

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКТ УЧЕБНИКОВ

# УЧЕБНИК ВОДИТЕЛЯ

**А**

В.А. Родичев, А.А. Кива

**В**

**УСТРОЙСТВО**

**С**

**И ТЕХНИЧЕСКОЕ**

**Д**

**ОБСЛУЖИВАНИЕ**

**Е**

**ЛЕГКОВЫХ**

**АВТОМОБИЛЕЙ**

Рекомендовано  
Федеральным государственным автономным учреждением  
«Федеральный институт развития образования»  
в качестве учебника для использования в учебном  
процессе образовательных учреждений, реализующих  
программы дополнительного профессионального  
образования по примерной программе подготовки  
водителей транспортных средств категории «В»

Регистрационный номер рецензии 192  
от 10 мая 2012 г. ФГАУ «ФИРО»

12-е издание, стереотипное

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
**За рулем**  
<http://knigi.zr.ru>

  
ACADEMIA

УДК 629.114.6  
ББК 39.335.52  
Р607

**Совместная программа КЖИ «За рулем» и ИЦ «Академия»  
по выпуску учебников для подготовки водителей  
транспортных средств**

Рецензент —  
доцент Московского автомобильно-дорожного института  
(Государственного технического университета),  
канд. техн. наук *О.В. Майборода*

**Родичев В. А.**

Р607 Устройство и техническое обслуживание легковых автомобилей :  
учебник водителя транспортных средств категории «В» / В. А. Роди-  
чев, А. А. Кива. — 12-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Акаде-  
мия», 2015. — 80 с.

ISBN 978-5-4468-1532-6

Учебник предназначен для подготовки водителей легковых автомобилей. Доступно изложены принципиальное устройство, работа механизмов и систем легковых автомобилей отечественного производства. Даны отличительные особенности иномарок. Приведены сведения по техническому обслуживанию автомобилей.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования и обучающихся в автошколах и учебно-курсовых комбинатах на водителей транспортных средств категории «В».

УДК 629.114.6  
ББК 39.335.52

**ISBN 978-5-4468-1532-6**

© Родичев В. А., Кива А. А., 2004  
© Родичев В. А., Кива А. А., 2013, с исправлениями  
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2013  
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2013

## ПРЕДИСЛОВИЕ

**В**одители транспортных средств категории «В» — самая быстрорастущая категория автомобилистов. Ежегодно в России около 1,5 млн человек получают эту профессию. Парк легковых автомобилей в нашей стране быстро увеличивается, из рук в руки переходят подержанные автомобили. Растет число моделей отечественных и иностранных машин.

Учебник является азбукой для тех, кто впервые знакомится с легковым автомобилем. Он знакомит с устройством и принципом действия отечественных легковых автомобилей, которые аналогичны иномаркам.

Учебник сочетает в себе высокий методический уровень подачи учебного материала и доступность изложения основ технических знаний, а также знакомит с технической терминологией на примере автомобилей отечественного производства.

Начинающие водители являются виновниками 80 % ДТП. Причиной этого является бравата в совокупности с недостатком опыта вождения и плохими знаниями принципиального устройства автомобиля. Создав аварийную ситуацию, такие водители теряются и за секунды до аварии не могут принять правильное решение. На благополучный выход из создавшейся ситуации в короткий промежуток времени большое влияние оказывают знания водителем основ устройства и работы механизмов, систем и агрегатов автомобиля.

Долговечность, работоспособность механизмов, систем и безопасность вождения автомобиля зависят от своевременного технического обслуживания и заблаговременного устранения мелких неисправностей. В книге приведены необходимые сведения по техническому обслуживанию механизмов и систем автомобиля. Описаны неисправности двигателя и трансмиссии, влияющие на безопасность вождения. Даны рекомендации водителю по способам устранения простых неисправностей.

В настоящем издании рассмотрены электронные системы иномарок и введена новая глава «Безопасность движения», в которой описаны системы активной и пассивной безопасности.

## Общие сведения

### 1.1. Основные части автомобиля

Нужда в механических транспортных средствах существовала с давних времен. Первые самодвижущиеся (безлошадные) экипажи использовали в качестве движителя мускульную силу человека (педальная «самокатка» русского механика Ивана Кулибина, построенная им в конце XVIII в.), силу ветра (парусные повозки), а впоследствии и энергию пара. Разумеется, первые автомобили были крайне неуклюжи и по всем параметрам проигрывали экипажам на конной тяге. Однако даже в этих примитивных конструкциях прослеживались черты современных механизмов. Так, в «самокатке» И. Кулибина для сглаживания рывков от нажима на педали применялся массивный маховик, оси колес вращались в подшипниках, а при подъеме в гору силу тяги можно было увеличить, перемещая колеса редуктора (проброобраз коробки передач).

Толчком к созданию автомобиля стало изобретение двигателя внутреннего сгорания — более мощного и компактного, чем паровой. В конце XIX в. был создан первый автомобиль с двигателем внутреннего сгорания и разработана «классическая» компоновка с передним расположением двигателя и приводом на ведущие задние колеса, сохранившаяся в общих чертах до наших дней (рис. 1).

Автомобиль состоит из трех основных частей: двигателя 1, шасси и кузова.

**Д в и г а т е л ь** является источником механической энергии.

**Ш а с с и** — совокупность агрегатов, предназначенных для передачи механической энергии от двигателя к ведущим колесам, передвижения автомобиля и управления им.

**К у з о в** — несущая часть легкового автомобиля, на которой закреплены двигатель и агрегаты трансмиссии, ходовой части и системы управления. В кузове размещаются пассажиры и багаж.

Шасси включает в себя трансмиссию, ходовую часть и системы управления. Трансмиссия состоит из сцепления, коробки передач, карданной передачи и ведущего моста.

**Сцепление 2** позволяет водителю кратковременно разъединять вал двигателя и трансмиссию перед включением передачи и плав-

но их соединять после переключения для трогания автомобиля с места или изменения скорости. При отсутствии сцепления автомобиль вынужден был бы трогаться с места в момент пуска двигателя.

*Коробка передач 3* необходима для выбора скорости и реализации мощности двигателя в разных режимах движения путем включения различных передач, а также для изменения направления движения (например, с переднего хода на задний, и наоборот).

*Карданная передача 6* (на заднеприводном автомобиле) передает крутящий момент от валов коробки передач к ведущему мосту.

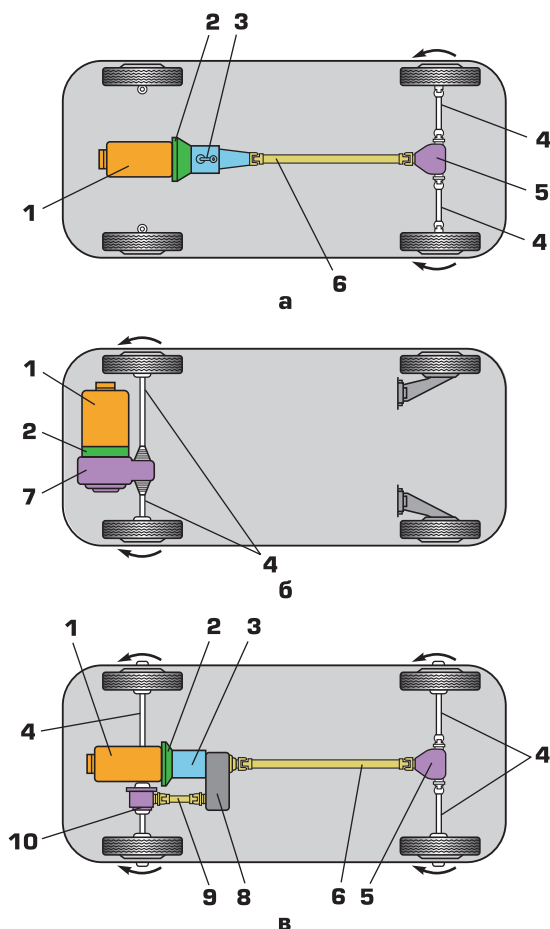


Рис. 1. Конструктивные схемы легковых автомобилей:

**а** — заднеприводная (классическая); **б** — переднеприводная; **в** — полноприводная (со всеми ведущими колесами); **1** — двигатель; **2** — сцепление; **3** — коробка передач; **4** — полуоси (приводные валы); **5** — задний ведущий мост; **6** — карданная передача (карданный вал); **7** — коробка передач, объединенная с передним ведущим мостом; **8** — раздаточная коробка; **9** — передний карданный вал; **10** — передний ведущий мост

*Ведущий мост 5* объединяет главную передачу и приводные валы (полуоси 4), передающие вращение и усилие валов трансмиссии к ведущим колесам автомобиля.

*Ходовая часть* объединяет колеса и системы их крепления к кузову (переднюю и заднюю подвески). Она обеспечивает движение автомобиля с помощью ведущих колес.

*Системы управления* включают в себя рулевое управление для изменения направления движения автомобиля и тормозную систему.

## 1.2. Классификация автомобилей

К категории «В» относятся автомобили с разрешенной максимальной массой не более 3,5 т и с числом мест не более восьми. Это широко распространенная категория. Она объединяет множество типов автомобилей — от микролитражек («Ока») до вседорожников (УАЗ) и микроавтобусов («Соболь»).

Отечественные легковые автомобили разделяют на классы в зависимости от рабочего объема двигателя (табл. 1). В соответствии с этой классификацией каждой модели дается сокращенное буквенное название завода-изготовителя и присваивается четырехзначный цифровой индекс.

Первая цифра в индексе означает класс, вторая — вид автомобиля (легковой) — обозначен цифрой 1, а третья и четвертая — номер модели. Например, марка автомобиля Волжского автозавода ВАЗ-2110 означает, что это автомобиль малого класса, легковой, серийный номер модели — 10.

В зависимости от взаимного расположения двигателя, коробки передач и ведущего моста различают несколько конструктивных схем легковых автомобилей:

а) «классическая» компоновка (рис. 1, а): двигатель 1 расположен спереди (как правило, продольно), крутящий момент передается от

ТАБЛИЦА 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Класс автомобиля	Обозначение класса	Рабочий объем двигателя, л	Сухая масса автомобиля, кг	Автомобили
Особо малый	1	До 1,2	До 800	«Ока»
Малый	2	1,2...1,8	800...1150	ВАЗ, «Москвич», ИЖ
Средний	3	1,8...3,5	1150...1500	«Волга», УАЗ
Большой	4	Более 3,5	Более 1500	Легковые автомобили ЗИЛ

него на коробку передач 3 и через карданный вал 6 к заднему ведущему мосту 5, а от него приводными валами (полуосями 4) — к задним ведущим колесам. Примеры — ВАЗ-2101 ... -2107, Иж-412, -2126, «Москвич-2140», все автомобили «Волга»;

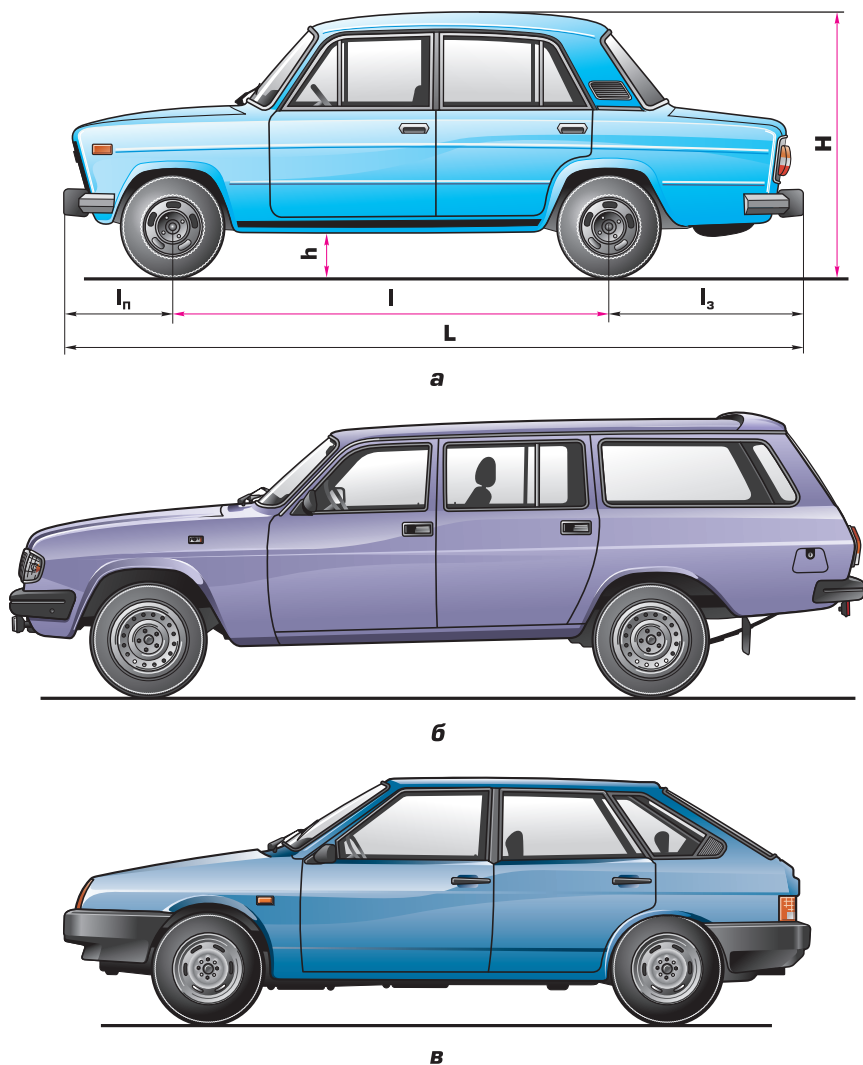


Рис. 2. Автомобиль типа седан (а), универсал (б), хэтчбек (в) (габаритные размеры):

$L$  — длина;  $l$  — база;  $H$  — высота;  $h$  — дорожный просвет;  $l_n$  — передний свес;  $l_s$  — задний свес

б) у переднеприводного автомобиля (рис. 1, б) двигатель расположен спереди (как правило, поперечно), коробка передач 7 объединена с ведущим мостом, приводные валы передают крутящий момент к колесам от ведущего моста. Примеры — ВАЗ-2109 и модификации, ВАЗ-2110 и модификации, «Москвич-2141», «Ока»;

в) у автомобилей повышенной проходимости (рис. 1, в) все четыре колеса ведущие. Крутящий момент передается к ним от коробки передач двумя карданными валами через раздаточную коробку, позволяющую отключить один из ведущих мостов (как правило, передний), а также включить понижающую передачу при преодолении труднопроходимых участков или бездорожья. Примеры — ВАЗ-2131 «Нива» и модификации, ВАЗ-2120 «Надежда», все автомобили УАЗ.

В зависимости от формы кузова и количества дверей различают следующие наиболее известные типы кузовов автомобилей (рис. 2):

**с е д а н** — трехобъемный (моторный отсек + пассажирский салон + багажник) четырехдверный кузов. Примеры — ВАЗ-2105, -2110, -2115, ГАЗ-3110;

**у н и в е р с а л** — двухобъемный (моторный отсек + грузопассажирский салон) пятидверный кузов. Пятая (задняя) дверь вертикальная или слегка наклонная для увеличения объема багажника. Примеры — ВАЗ-2104, -2111, -1118 «Калина», ГАЗ-31022;

**х э т ч б е к** — двухобъемный (моторный отсек + грузопассажирский салон) трех- или пятидверный кузов. Задняя дверь выполнена наклонной для улучшения аэродинамики. Примеры — ВАЗ-2109, -2112, -2114, Иж-2126, «Москвич-2141».

На улице и по телевизору вы можете увидеть и другие типы кузовов:

**в а г о н** — автомобиль с кузовом, не имеющим выступающих багажного отделения и моторного отсека. Например, автомобиль «Газель»;

**к а б р и о л е т** — это автомобиль без крыши или с крышей, которая может складываться по желанию водителя;

**л и м у з и н** — автомобиль, имеющий кузов с дополнительными сиденьями и перегородкой, отделяющей водителя от салона для пассажиров.

Несмотря на разнообразие конструкций автомобилей, основные принципы работы агрегатов, механизмов и систем у них общие. Поэтому устройство и работа агрегатов и механизмов описываются в книге часто без указания марки автомобиля.



## Двигатель

### 2.1. Общее устройство и работа

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) — самый распространенный тип двигателя легкового автомобиля. Работа двигателя этого типа основана на свойстве газов расширяться при нагревании. Источником теплоты в двигателе является смесь топлива с воздухом (горючая смесь).

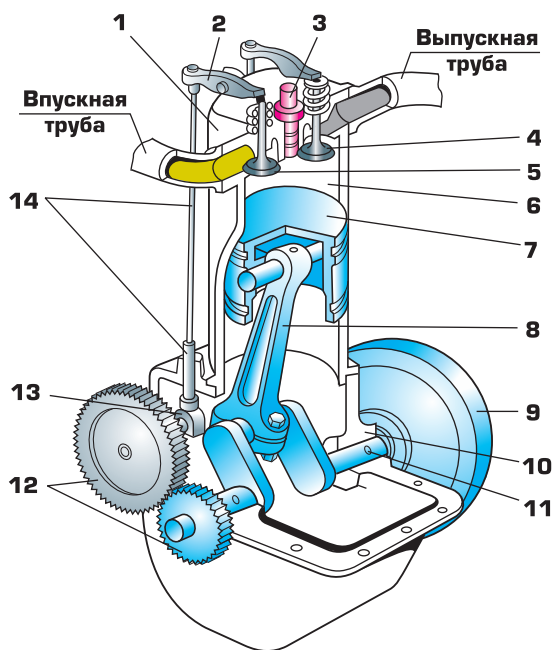


Рис. 3. Схема одноцилиндрового двигателя:

- 1 — головка цилиндра; 2 — коромысло; 3 — свеча зажигания; 4 — выпускной клапан;  
 5 — впускной клапан; 6 — цилиндр; 7 — поршень; 8 — шатун; 9 — маховик; 10 — картер;  
 11 — коленчатый вал; 12 — приводные шестерни; 13 — распределительный вал;  
 14 — передаточные детали; ■ — кривошипно-шатунный механизм; ■ — механизм газораспределения

Двигатели внутреннего сгорания бывают двух типов: бензиновые и дизельные. В бензиновом двигателе горючая смесь (бензина с воздухом) воспламеняется внутри цилиндра от искры, образующейся на свече зажигания 3 (рис. 3). В дизельном двигателе горючая смесь (дизельного топлива с воздухом) воспламеняется от сжатия, а свечи зажигания не применяются. На обоих типах двигателях давление образующейся при сгорании горючей смеси газов повышается и передается на поршень 7. Поршень перемещается вниз и через шатун 8 действует на коленчатый вал 11, принуждая его вращаться. Для сглаживания рывков и более равномерного вращения коленчатого вала на его торце устанавливается массивный маховик 9.

Рассмотрим основные понятия о ДВС и принцип его работы.

В каждом цилиндре 2 (рис. 4) установлен поршень 1. Крайнее верхнее его положение называется *верхней мертвой точкой* (ВМТ), крайнее нижнее — *нижней мертвой точкой* (НМТ). Расстояние, пройденное поршнем от одной мертвой точки до другой, называется *ходом поршня*. За один ход поршня коленчатый вал повернется на половину оборота.

*Камера сгорания (сжатия)* — это пространство между головкой блока цилиндров и поршнем при его нахождении в ВМТ.

*Рабочий объем цилиндра* — пространство, освобождаемое поршнем при перемещении его из ВМТ в НМТ.

*Рабочий объем двигателя* — это рабочий объем всех цилиндров двигателя. Его выражают в литрах, поэтому нередко называют литражом двигателя.

*Полный объем цилиндра* — сумма объема камеры сгорания и рабочего объема цилиндра.

*Степень сжатия* показывает, во сколько раз полный объем цилиндра больше объема камеры сгорания. *Степень сжатия у бензинового двигателя равна 8...10, у дизельного — 20...30.*

От степени сжатия следует отличать *компрессию*. Компрессия — это давление в цилиндре в конце такта сжатия характеризует техническое состояние (степень изношенности) двигателя. Если компрессия больше или численно равна степени сжатия, состояние двигателя можно считать нормальным.

*Мощность двигателя* — величина, показывающая, какую работу двигатель совершает в единицу времени. Мощность изме-

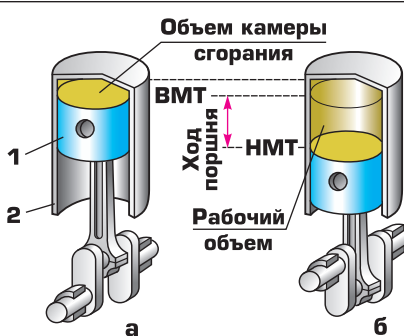


Рис. 4. Положение поршня:

**а** — в верхней мертвой точке; **б** — в нижней мертвой точке; **1** — поршень; **2** — цилиндр

рывается в киловаттах (кВт) или лошадиных силах (л. с.), при этом одна лошадиная сила приблизительно равна 0,74 кВт.

*Крутящий момент* двигателя численно равен произведению силы, действующей на поршень во время расширения газов в цилиндре, на плечо ее действия (радиус кривошипа — расстояние от оси коренной шейки до оси шатунной шейки коленчатого вала). Крутящий момент определяет силу тяги на колесах автомобиля: чем больше крутящий момент, тем лучше динамика разгона автомобиля.

Максимальные мощность и крутящий момент развиваются двигателем при определенных частотах вращения коленчатого вала (указаны в технической характеристике каждого автомобиля).

*Такт* — процесс (часть рабочего цикла), который происходит в цилиндре за один ход поршня. Двигатель, рабочий цикл которого происходит за четыре хода поршня, называют четырехтактным независимо от количества цилиндров.

**Рабочий цикл четырехтактного карбюраторного двигателя.** Он протекает в одном цилиндре в такой последовательности (рис. 5):

1-й такт — в п у с к. При движении поршня 3 вниз в цилиндре образуется разрежение, под действием которого через открытый впускной клапан 1 в цилиндр из системы питания поступает горячая смесь (смесь топлива с воздухом). Вместе с остаточными газами в цилиндре горячая смесь образует рабочую смесь и занимает полный объем цилиндра;

2-й такт — с ж а т и е. Поршень под действием коленчатого вала и шатуна перемещается вверх. Оба клапана закрыты, и рабочая смесь сжимается до объема камеры сгорания;

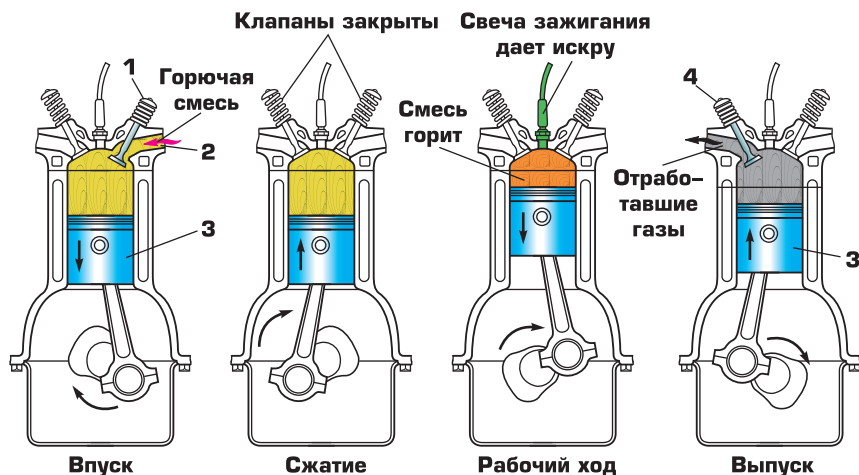


Рис. 5. Рабочий цикл четырехтактного двигателя:

1 — впускной клапан; 2 — впускной канал; 3 — поршень; 4 — выпускной клапан; — — — движение деталей

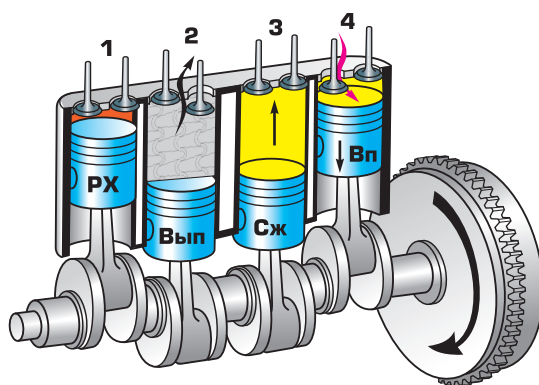


Рис. 6. Схема работы четырехцилиндрового двигателя:

1, 2, 3, 4 — номера цилиндров; РХ — рабочий ход; Вып — выпуск; Сж — сжатие; Вп — впуск; — — отработавшие газы; — — горючая смесь; — — движение деталей

3-й такт — рабочий ход, или расширение. В конце такта сжатия между электродами свечи зажигания возникает электрическая искра, которая воспламеняет рабочую смесь (в дизельном двигателе рабочая смесь самовоспламеняется). Под давлением расширяющихся газов поршень перемещается вниз и через шатун приводит во вращение коленчатый вал;

4-й такт — выпуск. Поршень перемещается вверх, и через открытый выпускной клапан 4 выходят наружу из цилиндра отработавшие газы.

При последующем ходе поршня вниз цилиндр вновь заполняется рабочей смесью, и цикл повторяется.

Как правило, двигатель имеет несколько цилиндров. На отечественных автомобилях обычно устанавливают четырехцилиндровые двигатели (на автомобилях «Ока» — двухцилиндровый). В многоцилиндровых двигателях такты работы цилиндров следуют друг за другом в определенной последовательности. Чередование рабочих ходов или одноименных тактов в цилиндрах многоцилиндровых двигателей в определенной последовательности называется *порядком работы цилиндров двигателя*. Порядок работы цилиндров в четырехцилиндровом двигателе чаще всего принят 1—3—4—2 или реже 1—2—4—3, где цифры соответствуют номерам цилиндров, начиная с передней части двигателя. Схема на рис. 6 характеризует такты, происходящие в цилиндрах во время первого полуоборота коленчатого вала. Порядок работы двигателя необходимо знать для правильного присоединения проводов высокого напряжения к свечам при установке момента зажигания и для последовательности регулировки тепловых зазоров в клапанах.

В действительности любой реальный двигатель гораздо сложнее упрощенной схемы, представленной на рис. 3. Рассмотрим типовые элементы конструкции двигателя и принципы их работы.

## 2.2. Механизмы двигателя

Все двигатели от прошлых до современных моделей включают в себя кривошипно-шатунный механизм; механизм газораспределения; систему охлаждения; смазочную систему; систему питания; систему зажигания (у карбюраторных двигателей).

Детали, составляющие двигатель, можно разделить на две группы: подвижные и неподвижные. К неподвижным деталям относятся блок цилиндров, цилиндры, головка блока цилиндров, поддон картера.

Цилиндры двигателя выполнены или установлены в массивном жестком корпусе, называемом *блоком цилиндров двигателя*. Блок изготавливается из чугуна или алюминиевого сплава. Между цилиндрами в нем выполнены каналы для охлаждающей жидкости, служащей для отвода теплоты от сильно нагревающихся деталей. Сверху на блоке закреплена *головка блока цилиндров*. Снизу к блоку цилиндров прикреплен *поддон картера*, служащий емкостью для масла, необходимо для смазывания деталей двигателя во время его работы.

**Кривошипно-шатунный механизм.** Преобразует прямолинейное (возвратно-поступательное) движение поршня во вращательное движение коленчатого вала. Включает в себя следующие детали, имеющие определенное назначение.

*Поршень* (рис. 7) изготовлен из алюминиевого сплава и имеет сложную форму. Он состоит из днища, уплотняющей и направля-

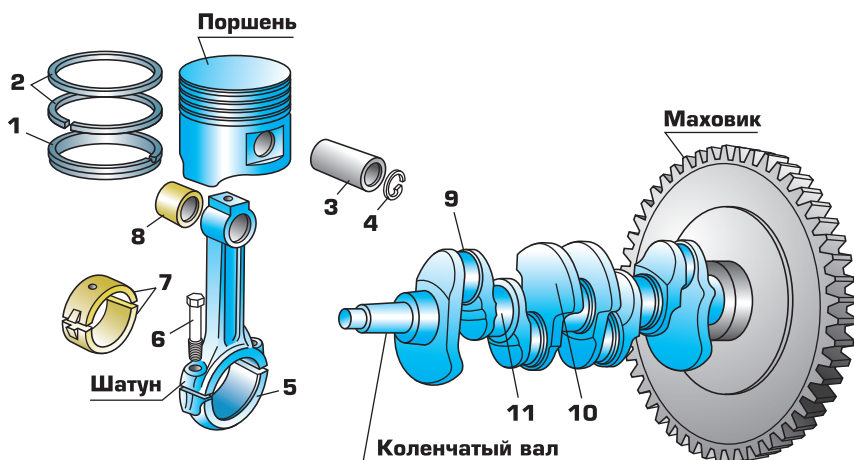


Рис. 7. Детали кривошипно-шатунного механизма:

1 — маслосъемное кольцо; 2 — компрессионные кольца; 3 — поршневой палец; 4 — стопорное кольцо; 5 — крышка шатуна; 6 — болт; 7 — вкладыши; 8 — втулка; 9 — шатунная шейка; 10 — противовес; 11 — коренная шейка

ющей частей. На уплотняющей части поршня выполнены кольцевые канавки под поршневые кольца — компрессионные и маслосъемные.

*Компрессионные кольца 2* препятствуют проникновению газов из камеры сгорания в зазор между цилиндром и поршнем. *Маслосъемные кольца 1* снимают излишки масла со стенок цилиндра. Кольца разрезные, при установке поршня в цилиндр они пружинят и плотно прижимаются к его стенке.

*Поршневой палец 3* соединяет поршень с шатуном. Поршневой палец может быть запрессован в теле поршня, при этом он свободно вращается в верхней головке шатуна. Другая конструкция предполагает свободное вращение пальца в бобышках (утолщениях) поршня и запрессовку его в верхнюю головку шатуна. От осевого перемещения в поршне палец удерживается стопорными кольцами 4, установленными в проточках бобышек поршня.

*Шатун* штампуется из стали. Он состоит из стержня, верхней и нижней головок. В верхнюю головку шатуна запрессована втулка 8, в которой вращается (или запрессован) поршневой палец. Нижняя головка выполнена разъемной и имеет проточки для установки шатунных вкладышей. Части нижней головки соединены между собой специальными шатунными болтами 6.

*Коленчатый вал* изготавливают из стали или чугуна. Коленчатый вал четырехцилиндрового двигателя состоит из пяти опорных (коренных) шеек, расположенных по одной оси, и четырех шатунных шеек, попарно направленных в противоположные стороны. Коренные шейки вращаются в подшипниках (в виде двух половин вкладышей). Для разгрузки коренных подшипников от действия центробежных сил служат противовесы 10.

На переднем конце вала устанавливается звездочка, шкив или шестерня привода распределительного вала. В торец переднего конца вала ввертывают храповик или болт для проворачивания коленчатого вала вручную при техническом обслуживании. В торце заднего конца вала помещен подшипник первичного вала коробки передач. В задней же части коленчатого вала имеется фланец, к которому прикреплен маховик. На его обод напрессован стальной зубчатый венец, с которым соединяется шестерня стартера при пуске двигателя.

**Механизм газораспределения.** Предназначен для своевременного впуска в цилиндры горючей смеси и выпуска отработавших газов. Основными деталями механизма газораспределения являются впускные и выпускные клапаны, распределительный вал и механизм его привода (рис. 8).

*Распределительный вал* устанавливается в головке цилиндров двигателя и вращается синхронно с коленчатым валом, обеспечивая своевременное открытие и закрытие клапанов в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя. Привод распре-

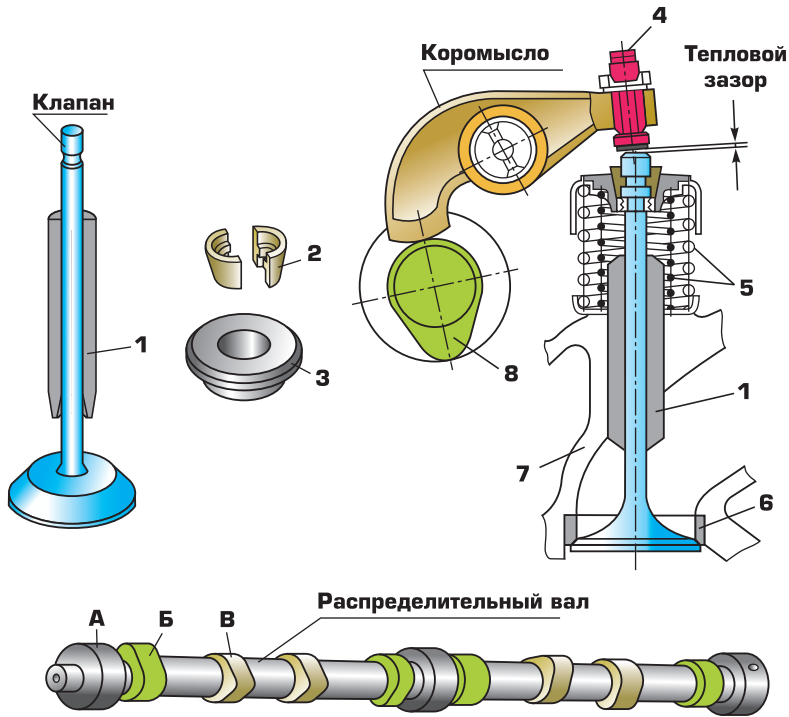


Рис. 8. Детали механизма газораспределения:

- 1 — втулка; 2 — сухарь; 3 — шайба; 4 — регулировочный винт; 5 — пружины; 6 — седло клапана; 7 — головка цилиндров; 8 — кулачок распределительного вала; А — шейка; Б — кулачок выпускного клапана; В — кулачок впускного клапана

делительного вала может осуществляться двумя косозубыми шестернями (автомобили «Волга» с двигателями ЗМЗ-402), втулочно-роликовой цепью (двигатели автомобилей ВАЗ-2101...-2107, «Москвич», Иж; двигатели ЗМЗ-406 автомобилей «Волга») или зубчатым ремнем (автомобили ВАЗ-2108...-2112, «Ока»). Для согласования работы поршней и клапанов на зубчатые шкивы, шестерни или звездочки привода распределительного вала наносятся установочные метки.

Распределительный вал имеет три опорные шейки и восемь кулачков, каждый из которых «управляет» одним клапаном. В современных двигателях с четырьмя клапанами на цилиндр (ЗМЗ-406, ВАЗ-2112) в головке блока цилиндров установлены два распределительных вала, каждый из которых управляет восемью впускными или восемью выпускными клапанами.

Клапан состоит из стержня и головки. Головка клапана плотно закрывает гнездо впускного или выпускного канала, прилегая к седлу б. Стержень клапана перемещается в направляющей втулке 1.