

# ТЕМА ЛЕКЦИИ

## Общие сведения. КШМ и ГРМ

### ВОПРОСЫ

1. Общее устройство тракторов и автомобилей
2. Общее устройство двигателей внутреннего сгорания (ДВС)
3. Кривошипно-шатунный механизм (КШМ)
4. Газораспределительный механизм (ГРМ)

# 1. Общее устройство тракторов и автомобилей

**Трактором** называется колесная или гусеничная самоходная машина, предназначенная для выполнения работ с прицепными или навесными сельскохозяйственными, дорожными и другими машинами и орудиями

Сельскохозяйственные тракторы классифицируются:

## **По назначению:**

- а) *общего назначения*, применяемые для сплошной обработки почвы, посева зерновых культур, внесения удобрений и т. д., например «Беларус-1523», «Беларус-3522», К-744;
- б) *универсально-пропашные*, предназначенные главным образом для посева, междурядной обработки и уборки пропашных культур, например «Беларус-820», «Беларус-1220». Эти тракторы могут также выполнять и другие сельскохозяйственные работы аналогично тракторам общего назначения;
- в) *специализированные*, предназначенные для работы на виноградниковых и чайных плантациях, в горном земледелии, на болотах, например МТЗ-80Х, «Беларус-920Р».

### **По конструкции ходовой части:**

- а) *колесные тракторы*, ходовая часть которых оборудована колесными двигателями
- б) *гусеничные тракторы*, ходовая часть которых имеет гусеничный двигатель
- в) *тракторы с полугусеничным ходом*

### **По типу остова:**

- а) *рамные тракторы*, остов которых представляет собой клепанную или сварную раму (например, «Беларус-2103»)
- б) *полурамные тракторы*, остов которых образуется корпусом механизмов силовой передачи и двумя продольными балками (лонжеронами), повернутыми к этому корпусу (например, «Беларус-1221»)
- в) *безрамные тракторы*, остов которых получается в результате соединения корпусов отдельных механизмов (например, Т-30А)

**Автомобилем** называется самоходная машина, предназначенная для перевозки пассажиров, грузов или специального оборудования и буксирования прицепов

**По назначению** автомобили делятся на транспортные и специальные

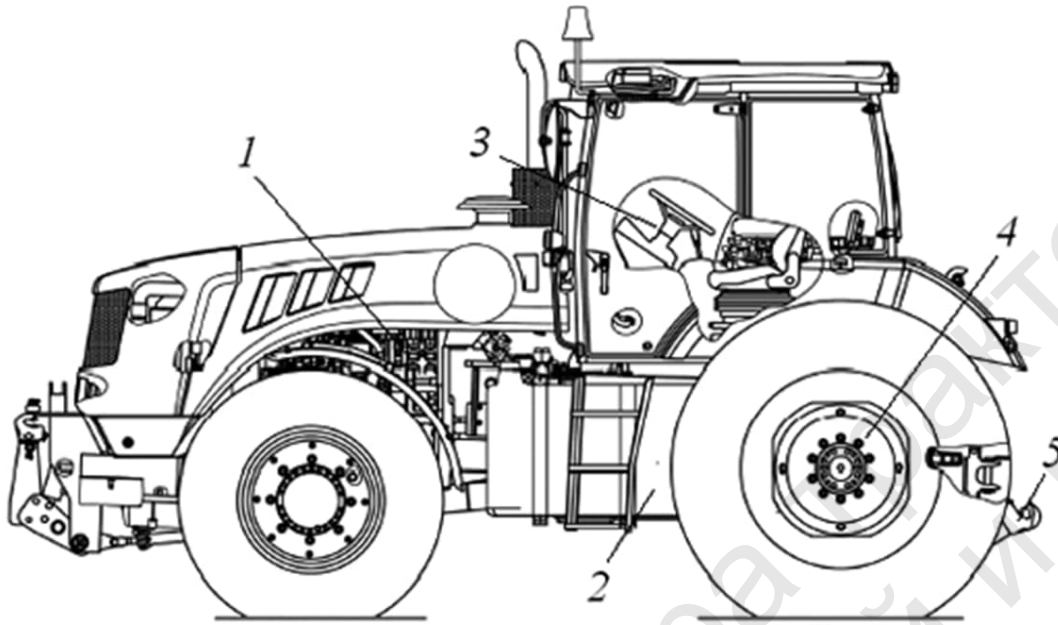
**Транспортные автомобили** бывают следующих типов:

- легковые – для перевозки нескольких пассажиров;
- автобусы – для перевозки больших групп пассажиров;
- грузовые – для перевозки разнообразных грузов.

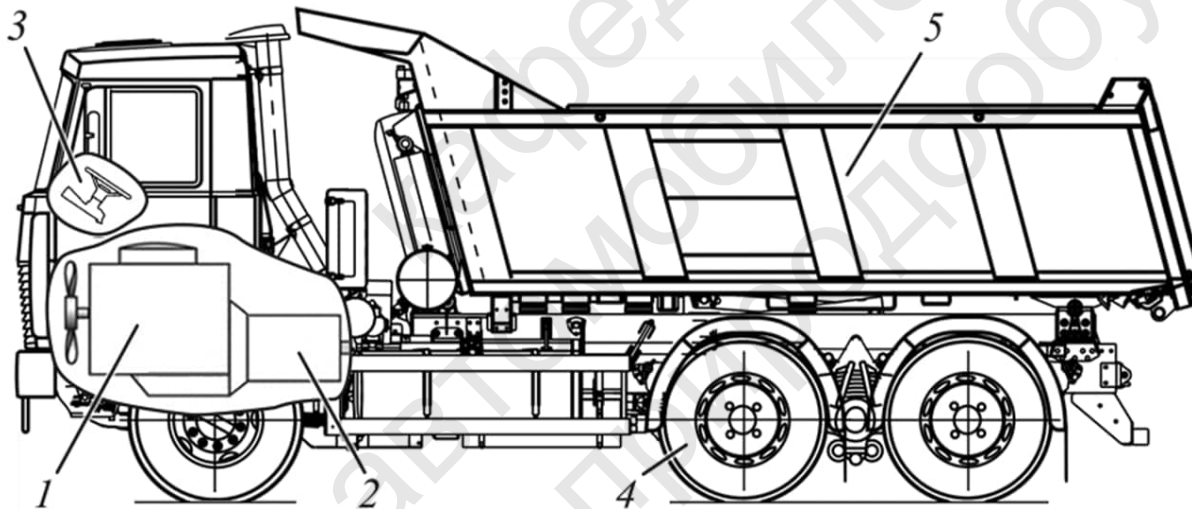
**По номинальной грузоподъемности** грузовые автомобили разделяют на четыре класса:

- особо малой грузоподъемности – до 0,75 т;
- малой грузоподъемности – от 0,75 до 2,5 т;
- средней грузоподъемности – от 2,5 до 5 т;
- большой грузоподъемности – свыше 5т.

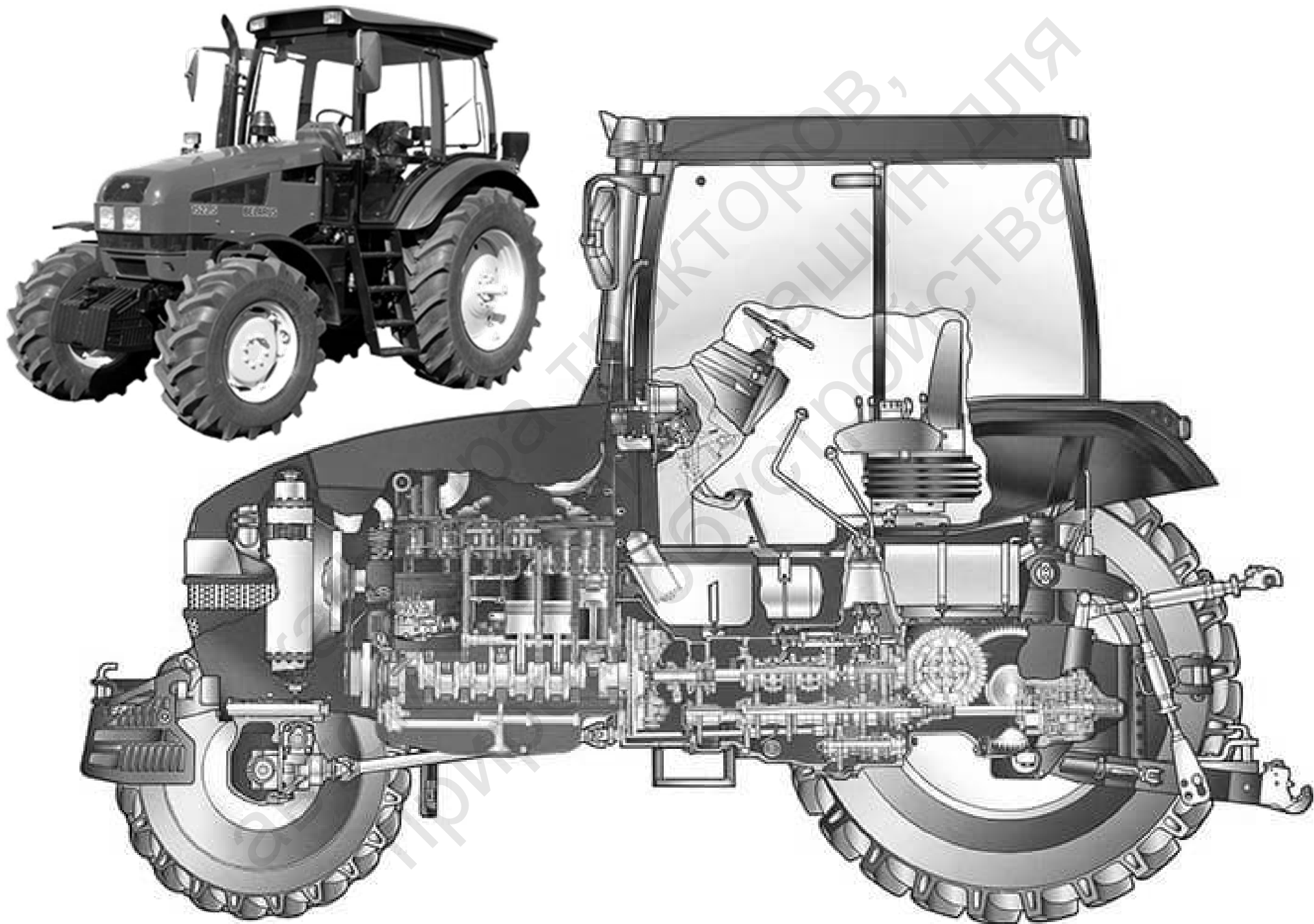
# Механизмы трактора и автомобиля



- 1 – двигатель
- 2 – силовая передача
- 3 – механизмы управления
- 4 – ходовая часть
- 5 – рабочее и вспомогательное оборудование



# Трактор «Беларус-1523»



**Двигатель** предназначен для преобразования химической энергии сгорающего в нем топлива в механическую энергию

**Силовая передача** передает крутящий момент от коленчатого вала двигателя к ведущим колесам

**Механизмы управления**, воздействуя на ходовую часть, изменяют направление движения трактора или автомобиля, останавливают и удерживают его неподвижно

**Ходовая часть** служит для преобразования вращательного движения ведущих колес в поступательное движение трактора или автомобиля

**Рабочее оборудование трактора** состоит из гидравлической навесной системы, прицепного устройства, вала отбора мощности и приводного шкива. На остове *автомобиля* устанавливается кузов, служащий для размещения водителя, пассажиров и грузов.

К вспомогательному оборудованию трактора и автомобиля относят системы отопления и вентиляции, компрессор и т. д.

К вспомогательному оборудованию автомобиля относят тягово-сцепное устройство, лебедку, системы отопления и вентиляции, компрессор и т.д.

## 2. Общее устройство двигателей внутреннего сгорания (ДВС)

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) предназначен для преобразования химической энергии сгорающего в нем топлива в механическую энергию

Двигатели внутреннего сгорания классифицируются:

### **По виду применяемого топлива**

- двигатели с искровым зажиганием
- дизельные двигатели
- газовые двигатели

### **По способу воспламенения топлива**

- с самовоспламенением топлива от сжатия свежего заряда (дизели);
- с принудительным зажиганием электрической искрой (карбюраторные, газовые и двигатели с впрыском легкого топлива);
- с комбинированным воспламенением

### **По способу организации рабочего цикла**

- четырехтактные, у которых рабочий цикл осуществляется в цилиндре за четыре хода поршня, т.е. за два оборота коленчатого вала;
- двухтактные, у которых рабочий цикл осуществляется в цилиндре за два хода поршня, т.е. за один оборот коленчатого вала

## **По роду применяемого топлива**

- работающие на жидком топливе (бензин, дизельное топливо, керосин, моторное масло и т.д.)
- на газообразном топливе (сжиженный, сжатый, генераторный и др. газы)
- многотопливные двигатели, приспособленные для работы на широком ассортименте топлив
- двигатели, работающие на водородном топливе

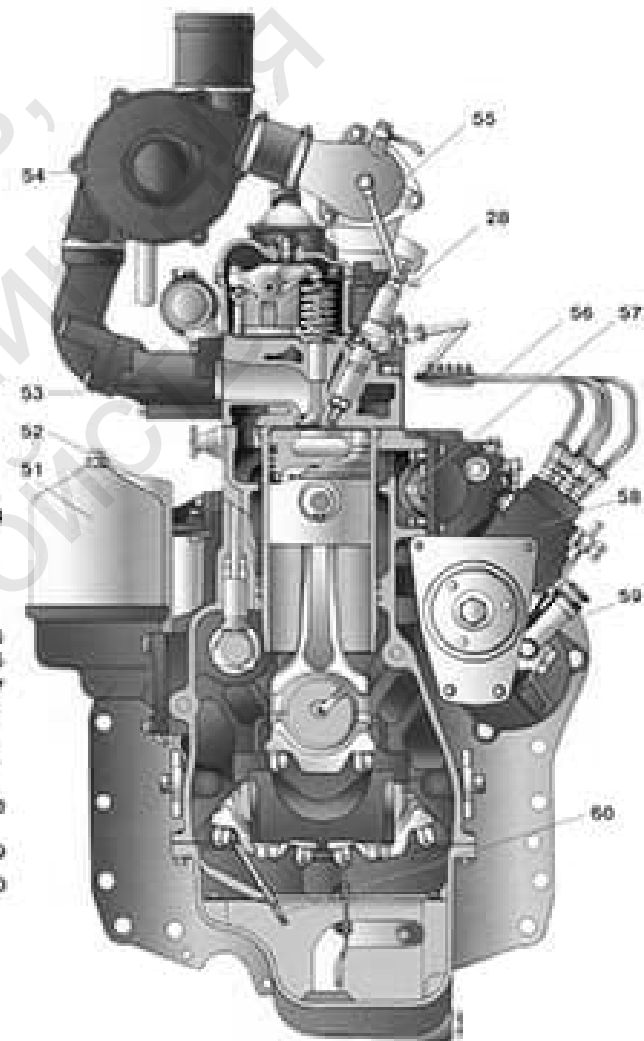
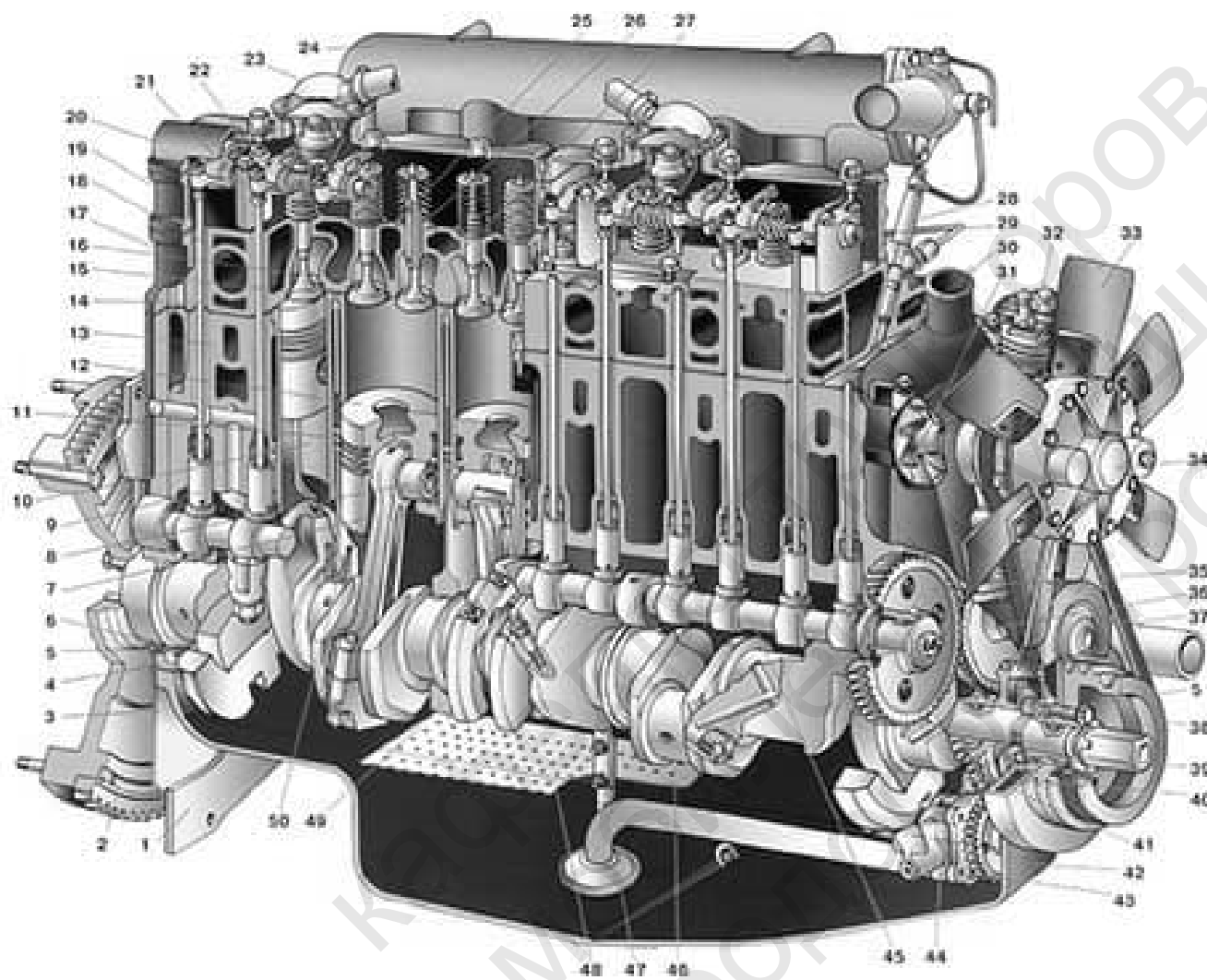
## **По способу наполнения цилиндра свежим зарядом**

- без наддува, когда наполнение цилиндра обеспечивается перемещением поршня
- с наддувом, когда рабочая смесь или воздух подается в цилиндр под давлением, превышающим давление окружающей среды

## **По способу смесеобразования**

- двигатели с внутренним смесеобразованием, в которых горючая смесь образуется внутри цилиндра в процессе сжатия, после подачи в него топлива (дизели; двигатели с искровым зажиганием и впрыском топлива в цилиндр; газовые с подачей газа в цилиндр)
- с внешним смесеобразованием, когда рабочая смесь образуется вне цилиндра двигателя (карбюраторные двигатели; газовые двигатели и двигатели с впрыском топлива во впускной трубопровод)

# Механизмы и системы двигателя внутреннего сгорания

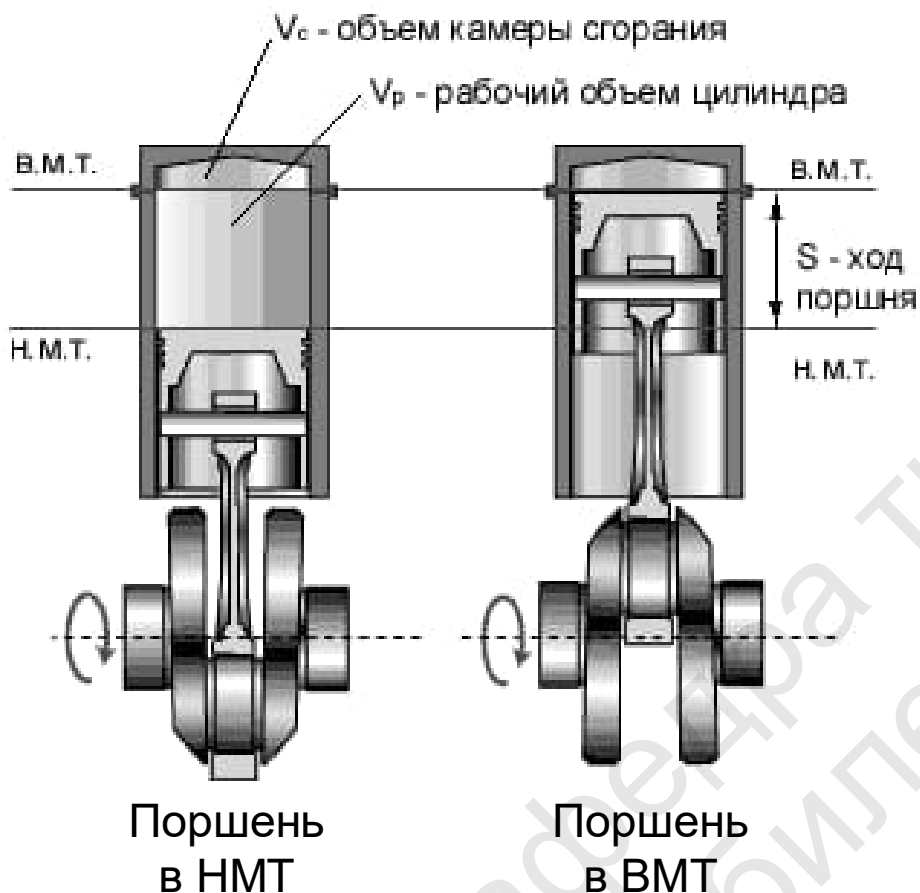


Кривошипно-шатунный механизм  
Газораспределительный механизм  
Система смазки

Система охлаждения  
Система питания  
Система пуска

Система зажигания (для двигателей с искровым зажиганием)

## Общие понятия



**Верхняя мертвая точка (ВМТ)** - крайнее верхнее положение поршня в цилиндре

**Нижняя мертвая точка (НМТ)** - крайнее нижнее положение поршня в цилиндре

**Ход поршня** - расстояние **S** между двумя мертвыми точками (НМТ и ВМТ)

**Объем камеры сгорания** - объем полости над поршнем, находящимся в ВМТ

**Рабочий объем цилиндра** - пространство цилиндра между двумя мертвыми точками (НМТ и ВМТ)

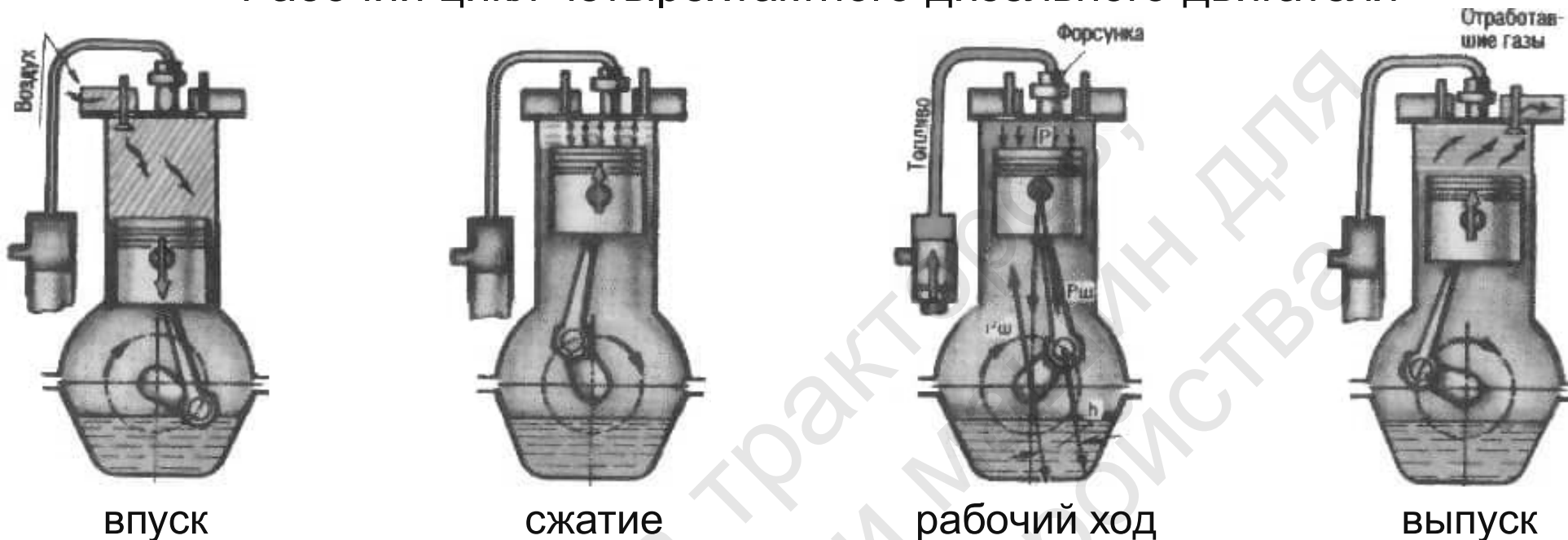
**Полный объем цилиндра** - сумма объема камеры сгорания и рабочего объема цилиндра

**Литраж двигателя** - рабочий объем всех цилиндров, выраженный в литрах

**Рабочий цикл двигателя** - периодически повторяющиеся в определенной последовательности процессы, происходящие в каждом цилиндре и вызывающие превращение тепловой энергии в механическую работу двигателя

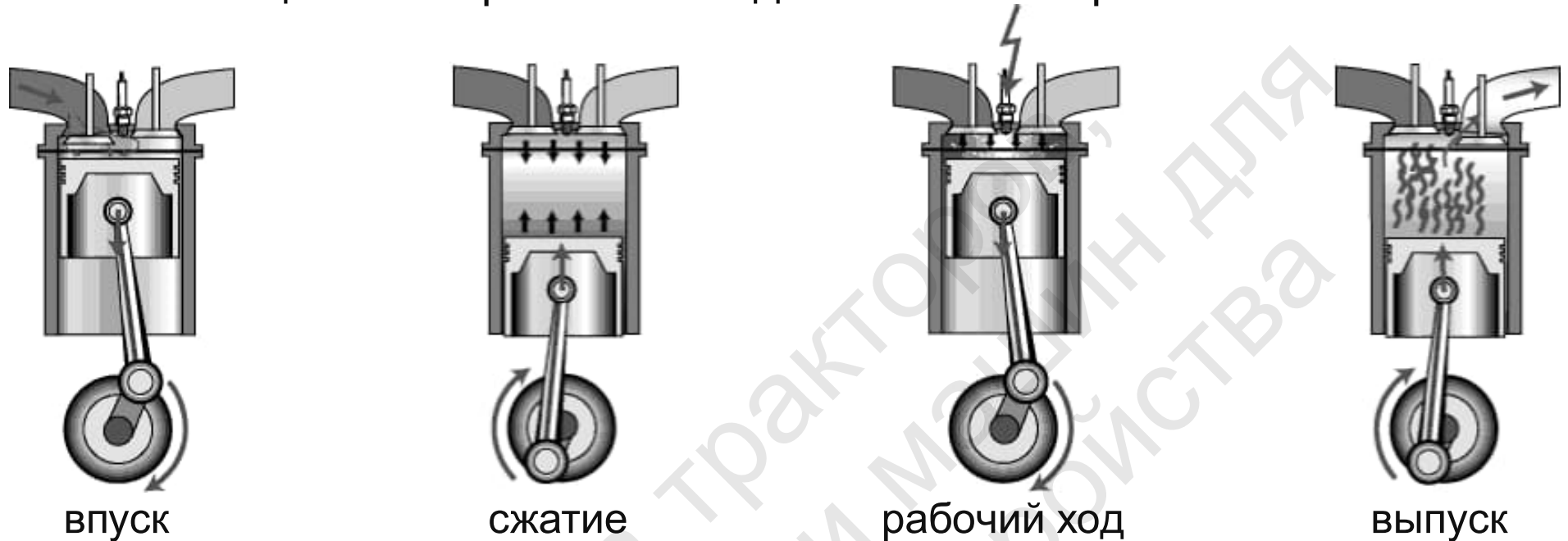
**Такт** - часть рабочего цикла, происходящая за время движения поршня от одной мертвой точки к другой, т.е. за один ход поршня

## Рабочий цикл четырехтактного дизельного двигателя



- Впуск.** Поршень перемещается вниз. Впускной клапан открыт. Вследствие разрежения внутрь цилиндра через впускной канал поступает чистый воздух
- Сжатие.** Поршень движется вверх. Впускной и выпускной клапаны закрыты. Объем над поршнем уменьшается, и воздух сжимается. Температура воздуха при сжатии растет и достигает  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Рабочий ход.** Оба клапана закрыты. В конце такта сжатия через форсунку в цилиндр впрыскивается порция дизельного топлива в мелкораспыленном состоянии. Мелкие части топлива, соприкасаясь с нагретым сжатым воздухом, самовоспламеняются. Поршень под действием давления расширяющихся газов перемещается вниз и передает усилие через шатун на коленчатый вал, заставляя его вращаться
- Выпуск.** Поршень движется вверх. Открыт выпускной клапан. Отработавшие газы выходят через выпускной канал наружу

## Рабочий цикл четырехтактного двигателя с искровым зажиганием



**Впуск.** Поршень перемещается вниз. Впускной клапан открыт. Вследствие разрежения внутрь цилиндра через впускной канал поступает смесь топлива с воздухом. Она перемешивается с остаточными газами, в результате чего образуется рабочая смесь

**Сжатие.** Поршень движется вверх. Впускной и выпускной клапаны закрыты. Объем над поршнем уменьшается, и рабочая смесь сжимается

**Рабочий ход.** Оба клапана закрыты. В конце такта сжатия рабочая смесь воспламеняется от искры. Поршень под действием давления расширяющихся газов перемещается вниз и передает усилие через шатун на коленчатый вал, заставляя его вращаться

**Выпуск.** Поршень движется вверх. Открыт выпускной клапан. Отработавшие газы выходят через выпускной канал наружу

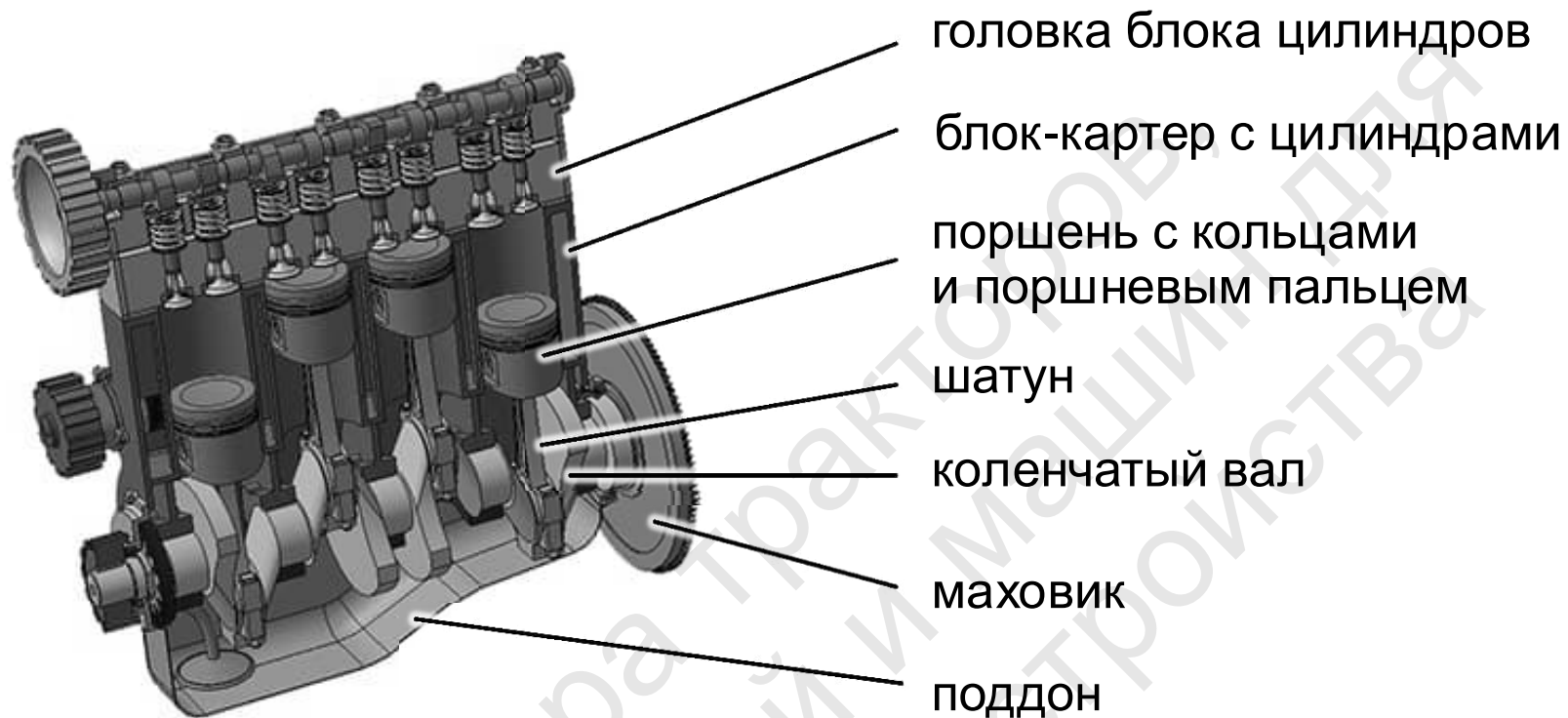
# 3. Кривошипно-шатунный механизм (КШМ)

**Кривошипно-шатунный механизм** на такте расширения (рабочий ход) преобразует прямолинейное поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала, а на остальных тактах – вращательное движение коленчатого вала – в прямолинейное возвратно - поступательное движение поршня

Детали кривошипно-шатунного механизма можно разделить на две группы: подвижные и неподвижные.

К подвижным относится поршень с кольцами и поршневым пальцем, шатун, коленчатый вал и маховик, к неподвижным – блок-картер, головка блока цилиндров, поддон, передняя и верхняя крышки

## Детали кривошипно-шатунного механизма



**Блок-картер** является остовом двигателя, в котором размещаются и работают подвижные детали, к нему крепятся практически все навесные агрегаты и приборы, обеспечивающие работу двигателя. Блок-картер может быть отлит вместе с цилиндрами, либо иметь вставные сменные гильзы цилиндров

**Гильзы цилиндров** являются направляющими для поршня и вместе с головкой блока образуют полость, в которой осуществляется рабочий цикл

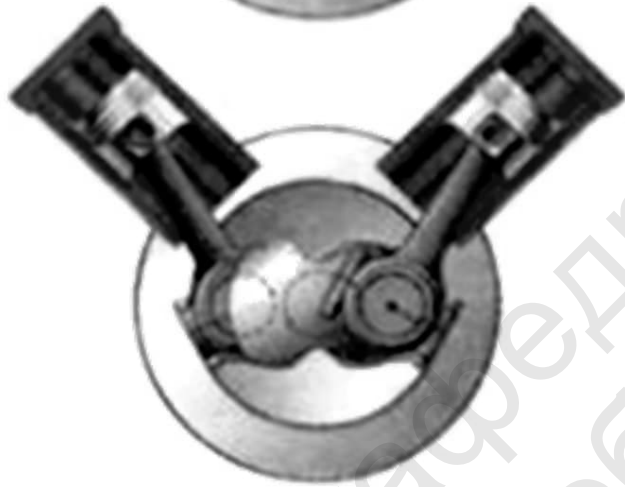
**Головка блока цилиндров** закрывает цилиндры и образует верхнюю часть камеры сгорания. Также в ней размещаются детали газораспределительного механизма

**Поддон** закрывает КШМ снизу и одновременно является резервуаром для масла

# Расположение цилиндров



рядное



V-образное



ОППОЗИТНОЕ



# Поршень и поршневые кольца



По назначению **поршневые кольца** подразделяются на компрессионные – препятствующие прорыву газов в картер и отводящие теплоту к стенкам цилиндра, и маслосъемные – обеспечивающие равномерное распределение масла по поверхности цилиндра и препятствующие проникновению масла в камеру сгорания

## Работа поршневых колец



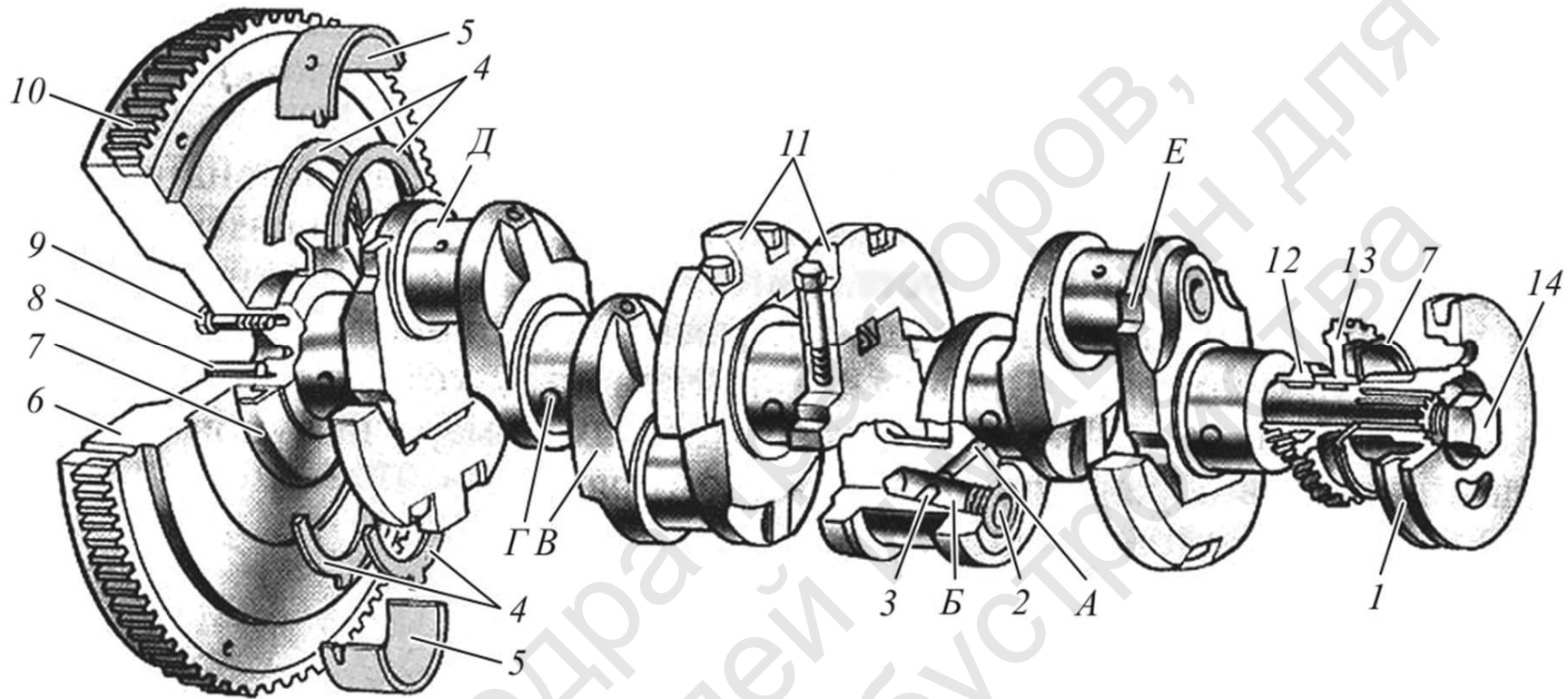
компрессионных



маслосъемного



## Коленчатый вал и маховик



А – канал подвода масла; Б – полость центробежной очистки масла;  
В – щеки кривошипа; Г – коренные шейки коленчатого вала;  
Д – шатунные шейки коленчатого вала; Е – галтель; 1 – шкив; 2 – пробка;  
3 – трубка; 4 – упорные полукольца; 5 – вкладыш коренного подшипника;  
6 – маховик; 7 – маслоотражатель; 8 – установочный штифт;  
9 – болт крепления маховика; 10 – зубчатый венец; 11 – противовесы;  
12 – шестерня коленчатого вала; 13 – ведущая шестерня привода масляного насоса; 14 – болт для проворачивания вала

**Коленчатый вал** предназначен для преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение.

Коленчатый вал состоит из коренных и шатунных шеек, соединенных щеками, к которым крепятся противовесы.

Шейки подшипников, в которых коленчатый вал вращается в блоке цилиндров, называются коренными, шейки подшипников, вращающиеся внутри нижней головки шатуна – шатунными.

Шейки коленчатого вала смазываются маслом, которое подается через отверстия в коленчатом валу.

На передний конец вала устанавливаются шестерня привода газораспределения, шестерня привода масляного насоса, шкив привода водяного насоса и генератора. На заднем конце вала имеется фланец для крепления маховика

**Маховик** служит для обеспечения равномерного вращения коленчатого вала, вывода деталей кривошипного механизма из мертвых точек, накопления во время такта расширения кинетической энергии, необходимой для вращения коленчатого вала в период между вспышками в отдельных цилиндрах, облегчения пуска двигателя и плавного трогания с места.

Маховик представляет собой массивный чугунный диск, на обод которого напрессован зубчатый венец, при помощи которого производится запуск двигателя от стартера. На маховике также монтируется муфта сцепления

# 4. Газораспределительный механизм (ГРМ)

Газораспределительный механизм (ГРМ) служит для наполнения цилиндров двигателя горючей смесью или воздухом и выпуска из них отработавших газов

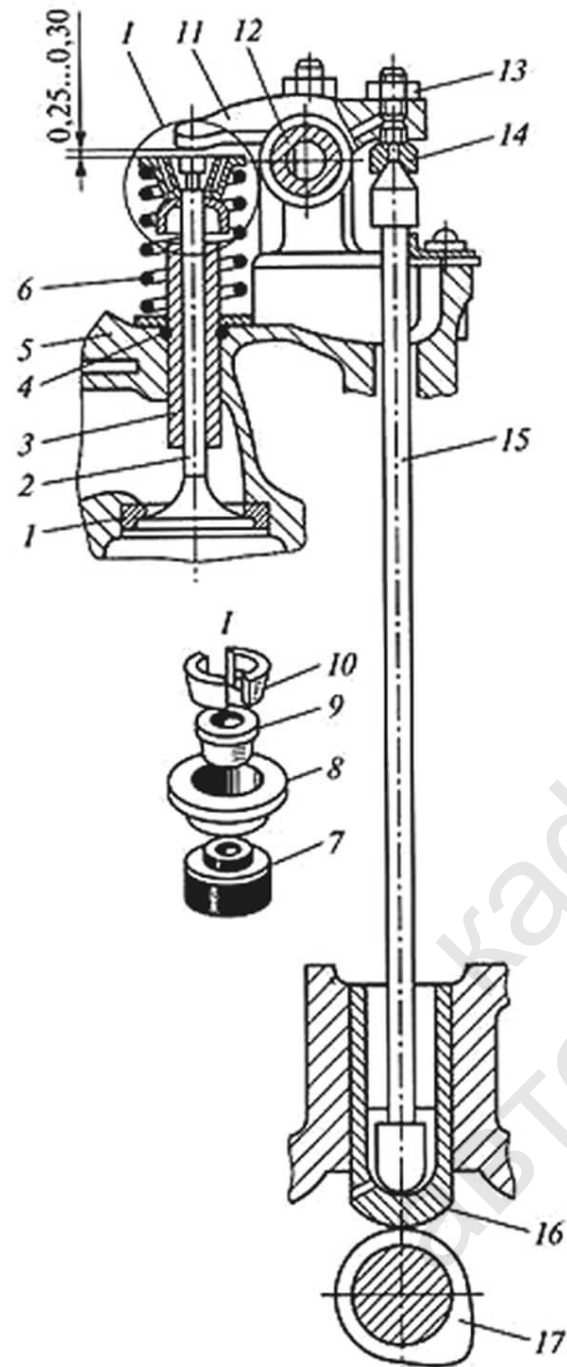
В четырехтактных двигателях применяют клапанные ГРМ, в которых клапаны открывают и закрывают впускные и выпускные отверстия

**По числу клапанов**, приходящихся на один цилиндр двигателя, различают ГРМ с *двумя клапанами на цилиндр* и многоклапанные системы с *тремя – шестью клапанами на цилиндр*

**По расположению клапанов** различают ГРМ с *нижними (боковыми) клапанами*, расположенными в блоке цилиндров и *верхними (подвесными) клапанами*, размещенными в головке цилиндров

**По схеме привода клапанов** различают ГРМ с *нижним* и *верхним* расположением распределительного вала

## Газораспределительный механизм с верхним расположением клапанов и нижним расположением распределительного вала



1 – седло; 2 – клапан; 3 – направляющая втулка;  
4 – стопорное кольцо; 5 – головка цилиндров;  
6 – пружина; 7 – уплотнительный колпачок; 8 – тарелка;  
9 – втулка; 10 – сухарики; 11 – коромысло; 12 – ось;  
13 – контргайка; 14 – регулировочный винт; 15 – штанга;  
16 – толкатель; 17 – кулачок распределительного вала

Распределительный вал приводится во вращение от коленчатого вала.

При повороте распределительного вала его кулачок своим выступом поднимает толкатель и штангу, которая упирается верхним концом в регулировочный винт коромысла.

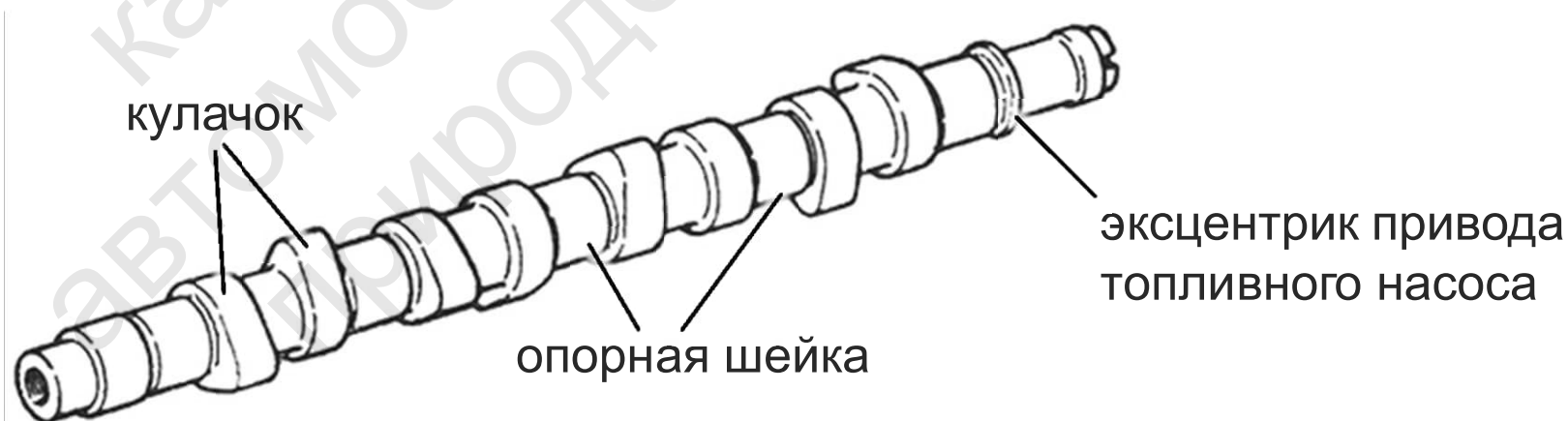
Коромысло поворачивается вокруг оси, отжимает клапан вниз и сжимает пружину. Открывается отверстие канала в головке цилиндров.

При дальнейшем повороте распределительного вала толкатель и штанга опускаются, коромысло поворачивается в первоначальное положение, а клапан под действием пружины движется вверх и плотно закрывает седло клапана в головке цилиндра



**Клапан** состоит из тарелки и стержня. Переход от тарелки к стержню сделан плавным, что обеспечивает клапану необходимую прочность и улучшает отвод тепла от тарелки. Чтобы плотно закрыть отверстие в головке цилиндров, тарелка имеет конусный пояс (фаску) под углом  $45^\circ$ . Такая же фаска придана седлу клапана в головке цилиндров

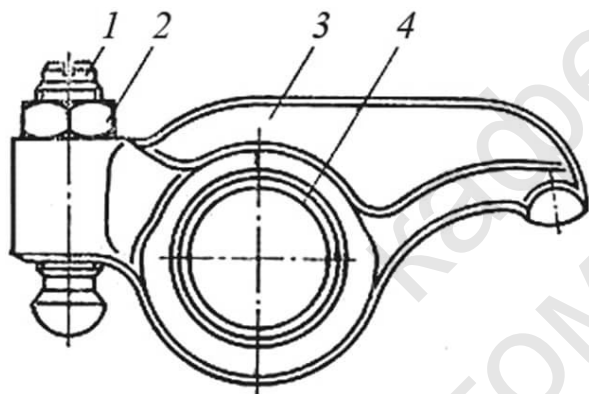
**Распределительный вал** предназначен для своевременного открытия и закрытия клапанов в определенной последовательности. Вал имеет кулачки управления впускными и выпускными клапанами и опорные шейки. Кулачки располагаются на валу в определенном порядке, под разными углами, в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя. На валу могут располагаться шестерни привода масляного насоса и распределителя зажигания и эксцентрик привода топливного насоса





**Толкатель** представляет собой цилиндрический стержень или стакан, нижняя часть которого воспринимает усилие кулачка распределительного вала и передает штанге

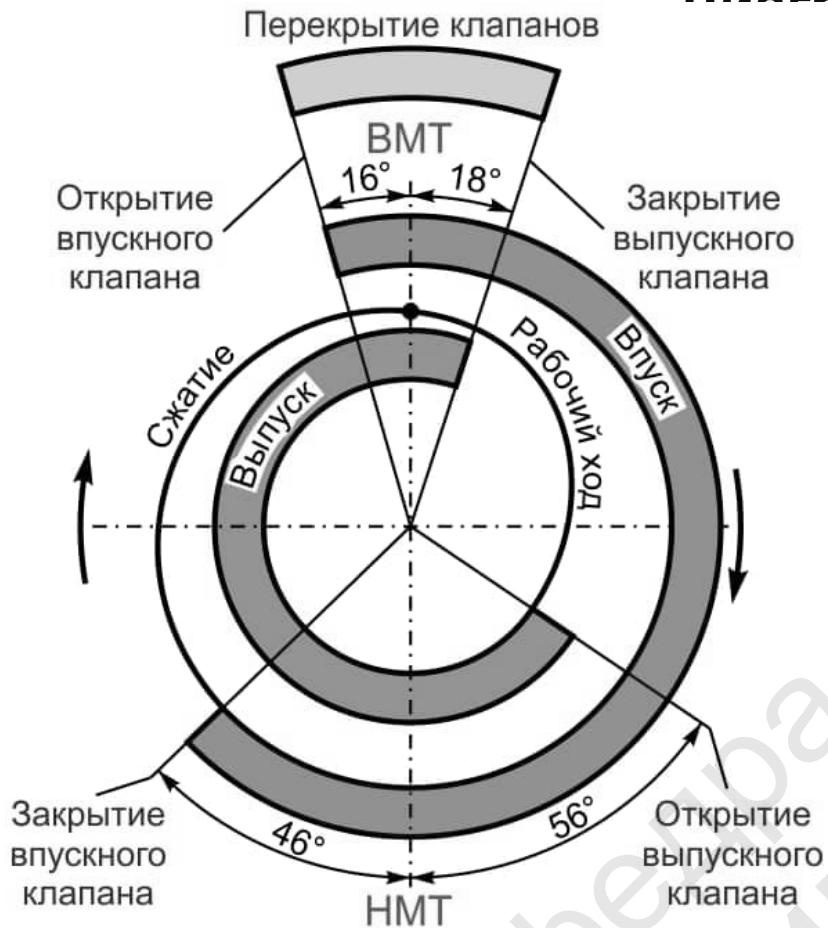
**Штанга** служит для передачи усилия от толкателя к коромыслу. Штанги изготавливают из стального прутка с закаленными концами или стержня из алюминиевого сплава со стальными сферическими наконечниками



**Коромысло** – это стальной рычаг с двумя плечами различной длины. На коротком плече имеется отверстие с резьбой, в которое ввертывают винт для регулировки зазор между коромыслом и клапаном

- 1 – регулировочный винт
- 2 – контргайка
- 3 – коромысло
- 4 – втулка

## Диаграмма фаз газораспределения



Моменты открытия и закрытия клапанов в четырехтактных двигателях происходят с определенным опережением или запаздыванием относительно положения поршней в ВМТ и НМТ. Периоды от момента открытия до момента закрытия клапанов называются *фазами газораспределения*.

**Диаграмма фаз газораспределения** – круговая диаграмма отображения периодов от момента открытия до момента закрытия клапанов, выраженных в градусах угла поворота коленчатого вала

Выпускной клапан открывается со значительным опережением, т. е. прежде чем кривошип во время рабочего хода дойдет до НМТ. Закрывается клапан с небольшим запаздыванием, т. е. после того, как кривошип отойдет от ВМТ. Это позволяет лучше очистить цилиндр от отработавших газов.

Впускной клапан открывается с небольшим опережением до ВМТ. В этом случае впускной и выпускной клапаны в течение короткого времени одновременно открыты (перекрытие клапанов). Закрывается впускной клапан со значительным запаздыванием после НМТ. Это обеспечивает лучшее наполнение цилиндра воздухом или горючей смесью

# Кривошипно-шатунный и газораспределительный механизмы

