

А. С. КУЗНЕЦОВ

# УСТРОЙСТВО И РАБОТА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

*Рекомендовано*

*Федеральным государственным учреждением  
«Федеральный институт развития образования»  
в качестве учебного пособия для использования  
в учебном процессе образовательных учреждений,  
реализующих программы профессиональной  
подготовки и повышения квалификации*

*Регистрационный номер рецензии 405  
от 02 июля 2009 г. ФГУ «ФИРО»*

3-е издание, стереотипное



Москва  
Издательский центр «Академия»  
2013

УДК 621.43(075.9)  
ББК 31.365я75  
К891

*Серия «Непрерывное профессиональное образование»*

Рецензент —  
преподаватель спецдисциплин Московского автомобилестроительного колледжа  
*А.А.Мылов*

**Кузнецов А. С.**  
К891      Устройство и работа двигателя внутреннего сгорания : учеб. пособие / А. С. Кузнецов. — 3-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2013. — 80 с.  
ISBN 978-5-4468-0048-3

Описаны устройство и работа автотракторных двигателей. Рассмотрены особенности устройства двигателей внутреннего сгорания с искровым зажиганием (карбюраторных, инжекторных, газовых) и двигателя с воспламенением от сжатия (дизеля).

Учебное пособие может быть использовано при освоении МДК 01.02 «Устройство, техническое обслуживание и ремонт автомобиля» профессионального модуля ПМ.01 «Техническое обслуживание и ремонт автотранспорта» по профессии 190631.01 «Автомеханик».

Для подготовки, переподготовки и повышения квалификации рабочих по профессии «Слесарь по ремонту автомобилей (моторист)».

УДК 621.43(075.9)  
ББК 31.365я75

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

© Кузнецов А. С., 2011  
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2011  
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2011  
ISBN 978-5-4468-0048-3

## К читателю

Бурный рост автомобилестроения в XX в. привел к значительному изменению в жизни современного индустриального общества и проникновению автомобиля во все сферы деятельности человека. Современный автомобиль является сложной машиной, количество деталей которой измеряется тысячами, но «сердцем» всех автомобилей является двигатель. Предлагаемое учебное пособие поможет вам ознакомиться с основами устройства и работы автотракторных двигателей внутреннего сгорания (ДВС).

Благодаря учебному пособию вы будете **знать**:

- классификацию современных ДВС;
- принципы работы бензинового и газового двигателей, а также дизеля;
- устройство и принцип работы:
  - механизмов ДВС;
  - смазочной системы ДВС;
  - системы охлаждения ДВС;
  - топливной системы бензинового, газового двигателей и дизеля;

Благодаря учебному пособию вы будете **уметь**:

- разбираться в работе основных систем и механизмов ДВС;
- анализировать причины выхода двигателя из строя;
- правильно проводить диагностику состояния механизмов ДВС.

## Классификация автотракторных двигателей внутреннего сгорания

*Двигателем* в общем случае называют такой механизм, в котором тот или иной вид энергии преобразуется в механическую работу. Двигатели, в которых тепловая энергия преобразуется в механическую работу, называются *тепловыми* двигателями. Тепловая энергия получается при сжигании какого-либо топлива. Двигатель, в котором топливо сгорает непосредственно внутри цилиндра и энергия образующихся при этом газов воспринимается движущимся в цилиндре поршнем, называется *поршневым* ДВС. На современных автомобилях и тракторах установлены именно такие двигатели.

*По способу осуществления рабочего процесса* поршневые ДВС подразделяют на два основных типа:

- двигатели с внешним смесеобразованием и воспламенением смеси от электрической искры;
- двигатели с внутренним смесеобразованием и воспламенением смеси от сжатия (дизели).

*Двигатели с внешним смесеобразованием* по роду применяемого топлива и способу смесеобразования подразделяют:

- на карбюраторные, работающие на бензине, смесеобразование в которых осуществляется в карбюраторе;
- газовые, работающие на газе, смесеобразование в которых осуществляется в газовом смесителе;
- инжекторные, работающие на бензине, смесеобразование в которых осуществляется во впускном трубопроводе или в цилиндре при впрыскивании бензина через форсунку.

В этих двигателях зажигание смеси производится электрической искрой.

*Двигатели с внутренним смесеобразованием и воспламенением от сжатия (дизели)* работают на дизельном топливе. В этих двигателях смесь образуется внутри цилиндра из воздуха и топлива, подаваемых в цилиндр отдельно. Зажигание смеси происходит в результате повышения температуры воздуха при его сильном сжатии в цилиндре.

**По числу тактов**, за время которых осуществляется полный рабочий процесс (воспламенение и сгорание смеси, расширение газов) и все подготовительные операции, ДВС подразделяют на двухтактные и четырехтактные.

**Двухтактным** называется двигатель, в котором все процессы (рабочий цикл) совершаются за два хода поршня, т.е. за один оборот коленчатого вала.

**Четырехтактным** называется двигатель, в котором рабочий цикл совершается за четыре хода поршня, т.е. за два оборота коленчатого вала.

В устройстве двухтактных и четырехтактных двигателей имеются значительные различия. Все выпускаемые в настоящее время автомобили и тракторы оборудуют только четырехтактными двигателями.

**По количеству и расположению цилиндров** современные ДВС подразделяют на двигатели с четырьмя, шестью цилиндрами и более, а по их расположению — на рядные и расположенные под углом друг к другу. На рядных двигателях цилиндры расположены в одну линию друг за другом, на угловых двигателях — в виде буквы V под разными углами (90, 60 или 180°).

**По назначению** современные двигатели подразделяют на двигатели для тракторов, грузовых автомобилей и легковых автомобилей.

**Тракторные двигатели** имеют меньшую частоту вращения коленчатого вала, но более плавные характеристики по нарастанию крутящего момента.

**Двигатели грузовых автомобилей** имеют бóльшую частоту вращения коленчатого вала по сравнению с тракторными, однако сохраняют хорошие характеристики по тяговому моменту.

**Двигатели легковых автомобилей** — это высокооборотные двигатели, имеющие повышенные удельные показатели по мощности и расходу топлива, но работающие на топливе более высокого качества.

## 1.2

### Основные показатели и общее устройство двигателя

К основным показателям ДВС относятся следующие:

- тип двигателя;
- число тактов;
- расположение цилиндров;
- порядок работы цилиндров;
- направление вращения коленчатого вала;
- диаметр цилиндра и ход поршня;
- рабочий объем (литраж);
- степень сжатия;
- эффективная мощность;
- максимальный крутящий момент;

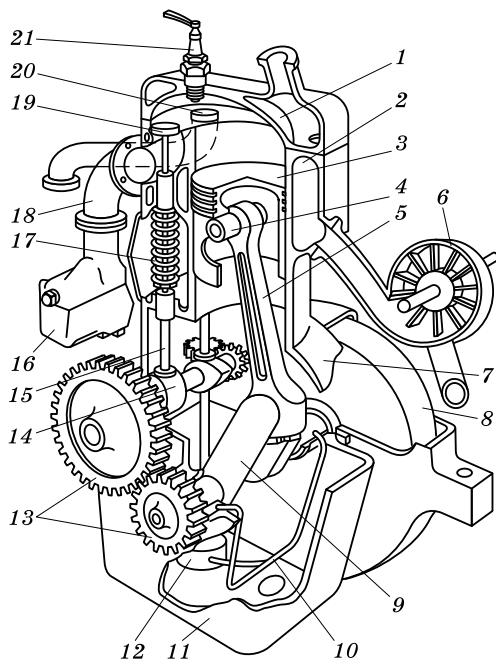
- минимально устойчивая частота вращения коленчатого вала на холостом ходу;
- минимальный удельный расход топлива.

Для понимания этих показателей необходимо рассмотреть общее устройство и работу одноцилиндрового двигателя, показанного на рис. 1.1.

Четырехтактные поршневые двигатели имеют следующие механизмы и системы:

- кривошипно-шатунный механизм;
- механизм газораспределения;
- систему охлаждения;
- смазочную систему;
- систему питания;
- систему зажигания (для двигателей с искровым зажиганием).

**Кривошипно-шатунный механизм** служит для осуществления рабочего цикла двигателя и преобразования поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала. Кривошипно-шатунный механизм двигателя включает в себя цилиндр 2, закрытый сверху головкой 1, поршень 3 с поршневыми кольцами, поршневой палец 4, шатун 5 и коленчатый вал 9. Механизм установлен в картере 7, закрытом снизу поддоном 11. На конце коленчатого вала закреплен маховик 8. Поршень 3, представляющий собой металлический стакан, установлен в цилиндре 2 с небольшим зазором и уплотнен поршневыми кольцами. Поршень, перемещающийся внутри



**Рис. 1.1.** Устройство одноцилиндрового карбюраторного двигателя:

1 — головка цилиндра; 2 — цилиндр; 3 — поршень; 4 — поршневой палец; 5 — шатун; 6 — жидкостный насос системы охлаждения; 7 — картер; 8 — маховик; 9 — коленчатый вал; 10 — маслопровод; 11 — масляный поддон; 12 — распределительные шестерни привода кулачкового вала; 14 — кулачковый вал; 15 — толкатель; 16 — карбюратор; 17 — пружина; 18 — впускной трубопровод; 19 — впускной клапан; 20 — выпускной клапан; 21 — свеча зажигания

цилиндра при помощи пальца 4, шарнирно соединен с верхней головкой шатуна 5. Нижняя головка шатуна шарнирно соединена с шатунной шейкой коленчатого вала 9. Коренными шейками вал лежит в подшипниках, установленных в картере 7, и может в них свободно вращаться.

**Механизм газораспределения** служит для впуска в цилиндр горючей смеси и выпуска отработавших газов. В верхней части цилиндра установлены в направляющих втулках клапаны 19 и 20 с закрепленными на них пружинами 17, удерживающими клапаны в закрытом положении. Клапаны управляются с помощью кулачков распределительного вала 14 через толкатели 15. Распределительный вал приводится в движение от коленчатого вала распределительными шестернями 13. Через впускной клапан 19 в цилиндр поступает горючая смесь, через выпускной клапан 20 отработавшие газы выходят в атмосферу.

**Система охлаждения** служит для отвода теплоты от стенок цилиндра и его головки, сильно нагреваемых от горячих газов при работе двигателя. Цилиндр 2 и головка 1 имеют двойные стенки, образующие рубашку охлаждения, в которой с помощью жидкостного насоса 6 циркулирует охлаждающая цилиндр жидкость. Нагретая в рубашке охлаждения двигателя жидкость охлаждается в радиаторе, через который с помощью вентилятора пропускается воздух. При воздушном охлаждении цилиндры охлаждаются непосредственно омывающим их воздухом.

**Смазочная система** обеспечивает подачу масла ко всем трущимся деталям двигателя, в результате чего уменьшаются трение между деталями и их износ. Масло наливается в поддон 11 картера двигателя до определенного уровня и при помощи масляного насоса 12, приводимого в действие от распределительного вала, по маслопроводу 10 и каналам подводится ко всем трущимся деталям и разбрызгивается внутри двигателя. Для очистки масла в смазочную систему включены масляные фильтры.

**Система питания** служит для приготовления горючей смеси, которая подается внутрь цилиндра. Горючая смесь образуется в карбюраторе 16 (или в смесителе), укрепленном на впускном трубопроводе 18. К карбюратору топливо подается из топливного бака насосом. Воздух в карбюратор поступает через воздухоочиститель.

**Система зажигания** служит для воспламенения смеси, находящейся в цилиндре двигателя. Воспламенение смеси производится электрической искрой от свечи зажигания 21. Электрический ток, необходимый для зажигания смеси, вырабатывается приборами, входящими в систему зажигания.

В четырехтактном дизеле нет системы зажигания, так как смесь воспламеняется вследствие нагревания воздуха при его сжатии. Система питания дизеля отличается по устройству и принципу действия от системы питания карбюраторного двигателя. Остальные механизмы и системы дизеля по устройству аналогичны механизмам и системам карбюраторного двигателя. При перемещении поршня вверх смесь сжимается и воспламеняется от постороннего источника теплоты. При сгорании смеси выделяется большое количество теплоты, вследствие чего газы, образовавшиеся при сгорании

смеси, нагреваются, и их давление сильно возрастает. Под действием давления газов поршень 3 перемещается в цилиндре вниз и с помощью шатуна 5 вращает коленчатый вал 9, совершая при этом полезную работу. При обратном ходе поршня вверх отработавшие газы удаляются из цилиндра через выпускной клапан 20.

Рассмотренный процесс непрерывно повторяется, что обеспечивает работу двигателя и получение на коленчатом валу усилия, необходимого для движения автомобиля. При вращении коленчатого вала его шатунная шейка вместе с нижней головкой шатуна описывает окружность. Верхняя головка шатуна вместе с поршнем при этом перемещается в цилиндре прямолинейно вверх и вниз (возвратно-поступательное перемещение). При одном обороте колена (кривошипа) коленчатого вала поршень делает один ход вниз и один ход вверх. Изменение направления движения поршня происходит в нижней и верхней мертвых точках.

**Верхней мертвой точкой** (ВМТ) называют самое верхнее положение поршня и кривошипа.

**Нижней мертвой точкой** (НМТ) называют самое нижнее положение поршня и кривошипа.

При положении поршня в мертвых точках давление газов на поршень не может вызвать поворот коленчатого вала, так как шатун и кривошип коленчатого вала располагаются в одну линию.

**Ходом поршня** называется расстояние между крайними положениями поршня (от ВМТ до НМТ). Ход поршня равен двум радиусам кривошипа. Двигатели, у которых ход поршня меньше диаметра цилиндра, называются короткоходными. Такие двигатели имеют значительное распространение, так как вследствие меньшего хода поршня его средняя скорость (при одинаковой частоте вращения коленчатого вала) ниже, чем у двигателей, у которых ход поршня больше диаметра цилиндра. Благодаря этому уменьшается износ поршней и цилиндров, а также обеспечивается большая долговечность двигателя. При повороте кривошипа от мертвых точек на одинаковые углы поршень проходит различные расстояния. Это означает, что при равномерном вращении коленчатого вала поршень в цилиндре движется неравномерно с ускорениями и замедлениями, вследствие чего в работающем двигателе появляются силы инерции возвратно-поступательных движущихся масс.

**Тактом** называется процесс, происходящий в цилиндре при движении поршня от одной мертвой точки к другой. При перемещении поршня вниз от ВМТ к НМТ объем внутренней полости цилиндра над поршнем изменяется от минимального (объем камеры сгорания) до максимального (полный объем цилиндра).

**Камера сгорания** — пространство в цилиндре над поршнем при его положении в ВМТ.

**Рабочий объем цилиндра** — объем цилиндра, заключенный между верхним и нижним положениями днища поршня.

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