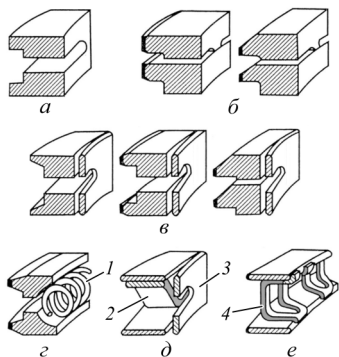


Рис. 12. Поршневые маслосъемные кольца:
а – коробчатого типа без расширителя;
б – составные из двух скребковых колец;
в – коробчатого типа с радиальным расширителем;
з – коробчатого типа с витым пружинным расширителем;
д – составные с радиальным и осевым расширителем;
е – составные с тангенциальным расширителем;
1 – пружинный расширитель;
2 – осевой расширитель;
3 – радиальный расширитель;
4 – тангенциальный расширитель

Поршневой палец является осью качания шатуна в соединении с поршнем. Через поршневой палец передаются все силы, возникающие между поршнем и шатуном. К этим силам относятся сила инерции, возникающая при изменении направления движения поршня, сила давления сжимаемой в цилиндре двигателя топливовоздушной смеси или воздуха при такте сжатия и, главное, сила давления расширяющихся газов во время рабочего такта.

Поршневые пальцы изготавливаются полыми из хромоникелевой стали, что позволяет им быть легкими, прочными и износостойкими. Наружная поверхность пальца должна быть твердая, а сердцевина – вязкая, что достигается специальной обработкой материала. В основном в двигателях применяют пальцы плавающего типа. Плавающим называется палец, установленный с необходимым зазором как в верх-

ней головке шатуна, так и в бобышках поршня. В этом случае осевая фиксация поршневого пальца осуществляется за счет стопорных колец 6 (см. рис. 4), устанавливаемых в специальные канавки в бобышках поршня. Во время работы плавающий палец вращается и в головке шатуна, и в бобышках поршня. При таком соединении необходимо обеспечить рекомендованный зазор как между пальцем и бобышками поршня, так и между пальцем и втулкой поршневой головки шатуна. В двигателе с плавающим поршневым пальцем для уменьшения трения в поршневую головку шатуна устанавливается бронзовая втулка.

При комнатной температуре палец во втулку верхней головки шатуна должен входить плотно без люфта и качания, а в бобышки поршня – с небольшим натягом. Поэтому перед снятием или установкой плавающего пальца поршень необходимо нагреть в воде до температуры 60...85 °С. Во время работы двигателя поршень и палец нагреваются, и из-за разности температурных коэффициентов расширения стального пальца и алюминиевого поршня зазор между этими деталями приобретает необходимое значение.

Шатун двигателя внутреннего сгорания соединяет поршень двигателя с коленчатым валом и во время работы двигателя передает все усилия от поршня на коленчатый вал и, наоборот, от коленчатого вала к поршню. При этом шатун совершает достаточно сложное движение. Верхняя головка шатуна совместно с поршнем совершает возвратно-поступательное движение, а нижняя головка шатуна, совместно с шатунной шейкой коленчатого вала – круговое движение. На шатун действуют большие знакопеременные и изменяющиеся по величине усилия, вызванные давлением расширяющихся в цилиндре газов и инерцией деталей поршневой группы. Основными элементами шатуна (рис. 13) являются стержень 3, верхняя 2 и нижняя 7 головки. Шатуны отливают из высокопрочного чугуна либо изготавливают из углеродистой или легированной стали методом горячей штамповки с последующей термической обработкой. Также шатуны могут изготавливаться методом спекания из порошковых металлов. Стержень шатуна для увеличения прочности имеет двутавровое сечение. При принудительной смазке поршневого пальца в стержне сверлят специальный канал.

Если поршневой палец плавающего типа, то в верхнюю головку шатуна может запрессовываться бронзовая или биметаллическая втулка 1, изготовленная из стали с залитым во втулку тонким слоем бронзы. Плавающий палец устанавливается в верхней головке шатуна с установленным зазором (0,015...0,020 мм).

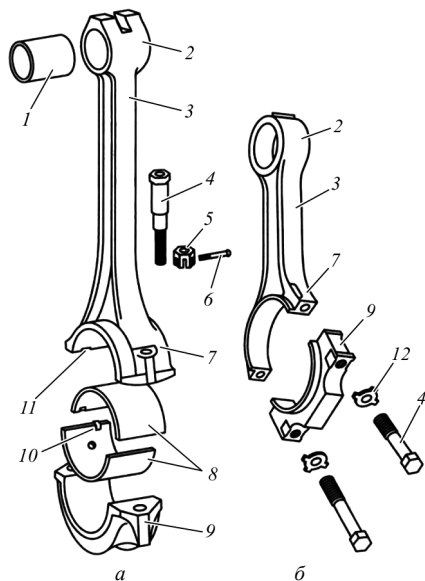


Рис. 13. Конструкция шатунов: *а* – шатун с прямым разъемом; *б* – шатун с косым разъемом; 1 – втулка поршневого пальца; 2 – верхняя головка шатуна; 3 – стержень; 4 – шатунный болт; 5 – гайка; 6 – шплинт; 7 – нижняя головка шатуна; 8 – вкладыши шатунного подшипника; 9 – крышка; 10 – усик вкладыша; 11 – паз нижней головки шатуна; 12 – замковая шайба

Для смазывания такого пальца в верхней головке шатуна может быть сделано отверстие, через которое масло из внутренней полости поршня подается к пальцу.

Нижняя головка шатуна служит для соединения его с шатунной шейкой коленчатого вала. Для возможности сборки с валом нижнюю головку шатуна делают разъемной. У некоторых двигателей в стенке верхней головки шатуна сбоку сверлят специальное отверстие для впрыска масла на стенки цилиндра.

Крышку 9 крепят к шатуну двумя шатунными болтами 4, изготовленными из специальной стали с термообработкой. Болты имеют шлифованные пояса и точно подогнаны к отверстиям в шатуне и крышке, что обеспечивает высокую точность соединения крышки с шатуном и точность формы шатунного подшипника. Чтобы избежать ослабления крепления, гайки шатунных болтов надежно стопорят шплинтами, стопорными шайбами или контргайками. Применяют также самоконтрящиеся гайки с мелкой резьбой. Отверстие в нижней головке шатуна обрабатывают в сборе с крышкой, поэтому крышки шатунов не взаимозаменяемы и имеют установочные метки.

В нижнюю головку шатуна вставляются тонкостенные **вкладыши** подшипников скольжения. Аналогичные вкладыши, отличающиеся

лишь размером, используются для коренных шеек коленчатого вала. Вкладыши изготавливаются из тонкой стальной ленты, внутренняя поверхность которой залита специальным сплавом, обладающим высокими антифрикционными свойствами и высоким сопротивлением износу. Коренные и шатунные вкладыши изготавливаются номинального и несколько ремонтных размеров – под коренную или шатунную шейку коленчатого вала с уменьшенным после ремонта диаметром. Это позволяет при ремонте двигателя производить перешлифовку изношенных шеек коленчатого вала под следующий ремонтный размер вместо замены вала на новый.

Вкладыш изготавливается в виде дуги переменного радиуса, в месте замка большего, чем радиус посадочного отверстия. Кроме того, длина вкладыша обеспечивает небольшой выступ вкладыша над плоскостью разъема головки шатуна, чем обеспечивается необходимый натяг, предотвращающий проворачивание вкладыша в головке. Вкладыши могут иметь установочные усики, вставляемые в пазы, выфрезерованные в шатуне и крышке шатуна и предназначенные для исключения проворачивания вкладыша в нижней головке шатуна. У двигателей, не имеющих усиков на вкладышах, фиксация вкладышей осуществляется только за счет необходимого натяга в головке шатуна, обеспеченного высокой точностью изготовления деталей.

Для достижения уравновешенности двигателя шатуны (так же, как и поршневую группу для данного двигателя) подбирают близкими по массе и с соответствующим распределением массы между нижней и верхней головками. Чтобы правильно собрать шатун с поршнем и установить его в двигателе в нужном положении, на шатуне делают соответствующие метки. На нижней головке шатуна и на крышке обычно выбивают порядковый номер шатуна.

Коленчатый вал предназначен для преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение.

Расстояние между осями коренных и шатунных шеек, называемое радиусом кривошипа, является одним из основных технических показателей коленчатого вала и всего двигателя. Ход поршня в цилиндре, равный удвоенной величине радиуса кривошипа, зависит только от этого показателя. В свою очередь, от хода поршня зависит рабочий объем цилиндра двигателя. Изменяя величину радиуса кривошипа при неизменном диаметре цилиндра, можно изменять этот объем.

Двигатели, в которых ход поршня больше диаметра цилиндра, называются длинноходными, а двигатели, у которых ход поршня

меньше диаметра цилиндра – короткоходными. Короткоходные двигатели позволяют повысить частоту вращения коленчатого вала и благодаря этому увеличить максимальную мощность двигателя, но длинноходные двигатели имеют больший крутящий момент в диапазоне низких частот вращения, и они более экономичны.

Общий вид и элементы конструкции коленчатого вала двигателя показаны на рис. 14.

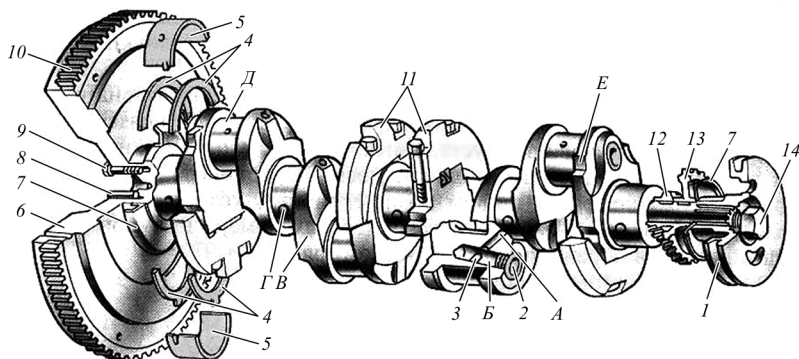


Рис. 14. Коленчатый вал двигателя Д-245 с сопряженными деталями: *А* – канал подвода масла; *Б* – полость центробежной очистки масла; *В* – щеки кривошипа; *Г* – коренные шейки коленчатого вала; *Д* – шатунные шейки коленчатого вала; *Е* – галтель; *1* – шкив; *2* – пробка; *3* – трубка; *4* – упорные полукольца; *5* – вкладыш коренного подшипника; *6* – маховик; *7* – маслоотражатель; *8* – установочный штифт; *9* – болт крепления маховика; *10* – зубчатый венец; *11* – противовесы; *12* – шестерня коленчатого вала; *13* – ведущая шестерня привода масляного насоса; *14* – болт для проворачивания вала

Коленчатый вал состоит из коренных *Г* и шатунных *Д* шеек, соединенных щеками *В*, к которым крепятся противовесы *11* (могут быть отлитыми как одно целое с валом). Шейки подшипников, в которых коленчатый вал вращается в блоке цилиндров, называются коренными, шейки подшипников, вращающиеся внутри нижней головки шатуна – шатунными. В большинстве случаев применяют полноопорные коленчатые валы, т. е. каждая шатунная шейка расположена между коренными.

На передний конец вала устанавливаются шестерня привода газораспределения (шестерня коленчатого вала) *12*, шестерня привода масляного насоса *13*, шкив привода водяного насоса и генератора *1*. На заднем конце вала имеется маслоотражательный гребень *7*, маслосгонная резьба и фланец для крепления маховика. В торце имеется

отверстие под подшипник для опоры ведущего вала коробки передач. В коренных шейках для масляных каналов выполнены отверстия под углом к пустотелым шатунным шейкам *Б*, где масло дополнительно очищается под действием центробежных сил.

Коренные подшипники коленчатого вала обеспечивают плавное вращение последнего в постелях. Подшипники и шейки коленчатого вала смазываются маслом, которое подается через отверстия в коленчатом валу и подшипниках. Толщина масляной пленки зависит от нагрузки и температуры двигателя. Если толщина пленки мала, то под воздействием теплоты трения она может выгореть, что приводит к заклиниванию коленчатого вала. Если же толщина пленки слишком велика, двигатель может вибрировать и издавать повышенный шум.

Коленчатый вал – одна из самых нагруженных деталей двигателя. Коленчатый вал через шатуны воспринимает давление газов, возникающее в надпоршневой полости цилиндров, и нагружается силами инерции от неуравновешенных масс КШМ, совершающих возвратно-поступательное и вращательное движение. Под действием резко изменяющихся по величине и направлению газовых сил и сил инерции коленчатый вал вращается с переменной угловой скоростью, вследствие чего испытывает упругие колебания, подвергается скручиванию, изгибу, сжатию или растяжению. Сложные условия работы вала вызывают повышенный износ его шеек, деформацию отдельных элементов конструкции и явления усталости материала, порождают крутильные и осевые колебания. Поэтому конструкция коленчатого вала должна обладать достаточной прочностью, жесткостью и износостойкостью при сравнительно небольшой массе.

Изготавливается коленчатый вал литьем из высокопрочного чугуна либо ковкой или горячей штамповкой из легированной стали. Шейки коленчатого вала, как и поверхности, контактирующие с уплотнениями, подвергаются различным способам поверхностного упрочнения, чаще всего закалке при помощи токов высокой частоты, азотированию и качественной механической обработке.

Маховик служит для обеспечения равномерного вращения коленчатого вала, вывода деталей кривошипного механизма из мертвых точек, накопления во время такта расширения кинетической энергии, необходимой для вращения коленчатого вала в период между вспышками в отдельных цилиндрах, облегчения пуска двигателя и плавного трогания с места.

Маховик представляет собой массивный чугунный диск, тщательно сбалансированный, на обод которого напрессован зубчатый венец, при

помощи которого производится запуск двигателя от стартера. На маховике также монтируется муфта сцепления.

У большинства двигателей на маховик нанесены метки, по которым можно определить мертвые точки, а также метки для установки момента подачи топлива. На поверхности маховика ряда двигателей выполняются радиальные отверстия, посредством которых проворачивают коленчатый вал вручную при регулировке двигателя.

Маховик центрируется по фланцу коленчатого вала и крепится к нему при помощи болтов. Для сохранения его первоначальной балансировки предусмотрены установочные штифты или несимметрично расположенные болты.

Картер маховика крепится к задней стенке блок-картера болтами и представляет собой фасонную отливку из серого чугуна или сплава алюминия. Правильная установка картера маховика обеспечивается установочными штифтами.

Подвеска двигателя. При работе двигатель находится под воздействием неуравновешенных сил инерции, моментов этих сил и реактивных моментов при торможении или разгоне автомобиля или трактора.

Для защиты рамы или несущего кузова от вибрации применяют упругую подвеску силового агрегата. Упругие элементы подвески двигателей выполняются в виде массивных резиновых втулок или башмаков, привулканизированных к каркасу. Для ограничения продольных перемещений двигателя каркасные детали упругих элементов ориентируют таким образом, чтобы в направлении действия продольных сил резиновый вкладыш имел наибольшую жесткость, или применяют специальные тяги, которые связывают двигатель с рамой.

Прокладки и сальники. Прокладки – это уплотнительный материал, зажимаемый между двумя сопрягаемыми деталями и предотвращающий утечку через это соединение жидкостей и газов. Они изготавливаются из мягкого материала, например, пробки, резины, нитрила, бумаги, графита, либо из мягких сплавов и металлов, например, латуни, меди, алюминия или мягкой листовой стали. Выбор конструкции прокладки зависит от материала, из которого изготовлены сопрягаемые детали, их формы, а также от давления и температуры.

Прокладка головки цилиндров уплотняет стык головки и блока цилиндров и предотвращает утечку давления из камер сгорания. К прокладкам головок цилиндров предъявляются такие требования, как стойкость к воздействию высоких температур и детонации. Их конструкция обеспечивает быстрый отвод тепла от двигателя к охлаждающей жидкости. Основой прокладок служит стальной каркас, который с двух сторон покрыт специальным материалом, обеспечивающим не-

обходимую степень уплотнения. Прокладка головки цилиндров уплотняет также масляные каналы и направляет поток охлаждающей жидкости между блоком цилиндров и головкой блока.

Некоторые материалы могут разбухать, улучшая тем самым уплотнение. Например, если масло под крышкой головки цилиндров попадает на край прокладки, она увеличивается в размерах примерно на 30 %, что повышает усилие герметизации между головкой цилиндров и крышкой и позволяет избежать утечек.

Для уплотнения вращающихся деталей применяются сальники. Наиболее распространены кромочные сальники, представляющие собой резиновые кольца, которые прижимаются к уплотняемому валу цилиндрической винтовой пружиной, называемой пружинными кольцом. При капремонте узлов и механизмов сальники заменяют новыми.

4. ОСОБЕННОСТИ РАЗБОРКИ И СБОРКИ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА

Ремонт кривошипно-шатунного механизма состоит в замене или ремонте его деталей и производится обычно со снятием двигателя с трактора или автомобиля. Без снятия двигателя производятся снятие и установка крышки головки блока цилиндров, самой головки блока цилиндров, поддона масляного картера и замена их прокладок. При установке данных деталей для обеспечения герметичности затяжка гаек или болтов их крепления производится в определенном порядке в соответствии с общим правилом крепления корпусных деталей: от центра к периферии крест-накрест.

Снятие головки блока цилиндров производится в следующей последовательности: слить охлаждающую жидкость; снять оборудование, установленное на головке, ослабить и отвернуть болты крепления головки блока цилиндров, начиная с наружных и продвигаясь к внутренним; осторожно снять головку, чтобы не повредить прокладку.

Устанавливают головку цилиндров в обратной последовательности. При установке старой прокладки ее необходимо натереть порошкообразным графитом, однако для гарантированного обеспечения герметичности следует заменить прокладку головки на новую. После установки головки производится затяжка ее крепления к блоку.

Затяжка креплений головки цилиндров производится динамометрическим ключом по определенной схеме. У двигателя Д-245 (рис. 15) затяжка болтов головки производится в четыре этапа: затянуть моментом $180 \text{ Н} \cdot \text{м}$; отвернуть на 90° (четверть оборота); затянуть моментом $200 \text{ Н} \cdot \text{м}$; довернуть на 30° (1/2 грани).

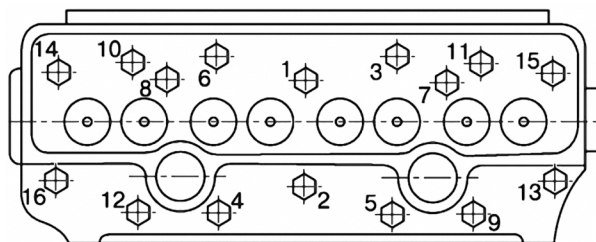


Рис. 15. Схема последовательности затяжки болтов крепления головки цилиндров двигателя Д-245

Снятие и установка шатунно-поршневой группы. Шатун с двигателя снимается только в сборе с поршнем, пальцем и поршневыми кольцами. Перед снятием шатунно-поршневой группы снимают головку блока цилиндров и масляный поддон двигателя.

Перед откручиванием гаек (болтов) крепления крышки шатуна определяют место нахождения меток, указывающих номер цилиндра и направление установки крышки относительно шатуна. После откручивания гаек снимают крышку шатуна. Принимаются меры, исключая выпадение вкладыша из крышки шатуна.

Для извлечения поршня из цилиндра устанавливают коленчатый вал так, чтобы ось шатунной шейки совпала с продольной осью цилиндра. Поддерживая поршень снизу, легкими ударами деревянной ручки молотка по шатуну или болтам извлекают поршень из цилиндра.

При сборке соединяют поршневым пальцем шатун с поршнем, затем устанавливают на поршень поршневые кольца. Проверяют правильность установки замков поршневых колец. Обильно смазывают поршень, поршневые кольца и стенки цилиндров чистым моторным маслом. Устанавливают на поршень специальное приспособление, которым сжимают кольца.

Осторожно вставляют шатун в цилиндр в направлении, указанном специальной меткой на днище поршня. Опускают поршень в цилиндр, пока специальное приспособление не коснется поверхности блока цилиндров. Прижимая приспособление к поверхности блока цилиндров, легкими равномерными ударами деревянной ручки молотка перемещают поршень в отверстие цилиндра. Выравнивают шатун относительно шейки коленчатого вала. Протирают поверхность шатуна, на которую устанавливается вкладыш подшипника.

Осторожно устанавливают в шатун ранее подобранный для этого цилиндра верхний вкладыш шатунного подшипника. Не наносят масло

на постель подшипника или на наружную поверхность вкладыша. Совмещают, если имеется, фиксирующий усик вкладыша с соответствующей выемкой в шатуне. Аналогично устанавливают нижний вкладыш в крышку шатуна. Наносят обильный слой чистого моторного масла на шатунную шейку коленчатого вала и на внутренние поверхности обеих вкладышей. Устанавливают крышку с установленным вкладышем на болты. Прижимая крышку к шатуну, закручивают гайки сначала вручную, затем динамометрическим ключом.

После установки всех шатунно-поршневые групп обязательно убеждаются в легкости вращения коленчатого вала.

5. ОСНОВНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Кривошипно-шатунный механизм работает в очень тяжелых условиях – высокая температура, большие скорости, нестабильность моторного масла и т. д., в связи с чем данный узел первым выходит из строя. К основным неисправностям КШМ относятся: износ коренных и шатунных шеек, износ их вкладышей, износ стенки поршня, износ поршневых колец, износ стенки цилиндра и поршневых пальцев, поломка или залегание поршневых колец, чрезмерное отложение нагара на днище поршня, а также разломные трещины, обломы и прогары.

Основные проблемы, возникающие с головкой блока цилиндров двигателя – это протекание масла из-под головки блока цилиндров и протекание охлаждающей жидкости из-под головки блока цилиндров. Обе неполадки являются типичным следствием непроведения обязательного технического обслуживания трактора после его начальной обкатки. Одним из этапов этого обслуживания является перетяжка головки блока цилиндров. Если головку не перетягивать своевременно, происходит или прорыв газов, или она просто прогорает, и из блока вытекает охлаждающая жидкость, а из системы смазки – масло.

При износе коренных, шатунных шеек и вкладышей чаще всего появляется чрезмерный шум, стук и вибрация двигателя в области коленчатого вала. Глухой звук, который усиливается при резком увеличении частоты вращения коленчатого вала, указывает на износ шатунных или коренных шеек коленчатого вала или на износ их вкладышей.

Похожий звук, прослушиваемый на всех температурных режимах ДВС, свидетельствует о чрезмерном износе поршневого пальца или верхней втулки шатуна. Обычно стук может возникнуть по двум причинам: из-за слишком раннего впрыска топлива или увеличенного за-

зора между втулками головки шатуна в бобышке поршня и поршневыми пальцами. В этих случаях в первую очередь проверяется и при необходимости регулируется угол опережения впрыска топлива. Если стук не устраняется, то необходимо заменить поршневые пальцы, поршни и втулки.

Если во время пуска холодного двигателя слышен звук, напоминающий стук глиняной посуды, уменьшающийся или исчезающий с прогревом двигателя, то это говорит об увеличенном зазоре между поршнями и цилиндрами. Такую неисправность можно устранить, заменив изношенные детали новыми стандартного размера или перешлифовав изношенные детали и применив сопряженные с ними новые детали ремонтного размера.

Если отработанные газы синеватого цвета, а уровень моторного масла постоянно уменьшается – это указывает на износ цилиндропоршневой группы. Увеличенный расход масла, топлива и значительное снижение мощности может происходить из-за залегания поршневых колец (компрессионных и маслосъемных) и увеличенного износа колец и цилиндра. Залегание колец можно устранить без разборки двигателя, залив в цилиндры через отверстия для форсунок или через впускной коллектор специальный раствор, состоящий из 50 % керосина и 50 % денатурированного спирта. После 8...10 часов простоя необходимо завести двигатель и дать ему поработать в течение 10...20 минут, затем сменить моторное масло. Такая процедура позволяет значительно снизить количество нагара в области поршневых колец и днища поршня, тем самым освободив кольца и восстановив их работоспособность.

К критическому износу поршневых колец приводит ряд причин: неправильная обкатка двигателя, попадание в двигатель пыли, несоблюдение температурного режима работы двигателя. Кроме того, перегрев двигателя может привести к обрыву шатуна.

Чтобы КШМ работал длительное время надежно, необходимо соблюдать следующие требования: новый или отремонтированный двигатель подвергать обкатке; периодически проводить техническое обслуживание и контролировать состояние КШМ; при пониженных температурах окружающей среды двигатель запускать только с предварительным подогревом; не допускать работы двигателя под нагрузкой при температуре охлаждающей жидкости ниже 50 °С; не перегружать двигатель, не допускать в работе перебоев, стука и дымления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Диагностирование автомобилей. Практикум : учеб. пособие / А. Н. Карташевич [и др.]; под ред. А. Н. Карташевича. – Минск : Новое знание; Москва : ИНФРА-М, 2011. – 207 с.
2. Карташевич, А. Н. Тракторы и автомобили. Конструкция : учеб. пособие / А. Н. Карташевич, О. В. Понталев, А. В. Гордеенко. – Минск : Новое знание; Москва : ИНФРА-М, 2013. – 311 с.
3. Карташевич, А. Н. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учеб. пособие / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка, А. В. Гордеенко. – Минск : Новое знание; Москва : ИНФРА-М, 2015. – 420 с.
4. Устройство тракторов: учеб. пособие / А. Н. Карташевич [и др.]; под ред. А. Н. Карташевича. – Минск : РИПО, 2016. – 444 с.
5. Карташевич, А. Н. Устройство тракторов: учебник / А. Н. Карташевич [и др.]; под ред. А. Н. Карташевича. – Минск : РИПО, 2018. – 463 с.