

Г. И. ГЛАДОВ, А. М. ПЕТРЕНКО

ТРАКТОРЫ

УСТРОЙСТВО И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Допущено

*Экспертным советом по профессиональному образованию
в качестве учебного пособия для использования в учебном процессе
образовательных учреждений, реализующих программы
начального профессионального образования*



Москва
Издательский центр «Академия»
2008

УДК 656.137(075.32)

ББК 39.34я723

Г522

Рецензенты:

зав. кафедрой «Тракторы» МГТУ «МАМИ», д-р техн. наук, проф. *В. М. Шарипов*;
зав. циклом специальных дисциплин ГОУ СПО «Мытищинский
машиностроительный техникум» *Ю. А. Коган*

Гладов Г. И.

Г522 Тракторы : Устройство и техническое обслуживание : учеб.
пособие для нач. проф. образования / Г. И. Гладов, А. М. Пет-
ренко. — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 256 с.
ISBN 978-5-7695-4203-9

Рассмотрены устройство и техническое обслуживание колесных и гусеничных тракторов. Приведены конструктивные особенности тракторов Т-4М, Т-28, ДТ-75М, Т-40, Т-150, МТЗ-82, К-701 и их модификаций. Представлены конструктивные схемы и устройство отдельных основных систем и узлов, характерных для оценки работы трактора и обеспечения его технического обслуживания в процессе эксплуатации.

Для учащихся учреждений начального профессионального образова-
ния. Может быть полезно при профессиональном обучении работников,
заниматься в сельском хозяйстве.

УДК 656.137(075.32)

ББК 39.34я723

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом
без согласия правообладателя запрещается*

© Гладов Г. И., Петренко А. М., 2008

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2008

ISBN 978-5-7695-4203-9

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Силовые установки	8
1.1. Назначение и составные части силовой установки	8
1.2. Принципы работы двигателя внутреннего сгорания	9
1.3. Особенности устройства и технического обслуживания кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов двигателей	16
1.4. Особенности устройства и технического обслуживания системы охлаждения и смазочной системы двигателей	30
1.5. Система питания двигателей	39
1.6. Газовые двигатели	62
1.7. Техническое обслуживание приборов системы питания двигателей	66
1.8. Пусковые устройства двигателей	70
Глава 2. Электрооборудование тракторов	76
2.1. Источники электроэнергии тракторов	76
2.2. Стартер	84
2.3. Система зажигания карбюраторного двигателя	86
2.4. Освещение и сигнализация	92
2.5. Контрольно-измерительные и другие электрические приборы	93
2.6. Техническое обслуживание приборов электрооборудования тракторов	95
Глава 3. Трансмиссия	97
3.1. Устройство трансмиссии	97
3.2. Сцепление	99
3.3. Коробка передач	105
3.4. Раздаточная коробка	116
3.5. Карданные передачи	118
3.6. Ведущие мосты	122
3.7. Техническое обслуживание агрегатов трансмиссии	137
Глава 4. Ходовая часть	140
4.1. Назначение и состав	140
4.2. Несущая система тракторов	141
4.3. Мосты колесных тракторов	143
4.4. Подвеска трактора	147

4.5. Колесный движитель	155
4.6. Гусеничный движитель	160
4.7. Техническое обслуживание ходовой части	165
Глава 5. Системы управления тракторов	168
5.1. Рулевое управление колесных тракторов	168
5.2. Механизмы поворота гусеничных тракторов	183
5.3. Тормозные системы тракторов	183
5.4. Техническое обслуживание систем управления тракторов	192
Глава 6. Рабочее оборудование тракторов	198
6.1. Гидравлическая система	198
6.2. Механизм навески и прицепное устройство	209
6.3. Догружатели ведущих колес	215
6.4. Вал отбора мощности и приводной шкив	219
6.5. Техническое обслуживание рабочего оборудования	222
Глава 7. Вспомогательное оборудование и тракторные прицепы	226
7.1. Оборудование кабины	226
7.2. Прицепные звенья тракторов	232
7.3. Техническое обслуживание вспомогательного оборудования	234
Глава 8. Мини-тракторы	236
8.1. Классификация мини-тракторов	236
8.2. Конструкция мини-тракторов	239
Приложение	243
Список литературы	249

СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ

1.1. Назначение и составные части силовой установки

Силовая установка трактора предназначена для получения механической энергии, необходимой для обеспечения движения машины.

Силовая установка (рис. 1.1) состоит из двигателя — основного источника механической энергии, а также механизмов и систем, обслуживающих двигатель и обеспечивающих необходимый режим его работы. Работа двигателя основана на преобразовании тепловой энергии, возникающей при горении топливоздушной смеси, в механическую энергию. Наибольшее распространение получили двигатели внутреннего сгорания (ДВС) поршневого типа, тепловая энергия в которых преобразуется в возвратно-поступательное движение поршня, превращаемое затем во вращательное движение коленчатого вала. В последнее время появились так называемые роторные двигатели, поршень которых совершает вращательное движение. Однако такие двигатели еще не нашли широкого применения на тракторах.

Применяемые на тракторах ДВС подразделяются по ряду основных признаков:

- способ смесеобразования — с внешним смесеобразованием (бензиновые карбюраторные и с впрыском топлива) и с внутренним (дизели);

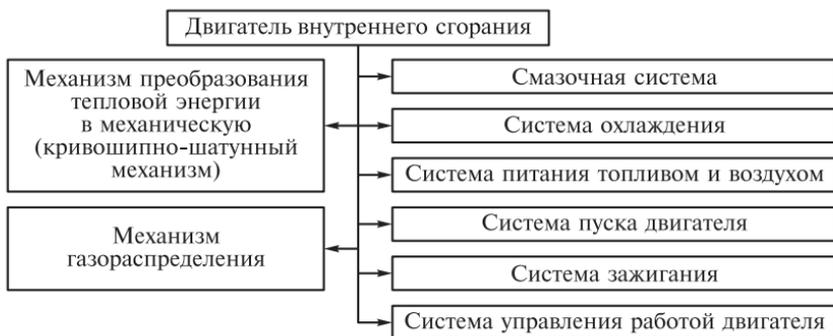


Рис. 1.1. Механизмы и системы двигателя внутреннего сгорания

- число тактов рабочего цикла — двухтактные и четырехтактные;
- способ воспламенения топливной смеси — принудительное воспламенение смеси (электрической искрой) и самовоспламенение смеси (дизели).

Двигатели внутреннего сгорания имеют и другие отличительные признаки, которые определяются конструктивными особенностями. Эти признаки целесообразно рассмотреть в процессе изучения работы силовой установки.

Силовая установка располагается на машине таким образом, чтобы все системы, обслуживающие двигатель, находились как можно ближе к двигателю — для уменьшения габаритных размеров установки и сокращения длины соединительных трубопроводов. Такое размещение облегчает техническое обслуживание, уменьшает вибрации и улучшает условия управления работой систем, обслуживающих двигатель.

Двигатель может устанавливаться как по продольной оси машины, так и поперек. На большинстве машин принято продольное расположение двигателя. При поперечном расположении двигателя значительно сокращаются габаритные размеры силового отсека, но несколько усложняется связь с ведущими колесами. Расположение двигателя на машине оказывает существенное влияние на ее компоновку и эксплуатационные качества.

1.2. Принципы работы двигателя внутреннего сгорания

Рассмотрим работу четырехтактного поршневого двигателя, нашедшего наибольшее применение в автотракторной технике.

Двигатель (рис. 1.2) состоит из корпуса (блок-картера) 1, верхняя часть которого является блоком цилиндров, а нижняя — картером, цилиндра 2, головки 5 цилиндра, поршня 3, шатуна 12, коленчатого вала 13, установленного на подшипниках в картере и соединенного через шатун 12 с поршнем 3, и маховика 14. Нижняя часть картера, предохраняющая детали кривошипно-шатунного и других механизмов двигателя от загрязнения, называется поддоном 15.

При перемещении поршня в цилиндре его поступательное движение посредством шатуна передается на *кривошип** коленчатого вала, обеспечивая вращение вала совместно с маховиком.

* Кривошип — опорный палец (ось, шип), смещенный относительно оси вращения коленчатого вала. Кривошип (палец) шарнирно соединяется с шатуном и через шатун с поршнем.

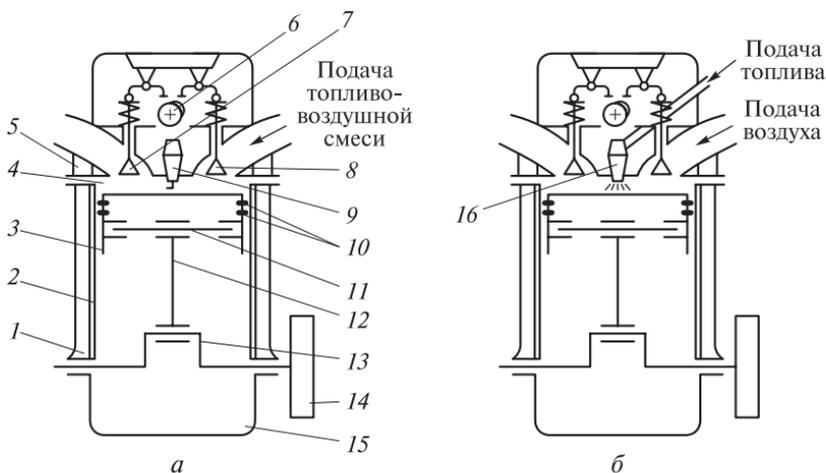


Рис. 1.2. Схемы четырехтактного поршневого двигателя внутреннего сгорания:

а — бензинового; *б* — дизеля; 1 — блок-картер; 2 — цилиндр; 3 — поршень; 4 — камера сгорания; 5 — головка цилиндра; 6 — распределительный вал; 7 — выпускной клапан; 8 — впускной клапан; 9 — свеча зажигания; 10 — поршневые кольца; 11 — поршневой палец; 12 — шатун; 13 — коленчатый вал; 14 — маховик; 15 — поддон; 16 — форсунка впрыска топлива

Поршень, перемещаясь в цилиндре за один оборот коленчатого вала, занимает два крайних положения: верхнее, наиболее удаленное от оси коленчатого вала, — верхняя мертвая точка (ВМТ) и нижнее, соответствующее минимальному расстоянию поршня от оси коленчатого вала, — нижняя мертвая точка (НМТ).

Расстояние между крайними положениями поршня (между ВМТ и НМТ) называется *ходом поршня*.

Объем в цилиндре над поршнем, когда поршень находится в ВМТ, называется *камерой сгорания*. Объем цилиндра, освобождаемый поршнем при его движении от ВМТ до НМТ, называется *рабочим объемом*. Сумма рабочего объема и камеры сгорания называется *полным объемом цилиндра*. Объем всех цилиндров двигателя называется *рабочим объемом двигателя*.

Важным параметром, характеризующим двигатель, является *степень сжатия*, которая показывает, во сколько раз сжимается поступающая в цилиндр топливовоздушная смесь (бензиновый двигатель) или воздух (дизель) при перемещении поршня от НМТ к ВМТ. У бензиновых двигателей степень сжатия находится в пределах 6...12, у дизелей — 14...24; чем выше степень сжатия, тем большую мощность может развить двигатель.

Высокая степень сжатия у дизелей обусловлена необходимостью создания высокой температуры сжатого воздуха, обеспечи-

вающего самовоспламенение топливовоздушной смеси при впрыскивании в горячий воздух топлива. Ограничение степени сжатия у бензиновых двигателей объясняется необходимостью исключения возможности самовоспламенения топливовоздушной смеси при ее сжатии.

Работа ДВС основывается на использовании давления на поршень газов, которые образуются при сгорании в цилиндре топливовоздушной смеси. Для обеспечения работы двигателя в его цилиндрах должен совершаться ряд процессов с определенными последовательностью и периодичностью. Совокупность последовательных процессов, периодически повторяющихся в цилиндре двигателя, называется *рабочим циклом*.

Цикл работы четырехтактного двигателя состоит из четырех процессов (тактов), каждый из которых происходит за один ход поршня: *впуск* топливовоздушной смеси у бензинового и газового двигателей или чистого воздуха у дизеля; *сжатие* смеси или воздуха; *горение* топливовоздушной смеси и ее расширение — *рабочий ход*; *выпуск* в атмосферу отработавших газов. Каждый такт происходит за пол-оборота коленчатого вала, следовательно, рабочий цикл четырехтактного двигателя совершается за два оборота коленчатого вала. Рассмотрим один рабочий цикл ДВС.

Первый такт — впуск. Поршень перемещается из ВМТ в НМТ, над поршнем создается разрежение примерно 0,08...0,09 МПа, впускной клапан открыт, и через него в цилиндр поступает топливовоздушная смесь у бензиновых двигателей и чистый воздух у дизелей, температура газа не превышает 60 °С, выпускной клапан закрыт.

Второй такт — сжатие. В конце первого такта впускной клапан закрывается, выпускной клапан закрыт, цилиндр заполнен топливовоздушной смесью у бензинового двигателя и чистым воздухом у дизеля. Поршень во втором такте перемещается из НМТ в ВМТ, сжимая смесь или воздух. При этом в зависимости от степени сжатия давление смеси у бензинового двигателя составляет 0,9...1,2 МПа, температура — 300...400 °С; у дизеля давление воздуха возрастает до 4 МПа, а температура — до 600 °С. В конце такта сжатия при подходе поршня к ВМТ в бензиновых двигателях сжатая смесь воспламеняется электрической искрой от свечи зажигания, а в дизелях посредством форсунки в сжатый и очень горячий воздух впрыскивается под большим давлением топливо, образуя горючую смесь, которая самовоспламеняется. Воспламенение смеси как у бензинового двигателя, так и у дизеля происходит в момент, когда поршень еще не достиг ВМТ, что необходимо для обеспечения полного сгорания смеси. Это так называемое *опережение зажигания*.

Третий такт — рабочий ход. Воспланенная смесь очень быстро сгорает. Впускной и выпускной клапаны закрыты. Следует

отметить, что в бензиновых двигателях воспламенение топливовоздушной смеси искрой происходит до прихода поршня в ВМТ. В дизелях подача топлива в сжатый воздух через форсунку начинается до прихода поршня в ВМТ, и образующаяся смесь самовоспламеняется, но подача топлива продолжается еще некоторое время после прохождения поршня ВМТ. При воспламенении топливовоздушной смеси выделяется большое количество теплоты, в результате чего давление образовавшихся при горении газов в цилиндре бензинового двигателя возрастает до 4 МПа, а температура — до 2 000 °С; в дизеле — до 8...9 МПа, а температура — до 2 500 °С. Под действием давления газов поршень перемещается от ВМТ к НМТ. В процессе рабочего хода на коленчатом валу создается вращающий момент, а маховиком запасается кинетическая энергия, необходимая для обеспечения повторения тактов работы поршня. К концу рабочего хода давление газов внутри цилиндра понижается до 0,3...0,5 МПа, а температура — до 800...900 °С.

Четвертый такт — выпуск. При подходе поршня к НМТ открывается выпускной клапан, впускной клапан закрыт. Отработавшие газы под действием избыточного давления, а затем перемещающимся поршнем вытесняются из цилиндра. Давление внутри цилиндра в конце выпуска составляет 0,11...0,12 МПа, температура — 400...600 °С.

Обеспечить полное освобождение цилиндра от отработавших газов при выпуске не удастся. Оставшаяся часть отработавших газов называется остаточными газами, при последующем цикле они смешиваются с топливовоздушной смесью в бензиновом двигателе и с чистым воздухом в дизеле. Смесью топлива с воздухом и оставшимися отработавшими газами называется *рабочей смесью*. Не следует путать понятия «рабочая смесь» и «горючая смесь». *Горючая смесь* — это смесь чистого воздуха с топливом.

Как видно из рассмотренного рабочего цикла четырехтактного двигателя, работа одного цилиндра не будет равномерной, так как рабочий ход поршня совершается с ускорением. Для уменьшения неравномерности работы двигателя на конце коленчатого вала устанавливают маховик большой массы. Кинетическая энергия, запасенная маховиком при рабочем ходе поршня, обеспечивает уменьшение неравномерности вращения коленчатого вала и позволяет поршню преодолевать НМТ и ВМТ при возвратно-поступательном движении.

Для обеспечения равномерной работы двигателя маховик должен иметь большие массу и габаритные размеры, что не является приемлемым по ряду причин экономического и технического характера. Наиболее целесообразным оказался путь создания конструкций многоцилиндровых двигателей. В этом случае рабочий ход поршней в цилиндрах совершается в определенной последовательности при повороте коленчатого вала, что обеспечивает равно-

мерность вращения. Такая последовательность чередования рабочих ходов называется *порядком работы двигателя*.

По числу цилиндров двигателя подразделяются на двух-, трех-, четырех-, пяти-, шести-, восьми- и двенадцатицилиндровые. По расположению цилиндров двигатели могут быть (рис. 1.3) рядные, когда цилиндры расположены в вертикальной плоскости или под некоторым углом к ней последовательно друг за другом; V-образные — цилиндры расположены под углом по отношению друг к другу; оппозитные — цилиндры расположены горизонтально напротив друг друга.

Наибольшее распространение получили рядные и V-образные двигатели. У них в зависимости от конструкции угол между двумя рядами цилиндров может составлять $75 \dots 120^\circ$; у четырех- и шестицилиндровых двигателей угол обычно равен 90° . Нумерация цилиндров рядных двигателей осуществляется последовательно с первого (передняя часть машины по направлению движения); у V-образного двигателя последовательно нумеруются цилиндры правой половины (если смотреть по ходу движения машины), затем, также начиная с передней части, — левой половины.

Равномерная работа двигателя достигается при чередовании рабочих ходов в его цилиндрах, происходящих через определенные углы поворота коленчатого вала. Угловой интервал равномерного повторения одноименных тактов в разных цилиндрах определяется делением 720° (угол поворота коленчатого вала за два оборота, при котором совершается полный рабочий цикл) на число цилиндров двигателя. Например, у четырехцилиндрового двигателя угловой интервал будет 180° , у шестицилиндрового — 120° , у восьмицилиндрового — 90° и т. д.

Последовательность чередования одноименных тактов или порядок работы двигателя должен быть таким, чтобы в наибольшей

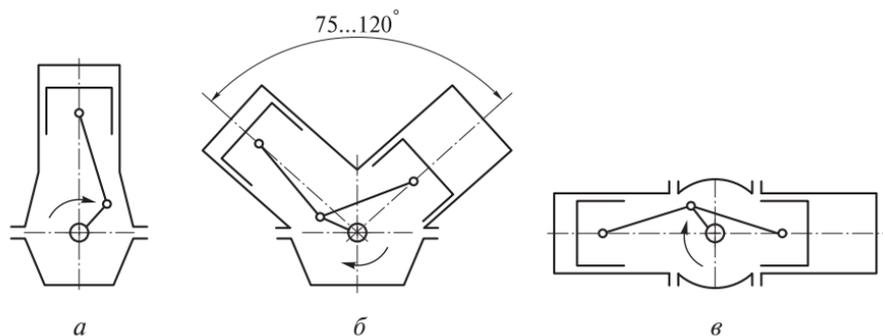


Рис. 1.3. Схемы размещения цилиндров в многоцилиндровых двигателях: а — вертикальное в один ряд; б — V-образное; в — оппозитное

степени уменьшить влияние на работу двигателя инерционных сил и моментов, а также взаимного теплового воздействия. У четырехцилиндровых рядных двигателей возможны два варианта чередования рабочих ходов в цилиндрах: 1—2—4—3 и 1—3—4—2, которые равноценны по обеспечению равномерной работы и уравновешенности сил инерции; с точки зрения уменьшения теплового воздействия более предпочтительным является второй вариант. Для пятицилиндрового рядного двигателя порядок работы 1—2—4—5—3. Для шестицилиндрового двигателя принят следующий порядок чередования рабочих ходов: рядный двигатель — 1—5—3—6—2—4; V-образный двигатель — 1—4—2—5—3—6; восьмицилиндровый V-образный двигатель — 1—5—4—2—6—3—7—8.

Для повышения мощности двигателя без увеличения объема цилиндров в некоторых конструкциях ДВС, как правило в дизелях, применяют наддув воздуха с соответствующим увеличением количества впрыскиваемого топлива. Для обеспечения наддува используют компрессоры (турбокомпрессоры), нагнетающие на входе в цилиндр воздух под давлением 0,15...0,17 МПа. Использование турбонадува позволяет без изменения размеров двигателя и частоты вращения коленчатого вала повысить мощность двигателя на 20...40 %. Для привода компрессора, подающего воздух в цилиндр, используют энергию отработавших газов.

Газотурбинный компрессор (рис. 1.4) состоит из двух лопастных колес — турбинного и компрессорного, установленных на одном валу. При открытом выпускном клапане поршень выталкивает отработавшие газы, часть которых через сопловой аппарат попадает на лопасти рабочего колеса турбины, вместе с валом вращается и рабочее колесо компрессора. Рабочее колесо засасывает воздух через воздухоочиститель и нагнетает его по впускному трубопроводу в цилиндр при открытом впускном клапане.

Турбокомпрессор в разборке не подлежит, при выходе из строя его заменяют целиком.

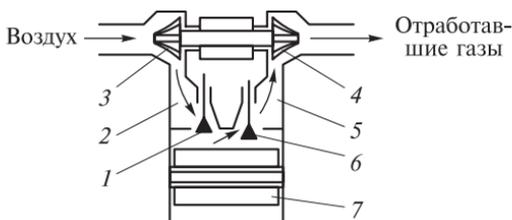


Рис. 1.4. Схема газотурбинного компрессора дизеля:

1, 6 — соответственно впускной и выпускной клапан; 2 — впускной трубопровод; 3 — компрессорное колесо; 4 — турбинное колесо; 5 — газоотводящий патрубок; 7 — поршень

Для более полного наполнения цилиндров горючей смесью (бензиновые двигатели) или чистым воздухом (дизели), а также для обеспечения более полного сгорания смеси и лучшей очистки цилиндров от отработавших газов моменты открытия и закрытия клапанов не совпадают с положением поршней в ВМТ и НМТ. Открытие и закрытие клапанов происходит с некоторым опережением или запаздыванием. Моменты открытия и закрытия клапанов, выраженные в градусах угла поворота коленчатого вала, называются *фазами газораспределения*.

Впускной клапан начинает открываться на $9 \dots 30^\circ$ раньше, чем поршень достигнет ВМТ, выпускной клапан еще открыт, его закрытие происходит на $8 \dots 35^\circ$ поворота коленчатого вала после прихода поршня в ВМТ. Это означает, что какой-то период времени оба клапана остаются открытыми. Такая работа клапанов необходима для улучшения наполнения цилиндра смесью или воздухом, так как выходящие с большой скоростью отработавшие газы увлекают (затягивают) свежую порцию через впускной клапан, хотя поршень еще не начал двигаться к НМТ, создавая разрежение в цилиндре. Закрывается впускной клапан на $40 \dots 70^\circ$ после прохождения поршнем НМТ, что позволяет обеспечить более полное наполнение цилиндра, используя инерцию скоростного напора входящей в цилиндр порции смеси или воздуха.

Выпускной клапан открывается на $40 \dots 70^\circ$ раньше, чем поршень придет в НМТ, т.е. когда поршень совершает еще рабочий ход. При этом отработавшие газы начинают раньше выходить из цилиндра, облегчая работу поршня на их вытеснение. Закрытие выпускного клапана происходит после прихода поршня в ВМТ, при этом, несмотря на начало движения поршня к НМТ, отработавшие газы по инерции еще будут выходить из цилиндра, обеспечивая более полное его очищение.

Углы опережения и запаздывания, а следовательно, и продолжительность открытия клапанов зависят от частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Работа ДВС как тепловой машины характеризуется тепловыми потерями. Часть теплоты, образованной внутри цилиндра при сгорании топлива, уходит в атмосферу с отработавшими газами и отбирается системой охлаждения. Часть тепловой энергии, преобразованной в механическую, затрачивается на преодоление сил трения в кривошипно-шатунном механизме, на приводы механизмов газораспределения, насосы обслуживающих двигатель систем и др. Только оставшаяся энергия после этих потерь идет на совершение полезной работы, связанной с назначением двигателя. В связи с этим одним из основных показателей работы двигателя является *эффективный коэффициент полезного действия* (КПД), равный отношению количества теплоты, превращенной в механическую работу, к количеству теплоты, выделяемой при сгора-

нии топлива. Величина эффективного КПД находится в пределах 0,25...0,3 для бензиновых двигателей и 0,3...0,42 — для дизелей, т. е. более 60 % тепловой энергии расходуется на различные потери в двигателе.

Другими основными показателями работы двигателя являются вращающий момент, мощность двигателя, механический КПД, экономичность работы двигателя.

Вращающий момент — это произведение силы (создаваемой давлением газов на поршень и передаваемой на коленчатый вал через шатун) на перпендикуляр, опущенный из центра вращения коленчатого вала на шатун (направление действия силы от поршня). На отдельных углах вращения коленчатого вала длина перпендикуляра будет совпадать с величиной радиуса кривошипа.

Мощность двигателя — это работа, совершаемая при вращении коленчатого вала, выполненная за единицу времени. Мощность зависит от значения вращающего момента и частоты вращения коленчатого вала. Различают *индикаторную* и *эффективную* мощность. Индикаторной называется мощность, которая развивается газами внутри цилиндра работающего двигателя. Эффективная мощность развивается двигателем на коленчатом валу.

Механический КПД двигателя равен отношению эффективной мощности к индикаторной. Величина механического КПД находится в пределах 0,8...0,9 и зависит в основном от качества изготовления деталей и сборки узлов.

Экономичность работы двигателя характеризуется удельным расходом топлива. *Удельный расход топлива* определяется количеством теплоты, которое расходуется на получение одной единицы мощности в единицу времени. Удельный расход топлива для бензиновых двигателей находится в пределах 200...320 г/(кВт·ч), для дизелей — 200...280 г/(кВт·ч).

1.3. Особенности устройства и технического обслуживания кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов двигателей

Кривошипно-шатунный механизм предназначен для преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала. К кривошипно-шатунному механизму относятся картер с блоком цилиндров (обычно блок цилиндров отливают вместе с верхней половиной картера, поэтому картер вместе с блоком цилиндров называют блок-картером), цилиндры, головка блока цилиндров, прокладка головки блока, поддон, поршни, поршневые кольца, поршневые пальцы, шату-

ны, коленчатый вал, маховик, коренные и шатунные вкладыши (подшипники).

Блок-картер (рис. 1.5) является основной несущей частью двигателя, в нем расположены цилиндры, опоры коленчатого вала, узлы и каналы смазочной системы. К блок-картеру крепятся головка блока цилиндров, поддон и различное оборудование систем, обслуживающих двигатель. Вокруг стенок цилиндров в блоке имеются полости, в которых циркулирует охлаждающая жидкость, это так называемая водяная рубашка. На блок-картере расположены кронштейны крепления двигателя к раме трактора. Блок-картер изготавливают из чугуна или алюминиевого сплава.

Головку блока цилиндров устанавливают на верхнюю часть блок-картера, закрывая полости цилиндров сверху. В головке блока имеются углубления, образующие камеры сгорания. Внутри головки

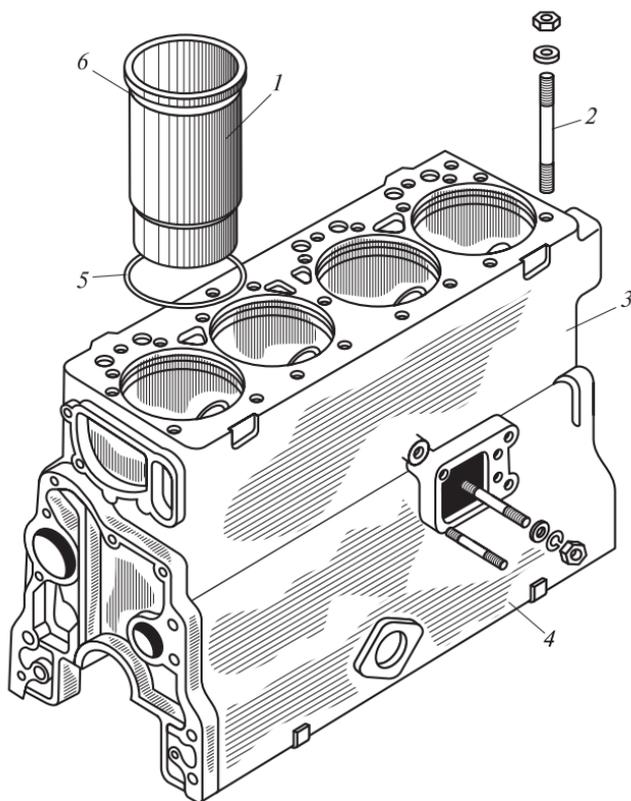


Рис. 1.5. Блок-картер дизеля СМД:

1 — гильза цилиндра; 2 — шпилька крепления головки цилиндров; 3 — блок цилиндров; 4 — картер; 5 — нижнее уплотнительное кольцо; 6 — верхнее медное кольцо

имеются полости для охлаждающей жидкости, сообщающиеся с водяной рубашкой блок-картера. Камера сгорания, образованная головкой цилиндра, поршнем и стенками цилиндра, может быть цельной (однообъемной) или разделенной — обычно у дизелей. В головке располагаются гнезда для установки впускных и выпускных клапанов, имеются отверстия с резьбой для свечей зажигания бензиновых двигателей и отверстия для втулок форсунок впрыска топлива дизелей. Материал головки блока — алюминиевый сплав или чугун. Головка с блоком соединяется болтами (или шпильками с гайками) через специальную прокладку, уплотняющую полости цилиндров. Прокладку изготавливают из металлического листа с асбестовыми пластинами либо из асбестового картона с облицовкой тонким стальным или медным листом. Головку к блоку крепят с использованием динамометрического ключа с затяжкой крепежа в определенном порядке моментом $160 \dots 180 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Как правило, болты или гайки затягивают крест-накрест от середины к краям в последовательности, указанной на рис. 1.6. Проверку затяжки болтов крепления головки цилиндров проводят после обкатки нового трактора и через 1 000 ч работы на прогретом двигателе.

Цилиндры — направляющие элементы поршней кривошипно-шатунного механизма. Блок-картер может быть выполнен совместно с цилиндром или отдельно. Цилиндры изготавливают из высококачественного чугуна, стали или алюминиевых сплавов. Внутреннюю поверхность цилиндра тщательно обрабатывают и хромируют, что обеспечивает уменьшение потерь на трение и улучшение уплотнения поршней. Цилиндры, изготавливаемые отдельно от блока, называют гильзами (см. рис. 1.5). Гильзы запрессовывают в отверстия блока установочным пояском в верхней плоскости с медным уплотнительным кольцом, что позволяет гильзе при нагревании расширяться вниз, так как в верхней части крепится головка цилиндров. Нижняя часть гильзы уплотняется кольцами.

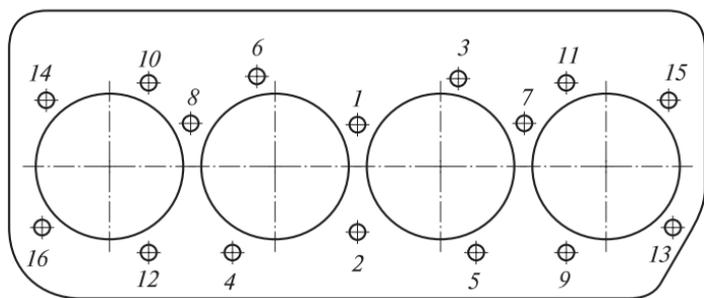


Рис. 1.6. Последовательность (1—16) затяжки болтов крепления головки цилиндров

Внешняя поверхность запрессованных в блок гильз может непосредственно омываться охлаждающей жидкостью; такие гильзы называются мокрыми.

Цилиндры двигателей воздушного охлаждения отливают со специальными ребрами на наружной поверхности — для улучшения теплоотвода. На двигателях воздушного охлаждения цилиндры крепят к верхней части блока совместно с головкой общими болтами или шпильками.

Цилиндры в блоке V-образных двигателей обычно имеют некоторое смещение одного ряда относительно другого, так как на каждом кривошипе коленчатого вала крепят два шатуна.

Поршень является основным элементом кривошипно-шатунной группы, воспринимающим давление газов во время рабочего хода, передающим через шатун усилие на коленчатый вал и осуществляющим другие такты работы двигателя. Поршень имеет форму цилиндрического стакана, установленного в цилиндре днищем в сторону камеры сгорания. Поршень имеет верхнюю утолщенную часть — головку и нижнюю — юбку. На стенках головки поршня проточены канавки для размещения компрессионных (уплотнительных) и маслосъемных поршневых колец. Днище с внешней поверхности может быть плоским или фигурным (выпуклым, вогнутым или иметь полость сложной конфигурации, служащей дополнительным объемом камеры сгорания). Поршни с фигурными днищами применяют в основном на дизелях. Внутренняя часть днища поршня усилена ребрами. В переходной части от головки поршня к юбке имеются специальные приливы с отверстиями и выточками — для установки поршневого пальца со стопорными кольцами. Юбка поршня имеет более тонкие стенки, непосредственно соприкасающиеся со стенками цилиндра и передающими на него боковые усилия. Зазор между поршнем и цилиндром очень мал, поэтому для предотвращения заклинивания поршня в цилиндре при работе юбке придают овальную форму (овал большего радиуса в направлении оси поршневого пальца) и делают разрезы, в которые устанавливают вставки из металлов с малым коэффициентом линейного расширения. Для уменьшения инерционных сил и моментов, возникающих при движении поршня, поршни делают небольшой массы. Поршни изготавливают из алюминиевого сплава и чугуна. По массе поршни в одном двигателе не должны отличаться более чем на 10 г.

Поршневые кольца служат для уплотнения поверхности цилиндра при движении поршня, чтобы не допустить прорыва газов в картер двигателя и попадания масла из картера в камеру сгорания. Поршневые кольца (рис. 1.7) подразделяются на уплотнительные (компрессионные) и маслосъемные.

Компрессионные кольца (два или три) устанавливают в верхние канавки поршня. Диаметр колец несколько больше диаметра ци-

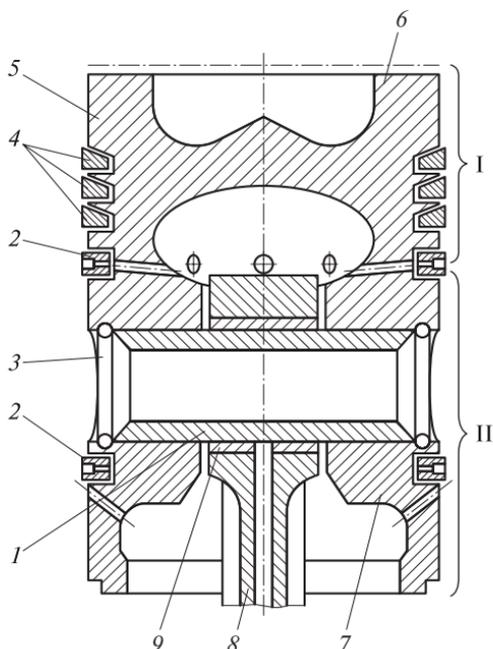


Рис. 1.7. Поршень с поршневыми кольцами:

1 — поршневой палец; 2 — маслосъемные кольца; 3 — стопорное кольцо; 4 — компрессионные кольца; 5 — поршень; 6 — днище; 7 — бобышка; 8 — шатун; 9 — втулка; I, II — соответственно уплотняющая и направляющая часть

линдра для обеспечения более плотного контакта с поверхностью цилиндра. Кольца делают разрезными (разрез кольца называют замком), поэтому при установке поршня в цилиндр кольца будут пружинить. Зазор в замке $0,2 \dots 0,6$ мм служит для компенсации теплового расширения кольца при работе поршня. При прогревом двигателя зазор в поршневых кольцах должен отсутствовать.

Обеспечение хорошей приработки компрессионных колец к поверхности цилиндра достигается применением колец с конусной поверхностью или трапециевидного поперечного сечения, а также скручивающегося кольца. Трущаяся о цилиндр поверхность верхнего компрессионного кольца шлифуется и хромируется. Компрессионные кольца устанавливают в канавки поршня с зазором, поэтому при движении кольца будет наблюдаться скопление масла в канавке. С одной стороны, наличие масла обеспечивает смазывание поверхности цилиндра, уменьшая трение между поршнем и цилиндром, с другой — масло будет попадать в камеру сгорания и образовывать нагар, ухудшающий работу кольца. Учитывая тяжелый режим и условия работы компрессионных колец, их изготавливают из высокосортного легированного чугуна.

Маслосъемные кольца (одно или два) предназначены для предотвращения попадания масла в камеру сгорания. Маслосъемные кольца имеют сквозные прорезы и устанавливаются в канавки поршня, тоже имеющие отверстия, по которым масло попадает во внутреннюю полость поршня. Маслосъемные кольца могут быть составными со специальными расширителями, обеспечивающими увеличение давления на стенки цилиндра. Кольца делают скребкового типа, работающими только при движении поршня к НМТ. Маслосъемные кольца устанавливают ниже компрессионных колец.

Поршневой палец служит для шарнирного соединения поршня с шатуном. Палец трубчатого сечения устанавливают концами в бобышках поршня таким образом, что он может свободно поворачиваться в шатуне и бобышках. Такие пальцы называются плавающими. Предотвращение осевого перемещения пальца в поршне обеспечивается установкой его в торцевой части стопорных пружинных колец. Поршневые пальцы изготавливают из высококачественной стали.

Элементы кривошипно-шатунного механизма, служащие для передачи усилия от поршня к коленчатому валу, образуют *шатунную группу*. Основу шатунной группы составляет шатун, соединяющий поршень с коленчатым валом и преобразующий возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала.

Шатун (рис. 1.8) состоит из стержня, верхней (поршневой) и нижней (кривошипной) головок. Стержень имеет двутавровое сечение, его изготавливают штамповкой из легированной стали с последующей термической обработкой. В верхнюю головку запрессовывают бронзовую втулку, выполняющую роль подшипника. Во втулке имеются отверстия для подвода масла к трущимся поверхностям. Нижняя головка шатуна разъемная; плоскость разъема может быть перпендикулярной оси шатуна или выполненной под углом 35 или 55°. Крышка нижней головки крепится к шатуну двумя болтами из легированной стали, плотно подогнанными к отверстиям в шатуне и крышке. Отверстия в нижней головке и крышке растачивают совместно, поэтому крышки шатунов не взаимозаменяемы.

Для уменьшения трения в соединении шатуна с коленчатым валом в нижнюю головку шатуна устанавливают подшипники скольжения, выполненные в виде двух тонкостенных полуцилиндров (вкладышей). Вкладыши изготавливают из стали, на которую наносят антифрикционный сплав. Внутренняя поверхность вкладышей плотно прилегает к поверхности шатунной шейки коленчатого вала, хотя вкладыши устанавливают без подгонки. Вкладыши фиксируются от поворачивания и смещения специальными усиками, входящими в соответствующие канавки головки. Масло

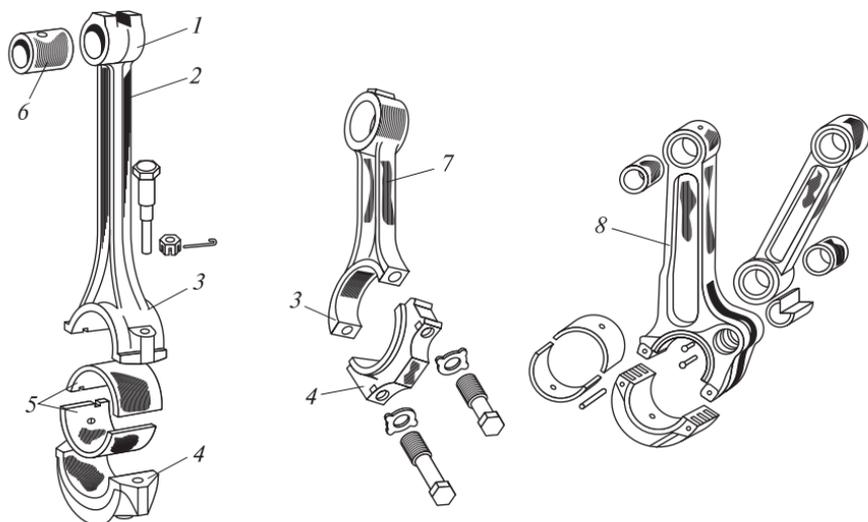


Рис. 1.8. Детали шатунной группы:

1, 3 — соответственно верхняя и нижняя головка; 2 — стержень; 4 — крышка нижней головки; 5 — вкладыши нижней головки; 6 — втулка; 7 — шатун с косым разъемом нижней головки шатуна; 8 — сочлененный шатунный узел V-образного двигателя

к трущимся поверхностям подводится через кольцевые проточки и отверстия во вкладышах.

Двигатели V-образные могут иметь как отдельные шатунные узлы, соединяющие шатун с коленчатым валом, так и сочлененные. Сочлененные шатуны имеют одну общую шатунную головку, к которой один из шатунов крепится шарнирно с помощью пальца. У таких двигателей цилиндры одного ряда не смещены относительно другого в осевом направлении коленчатого вала.

Коленчатый вал в двигателе является основным преобразователем усилия поршня, передаваемого на него через шатун, в вращающий момент. Конструкция коленчатого вала имеет сложную форму, которая зависит от числа и расположения цилиндров и порядка работы двигателя. Коленчатый вал состоит из коренных и шатунных шеек; шек, соединяющих шатунные и коренные шейки и образующих кривошип; противовесов, служащих для разгрузки коренных подшипников от центробежных сил, возникающих на кривошипах во время вращения вала; фланца для крепления маховика и носка, на котором крепится шестерня привода газораспределительного и других механизмов. У некоторых тракторных двигателей, например А-41, на коленчатом валу крепится венец шестерни привода уравновешивающего механизма, предназначенного для снижения вибрации, возникающей при движении поршня и вращении коленчатого вала.

Коренными шейками вал устанавливают в опорных узлах картера двигателя. Число коренных шеек у двигателей бывает различным, однако надежнее та конструкция двигателя, которая имеет большее число опор вала. В качестве подшипников на коренных шейках применяют тонкостенные износостойкие вкладыши, аналогичные вкладышам шатунных подшипников. Для удержания коленчатого вала от осевого смещения один из коренных подшипников (обычно передний) выполняют упорным.

Коренные и шатунные шейки в подшипниковых узлах должны интенсивно смазываться маслом. Масло подается под давлением к коренным подшипникам, а затем по специальным каналам в коренных шейках, щеках и шатунных шейках попадает к шатунным подшипникам. В шатунных шейках имеются грязеуловительные полости, в которые центробежными силами при вращении вала отбрасываются продукты изнашивания подшипниковых узлов.

Коленчатые валы изготавливают методомковки или литьем из углеродистой и легированной стали. Коренные и шатунные шейки подвергают термической обработке, шлифовке и полировке. Затем вал тщательно балансируют.

Маховик обеспечивает равномерное вращение коленчатого вала и способствует преодолению сил сопротивления при сжатии в цилиндрах во время пуска двигателя и трогания трактора с места. Маховик крепится к фланцу хвостовика коленчатого вала и представляет собой чугунный отбалансированный диск, на обод которого напрессован зубчатый венец. Внешняя плоскость маховика обрабатывается для установки сцепления.

Газораспределительный механизм предназначен для впуска в цилиндры двигателя свежего заряда (топливовоздушной смеси или воздуха) и выпуска отработавших газов в соответствии с рабочим циклом. Газораспределительный механизм должен также обеспечивать герметичность полости цилиндра при тактах сжатия и рабочего хода.

Характер и последовательность выполнения действий газораспределительного механизма можно видеть из схемы на рис. 1.9.

В четырехтактных двигателях применяется клапанный газораспределительный механизм с верхним или нижним расположением клапанов.

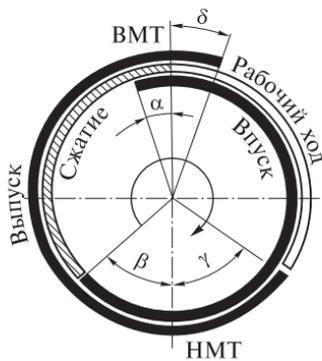


Рис. 1.9. Схема работы одного цилиндра четырехтактного двигателя:

α — угол опережения открытия впускного клапана; β — угол запаздывания закрытия впускного клапана; γ — угол опережения открытия выпускного клапана; δ — угол запаздывания закрытия выпускного клапана