

Лекция № 5

Тема: Механизмы и системы двигателя.

1. Механизмы и системы двигателя и их назначение.
2. Кривошипно-шатунный механизм.

1.Поршневой ДВС состоит из следующих механизмов и систем:

1. К.Ш.М.
2. Г.Р.М.
3. Система охлаждения
4. Система смазки
- 5, Система питания
6. Система зажигания
7. Система пуска двигателя.

1)К.Ш.М. – воспринимает давление газов и преобразовывает прямолинейное возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала.

2)Г.Р.М. – предназначен для открытия и закрытия клапанов, что необходимо для впуска в цилиндр горючей смеси (бензиновые и газовые двигатели) или воздуха (дизели) и выпуска отработавших газов.

3)Система охлаждения – предназначена для обеспечения нормального температурного режима работы двигателя.

4)Система смазки – обеспечивает подачу масла к трущимся поверхностям для уменьшения трения, снижения износа и отвода теплоты от контактирующих поверхностей.

5)Система питания служит для подачи отдельно топлива и воздуха в цилиндры дизеля, или для приготовления горючей смеси из мелко распыленного топлива и воздуха, и подвода смеси к цилиндрам бензинового или газового двигателя.

6)Система зажигания обеспечивает воспламенение рабочей смеси в бензиновых или газовых двигателях.

7)Система пуска служит для проворачивания коленчатого вала двигателя при его пуске.

Кривошипно-шатунный механизм

В состав К.Ш.М. двигателя входят две группы деталей:

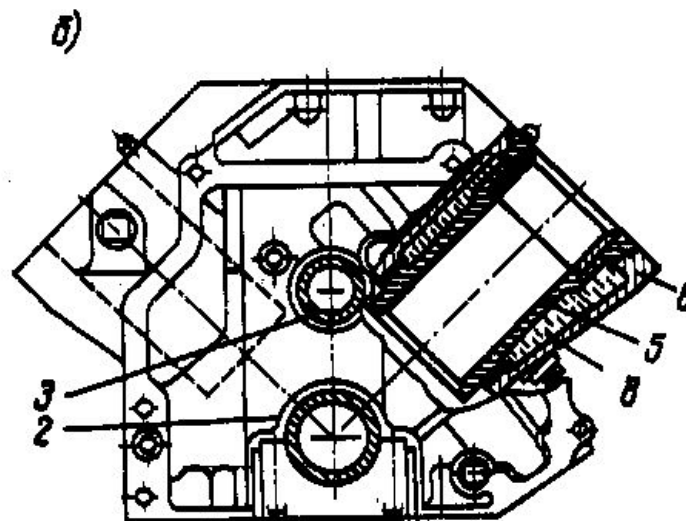
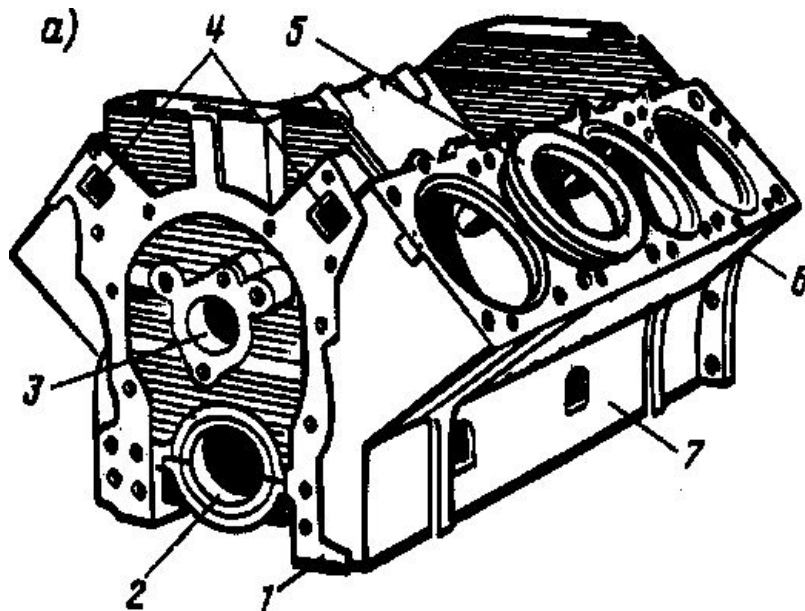
а) неподвижные

б) подвижные

Неподвижные детали КШМ

- 1.Блок цилиндров, служащий остовом двигателя
- 2.Цилиндры
- 3.Головка блока, или головки цилиндров
- 4.Поддон картера

Блок цилиндров представляет собой литой корпус, снаружи и внутри которого монтируются все механизмы и системы двигателя.



1. Блок-картер
2. Опорные гнезда подшипников коленвала
3. Отверстия для установки подшипников распредвала
4. Каналы рубашки охлаждения.
5. Вставная гильза цилиндра.
6. Литой корпус блока.
7. Картер блока.

Блоки цилиндров отливаются из **серого чугуна**
у двигателей автомобилей семейства:

ЗИЛ; КАМАЗ; МАЗ и ВАЗ

Из **алюминиевого сплава**

ДВС “Волга”; “Москвич” 2140 и ГАЗ – 33-07

Нижняя часть блока картером в литых поперечинах которого расположены опорные гнезда для подшипников **коленчатого вала**.

В средней части блока имеются отверстия для установки подшипников скольжения под опорные шейки **распредвала**.

К нижней части блока крепится стальной штампованный **поддон**, служащий резервуаром для масла.

Блок двигателя пронизан каналами по которым из поддона масло подается к трущимся поверхностям.

В отливке блока цилиндров имеется “**рубашка**” для жидкостного охлаждения, т.е. полость между стенками блока и наружной поверхностью вставных гильз цилиндров.

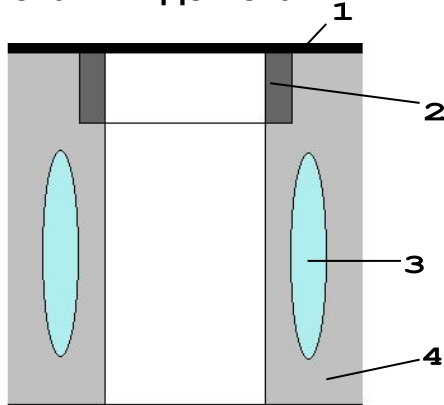
К передней части блока крепится **крышка распределительных шестерен**, а к задней **картер сцепления**.

Цилиндры.

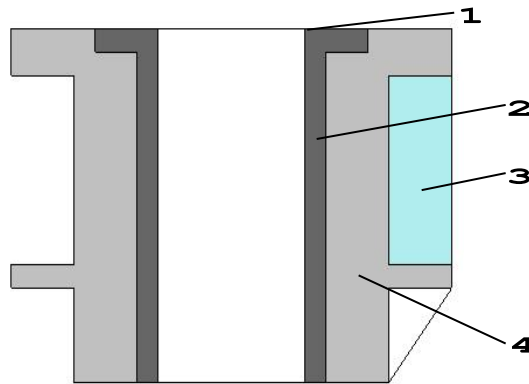
Рабочая поверхность цилиндров является направляющей при движении поршня и вместе с ним и головкой блока образует замкнутое пространство в котором происходит рабочий процесс двигателя.

Внутренняя поверхность цилиндра обрабатывается с высокой степенью точности для плотного прилегания колец и поршня, поэтому она называется **зеркалом цилиндра**.

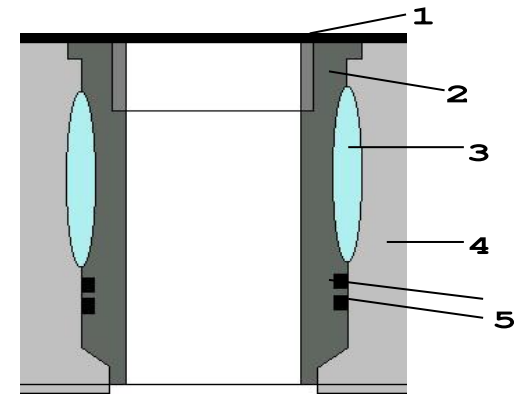
Цилиндры могут быть отлиты как одно целое вместе с блоком или изготовлены отдельно от блока в виде вставных гильз, последние подразделяются на сухие и мокрые.



С короткой сухой вставкой.

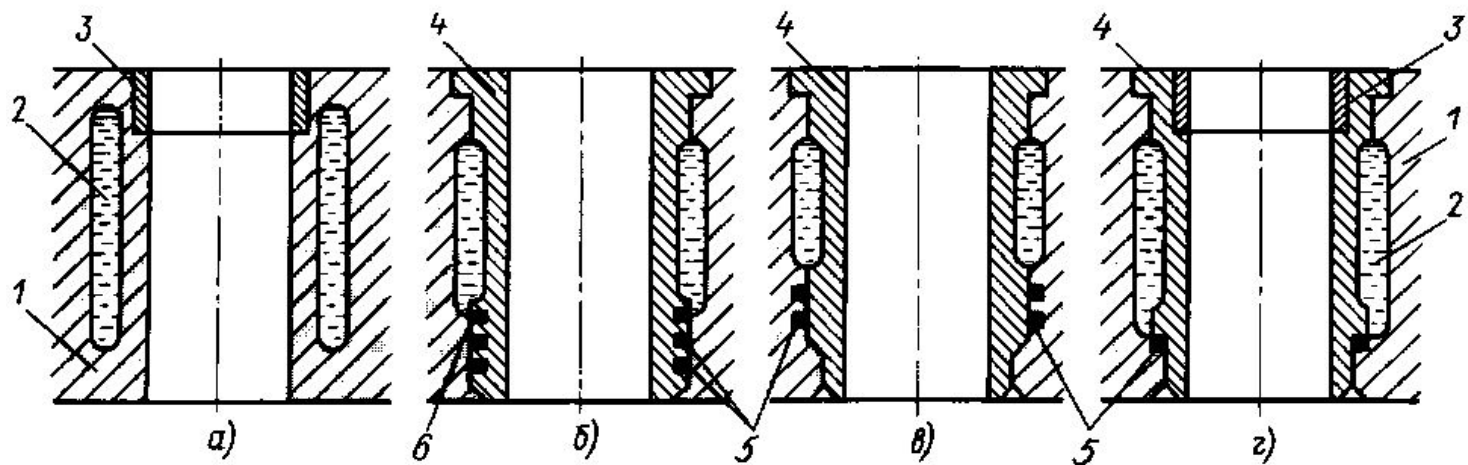


Сухая гильза



Мокрая гильза

1. Прокладка
 2. Сухая вставка (р.1), сухая гильза (р.2), Мокрая гильза с сухой вставкой (р.3),
 3. Рубашка охлаждения
 4. Блок цилиндров
 5. Уплотняющие кольца
- Вставка L = 40-50мм.



Схемы цилиндров двигателей:

а — без гильз, но с короткой вставкой (автомобили ЗИЛ-157КД, ГАЗ-52-04);

б и в — с мокрой гильзой (дизели ЯМЗ-236 и КамАЗ-740);

г — с мокрой гильзой, в которую запрессована короткая вставка (автомобиль ЗИЛ-130);

1 — блок цилиндров; **2** — водяная рубашка; **3** — вставка; **4** — гильза цилиндров;
5 — уплотнительные кольца (резиновые или медные, устанавливаемые под бурт);

Головка блока или головка цилиндров

. Головка блока является крышкой, закрывающей цилиндры. Головки блоков отливают из легированного серого чугуна (дизели **ЯМЗ-236, ЯМЗ-238**) и алюминиевого сплава (карбюраторные двигатели автомобилей семейства ГАЗ, ЗИЛ, ВАЗ и дизель КамАЗ-740).

Однорядные двигатели с жидкостной системой охлаждения, как правило, имеют одну общую головку блока.

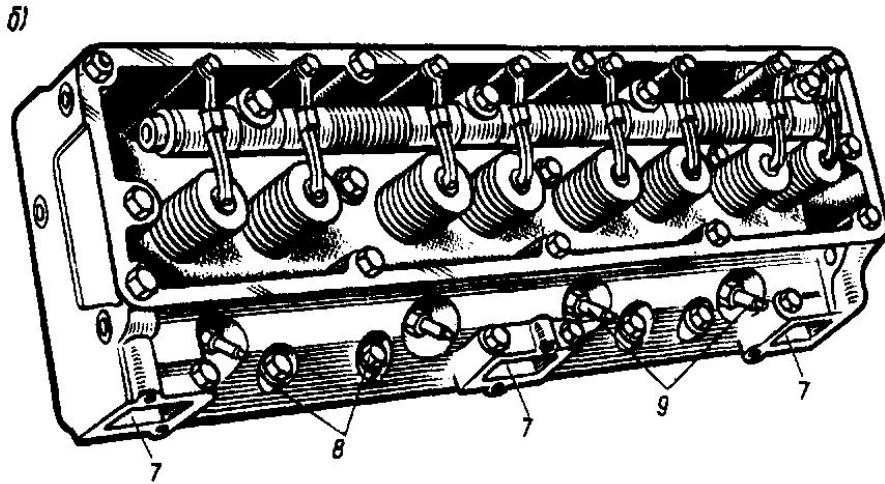
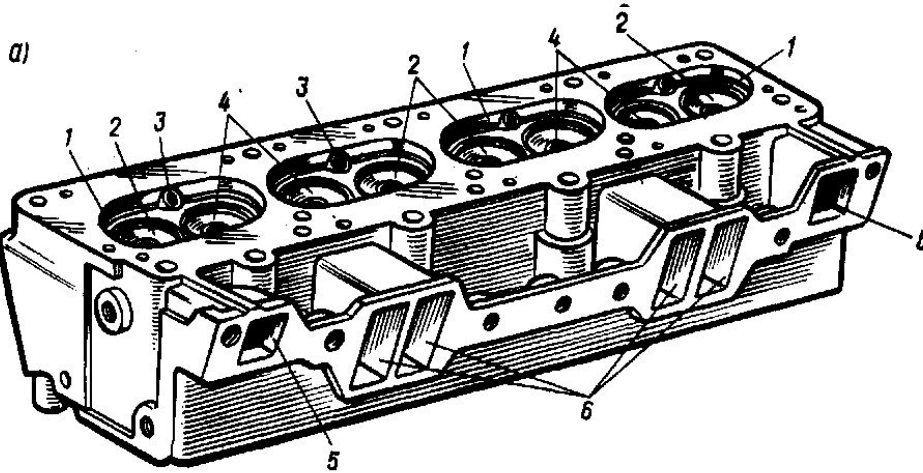
В V-образных двигателях головки блока отдельные для каждого ряда цилиндров (двигатели автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12 и ЗИЛ-130).

В V-образном дизеле КамАЗ-740 на каждый цилиндр устанавливают отдельную головку, что улучшает отвод теплоты.

Нижнюю плоскость головки блока отливают большей толщины, что повышает ее жесткость и обеспечивает надежное уплотнение с блоком цилиндров.

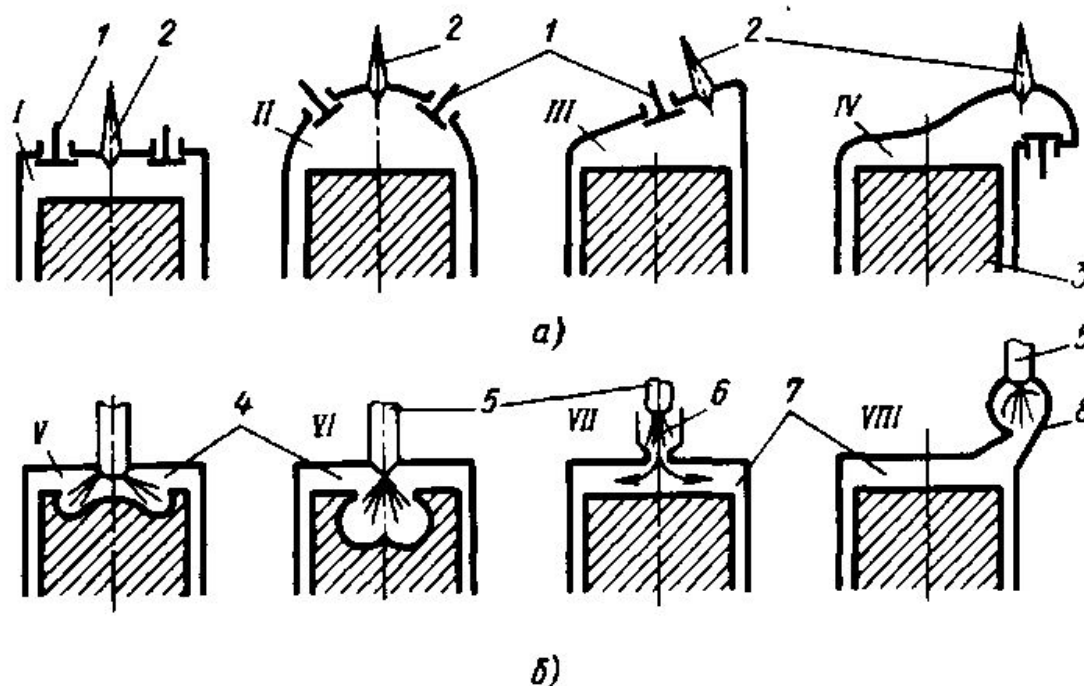
Верхнюю плоскость блока цилиндров и нижнюю плоскость головки блока тщательно обрабатывают для получения плотного соединения. Между этими плоскостями устанавливают сталеасбестовую уплотняющую прокладку, предотвращающую прорыв газов наружу и исключаящую проникновение охлаждающей жидкости и масла в цилиндры

Головка блока цилиндров двигателя автомобиля ЗИЛ – 130



- 1- камера сгорания
- 2- седла выпускных клапанов
- 3- отверстия для свечей зажигания
- 4- седла впускных клапанов
- 5- каналы рубашки охлаждения
- 6- каналы для подвода горючей смеси
- 7- каналы для отвода отработавших газов
- 8- шпильки для крепления головки блока
- 9- свечи зажигания

Камеры сгорания



Формы камер сгорания:

а — карбюраторных двигателей; **б** — дизелей:

I — цилиндрическая; *II* — полусферическая; *III* — клиновая; *IV* — смещенная (Г-образная); *V* и *VI* — неразделенные; *VII* и *VIII* — разделенные;

1 — клапан; **2** — свеча зажигания; **3** — поршень; **4** — камера сгорания; **5** — форсунка;
6 — предкамера; **7** — основная камера; **8** — вихревая камера

Подвижные детали КШМ

К подвижным деталям КШМ относятся:

1. Поршни с кольцами и поршневыми пальцами.
2. Шатуны.
3. Коленчатый вал.
4. Маховик.

Подвижные детали КШМ



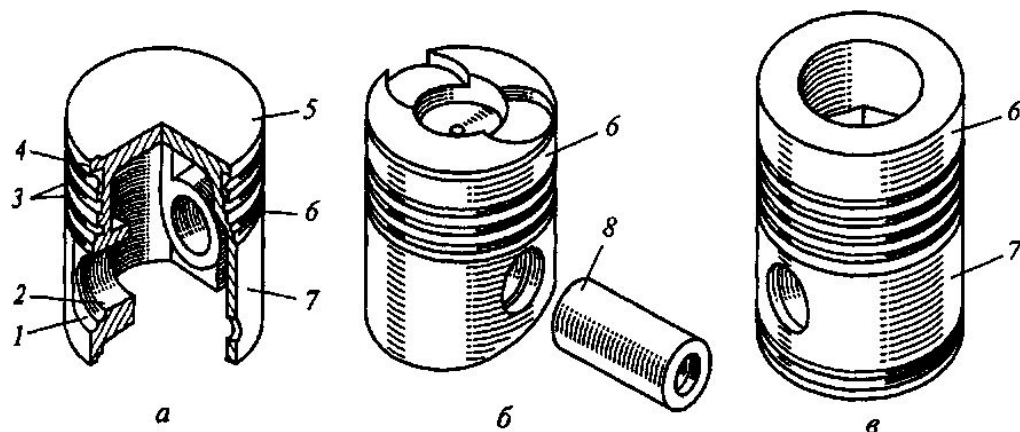


Рис. 2.5. Поршни:

а — карбюраторных двигателей; *б* — дизелей КамАЗ; *в* — дизелей ЯМЗ; 1 — холодильник; 2 — бобышка; 3 — поршневые кольца; 4 — метка для установки поршня; 5 — днище; 6 — уплотняющая часть; 7 — юбка поршня; 8 — поршневой палец

Во время рабочего хода поршень воспринимает давление газов и передает его через шатун на коленчатый вал.

Поршень состоит из трех основных частей (рис. 2.5): **днища 5, уплотняющей части 6** с проточенными в ней канавками для поршневых колец и **юбки 7**, поверхность которой соприкасается с зеркалом цилиндра.

Днище поршня, вместе с внутренней поверхностью головки цилиндра образующее камеру сгорания, непосредственно воспринимает давление газов: **оно может быть**

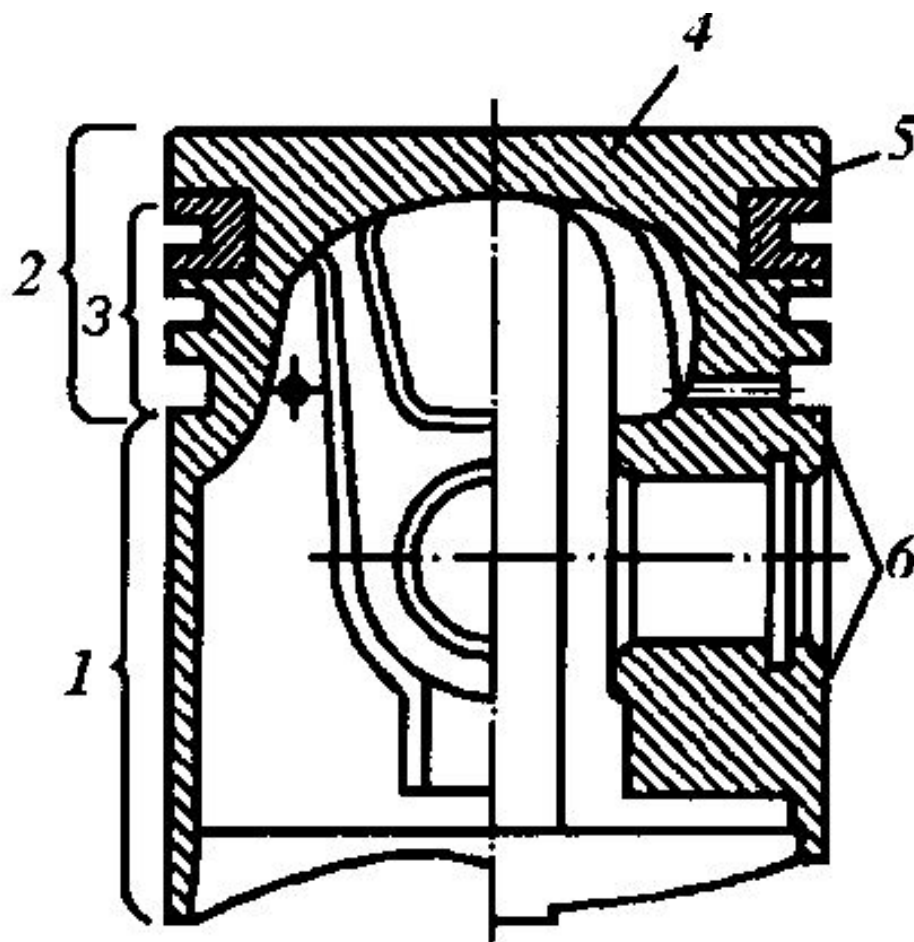
плоским (двигатели ЗИЛ-508, ЗМЗ-511),

выпуклым (на некоторых двигателях автомобилей «Москвич»)

и фасонным (дизели ЯМЗ, КамАЗ).

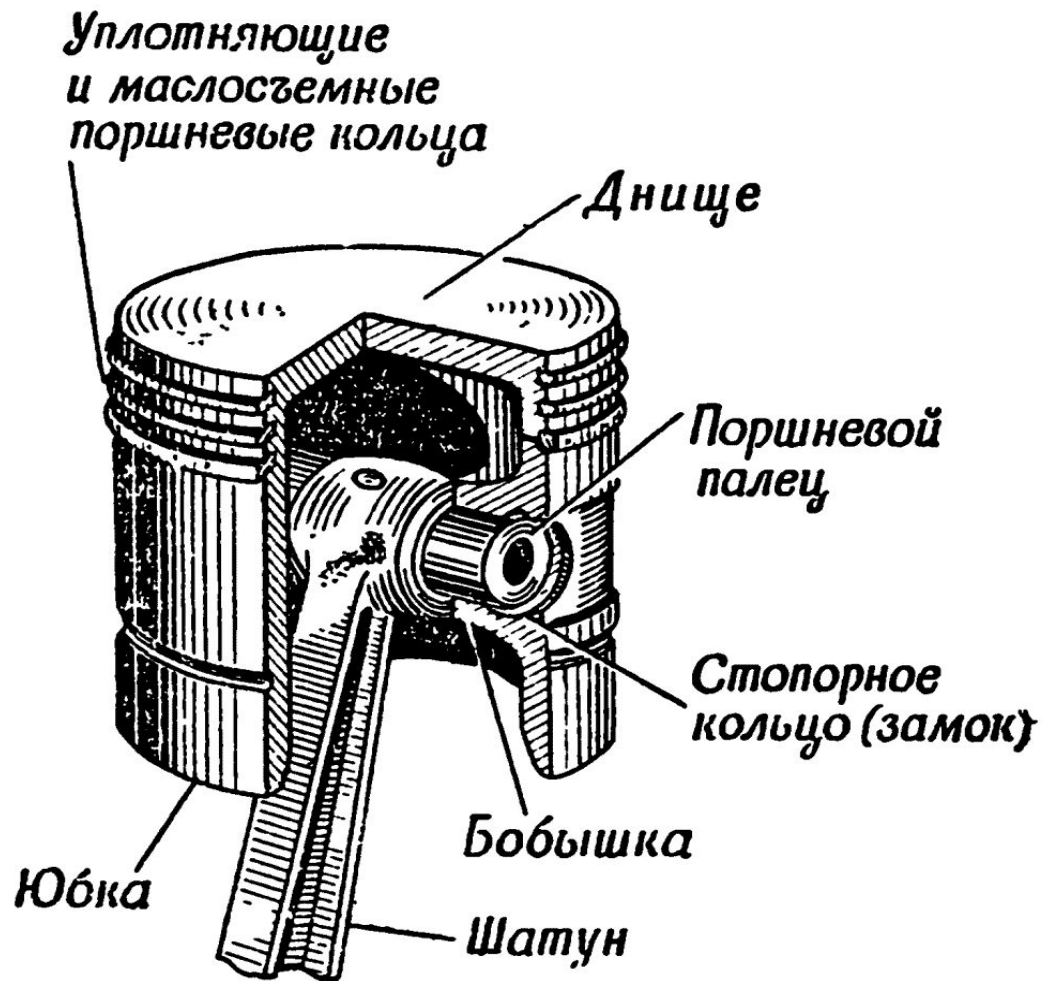
Наибольшее распространение в карбюраторных двигателях получили плоские днища (рис. 2.5, а), отличающиеся относительной простотой изготовления.

Основные элементы поршня



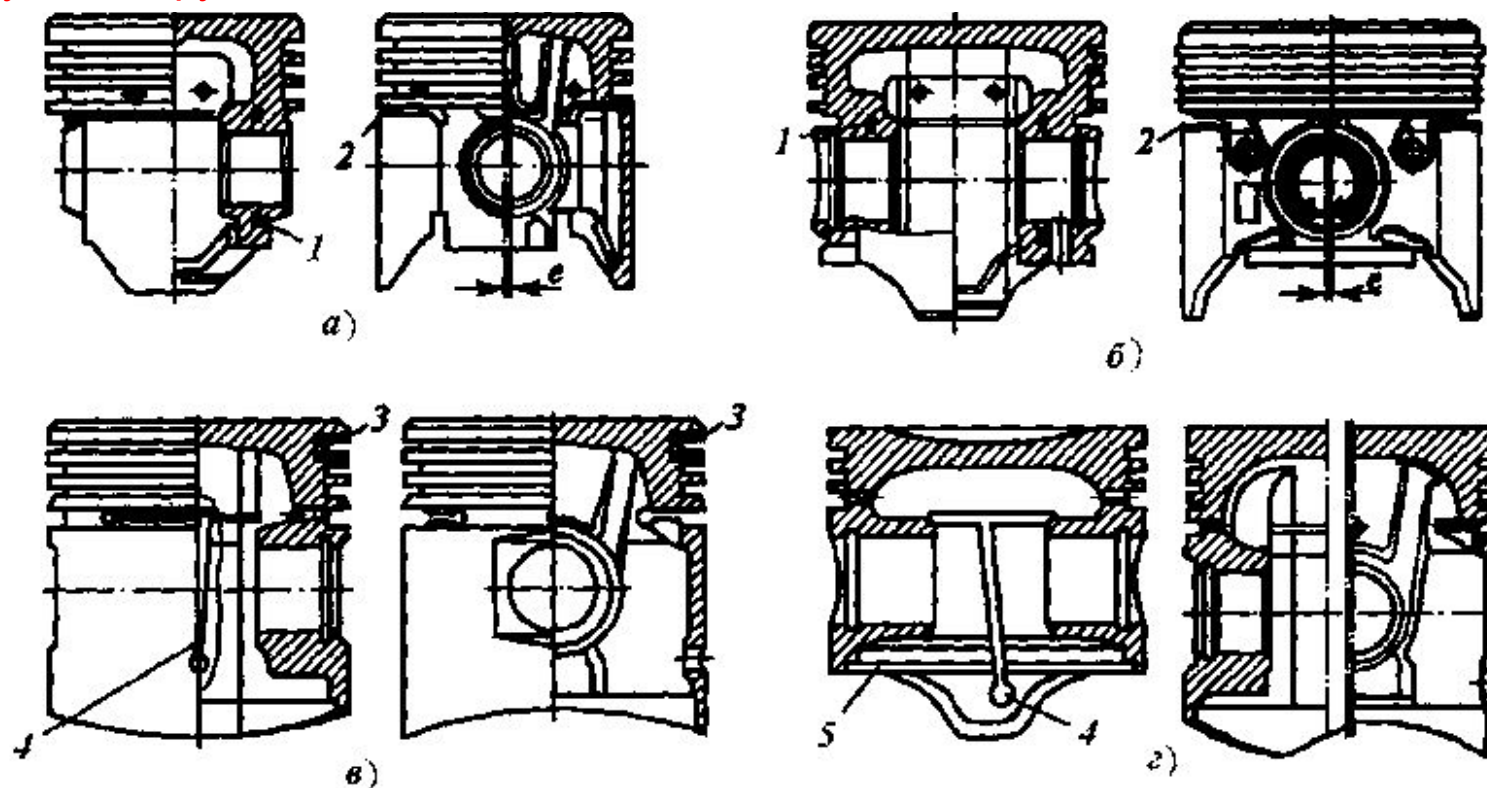
Основные элементы поршня: 1 — юбка; 2 — головка; 3 — уплотняющий пояс; 4 — днище; 5 — огневой пояс; 6 — бобышки

Поршневая группа



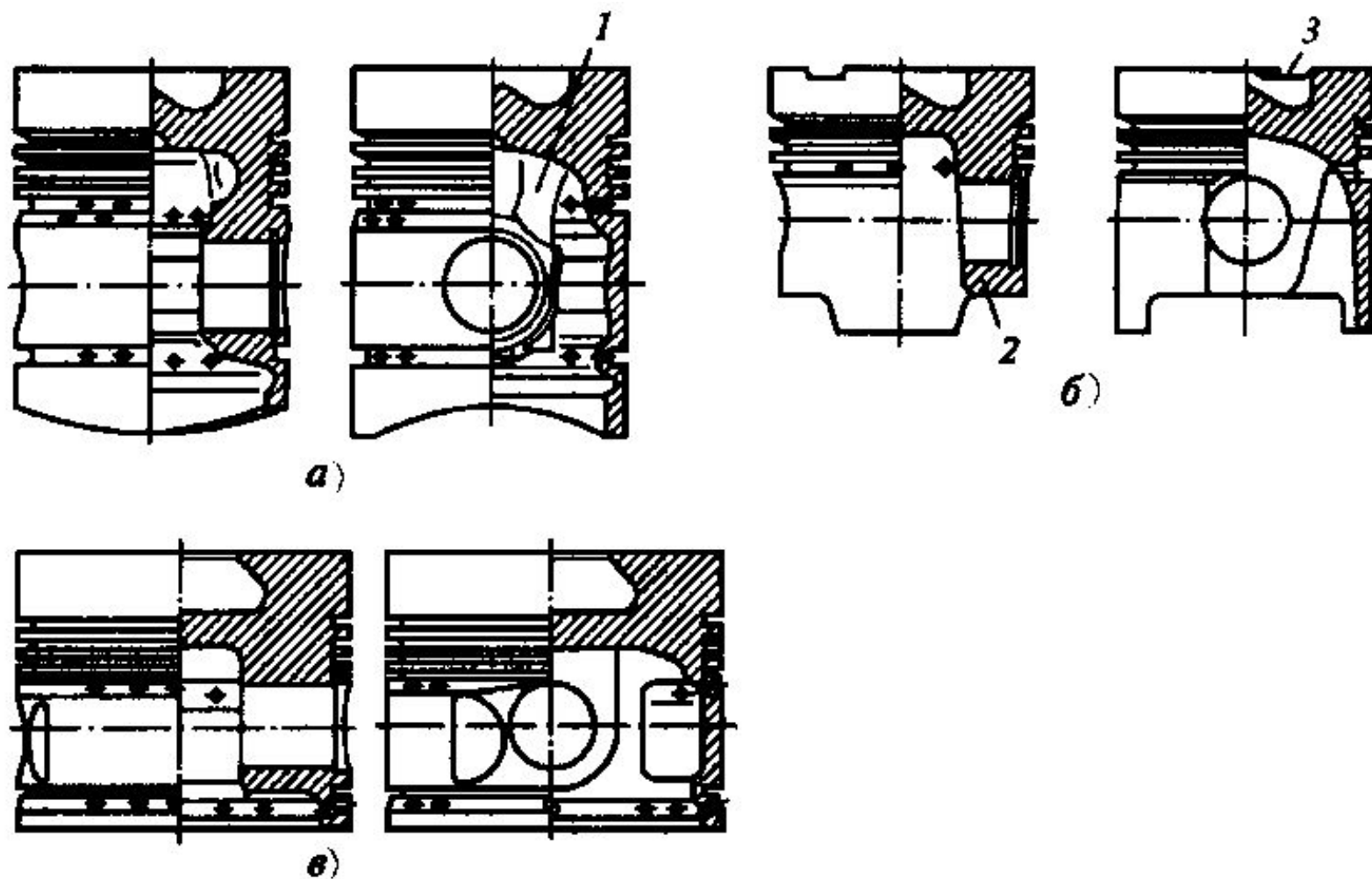
Поршни бензиновых ДВС

Конструкция и размеры поршней зависят главным образом от быстроходности двигателя, а также величины и скорости нарастания давления газов. Так, поршни быстроходных бензиновых двигателей максимально облегчены, поршни дизелей имеют более массивную и жесткую конструкцию.



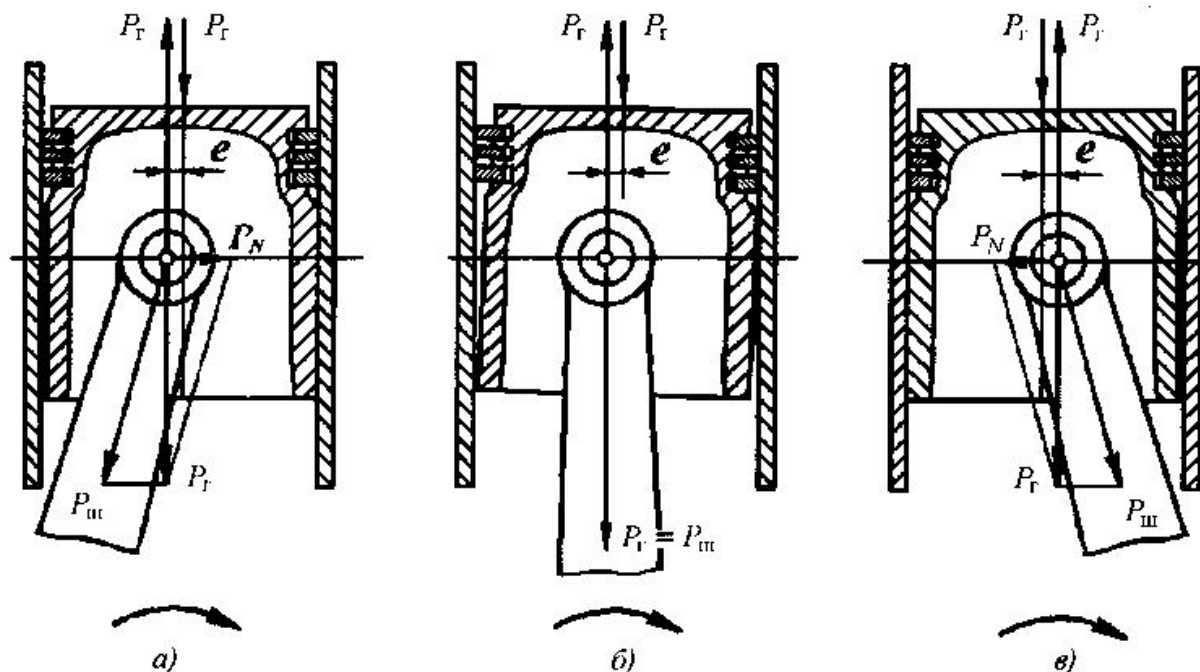
Поршни двигателей с принудительным воспламенением: а — с терморегулирующей вставкой; б — с поперечной прорезью; в и г — с Т-образной прорезью; е — зазор (дезаксаж); 1 — терморегулирующая вставка; 2 — поперечная прорезь; 3 — вставка под первое компрессионное кольцо; 4 — Т-образная прорезь; 5 — зона выборки металла для подгонки по массе

Поршни дизельных ДВС



Поршни дизелей: *а* — литые; *б* и *в* — штампованные; *1* — ребро, соединяющее днище и бобышку поршня; *2* — бобышка со скошенным внутренним торцом; *3* — вырез под клапан

Схема действия сил на поршень



Схемы перекалывания поршня при проходе через ВМТ: а — при подходе к ВМТ; б — в ВМТ; в — после ВМТ; P_N — боковая составляющая силы P_T ; $P_ш$ — вторая составляющая силы P_T , направленная по стержню шатуна

В момент перехода поршня через ВМТ изменяется направление действия боковой силы **P_N** , которая является одной из составляющих силы **P_T** давления газов на поршень. В результате поршень перемещается от одной стенки цилиндра к другой — **перекалка поршня**. Это вызывает удар поршня, сопровождающийся характерным стуком. Чтобы избежать этого, поршневые пальцы смещают на 2—3 мм (см. рис. а и б, зазор **e**) в сторону действия максимальной боковой силы. Такое смещение поршневого пальца называется **дезаксажем**.

Число колец зависит от типа двигателя и частоты вращения коленчатого вала. Зазор между головкой поршня и стенкой цилиндра находится в пределах 0,4...0,6 мм.

Юбка поршня, имеющая форму конуса овального сечения, является направляющей при его движении в цилиндре. С внутренней стороны она имеет охлаждающие ребра и приливы — бобышки с отверстиями для поршневого пальца .

На юбке поршня ряда двигателей с одной стороны сделаны Т- или П-образные, или поперечные тепловые прорезы предупреждающие заклинивание поршня при нагревании.

С этой целью в двигателе ВАЗ-2108 и его модификациях вместо тепловых прорезей на юбке в головку алюминиевого поршня залита термокомпенсационная стальная пластина, ограничивающая его тепловое расширение.

Для свободного перемещения поршня необходим зазор между его юбкой и зеркалом цилиндра, который при их нормальном тепловом состоянии (80...95°C) для различных моделей двигателей
равен 0,04...0,08

Чтобы уменьшить силы инерции возвратно-поступательно движущихся масс, поршни, как правило, изготавливают из легких кремнистых алюминиевых сплавов для уменьшения их массы. При сборке двигателя подбирают поршни, масса которых не отличается более чем на 3...7 г.

Поршни с терморегулирующими вставками



Поршневые кольца

Поршневые кольца подразделяются на компрессионные и маслосъемные.

Компрессионные кольца 2 подбирают с определенным зазором (0,02...0,07 мм) по высоте к канавке поршня.

Компрессионные кольца предназначены для предотвращения прорыва газов в картер двигателя и попадания масла со стенок цилиндра в камеру сгорания.

Маслосъемные кольца снимают излишки масла со стенок цилиндра и отводят его в поддон картера.

Поршневые кольца изготавливают из легированного чугуна, а для двигателей с большими динамическими нагрузками — из специальной стали.

Поверхность верхнего компрессионного кольца для повышения износостойкости подвергают пористому хромированию, а остальные кольца для ускорения приработки покрывают тонким слоем олова или молибдена.

Поршневые кольца

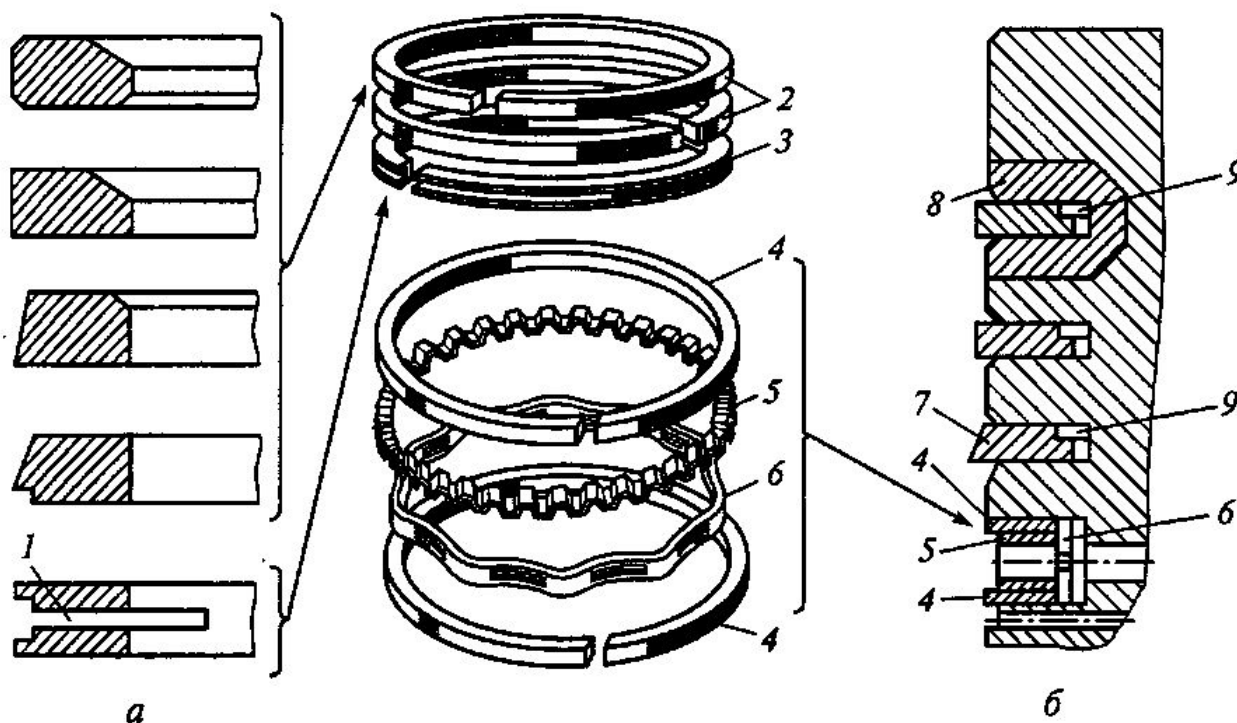


Рис. 2.6. Поршневые кольца:

a — типы поршневых колец; *б* — расположение колец на поршне; 1 — прорезы для прохода масла; 2 — верхние компрессионные кольца; 3 — маслоъемное кольцо; 4 — кольцевые диски составного кольца; 5, 6 — соответственно осевой и радиальный расширители; 7 — нижнее компрессионное кольцо; 8 — чугунная вставка; 9 — внутренние выточки компрессионных колец

Поршневой палец

Поршневой палец предназначен для шарнирного соединения поршня с шатуном.

Во время работы палец подвергается значительному трению и большим механическим нагрузкам в различных направлениях.

Требования, предъявляемые к поршневым пальцам:

- высокая прочность;
- минимальная масса;
- высокая износостойкость.

Поршневой палец представляет собой гладкий цилиндрический стержень, который для уменьшения массы выполняется пустотелым.

В зависимости от способа крепления различают три типа поршневых пальцев: **1. закрепленные в бобышках поршня.**

2. закрепленные в верхней головке шатуна.

3. плавающие (поворачивающиеся как в верхней головке шатуна, так и в бобышках поршня).

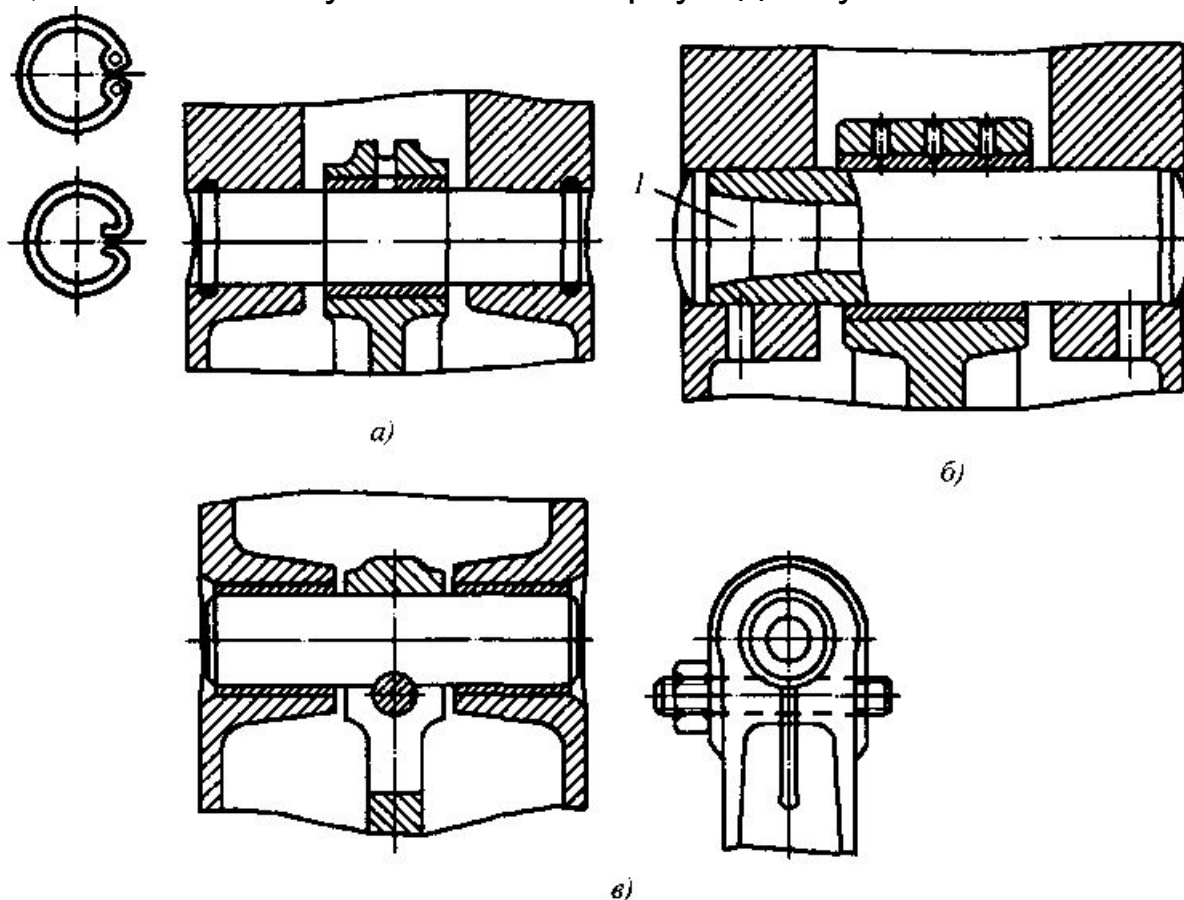
Пальцы изготавливают из легированной или углеродистой стали. Для достижения требуемой твердости после изготовления пальцы **подвергаются цементации на глубину 1—2 мм с последующей закалкой и отпуском.**

Для менее нагруженных двигателей пальцы подвергаются только поверхностной закалке при нагреве токами высокой частоты.

Пальцы изготавливаются с высокой точностью и подбираются к поршням и шатунам.

Большее распространение получили **плавающие пальцы** (рис. а, б). Изнашивание плавающих пальцев более равномерное.

Осевая фиксация плавающих пальцев обычно обеспечивается **стальными пружинными стопорными кольцами**, которые устанавливаются в канавках, проточенных в бобышках поршня по обе стороны пальца. Такой способ фиксации надежен и прост, но несколько уменьшает опорную длину бобышек.



Способы крепления поршневых пальцев: а — плавающий палец со стопорными кольцами; б — плавающий палец с фиксацией заглушками; в — палец, закрепленный в верхней головке шатуна; 1 — заглушка

Шатун

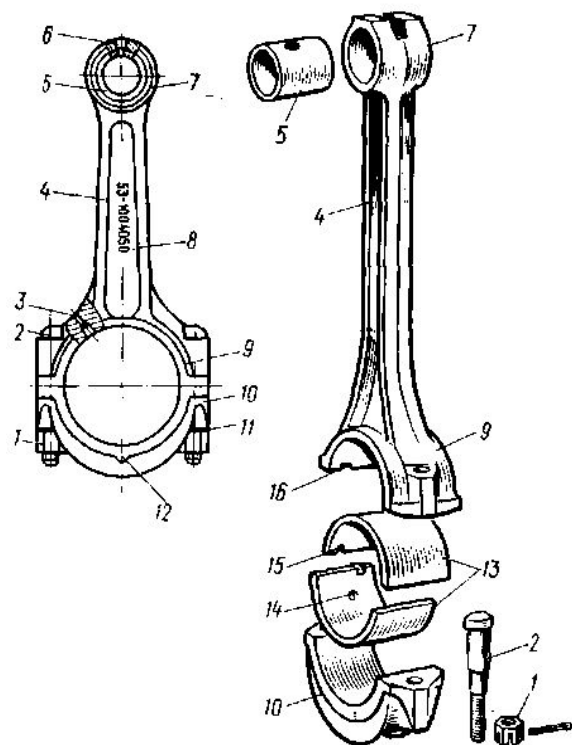


Рис. 31.
Шатун:

1 — гайка; 2 — болт; 3 и 14 — отверстия для масла; 4 — стержень шатуна; 5 — бронзовая втулка; 6 — отверстие для прохода масла к поршневому пальцу; 7 — верхняя головка шатуна; 8 — номер шатуна; 9 — нижняя головка шатуна; 10 — крышка нижней головки; 11 — стопорная шайба; 12 — метка; 13 — вкладыши; 15 — усик; 16 — паз в головке шатуна

Шатун служит для соединения поршня с кривошипом коленчатого вала и обеспечивает при рабочем ходе передачу усилия от давления газов на поршень к коленчатому валу, а при вспомогательных тактах (впуск, сжатие, выпуск), наоборот,— от коленчатого вала к поршню.

При работе двигателя шатун совершает сложное движение. Он движется возвратно-поступательно вдоль оси цилиндра и качается относительно оси поршневого пальца.

Шатун (см. рис.31) штампуют из легированной или углеродистой стали. Он состоит из стержня **4** двутаврового сечения, верхней головки **7**, нижней головки **9** и крышки **10**. В стержне **4** шатуна при принудительном смазывании плавающего поршневого пальца (в основном у дизелей) сверлится сквозное отверстие — масляный канал.

В нижние головки шатунов устанавливают подшипники скольжения, состоящие из двух вкладышей **13** (верхнего и нижнего)

Взаимозаменяемые тонкостенные вкладыши изготавливают из стальной ленты толщиной **1,3—1,8 мм** — для карбюраторных двигателей и **2 — 3,6 мм** — для дизелей, залитой антифрикционным сплавом (толщина слоя соответственно **0,25 — 0,4** и **0,3 — 0,7 мм**) на алюминиевой основе с 25 — 30% олова.

Применение сталеалюминиевых вкладышей с тонким антифрикционным слоем обеспечивает надежную работу подшипника при малом зазоре между шейкой вала и вкладышами.

На дизеле КамАЗ-740 применяют трехслойные взаимозаменяемые шатунные вкладыши, залитые тонким слоем свинцовистой бронзы.

Шатунная группа

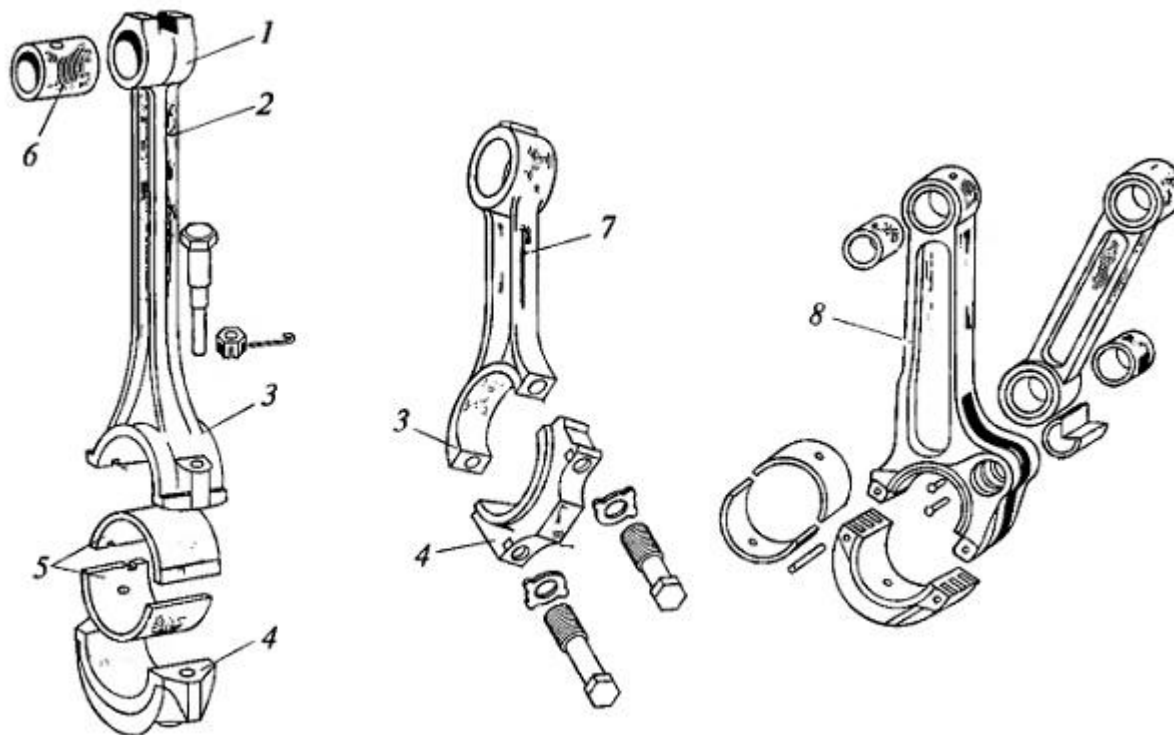
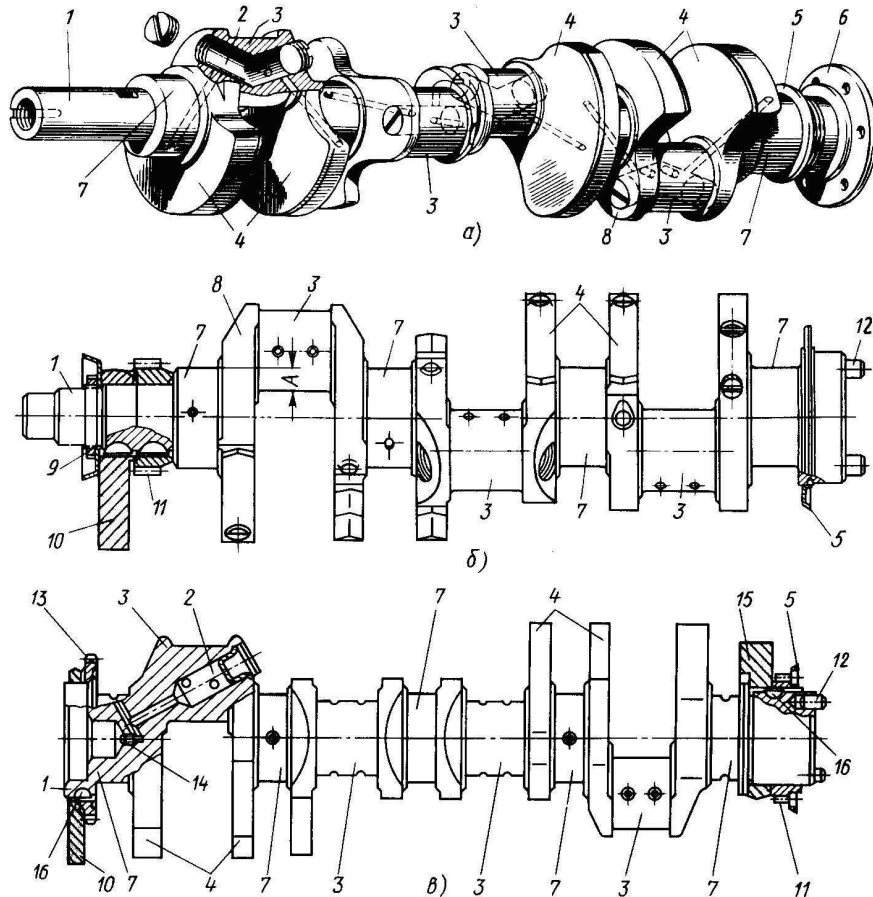


Рис. Детали шатунной группы:

- 1 — верхняя головка шатуна; 2 — стержень; 3 — нижняя головка шатуна; 4 — крышка нижней головки; 5 — вкладыши; 6 — втулка;
7 — шатун дизеля; 8 — основной шатун сочлененного шатунного узла

Коленвал



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

Коленчатый вал воспринимает силу давления газов на поршень и силы инерции возвратно-поступательно движущихся и вращающихся масс кривошипно-шатунного механизма.

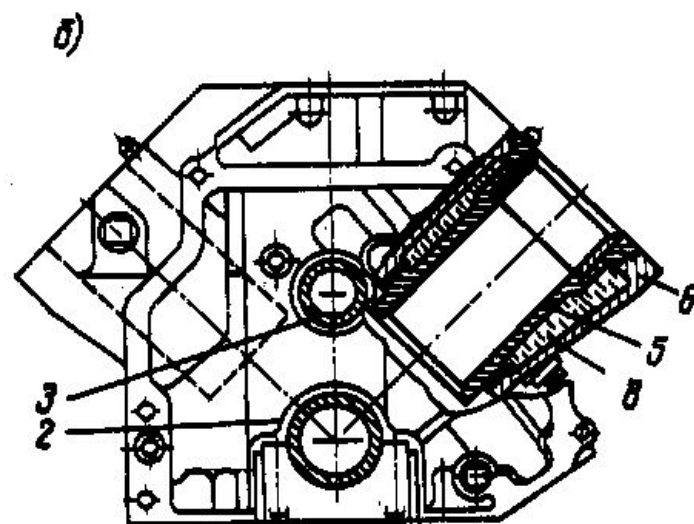
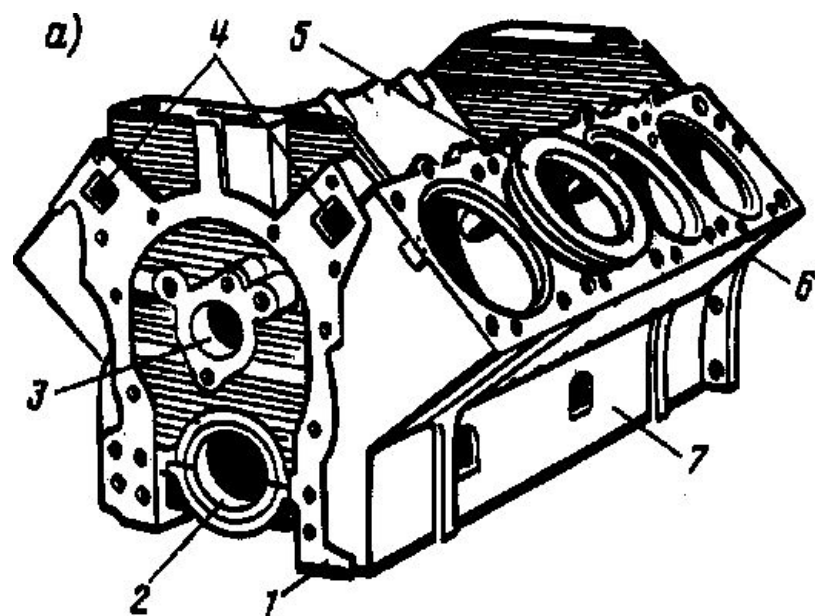
Силы, передающиеся поршнями на коленчатый вал, создают крутящий момент, который при помощи трансмиссии передается на колеса автомобиля.

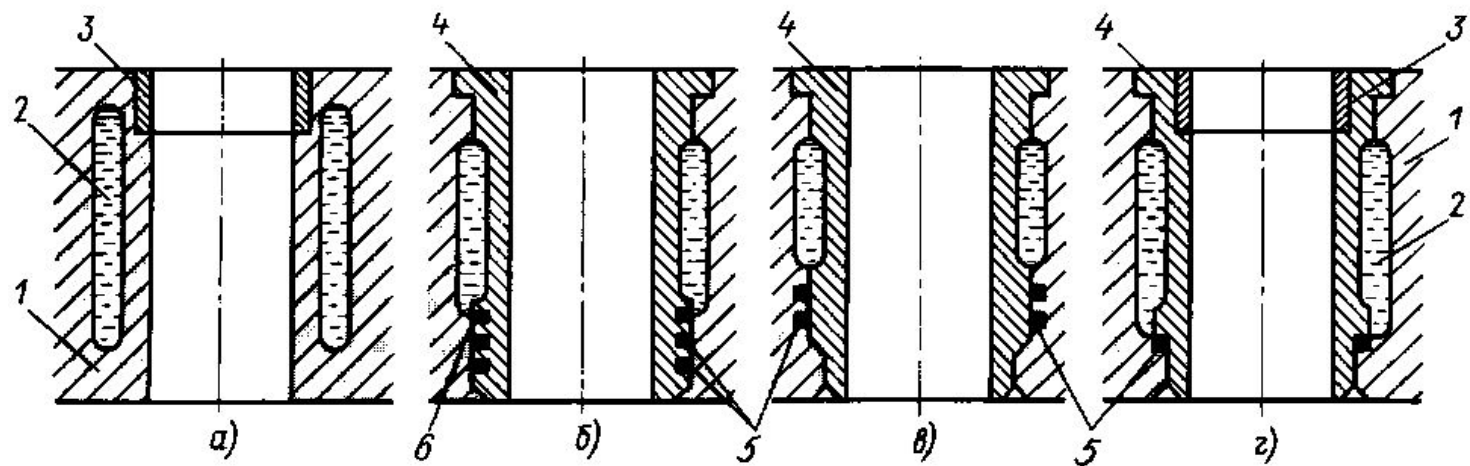
Коленчатый вал изготавливают штамповкой из легированных сталей или отливают из высокопрочных магниевых чугунов (двигатели ЯМЗ, ЗМЗ, ВАЗ и др.).

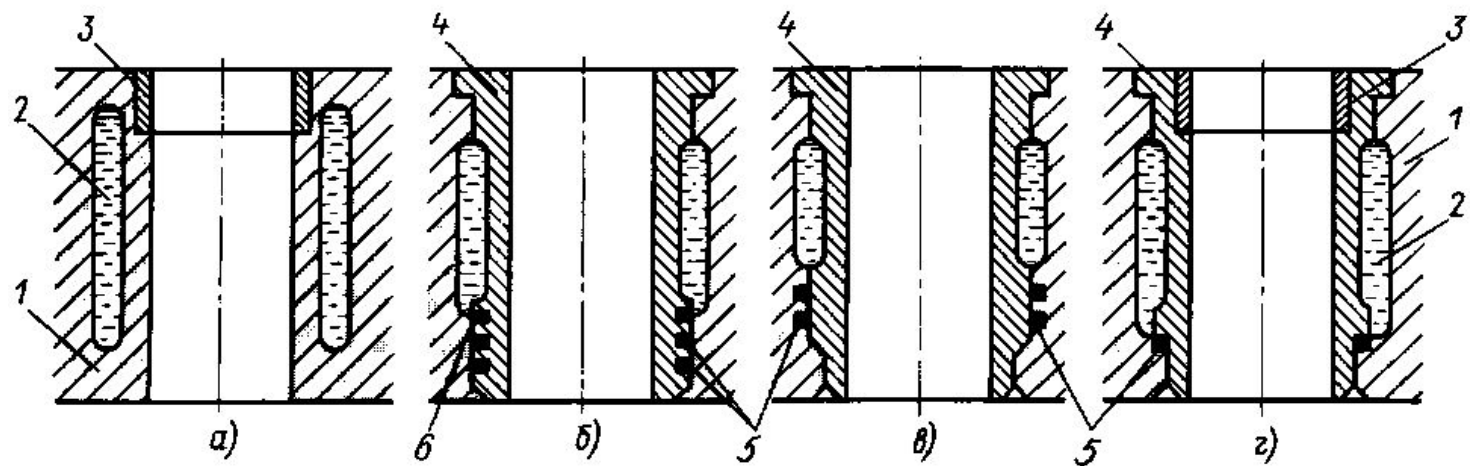
Коленчатый вал состоит из коренных 7 и шатунных 3 шеек, противовесов 4, фланца 6 для установки маховика, переднего конца 1 на котором установлен храповик пусковой рукоятки, шестерня газораспределения и шкив привода вентилятора, жидкостного насоса и генератора.

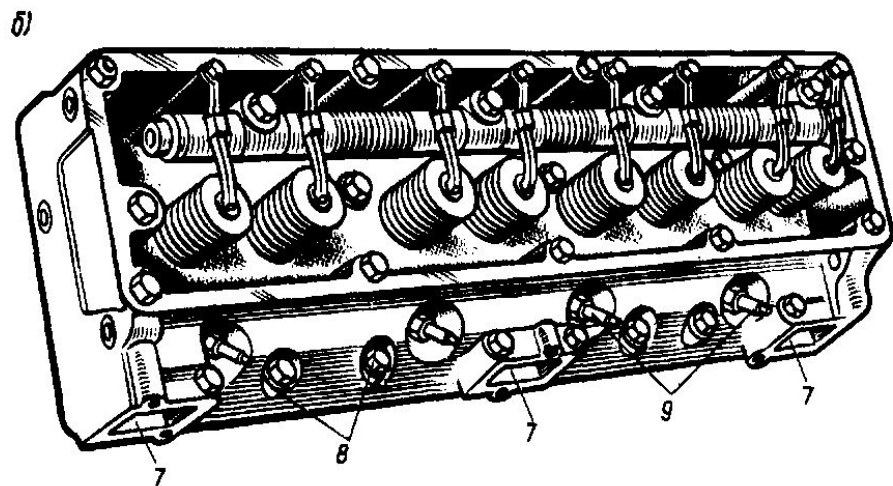
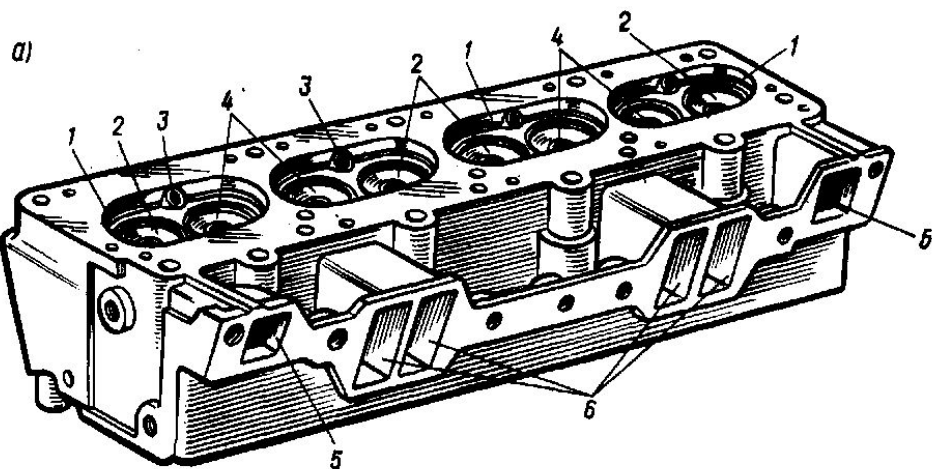
Маховик служит для обеспечения вывода поршней из мертвых точек, более равномерного вращения коленчатого вала многоцилиндрового двигателя при его работе на режиме холостого хода, облегчения пуска двигателя, снижения кратковременных перегрузок при трогании автомобиля с места и передачи крутящего момента агрегатам трансмиссии на всех режимах работы двигателя.

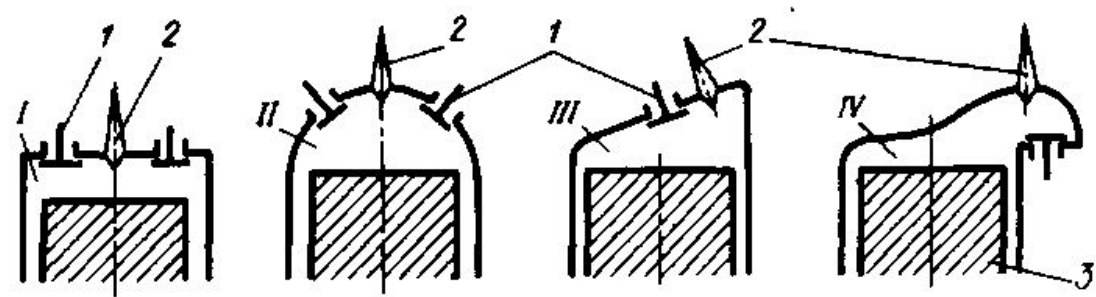
Маховик изготавливают из чугуна и динамически балансируют в сборе с коленчатым валом. На фланце 6 маховик центрируется в строго определенном положении с помощью штифтов или болтов, которыми он крепится к фланцу.



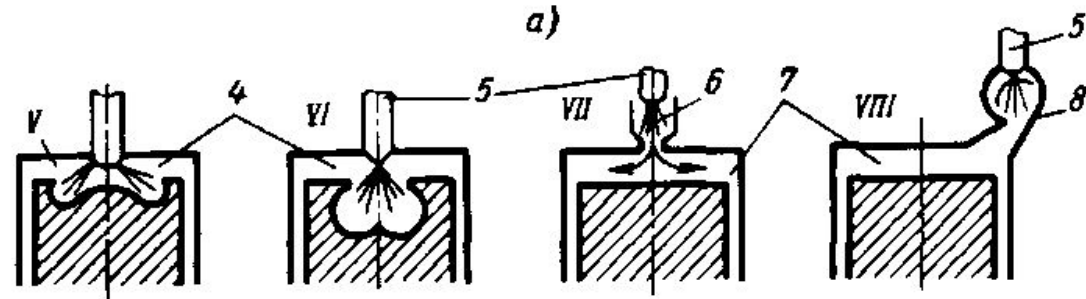








a)



b)

