



ТРЕТИЙ РИМ  
ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ

УЧЕБНАЯ  
ЛИТЕРАТУРА

# УЧЕБНИК ПО УСТРОЙСТВУ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

- Устройство, принцип работы узлов и агрегатов
- Основные неисправности автомобиля
- Подготовка к теоретическому экзамену в ГИБДД



ISBN 978 5 88924 389 2



9 785889 243892 >

## СОДЕРЖАНИЕ ЧАСТЬ 1.

- Основы устройства легковых автомобилей 5
- Основные части и агрегаты легкового автомобиля 5
- Колесная формула легкового автомобиля 6
- Основные типы кузовов легковых автомобилей 6

Классификация легковых автомобилей в России	7
Классификация легковых автомобилей в Западной Европе	8
<b>ЧАСТЬ 2.</b>	
Двигатели внутреннего сгорания	9
Бензиновые и дизельные двигатели	9
Механизмы и системы двигателя	9
Общее устройство и рабочий цикл одноцилиндрового бензинового двигателя	9
Кривошипно-шатунный механизм	14
Газораспределительный механизм	14
Система охлаждения	17
Система смазки	20
Система питания	22
Общее устройство карбюратора	24
Общее устройство инжекторных систем питания	29
Система выпуска отработавших газов	30
Система зажигания	31
<b>ЧАСТЬ 3.</b>	
Электрооборудование	35
Источники и потребители электроэнергии	35
Генератор	35
Аккумуляторная батарея	36
Система пуска двигателя	38
Приборы освещения, световой и звуковой сигнализации	40
Контрольно измерительные приборы	41
Спидометр и одометр	41
Счетчик суточного пробега	41
Тахометр	41
Сигнализаторы, индикаторы и указатели	42
Дополнительное оборудование	43
<b>ЧАСТЬ 4.</b>	
Трансмиссия	44
Общее устройство трансмиссии	44
Сцепление	45
Коробка передач	48
Карданная передача	52
Главная передача	52
<b>ЧАСТЬ 5. Несущая система и ходовая часть</b>	<b>56</b>
Назначение и общее устройство кузова автомобиля	56
Ходовая часть	56
Конструктивные особенности передней подвески	56
Конструктивные особенности задней подвески	58
Амортизаторы	58
Колеса и шины	61
Маркировка шин	62
<b>ЧАСТЬ 6.</b>	
Системы управления	63
Система рулевого управления	63
Реечный рулевой механизм	63
Червячный рулевой механизм	63
Рулевой привод	63
Тормозные системы	67

## **ЧАСТЬ 7.**

Техническое обслуживание автомобиля 69

## **ЧАСТЬ 8.**

Подготовка к теоретическому экзамену в ГИБДД 70

Комплекты экзаменационных билетов

используемые на экзаменах в ГИБДД, 70

Неисправности транспортных средств,

при которых запрещено движение 70

Перечень неисправностей и условий,

при которых запрещается эксплуатация транспортных средств 72

Неисправности тормозной системы 72

Неисправности рулевого управления 75

Неисправности внешних световых приборов 75

Неисправности стеклоочистителей и стеклоомывателей

ветрового стекла 77

Неисправности колес и шин 77

Неисправности двигателя 78

Неисправности прочих элементов конструкции 78

## **ЧАСТЬ 1. ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

В настоящее время выпущено достаточно специализированной литературы, в которой дается подробное описание устройства конкретных транспортных средств, а также даются советы по их обслуживанию и ремонту. Широко развитая сеть специализированных мастерских, сервисов и фирменных станций технического обслуживания позволяет современному водителю выполнять обслуживание и ремонт транспортного средства силами квалифицированных специалистов. Однако любой владелец транспортного средства должен иметь общее представление об устройстве своего автомобиля и уметь устранять простейшие неисправности. В данной книге мы познакомим читателя с устройством автомобиля в объеме, необходимом для учащегося автошколы, т.е. для человека, решившего получить водительские права. С ее помощью вы получите необходимые сведения об устройстве автомобиля и одновременно подготовитесь к экзамену в Госавтоинспекции (ГИБДД).

Дело в том, что в экзаменационных билетах, по которым проводится теоретический экзамен в ГИБДД, содержатся не только вопросы по Правилам дорожного движения, но и вопросы, ответить на которые невозможно без знания основ устройства механических транспортных средств. Подробные разъяснения, иллюстрации и комментарии к правильным ответам на такие экзаменационные вопросы вы найдете в данном издании.

В книге использованы некоторые упрощения и аналогии при полном сохранении смысла и терминологии, принятой в автомобилестроении.

### **Основные части и агрегаты легкового автомобиля**

К транспортным средствам категории «В» относятся автомобили, разрешенная максимальная масса которых не превышает 3500 кг и число сидячих мест которых, помимо сиденья водителя, не превышает восьми. Самым массовым представителем данной категории является легковой автомобиль, с устройством которого вы познакомитесь в настоящей части издания.

Легковой автомобиль состоит из узлов и механизмов, которые образуют три его основные части: двигатель, шасси и кузов.

**Двигатель** - устройство, превращающее тепловую энергию топлива в механическую энергию, приводящую транспортное средство в движение.

**Шасси** состоит из следующих элементов:

- трансмиссии (элементов, передающих вращение вала двигателя к колесам);
- ходовой части (колес, а также устройств их крепления и связи с кузовом);
- механизмов управления (рулевого и тормозного).

При движении водитель использует **механизмы управления** (поворачивает руль, разгоняется, тормозит), электрооборудование (включает «мигалки», фары, габаритные огни, фонари, пользуется звуковым сигналом и т.д.), дополнительное оборудование (отопитель салона, омыватели, стеклоочистители и др.), а также **кузов**.

Чтобы транспортное средство поехало, что-то должно заставить вращаться его колеса. Причем у автомобиля должно быть хотя бы два ведущих колеса.

В зависимости от того, какие колеса **приводят** машину в движение, автомобили подразделяют на:

- заднеприводные;
- переднеприводные;
- полноприводные.

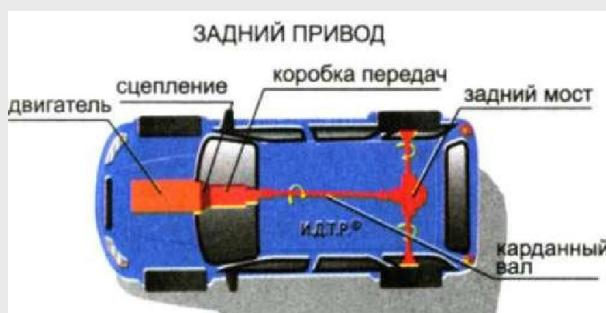


Рис. 1.1

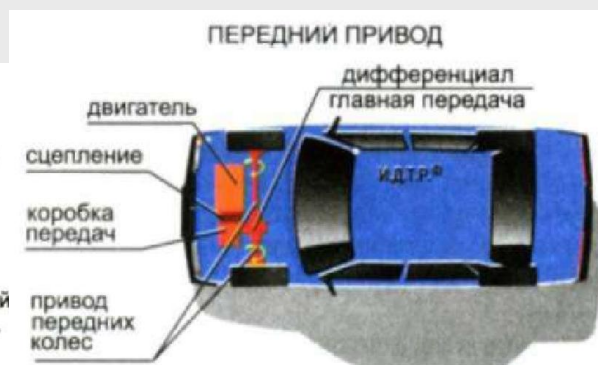


Рис. 1.2

Заднеприводные автомобили (рис. 1.1) - автомобили, которые движутся за счет вращения задних колес (т.е. крутящий момент от двигателя передается только на задние колеса). Задние колеса таких машин являются ведущими и толкают перед собой автомобиль. Передние колеса в этом случае нужны для опоры, изменения направления движения и снижения скорости (так как тормоза легкового автомобиля установлены на всех четырех колесах). Поскольку вращение от двигателя передается только на задние колеса (ведущие), то передние в этом случае играют роль ведомых.

У переднеприводных автомобилей (рис. 1.2) крутящий момент от двигателя передается на передние колеса. Широкому распространению таких машин одно время препятствовало следующее обстоятельство: передние колеса, став ведущими, в отличие от задних должны еще и поворачиваться для изменения направления движения. Куда проще было передать вращение на неуправляемые задние колеса. Эти трудности удалось преодолеть с изобретением свечеобразной подвески («макферсон») и повышением надежности шарниров равных угловых скоростей (ШРУСов), через которые вращение передается на колеса независимо от того, повернуты они или нет. Задние (ведомые) колеса таких автомобилей выполняют опорные и тормозные функции, а передние колеса приводят машину в движение. В отличие от заднеприводного автомобиля, у которого ведущие колеса толкают автомобиль перед собой, у



переднеприводного авто ведущие колеса тянут его за собой. При этом передние колеса еще и управляемые, сила тяги прикладывается в направлении поворота колеса, из-за чего транспорт с передним приводом более устойчив на дороге, чем заднеприводный.



Рис. 1.3

**Полноприводные автомобили (рис. 1.3)** - это автомобили, у которых ведущими являются как задние, так и передние колеса, а ведомых вообще нет. У них все четыре колеса одновременно тянут и толкают машину. Некоторые полноприводные автомобили имеют отключаемый передний или задний мост (т.е. по желанию водителя ведущими у них могут быть как четыре, так и два колеса).

Полноприводные легковые «вездеходы» хороши в сельской местности, при езде по плохим дорогам в распутицу. Кроме того, полный привод поможет сохранить необходимую траекторию на скользкой дороге.

### Колесная формула легкового автомобиля

Определить, сколько у автомобиля ведущих колес, поможет так называемая колесная формула. Первая цифра в ней указывает общее количество колес, а вторая соответствует количеству ведущих колес. Для легкового автомобиля с двумя ведущими колесами запишем 4x2, а для полноприводного легкового автомобиля - 4x4.

Итак, ведущие колеса, получающие вращение от двигателя, сдвигают с места транспортное средство, а потом толкают или тянут его. Вращение от двигателя передается через агрегаты трансмиссии на ведущие колеса, и транспортное средство едет.

### Основные типы кузовов легковых автомобилей.

Кузов большинства легковых автомобилей - основа, на которой закреплены все агрегаты, механизмы, внутреннее и внешнее оборудование салона (от сидений до ремней безопасности, от зеркал заднего вида до стекол и стеклоочистителей и т. д.) В общем и целом все, что можно, в легковом автомобиле располагается (опирается, держится, прикручивается) на кузове. Поэтому его называют **несущим**. Кузов легкового автомобиля одновременно является пристанищем водителя, пассажиров и багажа.

Кузова современных легковых автомобилей разнообразны и многофункциональны, хотя, конечно, их основное предназначение - перевозка пассажиров и небольшой поклажи. Название кузова нередко отождествляют с названием автомобиля.

Наибольшее распространение среди кузовов в последней четверти XX века получил **седан** - кузов с четырьмя или двумя дверями и, что самое главное, не менее чем с двумя рядами полноразмерных сидений, т.е. рассчитанных на среднестатистического взрослого (рис. 1.4). В Англии его называют Saloon, во Франции - Berline, в Германии - Limousine.

В седане могут расположиться 4-5 взрослых людей. Моторный отсек и багажное отделение у седанов вынесены наружу, т.е. они изолированы от салона.

**Купе** в классическом исполнении - это двухдверный кузов с одним рядом полноразмерных сидений (рис. 1.5). Сзади возможна установка еще одного ряда

укороченных мест (детских). В современном автомобилестроении купе все чаще оснащают полноценными четырехместными сиденьями. За рубежом кузова купе получили более широкое распространение как в виде дорогих скоростных машин полуспортивного типа, так и в виде относительно дешевых компактных городских автомобилей.

**Универсал** - грузопассажирский кузов с двумя рядами полноразмерных сидений и дополнительной (пятой) дверью (рис. 1.6). Багажное отделение является продолжением пассажирского салона. Задние сиденья в разложенном состоянии увеличивают площадь багажного отделения.

**Хэтчбек** - это гибрид седана и универсала (рис. 1.7).

Для увеличения багажного отделения хэтчбека задние сиденья в нем могут складываться. В последние десять лет хэтчбеки получают все большее распространение.

**Лимузин** - вытянутый кузов с жесткой остекленной перегородкой, отделяющей передние сиденья от пассажирского салона (рис. 1.8). Обычно эти машины относятся к большому или высшему классу (из отечественных автомобилей это «Чайка», ЗИЛ-111, -114, -117, -4104).

**Вагон** - кузов без выступающих моторного отсека и багажного отделения (рис. 1.9). Вагонная компоновка используется в автобусах и микроавтобусах (например, «Газель»).

**Кабриолет** - кузов вовсе без крыши или с мягким складным верхом (рис. 1.10).

**Пикап** - кузов, у которого открытая грузовая платформа отделена от водительского места жесткой стационарной перегородкой (рис. 1.11).

## Классификация легковых автомобилей в России

Классификация автомобилей в отечественной автомобильной промышленности была введена в 60-х годах XX века. В соответствии с ней каждой модели отечественного автомобиля присваивают отраслевой индекс.

Данная классификация к настоящему времени стала несовершенной и не всегда дает точную информацию об автомобиле.

Однако в связи с тем, что автомобилям, выпускаемым в России и ряде стран СНГ, по-прежнему присваивают номера в соответствии с вышеуказанной классификацией, рассмотрим ее основополагающие принципы.

Отечественные легковые автомобили в зависимости от литража двигателя (рабочего объема цилиндров)\* подразделяют на следующие классы:

- **особо малый класс** - до 1,1 л. Например, отечественная «Ока» (ВАЗ-1111) - рабочий объем цилиндров двигателя 0,649 л, украинская «Таврия» (1,091 л);
- **малый класс** - от 1,1 до 1,8 л. К этому классу, например, относятся автомобили ВАЗ-2106 (1,57 л), ВАЗ-2105 и -2108 (1,3 л), ВАЗ-2107 (1,45 л);
- **средний класс** - от 1,8 до 3,5 л. Например, ГАЗ-3102 (2,445 л), УАЗ-3151 (2,445 л);
- **большой класс** - от 3,5 л и более. Представителями этого класса являются «Чайки», например ГАЗ-14 (5,53 л). Кроме того, данной классификацией предусмотрен высший и л и особо большой класс легковых автомобилей, для которых рабочий объем двигателя не регламентируется. Например, Московским автозаводом имени Лихачева в середине 80-х годов прошлого века выпускался легковой автомобиль высшего класса ЗИЛ-41047 с рабочим объемом двигателя 7.68 л.

Для того чтобы определить, к какому классу относится отечественный легковой автомобиль, достаточно знать номер его модели. Причем даже не весь номер, а две его первые цифры. По ним можно определить класс автомобиля:

11... - **особо малый класс** (помните, что «Ока» имеет четырехзначный индекс ВАЗ-1111);

21... - **малый класс** (АЗЛК-2141, ВАЗ-2101, ВАЗ-2102..., ВАЗ-2109...);

31... - **средний класс** (ГАЗ-3102, УАЗ-3151);

41... - **большой и высший классы** (ЗИЛ-41047).

Кстати, мы уже говорили о несовершенстве данной системы, так как точность классификации вполне может быть нарушена при комплектации автомобиля одного класса двигателем другого класса.

## **Классификация легковых автомобилей в Западной Европе**

В Западной Европе легковые автомобили разделяют на классы в зависимости от их габаритных размеров. Таких классов шесть. Они обозначаются буквами латинского алфавита - А, В, С, D, Е и F.

Класс А - малогабаритные легковые автомобили, длина которых не превышает 3,6 м, а ширина - 1,6 м. Они чаще всего эксплуатируются в городских условиях. К данной категории относятся Smart, Ford Ka, Renault Twingo.

Класс В - легковые автомобили длиной 3,6-3,9 м, шириной 1,5-1,7 м. Автомобили данного класса чаще всего имеют кузов хэтчбек (3 или 5 дверей) и передний привод.

Эти автомобили иногда называют автомобилями особо малого класса. Это, например, FIAT Punto, Opel Corsa.

Класс С - легковые автомобили длиной 3,9-4,4 м, шириной 1,7-1,8 м. Это низший средний класс, часто называемый «гольф-классом». Такое название данному классу дал один из его популярных представителей – Volkswagen Golf. К классу С относятся также Renault Megane, Opel Astra.

Класс D - легковые автомобили длиной 4,4-4,7 м, шириной 1,7-1,8 м. Данные автомобили относят к среднему классу. Здесь мы встретим BMW «третьей серии», Audi A4, Opel Vectra, Volkswagen Passat.

Класс Е - легковые автомобили, длина которых свыше 4,6 м, ширина - свыше 1,7 м. Класс Е - высший средний класс. В этом классе оказались Opel Omega, Renault Safrane, Mercedes-Benz Е-класса и BMW «пятой серии». Класс F -

автомобили длиной обычно более 4,6 м и шириной свыше 1,7 м. Этот класс именуется классом «люкс» или «представительским классом», так как к нему относятся комфортабельные мощные автомобили типа BMW «седьмой серии», Jaguar XJ8, Mercedes-Benz S500/ S600, Rolls-Royce.

Следует отметить, что, кроме базовых моделей, большинство зарубежных автопроизводителей выпускают легковые автомобили с кузовом универсал. Чаще всего

они находятся в том же классе. Однако существует еще несколько видов автомобилей, не попадающих в приведенную выше классификацию. Это автомобили с кузовами кабриолет, купе, универсал повышенной вместимости (УПВ), а также «вседорожники» (автомобили повышенной проходимости).

Также автомобили подразделяются по ценовым категориям. Самая дешевая комплектация называется базовой или стандартной. В современном зарубежном серийном автомобилестроении в последние годы прослеживается следующая тенденция: ценовая категория зависит не столько от модели автомобиля, сколько от его комплектации.

## **ЧАСТЬ 2. ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

## Бензиновые и дизельные двигатели

Двигатели внутреннего сгорания в зависимости от их конструктивных особенностей могут работать на бензине (инжекторные и карбюраторные двигатели), на соляре (дизели) и на газе.

**Бензиновые двигатели** являются самыми распространенными в мировом легковом автомобилестроении.

Они работают на жидком топливе (бензине) с принудительным зажиганием от свечей. Перед подачей в цилиндры двигателя бензин смешивается с воздухом в определенной пропорции с помощью специального устройства: карбюратора или инжектора, закрепляемых на двигателе снаружи. Поэтому бензиновые двигатели называют также двигателями с внешним смесеобразованием.

Иногда вместо бензина в таких двигателях используют газ (пропан-бутан). Для перевода бензинового двигателя на газ используется специальное оборудование. На рис. 2.1 показана схема рабочего цикла с внешним смесеобразованием.

**Дизели** - двигатели, работающие на соляре (дизельном топливе). В отличие от бензиновых двигателей в них применяется воспламенение от сжатия (в дизелях отсутствуют свечи зажигания). Смесеобразование (смешивание соляра с воздухом) в дизельных двигателях происходит непосредственно внутри цилиндров. Это двигатели с внутренним смесеобразованием. На рис.

2.2 показана схема рабочего цикла с внутренним смесеобразованием.

Силовой (энергетической) установкой автомобилей является двигатель внутреннего сгорания.

Задача двигателя - «выдать на-гора» механическую энергию в виде вращения выходящего из него вала.

По аналогии электродвигатель преобразует электроэнергию во вращение вала.

Топливо, находящееся в баке, потенциально несет тепловую энергию, которую двигатель превратит в механическую.

Итак, двигатель - это преобразователь тепловой энергии топлива в механическую.

## Механизмы и системы двигателя

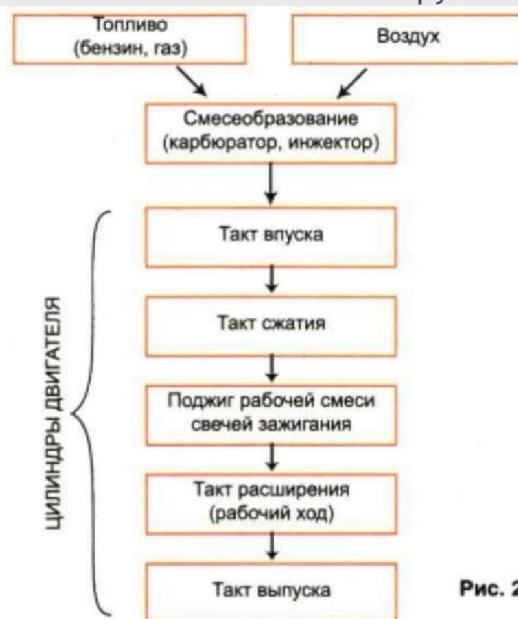


Рис. 2.1

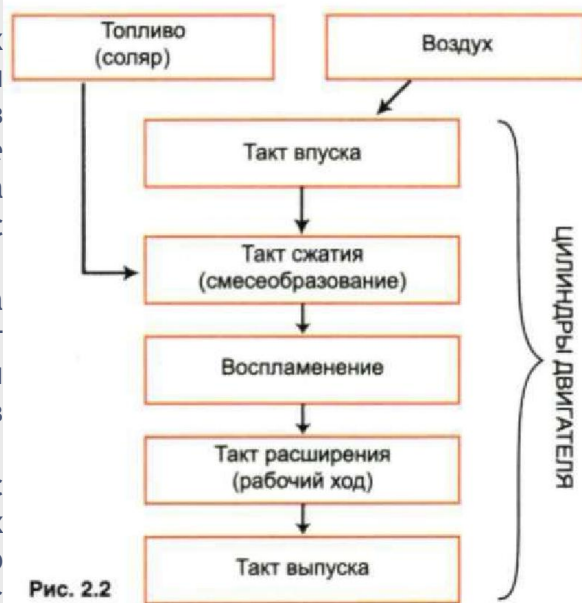


Рис. 2.2



Двигатели внутреннего сгорания, используемые на легковых автомобилях, состоят из двух механизмов: кривошипно-шатунного и газораспределительного, а также следующих пяти систем:

- системы питания;
- системы зажигания;
- системы охлаждения;
- системы смазки;
- системы выпуска отработавших газов.

### **Общее устройство и рабочий цикл одноцилиндрового бензинового двигателя**

Рассмотрим принцип работы простейшего одноцилиндрового бензинового двигателя (рис. 2.3).

Такой двигатель состоит из цилиндра, к которому прикручена съемная головка. В цилиндре находится поршень. Он имеет форму цилиндрического стакана, состоящего из головки и юбки (рис. 2.4). На поршне есть канавки, в которых установлены поршневые кольца. Их задача - обеспечить герметичность пространства над поршнем, не дав возможности газам, образующимся при работе двигателя, прорваться под поршень, а также не допустить попадание масла, смазывающего внутреннюю поверхность цилиндра, в пространство над поршнем. Эти кольца играют роль уплотнителей, причем те из них, которые не пропускают газы, назвали **компрессионными**, а оберегающие от масла -**маслосъемными**.

Цилиндр необходимо заправить топливной смесью бензина с воздухом, приготовленной карбюратором или инжектором, сжать ее поршнем и поджечь, а она, сгорая и расширяясь, заставит поршень двигаться вниз. Так тепловая энергия топлива превратится в механическую.

Теперь необходимо преобразовать перемещение поршня во вращение вала. Для этого использовали следующее механическое приспособление: поршень с помощью пальца и шатуна шарнирно соединили с кривошипом коленчатого вала, который вращается на подшипниках, установленных в картере двигателя (рис. 2.3 и 2.4).

В результате перемещение поршня в цилиндре сверху вниз и обратно легко преобразуется во вращение вала.

**Верхней мертвой точкой**, сокращенно ВМТ, называют самое верхнее положение поршня в цилиндре (т.е. то место, где поршень перестает двигаться вверх и начинает движение вниз) (рис. 2.5).

Самое нижнее положение поршня в цилиндре (т.е. то место, где поршень перестает двигаться вниз и начинает движение вверх) называют **нижней мертвой точкой**, сокращенно НМТ (см. рис. 2.5).

Расстояние между крайними положениями поршня (от ВМТ до НМТ) называется **ходом поршня** (см. рис. 2.5).

При перемещении поршня

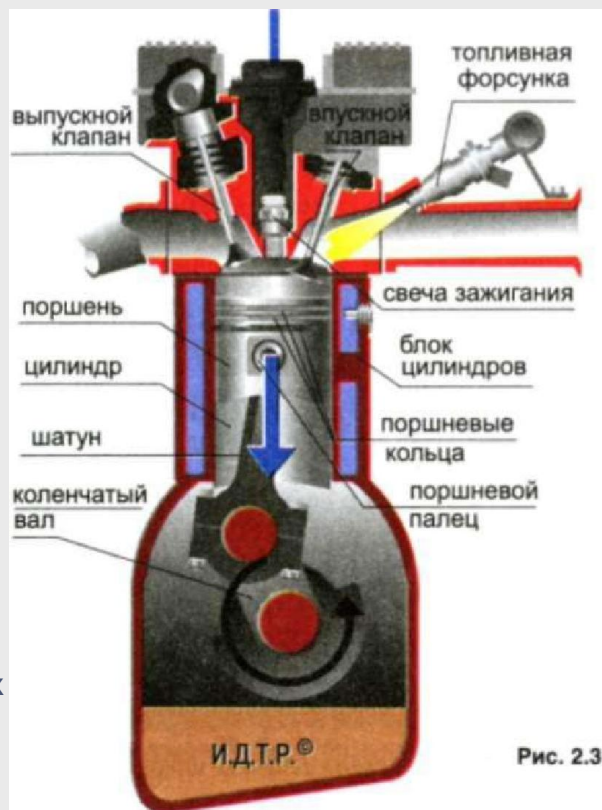


Рис. 2.3



Рис. 2.4. Поршень: 1 - маслосъемное кольцо; 2 - компрессионные кольца; 3 - поршневой палец; 4 - стопорное кольцо; 5 - юбка поршня; 6 - втулка; 7 - болт; 8 - вкладыш; 9 - шатун; 10 - крышка шатуна

сверху вниз (от ВМТ до НМТ) объем над ним изменяется от минимального до максимального.

Минимальный объем в цилиндре над поршнем при его положении в ВМТ называется **камерой сгорания** (см. рис. 2.5).

Объем, освобождаемый в цилиндре поршнем при его перемещении от ВМТ до НМТ, называют **рабочим объемом цилиндра** -  $V_p$  (см. рис. 2.5).

Рабочий объем всех цилиндров двигателя, выраженный в литрах, называется **литражом двигателя**.

**Полным объемом цилиндра** называется сумма его рабочего объема и объема камеры сгорания. Этот объем заключен над поршнем при его положении в НМТ.

Важной характеристикой двигателя является его **степень сжатия**. Она определяется как отношение полного объема цилиндра к объему камеры сгорания.

Степень сжатия показывает, во сколько раз сжимается поступившая в цилиндр смесь при перемещении поршня снизу вверх (от НМТ к ВМТ). У бензиновых двигателей степень сжатия находится в пределах 6-14, у дизельных - 14-24. Степень сжатия во многом определяет мощность двигателя и его экономичность, существенно влияет на токсичность отработавших газов. Мощность двигателя измеряется в киловаттах либо в лошадиных силах (1 л.с. примерно равна 0,735 кВт). Работа двигателя внутреннего сгорания основана на использовании силы давления газов, образующихся при сгорании смеси топлива и воздуха. Как уже говорилось, в бензиновых и газовых двигателях смесь воспламеняется от свечи зажигания (см. рис. 2.3), в дизелях - от сжатия. Совокупность последовательных процессов, периодически повторяющихся в каждом цилиндре двигателя и обеспечивающих его непрерывную работу называется **рабочим циклом**. Рабочий цикл четырехтактного двигателя состоит из четырех тактов, каждый из которых происходит за один ход поршня или за пол-оборота коленчатого вала. Полный рабочий цикл осуществляется за два оборота коленчатого вала. При работе одноцилиндрового двигателя его коленчатый вал вращается неравномерно, он резко ускоряется в момент сгорания горючей смеси, а все остальное время замедляется. Для повышения равномерности вращения вала коленчатого вала, выходящего наружу из корпуса двигателя, закрепляют массивный диск (маховик) - рис. 2.6. Когда двигатель работает, вал с маховиком вращаются. Теперь поговорим немного подробнее о работе такого

двигателя. Итак, первая задача - поместить внутрь цилиндра (в пространство над поршнем) топливовоздушную смесь, которую, как вы помните, приготовил карбюратор или инжектор. Это действие называют тактом впуска (первый такт). На рис. 2.7-2.10 показан принцип работы инжекторного двигателя. Заполнение цилиндра двигателя топливовоздушной смесью очень похоже на заполнение шприца лекарством (см. рис. 2.7): поршень из верхнего положения движется в нижнее. Но в шприце лекарство набирается, а затем выпускается через один и тот же канал (иглу). В двигателе же горючая смесь впускается через один канал, а продукты ее сгорания - через другой, т.е. к цилиндру двигателя подведены сразу два канала: впускной и выпускной. Непосредственно перед входом в цилиндр в этих каналах установлены клапаны. Их принципы действия очень просты: представьте себе гвоздь с большой круглой шляпкой, перевернутый «вверх ногами» (шляпкой вниз). Эта круглая шляпка закрывает вход из канала в цилиндр. При этом она прижимается к кромке канала мощной пружиной и как пробкой закупоривает его (см. рис. 2.15). Если нажать на клапан (тот самый «гвоздь»), преодолев сопротивление пружины, то вход в цилиндр из канала будет открыт (см. рис. 2.16). Теперь, познакомившись с принципом работы клапанов, вернемся к первому такту работы двигателя. Первый ■