



УЧЕБНИК

Семёнов И. Л.

ПО УСТРОЙСТВУ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ



под редакцией
Зеленина С. Ф.



- принципы работы узлов и агрегатов автомобиля
- основные неисправности и правила эксплуатации
- **ответы на вопросы экзаменационных билетов ГИБДД**



Интернет-магазин www.kniga-auto.ru

Книги по ремонту автомобилей

УДК 656.13.052.8

ББК 39.808

С30

13004

Семёнов И. Л.

С30 Учебник по устройству легкового автомобиля [Текст]: практическое пособие. — М.: Мир Автокниг, 2016. — 128 с.: ил.

ISBN 978-5-91685-052-9

В книге методом «от простого к сложному» объясняются назначение, устройство и принципы работы основных систем, узлов и агрегатов современных легковых автомобилей. Рассмотрены также неисправности автомобилей, при этом особое внимание уделено тем неисправностям, которые присутствуют в Правилах дорожного движения и в вопросах экзаменационных билетов ГИБДД. Издание полностью соответствует Программе подготовки водителей транспортных средств категории «В».

Освоив материал этой книги, можно уверенно и правильно ответить не только на любой вопрос по предмету «Устройство и техническое обслуживание транспортных средств» (категории «В»), но и на все экзаменационные вопросы ГИБДД, соответствующие теме. Кроме этого можно будет определить, а затем и устранить простейшие поломки своего автомобиля.

Для учащихся автошкол и широкого круга автомобилистов.

УДК 656.13.052.8

ББК 39.808

ISBN 978-5-91685-052-9

© ООО «Мир Автокниг», 2016

Издательство не несёт ответственности за возможные несчастные случаи, травмы и повреждения имущества, произошедшие в результате использования данного издания, содержание рекламных материалов, а также за изменения, внесённые в конструкцию автомобиля производителем.

Исключительные права на использование данного произведения принадлежат ООО «Мир Автокниг». Воспроизведение, распространение, публичный показ, перевод, переработка и другие виды использования произведения целиком или частично без согласия правообладателя запрещены Гражданским Кодексом Российской Федерации и международными соглашениями. Лица и организации, нарушившие этот запрет, несут ответственность в соответствии со ст. 1301 ГК РФ и другими законодательными актами.

Реализация со склада издательства
тел/факс: (495) 782-16-23, 983-30-54
сайт: www.miravtoknig.ru

ВСТУПЛЕНИЕ

Пройдет совсем немного времени, и вы, уважаемый читатель, получите водительское удостоверение, сможете сесть за руль автомобиля и поехать, куда пожелаете.

Независимо от того каким он будет – ваш первый автомобиль, – имеет смысл познакомиться с ним поближе, разобраться в общих принципах его работы и правилах эксплуатации.

Эти знания потребуются не для самостоятельного ремонта машины, а для безопасного и бережливого ее использования.

Прочитав книгу, вы будете знать, откуда ждать беду, как распознать надвигающуюся опасную неисправность по ее первым признакам.

Если вы еще не знаете, какой должна быть ваша будущая машина, то информация, изложенная в книге, поможет разобраться в многообразии современных конструкций и принять правильное решение.

Кроме того, каждый водитель должен четко представлять, какие требования к конструкции автомобиля предъявлены нормативными документами.

Многие нарушения, связанные с неисправностью или изменением конструкции автомобиля, влекут ощутимое наказание. И не говорите потом, что вы об этом не знали!

Незнание, как говорится, не освобождает от ответственности и в этом случае тоже. Поэтому в книге перечислены все неисправности автомобиля, которые содержатся в официальном тексте «Приложения к Основным положениям по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанностям должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения». Комментарии к положениям этого документа помогут вам разобраться с **экзаменационными вопросами ГИБДД** по теме **«Неисправности и условия, при которых запрещается эксплуатация транспортных средств»**.

Отдельно рассмотрены неисправности, перечисленные в пункте 2.3.1 **Правил дорожного движения РФ**, при которых дальнейшее движение запрещено.

Материал учебника соответствует утвержденной **Программе подготовки водителей транспортных средств категории «В»**.

Глава 1.

СОВРЕМЕННЫЕ ЛЕГКОВЫЕ АВТОМОБИЛИ

Автомобиль предназначен для перевозки пассажиров и грузов по дорогам или бездорожью (внедорожные автомобили).

Современный легковой автомобиль обеспечивает высокий уровень комфорта и безопасности передвижения, что достигается применением в его конструкции большого количества дополнительных устройств.

Для обеспечения безопасной и безотказной эксплуатации автомобиля современный водитель должен иметь представление об основных принципах работы и взаимодействия его систем.

Из чего состоит автомобиль? Из **кузова**, установленного на **колеса**. Колеса предназначены для движения автомобиля по дороге, а для этого они должны начать вращаться, когда водитель захочет поехать.

Давайте посмотрим, как это происходит. Для обеспечения вращения (то есть создания крутящего момента) служит **двигатель**.

Двигатель преобразует тепловую энергию сгорания топлива в механическую энергию (вращение коленчатого вала). Далее полученное вращение (крутящий момент) передается от двигателя к колесам с помощью **трансмиссии**.

Для изменения направления движения автомобиль оборудован **рулевым управлением**, а для обеспечения возможности снизить скорость или остановиться, – **тормозной системой**. **Рулевое управление и тормозную систему** также называют **механизмами управления**, чтобы подчеркнуть их важнейшую роль при движении автомобиля.

Ходовая часть образована колесами и деталями, соединяющими их с кузовом, и предназначена для плавного, комфортного движения во всем диапазоне возможных скоростей.

Кроме того, на автомобиле установлено много электрических приборов, предназначенных для выполнения различных функций. Все они объединены в систему **электрооборудования**.

Кузова автомобилей бывают разными. Наибольшее распространение получили следующие типы кузова – **седан**, **хэтчбэк**, **универсал**.

Полное официальное описание типов кузовов дано в ГОСТ Р 52051-2003 «Механические транспортные средства и прицепы. Классификация и определения».

Седаном принято называть четырехдверный автомобиль, в котором багажный отсек отделен от салона перегородкой. Такой тип кузова наилучшим образом обеспечивает высокий уровень комфорта для водителя и пассажиров.

В **хэтчбэке** и **универсале**, наоборот, доступ в салон возможен через пятую дверь – дверь багажного отделения. При этом хэтчбэк

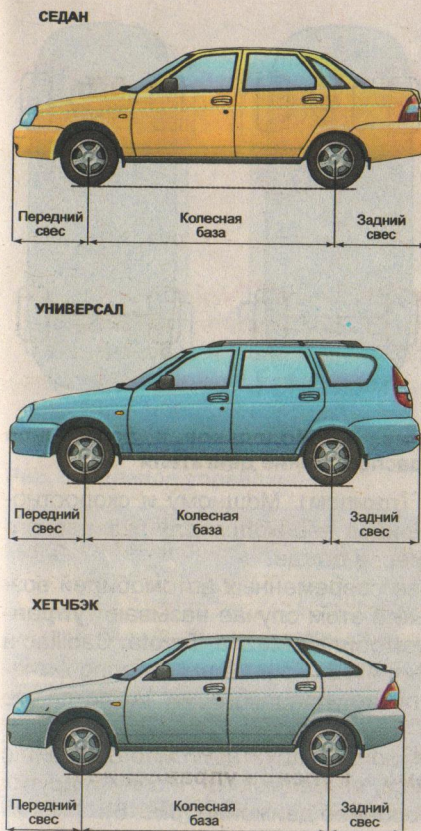


Рис. 1. Типы кузовов



Рис. 2. Пикап

имеет наклонную дверь багажного отделения и меньшую длину заднего свеса (рис. 1), а универсал – почти вертикальную дверь и длинный задний свес.

Хэтчбэк может быть трехдверным или пятидверным. Основным преимуществом хэтчбэка при прочих равных условиях является отличная обтекаемость кузова и соответственно высокая топливная экономичность.

Универсал отличается функциональностью, так как позволяет перевозить достаточно габаритные грузы.

За последние десять лет на дорогах нашей страны резко возросло количество автомобилей с кузовом **пикап** (рис. 2). Такие автомобили бывают с одинарной (две двери, один ряд сидений) или двойной (четыре двери, два ряда сидений) кабиной.

Существуют также кузова **минивэн** (универсал повышенной вместимости) и **лимузин** (удлиненный седан с перегородкой, отделяющей водителя от пассажиров на заднем сиденье).

Для любителей шика и быстрой езды выпускаются **купе** (двухдверный седан) и **кабриолеты** (купе без крыши).

В последние годы перечисленные названия кузовов фактически потеряли былый смысл, так как многие автопроизводители увлеклись постройкой всевозможных гибридов (четырёхдверные купе, седаны с открывающимся вверх задним стеклом, как у хэтчбэка, и так далее).

На большинстве современных автомобилей установлены **бензиновые** или **дизельные** двигатели. Они отличаются типом применяемого топлива и имеют некоторые конструктивные отличия.

Также есть автомобили с двигателями, работающими на **газе**, **гибридные** автомобили (бензиновый или дизельный двигатель сочетается с электромоторами) и **электромобили**.

Расположение двигателя на автомобиле, независимо от его типа, может быть **продольным** или **поперечным** (рис. 3).

По типу трансмиссии автомобили бывают **заднеприводными** (трансмиссия передает крутящий момент от двигателя только к задним колесам), **переднеприводными** (трансмиссия передает крутящий момент от двигателя только к передним колесам) или **полноприводными** (крутящий момент от двигателя передается ко всем колесам).

Здесь стоит отметить, что далеко не каждый полноприводный автомобиль является внедорожником (джипом). Мощному и скоростному шоссевному автомобилю полный привод необходим для безопасного движения по скользкой дороге, например, в дождь.

Рулевое управление на большинстве современных автомобилей воздействует на передние колеса, которые в этом случае называются **управляемыми**. На некоторых моделях автомобилей Mazda, Toyota, Cadillac и других применяется рулевое управление **4WS** (Four Wheel Steering – «четыре управляемых колеса»), в этом случае управляемыми являются все колеса, в том числе и задние (рис. 5).

Рулевое колесо расположено слева, но в эксплуатации много машин с правым расположением рулевого колеса, ввезенных из Японии и других стран, в которых организовано левостороннее движение (рис. 6).

Основные технические характеристики легкового автомобиля и пояснения к ним представлены в таблице 2.

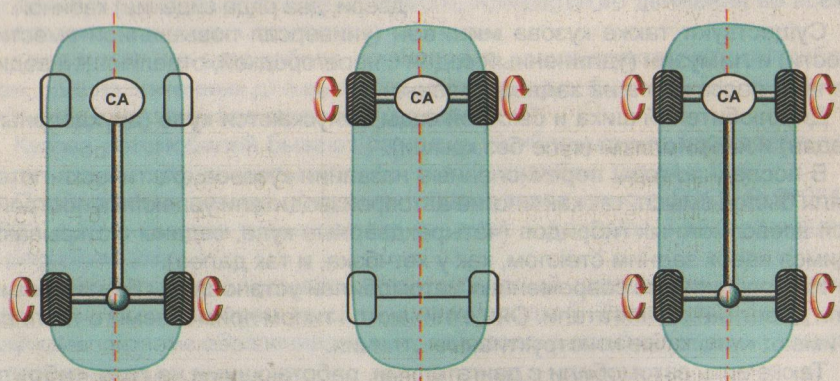


Рис. 4. Задний, передний, полный привод: CA – силовой агрегат (двигатель с коробкой передач)

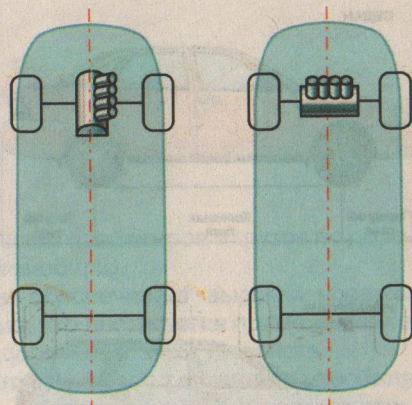


Рис. 3. Продольное и поперечное расположение двигателя

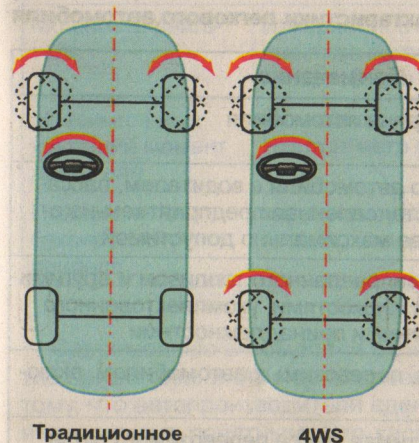


Рис. 5. Рулевое управление

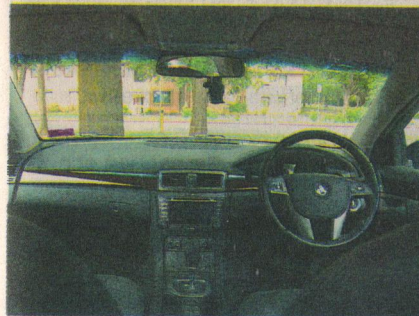


Рис. 6. Правое расположение рулевого колеса

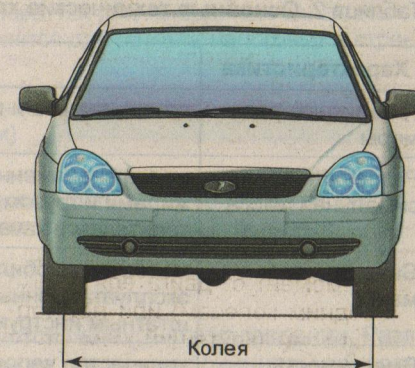


Рис. 7. Колея колес

Автомобили классифицируются по назначению, объему двигателя и размерам кузова (табл. 1).

По назначению автомобили бывают **транспортные, специальные и гоночные**.

Транспортные автомобили предназначены для перевозки пассажиров и (или) грузов.

Специальные автомобили используются для выполнения специальных задач (пожарная охрана, полиция, медицинская помощь, коммунальное хозяйство и т. д.).

Гоночные автомобили предназначены для участия в различных спортивных соревнованиях.

Таблица 1. Европейская классификация автомобилей

Класс	Описание	Длина, м	Ширина, м
A	Особо малый класс	до 3,6	до 1,6
B	Малый класс	3,6 – 3,9	1,5 – 1,7
C	Низший средний класс	3,9 – 4,4	1,6 – 1,75
D	Средний класс	4,4 – 4,7	1,7 – 1,8
E	Высший средний класс (Executive)	свыше 4,7	свыше 1,7
F	Высший средний класс (Luxury)	свыше 4,7	свыше 1,7
S	Купе, кабриолеты, спорткары	не регламентировано	
M	Минивэны, универсалы повышенной вместимости	не регламентировано	
J	Внедорожники, вседорожники	не регламентировано	

Таблица 2. Основные технические характеристики легкового автомобиля

Характеристика	Примечание
Габаритные размеры	длина, высота и ширина автомобиля
Разрешенная максимальная масса	масса снаряженного автомобиля с водителем, пассажирами и грузом, установленная предприятием-изготовителем в качестве максимально допустимой
Снаряженная масса	масса автомобиля, заправленного топливом и другими эксплуатационными жидкостями, укомплектованного штатным инструментом и принадлежностями
Вместимость	количество человек, перевозимых автомобилем, включая водителя
Грузоподъемность	максимально допустимая масса перевозимого груза
Колесная база	расстояние между осями передних и задних колес. Колесная база косвенно определяет полезный объем салона автомобиля, и соответственно, уровень комфорта. Соотношение колесной базы и колеи колес (см. ниже) влияет на устойчивость автомобиля при движении
Колея колес	расстояние между центрами колес одной оси. Колея может быть одинаковой для передней и задней осей или разной
Максимальная скорость	измеряется в км/ч на горизонтальном участке шоссе по специальной методике
Время разгона с места до скорости 100 км/час	измеряется в секундах. Характеризует динамические параметры автомобиля
Расход топлива	количество топлива, необходимое автомобилю для преодоления определенного отрезка пути. Обычно измеряется в л/100 км пробега. Существует несколько методик измерения в зависимости от дорожных условий (городской цикл движения, загородный цикл, смешанный цикл)
Запас хода	путь, который может преодолеть автомобиль на одной заправке топливом. Эта характеристика важна для военных автомобилей, но в наши дни приобрела актуальность для электромобилей. В этом случае под запасом хода понимают путь, преодолеваемый автомобилем на одной зарядке
Рабочий объем двигателя	измеряется в литрах или кубических сантиметрах. От величины рабочего объема зависят мощность и максимальный крутящий момент. На практике применяется для расчета таможенных сборов при ввозе автомобиля из-за рубежа

Мощность двигателя	измеряется в киловаттах или лошадиных силах. На практике применяется для расчета налоговых и страховых сборов
Максимальный крутящий момент двигателя	важнейшая тяговая характеристика, измеряется в Ньютон*метр (Нм)
Полная масса буксируемого прицепа	характеризует способность автомобиля буксировать прицеп, измеряется в килограммах или тоннах

Современные автомобили отличаются легкостью в управлении. Развитие эргономики и строгое следование ее основным принципам привели к тому, что автопроизводители сделали управление автомобилем простым и интуитивно понятным. Это касается как удобства расположения органов управления, так и усилий, прикладываемых к ним. Кроме этого автомобиль может быть оборудован множеством различных дополнительных систем. Такие системы рассмотрены в главе 8.

Типичное расположение органов управления показано на рисунке 8.

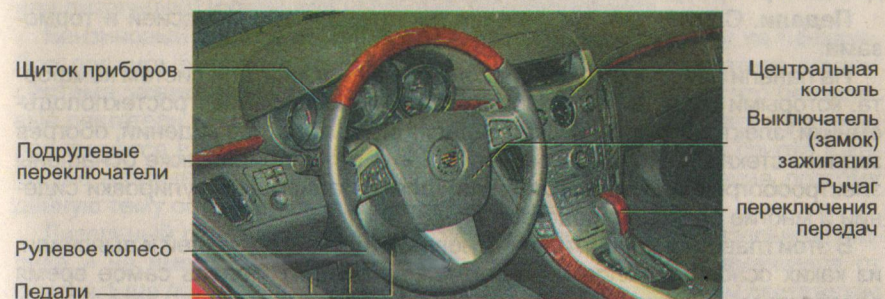


Рис. 8. Расположение органов управления

Рулевое колесо. Воздействие на рулевое колесо позволяет поворачивать управляемые колеса автомобиля в требуемую сторону. На рулевом колесе могут быть расположены кнопки для управления аудиосистемой, системой круиз-контроля и другими.

Подрулевые переключатели. Многофункциональные подрулевые переключатели предназначены для управления наружным освещением, указателями поворота, стеклоочистителями и стеклоомывателями.

Щиток приборов. Щиток приборов является основным источником информации о состоянии систем автомобиля и текущем режиме движения.

Самым главным прибором в щитке является **спидометр**. Этот прибор сообщает водителю текущую скорость движения.

Рядом со спидометром обычно расположены еще два очень важных прибора – **указатель температуры охлаждающей жидкости** и **указатель уровня топлива в баке**.

На многих автомобилях установлен **тахометр**. Этот прибор показывает текущую частоту вращения коленчатого вала двигателя. Раньше тахометр имел важное значение для предохранения двигателя от превышения предельно допустимой частоты вращения, но на двигателях с электронной системой управления это уже не актуально. Электроника системы управления не позволит превысить максимально допустимую частоту вращения коленчатого вала.

Выключатель (замок) зажигания. Выключатель зажигания является главным рубильником системы электрооборудования. На автомобилях с дизельным двигателем зажигания нет, и формально выключатель надо называть выключателем электрооборудования, но в быту это не прижилось.

Центральная консоль. На центральной консоли обычно размещены аудиосистема и блок управления климатической установкой. Также на ней могут быть установлены информационный дисплей и всевозможные выключатели.

Рычаг переключения передач. Служит для управления механической коробкой передач. Если автомобиль оборудован автоматической трансмиссией, его принято называть селектором АКП. Селектор служит для выбора требуемого режима работы автоматической трансмиссии.

Педали. Служат для управления двигателем, трансмиссией и тормозами.

На панели приборов также расположены выключатели систем комфорта, которыми оснащен автомобиль. К ним относятся электростеклоподъемники, электроприводы зеркал заднего вида, подогрев сидений, обогрев заднего стекла и наружных зеркал (многие автомобили также оснащены электрообогревом ветрового стекла), электроприводы регулировки сидений и многие другие устройства.

В этой главе мы рассмотрели основные типы автомобилей и выяснили, из каких основных узлов и агрегатов они состоят. Теперь самое время разобраться, как это все работает. Начнем с двигателя.

Глава 2. ДВИГАТЕЛЬ

Основные типы двигателей

В настоящее время на легковые автомобили устанавливают **бензиновые, дизельные, газовые и электрические** двигатели. Первые три типа являются двигателями внутреннего сгорания (ДВС). Принцип работы ДВС основан на сжигании топлива внутри цилиндра и преобразовании полученной тепловой энергии в механическую работу. Проще говоря, взрыв паров бензина двигает металлические детали (кривошипно-шатунный механизм) двигателя, которые преобразуют возвратно-поступательное движение во вращение. Подробнее об этом чуть ниже.

Нарастает выпуск автомобилей с **гибридной** силовой установкой, которая сочетает в себе двигатель внутреннего сгорания (бензиновый или дизельный) и один или несколько электромоторов.

Бензиновый двигатель, как следует из названия, работает на бензине. Для поджига топливовоздушной смеси в бензиновом двигателе служит **система зажигания**. Справедливости ради стоит отметить, что бензиновые двигатели также могут работать на различных спиртах, что с успехом практикуется в ряде стран. В нашей стране использование спирта в качестве топлива для автомобилей не получило распространения, поэтому данную тему оставим пока без внимания.

Дизельный двигатель, или просто дизель, работает на дизельном топливе и не имеет системы зажигания. Топливо самовоспламеняется от сжатия. Еще лет двадцать назад дизели уступали бензиновым двигателям по большинству эксплуатационных параметров, важных для легкового автомобиля, но в настоящее время ситуация изменилась. Современный турбодизель с электронным управлением (подробнее будет рассмотрен ниже) практически ни в чем не уступает бензиновому мотору и даже обладает лучшей экономичностью. Благодаря этому в странах Западной Европы дизели уже стали более популярными, чем бензиновые моторы.

Газовый двигатель, в зависимости от исполнения, работает на сжатом или сжиженном газе (метан или пропанобутановая смесь). Его конструкция, за исключением некоторых отличий в системе питания, аналогична бензиновому двигателю. В России легковые автомобили получают газовый двигатель путем переоборудования штатного бензинового мотора. Такие автомобили обычно имеют возможность перехода с газа на бензин. Эксплуатация автомобиля с газовым оборудованием не имеет принципиальных отличий. Всю необходимую информацию при необходимости можно получить из инструкции к установленному на автомобиль газовому оборудованию.



Рис. 9. Электромобиль на зарядке

Электрический двигатель по своим тяговым характеристикам идеально подходит для применения на автомобиле. Фактически он позволяет отказаться от таких узлов трансмиссии, как сцепление и коробка передач.

Кроме этого, электромотор практически не оказывает пагубного воздействия на окружающую среду.

Широкое применение таких двигателей в настоящий момент сдерживается только одним фактором.

Питание электродвигателя осуществляется от аккумуляторных батарей, которые необходимо заряжать перед выездом. Современные технологии пока не позволяют создать достаточно емкий аккумулятор, который мог бы обеспечить электромобилю приемлемый запас электроэнергии.

Сейчас конструкторам удается создавать электромобили, способные проехать на одной зарядке 100–200 км. Более емкие аккумуляторные батареи получаются либо слишком дорогими, либо чересчур массивными.

В результате многочисленных поисков была создана гибридная силовая установка. Такая установка состоит из электромоторов и обычного двигателя внутреннего сгорания. За счет применения управляющей электроники все рабочие процессы максимально оптимизированы, что позволило сделать работу гибридной установки экономичной и экологичной, без потери динамических параметров автомобиля.

Как уже упоминалось выше, все двигатели предназначены для создания крутящего момента, который в дальнейшем передается трансмиссией на ведущие колеса. Принцип работы электродвигателя должен быть вам известен из школьного курса физики. Поэтому ниже рассмотрим только принцип работы двигателей внутреннего сгорания, который, в целом, одинаков для бензинового, дизельного и газового моторов.

Простейший одноцилиндровый двигатель

Начнем с рассмотрения работы простейшего одноцилиндрового двигателя.

Такой двигатель состоит из **цилиндра, коленчатого вала, поршня с шатуном и головки цилиндра** (рис. 10а). Поршень плотно установлен в цилиндре, как снаряд в стволе пушки.

Полость между поршнем и головкой блока называется **камерой сгорания**. В ней и происходит все «волшебство».

В определенный момент (подробнее об этом чуть ниже) в камеру сгорания подается горючая смесь, состоящая из топлива и воздуха в нужной пропорции. Она так и называется – **топливовоздушная смесь**.

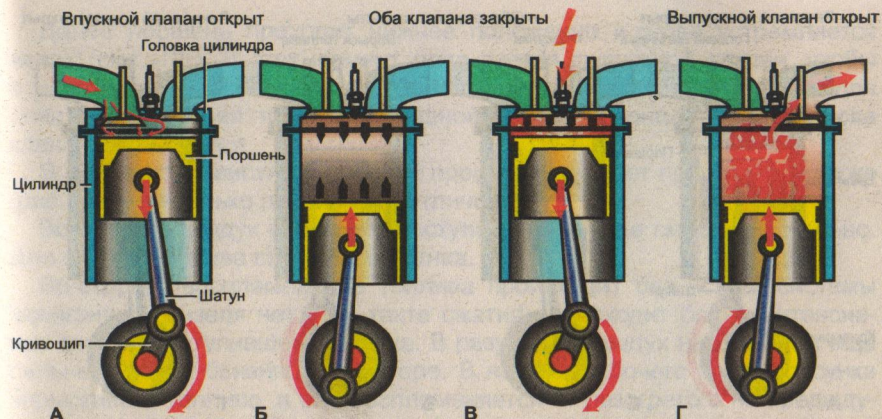


Рис. 10. Рабочий цикл четырехтактного бензинового двигателя: а – впуск; б – сжатие; в – рабочий ход; г – выпуск

Чтобы горючая смесь смогла попасть в камеру сгорания, в ней необходимо иметь отверстие. Такое отверстие выполнено в головке цилиндра. Есть также второе отверстие, которое служит для выпуска отработавших газов.

Во время рабочего хода (см. ниже) оба отверстия должны быть плотно закрыты, иначе газы не будут давить на поршень, а выйдут через отверстия. Для этого служат **клапаны**. Клапан, закрывающий отверстие для впуска, называется **впускным**, а второй, закрывающий отверстие для выпуска, – соответственно, **выпускным**.

Далее смесь поджигается.

В бензиновом двигателе для этого используется искра, получаемая между электродами свечи зажигания под действием электрического разряда. Для создания разряда служит **система зажигания**, которую мы более подробно рассмотрим чуть ниже.

В дизельном двигателе смесь дизельного топлива и воздуха самовоспламеняется от **сжатия**. Что такое сжатие вы узнаете буквально через несколько абзацев, а пока поверьте на слово, что и в дизеле смесь загорелась.

Горение смеси подобно взрыву, оно скоротечно и происходит с большим выделением энергии. Как и в случае взрыва пороха в пушке, происходит газообразование, в камере сгорания резко возрастает давление.

Под действием этого давления поршень начинает движение вниз (рис. 10в).

Дальше, как говорится, дело техники. Простейший **кривошипно-шатунный механизм**, знакомый человечеству еще по паровым двигателям, преобразует поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала двигателя. Роль кривошипа играет колесо коленчатого вала.

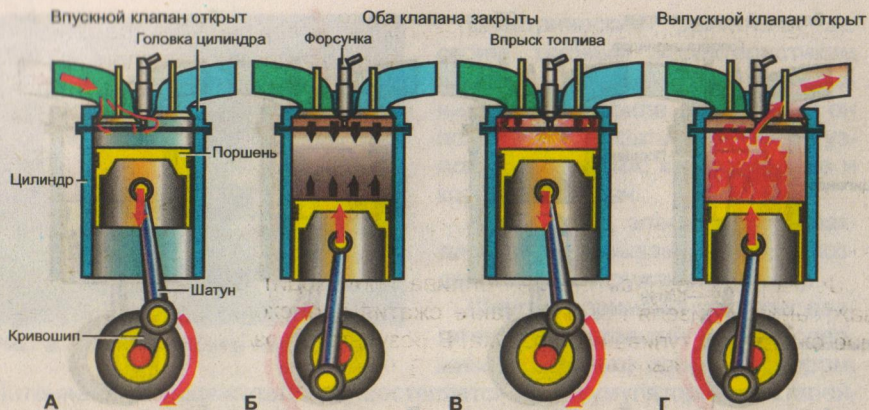


Рис. 11. Рабочий цикл четырехтактного дизельного двигателя: а – впуск; б – сжатие; в – рабочий ход; г – выпуск

Все происходящее в цилиндре в то время, когда коленчатый вал совершает два полных оборота (поворот на 720 градусов), называется **рабочим циклом**.

За время рабочего цикла поршень успевает сделать два хода вниз и два хода вверх (рис. 10). Рабочий процесс, происходящий в цилиндре за один ход поршня, называется **такты**.

В рассматриваемом случае рабочий цикл состоит из четырех тактов:

- **впуск** топливовоздушной смеси в камеру сгорания;
- **сжатие** смеси;
- **рабочий ход** вследствие расширения газов;
- **выпуск** отработавших газов из камеры сгорания.

Давайте подробно рассмотрим все такты бензинового двигателя.

Впуск топливовоздушной смеси начинается, когда поршень находится в верхнем положении (рис. 10а). Во время движения поршня вниз, за счет разрежения происходит наполнение цилиндра смесью. За создание смеси отвечает **система питания**. Она будет рассмотрена ниже. На протяжении этого такта открыт впускной клапан, а выпускной – закрыт.

К моменту, когда поршень достигает нижнего положения, впускной клапан также закрывается.

Пройдя нижнее положение, поршень начинает движение вверх, происходит **сжатие** смеси (рис. 10б). Поскольку объем занимаемый смесью, с движением поршня сокращается (оба клапана закрыты и ей некуда деться из цилиндра), происходит увеличение давления. Соответственно, возрастает температура. Смесь подготавливается к воспламенению.

Когда поршень находится в верхнем положении, свеча зажигания искрой поджигает сжатую смесь (рис. 10в). За создание искры отвечает **система зажигания**. Она также будет рассмотрена ниже. Горение сопровождается интенсивным выделением тепла и возрастанием давления. Впускной и выпускной клапаны закрыты и под действием давления поршень снова начинает двигаться вниз. Происходит **рабочий ход**.

Далее поршень проходит нижнее положение и снова устремляется вверх (рис. 10г). В этот момент открывается выпускной клапан, чтобы отработавшие газы смогли выйти из цилиндра и освободить место для следующей порции топливовоздушной смеси. В конце такта **выпуска** клапан закрывается.

В дизельном двигателе рабочий процесс протекает практически также (рис. 11). Есть только два важных отличия.

Во-первых, воздух и топливо поступают не в виде смеси, а отдельно. Для подачи топлива служит **форсунка**.

Во-вторых, воспламенение топлива происходит без искры, системы зажигания у дизеля нет. При такте сжатия происходит более интенсивное сжатие поступившего воздуха. В результате воздух нагревается еще сильнее, чем в бензиновом моторе. В начале рабочего хода форсунка впрыскивает топливо, и оно воспламеняется от разогретого на предыдущем такте воздуха.

Во время рабочего хода и в бензиновом и в дизельном двигателе, поршень движется под действием давления от сгорания смеси. А что заставляет его делать еще два движения вверх (выпуск и сжатие) и одно движение вниз (впуск)?

В одноцилиндровом двигателе только инерция. Для ее увеличения применяется массивный маховик. А в двигателях с несколькими цилиндрами, которые будут рассмотрены чуть позже, помимо инерции маховика и противовесов коленчатого вала, используется энергия рабочих ходов в других цилиндрах.

Рассмотренный рабочий цикл называется **четырёхтактным**. Существует также **двухтактный** рабочий цикл, но в автомобилях он в настоящее время применения не находит, поэтому здесь его рассматривать не станем.

Лучше вернемся к четырехтактному циклу и выясним, какие детали двигателя необходимы для его нормального протекания.

Газораспределительный механизм

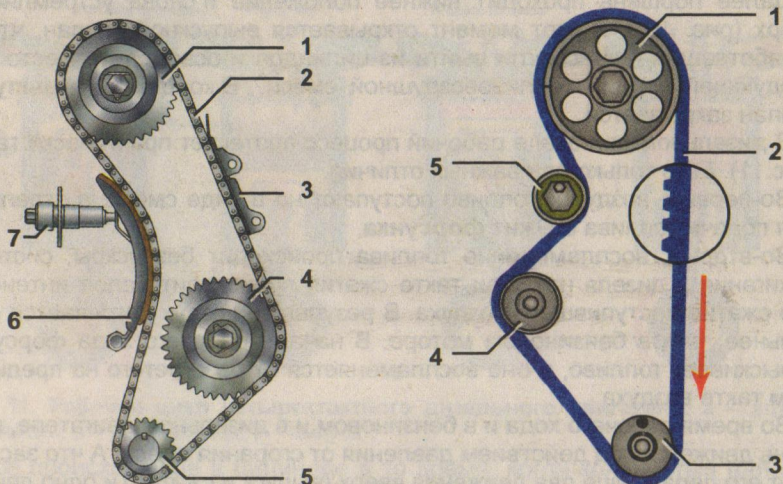
Газораспределительный механизм управляет работой клапанов. Его задача открывать и закрывать впускные и выпускные клапаны в определенной последовательности в соответствии с тактами рабочего цикла.

Главная деталь этого механизма – **распределительный вал** (рис. 12). Кулачки, выполненные на распределительном вале, в процессе его вращения периодически нажимают на клапаны через рычаги или специальные шайбы. В результате клапаны открываются и закрываются.

Для привода распределительного вала используется **цепь или зубчатый ремень** (рис. 13). В одной головке цилиндров могут быть установлены два распределительных вала (рис. 14). Один из них управляет работой впускных, а другой – выпускных клапанов. Такая схема ГРМ называется **двухвальной**.



Рис. 12. Распределительный вал



а) цепной привод: 1 – звездочка распределительного вала; 2 – цепь; 3 – успокоитель цепи; 4 – звездочка привода масляного насоса; 5 – звездочка коленчатого вала; 6 – башмак натяжителя цепи; 7 – натяжитель

б) ременный привод: 1 – зубчатый шкив распределительного вала; 2 – зубчатый ремень; 3 – зубчатый шкив коленчатого вала; 4 – зубчатый шкив водяного насоса; 5 – натяжной ролик

Рис. 13. Схема привода распределительного вала

Рис. 14. Схема привода распределительных валов: 1 – зубчатый шкив коленчатого вала двигателя; 2 – прилив на крышке масляного насоса; 3 – зубчатый шкив насоса охлаждающей жидкости; 4 – натяжной ролик; 5 – зубчатый шкив распределительного вала выпускных клапанов; 6 – задняя крышка ремня ГРМ; 7 – зубчатый шкив распределительного вала впускных клапанов; 8 – направляющий ролик; 9 – зубчатый ремень; А – метка ВМТ на зубчатом шкиве коленчатого вала; В – метка на крышке масляного насоса; С, F – метка на задней крышке ремня ГРМ; D – метка на зубчатом шкиве распределительного вала выпускных клапанов; E – метка на зубчатом шкиве распределительного вала впускных клапанов

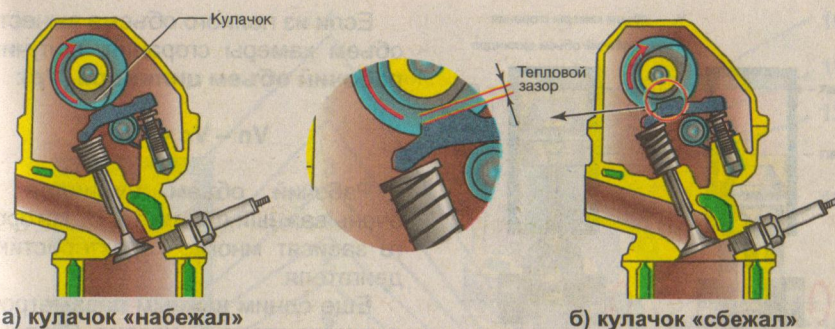
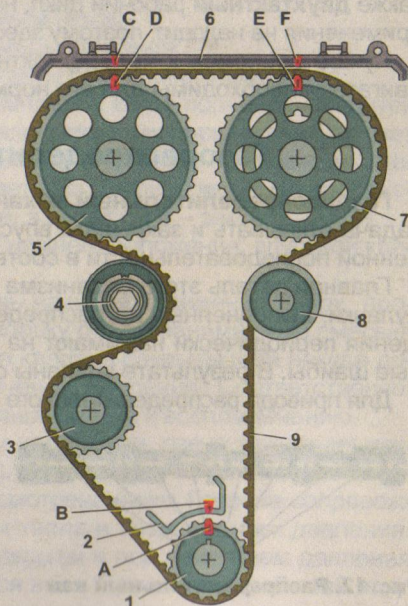


Рис. 15. Схема взаимодействия деталей газораспределительного механизма

В процессе работы двигатель нагревается. Нагрев стержня клапана приводит к его удлинению. Для компенсации этого явления в конструкции привода клапана требуется **тепловой зазор** (рис. 15). Если зазора не будет, клапан не сможет плотно закрываться, а это приведет к значительному падению компрессии, и как следствие, уменьшению мощности двигателя. В процессе эксплуатации зазор необходимо проверять и при необходимости регулировать. Периодичность и алгоритм выполнения этой операции зависят от конструкции привода клапанов и могут значительно отличаться для двигателей разных моделей.

Многие современные двигатели оснащены **гидрокомпенсаторами**. Гидрокомпенсатор устроен таким образом, что его высота может изменяться под действием давления масла из системы смазки. Величина изменения равна тепловому зазору в приводе.

Применение гидрокомпенсаторов исключает необходимость регулировки тепловых зазоров.

Прежде чем перейти к рассмотрению устройства многоцилиндровых двигателей, необходимо познакомиться с несколькими важными понятиями, характеризующими конструкцию и работу одноцилиндрового мотора.

Верхняя мертвая точка (ВМТ) – крайнее верхнее положение поршня, при котором колено коленчатого вала устремлено вертикально вверх и образует одну линию с шатуном. Таким образом, поршень находится на максимальном удалении от оси вращения коленчатого вала.

Нижняя мертвая точка (НМТ) – крайнее нижнее положение поршня, колено коленчатого вала устремлено вертикально вниз и образует одну линию с шатуном. Таким образом, поршень находится на минимальном удалении от оси вращения коленчатого вала.

Расстояние между ВМТ и НМТ называется **ходом поршня**.

Объем над поршнем, расположенным в ВМТ, называется **объемом камеры сгорания**, обозначается V_c .

Объем над поршнем, расположенным в НМТ, называется **полным объемом цилиндра**, обозначается V_n .

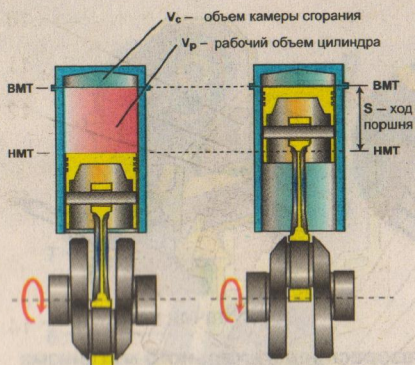


Рис. 16. Ход поршня и объемы цилиндра двигателя: а) поршень в нижней мертвой точке; б) поршень в верхней мертвой точке

Чем выше степень сжатия, тем мощнее и экономичнее двигатель при прочих равных условиях.

Одноцилиндровые двигатели с успехом применяются в мототехнике, а также в средствах малой механизации (газонокосилки, бензопилы и т. д.), но в автомобилях не используются. В серийных современных автомобилях можно встретить моторы с количеством цилиндров от 2 до 12 (табл. 3).

Рабочий объем многоцилиндрового двигателя равен сумме рабочих объемов цилиндров.

Расположение цилиндров бывает также разным (рис. 18). В зависимости от этого двигатели бывают рядные, V-образные, VR-образные, W-образные и оппозитные.

Наибольшее распространение получили рядные четырехцилиндровые двигатели. Это не означает, что они являются лучшими, их популярность вызвана относительной простотой и соответственно доступной ценой.

Следует отметить, что в многоцилиндровом двигателе рабочие процессы в разных цилиндрах равномерно распределены.

Если из полного объема вычесть объем камеры сгорания, получим **рабочий объем цилиндра (Vp)**:

$$V_n - V_c = V_p$$

Рабочий объем цилиндра — очень важный параметр, от которого зависят многие характеристики двигателя.

Еще одним важным параметром является **степень сжатия**. Степень сжатия определяется отношением полного объема V_n к объему камеры сгорания V_c .

Степень сжатия современных бензиновых моторов лежит в пределах 9–14, а дизельных — 14–24.

Таблица 3. Количество цилиндров в автомобилях популярных моделей

Кол-во цилиндров	Модель автомобиля
2	Ока (BA3-11113), Tata Nano
3	Daewoo Matiz, Suzuki Splash, Smart ForTwo, Citroen C1
4	все автомобили Lada и многие другие автомобили
5	SsangYong Kyron 270, многие модели Audi, Volkswagen, Volvo
6	Opel Antara 3.2, Chevrolet Captiva 3.2
8	Chevrolet Tahoe, Cadillac Escalade
10	Audi RS6, Lamborghini Gallardo, Lexus LFA
12	Mercedes Benz 600, BMW 760

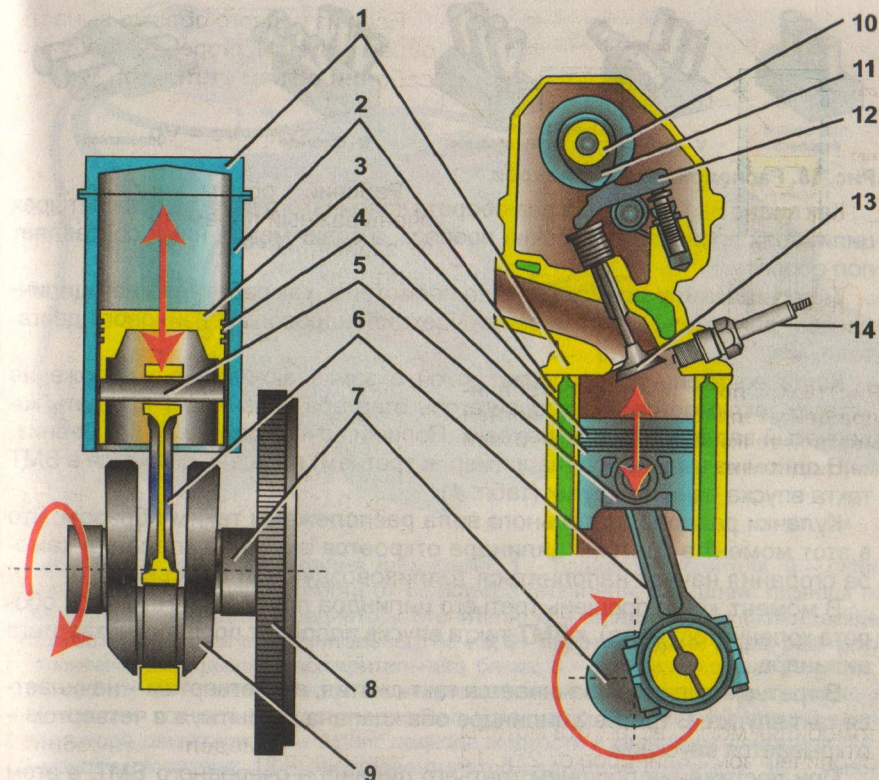


Рис. 17. Одноцилиндровый бензиновый двигатель внутреннего сгорания: 1 — головка цилиндра; 2 — цилиндр; 3 — поршень; 4 — поршневые кольца; 5 — поршневой палец; 6 — шатун; 7 — коленчатый вал; 8 — маховик; 9 — кривошип; 10 — распределительный вал; 11 — кулачок распределительного вала; 12 — рычаг; 13 — впускной клапан; 14 — свеча зажигания

Для примера рассмотрим очередность тактов по цилиндрам в четырехцилиндровом двигателе (табл. 4).

Таблица 4. Очередность тактов по цилиндрам в четырехцилиндровом двигателе

Положение коленчатого вала (угол поворота), град	Номера цилиндров			
	1	2	3	4
0 – 180	Рабочий ход	Выпуск	Сжатие	Впуск
180 – 360	Выпуск	Впуск	Рабочий ход	Сжатие
360 – 540	Впуск	Сжатие	Выпуск	Рабочий ход
540 – 720	Сжатие	Рабочий ход	Впуск	Выпуск