

МДК 01.01 Устройство автомобилей

часть 1

Преподаватель Молотков А.В. ГБПОУ «Перевозский
строительный колледж»

Раздел А. ДВИГАТЕЛЬ

Занятие №1.1.1 Введение

Занятие № 1.1.2 Общие сведения

Цель: Изучить общее устройство автомобилей, общие сведения о двигателях, общее устройство двигателя, основные параметры двигателя.

1. Общее устройство автомобиля.

Автомобиль состоит из трех основных частей:

- кузова,
- Шасси,
- двигателя.

Кузов предназначен для размещения водителя, пассажиров и груза.

У автобусов и легковых автомобилей кузовом является салон, в котором находятся водитель и пассажиры.

У грузовых автомобилей кузов состоит из кабины, служащей рабочим местом водителя, и платформы для перевозки грузов, а также пассажиров (при бортовой платформе).



Грузовой автомобиль с дизельным двигателем



Легковой автомобиль с бензиновым двигателем

Шасси состоят из трех механизмов:

- трансмиссии,
- ходовой части
- механизмов управления (рис. 1.1).

Трансмиссия передает крутящий момент от коленчатого вала двигателя к ведущим колесам автомобиля. В ее состав входят: муфта сцепления 3, коробка передач 4, карданная передача 5, главная передача 6, дифференциал 7, приводные валы колес.

Ходовая часть автомобиля включает в себя раму 10, подвески 2 и 8, амортизаторы, колеса 7 и Я переднюю ось и кожух заднего моста.

К механизмам управления автомобиля относят тормоза и рулевое управление 11.

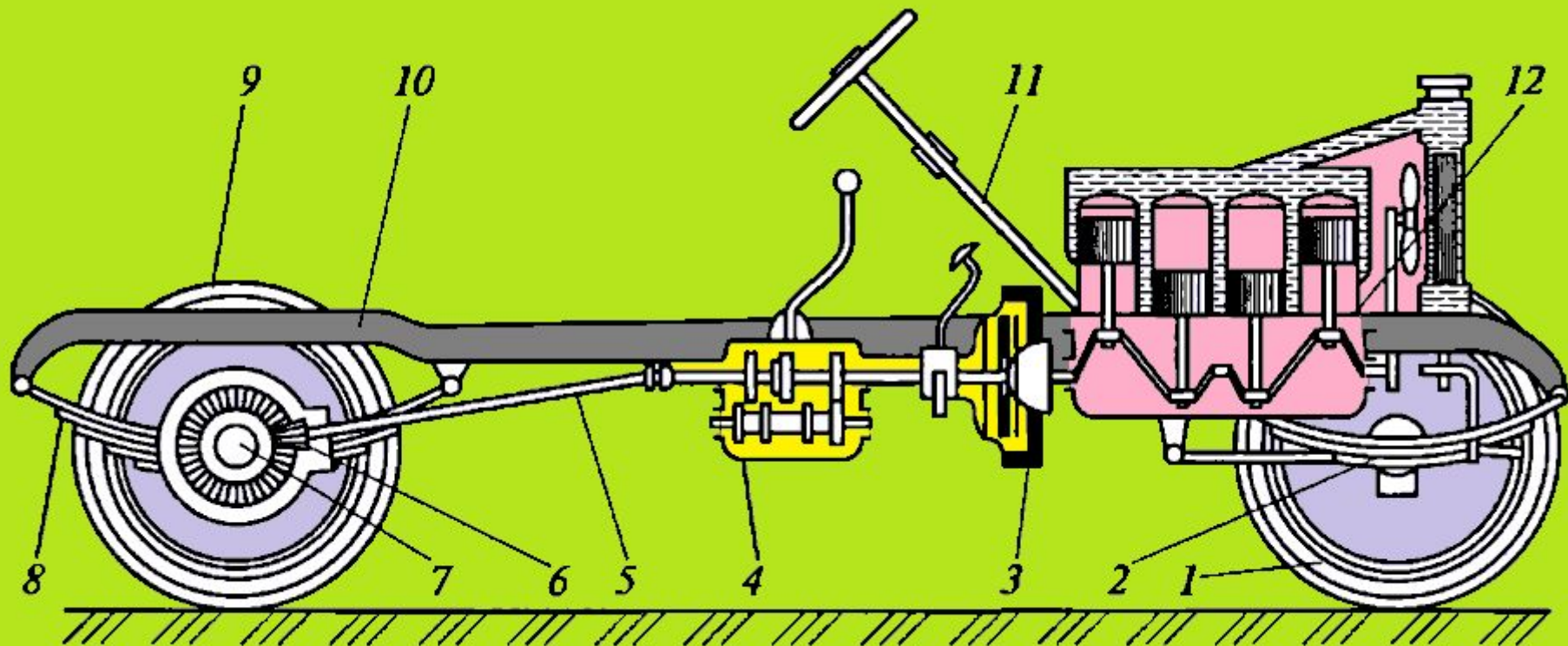


Рис. 1.1. Расположение основных механизмов автомобиля:

- 1 — управляемое колесо; 2 — передняя подвеска; 3 — муфта сцепления;
4 — коробка передач; 5 — карданная передача; 6 — главная передача;
7 — дифференциал; 8 — задняя подвеска; 9 — ведущее колесо; 10 — рама;
11 — рулевое управление; 12 — двигатель

ЛЕГКОВОЙ АВТОМОБИЛЬ

ДВИГАТЕЛЬ



КУЗОВ



Трансмиссия

ШАССИ

Механизмы управления

Приводы колес

Сцепление

Коробка передач

Главная передача с дифференциалом

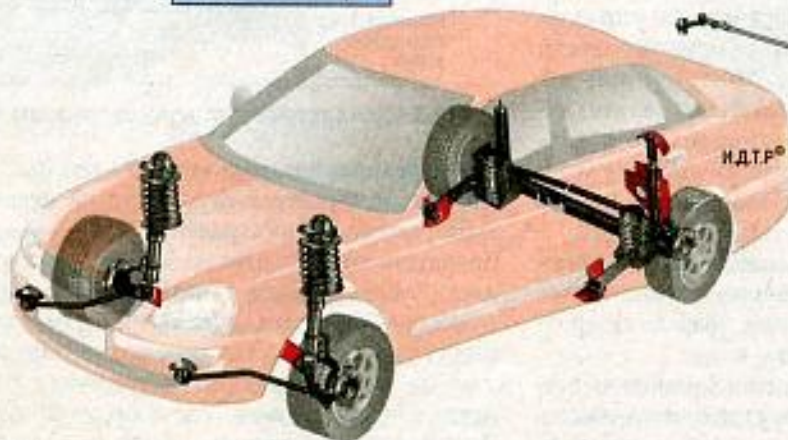


Ходовая часть

Тормозная система



Рулевое управление



И.Д.Т.Р.®

Тормоза предназначены для уменьшения скорости движения автомобиля и его полной остановки.

Рулевое управление служит для сохранения выбранного направления движения и изменения его.

Двигатель — силовая установка, преобразующая тепловую энергию в механическую работу.

2. Общие сведения о двигателях.

В автомобилях применяют поршневые двигатели, называемые двигателями внутреннего сгорания.

В таких двигателях теплота, выделяемая при сгорании топлива, преобразуется в механическую работу.

Автомобильные двигатели внутреннего сгорания классифицируют по следующим признакам:

а) по назначению

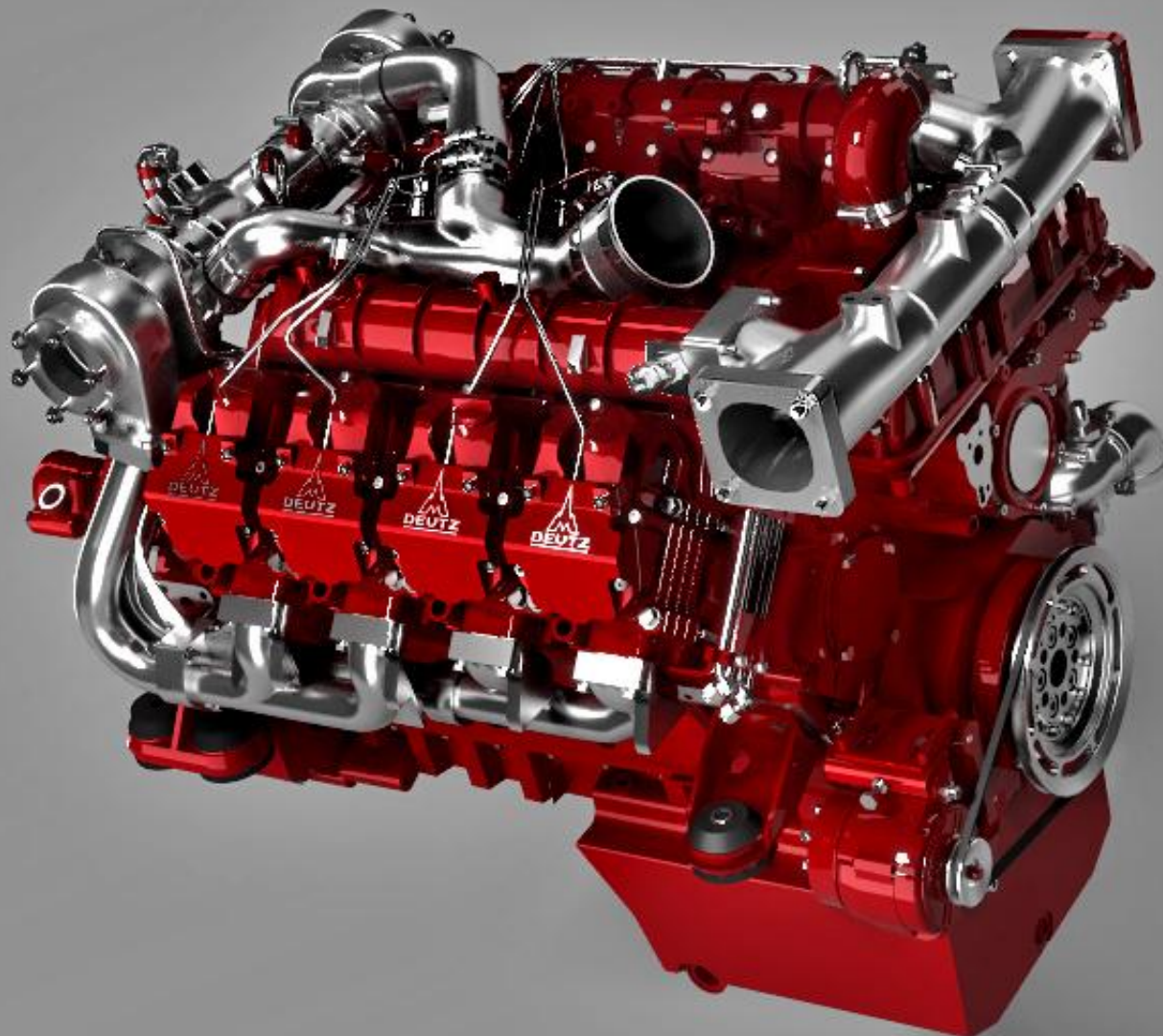
- транспортные
- стационарные.

Транспортные двигатели устанавливаются на автомобилях, а также на различных самоходных машинах.

Стационарные двигатели предназначены для работы на стационарных силовых установках;

б) способу осуществления рабочего цикла

- четырехтактные
- двухтактные.



Общий вид двигателя автомобиля

На всех современных автомобилях устанавливают четырехтактные двигатели.

Двухтактные двигатели применяют в основном на маломощных транспортных средствах (мотоциклах и мотоколясках);

в) способу смесеобразования

- с внешним (карбюраторные)
- внутренним (дизели) смесеобразованием.

В карбюраторных двигателях горючая смесь образуется из паров бензина или горючих газов и воздуха в специальном приборе, называемом карбюратором, и в готовом виде подается в цилиндры двигателя.

В дизелях жидкое топливо под большим давлением впрыскивается- в цилиндры, где происходит его распыливание, испарение и воспламенение;

г) способу воспламенения рабочей смеси

- с воспламенением от электрической искры (бензиновые и газовые)
- с воспламенением под действием высокой температуры, возникающей при сильном сжатии воздуха (дизели);

д) виду применяемого топлива двигатели подразделяют на две основные группы:

- работающие на жидком топливе
- работающие на сжатых и сжиженных газах.

Кроме того, в первой группе выделяют двигатели, работающие на легких сортах жидкого топлива (бензины, бензолы, керосины, лигроины и спирты) и на тяжелых сортах жидкого топлива (дизельное топливо);

е) по числу цилиндров;

ж) по расположению цилиндров:

- однорядные — с вертикальным расположением цилиндров;
- V-образные — с расположением цилиндров под углом 90° ;
- оппозитные — с расположением цилиндров под углом 180° ;

з) по способу наполнения цилиндров свежим зарядом:

- двигатели без наддува
- двигатели с наддувом;

и) по способу охлаждения — отвод излишней теплоты может осуществляться:

- при помощи охлаждающей жидкости,
- путем обдува цилиндров воздухом.

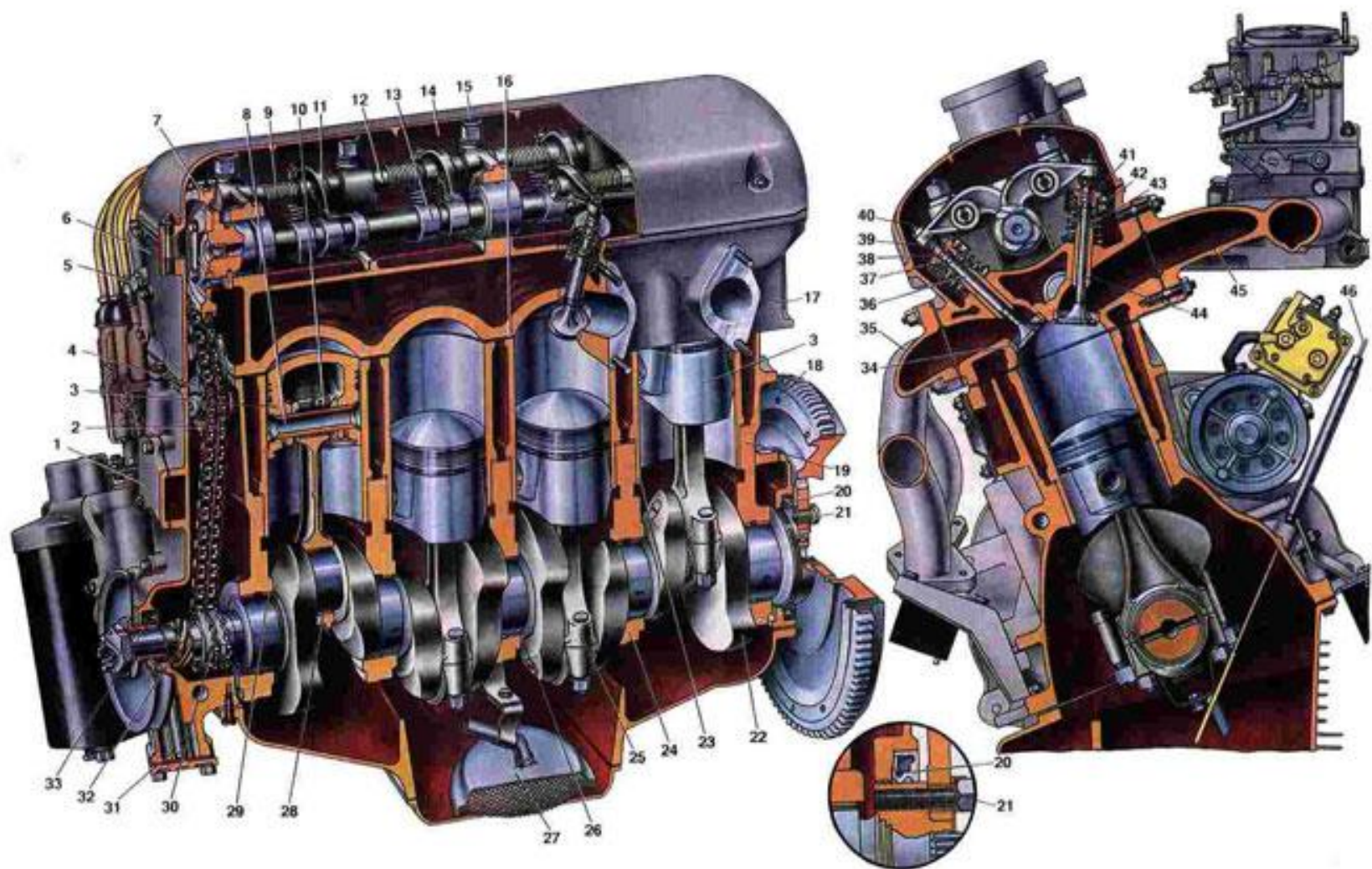
3. Общее устройство двигателя.

Поршневые двигатели внутреннего сгорания имеют в своем составе два механизма:

- кривошипно-шатунный
- газораспределительный,

а также системы:

- охлаждения,
- питания,
- зажигания и пуска
- смазочную.



Общее устройство двигателя

Кривошипно-шатунный механизм предназначен для восприятия силы взрыва газов и преобразования прямолинейного возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала.

Основными деталями кривошипно-шатунного механизма являются:

- блок цилиндров,
- головка блока цилиндров,
- картер,
- поддон картера,
- коленчатый вал,
- шатуны,
- поршни,

- поршневые кольца,
- поршневые пальцы
- маховик.

Газораспределительный механизм служит для своевременного впуска в цилиндры горючей смеси и для выпуска отработавших газов.

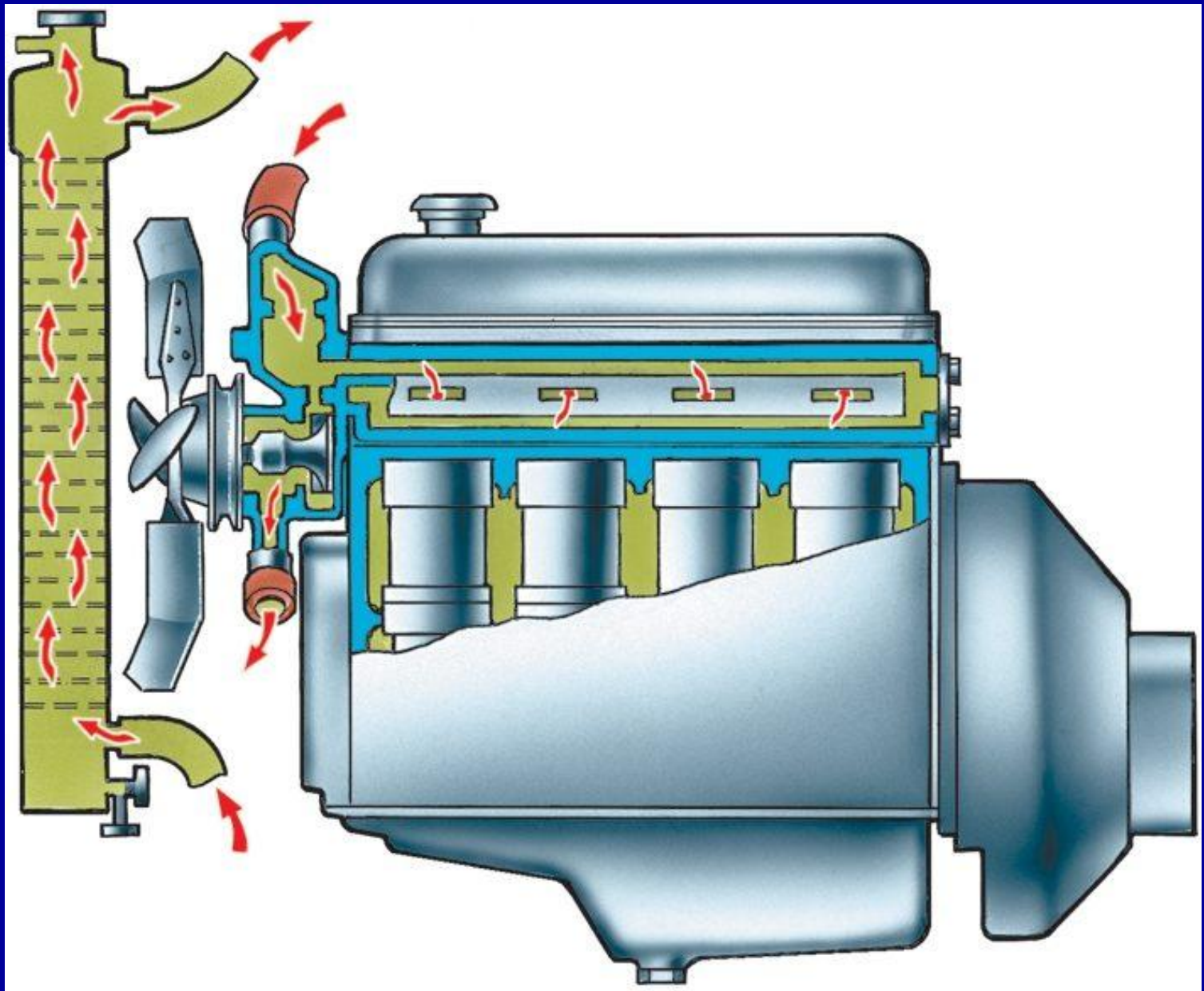
К газораспределительному механизму относятся:

- распределительный вал,
- толкатели,
- штанги,
- ось коромысел,
- коромысла,

- клапаны,
- пружины клапанов с деталями их крепления на стержнях клапанов.

Система охлаждения двигателя предназначена для отвода излишней теплоты и поддержания температурного режима в пределах 80...95 °С.

Существуют системы охлаждения двигателей с жидкостным отводом теплоты в окружающую среду и воздушные, где излишняя теплота отводится от цилиндров двигателя путем обдува их воздухом.



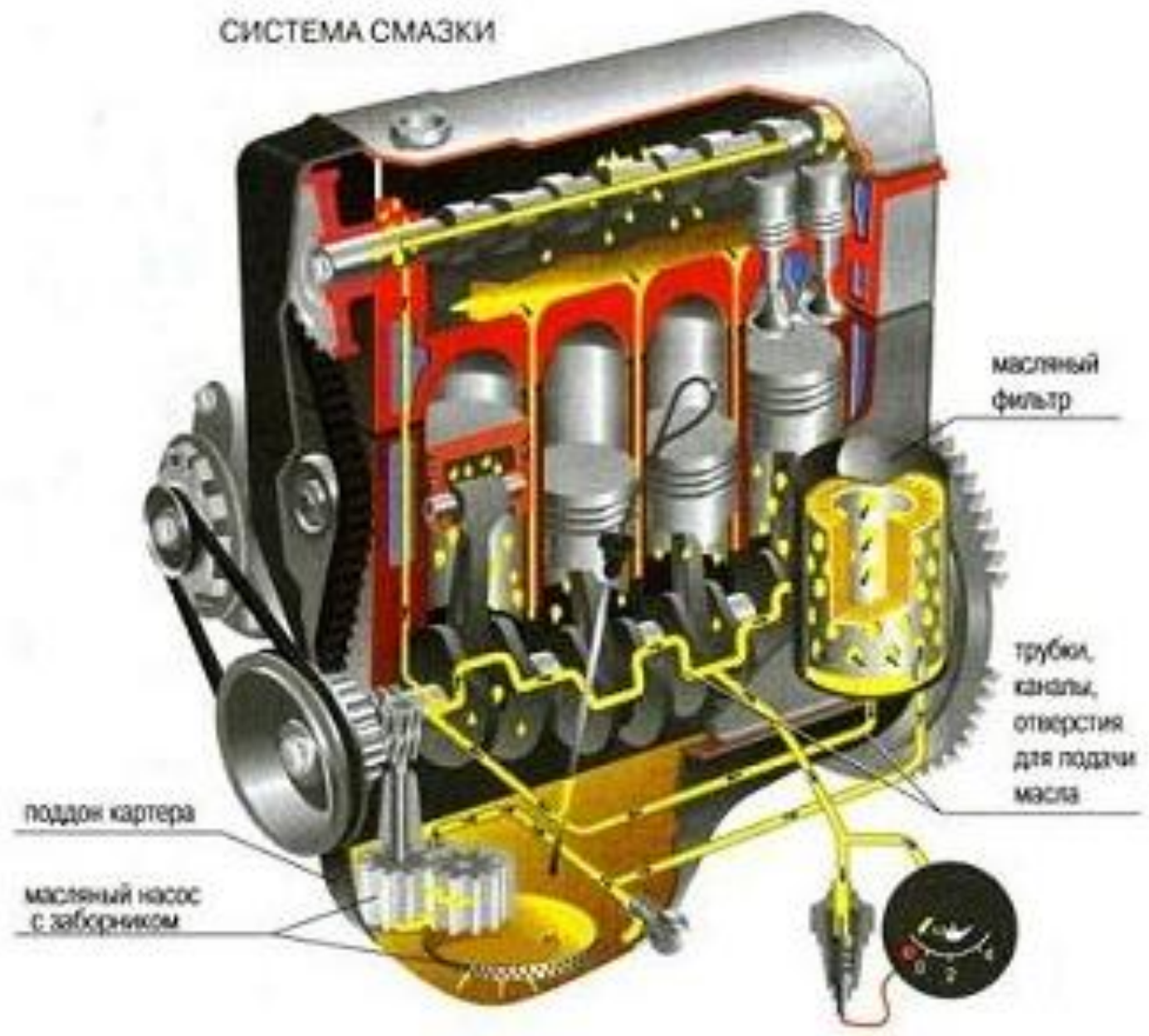
Жидкостная система охлаждения двигателя

Жидкостная система охлаждения имеет:

- радиатор,
- водяной насос,
- термостат,
- рубашку охлаждения цилиндров
- жалюзи радиатора.

Смазочная система двигателя предназначена для подачи масла к движущимся деталям, удаления продуктов трения с трущихся поверхностей и частичного охлаждения трущихся деталей.

СИСТЕМА СМАЗКИ



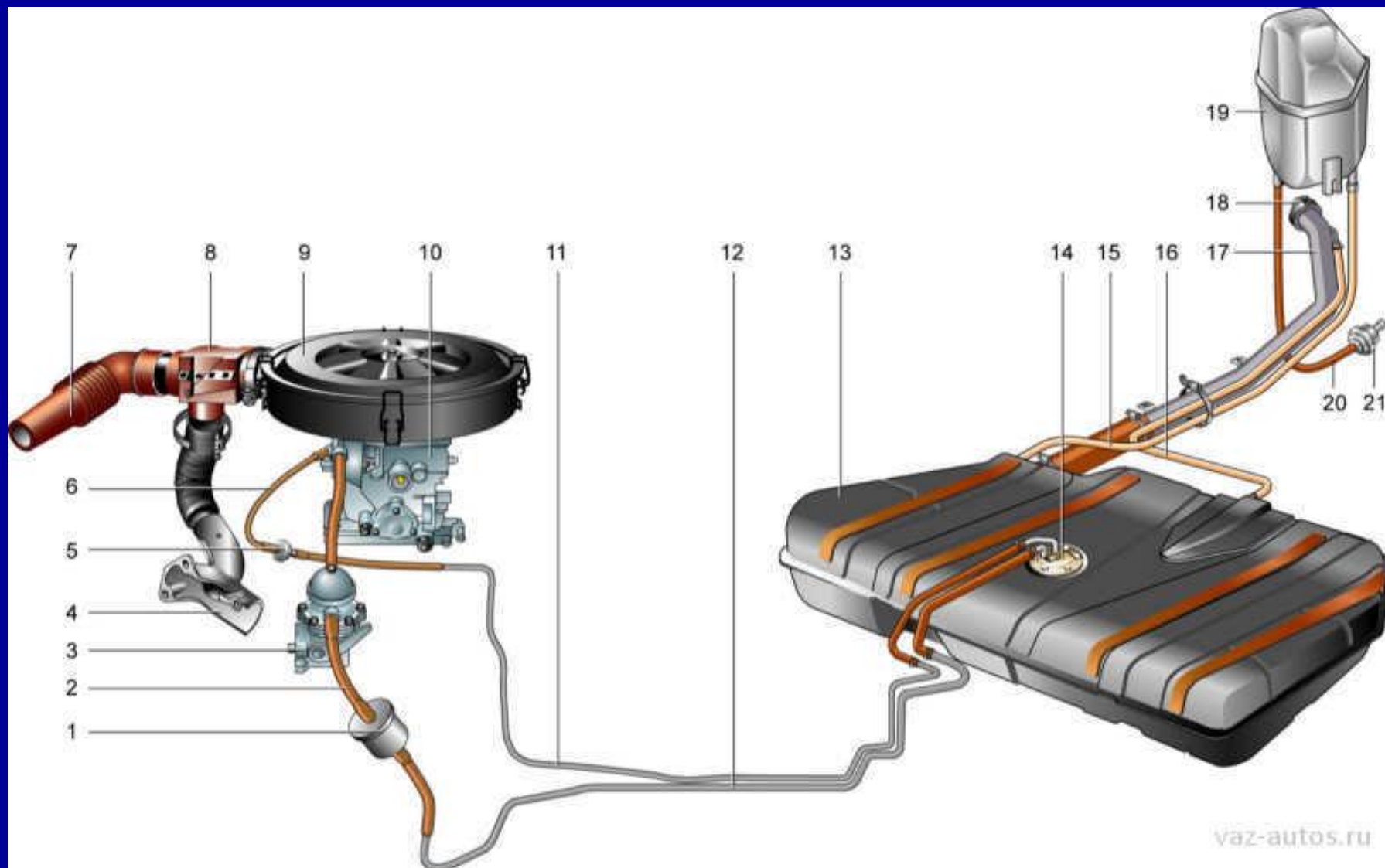
Основными приборами смазочной системы являются

- масляный насос с маслоприемником,
- фильтры очистки масла,
- масляные радиаторы,
- детали системы вентиляции картера двигателя,
- магистрали и трубопроводы.

Система питания карбюраторных двигателей служит для приготовления горючей смеси вне цилиндров двигателя и подачи ее в цилиндры.

Основными приборами системы являются

- топливный бак,
- фильтры грубой и тонкой очистки,



vaz-autos.ru

Система питания карбюраторных двигателей

- топливный насос,
- карбюратор,
- воздушный фильтр,
- впускные и выпускные трубы,
- глушитель.

К системе питания дизеля относятся

- топливный бак,
- фильтры топлива грубой и тонкой очистки,
- подкачивающий насос низкого давления,
- топливный насос высокого давления,
- форсунки,
- воздушный фильтр,
- выпускные трубы,
- труба глушителя и глушитель.

Система зажигания предназначена для воспламенения рабочей смеси в цилиндрах двигателя.

У дизелей система зажигания отсутствует, так как воспламенение горючей смеси происходит под действием высокой температуры воздуха в результате сильного сжатия.

Система пуска включает приборы, облегчающие пуск двигателя.

4. Основные параметры двигателя.

К основным параметрам двигателя относятся:

- **мертвые точки** — крайние положения поршня в цилиндре двигателя, в которых поршень изменяет направление своего движения. Различают верхнюю мертвую точку (ВМТ) и нижнюю мертвую точку (НМТ);
- **ход поршня** — путь, проходимый поршнем от одной мертвой точки до другой;
- **рабочий цикл двигателя** — совокупность процессов, при которых тепловая энергия превращается в механическую работу;

V_c - объем камеры сгорания

V_p - рабочий объем цилиндра

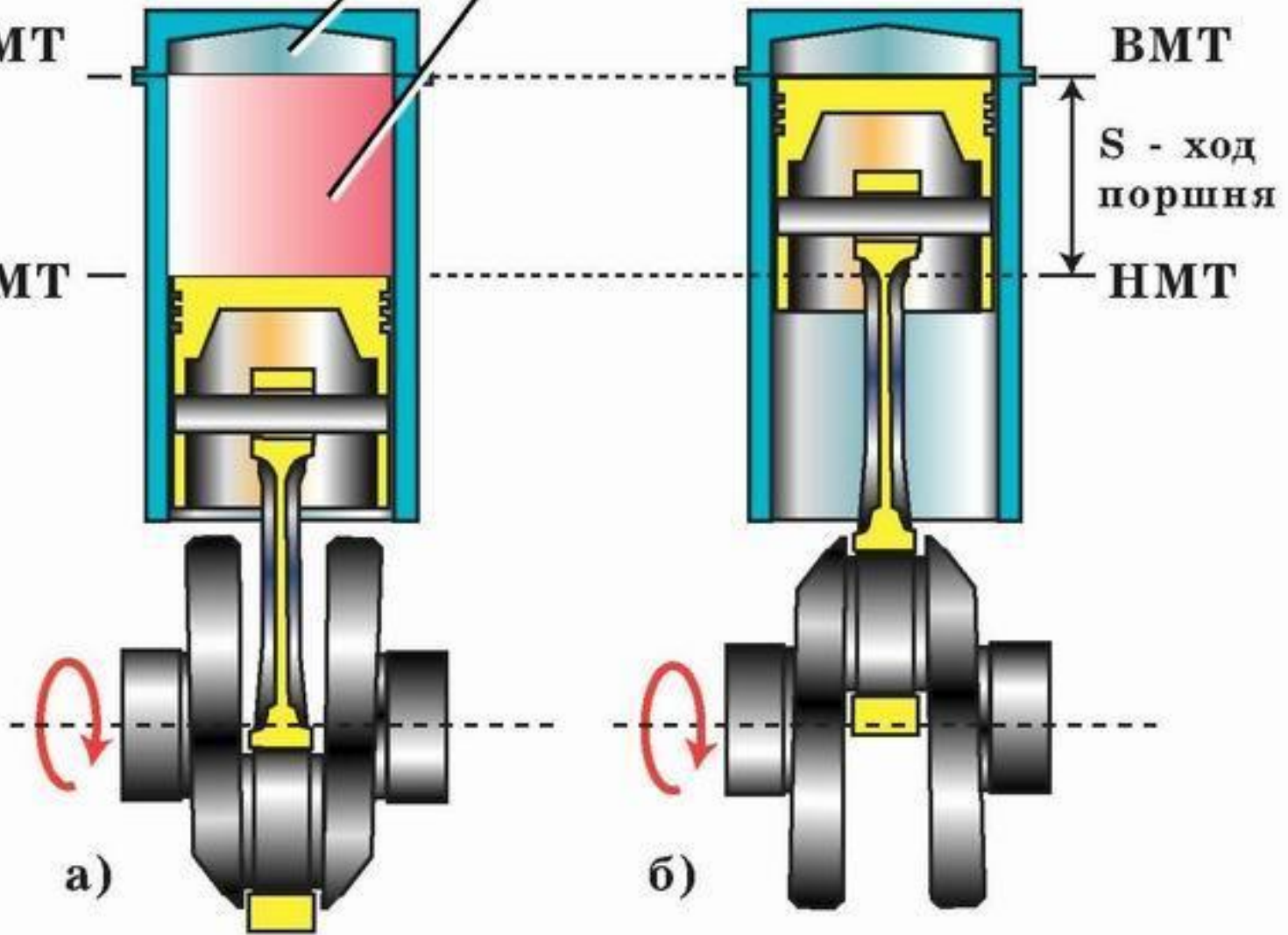
ВМТ

НМТ

ВМТ

S - ход поршня

НМТ



а)

б)

- **такт** — часть рабочего цикла, который происходит за один ход поршня;
- **объем камеры сгорания**, или объем сжатия — пространство над поршнем при нахождении поршня в верхней мертвой точке;
- **рабочий объем цилиндра** — пространство, освобождаемое поршнем при движении от верхней к нижней мертвой точке;
- **полный объем цилиндра** — сумма объема камеры сгорания и рабочего объема цилиндра;

- **рабочий объем двигателя** — сумма рабочих объемов всех цилиндров двигателя, выраженная в литрах;
- **степень сжатия** — отношение полного объема цилиндра к объему камеры сгорания. Степень сжатия показывает, во сколько раз сжимается рабочая смесь в цилиндре двигателя;
- **количество тактов**, при которых происходит преобразование тепловой энергии в механическую работу. Различают двигатели четырехтактные и двухтактные. Четырехтактным называется двигатель, у которого рабочий процесс совершается за четыре хода поршня (или за два оборота коленчатого вала). Двухтактным называется двигатель, у которого рабочий процесс совершается за два хода поршня (или за один оборот коленчатого вала).

Видео

Общие сведения об устройстве автомобиля

[Смотреть](#)

Видео

Общее устройство
легкового автомобиля.

[Смотреть](#)

Видео

Общее устройство грузового автомобиля

[Смотреть](#)

Занятие 1.1.3 Принцип действия ДВС, рабочие циклы 2-х тактных, 4-х тактных двигателей

Цель: Изучить рабочие циклы четырёхтактных двигателей

3.1. Рабочий цикл четырехтактного карбюраторного двигателя

Рабочим циклом двигателя внутреннего сгорания называется совокупность процессов, повторяющихся в определенной последовательности.

У четырехтактного двигателя каждый такой процесс называется **ТАКТОМ** и происходит за один ход поршня.

Тактами карбюраторного двигателя являются:

впуск — наполнение цилиндра свежим зарядом горючей смеси;

сжатие — вpuщенный в цилиндр свежий заряд горючей смеси сжимается для подготовки следующего такта, которым является рабочий ход;

рабочий ход - предназначен для преобразования тепловой энергии в механическую работу;

выпуск - завершающий такт, выброс отработавших газов.

Затем такты повторяются в такой же последовательности.

Рассмотрим теоретический рабочий процесс двигателя, условно принимая, что все такты начинаются и заканчиваются в мертвых точках.

Первый такт — впуск (рис, 3.1, а).

Перед началом такта поршень находится в ВМТ.

Выпускной клапан 6 при этом закрыт, а впускной 4 открывается. Поршень 1, перемещаясь из ВМТ в НМТ, освобождает объем над поршнем, создавая там разрежение.

Впускной клапан открыт

Оба клапана закрыты

Выпускной клапан открыт

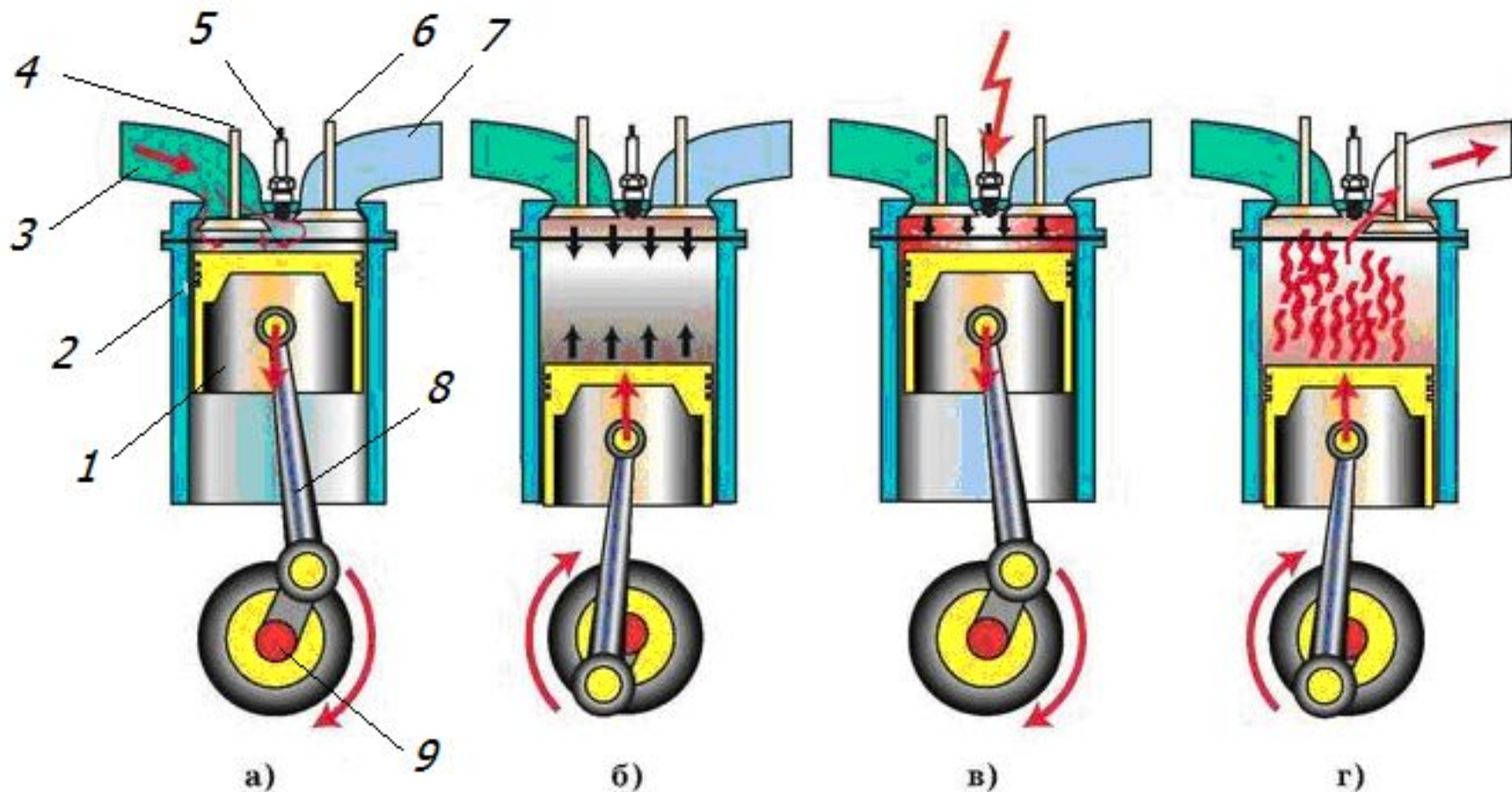


Рис. 3 1. Рабочий цикл одноцилиндрового четырехтактного карбюраторного двигателя.

а — такт впуска; 1 — поршень, 2 — цилиндр, 3 — впускная труба, 4 — впускной клапан, 5 — свеча зажигания; 6 — выпускной клапан, 7 — выпускная труба, 8 — шатун, 9 — коленчатый вал,
б — такт сжатия, в — такт расширения (рабочий ход), г — такт выпуска

Вращение коленчатого вала передается через детали газораспределительного механизма на впускной 4 клапан, и он открывается.

Под действием разрежения в цилиндр 2 из карбюратора через впускную трубу 3 поступает горючая смесь.

В цилиндре она смешивается с остаточными отработавшими газами и преобразуется в рабочую смесь.

В конце такта впуска давление внутри цилиндра составляет 80...90 кПа (0,8...0,9 кгс/см²).

Температура рабочей смеси в конце такта впуска достигает 80...120°С при условии, что двигатель прогрет до оптимальной температуры. В противном случае температура будет ниже нормы.

Второй такт — сжатие (рис. 3.1, б).

При такте сжатия оба клапана закрыты. Поршень перемещается из НМТ в ВМТ, сжимая рабочую смесь в 6—10 раз. За счет сжатия температура рабочей смеси поднимается до 300... 450 °С, а давление достигает 1200 кПа (10... 12 кгс/см²).

Третий такт — рабочий ход (рис. 3.1, в).

В конце такта сжатия при подходе поршня к ВМТ через свечу зажигания 5 в цилиндр подается электрическая искра, от которой воспламеняется рабочая смесь в цилиндре. При сгорании рабочей смеси температура в камере сгорания поднимается до 2000...2500°С, что приводит к резкому возрастанию давления внутри цилиндра, достигающему 4 МПа (30... 40 кгс/см²).

Впускной клапан открыт

Оба клапана закрыты

Выпускной клапан открыт

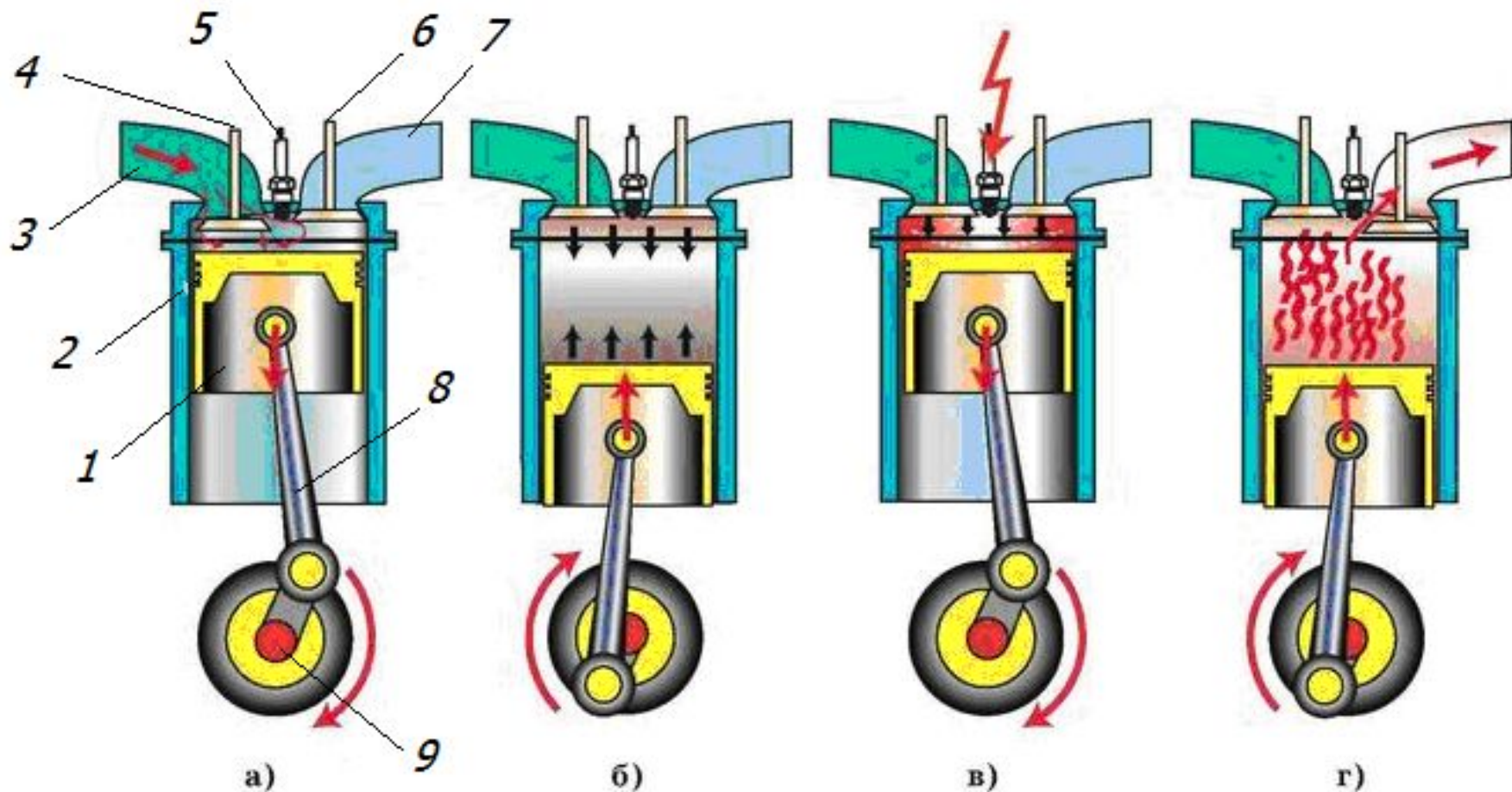


Рис. 3 1. Рабочий цикл одноцилиндрового четырехтактного карбюраторного двигателя.

а — такт впуска; 1 — поршень, 2 — цилиндр, 3 — впускная труба, 4 — впускной клапан, 5 — свеча зажигания; 6 — выпускной клапан, 7 — выпускная труба, 8 — шатун, 9 — коленчатый вал,
б — такт сжатия, в — такт расширения (рабочий ход), г — такт выпуска

Давление передается на днище поршня 7, далее через поршневой палец и шатун 8 на коленчатый вал 9, заставляя его вращаться. Поршень при этом перемещается от ВМТ к НМТ.

Оба клапана при рабочем ходе закрыты. Это основной такт, при нем происходит преобразование тепловой энергии в механическую работу.

После быстрого нарастания давления в начале рабочего хода и передачи этого давления на коленчатый вал начинается уменьшение давления в результате увеличения объема над поршнем.

Происходит снижение температуры до 1200... 1400°С и давления до 400...500 кПа (4...5 кгс/см²). В конце рабочего хода открывается выпускной клапан, и отработавшие газы через выпускную трубу 7 и глушитель начинают выходить в атмосферу.

Четвертый такт — выпуск отработавших газов

(рис. 3.1, г).

При такте выпуска открывается выпускной клапан 6, и отработавшие газы через выпускную трубу 7 выходят в атмосферу. Поршень при этом перемещается из НМТ в ВМТ.

Однако полностью очистить цилиндр от отработавших газов не удастся. Часть отработавших газов остается в цилиндре и смешивается со следующим зарядом горючей смеси.

Когда поршень приходит в ВМТ, закрывается выпускной клапан, и рабочий процесс повторяется. В конце такта выпуска давление в цилиндре снижается до 110... 120 кПа (1,1... 1,2 кгс/см²), а температура до 700...850°С.

Видео

Четырехтактный двигатель

[Смотреть](#)

Занятие 1.1.4. Принцип действия ДВС, рабочие циклы 2-х тактных, 4-х тактных дизельных двигателей

Цель: Изучить порядок работы в двухтактном карбюраторном двигателе, рабочий цикл четырехтактного дизеля. Преимущества двухтактных двигателей по сравнению с четырёхтактными. Преимущества дизелей по сравнению с бензиновыми двигателями. Принцип работы и преимущества инжекторных двигателей. Изучить наддув в дизелях.

4.1. Порядок работы

В **двухтактном двигателе** рабочий цикл происходит за два хода поршня или за один оборот коленчатого вала.

Конструкция его существенно отличается от конструкции четырехтактного двигателя.

Основное отличие заключается в отсутствии клапанов.

Функции клапанов выполняют три окна:

- выпускное,
- впускное
- продувочное.

Функцию газораспределительного механизма выполняет поршень.

В двухтактных карбюраторных двигателях цилиндр соединяется с герметически закрытым картером, играющим основную роль в накоплении и приготовлении горючей смеси.

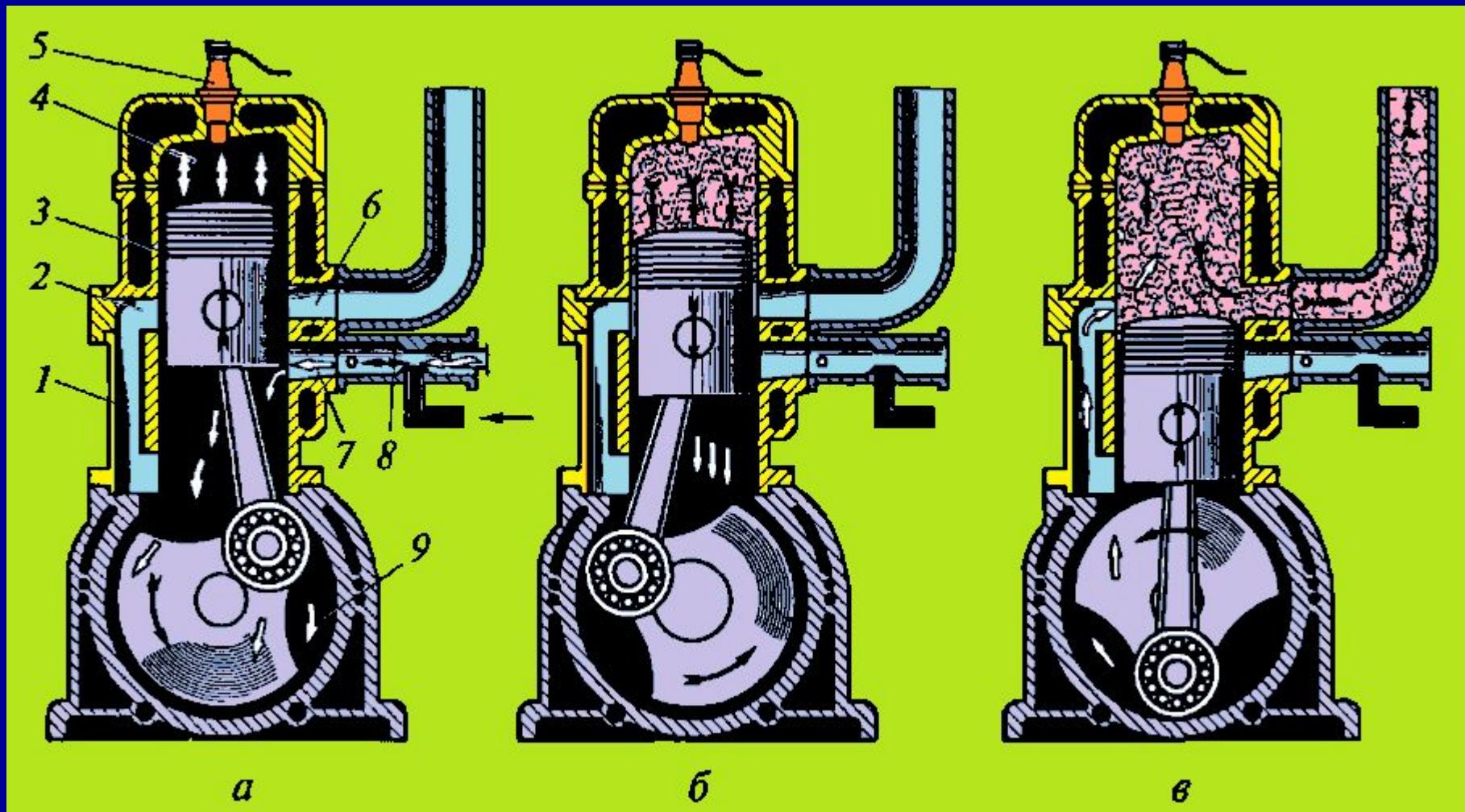
Такие двигатели называются **двигателями с прямоточно-картерной продувкой**.

Для подготовки двигателя к работе нужно заполнить карбюратор горючей смесью и перепустить ее в цилиндр.

Рассмотрим рабочий цикл двигателя.

Первый такт.

Поршень 3 (рис. 4.1, а) из НМТ перемещается в ВМТ.



а — первый такт; 1 — канал из кривошипной камеры; 2 — продувочное окно; 3 — поршень; 4 — цилиндр; 5 — свеча; 6 — выпускное окно; 7 — впускное окно; 8 — карбюратор; 9 — кривошипная камера; **б, в** — второй такт;



воздух;



топливо;



горючая смесь;



отработавшие газы;



направление движения

При этом в картере увеличивается свободный объем и нарастает разрежение, а в цилиндре 4 в результате уменьшения объема при подъеме поршня 3 происходит сжатие рабочей смеси, повышается давление и увеличивается температура.

При подъеме нижняя кромка поршня открывает впускное окно 7, через которое под действием имеющегося в картере разрежения из карбюратора 8 поступает горючая смесь.

В то же время поршень, поднимаясь, продолжает сжимать рабочую смесь в камере сгорания.

Когда он доходит до ВМТ, через свечу зажигания 5 в камеру сгорания цилиндра подается электрическая искра, воспламеняющая рабочую смесь. Смесь сгорает при температуре 2000...2200°C и давлении 3...4 МПа (0,3...0,4 кгс/см²).

Второй такт.

Образовавшиеся горячие газы расширяются и давят на днище поршня, вследствие чего он опускается и приводит в движение шатун, а через него — коленчатый вал (рис. 4.1, б).

Опускаясь, поршень в первую очередь закрывает своей нижней кромкой впускное окно 7 и начинает сжимать горючую смесь в кривошипной камере 9, рабочий ход при этом продолжается.

Когда же верхняя кромка головки поршня откроет выпускное окно 6, то через него отработавшие газы начнут выходить через выпускную трубу и глушитель в атмосферу.

Поршень продолжает опускаться, сжимая горючую смесь в кривошипной камере.

В какой-то момент верхняя кромка головки поршня открывает продувочное окно 2, и сжатая горючая смесь из кривошипной камеры по каналу 1 переходит в цилиндр, заполняя цилиндр и вытесняя из него остаточные отработавшие газы (рис. 4.1, в).

Незначительная часть горючей смеси вместе с остаточными отработавшими газами вытесняется в атмосферу, не принимая участия в рабочем процессе.

У двухтактных карбюраторных двигателей картер сухой, масла в нем нет. Для смазывания деталей двигателя необходимое количество масла заливается непосредственно в бензин. Таким образом, горючая смесь у двухтактных двигателей состоит из воздуха, паров бензина и мельчайших капелек масла.

2.2. Рабочий цикл четырехтактного дизеля

Рабочий цикл четырехтактного дизеля, как и карбюраторного, состоит из четырех повторяющихся тактов: впуск, сжатие, рабочий ход и выпуск.

Однако этот процесс имеет существенные отличия, заключающиеся в характере протекания, заполнении цилиндра свежим зарядом, способе смесеобразования и воспламенения горючей смеси, так как у дизелей топливо подается в цилиндр не в виде готовой горючей смеси, а в мелкораспыленном состоянии.

Первый такт — впуск (рис. 4.2, а).

Перед началом впуска поршень 7 находится в ВМТ и начинает движение к НМТ.

Схема работы четырехтактного дизеля

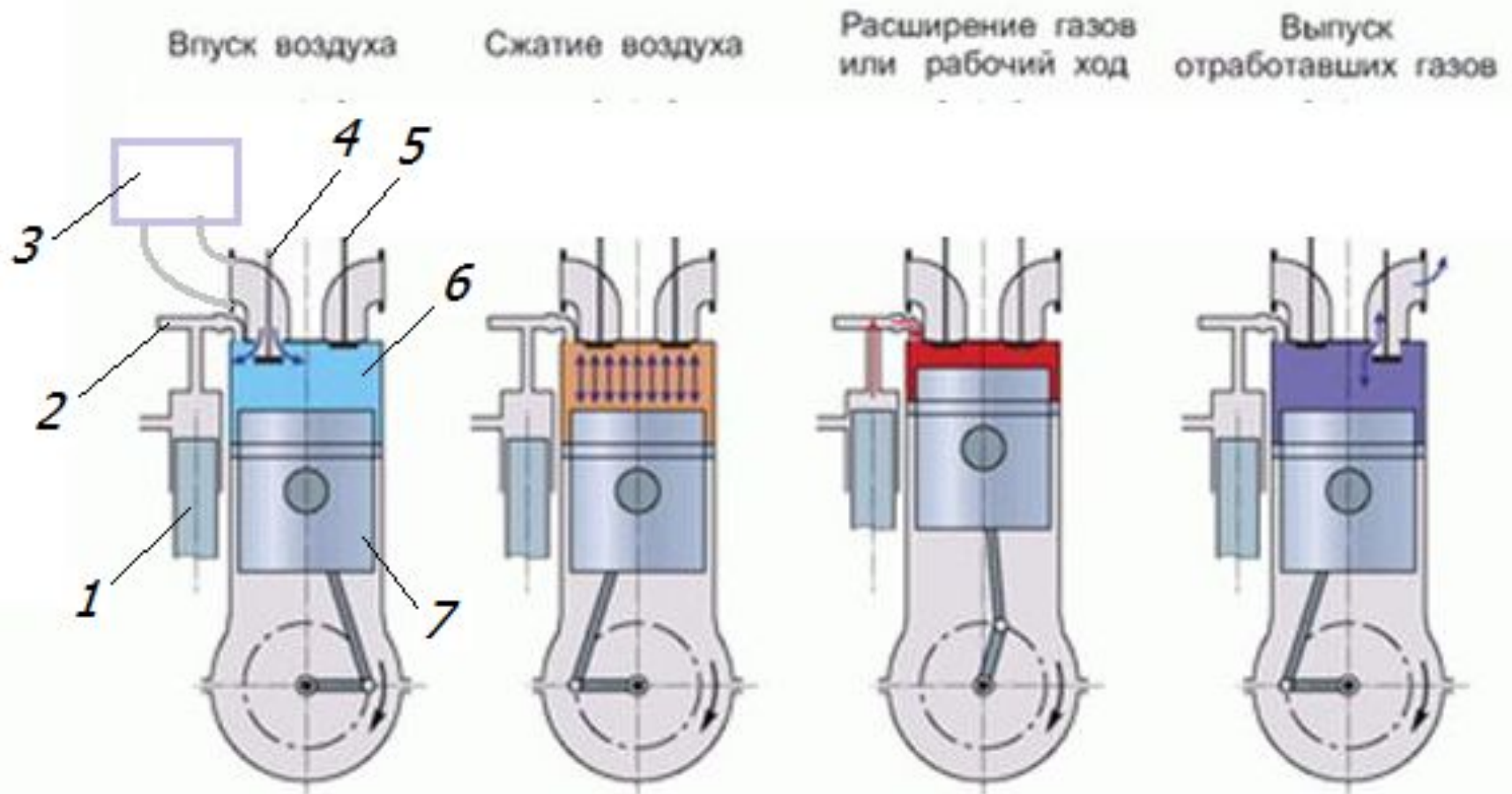


Рис. 4.2. Рабочий цикл одноцилиндрового четырехтактного дизеля:
а — такт впуска: 1 — насос; 2 — форсунка; 3 — воздушный фильтр;
4, 5 — клапаны; 6 — цилиндр; 7 — поршень;
б — такт сжатия; в — рабочий ход; г — такт выпуска

Выпускной клапан 5 при этом закрыт. При увеличении рабочего объема в цилиндре 6 создается разрежение, и в него начинает поступать воздух, предварительно прошедший через воздушный фильтр 3.

В цилиндре воздух смешивается с небольшим количеством отработавших газов, которые не вышли из цилиндра при такте выпуска. Заканчивается такт впуска в момент прихода поршня в НМТ. В это время закрывается впускной клапан 4.

Когда заканчивается впуск в цилиндр чистого воздуха, температура в нем составляет 50...80°C (у прогретого двигателя), давление — 90...95 кПа (0,9...0,95 кгс/см²).

Второй такт — сжатие (рис. 4.2, б).

После окончания такта впуска и закрытия впускного клапана поршень начинает перемещаться от НМТ к ВМТ, сжимая чистый воздух. К концу такта в результате сжатия температура воздуха составляет 600...700°С, а давление — 4...5 МПа (40...50 кгс/см²).

Такое повышение температуры и давления обусловлено высокой степенью сжатия у дизелей (16 ...20 и выше).

Высокая температура и давление необходимы для воспламенения топлива, впрыскиваемого в цилиндр двигателя в конце такта сжатия насосом высокого давления 1 через форсунку 2.

Для надежной работы двигателя температура сжатого воздуха в цилиндре должна быть значительно выше температуры самовоспламенения топлива.

Третий такт — рабочий ход (рис. 4.2, в).

В конце такта сжатия, когда поршень не доходит до ВМТ на $15^\circ \pm 30'$, считая по обороту коленчатого вала, насос высокого давления впрыскивает через форсунку дизельное топливо под давлением порядка 18...20 МПа (180... 200 кгс/см²).

Давление впрыска топлива должно значительно превышать давление воздуха, сжатого в камере сгорания, чтобы обеспечить тонкое распыление топлива и распределение его по объему камеры сгорания.

От величины давления впрыска и формы камеры сгорания зависит качество приготовления горючей смеси. Струя топлива при выходе из распыляющих отверстий сопла дробится на мелкие частицы.

Распылению и быстрому испарению топлива способствует специальная форма камеры сгорания, благодаря которой струя топлива и воздух в камере приходят в вихревое движение.

Под действием высокой температуры (600...700 °С) происходит самовоспламенение рабочей смеси. Часть рабочей смеси сгорает при движении поршня к ВМТ, т. е. в конце такта сжатия, а другая часть — при движении поршня к НМТ.

Образующиеся при сгорании газы создают давление на днище поршня (6...8 МПа (60...80 кгс/см²) при температуре 1800...2000 °С).

Поршень под давлением газов перемещается от ВМТ и совершает механическую работу. К концу рабочего хода температура в цилиндре снижается до 1100...1300 °С, давление — до 300...400 кПа (3...4 кгс/см²).

Четвертый такт — выпуск (рис. 4.2, г).

Рабочий ход заканчивается, когда поршень доходит до НМТ и открывается выпускной клапан.

Отработавшие газы под действием внутреннего давления через выпускной клапан, выпускную трубу и глушитель выходят в атмосферу.

Поршень начинает движение от НМТ к ВМТ, вытесняя остаточные отработавшие газы. Впускной клапан при этом закрыт.

В конце такта выпуска температура отработавших газов снижается до $700...800^{\circ}\text{C}$, а давление — до $110...120$ кПа ($1,1... 1,2$ кгс/см²).

При дальнейшем вращении коленчатого вала вышеперечисленные такты повторяются в той же последовательности.

4.2. Преимущества и недостатки различных типов двигателей.

4.2.1. Преимущества двухтактных двигателей по сравнению с четырехтактными:

- более равномерная работа, так как рабочий цикл двухтактного двигателя совершается за один оборот коленчатого вала. Мощность двухтактных двигателей на 60...70 % больше, чем у четырехтактных, что позволяет установить более легкий маховик;
- двухтактные двигатели более просты в устройстве, поскольку не имеют газораспределительного механизма, роль которого выполняет поршень.

4.2.2. Недостатки двухтактных двигателей:

- по экономичности уступают четырехтактным из-за менее совершенной очистки цилиндра от отработавших газов;
- продувка цилиндра осуществляется горючей смесью, что приводит к потере до 30 % смеси;
- требуют более интенсивного охлаждения;
- добавление масла (до 4 %) в бензин для смазки деталей двигателя приводит к увеличению отложения нагара на днищах поршней, головках клапанов и стенках камер сгорания;

- неудовлетворительная продувка на режимах частичных нагрузок из-за низкого давления в кривошипной камере приводит к пропускам воспламенения рабочей смеси;
- наличие выпускных и продувочных окон уменьшает продолжительность рабочего хода.

Из-за указанных недостатков установка двухтактных двигателей на автомобилях оказалась нерентабельной. Эти двигатели устанавливаются на мотоциклах, мопедах, мотороллерах, мотоколясках, а также используются в качестве подвесных лодочных моторов и пусковых двигателей тракторов.

4.2.3. Преимущества дизелей по сравнению с бензиновыми двигателями:

- лучшая экономичность (25...30%) благодаря большей степени сжатия и дешевому топливу;
- менее опасны в пожарном отношении;
- не имеют системы зажигания, на долю которой у карбюраторных двигателей приходится значительный процент неисправностей;
- топливо содержит меньше канцерогенных веществ;
- дизельные двигатели развивают больший крутящий момент при меньшей частоте вращения коленчатого вала.

4.2.4. Недостатки дизелей:

- затрудненный, по сравнению с карбюраторными двигателями, пуск, особенно в зимнее время;
- расход металла на единицу мощности на 30 % больше, чем у карбюраторных двигателей;
- более шумная и жесткая работа;
- технологически и технически более сложные процессы изготовления и обслуживания.

4.2.4. Принцип работы и преимущества инжекторных двигателей

Вместо недавно повсеместно распространенных карбюраторных двигателей сейчас в основном используются инжекторные или впрысковые двигатели.

Принцип их работы относительно прост и чрезвычайно экономичен.

Однако, чтобы оценить преимущество инжектора, нужно сначала разобраться, почему они пришли на смену карбюраторам. Карбюратор служит для подачи топлива во впускной коллектор, где оно уже смешивается с воздухом, а оттуда распределяется в камеры сгорания поршней.

На подачу и смешивание топлива с воздухом израсходуются силы двигателя — до десяти процентов.

Бензин всасывается в коллектор благодаря разнице в давлении в атмосфере и коллекторе, а чтобы поддерживать нужный уровень давления, как раз и расходуются ресурсы двигателя.

Кроме этого у карбюратора есть и масса других недостатков, например, когда через карбюратор проходит слишком много топлива, он просто физически не успевает направить его через узкую горловину в коллектор, в результате чего карбюратор начинает коптить.

Если же топливо ниже определенного уровня, то двигатель попросту не тянет и глохнет — знакомая многим ситуация.

Принцип работы инжектора

Инжектор, в принципе, исполняет в двигателе ту же работу, что и карбюратор — подает топливо в камеры сгорания поршней.

Однако происходит это не из-за всасывания бензина в коллектор, а методом впрыска топлива через форсунки непосредственно в камеры сгорания или в коллектор, и здесь же происходит смешивание топлива с воздухом.

Мощность инжекторных двигателей в среднем на 10 процентов выше, чем карбюраторных.

Инжекторы делятся на два основных вида:

- **моновпрыск** — топливо подается через форсунки в коллекторе, а затем распределяется непосредственно в камеры сгорания;

- **распределенный впрыск** — в головке цилиндров имеется форсунка для каждого поршня и смесь топлива с воздухом происходит в камере сгорания.

Инжекторные двигатели с распределенным впрыском являются самыми экономичными и мощными. Подача бензина происходит в момент открытия впускного клапана.

Преимущества инжектора

Система впрыска незамедлительно реагирует на любые изменения нагрузки на двигатель, как только увеличиваются обороты, впрыск производится чаще. Автомобили с впрысковой системой легче заводятся, увеличивается динамический момент двигателя. Инжектор меньше реагирует на погодные условия, ему не требуется длительное прогревание при минусовых температурах воздуха.

Инжекторы более «дружелюбны» к экологии, уровень выбросов вредных веществ на 50-70 процентов ниже, чем у карбюратора.

Также они более экономны, поскольку топлива расходуется ровно столько, сколько нужно для бесперебойной работы двигателя в данный момент.

Недостатки впрысковых систем

К недостаткам можно отнести тот факт, что для нормальной работы двигателя требуется слаженная работа нескольких электронных датчиков, которые контролируют разные параметры и передают их на главный процессор бортового компьютера.

Высокие требования к чистоте топлива — узкие горлышки форсунок очень быстро будут забиваться, если пользоваться некачественным бензином.

Ремонт обходится очень дорого, а некоторые элементы вообще не подлежат восстановлению.

Как видим, ни одна система не лишена недостатков, однако преимуществ у инжектора значительно больше и именно из-за этого инжекторные двигатели пришли на замену карбюраторным.

Видео

Инжекторный двигатель

[Смотреть](#)

4.2.5 Наддув в дизелях

Мощность двигателя зависит от частоты вращения коленчатого вала, степени сжатия и рабочего объема цилиндров.

Для повышения литровой мощности дизеля применяют газотурбинный наддув, увеличивающий весовое наполнение цилиндра воздухом, так как воздух подается под давлением 0,15...0,17 МПа (1,5... 1,7 кгс/см²). За счет этого обеспечивается более полное сгорание топлива.

Турбонаддув воздуха позволяет повысить мощность двигателя на 20...40%, без увеличения размеров цилиндров и частоты вращения коленчатого вала.

Простейший турбокомпрессор работает следующим образом (рис. 4.3).

При открытом выпускном клапане 10 отработавшие газы выходят через выпускную трубу 9 и создают давление на лопасти колеса турбины 8.

Колесо турбины установлено на валу турбокомпрессора 6, на другом конце которого установлено колесо центробежного компрессора 5.

Колесо турбины под давлением отработавших газов вращается, вместе с ним вращается и колесо центробежного компрессора, захватывая воздух из впускной трубы и нагнетая его по трубопроводу 4 через впускной клапан 3 в камеру сгорания.

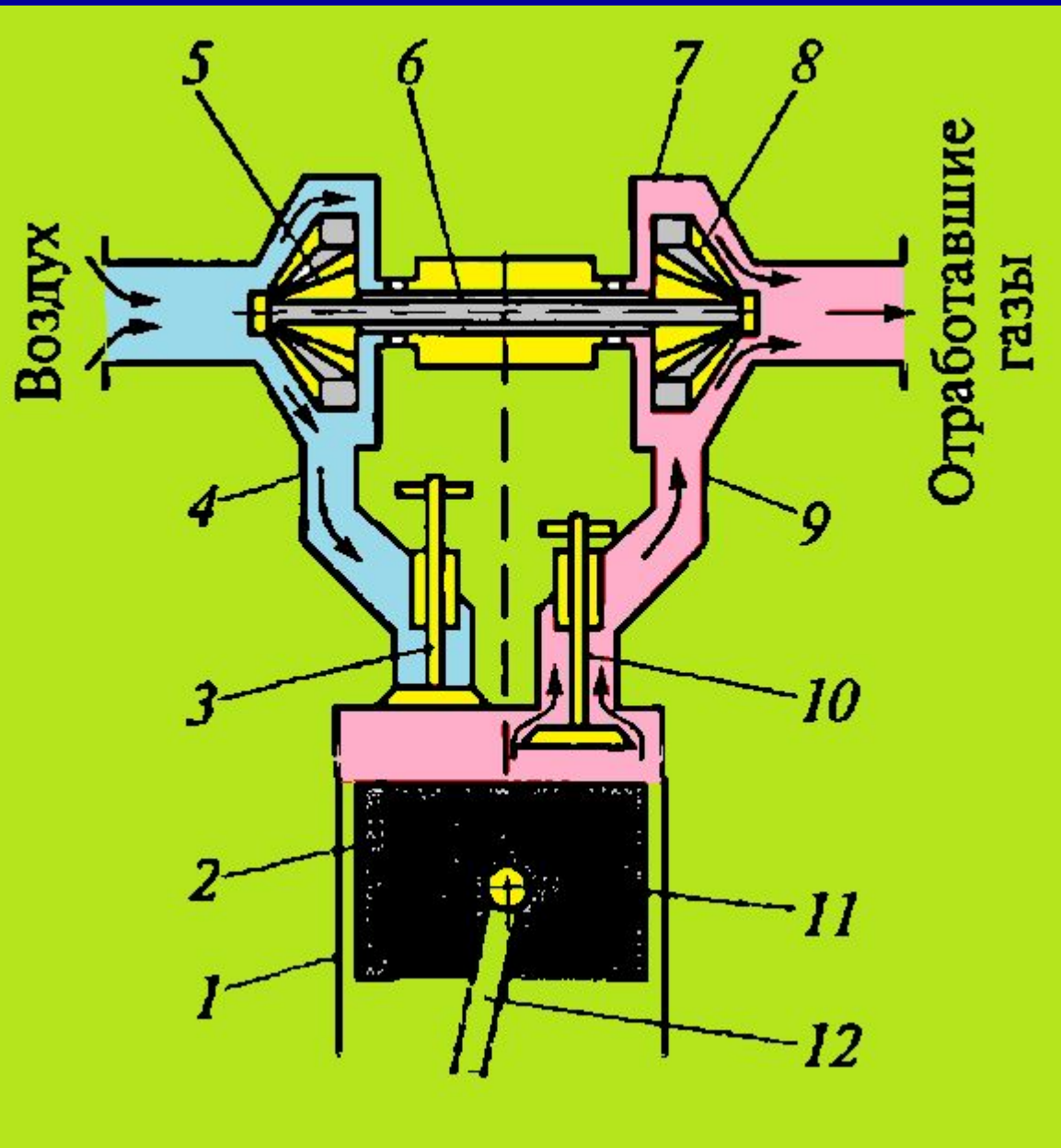


Рис. 4.3. Схема работы газотурбинного компрессора дизеля:

- 1 — цилиндр;
- 2 — поршень;
- 3 — впускной клапан;
- 4 — впускной трубопровод;
- 5 — колесо центробежного компрессора;
- 6 — вал турбокомпрессора;
- 7 — корпус турбокомпрессора;
- 8 — колесо турбины;
- 9 — выпускная труба;
- 10 — выпускной клапан;
- 11 — поршневой палец;
- 12 — шатун

Нагнетание воздуха в цилиндр 1 происходит в момент перекрытия клапанов, когда поршень 2 подходит к ВМТ.

В это время выпускной клапан еще открыт и закрывается только тогда, когда поршень пройдет ВМТ (на 40° , считая по обороту коленчатого вала).

Впускной клапан тоже открывается с опережением.

Поскольку двигатели многоцилиндровые, то газотурбинный компрессор будет работать, непрерывно подавая сжатый воздух в цилиндры, в которых осуществляется такт впуска.

К недостаткам газотурбинного наддува можно отнести повышение теплонапряженности деталей двигателя из-за сгорания большой дозы топлива, поступающего в цилиндр, и расход мощности на работу турбокомпрессора.

Занятие 1.1.5. Общее устройство и работа многоцилиндрового двигателя.

Цель: Изучить расположение и число цилиндров двигателя. Знать работу многоцилиндровых двигателей

5.1. Одноцилиндровые двигатели.

Применяются на легких транспортных средствах.

Основным недостатком одноцилиндрового двигателя является неравномерность вращения коленчатого вала.

Это вызвано тем, что ускорение вращения вала происходит только при рабочем ходе, а при остальных тактах частота вращения замедляется. Для выравнивания частоты вращения применяют маховики, имеющие значительную массу. Одноцилиндровые двигатели имеют плохую уравновешенность. Частично их уравновешивают установкой двух дополнительных валов с противовесами, имеющими рассчитанную массу и вращающимися в разные стороны.

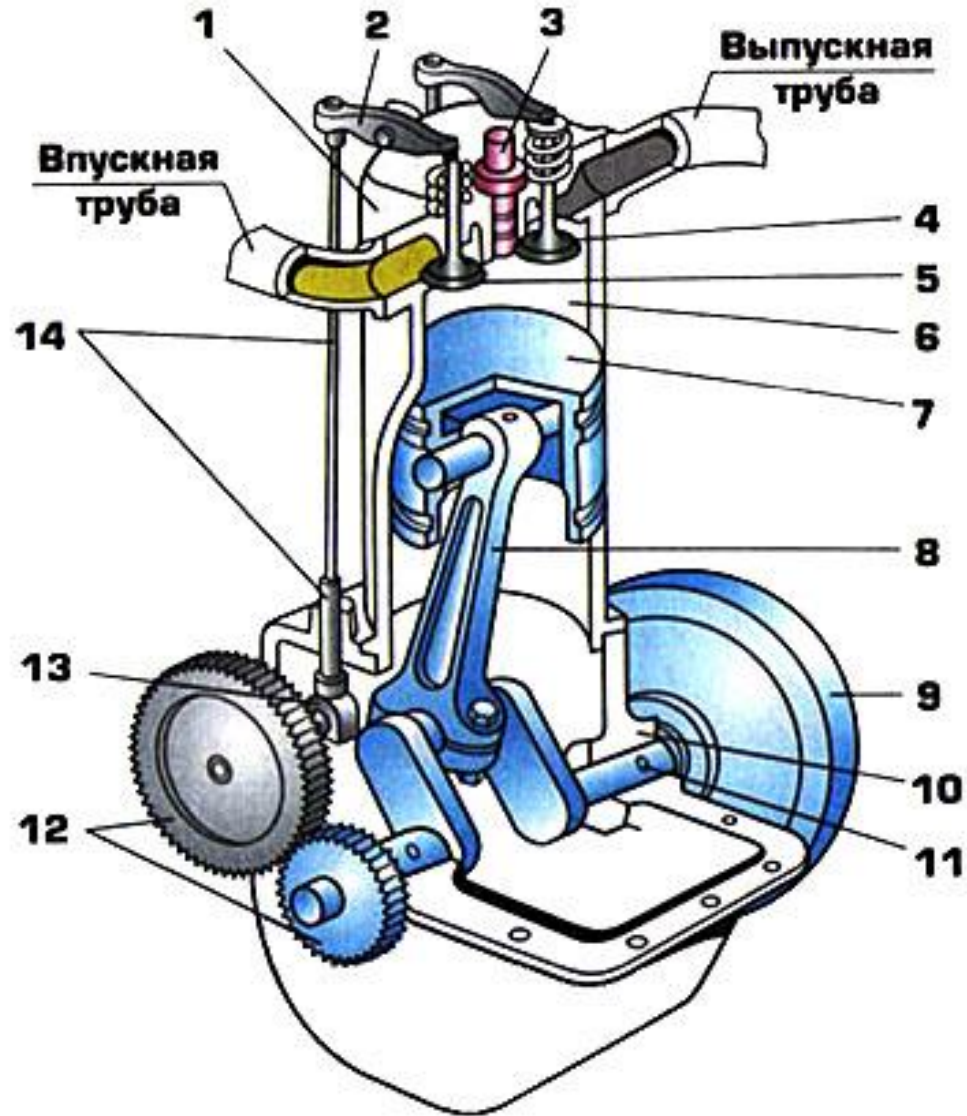


Схема одноцилиндрового двигателя:

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

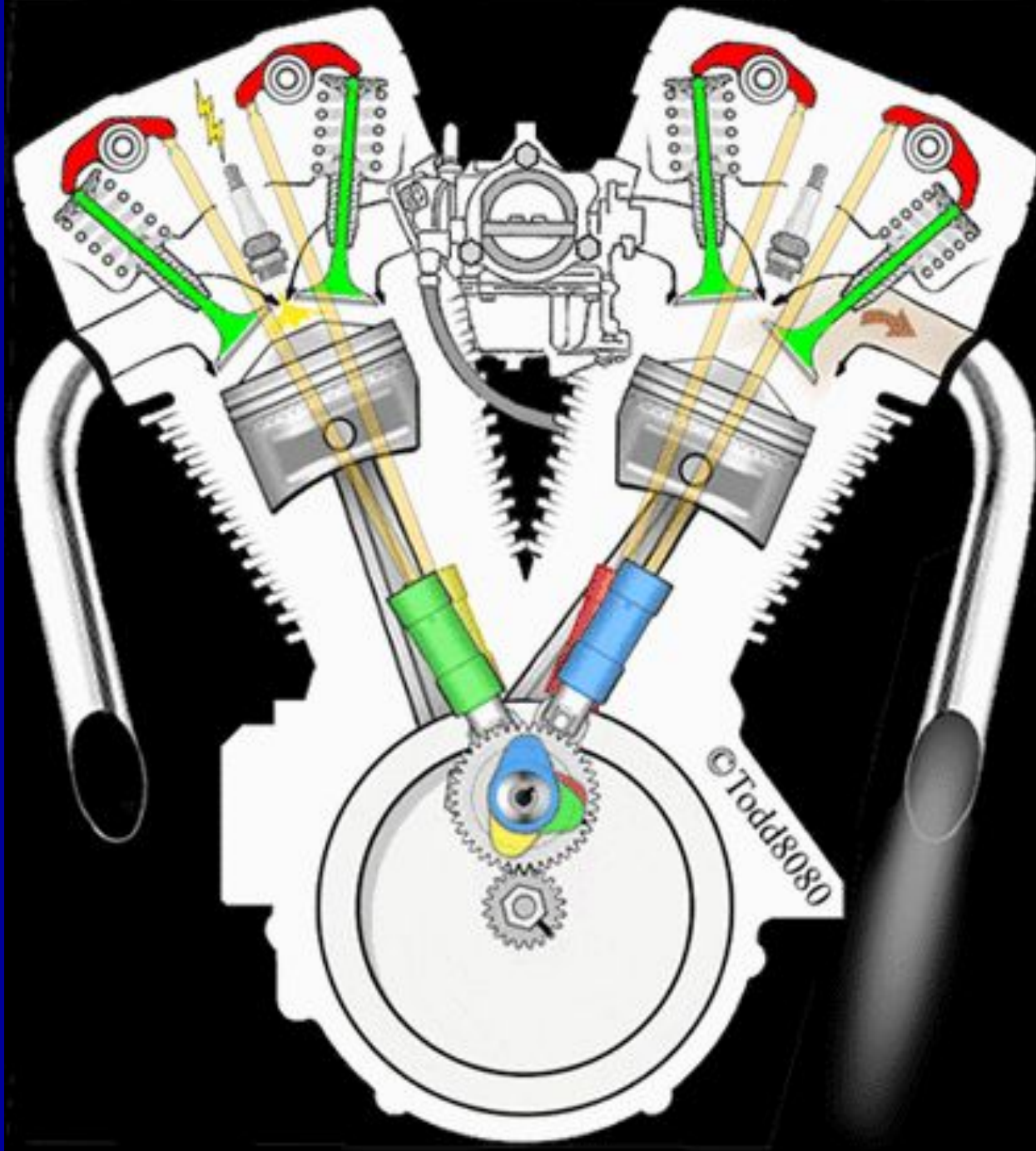
5.2. Двухцилиндровые двигатели также имеют уравнивающие валы. Полностью уравновешенных двигателей нет, так как опрокидывающий момент, возникающий как реакция на действие крутящего момента, уравновесить невозможно.

Для лучшей уравновешенности двигатели делают многоцилиндровыми, при этом рабочие ходы в разных цилиндрах не совпадают друг с другом.

Чем больше цилиндров имеет двигатель, тем равномернее вращается его коленчатый вал.

Нагрузка на детали кривошипно-шатунного механизма в многоцилиндровых двигателях также изменяется более плавно, чем в одноцилиндровых.

Двухцилиндровый
двигатель



5.3. По расположению цилиндров двигателя делятся:

- на однорядные (рядные) с вертикальным расположением цилиндров в один ряд;
- однорядные с отклонением цилиндров от вертикальной оси;
- двухрядные V-образные оппозитные — с противоположно лежащими цилиндрами (рис. 5.1).

V-образные двигатели имеют большую жесткость конструкции, меньшие размеры и массу, чем однорядные двигатели той же мощности. Коленчатый вал у таких двигателей имеет меньшую длину и поэтому большую жесткость.

Недостатком V-образных двигателей является значительная ширина и усложненная конструкция.

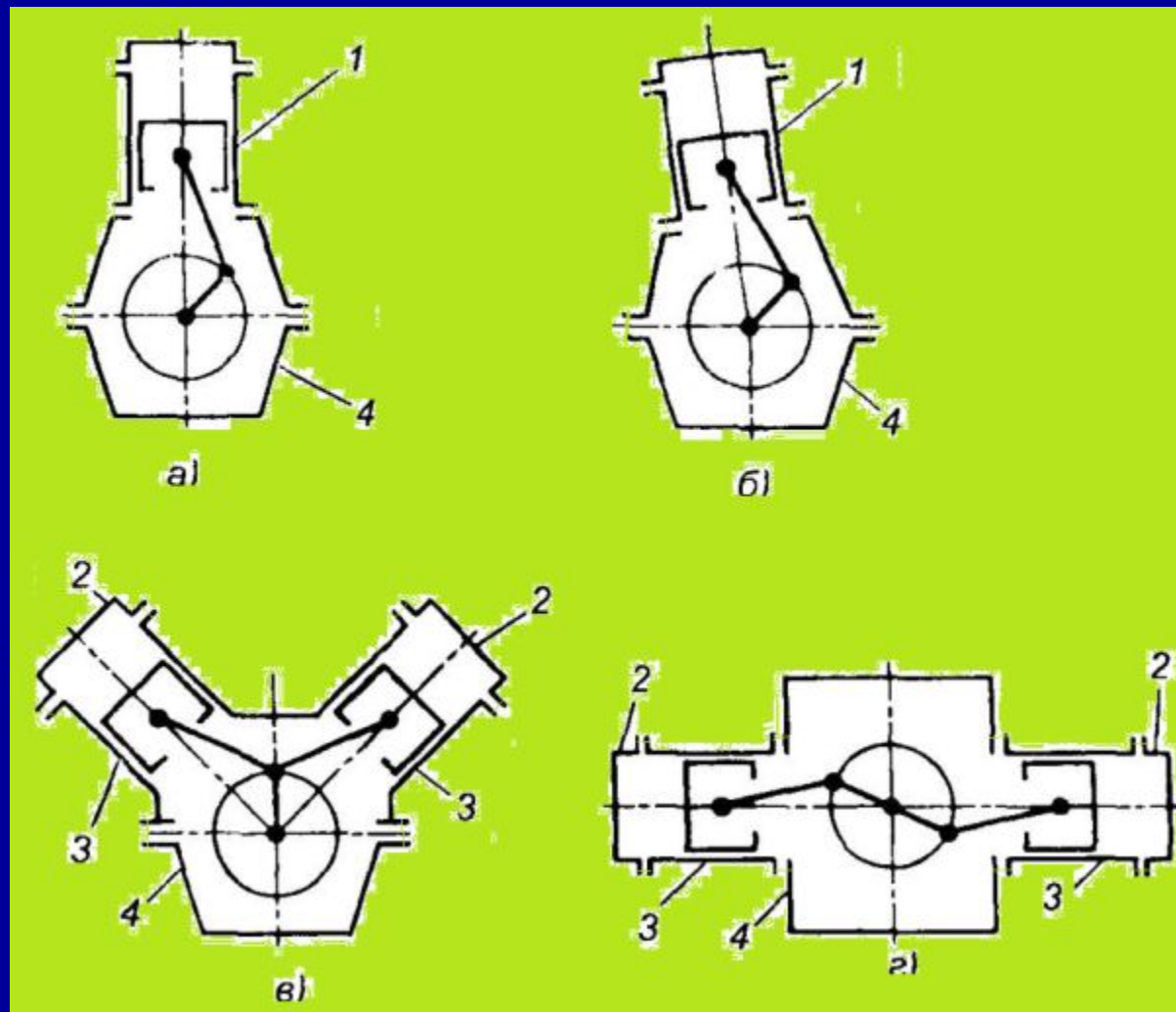


Рис. 5.1. Варианты различного расположения цилиндров двигателей:
 а — однорядного; б — однорядного с наклоном от вертикали;
 в — V-образного; г — с противоположно лежащими цилиндрами;
 1 — цилиндр; 2 — головка цилиндров; 3 — блок-картер; 4 — поддон

5.4. Двухцилиндровые рядные двигатели.

Равномерность работы многоцилиндрового двигателя достигается, если чередование рабочих ходов в цилиндрах происходит через равные углы поворота коленчатого вала.

Например, рабочий цикл в четырехтактном двигателе происходит за 720° поворота коленчатого вала.

Чтобы определить угол, через который в цилиндрах будут поочередно происходить одноименные такты, следует разделить максимальный угол поворота коленчатого вала за один рабочий цикл на число цилиндров ($720^\circ : 2 = 360^\circ$).

Этот же расчет показывает, под каким углом друг к другу должны располагаться кривошипы коленчатого вала.

Шатунные шейки коленчатого вала у двухцилиндрового двигателя располагаются на одной прямой сбоку от оси коленчатого вала.

Оба поршня одновременно перемещаются от ВМТ в НМТ, и наоборот.

Последовательность чередования одноименных тактов в различных цилиндрах двигателя называется порядком работы цилиндров двигателя.

Рассмотрим последовательность чередования тактов в цилиндрах двухцилиндрового двигателя (табл. 5.1).

Если в первом цилиндре происходит впуск, то во втором цилиндре, поршень которого также перемещается к НМТ, должен происходить рабочий ход.

Условно считаем, что все такты начинаются и заканчиваются в мертвых точках, т. е. такты совершаются за половину оборота коленчатого вала ($0... 180^\circ$).

Последовательность чередования тактов в цилиндрах двухцилиндрового двигателя

Обороты коленчатого вала	Угол поворота коленчатого вала, °	Номера цилиндров	
		1	2
Первый	0... 180	Впуск	Рабочий ход
	180... 360	Сжатие	Выпуск
Второй	360... 540	Рабочий ход	Впуск
	540... 720	Выпуск	Сжатие

При втором полуобороте коленчатого вала ($180...360^\circ$) в первом цилиндре будет происходить сжатие, а во втором, при движении поршня вверх, должен осуществляться выпуск отработавших газов.

При третьем полуобороте коленчатого вала ($360... 540^\circ$) в первом цилиндре будет осуществляться рабочий ход, а во втором — впуск свежего заряда.

Заканчивается рабочий цикл четвертым полуоборотом коленчатого вала ($540...720^\circ$), при котором в первом цилиндре будет выпуск отработавших газов, а во втором — сжатие свежего заряда рабочей смеси.

5.5. Четырехцилиндровые рядные двигатели.

Чтобы определить угол поворота коленчатого вала, через который будут повторяться одноименные такты в разных цилиндрах четырехтактного четырехцилиндрового двигателя, следует разделить максимальный угол поворота коленчатого вала за один рабочий цикл на число цилиндров ($720^{\circ}:4=180^{\circ}$)

Под таким углом должны располагаться и шатунные шейки коленчатого вала.

Первая и четвертая шейки коленчатого вала будут располагаться в одной плоскости и направлены в одну сторону от оси коленчатого вала (рис. 5.1, а).

Шатунные шейки второго и третьего цилиндров будут располагаться также в одной плоскости, но на противоположной стороне.

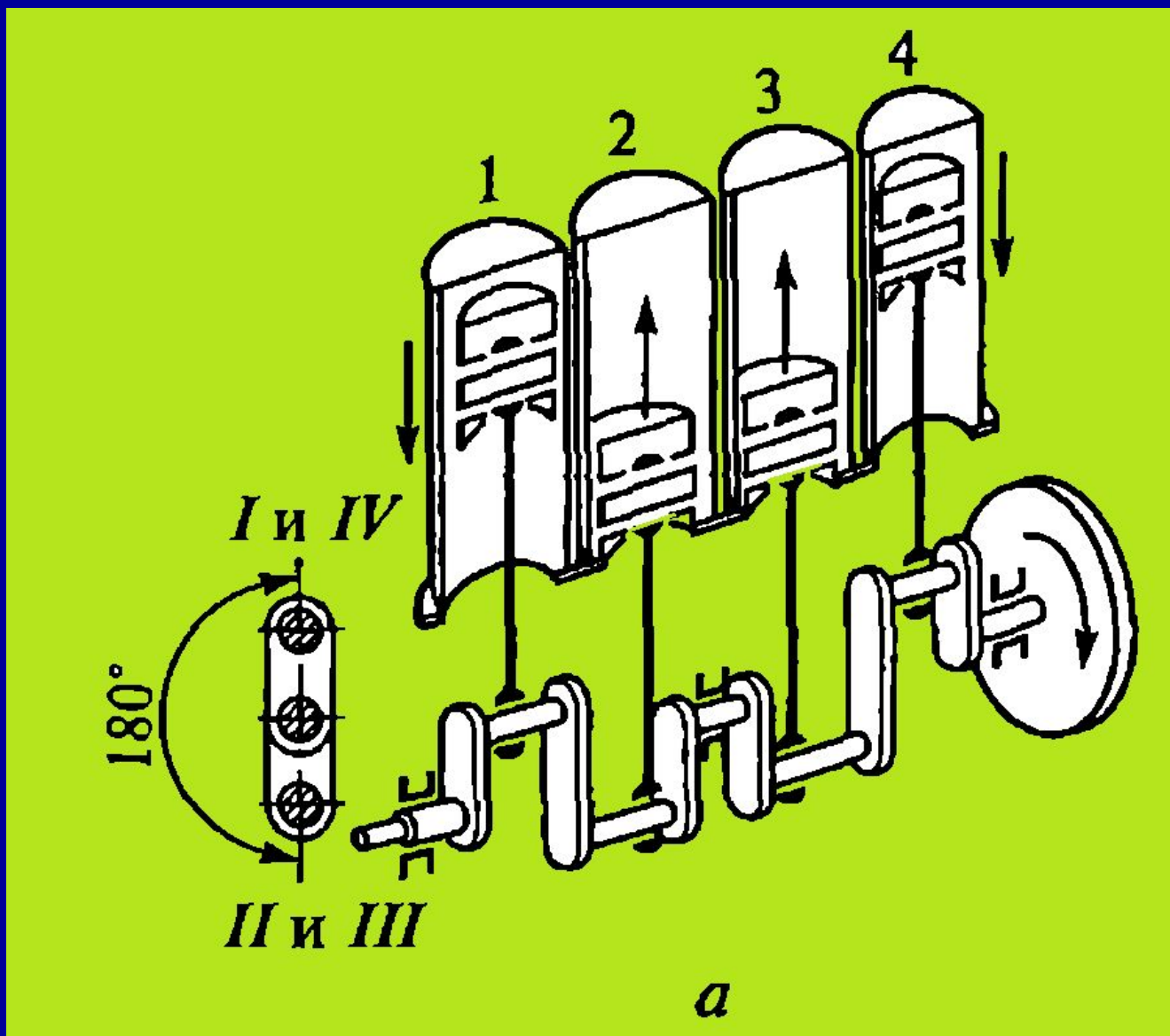


Рис. 5.1.а. Схема кривошипно-шатунного механизма четырехтактного четырехцилиндрового рядного двигателя.

Порядок работы четырехцилиндровых двигателей может быть 1 — 2—3—4 или 1 — 3—4—2.

При выборе порядка работы двигателя конструкторы стремятся к тому, чтобы нагрузка на шатунные и коренные шейки коленчатого вала была наиболее равномерной, поэтому такты рабочего хода в разных цилиндрах двигателя не должны совпадать.

Исходя из этих соображений, если при первом полуобороте коленчатого вала ($0 \dots 180^\circ$) в первом цилиндре происходит впуск горючей смеси, то в четвертом цилиндре, поршень которого перемещается к НМТ, должен быть рабочий ход.

В то же время поршни второго и третьего цилиндров перемещаются к ВМТ.

При таком движении в цилиндрах может происходить или выпуск, или сжатие.

Предположим, что во втором цилиндре происходит выпуск, тогда в третьем цилиндре будет сжатие.

При втором полуобороте коленчатого вала ($180...360^\circ$) в первом цилиндре произойдет сжатие, во втором — впуск, в третьем — рабочий ход и в четвертом — выпуск.

При третьем полуобороте коленчатого вала ($360...540^\circ$) в первом цилиндре будет рабочий ход, во втором — сжатие, в третьем — выпуск и в четвертом — впуск.

Заканчиваться рабочий цикл будет в первом цилиндре тактом выпуска, во втором — тактом рабочего хода, в третьем — впуска, в четвертом — тактом сжатия. Порядок работы цилиндров у описанного двигателя 1 — 2— 4—3.

В приведенном примере при первом полуобороте коленчатого вала для второго и третьего цилиндров были приняты такты выпуска во втором цилиндре и сжатия в третьем.

Если поменять такты, т. е. во втором цилиндре вместо выпуска принять сжатие, а в третьем выполнять выпуск, то изменится и порядок работы цилиндров двигателя. Теперь он будет 1 — 3—4—2. (табл. 5.2.)

Табл. 5.2

**Последовательность чередования тактов в цилиндрах
четырёхцилиндрового двигателя**

Обороты коленчатого вала	Угол пово- рота колен- чатого вала, °	Номера цилиндров			
		1	2	3	4
Первый	0... 180	Впуск	Сжатие	Выпуск	Рабочий ход
	180... 360	Сжатие	Рабочий ход	Впуск	Выпуск
Второй	360... 540	Рабочий ход	Выпуск	Сжатие	Впуск
	540... 720	Выпуск	Впуск	Рабочий ход	Сжатие

На всех этих двигателях цилиндры располагаются в один ряд. Шатунные шейки коленчатого вала находятся под углом 120° друг к другу (рис. 5.2, а).

5.6. Шестицилиндровые рядные двигатели.

Чтобы определить угол, через который должны чередоваться одноименные такты в различных цилиндрах двигателя и под которым должны располагаться кривошипные коленчатого вала, следует разделить максимальный угол поворота коленчатого вала за один рабочий цикл на число цилиндров ($720^\circ : 6 = 120^\circ$).

Таким образом, кривошипные коленчатого вала должны располагаться под углом 120° друг к другу, а одноименные такты должны чередоваться через 120° оборота коленчатого вала (рис. 5.3, б).

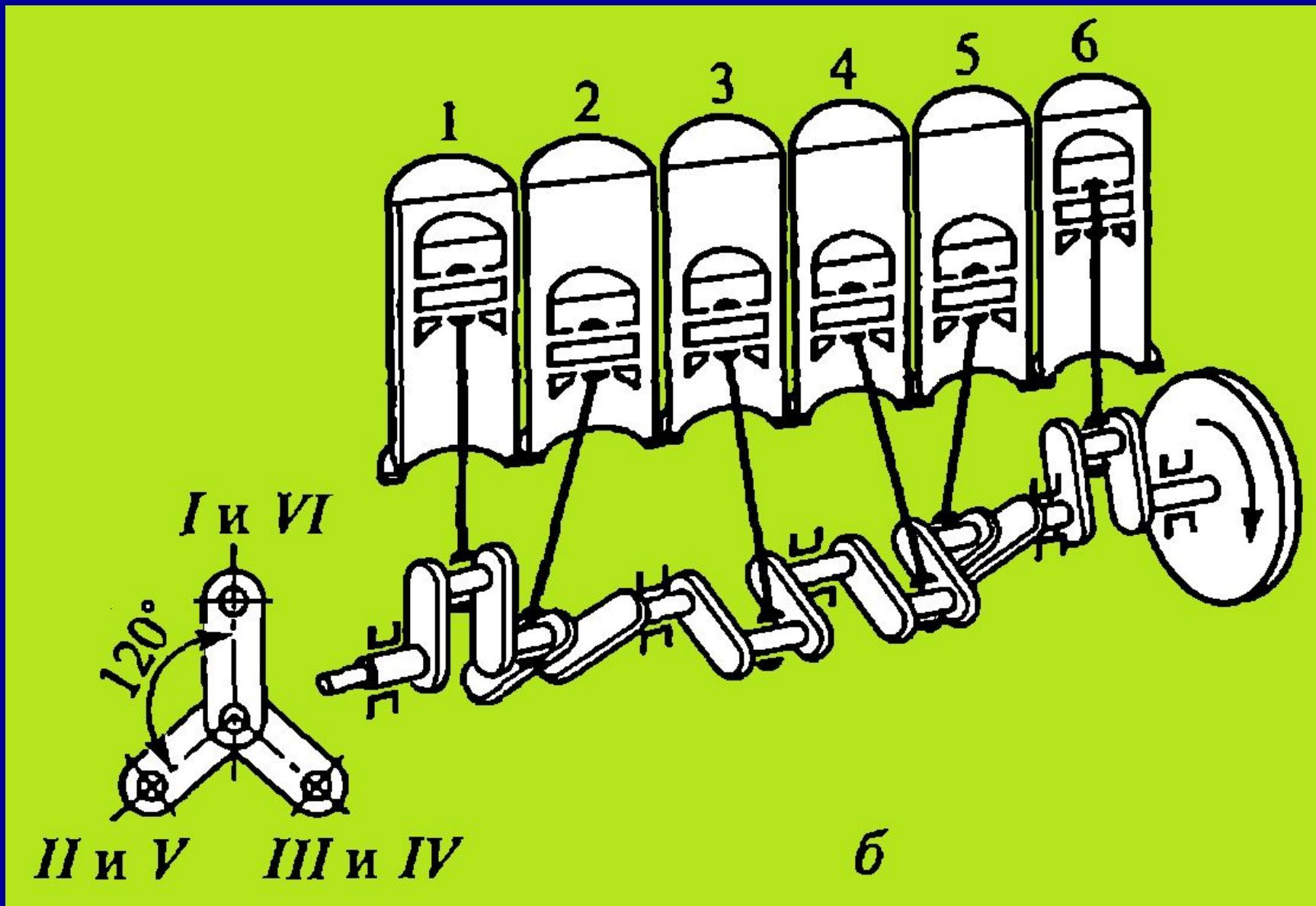


Рис. 5.3.б. Схема кривошипно-шатунного механизма четырехтактного шестицилиндрового рядного двигателя.

Наиболее распространенным порядком работы цилиндров для шестицилиндровых четырехтактных рядных двигателей является порядок
1 — 5—3 — 6—2—4.

Если при таком порядке работы шатунные шейки первого и шестого цилиндров условно примем направленными вверх, то шатунные шейки второго и пятого цилиндров будут направлены влево, а третьего и четвертого — вправо.

Особенностью работы двигателя с таким расположением шатунных шеек является перекрытие тактов, т.е. при еще не закончившемся такте в одном цилиндре одноименный такт уже начинается в соседнем цилиндре.

Перекрытие тактов составляет 60° , считая по обороту коленчатого вала. Перекрытие рабочих ходов помогает выводить поршни из мертвых точек, что позволяет уменьшить массу маховика.

Когда поршень первого цилиндра начинает движение от ВМТ, открывается впускной клапан, и в цилиндр поступает горючая смесь.

К моменту, когда поршень пройдет 120° , считая по обороту коленчатого вала, поршень пятого цилиндра окажется в ВМТ, и в нем начнется такт впуска.

После очередного поворота коленчатого вала на 120° впуск начнется в третьем цилиндре, затем, также через 120° поворота коленчатого вала, впуск будет в шестом цилиндре и т.д.

Последовательность чередования тактов в цилиндрах шестицилиндрового рядного двигателя

Обороты коленчатого вала	Угол поворота коленчатого вала, °	Номера цилиндров					
		1	2	3	4	5	6
Первый	0 ... 60	Впуск	Конец сжатия	Рабочий ход	Впуск	Конец выпуска	Рабочий ход
	60 ... 120			Выпуск	Сжатие		
	120 ... 180		Сжатие			Рабочий ход	
	180 ... 240	Впуск		Рабочий ход			
	240 ... 300				Сжатие	Выпуск	Впуск
	300 ... 360	Рабочий ход	Впуск				
Второй	360 ... 420			Рабочий ход	Выпуск	Сжатие	Выпуск
	420 ... 480	Впуск	Рабочий ход				
	480 ... 540				Выпуск	Сжатие	Рабочий ход
	540 ... 600	Впуск	Впуск				
	600 ... 660			Сжатие		Рабочий ход	Сжатие
	660 ... 720	Рабочий ход	Впуск				

Благодаря перекрытию тактов коленчатый вал вращается более равномерно. Силы инерции масс, движущихся возвратно-поступательно, будут уравновешены (табл. 5.3).

5.7. Шестицилиндровые четырехтактные V-образные двигатели.

Особенностью работы двигателя является неравномерность совершения тактов.

Коленчатый вал двигателя имеет три шатунные шейки, расположенные под углом 120° друг к другу. На каждой шатунной шейке установлено по два шатуна — один для левого ряда цилиндров, а другой — для правого ряда (рис. 5.2, а).

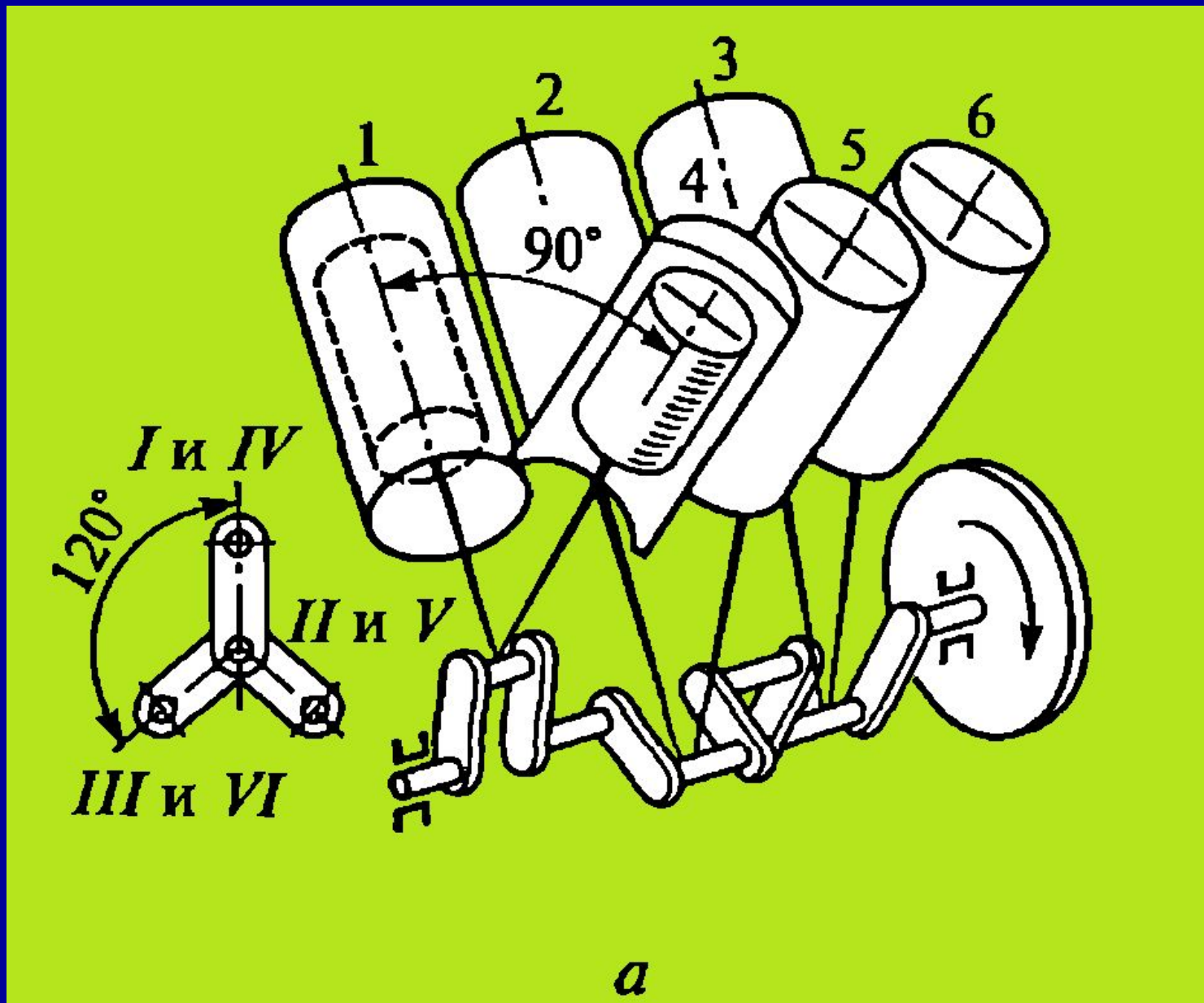


Рис.5.2,а. Схема кривошипно-шатунного механизма четырехтактного шестицилиндрового V-образного двигателя.

С первой шатунной шейкой соединены шатуны первого и четвертого цилиндров, со второй — шатуны второго и пятого цилиндров, с третьей — шатуны третьего и шестого цилиндров.

Правый ряд цилиндров по ходу автомобиля имеет номера от 1 до 3, а левый ряд соответственно от 4 до 6. Порядок работы цилиндров двигателя 1—4—2—5—3—6. Чередуются такты через 90 и 150° (табл. 6.4).

Если в первом цилиндре происходит впуск, то согласно порядку работы после первого цилиндра впуск будет происходить в четвертом цилиндре. Начинаться он будет, когда в первом цилиндре такт пройдет 90°, считая по обороту коленчатого вала.

Последовательность чередования тактов в цилиндрах шестицилиндрового V-образного двигателя

Табл. 5.4

Обороты коленчатого вала	Угол поворота коленчатого вала, °	Номера цилиндров							
		1	2	3	4	5	6		
Первый	0 ... 30	Впуск	Конец рабочего хода	Конец сжатия	Конец выпуска	Конец рабочего хода	Впуск		
	30 ... 60							Выпуск	Впуск
	60 ... 90		Сжатие		Рабочий ход		Выпуск		
	90 ... 120								Впуск
	120 ... 150							Сжатие	
	150 ... 180	Впуск		Рабочий ход					
	180 ... 210		Сжатие		Рабочий ход				
	210 ... 240	Впуск		Рабочий ход					
	240 ... 270		Сжатие		Рабочий ход				
	270 ... 300	Впуск		Рабочий ход					
	300 ... 330		Сжатие		Рабочий ход				
330 ... 360	Впуск	Рабочий ход							
Второй			360 ... 390	Рабочий ход	Конец рабочего хода	Конец сжатия	Конец выпуска	Конец рабочего хода	Впуск
	390 ... 420	Выпуск	Впуск						
	420 ... 450				Сжатие		Рабочий ход		Выпуск
	450 ... 480		Впуск						
	480 ... 510	Сжатие							
	510 ... 540		Впуск	Рабочий ход					
	540 ... 570	Сжатие			Рабочий ход				
	570 ... 600		Впуск	Рабочий ход					
	600 ... 630	Сжатие			Рабочий ход				
	630 ... 660		Впуск	Рабочий ход					
660 ... 690	Сжатие	Рабочий ход							
690 ... 720			Впуск	Рабочий ход					

Когда до окончания такта впуска в четвертом цилиндре остается 30° , начинается впуск во втором цилиндре.

Перекрытие такта с пятым цилиндром составляет 90°

Через очередные 150° поворота коленчатого вала начнется впуск в третьем цилиндре.

Заканчивается рабочий цикл впуском в шестом цилиндре, который начинается с перекрытием на 90° относительно третьего цилиндра.

Затем все такты повторяются в такой же последовательности.

Из-за того что такты, особенно рабочие хода, повторяются через разные промежутки времени, коленчатый вал вращается неравномерно.

Поэтому для уменьшения неравномерности вращения на нем приходится устанавливать маховик со значительной массой.

5.8. Восьмицилиндровые четырехтактные V-образные двигатели.

Чтобы определить угол, через который повторяются одноименные такты в разных цилиндрах двигателя, и расположение кривошипов на коленчатом валу, нужно разделить максимальный угол поворота коленчатого вала за один рабочий цикл на число цилиндров ($720^\circ : 8 = 90^\circ$).

Как видно, кривошипы располагаются крестообразно под углом 90° и чередование тактов также происходит через 90° (рис. 5.2, б).

Порядок работы цилиндров двигателя

1—5—4—2—6—3—7—8. Коленчатый вал имеет четыре шатунные шейки.

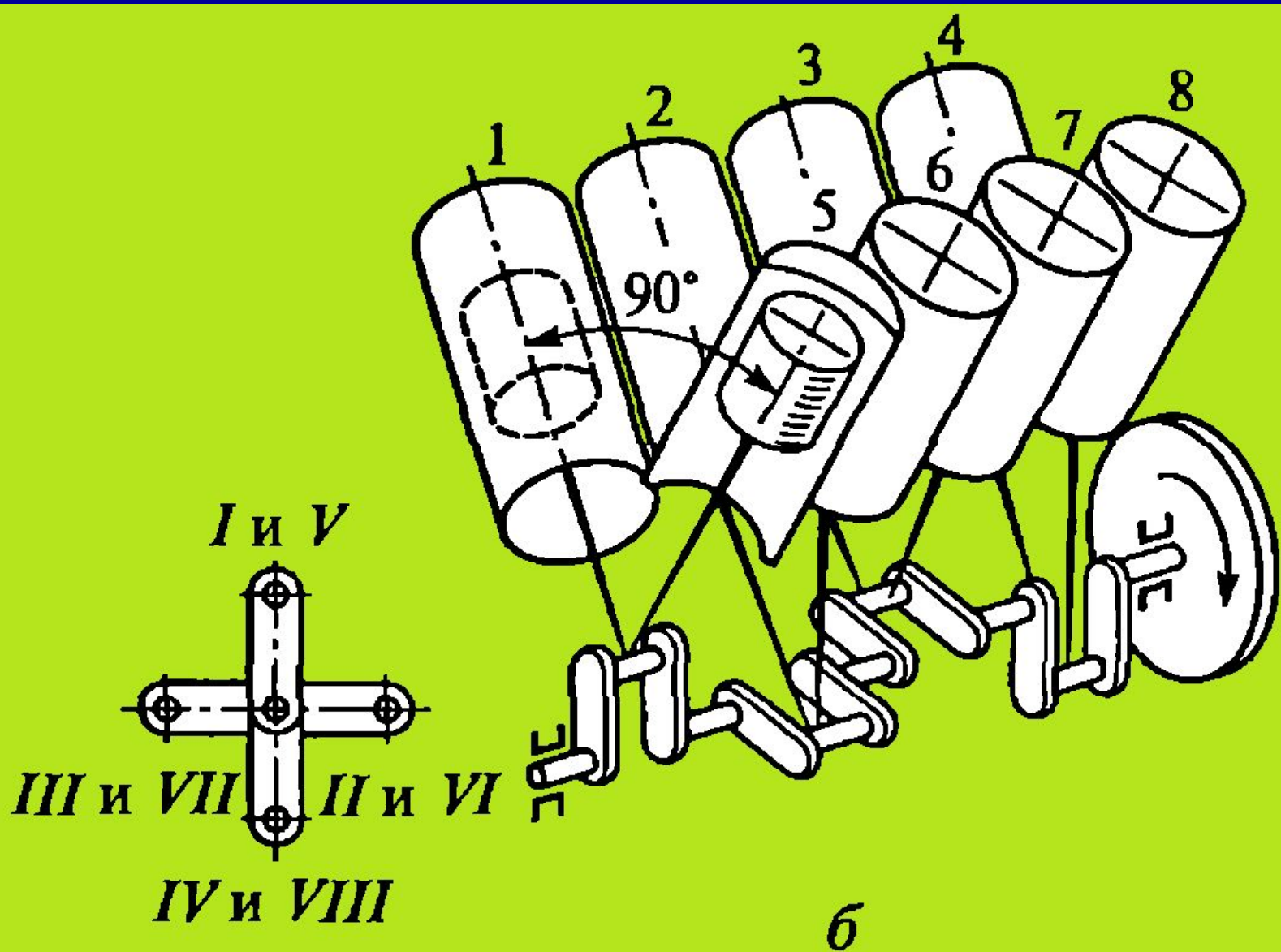


Рис.5.2,б. Схема кривошипно-шатунного механизма четырехтактного восьмицилиндрового V-образного двигателя.

К каждой шейке присоединено по два шатуна, по одному с каждого ряда цилиндров.

На первой шатунной шейке установлены шатуны первого и пятого цилиндров, на второй — второго и шестого, на третьей — третьего и седьмого и на четвертой — четвертого и восьмого цилиндров.

В восьмицилиндровом четырехтактном двигателе рабочий цикл совершается за два оборота коленчатого вала.

При этом во всех цилиндрах происходит по одному рабочему ходу. Перекрытие тактов составляет 90°

Благодаря такому перекрытию обеспечивается равномерное вращение коленчатого вала и масса маховика может быть уменьшена.

Работа двигателя происходит следующим порядком.

При движении поршня первого цилиндра от ВМТ к НМТ открывается впускной клапан и в цилиндр поступает горячая смесь.

Через 90° поворота коленчатого вала впуск горючей смеси начинается в пятом цилиндре, а затем через каждые 90° поворота коленчатого вала начинается такт впуска в четвертом, втором, шестом, третьем, седьмом и восьмом цилиндрах (табл. 5.5).

Последовательность чередования тактов в цилиндрах восьмицилиндрового двигателя

Обороты коленчатого вала	Угол поворота коленчатого вала, °	Номера цилиндров							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Первый	0...90	Впуск	Конец рабочего хода	Конец сжатия	Выпуск	Конец выпуска	Рабочий ход	Сжатие	Конец впуска
	90...180		Выпуск	Рабочий ход		Впуск			Сжатие
	180...270	Сжатие	Впуск	Выпуск	Сжатие	Рабочий ход	Выпуск	Рабочий ход	Рабочий ход
	270...360								Рабочий ход
Второй	360...450	Рабочий ход	Сжатие	Впуск	Сжатие	Рабочий ход	Впуск	Выпуск	Рабочий ход
	450...540								Выпуск
	540...630	Выпуск	Рабочий ход	Сжатие	Рабочий ход	Выпуск	Сжатие	Впуск	Выпуск
	630...720								Впуск

Видео

Четырёхтактный двигатель

<https://www.youtube.com/watch?v=ilZyCD-Q>

Ijg

Двигатель

внутреннего сгорания

[Смотреть](#)

Занятие 1.1.6. Кривошипно-шатунный механизм. Блок, головка цилиндров. Шатунно-поршневая группа

Изучить: Общие сведения о КШМ. Блок цилиндров и его детали, головки блока цилиндров

Блок цилиндров и его детали

7.1. Общие сведения

Кривошипно-шатунный механизм воспринимает силу взрыва горючих газов и превращает прямолинейное возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала.

Весь кривошипно-шатунный механизм (рис. 7.1) можно разделить на две большие группы:

- группу неподвижных деталей;
- группу подвижных деталей.

К группе неподвижных деталей относятся:

- блок цилиндров, отлитый за одно целое с верхним картером;
- поддон картера двигателя;
- головка блока цилиндров, между которыми находится уплотняющая прокладка;



Блок цилиндров

Группа некоторых неподвижных деталей кривошипно-шатунного механизма



Прокладка блока цилиндров



Головка блока цилиндров

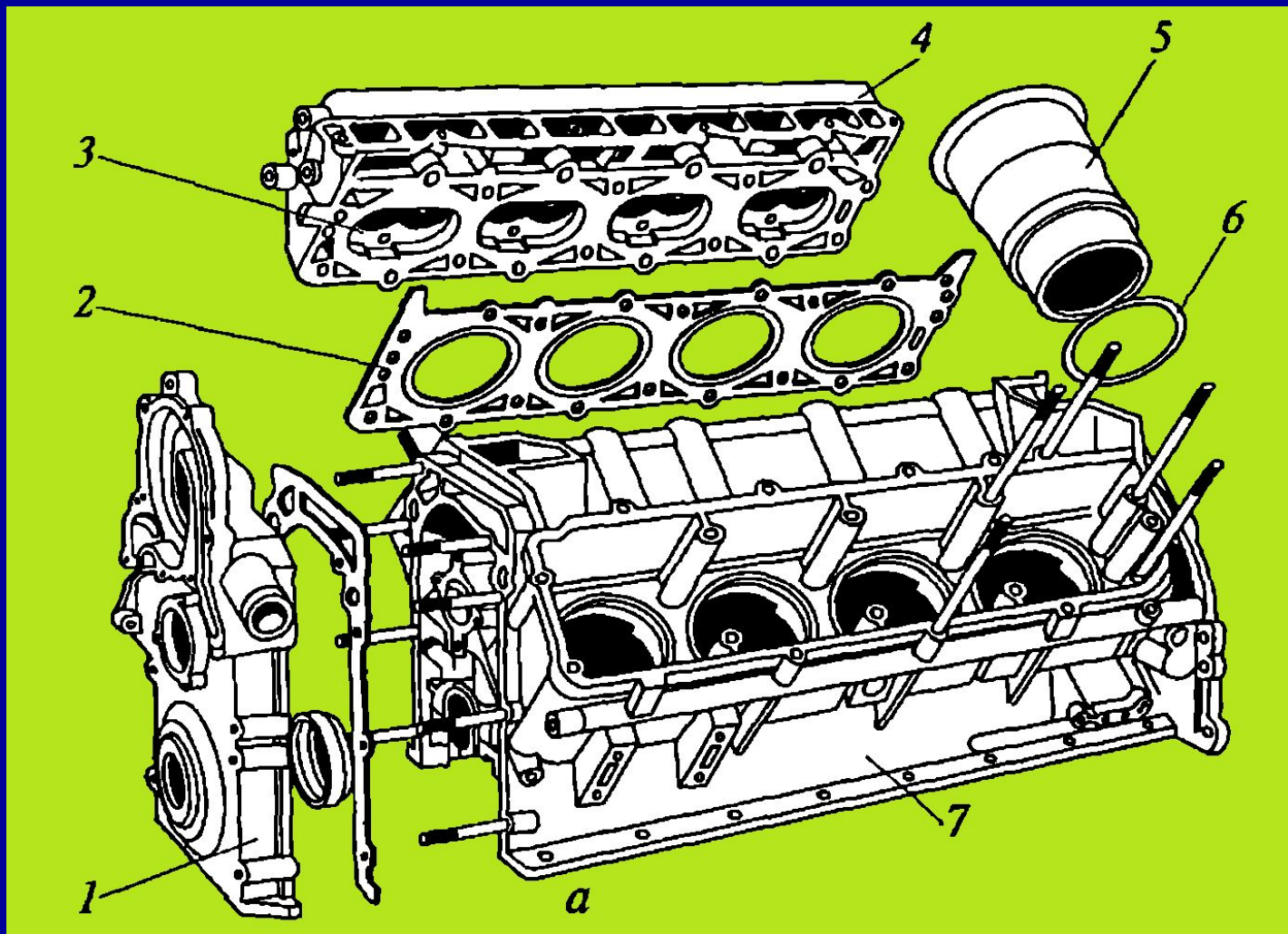


Рис. 7.1.а. Детали кривошипно-шатунного механизма V-образного карбюраторного двигателя;

- 1 — крышка блока распределительных зубчатых колес;
- 2 — прокладка головки блока цилиндров; 3 — камера сгорания;
- 4 — головка блока цилиндров; 5 — гильза цилиндра;
- 6 — уплотнительные кольца; 7 — блок цилиндров;

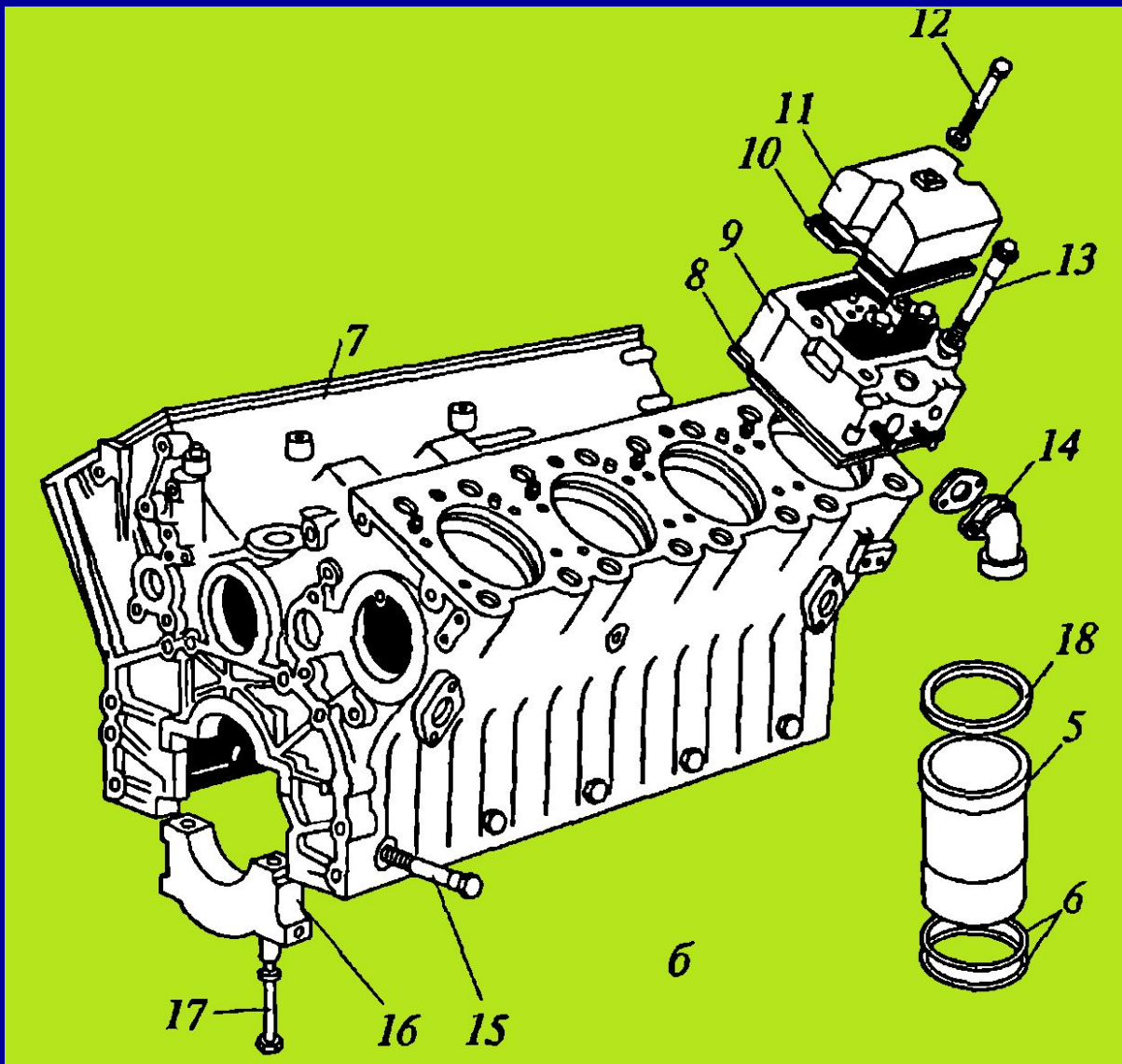


Рис. 7.1.б. Детали кривошипно-шатунного механизма V-образного дизеля;

- 6 — уплотнительные кольца;
- 7 — блок цилиндров;
- 8 — резиновая прокладка;
- 9 — головка цилиндра;
- 10 — прокладка крышки;
- 11 — крышка головки цилиндра;
- 12, 13 — болты крепления крышки и головки цилиндра;
- 14 — патрубок выпускного коллектора;
- 15 — болт-стяжка;
- 16 — крышка коренного подшипника;
- 17 — болт крепления крышки коренного подшипника;
- 18 — стальное опорное кольцо;

- крышка распределительных зубчатых колес.

Между поддоном картера, крышкой распределительных зубчатых колес и блоком цилиндров укладываются уплотнительные прокладки.

К группе подвижных деталей кривошипно-шатунного механизма относятся:

- коленчатый вал с подшипниками (вкладышами),
- шатуны с подшипниками (вкладыши для нижних головок и втулки для верхних головок),
- поршни,
- поршневые кольца,
- поршневые пальцы
- маховик.



Коленчатый вал с маховиком
Kolenchatty val s makhovikom



Шатуны



Поршни с кольцами и пальцами

Группа подвижных
деталей кривошипно-
шатунного механизма

7.2. Блок цилиндров

Блок цилиндров является базовой деталью двигателей.

На нем крепят и устанавливают все основные детали, а также механизмы и приборы различных систем двигателя.

Блоки цилиндров двигателей составляют одно целое с верхним картером.

Блоки цилиндров могут изготавливаться из легированных серых чугунов или из алюминиевого сплава.

Блоки цилиндров, отлитые из алюминиевого сплава, имеют вставные гильзы цилиндров. Гильзы цилиндров могут быть мокрыми и сухими.

Гильза называется мокрой, если она непосредственно омывается охлаждающей жидкостью.

Сухие гильзы контакта с охлаждающей жидкостью не имеют.

Блоки цилиндров V-образных двигателей имеют сложное устройство. К примеру, блок цилиндров двигателя ЯМЗ-740, отлитый из специального чугуна с высокими механическими свойствами, внутри разделен на четыре отсека, в каждом из которых располагается по одному цилиндру из левого и правого рядов. Перегородки снабжены специальными силовыми ребрами и вместе с боковыми стенками картера и цилиндровой частью блока создают жесткую конструкцию.

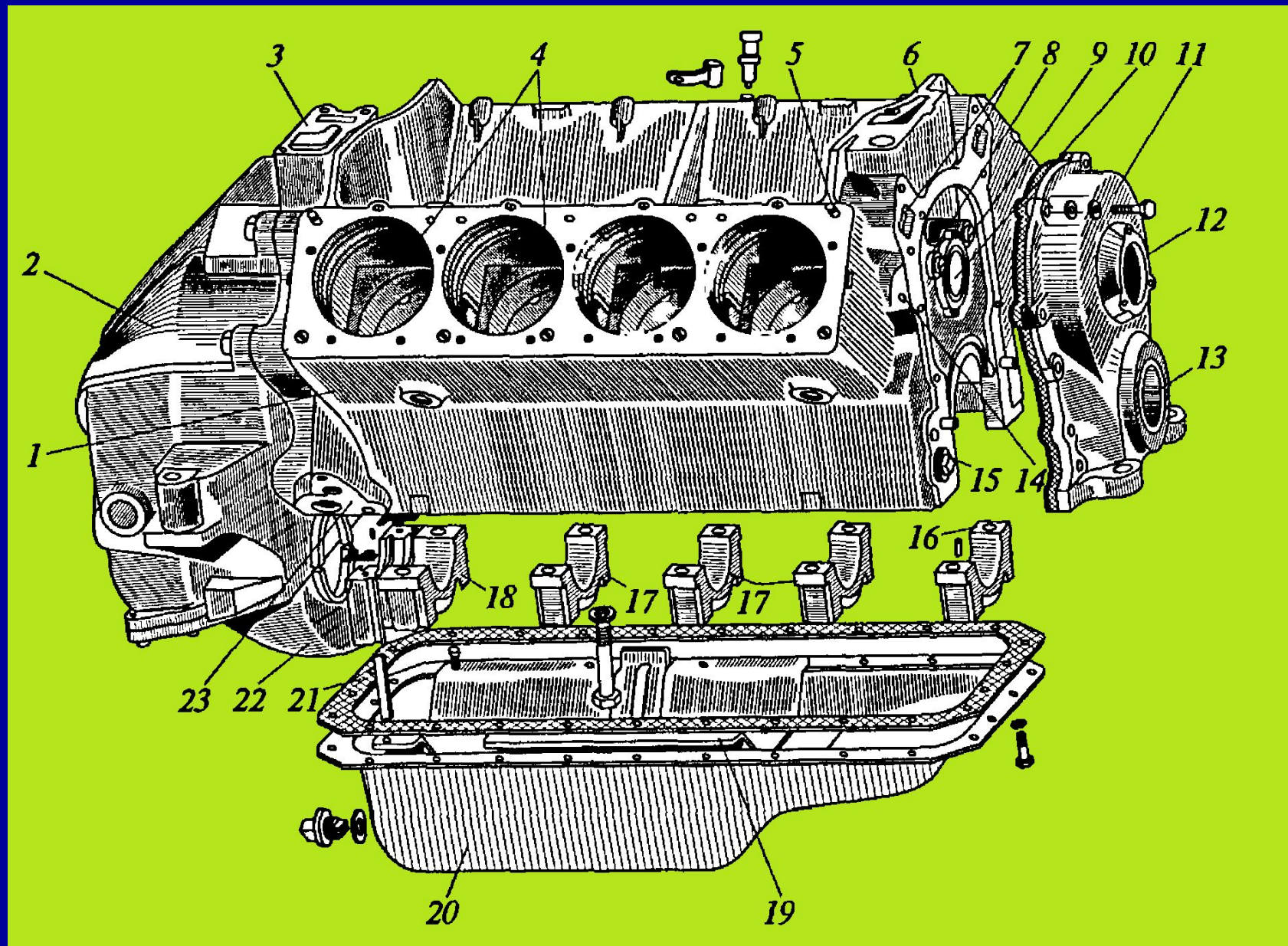


Рис. 7.2. Блок цилиндров двигателя и его детали:

На рис. 7.2. обозначены:

- 1 — блок цилиндров;
- 2 — картер сцепления;
- 3 — площадка для установки корпуса масляных фильтров с каналами подачи и слива масла;
- 4 — отверстия в блоке для установки гильз цилиндров;
- 5 — установочный штифт головки цилиндров;
- 6 — площадка для установки передней части впускного трубопровода с фильтром вентиляции картера и отверстием для заливки масла в картер;
- 7 — каналы для подачи охлаждающей жидкости от водяного насоса в блок цилиндров;
- 8 — правый магистральный канал для подачи масла к правому ряду толкателей и компрессору;
- 9 — левый магистральный канал для подачи масла к коренным подшипникам коленчатого вала и к левому ряду толкателей;
- 10 — отверстие для установки распределительного вала;

- 11 — крышка распределительных шестерен;
- 12 — фланец для крепления центробежного датчика ограничителя числа оборотов коленчатого вала;
- 13 — отверстие для выхода носка коленчатого вала;
- 14 — отверстие для подачи масла к компрессору;
- 15 — пробка отверстия для слива масла из компрессора;
- 16 — крышка переднего коренного подшипника коленчатого вала;
- 17 — крышка среднего коренного подшипника коленчатого вала;
- 18 — крышка заднего коренного подшипника коленчатого вала;
- 19 — перегородка (лоток) поддона картера;
- 20 — поддон картера двигателя;
- 21 — прокладка;
- 22 — нижняя крышка картера сцепления;
- 23 — площадка для крепления масляного насоса

В развале между цилиндрами у V-образных двигателей находится впускной трубопровод (рис. 7.3).

Для правильной установки гильз цилиндров в нижней части блока цилиндров выполнены специальные гнезда, а на гильзах имеются установочные буртики.

В перегородках и стенках картера выполнены арки, которые являются верхними постелями для коренных подшипников (вкладышей) коленчатого вала.

Крышки коренных подшипников съемные и крепятся к аркам с помощью болтов.

Вдоль картера выполнены главные масляные магистрали.

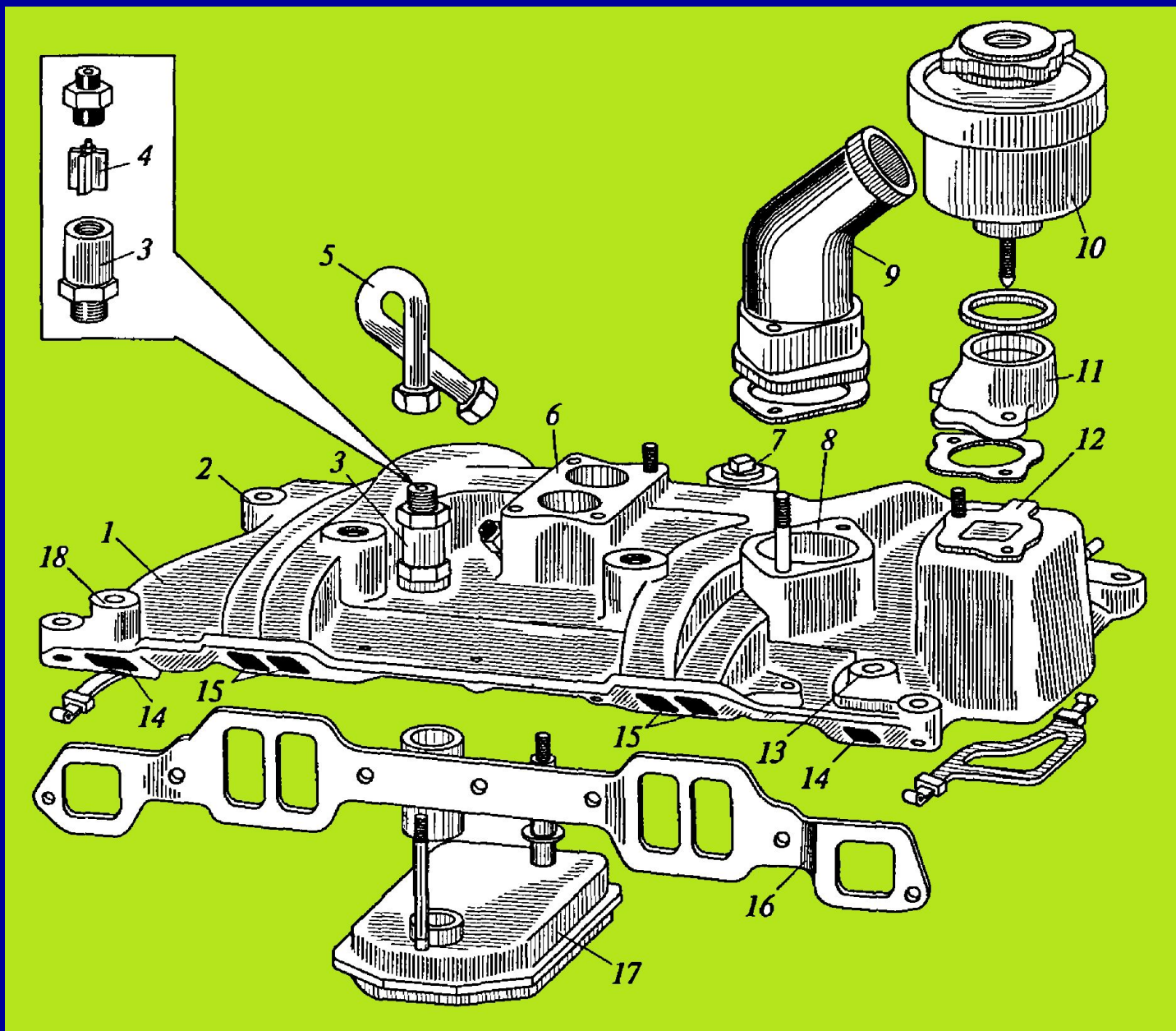


Рис. 7.3. Впускной трубопровод V-образного двигателя:

Рис. 7.3. Впускной трубопровод V-образного двигателя:

- 1 — впускной трубопровод;
- 2 — отверстие для установки датчика указателя температуры воды;
- 3 — корпус клапана вентиляции картера;
- 4 — клапан вентиляции картера;
- 5 — труба вентиляции картера;
- 6 — площадка для крепления карбюратора;
- 7 — отверстие для подключения к системе стационарного отопителя;
- 8 — фланец для выпускного патрубка системы охлаждения;
- 9 — выпускной патрубок системы охлаждения;
- 10 — фильтр системы вентиляции картера;
- 11 — маслоналивной патрубок вентиляции картера;

- 12— площадка для крепления маслоналивного патрубка;
- 13 — отверстие для присоединения трубки подачи охлаждающей жидкости в компрессор;
- 14 — канал подачи нагретой охлаждающей жидкости во впускной трубопровод;
- 15 — каналы подачи горючей смеси в цилиндры;
- 16 — прокладка впускной трубы;
- 17 — маслоуловитель системы вентиляции картера;
- 18 — отверстие для крепления крана отопителя кабины

Для подвода масла к коренным подшипникам коленчатого вала, опорным шейкам распределительного вала и деталям клапанного механизма в перегородках и стенках картера просверлены каналы.

По всей высоте цилиндров сделаны протоки для охлаждающей жидкости, благодаря чему обеспечивается отвод тепла от цилиндров, поршней и поршневых колец, снижается температура моторного масла и уменьшается опасность деформации блока от неравномерного нагрева.

Для подвода охлаждающей жидкости в рубашку охлаждения головок блока имеются специальные отверстия, уплотняемые прокладками головок блока.

В двигателях с распределительным валом, расположенным внутри картера, имеются также полости для прохода штанг толкателей.

В двигателях с V-образным расположением цилиндров один из рядов смещен вперед относительно другого, что необходимо для установки двух шатунов на общую шатунную шейку коленчатого вала.

Снизу картер закрыт поддоном, который одновременно является резервуаром для запаса моторного масла. Внизу поддона выполнено отверстие для слива масла, закрываемое пробкой.

Между поддоном и картером установлена прокладка.

В поддоне имеются перегородки для уменьшения плескания масла.

7.3. Гильзы цилиндров

Гильзы цилиндров работают в очень тяжелых условиях.

Особенно это относится к их верхней внутренней части, недостаточно смазываемой, поскольку сюда масло не пропускается поршневыми кольцами.

Во время рабочего хода в верхней части цилиндра сгорает рабочая смесь и температура повышается до 2000... 2500 °С.

Горение сопровождается выделением продуктов окисления: оксидов углерода и азота, углекислого и сернистого газов, паров воды и других веществ.

Пары воды, попадая на незащищенную поверхность, вызывают коррозию. Кроме того, конденсат воды растворяет продукты окисления (диоксиды) с образованием кислоты, что способствует еще большей коррозии стенок цилиндров.



Гильзы цилиндров



В верхней части цилиндра наблюдаются резкие перепады давления.

При такте впуска давление там ниже атмосферного, в начале рабочего хода оно может достигать 3...4 МПа (30...40 кгс/см²), а при детонации рабочей смеси — 10... 15 МПа (100... 150 кгс/см²).

Таковыми же значительными являются перепады температур. При такте впуска внутренняя поверхность цилиндра обдувается холодным воздухом температурой 40... 80 °С, однако через короткий промежуток времени температура может возрасти до 2000...2500°С.

Все это приводит к нарушению структуры металла и увеличению износа.

Хотя воздух, поступающий в цилиндры, предварительно фильтруется, незначительное количество пыли может проникать внутрь цилиндров. Там пыль смешивается с маслом, превращаясь в абразивную массу, вызывающую интенсивный износ цилиндров, особенно их верхней части.

Для уменьшения износа необходимо тщательно фильтровать воздух, следить за герметизацией впускного тракта, применять чистые масло и бензин, не допускать работу двигателя с перегревом или переохлаждением.

Все это предохраняет зеркало цилиндров от преждевременного износа.

Гильзы цилиндров отливают из специального чугуна с перлитной структурой.

Рабочая поверхность гильзы проходит закалку токами высокой частоты, тщательно шлифуется и полируется.

Двигатели, имеющие цилиндры, изготовленные в виде сменных мокрых гильз, проще ремонтировать и эксплуатировать.

Цилиндры, отлитые как единое целое с блоком, ремонтировать сложнее, так как при выходе из строя одного цилиндра (например, в случае задира зеркала цилиндра) приходится растачивать и шлифовать все цилиндры.

Занятие №8 (2 часа)
Головки блока цилиндров

8.1. Общая конструкция головок цилиндров.

Головки блока цилиндров закрывают цилиндры, являясь их крышками.

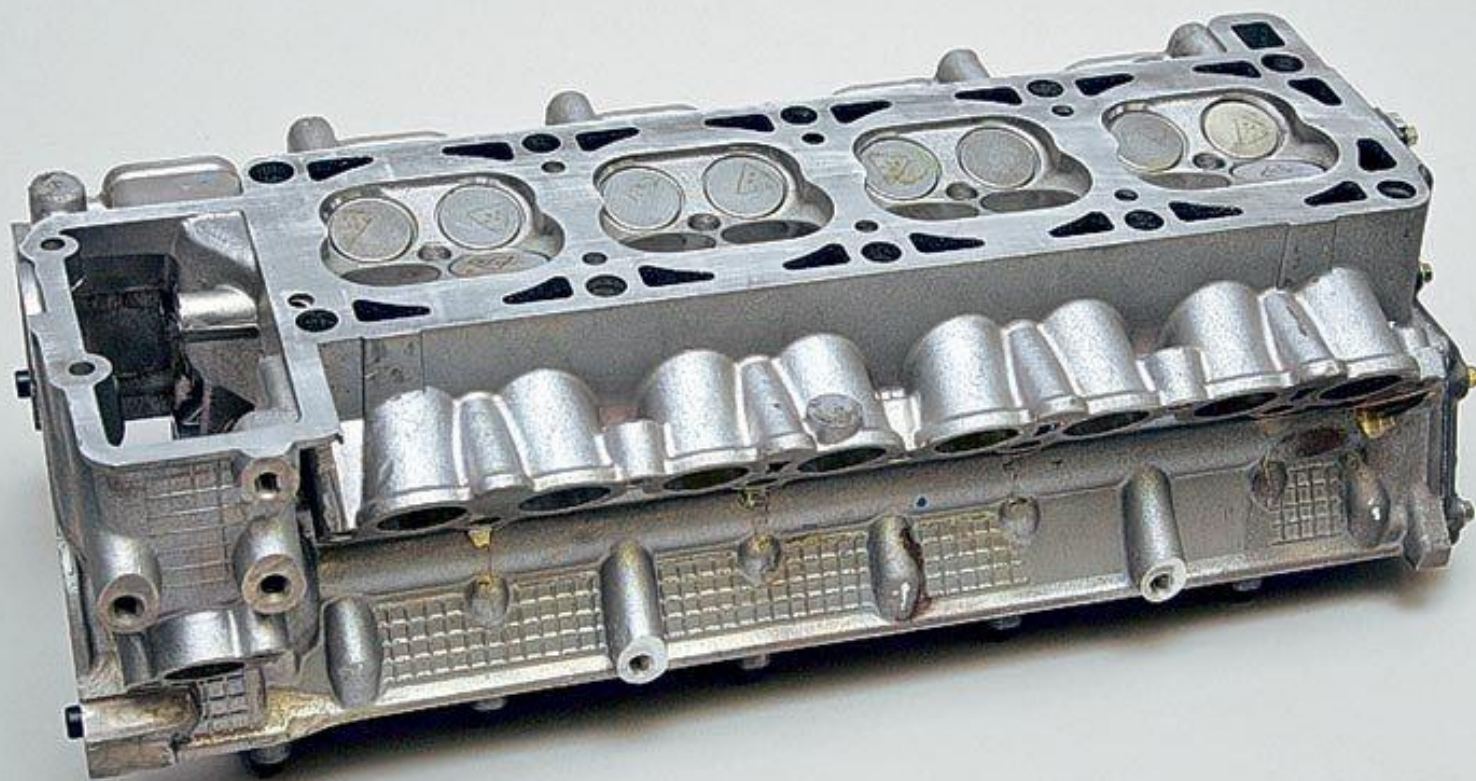
Они могут отливаться из легированного чугуна или алюминиевого сплава. Головки выполняют общими для целого ряда цилиндров у рядных и V-образных двигателей. У некоторых двигателей головки делаются раздельными на каждый цилиндр.

Головки цилиндров на каждый цилиндр лучше отводят тепло, но у них усложнено устройство привода клапанов, затруднена герметизация соединений впускных и выпускных труб.

Каждая головка закрывается отдельно литой алюминиевой крышкой, под которой установлена уплотнительная прокладка из маслостойкой резины с пробковой крошкой.



Головка блока цилиндров



За рулем

Алюминиевая головка блока цилиндров (вид снизу)



Головка блока цилиндра к двигателям автомобиля КамАЗ



Головка закрывается крышкой, под которой установлена уплотнительная прокладка из маслостойкой резины с пробковой крошкой

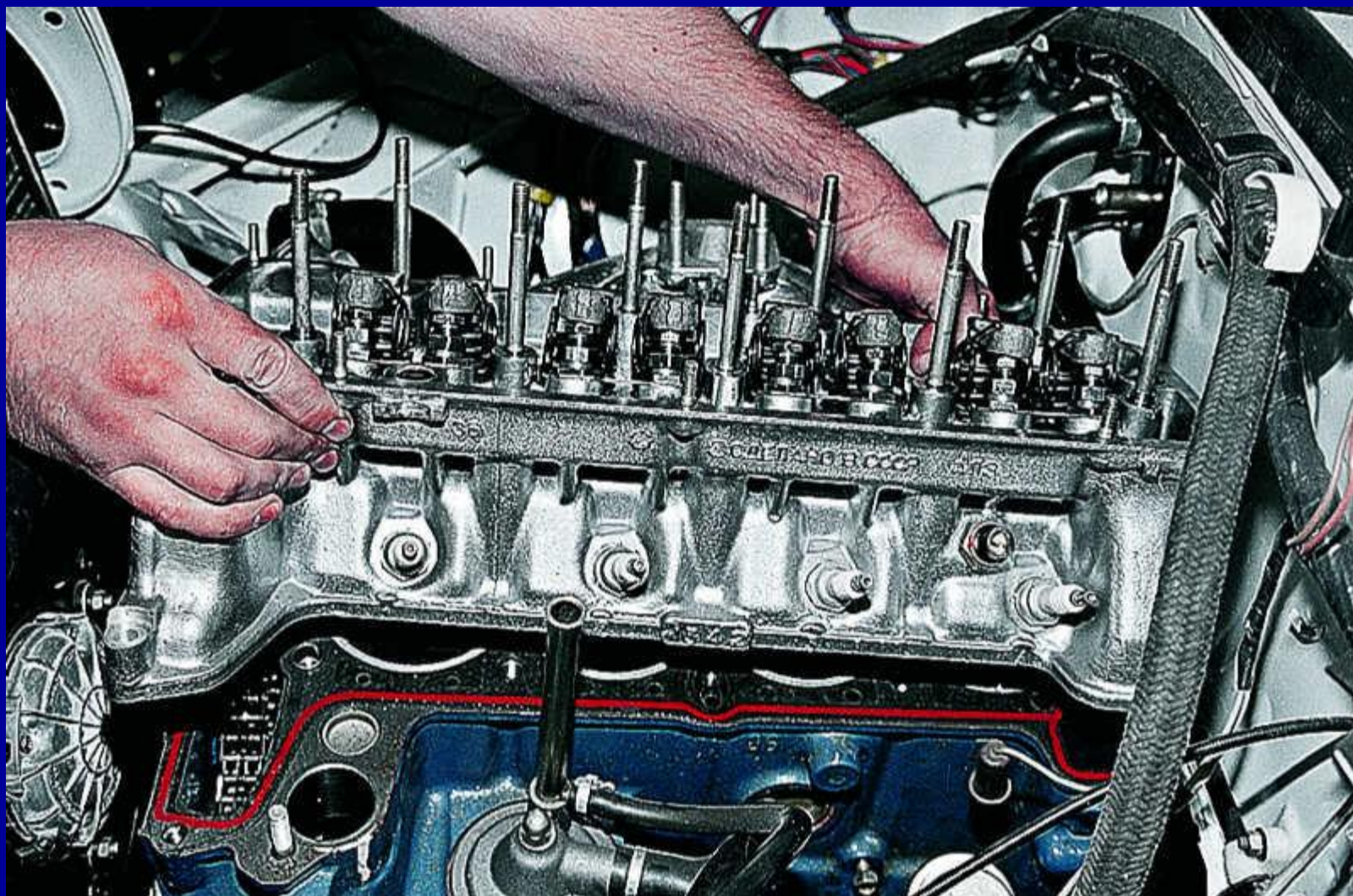
На нижней привалочной плоскости головки проточена кольцевая канавка, в которой запрессовано стальное кольцо.

При креплении головки это кольцо вжимается в прокладку, деформируя ее, и этим создавая надежный газовый стык.

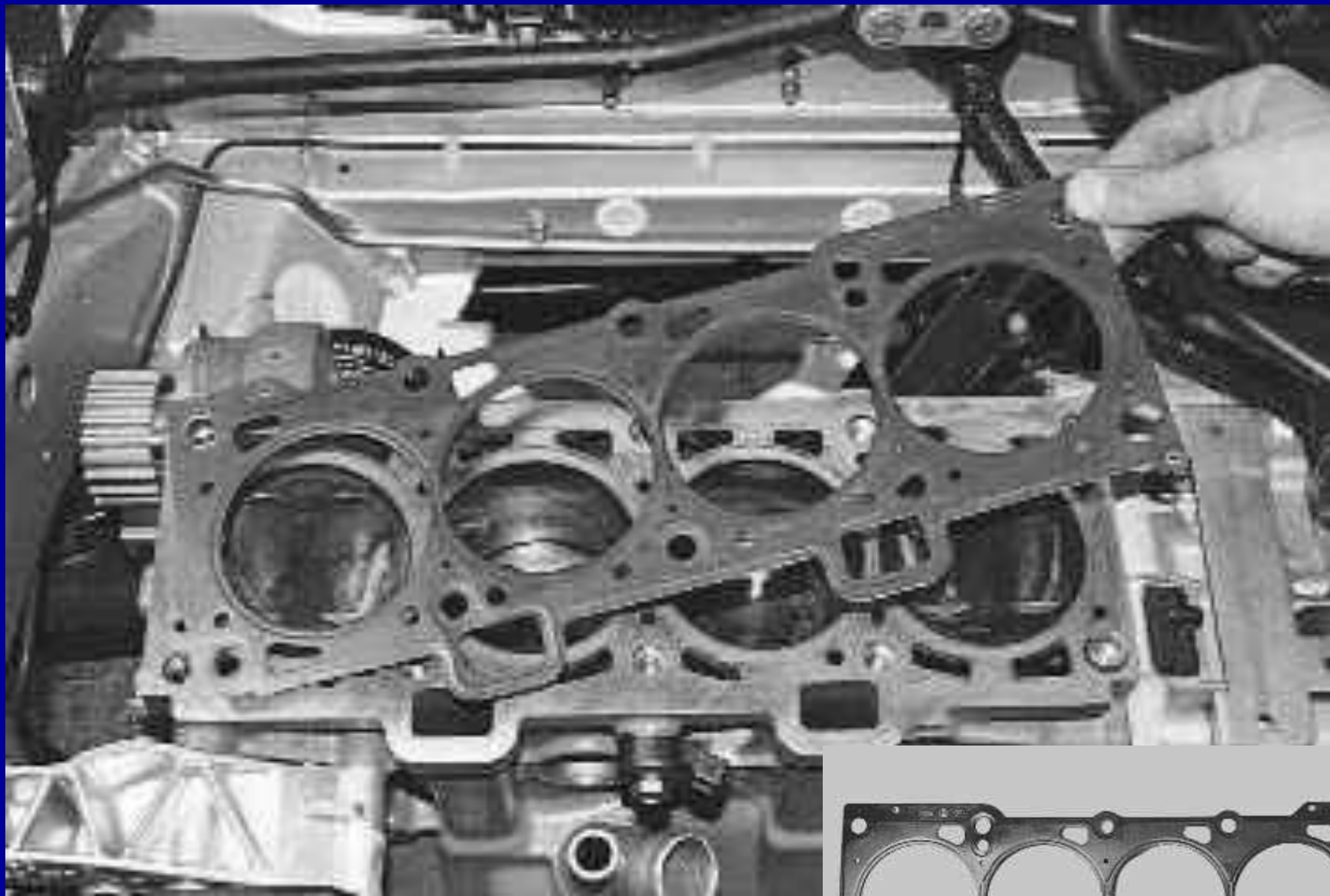
Отверстие для прохода масла и охлаждающей жидкости из блока цилиндров в головку, а также головка по контуру уплотнены специальной резиновой прокладкой.

Самую простую конструкцию имеют головки цилиндров двигателей с нижним расположением клапанов.

Эти головки имеют рубашки охлаждения, кроме того, в них находятся камеры сгорания и отверстия для установки свечей зажигания.



Снятие головки блока цилиндров для замены прокладки.



Прокладка головки блока цилиндров



Несколько более сложную конструкцию имеют головки, выполненные для всего ряда цилиндров.

Кроме камер сгорания они имеют каналы для подвода горючей смеси и отвода отработавших газов, гнезда впускных и выпускных клапанов.

Они изготавливаются из чугуна и запрессовываются в тело головки.

Кроме того, в них выполнены гнезда для установки свечей зажигания или форсунок, запрессованы направляющие втулки клапанов и установлены оси коромысел для открытия клапанов.

В головке блока имеются водяные рубашки, отверстия для прохода штанг, каналы для подвода масла и каналы для сообщения рубашки охлаждения головки блока с рубашкой охлаждения блока цилиндров.

Головки цилиндров из алюминиевого сплава улучшают отвод теплоты и дают возможность повысить степень сжатия на 0,2...0,3 единицы без опасности появления детонации рабочей смеси.

8.2. Форма камеры сгорания.

Конструкция головки блока цилиндров во многом зависит от формы камеры сгорания и расположения клапанов.

Форма камеры сгорания оказывает большое влияние на характер протекания рабочего процесса, а именно, смесеобразование, сгорание рабочей смеси, степень сжатия в двигателе. Форма камеры сгорания и место ее выполнения зависят от топлива, на котором работают двигатели.

- У карбюраторных двигателей камеры сгорания выполняются, как правило, в головке блока, у дизелей — в головке поршня.
- У некоторых карбюраторных двигателей в днищах поршней выполняются углубления для увеличения объема камер сгорания.
- Наибольшее распространение в карбюраторных двигателях получили камеры сгорания полусферические (рис. 8.1, схема II) и клиновые (схема III).
- При нижнем расположении клапанов камеры сгорания имеют Г-образную форму (схема IV).
- На дизелях применяются неразделенные камеры сгорания (схемы V и VI) и разделенные (схемы VII и VIII).

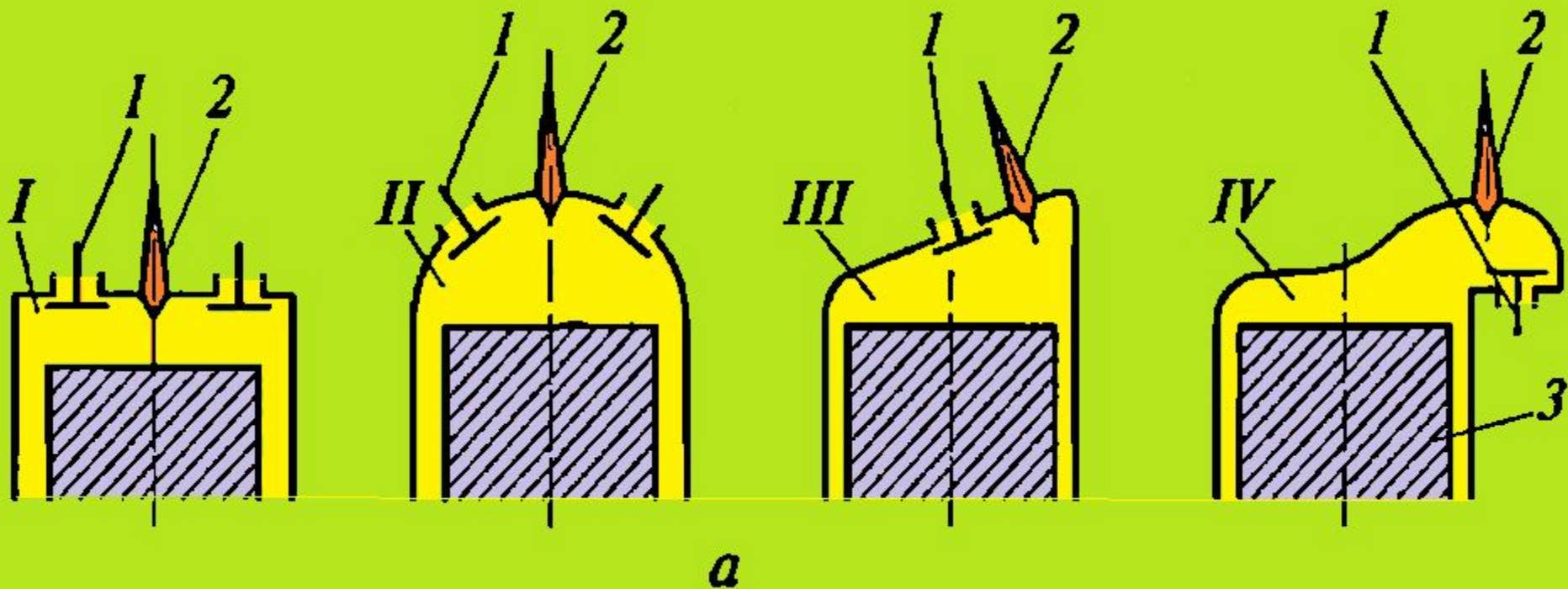


Рис. 8.1.а. Формы камеры сгорания карбюраторных двигателей;
 / — цилиндрическая; // — полусферическая; /// — клиновая; IV— смещенная.
 1 — клапан; 2 — свеча зажигания; 3 — поршень;

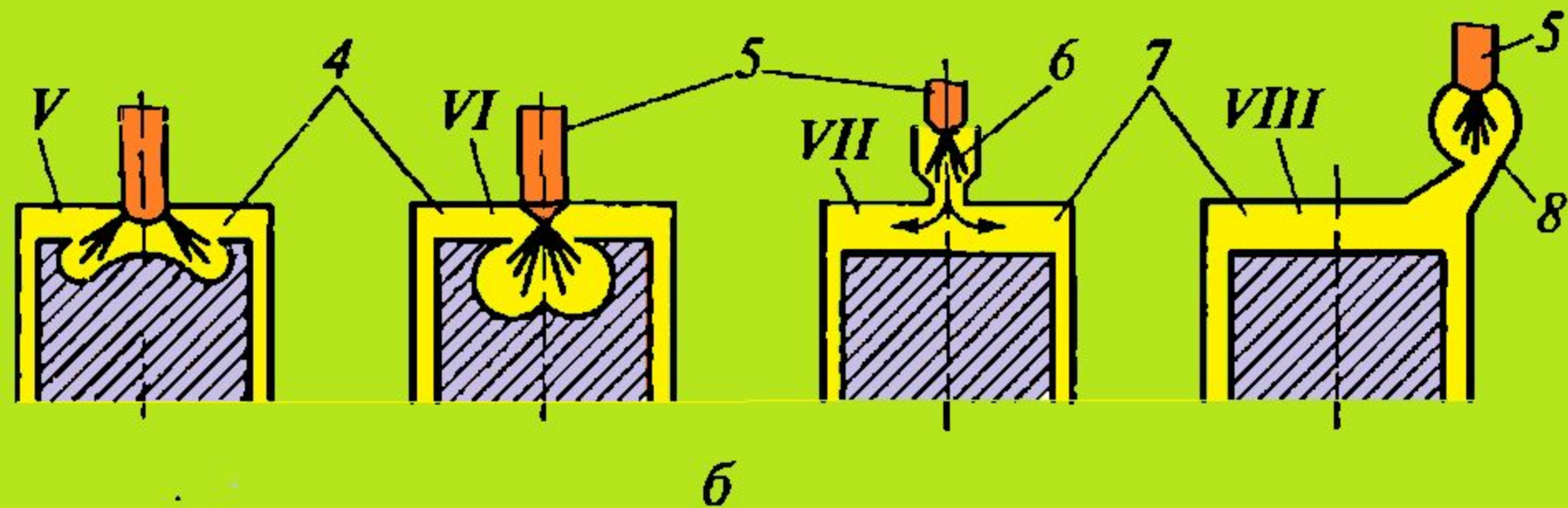


Рис. 8.1.б. Формы камеры сгорания дизелей;
 V, VI — неразделенные; VII, VIII — разделенные;
 4 — камера сгорания; 5 — форсунка; 6 — предкамера; 7 — основная камера;
 8 — вихревая камера

Неразделенные камеры сгорания выполняются в головке поршня.

Им придается форма, обеспечивающая завихрение впрыскиваемого топлива, что необходимо для ускорения распыления и испарения, а следовательно, более полного сгорания топлива.

В камеру сгорания включается также объем, заключенный между днищем поршня и нижней плоскостью головки блока при нахождении поршня в верхней мертвой точке.

Разделенные камеры сгорания имеют сложное устройство.

Форсунки 5 в них устанавливаются в предкамере 6 или в вихревой камере 8.

Впрыск и воспламенение топлива происходит в предкамере или вихревой камере, из которых в виде горящего факела оно подается в основную камеру сгорания 7.

Такое устройство камер сгорания обеспечивает более полное сгорание топлива, но усложняет конструкцию головки.

При расположении распределительных валов на головке блока для них выполняются пять опор под шейки.

Опоры выполняются разъемными.

Верхняя половина находится в корпусах подшипников.

Отверстия в опорах обрабатывают в сборе с корпусами подшипников, поэтому они невзаимозаменяемы.

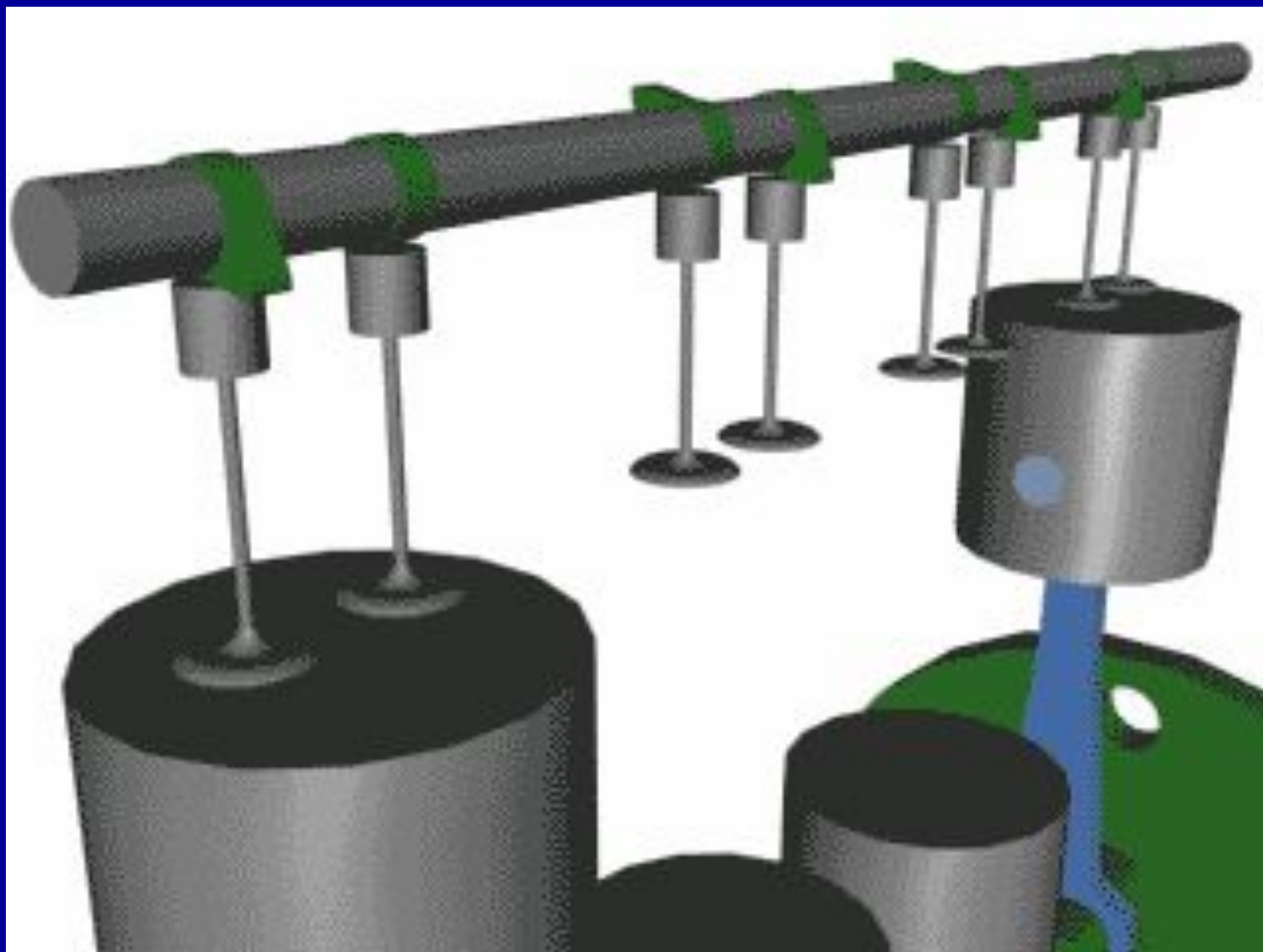
8.3. Расположение клапанов.

Гнезда для клапанов располагаются в два ряда относительно продольной оси двигателя.

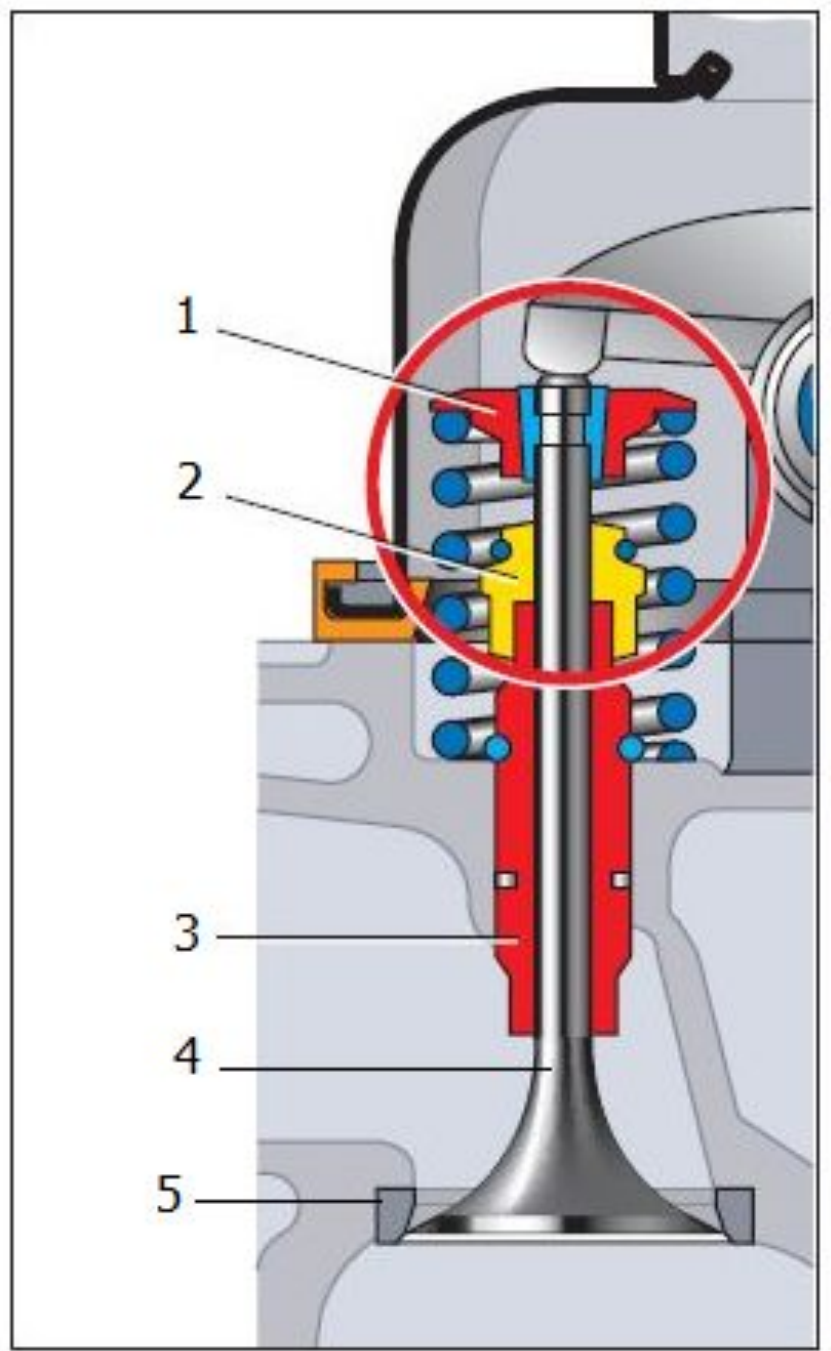
Каждый цилиндр имеет по два гнезда для впускных клапанов и по два — для выпускных.

Седла для клапанов вставные. Изготавливаются они из жаропрочного чугуна высокой твердости.

Для запрессовки седел головки нагревают до температуры 160 ...175 °С, а седла охлаждают до — 40...— 45 °С. В таком состоянии седла свободно вставляются в гнезда, а после уравнивания температур обеспечивается надежная посадка седла в гнездо. Затем металл головки при помощи специальной оправки дополнительно обжимается вокруг седла.



Работа клапанов

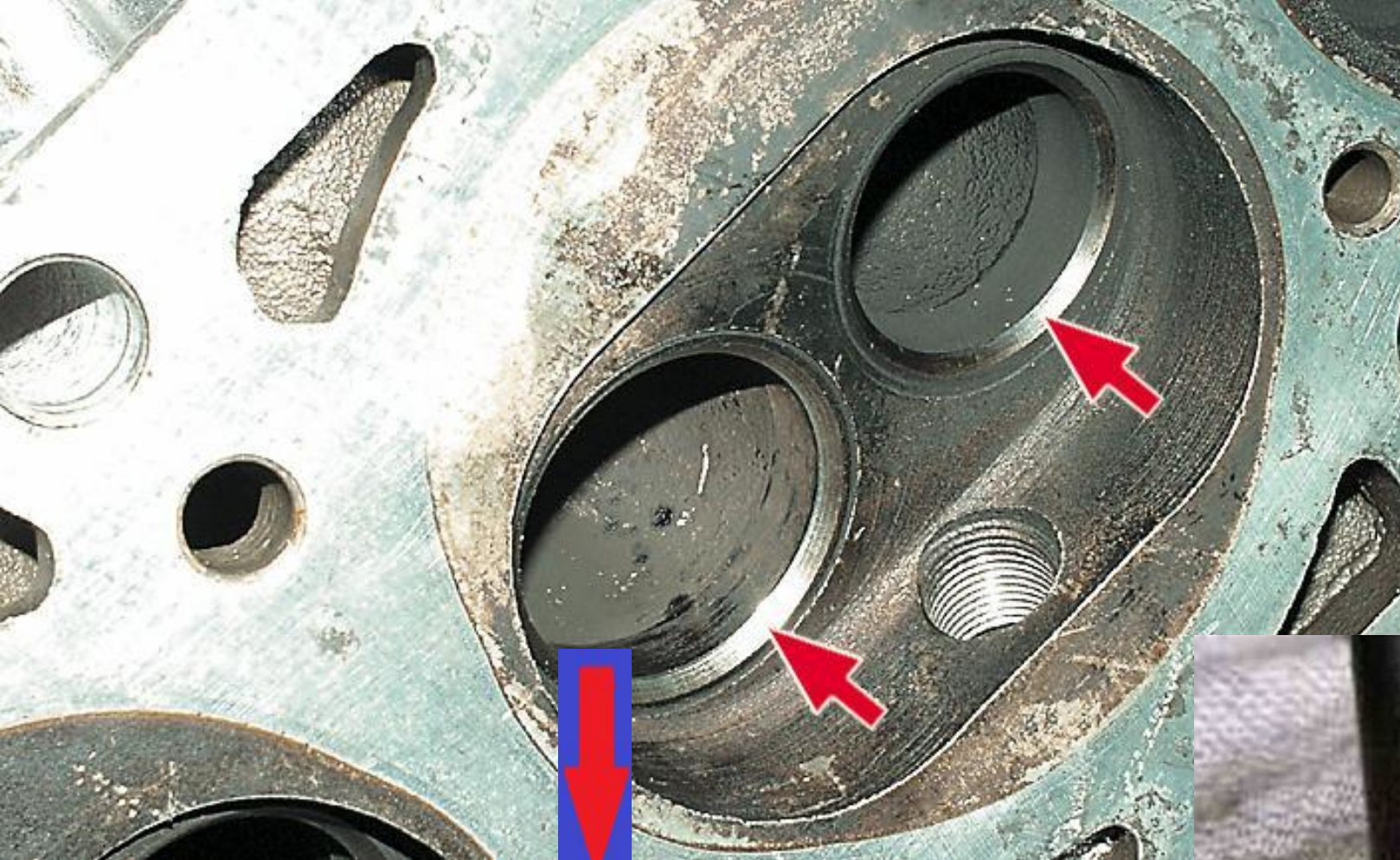


Клапанный механизм

- 1 – тарелка пружины клапана;
- 2 – маслоотражательный колпачок;
- 3 – направляющая втулка клапана;
- 4 – клапан
- 5 – седло клапана



Впускные и выпускные клапаны цилиндра.



Гнезда для клапанов



Седло и клапан



Втулки клапанов изготавливаются из чугуна и вставляются в головку с натягом. Фаски в седлах и отверстия во втулках обрабатывают в сборе с головкой.

Свечи зажигания устанавливаются в центре камер сгорания.

Для уплотнения головки и блока между ними ставится прокладка из асбестового полотна, армированного металлическим каркасом и покрытого графитом. Все отверстия в прокладке также окантованы металлом.

Сверху головки выполнены два ряда гнезд под опорные шейки впускного и выпускного распределительных валов.

Крышки гнезд изготавливаются из алюминия, отдельно на каждое гнездо, кроме первой.

Крышка для передних опорных шеек распределительных валов является общей и снабжена пластмассовыми упорными фланцами, удерживающими распределительные валы от осевого перемещения.

Крышки опор растачиваются в сборе с головкой и невзаимозаменяемы.

На бобышках крышек для впускного распределительного вала выбиваются номера «1», «2», «3» и «4», на крышках опор выпускного распределительного вала соответственно номера «5», «6», «7» и «8». Отсчет начинается от общей крышки для опор передних шеек.

Правильное положение головок на блоке цилиндров обеспечивается двумя установочными штифтами — втулками, запрессованными в блок.

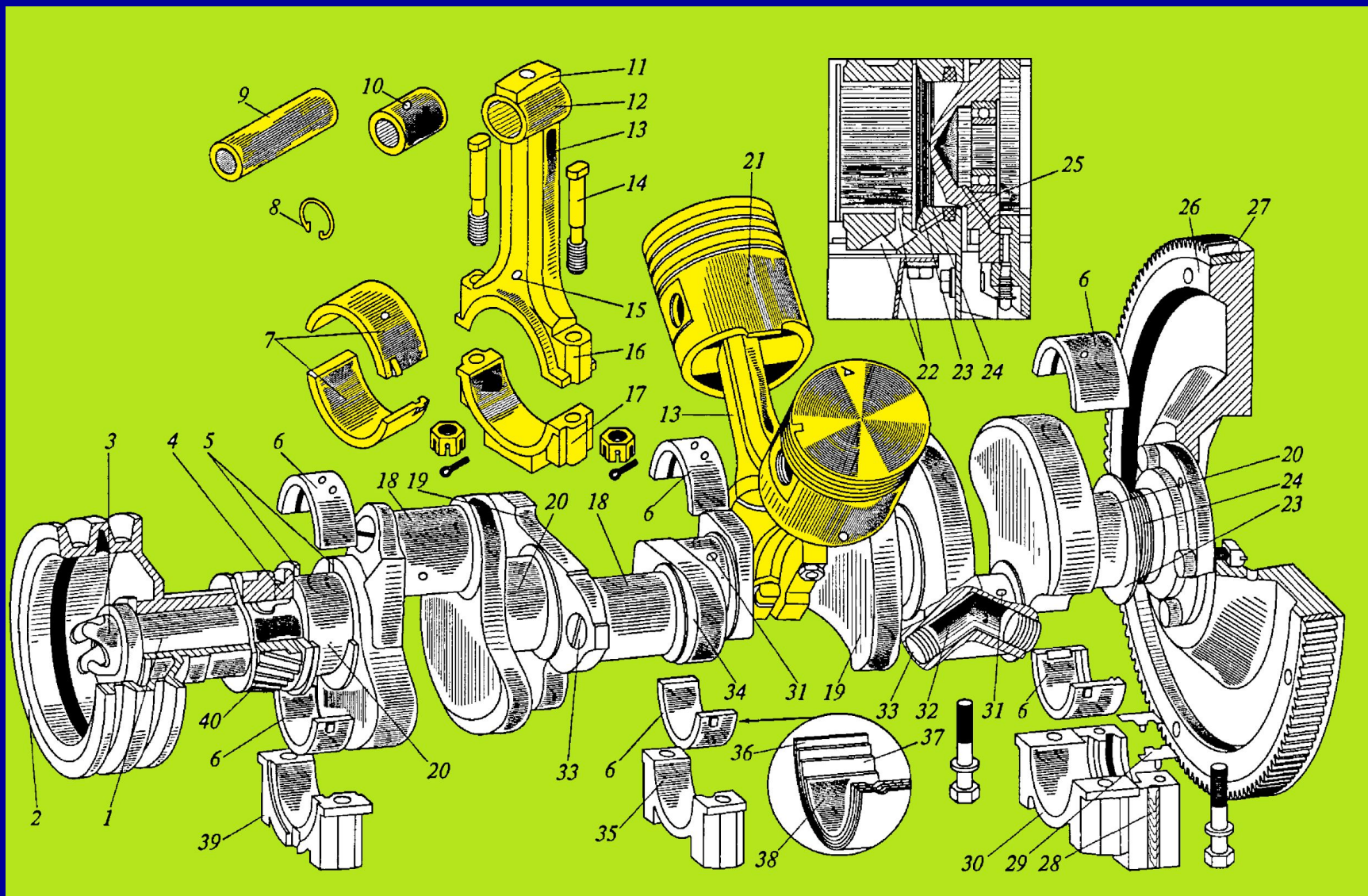
Занятие №10 (2 часа)
Шатунно-поршневая группа.
Поршни и кольца

10.1. Поршень. Основные сведения.

Поршень предназначен для восприятия силы взрыва газов при рабочем ходе и для производства вспомогательных тактов — впуска, сжатия и выпуска отработавших газов.

Условия работы поршня характеризуются большими механическими и тепловыми нагрузками, а именно высокими значениями температуры (до 2500 °С), давления до 10 МПа (100 кгс/см²) и скоростей (скорость движения поршня достигает 15... 20 м/с).

Неравномерное движение поршня, когда в средней части длины цилиндра он движется с максимальной скоростью, а к мертвым точкам замедляет движение и останавливается, приводит к возникновению существенных сил инерции.



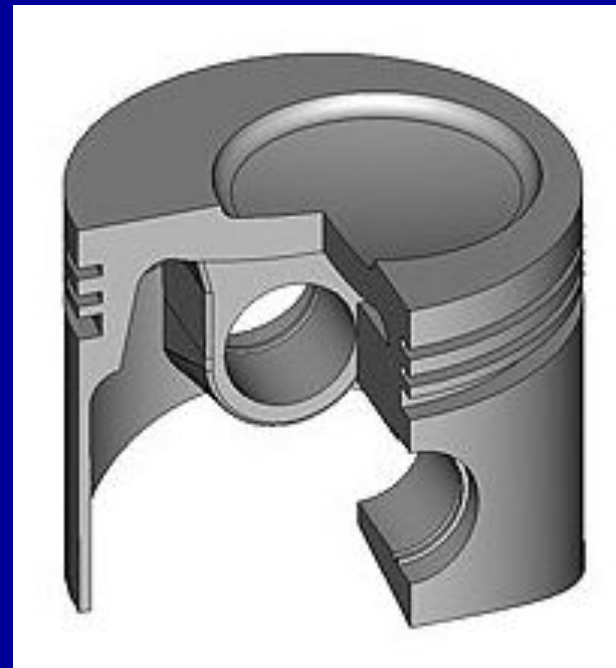
Детали шатунной группы и коленчатого вала:

Детали шатунной группы и коленчатого вала:

- 1 — носок коленчатого вала;
- 2 — шкив;
- 3 — храповик;
- 4 — распорно-упорная шайба;
- 5 — биметаллические упорные шайбы переднего коренного подшипника;
- 6 — вкладыш коренного подшипника;
- 7 — вкладыш шатунного подшипника;
- 8 — стопорное кольцо;
- 9 — поршневой палец;
- 10 — втулка;
- 11 — отверстие для смазки поршневого пальца;
- 12 — верхняя головка шатуна;
- 13 — шатун;
- 14 — болт крышки шатуна;

- 15 — бобышка шатуна;
- 16 — нижняя головка шатуна;
- 17 — крышка шатуна;
- 18 — шатунная шейка;
- 19 — противовес щеки;
- 20 — коренная шейка;
- 21 — поршень;
- 22 — дренажные канавки для слива масла;
- 23 — маслосбрасывающий гребень задней коренной шейки;
- 24 — маслоотгонные спиральные витки;
- 25 — сальник заднего коренного подшипника;
- 26 — маховик;
- 27 — зубчатый венец;
- 28 — деревянный боковой уплотнитель;
- 29 — резиновая уплотнительная прокладка;
- 30 — крышка заднего коренного подшипника;

- 31 — канал для смазки шатунного подшипника;
- 32 — центробежная ловушка для очистки масла;
- 33 — пробка ловушки;
- 34 — щека;
- 35 — крышка среднего коренного подшипника; 3
- 6 — вкладыш;
- 37 — медно-никелевый подслой;
- 38 — антифрикционный сплав;
- 39 — крышка переднего коренного подшипника;
- 40 — шестерня



Поршни

Трение поршня о зеркало цилиндра вызывает механический износ, а воздействие на него при рабочем ходе высоких температур приводит к эрозионному и коррозионному износу.

Поэтому материал поршня должен обладать:

- высокой механической прочностью и устойчивостью при работе в условиях высоких температур;
- высокими антифрикционными свойствами;
- отличной теплопроводностью;
- низким коэффициентом линейного расширения;
- коррозионной стойкостью.

Наиболее подходящими металлами для удовлетворения таким условиям работы являются алюминиевые сплавы АК-4, АЛ-4, -25, -30 и др.

К недостаткам поршней из алюминиевых сплавов можно отнести большой коэффициент линейного расширения и ухудшение механических качеств с увеличением температуры.

10.2. Конструкция поршня

Основными частями поршня 1 являются головка с днищем 10 и направляющая часть боковой стенки поршня, именуемая юбкой 13 (рис. 10.1).

На внутренней части головки поршня имеются ребра жесткости 8. Для соединения поршня с шатуном служат бобышки 3 с кольцевыми канавками 2 для установки стопорных колец поршневого пальца.

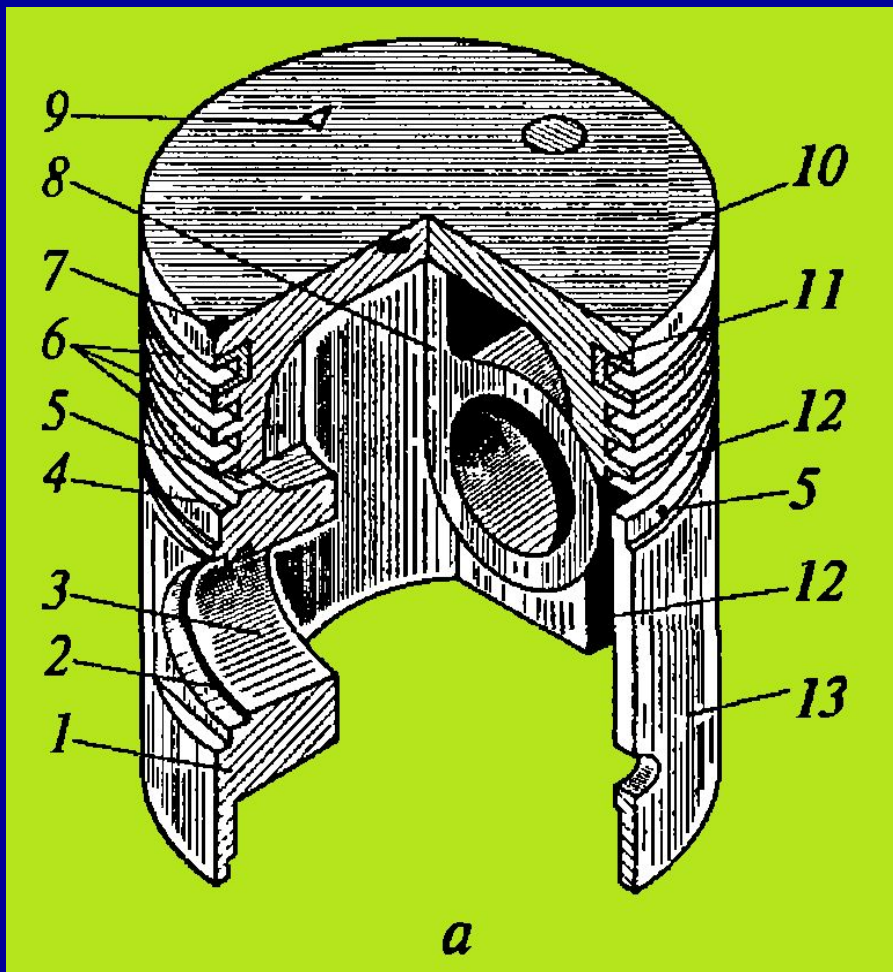


Рис. 10.1.а. Поршень

- 1 — поршень;
- 2 — канавка для стопорного кольца поршневого пальца;
- 3 — бобышка для установки поршневого пальца;
- 4 — канавка для установки маслосъемного кольца;
- 5 — дренажные каналы в теле поршня;
- 6 — канавки для установки компрессионных колец;
- 7 — установочная лыска на днище поршня;
- 8 — ребро жесткости бобышки; 9 — обозначение размерной группы поршня;
- 10 — днище поршня;
- 11 — чугунная вставка под верхнее компрессионное кольцо;
- 12 — температурный прорези в боковой стенке поршня;
- 13 — направляющая часть боковой стенки (юбка) поршня;

В головке поршня выполнены кольцевые канавки для установки компрессионных 6 и маслосъемного 4 колец.

Для верхнего компрессионного кольца в головку поршня заливается чугунная вставка 11, в которой и прорезана канавка для верхнего компрессионного кольца.

В канавке для маслосъемного кольца сделаны сквозные сверления внутрь поршня — дренажные каналы 5, по которым излишки масла, снятые со стенок цилиндра, стекают внутрь поршня, а затем в поддон картера двигателя.

Подбор поршней к цилиндрам производят в холодном состоянии.

Между поршнем и цилиндром оставляют зазор, который предотвращает заедание поршня при нагреве и обеспечивает образование масляной пленки.

Нагревание поршня по высоте происходит неодинаково.

Больше нагревается верхняя часть поршня. Отсюда и неодинаковая по высоте величина зазора между поршнем и цилиндром. Наибольший зазор будет между головкой поршня и цилиндром.

К нижнему концу юбки этот зазор уменьшается.

Чтобы получить минимальный зазор между юбкой поршня и цилиндром в холодном двигателе и устранить заедание поршня при нагреве, юбки поршней из алюминиевого сплава в поперечном сечении делают овальной формы (овальность юбки в пределах 0,18...0,80 мм), а поршни — конусными по высоте.

Поршни некоторых двигателей имеют юбки с разрезами.

Если юбка поршня овальная, то меньшая ось овала проходит вдоль оси поршневого пальца. При нагреве наибольшее расширение происходит именно в этой плоскости из-за большого количества металла, сосредоточенного в бобышках, и юбка приобретает цилиндрическую форму.

В некоторых моделях двигателей в тело поршня заливаются стальные терморегулирующие пластинки, способствующие равномерному распределению теплоты и увеличивающие механическую прочность.

Высота юбки поршня зависит от допустимого давления на цилиндр, которое не должно превышать 0,3 МПа (3 кгс/см²).

Для улучшения приработки поршни иногда покрывают тонким слоем олова (0,004...0,006 мм).

Для правильной установки поршней в цилиндр на них в обязательном порядке наносятся метки.

Такие же метки наносят и для правильного соединения поршня с шатуном.

В момент прохода поршня через ВМТ изменяется направление действия боковой силы, и поршень перемещается от одной стенки цилиндра к другой.

У быстроходных двигателей и при коротких шатунах эта сила значительна, и перекидка сопровождается стуками, особенно при холодном двигателе.

Избежать стуков при перекидке поршня можно путем смещения оси поршневого пальца на 1,4... 1,6 мм в сторону действия максимальной боковой силы.

В результате этого смещения начальная перекидка поршня происходит за 3...4° до ВМТ, когда давление в цилиндрах еще не так велико.

Поршень как бы поворачивается вокруг пальца и его движение несколько тормозится трением в канавках поршневых колец, что приводит к более плавной перекидке и снижению уровня стуков.

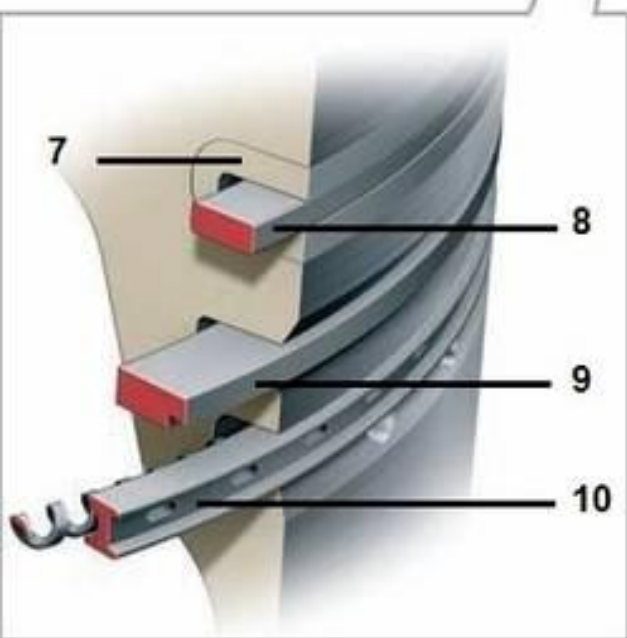
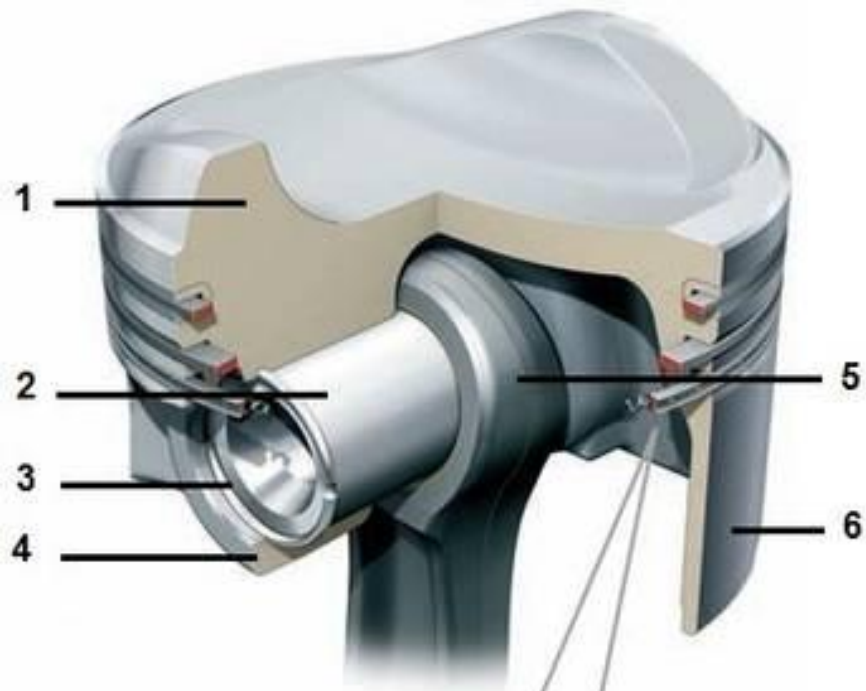
Направляющие (юбки) поршней дизелей также выполняются в виде конуса овального сечения. Кроме того, в головках поршней дизелей выполняются камеры сгорания.

10.3. Поршневые кольца.

В кольцевых канавках головок поршней устанавливаются поршневые кольца. На большинстве двигателей ставят два компрессионных и одно маслоъемное кольцо.

10.3.1. Компрессионные кольца служат для уплотнения поршня в цилиндре при его возвратно-поступательном движении, отвода теплоты от головки поршня к цилиндрам и предотвращения прорыва газов из камер сгорания в картер двигателя.

Поршень с пальцем и кольцами



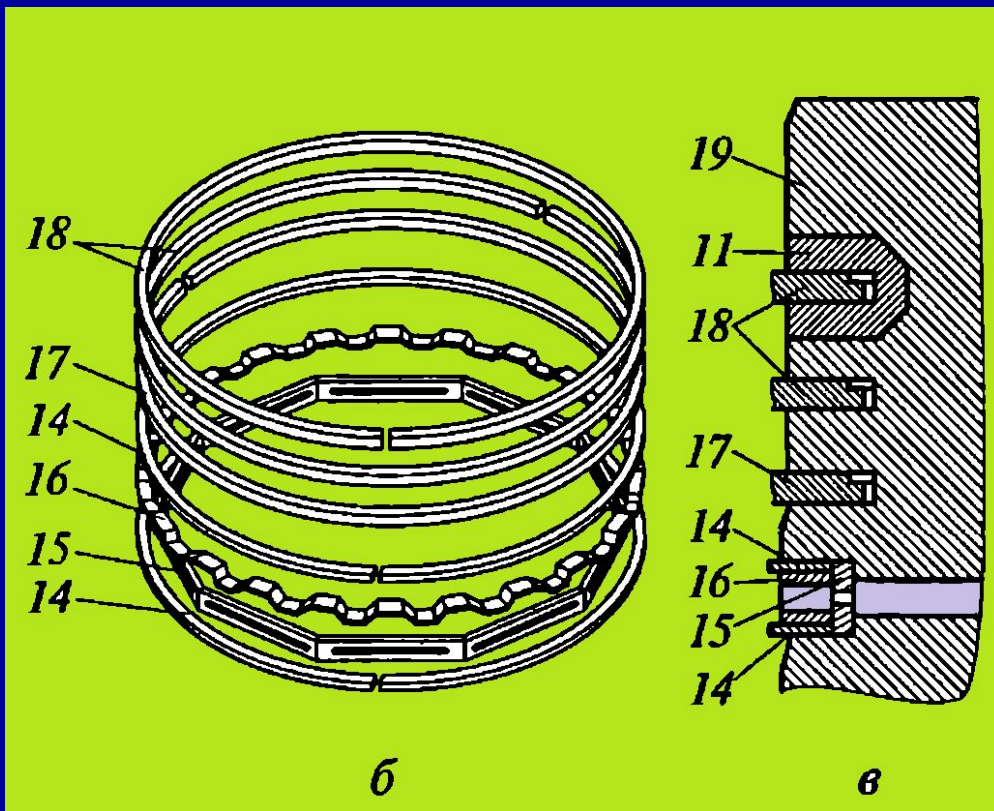
1. головка поршня;
2. поршневой палец;
3. стопорное кольцо;
4. бобышка;
5. поршневая головка шатуна;
6. юбка поршня;
7. стальная вставка;
8. первое компрессионное кольцо (трапециевидное);
9. второе компрессионное кольцо (коническое с подрезом);
10. маслосъемное кольцо (с пружинным расширителем и дренажными отверстиями)

Кольца изготавливаются из чугуна или стали путем копирного растачивания для придания им необходимой формы.

В свободном состоянии наружный диаметр колец больше, чем внутренний диаметр цилиндра, поэтому вставляемое в цилиндр кольцо плотно прижимается к нему.

Стык концов кольца называется замком. Для компенсации теплового расширения при нагреве колец во время рабочего хода в замке должен оставаться зазор в пределах 0,20... 0,80 мм.

При установке колец в канавки поршня замки должны располагаться под углом 180° . Высота компрессионных колец меньше высоты канавок в головке поршня на 0,04...0,09 мм.



14 — кольцевой диск
 маслоъемного кольца;
 15 — радиальный расширитель
 маслоъемного кольца;
 16 — осевой расширитель
 маслоъемного кольца;
 17 — нижнее компрессионное
 кольцо;
 18 — верхние хромированные
 компрессионные кольца;
 19 — уплотняющая часть боковой
 стенки поршня, образующая с
 его днищем головку

Рис. 10.1.б,в. Поршневые кольца:

б — поршневые кольца; в — установка поршневых колец;



Поршневые кольца



Величина зазора различна для всех колец. Наибольшие зазоры будут у верхнего кольца, нагревающегося особенно сильно.

Чем ниже расположены кольца, тем меньше у них зазоры. Форма замков у большинства моделей двигателей прямая, так как такой замок легче изготовить.

Количество компрессионных колец зависит от оборотистости двигателя. Чем оборотистее двигатель, тем меньше времени остается на прорыв газов в картер, а следовательно, нужно меньше компрессионных колец.

Небольшое количество газов из камер сгорания всегда проникает в картер между внутренними цилиндрическими поверхностями колец и поршневых канавок, способствуя прижатию колец к зеркалу цилиндров.

Таким образом, компрессионные кольца прижимаются к цилиндрам силой упругости и давления газов.

Если поршневое кольцо неплотно прижато к зеркалу цилиндров, то увеличивается прорыв газов, что приводит к перегреву колец.

В результате перегрева масло, находящееся между кольцом и зеркалом цилиндра, окисляется.

Образующиеся при этом углеродистые вещества (лаковые отложения) заполняют зазоры между стенками канавок поршня и кольцами.

Движение колец в канавках затрудняется, они перестают свободно перемещаться и пружинить.

Это явление называется пригоранием (закоксовыванием) колец и сопровождается уменьшением компрессии в цилиндре, потерей мощности двигателя и повышением расхода масла.

В поперечном сечении компрессионные кольца могут иметь различную форму в частности прямоугольную или коническую.

Кольцо конического сечения имеет меньшую опорную поверхность, поэтому удельное давление на стенку цилиндра будет большим. Это улучшает контакт кольца с зеркалом цилиндра и обеспечивает быструю приработку, что увеличивает их долговечность.



Разрушенное
маслосъемное кольцо

Пригорание (закоксовывание) колец сопровождается уменьшением компрессии в цилиндре, потерей мощности двигателя и повышением расхода масла.

10.3.2. Маслосъемные кольца.

Внутренняя рабочая поверхность цилиндров обильно смазывается. Излишки масла могут проникать в верхнюю часть цилиндра и в камеру сгорания, где они частично сгорают, частично окисляются.

Все это приводит к перерасходу масла, отложению нагара на днищах поршней, головках клапанов, стенках камер сгорания, появлению взрывного сгорания рабочей смеси и калильному зажиганию.

Для уменьшения количества перекачиваемого в камеру сгорания масла необходимо снимать с зеркала цилиндров излишки масла. Для этого устанавливают маслосъемные кольца, изготавливаемые из чугуна или стали.

Чугунные маслосъемные кольца имеют по наружной окружности кольцевую проточку, уменьшающую опорную поверхность кольца, вследствие чего увеличивается удельное давление. Дно канавок по всей окружности имеет прорези.

Стальные маслосъемные кольца могут быть четырех- или трехэлементными.

Четырехэлементное маслосъемное кольцо состоит из двух стальных кольцевых дисков 14, осевого расширителя 16 и радиального расширителя 15.

Трехэлементное маслосъемное кольцо состоит из двух стальных кольцевых дисков и одного стального двухфункционального расширителя.

При установке колец необходимо обращать внимание на метку для правильного расположения их в канавках поршня.

Кроме того, при установке поршня в блок цилиндров двигателя плоские кольцевые диски 14 нужно устанавливать так, чтобы их замки располагались под углом 180° друг к другу и под углом 90° к замкам компрессионных колец.

Замки осевого и радиального расширителей должны быть расположены под углом 90°

Занятие №11 (2 часа)
Шатунно-поршневая группа.
Пальцы и шатуны.

11.1. Поршневые пальцы

Поршневые пальцы предназначены для шарнирного соединения поршня с шатуном. Поршневой палец представляет собой короткую стальную трубку, которая проходит через верхнюю головку шатуна и концами опирается на бобышки поршня 3 (см. рис. 11.1).

На большинстве современных двигателей применяются плавающие пальцы. Такие пальцы свободно устанавливаются в головке шатуна и в бобышках поршня.

Для удержания пальца от осевого перемещения в бобышках поршня выполняются канавки 2 для стопорных колец.



Поршневой палец и его монтаж и демонтаж



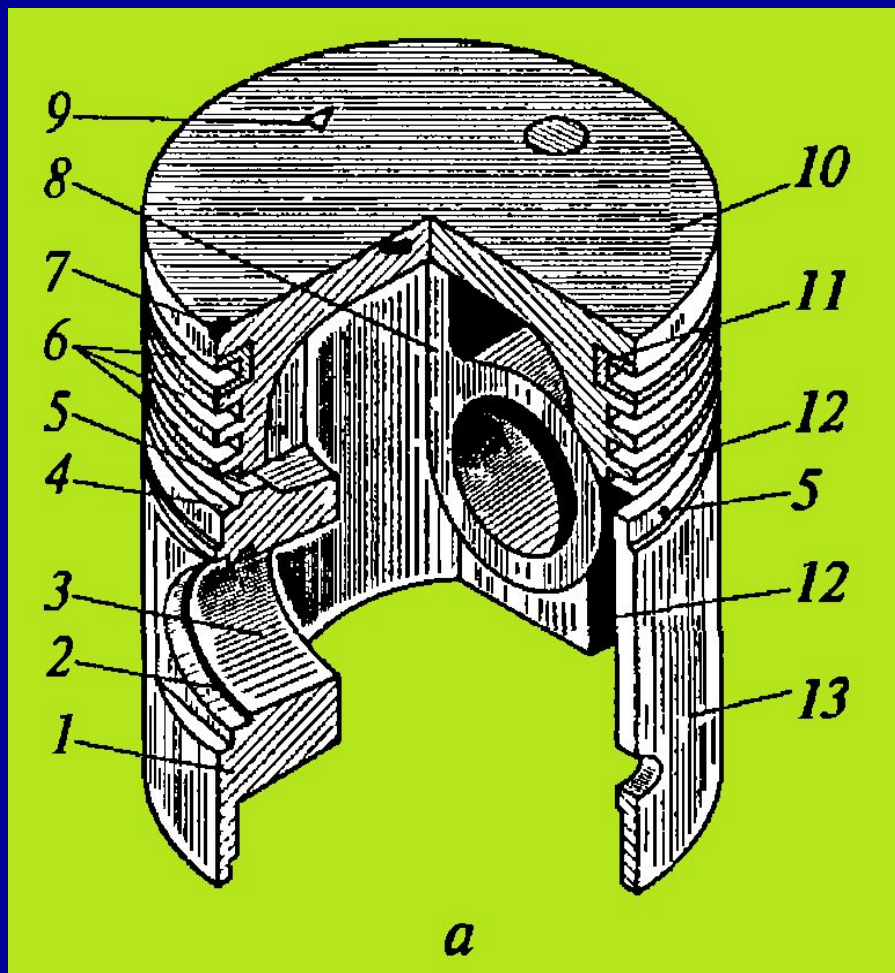


Рис. 11.1. Поршень

- 1 — поршень;
- 2 — канавка для стопорного кольца поршневого пальца;
- 3 — бобышка для установки поршневого пальца;
- 4 — канавка для установки маслосъемного кольца;
- 5 — дренажные каналы в теле поршня;
- 6 — канавки для установки компрессионных колец;
- 7 — установочная лыска на днище поршня;
- 8 — ребро жесткости бобышки;
- 9 — обозначение размерной группы поршня;
- 10 — днище поршня;
- 11 — чугунная вставка под верхнее компрессионное кольцо;
- 12 — температурный прорези в боковой стенке поршня;
- 13 — направляющая часть боковой стенки (юбка) поршня;



Стопорное кольцо поршневого пальца



После установки пальца в эти канавки вставляются пружинные стопорные кольца. Плавающие пальцы равномерно изнашиваются по всей окружности, поэтому работают дольше.

При нагреве стальные пальцы расширяются меньше, чем алюминиевые поршни, что приводит к появлению стуков при работе холодного двигателя.

Для предотвращения стуков при сборке шатунно-поршневой группы поршень предварительно нагревают до температуры 70... 80 °С, а затем поршень и шатун соединяют пальцем. После охлаждения палец оказывается зажатым в бобышках поршня. При работе двигателя поршень нагревается, палец высвобождается и может свободно проворачиваться в бобышках поршня и в верхней головке шатуна.

11.2. Шатуны

Шатун передает усилия через палец на поршень и с поршня на коленчатый вал двигателя при рабочем ходе. Он преобразует возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала.

Основными частями шатуна являются стержень 4, верхняя головка 7 и нижняя головка 9 с крышкой 10 (рис. 11.2.). Стержень шатуна воспринимает большие нагрузки, изменяющиеся по величине и направлению, подвергается сжатию, изгибу и растяжению. Чтобы выдержать такие нагрузки, шатун должен быть прочным и жестким, а для уменьшения возникающих инерционных сил — как можно более легким.

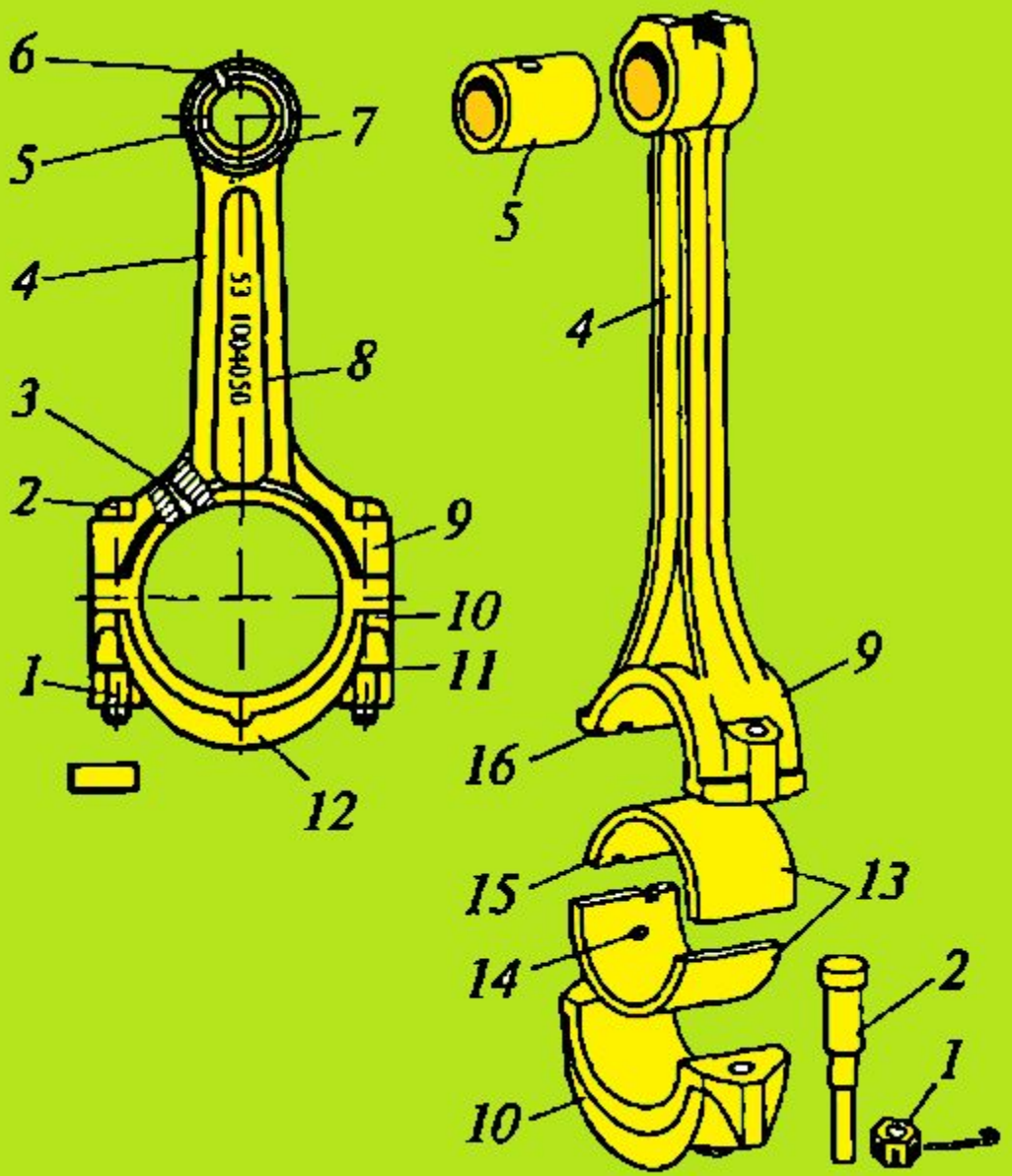
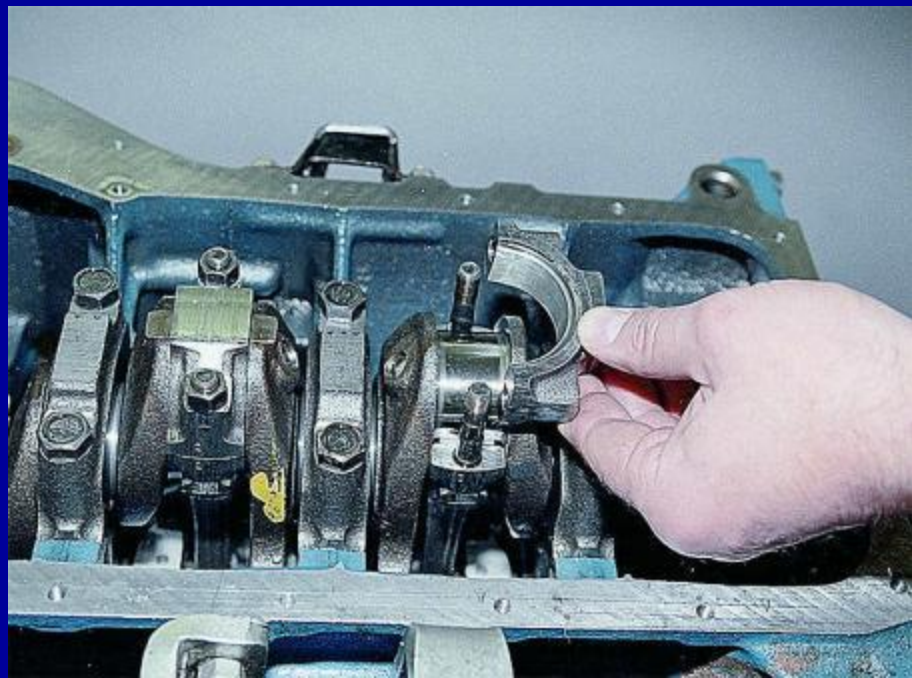


Рис. 11.2. Шатун:

- 1 — гайка;
- 2 — болт;
- 3, 14 — отверстия для масла;
- 4 — стержень шатуна;
- 5 — бронзовая втулка;
- 6 — отверстие для прохода масла к поршневому пальцу;
- 7 — верхняя головка шатуна;
- 8 — номер нижней головки;
- 9 — нижняя головка шатуна;
- 10 — крышка нижней головки;
- 11 — стопорная шайба;
- 12 — метка;
- 13 — вкладыши;
- 15 — усик;
- 16 — паз в головке шатуна



Шатуны



Такие нагрузки при одинаковом расходе металла лучше всего выдерживают стержни двутаврового сечения. Стержень шатуна имеет постепенно увеличивающееся сечение, плавно переходящее в нижнюю головку. Верхняя головка делается неразъемной.

Шатун совершает сложное движение. Верхняя головка шатуна в основном движется возвратно-поступательно и, кроме того, отклоняется на небольшой угол относительно бобышек поршня.

Чтобы она не истерлась о бобышки, они делаются на 2...4 мм короче, чем посадочное гнездо бобышек в головке шатуна.

Нижняя головка вращается вместе с шатунной шейкой, одновременно совершая возвратно-поступательное и колебательное движение.

Нижние головки делают разъемными с разрезом, перпендикулярным оси шатуна. Такой разрез применяется почти на всех моделях автомобилей.

Для уменьшения трения в верхнюю головку шатуна запрессовывается втулка, выполняющая роль подшипника скольжения. Для смазывания поршневых пальцев в верхних головках и во втулках имеются специальные отверстия б (см. рис. 11.2).

Нижняя разъемная головка состоит из арки, выполненной совместно со стержнем и съемной крышкой, которая соединена с аркой болтами.



Нижняя разъемная головка шатуна



У всех двигателей нижние головки шатунов обрабатываются в сборе с крышками и поэтому не взаимозаменяемы. Чтобы при сборке не перепутать крышки и шатуны, на них клеймится номер цилиндра, в который они устанавливаются.

При сборке эти номера должны быть расположены с одной стороны. Кроме того, углубления в крышке и арке стержня шатуна для фиксирующих выступов вкладышей также должны находиться с одной стороны.

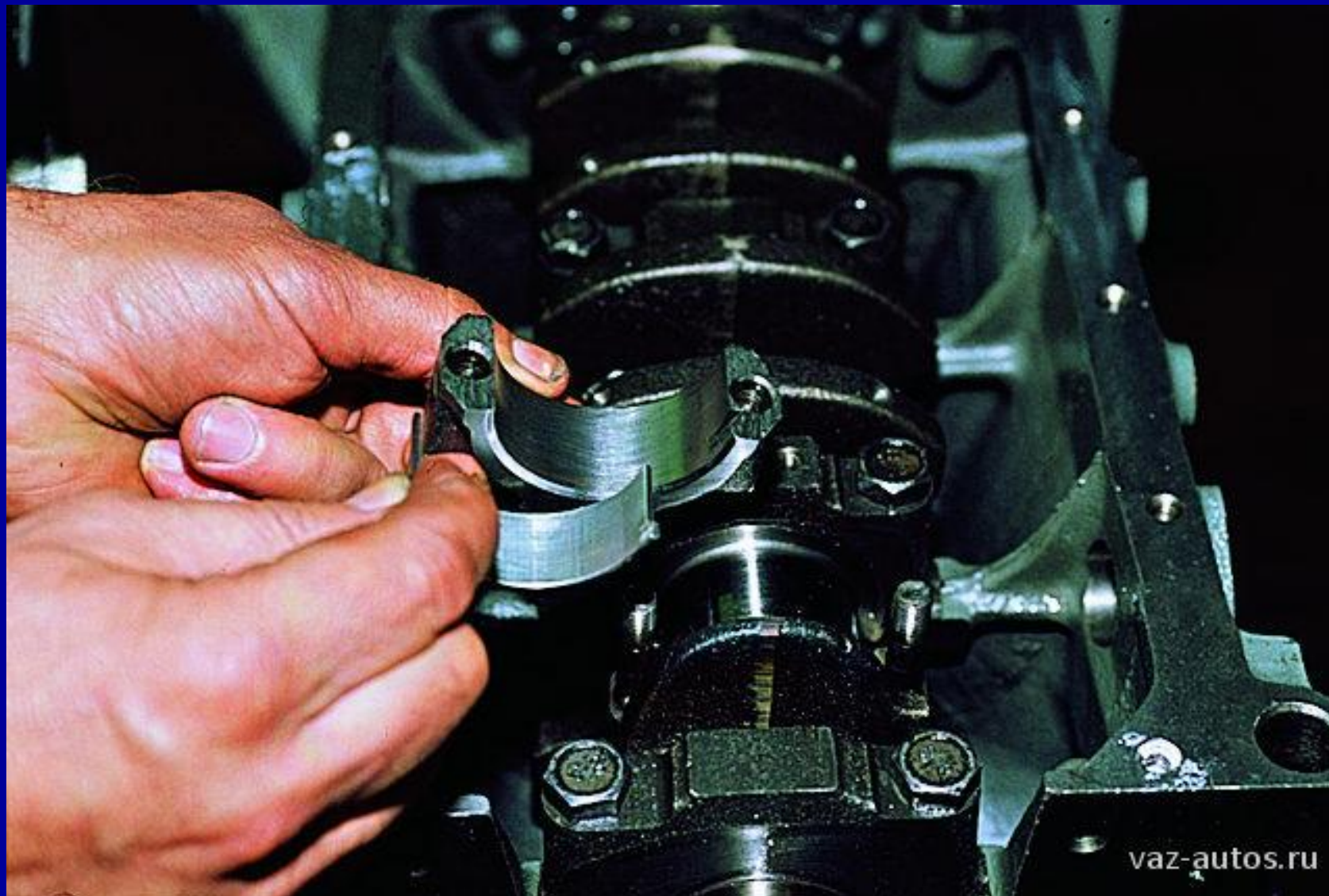
У многих двигателей в теле шатуна у нижней головки имеется отверстие диаметром 1,5 мм, через которое в момент совпадения его с масляным каналом в шатунной шейке выбрасывается струя масла и смазывает зеркало цилиндров.

Это отверстие должно быть направлено в правую сторону двигателя, т. е. в сторону, противоположную распределительному валу.

Ширина нижних головок шатунов V-образных двигателей меньше, чем у однорядных двигателей, а диаметр больше. Это объясняется тем, что у V-образных двигателей на каждой шатунной шейке устанавливаются по два шатуна.

Роль подшипников в нижней головке шатуна выполняют вкладыши.

Они изготавливаются из малоуглеродистой стальной ленты, покрытой тонким слоем антифрикционного сплава.



Роль подшипников в нижней головке шатуна выполняют вкладыши

Чтобы предотвратить проворачивание вкладышей внутри нижних головок шатунов, на вкладышах выштамповываются усики 15, а на арке и крышке нижней головки шатуна прорезаются пазы 16, в которые входят усики вкладышей.

При сборке пазы на крышках должны находиться против пазов арки шатуна



На вкладышах выштамповываются усики, а на арке и крышке нижней головки шатуна прорезаются пазы, в которые входят усики вкладышей.

1.1.7. Коленчатый вал. Шатунные и коренные подшипники.
Маховик. Картер двигателя. Сборка деталей КШМ

9.1. Коленчатый вал

9.1.1. Общие сведения

Коленчатый вал в двигателе преобразует прямолинейное возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение вала.

Коленчатые валы изготавливают из высокопрочного чугуна или высокоуглеродистой стали.

Чугунные коленчатые валы изготавливают литьем, стальные — ковкой.

Чугун дешевле стали, но он хрупкий, и изготовленные из него детали более массивны.

По причине большего расхода металла изготавливать коленчатые валы из чугуна для двигателей повышенной мощности нельзя.

9.1.2 Конструкция коленчатого вала.

Основными частями коленчатого вала (рис. 9.1) являются коренные 20 и шатунные 18 шейки, которые соединяются щеками 34 и сопрягаются с ними переходными галтелями.

По количеству коренных и шатунных шеек коленчатые валы подразделяются на полноопорные и неполноопорные.

Полноопорными называются коленчатые валы, у которых каждая шатунная шейка имеет с обеих сторон коренные шейки.

Неполноопорный — это вал, у которого хотя бы одна шатунная шейка не имеет с обеих сторон коренных шеек.

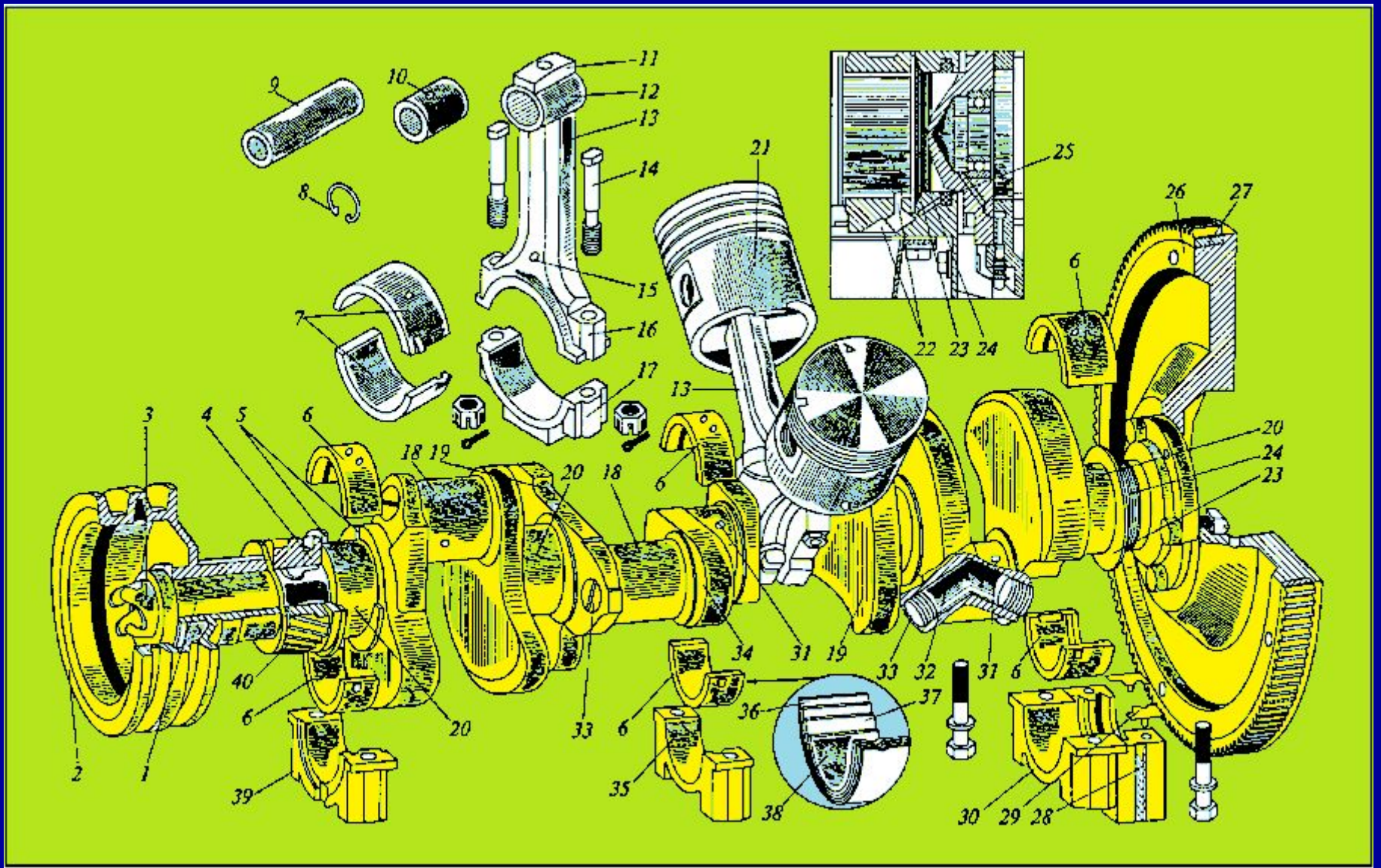
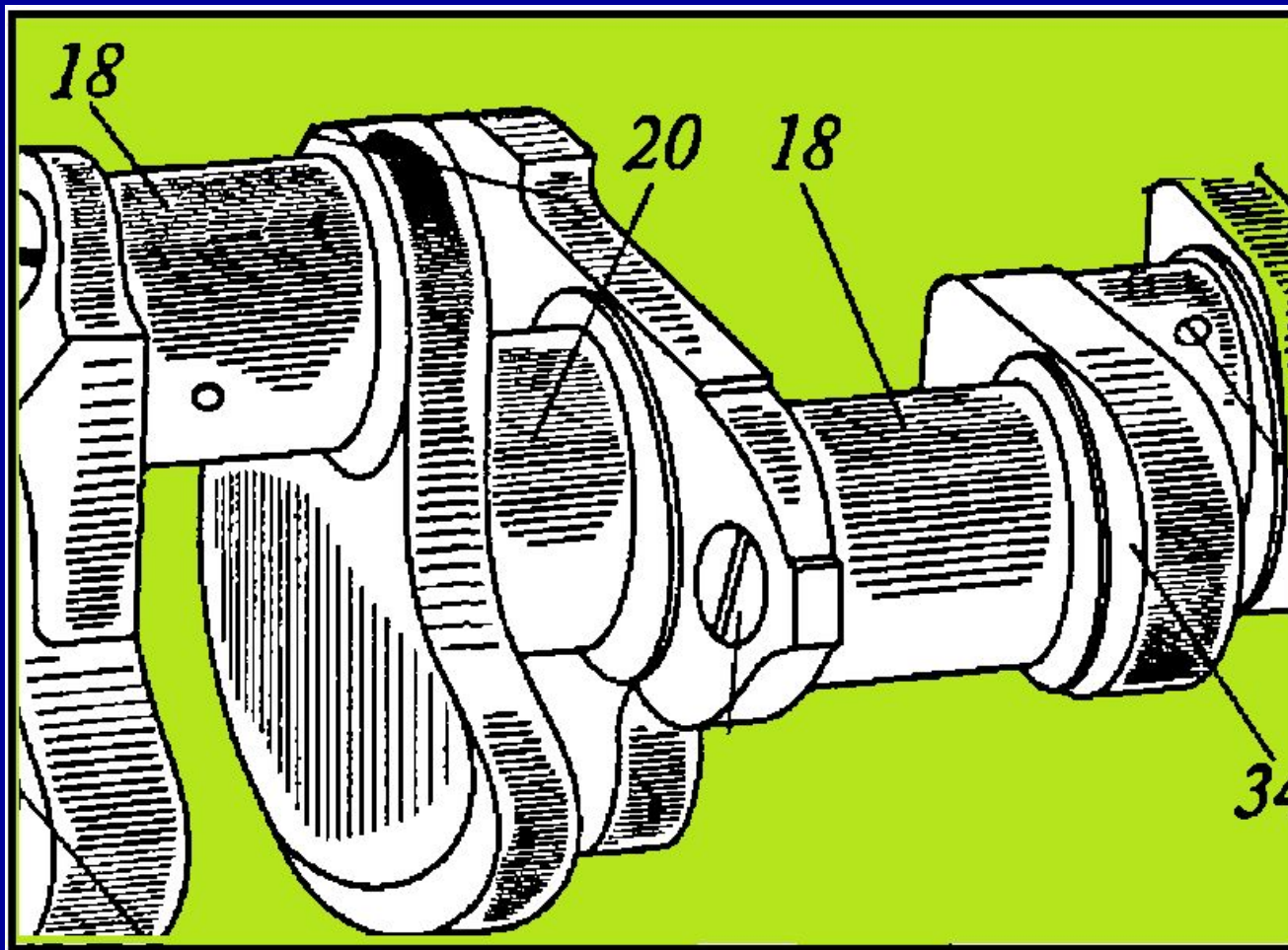


Рис. 9.1. Детали шатунной группы и коленчатого вала:



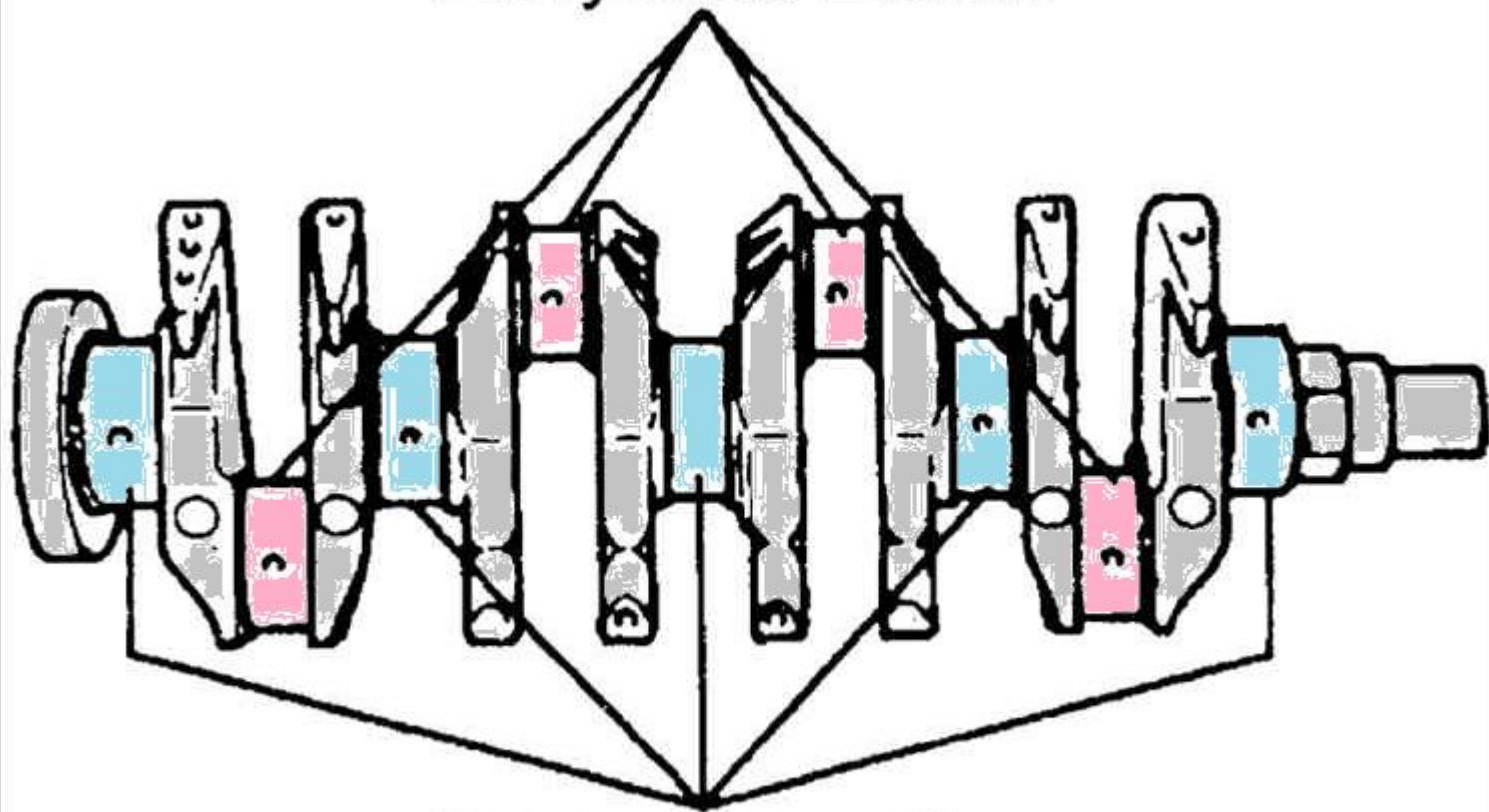
Фрагмент рис. 9.1. Детали коленчатого вала:

18 — шатунная шейка;

20 — коренная шейка;

34 — щека;

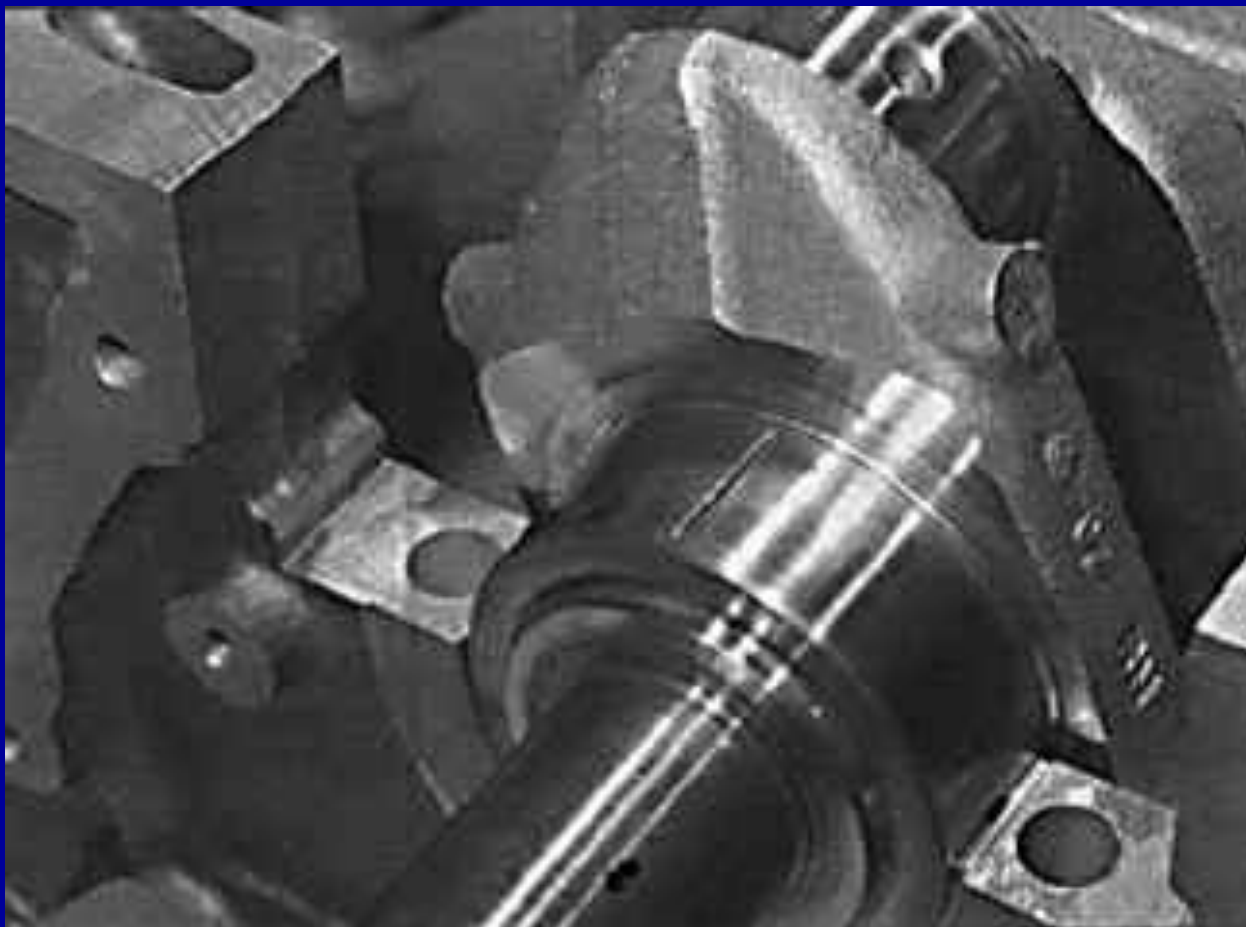
Шатунные шейки



Коренные шейки



Детали коленчатого вала: шатунная шейка;



Детали коленчатого вала: Коренная шейка;

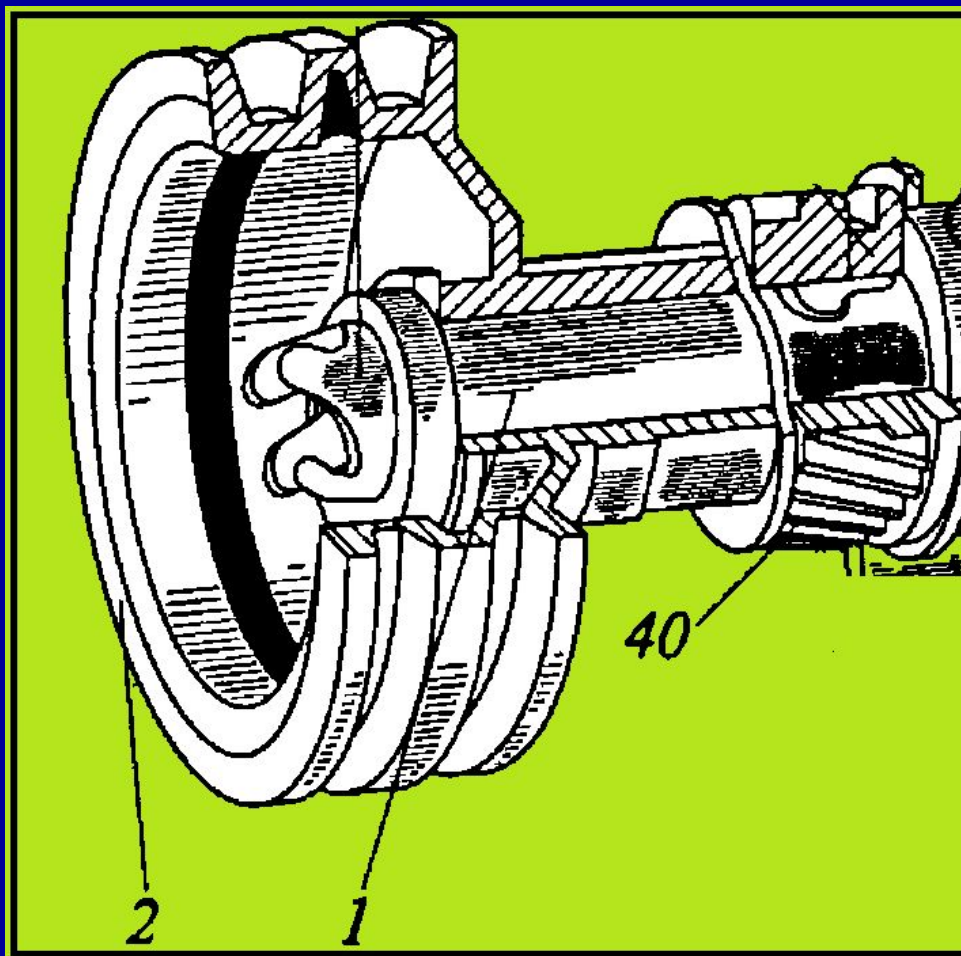
У рядных двигателей количество шатунных шеек соответствует количеству цилиндров.

У двигателей с V-образным расположением цилиндров количество шатунных шеек в два раза меньше, чем цилиндров, так как у них на каждую шатунную шейку устанавливается по два шатуна — один из правого, другой из левого рядов.

Передний конец коленчатого вала называют еще носком.

На носке коленчатого вала 1 устанавливается при помощи шпонки шкив 2 привода вспомогательных приборов (водяного насоса, генератора, компрессора, насоса гидроусилителя руля и др.).

Там же на шпонке устанавливается шестерня 40 привода газораспределительного механизма.

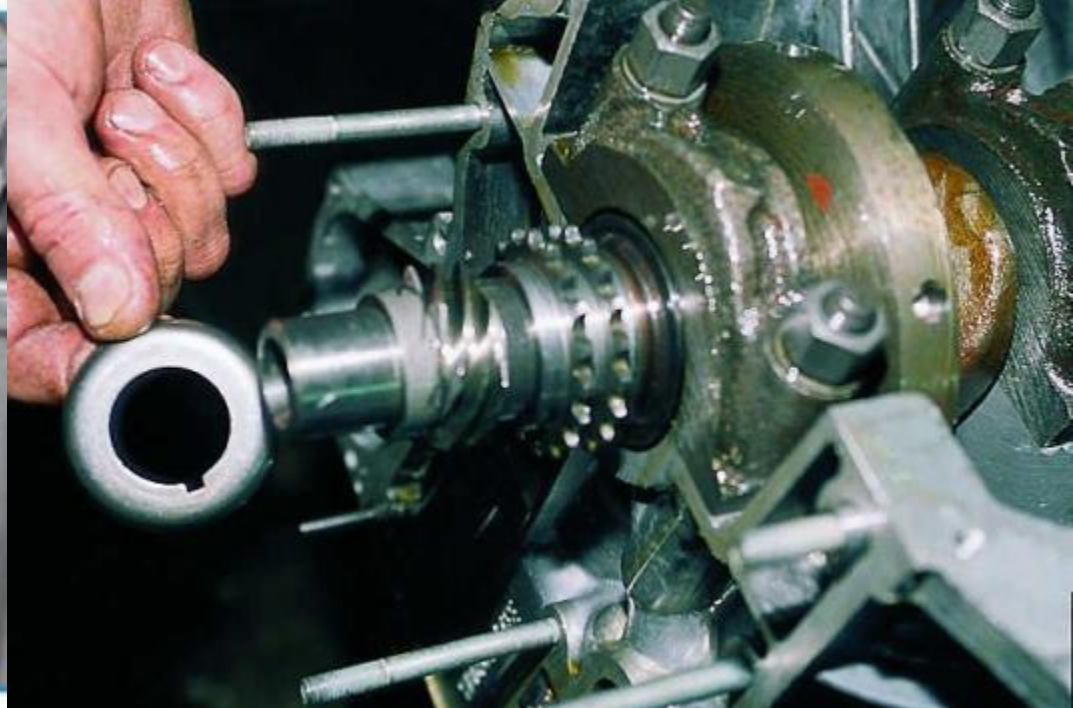
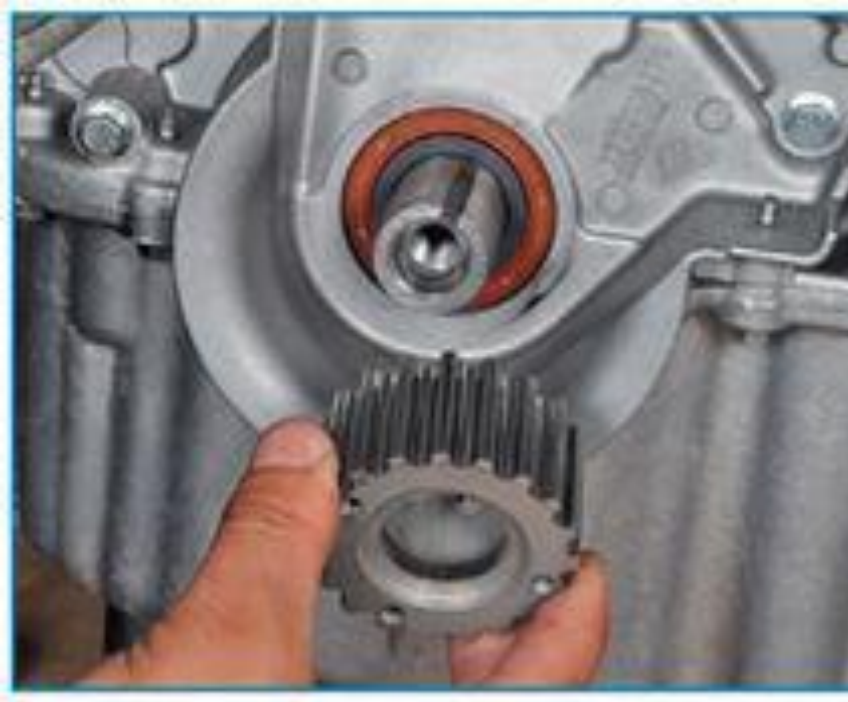


Фрагмент рис. 9.1. Детали коленчатого вала:

1 — носок коленчатого вала;

2 — шкив;

40 — шестерня



Различное
конструктивное исполнения
носки коленчатого вала.

Если распределительный вал установлен на головке блока цилиндров, то на носке коленчатого вала устанавливают зубчатую звездочку, от которой при помощи зубчатого ремня или цепи приводится в движение распределительный вал.

На носке коленчатого вала двигателя автомобиля на шпонках установлены стальная упорная шайба, шестерня привода распределительного вала, маслоотражатель и ступица шкива коленчатого вала.

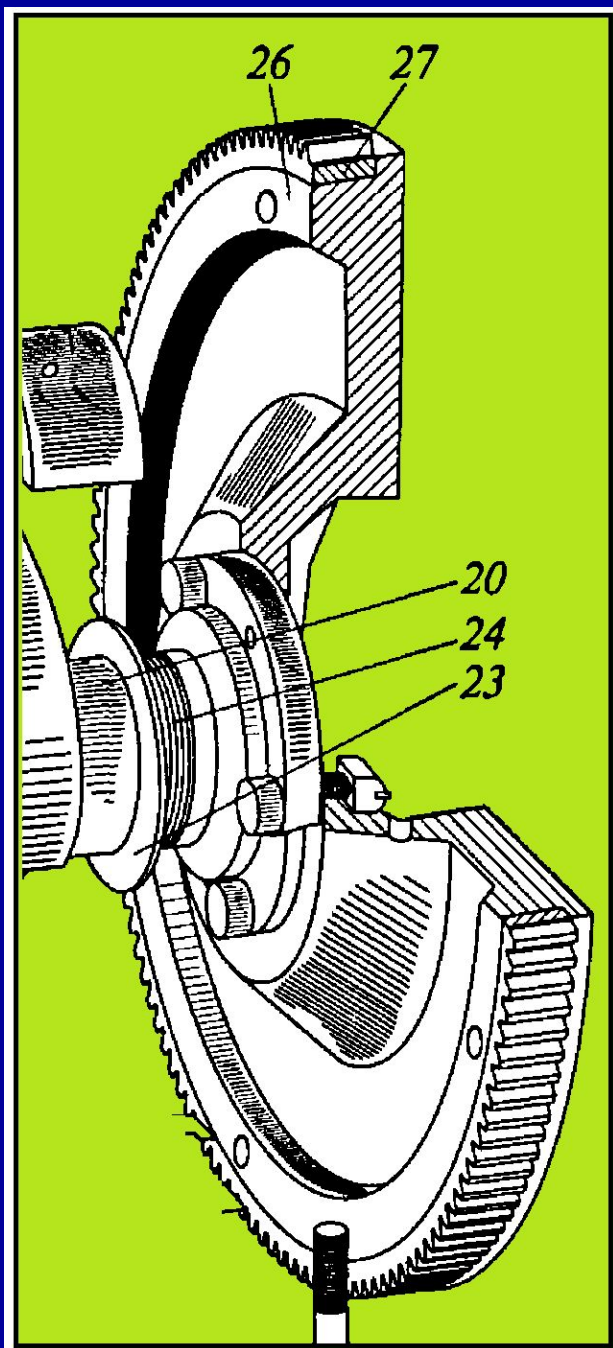
Все эти детали стянуты болтом, который вворачивается в передний торец вала.

Шкив привода водяного насоса и вентилятора и шкив генератора болтами крепятся к ступице шкива коленчатого вала.

На заднем конце коленчатого вала имеется фланец для крепления маховика 26.

Между фланцем и коренной шейкой устроен маслосбрасывающий гребень 23 и маслоотгонные спиральные витки 24.

Коленчатый вал в комплекте с маховиком подвергают динамической балансировке. Чтобы не нарушить балансировку и обеспечить правильное соединение маховика с коленчатым валом в случае разборки при ремонте, фланцы снабжают специальными установочными штифтами или одно из отверстий для болтов крепления маховика и фланца выполняют несимметрично остальным, т. е. смещают в сторону.



Фрагмент рис. 9.1. Детали коленчатого вала:

20 — коренная шейка;

23 — маслосбрасывающий гребень
задней коренной шейки;

24 — маслоотгонные спиральные витки;

26 — маховик;

27 — зубчатый венец;

В заднем торце коленчатого вала имеется гнездо, в которое запрессовывается шариковый подшипник, являющийся передней опорой для ведущего вала коробки передач.

В шатунных шейках коленчатого вала выполняют центробежные ловушки 32 для очистки масла от механических частиц, закрываемые пробками.

После затяжки пробки закерниваются для предотвращения самопроизвольного отворачивания.

При работе двигателя на шатунных шейках возникают центробежные силы, уводящие вал в сторону. Для разгрузки коренных подшипников от действия центробежных сил на коленчатых валах выполняют противовесы щек вала 19.

Противовес



Противовес

Центробежная сила, развиваемая на них, действует в направлении, противоположном направлению центробежных сил на шатунных шейках.

Благодаря этому коренные шейки и их подшипники разгружаются от действия центробежных сил и создаваемых ими моментов.

Коленчатый и распределительный валы соединяются при помощи косозубых шестерен, и при их работе возникают силы, стремящиеся сдвинуть коленчатый вал в осевом направлении. Этому также способствует работа сцепления, установленного на маховике. Особенно большие силы, способствующие осевому перемещению вала, возникают в момент выключения или включения сцепления.

Для удержания коленчатого вала один из коренных подшипников делают упорным. Коленчатые валы некоторых двигателей удерживаются от осевого смещения биметаллическими упорными шайбами 5 переднего коренного подшипника.

У некоторых двигателей коленчатые валы удерживаются от осевого перемещения сталеалюминиевыми полукольцами. Эти кольца установлены в гнездах торца опоры пятой коренной шейки и фиксированы от проворачивания выступами, входящими в пазы крышки опоры.

9.1.3. Подшипники коленчатого вала.

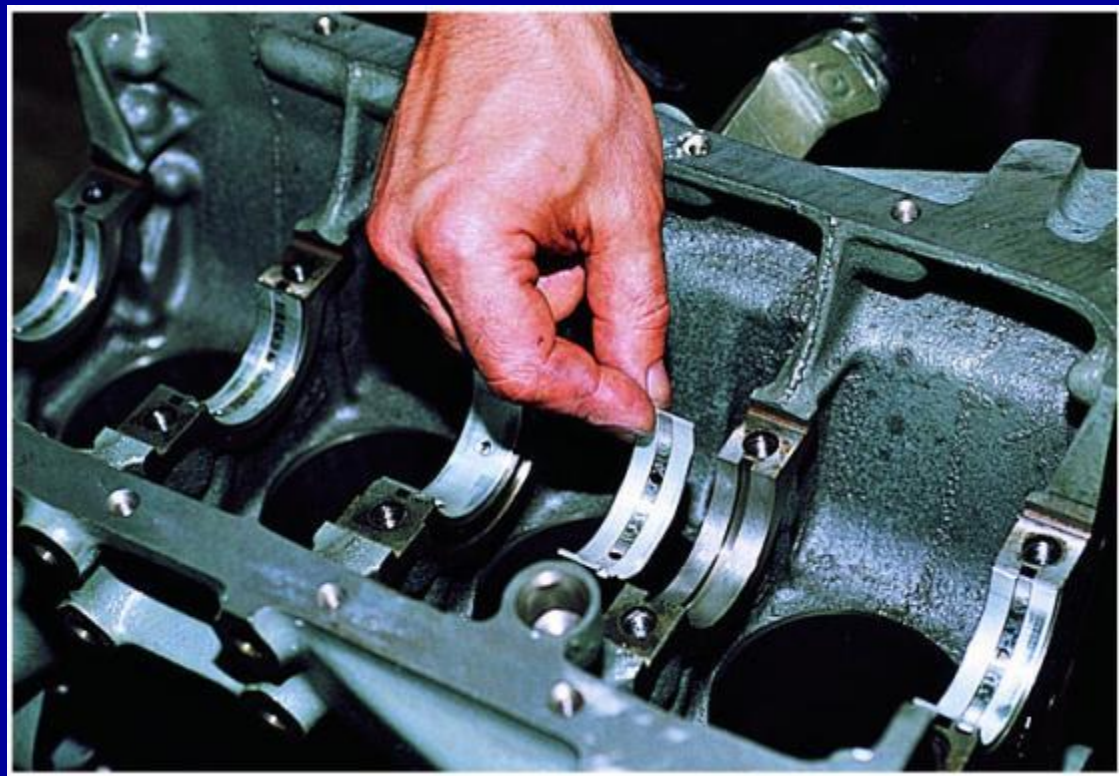
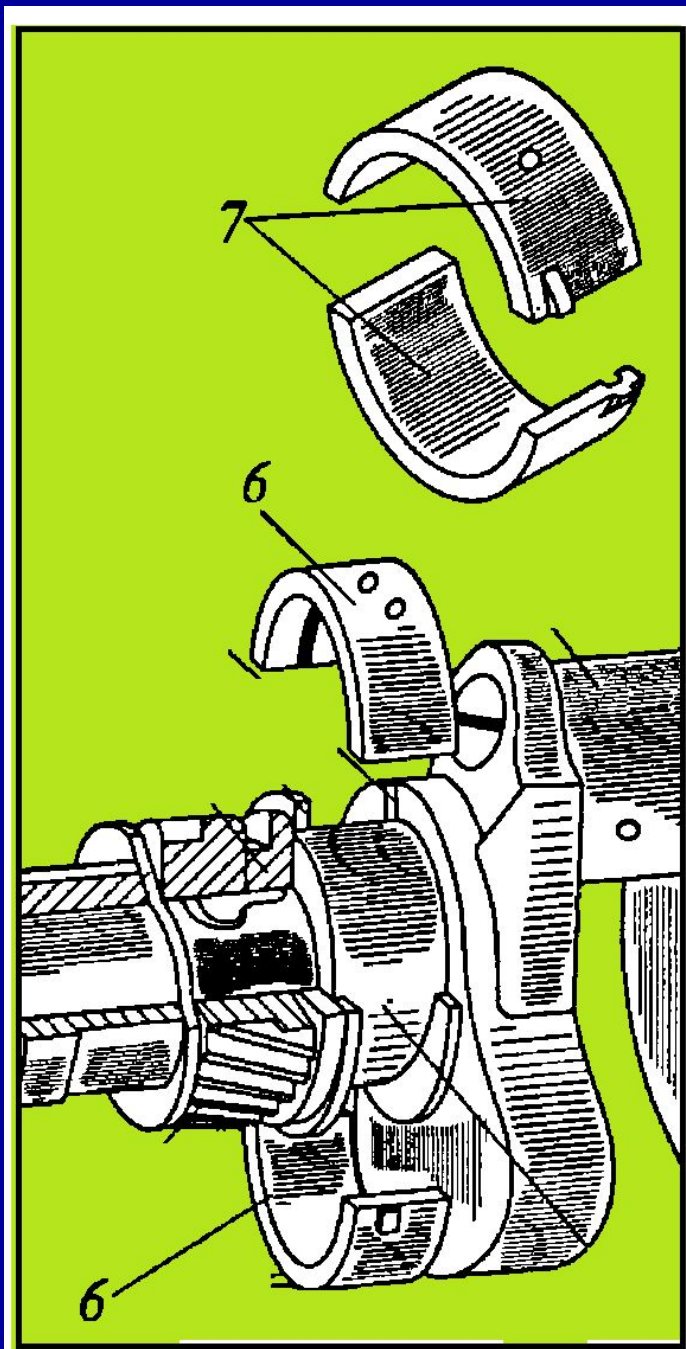
Коренные и шатунные подшипники коленчатых валов представляют собой тонкостенные вкладыши. Они служат для уменьшения износа коренных шеек и опор.

Вкладыши коренных 6 и шатунных 7 подшипников изготавливают из малоуглеродистой стальной ленты с тонким антифрикционным высокооловянистым алюминиевым слоем.

В каждом подшипнике установлено по два вкладыша. Осевому перемещению и проворачиванию вкладышей в постелях блока цилиндра или в разъемных нижних головках шатунов препятствуют специальные усики, выштампованные на вкладышах, и соответствующие пазы в крышках подшипников блока цилиндров или нижней головки шатунов.

Фрагмент рис. 9.1. Детали коленчатого вала:

6— вкладыш коренного подшипника;
7— вкладыш шатунного подшипника;



Все коренные вкладыши имеют кольцевые проточки, по которым масло непрерывным потоком подается к шатунным подшипникам.

Для прохода масла из масляных каналов в перегородках и стенках картера во вкладышах имеются специальные сверления.

Эти сверления делаются на всех коренных вкладышах, что необходимо для предупреждения ошибок при установке вкладышей в постели.

Вкладыши шатунных подшипников имеют специальное сверление, через которое в момент совпадения этого отверстия с масляным каналом в шатунной шейке выбрасывается струя масла из отверстия нижней головки шатуна, направленная на цилиндры и распределительный вал.

У некоторых двигателей вкладыши коренных и шатунных подшипников трехслойные (триметаллические), включая антифрикционный слой из свинцовистой бронзы и прирабочный слой.

Верхние и нижние вкладыши не взаимозаменяемы, так как верхние вкладыши отличаются от нижних наличием отверстия для подвода масла и распределительной кольцевой канавкой.

Триметаллические вкладыши состоят из стальной ленты, на которой методом порошковой металлургии нанесен медно-никелевый подслой 37, поверх которого находится антифрикционный сплав типа СОС 6-6.

На вкладышах нельзя производить никаких подгоночных операций.

При наличии задиров, рисок, вкраплений механических частиц или отслоений вкладыши заменяют на новые.

9.2. Маховик

Маховик 26 (см. рис. 9.1.) облегчает выход поршней из мертвых точек.

Накапливая энергию во время рабочего хода, он способствует выполнению вспомогательных тактов.

Масса маховика обеспечивает плавное изменение оборотов.

Для запуска двигателя стартером, на маховик напрессован зубчатый венец 27.



Маховики



Маховики отливают из серого чугуна, при этом основная масса металла располагается на ободке для увеличения момента инерции.

На ободке маховика двигателей некоторых автомобилей имеется паз для фиксатора, который вводится в зацепление с маховиком при установке угла опережения впрыскивания топлива и регулировке зазоров в клапанном механизме.

К коленчатому валу маховик крепится восемью болтами и центрируется на шейке под задний сальник коленчатого вала. Точное угловое положение обеспечивается двумя установочными штифтами.

Маховик двигателя может крепиться к коленчатому валу четырьмя болтами, отверстие для одного из которых смещено в сторону, благодаря чему соединить маховик с коленчатым валом можно только в одном положении.

Маховики некоторых двигателей центрируются цилиндрическим выступом на фланце коленчатого вала и фиксируются в определенном положении установочной втулкой.

Для предотвращения пробуксовки ведомого диска сцепления на рабочей поверхности маховика не должно быть царапин и зазоров.

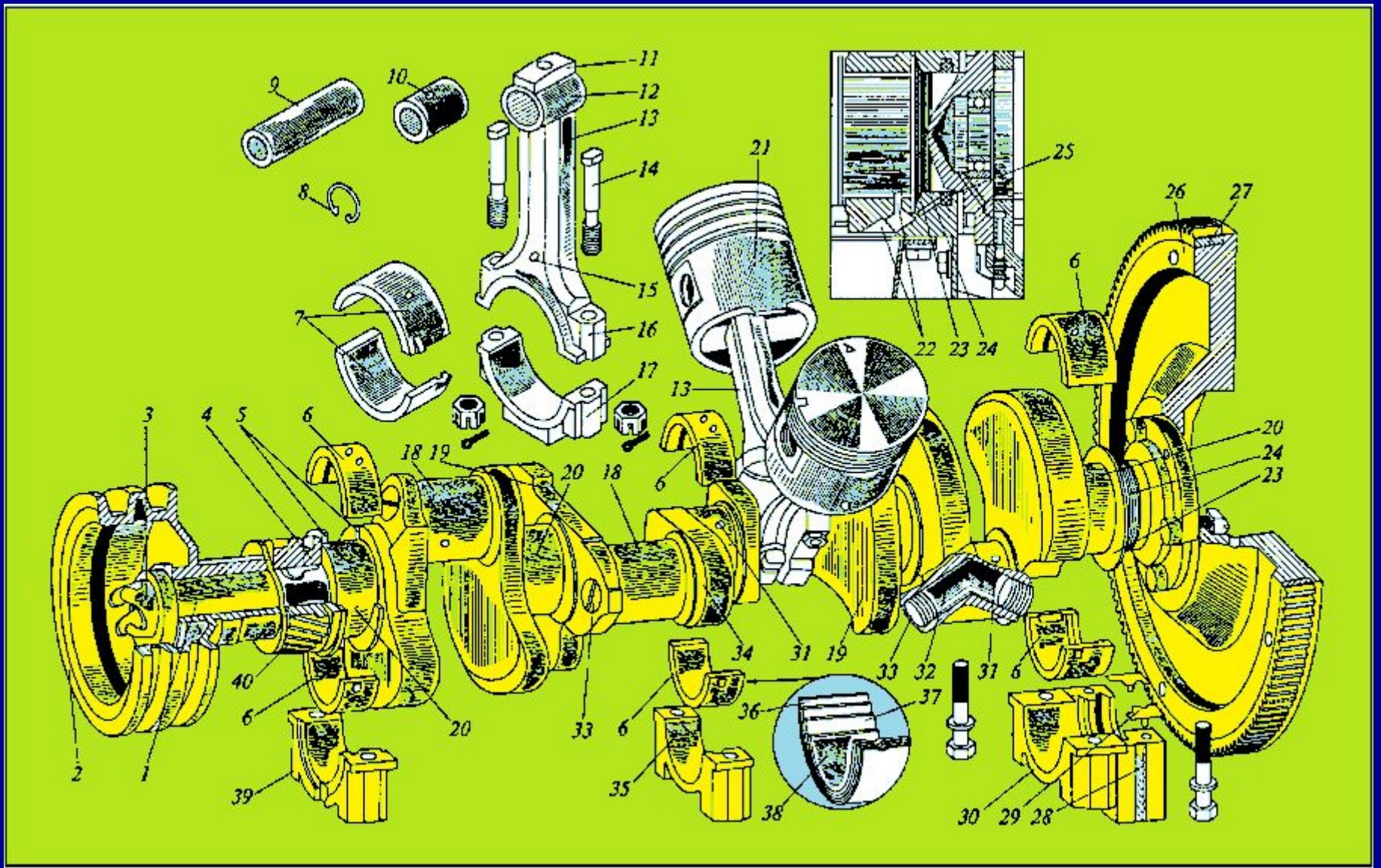


Рис. 9.1. Детали шатунной группы и коленчатого вала:

Рис. 9.1. Детали шатунной группы и коленчатого вала:

- 1 — носок коленчатого вала;
- 2 — шкив;
- 3 — храповик;
- 4 — распорно-упорная шайба;
- 5 — биметаллические упорные шайбы переднего коренного подшипника;
- 6 — вкладыш коренного подшипника;
- 7 — вкладыш шатунного подшипника;
- 8 — стопорное кольцо;
- 9 — поршневой палец;
- 10 — втулка;
- 11 — отверстие для смазки поршневого пальца;
- 12 — верхняя головка шатуна;
- 13 — шатун;
- 14 — болт крышки шатуна;

- 15 — бобышка шатуна;
- 16 — нижняя головка шатуна;
- 17 — крышка шатуна;
- 18 — шатунная шейка;
- 19 — противовес щеки;
- 20 — коренная шейка;
- 21 — поршень;
- 22 — дренажные канавки для слива масла;
- 23 — маслосбрасывающий гребень задней коренной шейки;
- 24 — маслоотгонные спиральные витки;
- 25 — сальник заднего коренного подшипника;
- 26 — маховик;
- 27 — зубчатый венец;
- 28 — деревянный боковой уплотнитель;
- 29 — резиновая уплотнительная прокладка;
- 30 — крышка заднего коренного подшипника;

- 31 — канал для смазки шатунного подшипника;
- 32 — центробежная ловушка для очистки масла;
- 33 — пробка ловушки;
- 34 — щека;
- 35 — крышка среднего коренного подшипника; 3
- 6 — вкладыш;
- 37 — медно-никелевый подслой;
- 38 — антифрикционный сплав;
- 39 — крышка переднего коренного подшипника;
- 40 — шестерня



Детали шатунной группы и коленчатого вала:



Маховики



Занятие №12 (2 часа)
Повторение по теме
«Кривошипно-шатунный
механизм»

Видео

Кривошипно-шатунный механизм

[Смотреть](#)

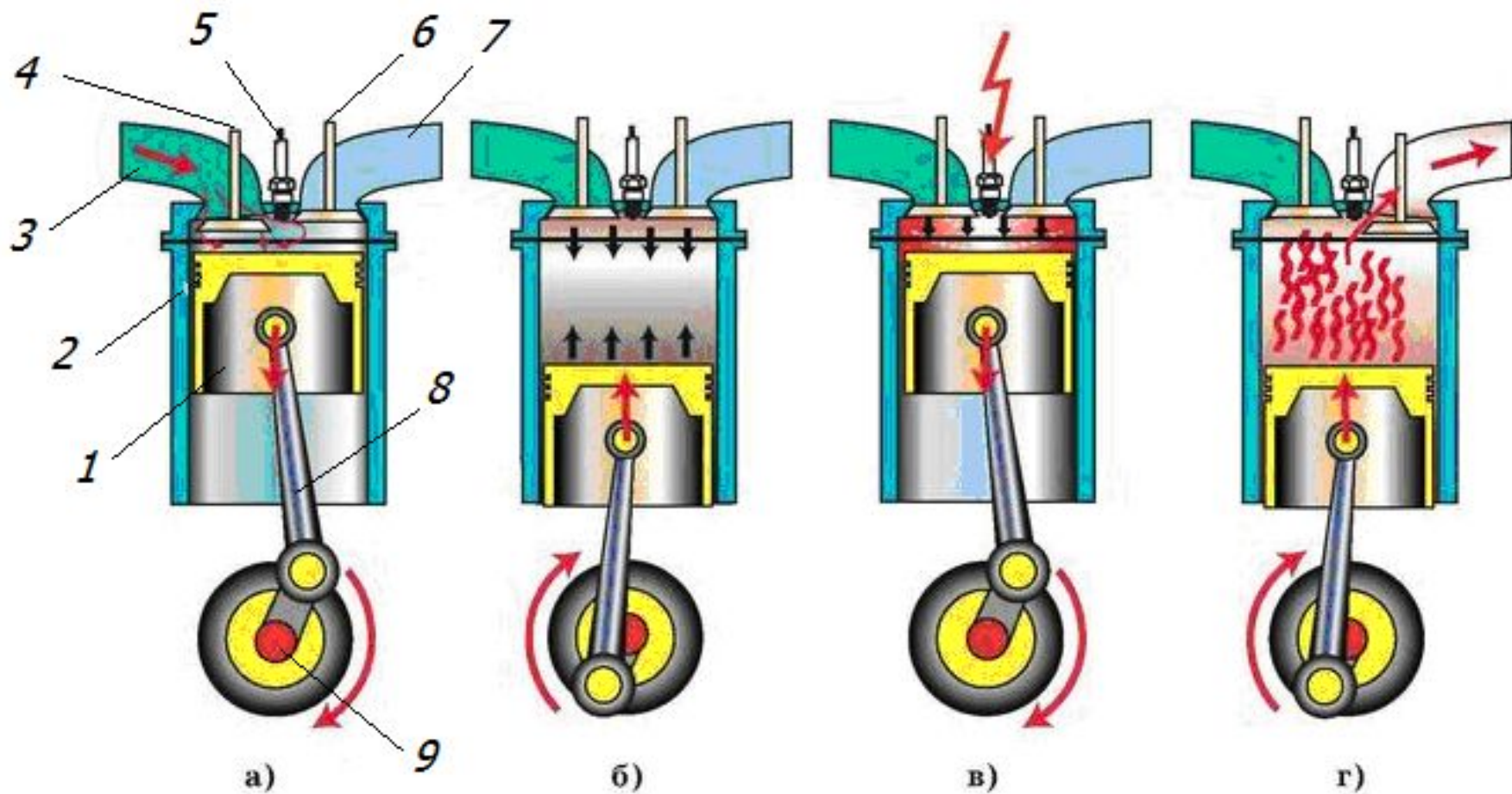
Используя ниже приведенные слайды ответьте на вопросы преподавателя.

1. Поясните рабочий цикл одноцилиндрового четырехтактного карбюраторного двигателя;
2. Назовите основные детали кривошипно-шатунного механизма V-образного карбюраторного двигателя;
3. Назовите основные детали коленчатого вала;
4. Назовите основные детали шатунной группы;
5. Назовите основные детали поршня и шатуна;
6. Перечислите детали шатуна;

Впускной клапан открыт

Оба клапана закрыты

Выпускной клапан открыт



Впускной клапан открыт

Оба клапана закрыты

Выпускной клапан открыт

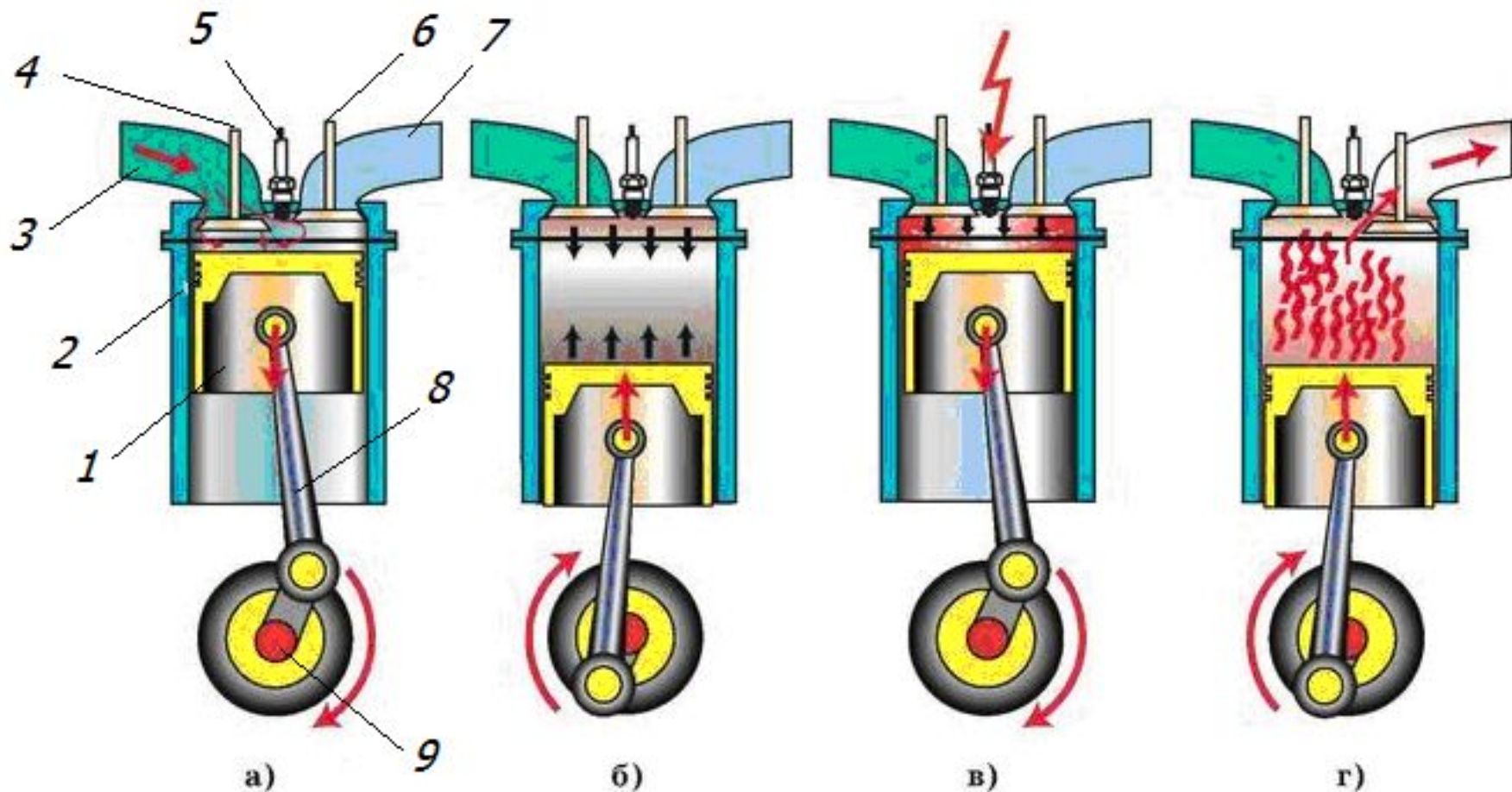
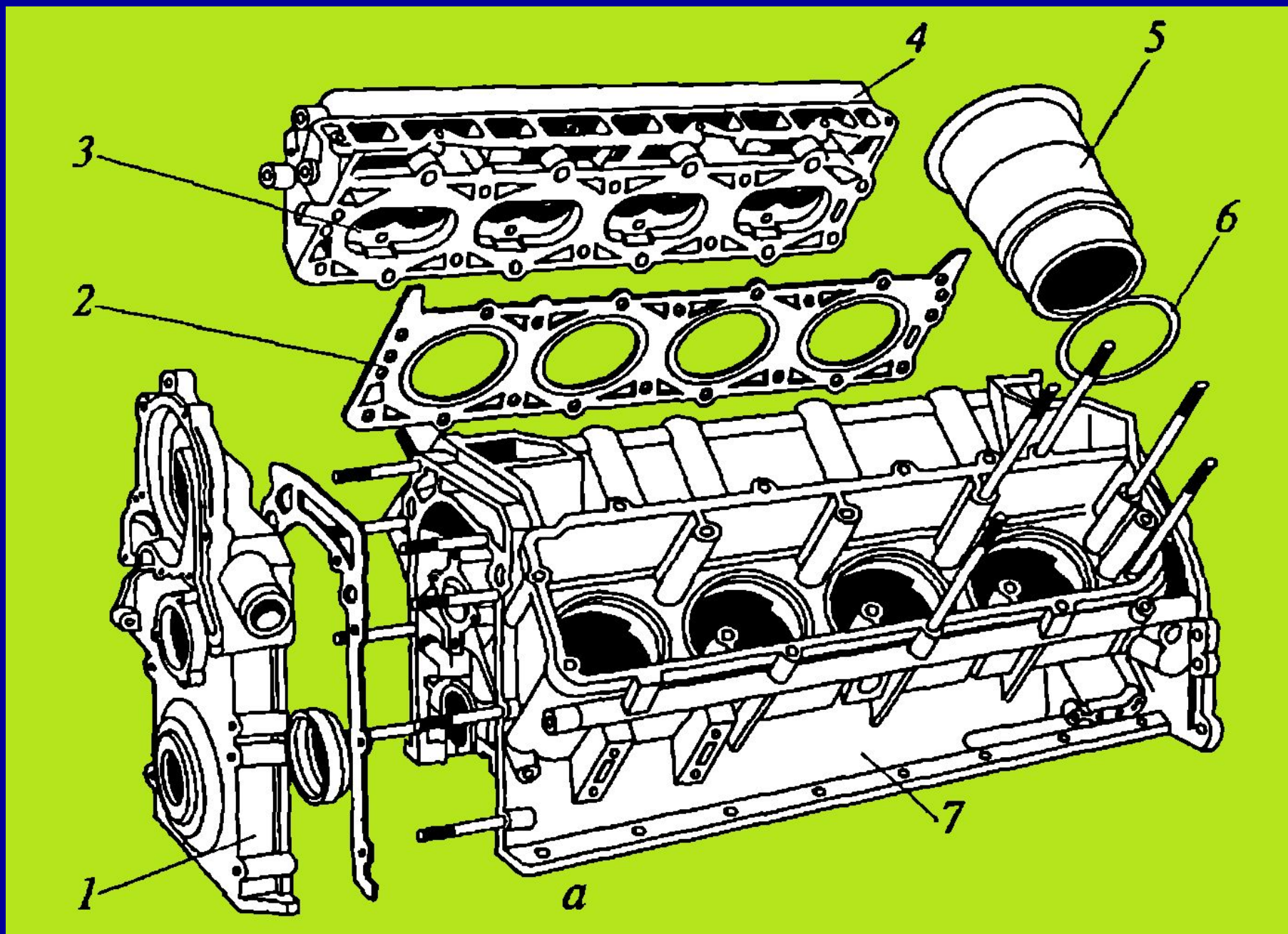


Рис. 2 1. Рабочий цикл одноцилиндрового четырехтактного карбюраторного двигателя.

а — такт впуска; 1 — поршень, 2 — цилиндр, 3 — впускная труба, 4 — впускной клапан, 5 — свеча зажигания; 6 — выпускной клапан, 7 — выпускная труба, 8 — шатун, 9 — коленчатый вал,
б — такт сжатия, в — такт расширения (рабочий ход), г — такт выпуска



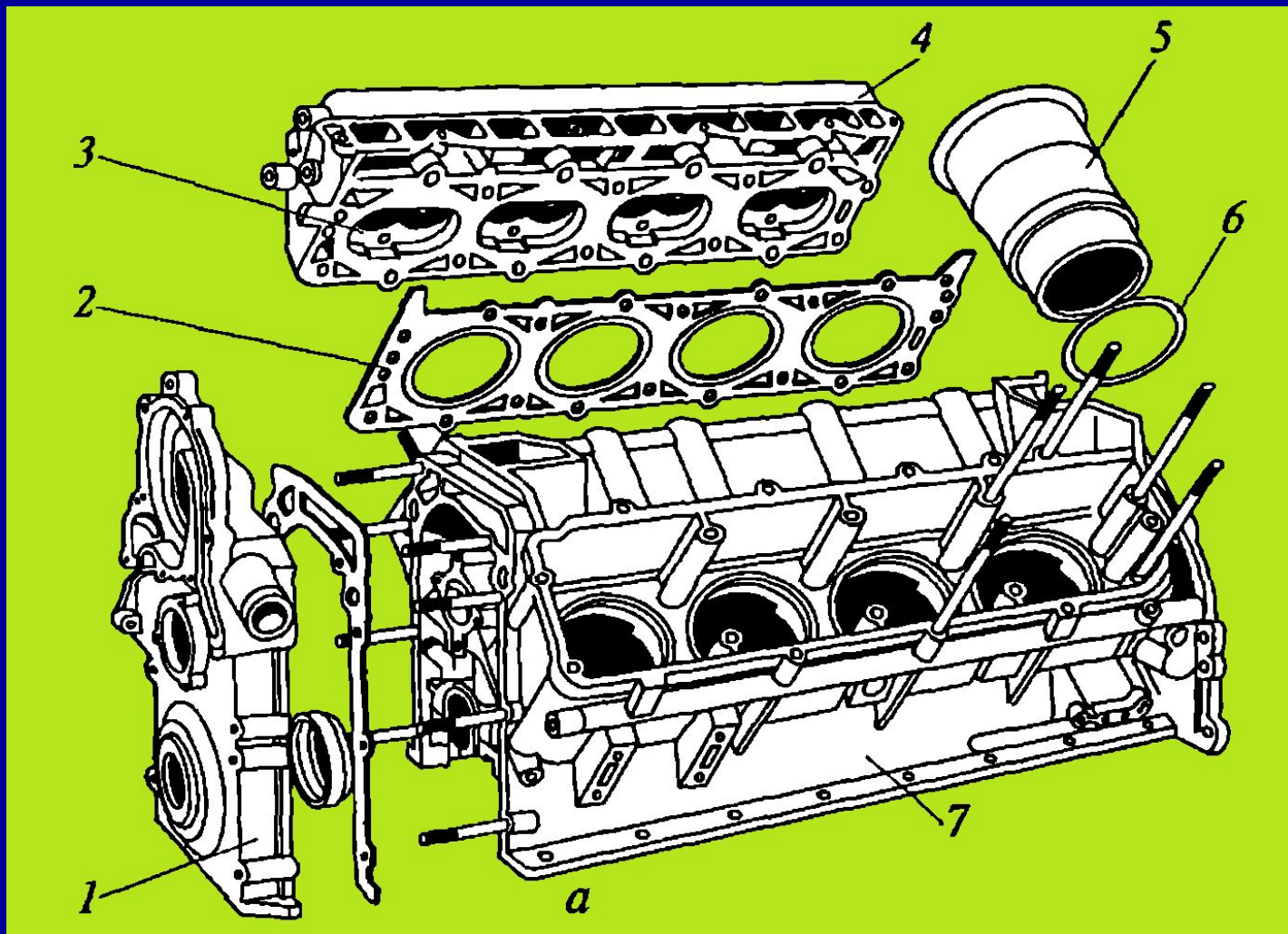


Рис. 7.1.а. Детали кривошипно-шатунного механизма V-образного карбюраторного двигателя;

- 1 — крышка блока распределительных зубчатых колес;
- 2 — прокладка головки блока цилиндров; 3 — камера сгорания;
- 4 — головка блока цилиндров; 5 — гильза цилиндра;
- 6 — уплотнительные кольца; 7 — блок цилиндров;

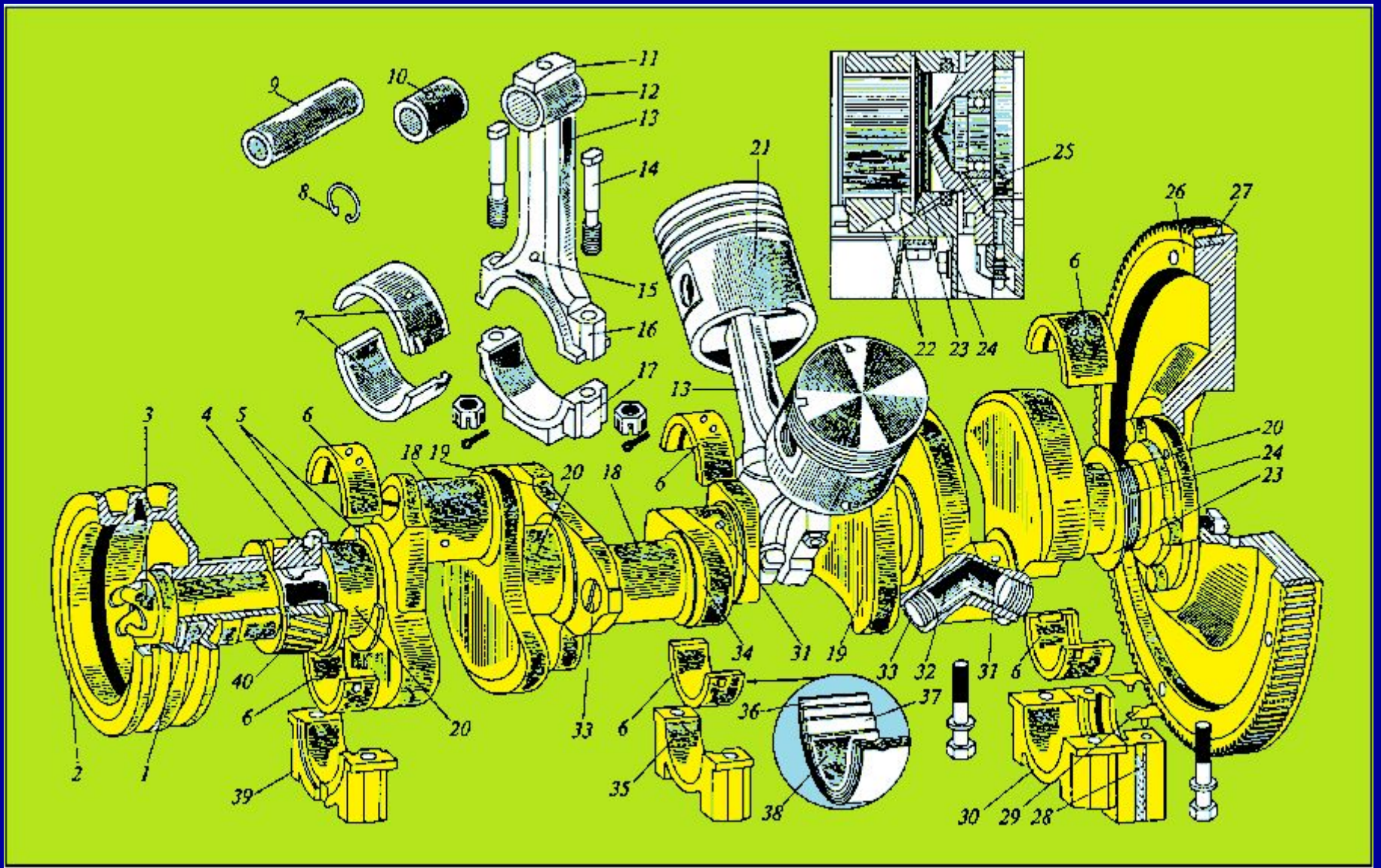
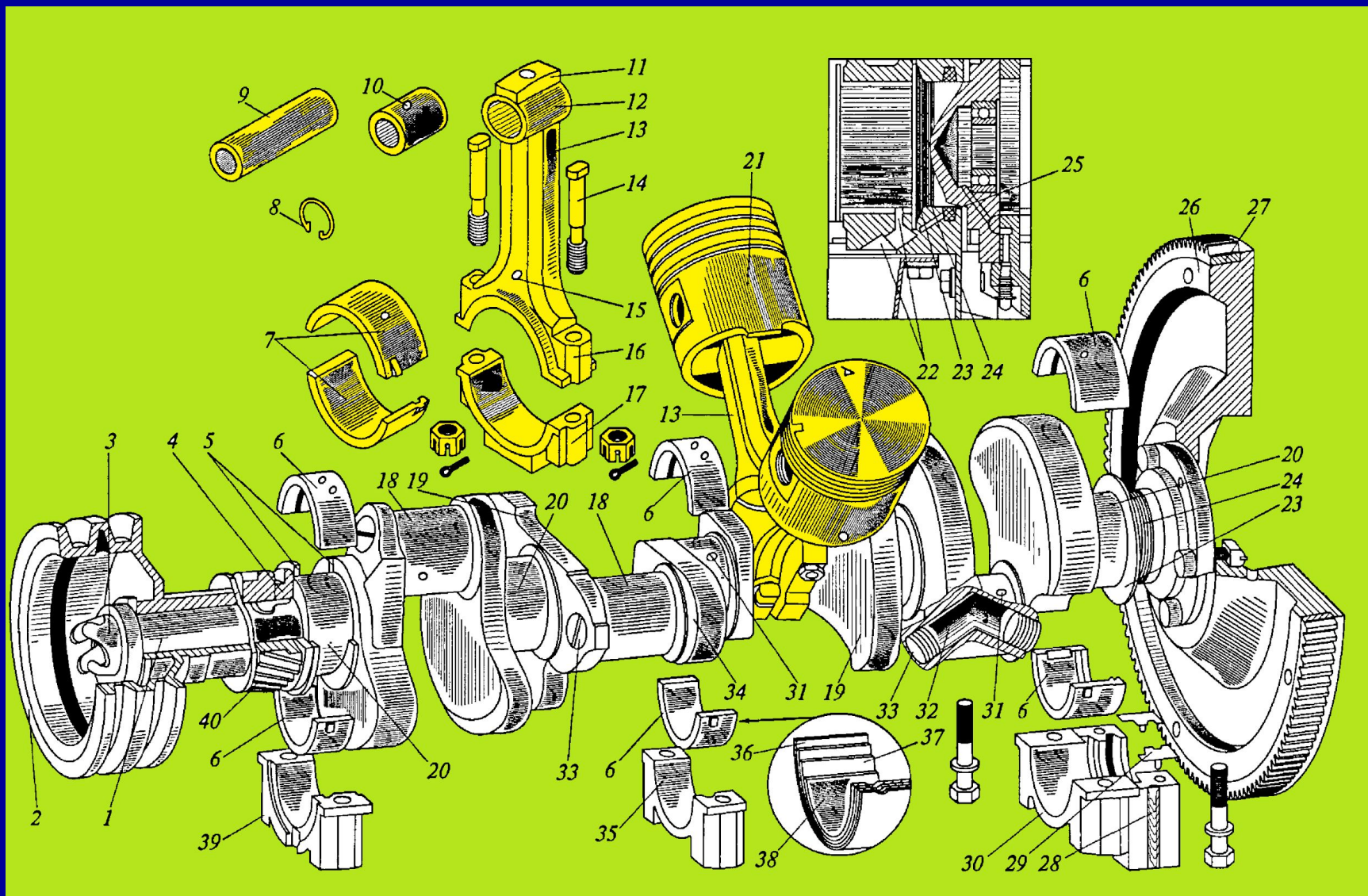
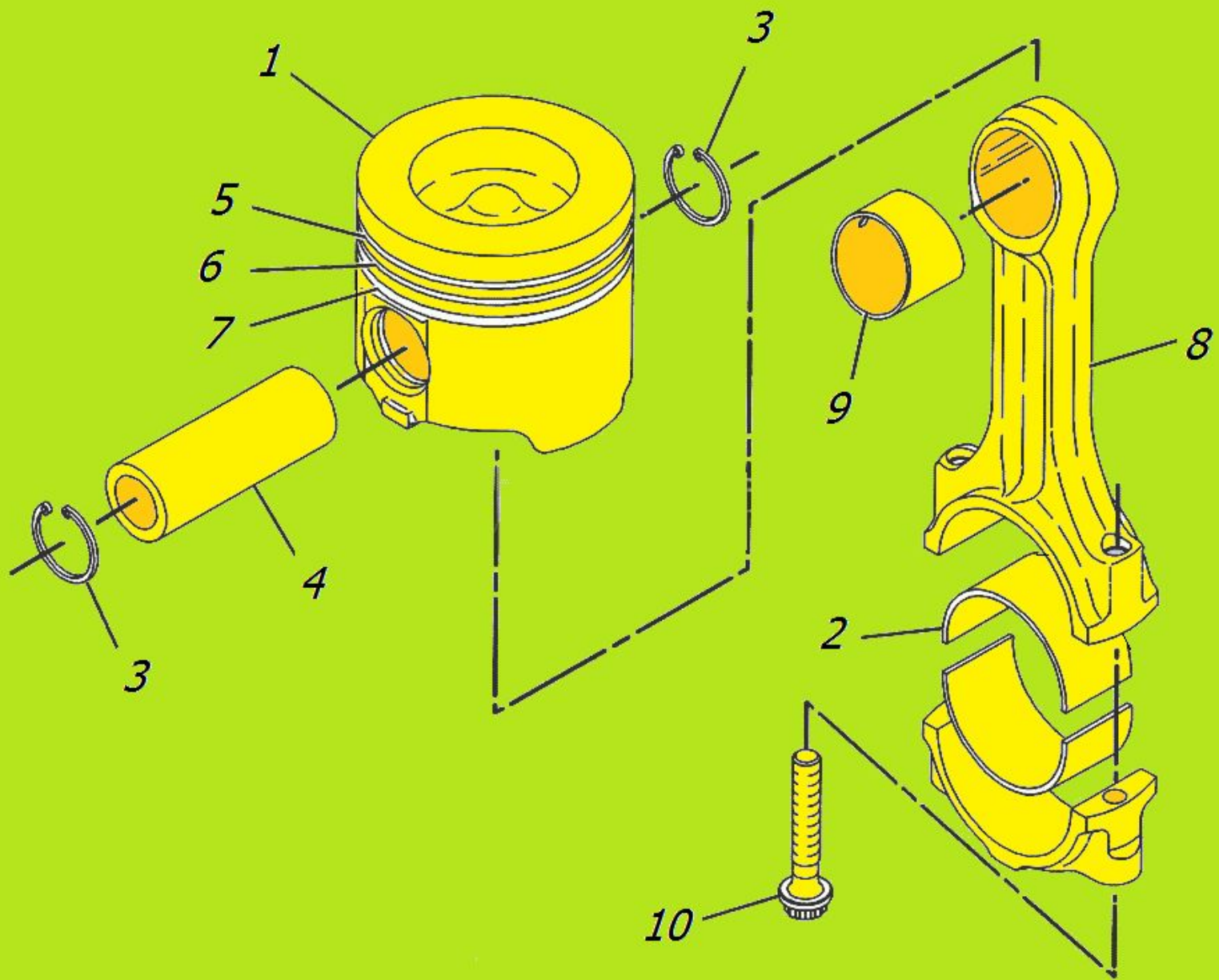
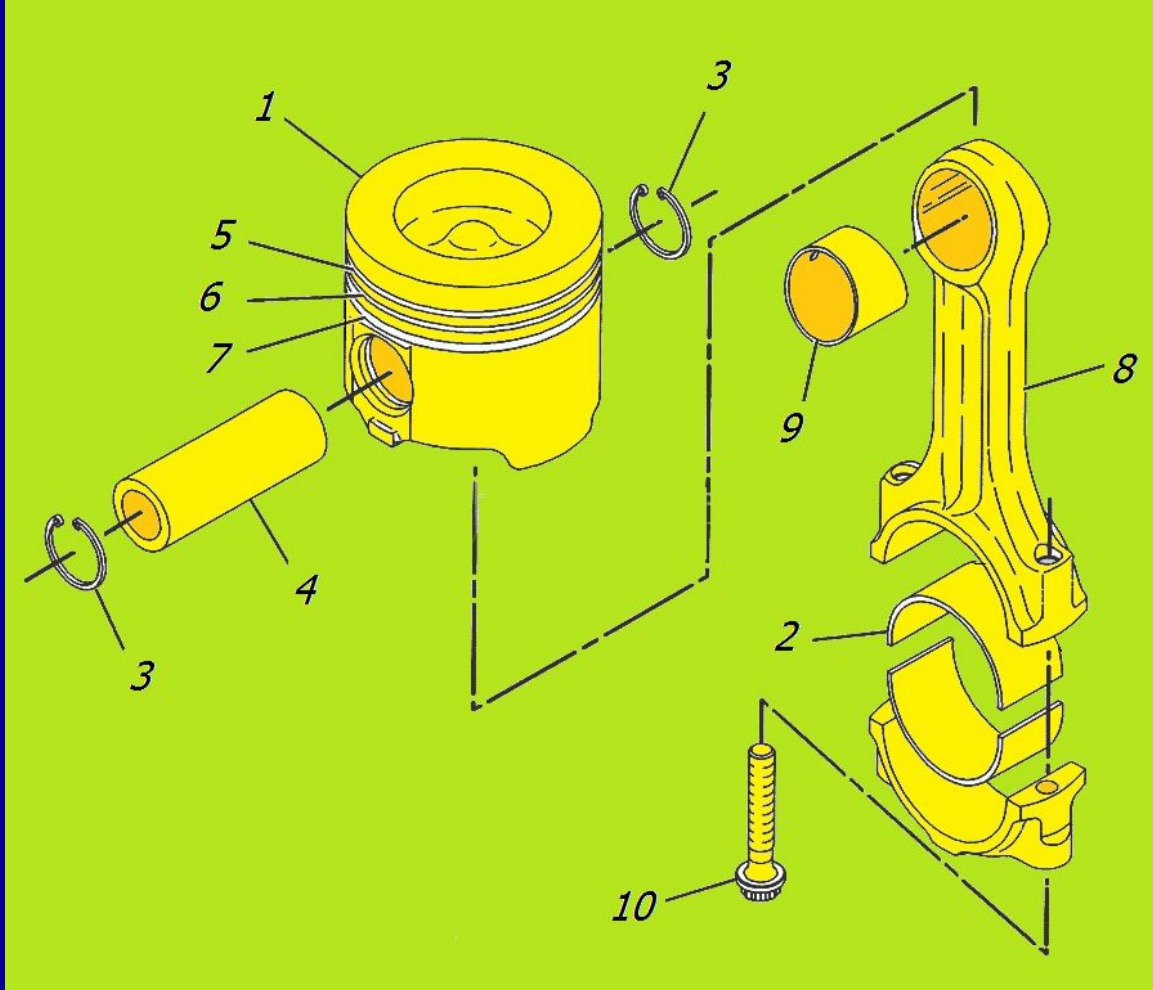


Рис. 9.1. Детали шатунной группы и коленчатого вала:



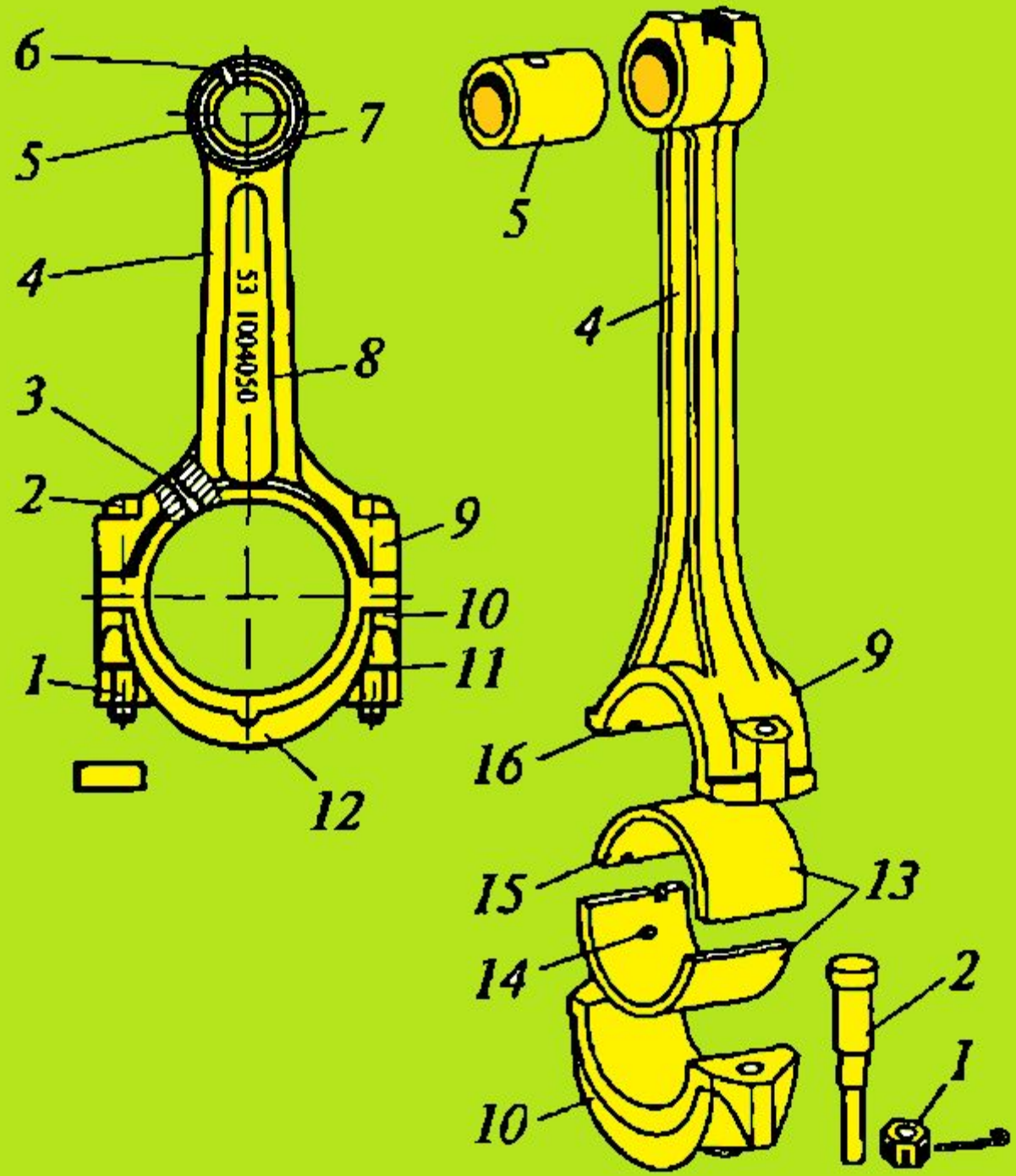
Детали шатунной группы и коленчатого вала:





1. головка поршня;
2. вкладыши шатунные;
3. стопорное кольцо;
4. поршневой палец;
5. первое компрессионное кольцо;

6. второе компрессионное кольцо;
7. маслосъемное кольцо;
8. шатун;
9. стальная вставка;
10. стяжной винт;



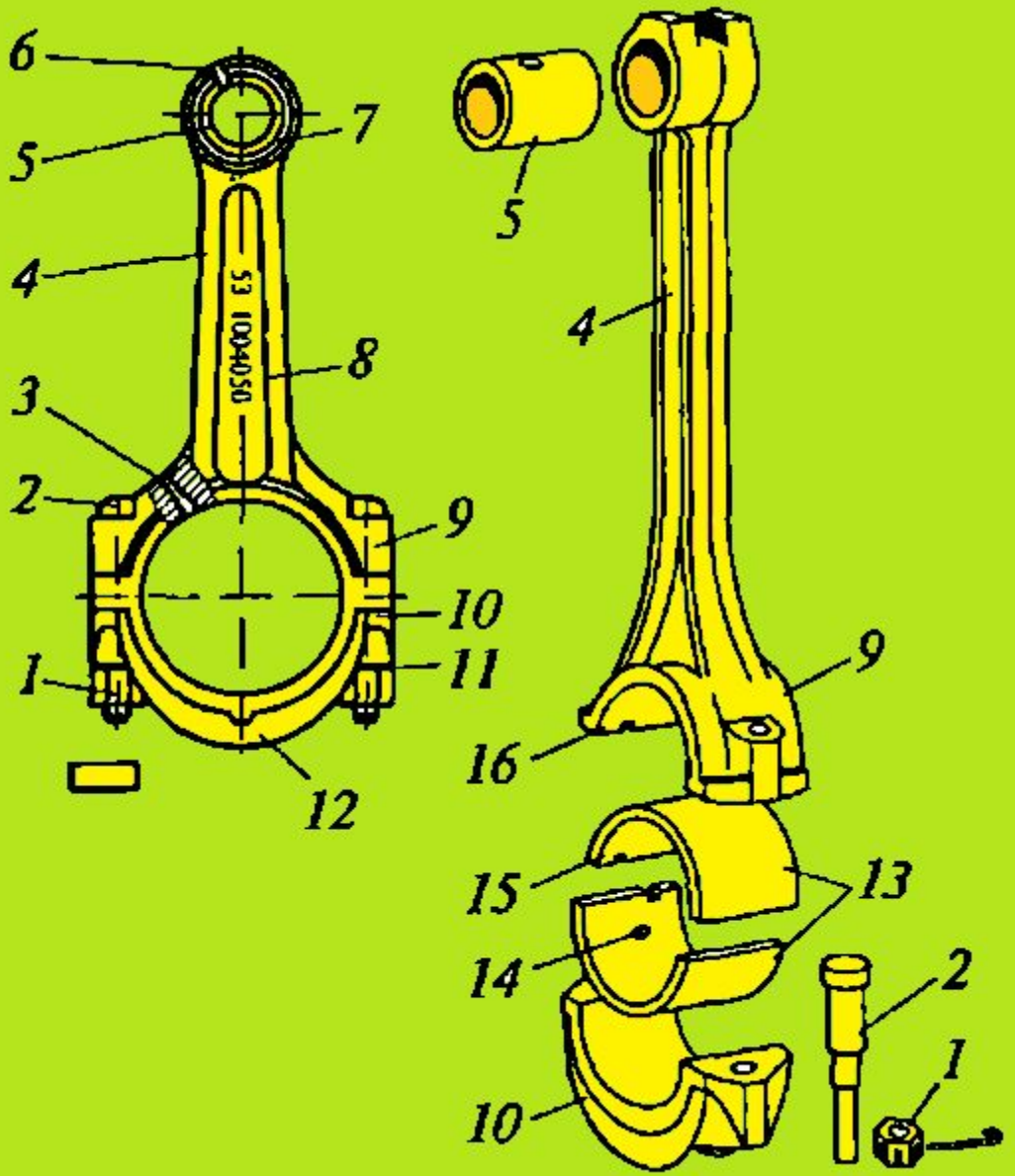
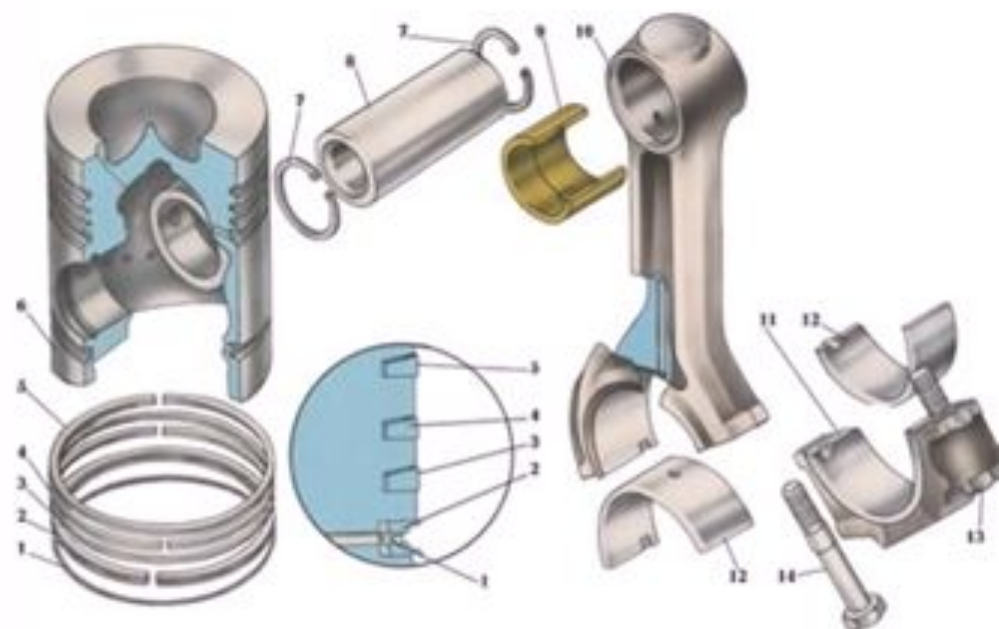


Рис. 11.2. Шатун:

- 1 — гайка;
- 2 — болт;
- 3, 14 — отверстия для масла;
- 4 — стержень шатуна;
- 5 — бронзовая втулка;
- 6 — отверстие для прохода масла к поршневому пальцу;
- 7 — верхняя головка шатуна;
- 8 — номер нижней головки;
- 9 — нижняя головка шатуна;
- 10 — крышка нижней головки;
- 11 — стопорная шайба;
- 12 — метка;
- 13 — вкладыши;
- 15 — усик;
- 16 — паз в головке шатуна

Кривошипно-шатунный механизм



Занятие №13 (2 часа)
Контрольная работа №1

Занятие 1.1.8. Механизм газораспределения Назначение, типы .Устройство ГРМ. Привод распределительного вала.

Цель: Изучить типы газораспределительных механизмов. Распределительные зубчатые колёса и распределительные валы, их приводы. Устройство ГРМ.

Типы газораспределительных механизмов

8.1. Общие определения.

Газораспределительный механизм служит для своевременного впуска в цилиндр горючей смеси (у бензиновых двигателей) или воздуха (у дизелей) и для выпуска отработавших газов.

При тактах сжатия и рабочего хода газораспределительный механизм надежно изолирует камеры сгорания от окружающей среды.

Все четырехтактные бензиновые двигатели и дизели имеют клапанные газораспределительные механизмы. У этих двигателей впуск горючей смеси или воздуха происходит через впускные клапаны, а выпуск отработавших газов — через выпускные клапаны.



Клапанный газораспределительный механизм

У двухтактных двигателей роль клапанов выполняют три окна: выпускное, впускное и продувочное.

Процесс газораспределения у двухтактных двигателей реализуется с помощью кривошипно-шатунного механизма, который при возвратно-поступательном движении поочередно открывает и закрывает окна, осуществляя впуск в цилиндр горючей смеси или выпуск отработавших газов, а также сжатие рабочей смеси и рабочий ход.

Газораспределительные механизмы могут иметь нижнее или верхнее расположение клапанов.

Распределительные
зубчатые колеса
и распределительные валы

Распределительные зубчатые колеса

На двигателях грузовых автомобилей

распределительные валы приводятся во вращение зубчатыми колесами, установленными на коленчатом и распределительном валах.

Для правильного соединения шестерен на них имеются специальные метки. На некоторых двигателях шестерня коленчатого вала приводит во вращение промежуточную шестерню, от которой получают вращение шестерня распределительного вала и шестерня привода насоса высокого давления.

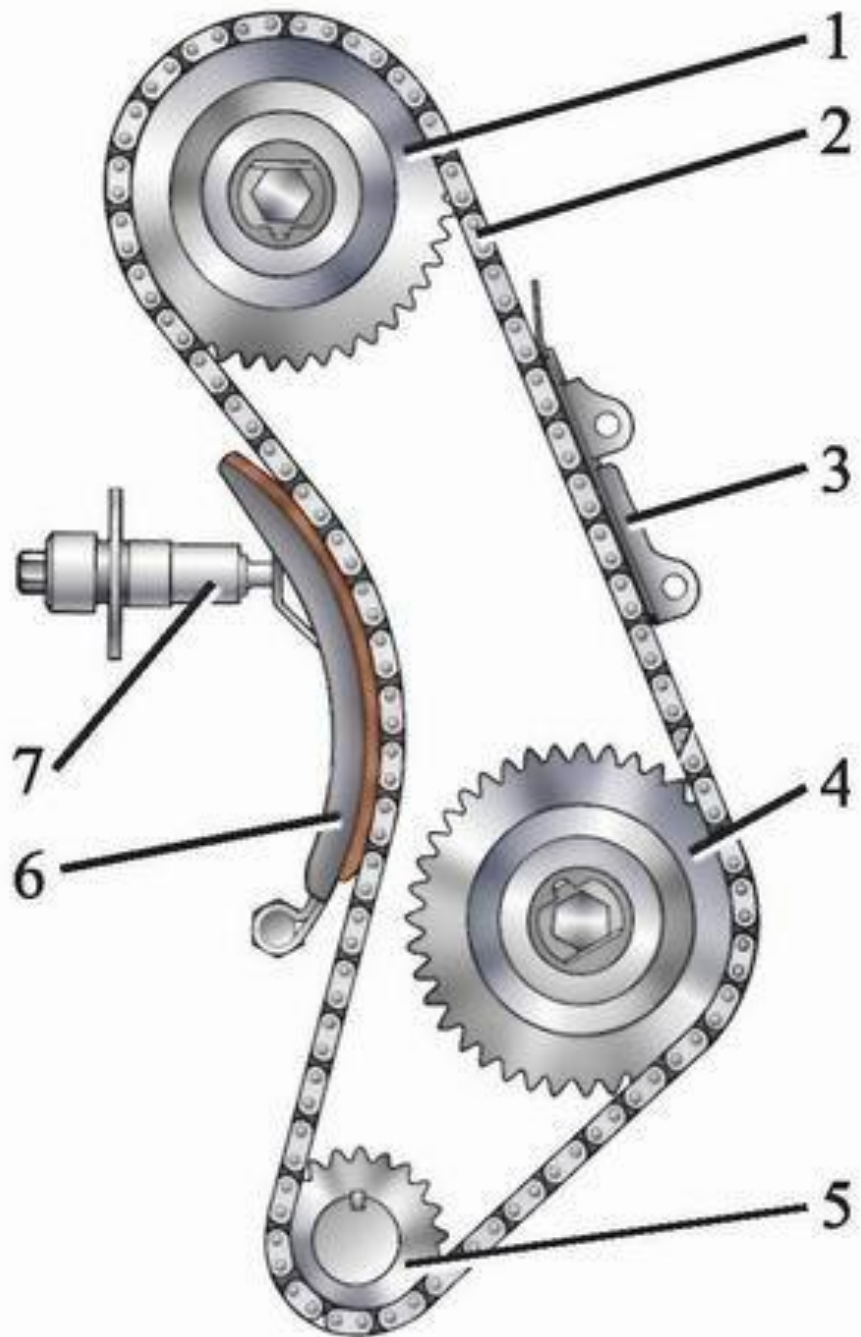
Распределительные шестерни выполнены косозубыми, поскольку такие шестерни работают менее шумно, чем прямозубые, плавнее входят и выходят из зацепления.

Удельная нагрузка на зубья у них меньше, так как в зацеплении одновременно находится больше зубьев, чем у прямозубых шестерен.

Для привода распределительного вала, расположенного на головке блока, на коленчатом и на распределительном валах установлены звездочки, соединенные цепью.

Натяжение цепи регулируется натяжной звездочкой, установленной на рычаге нажимного устройства.

На некоторых двигателях привод двух распределительных валов, установленных также на головке блока, осуществляется двухступенчатой цепью. Цепь втулочная, двухрядная. Первая ступень передает вращение на промежуточный вал, вторая приводит во вращение распределительные валы впускных и выпускных клапанов.



Цепной привод ГРМ:

- 1 – звездочка распределительного вала;
- 2 – цепь;
- 3 – успокоитель цепи;
- 4 – звездочка привода масляного насоса;
- 5 – звездочка коленчатого вала;
- 6 – башмак натяжителя цепи;
- 7 – натяжитель цепи



Цепной привод ГРМ

На торцы звездочки коленчатого вала, ведомой звездочки промежуточного вала и звездочек распределительных валов наносят установочные метки. Для регулировки натяжения цепей имеются гидронатяжители отдельно для нижней и верхней цепей с упорными башмаками.

При верхнем расположении клапанов и распределительного вала у двигателей некоторых автомобилей привод распределительного вала осуществляется от шкива коленчатого вала 1 зубчатым ремнем 6 .

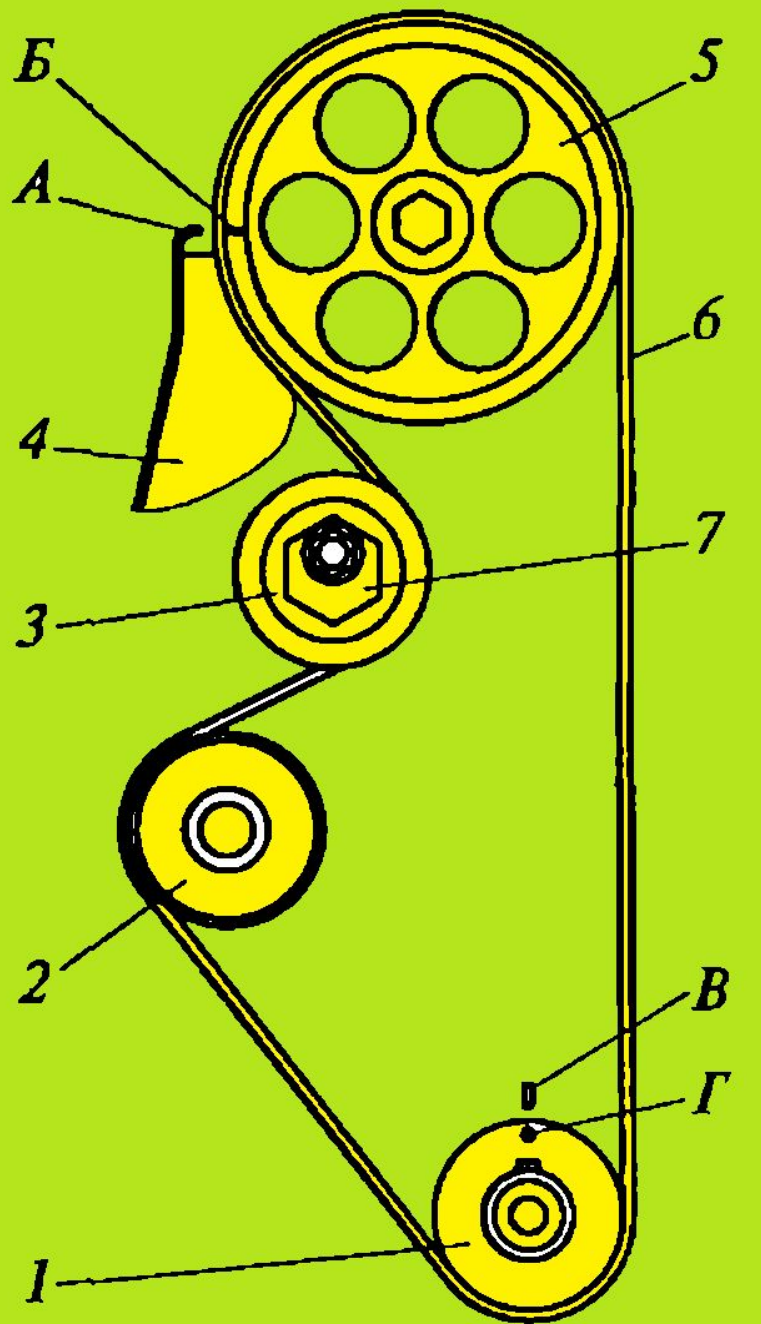


Схема привода распределительного вала:

- 1 — зубчатый шкив коленчатого вала;
- 2 — зубчатый шкив насоса охлаждающей жидкости;
- 3 — натяжной ролик;
- 4 — задняя защитная крышка;
- 5 — зубчатый шкив распределительного вала;
- 6 — зубчатый ремень;
- 7 — ось натяжного ролика;
- А — установочный выступ на задней защитной крышке;
- Б — метка на шкиве распределительного вала;
- В — метка на крышке масляного насоса;
- Г — метка на шкиве коленчатого вала



Зубчатый ремень газораспределительного механизма

Зубчатый ремень, перекинутый через зубчатый шкив привода насоса охлаждающей жидкости 2, натяжной ролик 3 и зубчатый шкив распределительного вала 5, приводит в работу насос.

Для правильной установки привода имеются установочные метки на шкиве коленчатого вала (Г) и крышке масляного насоса (В), а также на зубчатом шкиве распределительного вала (Б), которую необходимо совмещать с установочным выступом А на задней защитной крышке 4.

Гидравлические натяжители, применяемые в цепном приводе распределительных валов, исключают необходимость регулировки натяжения цепей.

Распределительные валы

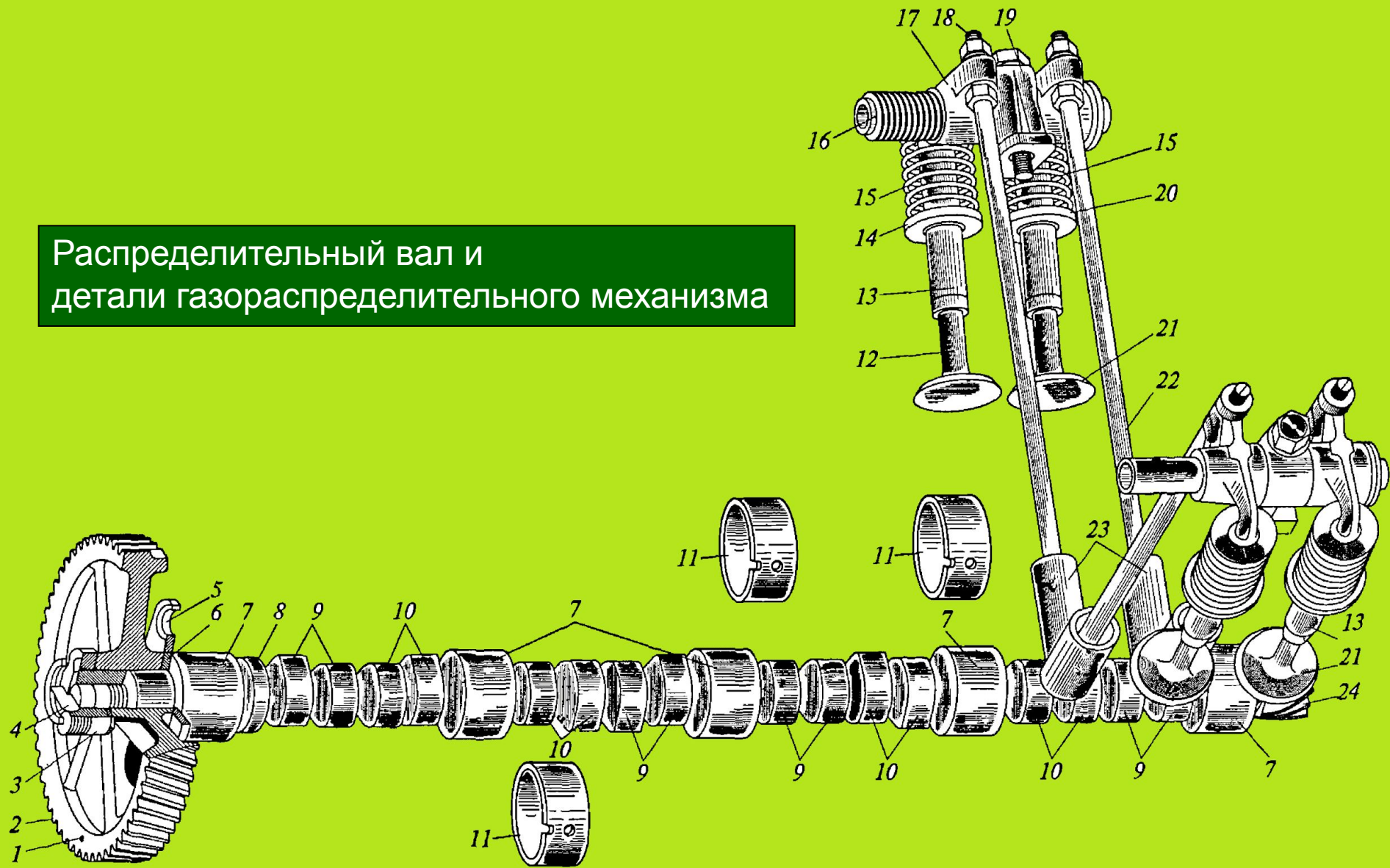
Распределительный вал предназначен для своевременного открытия и закрытия впускных и выпускных клапанов.

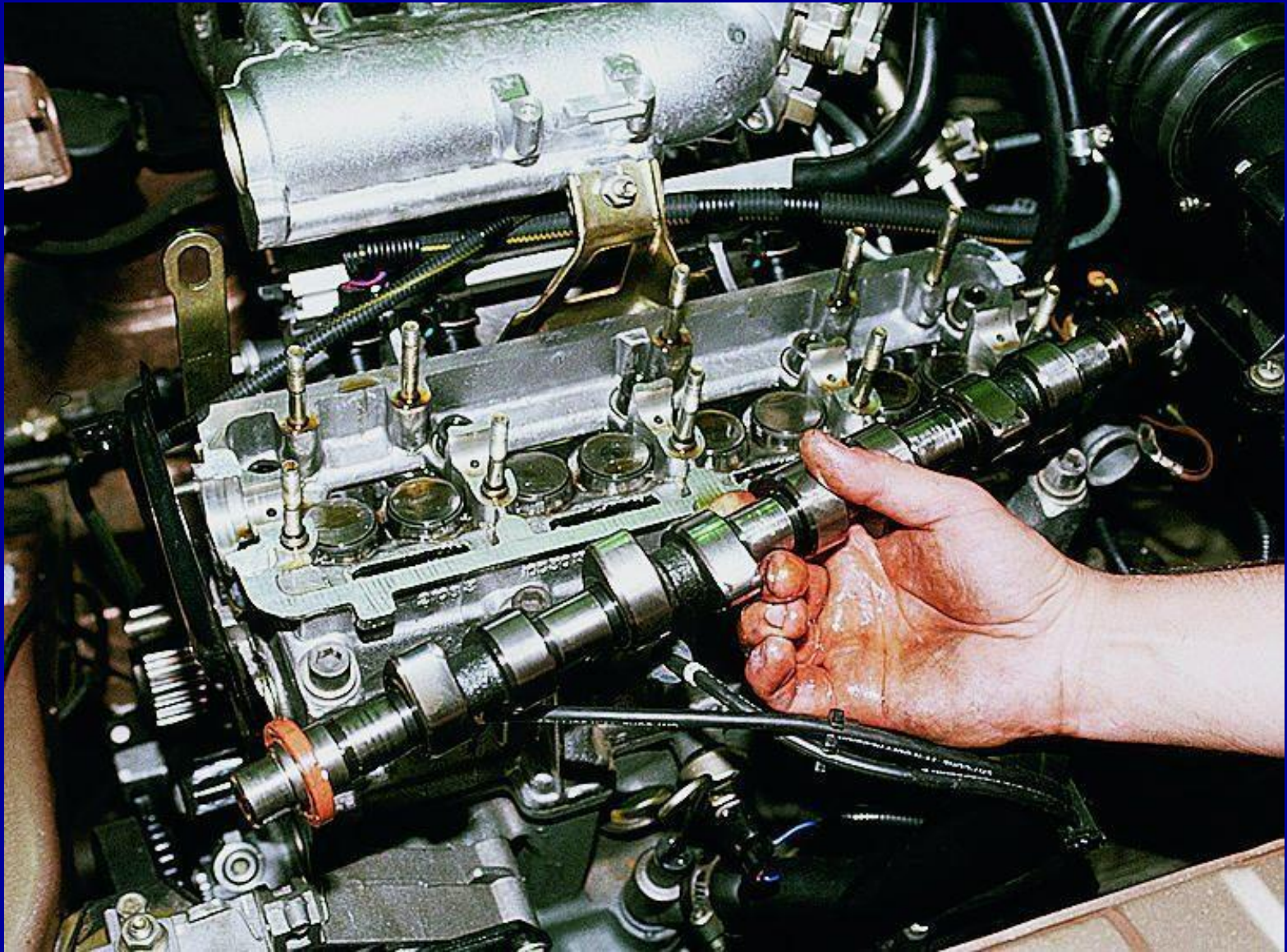
Плотное закрытие клапанов обеспечивается пружинами, установленными на стержнях клапанов.

Изготавливают валы методом штамповки из стали или отливают из чугуна.

Распределительный вал имеет несколько опорных шеек 7. Для открытия и закрытия клапанов имеются кулачки толкателей выпускных 9 и впускных 10 клапанов. Для привода топливного насоса на распределительном валу установлен эксцентрик 8, а для привода масляного насоса и прерывателя-распределителя — шестерня 24.

Распределительный вал и
детали газораспределительного механизма





Распределительный вал ГРМ



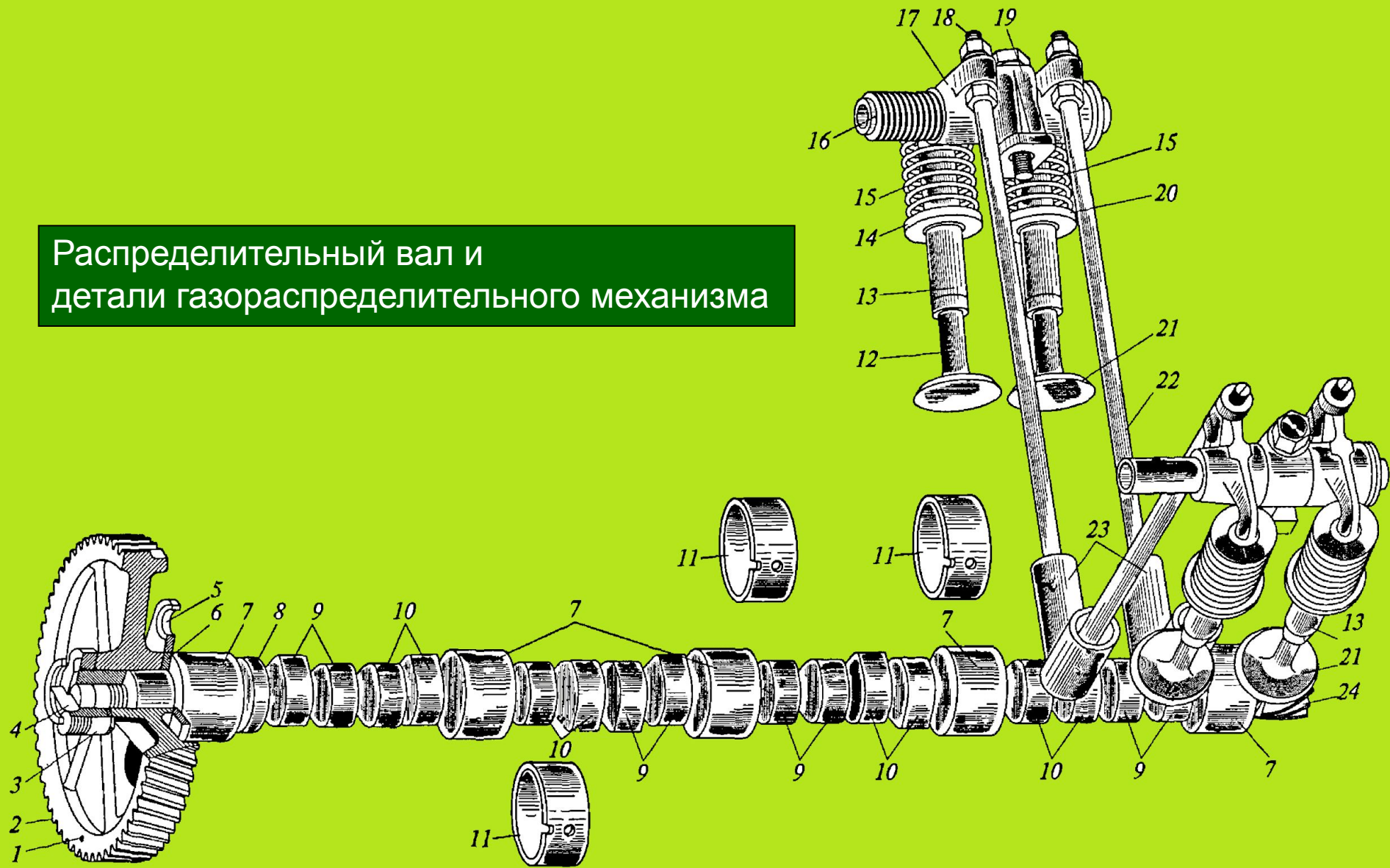
Распределительные валы ГРМ

На переднем конце вала на шпонке установлена шестерня привода распределительного вала. Опорные шейки распределительных валов вращаются во втулках 11, выполняющих роль подшипников.

Распределительные валы некоторых моделей двигателей своими опорными шейками опираются непосредственно на поверхность расточек в алюминиевом блоке цилиндров.

От осевого перемещения распределительные валы двигателей удерживаются упорным фланцем 5 и распорной втулкой 6.

Распределительный вал и
детали газораспределительного механизма



- 1 — метка для установки шестерни газораспределения;
- 2 — шестерня привода распределительного вала;
- 3 — гайка распределительного вала;
- 4 — валик привода датчика ограничителя оборотов;
- 5 — упорный фланец распределительного вала;
- 6 — распорное кольцо шестерни распределительного вала;
- 7 — опорные шейки распределительного вала;
- 8 — эксцентрик привода штанги топливного насоса;
- 9 — кулачки толкателя выпускного клапана;
- 10 — кулачки толкателя впускного клапана;
- 11 — втулка подшипника шейки распределительного вала;
- 12 — впускной клапан;
- 13 — направляющая втулка клапана;
- 14 — шайба пружины впускного клапана;
- 15 — пружина клапана;

- 16— ось коромысла;
- 17— коромысло клапана;
- 18 — регулировочный винт коромысла клапана;
- 19 — стойка оси коромысел;
- 20 — механизм вращения выпускного клапана;
- 21 — выпускной клапан;
- 22 — штанга толкателя клапана;
- 23 — толкатели клапанов;
- 24 — шестерня привода прерывателя — распределителя зажигания и масляного насоса

Толкатели и клапаны

Толкатели

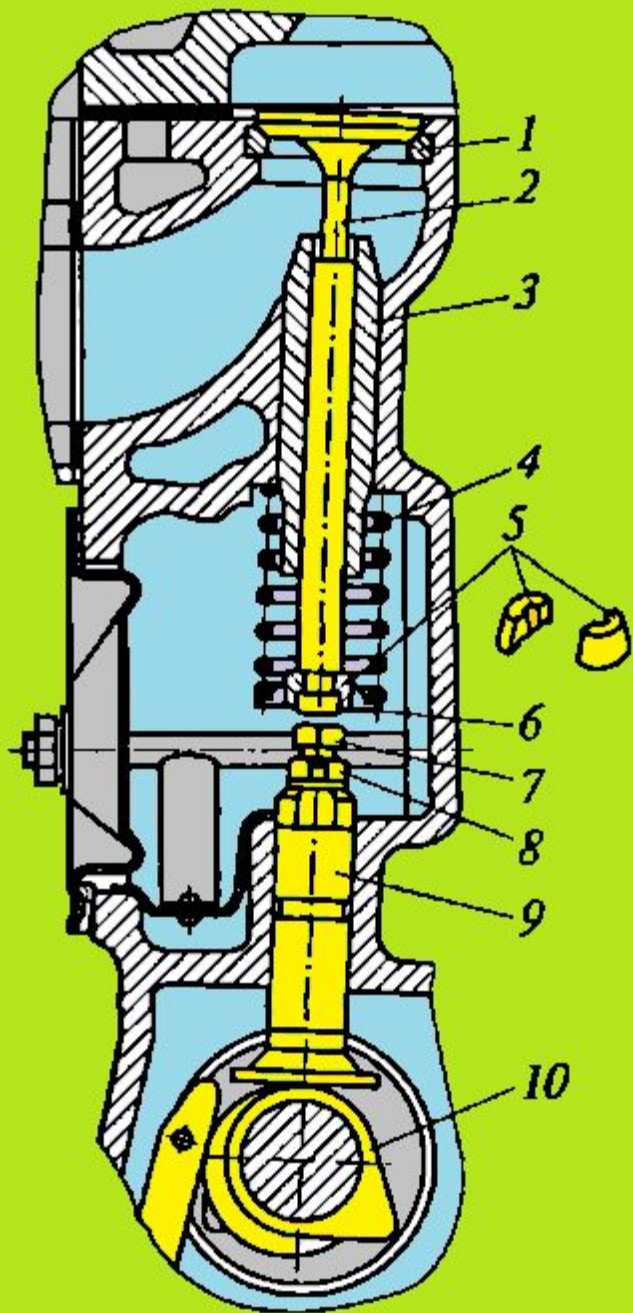
Усилия от кулачков распределительного вала к клапану или штанге передают толкатели.

Они же воспринимают и боковые усилия, возникающие при вращении кулачков распределительного вала.

Толкатели подвергаются действию переменных нагрузок, имеющих динамический характер, следовательно, должны иметь износостойкие рабочие поверхности и малую массу.

Для уменьшения массы толкатели выполняют пустотелыми.

В двигателях с нижним расположением клапанов (применяются тарельчатые толкатели со сферической опорной поверхностью).



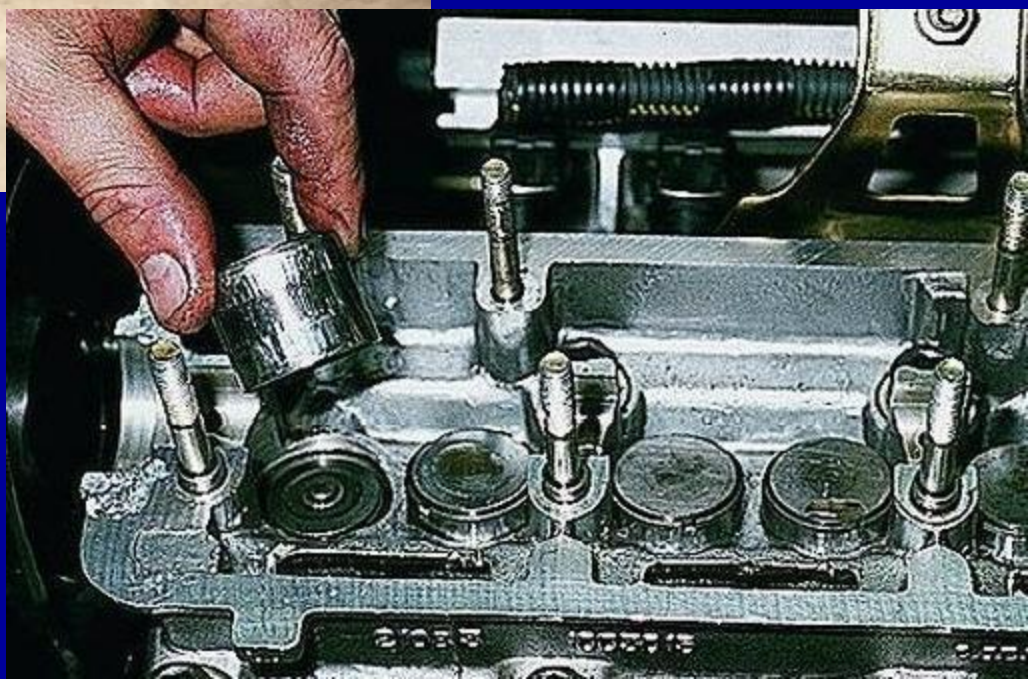
a

Газораспределительный механизм с нижним расположением клапанов и распределительного вала;

- 1 — седло клапана;
- 2 — клапан;
- 3 — направляющая втулка;
- 4 — пружина;
- 5 — сухарь;
- 6 — тарелка пружины клапана;
- 7 — регулировочный болт;
- 8 — контргайка;
- 9 — толкатель;
- 10 — кулачок распределительного вала;



Толкатели клапанов

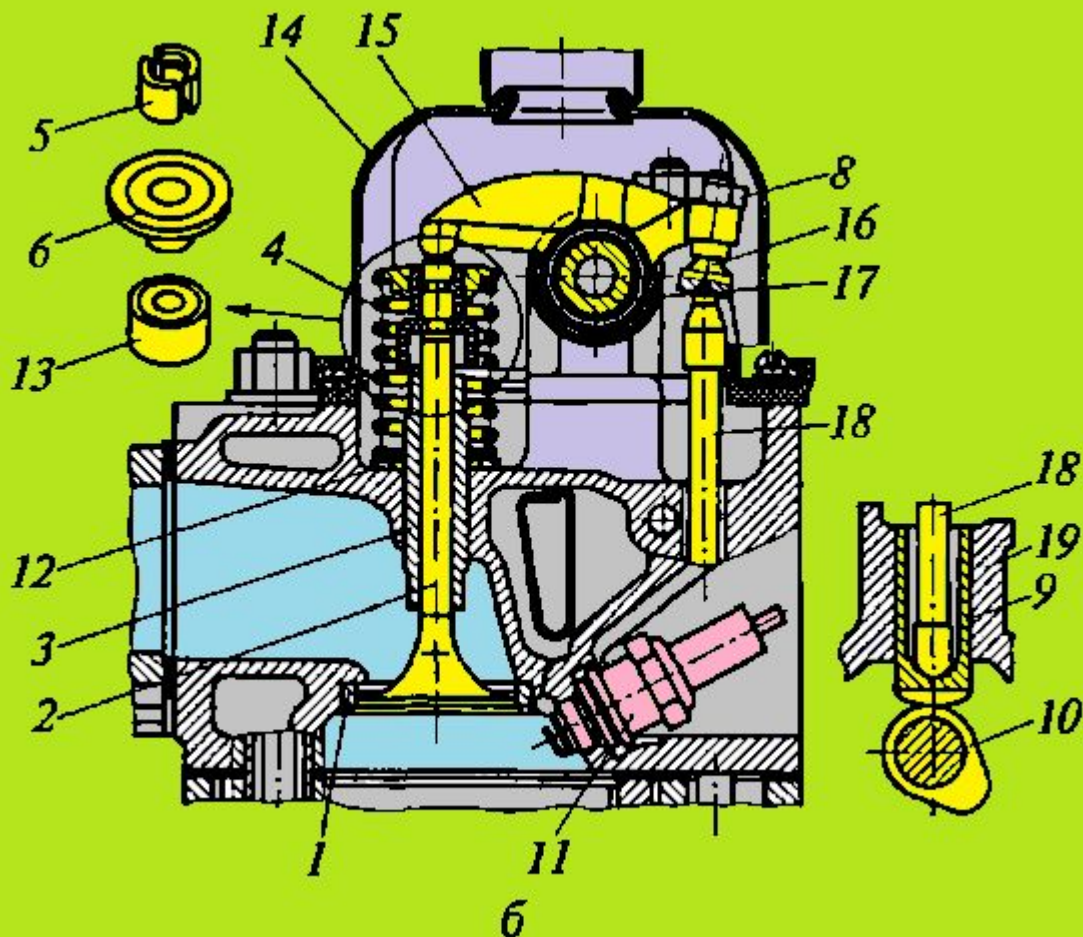


Кулачок 10 распределительного вала касается опорной части толкателя сбоку от оси стержня и имеет небольшую конусность.

Благодаря такому устройству толкателя и кулачка толкатель вращается во время вращения распределительного вала, что обеспечивает равномерный износ опорной поверхности.

Для регулировки тепловых зазоров в стержень толкателя 9 ввернут регулировочный болт 7 с контргайкой 8.

У двигателей с верхним расположением клапанов и нижним расположением распределительных валов толкатели выполнены в виде пустотелого поршня, внутрь которого входит штанга.



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

- 1 — седло клапана;
- 2 — клапан;
- 3 — направляющая втулка;
- 4 — пружина;
- 5 — сухарь;
- 6 — тарелка пружины клапана;
- 8 — контргайка;
- 9 — толкатель;
- 10 — кулачок распределительного вала;
- 11 — свеча зажигания;
- 12 — опорная шайба;
- 13 — маслоотражательный колпачок клапана;
- 14 — крышка головки блока;
- 15 — коромысло;
- 16 — регулировочный винт;
- 17 — ось коромысла;
- 18 — штанга;
- 19 — блок цилиндров;

Нижний конец штанги смазывается маслом, стекающим по штанге.

В толкателе имеется отверстие, через которое вытекающее масло смазывает направляющие втулки и кулачки распределительного вала.

Таких отверстий может быть два.

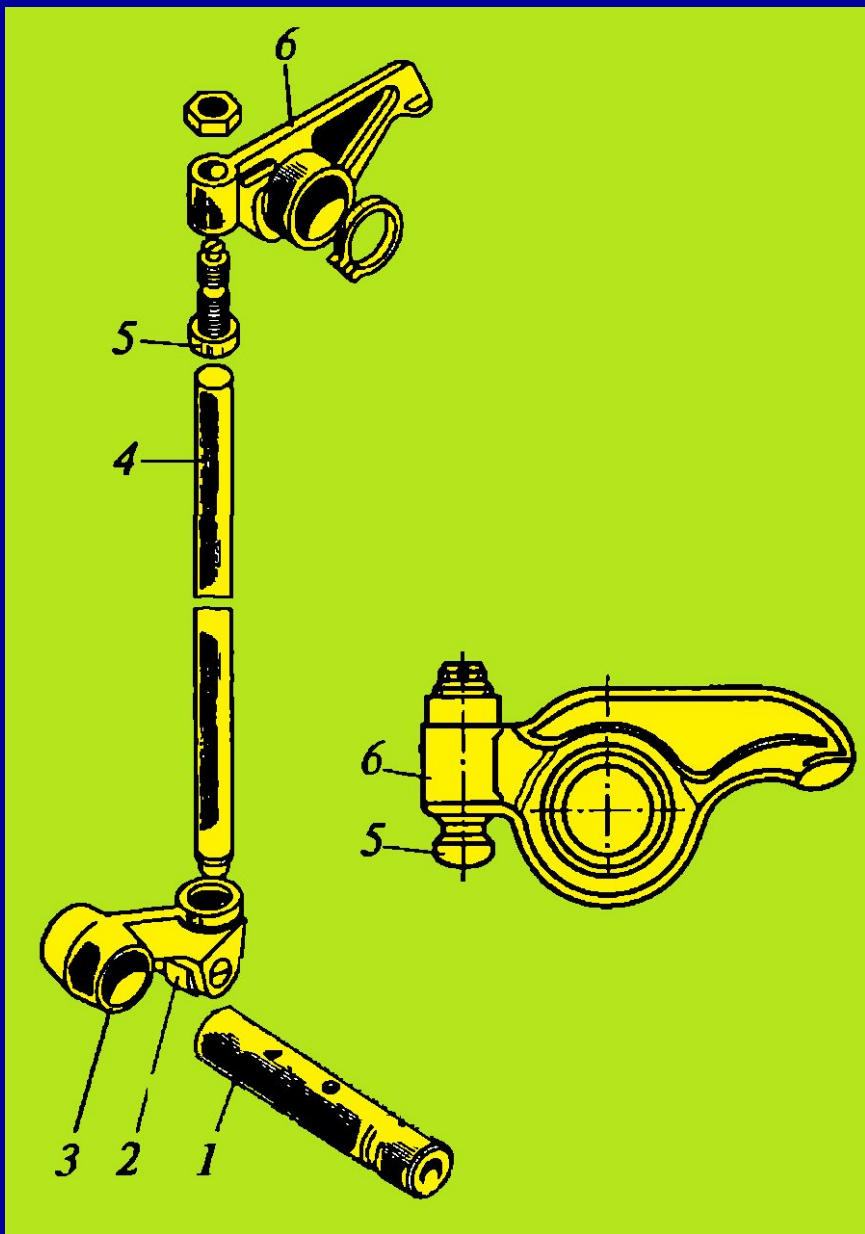
Торец толкателя, контактирующий с кулачком, наплавлен отбеленным чугуном, сами толкатели стальные.

Для равномерного износа опорная часть толкателя делается сферической, а кулачок имеет конусность, что приводит к вращению толкателя во время работы двигателя.

Рычажные подвесные толкатели применяют на двигателях дизелей.

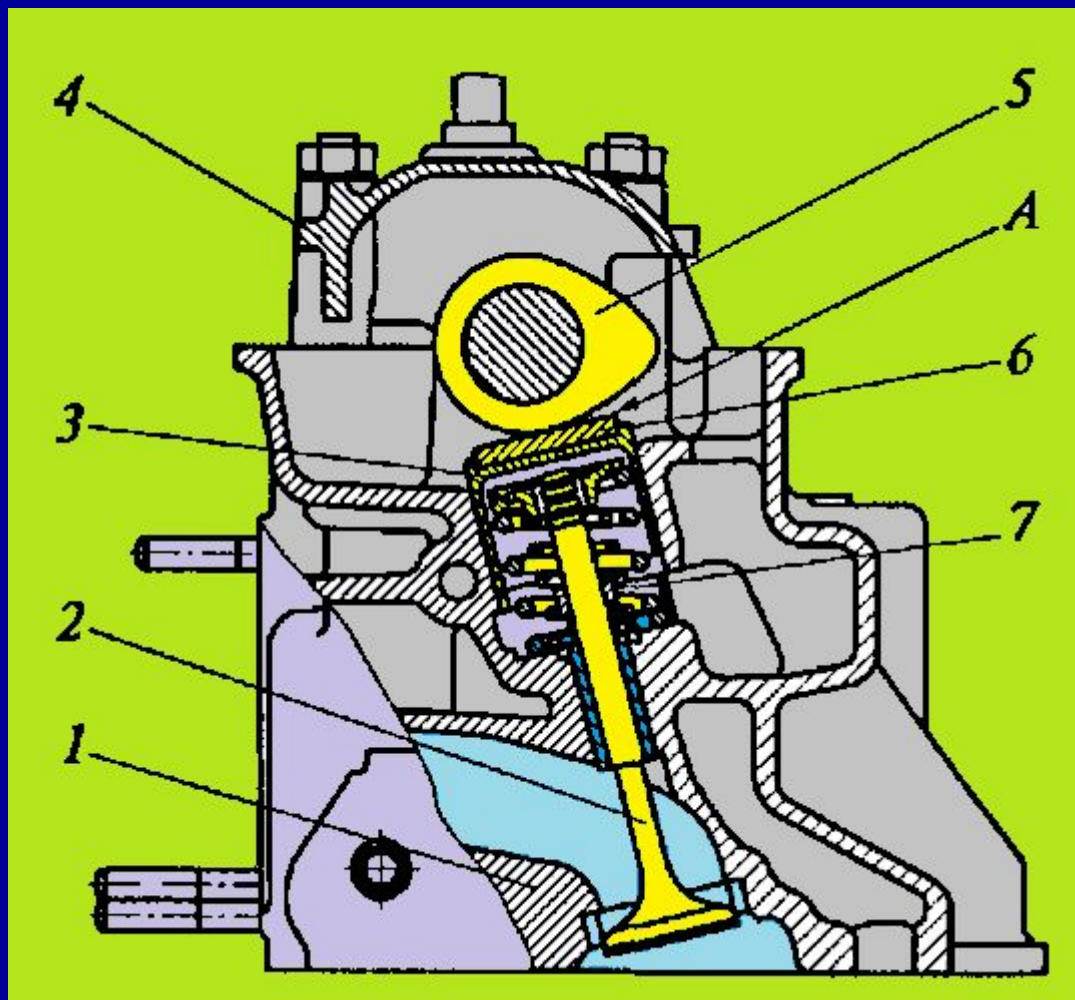
В приливах толкателя установлена ось ролика, на которой в игольчатом подшипнике вращается ролик 2. Ролик при работе двигателя катится по поверхности кулачка распределительного вала. У этих толкателей трение скольжения заменено на трение качения, что способствует уменьшению износа толкателя и поверхности кулачка вала.

При верхнем расположении клапанов и распределительного вала толкатели 3 имеют форму стакана, в перевернутом виде надетого на клапан 2.



Детали привода клапанов дизелей:

- 1 — ось;
- 2 — ролик;
- 3 — толкатель;
- 4 — штанга;
- 5 — регулировочный винт;
- 6 — коромысло



- 1 — головка цилиндров;
- 2 — клапан;
- 3 — толкатель;
- 4 — корпус подшипников распределительного вала; 5 — распределительный вал;
- 6 — регулировочная шайба;
- 7 — маслоотражательный колпачок;
- A — зазор между кулачком и регулировочной шайбой

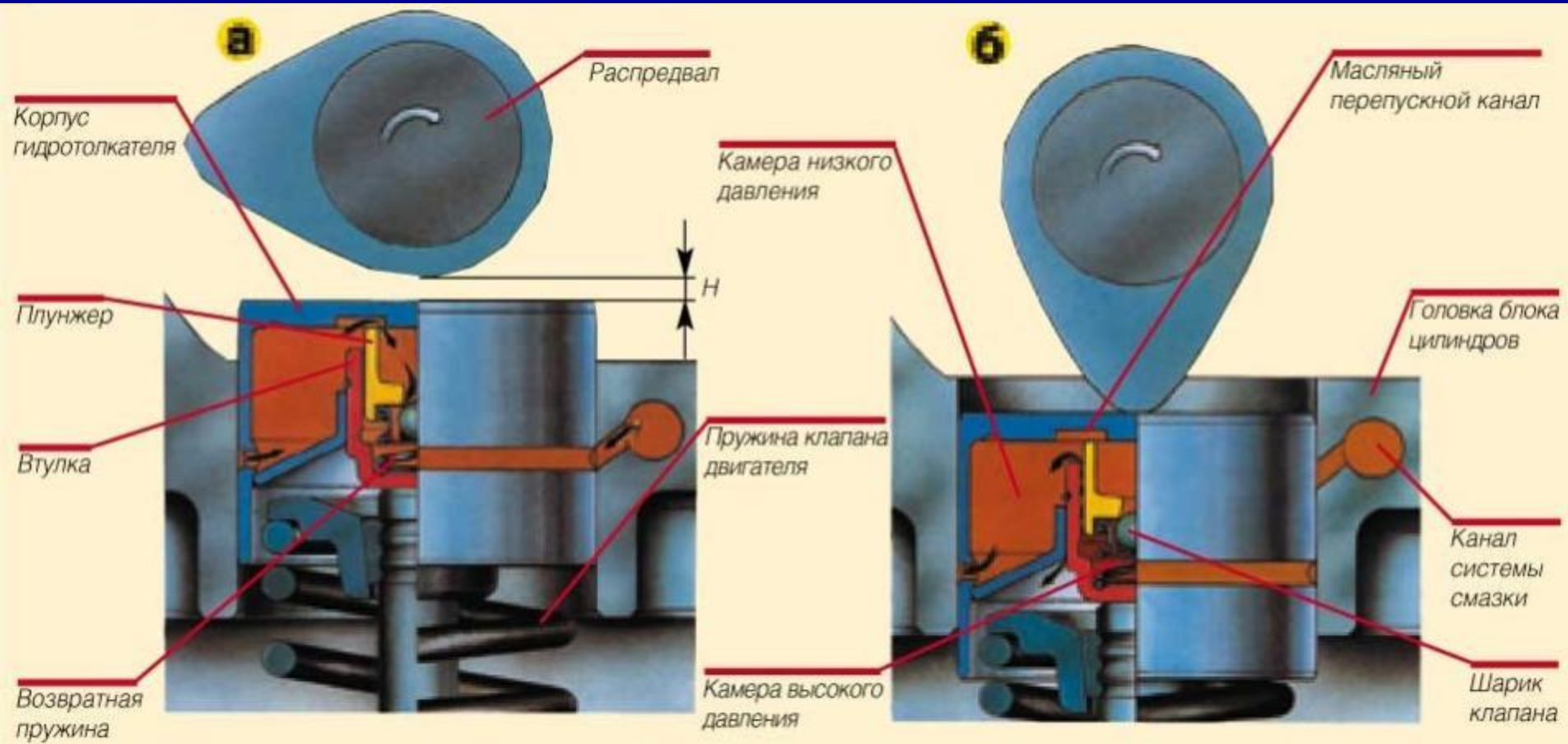
Механизм привода клапанов при верхнем расположении клапанов и распределительного вала.

В наружном днище толкателя выполнено кольцевое углубление для укладки регулировочных шайб 6, подбором толщины которых регулируется тепловой зазор А между толкателем и кулачком распределительного вала 5.

На некоторых двигателях применены гидротолкатели. Эти двигатели имеют распределительные валы для впускных и выпускных клапанов.

Каждый цилиндр имеет по два впускных и два выпускных клапана.

Над каждым клапаном располагаются гидротолкатели. Гидротолкатели стальные, выполнены в виде цилиндрического стакана с плунжерной парой и шариковым обратным клапаном.



Принцип работы гидротолкателя

На наружной поверхности стакана имеются кольцевая канавка и отверстие для подвода масла внутрь толкателя из магистрали головки блока цилиндров.

Толкатели устанавливаются в отверстиях головки блока цилиндров.

Гидравлические толкатели исключают необходимость регулировки зазора между толкателями и клапанами.

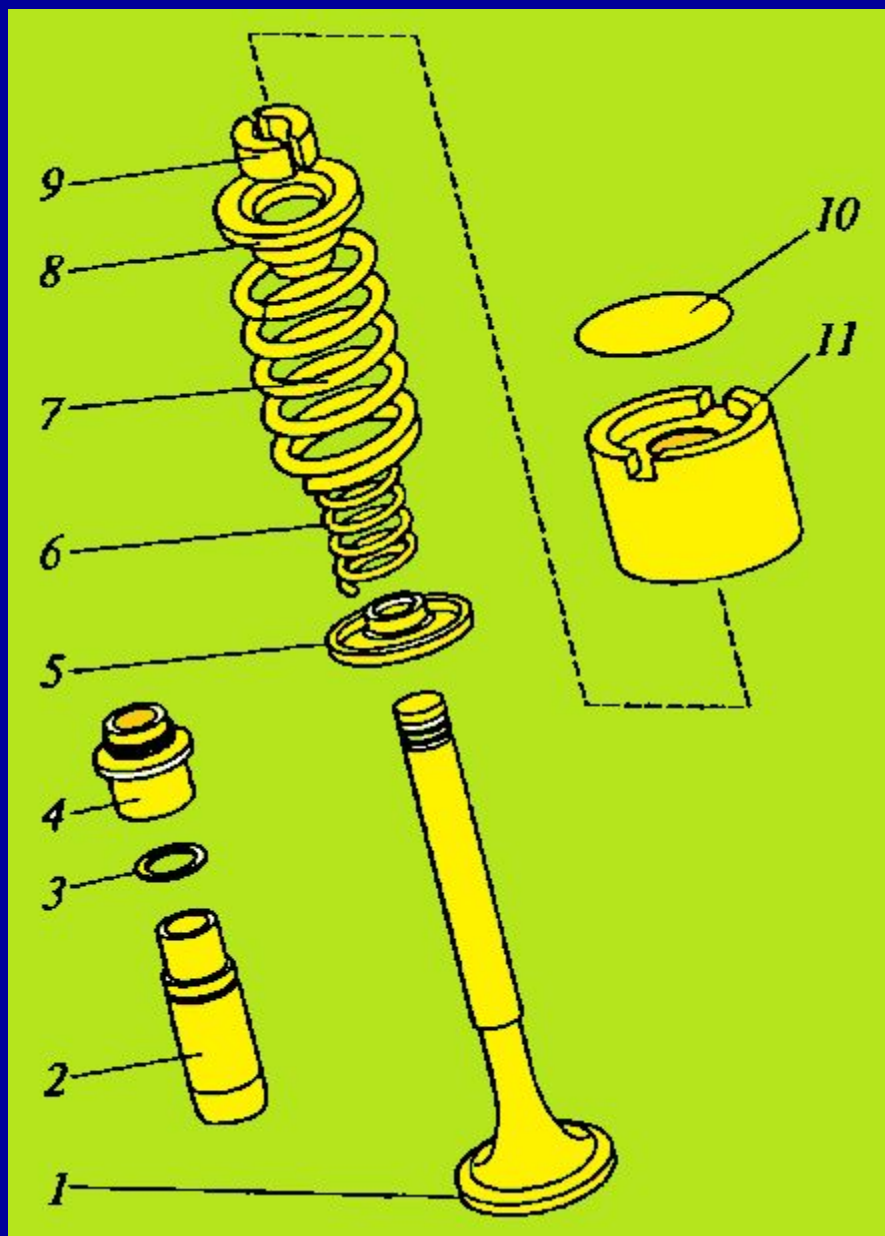
Клапаны

Клапаны открывают и закрывают впускные и выпускные каналы, по которым в цилиндры поступает горючая смесь или воздух и выходят отработавшие газы.

Клапаны должны надежно изолировать цилиндр от впускного и выпускного трубопроводов во время тактов сжатия и рабочего хода, а также оказывать минимальное сопротивление движению газов в открытом положении.

Клапан состоит из головки и стержня, на конце которого имеются кольцевые проточки.

Клапанный узел состоит из самого клапана 1, вставленного в направляющую втулку 2, стопорного кольца 3, маслоотражательного колпачка 4, опорной шайбы пружины 5, внутренней пружины 6, наружной пружины 7, тарелки пружин 8, двух сухарей 9, толкателя 11 и регулировочной шайбы 10.



Детали клапанного узла:

- 1 — клапан;
- 2 — направляющая втулка;
- 3 — стопорное кольцо;
- 4 — маслоотражательный колпачок;
- 5 — опорная шайба пружин;
- 6 — внутренняя пружина;
- 7 — наружная пружина;
- 8 — тарелка пружин;
- 9 — сухарь;
- 10 — регулировочная шайба;
- 11 — толкатель

Плавный переход от стержня к головке уменьшает сопротивление при обтекании газами, особенно при такте впуска, увеличивает прочность клапана, улучшает теплоотвод.

Головка клапана может быть плоской, выпуклой, тюльпанообразной.

Она должна иметь хорошую сопротивляемость короблению, так как головки выпускных клапанов могут нагреваться до 850 °С, а впускных — до 400 °С.

Для улучшения обтекаемости и снижения гидравлических потерь переход от головки к стержню выполняется плавным, с большим радиусом. Головки выпускных клапанов плоские.

Они проще в изготовлении и обладают необходимой жесткостью. Головки впускных клапанов для уменьшения веса и инерционных сил делают тюльпанообразными.

Диаметры головок впускных и выпускных клапанов могут быть одинаковыми, однако чаще головки впускных клапанов имеют больший диаметр для улучшения наполнения цилиндра горючей смесью или воздухом.

Для повышения надежности и герметичности сопряжения «клапан-седло» на головке клапана есть фаска, которую шлифуют, а затем притирают по месту специальными пастами. Контактный поясок на фаске должен иметь ширину не менее 0,5 мм.

Повышение надежности сопряжения достигается наплавкой на фаску специального износостойкого сплава.

Клапаны изготавливают, из жаропрочных сталей:

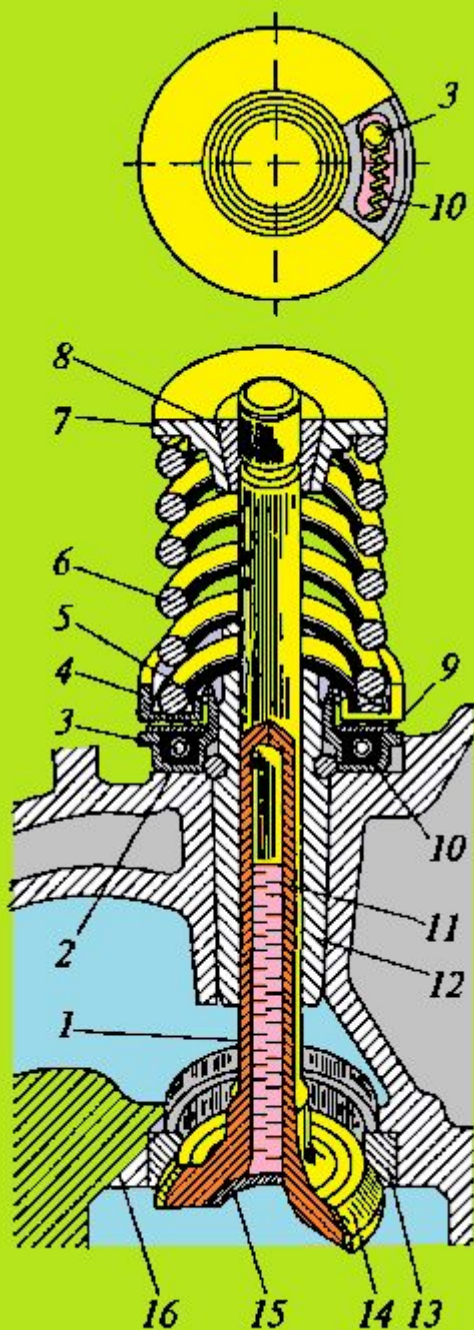
- впускной — из хромокремнистой,
- выпускной — из хромоникель-марганцевистой с присадкой азота.

Фаски клапанов выполняют под углом 30 и 45°.

У некоторых двигателей для лучшего охлаждения в стержне выпускного клапана 1 высверлен канал, частично заполненный натрием 11.

При нагреве натрия плавится и, испаряясь, отбирает теплоту у головки клапана и передает его через направляющую втулку 12 стенкам головки блока цилиндров 16.

Выпускной клапан двигателя с механизмом вращения:



- 1 — выпускной клапан;
- 2 — корпус механизма вращения;
- 3 — шарик;
- 4 — опорная шайба;
- 5 — замковое кольцо;
- 6 — пружина клапана;
- 7 — тарелка пружины;
- 8 — сухарь;
- 9 — дисковая пружина;
- 10 — возвратная пружина;
- 11 — натриевый наполнитель;
- 12 — направляющая втулка;
- 13 — седло клапана;
- 14 — жаростойкая наплавка;
- 15 — заглушка;
- 16 — головка блока

Направляющие втулки 12 обеспечивают перпендикулярное относительно седла 13 перемещение клапана.

Механизм вращения клапанов

В процессе работы двигателя на рабочих фасках клапанов (особенно выпускных) откладывается нагар.

При попадании частиц нагара на фаску клапаны начинают неплотно закрывать седло, в результате чего нарушается герметичность и снижается компрессия в цилиндре.

Отложение большого количества нагара на головках клапанов приводит к ухудшению отвода теплоты на седла клапанов, перегреву и к прогоранию, особенно выпускного клапана.

Под действием перегрева головки клапана появляется каильное воспламенение рабочей смеси, нарушающее нормальное протекание рабочего процесса.

Уменьшить отложение нагара можно за счет вращения клапанов.

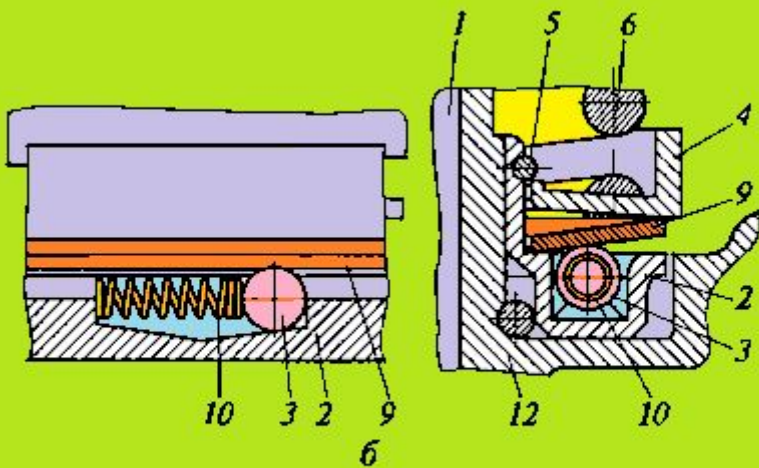
Механизм вращения клапана состоит из неподвижного корпуса 2, установленного на площадке головки блока цилиндров и направляющей втулки 12 клапана; пяти шариков 3 с возвратными пружинами 10, расположенными по окружности в наклонных углублениях в корпусе 2; конической дисковой пружины 9, свободно надетой на выступ корпуса 2; опорной шайбы 4, нагруженной пружиной клапана 6, и замкового кольца 5, удерживающего весь механизм в сборе.

При закрытом клапане 1 дисковая пружина 9 внутренней кромкой лежит на заплечике корпуса 2, а на наружную ее кромку опирается опорная шайба 4\ шарик 3 под воздействием пружины 10 свободно лежат в мелкой части канавок корпуса 2.

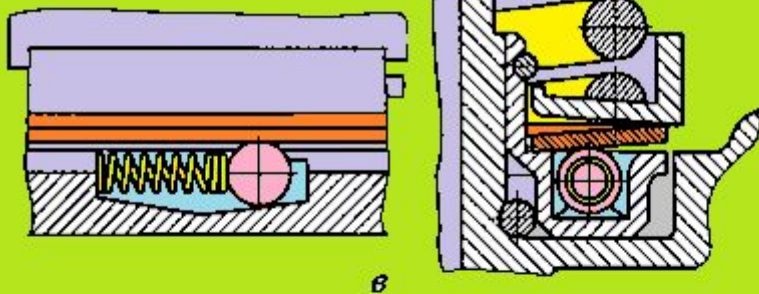
По мере открытия клапана 1 усилие клапанной пружины 6, действующей на опорную шайбу 4, возрастает настолько, что дисковая пружина 9 распрямляется и становится плоской.

Между ее внутренней кромкой и заплечиком корпуса 2 появляется зазор, при этом усилие клапанной пружины 6 передается на шарик 3.

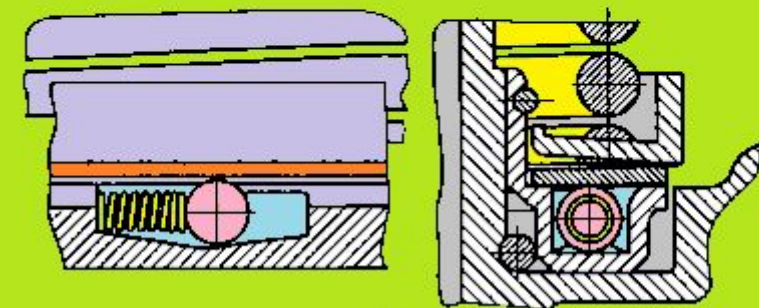
Они перекаатываются по наклонному дну канавки, увлекая за собой дисковую пружину 9 и опорную шайбу 4.



б



в



г

Рис. г; Выпускной клапан двигателя с механизмом вращения:

б - г — соответственно начальное, рабочее и конечное положения механизма вращения;

- 1 — выпускной клапан;
- 2 — корпус механизма вращения;
- 3 — шарик;
- 4 — опорная шайба;
- 5 — замковое кольцо;
- 6 — пружина клапана;
- 9 — дисковая пружина;
- 10 — возвратная пружина;
- 12 — направляющая втулка;

Вместе с ними поворачивается на некоторый угол и клапан 7 с пружиной клапана 6.

Во время закрытия клапана усилие клапанной пружины уменьшается.

Дисковая пружина, прогибаясь, садится на заплечик корпуса, освобождает шарики, и они под действием возвратных пружин занимают свое исходное положение, заклиниваясь между шайбой и наклонной поверхностью корпуса. Клапан при этом не вращается.

За каждые сто оборотов коленчатого вала клапан делает один оборот.

Так достигается равномерный нагрев клапана при работе двигателя и повышается его долговечность.

Штанги. Коромысла клапанов

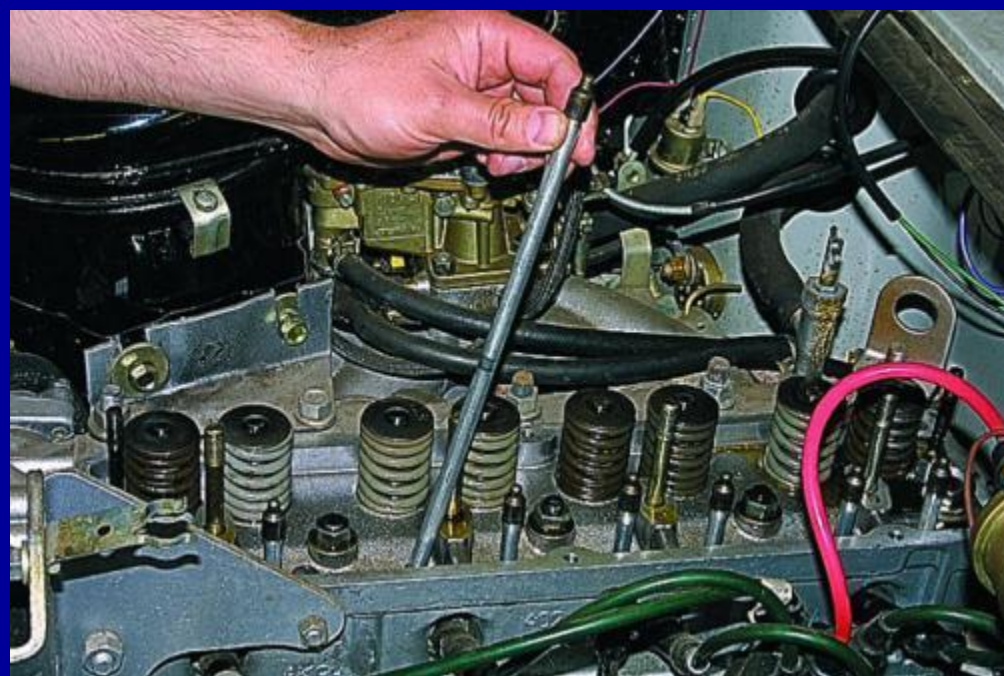
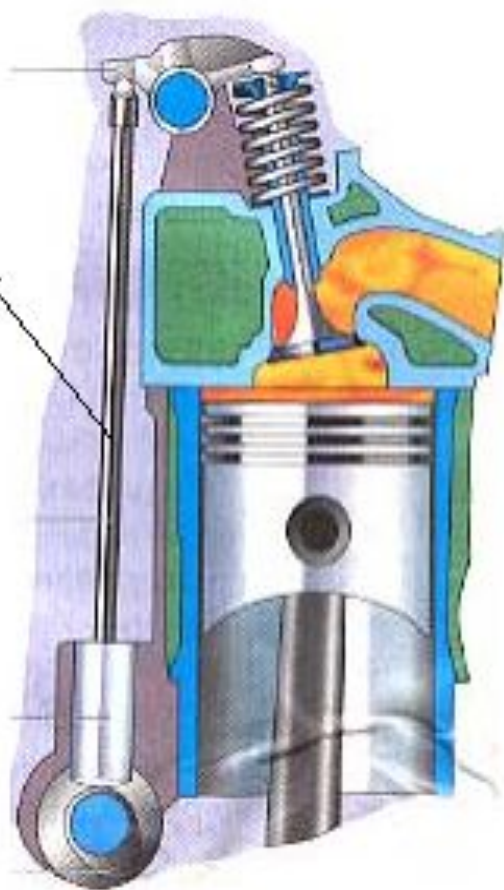
Штанги

При нижнем расположении распределительного вала и верхнем расположении клапанов усилия с толкателей на коромысла передаются при помощи штанг.

Штанги должны обладать хорошей устойчивостью к продольному изгибу, иметь как можно меньшую массу и износостойкие рабочие поверхности.

Для обеспечения постоянных зазоров в клапанном механизме при нагревании и охлаждении двигателя штанги толкателей изготавливают из материала, имеющего примерно одинаковое линейное расширение с блоком цилиндров. При несоблюдении этого нарушается тепловой зазор в клапанном механизме, что влияет на рабочий процесс.

Штанга



Штанги толкателей

Для уменьшения массы штанги выполняют трубчатыми с запрессованными сферическими наконечниками в верхней и нижней частях.

Штанги изготавливают из малоуглеродистых сталей или алюминиевых сплавов, наконечники — из среднеуглеродистых сталей с термической обработкой и шлифовкой.

Для обеспечения шарнирного соединения штанг с толкателем и регулировочным болтом коромысла наконечники обрабатывают по сфере.

Коромысла клапанов

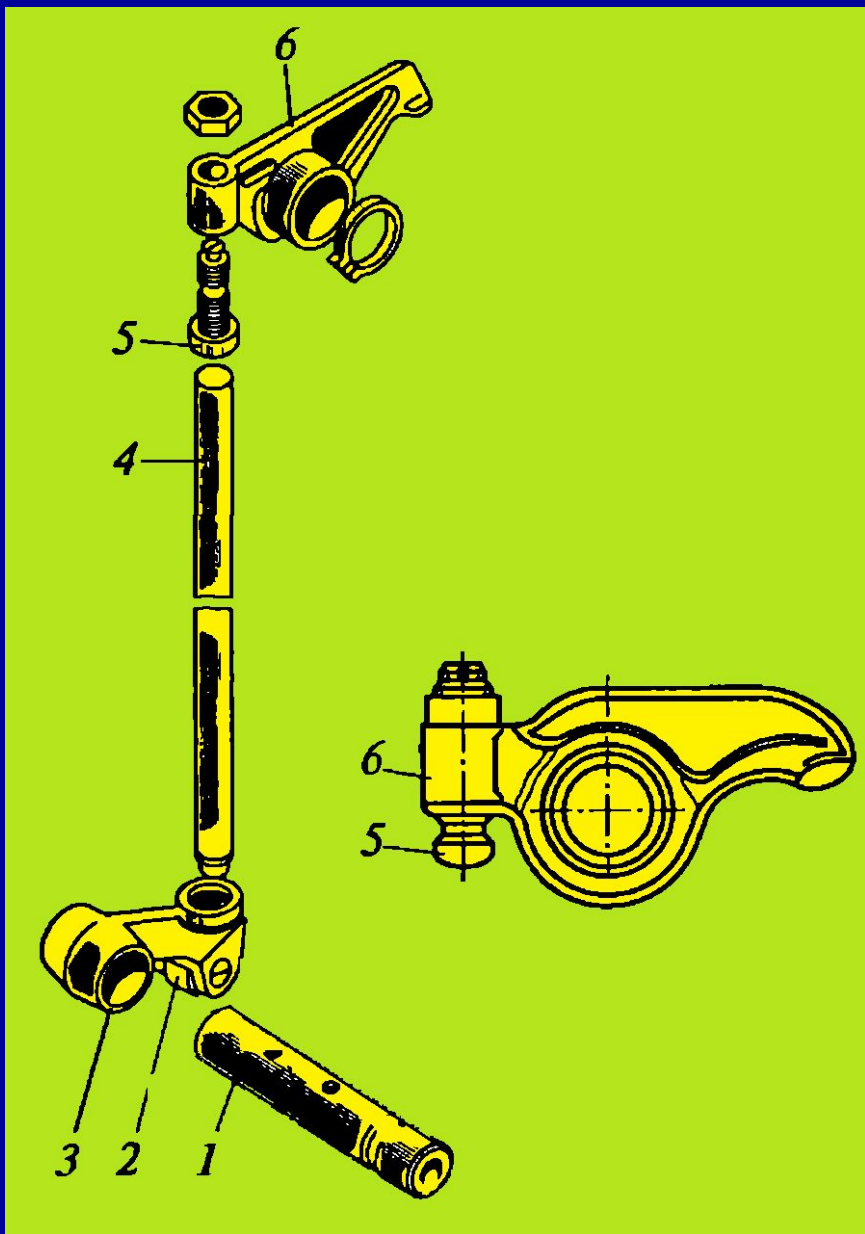
Коромысла 6 клапанов литые стальные.

В отверстие ступицы коромысла запрессована втулка, свернутая из листовой оловянистой бронзы.

Длинное плечо коромысла заканчивается цилиндрической поверхностью, закаленной до минимальной твердости 55 HRC.

Короткое плечо имеет на конце резьбовое отверстие с ввернутым регулировочным винтом 5.

В нижнем закаленном конце регулировочного винта сделан сферический выступ для верхнего наконечника штанги, а в верхнем конце — прорезь для отвертки. Нижний конец выполнен в виде шестигранника под ключ. Регулировочный винт 5 стопорится контргайкой.



Детали привода клапанов дизелей:

- 1 — ось;
- 2 — ролик;
- 3 — толкатель;
- 4 — штанга;
- 5 — регулировочный винт;
- 6 — коромысло



Для подачи масла к верхнему наконечнику штанги регулировочный винт 5 имеет продольный канал, выполненный со стороны головки винта примерно на две трети длины и соединенный через радиальный канал и круговую проточку на стержне винта с каналом в коротком плече коромысла.

Выход канала совпадает с отверстием во втулке коромысла, последнее — со смазочной канавкой втулки.

Канавка служит для равномерного распределения смазочного материала по всей поверхности трения втулки и для подвода масла к каналу в коромысле от отверстия в оси коромысла.

Ось коромысла, общая для всех коромысел одной головки, опирается на стойки из ковкого чугуна. Осевому перемещению коромысел препятствуют распорные пружины. Крайние коромысла, расположенные на консоли оси, удерживаются от осевого перемещения плоскими пружинами. Пружины ограничены двумя шайбами, закрепленными на оси шплинтами.

Участки оси, на которых располагаются коромысла, подвергнуты поверхностной закалке.

Привод клапанов при нижнем расположении распределительного вала и верхнем расположении клапанов осуществляется следующим образом.

При вращении распределительного вала кулачки поднимают толкатели согласно порядку работы, с них усилие передается через штанги 4 на регулировочный винт 5 и коромысло 6. Коромысло поворачивается на своей оси, и длинное плечо нажимает на стержень клапана.

Клапан, сжимая пружину, отходит от седла клапана и открывает впускные и выпускные каналы.

Фазы газораспределения

При рассмотрении рабочих процессов в двигателях было выяснено, что для лучшего наполнения цилиндра горючей смесью или воздухом и удаления отработавших газов клапаны должны открываться и закрываться не при нахождении поршня в мертвых точках, а с некоторым опережением при открытии и запаздыванием при закрытии.

Моменты открытия и закрытия клапанов определяются профилем кулачков распределительного вала, установкой его по отношению к коленчатому валу и зазорами между клапанами и толкателями или коромыслами.

Период от момента открытия клапана (или окна у двухтактных двигателей) до момента его закрытия, выраженный в градусах поворота коленчатого вала, называется **фазой газораспределения**.

Фазы газораспределения зависят от быстроходности двигателя. Чем выше номинальная частота вращения коленчатого вала, тем больше углы фаз газораспределения.

У всех двигателей имеется период, когда выпускной и впускной клапаны открыты одновременно. Это так называемый момент перекрытия клапанов.

Момент перекрытия угла открытия впускного клапана и закрытия выпускного клапана у двигателей составляет 28° - 30° .

При перекрытии клапанов утечка заряда с отработавшими газами незначительна вследствие небольшого промежутка времени перекрытия и малых проходных сечений в этот период.

Оптимальные фазы газораспределения для каждой модели двигателя устанавливаются экспериментальным путем.

Правильная установка фаз газораспределения двигателя достигается при сборке совмещением специальных меток на шестернях коленчатого и распределительного валов.

Если выпускной клапан откроется в момент, когда поршень опустится в НМТ, то на вытеснение отработавших газов придется затратить определенную мощность двигателя.

Когда выпускной клапан открывается с опережением прихода поршня в НМТ, то происходит потеря работы газов, но уменьшаются затраты мощности на выталкивание отработавших газов.

Очевидно, что выпускной клапан должен открываться в такой момент, чтобы потеря работы газов за период предварения выпуска и затрата работы во время выталкивающего хода поршня были минимальными,

То есть, чтобы упреждающее открытие выпускных клапанов приводило к меньшей потере мощности двигателя, чем затраты ее на выталкивание отработавших газов при открытии выпускных клапанов в момент прихода поршня в НМТ.

Для лучшей очистки цилиндра от остаточных отработавших газов выпускные клапаны целесообразно закрывать не в момент прихода поршня в ВМТ, а с некоторым запозданием, так как отработавшие газы продолжают по инерции выходить из цилиндра даже после прохождения поршнем ВМТ. Чем быстрее двигатель, тем большим делают угол запаздывания закрытия выпускного клапана.

Открытие впускного клапана начинается до прихода поршня в ВМТ. Это обеспечивает почти полное открытие клапана к моменту прихода поршня в ВМТ и начала его движения к НМТ.

У многоцилиндровых двигателей за счет тактов впуска в других цилиндрах горючая смесь или воздух у дизелей постоянно движется по впускному тракту по инерции.

Поэтому у открывающихся впускных клапанов будет находиться горючая смесь, готовая поступать в цилиндр, и как только клапан откроется, в цилиндр начнет поступать свежий заряд.

Следует помнить, что в начальные моменты открытия впускного клапана проходное сечение его весьма незначительно, так что предположения о возможности продувки цилиндра свежим зарядом горючей смеси или воздуха у дизелей, а следовательно, утечки части свежего заряда, не верны.

Перекрытие моментов открытия впускного клапана и закрытия выпускного позволяет начать процесс впуска с большим проходным сечением у впускного клапана, что весьма существенно.

К моменту прихода поршня при такте впуска в НМТ цилиндр еще не совсем заполнен горючей смесью (или воздухом у дизелей), и в нем сохраняется значительное разрежение (давление ниже атмосферного).

Поэтому закрывать впускной клапан нецелесообразно, так как даже при движении поршня к ВМТ из-за наличия разрежения в цилиндр будет поступать свежий заряд горючей смеси.

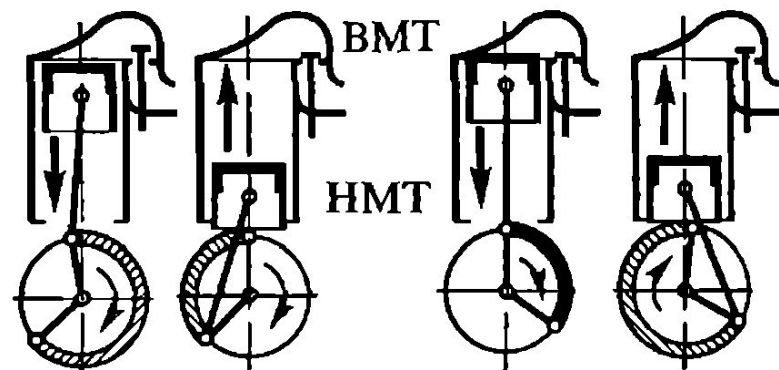
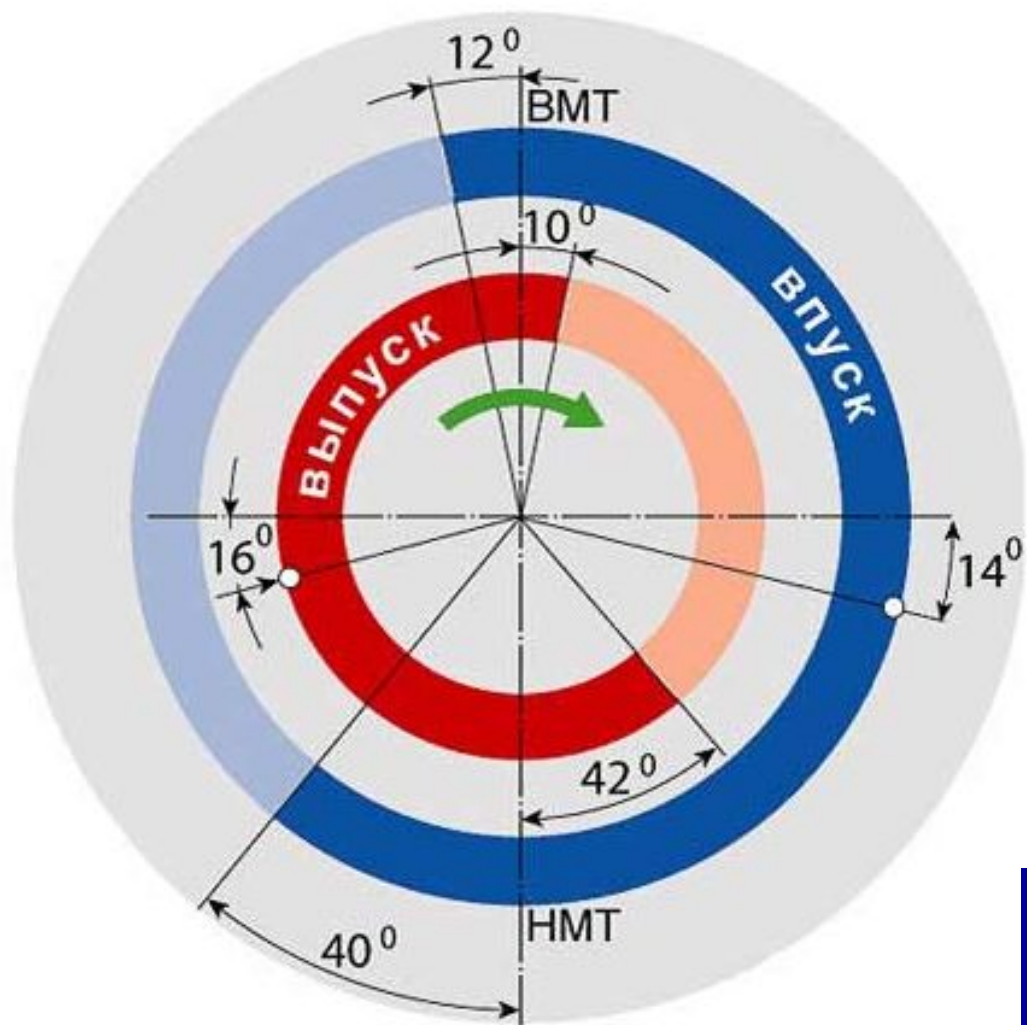
Запаздывание закрытия впускного клапана позволяет использовать инерционность движущейся горючей смеси для лучшего заполнения цилиндра свежим зарядом.

Если у двигателя с увеличением числа оборотов коленчатого вала давление в конце впуска снижается, а инерция заряда повышается, то устанавливают большее запаздывание закрытия впускного клапана.

Для лучшего удаления отработавших газов и наполнения цилиндра горючей смесью необходим такой профиль кулачков распределительного вала, при котором происходили бы мгновенные открытие и закрытие клапанов.

Выполнение этого условия связано с большими трудностями, заключающимися в увеличении инерционных усилий. На практике проектируют профиль, обеспечивающий при открытии клапана приемлемую величину инерционных усилий.

В качестве примера рассмотрим рабочий процесс четырехтактного карбюраторного двигателя с учетом фаз газораспределения (рис. 18.1).



Впуск Сжатие Рабочий ход Выпуск

Рабочий процесс четырехтактного карбюраторного двигателя с учетом фаз газораспределения.

Такт впуска начинается, когда до ВМТ поршень не доходит 12° , считая по обороту коленчатого вала.

В это время открываются впускные клапаны, и цилиндры готовы к поступлению в них свежего заряда.

Поршень доходит до ВМТ и начинает движение вниз.

К приходу поршня в НМТ впускной клапан не закрывается, и поршень начинает движение вверх к ВМТ (соответствует такту сжатия).

Поскольку в цилиндре все еще имеется разрежение, в него продолжает поступать свежий заряд.

Закрывается впускной клапан, когда поршень отойдет от НМТ на 40° , считая по обороту коленчатого вала

Таким образом, такт впуска продолжается, считая по открытию впускного клапана, 232° .

После закрытия впускного клапана начинается сжатие рабочей смеси.

Воспламенение рабочей смеси происходит, когда поршень на несколько градусов не доходит до ВМТ.

Это необходимо для того, чтобы к моменту прихода поршня в ВМТ и началу его движения к НМТ часть рабочей смеси уже сгорела бы.

Остальная рабочая смесь догорает при движении поршня к НМТ.

Рабочая смесь горит со скоростью 30...35 м/с, и, если ее воспламенить в момент, когда поршень находится в ВМТ, получить максимальное давление на днище поршня будет невозможно, так как нарастающему давлению пришлось бы догнать убегающий поршень.

Угол опережения воспламенения рабочей смеси или впуска топлива у дизелей не остается постоянным, а зависит от частоты вращения коленчатого вала и нагрузки на двигатель.

Для изменения угла опережения зажигания и впрыска топлива у дизелей имеются специальные устройства. Заканчивается рабочий ход в момент начала открытия выпускного клапана.

Занятие 1.1.9. Механизм газораспределения с верхним и нижним расположением клапанов. Преимущества и недостатки. Взаимодействие деталей механизма

Цель: Изучить газораспределительные механизмы с нижним расположением клапанов и распределительного вала, газораспределительные механизмы с верхним расположением клапанов и нижним расположением распределительного вала, механизм газораспределения с верхним расположением клапанов и распределительного вала.

9.1. Газораспределительные механизмы с нижним расположением клапанов и распределительного вала (рис. 9.1, а).

Распределительный вал в этом случае расположен в блоке цилиндров 19, и на его кулачки 10 непосредственно опираются толкатели 9, в которые ввернуты регулировочные болты 7 с контргайками 8.

Гнездо клапана 2 запрессовано в блок цилиндров, а сам клапан помещен в направляющей втулке 3.

Закрывается клапан пружиной 4, одним концом упирающейся в блок цилиндров, а другим — в тарелку пружины 6.

Тарелка пружины удерживается на нижнем конце стержня клапана при помощи сухарей 5, вставленных в кольцевую проточку.

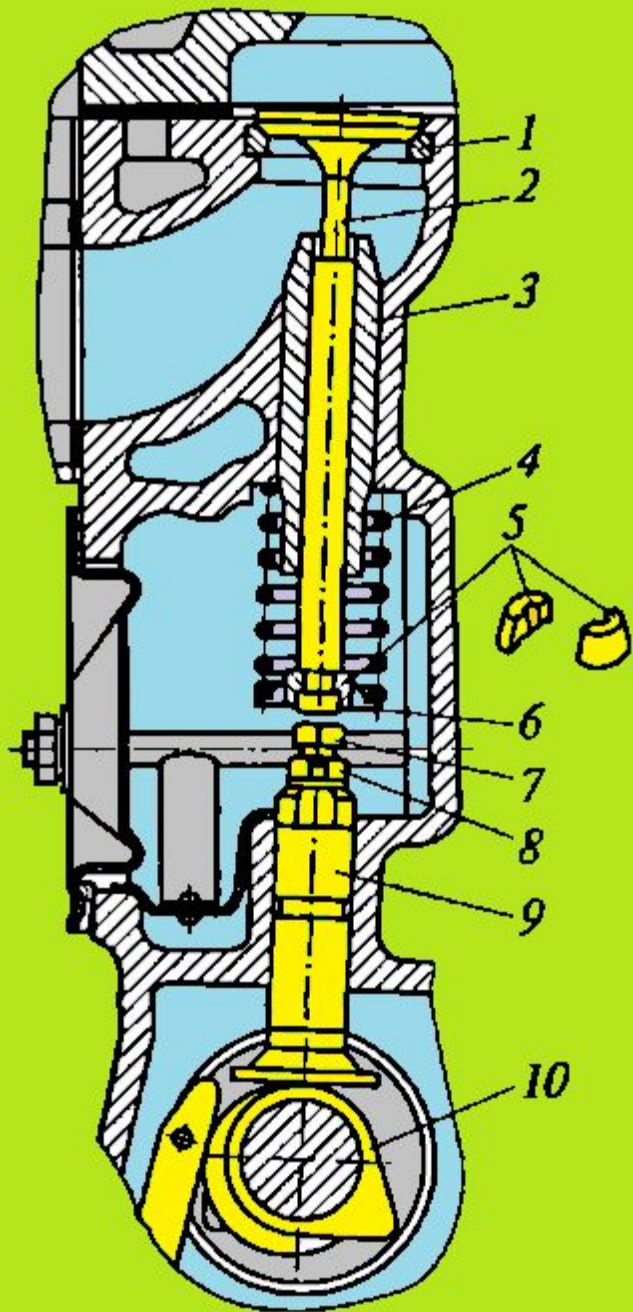


Рис. 9.1.а. Газораспределительный механизм с нижним расположением клапанов и распределительного вала;

- 1 — седло клапана;
- 2 — клапан;
- 3 — направляющая втулка;
- 4 — пружина;
- 5 — сухарь;
- 6 — тарелка пружины клапана;
- 7 — регулировочный болт;
- 8 — контргайка;
- 9 — толкатель;
- 10 — кулачок распределительного вала;

а

Преимуществом такого механизма является простота устройства, небольшое количество деталей и низкая стоимость.

К недостаткам относят сложность регулировки тепловых зазоров между стержнем клапана и регулировочным болтом толкателя. Наполнение цилиндров при нижнем расположении клапанов недостаточное, так как горючей смеси для поступления в цилиндр нужно проделать сложный путь, проходя горизонтальные участки и подъемы.

9.2. Газораспределительные механизмы с верхним расположением клапанов и нижним расположением распределительного вала (рис. 9.2, б).

Такие механизмы имеют более сложное устройство.

У этих двигателей распределительный вал 10 расположен в блоке цилиндров 19. На кулачки вала опираются толкатели 9, которые при помощи штанг 18 через регулировочные винты 16 передают усилие на коромысло 75, а с него на стержень клапана 2.

Седло клапана 7 запрессовано в головку блока цилиндров. Механизм более сложный и дорогой по сравнению с механизмом с нижним расположением клапанов, но процесс регулировки тепловых зазоров намного проще, так как подготовительная работа заключается в снятии крышки головки блока 14.

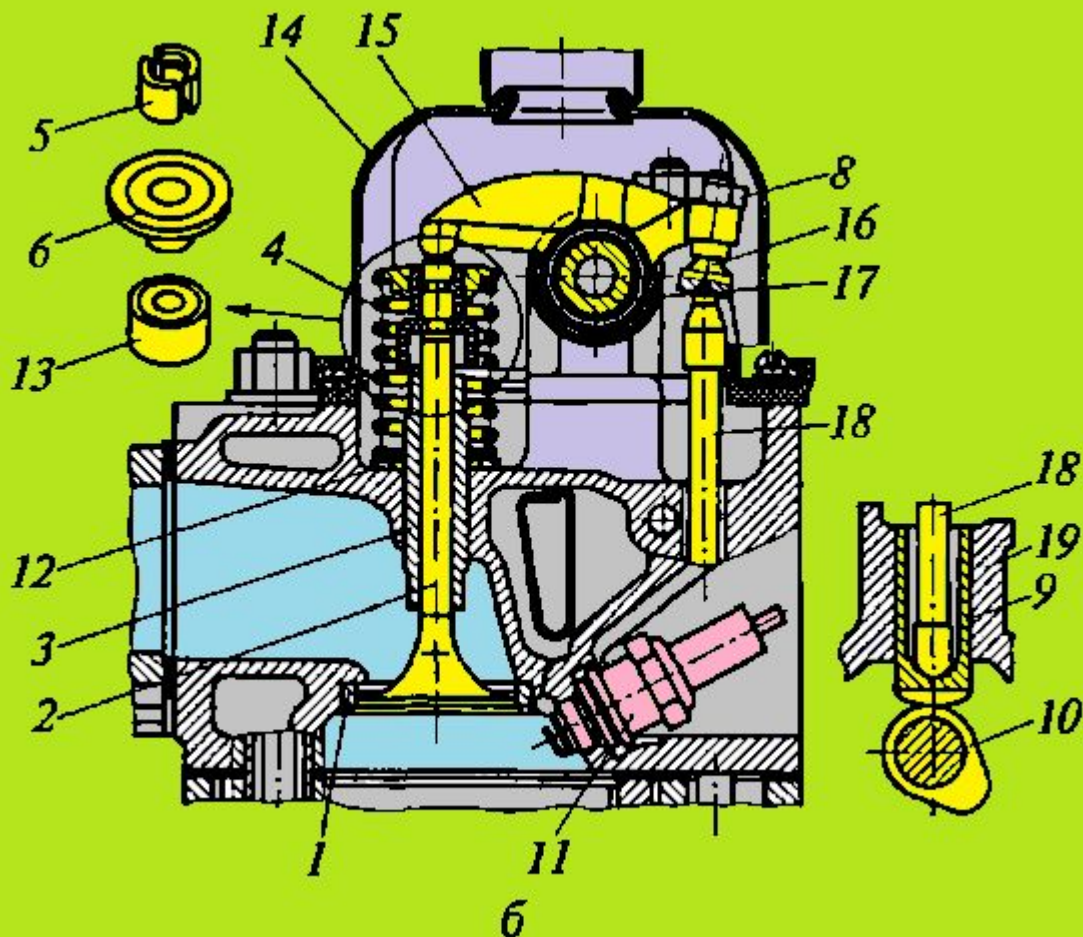
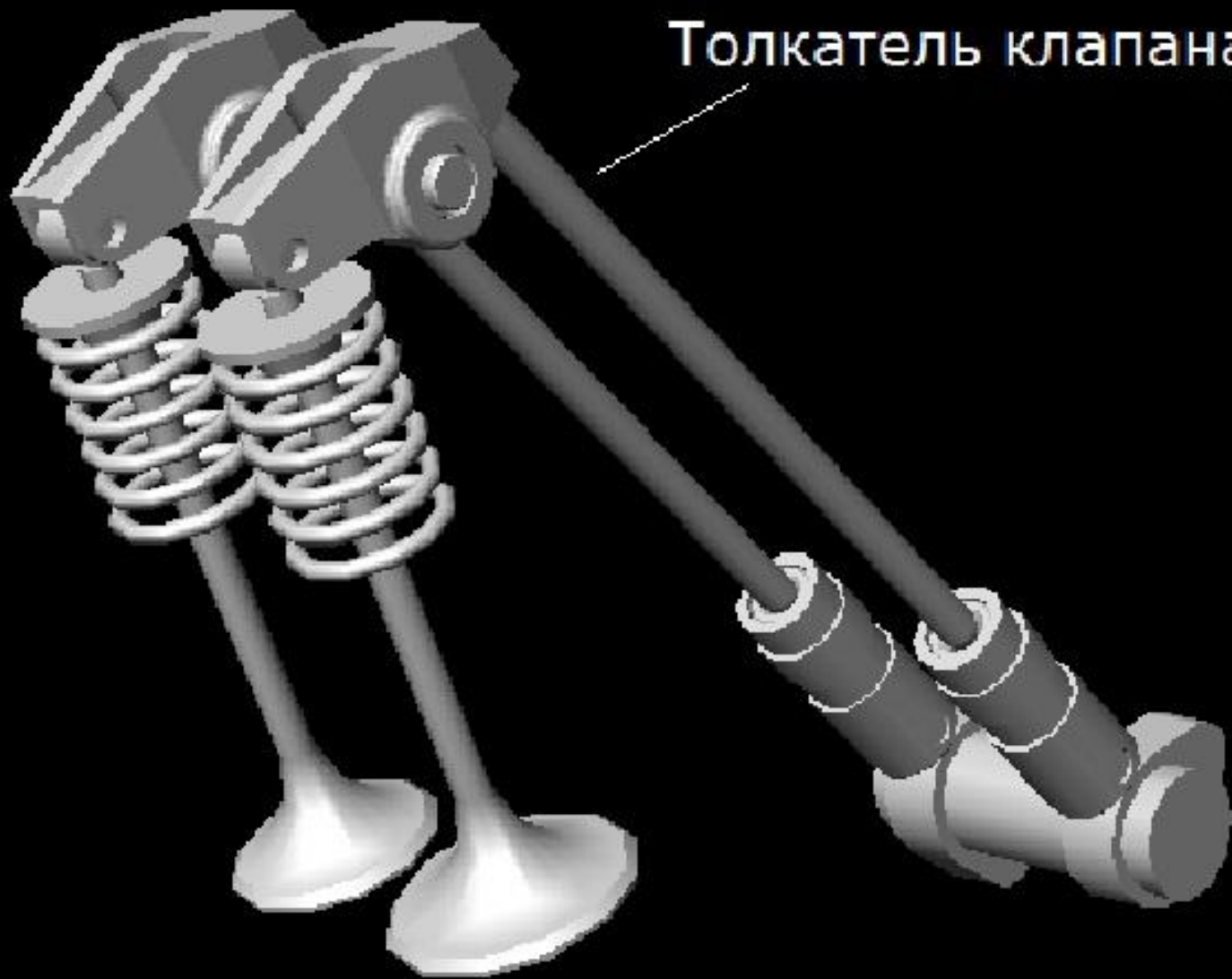


Рис. 9.1. б. Газораспределительный механизм с верхним расположением клапанов и нижним расположением распределительного вала.

- 1 — седло клапана;
- 2 — клапан;
- 3 — направляющая втулка;
- 4 — пружина;
- 5 — сухарь;
- 6 — тарелка пружины клапана;
- 8 — контргайка;
- 9 — толкатель;
- 10 — кулачок распределительного вала;
- 11 — свеча зажигания;
- 12 — опорная шайба;
- 13 — маслоотражательный колпачок клапана;
- 14 — крышка головки блока;
- 15 — коромысло;
- 16 — регулировочный винт;
- 17 — ось коромысла;
- 18 — штанга;
- 19 — блок цилиндров;

Толкатель клапана



9.3. Механизм газораспределения с верхним расположением клапанов и распределительного вала (рис. 9.1, в).

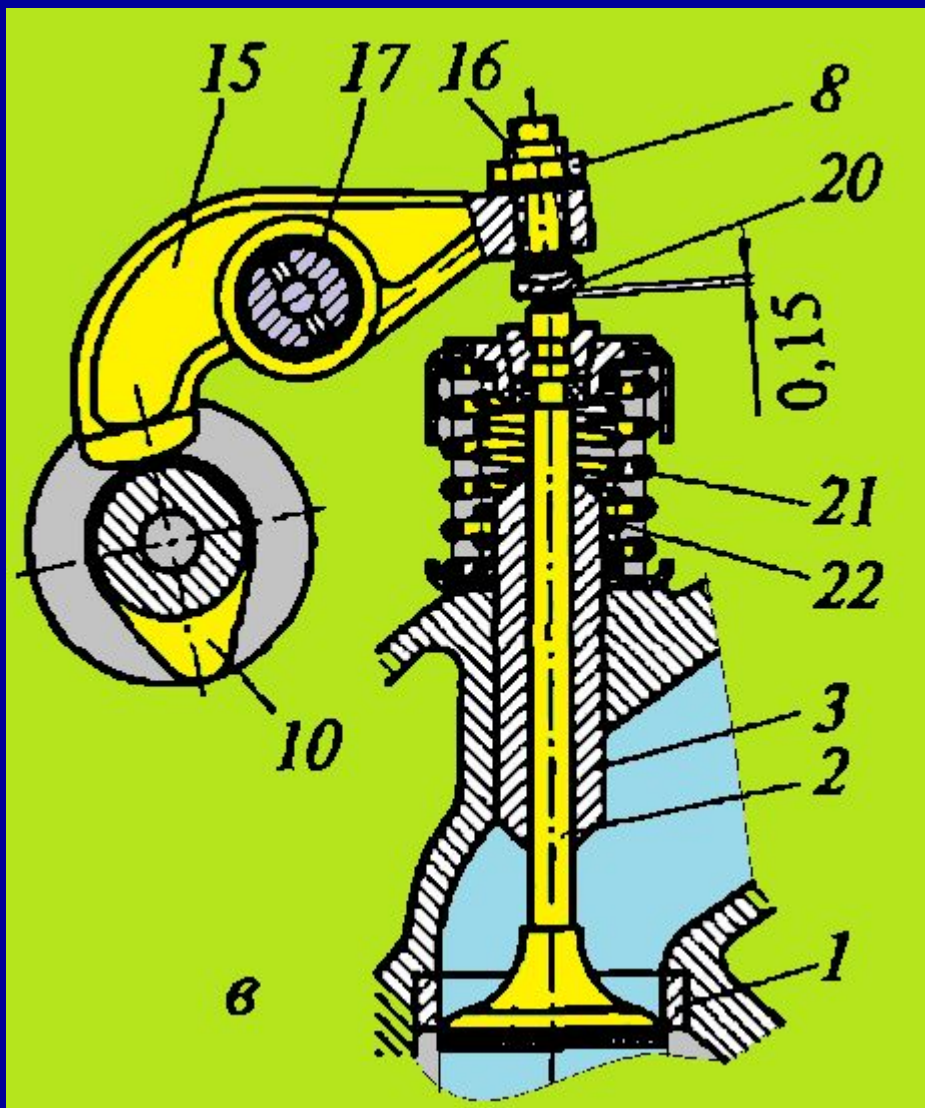
Он проще по устройству, так как у него отсутствуют толкатели и штанги.

Коромысла 15 устанавливаются на осях коромысел 17 и одним концом опираются на кулачки распределительного вала 10.

В другой конец ввернут регулировочный винт 16, который и передает усилия на стержень клапана 2.

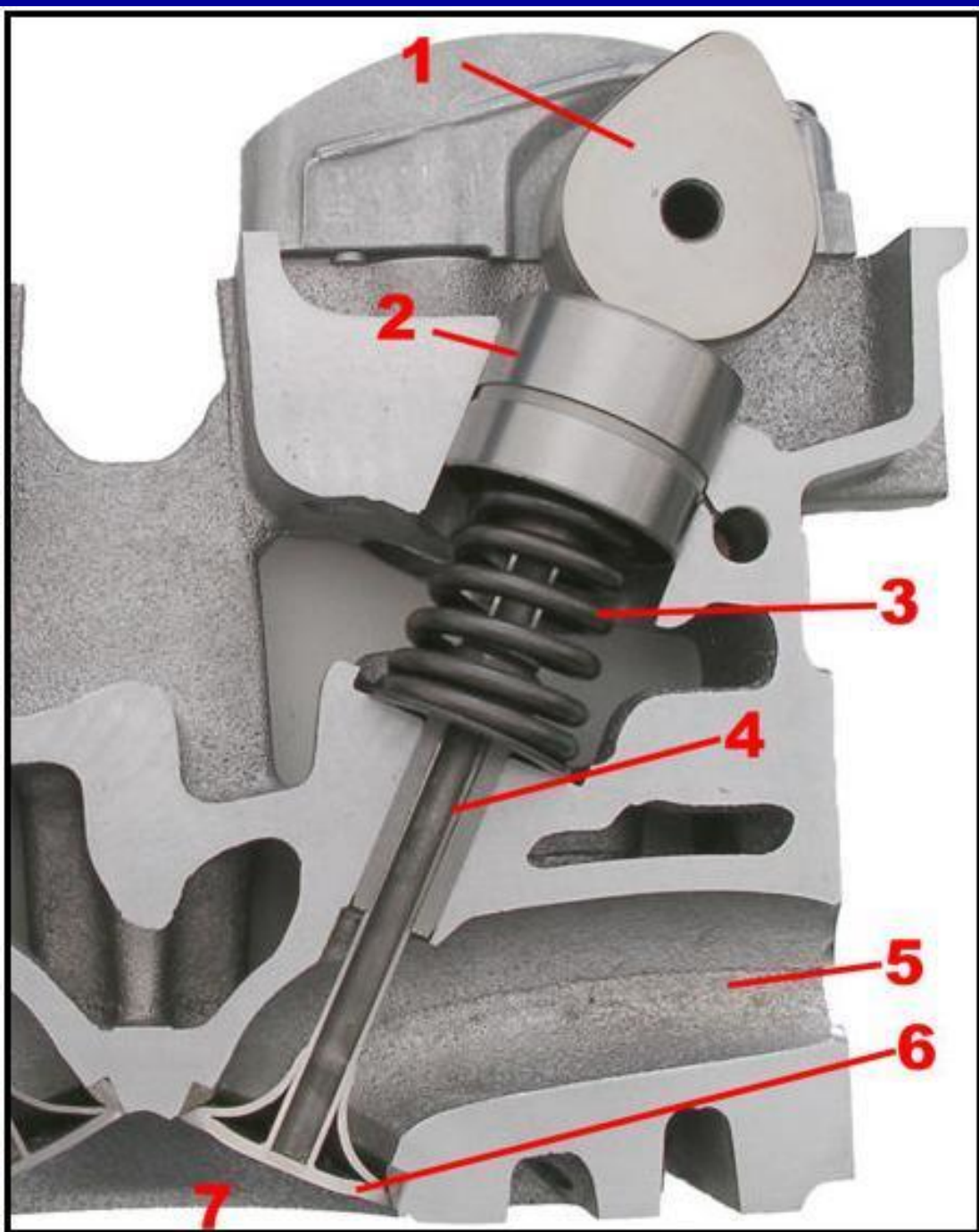
Недостатком этого механизма является более сложное устройство привода распределительного вала.

Распределительный вал имеет цепной или ременный) привод.



- 1 — седло клапана;
- 2 — клапан;
- 3 — направляющая втулка;
- 8 — контргайка;
- 10 — кулачок
- распределительного вала;
- 15 — коромысло;
- 16 — регулировочный винт;
- 17 — ось коромысла;
- 20 — наконечник;
- 21 — внешняя пружина;
- 22 — внутренняя пружина

Рис. 9.1. в. Газораспределительный механизм с верхним расположением клапанов и распределительного вала



- 1 — кулачок
распределительного вала;
- 2 — толкатель;
- 3 — пружина;
- 4 — клапан;
- 5 — канал(впускной или
выпускной);
- 6 — седло клапана;
- 7 — камера сгорания.

Ремни или цепи при эксплуатации растягиваются, поэтому нужно иметь специальные регулировочные устройства.

Верхнее расположение распределительного вала применяют в быстроходных двигателях, так как в этом случае движение передается от кулачка распределительного вала через коромысло на клапан и можно отказаться от промежуточных деталей механизма газораспределения (толкателей и штанг), имеющих возвратно-поступательное движение и большую инерцию.

Во время сжатия и рабочего хода клапаны неподвижны и пружинами плотно прижаты к гнездам, закрывая впускные и выпускные каналы.

При вращении коленчатого вала вращение через шестерни передается на распределительный вал, который, вращаясь, кулачками набегают на толкатели и поднимает их вместе со штангами.

Штанга поворачивает на оси коромысло, которое бойком нажимает на стержень клапана и опускает его, открывая впускной или выпускной трубопроводы.

При дальнейшем вращении распределительного вала кулачок выходит из-под толкателя, освобождая толкатель и коромысло, и клапанный механизм под действием пружин возвращается в первоначальное положение.

Затем весь процесс повторяется.

Повторение по теме:
Газораспределительный
механизм

Видео

Газораспределительный механизм

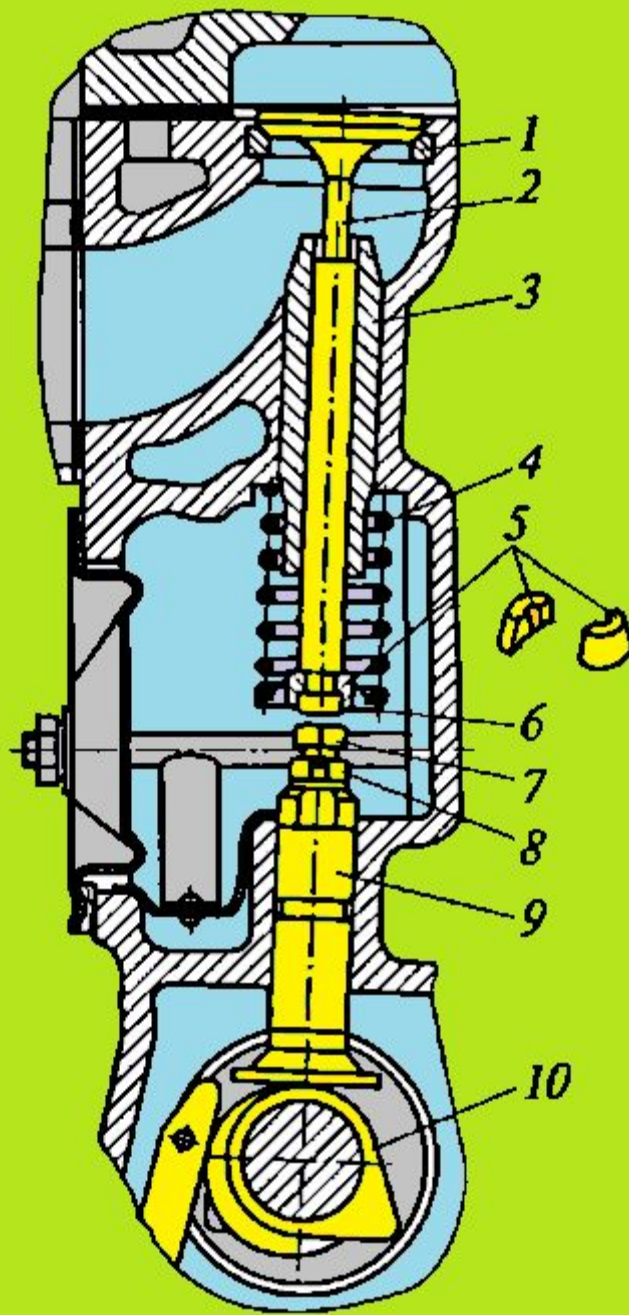
[Смотреть](#)

Используя ниже приведенные слайды ответьте на вопросы преподавателя.

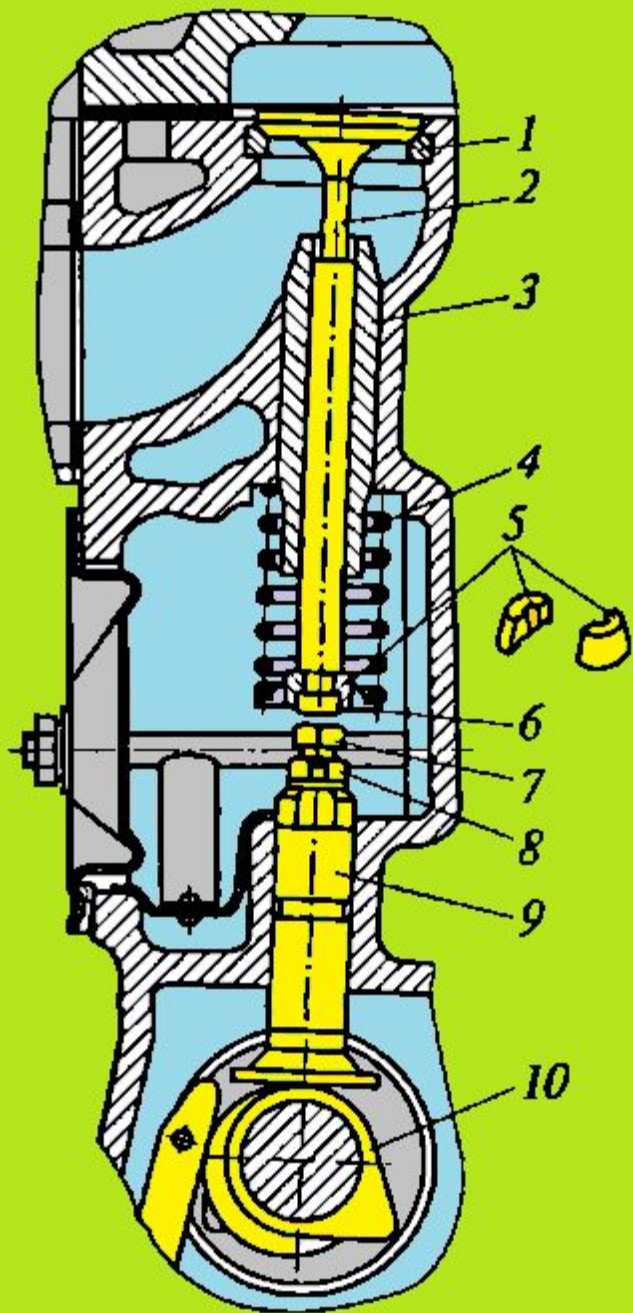
1. Назовите основные части газораспределительного механизма;
2. Опишите конструкцию газораспределительного механизма с нижним расположением клапанов и распределительного вала;
3. Опишите конструкцию газораспределительного механизма с верхним расположением клапанов и нижним расположением распределительного вала;
4. Опишите конструкцию газораспределительного механизма с верхним расположением клапанов и распределительного вала

5. Опишите конструкцию распределительного вала.
6. Опишите конструкцию выпускного клапана с механизмом вращения.
7. Опишите рабочий процесс четырехтактного карбюраторного двигателя с учетом фаз газораспределения





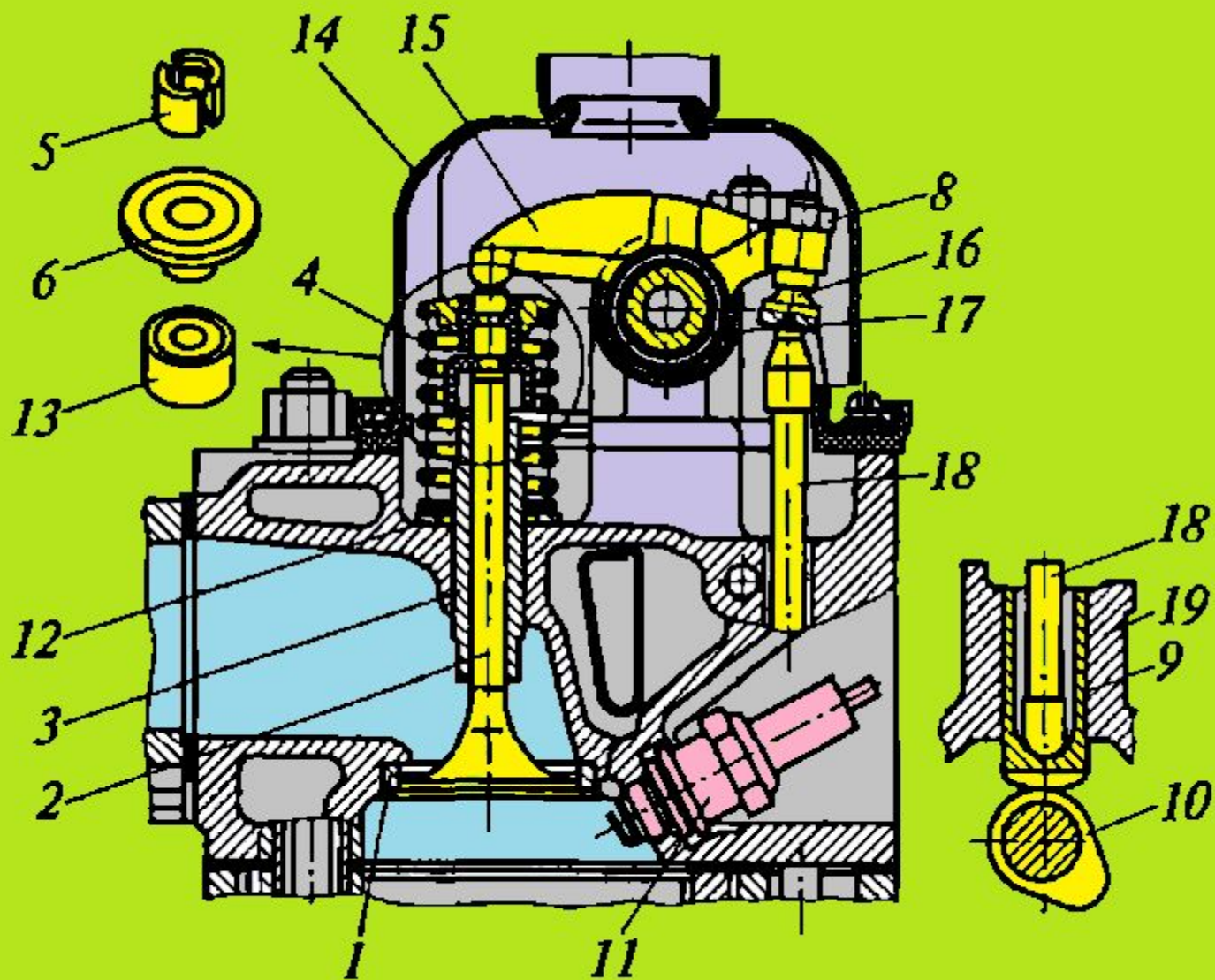
a

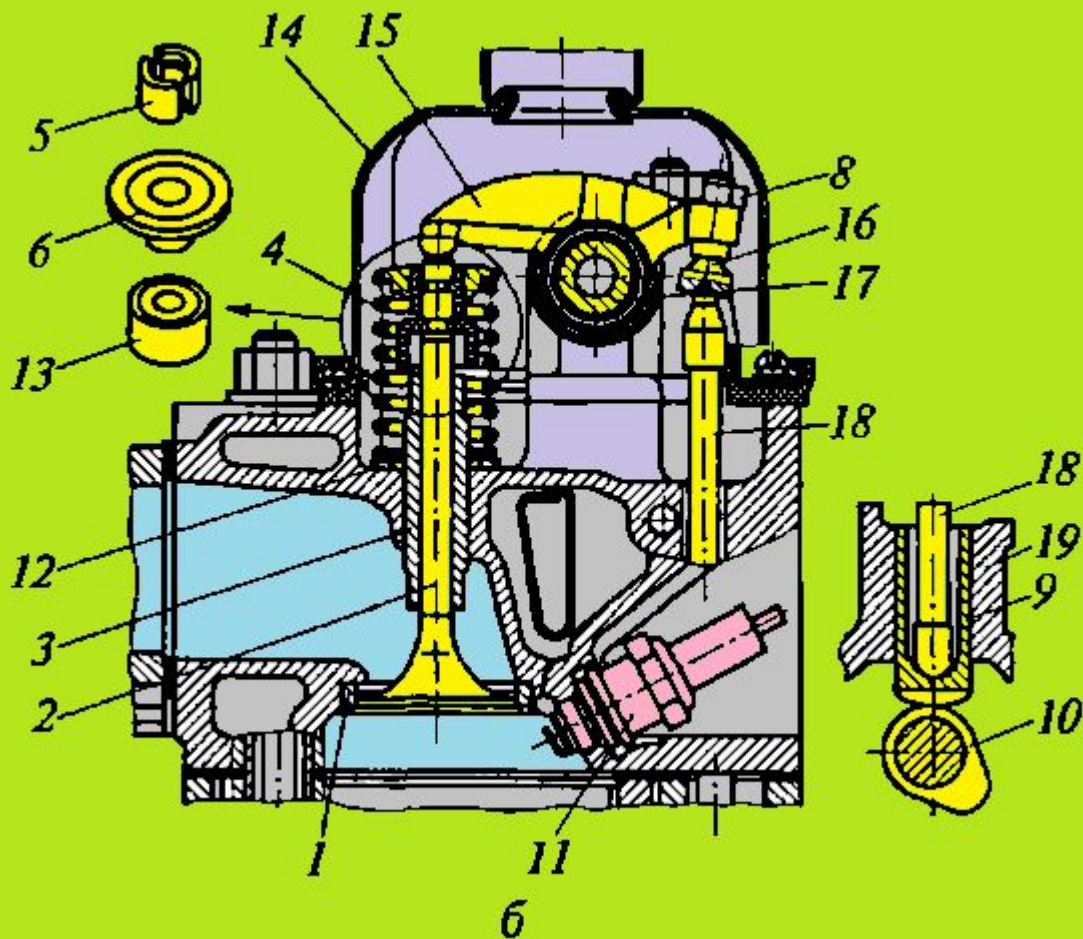


a

Газораспределительный механизм с нижним расположением клапанов и распределительного вала;

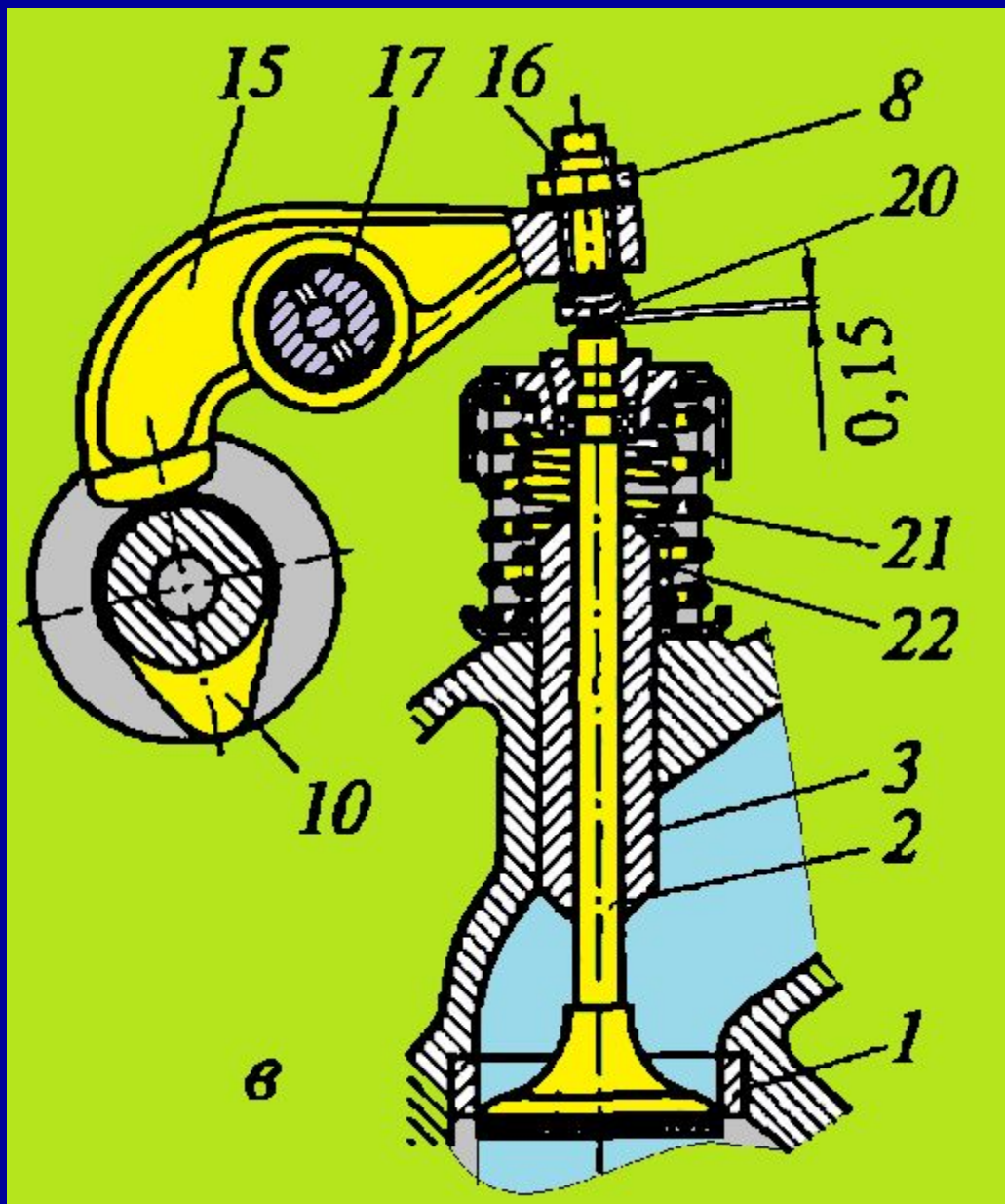
- 1 — седло клапана;
- 2 — клапан;
- 3 — направляющая втулка;
- 4 — пружина;
- 5 — сухарь;
- 6 — тарелка пружины клапана;
- 7 — регулировочный болт;
- 8 — контргайка;
- 9 — толкатель;
- 10 — кулачок распределительного вала;

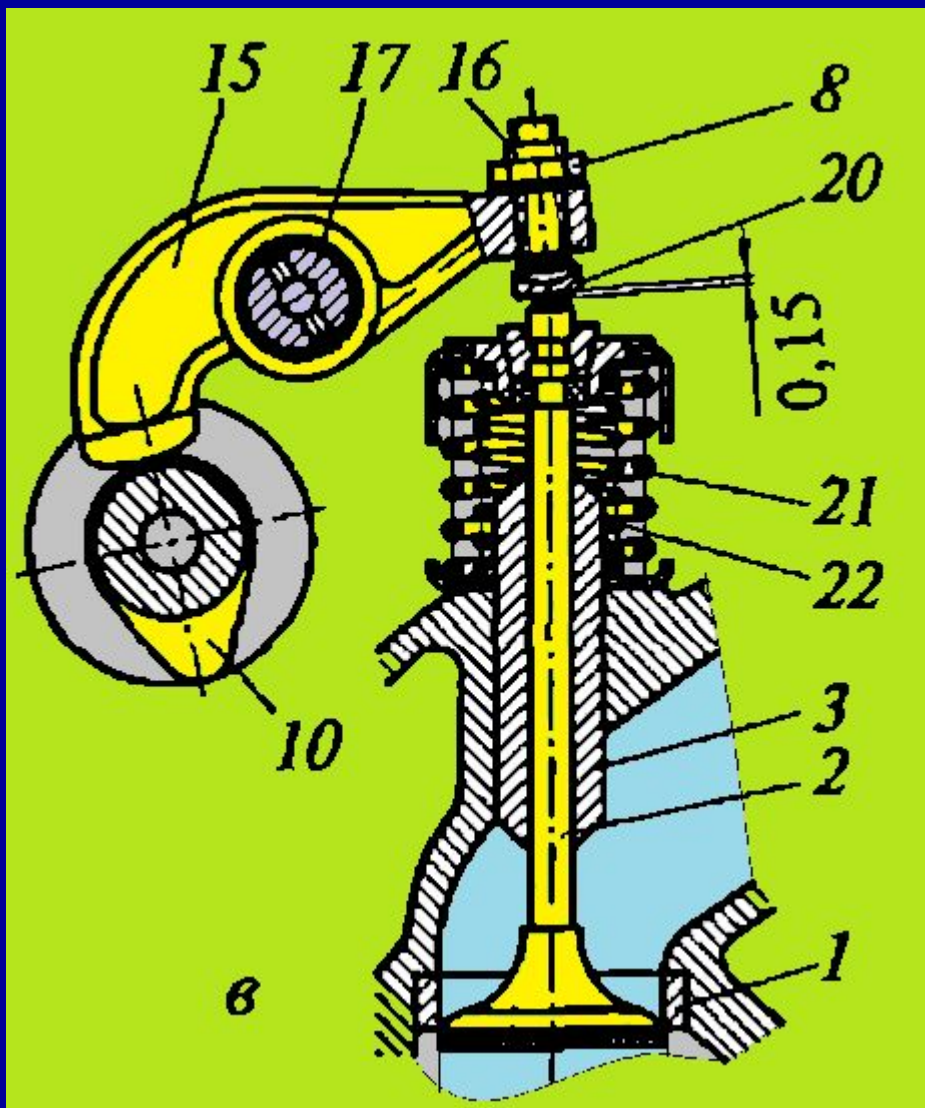




Газораспределительный механизм с верхним расположением клапанов и нижним расположением распределительного вала.

- 1 — седло клапана;
- 2 — клапан;
- 3 — направляющая втулка;
- 4 — пружина;
- 5 — сухарь;
- 6 — тарелка пружины клапана;
- 8 — контргайка;
- 9 — толкатель;
- 10 — кулачок распределительного вала;
- 11 — свеча зажигания;
- 12 — опорная шайба;
- 13 — маслоотражательный колпачок клапана;
- 14 — крышка головки блока;
- 15 — коромысло;
- 16 — регулировочный винт;
- 17 — ось коромысла;
- 18 — штанга;
- 19 — блок цилиндров;

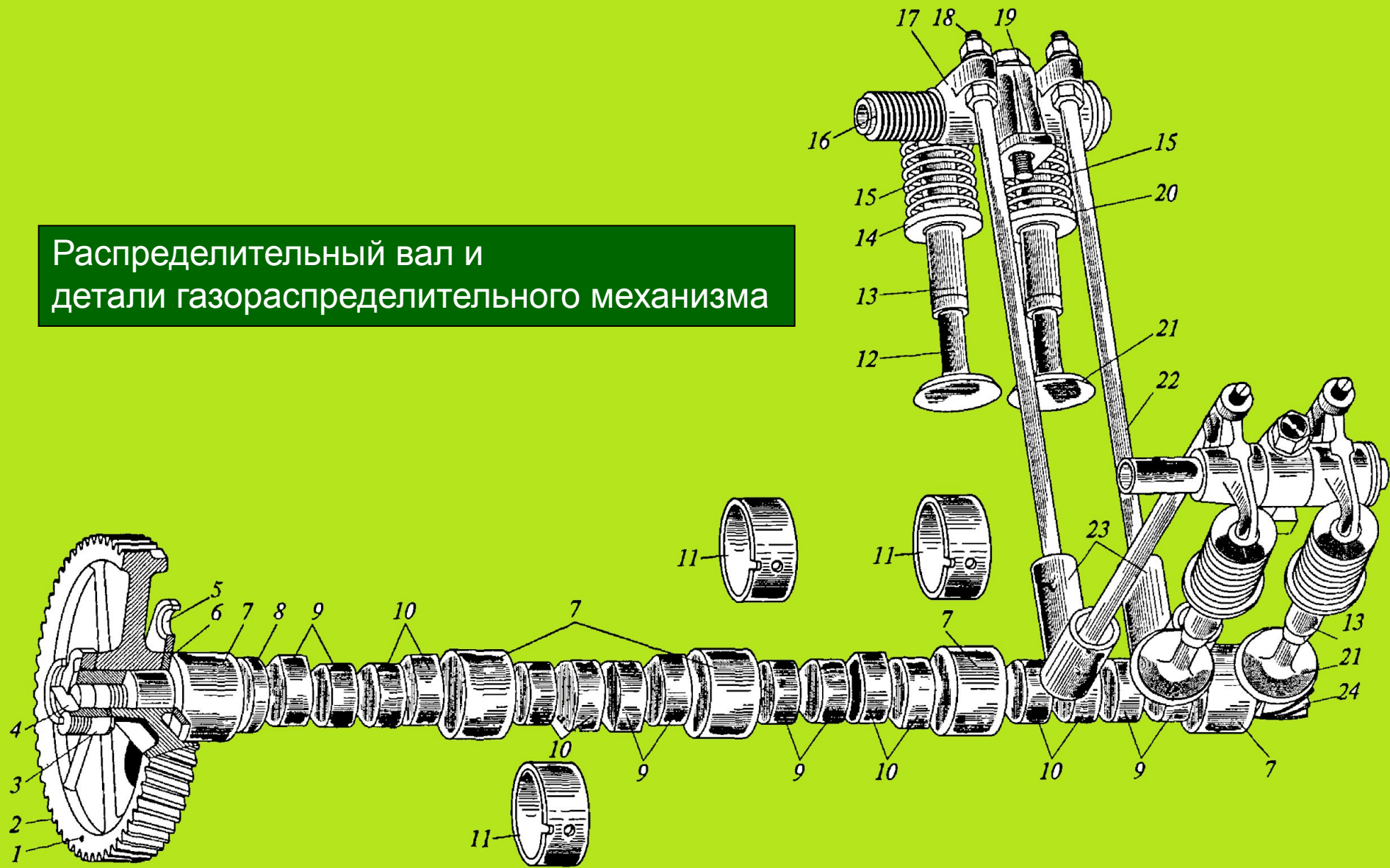


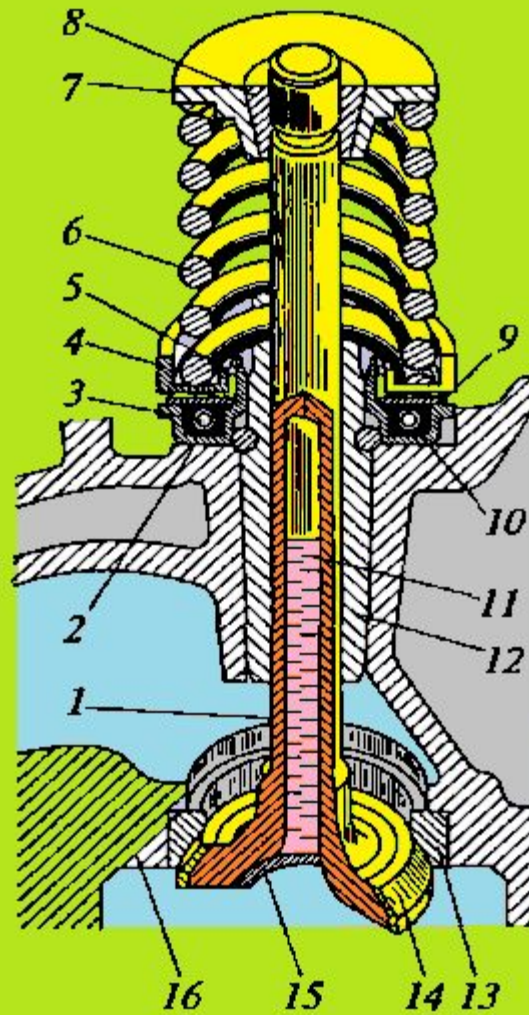
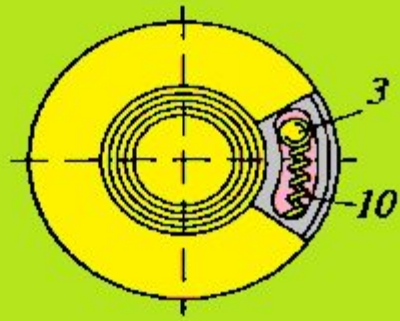


- 1 — седло клапана;
- 2 — клапан;
- 3 — направляющая втулка;
- 8 — контргайка;
- 10 — кулачок
распределительного вала;
- 15 — коромысло;
- 16 — регулировочный винт;
- 17 — ось коромысла;
- 20 — наконечник;
- 21 — внешняя пружина;
- 22 — внутренняя пружина

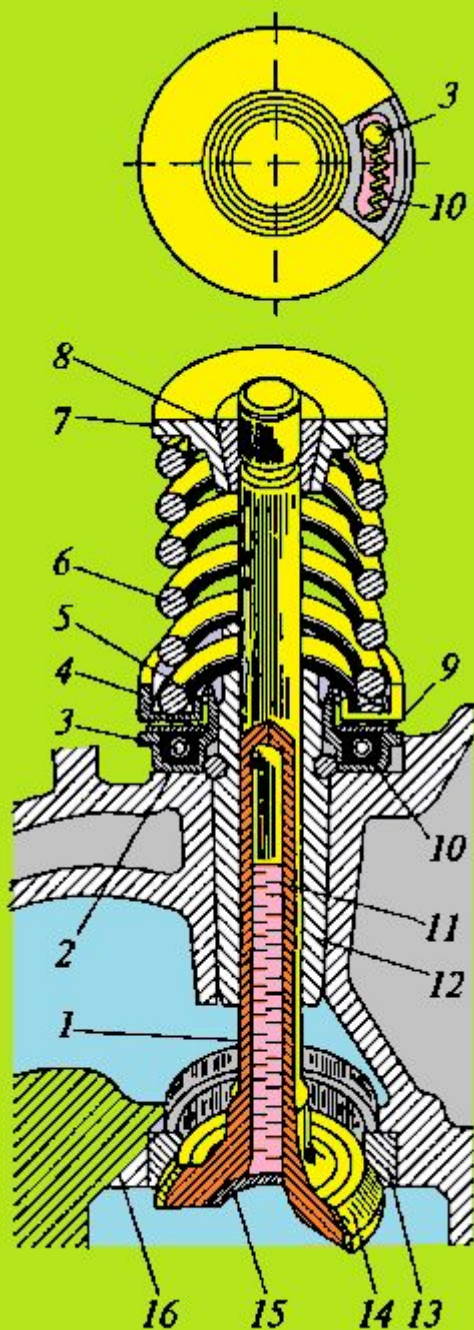
Рис. 14.1. в. Газораспределительный механизм с верхним расположением клапанов и распределительного вала

Распределительный вал и
детали газораспределительного механизма

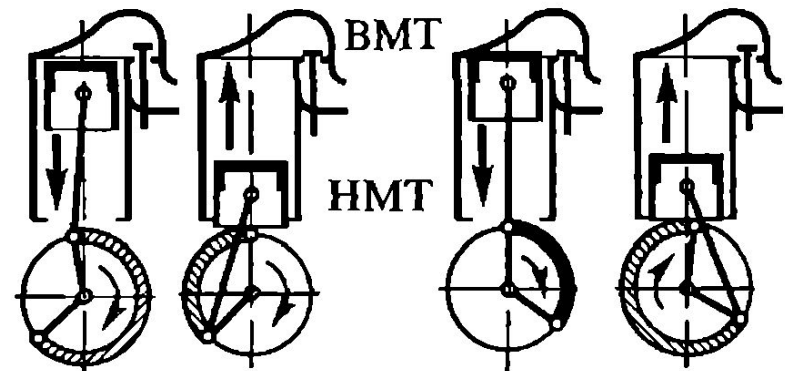
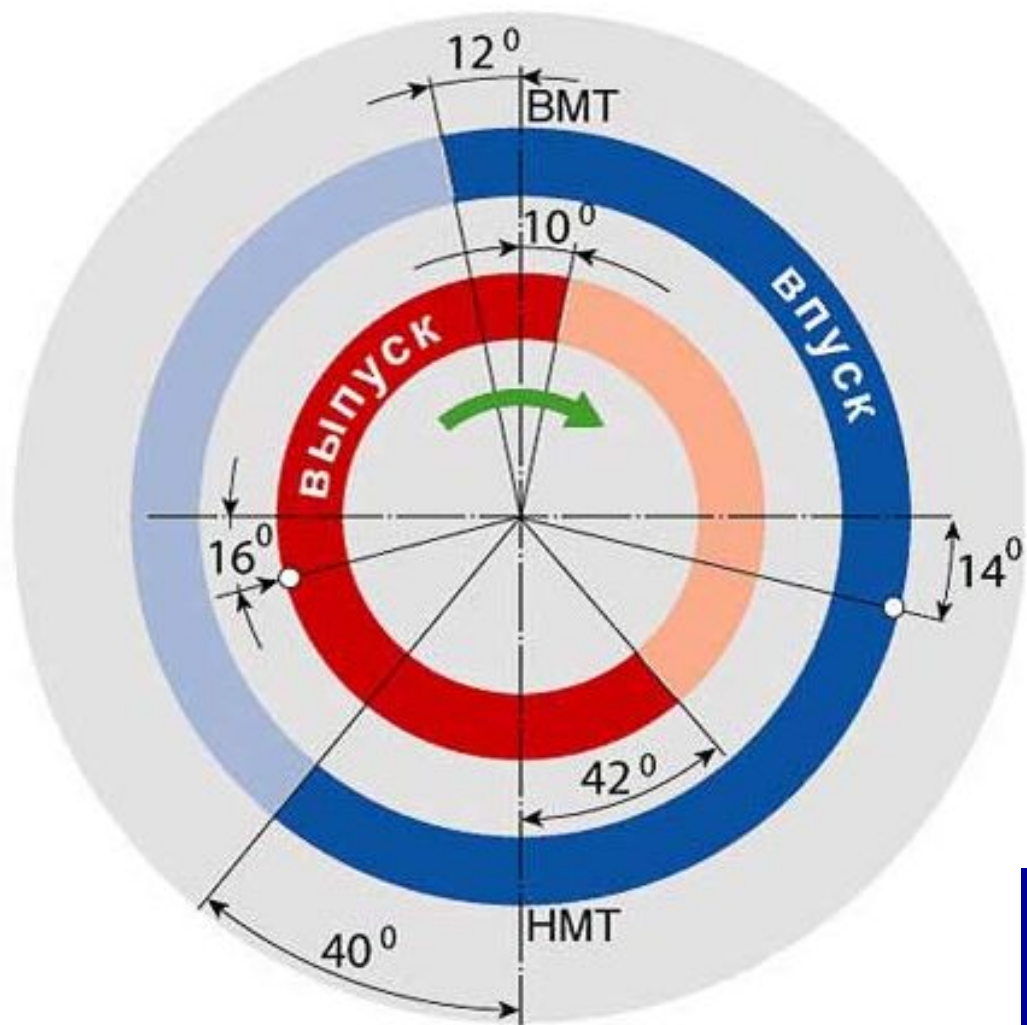




Выпускной клапан двигателя с механизмом вращения:



- 1 — выпускной клапан;
- 2 — корпус механизма вращения;
- 3 — шарик;
- 4 — опорная шайба;
- 5 — замковое кольцо;
- 6 — пружина клапана;
- 7 — тарелка пружины;
- 8 — сухарь;
- 9 — дисковая пружина;
- 10 — возвратная пружина;
- 11 — натриевый наполнитель;
- 12 — направляющая втулка;
- 13 — седло клапана;
- 14 — жаростойкая наплавка;
- 15 — заглушка;
- 16 — головка блока



Впуск Сжатие Рабочий ход Выпуск

Рабочий процесс четырехтактного карбюраторного двигателя с учетом фаз газораспределения.

Занятие 1.1.10. Система охлаждения. Охлаждающие жидкости. Тепловой режим

Цель: Изучить общие требования к системе охлаждения, охлаждающие жидкости, тепловой режим двигателя.

10.1. Общие требования к системе охлаждения

Система охлаждения предназначена для отвода излишней теплоты от цилиндров двигателя и поддержания оптимального температурного режима в пределах 80...95°C.

Системы охлаждения бывают воздушные и жидкостные. В жидкостных системах в качестве охлаждающей жидкости применяют воду и незамерзающие жидкости.

Основные требования, которым должны удовлетворять охлаждающие жидкости:

- эффективно отводить теплоту;
- иметь высокую температуру кипения и большую теплоту испарения;

- обладать низкой температурой кристаллизации;
- не вызывать коррозии металлических деталей и не разрушать резиновые детали;
- не вспениваться в процессе работы;
- быть дешевыми;
- быть безопасными в пожарном отношении и безвредными для здоровья.

Распространенной охлаждающей жидкостью является вода. Она имеет самую высокую теплоемкость, большую теплопроводность, небольшую вязкость, большую теплоту испарения.

Однако вода имеет и существенные недостатки, затрудняющие ее применение в качестве охлаждающей жидкости.

При 0°C она замерзает со значительным увеличением объема, что может привести к разрушению приборов. В ней содержится большое количество солей, которые при закипании воды отлагаются на стенках рубашки охлаждения и трубках радиатора в виде накипи, теплопроводность которой существенно меньше, чем у металлов.

В холодное время года при температурах ниже 0°C применяются низкотемпературные жидкости (антифризы), представляющие собой смеси этиленгликоля с водой.

Этиленгликоль — это маслянистая желтоватая жидкость без запаха. Температура закипания этиленгликоля 197°C , кристаллизации — 115°C ;

Смесь 53% этиленгликоля и 47 % воды кристаллизуется при температуре — 40 °С,

Смесь 66 % этиленгликоля и 34 % воды кристаллизуется при температуре — 65 °С.

Для уменьшения коррозии в состав антифризов добавляют присадки.

Примеры охлаждающих жидкостей:

- Тосол АМ — голубого цвета, температура кристаллизации — 40°С;
- Тосол А-40 — голубого цвета, температура кристаллизации - 65 °С;
- Тосол А-65М — красного цвета, температура кристаллизации - 65 °С.

Антифризы различаются по рецептуре, поэтому смешивать разные марки между собой не следует.

Заполнять систему этиленгликолевыми жидкостями нужно на 6...8 % меньше, чем водой, так как при нагревании они сильно расширяются и могут вытесняться из радиатора через паровой клапан.

Этиленгликоль — сильный пищевой яд, поэтому после работы с ним необходимо тщательно вымыть руки и лицо водой с мылом.

При температуре ниже температуры замерзания Тосол превращается в густую снегообразную массу, не вызывающую повреждений радиатора и блока цилиндров.

10.2. Тепловой режим двигателя.

Система охлаждения представляет собой совокупность агрегатов, устройств и механизмов, поддерживающих температуру деталей двигателя, соприкасающихся с горячими газами, в допустимых пределах.

Излишний отвод теплоты не должен приводить к переохлаждению, а недостаточный — перегреву двигателя, так как это ухудшает его работу.

Состояние теплового режима двигателя зависит от многих факторов, а именно:

- атмосферной температуры,
- работы отдельных механизмов и систем, которые могут оказывать влияние на перегрев и переохлаждение двигателя, а следовательно, на его работу, мощность, экономичность и износ деталей.

10.3 Перегрев двигателя.

Такое явление может быть вызвано следующими причинами:

- недостаток охлаждающей жидкости в системе охлаждения;
 - накопление шлама внутри системы охлаждения;
 - слабое натяжение ремней вентилятора и водяного насоса;
 - поломка крыльчатки водяного насоса;
 - работа двигателя на бедной или богатой рабочей смеси, не соответствующей режиму работы двигателя;
 - неправильно установленное зажигание;
- неполностью открытые жалюзи в летнее время;

- притормаживание из-за неправильно отрегулированных тормозов;
- неумелое вождение автомобиля.

Работа двигателя с перегревом вызывает увеличенный износ деталей, падение мощности и перерасход топлива.

10. 4 Переохлаждение двигателя.

В основном переохлаждение двигателя происходит из-за низкой наружной температуры.

У переохлажденного двигателя масло густое, вязкое. Оно плохо продавливается в узкие зазоры, и трущиеся поверхности работают почти без смазки, что увеличивает их износ.

Занятие 1.1.11. Устройство и работа системы охлаждения. Приборы систем охлаждения. Неисправности и методы устранения

Цель: Изучить компоненты системы охлаждения, радиатор и расширительный бачок, жидкостный насос, термостат, гидромуфту вентилятора.

11.1. Компоненты системы охлаждения.

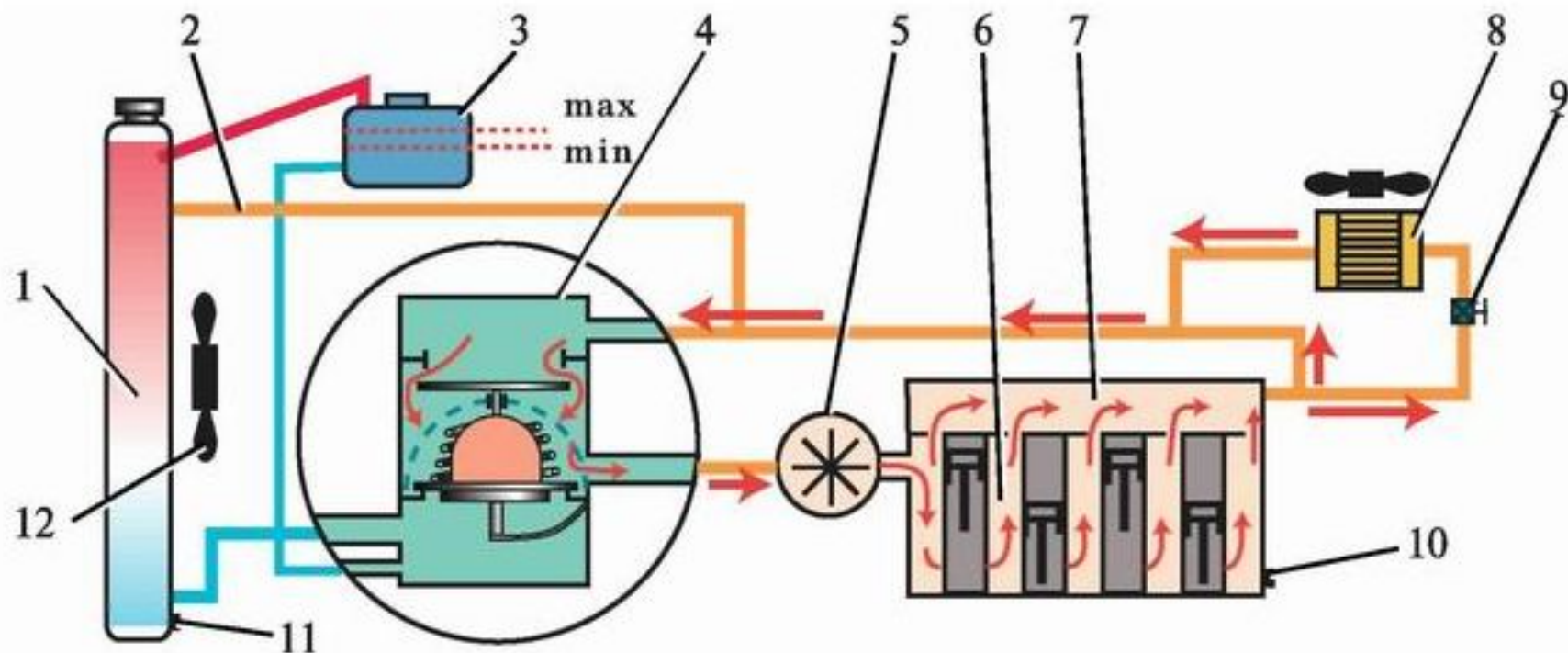
В систему охлаждения входят следующие приборы и детали:

- радиатор,
- жалюзи,
- вентилятор,
- водяной насос,
- термостаты,
- рубашка охлаждения двигателя,
- патрубки,
- шланги,
- краники,
- датчики и указатели температуры охлаждающей жидкости,

- датчики сигнализатора аварийного перегрева охлаждающей жидкости,
- кожух вентилятора,
- расширительный бачок,
- ремни привода приборов охлаждения.

На многих моделях двигателей вентилятор приводится в работу от электродвигателя.

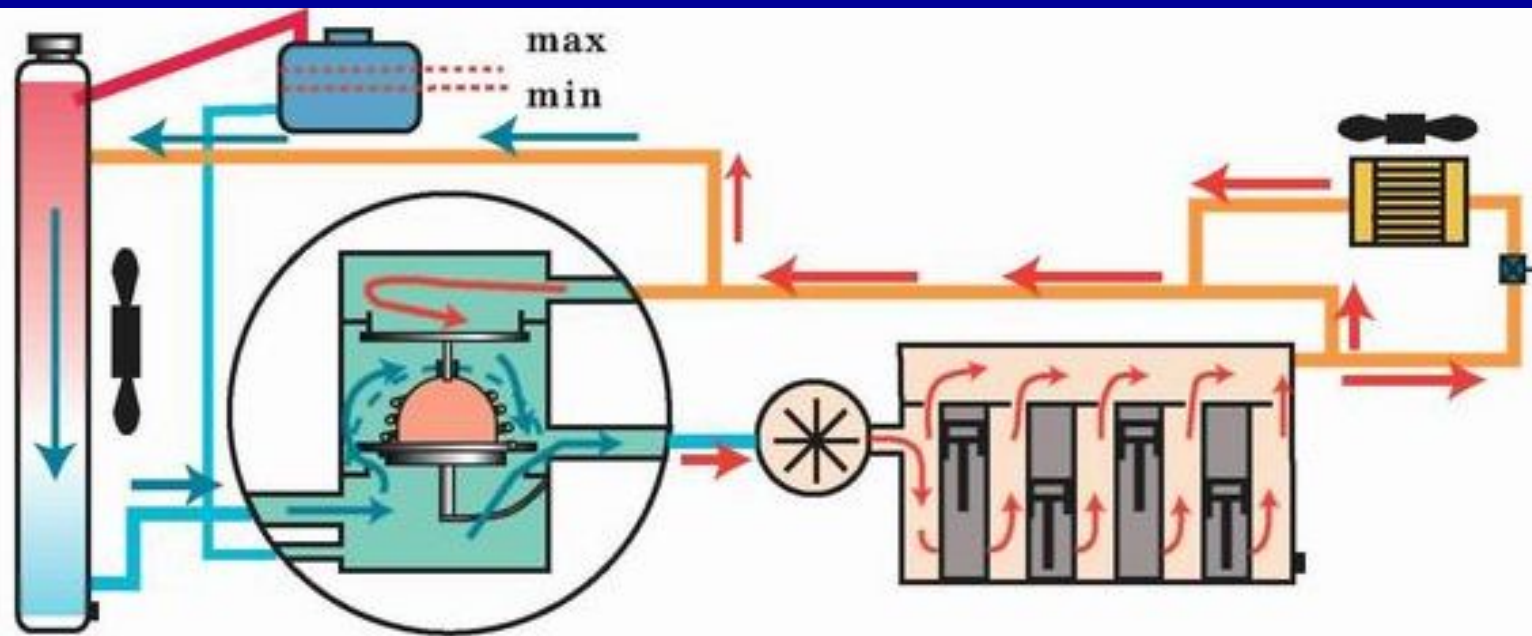
У некоторых двигателей вентилятор приводится в работу гидромуфтой.



а) малый круг циркуляции

Рис. 11.1. Схема системы охлаждения двигателя:

- 1 – радиатор; 2 – патрубок для циркуляции охлаждающей жидкости;
- 3 – расширительный бачок; 4 – термостат; 5 – водяной насос;
- 6 – рубашка охлаждения блока цилиндров; 7 – рубашка охлаждения головки блока;
- 8 – радиатор отопителя с электровентилятором;
- 9 – кран радиатора отопителя; 10 – пробка для слива охлаждающей жидкости из блока;
- 11 – пробка для слива охлаждающей жидкости из радиатора;
- 12 – вентилятор



б) большой круг циркуляции

11.2. Радиатор

В процессе изготовления радиаторов используют медь и алюминий.

В зависимости от назначения сердцевины они бывают трубчатыми, пластинчатыми и в форме сот.

Между ними находятся поперечные полоски латуни, которые придают конструкции больше жесткости и служат для увеличения площади поверхности, способствующей охлаждению.

Для создания циркуляции жидкости на двигателе установлена помпа.

Все узлы системы охлаждения соединены между собой прорезиненными патрубками.

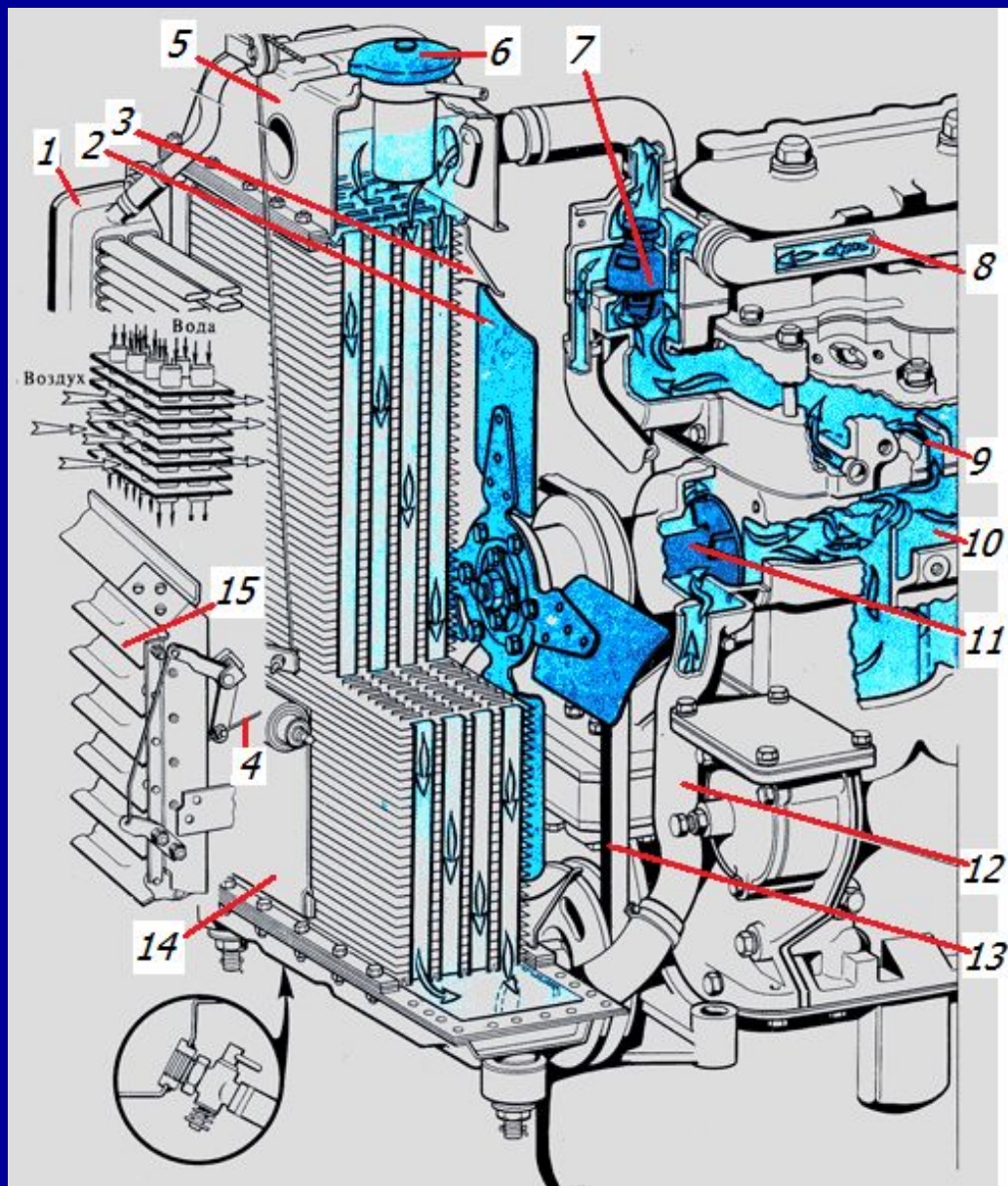


Рис.11.2. Радиатор в системе охлаждения.

- 1 - радиатор смазочной системы,
- 2 - вентилятор,
- 3 - кожух вентилятора,
- 4 - трос,
- 5 - радиатор,
- 6 - крышка заливной горловины,
- 7 - термостат,
- 8 - водоотводящая труба пускового двигателя,
- 9 - канал, направляющий поток воды,
- 10 - водораспределительный канал,
- 11 - водяной насос,
- 12 - патрубок водяного насоса,
- 13 - ремень привода вентилятора,
- 14 - шторка,
- 15 - пластина жалюзи.

Принцип охлаждения жидкости достаточно прост:

проходя через блок цилиндров, тосол забирает на себя большую часть тепла, после чего поступает в радиатор системы охлаждения двигателя.

Направление движения – с верхнего бачка радиатора через соты в нижнюю часть.

Сердцевина радиатора является основным участником охлаждения, при движении обдув жидкости воздухом происходит именно через нее, вследствие чего температура тосола несколько понижается.

Радиаторы оснащены трубчато-пластинчатыми сердцевинами из алюминиевого сплава и с пластмассовыми бачками.



Радиаторы охлаждения

На бачках имеются патрубки, к которым подсоединены гибкие шланги для отвода горячей воды в радиатор из рубашки охлаждения двигателя.

Здесь же есть патрубок меньшего диаметра, который соединяется гибким шлангом с расширительным бачком и служит для отвода пара.

Также в одном из бачков имеется патрубок для подсоединения гибкого шланга, который через корпус термостата и шланг соединяется с патрубком водяного насоса.

На бачке радиатора установлен датчик включения электровентиллятора;

в нижней части этого бачка имеется патрубок для слива охлаждающей жидкости, закрытый пробкой.

Сердцевина радиатора закрывается кожухом, который служит для усиления воздушного потока.

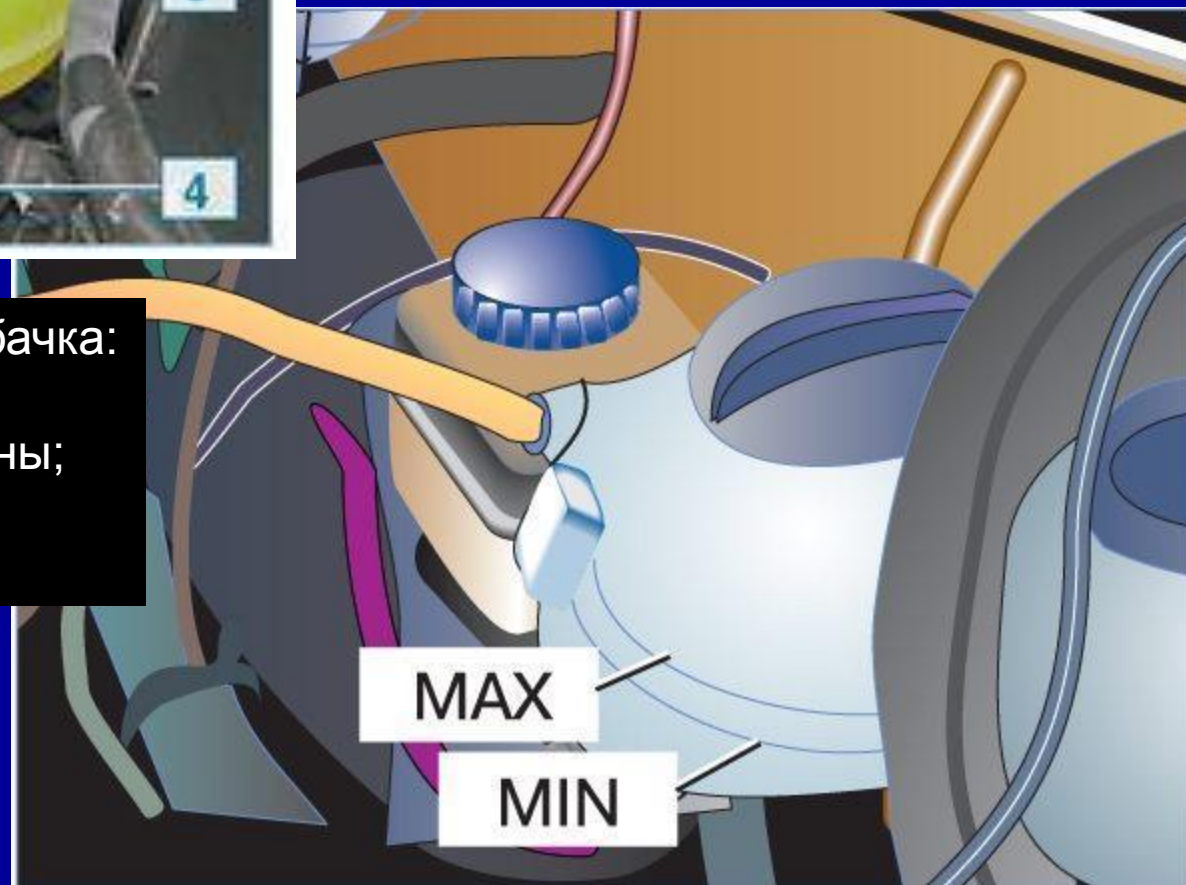
11.3. Расширительный бачок

Предназначен для компенсации изменений объема охлаждающей жидкости в системе при ее расширении от нагревания, контроля степени заполнения системы жидкостью, а также для удаления из нее воздуха и пара.



Элементы расширительного бачка:

- 1 – бачок;
- 2 – крышка заливной горловины;
- 3 – пароотводящий шланг;
- 4 – наливной шланг



Он соединяется с бачком радиатора в верхней части и с корпусом термостата. На большинстве моделей двигателей через расширительные бачки в систему заливают охлаждающую жидкость.

Расширительные бачки изготавливают из прозрачной пластмассы. На боковой поверхности бачка имеется метка «MIN», указывающая нижний допустимый уровень охлаждающей жидкости в бачке.

В полностью заправленной системе охлаждения уровень жидкости в расширительном бачке на холодном двигателе должен быть на 25... 30 мм выше метки «MIN», нанесенной на расширительном бачке.

Заливная горловина расширительного бачка закрыта резьбовой пробкой, поддерживающей повышенное давление в системе охлаждения.

В некоторых системах пробка расширительного бачка, герметически закрывающая систему охлаждения, имеет два клапана — паровой и воздушный.

Например: у двигателей автомобилей ВАЗ-2110, -2111 и -2112 паровой клапан открывается при давлении 110... 150 кПа (1,1... 1,5 кгс/см²), а воздушный — при снижении давления на 3... 13 кПа (0,03... 0,13 кгс/см²).

11.4. Жидкостный насос

Жидкостный, или водяной, насос предназначен для принудительной циркуляции охлаждающей жидкости по системе охлаждения двигателя (рис. 22.1).

Корпус насоса 11 крепится к блоку цилиндров, а к нему прикреплен корпус подшипников 9, в котором установлены два шариковых подшипника 5.

В этих подшипниках установлен вал привода водяного насоса 3. Чтобы подшипники не передвигались по валу, между ними находится распорная втулка 7.

На переднем конце вала привода водяного насоса на шпонке установлена ступица шкива вентилятора 4, закрепленная коронной зашплинтованной гайкой.

На заднем конце вала установлена крыльчатка 12.

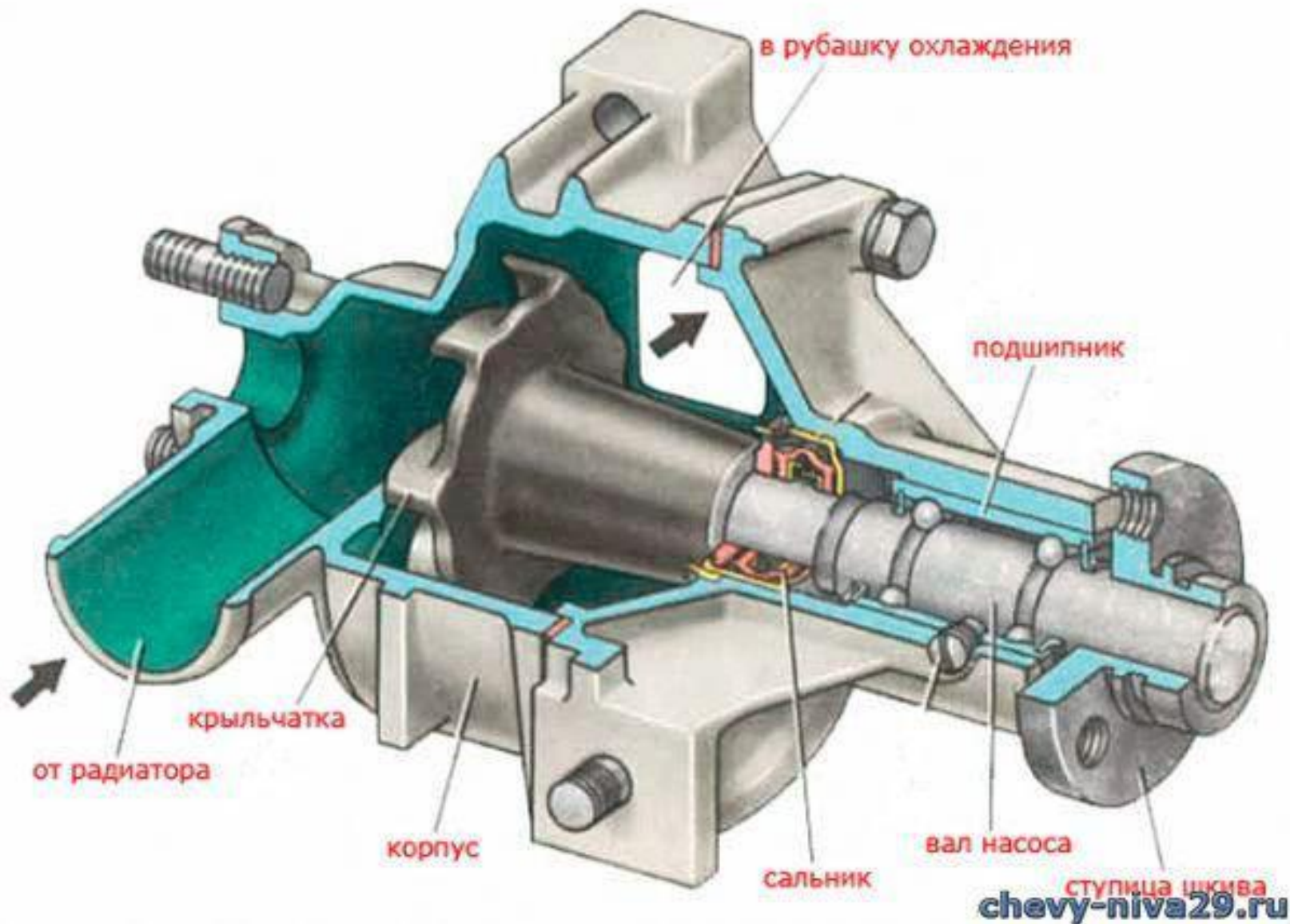


Схема работы жидкостного насоса

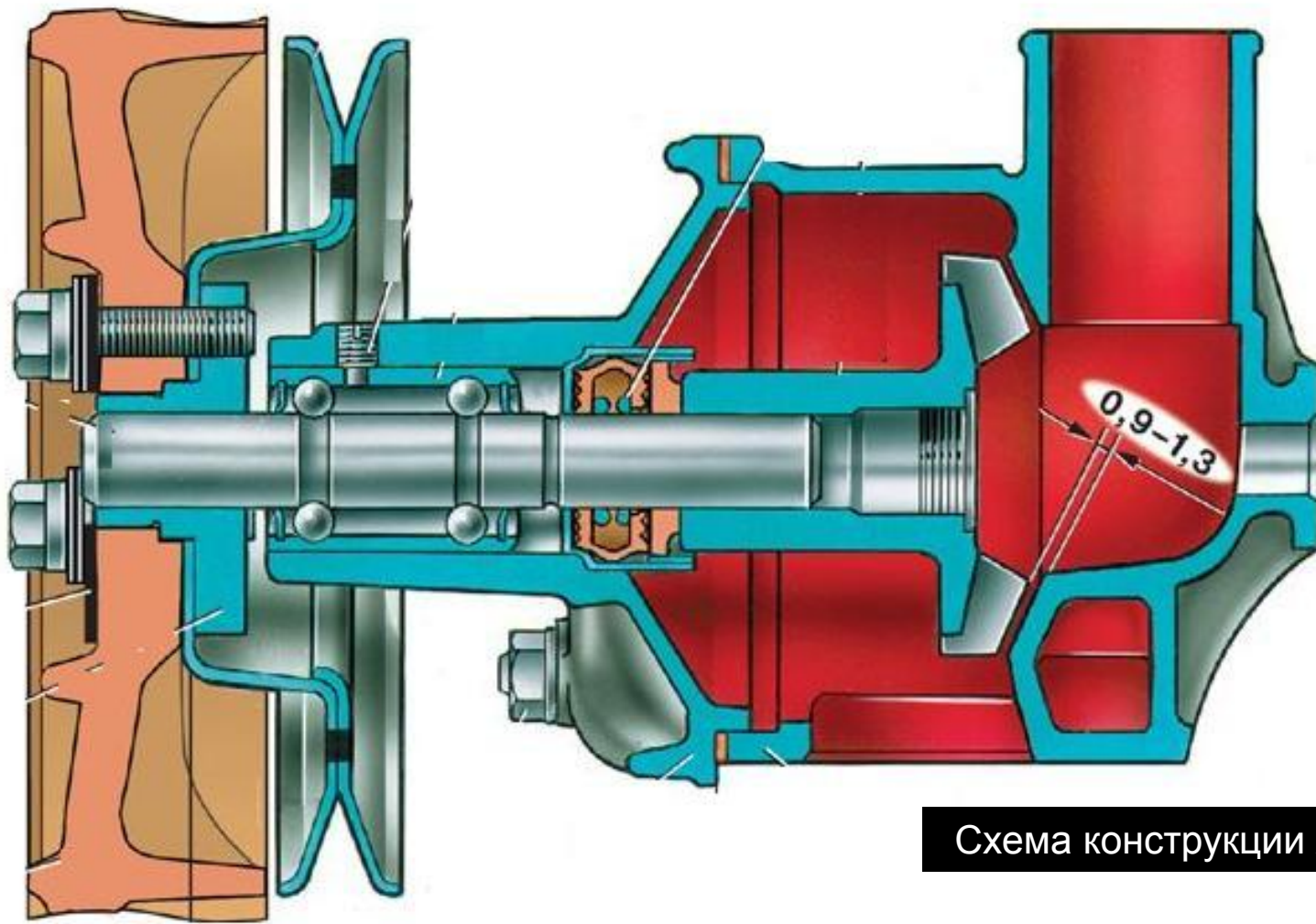
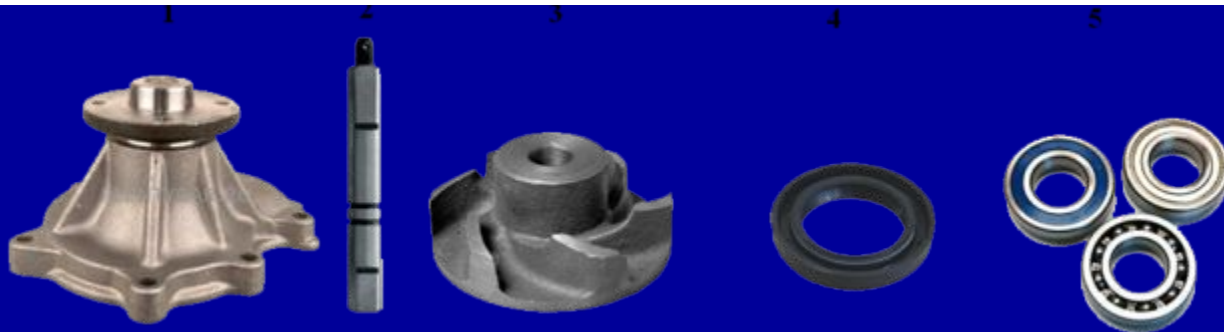


Схема конструкции жидкостного насоса



1. корпус насоса
2. вал
3. крыльчатка насоса
4. сальник
5. подшипники

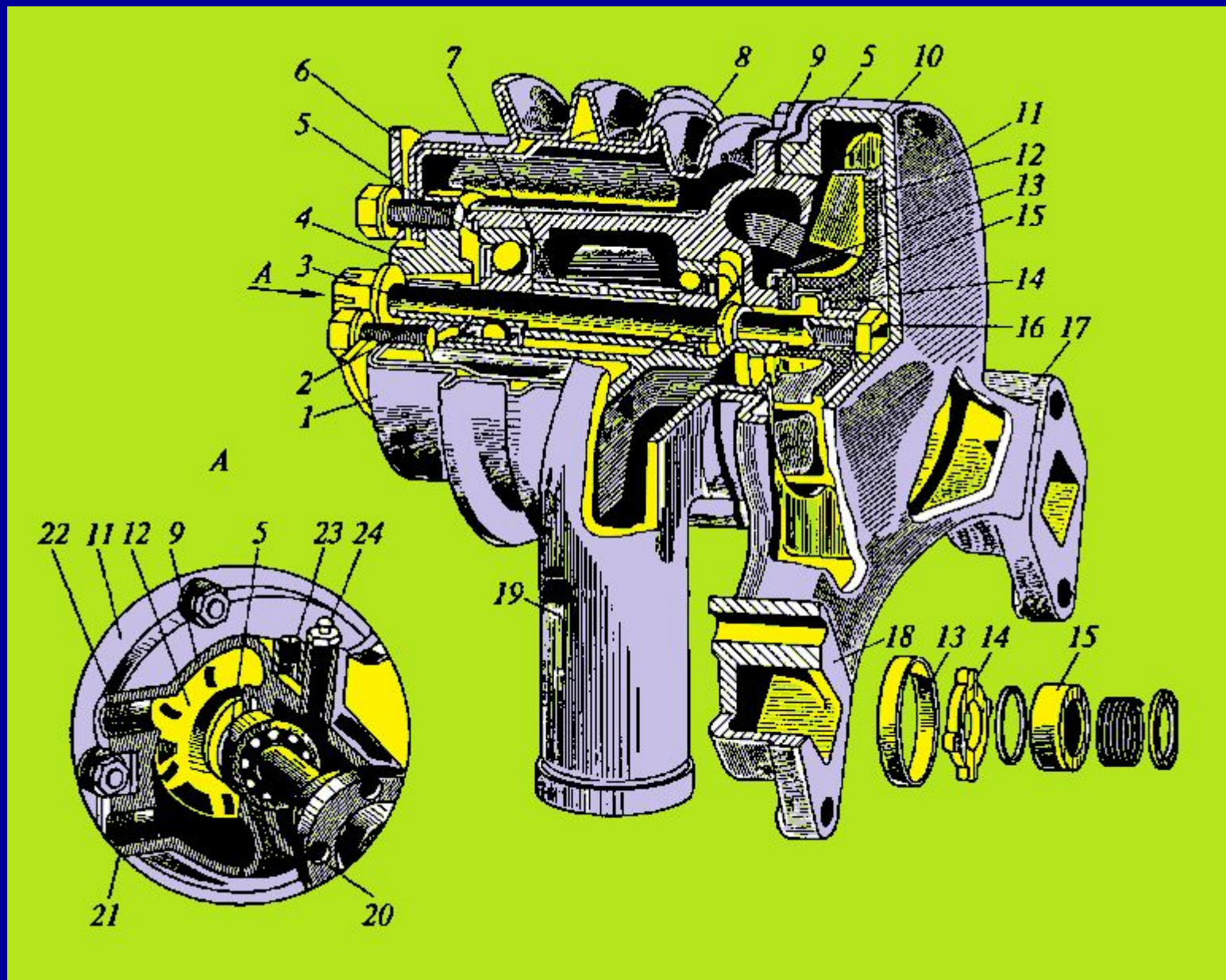


Рис. 11.2. Жидкостный насос

Рис. 11.2. Жидкостный насос:

- 1 — наружный двухручьевого шкив привода генератора, насоса гидроусилителя рулевого управления и вентилятора с водяным насосом;
- 2 — разрезная конусная втулка крепления шкива;
- 3 — вал привода водяного насоса;
- 4 — ступица шкива вентилятора;
- 5 — шариковый подшипник;
- 6 — крестовина вентилятора;
- 7 — распорная втулка;
- 8 — внутренний одноручьевого шкив для привода компрессора;
- 9 — корпус подшипников;
- 10 — водосбрасыватель;
- 11 — корпус;
- 12 — крыльчатка;
- 13 — обойма самоподвижного сальника;
- 14 — графитизированная текстолитовая упорная шайба;
- 15 — резиновый уплотнитель сальника;

- 16 — болт крепления крыльчатки;
- 17 и 18— раструбы подачи охлаждающей жидкости в правую и левую группу цилиндров соответственно;
- 19 — патрубок подачи жидкости в насос;
- 20 — контрольный канал выхода охлаждающей жидкости наружу;
- 21 — бобышка для крепления трубки слива охлаждающей жидкости из отопителя;
- 22 — бобышка для крепления трубки слива охлаждающей жидкости из компрессора;
- 23 — пробка, закрывающая контрольное отверстие;
- 24 — масленка смазки подшипников

Для предотвращения течи охлаждающей жидкости на валу установлен самоподжимной сальник водяного насоса. Он состоит из графитизированной текстолитовой шайбы 14, резинового уплотнения сальника 15 с пружиной и двумя шайбами. Все эти детали помещены в обойму самоподжимного сальника 13.

Крыльчатка на валу закреплена болтом 16.

Из радиатора охлаждаемая жидкость подводится к центру крыльчатки через патрубок подачи жидкости в насос 19, а отводится в рубашку охлаждения правой группы цилиндров через раструб подачи 17 и в левый ряд через раструб подачи охлаждающей жидкости 18.

Вал крыльчатки приводится во вращение от коленчатого вала при помощи шкива, который болтами прикреплен к ступице шкива вентилятора. К ступице этими же болтами прикреплен вентилятор.

Подшипники вала насоса смазываются консистентным смазочным материалом, который нагнетается через масленку 24. Для контроля количества подачи смазочного материала имеется контрольное отверстие, закрываемое пробкой 23.

Возврат охлаждающей жидкости из компрессора в водяной насос происходит через бобышку 22, а из отопителя — через бобышку 21.

При работающем двигателе вращение со шкива коленчатого вала при помощи клиновидного ремня передается на шкив вала водяного насоса и крыльчатку насоса.

Лопастни крыльчатки разбрасывают воду в разные стороны действием центробежных сил, и вода через раструбы 17 и 18 нагнетается в рубашку охлаждения двигателя.

Привод жидкостных насосов при помощи клиновидных ремней, перекинутых через шкивы коленчатого вала и водяного насоса.

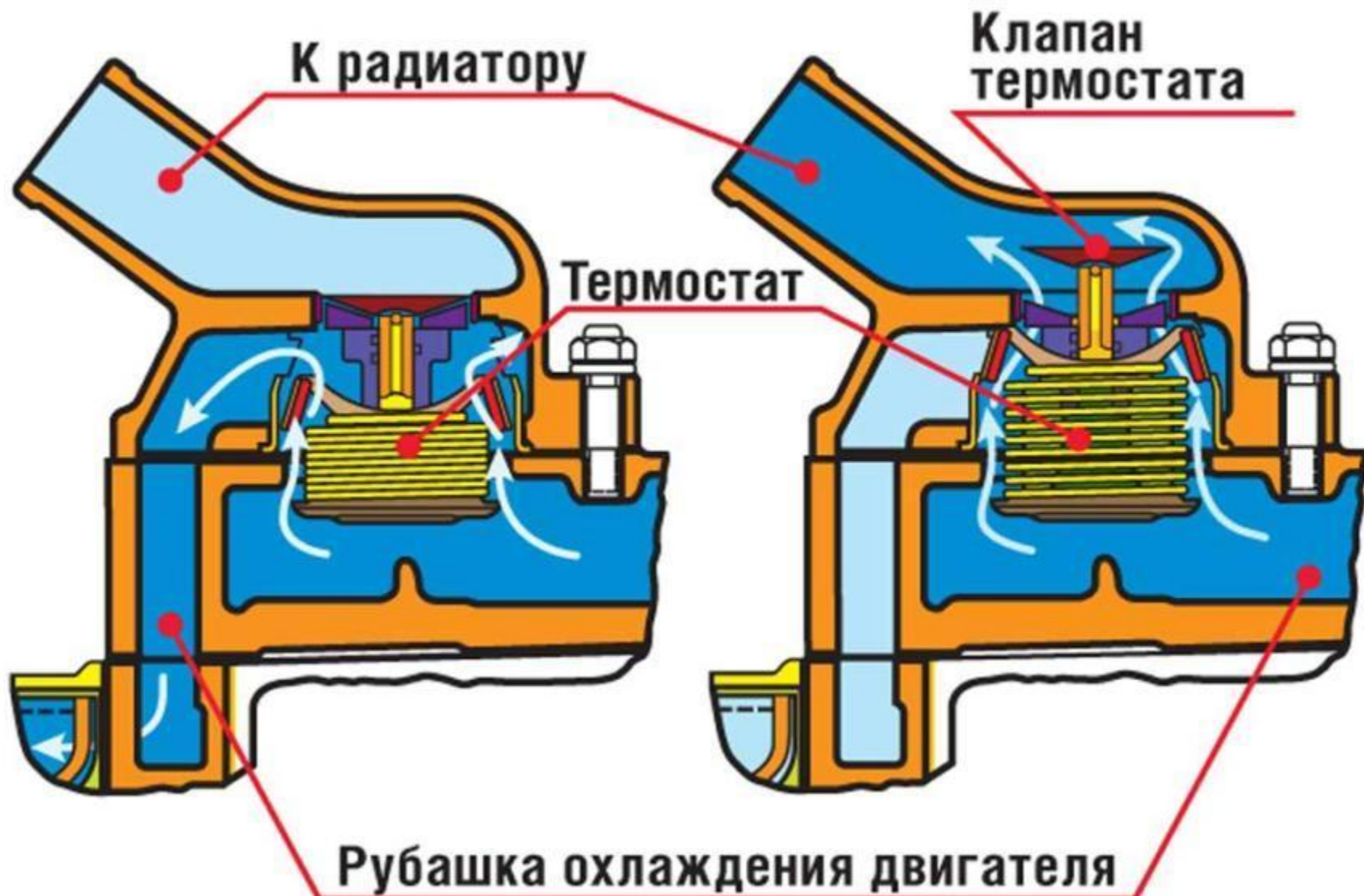
11.5. Термостат

Термостат служит для ускорения прогрева двигателя после запуска и для поддержания нормального температурного режима при движении автомобиля.

На автомобильных двигателях некоторых моделей ставились термостаты с жидким наполнителем. В них заливалась легкоиспаряющаяся жидкость (смесь из 70 % этилового спирта и 30 % воды).

В современных двигателях такие термостаты не применяются.

В настоящее время на всех двигателях устанавливаются термостаты с твердым наполнителем, в качестве которого применяется церезин с медной стружкой.





Эта масса обладает большим коэффициентом объемного расширения. Термостаты различных моделей двигателей отличаются по устройству, но принципиально устроены и работают одинаково.

Разберем устройство и работу термостата.

Термостат состоит (рис.22.2) из термосилового датчика — буфера 10 с твердым наполнителем, штока 13, входящего во втулку термосилового датчика 11, регулировочного винта 14, стоек корпуса 1 и 12, основного радиаторного клапана 15, перепускного клапана 2, пружин возвратной 7 и компенсационной 6.

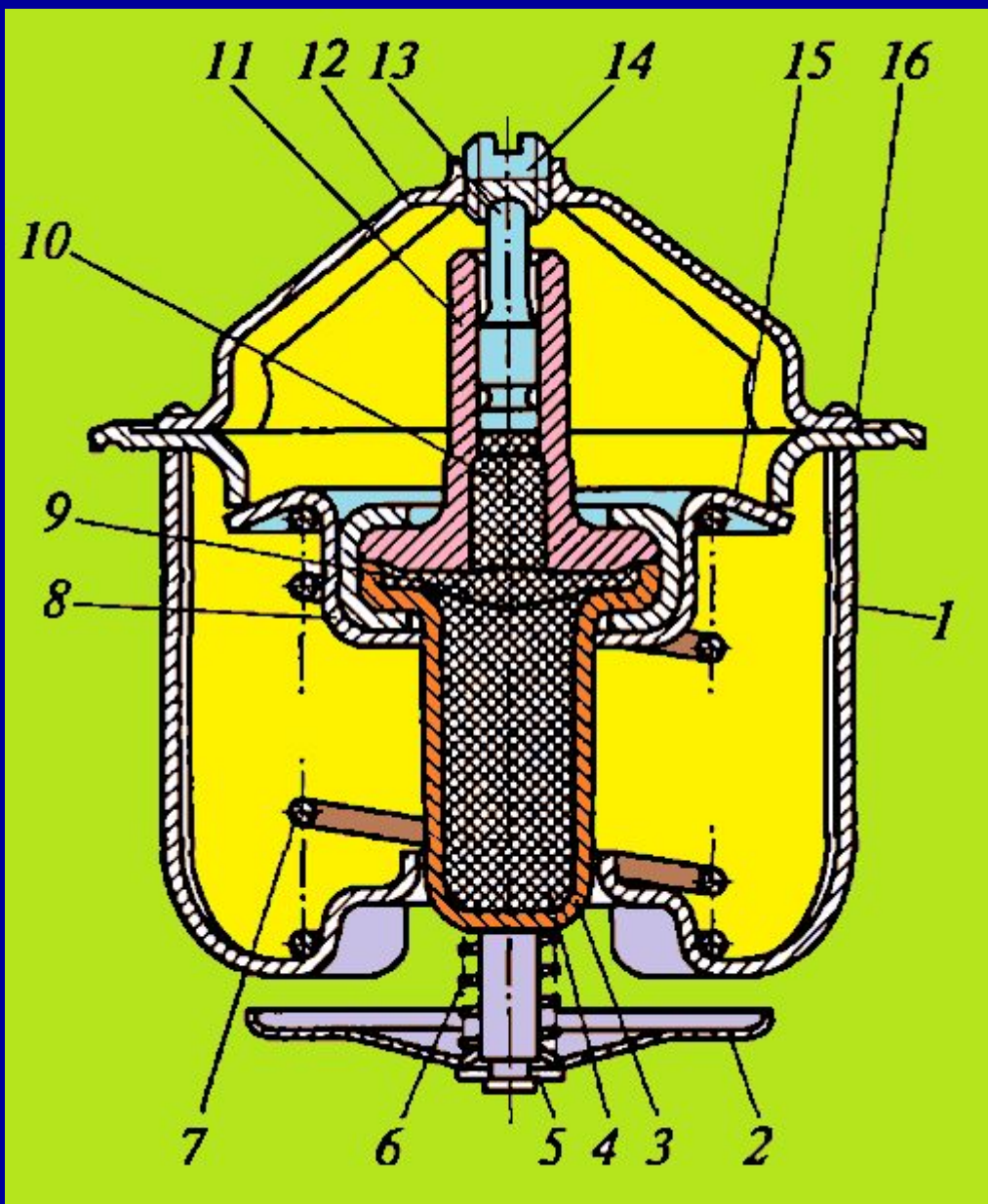


Рис. 11.4. Термостат:

- 1, 12 — стойки;
- 2 — перепускной клапан;
- 3 — баллон;
- 4 — активная масса (церезин);
- 5 — упорная шайба;
- 6 — компенсационная пружина;
- 7 — возвратная пружина;
- 8 — обойма;
- 9 — мембрана;
- 10 — буфер;
- 11 — втулка;
- 13 — шток;
- 14 — регулировочный винт;
- 15 — радиаторный клапан;
- 16 — седло клапана



Детали термостата

Детали термостата изготовлены из латуни. Термостат автоматически поддерживает необходимую температуру охлаждающей жидкости, отключая и включая циркуляцию жидкости через радиатор.

В холодную погоду, особенно при малых нагрузках двигателя, почти вся теплота отводится за счет обдува двигателя воздухом, и охлаждающая жидкость через радиатор не циркулирует.

Чтобы не разморозить радиатор (в случае применения в качестве охлаждающей жидкости воды), необходимо при отрицательных температурах окружающего воздуха держать жалюзи (если они предусмотрены на автомобиле) закрытыми и только при повышении температуры жидкости до 90 °С слегка их приоткрывать.

Если жалюзи нет, необходимо пользоваться чехлом или шторками. Для контроля температуры охлаждающей жидкости имеется указатель.

В термосиловом датчике термостата заключено термоактивное вещество 4 — церезин специальной разгонки. Церезин обладает высоким коэффициентом объемного расширения в определенном диапазоне температур.

При прогреве двигателя церезин расширяется и шток 13 выходит из втулки термосилового датчика.

Шток упирается в регулировочный винт 14 и перемещает вниз термосиловой датчик — втулку 11 и клапаны, преодолевая сопротивление пружин 7 и 6.

При этом радиаторный клапан 15 открывается и охлаждающая жидкость начинает циркулировать через радиатор.

При температуре 85 °С радиаторный клапан открывается полностью и вся жидкость направляется в радиатор.

При охлаждении двигателя ниже 70 °С радиаторный клапан закрывается и вся жидкость прокачивается жидкостным насосом, минуя радиатор.

Ни в коем случае нельзя снимать термостат.

В холодное время года двигатель без термостата прогревается долго и работает при низкой температуре охлаждающей жидкости.

В результате ускоряется износ двигателя, увеличивается расход топлива, происходит обильное отложение смолистых веществ, не обеспечивается нормальная температура воздуха в кабине автомобиля. Прогрев двигателя без термостата увеличивает износ его на величину, соответствующую пробегу 150...200 км.

В теплое время года при отсутствии термостата большая часть охлаждающей жидкости будет циркулировать по малому кругу (через рубашку охлаждения двигателя), минуя радиатор, что может вызвать перегрев двигателя.

11.6. Гидромуфта привода вентилятора

Гидромуфта привода вентилятора предназначена для поддержания оптимального теплового режима двигателя.

Включается и выключается она автоматически в зависимости от температуры охлаждающей жидкости в системе охлаждения. Гидромуфта (рис. 22.3.) устанавливается в передней части блока цилиндров двигателя.

Основными ее частями являются корпус кронштейна 10, ведомое колесо 7 и ведущее колесо 9.

На переднем конце ведомого вала 16 установлена ступица вентилятора 15. Вращается вал на двух шариковых подшипниках вместе с корпусом подшипников и ведущим колесом гидромуфты 9.

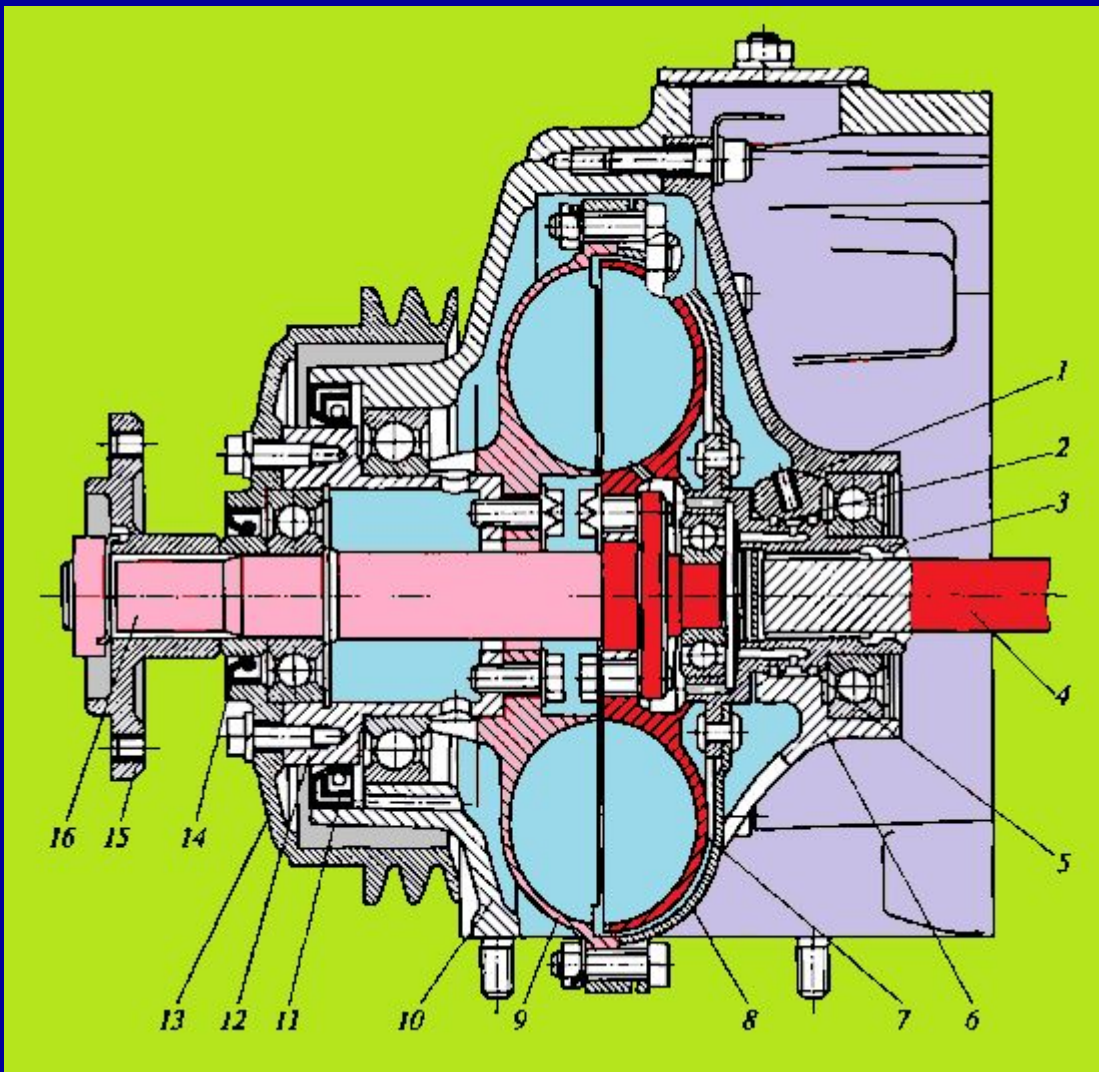


Рис. 11.5. Гидромуфта привода вентилятора со шкивом генератора в сборе:

- 1 — трубка подвода масла;
- 2, 5 — уплотнительные кольца;
- 3 — ступица;
- 4 — ведущий вал;
- 6 — корпус подшипника;
- 7 — ведомое колесо гидромуфты;
- 8 — кожух;
- 9 — ведущее колесо гидромуфты;
- 10 — корпус кронштейна гидромуфты;
- 11, 14 — манжеты;
- 12 — вал привода генератора;
- 13 — шкив привода генератора;
- 15 — ступица вентилятора;
- 16 — ведомый вал

На корпусе подшипников двумя болтами закреплен шкив привода генератора 13.

Ведомый вал 16 и вал привода генератора 12 уплотняются манжетами 11 и 14.

К корпусу кронштейна гидромуфты 10 болтами крепится корпус подшипников.

В корпусе установлено ведомое колесо гидромуфты 7 в сборе с подшипниками, ведущим валом 4 и кожухом 8. Уплотняются подшипники и вал уплотнительными кольцами 2 и 5. Масло подводится через трубку 1.

Передача крутящего момента с ведущего колеса гидромуфты на ведомое колесо происходит при заполнении рабочей полости маслом.

При работающем двигателе масло, поступающее из нагнетающей секции масляного насоса через канал регулятора-выключателя попадает на лопатки вращающегося ведущего колеса, увлекается им, приобретая при этом кинетическую энергию.

В дальнейшем частицы масла, ударяясь в лопатки ведомого колеса, отдают им энергию, обеспечивая вращение ведомых деталей и вентилятора.

Частота вращения ведомого колеса с вентилятором при постоянной частоте вращения ведущего колеса зависит от количества масла, поступающего в полость гидромуфты.

Регулятор-выключатель золотникового типа установлен на патрубке, подводящем жидкость к блоку цилиндров.

Термосиловой датчик, установленный внутри патрубка трубопровода, постоянно омывается охлаждающей жидкостью, циркулирующей от водяного насоса в полость блока цилиндров.

С повышением температуры охлаждающей жидкости, омывающей термосиловой элемент датчика, активная масса, находящаяся в баллоне термодатчика, начинает плавиться и, увеличиваясь в объеме, перемещает шток датчика и золотник.

Последний, перемещаясь, открывает подводящий канал в корпусе регулятора-выключателя, связанный с нагнетательной магистралью масляного насоса, и сообщает его с отводящим каналом, обеспечивая поступление масла в полость гидромуфты и вращение вентилятора.

Нагрев жидкости до температуры 85.....90 °С приводит к полному открытию подводящего канала, максимальной подаче масла и предельной производительности вентилятора.

Работа вентилятора может осуществляться по одному из трех режимов:

- автоматический — температура охлаждающей жидкости в системе охлаждения двигателя поддерживается в пределах 80 ...95 °С;
- переключатель ставится в такое положение, в котором он обеспечивает вращение вентилятора с небольшой частотой;
- вентилятор включен на постоянное вращение.

Повторение по теме:
Система охлаждения
двигателя

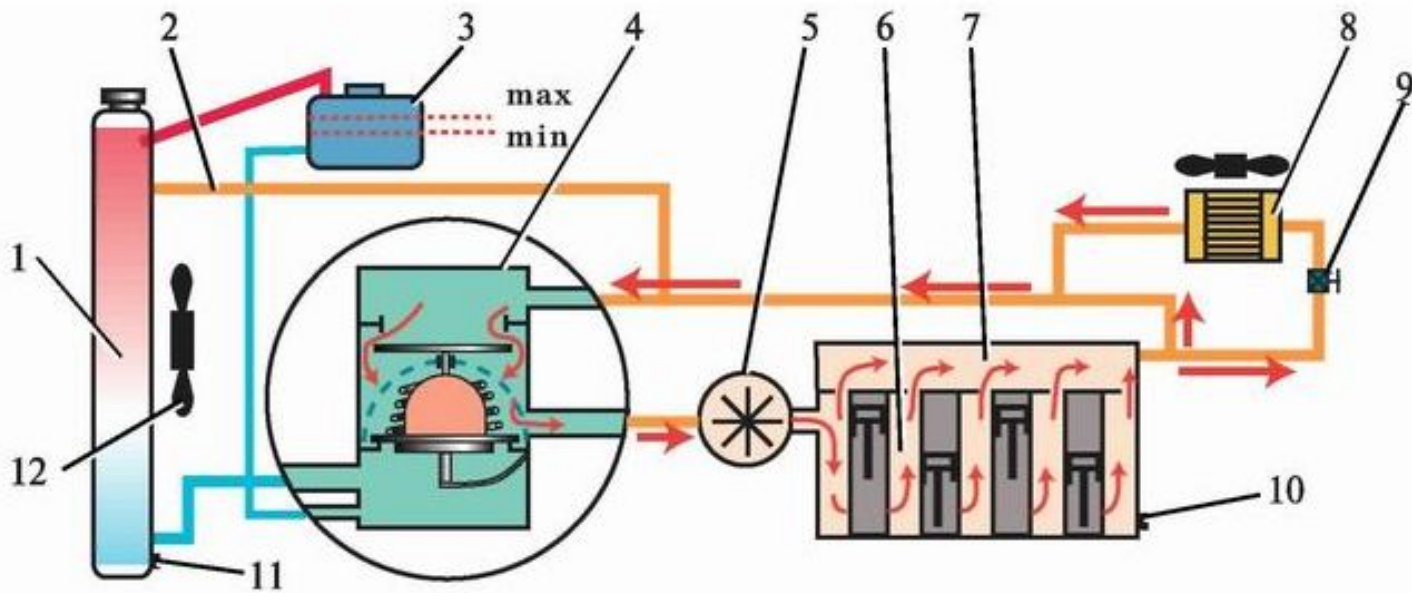
Видео

Система охлаждения двигателя

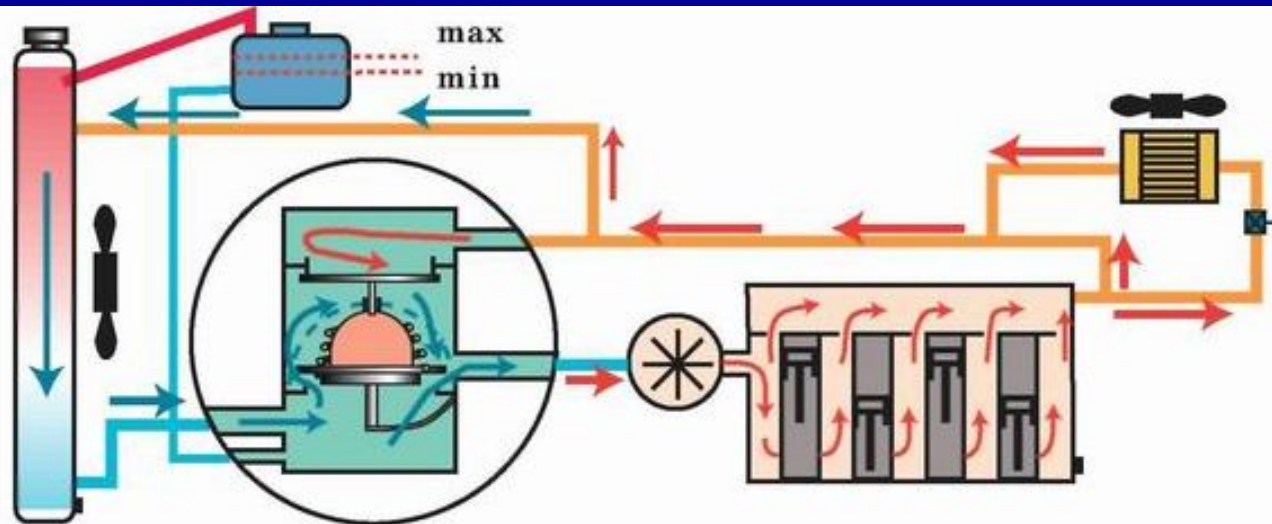
[Смотреть](#)

Используя ниже приведенные слайды ответьте на вопросы преподавателя.

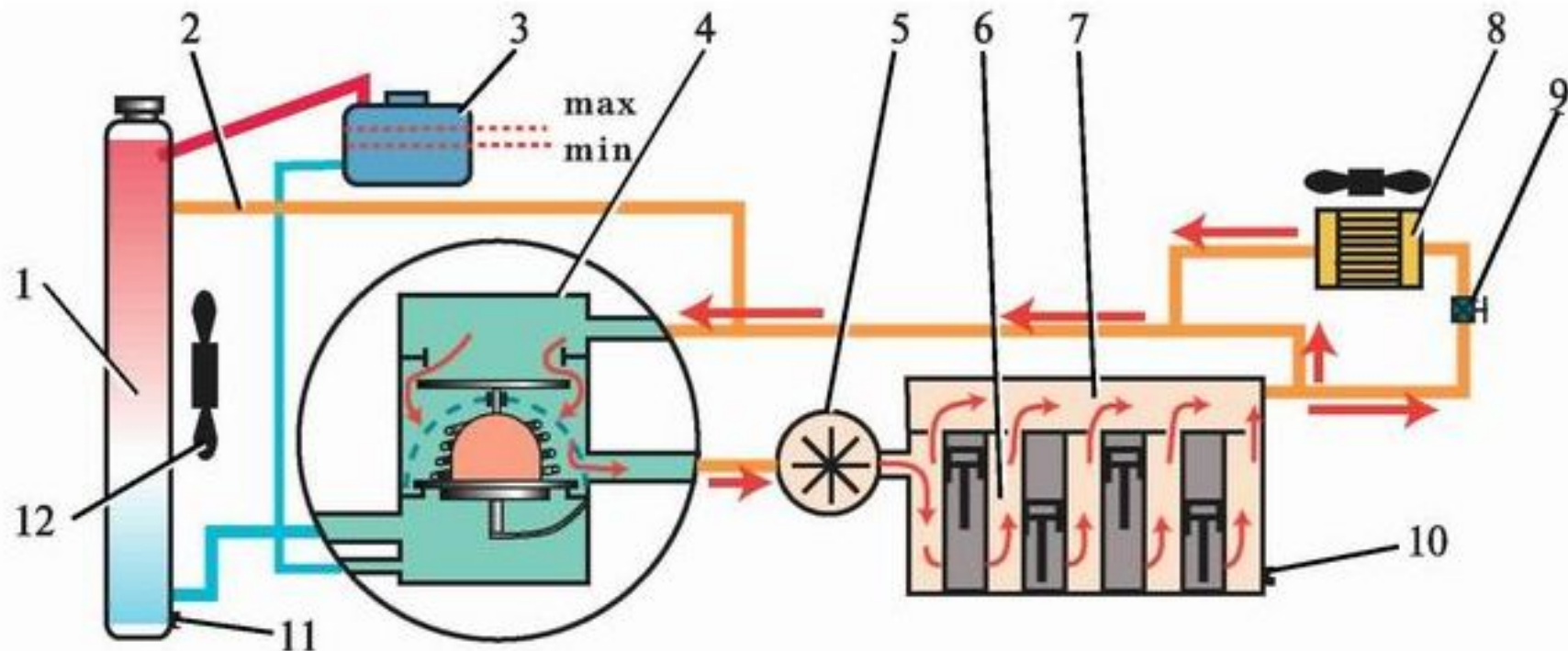
1. Назовите основные части системы охлаждения;
2. Опишите схему работы системы охлаждения;;
3. Опишите конструкцию радиатора;
4. Опишите назначение и конструкцию расширительного бачка;
5. Опишите работу жидкостного насоса;
6. Опишите назначение, устройство и работу термостата;
7. Опишите назначение, устройство и работу гидромуфты вентилятора;



а) малый круг циркуляции



б) большой круг циркуляции



а) малый круг циркуляции

Схема системы охлаждения двигателя:

- 1 – радиатор; 2 – патрубок для циркуляции охлаждающей жидкости;
- 3 – расширительный бачок; 4 – термостат; 5 – водяной насос;
- 6 – рубашка охлаждения блока цилиндров; 7 – рубашка охлаждения головки блока;
- 8 – радиатор отопителя с электровентилем;
- 9 – кран радиатора отопителя; 10 – пробка для слива охлаждающей жидкости из блока;
- 11 – пробка для слива охлаждающей жидкости из радиатора;
- 12 – вентилятор



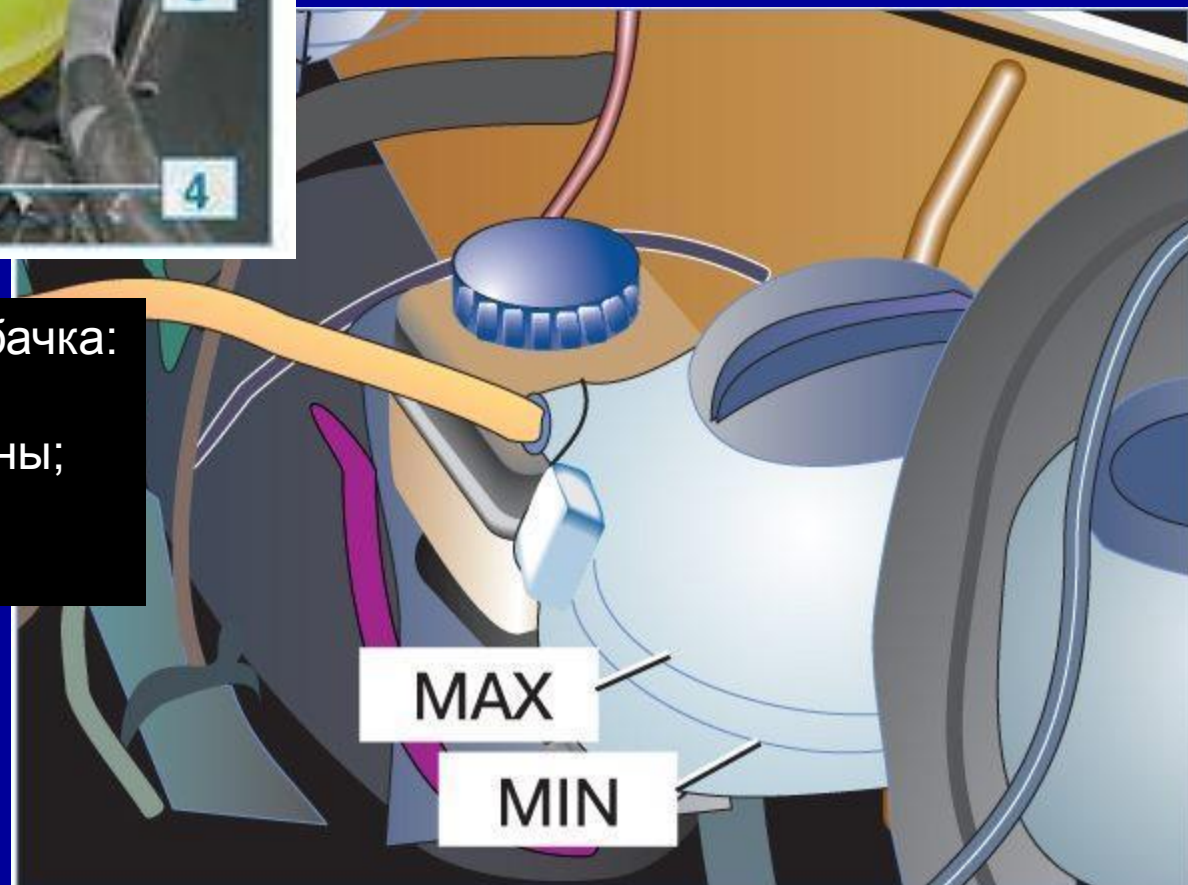
Радиаторы охлаждения

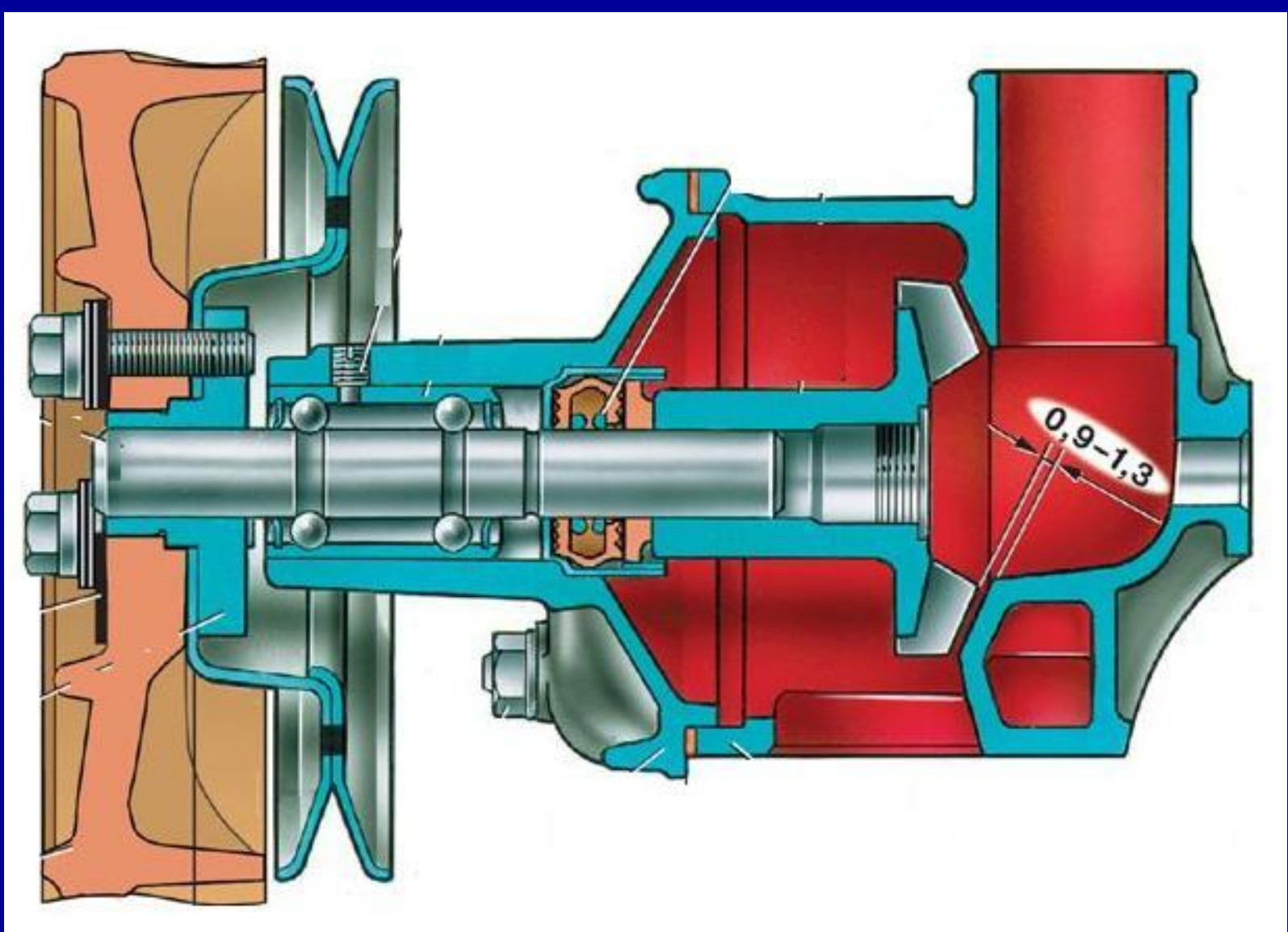




Элементы расширительного бачка:

- 1 – бачок;
- 2 – крышка заливной горловины;
- 3 – пароотводящий шланг;
- 4 – наливной шланг





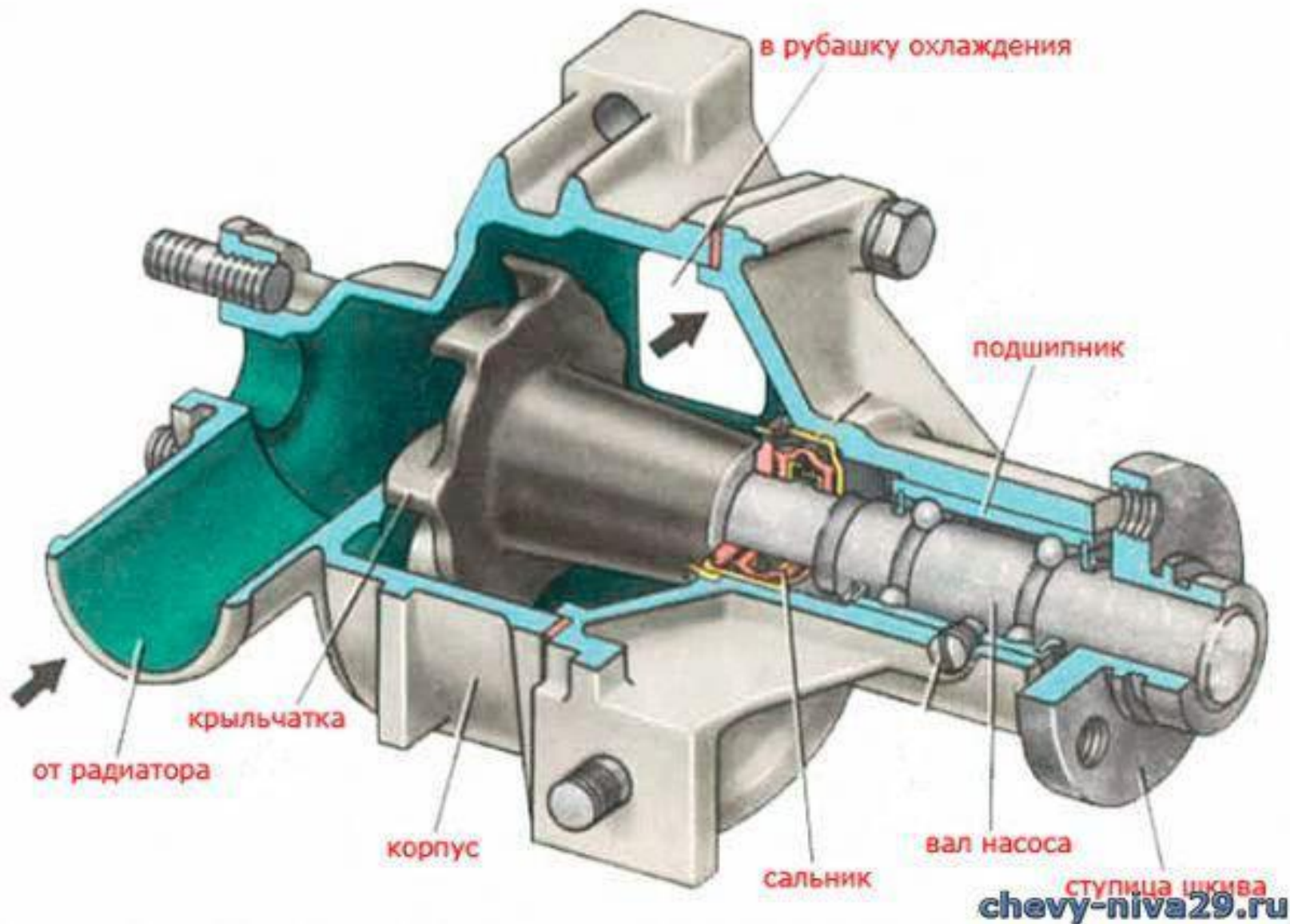
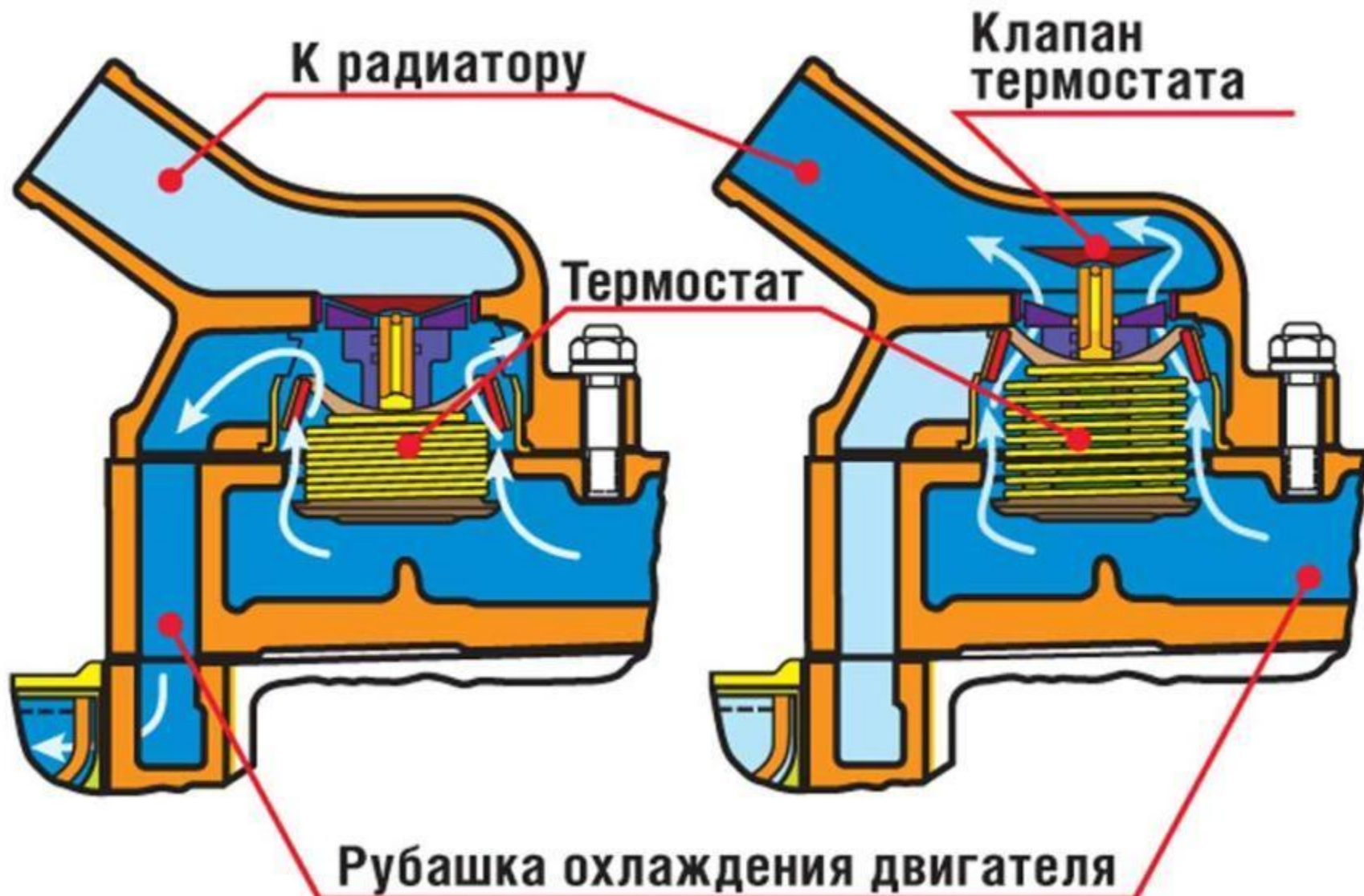
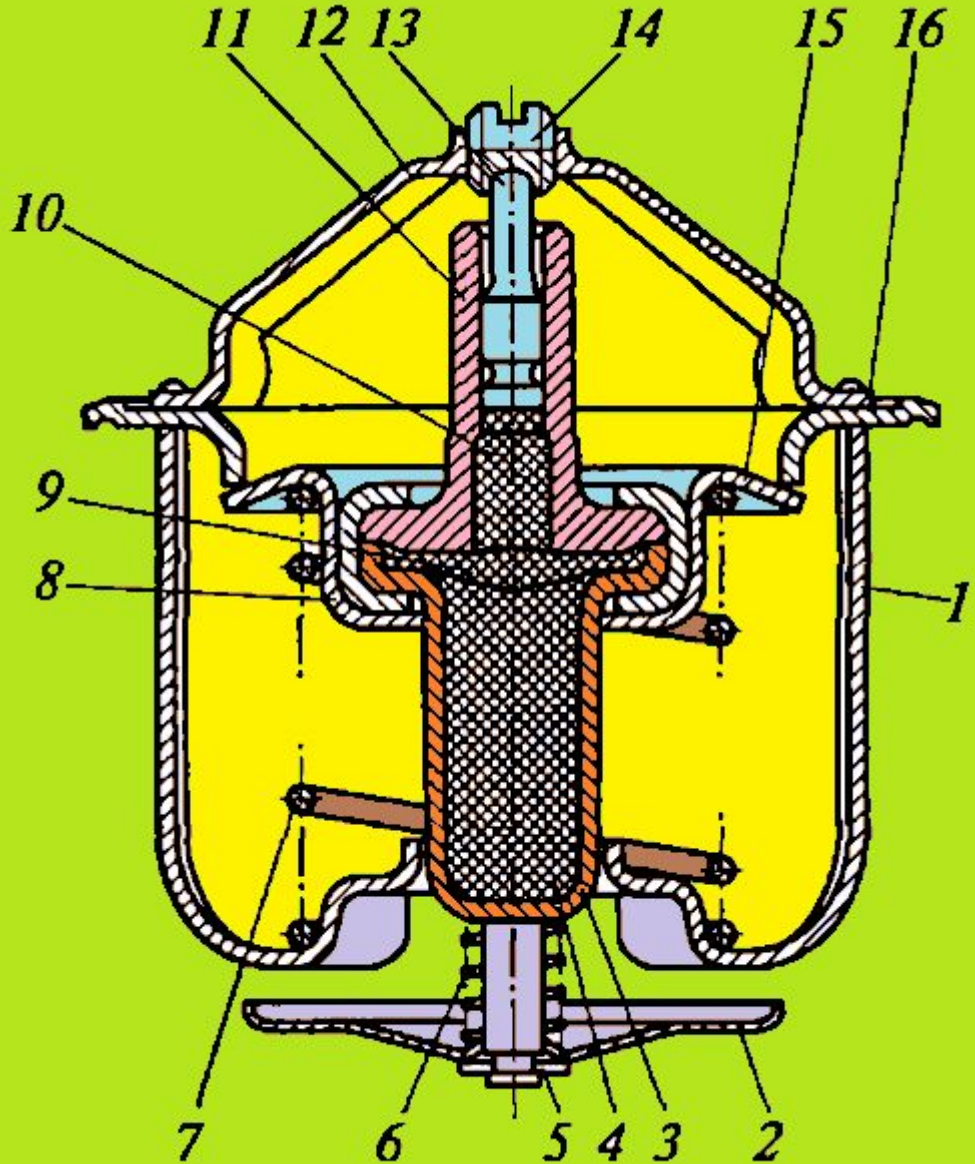
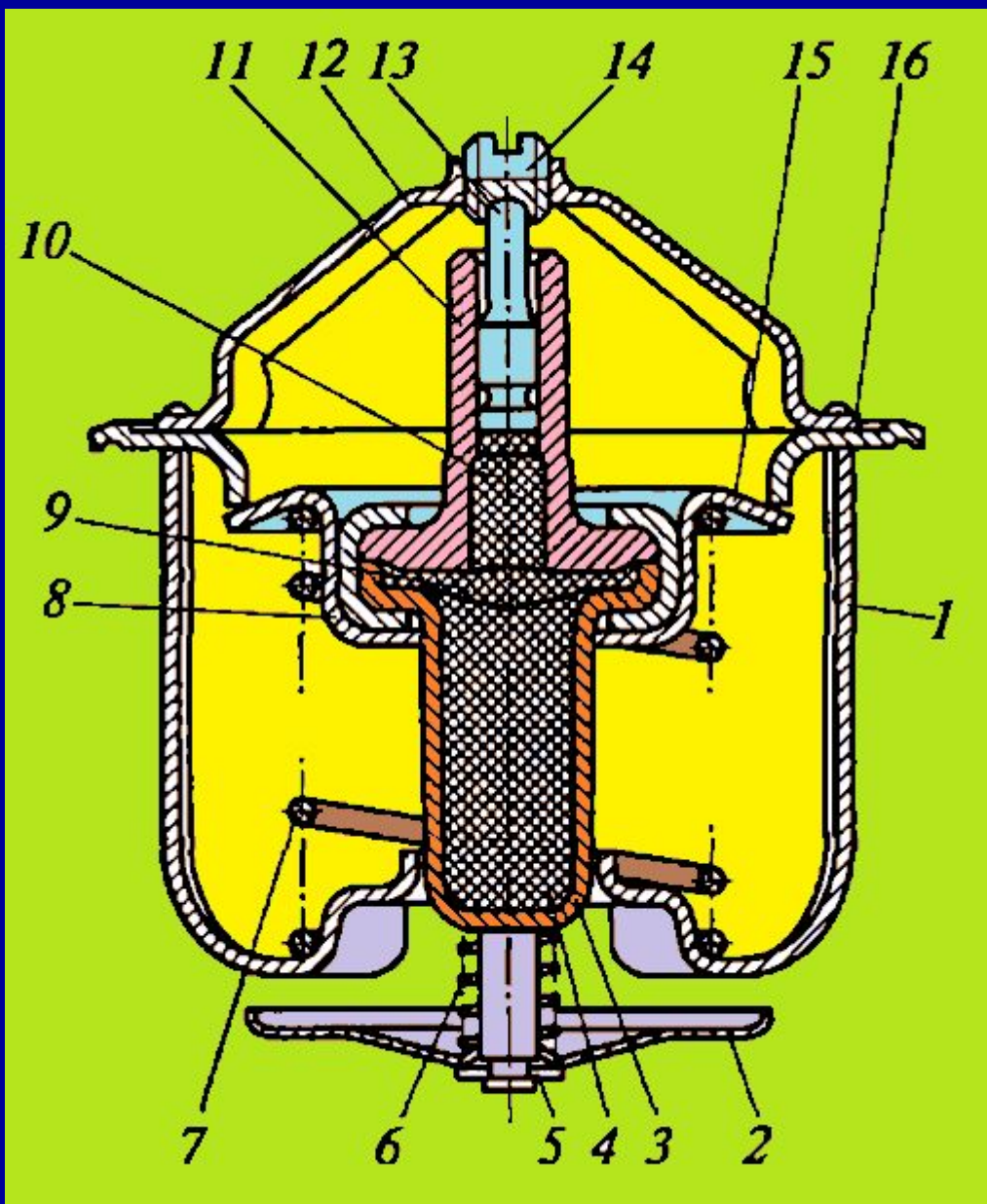


Схема работы жидкостного насоса

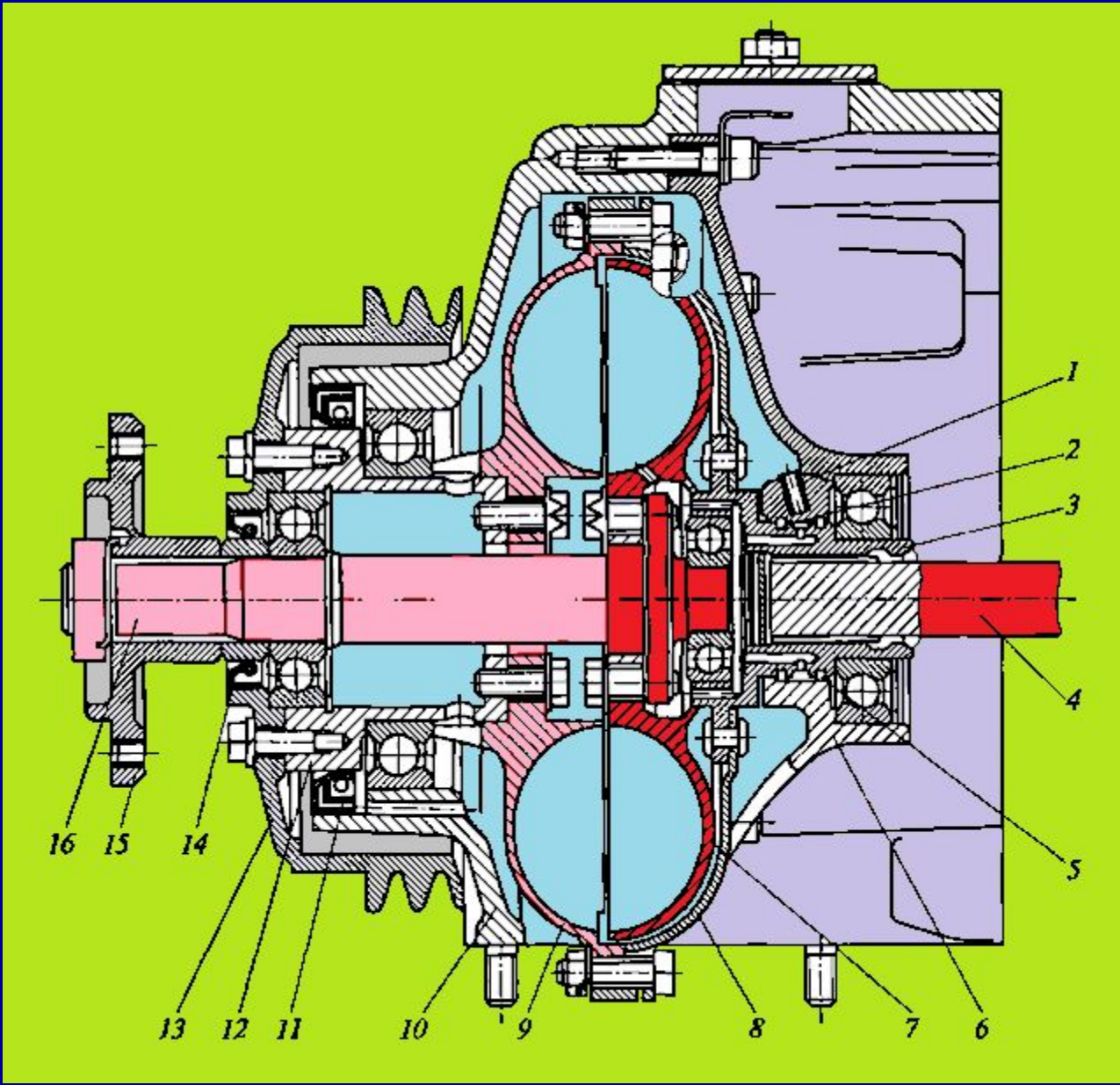


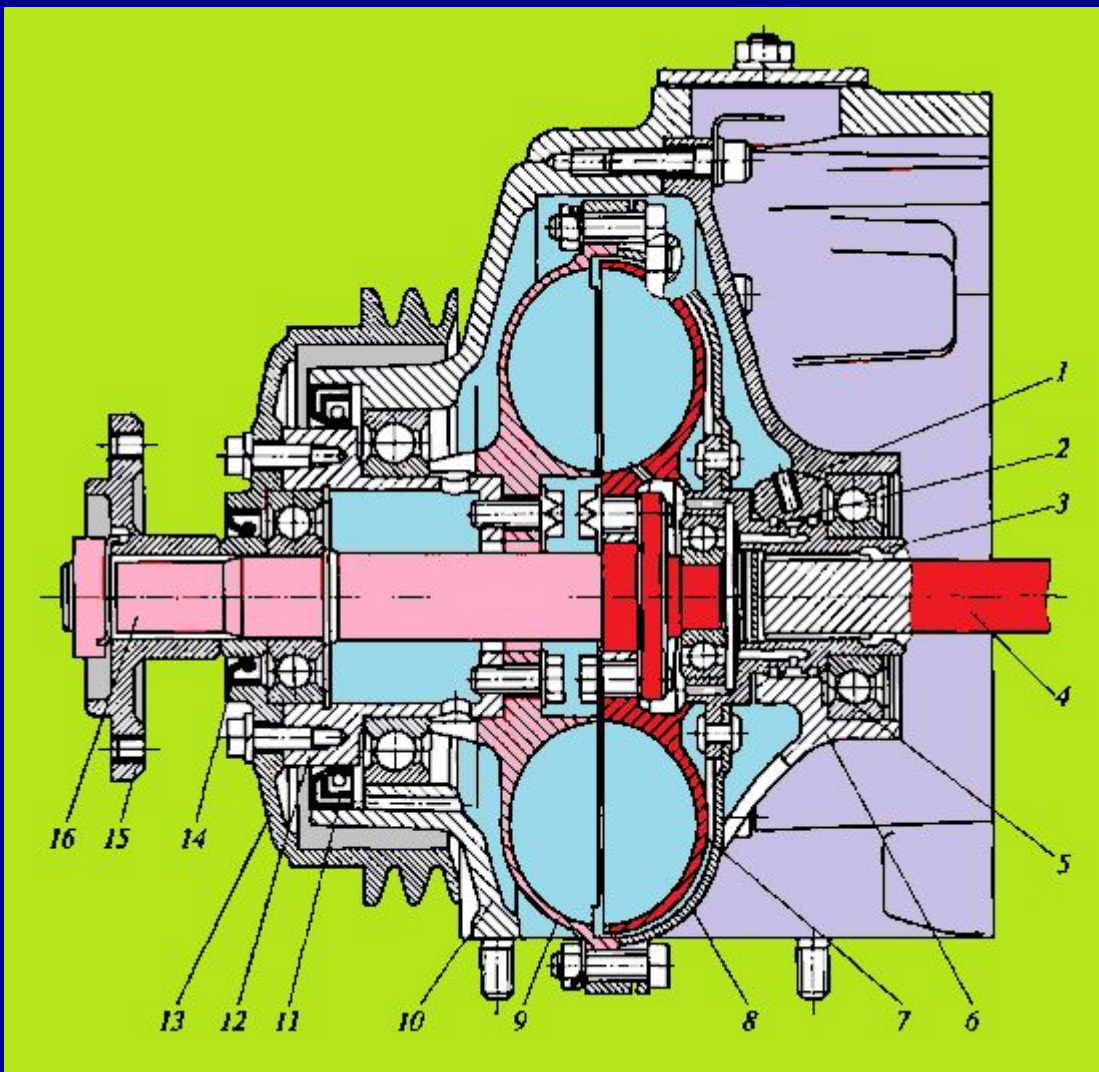




Термостат:

- 1, 12 — стойки;
- 2 — перепускной клапан;
- 3 — баллон;
- 4 — активная масса (церезин);
- 5 — упорная шайба;
- 6 — компенсационная пружина;
- 7 — возвратная пружина;
- 8 — обойма;
- 9 — мембрана;
- 10 — буфер;
- 11 — втулка;
- 13 — шток;
- 14 — регулировочный винт;
- 15 — радиаторный клапан;
- 16 — седло клапана





Гидромуфта привода вентилятора со шкивом генератора в сборе:

- 1 — трубка подвода масла;
- 2, 5 — уплотнительные кольца;
- 3 — ступица;
- 4 — ведущий вал;
- 6 — корпус подшипника;
- 7 — ведомое колесо гидромуфты;
- 8 — кожух;
- 9 — ведущее колесо гидромуфты;
- 10 — корпус кронштейна гидромуфты;
- 11, 14 — манжеты;
- 12 — вал привода генератора;
- 13 — шкив привода генератора;
- 15 — ступица вентилятора;
- 16 — ведомый вал

Контрольная работа №2

Занятие 1.1.12. Система смазки. Назначение. Сведения о трении и смазочных материалах

Цель: Изучить систему смазки. Назначение. Сведения о трении и смазочных материалах

12.1. Общие сведения о системе смазки двигателя.

При работе двигателя множество деталей контактирует друг с другом, образуя пары трения.

Чтобы уменьшить фрикционный износ, двигатель оборудуют системой смазки.

Резервуар с маслом находится в картере двигателя.

Масляный насос обеспечивает поступление масла через масляный фильтр к движущимся частям.

В двигателях внутреннего сгорания применяется система смазки комбинированного типа:

- часть деталей смазывается под давлением,
- часть - разбрызгиванием и окунанием,
- часть - самотеком.

Кроме функций смазывания, масло может выполнять и функции охлаждения.

Воздушный поток, проходящий под днищем движущегося автомобиля, обдувает картер двигателя, являющийся резервуаром для масла.

Кроме того, на некоторых автомобилях устанавливают специальные масляные радиаторы, призванные охлаждать масло.

Это одновременно предохраняет масло от распада при высоких температурах.

12.2. Смазочные масла.

В зависимости от условий работы двигателя — температуры, давления, скорости взаимного перемещения трущихся поверхностей, материала, из которого изготовлены детали, качества обработки поверхностей и других — применяются различные сорта и виды смазок.

Масла должны хорошо прилипать к поверхностям, предохранить их от коррозии, отводить тепло от деталей, уносить продукты износа, не изменять своих свойств в процессе хранения и работы, не подвергаться разрушению под действием температур.

Автомобильные масла вырабатываются из мазута — остатков нефти после отгона из нее топливных-фракций.

Масла, применяемые для смазки двигателей, должны отвечать определенным требованиям:

- не содержать механических примесей, воды, кислот и щелочей.
- масло должно обладать определенной вязкостью, стабильностью и температурой застывания.

Вязкость масла — это сопротивление частиц масла взаимному перемещению.

При повышенной вязкости масло плохо проходит через каналы системы смазки и плохо разбрызгивается.

При недостаточной вязкости масло легко выдавливается из зазоров между трущимися деталями. Вязкость масла обозначается числом, которое ставится сразу же после буквы, обозначающей марку масла. Чем больше число, тем выше вязкость масла.

Стабильностью масла называется его способность сохранять свои свойства без изменений длительное время.

Температура застывания характеризует температуру, при которой масло теряет подвижность.

Автомобильные масла маркируются буквами и цифрами.

Буква М указывает, что масло моторное,
цифра после этой буквы — вязкость масла,
буква после цифры — эксплуатационные качества масла.

Например: Для двигателей автомобилей ЗИЛ-130 и ГАЗ-53А применяется всесезонное масло М-8Б.

В двигателях автомобилей КамАЗ летом применяют М-ЮГФл (заменитель М-10В), зимой—М-8ГФз (заменитель М-8В).

1.1.13. Устройство и работа системы смазок, фильтрация масла

Цель: Изучить устройство и работу системы смазок

Система смазки состоит из следующих основных элементов: (рис. 13.1)

- поддона картера;
- масляного насоса с заборником;
- масляного фильтра;
- трубок, каналов и отверстий для подачи масла.

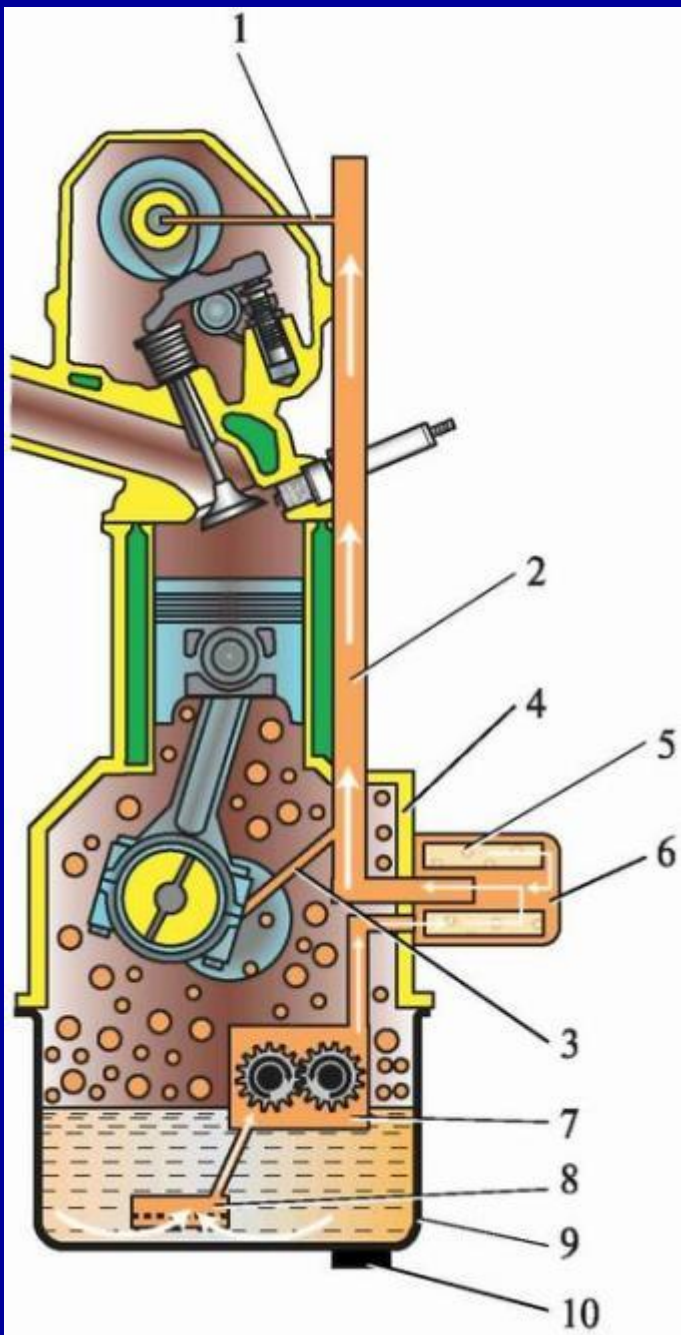


Схема системы смазки двигателя:

- 1 – канал подачи масла к газораспределительному механизму;
- 2 – главная масляная магистраль;
- 3 – канал подачи масла к подшипникам коленчатого вала;
- 4 – картер двигателя;
- 5 – фильтрующий элемент;
- 6 – корпус масляного фильтра;
- 7 – масляный насос;
- 8 – маслоприемник с сетчатым фильтром;
- 9 – поддон картера;
- 10 – пробка для слива масла

СИСТЕМА СМАЗКИ

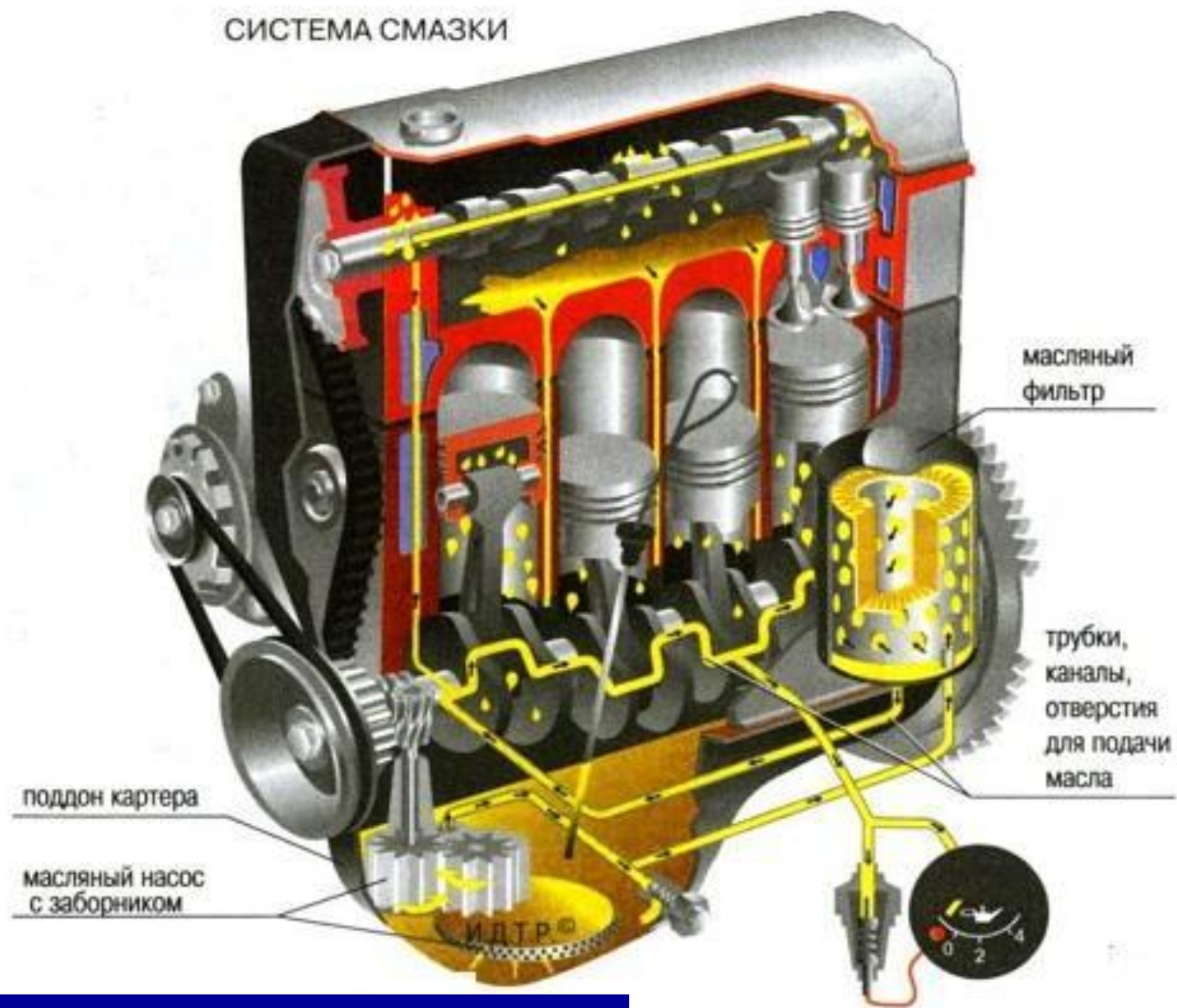


Рис.13.1. Система смазки двигателя.

В **поддоне картера** хранится масло.

По этому признаку систему смазки двигателей легковых автомобилей называют системой смазки с мокрым картером.

Уровень масла в картере контролируют с помощью маслоизмерительного стержня (щупа).

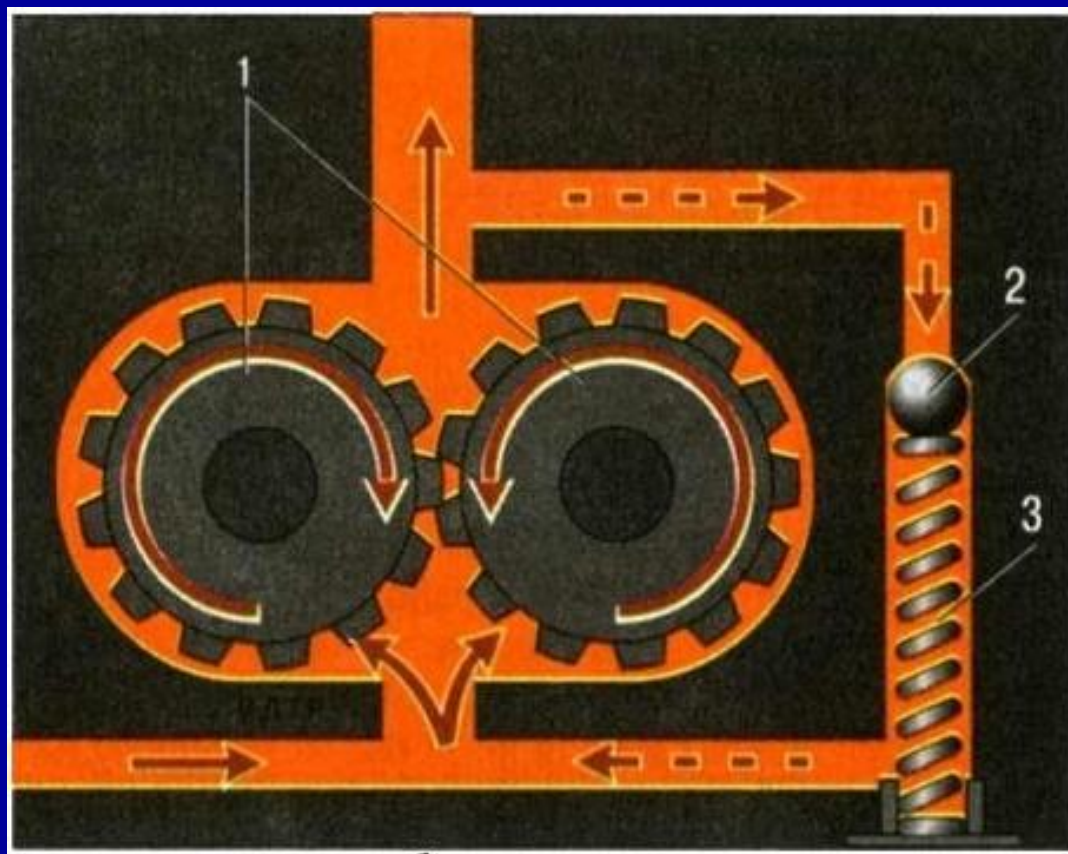
На щупе выполнены две риски, соответствующие минимальному и максимальному уровню масла.

Для проверки автомобиль должен стоять на ровной горизонтальной площадке, после остановки двигателя должно пройти некоторое время, чтобы масло, циркулирующее по системе, стекло в картер и немного остыло.

Занятие 1.1.14. Узлы смазочной системы и их работа. Возможные неисправности и методы устранения

Цель: Изучить узлы смазочной системы и их работу. Возможные неисправности и методы устранения

14.1 Масляный насос шестеренчатого типа создает в системе смазки необходимое давление масла и подает его к трущимся поверхностям.



- 1 - шестерни масляного насоса;
- 2 - редукционный клапан;
- 3 - пружина

Схема работы масляного насоса:

14.2 Масляный фильтр очищает масло от загрязнений и частиц, вырабатываемых в результате механического износа.

В фильтре установлен перепускной клапан.

При повышенной вязкости масла или чрезмерном загрязнении фильтра под действием повышенного давления перепускной клапан открывается и направляет масло мимо фильтра (без очистки).

Это позволяет сохранить необходимое давление масла в системе. Масляный фильтр обычно заменяют одновременно с заменой масла двигателя.

Вентиляция картера необходима для поддержания в нем нормального давления, а также для удаления паров бензина и газов, прорывающихся из цилиндров.



Масляный фильтр

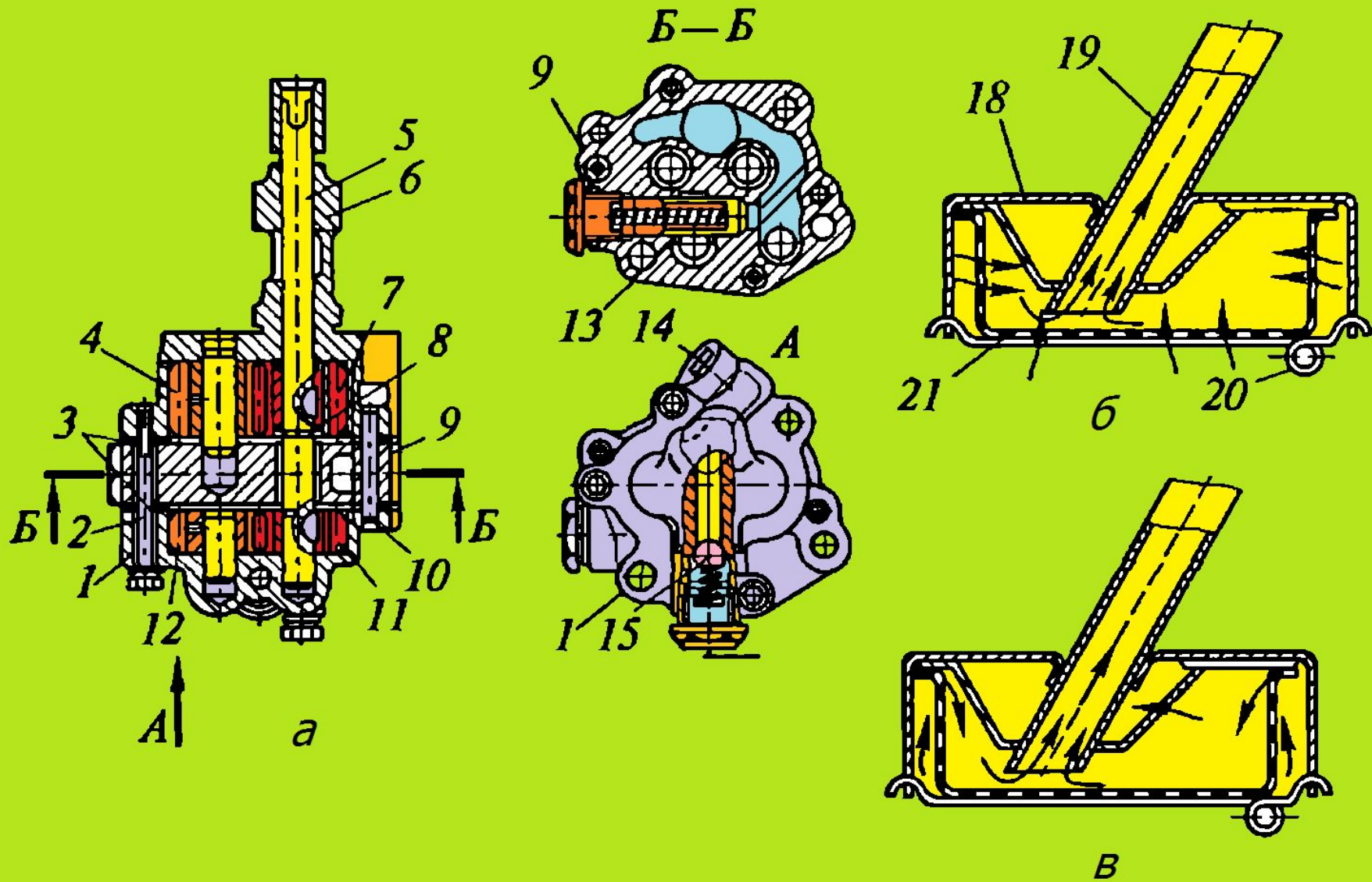
14.3. Устройство и работа двухсекционного масляного насоса.

Двухсекционный масляный насос состоит из корпуса верхней секции 6, в котором установлены ведущая 7 и ведомая 4 шестерни, находящиеся в постоянном зацеплении.

Ведущая шестерня при помощи шпонки установлена на ведущем валу 5. Ведомая шестерня свободно установлена на отдельной оси.

Верхняя секция закрывается крышкой 9, в которой располагается редукционный клапан 13, состоящий из плунжера, пружины и пробки.

Плунжер перекрывает канал, соединяющий полости низкого и высокого давлений.



Двухсекционный масляный насос и маслоприемник:
 а — конструкция; б — поступление масла при чистой сетке;
 в — поступление масла в случае засорения сетки;

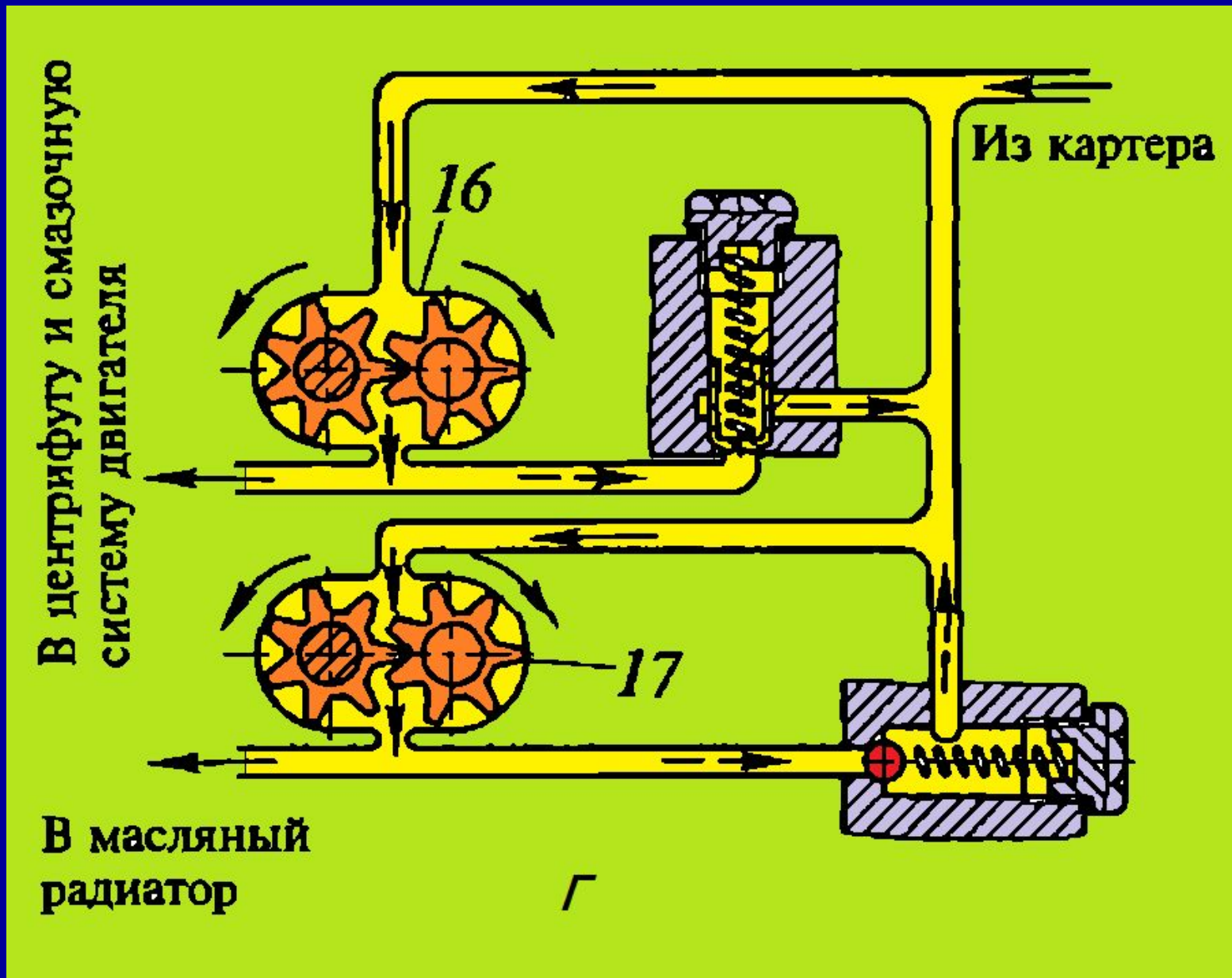


Схема работы двухсекционного масляного насоса.

Двухсекционный масляный насос и маслоприемник:

а — конструкция; *б* — поступление масла при чистой сетке;

в — поступление масла в случае засорения сетки;

г — схема работы;

1 — корпус нижней секции насоса;

2 — болт, соединяющий корпуса секций насоса;

3 — прокладка;

4 — ведомая шестерня верхней секции;

5 — вал насоса;

6 — корпус верхней секции;

7 — ведущая шестерня верхней секции;

8 — стопорное кольцо;

9 — крышка масляного насоса;

10 — штифт;

11 — ведущая шестерня нижней секции;

12 — ведомая шестерня нижней секции;

- 13, 15 — редукционные клапаны;
- 14 — место установки крана включения масляного радиатора;
- 16 — верхняя секция;
- 17 — нижняя секция;
- 18 — корпус маслоприемника;
- 19 — трубка;
- 20 — пружина;
- 21 — сетка

Корпус нижней радиаторной секции 1 крепится к корпусу верхней секции при помощи болтов.

Вал насоса 5 проходит через крышку верхней секции, и на его конце также при помощи шпонки установлена ведущая шестерня 11 нижней радиаторной секции.

Она находится в постоянном зацеплении с ведомой шестерней 12, свободно вращающейся на оси.

В корпусе нижней секции установлен перепускной клапан, состоящий из шарика, пружины и пробки. Шарик прижимается пружиной и перекрывает отверстие канала, через который сообщаются нагнетательная и всасывающая полости.

Принцип работы насоса.

Масло забирается из поддона картера двигателя при помощи маслоприемника, состоящего из корпуса, приемной трубки и сетчатого фильтра для грубой очистки масла.

Сетка крепится на корпусе пружиной. При чистой сетке масло свободно проходит и по трубке поступает в масляный насос.

При загрязнении сетки около заборной трубки создается разрежение, под действием которого концы сетки отходят от корпуса, и через образовавшиеся щели неотфильтрованное масло проходит в масляный насос.

При работе двигателя ведущие шестерни обеих секций масляного насоса вращаются по ходу часовой стрелки, а ведомый — в противоположном направлении.

В верхней части корпуса при вращении шестерен зубья выходят из зацепления и между ними появляется разрежение, за счет которого из поддона поступает масло, заполняя пространство между зубьями.

При дальнейшем вращении зубья переносят это масло.

В нижней части (полость высокого давления) зубья входят в зацепление, выдавливая масло, которое под давлением идет в канал.

Аналогично работают обе секции.

Для ограничения давления нагнетательная секция имеет редукционный клапан. Если давление в полости высокого давления превысит значение, на которое отрегулирована пружина, плунжер, сжимая пружину, отойдет от седла, и часть масла из полости высокого давления будет переходить в полость всасывания.

Радиаторная секция масляного насоса работает аналогично, но перепускной клапан начинает перепускать масло, когда будет закрыт краник включения в работу масляного радиатора. Это необходимо для уменьшения сопротивления вращению шестерен и, следовательно, меньшего расхода мощности двигателя.

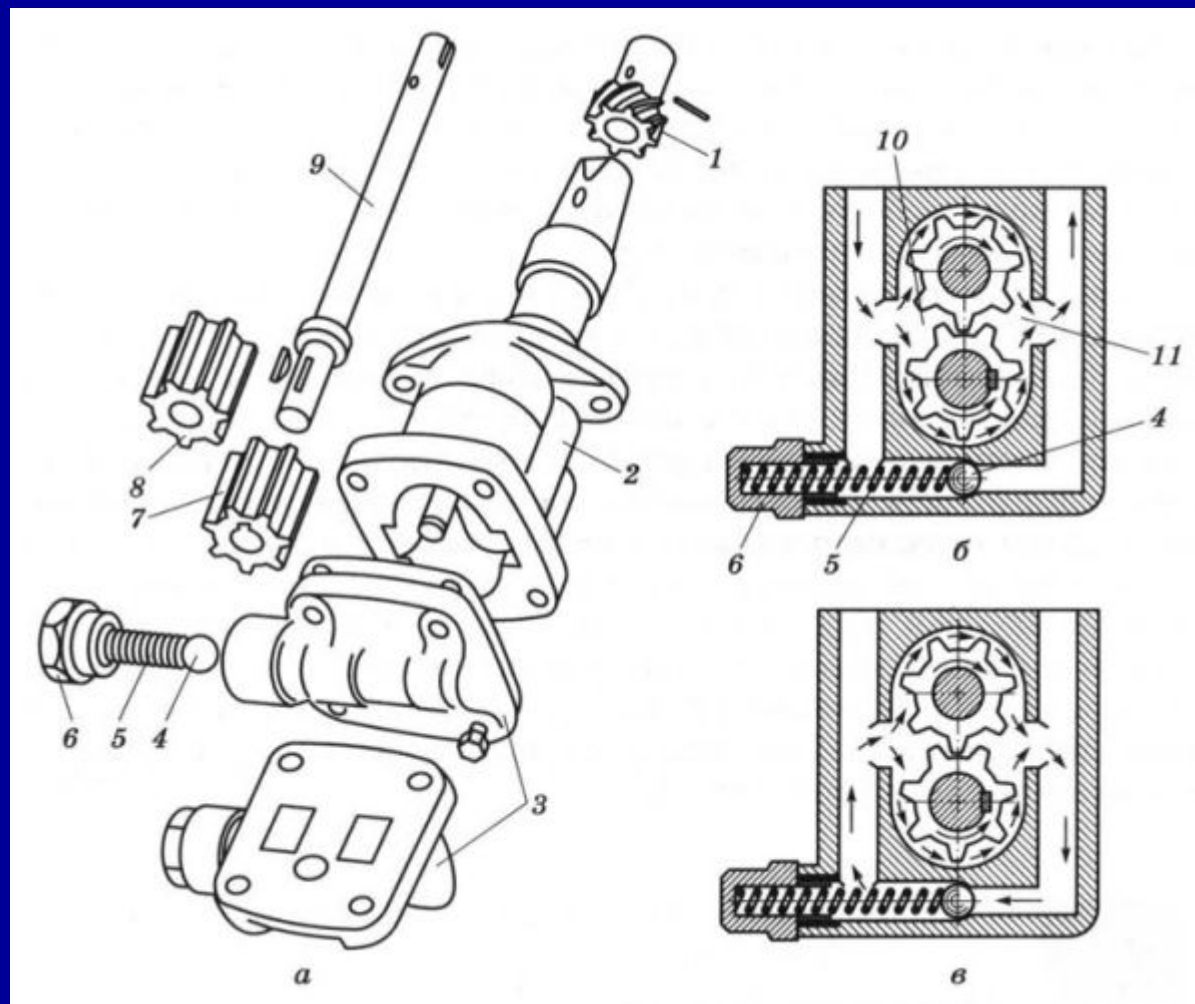
14.4. Устройство и работа односекционного масляного насоса.

Односекционные шестеренчатые насосы, имеют следующее устройство:

В корпусе установлен валик, на внутреннем конце которого при помощи шпильки закреплена ведущая шестерня масляного насоса.

Она находится в постоянном зацеплении с ведомой шестерней, свободно вращающейся на оси.

Корпус насоса закрывается крышкой. Для уплотнения между корпусом и крышкой имеется картонная прокладка. К корпусу присоединяется приемный патрубок с сеткой.



Односекционный масляный насос и редукционный клапан:

а – устройство насоса; б – схема работы насоса при нормальном давлении в системе; в – схема работы насоса при увеличенном давлении в системе;

1 – шестерня привода насоса; 2 – корпус; 3 – крышка;

4 – шарик редукционного клапана; 5 – пружина клапана; 6 – пробка;

7,8 – шестерни; 9 – вал; 10 – впускная полость; 11 – полость нагнетания масла



Односекционный масляный насос

Корпус насоса изготовлен из алюминиевого сплава, шестерни имеют прямые зубья и изготовлены из металлокерамики. Маслоприемник и приемный патрубок масляного насоса выполнены в едином корпусе из алюминиевого сплава. На приемной части патрубка завальцована сетка.

Патрубок крепится к масляному насосу четырьмя болтами вместе с крышкой масляного насоса через паронитовую прокладку.

Насос приводится в работу от шестерни распределительного вала вместе с датчиком — распределителем зажигания.

Он состоит из корпуса, в котором помещен валик.

С этим валиком при помощи штифта соединены вал масляного насоса и приводная шестерня, находящаяся в постоянном зацеплении с шестерней распределительного вала.

Для ограничения максимального давления в корпусе масляного насоса расположен редукционный клапан плунжерного типа.

Под действием давления масла на торец плунжера плунжер, преодолевая усилие пружины, перемещается.

При достижении определенного уровня давления плунжер открывает отверстие сливного канала, выпуская излишнее масло в приемную полость насоса.

Масляные фильтры

14.5. Общие определения.

При работе двигателя в масле накапливаются частицы несгоревшего топлива, продукты окисления масла (нагар, смолистые вещества), а также частицы пыли и продукты износа деталей двигателя.

Если масло загрязнено, то работа двигателя сопровождается повышенным износом его деталей. Удаление из масла нежелательных примесей позволяет не только снизить абразивный износ, но и значительно задержать процесс старения самого масла.

Наиболее эффективным средством борьбы с ухудшением качества масел в двигателях служит фильтрация масел.

На современных двигателях устанавливают полнопоточные фильтры центробежной очистки масла или фильтры со сменным фильтрующим элементом.

Такие фильтры могут быть разборными или неразборными.

Реже на двигателях устанавливают неполнопоточные фильтры.

Полнопоточным называется фильтр, у которого все масло, перекачиваемое насосом, проходит через фильтр.

Неполнопоточными называются фильтры, через которые проходит только часть масла, примерно 10...20%.

14.6. Фильтры тонкой очистки масла с бумажными фильтрующими элементами.

Такие фильтры обеспечивают очистку масла от механических частиц размером до 0,001 мм.

В зависимости от материала фильтрующего элемента они делятся:

- на бумажные;
- картонные;
- фильтры с поглощающими массами.

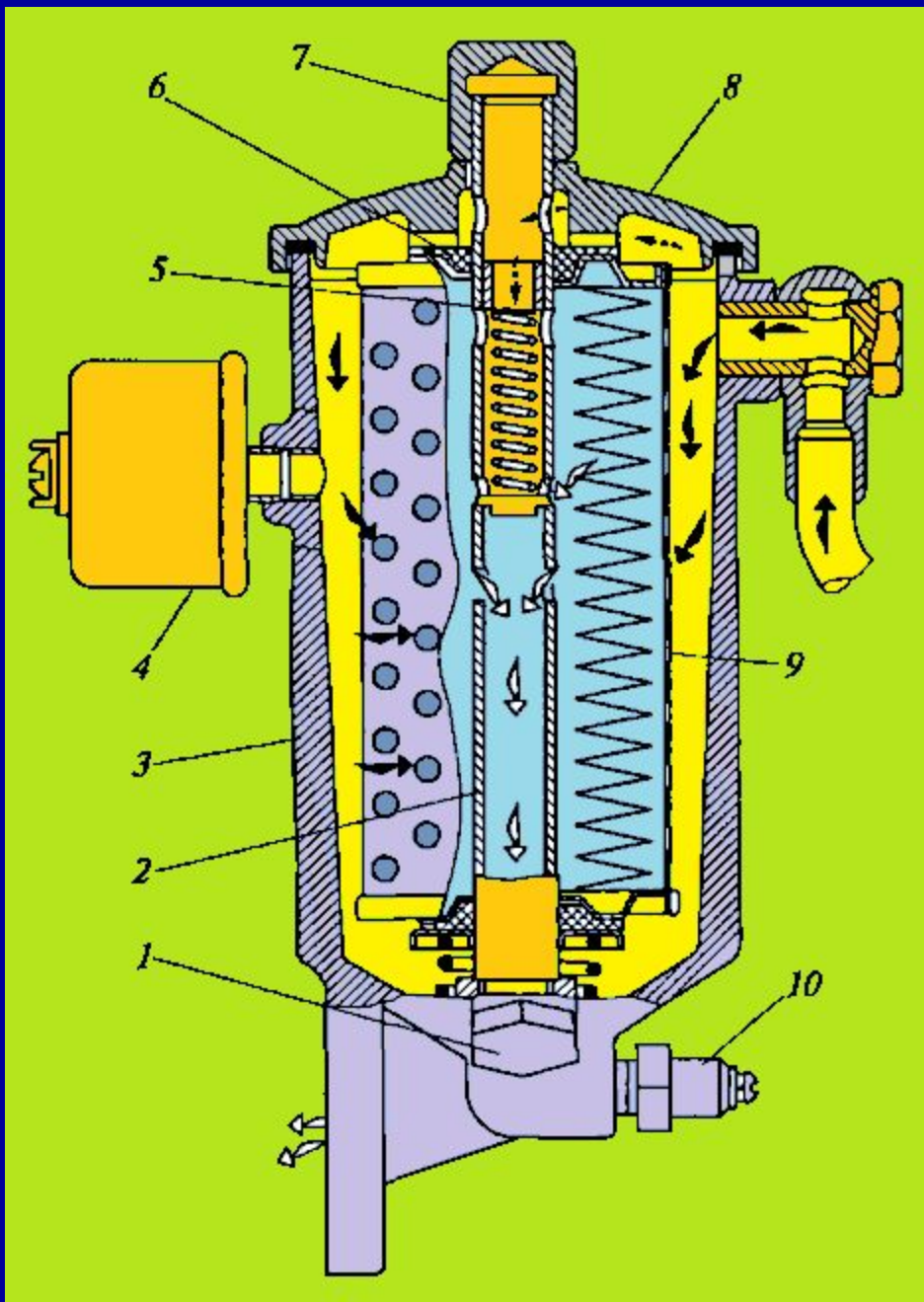
Бумажные фильтры обеспечивают высокую степень очистки, но быстро загрязняются и требуют частой замены фильтрующего элемента.

В настоящее время большое распространение получили полнопоточные бумажные фильтры тонкой очистки с фильтрующим элементом из специальной бумажной ленты, собранной в гармошку.

Масло, проходя через поры бумаги, освобождается от механических частиц размером до 1 мкм.

Фильтр состоит из корпуса 3, стержня 2, фильтрующего элемента 9 и клапана 5.

Корпус фильтра, изготовленный из алюминиевого сплава, своей привалочной плоскостью через паронитовую прокладку крепится четырьмя шпильками к блоку цилиндров двигателя. В нижнюю часть корпуса ввернут центральный стержень 2 трубчатого сечения.



Масляный фильтр автомобилей семейств «ГАЗель и «Волга»:

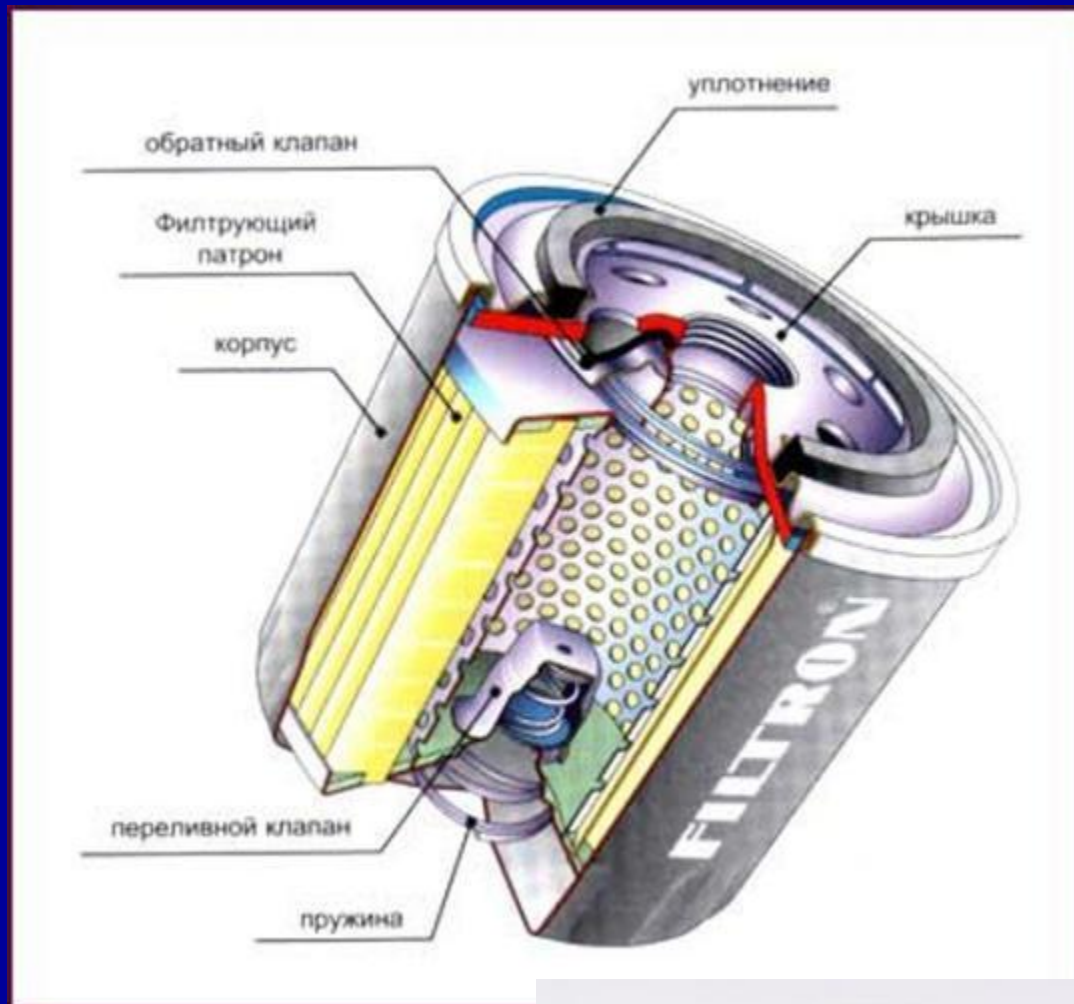
- 1 — пробка сливного отверстия;
- 2 — стержень;
- 3 — корпус;
- 4 — датчик указателя давления масла;
- 5 — перепускной клапан;
- 6 — уплотнительная прокладка;
- 7 — колпачковая гайка;
- 8 — крышка;
- 9 — фильтрующий элемент;
- 10 — датчик аварийного давления масла;

масло, поступающее от масляного насоса;

масло, прошедшее через поры фильтрующего элемента;

масло, миновавшее фильтрующий элемент

ОРИГИНАЛЬНЫЕ АВТОЗАПЧАСТИ



Масляные фильтры различных конструкций



В стержне выполнено четыре ряда отверстий. Верхний ряд отверстий находится над фильтрующим элементом 9 и над клапаном 5.

Перепускной клапан 5 состоит из текстолитовой пластины, седла, пружины и упора пружины. Установлен он в канале центрального стержня.

В нижней части корпуса имеются отверстие для слива масла, закрываемое пробкой 7, и отверстие, в которое ввернут датчик аварийного давления масла 10. В верхней части корпуса есть отверстие, в которое ввернут датчик указателя давления масла 4

В верхней части корпуса имеется бобышка для присоединения трубки подвода масла к фильтру от масляного насоса. Корпус фильтра закрывается алюминиевой крышкой, которая крепится к центральному стержню колпачковой гайкой 7.

В проточке крышки заложена резиновая уплотнительная прокладка.

Гайка крышки уплотняется фибровой прокладкой.

Фильтрующий элемент сменный, надевается на центральный полый стержень 2.

Сверху фильтрующий элемент уплотнен прокладкой 6, а снизу прокладкой с пружиной.

Для очистки масло поступает в корпус фильтра по трубке из масляного насоса. Просачиваясь через поры фильтрующего элемента к центральному стержню, масло проходит через отверстия внутрь стержня и через канал в привалочной плоскости нагнетается в главную масляную магистраль.

При чистом фильтрующем элементе перепад давлений за счет сопротивления перед фильтрующим элементом и внутри стержня составляет 10...20 кПа (0,1 ...0,2 кгс/см²).

При этом все масло проходит через фильтрующий элемент, как показано на схеме условными стрелками.

По мере засорения фильтрующего элемента увеличивается сопротивление проходу масла. Когда перепад давления на фильтре достигнет величины 70... 90 кПа (0,7 ...0,9 кгс/см²), открывается перепускной клапан и масло, минуя фильтрующий элемент, поступает внутрь центрального стержня, а оттуда в главную масляную магистраль картера двигателя.

Вентиляция картера двигателя

Во время такта сжатия в картер прорывается горячая смесь, которая, оказавшись в более холодном картере, конденсируется в жидкий бензин, выпадает в масло и разжижает его.

При рабочем ходе и при такте выпуска в картер прорываются отработавшие газы, несущие с собой твердые частицы копоти. Выпадая в масло, копоть загрязняет его.

Масло, разжиженное бензином и загрязненное копотью, быстрее стареет, его необходимо более тщательно фильтровать и чаще заменять.

Кроме того, нельзя допускать, чтобы отработавшие картерные газы выходили в подкапотное пространство, а оттуда в кабину водителя или в пассажирский салон.

Вентиляция картера двигателя может производиться путем отсоса картерных газов непосредственно в атмосферу (открытая система вентиляции на современных двигателях применяется редко) или в камеры сгорания цилиндров, где и происходит их дожигание (закрытая система вентиляции).

При закрытой вентиляции картера с отсосом картерных газов в выпускную трубу картерное пространство через маслоотделитель 8 и трубку вентиляции картера 3 соединяется с впускной трубой двигателя через воздушный фильтр 2.

Во впускной трубе у работающего двигателя всегда бывает разрежение, и оно через трубку вентиляции картера 3 и маслоотделитель 8 передается в картер, а из картера обратным путем идут картерные газы.

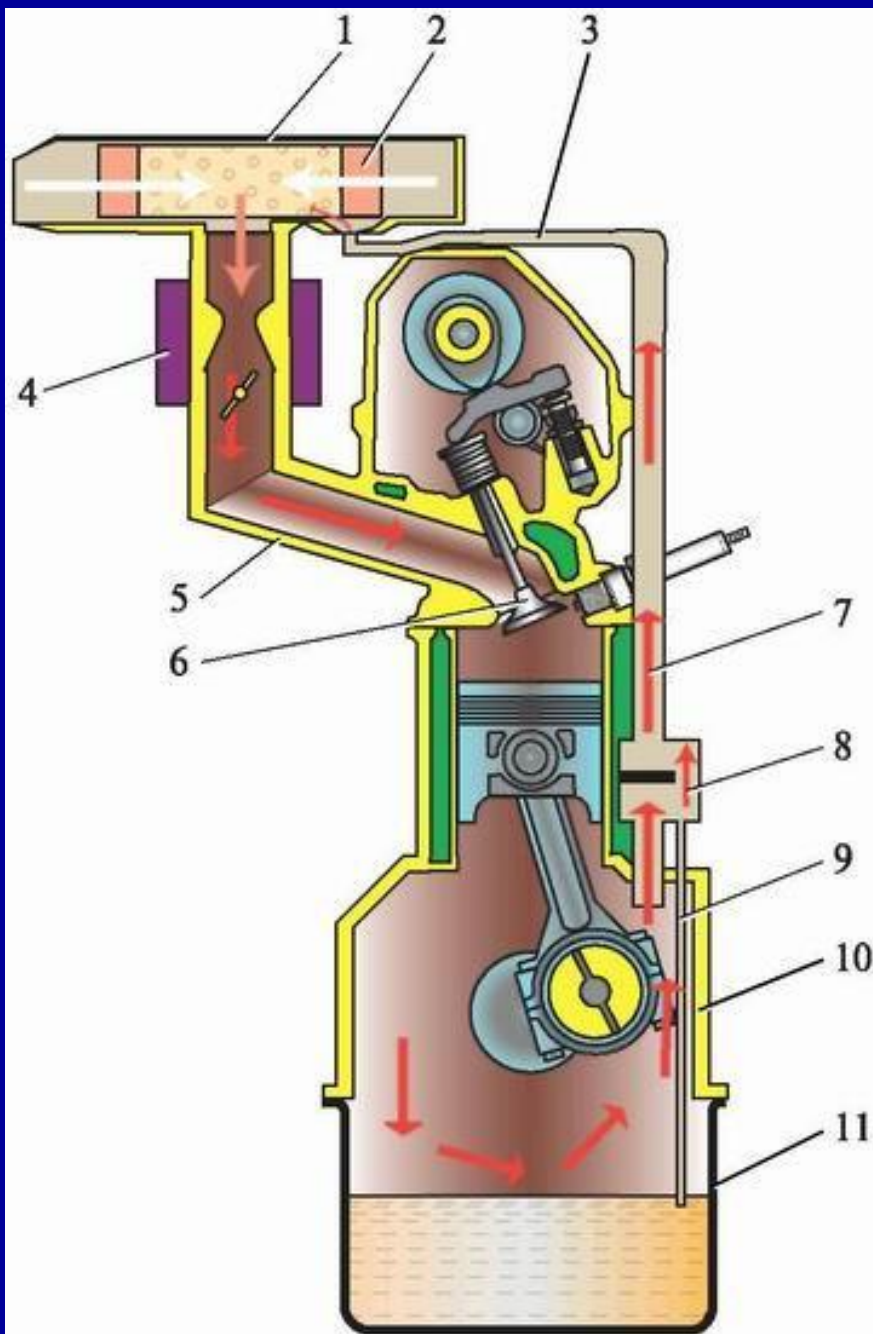


Схема вентиляции картера двигателя:


- 1 – корпус воздушного фильтра;
- 2 – фильтрующий элемент;
- 3 – всасывающий коллектор вентиляции картера;
- 4 – карбюратор;
- 5 – впускной трубопровод;
- 6 – впускной клапан;
- 7 – шланг вентиляции картера;
- 8 – маслоотделитель;
- 9 – сливная трубка маслоотделителя;
- 10 – картер двигателя;
- 11 – поддон картера

Из впускной трубы картерные газы вместе с горючей смесью поступают в цилиндры, где происходит их догорание, затем они удаляются в атмосферу через выпускной тракт.

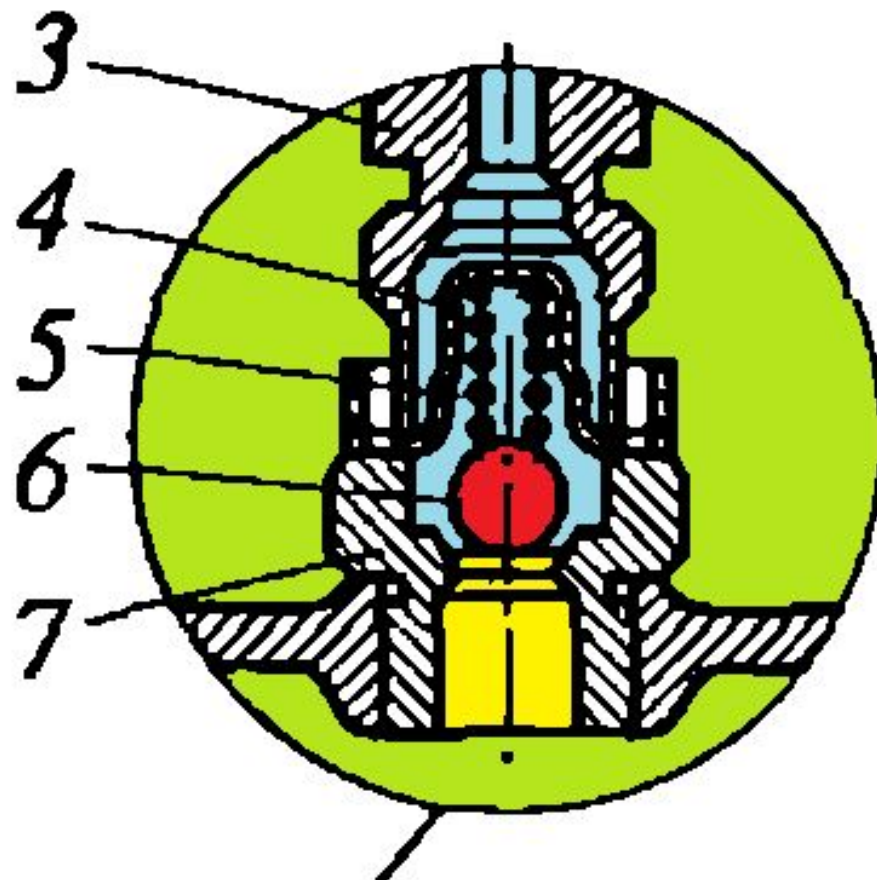
Интенсивность отсоса картерных газов зависит от величины разрежения во впускной трубе, которое, в свою очередь, зависит от частоты вращения коленчатого вала и степени открытия дроссельных заслонок в карбюраторе.

Отделение масляной пыли от газов происходит в маслоуловителе, из которого оно стекает в поддон картера.

Закрытая, принудительная, вентиляция картера, за счет разрежения во впускной трубе и в воздушном фильтре применяется в двигателях легковых автомобилей.



всасывающий
коллектор
вентиляции
картера
с клапаном



Клапан вентиляции картера

3 — клапан вентиляции;

4 — стакан пружины;

5 — пружина;

6 — шарик клапана;

7 — штуцер;



Клапан вентиляции картера

В современных двигателях количество отсасываемых газов регулируется посредством клапана 3.

Клапан состоит из штуцера 7, внутри которого имеются шарик 6 и пружина 5. Пружина опускает шарик вниз, но он не перекрывает канала, и газы свободно выходят из картера во впускную трубу.

Интенсивность отсоса картерных газов зависит от величины разрежения во впускной трубе, которое, в свою очередь, зависит от частоты вращения коленчатого вала и степени открытия дроссельных заслонок в карбюраторе.

Наибольшее разрежение бывает при работе двигателя на малых оборотах холостого хода. В это время количество отсасываемых газов будет очень большое.

Картерные газы отсасываются во впускную трубу ниже карбюратора, следовательно, они не участвуют в приготовлении горючей смеси, а значит, чем больше во впускную трубу поступит газов из картера, тем меньше поступит горючей смеси.

Это приведет к обеднению горючей смеси, и двигатель не сможет работать на малых оборотах.

При работе двигателя на средних и больших оборотах разрежение во впускной трубе сравнительно небольшое. Клапан 3 открыт, и отработавшие газы свободно поступают из картера во впускную трубу.

При переводе двигателя на малые обороты за счет закрытия дроссельных заслонок во впускной трубе создается очень большое разрежение и из картера во впускную трубу устремляется сильный поток газов.

Под напором этих газов шарик поднимается, сжимая пружину, и перекрывает канал отсоса картерных газов.

Поскольку витки пружины 5 не позволяют шарикуну лечь на свое седло, а сами витки не обеспечивают герметичности, то через эти неплотности при работе двигателя на малых оборотах будет происходить вентиляция, но ее интенсивность будет небольшой.

В случае появления разрежения в картере двигателя за счет вентиляции в картер начнет поступать атмосферный воздух через воздушный фильтр вентиляции картера. Этот воздух, имея больший удельный вес, чем картерные газы, будет опускаться к уровню масла, вытесняя картерные газы, которые будут удаляться в систему вентиляции.

Повторение по теме
«Система смазки двигателя»

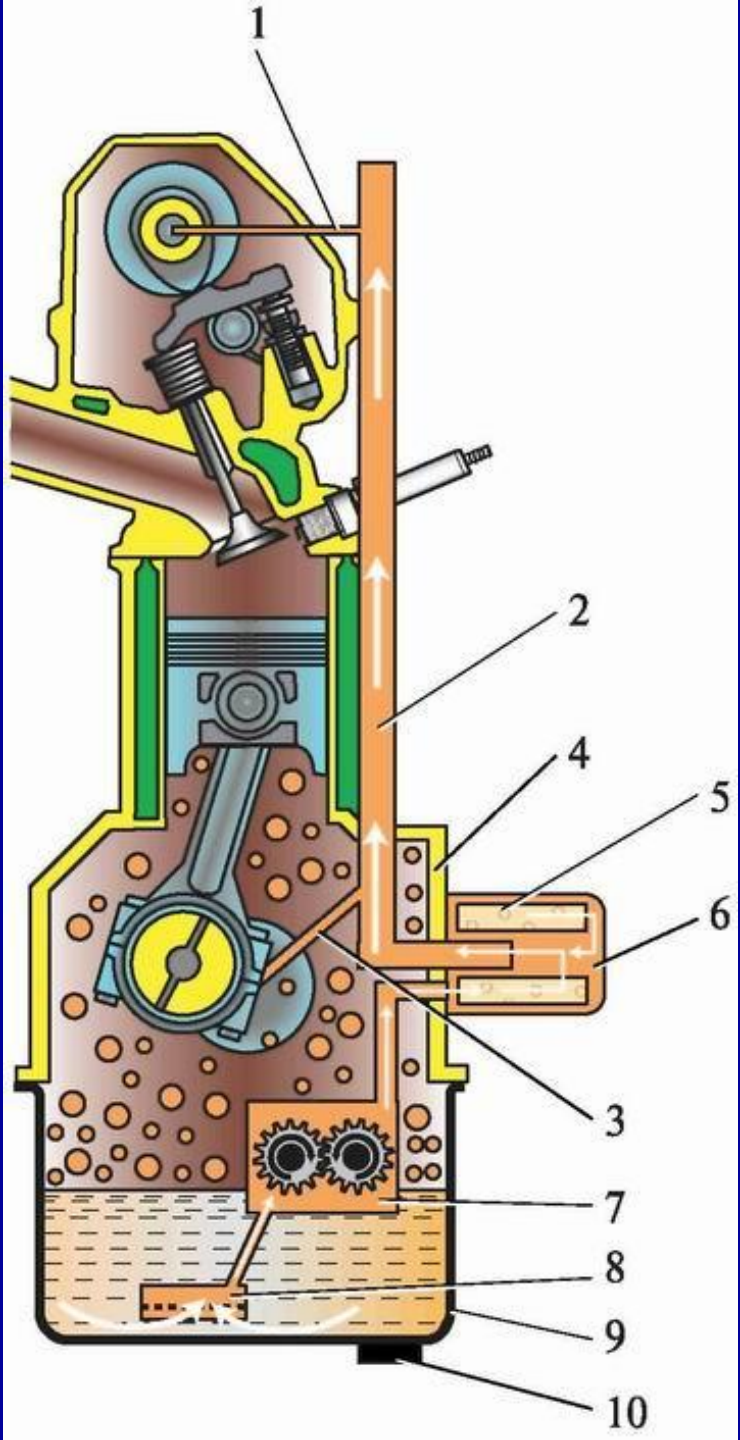
Видео

Система смазки двигателя

[Смотреть](#)

Используя ниже приведенные слайды ответьте на вопросы преподавателя.

1. Опишите схему работы системы смазки двигателя;
2. Назовите основные части системы смазки;
3. Опишите конструкцию и работу масляного насоса шестеренчатого типа;
4. Опишите назначение и конструкцию масляного фильтра ;
5. Опишите работу системы вентиляции картера двигателя;
6. Опишите назначение, устройство и работу клапана вентиляции картера ;



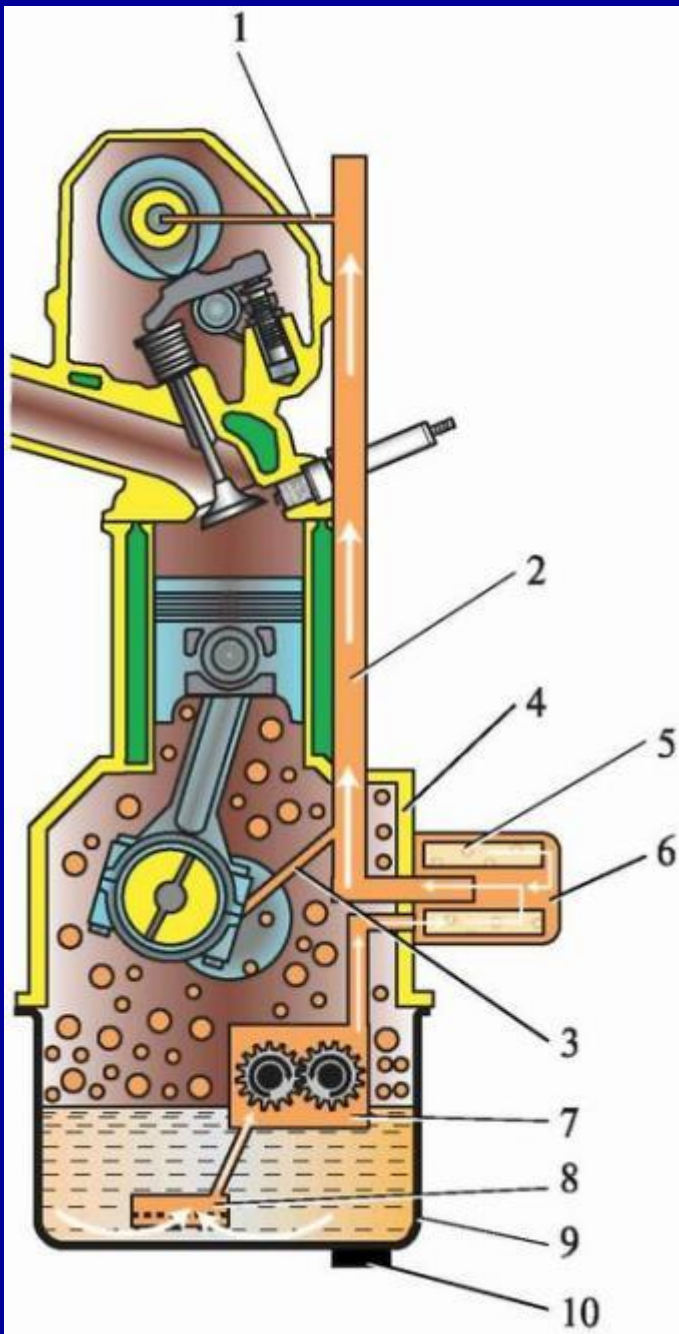
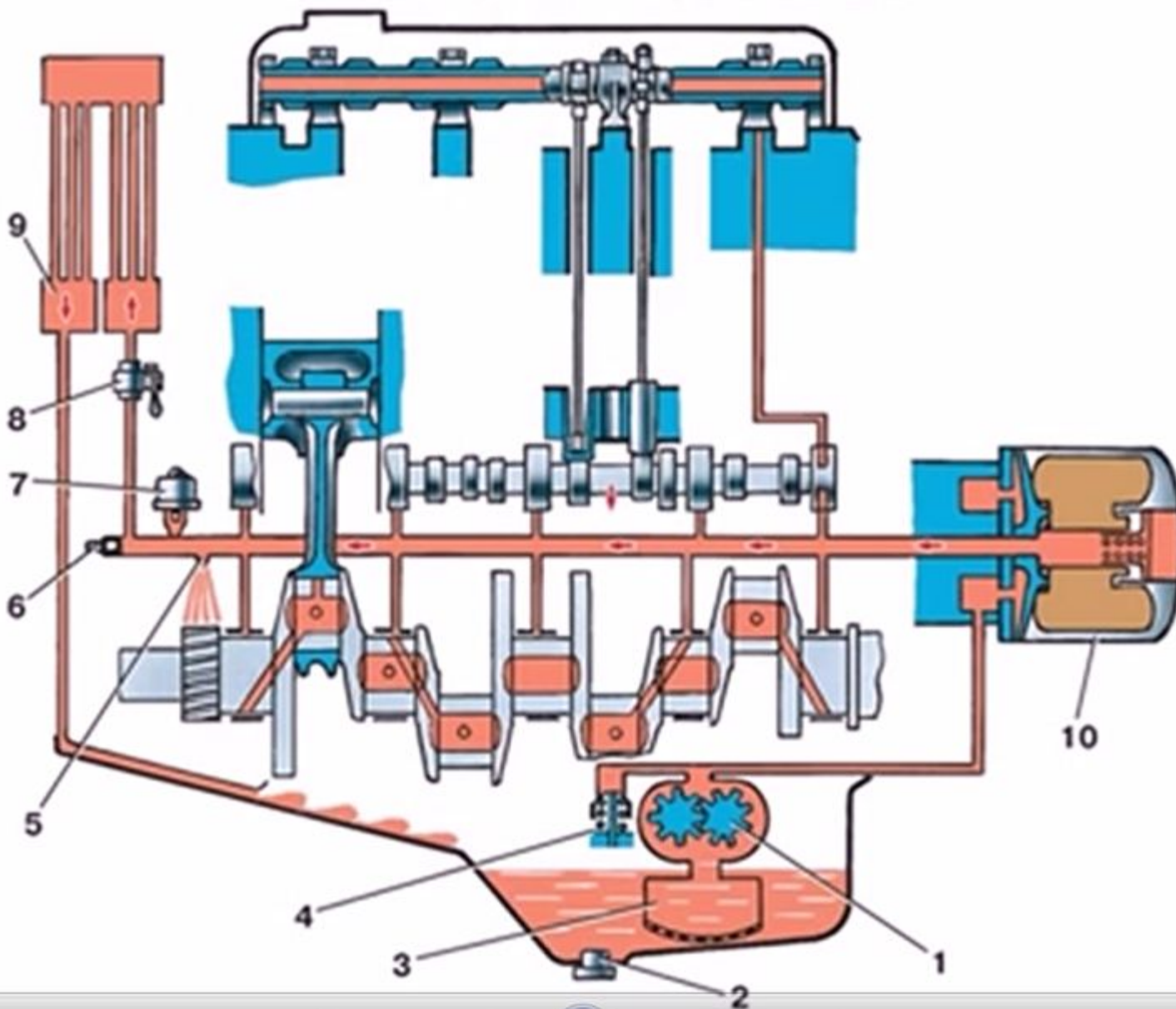
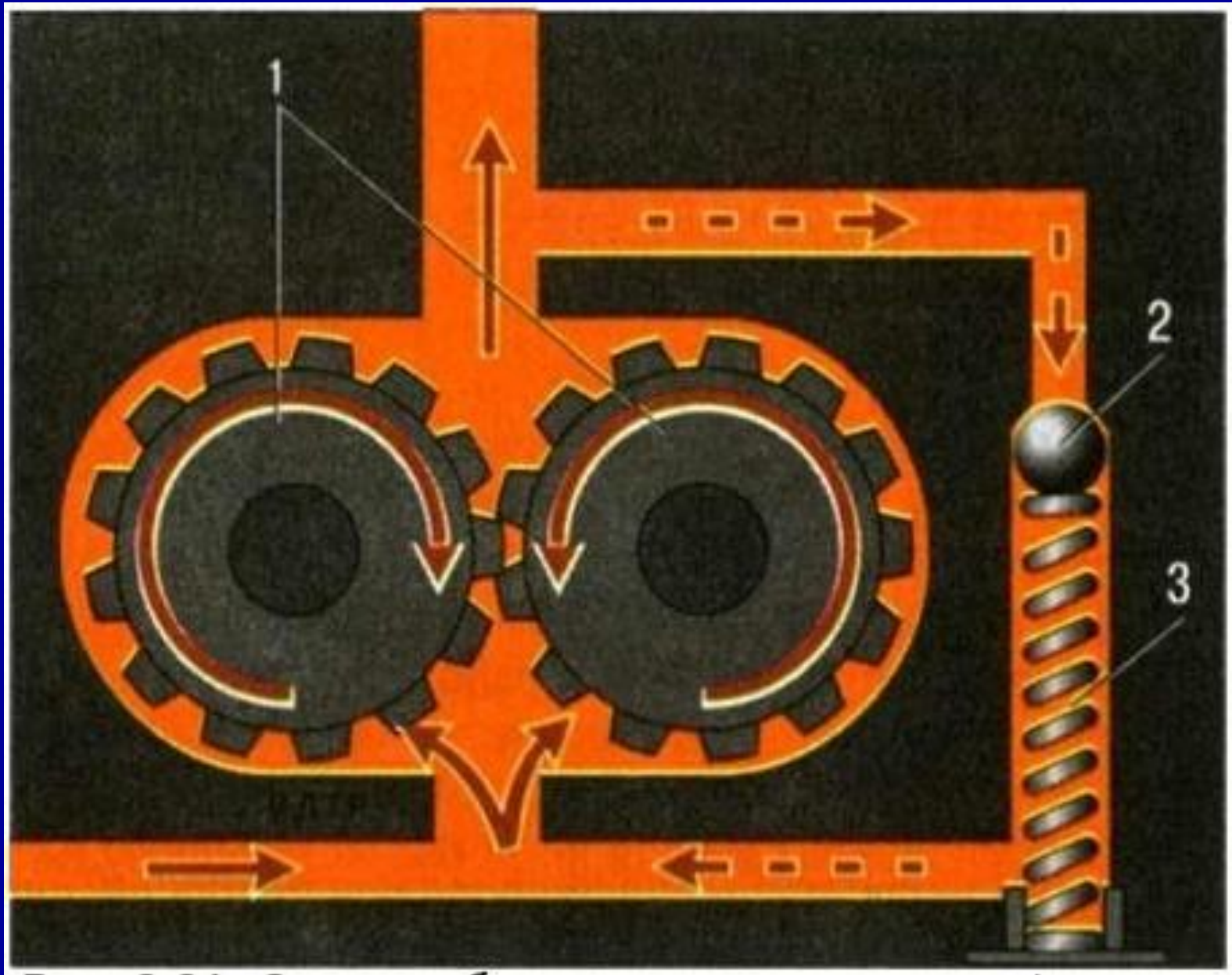


Схема системы смазки двигателя:

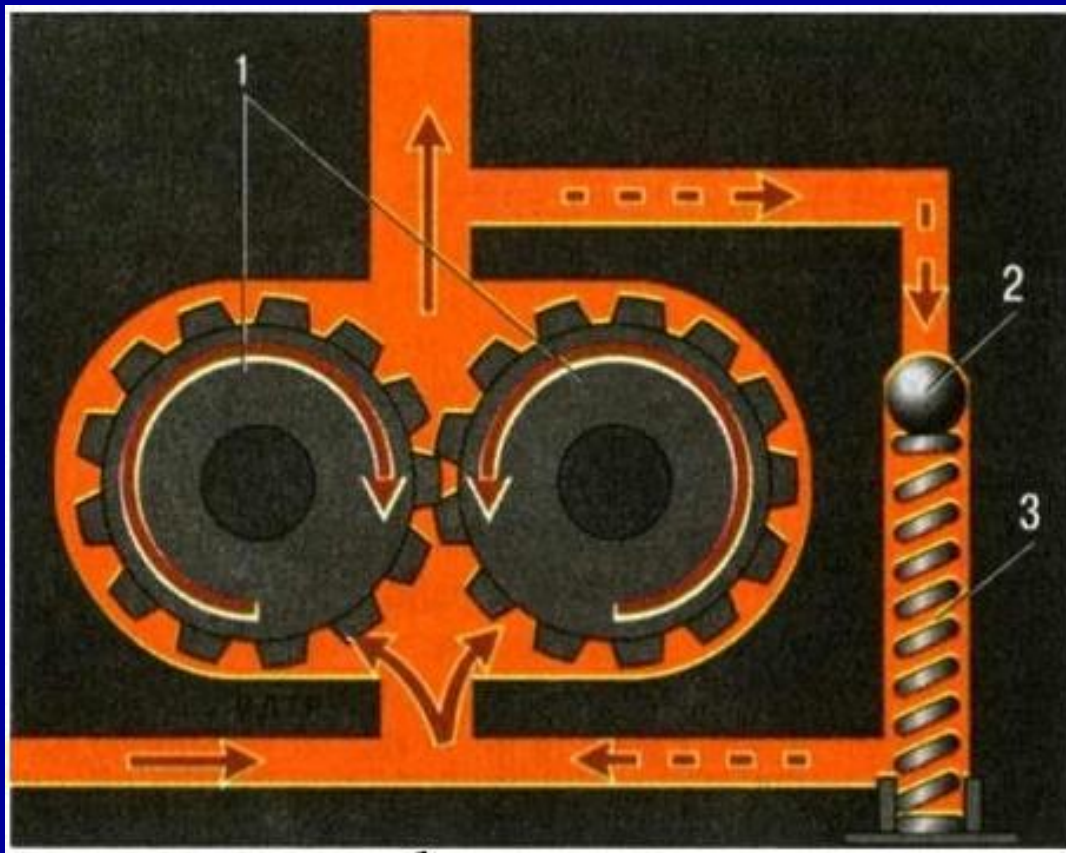
- 1 – канал подачи масла к газораспределительному механизму;
- 2 – главная масляная магистраль;
- 3 – канал подачи масла к подшипникам коленчатого вала;
- 4 – картер двигателя;
- 5 – фильтрующий элемент;
- 6 – корпус масляного фильтра;
- 7 – масляный насос;
- 8 – маслоприемник с сетчатым фильтром;
- 9 – поддон картера;
- 10 – пробка для слива масла

Система смазки



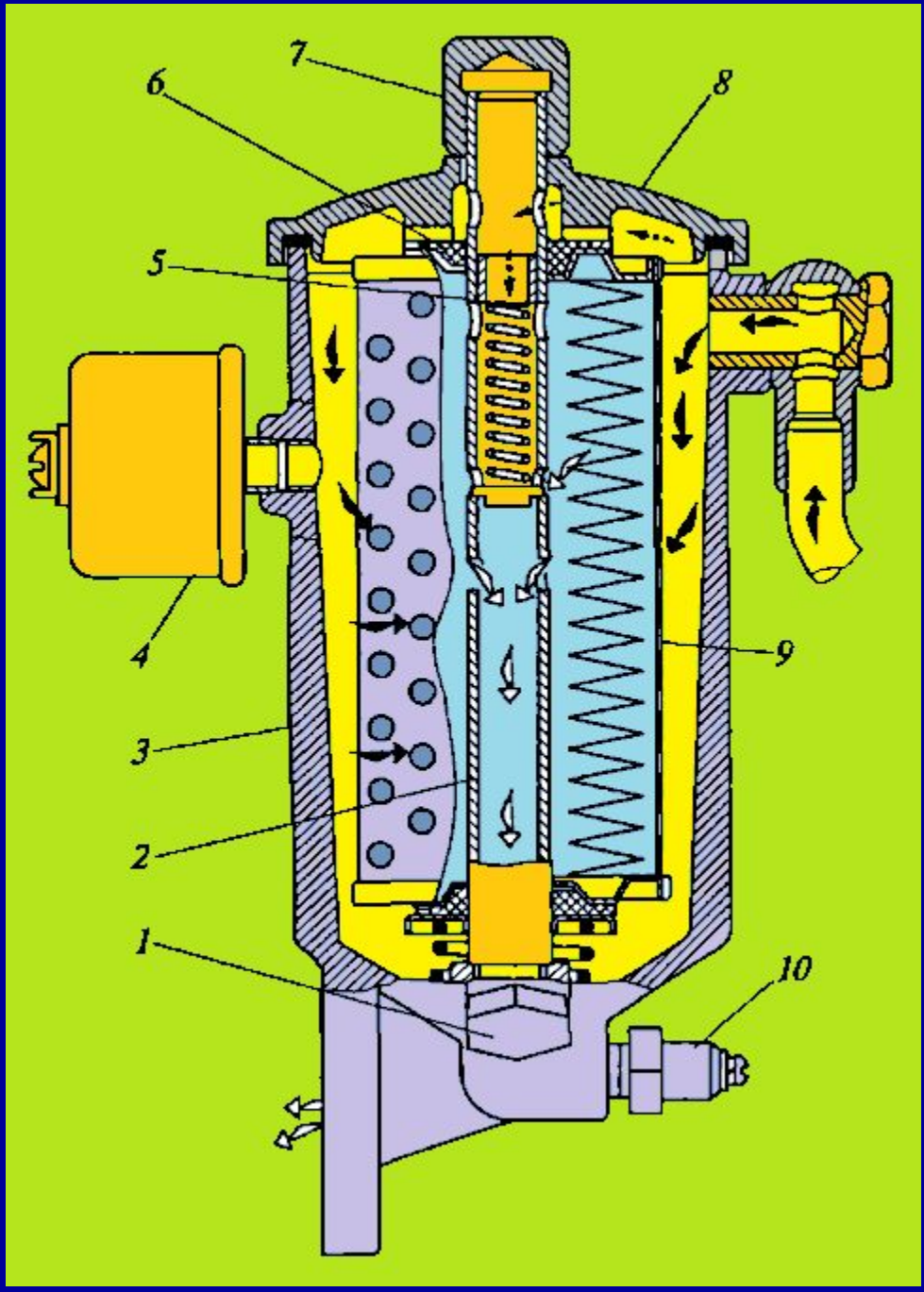


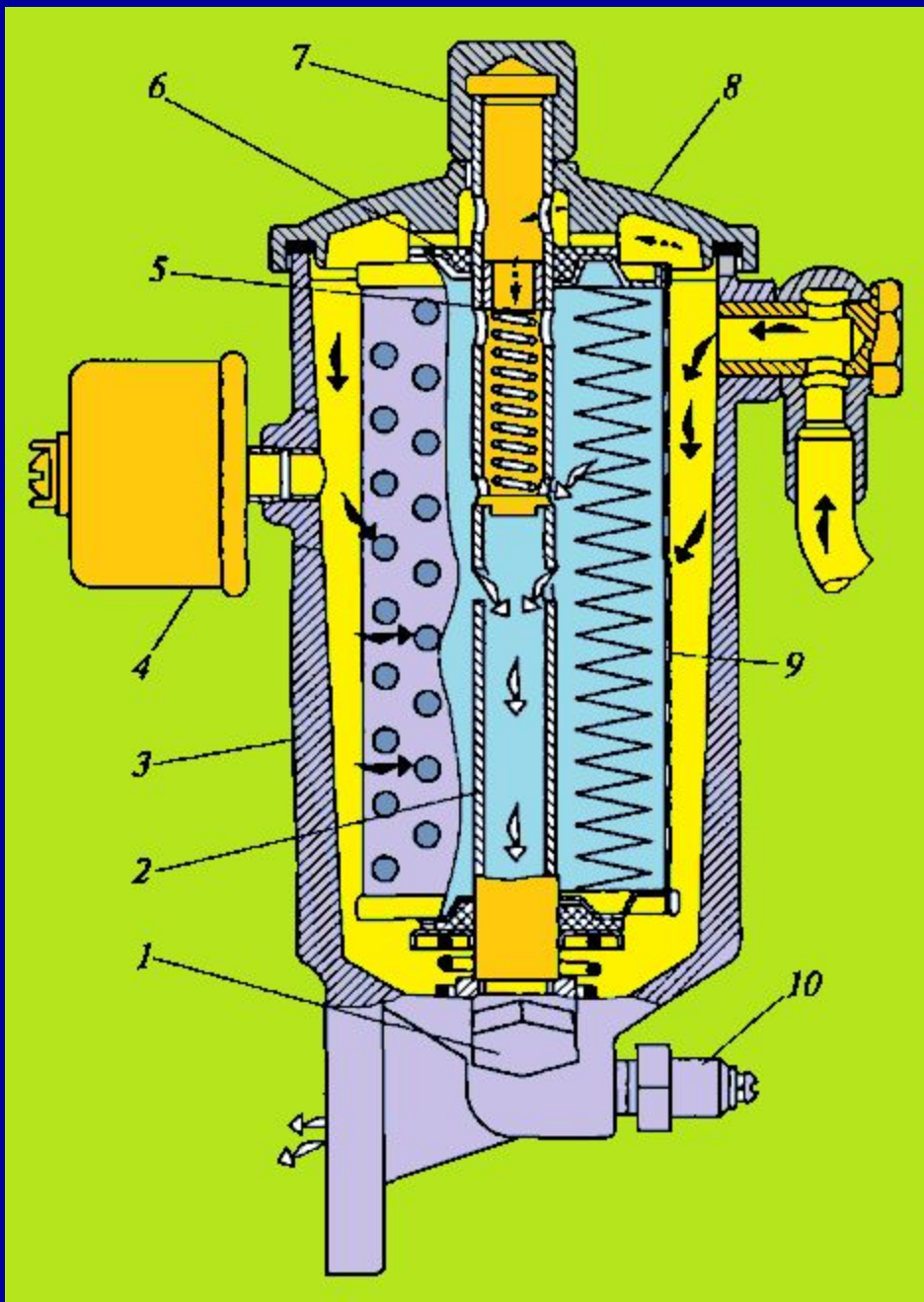
Масляный насос шестеренчатого типа создает в системе смазки необходимое давление масла и подает его к трущимся поверхностям.



- 1 - шестерни масляного насоса;
- 2 - редукционный клапан;
- 3 - пружина

Схема работы масляного насоса:





Масляный фильтр автомобилей семейств «ГАЗель и «Волга»:

- 1 — пробка сливного отверстия;
- 2 — стержень;
- 3 — корпус;
- 4 — датчик указателя давления масла;
- 5 — перепускной клапан;
- 6 — уплотнительная прокладка;
- 7 — колпачковая гайка;
- 8 — крышка;
- 9 — фильтрующий элемент;
- 10 — датчик аварийного давления масла;

масло, поступающее от масляного насоса;

масло, прошедшее через поры фильтрующего элемента;

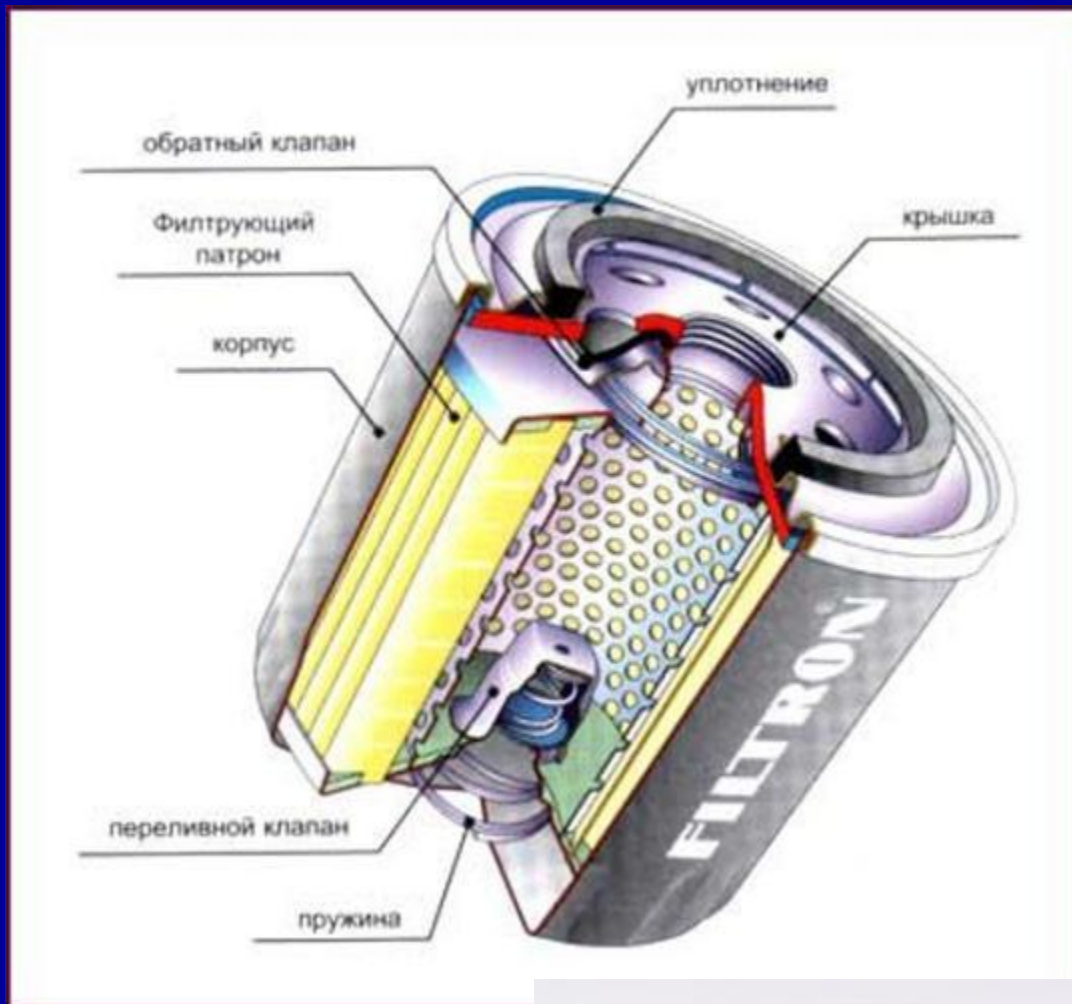
масло, миновавшее фильтрующий элемент

Система смазки



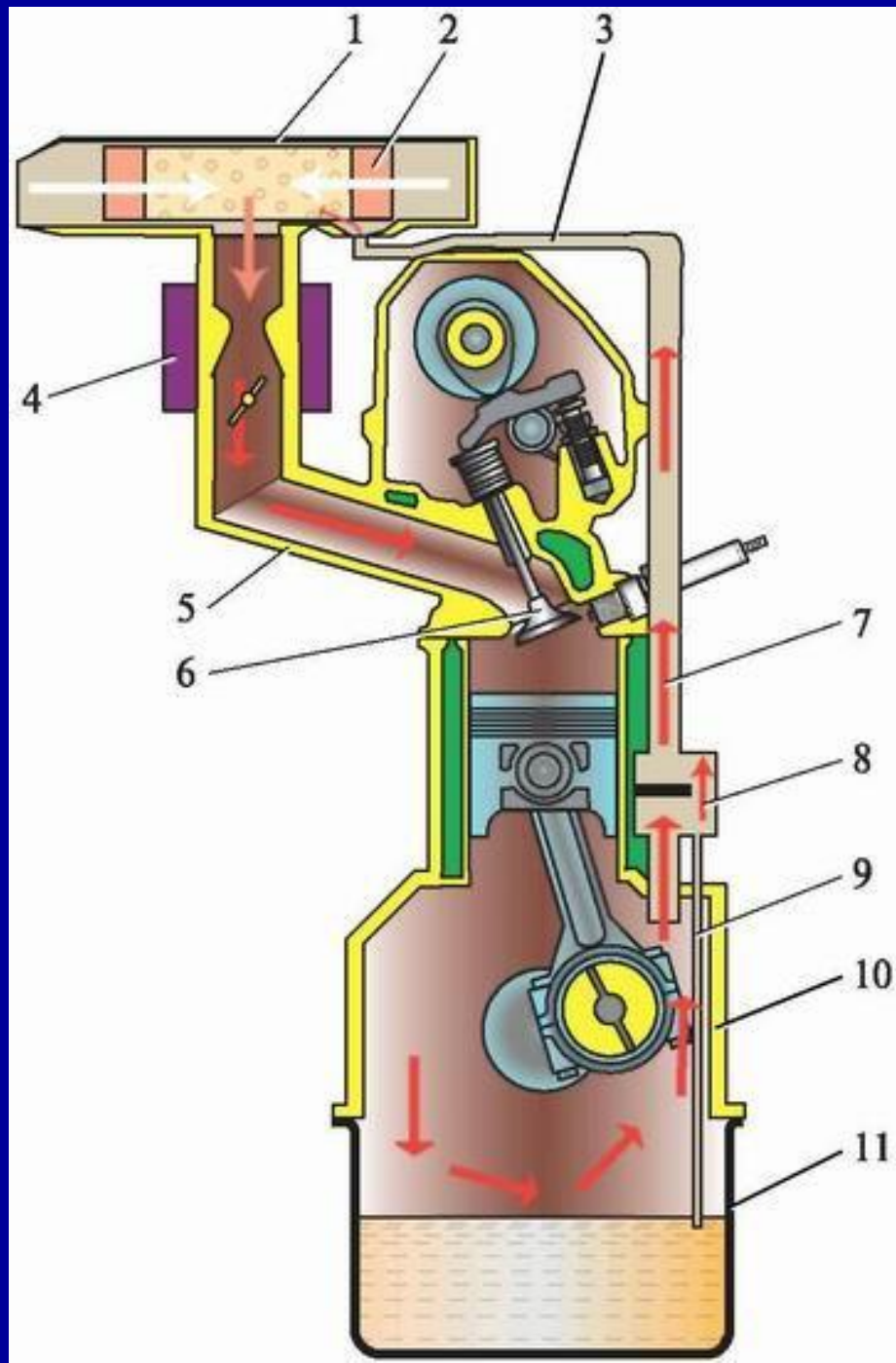
Масляный фильтр

ОРИГИНАЛЬНЫЕ АВТОЗАПЧАСТИ



Масляные фильтры различных конструкций





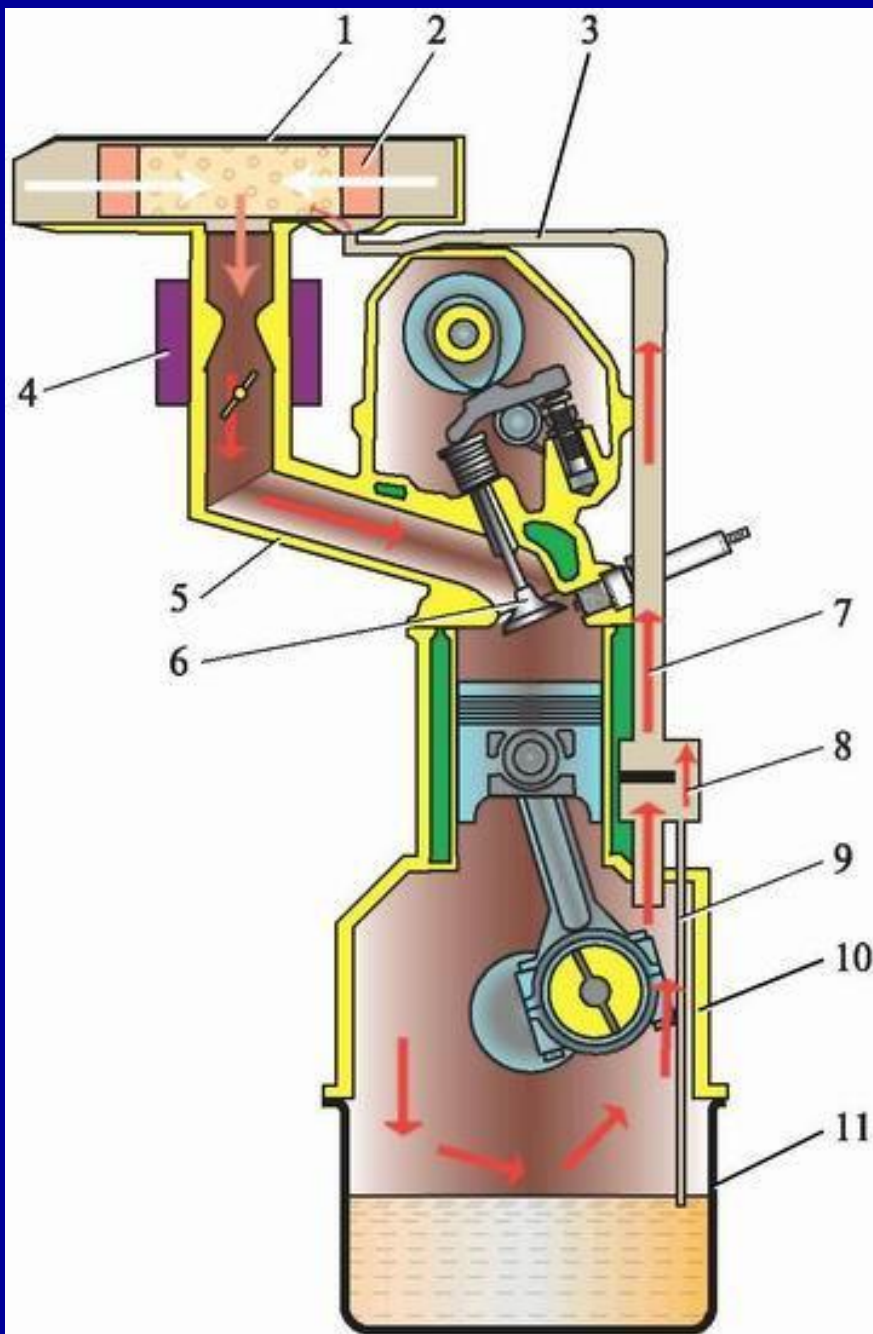

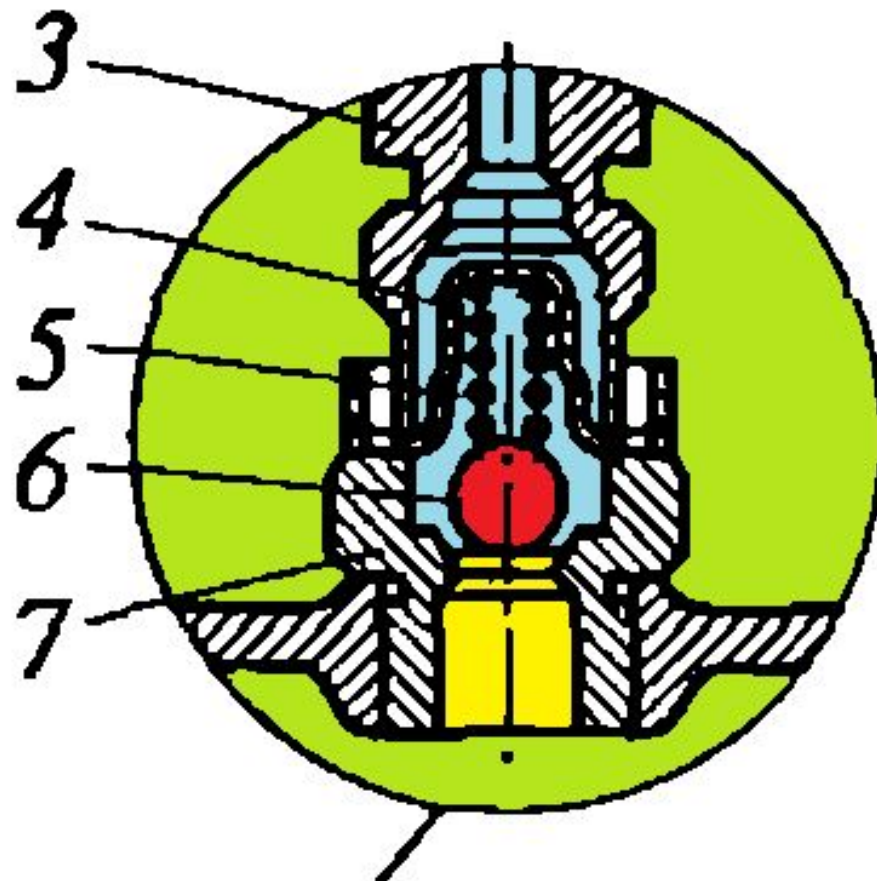


Схема вентиляции картера двигателя:

- 1 – корпус воздушного фильтра;
- 2 – фильтрующий элемент;
- 3 – всасывающий коллектор вентиляции картера;
- 4 – карбюратор;
- 5 – впускной трубопровод;
- 6 – впускной клапан;
- 7 – шланг вентиляции картера;
- 8 – маслоотделитель;
- 9 – сливная трубка маслоотделителя;
- 10 – картер двигателя;
- 11 – поддон картера



всасывающий
коллектор
вентиляции
картера
с клапаном



Клапан вентиляции картера

3 — клапан вентиляции;

4 — стакан пружины;

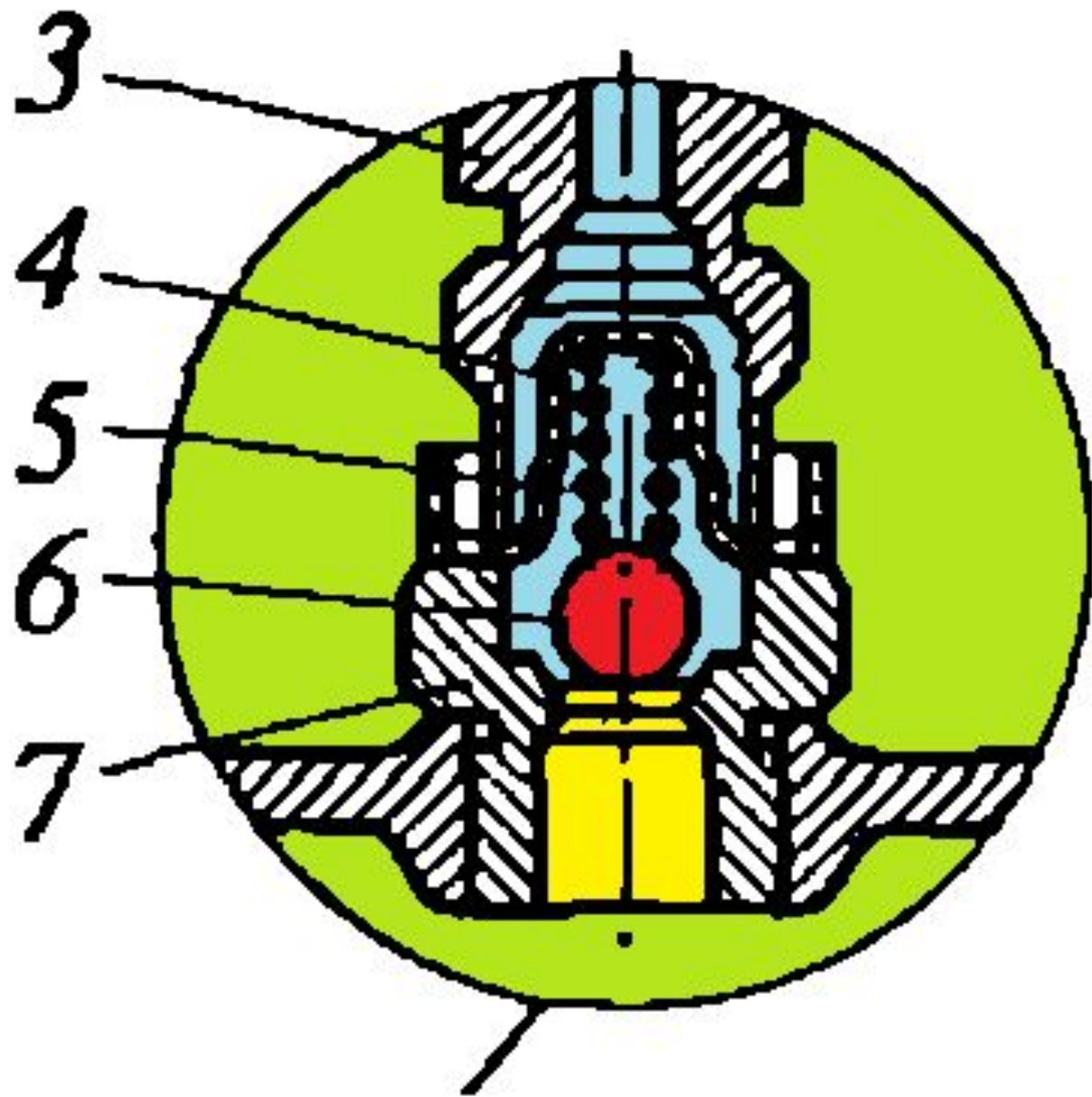
5 — пружина;

6 — шарик клапана;

7 — штуцер;



Клапан вентиляции картера



Система питания карбюраторных и инжекторных двигателей

1.1.15. Система питания карбюраторного двигателя НУР. Топливо.
Понятие о детонации. Устройство и работа простейшего карбюратора

30.1. Виды горючей смеси

Система питания карбюраторных двигателей служит для приготовления горючей смеси из паров бензина и воздуха.

Горючая смесь составляется из определенного количества бензина и воздуха.

Для образования горючей смеси бензин должен находиться в парообразном состоянии, так как жидкий бензин гореть не может.

Различают три вида смеси бензина с воздухом:

- **горючая смесь** — смесь паров бензина с воздухом;
- **рабочая смесь** — смесь, которая образуется в результате смешивания горючей смеси с остаточными отработавшими газами внутри цилиндров двигателя;

- **эмульсия** — смесь жидкого бензина с воздухом.
Такая смесь образуется в каналах карбюратора.

30.2. Топливо для карбюраторных двигателей

Основным топливом для карбюраторных автомобильных двигателей служит бензин.

Основными свойствами бензина являются:

- испаряемость,
- теплотворная способность
- антидетонационная стойкость.

Антидетонационная стойкость является очень важным свойством бензина и определяет возможную степень сжатия двигателя.

Детонация — это взрывное сгорание рабочей смеси в камере сгорания.

При нормальном сгорании фронт пламени распространяется со скоростью 20...40 м/с, а давление в цилиндре составляет 3...4 МПа (30...40 кгс/см²).

При детонации скорость распространения горения достигает 2500 м/с, а давление — 10 ...15 МПа (100...150 кгс/см²).

Причиной возникновения детонации рабочей смеси может быть применение низкооктанового топлива, сильный перегрев двигателя, перегрузка, установка раннего зажигания.

Детонацию можно устранить путем уменьшения подачи топлива или переходом на более низкие передачи.

При детонационном сгорании смеси в двигателе слышны резкие металлические стуки и звон, объясняемые ударами волн высокого давления о стенки камер сгорания, цилиндров и днищ по ней и возникновением вибрации в деталях.

При детонации вибрируют все детали двигателя.

Резко снижаются мощность и экономичность двигателя.

Показателем, характеризующим антидетонационные свойства бензина, является его октановое число.

Чем больше октановое число бензина, тем меньше он детонирует и тем большая степень сжатия может быть принята для двигателя.

Для повышения октанового числа и уменьшения опасности возникновения детонации в двигателях, имеющих повышенные степени сжатия, к бензину подмешивают антидетонаторы.

Наиболее сильным антидетонатором является этиловая жидкость, которую добавляют к бензину в объеме не более 1,5...3,0 мл на 1 л бензина.

Этилированные бензины ядовиты, поэтому обращаться с ними нужно осторожно.

Детонационная стойкость определяется на специальном двигателе с использованием чистых углеводородов изооктана и гептана.

Процент содержания изооктана в этой смеси и дает октановое число испытуемого бензина.

Промышленность вырабатывает бензины марок А-72, -76, -80, -92, -91, АИ-93, -95 и -98 «Экстра».

Бензины А-72 и АИ-93 этилированные.

Автомобильные бензины АИ-91, -95 и -98 «Экстра» выпускаются только неэтилированными.

Остальные могут быть как этилированными, так и неэтилированными.

В настоящее время на автомобилях в основном применяются бензины А-76, АИ-91, В-92, АИ-93, -95 и -98 «Экстра».

Буква А в маркировке означает, что бензин автомобильный. Цифры показывают октановое число. Буква И указывает, что октановое число определено исследовательским способом.

Занятие №31 (2 часа)
Общее устройство
и схема работы
системы питания
карбюраторного двигателя

Система питания двигателя предназначена для хранения, очистки и подачи топлива, очистки воздуха, приготовления горючей смеси и подачи ее в цилиндры двигателя.

На различных режимах работы двигателя количество и качество горючей смеси должно быть различным, и это тоже обеспечивается системой питания.

Поскольку мы рассматриваем работу бензинового двигателя, то в дальнейшем под топливом будет подразумеваться именно бензин.

Система питания с приготовлением горючей смеси в специальном приборе — **карбюраторе** применяется в бензиновых двигателях, которые называются карбюраторными.

Для приготовления горючей смеси в карбюраторе используется пульверизационный способ.

Полученная горючая смесь поступает в цилиндры двигателя.

В систему питания большинства двигателей входят топливный бак 8 (рис. 31.1), фильтр-отстойник 14, карбюратор 3, воздушный фильтр (воздухоочиститель) 2, топливный насос 18, рукоятка управления воздушной заслонкой 4, рукоятка управления дроссельными заслонками 5, педаль подачи топлива 6, выпускные трубы 17, трубы глушителя 16, глушитель 15.

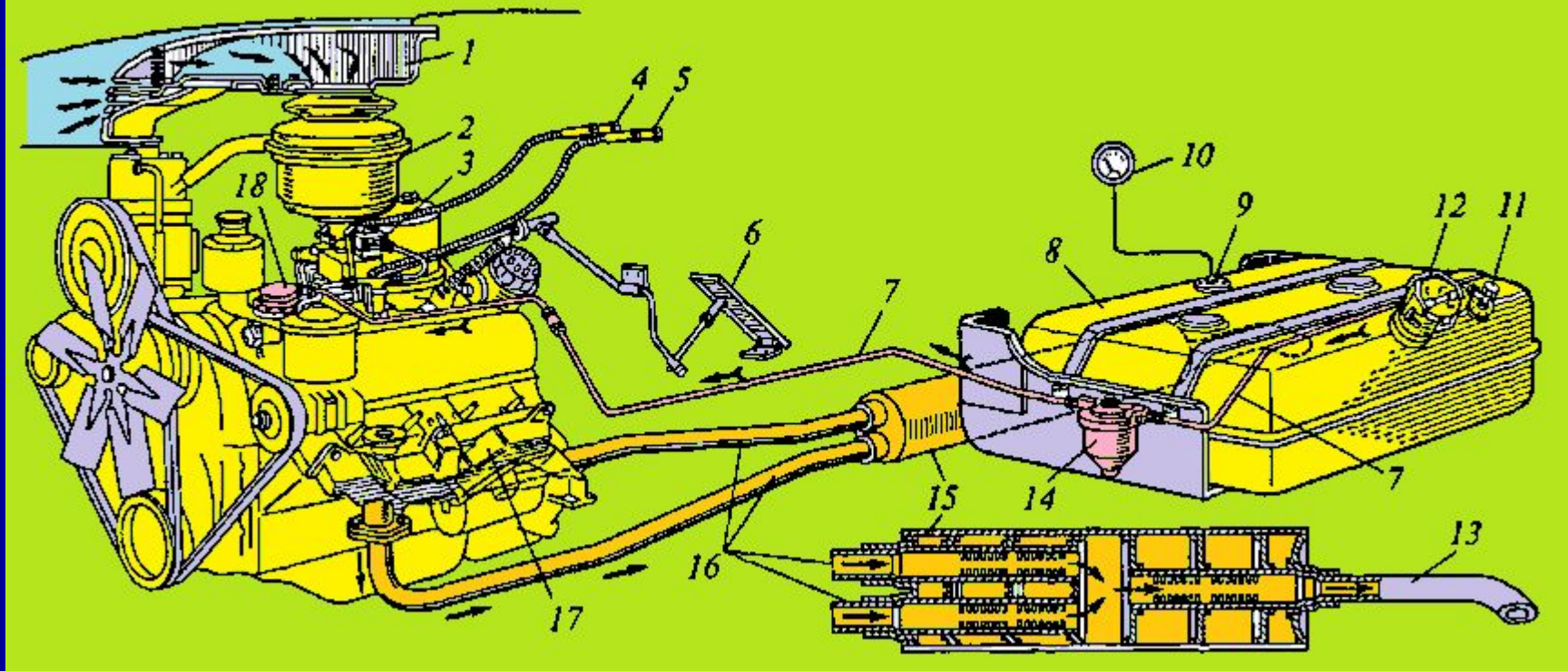


Рис. 31.1. Схема системы питания карбюраторного двигателя:

1 — канал подвода воздуха к воздухоочистителю; 2 — воздухоочиститель;
 3 — карбюратор; 4 — рукоятка ручного управления воздушной заслонкой;
 5 — рукоятка ручного управления дроссельными заслонками;
 6 — педаль подачи топлива; 7 — топливопровод, 8 — топливный бак,
 9 — датчик указателя уровня топлива; 10 — указатель уровня топлива,
 11 — кран; 12 — пробка горловины топливного бака; 13 — выпускная труба
 глушителя, 14 — фильтр-отстойник; 15 — глушитель; 16 — приемные трубы
 глушителя; 17 — выпускной трубопровод; 18 — топливный насос;

Во время работы двигателя топливный насос 18 перекачивает бензин из топливного бака 8 через фильтр-отстойник 14 по трубопроводам 7.

В фильтре-отстойнике происходит очистка бензина от крупных механических частиц и воды.

Затем бензин проходит через фильтр тонкой очистки, где из него удаляются мельчайшие механические частицы, и поступает в карбюратор 3.

Под действием разрежения, которое при такте впуска создается в цилиндрах двигателя и передается в смесительные камеры карбюратора, из распылителей начинает выходить бензин.

Одновременно из воздушного фильтра 2 в карбюратор поступает очищенный воздух.

В карбюраторе происходит распыление и испарение бензина, а также смешивание бензина с воздухом.

Образовавшаяся горючая смесь через впускной трубопровод и впускные клапаны поступает в цилиндры двигателя.

Газы, образовавшиеся после быстрого сгорания рабочей смеси в цилиндре, расширяются, давят на днище поршня, и поршень опускается, совершая рабочий ход.

После рабочего хода отработавшие газы последовательно проходят выпускные клапаны и выпускные трубы 17, приемные трубы глушителя 16, глушитель 15, выпускную трубу глушителя 13 и выбрасываются в атмосферу.

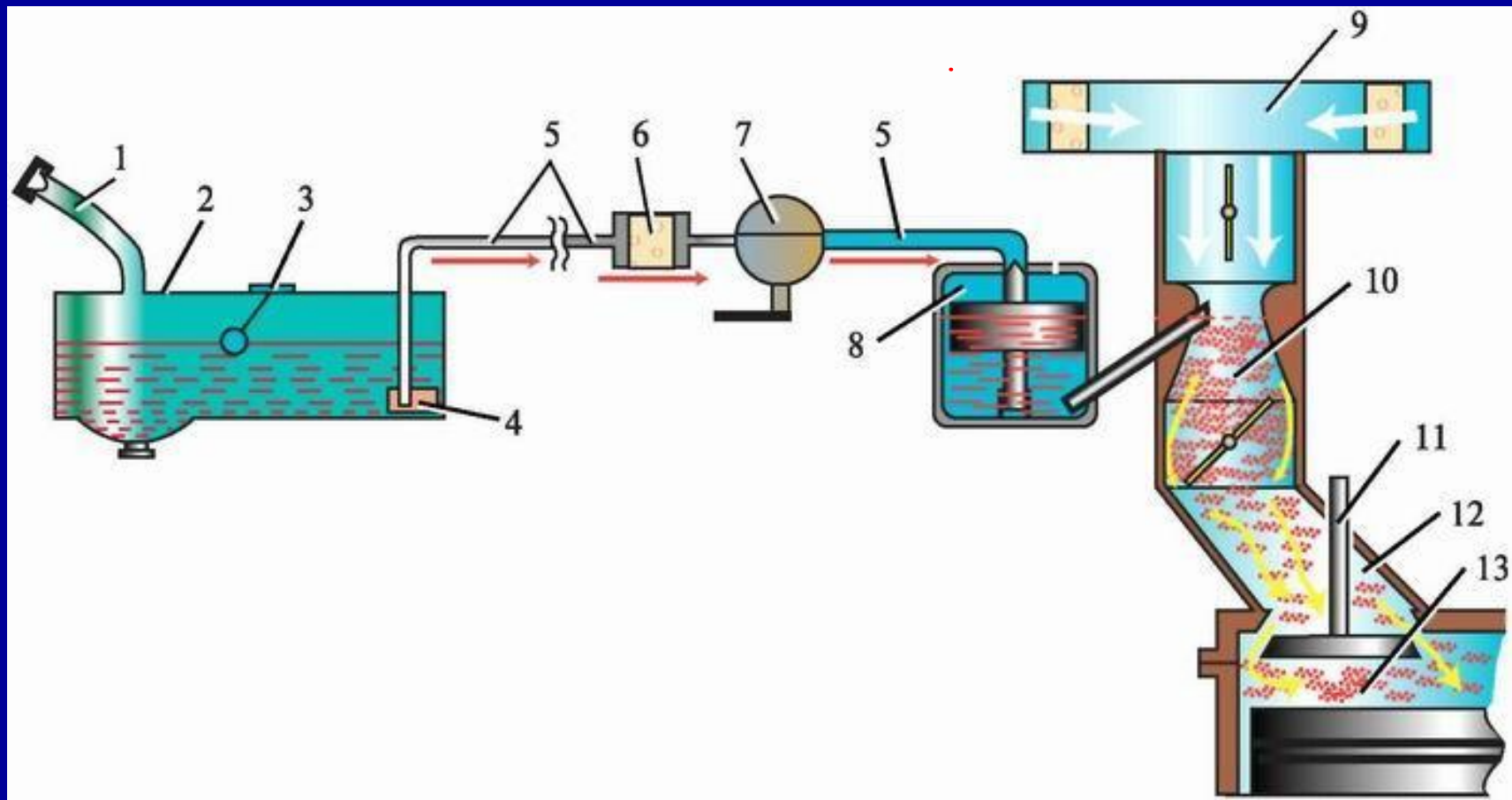


Схема расположения элементов системы питания карбюраторного двигателя:

- 1 – заливная горловина с пробкой; 2 – топливный бак; 3 – датчик указателя уровня топлива с поплавком; 4 – топливозаборник с фильтром;
- 5 – топливопроводы; 6 – фильтр тонкой очистки топлива; 7 – топливный насос;
- 8 – поплавковая камера карбюратора с поплавком; 9 – воздушный фильтр;
- 10 – смесительная камера карбюратора; 11 – впускной клапан; 12 – впускной трубопровод; 13 – камера сгорания

Система питания состоит из:

- топливного бака;
- топливопроводов;
- фильтров очистки топлива;
- топливного насоса;
- воздушного фильтра;
- карбюратора.

Занятие №32 (2 часа)
Системы питания двигателя
с впрыском топлива

Карбюраторы, долго служившие верой и правдой многим поколениям автомобилистов, уходят в историю.

Основная причина этого заключается в том, что карбюраторы не могут удовлетворять современным требованиям по расходу топлива и содержанию вредных веществ в отработавших газах.

Применение систем впрыска топлива позволяет решить эти проблемы.

Система центрального (одноточечного) впрыска топлива является родоначальницей всех систем впрыска (рис. 32.1. а).

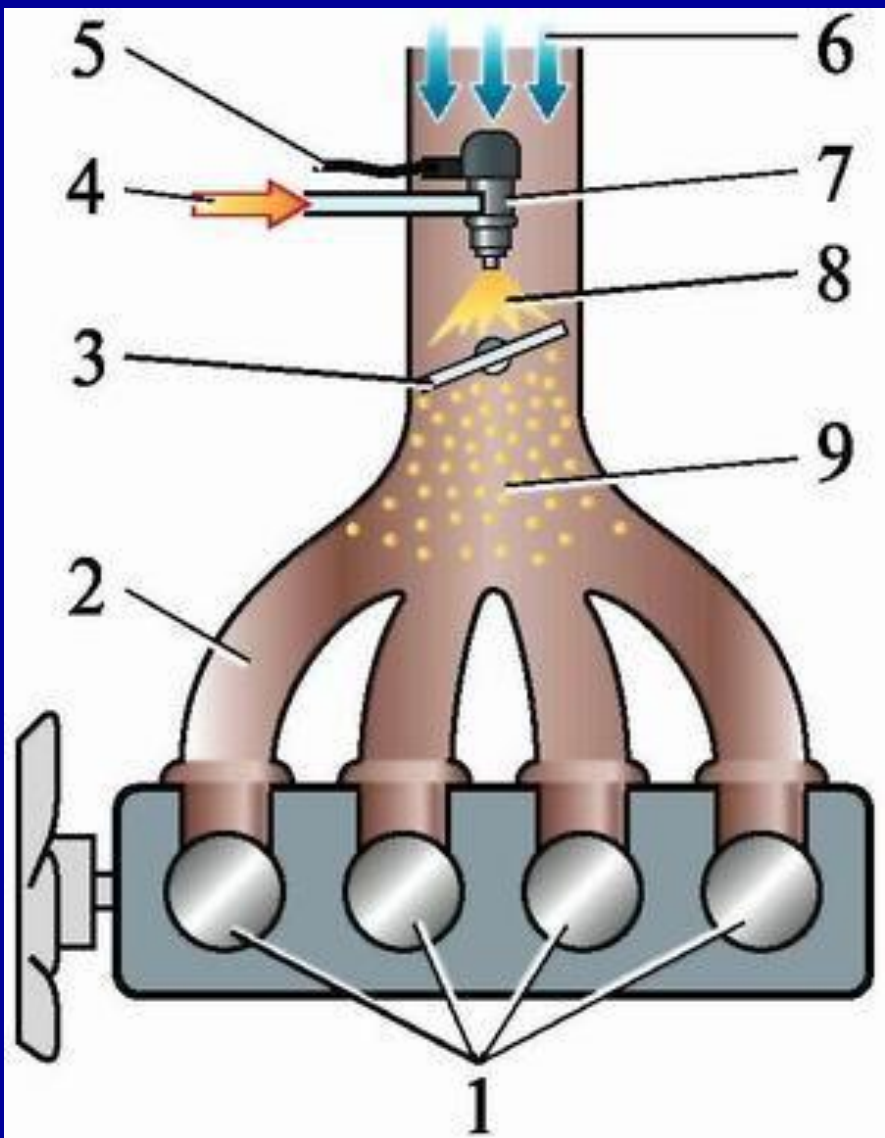


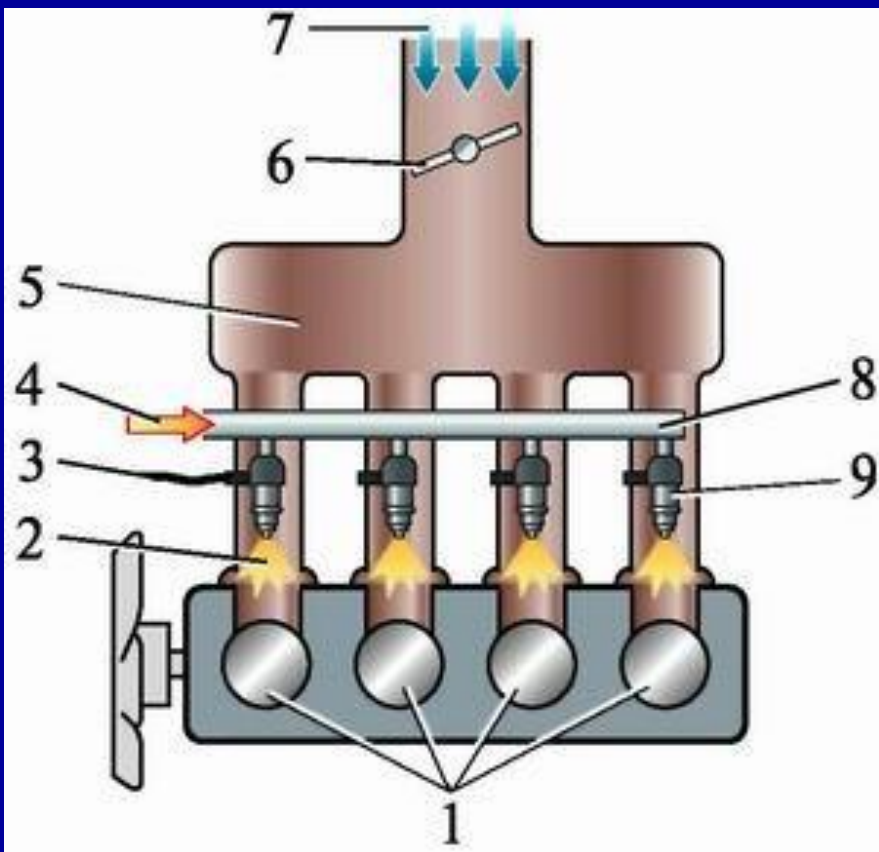
Рис. 31.1.а. Схема
центрального впрыска топлива:

При центральном впрыске порция топлива через электромагнитную форсунку (инжектор) подается в зону дроссельной заслонки во впускном коллекторе, где смешивается с потоком воздуха.

Получается горючая смесь, которая затем поступает в цилиндры двигателя.

Многоточечная система впрыска (распределенный впрыск) – это следующий этап в эволюции систем впрыска (рис. 31.1. б).

При многоточечном впрыске топливо подается в зону открытого впускного клапана отдельной форсункой для каждого цилиндра двигателя. Такие конструкции более сложны, но получили наибольшее применение, так как обеспечивают лучшие показатели по экономичности двигателя и токсичности отработавших газов.



- 1 – цилиндры двигателя;
- 2 – факел топлива;
- 3 – электрический провод, по которому к форсунке поступает управляющий сигнал;
- 4 – подача топлива;
- 5 – впускной трубопровод;
- 6 – дроссельная заслонка;
- 7 – поток воздуха;
- 8 – топливная рампа;
- 9 – электромагнитная форсунка

Рис. 31.1.б. Схема
многоточечного
впрыска топлива:

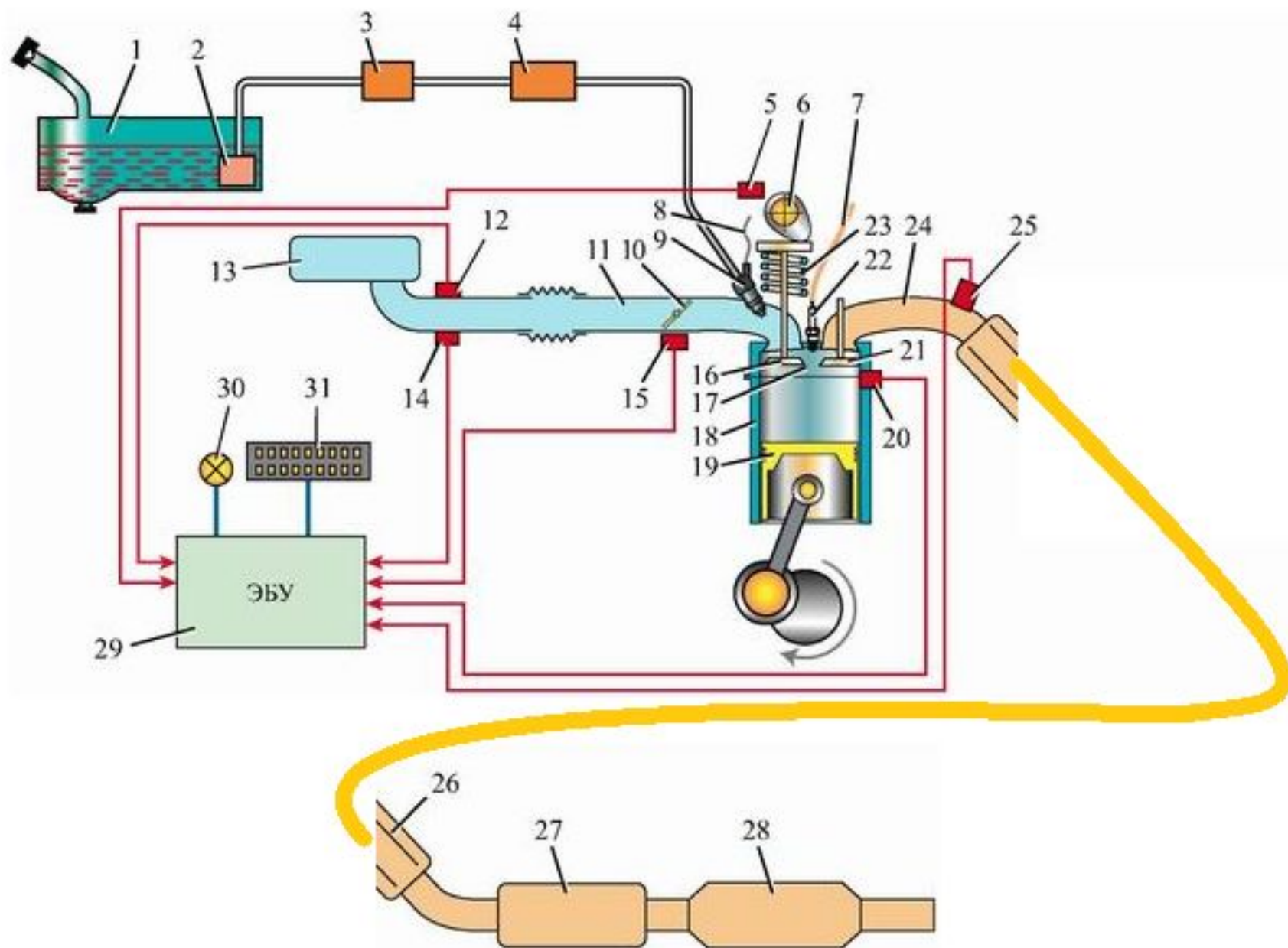


Рис. 31.2. Схема расположения основных узлов системы впрыска топлива.

Рис. 31.2. Схема расположения основных узлов системы впрыска топлива:

- 1 – топливный бак;
- 2 – топливный насос;
- 3 – топливный фильтр;
- 4 – регулятор давления топлива;
- 5 – датчик положения распределительного вала;
- 6 – распределительный вал;
- 7 – высоковольтный провод;
- 8 – электрический провод, по которому к форсунке поступает управляющий сигнал от ЭБУ;
- 9 – электромагнитная форсунка;
- 10 – дроссельная заслонка;
- 11 – впускной трубопровод;
- 12 – датчик массового расхода воздуха;
- 13 – воздушный фильтр;
- 14 – датчик температуры воздуха;
- 15 – датчик положения дроссельной заслонки;
- 16 – впускной клапан;

- 17 – камера сгорания;
- 18 – цилиндр;
- 19 – поршень;
- 20 – датчик температуры охлаждающей жидкости;
- 21 – выпускной клапан;
- 22 – свеча зажигания;
- 23 – пружина впускного клапана;
- 24 – выпускной трубопровод;
- 25 – датчик концентрации кислорода (лямбда-зонд);
- 26 – каталитический нейтрализатор;
- 27 – дополнительный глушитель;
- 28 – основной глушитель;
- 29 – электронный блок управления (ЭБУ);
- 30 – диагностическая лампа-сигнализатор;
- 31 – диагностическая колодка

Топливный насос с электрическим приводом находится внутри топливного бака либо закреплен на кузове. Он подает топливо под небольшим давлением по бензопроводам к форсункам, расположенным в зоне впускных клапанов. Топливо проходит две ступени очистки. Избыток бензина возвращается через обратный трубопровод в топливный бак.

Регулятор давления топлива поддерживает определенное давление топлива в трубопроводе (топливной рампе) перед форсункой.

Датчики преобразуют измеряемые параметры в электрические сигналы, которые передаются электронному блоку управления.

В системе впрыска применяются несколько датчиков, определяющих различные параметры в конкретный момент времени:

- датчик массового расхода воздуха, устанавливается сразу после воздушного фильтра;
- датчик температуры воздуха, размещен в корпусе воздушного фильтра;
- датчик абсолютного давления воздуха, может устанавливаться вместо датчика массового расхода воздуха;
- датчик положения дроссельной заслонки, установлен на оси заслонки;
- датчик угла поворота и частоты вращения коленчатого вала, расположен в корпусе распределителя зажигания;

- датчик концентрации кислорода (лямбда-зонд), устанавливается в выпускной системе и следит за содержанием кислорода в отработавших газах;
- датчик положения распределительного вала;
- датчик температуры охлаждающей жидкости;
- датчик детонации и др.

Электронный блок управления (ЭБУ) получает информацию от всех датчиков об измеряемых параметрах, анализирует их и выдает команду форсункам на впрыск определенной порции топлива в строго обозначенное время.

Электромагнитная форсунка относится к исполнительному механизму системы. При получении управляющего сигнала от ЭБУ игла форсунки поднимается для распыления порции топлива.

Работа системы впрыска топлива заключается в том, чтобы на любом режиме работы двигателя обеспечить оптимальный состав горючей смеси в цилиндрах.

Это достигается тем, что ЭБУ, основываясь на постоянно получаемой от датчиков информации о различных параметрах, управляет моментом и продолжительностью открытия иглы распылителя форсунки.

Изменение любого параметра (температуры воздуха и охлаждающей жидкости, оборотов коленчатого вала, состава выхлопных газов и т.п.) ЭБУ мгновенно пересчитывает и выдает сигнал на форсунки для формирования иной порции топлива и времени ее подачи.

Стехиометрический состав горючей смеси при соотношении топлива к воздуху **1:14,7** (по массе) обеспечивает идеальный теоретический цикл сгорания.

Иными словами для полного сгорания 1 кг топлива требуется 14,7 кг воздуха (в объемных единицах: 1 литр топлива полностью сгорает в 9500 литрах воздуха).

Занятие №33 (2 часа)
Топливный бак,
топливный фильтр, топливный
насос и
воздушный фильтр

33.1. Топливный бак

Это емкость для хранения топлива. Обычно он размещается в задней, более безопасной при аварии части автомобиля. От топливного бака к карбюратору бензин поступает по топливопроводам, которые тянутся вдоль всего автомобиля под днищем кузова.

Первая ступень очистки топлива – это сетка на топливозаборнике внутри бака.

Она не дает возможности содержащимся в бензине крупным примесям и воде попасть в систему питания двигателя.

Количество бензина в баке водитель может контролировать по показаниям указателя уровня топлива, расположенного на щитке приборов.

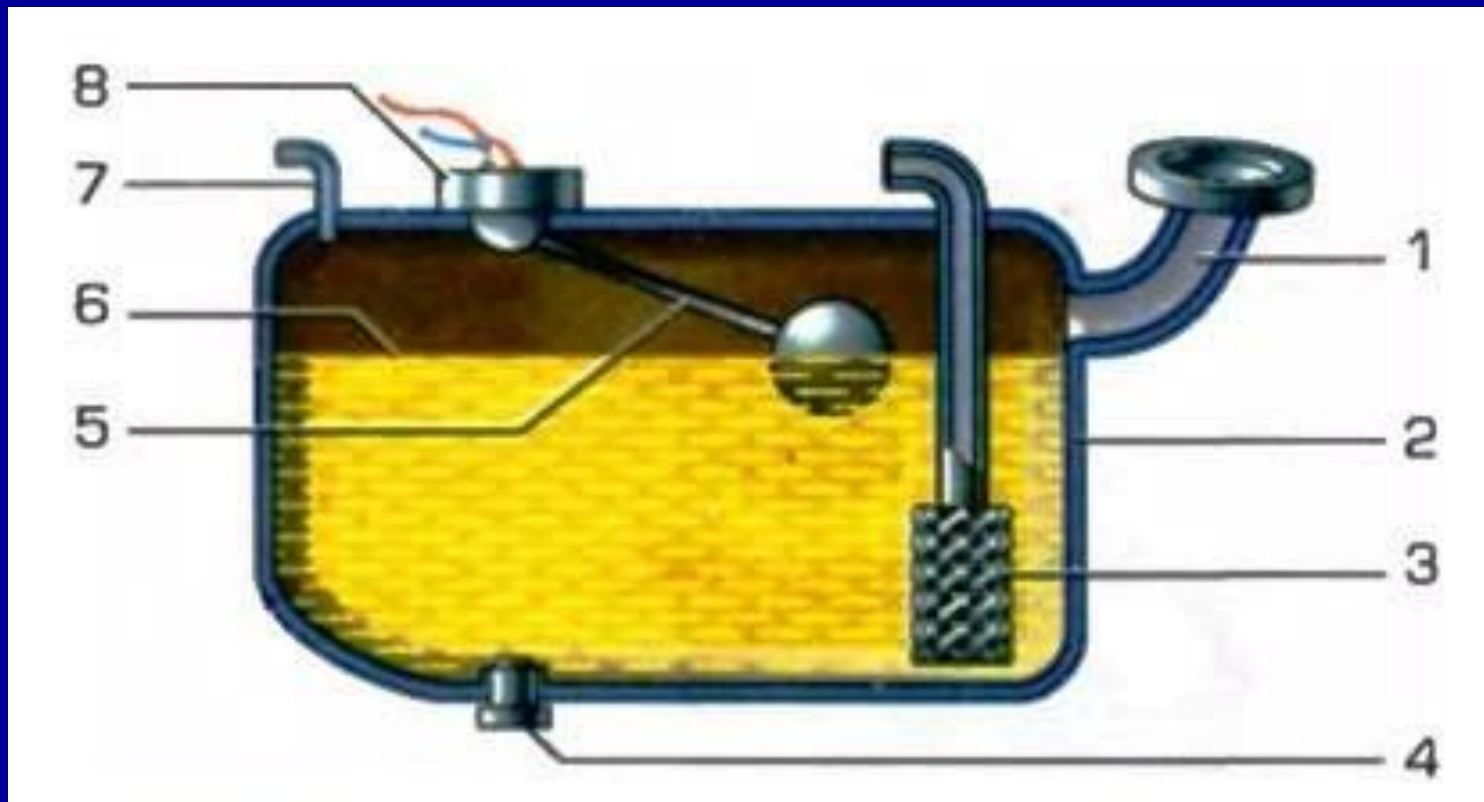


Рис.33.1 Топливный бак

- 1 - заливная горловина;
- 2 - стенки бака;
- 3 - трубка забора топлива с фильтром;
- 4 - сливное отверстие с пробкой,
- 5 - поплавок датчика указателя уровня топлива;
- 6 - уровень топлива;
- 7 - вентиляционная трубка;
- 8 - датчик уровня топлива.



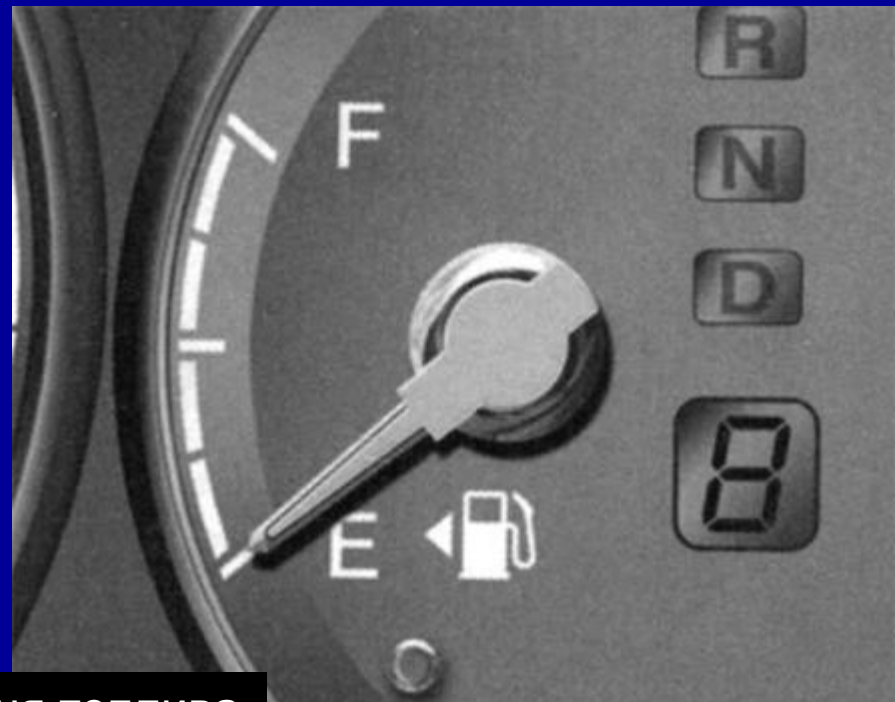
Бензобак и его крышка



Емкость топливного бака среднестатистического легкового автомобиля обычно составляет 50 -70 литров.

Когда уровень бензина в баке уменьшается до 9 -10 литров, на щитке приборов загорается соответствующая желтая (или красная) лампочка – лампа резерва топлива.

Это сигнал водителю о том, что пора подумать о заправке.



Указатели уровня топлива



33.2. Топливный фильтр

Второй этап очистки топлива. Фильтр располагается в моторном отсеке и предназначен для тонкой очистки бензина, поступающего к топливному насосу (возможна установка фильтра и после насоса). Обычно применяется неразборный фильтр, при загрязнении которого требуется его замена.



33.3. Топливный насос

Предназначен для принудительной подачи топлива из бака в карбюратор.

Насос состоит из (рис.33.2):

- корпус,
- диафрагма с пружиной
- механизм привода,
- впускного клапан
- нагнетательной (выпускной) клапан.

В нем также находится сетчатый фильтр для очередной третьей ступени очистки бензина.

Топливный насос приводится в действие от валика привода масляного насоса или от распределительного вала двигателя.

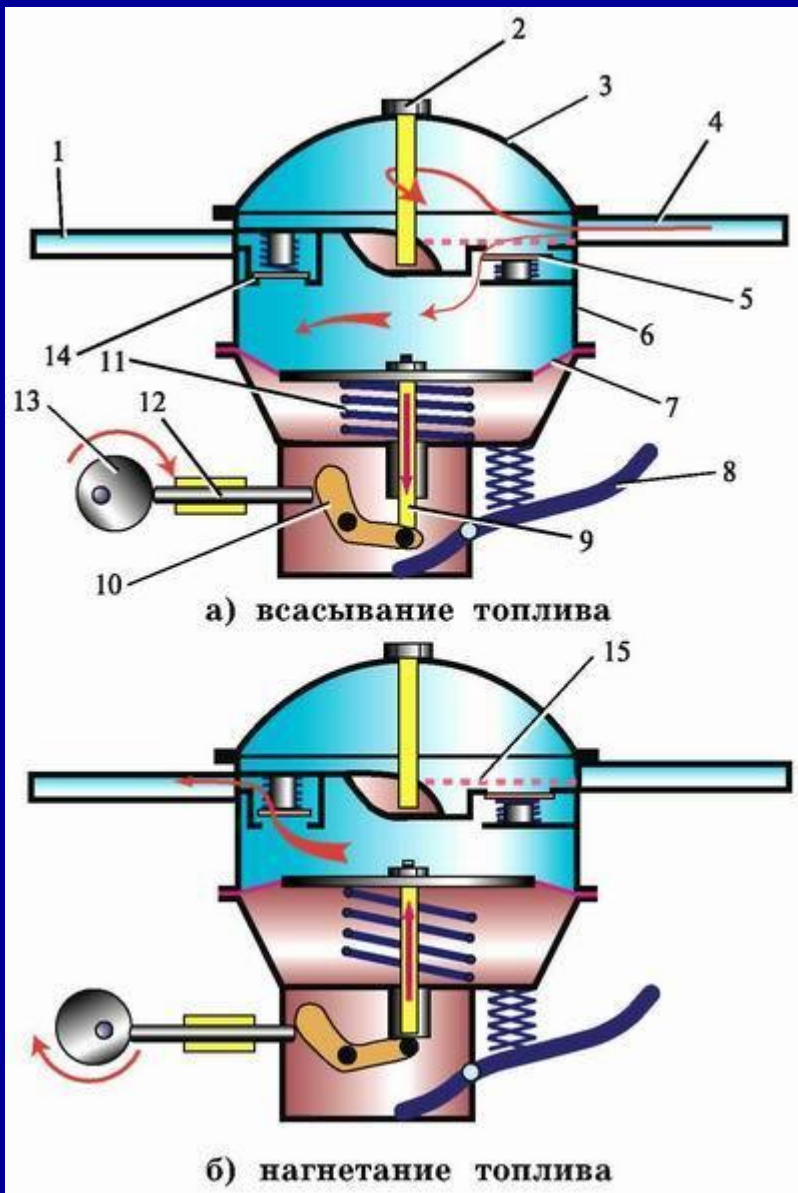
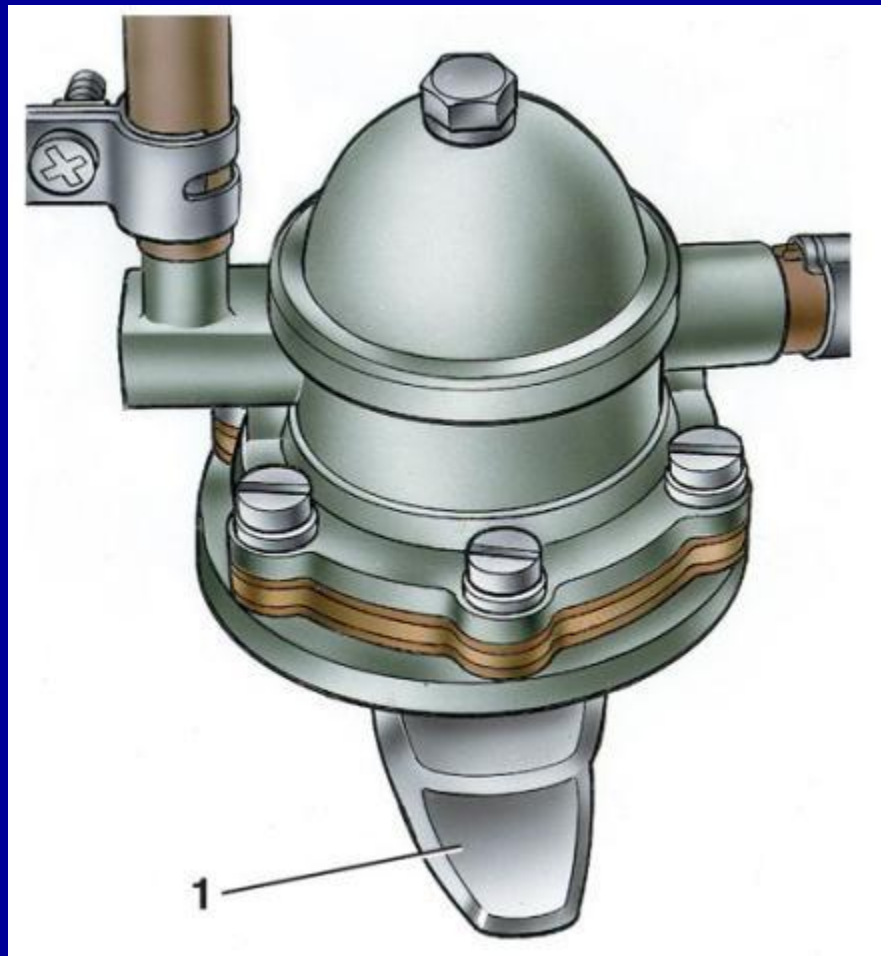
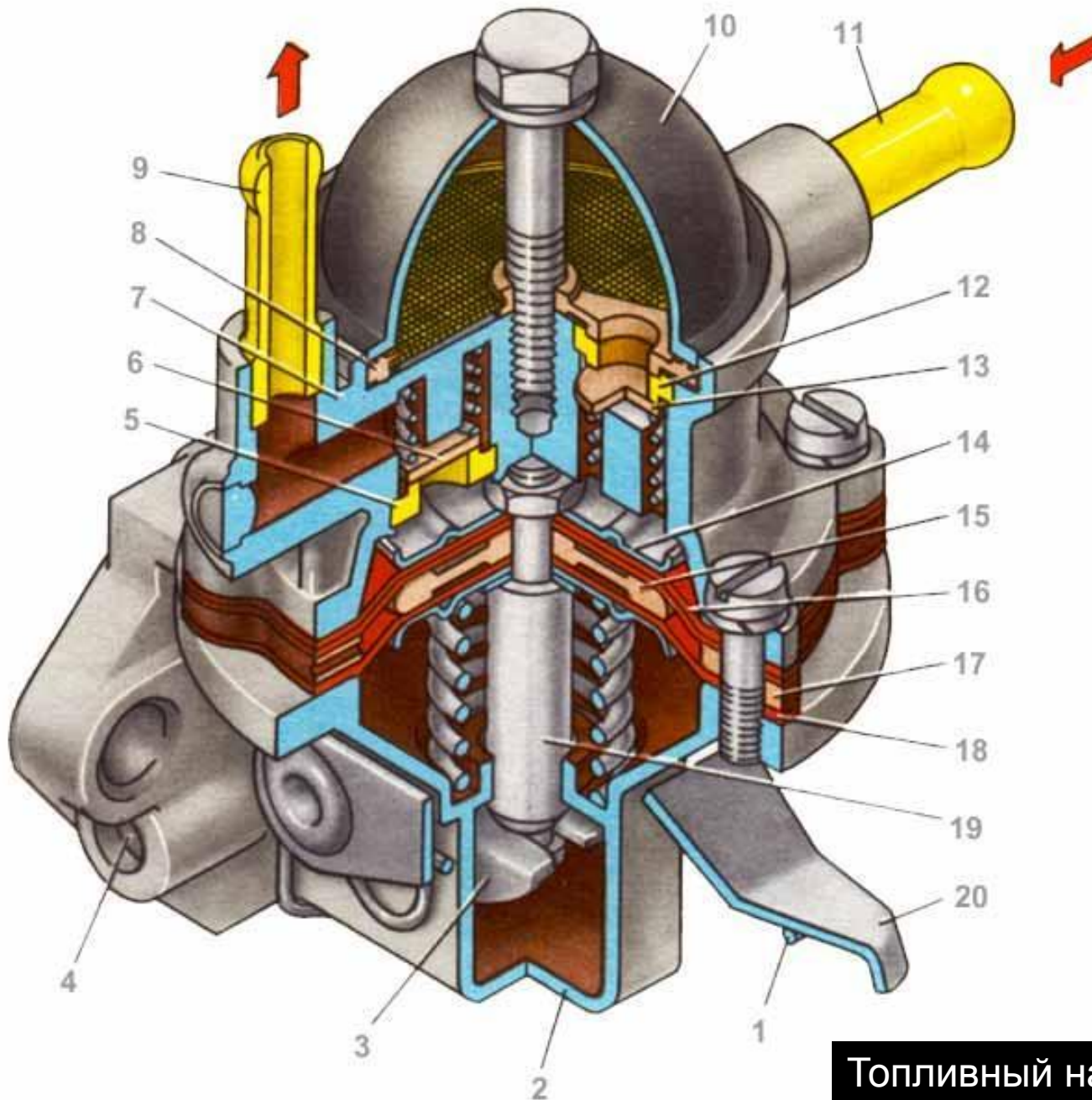


Рис. 33.2. Схема работы топливного насоса:

- 1 – нагнетательный патрубок;
- 2 – стяжной болт;
- 3 – крышка;
- 4 – всасывающий патрубок;
- 5 – впускной клапан с пружиной;
- 6 – корпус;
- 7 – диафрагма насоса;
- 8 – рычаг ручной подкачки;
- 9 – тяга;
- 10 – рычаг механической подкачки;
- 11 – пружина;
- 12 – шток;
- 13 – эксцентрик;
- 14 – нагнетательный клапан с пружиной;
- 15 – фильтр очистки топлива



Топливный насос диафрагменного типа



Топливный насос в сборе

- 1 - возвратная пружина
- 2 - нижний корпус
- 3 – балансир
- 4 - ось
- 5,12 - седла клапанов
- 6 - нагнетательный клапан.
- 7 - верхний корпус
- 8 - пластмассовый сетчатый фильтр
- 9 - нагнетательный патрубок.
- 10 - крышка насоса.
- 11 - впускной патрубок
- 13 - впускной клапан
- 14 - мембрана
- 15 - внутренняя прокладка.
- 16 - верхние рабочие диафрагмы
- 17 - наружная прокладка
- 18 - нижняя предохранительная диафрагма
- 19 - шток
- 20 - рычаг ручной подкачки топлива.

При вращении валов, имеющийся на них эксцентрик набегаёт на шток привода топливного насоса.

Шток начинает давить на рычаг, а тот, в свою очередь, заставляет диафрагму опускаться вниз.

Над диафрагмой создается разрежение и впускной клапан, преодолевая усилие пружины, открывается.

Порция топлива из бака засасывается в пространство над диафрагмой.

При сбегании эксцентрика со штока диафрагма освобождается от воздействия рычага и за счет жесткости пружины поднимается вверх.

Возникающее при этом давление закрывает впускной клапан и открывает нагнетательный. Бензин над диафрагмой поступает к карбюратору. При очередном набегаании эксцентрика на шток процесс повторяется.

Подача бензина в карбюратор происходит лишь за счет усилия пружины, которая поднимает диафрагму.

Это означает, что когда поплавковая камера карбюратора будет заполнена и игольчатый клапан перекроет путь бензину, диафрагма топливного насоса останется в нижнем положении.

До тех пор, пока двигатель не израсходует часть топлива из карбюратора, пружина будет не в состоянии "вытолкнуть" из насоса очередную порцию бензина.

Так как топливный бак расположен ниже карбюратора, то возникает необходимость в принудительной подаче бензина.

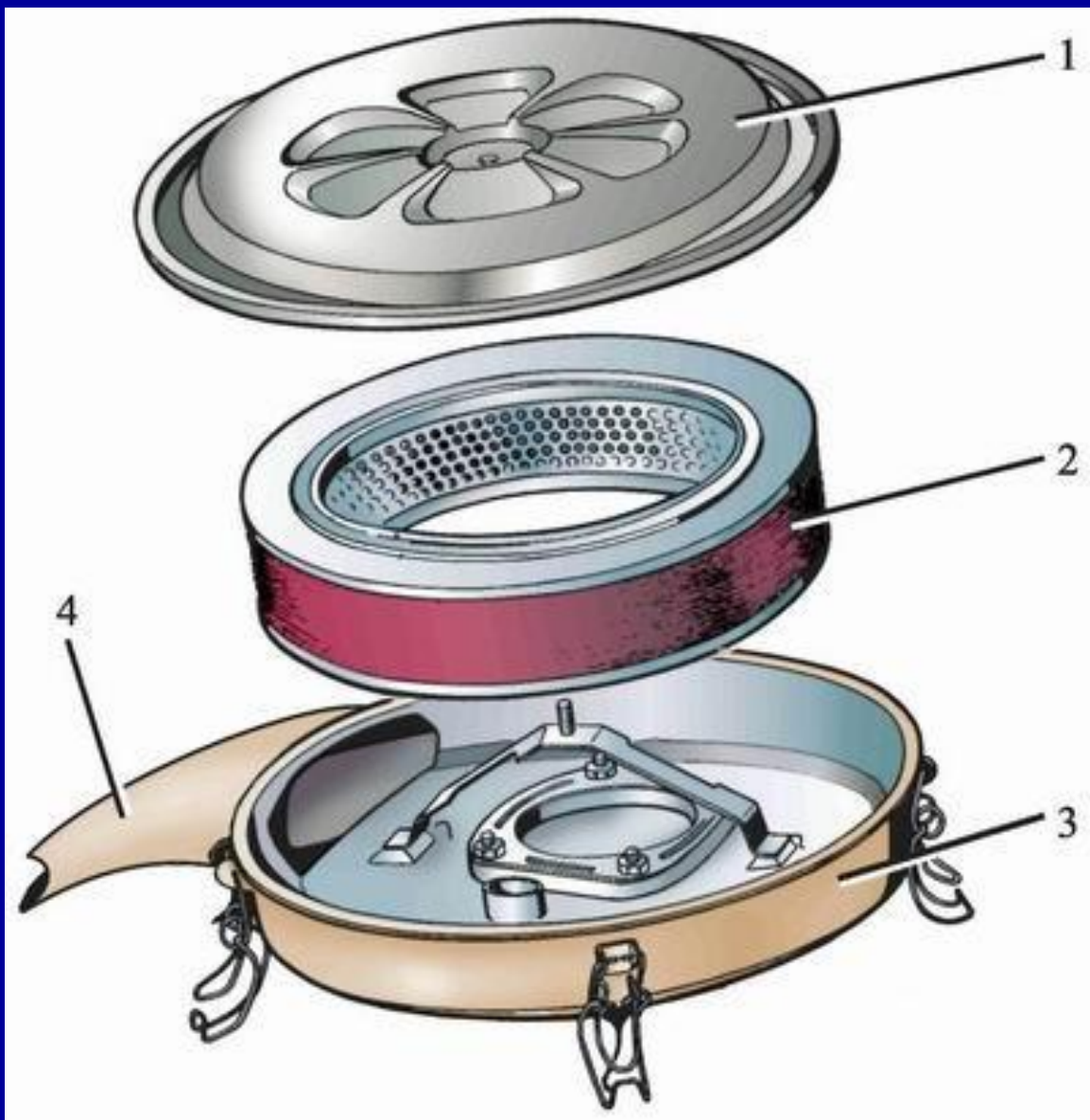
33.4. Воздушный фильтр (рис. 33.3.)

Необходим для очистки воздуха, поступающего в цилиндры двигателя.

Фильтр устанавливается на верхней части воздушной горловины карбюратора.

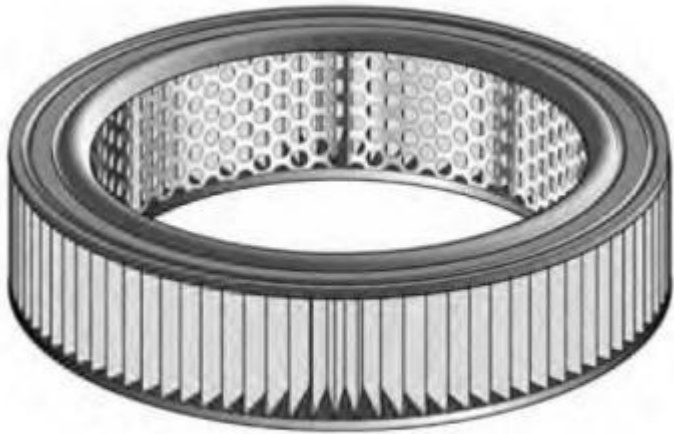
При загрязнении фильтра возрастает сопротивление движению воздуха, что может привести к повышенному расходу топлива, так как горючая смесь будет слишком обогащаться бензином.

Этим объясняется необходимость своевременной замены (или обслуживания) фильтрующего элемента;



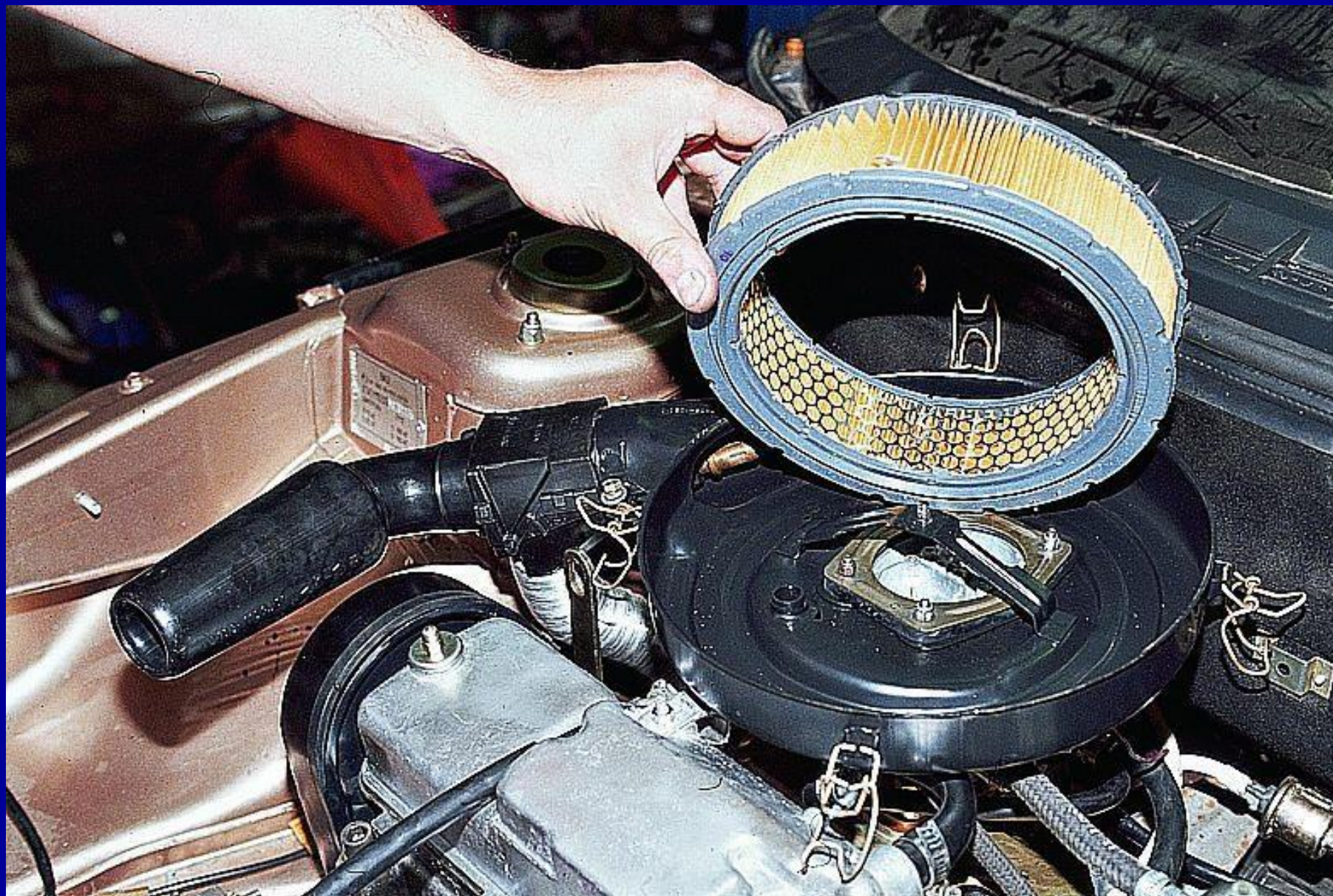
- 1 – крышка;
- 2 – фильтрующий элемент;
- 3 – корпус;
- 4 – воздухозаборник

Рис. 33.3. Воздушный фильтр:

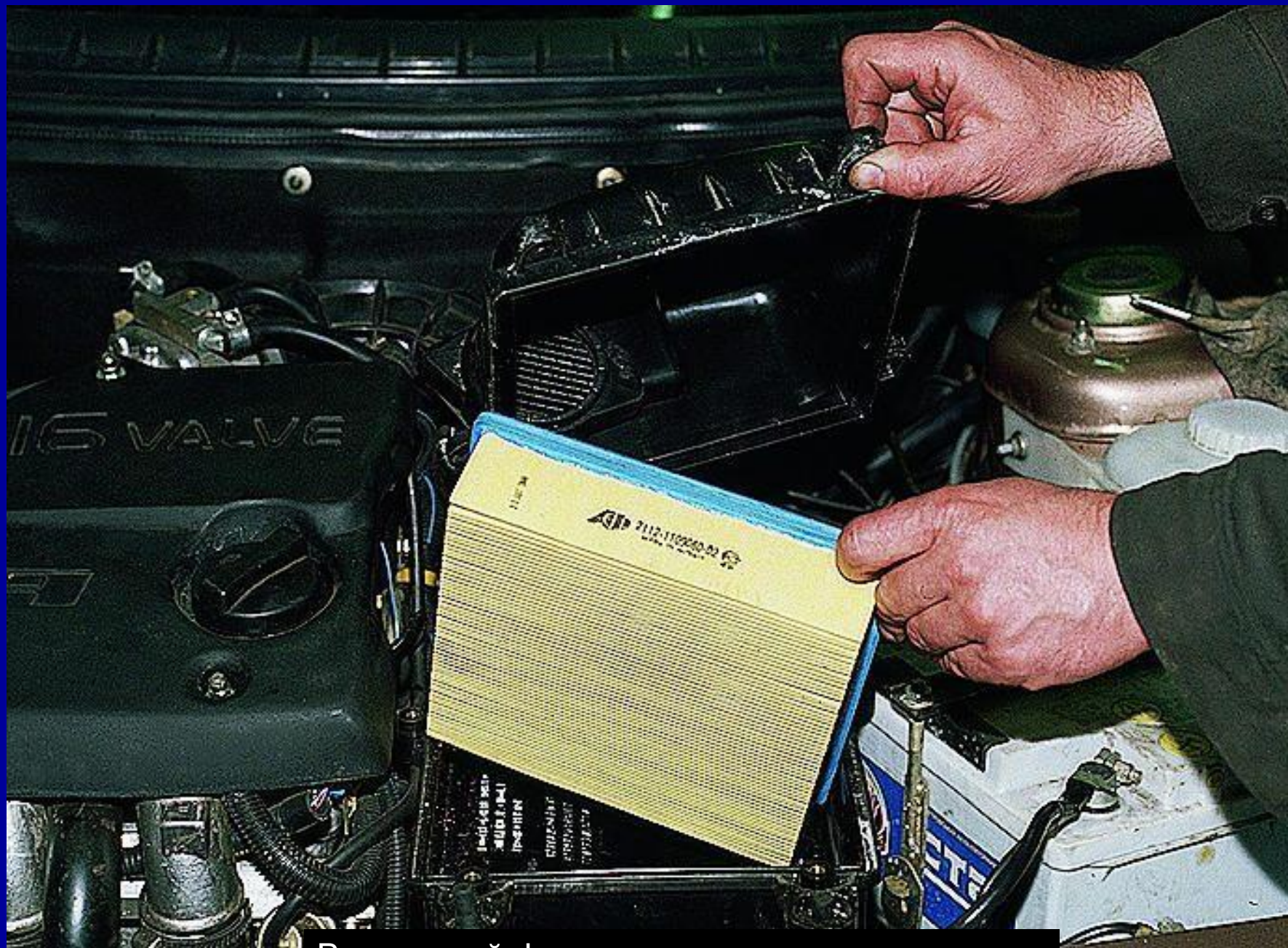


Фильтрующие элементы воздушных фильтров





Воздушный фильтр карбюраторного двигателя



Воздушный фильтр инжекторного двигателя

Занятие №34 (2 часа)
Простейший карбюратор

34.1. Принцип работы карбюратора

Карбюратор предназначен для приготовления горючей смеси и подачи ее в цилиндры двигателя.

В зависимости от режима работы двигателя карбюратор меняет качество (соотношение бензина и воздуха) и количество смеси.

Карбюратор, это одно из самых сложных устройств автомобиля.

Он состоит из множества деталей и имеет несколько систем, которые принимают участие в приготовлении горючей смеси, обеспечивая бесперебойную работу двигателя.

Разберемся с устройством и принципом работы карбюратора на упрощенной схеме.

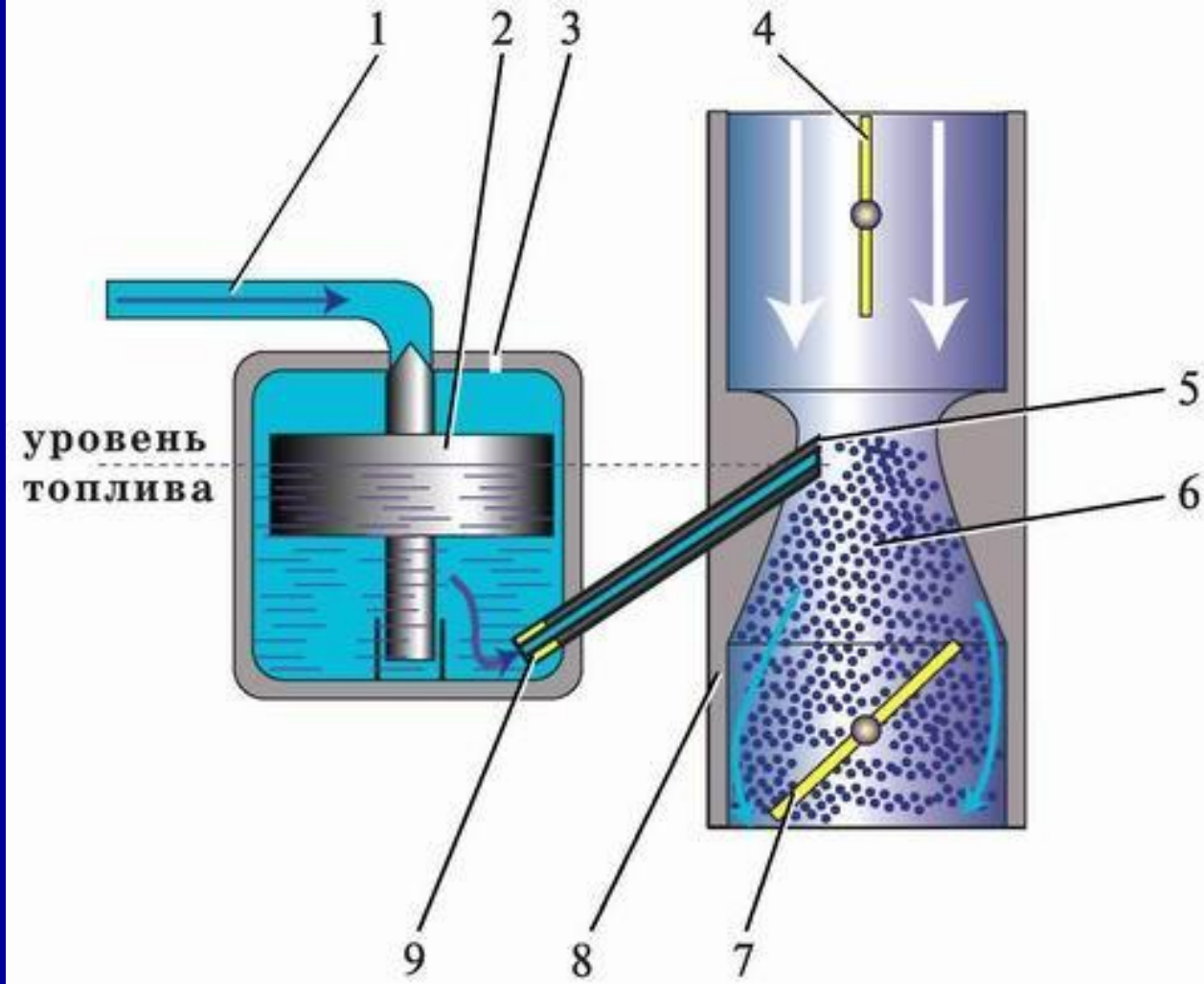


Рис. 34.1. Схема устройства и работы простейшего карбюратора:
1 – топливная трубка; 2 – поплавок с игольчатым клапаном;
3 – отверстие для связи поплавковой камеры с атмосферой;
4 – воздушная заслонка; 5 – распылитель 6 – диффузор;
7 – дроссельная заслонка; 8 – корпус карбюратора; 9 – топливный жиклер

Простейший карбюратор состоит из (рис. 34.1):

- поплавковой камеры;
- поплавок с игольчатым запорным клапаном;
- распылителя;
- смесительной камеры;
- диффузора;
- воздушной и дроссельной заслонок;
- топливных и воздушных каналов с жиклерами.

При движении поршня в цилиндре от верхней мертвой точки к нижней (такт впуска), над ним создается разрежение. Поток воздуха с атмосферы, через воздушный фильтр и карбюратор, устремляется в освободившийся объем цилиндра.

При прохождении воздуха через карбюратор, из поплавковой камеры через распылитель, который расположен в самом узком месте смесительной камеры (диффузоре), вытекает топливо (рис. 34.1).

Это происходит по причине разности давлений в поплавковой камере карбюратора, которая связана с атмосферой, и в диффузоре, где создается значительное разрежение.

Поток воздуха дробит вытекающее из распылителя топливо и смешивается с ним.

На выходе из диффузора происходит окончательное перемешивание бензина с воздухом, и затем эта горючая смесь поступает в цилиндр.

Из схемы работы простейшего карбюратора (рис. 34.1) можно понять, что двигатель не будет работать нормально, если уровень топлива в поплавковой камере выше нормы, так как в этом случае бензина будет выливаться больше чем надо.

Если уровень бензина будет меньше нормы, то и его содержание в смеси будет тоже меньше, что опять-таки нарушит правильную работу двигателя.

Следовательно, количество бензина в камере всегда должно быть неизменным.

Уровень топлива в поплавковой камере карбюратора регулируется специальным поплавком, который, опускаясь вместе игольчатым запорным клапаном, позволяет бензину поступать в камеру.

Когда поплавковая камера начинает наполняться, поплавок всплывает и закрывает игольчатым клапаном проход для бензина.

В салоне автомобиля у водителя под правой ногой имеется педаль "газа", предназначенная для управления карбюратором.

Когда водитель "давит на газ", на самом деле он управляет той заслонкой, которая обозначена на рисунке 16 как дроссельная.

Дроссельная заслонка связана с педалью "газа" посредством рычагов или троса.

В исходном положении заслонка закрыта. Когда водитель нажимает на педаль, заслонка начинает открываться и поток воздуха, проходящего через карбюратор, увеличивается.

При этом чем больше открывается дроссельная заслонка, тем больше высасывается топлива, так как повышаются объем и скорость потока воздуха, проходящего через диффузор и "высасывающее" разряжение увеличивается.

Когда водитель отпускает педаль "газа", заслонка под воздействием возвратной пружины начинает закрываться. Поток воздуха уменьшается, и в цилиндры поступает все меньше и меньше горючей смеси. Двигатель теряет обороты, уменьшается скорость вращения колес автомобиля, и соответственно, автомобиль едет медленнее.

А если совсем убрать ногу с педали "газа"?

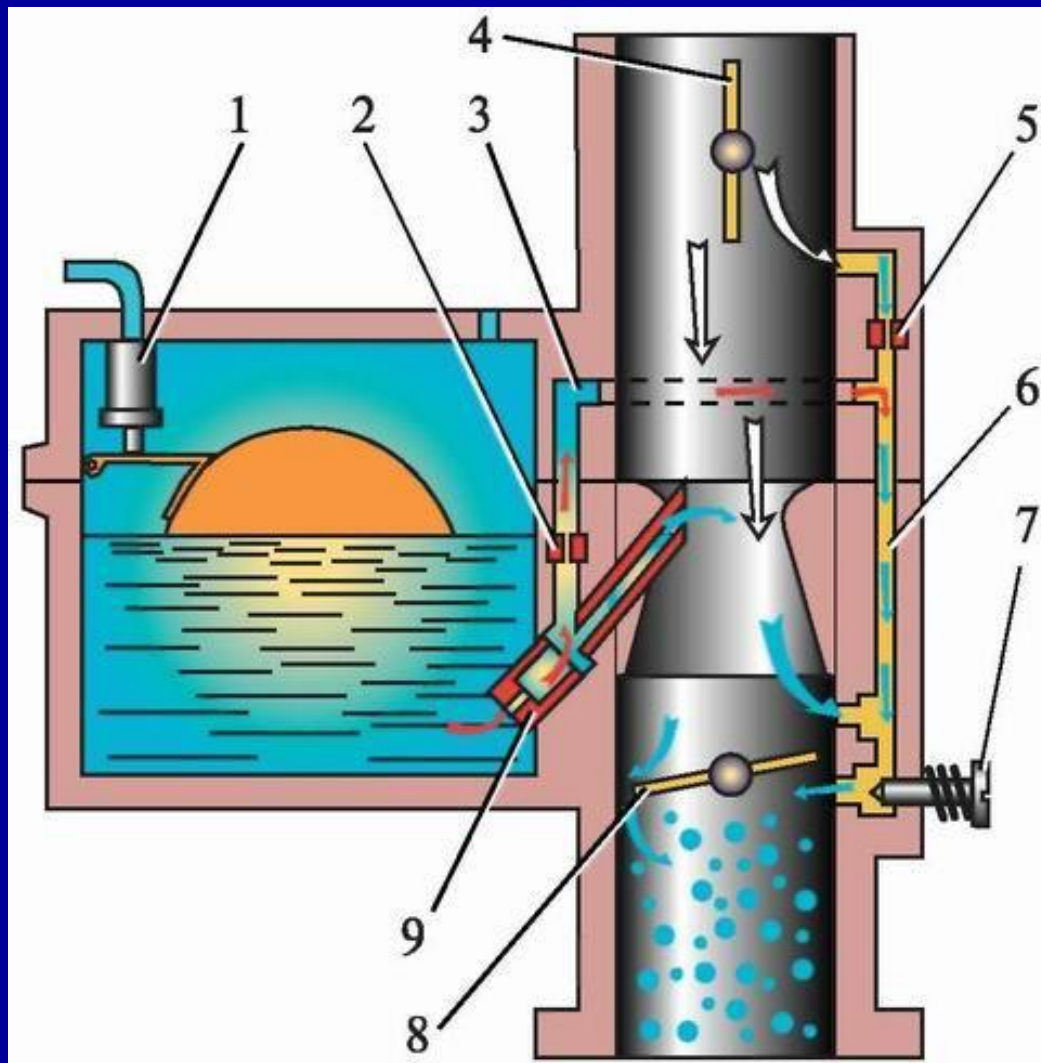
Тогда дроссельная заслонка закроется полностью.

И тут же возникает вопрос. А как теперь со смесеобразованием? Ведь мотор заглохнет!

Оказывается, для поддержания работы двигателя на холостом ходу в карбюраторе есть свои каналы, по которым воздух может попасть под дроссельную заслонку, смешиваясь по пути с бензином (рис. 34.2 а, поз. 6).

При закрытой дроссельной заслонке воздуху не остается другого пути, кроме как проходить в цилиндры по каналу холостого хода.

По пути он высасывает бензин из топливного канала и, смешиваясь с ним, превращается в горючую смесь.



- 1 – игольчатый клапан поплавковой камеры карбюратора;
- 2 – топливный жиклер системы холостого хода;
- 3 – топливный канал системы холостого хода;
- 4 – воздушная заслонка;
- 5 – воздушный жиклер системы холостого хода;
- 6 – канал системы холостого хода;
- 7 – винт "качества" системы холостого хода;
- 8 – дроссельная заслонка;
- 9 – топливный жиклер

Рис. 34.2.а. Схема работы системы холостого хода.

Почти готовая к "употреблению" смесь попадает в поддроссельное пространство и затем через впускной трубопровод поступает в цилиндры.

На рисунке 34.2.а. (поз. 7) показан один из двух винтов регулировки карбюратора.

С помощью этого винта регулируется качество смеси (соотношение воздуха и бензина), необходимое для работы двигателя на холостом ходу.

Вторым винтом, "количества" смеси (рис. 34.2.б, поз. 1), регулируется плотность прикрытия дроссельной заслонки, от положения которой зависит объем проходящего через карбюратор потока воздуха.

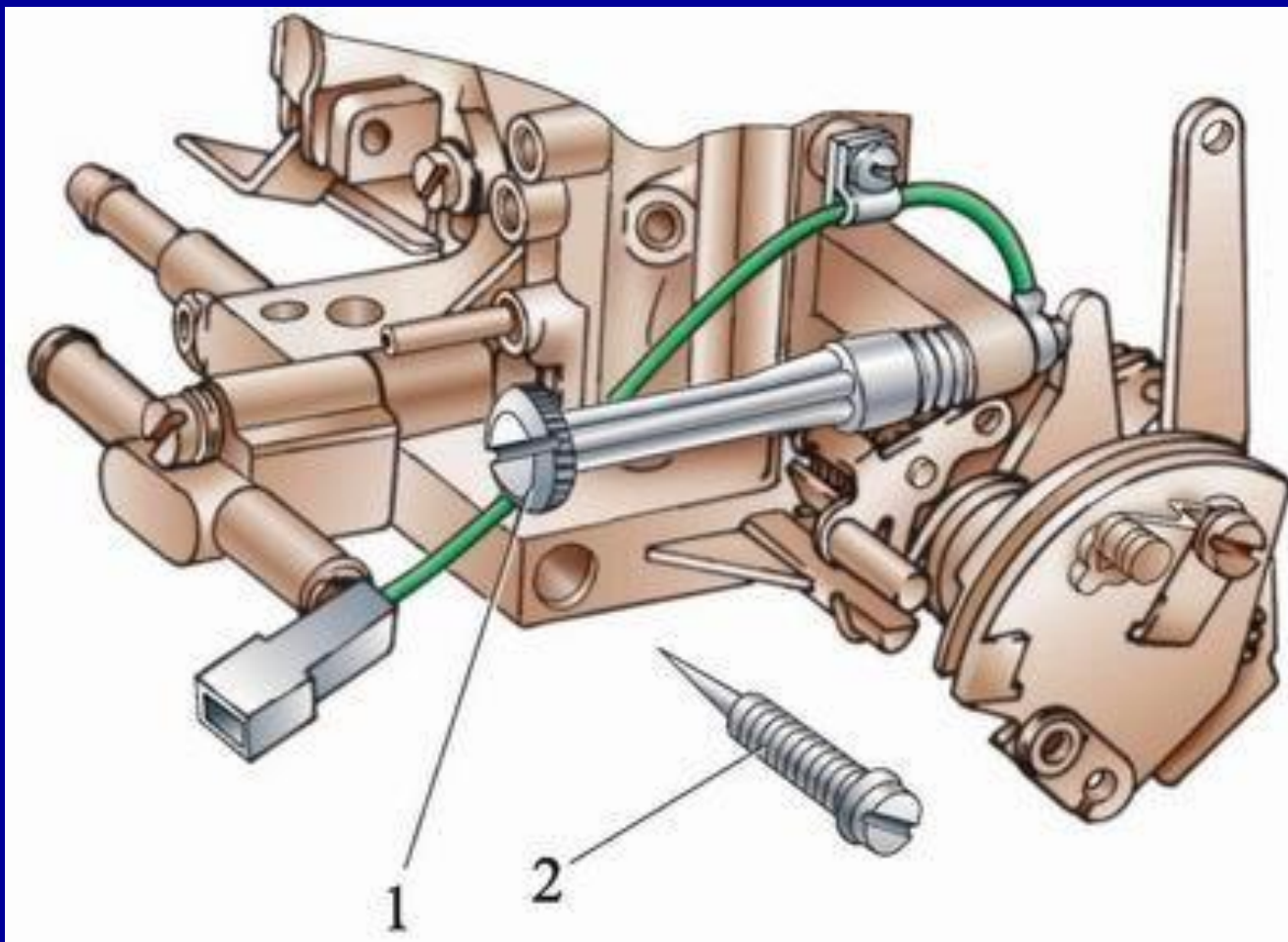
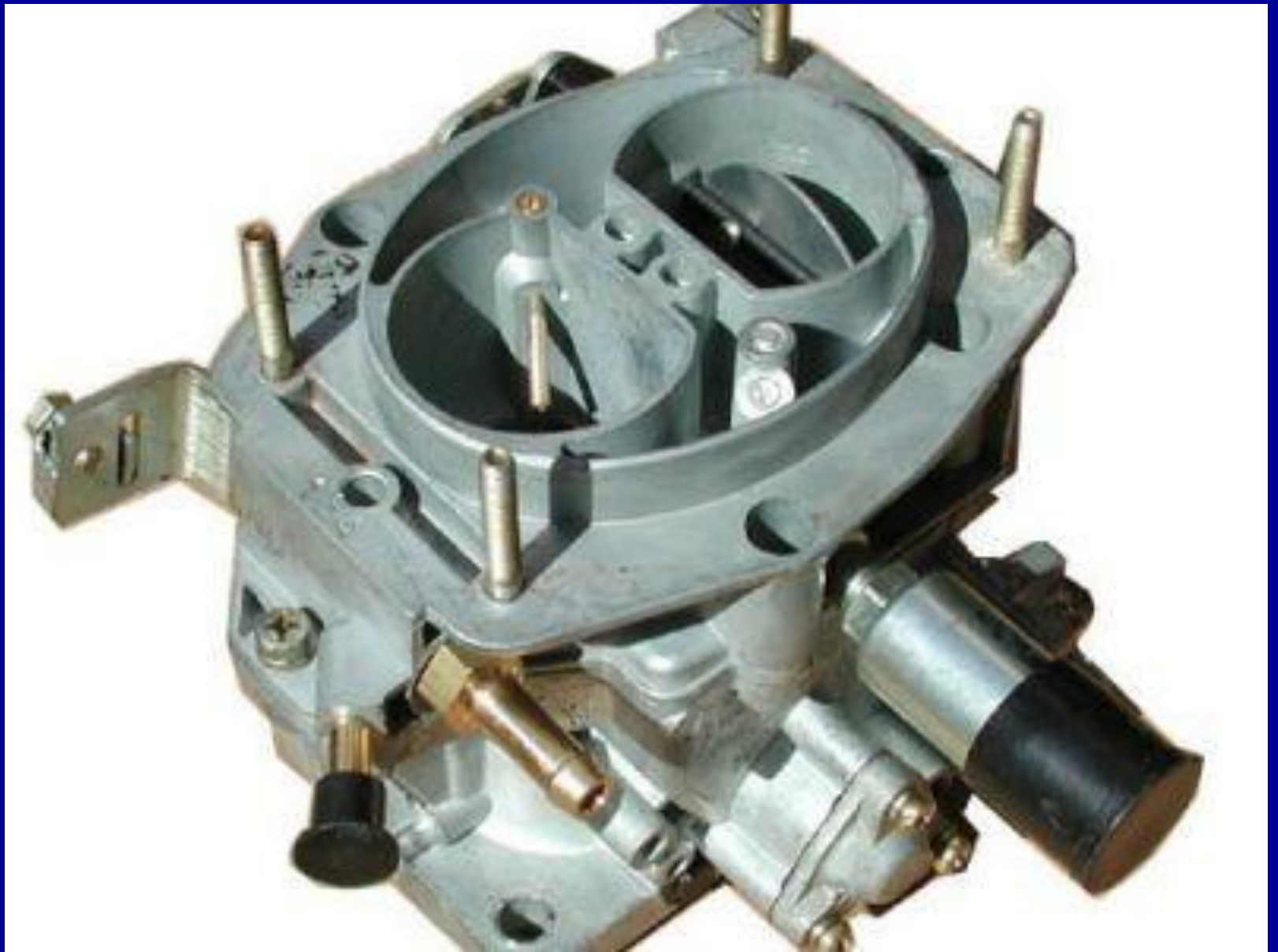


Рис. 34.2.б. Винты регулировки карбюратора:
1 – винт "количества"; 2 – винт "качества"



На холостом ходу, при нормально работающей системе подачи топлива и отрегулированном карбюраторе, коленчатый вал двигателя должен устойчиво вращаться со скоростью примерно 800–900 об/мин.

Карбюратор смешивает бензин с воздухом в строго определенной пропорции.

Горючая смесь называется **нормальной**, если на одну часть бензина приходится пятнадцать частей воздуха (1:15).

В зависимости от различных факторов **качество смеси** (соотношение бензина и воздуха) может меняться.

Если воздуха будет больше, то смесь становится **обедненной или бедной**. Если воздуха меньше, то смесь превращается в **обогащенную или богатую**.

34.2. Режимы работы карбюратора

Для каждого режима работы двигателя карбюратор готовит горючую смесь соответствующего качества.

34.2.1. Пуск холодного двигателя.

При этом режиме воздушную заслонку карбюратора следует полностью закрыть. Это означает, что рукоятка "подсоса" должна быть вытянута на себя "до упора".

Педаля "газа" при пуске холодного двигателя трогать не рекомендуется, поэтому дроссельная заслонка будет тоже полностью закрыта. Состав горючей смеси для пуска холодного двигателя должен быть, и получается, богатым.

34.2.2. Режим холостого хода.

Автомобиль стоит на месте или движется "накатом".

Двигатель (полностью прогретый) работает на оборотах холостого хода.

Воздушная заслонка открыта, а дроссельная закрыта.

Состав смеси при этом получается обогащенным.

34.2.3. Режим частичных (средних) нагрузок.

Машина движется со скоростью около 60 км/час или

близко к этому. Включена высшая передача, нога водителя слегка нажимает педаль "газа",

поддерживая средние обороты коленчатого вала

двигателя. Состав смеси получается обедненный.

34.2.4. Режим полных нагрузок.

Водитель плавно, почти до конца нажал педаль "газа", автомобиль движется с большой скоростью. Для поддержания этого режима состав смеси должен быть обогащенным.

34.2.5. Режим ускорения.

Водитель резко нажал педаль "газа" "до пола", для ускорения автомобиля при обгоне, при "отрыве" от потока транспорта и т. п.

Состав смеси получается обогащенным, близким к богатому.

Занятие №35 (2 часа)
Особенности работы
инжекторных двигателей

35.1. Принцип работы.

У инжекторных двигателей есть еще одно название – впрысковые двигатели.

В двигатель в нужный момент через форсунки инжектора впрыскивается строго дозированное количество топлива, и оно поджигается искрой со свечи.



Рампа с форсунками

Весь цикл четырехтактного ДВС, рассмотренный ранее, остается неизменным.

Основное отличие в том, что карбюратор готовит смесь за пределами двигателя, и она потом поступает в цилиндры, а у инжекторного двигателя бензин впрыскивается непосредственно в цилиндр.

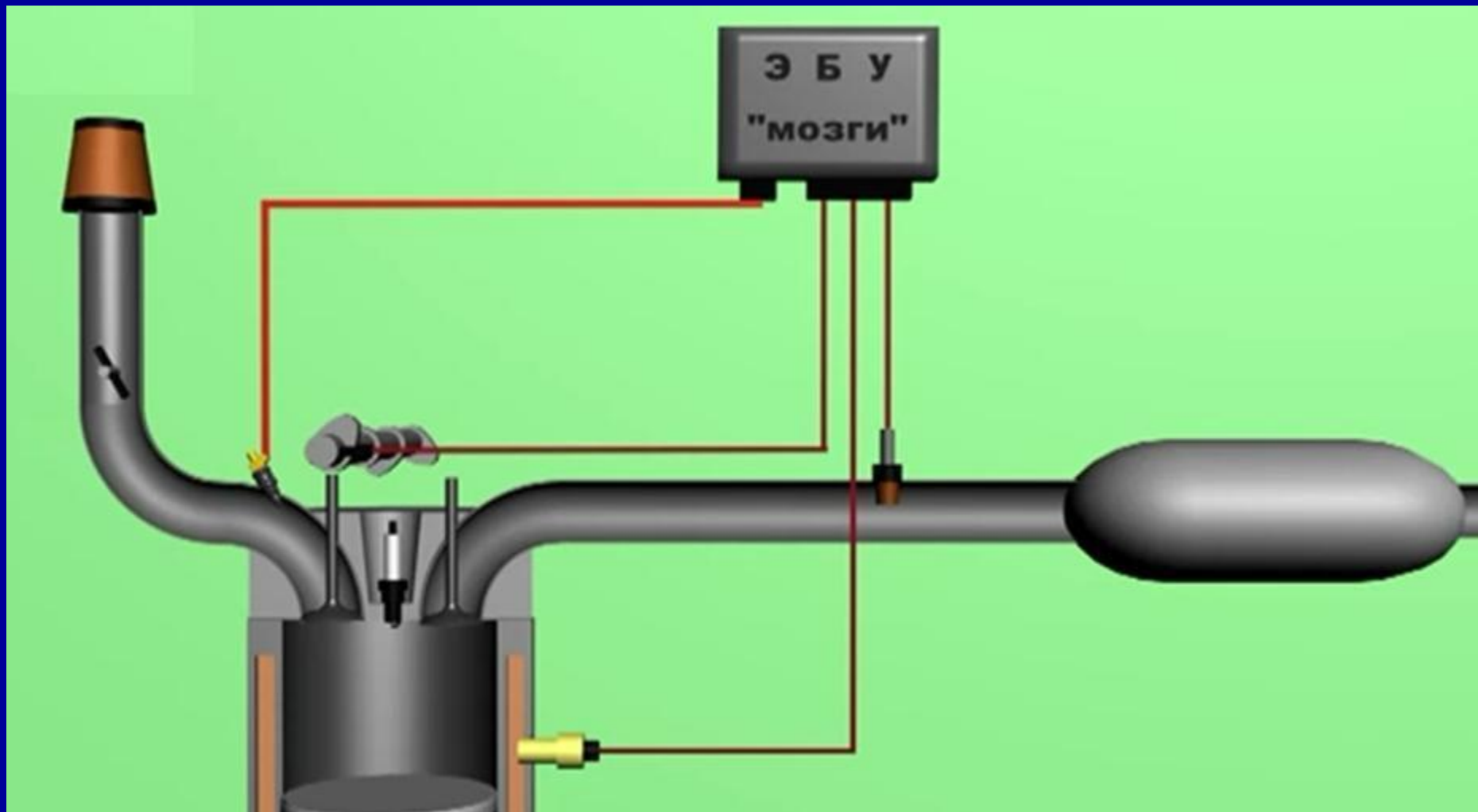
Как это происходит, можно в деталях увидеть на видео.

Подобное устройство мотора позволяет решить те проблемы, которые возникают при работе карбюратора.

Видео

Принцип работы инжекторного двигателя

[Смотреть](#)



Принцип работы инжекторного двигателя

Видео

Принцип работы форсунки

[Смотреть](#)

Использование инжектора обеспечивает по сравнению с карбюраторным вариантом следующие преимущества мотору:

- повышение мощности на 7-10%;
- улучшение показателей топливной экономичности;
- снижение уровня токсичных веществ в составе выхлопных газов;
- обеспечение оптимального количества топлива, зависящее от режима движения автомашины.

Однако у инжекторного двигателя есть и свои недостатки:

Для управления инжекторным требуется сложная электроника и целая система датчиков.

35.2. Устройство впрыска

В инжекторном двигателе можно выделить:

- **контроллер впрыска** – электронное устройство, содержащее программу для работы всех составных узлов системы;
- **форсунки**. Их может быть как несколько, так и одна, в зависимости от используемой системы впрыска;
- **датчик расхода воздуха**, определяющий наполнение цилиндров в зависимости от такта;
- **датчик дроссельной заслонки** (ее положения), устанавливающий текущее состояние движения и нагрузку на двигатель;
- **датчик температуры**, контролирующей степень нагрева охлаждающей жидкости, по его данным корректируется работа двигателя;

- датчик фактического нахождения коленчатого вала обеспечивающий синхронизацию работы всех составных узлов системы;
- датчик кислорода, определяющий его содержание в выхлопных газах;
- датчик детонации контролирующей возникновение последней, для ее устранения по его сигналам меняется значение опережения зажигания.

35.3. Виды впрысковых систем

35.3.1. Одноточечный впрыск

Это самый простой вариант реализации принципа впрыска. Он практически совместим с любым карбюраторным двигателем, разница заключается в применении впрыска вместо карбюратора.

Если карбюратор во впускной коллектор подает смесь, то при одноточечном впрыске во впускной коллектор впрыскивается через форсунку бензин.

Как и в случае с карбюраторным мотором, при такте впуск двигатель всасывает готовую топливно-воздушную смесь, и его работа практически не отличается от работы обычного двигателя. Преимуществом такого мотора будет лучшая экономичность.

35.3.2. Многоточечный впрыск

Представляет дальнейший этап совершенствования инжекторных моторов. Топливо по сигналам от контроллера подается к каждому цилиндру, но тоже во впускной коллектор, т.е. ТВС готовится вне цилиндра и уже в готовом виде поступает в цилиндр.

35.3.3. Непосредственный впрыск

Является следующим этапом развития инжекторных двигателей. Впрыск топлива выполняется прямо в камеру сгорания, чем обеспечивается наилучшая эффективность работы ДВС.

Итогом такого подхода является получение максимальной мощности, минимального расхода топлива и наилучших показателей экологической безопасности.

Вывод:

В моторах, использующих систему впрыска топлива, возрастает мощность, а также экономическая эффективность их работы, они отличаются значительно меньшим отрицательным влиянием на окружающую среду.

Занятие №36 (2 часа)
Система выпуска
отработавших газов

Система выпуска предназначена для отвода отработавших газов от цилиндров двигателя, а также для уменьшения шума при выбросе их в атмосферу.

Система выпуска отработавших газов состоит из

(рис. 36.1):

- выпускного клапана;
- выпускного трубопровода;
- дополнительного глушителя (резонатора);
- основного глушителя;
- соединительных хомутов.

"Обработка" выхлопных газов перед выпуском их в атмосферу происходит в дополнительном и основном глушителях.

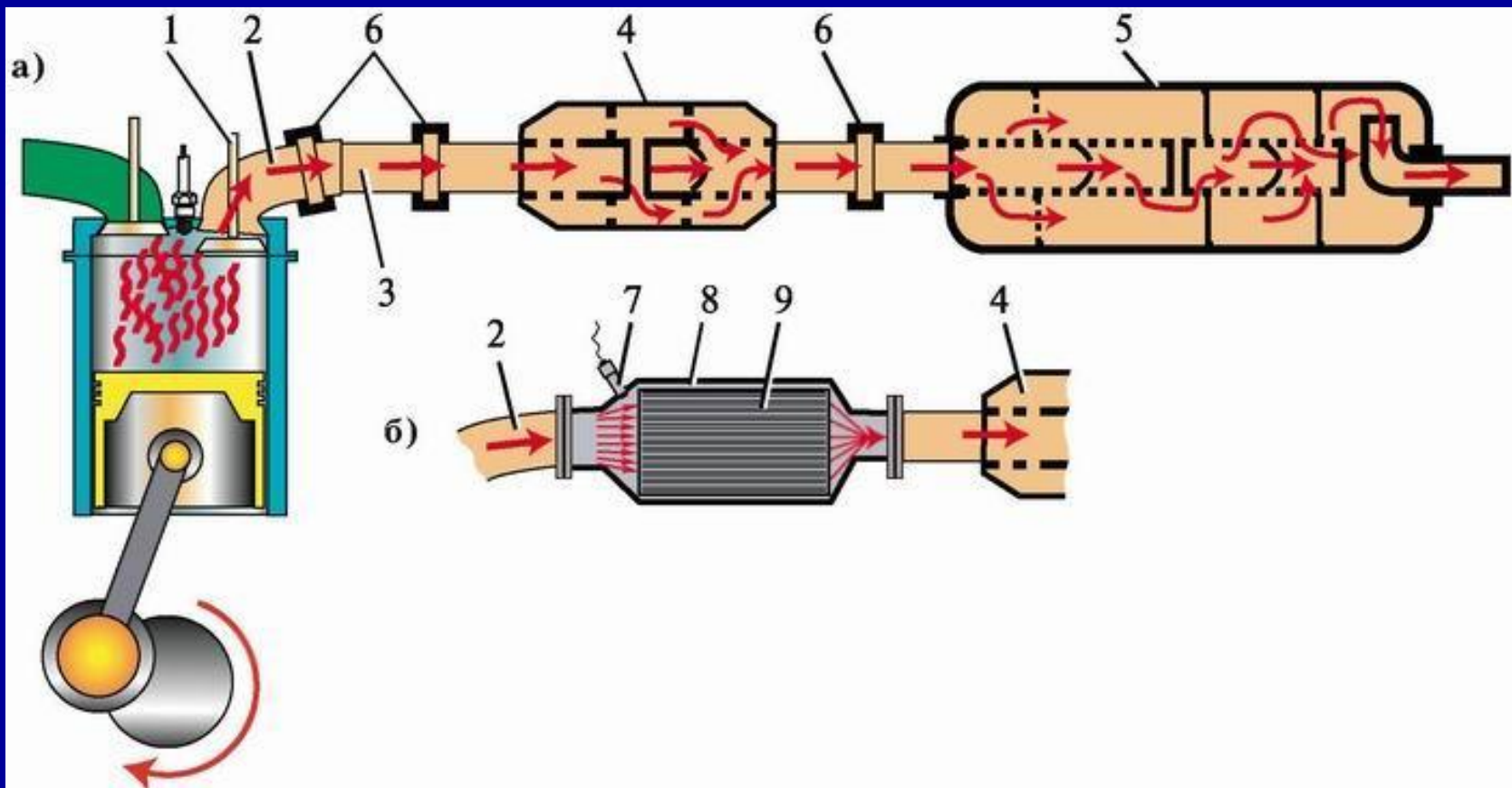


Рис. 36.1. Схема системы выпуска отработавших газов:

а) без каталитического нейтрализатора;

б) с каталитическим нейтрализатором:

1 – выпускной клапан; 2 – выпускной трубопровод;

3 – приемная труба глушителя; 4 – дополнительный глушитель (резонатор);

5 – основной глушитель; 6 – соединительный хомут;

7 – датчик концентрации кислорода (лямбда-зонд);

8 – каталитический нейтрализатор; 9 – керамическая основа нейтрализатора

Внутри глушителей имеются многочисленные отверстия и камеры, расположенные в шахматном порядке.

При прохождении газов по такому лабиринту, они теряют свою скорость и, как следствие этого, шумность их уменьшается.

Каталитический нейтрализатор отработавших газов

В системе выпуска современных автомобилей устанавливается каталитический нейтрализатор отработавших газов.

Назначение нейтрализатора – уменьшить концентрацию вредных веществ, которые содержатся в продуктах сгорания. Самые вредные из них три – углеводороды, окись углерода и окислы азота.

Каждая составляющая должна нейтрализоваться отдельно, поэтому появилось название трехфункциональный (трехкомпонентный) каталитический нейтрализатор.

Нейтрализатор размещается как можно ближе к двигателю в выхлопной системе.

Внутри термостойкого корпуса нейтрализатора находится носитель из керамической основы, на которую наносится активный каталитический материал, состоящий из тончайшего слоя благородных металлов.

В носителе имеется множество продольных каналов, проходя по которым отработавшие газы подвергаются нейтрализации, в результате чего токсичность выхлопа снижается примерно на 90%.

После нейтрализатора основными компонентами выхлопных газов становятся относительно безопасная двуокись углерода, а также совсем безвредные азот и водяной пар.

Для измерения количества кислорода в выпускной системе устанавливается **датчик концентрации кислорода (лямбда-зонд)**.

Датчик отслеживает концентрацию кислорода в отработавших газах и передает информацию в электронный блок управления двигателем (ЭБУ), который дает команду на изменение количества впрыскиваемого в цилиндры двигателя топлива.

Датчик концентрации кислорода не работает только во время прогрева двигателя, при этом ЭБУ определяет состав смеси, впрыскиваемой в цилиндр двигателя, без участия этого датчика.

Занятие №37 (2 часа)
Повторение по теме:
Система питания
карбюраторных и
инжекторных
двигателей.

Видео

Карбюратор

[Смотреть](#)

Видео

Инжектор

[Смотреть](#)

Используя ниже приведенные слайды ответьте на вопросы преподавателя.

1. Опишите схему работы системы питания карбюраторного двигателя;
2. Назовите основные части топливного бака;
3. Опишите конструкцию и схему работы топливного насоса;
4. Опишите схему устройства и работы простейшего карбюратора;
5. Опишите схему работы системы холостого хода карбюратора;
6. Опишите схему инжекторного двигателя с центральным впрыском топлива;

7. Опишите схему инжекторного двигателя с распределенным впрыском топлива;
8. Опишите на схеме расположение основных частей инжекторного двигателя и его работу.

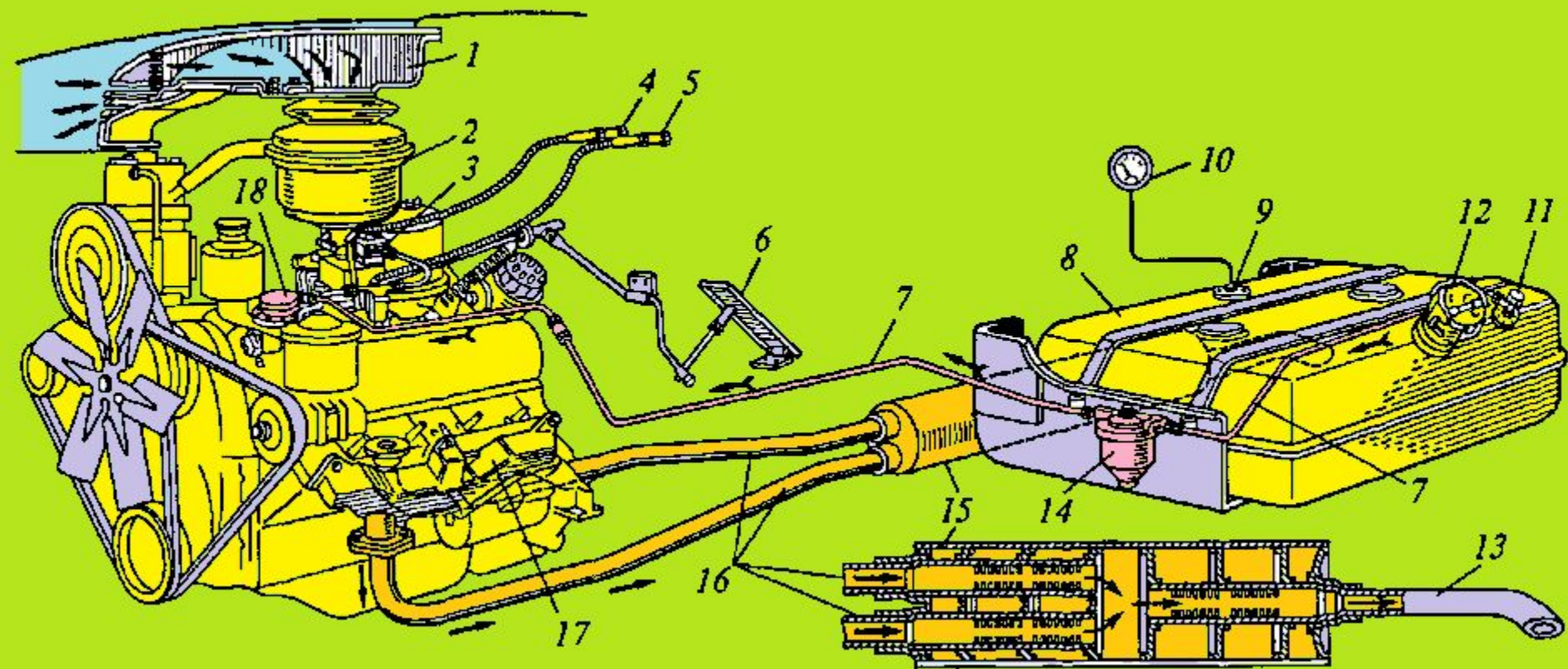


Схема системы питания карбюраторного двигателя

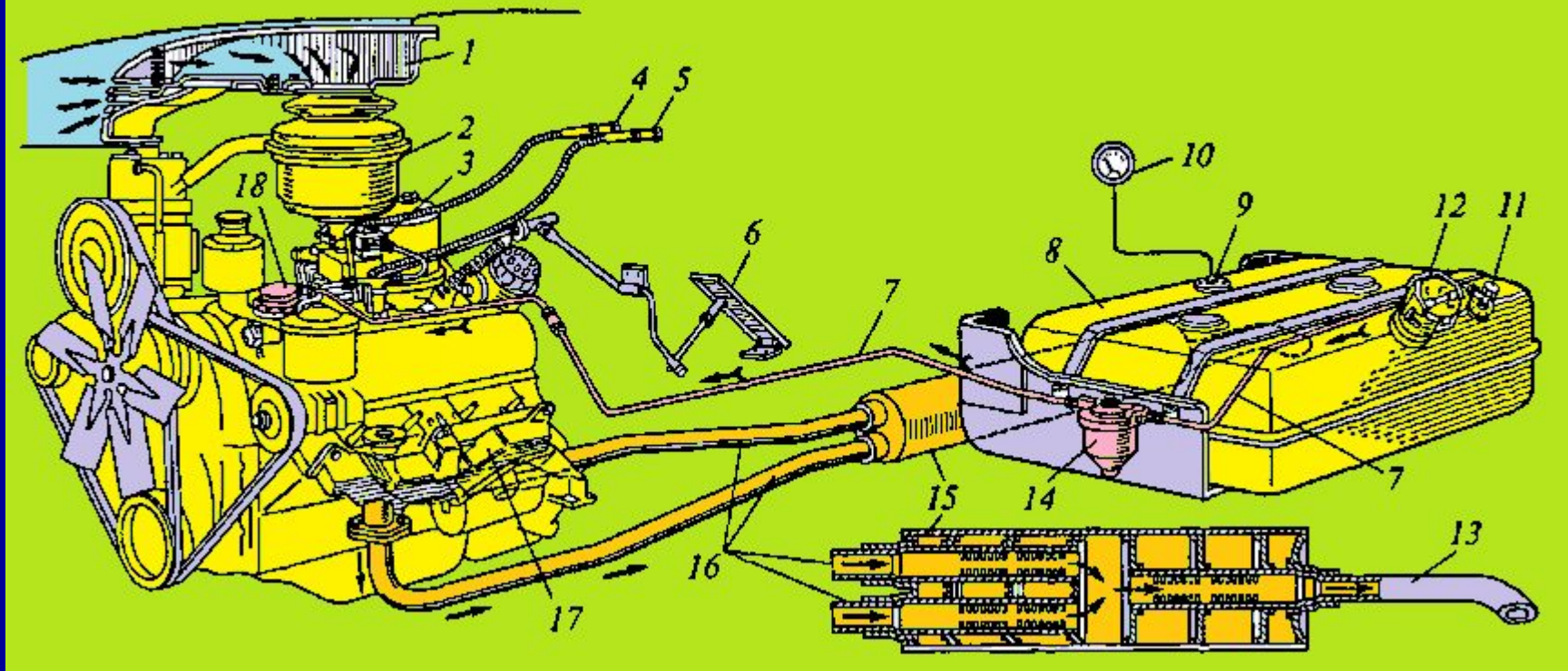
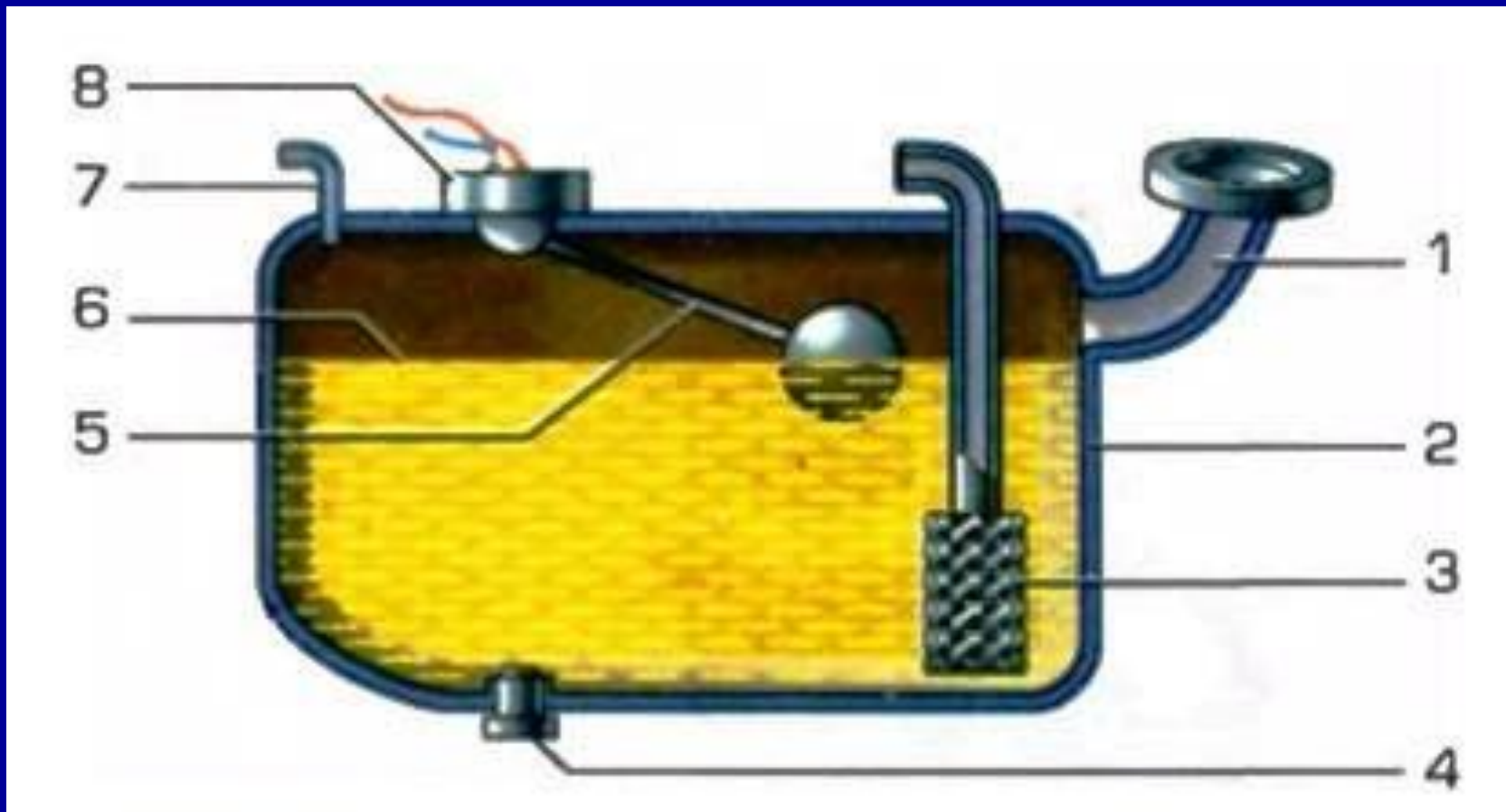


Рис. 31.1. Схема системы питания карбюраторного двигателя:

1 — канал подвода воздуха к воздухоочистителю; 2 — воздухоочиститель;
 3 — карбюратор; 4 — рукоятка ручного управления воздушной заслонкой;
 5 — рукоятка ручного управления дроссельными заслонками;
 6 — педаль подачи топлива; 7 — топливопровод, 8 — топливный бак,
 9 — датчик указателя уровня топлива; 10 — указатель уровня топлива,
 11 — кран; 12 — пробка горловины топливного бака; 13 — выпускная труба
 глушителя, 14 — фильтр-отстойник; 15 — глушитель; 16 — приемные трубы
 глушителя; 17 — выпускной трубопровод; 18 — топливный насос;



Топливный бак

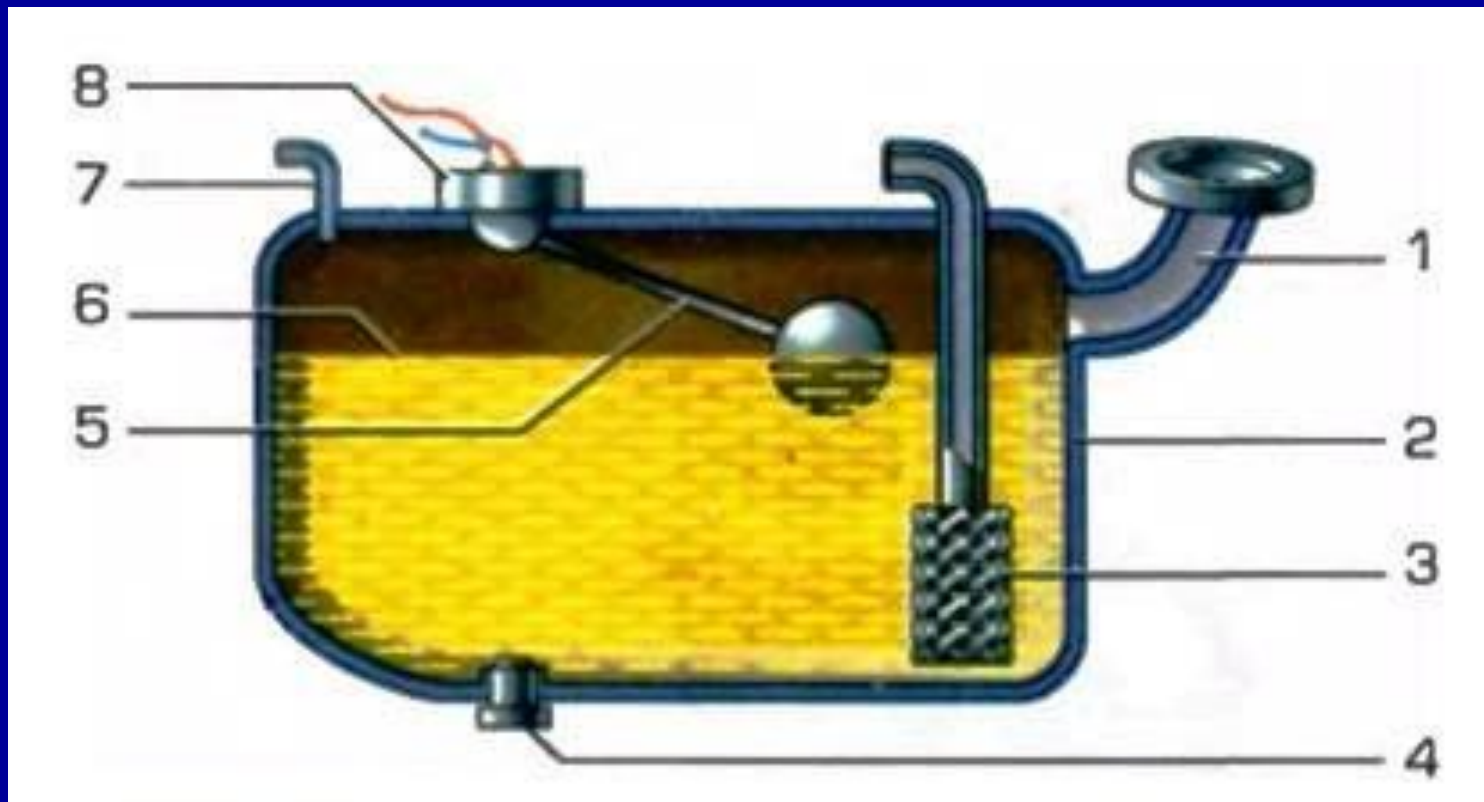


Рис.33.1 Топливный бак

- 1 - заливная горловина;
- 2 - стенки бака;
- 3 - трубка забора топлива с фильтром;
- 4 - сливное отверстие с пробкой,
- 5 - поплавок датчика указателя уровня топлива;
- 6 - уровень топлива;
- 7 - вентиляционная трубка;
- 8 - датчик уровня топлива.

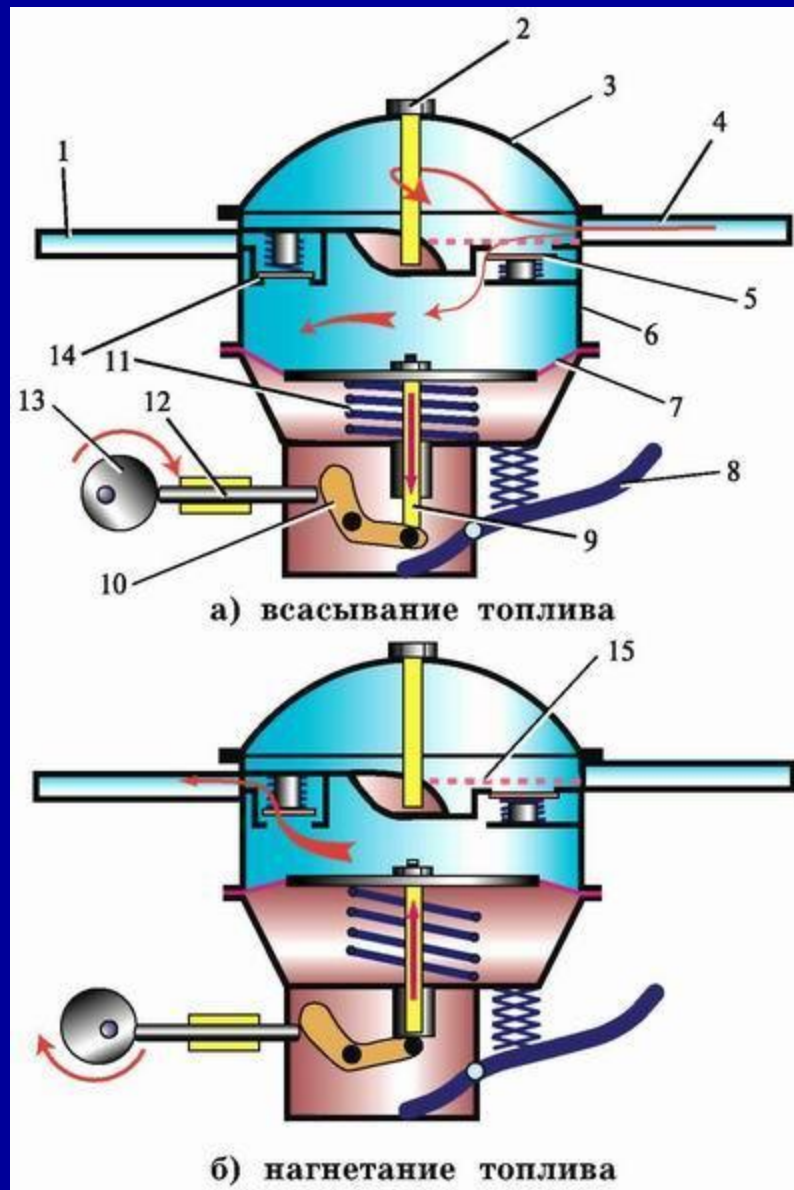


Схема работы топливного насоса

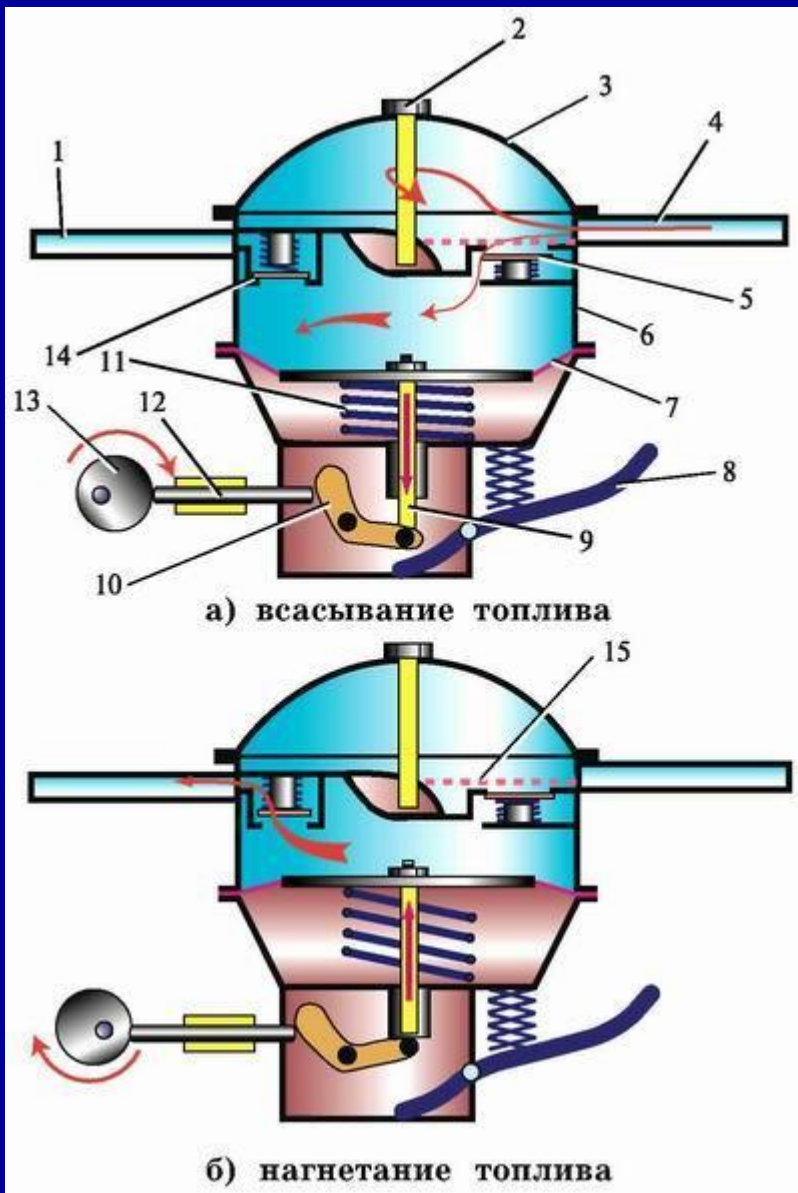


Рис. 33.2. Схема работы топливного насоса:

- 1 – нагнетательный патрубок;
- 2 – стяжной болт;
- 3 – крышка;
- 4 – всасывающий патрубок;
- 5 – впускной клапан с пружиной;
- 6 – корпус;
- 7 – диафрагма насоса;
- 8 – рычаг ручной подкачки;
- 9 – тяга;
- 10 – рычаг механической подкачки;
- 11 – пружина;
- 12 – шток;
- 13 – эксцентрик;
- 14 – нагнетательный клапан с пружиной;
- 15 – фильтр очистки топлива

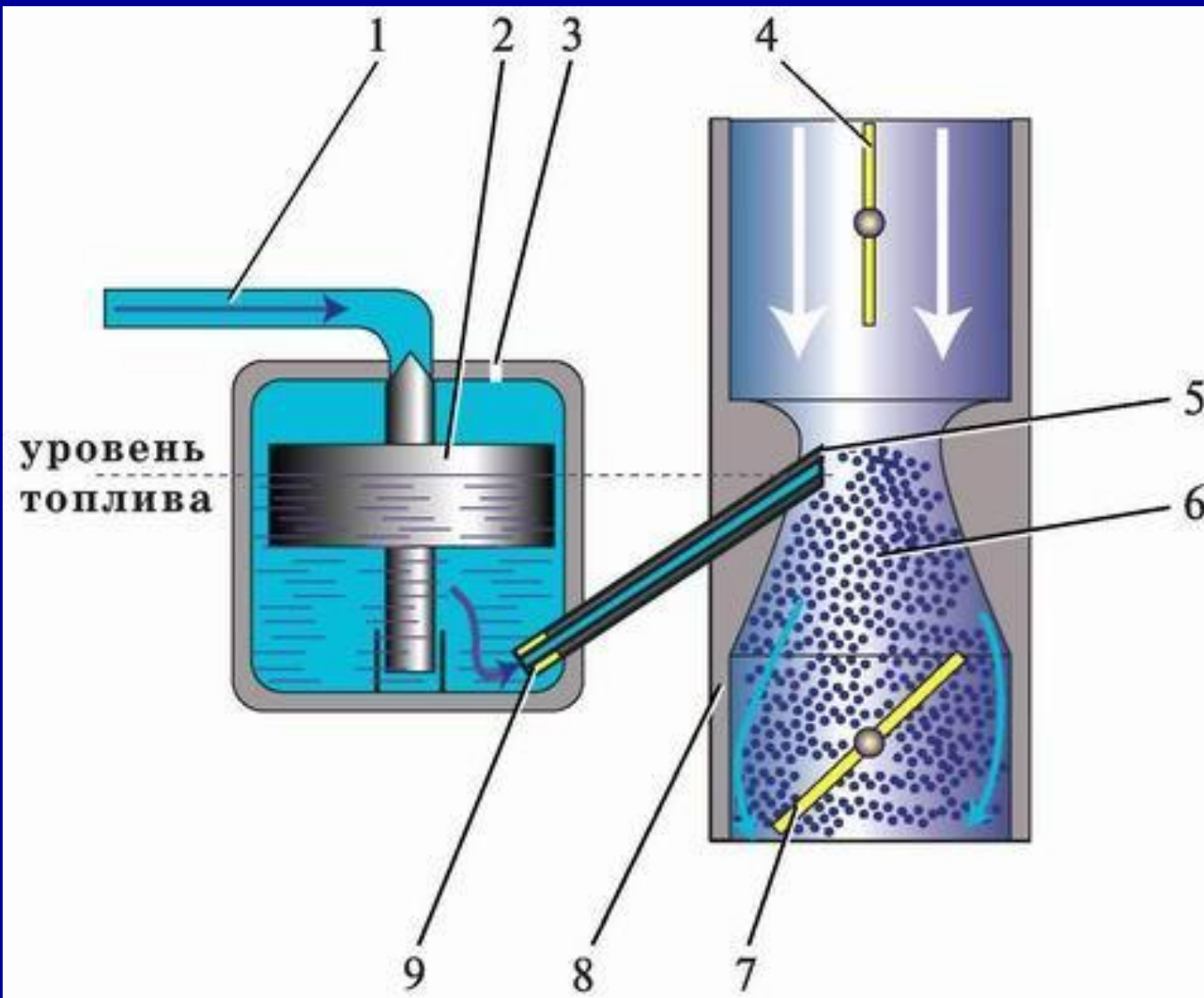


Схема устройства и работы простейшего карбюратора

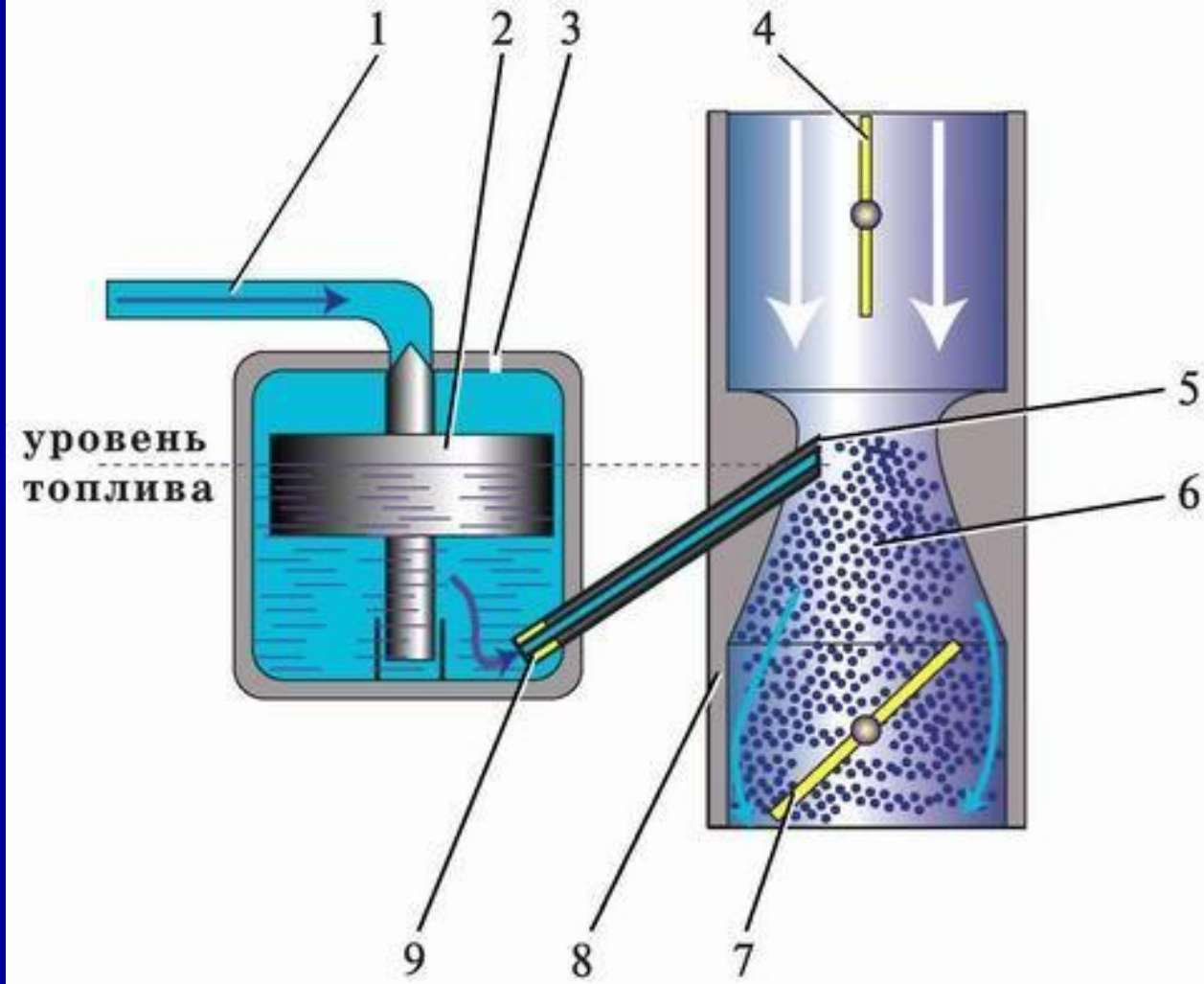


Рис. 34.1. Схема устройства и работы простейшего карбюратора:
1 – топливная трубка; 2 – поплавок с игольчатым клапаном;
3 – отверстие для связи поплавковой камеры с атмосферой;
4 – воздушная заслонка; 5 – распылитель 6 – диффузор;
7 – дроссельная заслонка; 8 – корпус карбюратора; 9 – топливный жиклер

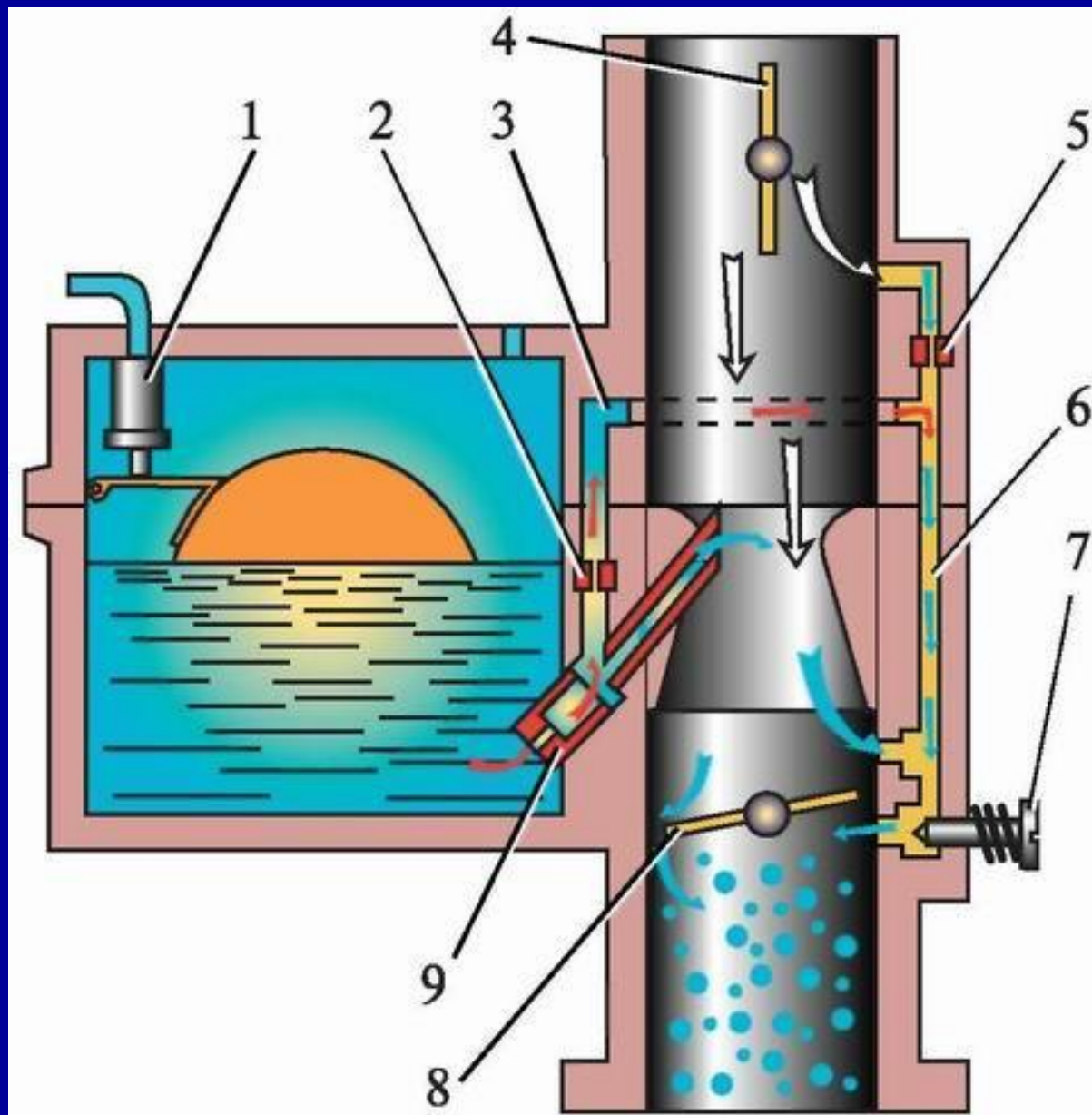
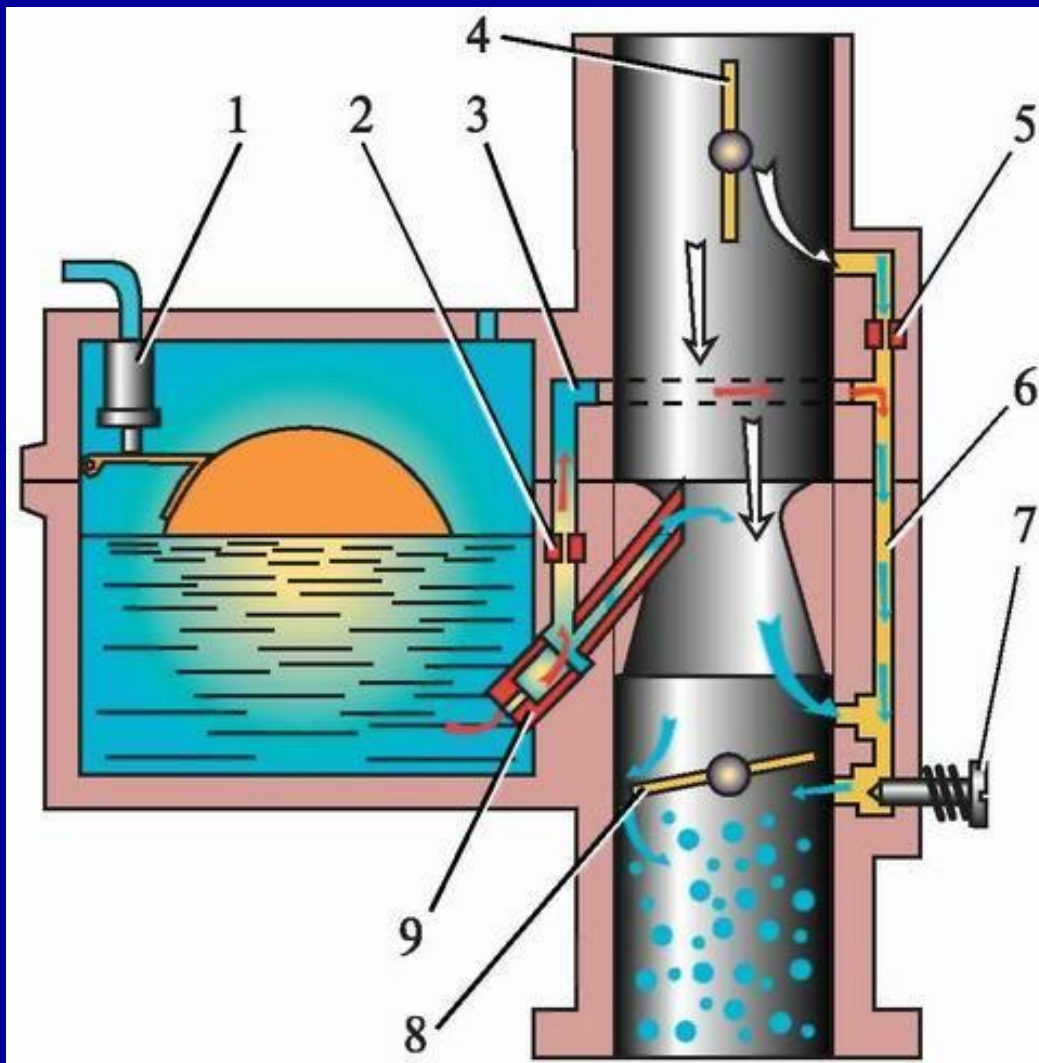


Схема работы системы холостого хода.



- 1 – игольчатый клапан поплавковой камеры карбюратора;
- 2 – топливный жиклер системы холостого хода;
- 3 – топливный канал системы холостого хода;
- 4 – воздушная заслонка;
- 5 – воздушный жиклер системы холостого хода;
- 6 – канал системы холостого хода;
- 7 – винт "качества" системы холостого хода;
- 8 – дроссельная заслонка;
- 9 – топливный жиклер

Рис. 34.2.а. Схема работы системы холостого хода.

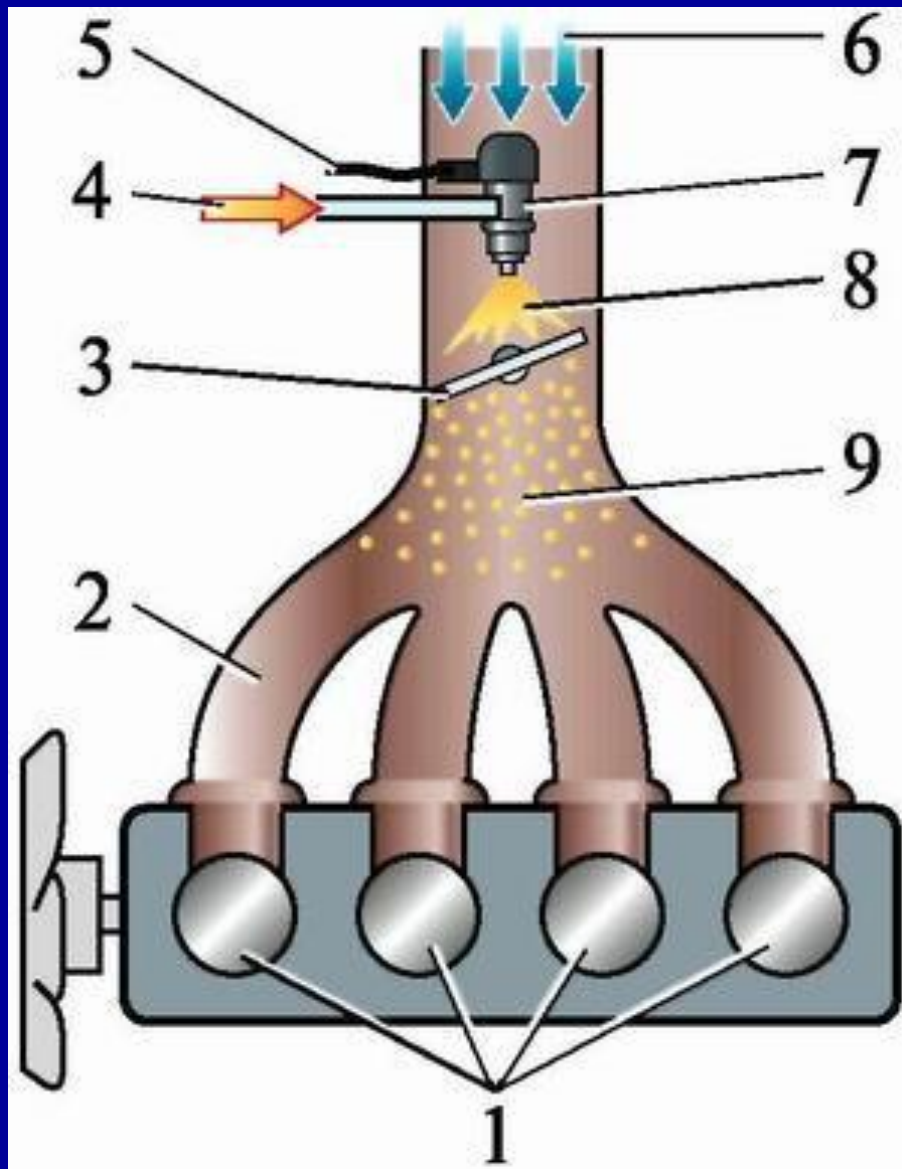
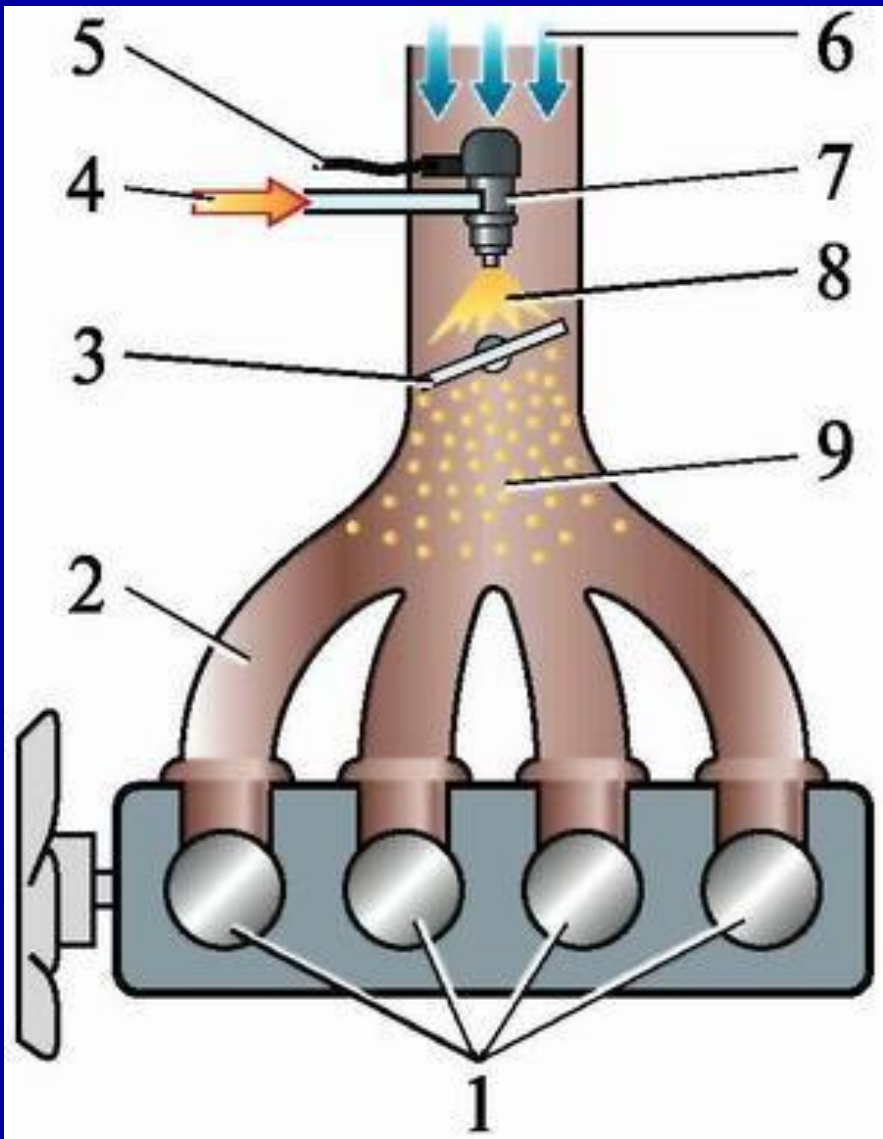


Схема
центрального впрыска топлива:



- 1 – цилиндры двигателя;
- 2 – впускной трубопровод;
- 3 – дроссельная заслонка;
- 4 – подача топлива;
- 5 – электрический провод, по которому к форсунке поступает управляющий сигнал;
- 6 – поток воздуха;
- 7 – электромагнитная форсунка;
- 8 – факел топлива;
- 9 – горючая смесь

Рис. 31.1.а. Схема
центрального впрыска топлива:

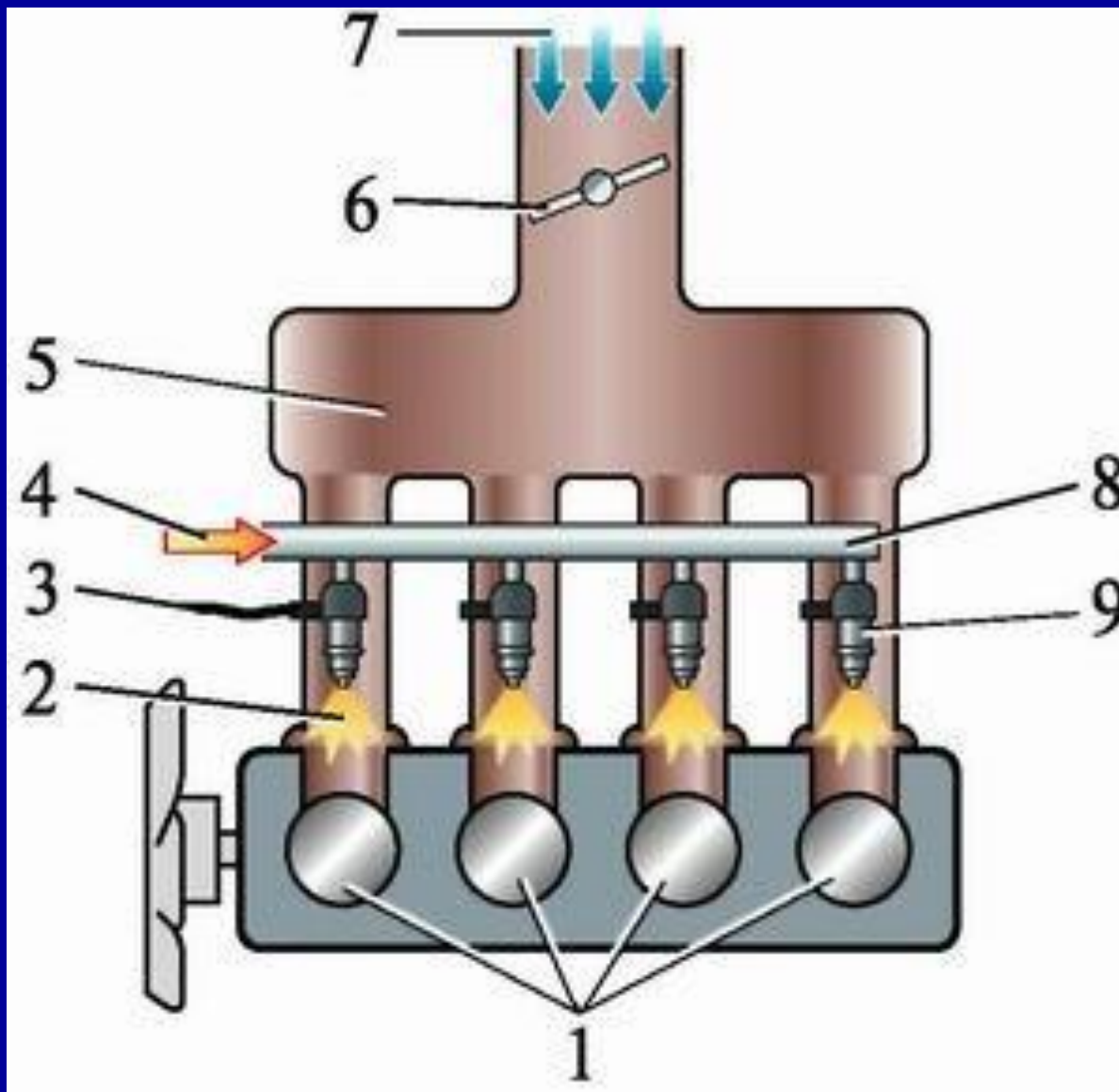
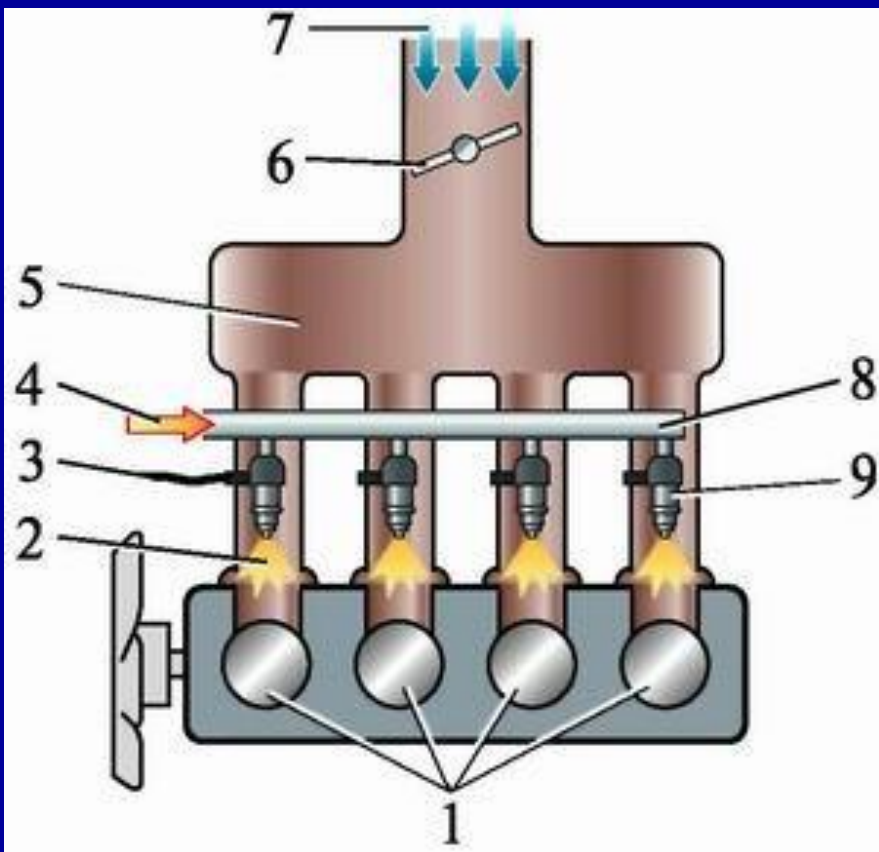


Схема многоточечного впрыска топлива:



- 1 – цилиндры двигателя;
- 2 – факел топлива;
- 3 – электрический провод, по которому к форсунке поступает управляющий сигнал;
- 4 – подача топлива;
- 5 – впускной трубопровод;
- 6 – дроссельная заслонка;
- 7 – поток воздуха;
- 8 – топливная рампа;
- 9 – электромагнитная форсунка

Рис. 31.1.б. Схема
многоточечного
впрыска топлива:

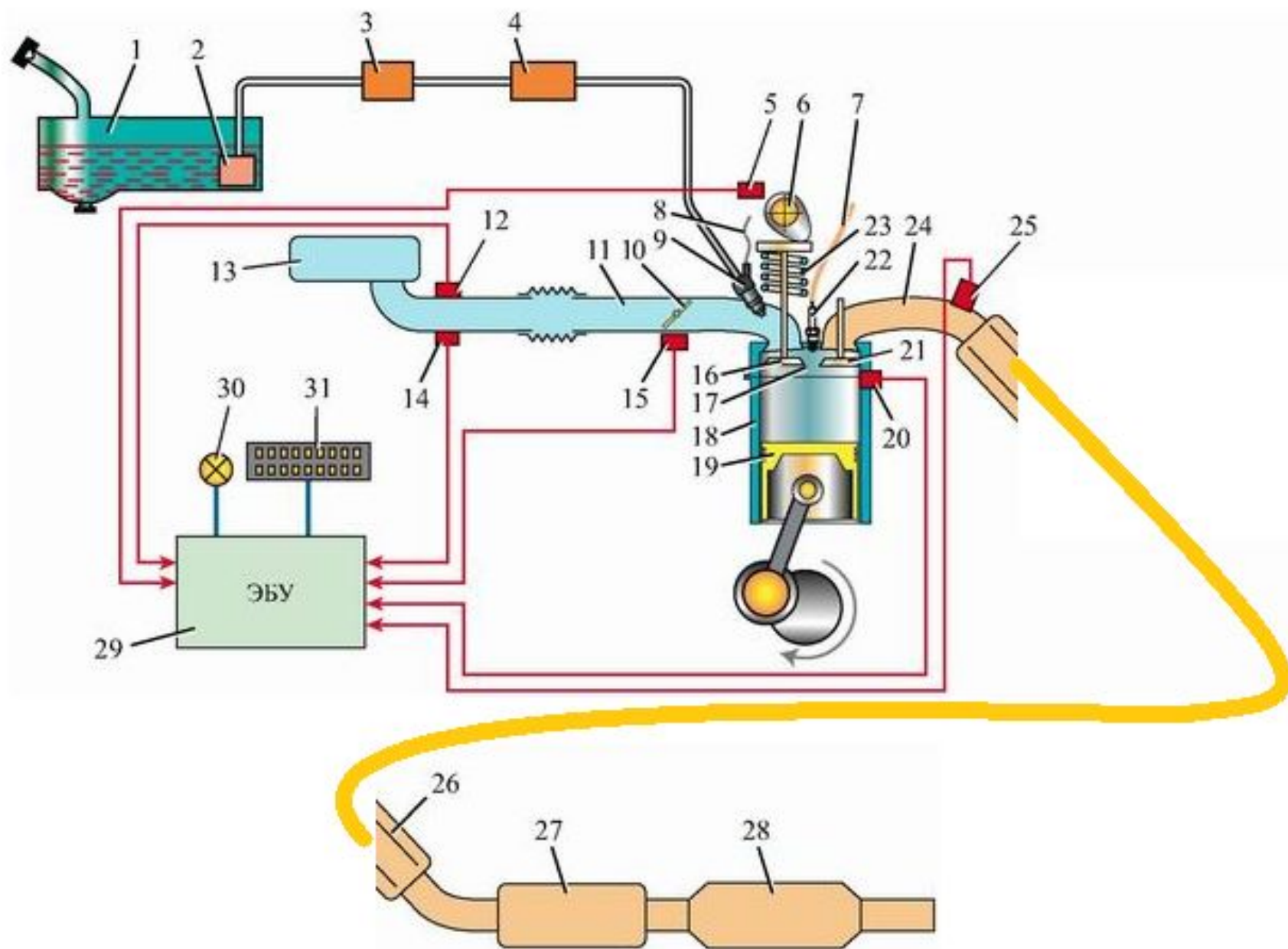


Схема расположения основных узлов системы впрыска топлива.

Тема 8.

Система зажигания

Занятие №38 (2 часа)
Контактная система
зажигания

Система зажигания предназначена для создания тока высокого напряжения и распределения его по свечам цилиндров.

Импульс тока высокого напряжения подается на свечи в строго определенный момент времени, который меняется в зависимости от частоты вращения коленчатого вала и нагрузки на двигатель.

На автомобилях прежних лет выпуска устанавливалась **контактная** или **бесконтактная** система зажигания.

В современном автомобиле с системой впрыска топлива система зажигания является частью комплексной **электронной системы управления двигателем**.

38.1. Контактная система зажигания

Источники электрического тока (аккумуляторная батарея и генератор) вырабатывают ток низкого напряжения.

Они выдают в бортовую электрическую сеть автомобиля 12–14 вольт.

Для возникновения искры между электродами свечи на них необходимо подать 18–20 тысяч вольт!

Поэтому в системе зажигания имеются две электрические цепи – низкого и высокого напряжения.

Контактная система зажигания состоит из (рис. 38.1):

- катушки зажигания;
- прерывателя тока низкого напряжения;
- распределителя тока высокого напряжения;
- центробежного регулятора опережения зажигания;
- вакуумного регулятора опережения зажигания;
- свечей зажигания;
- проводов низкого и высокого напряжения;
- включателя зажигания.

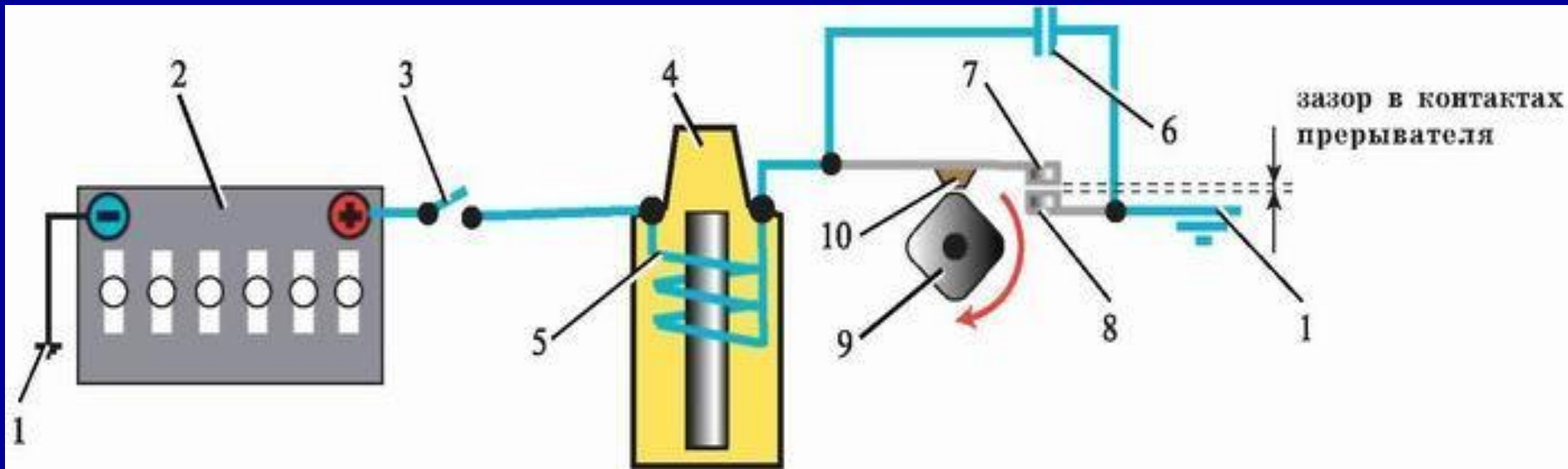


Рис.38.1.а. Электрическая цепь низкого напряжения:

- 1 – "масса" автомобиля;
- 2 – аккумуляторная батарея;
- 3 – контакты замка зажигания;
- 4 – катушка зажигания;
- 5 – первичная обмотка (низкого напряжения);
- 6 – конденсатор;
- 7 – подвижный контакт прерывателя;
- 8 – неподвижный контакт прерывателя;
- 9 – кулачок прерывателя;
- 10 – молоточек контактов

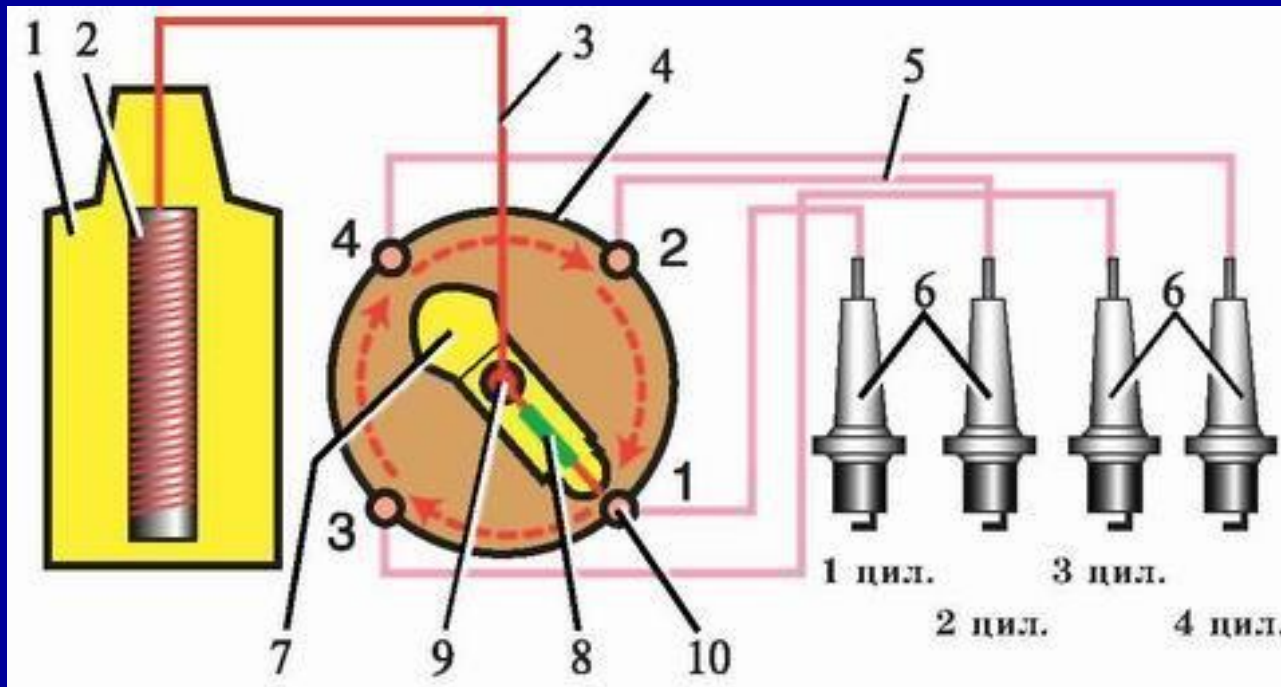


Рис.38.1.б. Электрическая цепь высокого напряжения:

- 1 – катушка зажигания;
- 2 – вторичная обмотка (высокого напряжения);
- 3 – высоковольтный провод катушки зажигания;
- 4 – крышка распределителя тока высокого напряжения;
- 5 – высоковольтные провода свечей зажигания;
- 6 – свечи зажигания;
- 7 – распределитель тока высокого напряжения ("бегунок");
- 8 – резистор;
- 9 – центральный контакт распределителя;
- 10 – боковые контакты крышки

Занятие №39 (2 часа)
Катушка зажигания
и свечи зажигания.

39.1.Катушка зажигания

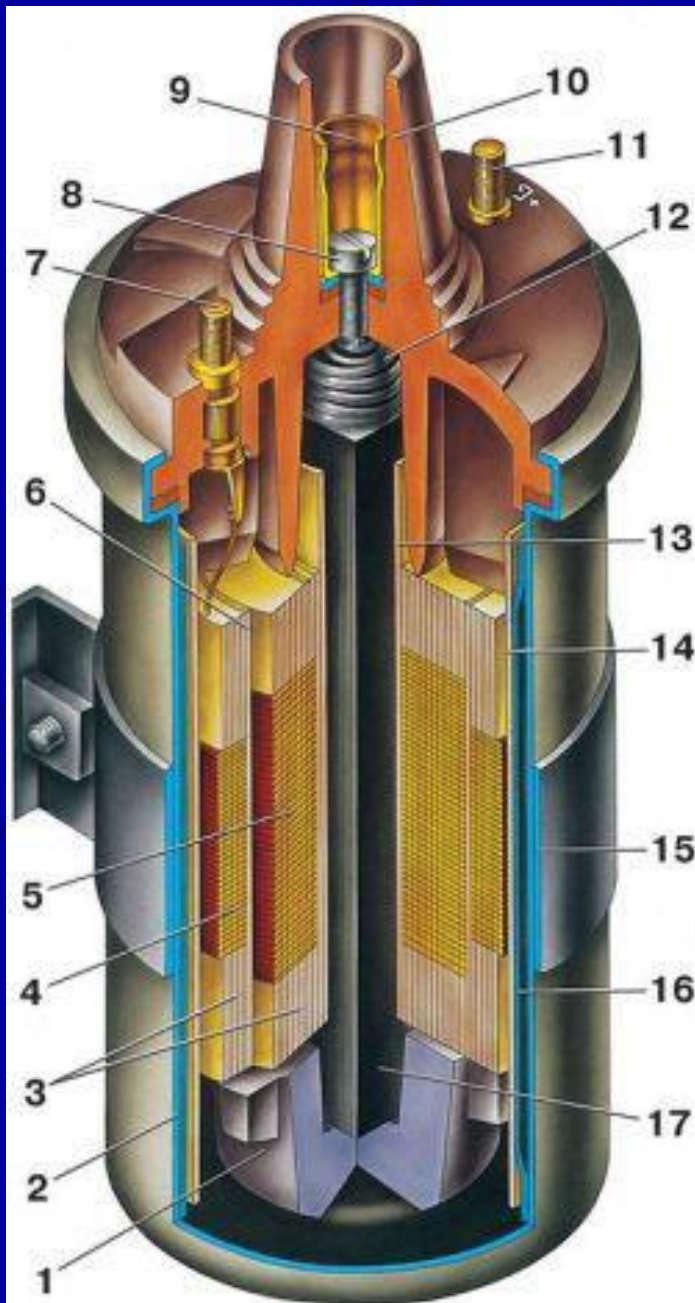
Предназначена для преобразования тока низкого напряжения в ток высокого напряжения.

Как и большинство приборов системы зажигания, она располагается в моторном отсеке автомобиля.

Принцип работы катушки зажигания.

Когда по обмотке низкого напряжения протекает электрический ток, вокруг нее создается магнитное поле.

Если прервать ток в этой обмотке, то исчезающее магнитное поле индуцирует ток уже в другой обмотке (высокого напряжения).



- 1 – изолятор;
- 2 – корпус;
- 3 – изоляционная бумага;
- 4 – первичная обмотка;
- 5 – вторичная обмотка;
- 6 – изоляция между обмотками;
- 7 – клемма вывода первичной обмотки;
- 8 – контактный винт;
- 9 – центральная клемма;
- 10 – крышка;
- 11 – клемма вывода первичной и вторичной обмотки;
- 12 – пружина центральной клеммы;
- 13 – каркас вторичной обмотки;
- 14 – наружная изоляция первичной обмотки;
- 15 – скоба крепления катушки;
- 16 – наружный магнитопровод;
- 17 – сердечник

Рис.39.1.Катушка зажигания

За счет разницы в количестве витков обмоток катушки, из 12-ти вольт мы получаем необходимые нам 20 тысяч вольт! Это как раз то напряжение, которое в состоянии пробить воздушное пространство (около миллиметра) между электродами свечи зажигания.

Напряжение во вторичной цепи получится недостаточно большим для того, чтобы пробить воздушную преграду между электродами свечи зажигания.

А для этого, как раз и необходимы 20 тысяч вольт, в "приготовлении" которых участвует и конденсатор тоже.

39.2. Свеча зажигания

Необходима для образования искрового разряда и поджигания рабочей смеси в камере сгорания.

Устанавливается свеча зажигания в головке цилиндра двигателя.

Когда импульс тока высокого напряжения от распределителя зажигания попадает на свечу, между ее электродами проскакивает искра.

Именно эта "искорка" и воспламеняет рабочую смесь, обеспечивая тем самым нормальное прохождение рабочего цикла двигателя.

Высоковольтные провода

Служат для подачи тока высокого напряжения от катушки зажигания к распределителю и от него на свечи зажигания.

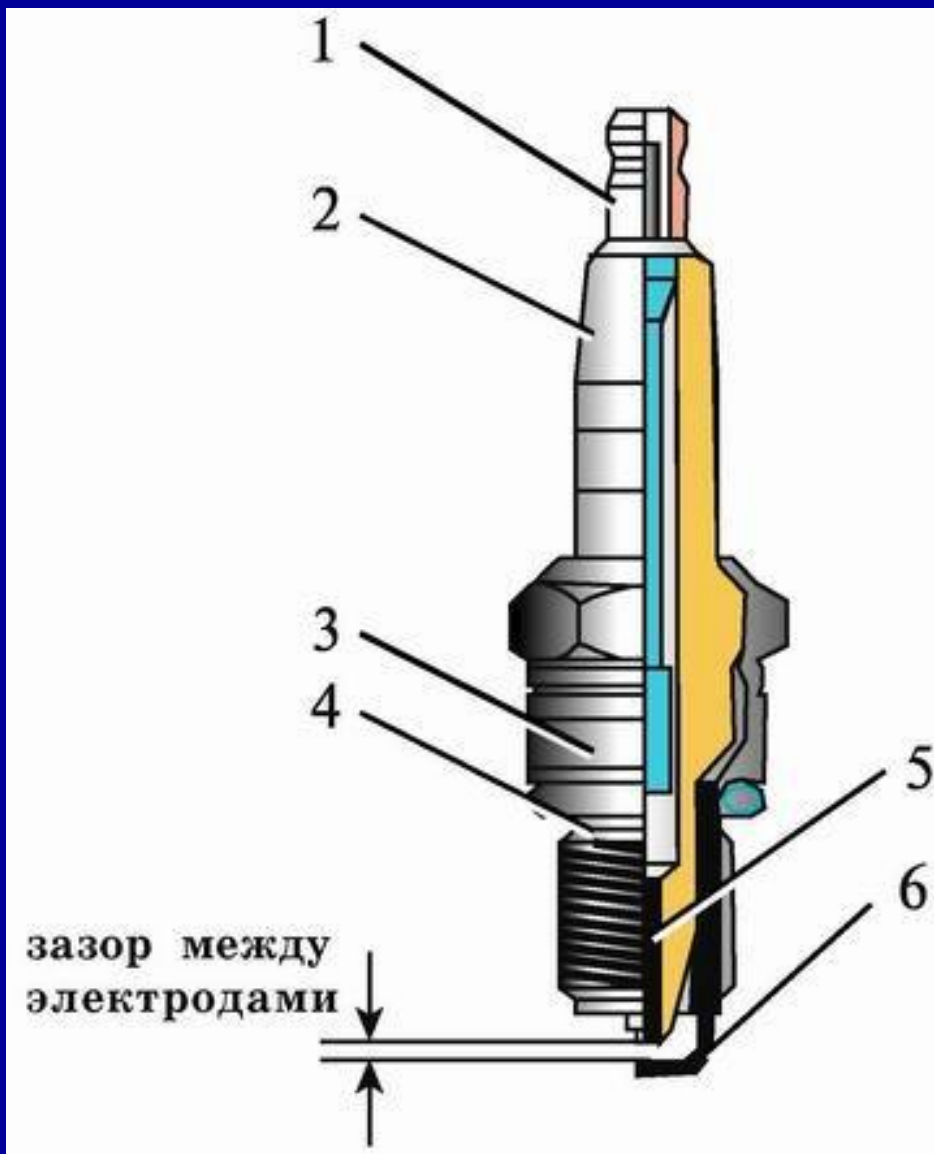


Рис. 39.2. Свеча зажигания:

- 1 – контактная гайка;
- 2 – изолятор;
- 3 – корпус;
- 4 – уплотнительное кольцо;
- 5 – центральный электрод;
- 6 – боковой электрод



Свеча зажигания



Занятие №40 (2 часа)
Прерыватель-распределитель

40.1. Прерыватель тока низкого напряжения и распределитель высокого напряжения.

Прерыватель тока низкого напряжения (контакты прерывателя) нужен для того, чтобы размыкать ток в цепи низкого напряжения.

При этом во вторичной обмотке катушки зажигания индуцируется ток высокого напряжения, который затем поступает на центральный контакт распределителя. Контакты прерывателя находятся под крышкой распределителя зажигания.

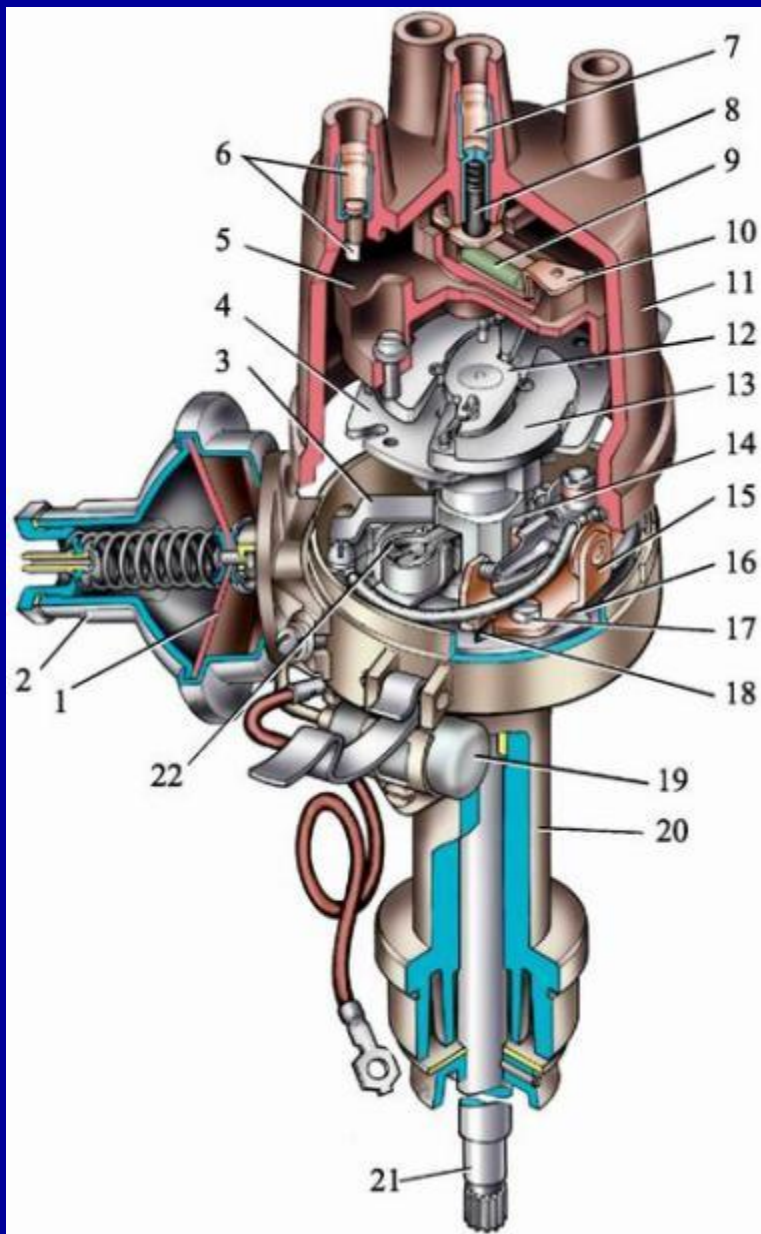
Пластинчатая пружина подвижного контакта постоянно прижимает его к неподвижному контакту. Размыкаются они лишь на короткий срок, когда набегающий кулачок приводного валика прерывателя-распределителя надавит на молоточек подвижного контакта.

Параллельно контактам включен конденсатор, который необходим для того, чтобы контакты не обгорали в момент размыкания.

Во время отрыва подвижного контакта от неподвижного между ними хочет проскочить мощная искра, но конденсатор поглощает в себя большую часть электрического разряда и искрение уменьшается до незначительного. Конденсатор еще участвует и в увеличении напряжения во вторичной обмотке катушки зажигания.

Когда контакты прерывателя полностью размыкаются, конденсатор разряжается, тем самым, ускоряет исчезновение магнитного поля.

А чем быстрее исчезает это поле, тем больший ток возникает в цепи высокого напряжения.



- 1 – диафрагма вакуумного регулятора;
- 2 – корпус вакуумного регулятора;
- 3 – тяга;
- 4 – опорная пластина;
- 5 – ротор распределителя ("бегунок");
- 6 – боковой контакт крышки;
- 7 – центральный контакт крышки;
- 8 – контактный уголек;
- 9 – резистор;
- 10 – наружный контакт пластины ротора;
- 11 – крышка распределителя;
- 12 – пластина центробежного регулятора;
- 13 – кулачок прерывателя;
- 14 – грузик;
- 15 – контактная группа;
- 16 – подвижная пластина прерывателя;
- 17 – винт крепления контактной группы;
- 18 – паз для регулировки зазоров в контактах;
- 19 – конденсатор;
- 20 – корпус прерывателя-распределителя;
- 21 – приводной валик;
- 22 – фильц для смазки кулачка

Рис. 40.1.

Прерыватель-распределитель:

40.2. Крышка распределителя и распределитель (ротор) тока высокого напряжения (рис. 40.1.)

Предназначены для распределения тока высокого напряжения по свечам цилиндров двигателя.

После того, как в катушке зажигания образовался ток высокого напряжения, он попадает (по высоковольтному проводу) на центральный контакт крышки распределителя, а затем через подпружиненный контактный уголек на пластину ротора.

Во время вращения ротора ток через небольшой воздушный зазор "соскакивает" с его пластины на боковые контакты крышки. Далее, через высоковольтные провода импульс тока высокого напряжения попадает к свечам зажигания.

Боковые контакты крышки распределителя пронумерованы и соединены высоковольтными проводами со свечами цилиндров в строго определенной последовательности.

Таким образом, устанавливается "порядок работы цилиндров", который выражается рядом цифр.

Как правило, для четырехцилиндровых двигателей применяется порядок работы: 1–3–4–2.

Это означает, что после воспламенения рабочей смеси в первом цилиндре, следующий "взрыв" произойдет в третьем, потом в четвертом и, наконец, во втором цилиндре.

Такой порядок работы цилиндров установлен для равномерного распределения нагрузки на коленчатый вал двигателя.

Подача высокого напряжения на электроды свечи зажигания должна происходить в конце такта сжатия, когда поршень не доходит до верхней мертвой точки примерно $4-6^\circ$, измеряя по углу поворота коленчатого вала.

Этот угол называют **углом опережения зажигания**.

Необходимость опережения момента зажигания горючей смеси обусловлена тем, что поршень движется в цилиндре с огромной скоростью.

Если смесь поджечь несколько позже, то расширяющиеся газы не будут успевать делать свою основную работу, то есть давить на поршень в должной степени. Хотя горючая смесь и сгорает в течение $0,001-0,002$ секунды, поджигать ее надо до подхода поршня к верхней мертвой точке.

Тогда в начале и середине рабочего хода поршень будет испытывать необходимое давление газов, а двигатель будет обладать той мощностью, которая требуется для движения автомобиля.

Первоначальный угол опережения зажигания выставляется и корректируется с помощью поворота корпуса прерывателя-распределителя.

Тем самым мы выбираем момент размыкания контактов прерывателя, приближая их или, наоборот, удаляя от набегающего кулачка приводного валика прерывателя-распределителя.

В зависимости от режима работы двигателя, условия процесса сгорания рабочей смеси в цилиндрах постоянно меняются.

Поэтому для обеспечения оптимальных условий необходимо постоянно менять и указанный выше угол (4–6°).

40.2. Центробежный и вакуумный регуляторы опережения зажигания.

40.2.1. Центробежный регулятор опережения зажигания

Предназначен для изменения момента возникновения искры между электродами свечей зажигания в зависимости от скорости вращения коленчатого вала двигателя.

При увеличении оборотов коленчатого вала двигателя поршни в цилиндрах увеличивают скорость своего возвратно-поступательного движения. В то же время скорость сгорания рабочей смеси остается практически неизменной.

Следовательно, для обеспечения нормального рабочего процесса в цилиндре смесь необходимо поджигать чуть раньше.

Для этого искра между электродами свечи должна проскочить раньше, а это возможно лишь в том случае, если контакты прерывателя тоже разомкнутся раньше. Это и должен обеспечить центробежный регулятор опережения зажигания (рис. 40.2.).

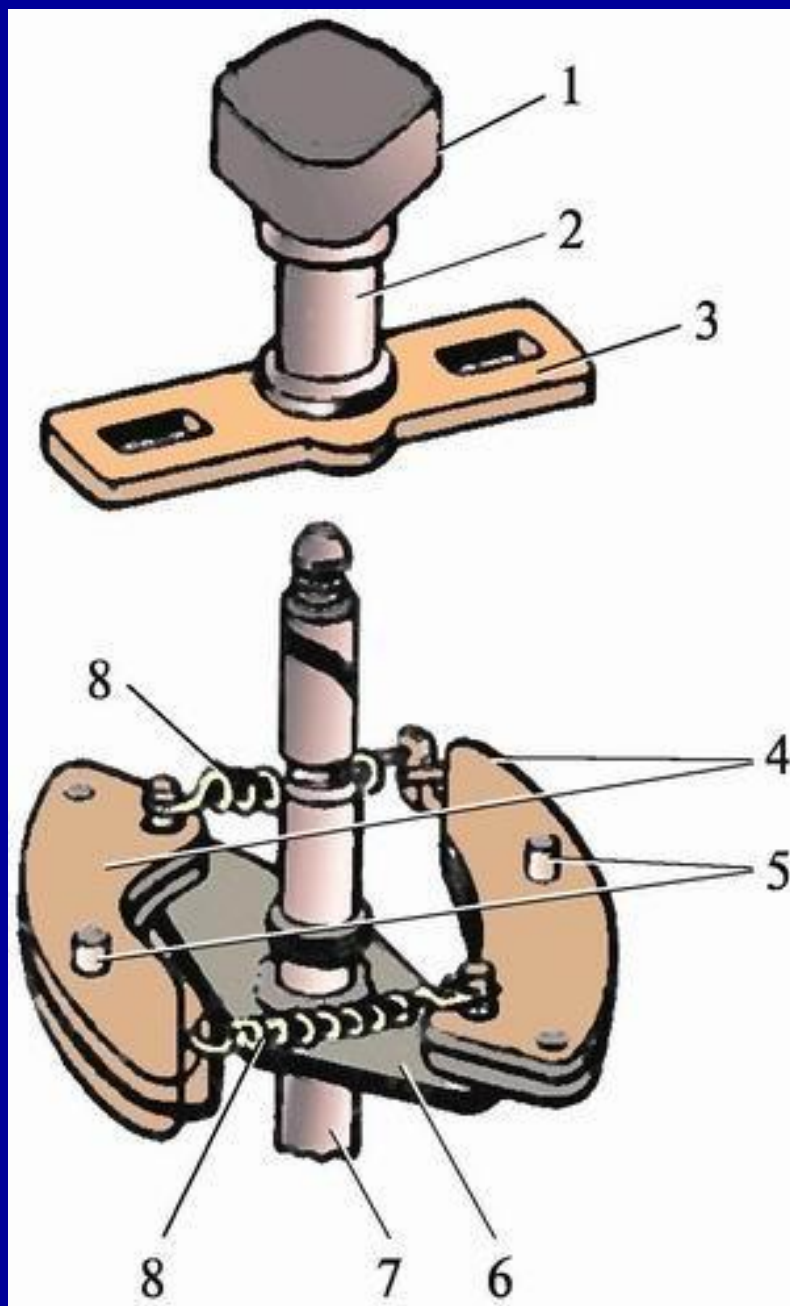
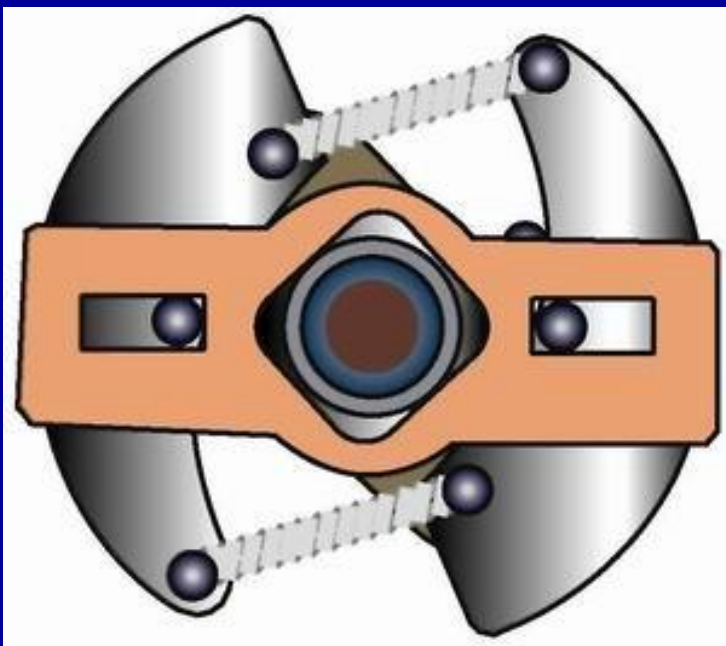
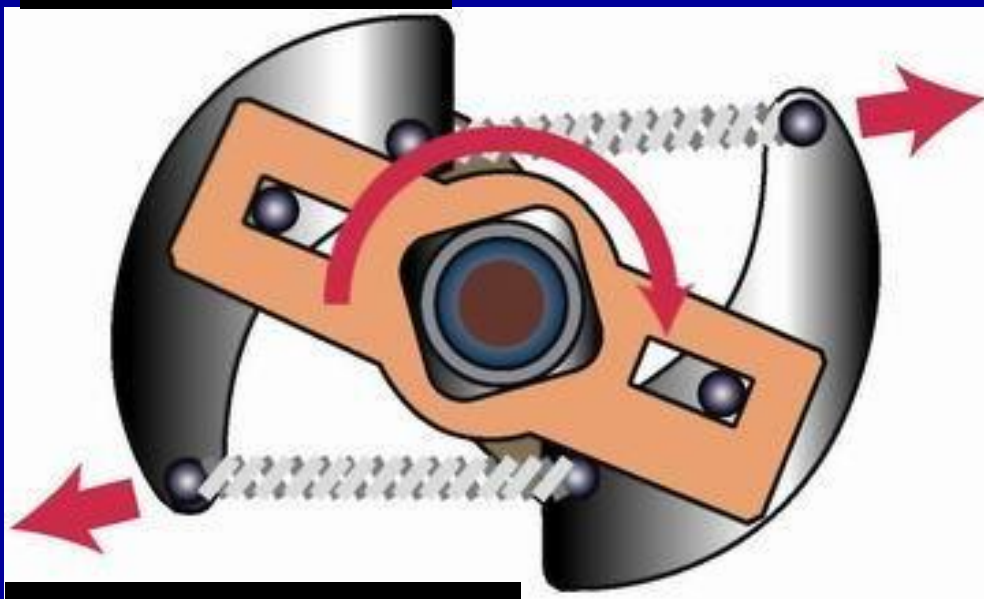


Рис.40.2.а. Расположение деталей регулятора:

- 1 – кулачок прерывателя;
- 2 – втулка кулачков;
- 3 – подвижная пластина;
- 4 – грузики;
- 5 – шипы грузиков;
- 6 – опорная пластина;
- 7 – приводной валик;
- 8 – стяжные пружины



б) грузики вместе



в) грузики разошлись

Рис. 40.2.б,в.
Схема работы
центробежного регулятора
угла опережения зажигания

Центробежный регулятор опережения зажигания находится в корпусе прерывателя-распределителя.

Он состоит из двух плоских металлических грузиков, каждый из которых одним из своих концов закреплен на опорной пластине, жестко соединенной с приводным валиком.

Шипы грузиков входят в прорези подвижной пластины, на которой закреплена втулка кулачков прерывателя. Пластина с втулкой имеют возможность проворачиваться на небольшой угол относительно приводного валика прерывателя-распределителя.

По мере увеличения числа оборотов коленчатого вала двигателя, увеличивается и частота вращения валика прерывателя-распределителя.

Грузики, подчиняясь центробежной силе, расходятся в стороны и сдвигают втулку кулачков прерывателя "в отрыв" от приводного валика, в результате чего набегающий кулачок поворачивается на некоторый угол по ходу вращения навстречу молоточку контактов. Контакты размыкаются раньше, угол опережения зажигания увеличивается.

При уменьшении скорости вращения приводного валика центробежная сила уменьшается, и под воздействием пружин грузики возвращаются на место – угол опережения зажигания уменьшается.

40.2.2. Вакуумный регулятор опережения зажигания

предназначен для изменения момента возникновения искры между электродами свечей зажигания в зависимости от нагрузки на двигатель.

На одной и той же частоте вращения коленчатого вала двигателя положение дроссельной заслонки (педали "газа") может быть различным.

Это означает, что в цилиндрах будет образовываться смесь различного состава, а скорость сгорания рабочей смеси как раз и зависит от ее состава.

При полностью открытой дроссельной заслонке (педаль "газа" "в полу") смесь сгорает быстрее, и поджигать ее можно и нужно попозже. Следовательно, угол опережения зажигания надо уменьшать.

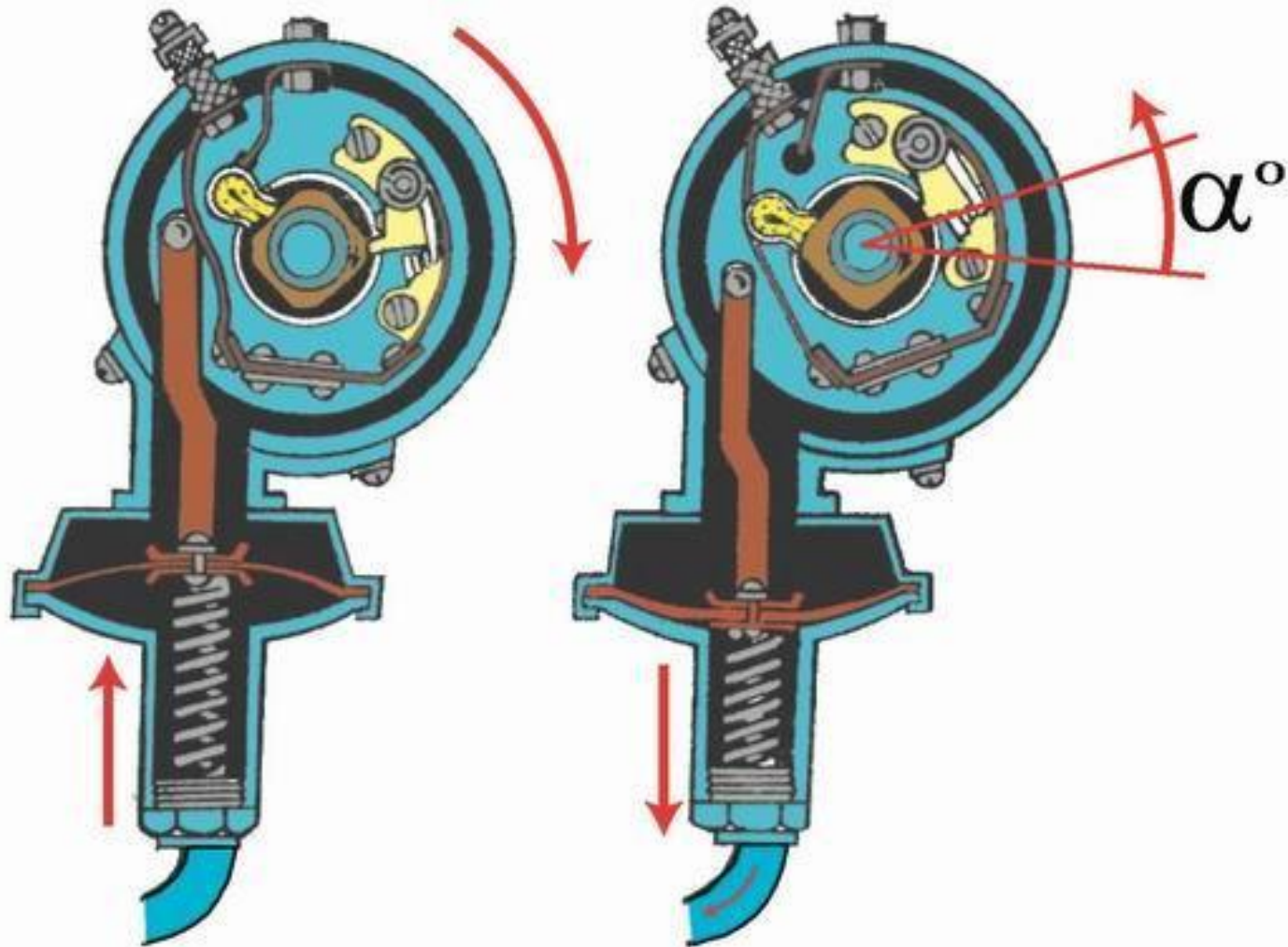
И наоборот, когда дроссельная заслонка прикрыта, скорость сгорания рабочей смеси падает. Значит, угол опережения зажигания должен быть увеличен.

Вакуумный регулятор (рис. 40.3.) крепится к корпусу прерывателя-распределителя.

Корпус регулятора разделен диафрагмой на два объема.

Один из них связан с атмосферой, а другой через соединительную трубку сообщается с полостью под дроссельной заслонкой.

С помощью тяги диафрагма регулятора соединена с подвижной пластиной, на которой располагаются контакты прерывателя.



а) угол опережения зажигания — уменьшен

б) угол опережения зажигания — увеличен

При увеличении угла открытия дроссельной заслонки (увеличение нагрузки на двигатель) разрежение под ней уменьшается.

В этом случае, под воздействием пружины диафрагма через тягу сдвигает пластину вместе с контактами на небольшой угол в сторону от набегающего кулачка прерывателя. Контакты будут размыкаться позже, угол опережения зажигания уменьшится.

И наоборот, угол увеличивается, когда вы прикрываете дроссельную заслонку (уменьшаете "газ").

Разрежение под заслонкой увеличивается, передается к диафрагме и она, преодолевая сопротивление пружины, тянет на себя пластину с контактами.

Это означает, что кулачок прерывателя быстрее встретится с молоточком контактов и разомкнет контакты раньше.

Таким образом мы увеличиваем угол опережения зажигания для плохо горящей рабочей смеси.

Занятие №41 (2 часа)
Бесконтактная система
зажигания

41.1. Сущность бесконтактной системы зажигания.

Преимущество бесконтактной системы зажигания заключается в возможности увеличения подаваемого напряжения на электроды свечи (увеличение "мощности" искры).

Это означает, что улучшается процесс воспламенения рабочей смеси. Тем самым облегчается запуск холодного двигателя, повышается устойчивость его работы на всех режимах, что имеет особое значение для суровых зимних месяцев.

При использовании бесконтактной системы зажигания двигатель становится более экономичным.

У бесконтактной системы, как и у контактной, есть цепи низкого и высокого напряжения.

Цепи высокого напряжения контактной и бесконтактной систем зажигания практически ничем не отличаются, но цепи низкого напряжения у них различны.

В бесконтактной системе используются электронные устройства – коммутатор и датчик-распределитель (датчик Холла) (рис. 41.1).

Бесконтактная система зажигания включает в себя следующие узлы:

- катушку зажигания;
- датчик-распределитель;
- коммутатор;
- свечи зажигания;
- провода высокого и низкого напряжения;
- выключатель зажигания.

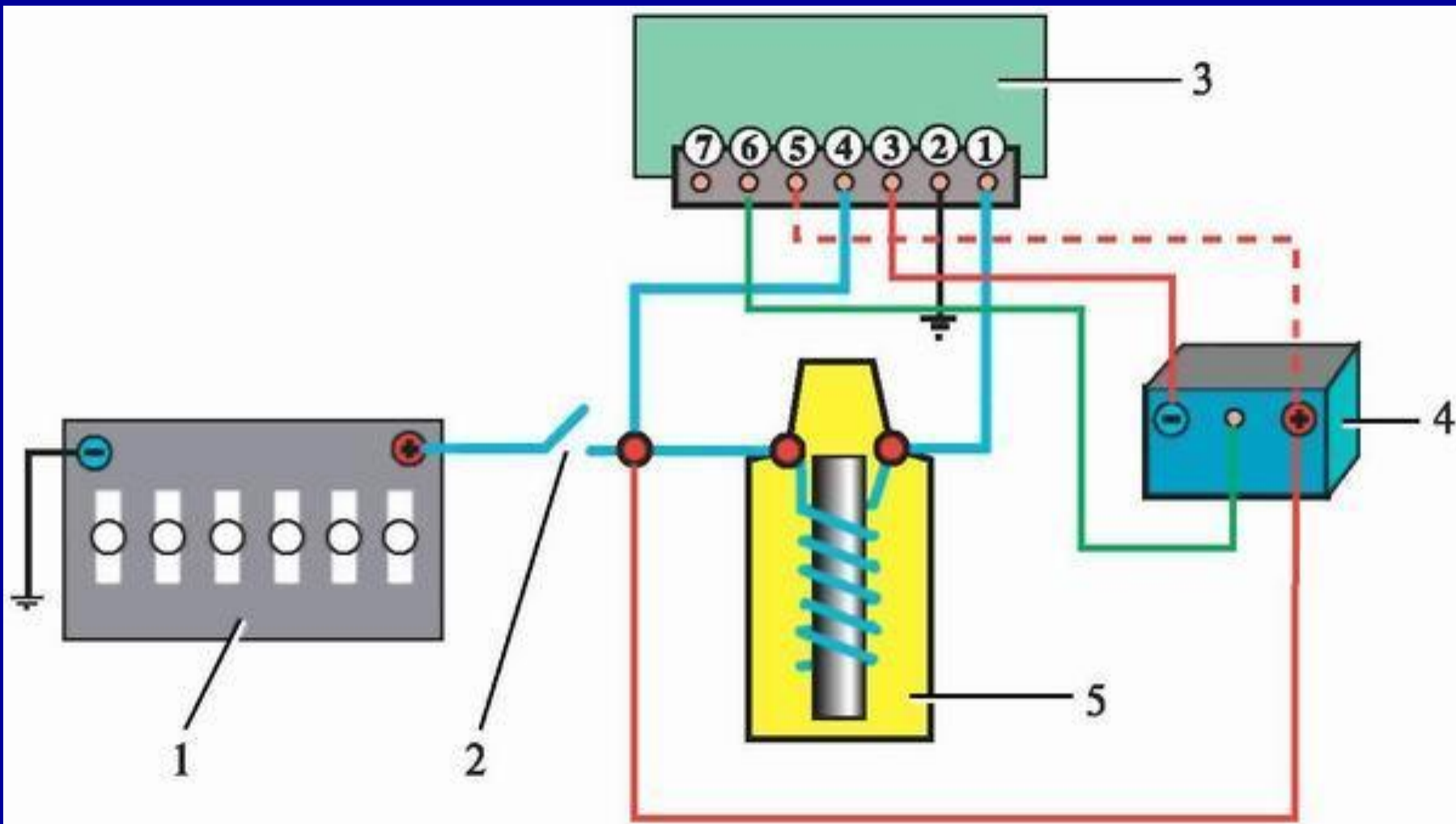


Рис.41.1. Бесконтактная система зажигания

а) Схема электрической цепи низкого напряжения:

- 1 – аккумуляторная батарея; 2 – контакты замка зажигания;
3 – транзисторный коммутатор; 4 – датчик-распределитель (датчик Холла);
5 – катушка зажигания

**Выводные клеммы
транзисторного коммутатора**

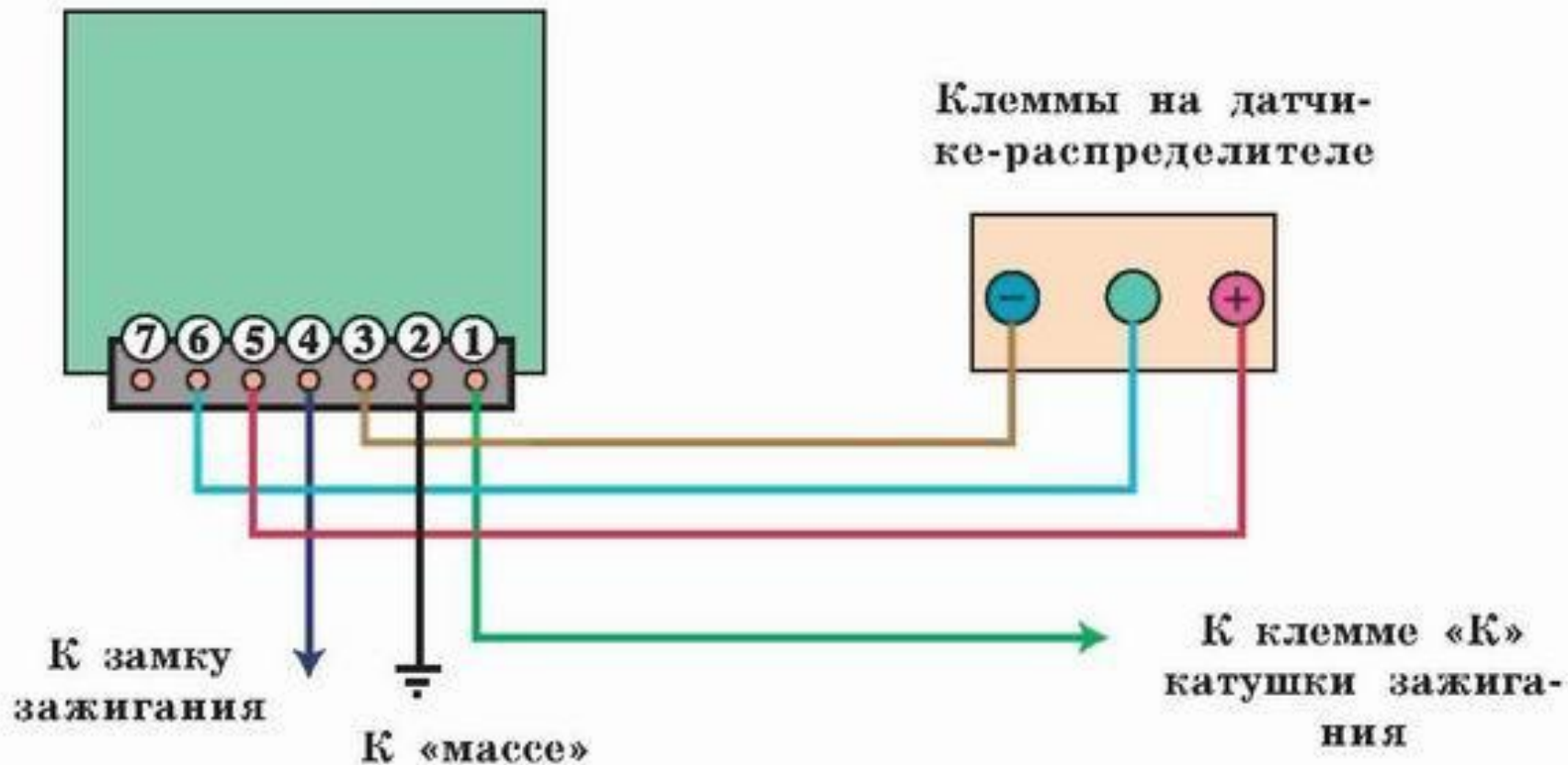


Рис. 41.1. Бесконтактная система зажигания.

б) схема электрических соединений коммутатора и датчика-распределителя

В такой системе зажигания отсутствуют контакты прерывателя, а значит, нечему подгорать и нечего регулировать.

Функцию контактов в этом случае выполняет бесконтактный датчик Холла, который посылает управляющие импульсы в электронный коммутатор.

А коммутатор, в свою очередь, управляет катушкой зажигания, которая преобразует ток низкого напряжения в высокое напряжение.

41.2. Система зажигания на автомобилях с электронным управлением двигателем

На современных автомобилях с электронным управлением двигателем система зажигания состоит из (рис. 41.2):

- электронного блока управления (ЭБУ);
- датчиков (угла поворота коленчатого вала, положения дроссельной заслонки, детонации, температуры охлаждающей жидкости);
- катушки зажигания (общей или по одной катушке на каждый цилиндр);
- распределителя тока высокого напряжения (при общей катушке зажигания);
- высоковольтных проводов;
- свечей зажигания.

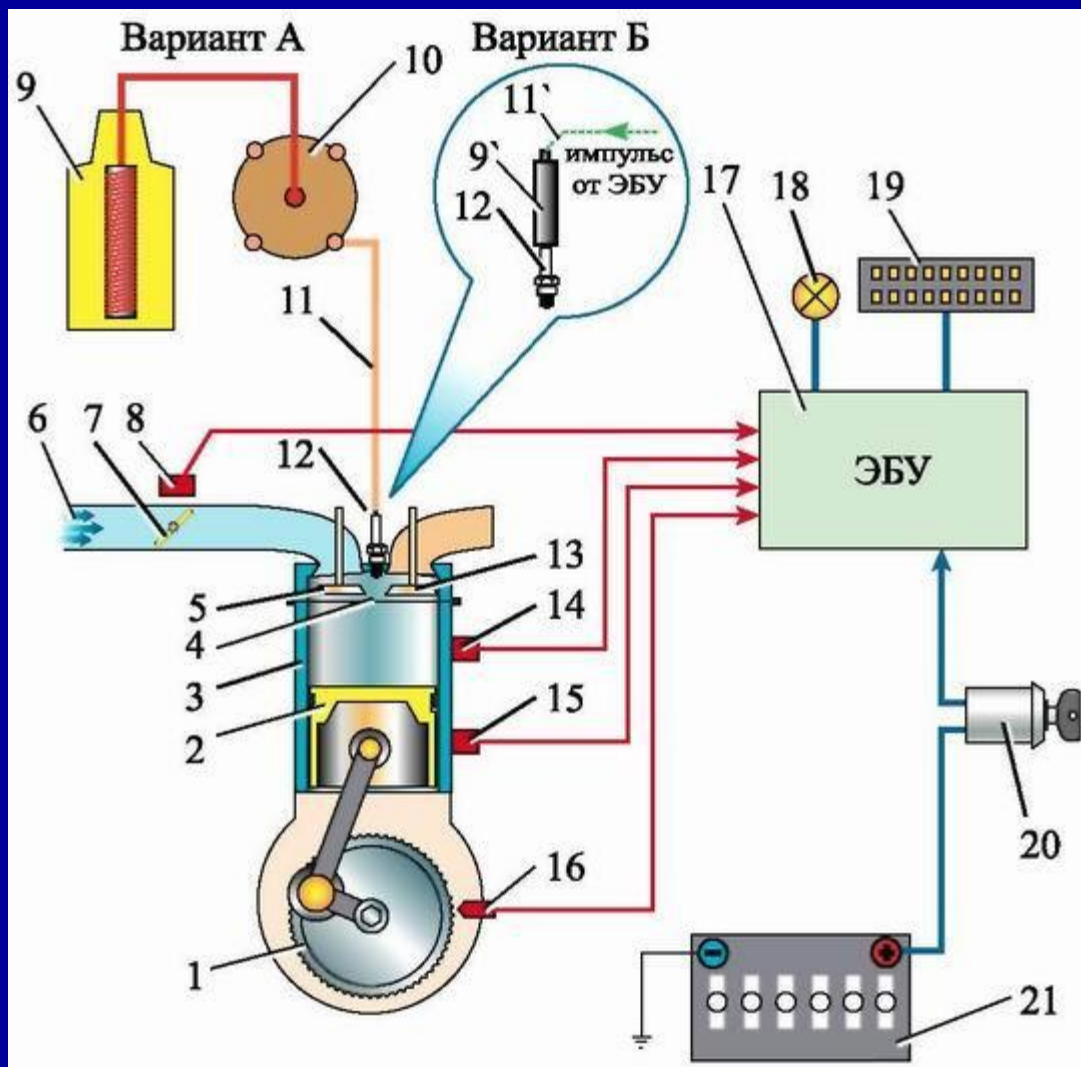
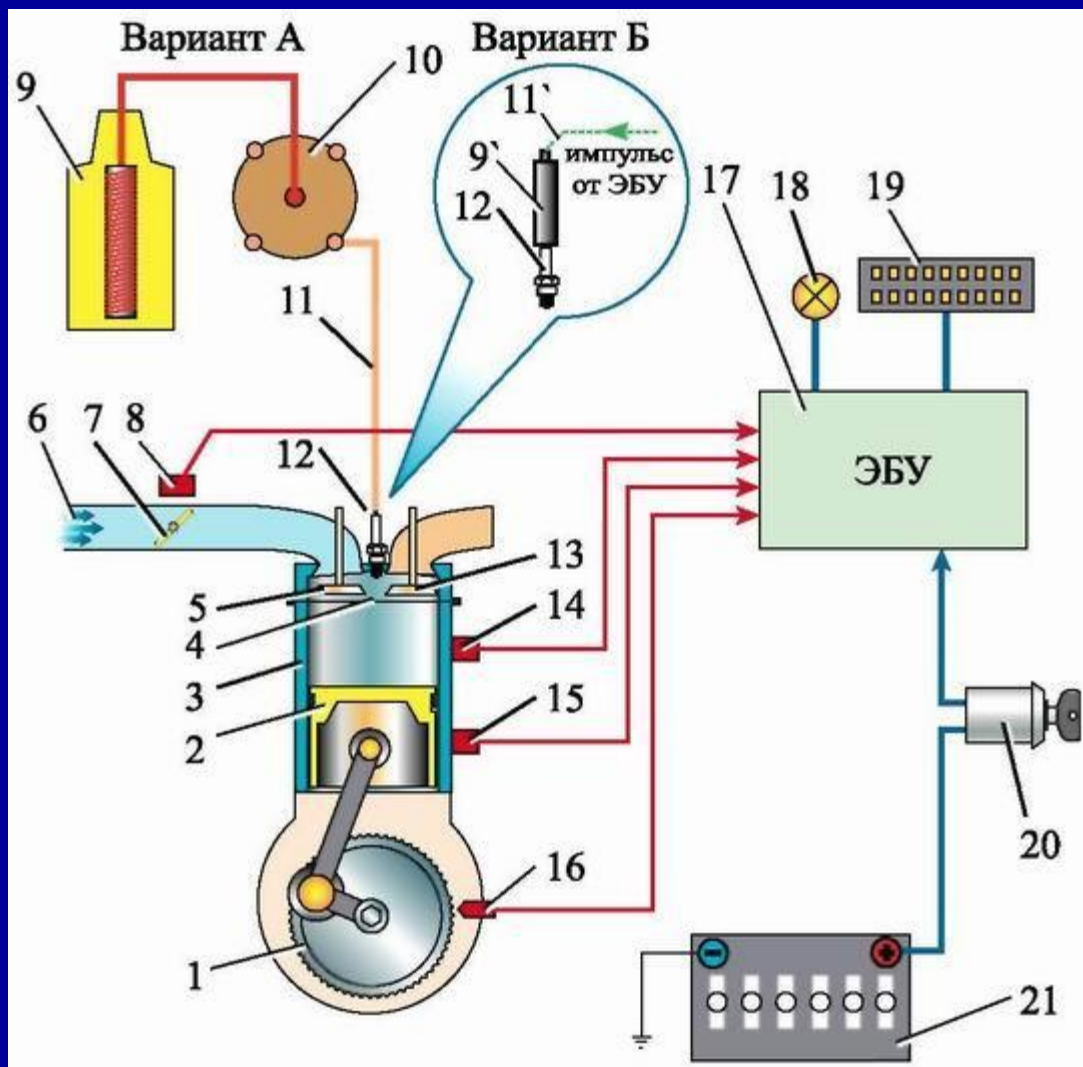


Рис. 41.2. Схема электронной системы зажигания.

Вариант А – с общей катушкой зажигания;
 Вариант Б – с отдельной катушкой на каждый цилиндр:

- 1 – маховик;
- 2 – поршень;
- 3 – цилиндр двигателя;
- 4 – камера сгорания;
- 5 – впускной клапан;
- 6 – поток воздуха;
- 7 – дроссельная заслонка;
- 8 – датчик дроссельной заслонки;
- 9 – катушка зажигания;
- 9' – катушка зажигания на каждой свече;
- 10 – распределитель тока высокого напряжения;
- 11 – высоковольтные провода;
- 11' – электрический провод, по которому к катушке зажигания поступает импульсный сигнал от ЭБУ;
- 12 – свеча зажигания;
- 13 – датчик положения коленчатого вала;
- 14 – датчик положения распределительного вала;
- 15 – датчик температуры охлаждающей жидкости;
- 16 – датчик скорости;
- 17 – свеча накаливания;
- 18 – лампа накаливания;
- 19 – блок управления свечой накаливания;
- 20 – электродвигатель свечи накаливания;
- 21 – блок управления свечой накаливания.



Продолжение:

- 13 – выпускной клапан;
- 14 – датчик температуры охлаждающей жидкости;
- 15 – датчик детонации;
- 16 – датчик угла поворота коленчатого вала;
- 17 – электронный блок управления (ЭБУ);
- 18 – диагностическая лампа-сигнализатор;
- 19 – диагностическая колодка;
- 20 – замок зажигания;
- 21 – аккумуляторная батарея

Рис. 41.2. Схема электронной системы зажигания.

Вариант А – с общей катушкой зажигания;
Вариант Б – с отдельной катушкой на каждый цилиндр:

При работе двигателя информация от датчиков поступает в электронный блок управления (ЭБУ).

В результате обработки полученной информации ЭБУ устанавливает оптимальный момент зажигания, необходимый для получения максимальной экономичности работы двигателя в каждый отдельный момент времени, и подает импульсный сигнал катушке (катушкам) зажигания.

Электронная система зажигания не требует регулировок и очень надежна в течение всего срока службы.

41.3. Электронная система управления двигателем

Принцип работы электронной системы управления двигателем заключается в том, что электронный блок управления (ЭБУ) получает непрерывную информацию о всех параметрах работы систем и механизмов двигателя, а также об окружающей среде.

Мгновенно оценивая информацию, ЭБУ выдает команду на впрыск определенной порции топлива и подачу высоковольтного разряда на электроды свечи зажигания в строго определенный момент времени.

Изменение температуры двигателя и воздуха, оборотов коленчатого вала и давления воздуха мгновенно определяется и передается ЭБУ, который изменяет команду "о дозе топлива и угле опережения зажигания".

Неважно, что температура изменилась на один градус, а число оборотов коленчатого вала уменьшилось на один или два. Блок управления проведет анализ ситуации и изменит свою команду.

Если электронный блок не получил данные от какого-то из датчиков, он записывает в свою память «сбой в работе датчика» и затем сообщит об этом при диагностике на автосервисе.

Система контролирует свою работу, диагностирует неисправности, записывает их.

Она может даже отключить неработающий контур и задействовать резервный.

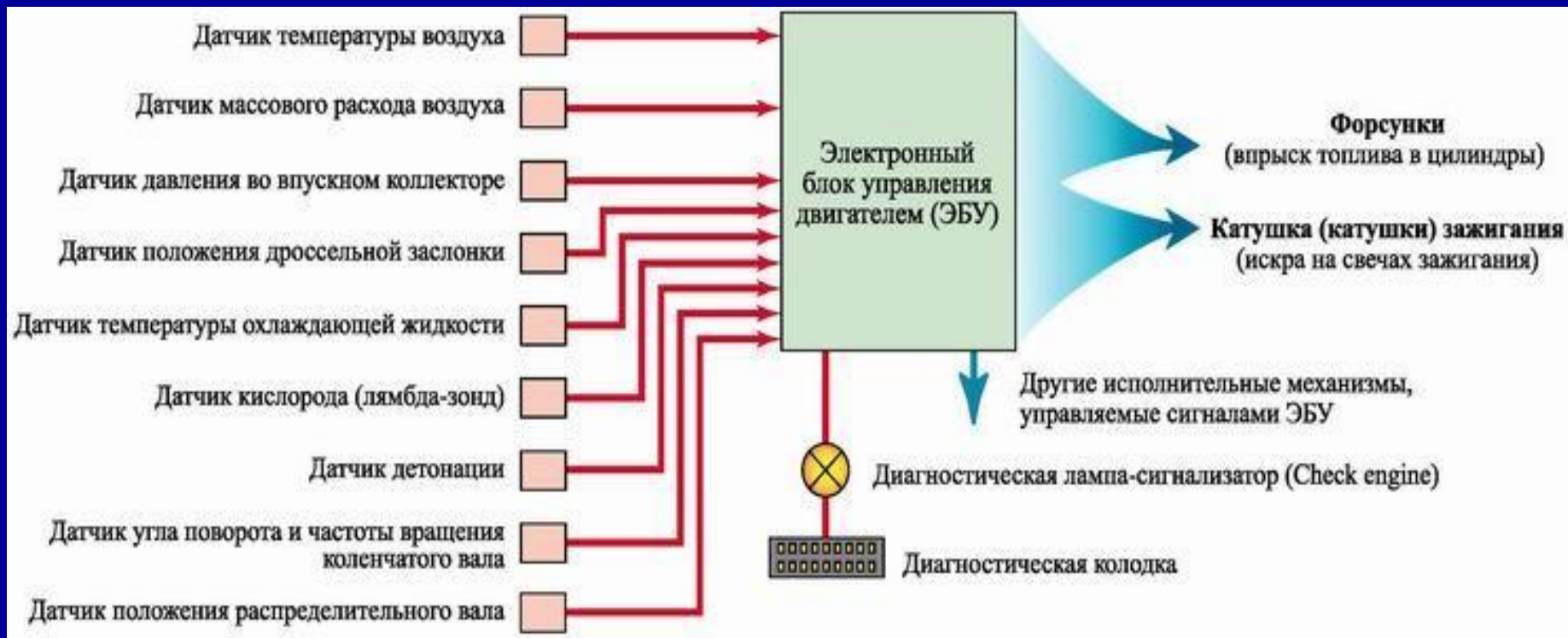


Рис. 41.3. Схема электронной системы управления двигателем

Занятие №42 (2 часа)
Повторение по теме:
Система зажигания

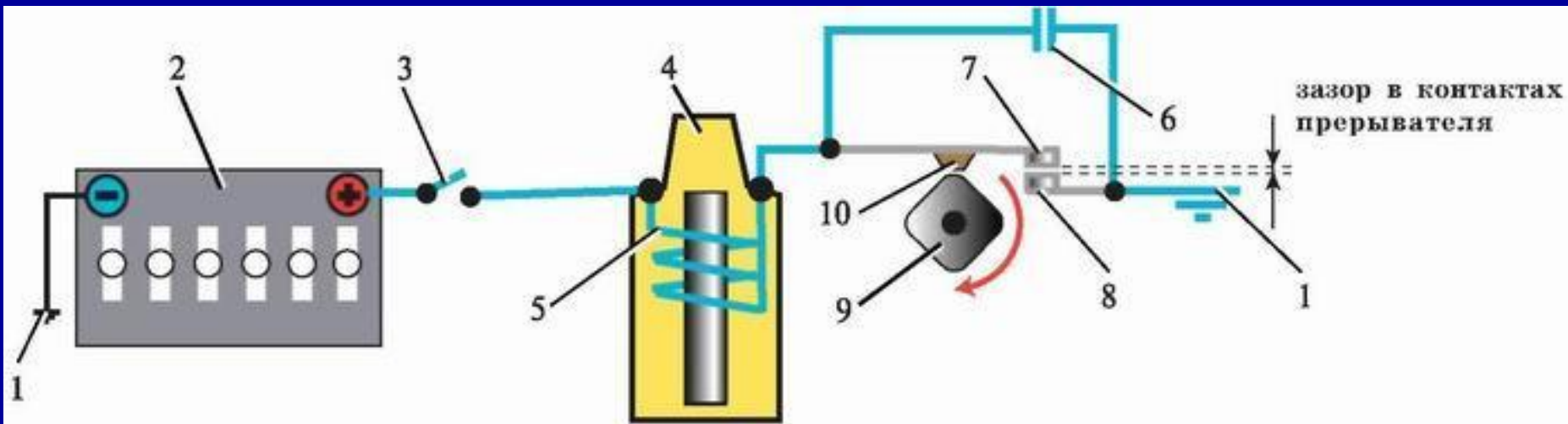
Видео

Система зажигания

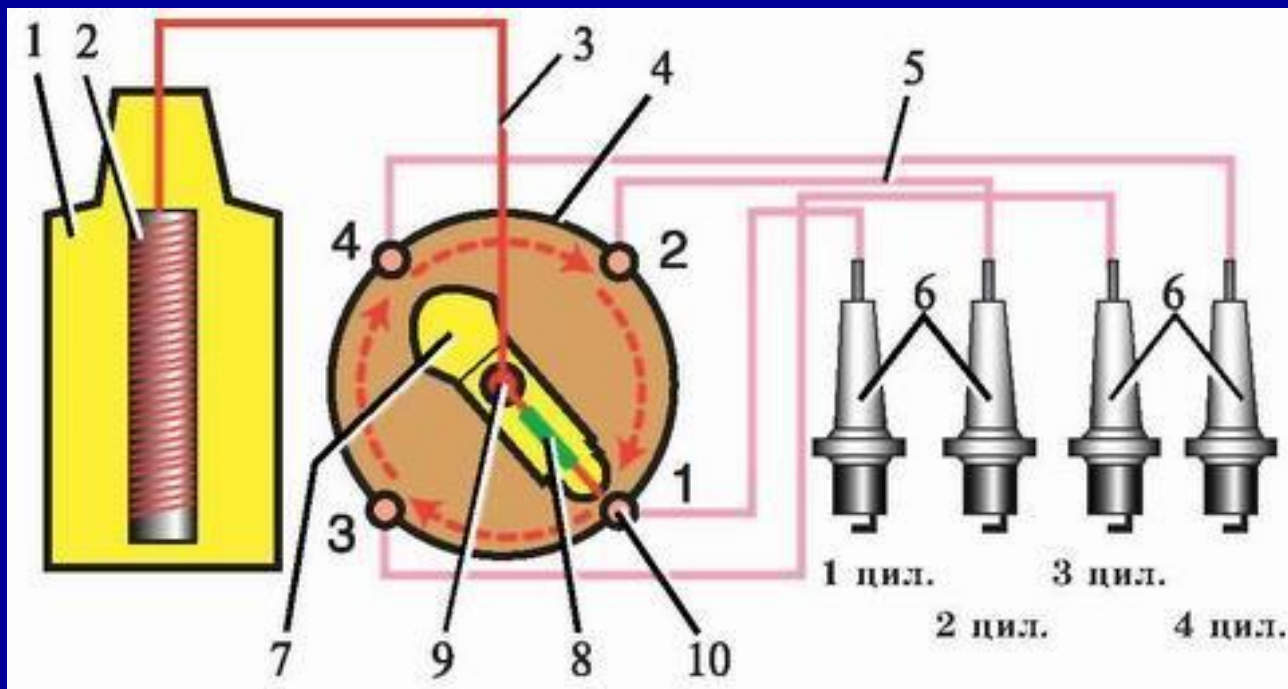
[Смотреть](#)

Используя ниже приведенные слайды ответьте на вопросы преподавателя.

1. Опишите схему работы контактной системы зажигания;
2. Опишите конструкцию и схему работы катушки зажигания;
3. Опишите конструкцию и схему работы свечи зажигания;
4. Опишите схему работы центробежного регулятора угла опережения зажигания;
5. Опишите схему работы вакуумного регулятора опережения зажигания;



Электрическая цепь низкого напряжения



Электрическая цепь высокого напряжения

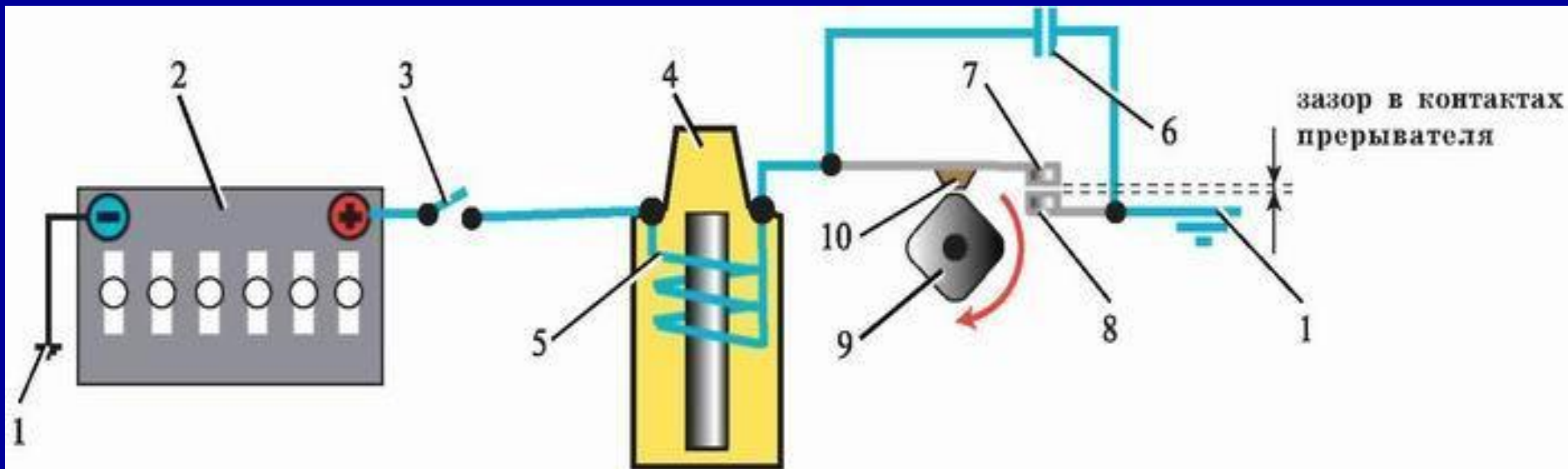


Рис.38.1.а. Электрическая цепь низкого напряжения:

- 1 – "масса" автомобиля;
- 2 – аккумуляторная батарея;
- 3 – контакты замка зажигания;
- 4 – катушка зажигания;
- 5 – первичная обмотка (низкого напряжения);
- 6 – конденсатор;
- 7 – подвижный контакт прерывателя;
- 8 – неподвижный контакт прерывателя;
- 9 – кулачок прерывателя;
- 10 – молоточек контактов

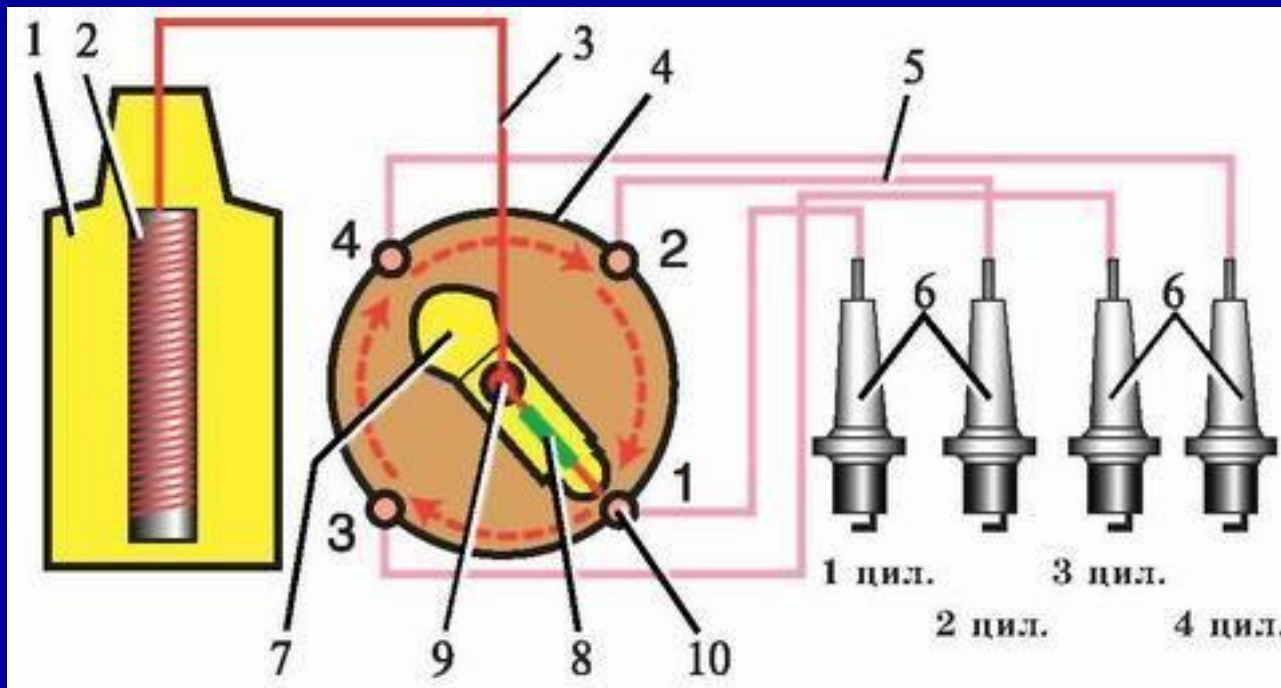
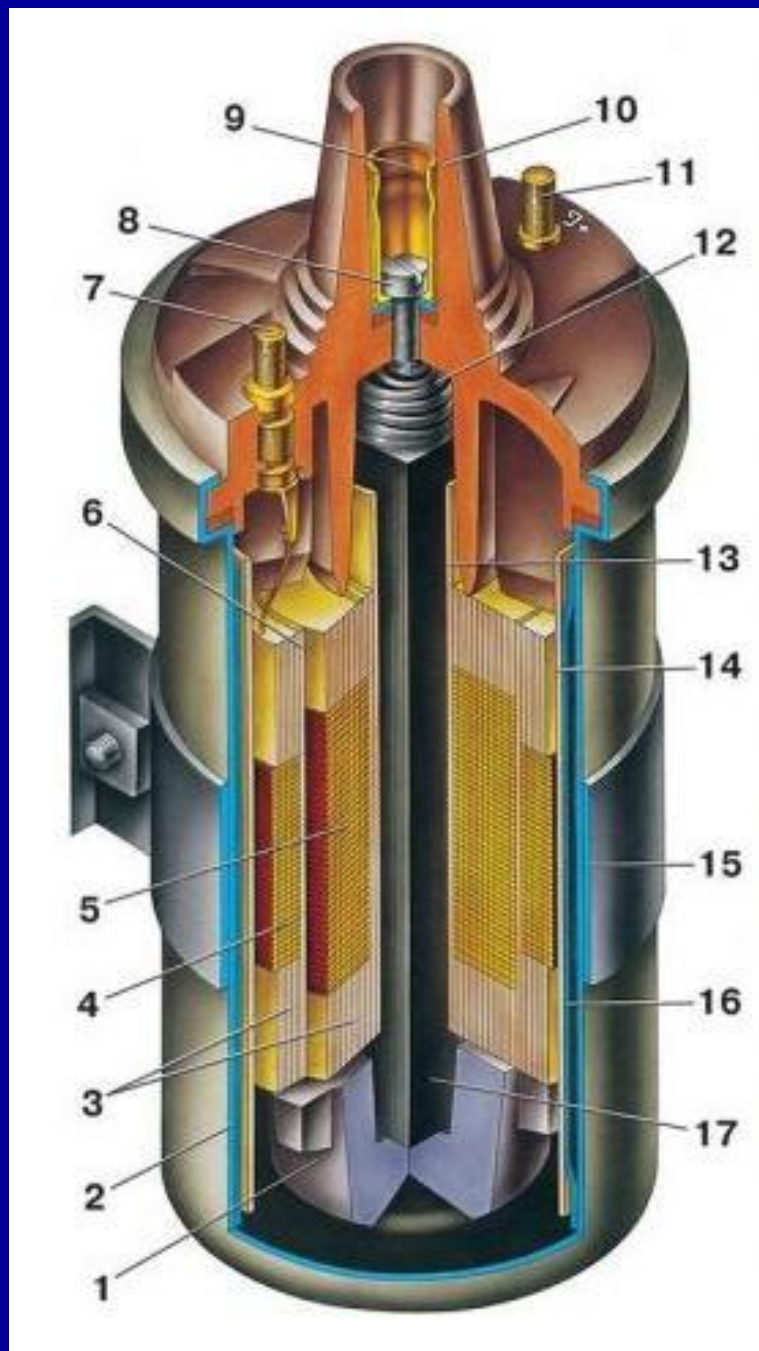
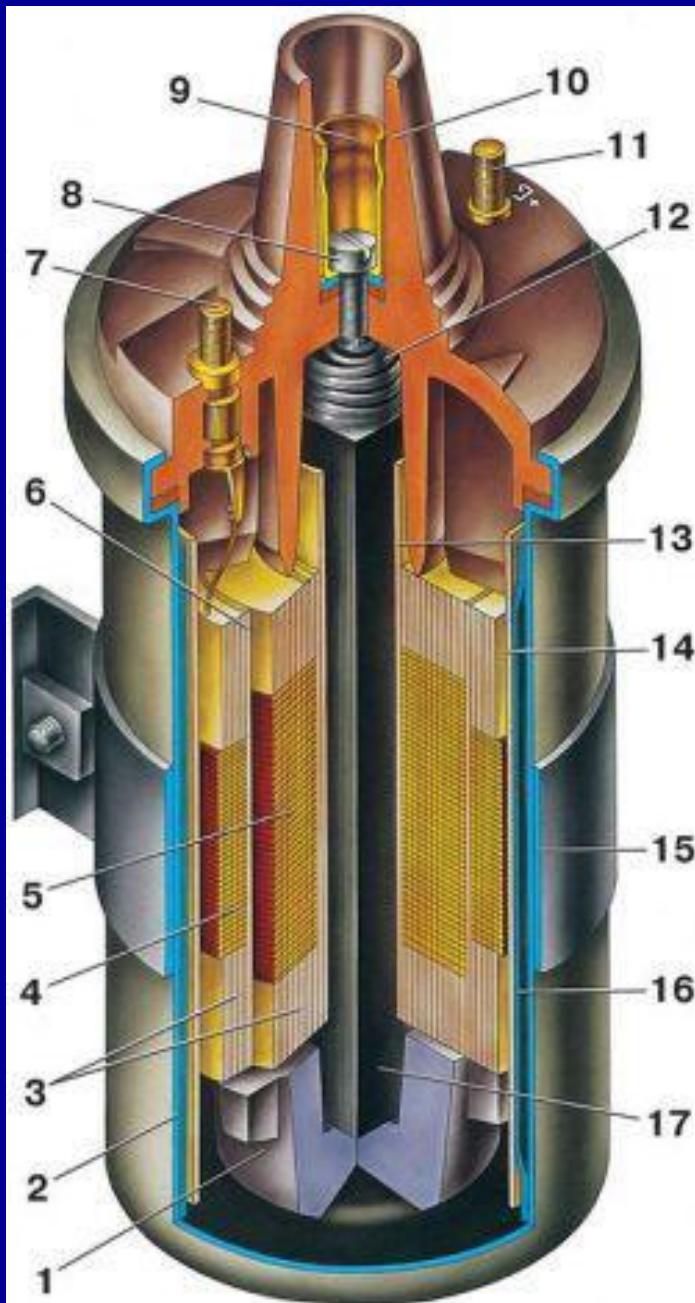


Рис.38.1.б. Электрическая цепь высокого напряжения:

- 1 – катушка зажигания;
- 2 – вторичная обмотка (высокого напряжения);
- 3 – высоковольтный провод катушки зажигания;
- 4 – крышка распределителя тока высокого напряжения;
- 5 – высоковольтные провода свечей зажигания;
- 6 – свечи зажигания;
- 7 – распределитель тока высокого напряжения ("бегунок");
- 8 – резистор;
- 9 – центральный контакт распределителя;
- 10 – боковые контакты крышки

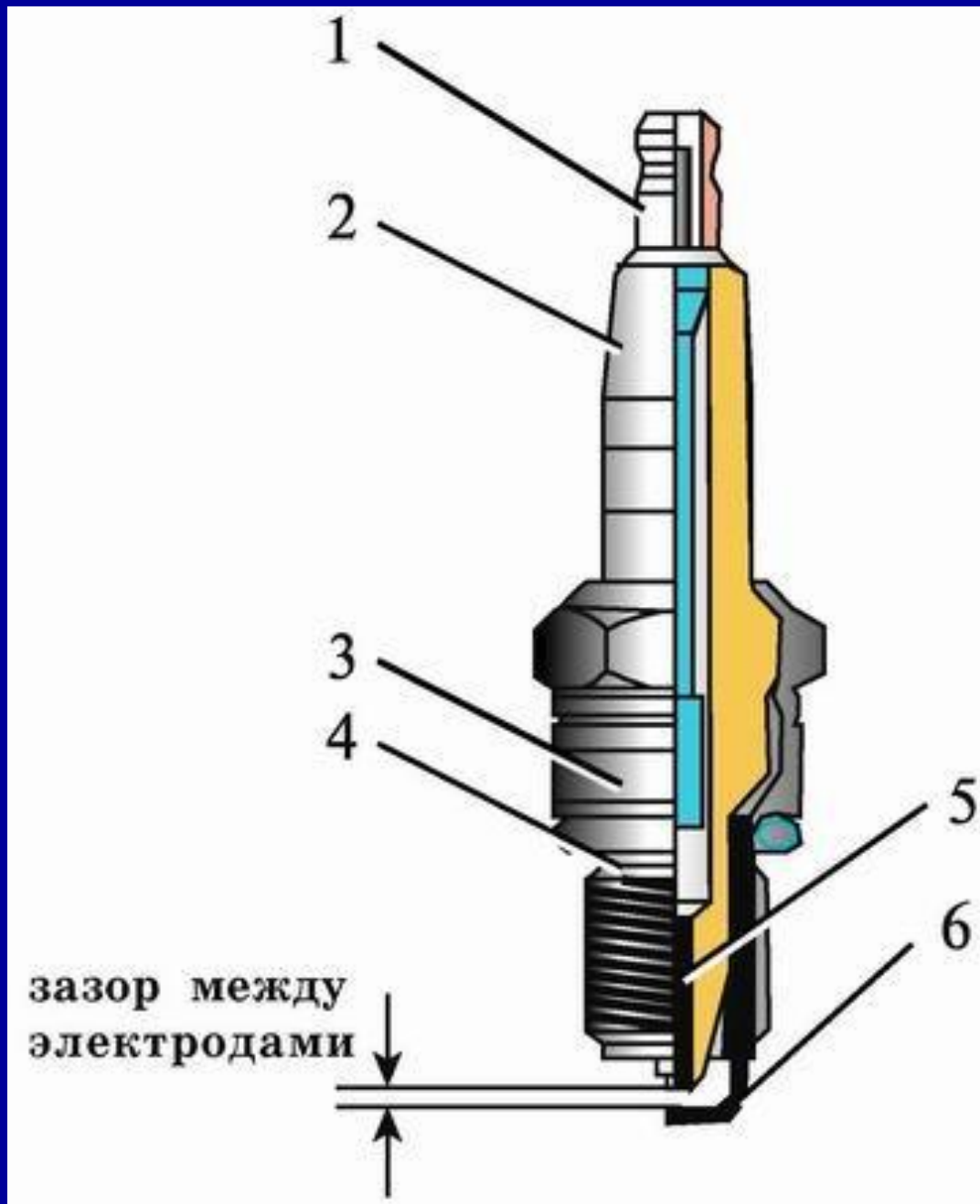


Катушка зажигания



- 1 – изолятор;
- 2 – корпус;
- 3 – изоляционная бумага;
- 4 – первичная обмотка;
- 5 – вторичная обмотка;
- 6 – изоляция между обмотками;
- 7 – клемма вывода первичной обмотки;
- 8 – контактный винт;
- 9 – центральная клемма;
- 10 – крышка;
- 11 – клемма вывода первичной и вторичной обмотки;
- 12 – пружина центральной клеммы;
- 13 – каркас вторичной обмотки;
- 14 – наружная изоляция первичной обмотки;
- 15 – скоба крепления катушки;
- 16 – наружный магнитопровод;
- 17 – сердечник

Рис.39.1.Катушка зажигания



Свеча зажигания

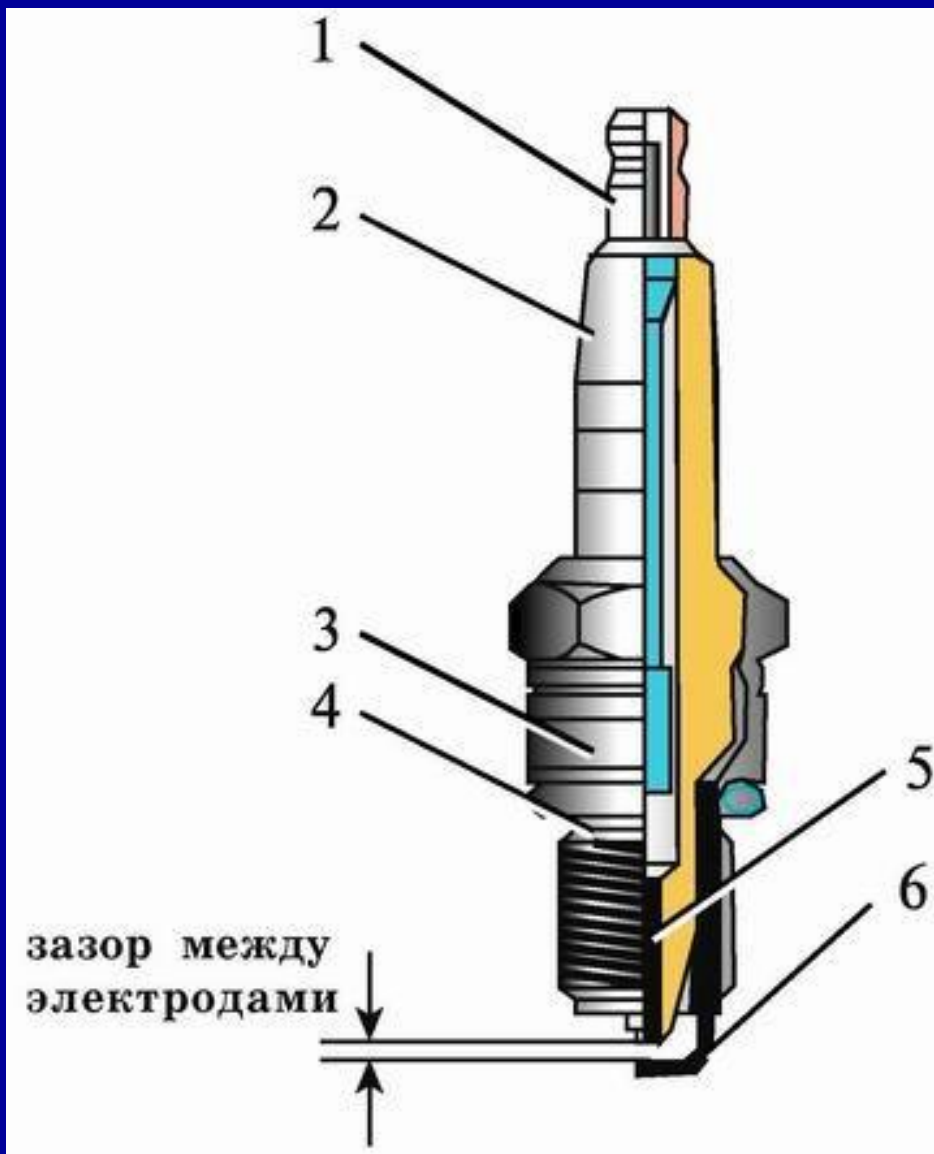
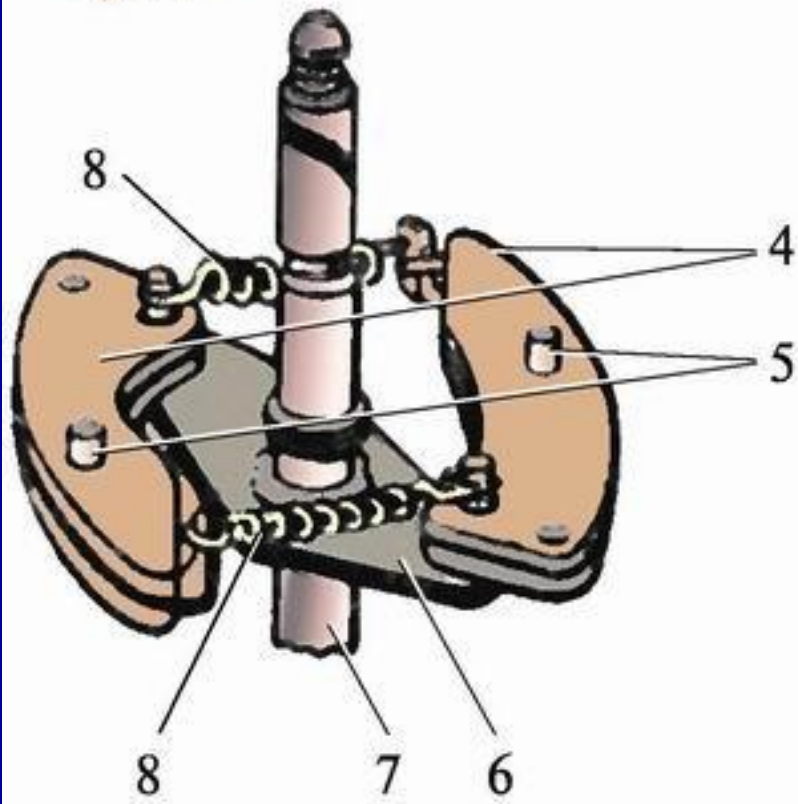
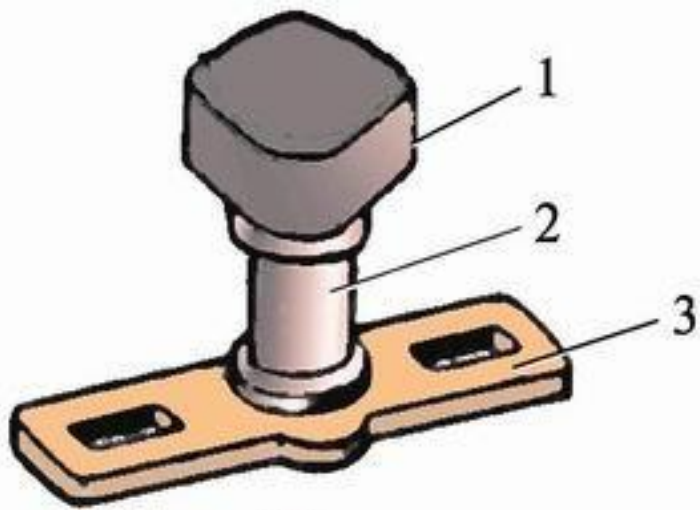


Рис. 39.2. Свеча зажигания:

- 1 – контактная гайка;
- 2 – изолятор;
- 3 – корпус;
- 4 – уплотнительное кольцо;
- 5 – центральный электрод;
- 6 – боковой электрод



Расположение деталей регулятора

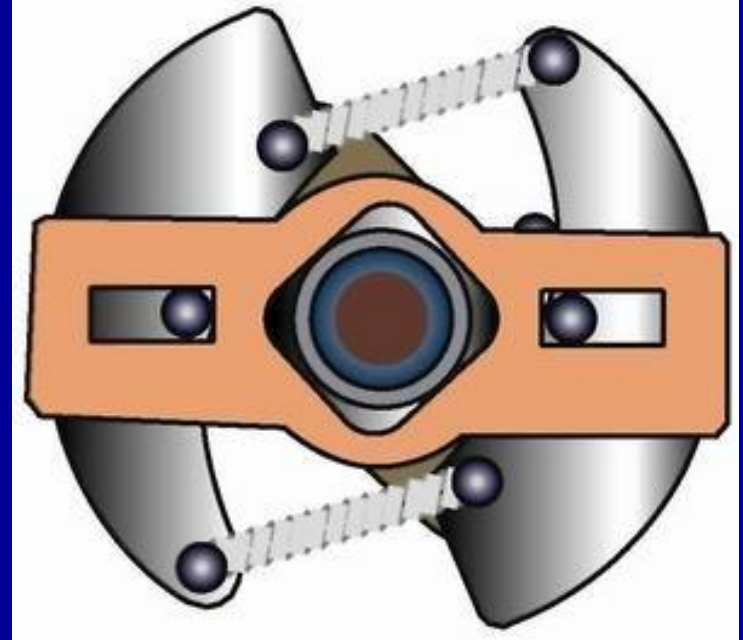
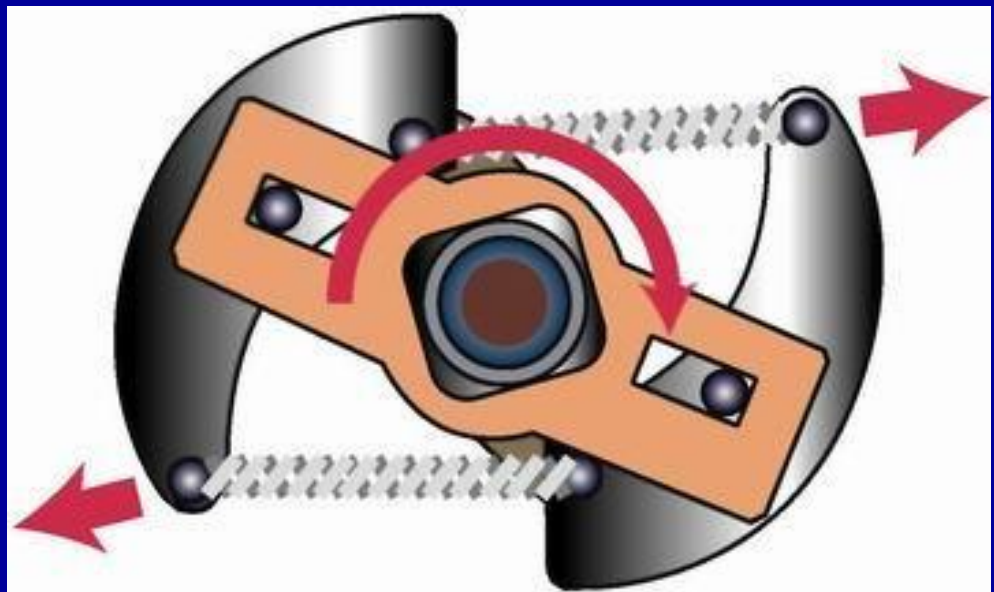


Схема работы
центробежного регулятора
угла опережения зажигания



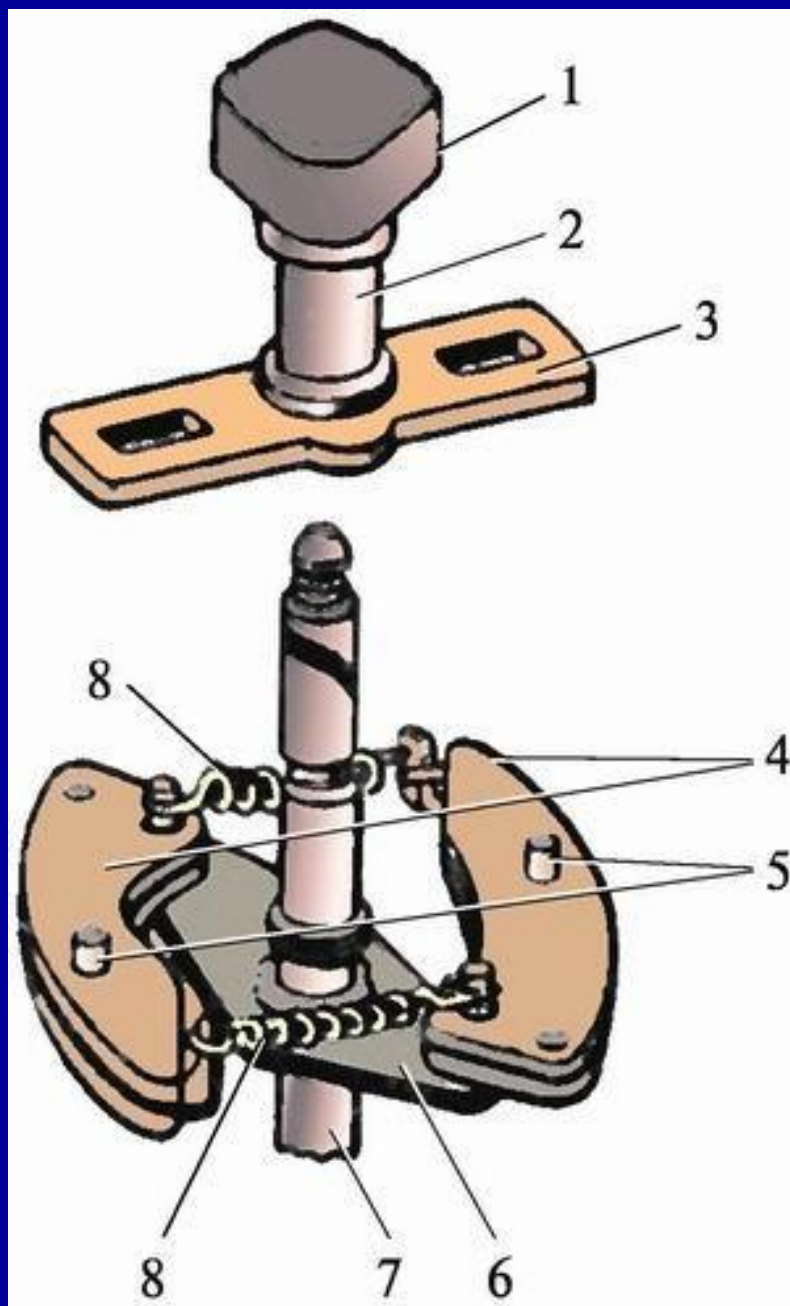
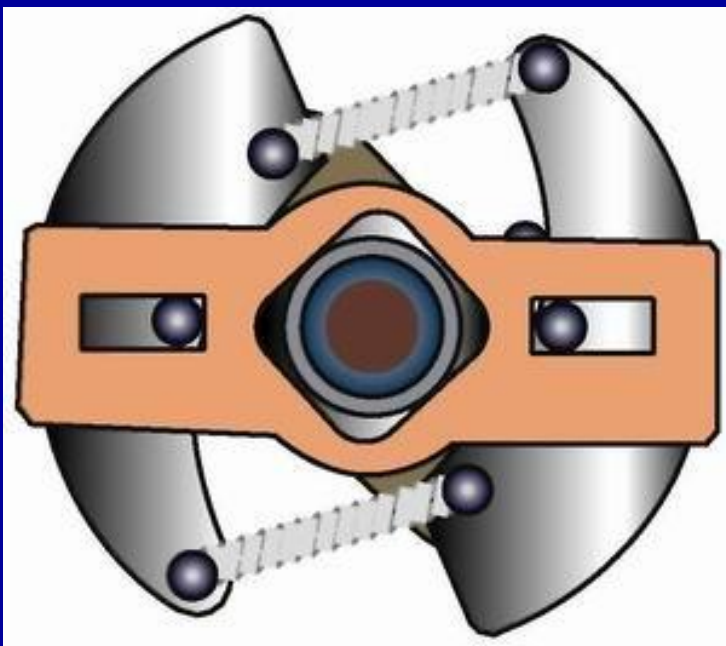
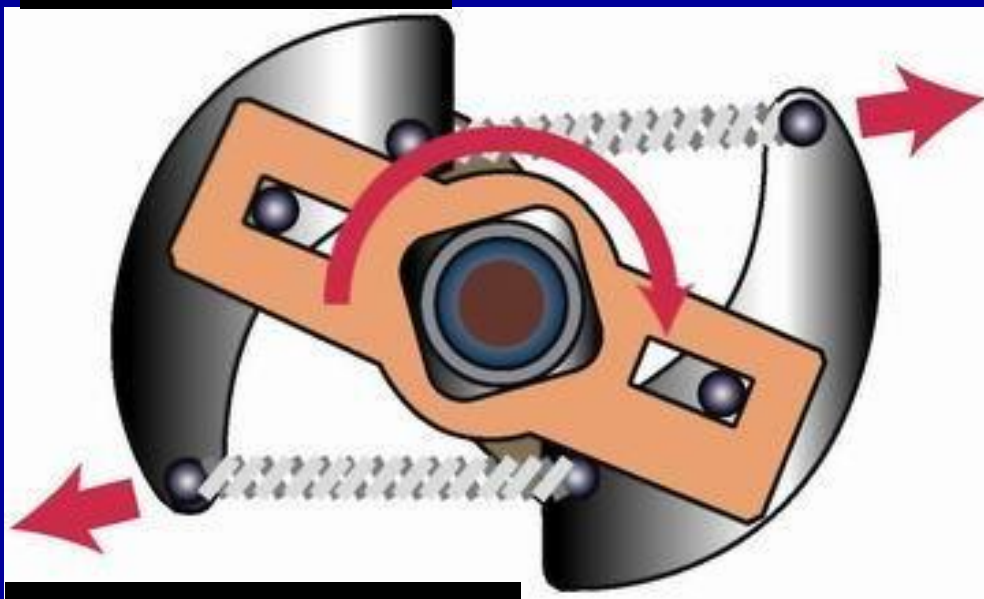


Рис.40.2.а. Расположение деталей регулятора:

- 1 – кулачок прерывателя;
- 2 – втулка кулачков;
- 3 – подвижная пластина;
- 4 – грузики;
- 5 – шипы грузиков;
- 6 – опорная пластина;
- 7 – приводной валик;
- 8 – стяжные пружины

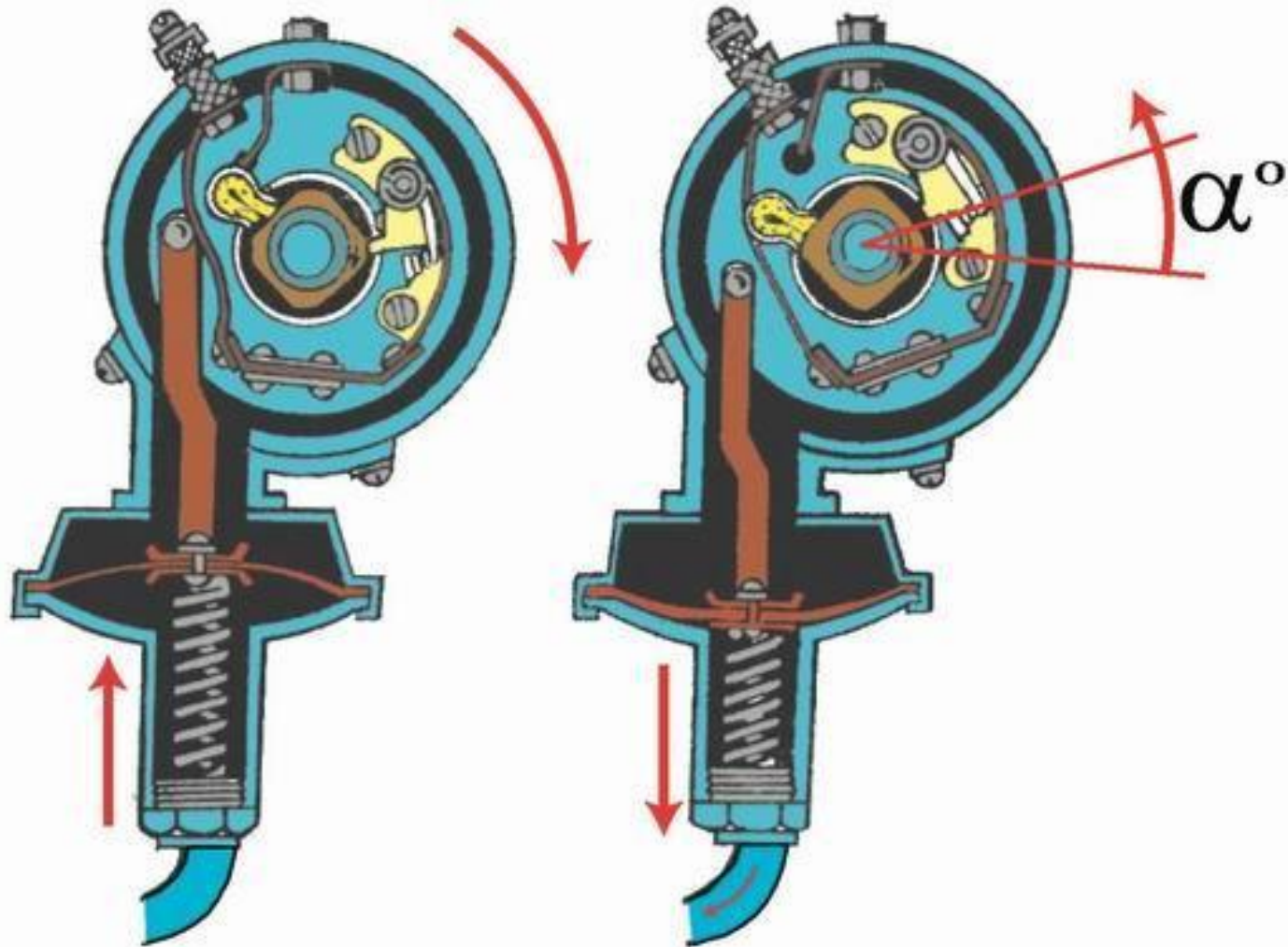


б) грузики вместе



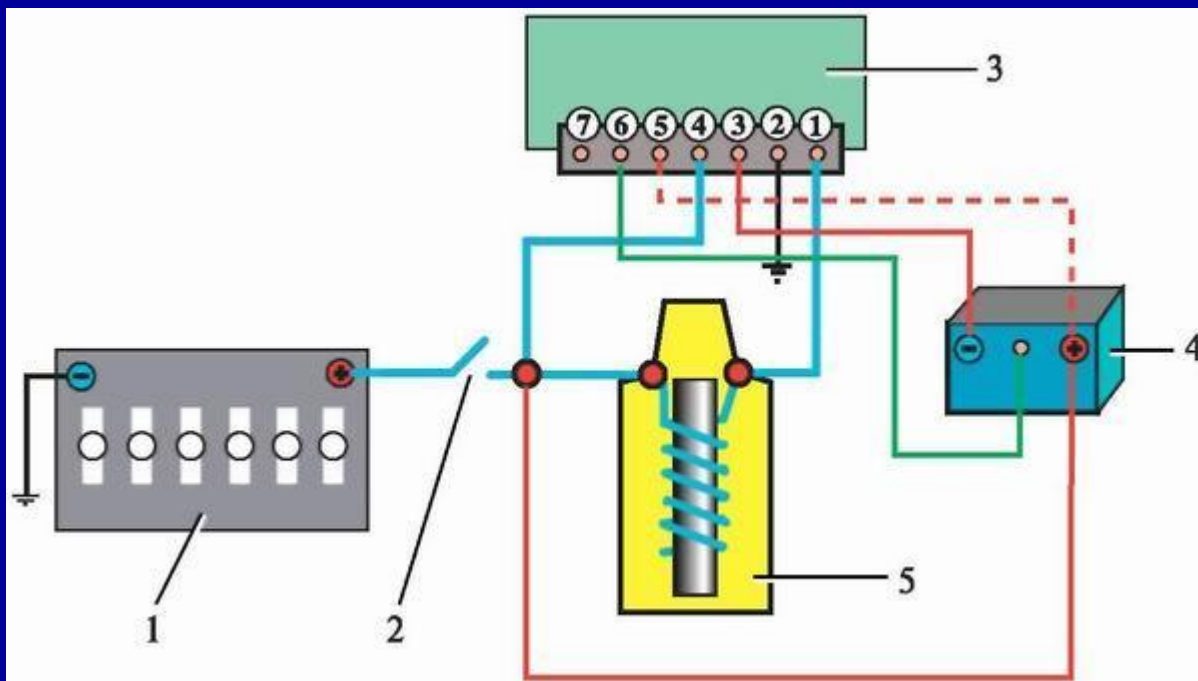
в) грузики разошлись

Рис. 40.2.б,в.
Схема работы
центробежного регулятора
угла опережения зажигания



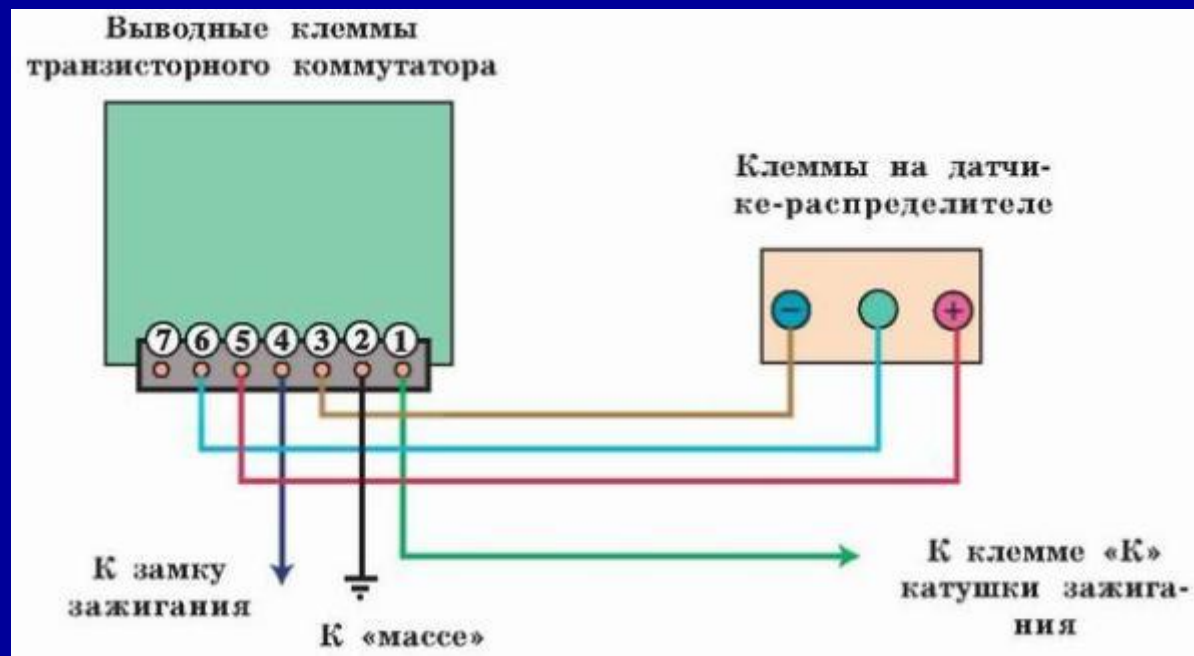
а) угол опережения зажигания — уменьшен

б) угол опережения зажигания — увеличен



Бесконтактная система зажигания
а) Схема электрической цепи низкого напряжения

Бесконтактная система зажигания.
б) схема электрических соединений коммутатора и датчика-распределителя



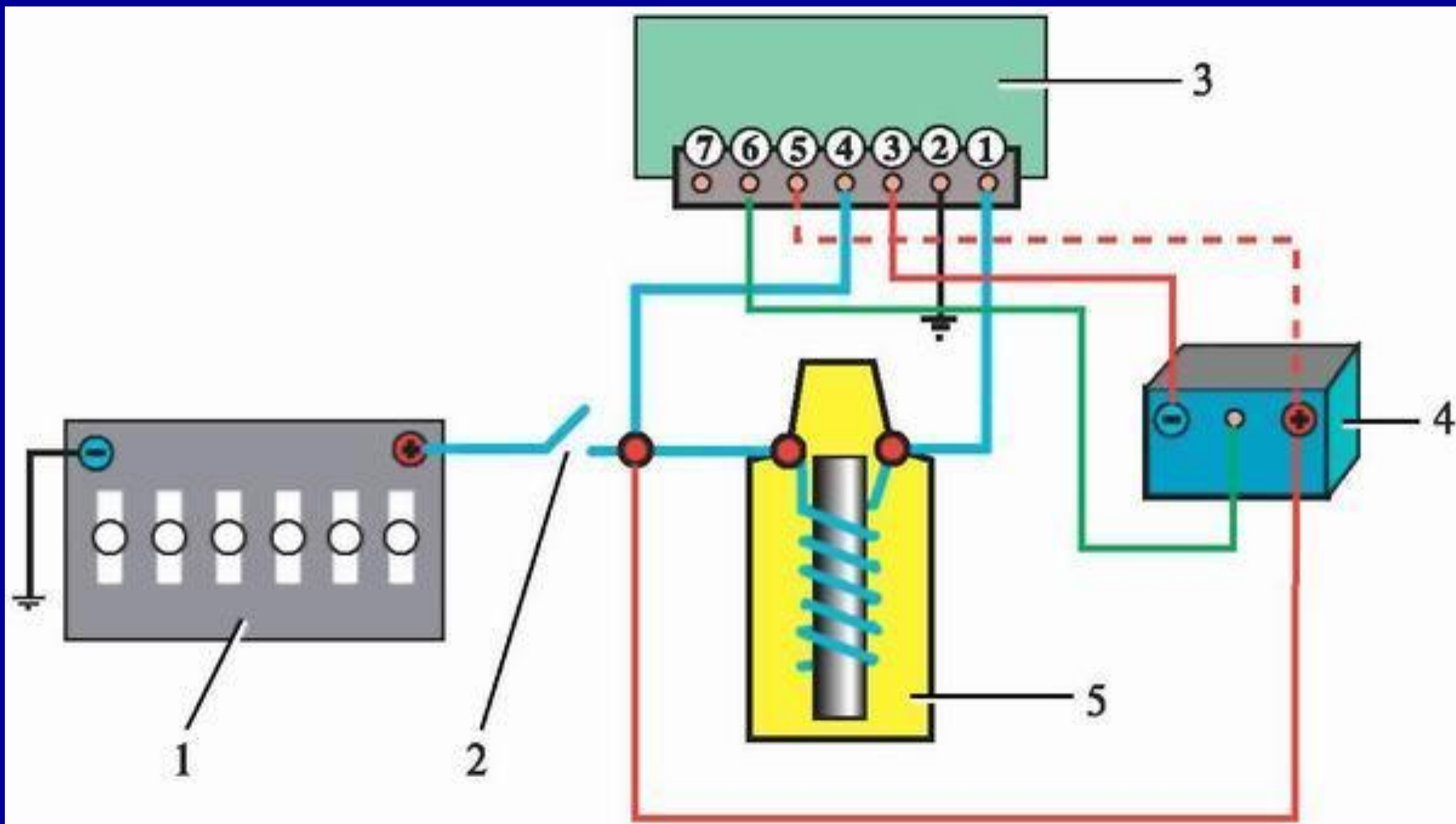


Рис.41.1. Бесконтактная система зажигания

а) Схема электрической цепи низкого напряжения:

- 1 – аккумуляторная батарея; 2 – контакты замка зажигания;
- 3 – транзисторный коммутатор; 4 – датчик-распределитель (датчик Холла);
- 5 – катушка зажигания

**Выводные клеммы
транзисторного коммутатора**

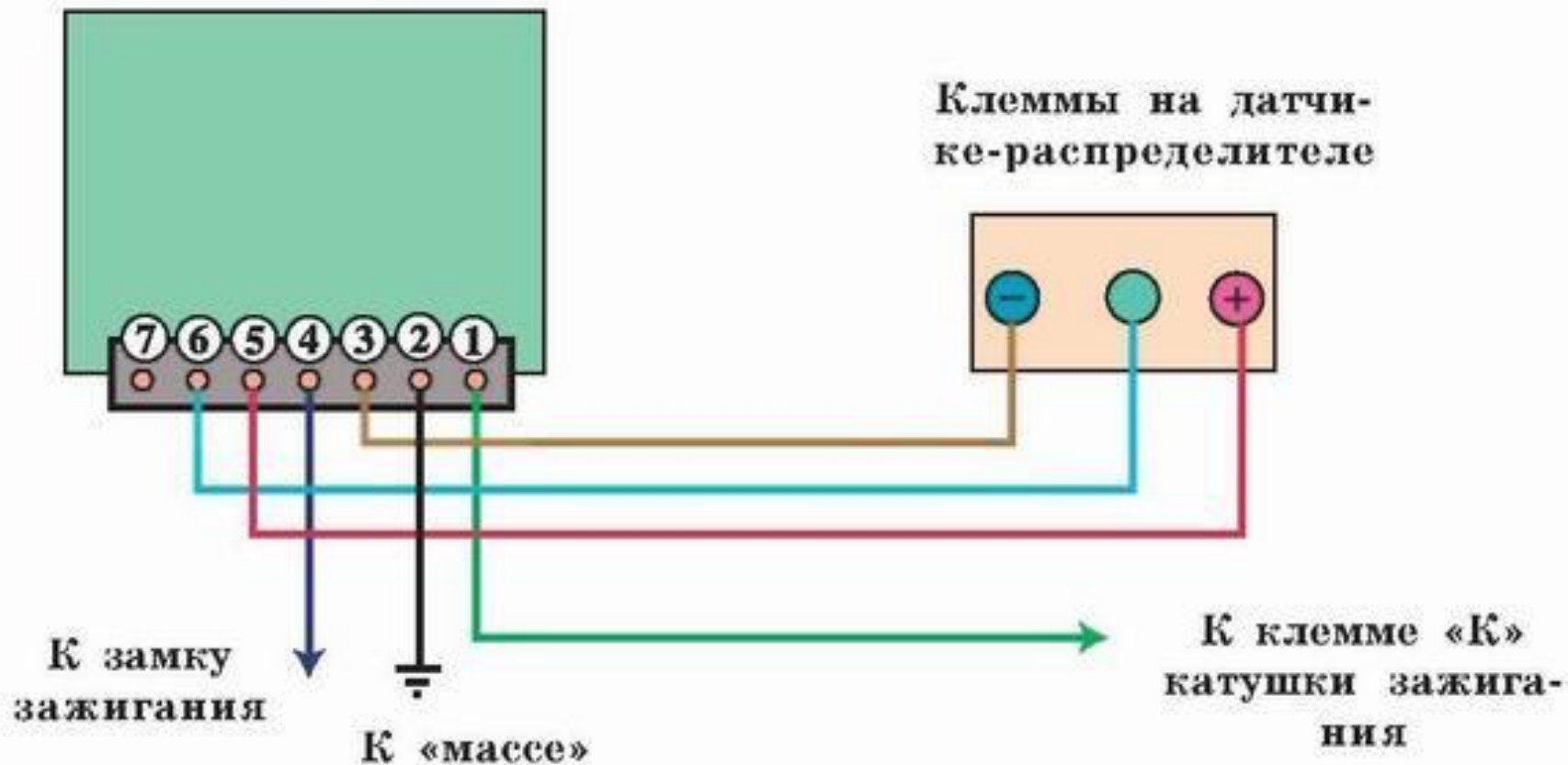


Рис. 41.1. Бесконтактная система зажигания.

б) схема электрических соединений коммутатора и датчика-распределителя

Тема 9.
Система питания топливом
дизеля

Занятие №43 (2 часа) Топливо для дизелей

Система питания топливом дизеля предназначена для размещения, очистки и своевременной подачи топлива в цилиндры двигателя в нужном количестве и под достаточным давлением на всех режимах его работы при любой температуре окружающего воздуха.

43.1. Дизельное топливо

Является одним из продуктов переработки нефти.

В нем содержатся различные углеводороды (парафины, нафтены, ароматические и др.).

Основное качество дизельного топлива — легкость воспламенения при соприкосновении с горячим воздухом.

Температура самовоспламенения. Это температура, до которой необходимо нагреть топливо в смеси с кислородом воздуха, чтобы начался процесс горения. Склонность дизельного топлива к самовоспламенению оценивают цетановым числом. Чем выше это число, тем менее стойки к окислению молекулы топлива и легче оно воспламеняется.

У дизельного топлива цетановое число составляет 40 — 50 (чаще всего 45).

Вязкость.

Дизельное топливо должно обладать оптимальной вязкостью, поскольку при достаточно высокой вязкости его прокачивание по системе питания может быть затруднено.

Такое топливо оказывает значительное сопротивление при движении по трубопроводам, через фильтры и отверстия форсунок.

Недопустимо использовать топливо и с очень низкой вязкостью, поскольку при этом ухудшается смазка приборов питания и нарушается дозировка подачи топлива в цилиндры.

Для обеспечения нормальной работы двигателя топливо не должно застывать при низкой температуре (до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Кроме того, необходимо, чтобы топливо не было токсичным, обладало антикоррозионными и смазывающими свойствами, а также не создавало паровые пробки в топливопроводах при температурах до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для автотракторных дизелей используется топливо марок:

- А (арктическое),
- З (зимнее)
- Л (летнее).

Наиболее широко распространено топливо марок З (при отрицательной температуре воздуха) и Л (при температурах выше 0 °С).

Занятие №44 (2 часа)
Элементы системы питания
дизеля

Система питания дизеля состоит из:

- топливного насоса,
- форсунок,
- трубок низкого давления,
- топливопроводов высокого давления,
- впускного коллектора,
- выпускного коллектора,
- турбокомпрессора,
- фильтра грубой очистки топлива,
- фильтра тонкой очистки топлива,
- воздухоочистителя,
- топливного бака,
- охладителя надувочного воздуха

В схеме системы питания дизеля имеется средство облегчения пуска дизеля в условиях низких температур окружающей среды — свеча накаливания.

Схема системы питания дизелей изображена на рисунке 44.1.

Удаление воздуха

Схема турбокомпрессора

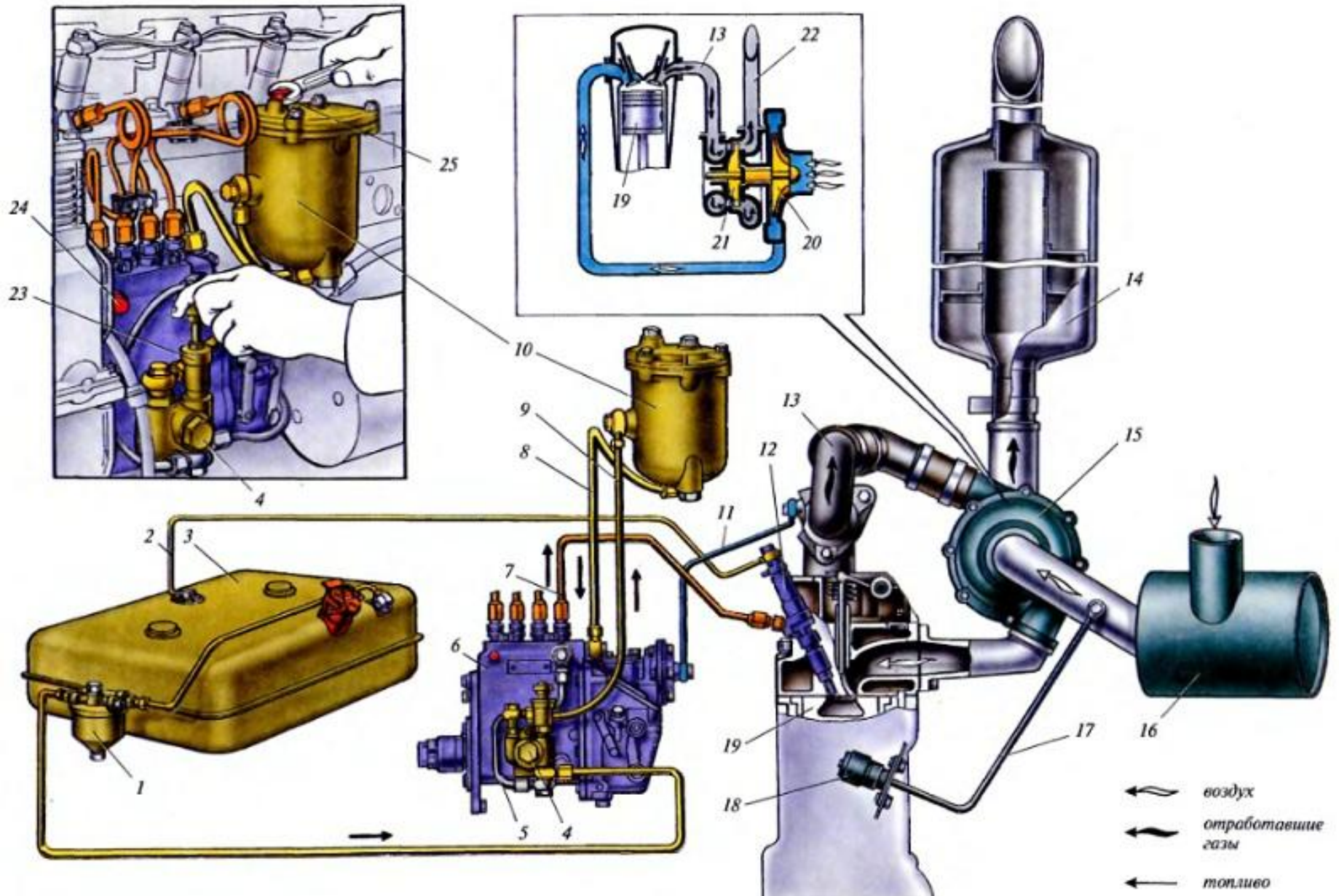


Рис. 44.1. Схема системы питания дизеля:

Рис. 44.1. Схема системы питания дизеля:

- 1 — фильтр грубой очистки;
- 2 — сливной топливопровод (от форсунки в бак);
- 3 — топливный бак;
- 4 — топливоподкачивающий насос;
- 5 — перепускной топливопровод;
- 6 — топливный насос высокого давления;
- 7 — топливопровод высокого давления;
- 8 — топливопровод отвода очищенного топлива в топливный насос;
- 9 — топливопровод подвода топлива в фильтр;
- 10 — фильтр тонкой очистки топлива;
- 11 — трубка пневмокорректора;
- 12 — форсунка;
- 13 — выпускной трубопровод;
- 14 — турбокомпрессор;

- 15 — глушитель;
- 16 — воздушный фильтр;
- 17 — трубка индикатора засоренности;
- 18 — индикатор засоренности воздушного фильтра;
- 19 — поршень дизеля;
- 20 — компрессор;
- 21 — турбина;
- 22 — выпускная труба;
- 23 — насос ручной подкачки топлива;
- 24 — пробка отверстия для удаления воздуха;
- 25 — штуцер для удаления воздуха

Разберем назначение основных узлов системы питания дизеля.

Система питания дизеля разделяется на:

- топливоподводящую аппаратуру;
- воздухоподводящую аппаратуру.

Топливоподача осуществляется по двум магистралям:

- низкого давления
- высокого давления.

Назначение магистрали низкого давления состоит в хранении топлива, его фильтрации и подачи под малым давлением к топливному насосу высокого давления.

Назначение магистрали высокого давления состоит в обеспечении подачи и впрыскивания необходимого количества топлива в цилиндры двигателя в строго определенный момент.

Топливоподкачивающий насос дизеля подает топливо из бака через фильтры грубой и тонкой очистки по топливопроводам низкого давления к **топливному насосу высокого давления (ТНВД)**, который в соответствии с порядком работы цилиндров по топливопроводам высокого давления подает топливо к форсункам.

Форсунки, расположенные в головках цилиндров, впрыскивают и распыляют топливо в камеры сгорания двигателя.

Так как топливоподкачивающий насос подает к ТНВД топлива больше, чем необходимо, то его избыток, а с ним и попавший в систему воздух, по дренажным трубопроводам отводится обратно в бак.

Топливный насос высокого давления (ТНВД) служит для подачи в камеры сгорания двигателя через форсунки требуемых порций топлива. Состоит из одинаковых секций по количеству цилиндров двигателя.

Форсунки служат для впрыскивания и распыления топлива, а также для распределения его частиц по объему камеры сгорания.

Основным конструктивным элементом форсунки является **распылитель**, имеющий одно или несколько сопловых отверстий, формирующих факел впрыскиваемого топлива.

Существуют **форсунки закрытого и открытого типа**.

В четырехтактных дизелях применяют форсунки закрытого типа, сопловые отверстия которых закрываются запорной иглой.

Поэтому внутренняя полость в корпусе распылителей форсунок сообщается с камерой сгорания только в период впрыскивания топлива.

Занятие №45 (2 часа)
Фильтры грубой и тонкой
очистки топлива.
Топливоподкачивающий
насос.
Форсунки

45.1. Фильтр грубой очистки топлива.

Данный фильтр предназначен для предварительной очистки топлива, поступающего в топливный насос низкого давления, от крупных механических частиц.

Он установлен во всасывающей магистрали системы питания и прикреплен болтами к кронштейнам топливного бака.

Фильтр (рис. 45.1, а) имеет корпус 10, прикрепленный к кронштейну топливного бака. К корпусу при помощи фланца 8 и болтов 7 крепится колпак 2. Внутри к корпусу крепятся распределитель топлива 6, корпус 5 сетчатого фильтрующего элемента и сам фильтрующий элемент 4. Под фильтрующим элементом к колпаку 2 точечной сваркой приварен успокоитель 3.

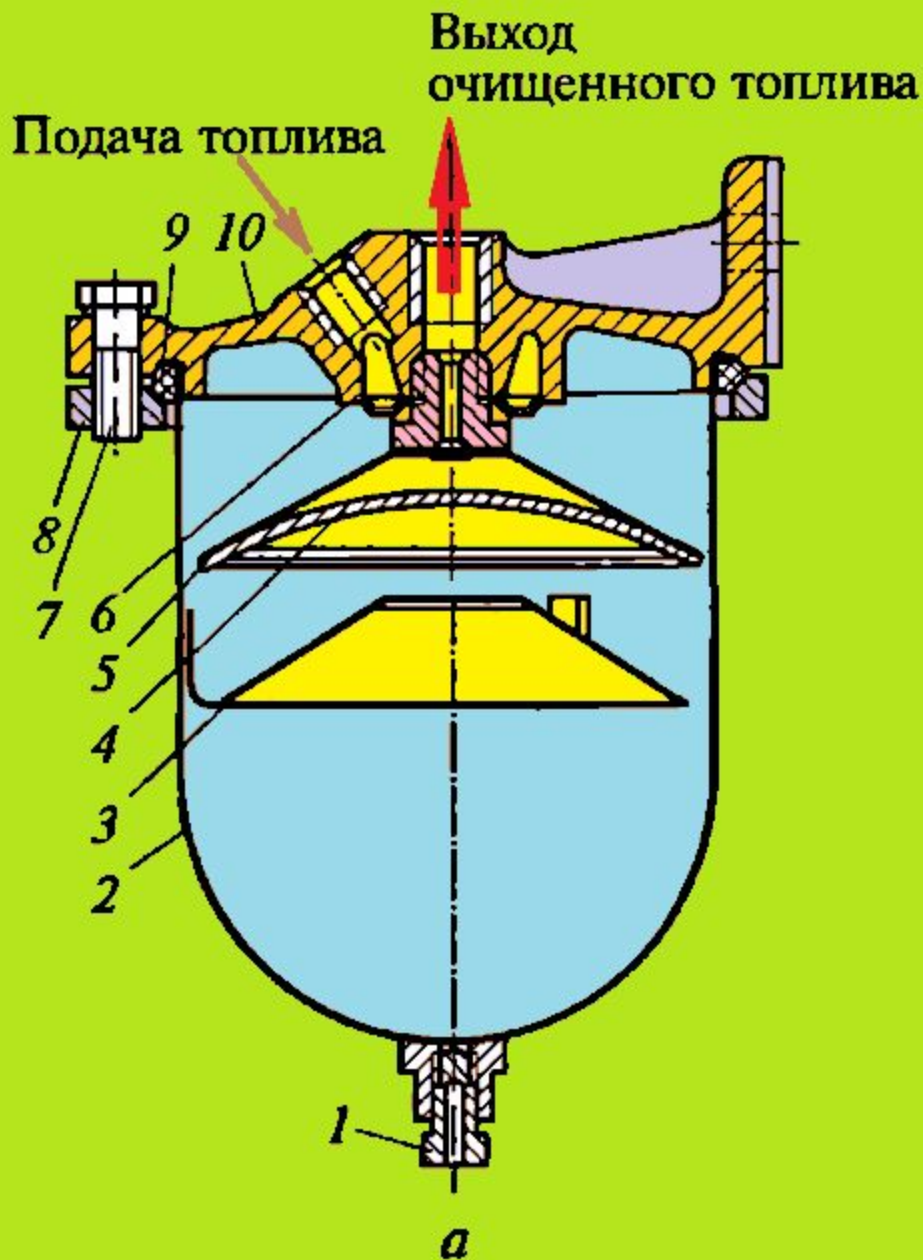


Рис. 45.1.а. Фильтр грубой очистки топлива:

- 1 — пробка сливного отверстия;
- 2 — колпак;
- 3 — успокоитель;
- 4 — фильтрующий элемент;
- 5 — корпус фильтрующего элемента;
- 6 — распределитель топлива;
- 7 — болт;
- 8 — фланец;
- 9 — уплотнительное кольцо;
- 10 — корпус;



Фильтр грубой очистки топлива:

Топливо поступает через штуцер канала подачи топлива внутрь корпуса, проходит через распределитель топлива 6 и направляется успокоителем 3 в фильтрующий элемент 4.

Крупные механические частицы и вода оседают на дне колпака и периодически сливаются через сливное отверстие, закрываемое пробкой 1.

Топливо проходит через сетку, дополнительно очищается от различных механических примесей и через центральное отверстие отводится к топливоподкачивающему насосу.

45.2. Фильтр тонкой очистки топлива.

Фильтр тонкой очистки (рис. 45.1, б) состоит из крышки 2 и двух колпаков 4, внутри которых приварены центральные трубки, имеющие в нижней части выход наружу.

Эти отверстия служат для удаления отстоя и закрываются пробками 5. На трубки надеваются фильтрующие элементы 3, изготовленные из специальной бумаги.

Снизу на этих трубках фильтрующие элементы уплотнены, чтобы топливо не могло проходить между трубками и элементами.

К крышкам фильтрующие элементы поджимаются пружинами 6.

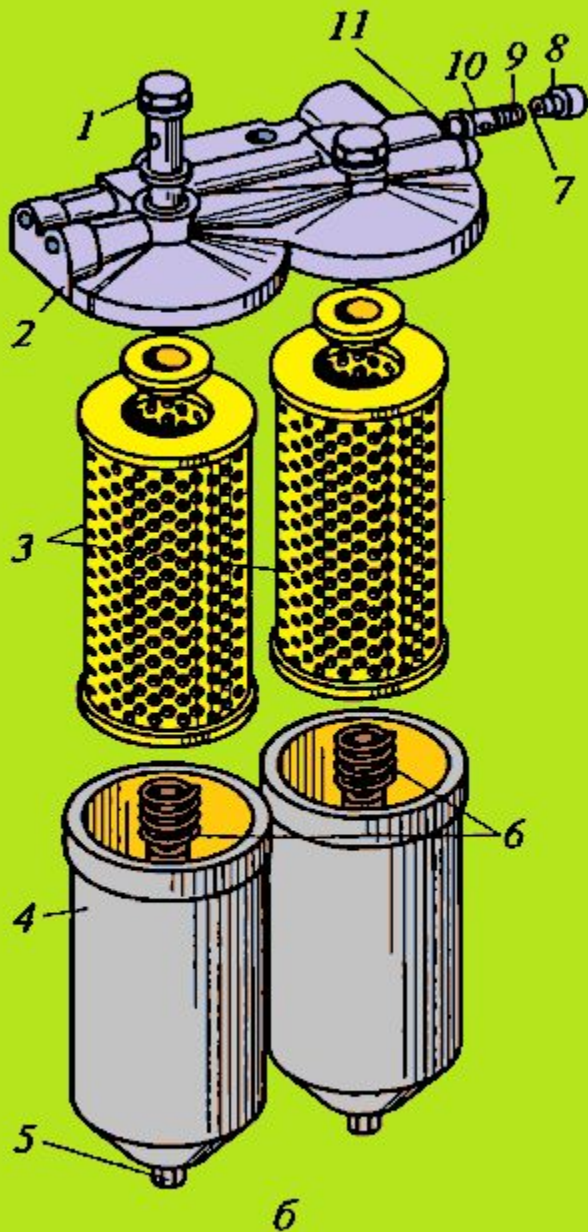


Рис. 45.1.б. Фильтр тонкой очистки топлива:

- 1 — болт;
- 2 — крышка;
- 3 — фильтрующий элемент;
- 4 — колпак;
- 5 — пробка сливного отверстия;
- 6, 9 — пружины;
- 7 — шайба;
- 8 — пробка клапана;
- 10 — клапан-жиклер;
- 11 — пробка



Фильтр тонкой очистки топлива.

В крышке фильтра имеется клапан-жиклер 10 с пружиной 9 и пробкой клапана 8.

Этот клапан открывается при избыточном давлении в полости $(0,15 \pm 0,005)$ МПа $((1,5 \pm 0,05)$ кгс/см²), и излишнее топливо по сливному трубопроводу стекает в топливный бачок предпускового подогревателя.

Топливо в фильтры тонкой очистки под давлением поступает из подкачивающего насоса низкого давления, продавливается через фильтрующие элементы, где очищается от мельчайших механических примесей, и через канал в крышке и трубопровод отводится в насос высокого давления.

45.3. Топливоподкачивающие насосы низкого давления.

На дизелях применяют несколько типов подкачивающих насосов. Все они крепятся на корпусах насосов высокого давления и приводятся в работу от кулачкового вала.

Основными частями насоса являются корпус 21 (рис. 45.2), в котором установлен поршень 20.

С одной стороны на поршень действует предварительно сжатая пружина 22, а с другой — шток толкателя 2.

Толкатель 4 при помощи ролика 6 опирается на эксцентрик 24 кулачкового вала насоса высокого давления.

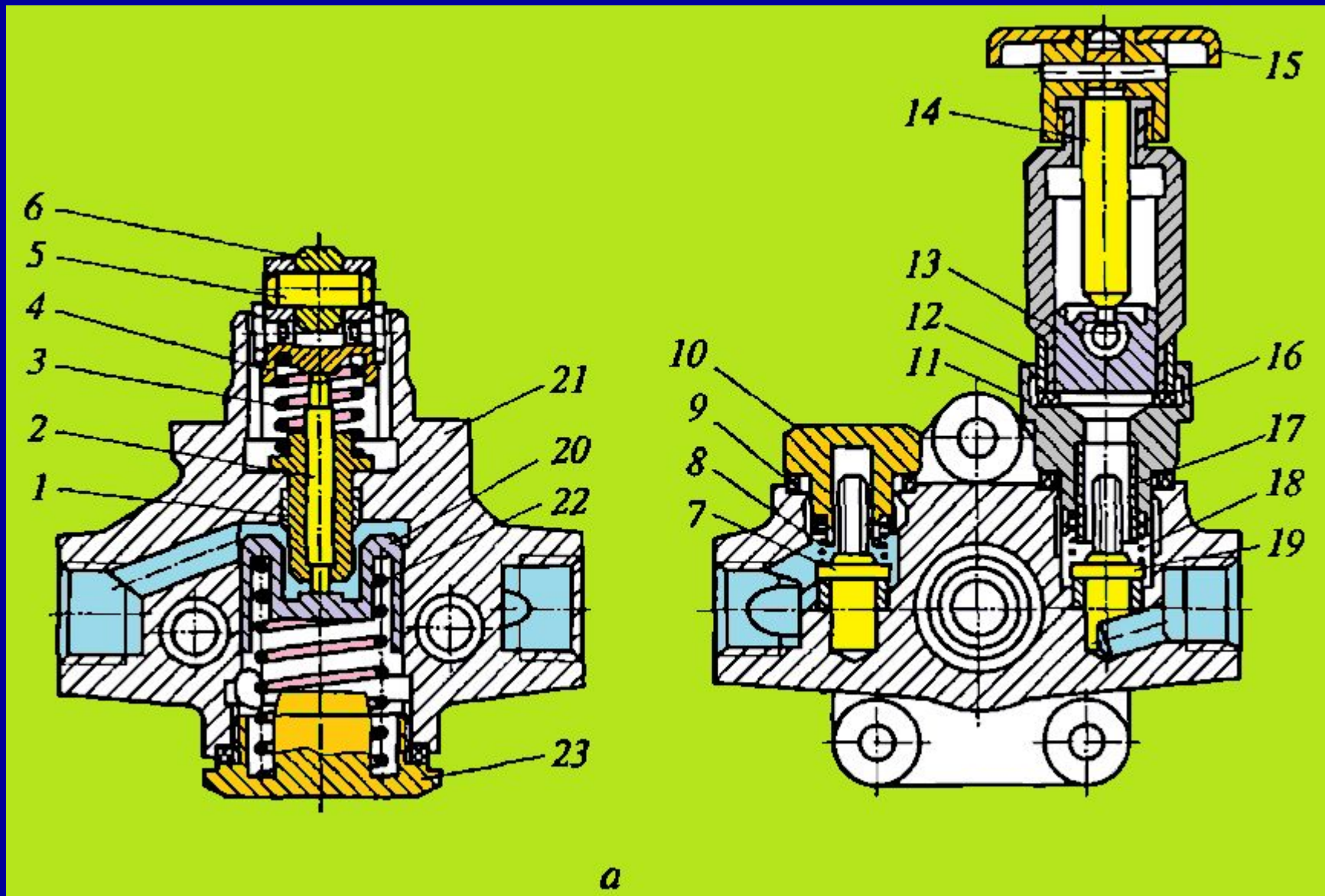


Рис. 45.2.а. Конструкция топливоподкачивающего насоса поршневого типа.



<http://ukr-rostechnika.uaprom.net...>

Топливоподкачивающий насос низкого давления

Рис. 45.2.а. Конструкция топливоподкачивающего насоса поршневого типа.

- 1 — втулка;
- 2 — шток толкателя;
- 3, 8, 18, 22 — пружины;
- 4 — толкатель;
- 5 — ось ролика;
- 6 — ролик;
- 7 — выпускной клапан;
- 9, 16 — прокладки;
- 10, 23 — пробки;
- 11 — корпус цилиндра;

- 12 — цилиндр;
- 13, 20 — поршни;
- 14 — шток поршня;
- 15 — рукоятка;
- 17 — втулка цилиндра ручного насоса;
- 19 — впускной клапан;
- 21 — корпус насоса;
- 24 — эксцентрик;
- 25, 26 — каналы;

Толкатель к эксцентрику прижимается предварительно сжатой пружиной 3.

Для подвода топлива в цилиндр насоса служит впускной клапан 19, а для выпуска сжатого топлива выпускной клапан 7. Полость А над поршнем при помощи канала 26 сообщается с полостью Б под поршнем.

Работа насоса.

Когда поршень находится в ВМТ, полость Б уже заполнена топливом.

При вращении кулачкового вала эксцентрик сбегает с толкателя 4, и он под действием пружины 3 опускается.

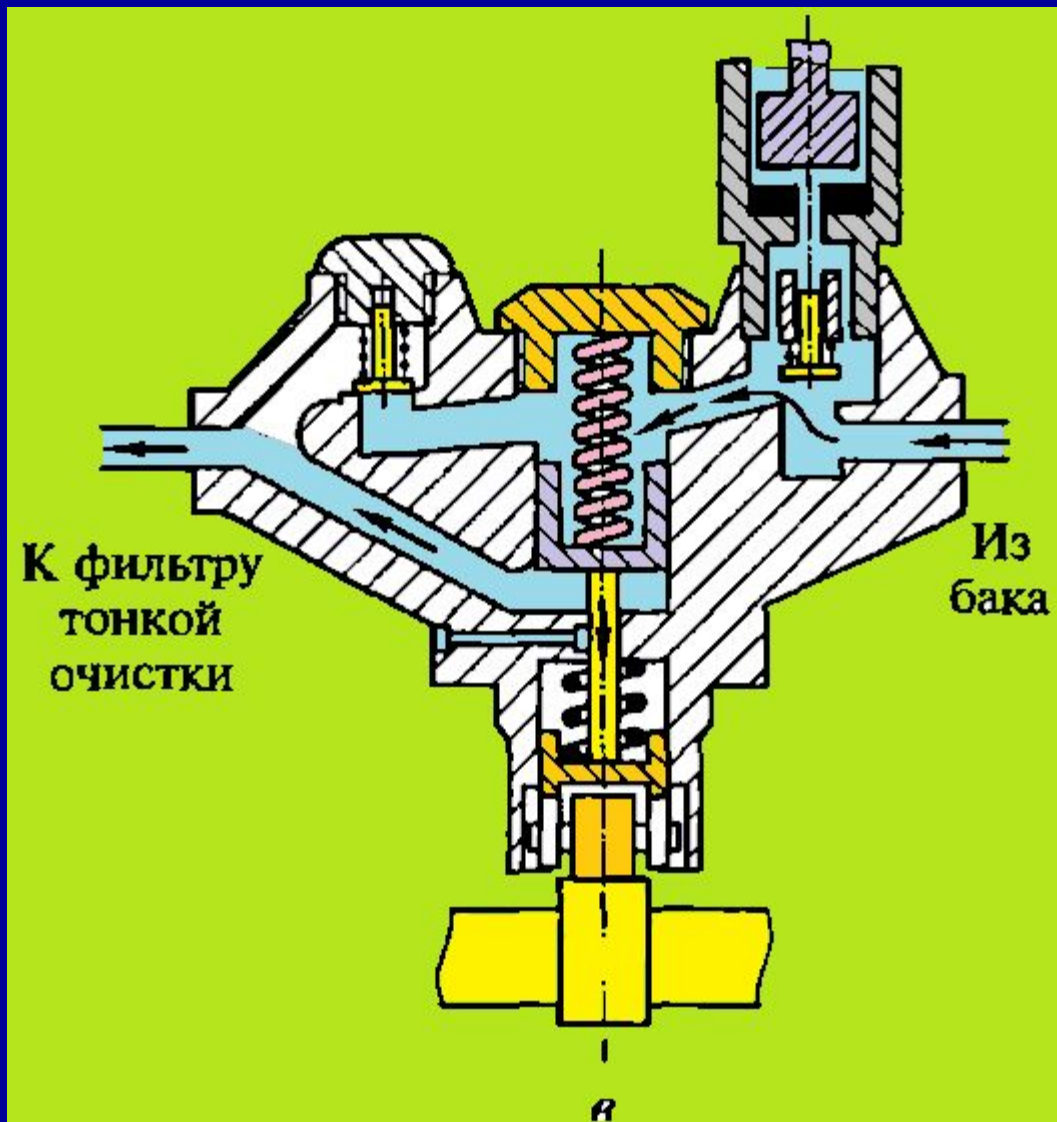


Рис.45.2. в. Схема поступления топлива в насос и подачи его к фильтру тонкой очистки

Под действием пружины 22 поршень 20, опускаясь, давит на топливо, находящееся в полости Б, и выдавливает его через канал 26 в фильтр тонкой очистки, а оттуда в топливный насос высокого давления.

Одновременно с этим при опускании поршня над ним создается разрежение, за счет которого открывается впускной клапан 19, и надпоршневая полость А заполняется топливом.

При дальнейшем вращении кулачкового вала эксцентрик поднимает роликовый толкатель и поршень. Поршень, поднимаясь, давит на топливо.

Впускной клапан 19 при этом закрывается, а выпускной клапан 7 открывается, и топливо по каналу частично идет в насос высокого давления, а частично, за счет создающегося разрежения в полости Б под поршнем, идет в подпоршневое пространство. Затем процесс повторяется.

Подача топливоподкачивающего насоса выше, чем расход топлива при работе двигателя.

При уменьшении расхода топлива давление в полости Б повышается, и силы сжатой пружины 22 недостаточно для преодоления противодействия топлива.

Вследствие этого активный ход поршня уменьшается и снижается подача топлива насосом. Толкатель 4 при этом свободно перемещается в обе стороны.

По мере увеличения расхода топлива давление в полости Б уменьшается, активный ход поршня увеличивается, и подача топлива насосом возрастает.

Ручной привод.

Топливный насос, кроме механического, имеет ручной привод, предназначенный для заполнения системы топливом и для удаления из системы воздуха. Ручной привод состоит из цилиндра 12, внутри которого находится поршень 13 со штоком 14. Снаружи на шток при помощи шпильки закреплена рукоятка 15, которая посредством внутренней резьбы наворачивается на резьбу цилиндра. Насос ручной подкачки располагается над впускным клапаном топливоподкачивающего насоса.

Для привода в работу необходимо отвернуть рукоятку 15 на цилиндре 12.

При перемещении поршня 13 вверх под ним создается разрежение, открывается впускной клапан 19, и в цилиндр поступает топливо. При опускании поршня закрывается впускной клапан, под давлением открывается выпускной клапан 7, и топливо подается через фильтр тонкой очистки в насос высокого давления. Излишки топлива по сливной трубке возвращаются в топливный бак автомобиля.

После заполнения системы топливом и удаления воздуха поршень необходимо опустить вниз, а рукоятку 15 обязательно навернуть на резьбовой хвостовик цилиндра. Поршень при этом плотно прижимается к прокладке 16.

45.4. Форсунки.

Форсунки обеспечивают впрыск мелкораспыленного топлива под определенным давлением в камеры сгорания и четкую отсечку подачи в конце впрыскивания.

Давление впрыска топлива находится в пределах 16...20 МПа.

На дизелях применяют форсунки нескольких типов: открытые и закрытые, с распылителем, имеющим одно, два или несколько распыляющих отверстий (сопел).

Сопла располагаются под определенными углами, обеспечивающими тонкое распыление топлива.

Закрытымі называюцца форсункі з распыляючымі
отверстіямі, закрытымі пры дапамозе іглы.

Этыя адверстыя адкрываюцца толькі ў момант
впрысквання топліва ў камеры сгарання.

В цясаўшае врэмя большіна дзізеляў мае
распылітэлі форсунок з гідравлічна кіраванай
іглай.

Дыяметр распыляючых адверстыяў 0,34 мм.

Форсунка складаецца з корпусу 1 (рыс. 45.3.) з
фільтруючым элемэнтам 2 і пружыны 5.

Сверху пружына ўпіраецца ў апорную тарэлку 4, а
справа, праз вккладыш, дзействуе на іглу 9.

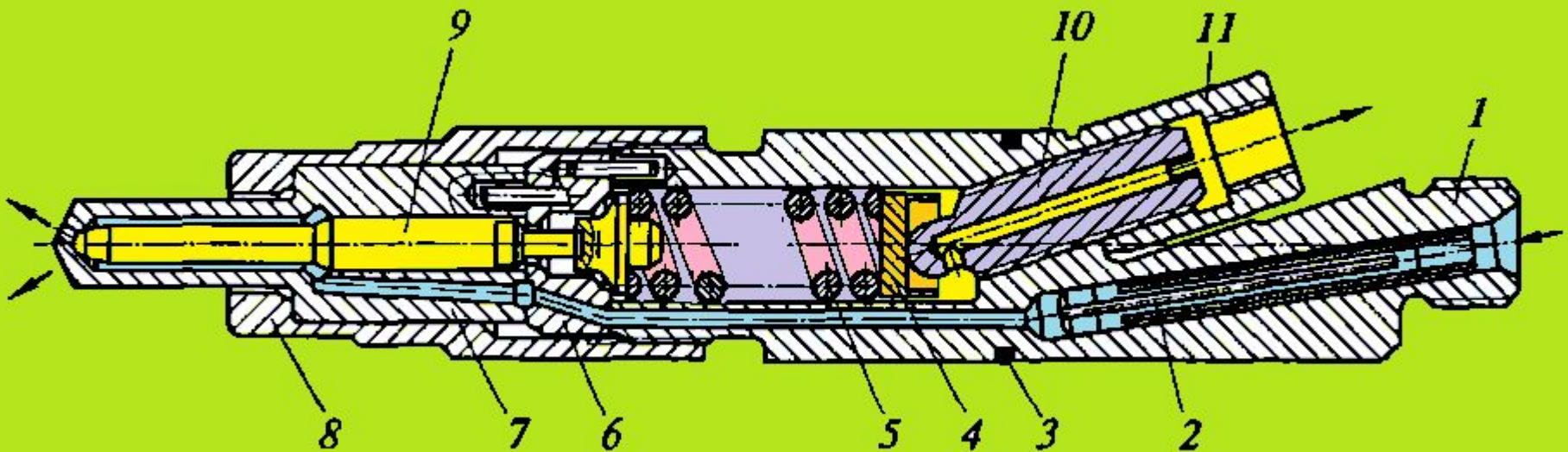


Рис. 45.3. Форсунка:

- 1 — корпус; 2 — фильтр форсунки; 3 — уплотнительное кольцо;
4 — тарелка пружины; 5 — пружина; 6 — проставка;
7 — корпус распылителя форсунки; 8 — гайка распылителя; 9 — игла;
10 — регулировочный винт; 11 — контргайка регулировочного винта



Форсунка:

Пружина находится в предварительно сжатом состоянии.

Давление пружины регулируется винтом 10.

Регулировочный винт удерживается от самопроизвольного вращения контргайкой 11.

Регулировочный винт имеет дренажный канал для слива просочившегося из корпуса распылителя 7 топлива, которое сливается обратно в топливный бак.

Распылитель 7 имеет два распыляющих отверстия (сопла), которые закрываются иглой 9. Корпус распылителя вместе с иглой и проставкой 6 крепятся к корпусу форсунки накидной гайкой 8.

Проставка и корпус иглы фиксируются в одном положении специальными штифтами. Форсунка установлена в гнезде головки цилиндра и закреплена скобой.

Топливо к форсунке подается из насоса высокого давления через канал внутрь корпуса распылителя, давление внутри которого возрастает. Это давление передается на заплечики иглы.

Когда давление достигает величины 19 МПа (190 кгс/см²), игла, преодолевая сопротивление пружины 5, поднимается, открывая распыляющие отверстия, через которые топливо впрыскивается в камеру сгорания цилиндра в мелкораспыленном виде.

Устройство и работа форсунок различных дизелей принципиально одинаковы при возможных конструктивных отличиях.

Занятие №46 (2 часа)
**Система подачи воздуха в
двигатель**

Система подачи воздуха включает в себя

- воздушный фильтр;
- патрубок забора воздуха, расположенный в задней части оперения с установленной над ним пластмассовой панелью, предохраняющей от попадания в фильтр влаги и посторонних предметов;
- гофрированный воздухозаборник, соединяющий фильтр с патрубком капота. Наружный воздух поступает непосредственно в воздушный фильтр через патрубок забора воздуха.

Воздушный фильтр (рис. 46.1) двухступенчатый, сухого типа, с инерционной решеткой и автоматическим отсосом пыли.

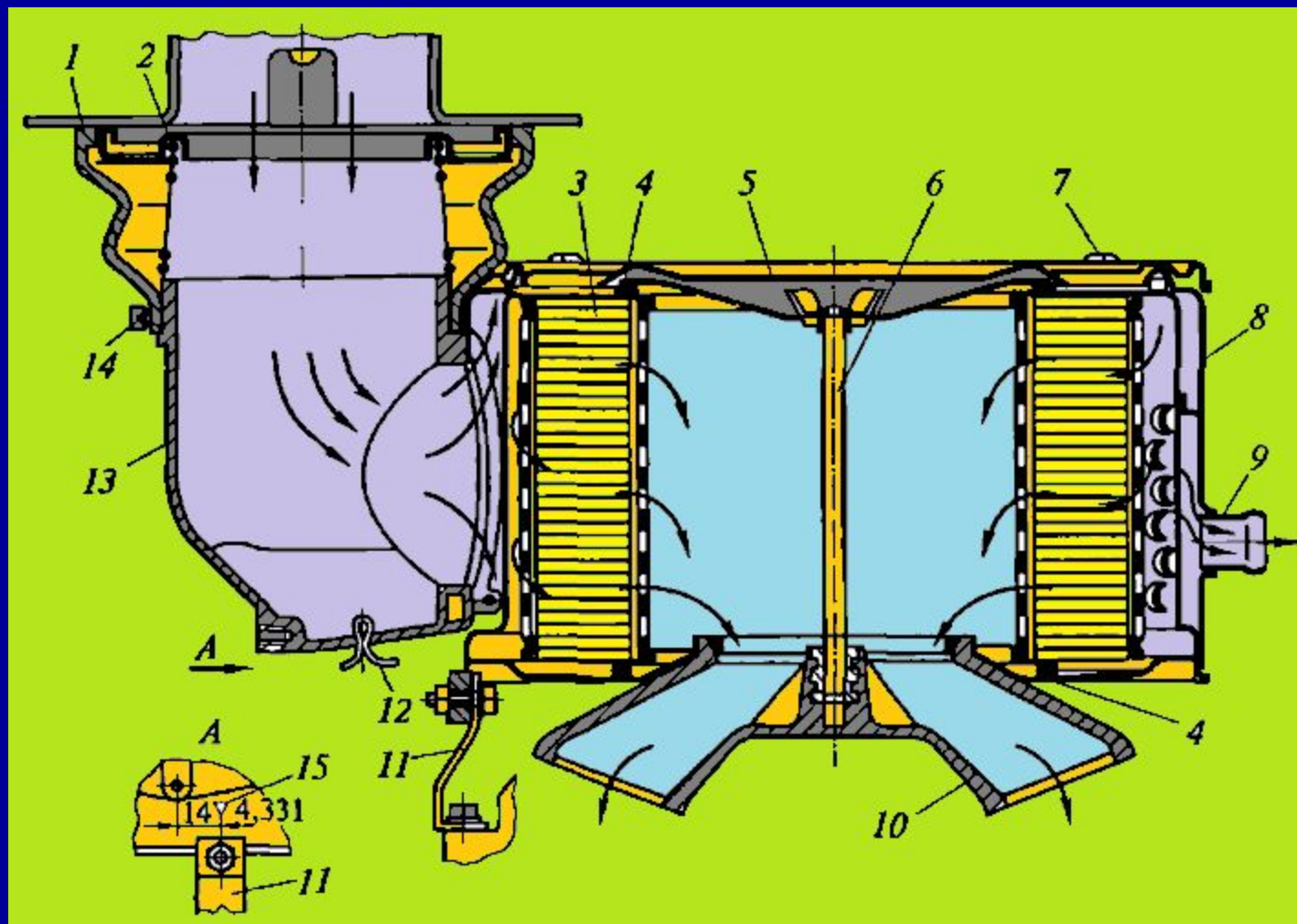
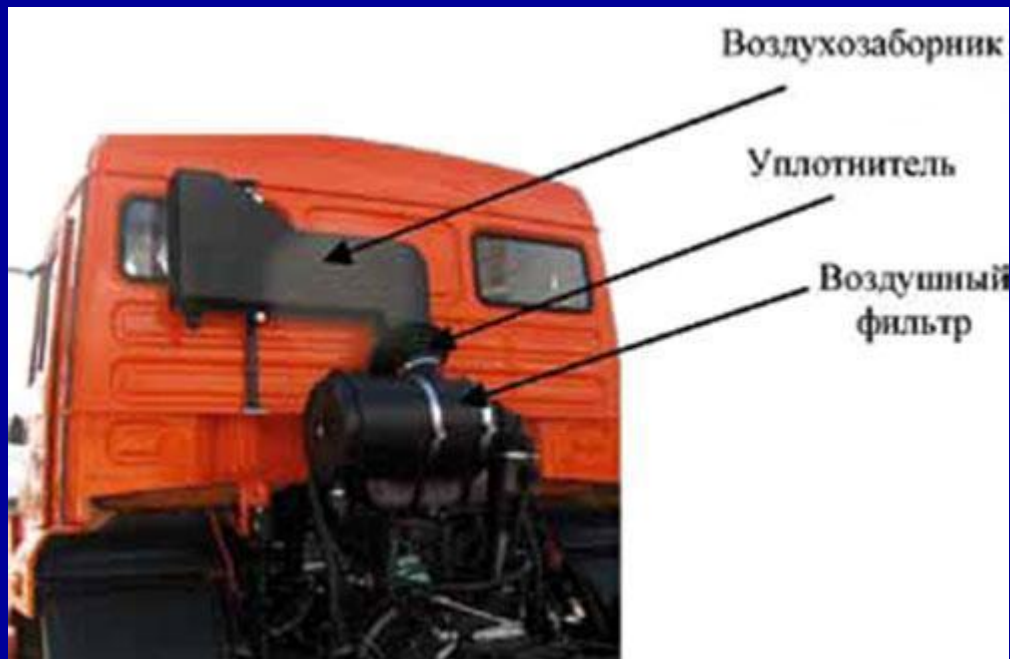


Рис. 46.1. Воздушный фильтр:

- 1 — воздухозаборник; 2 — распорная пружина; 3 — фильтрующий элемент;
 4 — уплотнитель; 5 — крышка; 6 — винт; 7 — защелка;
 8 — корпус; 9 — патрубок отсоса пыли; 10 — воздухопровод;
 11 — кронштейн; 12 — шплинт дренажного отверстия;
 13 — соединительный патрубок; 14 — хомут; 15 — установочная метка



Воздушный фильтр:

Состоит из корпуса 8, внутри которого расположен сменный бумажный фильтрующий элемент 3 с уплотнителем 4. Корпус закрывается крышкой 5, закрепленной винтом 6.

Очищенный воздух отводится в воздушные патрубки двигателя по воздухопроводу 10. На корпусе фильтра имеется патрубок отсоса пыли 9. Забор воздуха осуществляется через воздухозаборник 1 с распорной пружиной 2 и соединительным патрубком 13. Устанавливается фильтр на кронштейне 11.

Для правильной установки фильтра имеется установочная метка 15.

Воздух через воздухозаборник 1 поступает в первую ступень фильтра с инерционной решеткой для предварительной очистки.

Здесь направление движения потока воздуха резко изменяется, в результате крупные частицы под действием центробежных сил и вакуума в патрубке, соединенном с эжектором глушителя, выбрасываются в атмосферу.

Очищенный от крупных механических частиц воздух поступает во вторую ступень фильтра с бумажным фильтрующим элементом.

Проникая через поры фильтрующего элемента, воздух оставляет на его поверхности мелкие частицы пыли и, окончательно очищенный, через трубопроводы поступает в цилиндры двигателя.

В системе питания двигателя воздухом на впускном трубопроводе установлен индикатор засоренности воздушного фильтра. По мере засорения воздушного фильтра увеличивается разрежение во впускном трубопроводе.

Если разрежение достигает величины 0,007 МПа (0,07 кгс/см²), срабатывает индикатор. При этом в его смотровом окне появляется красный участок барабана, который остается в таком положении и после остановки двигателя. Это сигнал к замене воздушного фильтра.

Автоматический отсос пыли осуществляется через патрубок 9.

Система автоматической очистки воздуха от пыли включает в себя корпус заслонки, рукоятку заслонки, трубу отсоса пыли и эжектор.

Отсос пыли осуществляется за счет разрежения в патрубке, соединенном с эжектором глушителя, а затем она выбрасывается в атмосферу.

Занятие №47 (2 часа)
Топливный насос высокого давления

47.1. Назначение топливного насоса высокого давления

Топливный насос высокого давления (ТНВД) обеспечивает равномерную подачу строго дозированных порций топлива в каждый цилиндр двигателя в соответствии с порядком работы цилиндров и заданным режимом.

ТНВД оборудован топливоподкачивающим насосом низкого давления, автоматической муфтой опережения впрыска топлива и двухрежимным или всережимным механическим регулятором частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Каждый цилиндр двигателя обслуживается отдельным ТНВД. Для удобства работы и обслуживания все они собраны в общем корпусе и именуется секциями топливного насоса высокого давления.

47.2. Общее устройство ТНВД.

Основными деталями ТНВД (рис. 47.1.) является корпус 16, внутри которого на шариковых подшипниках 18 и 25 установлен кулачковый вал 19. Каждая секция насоса имеет втулку плунжера 8 и плунжер 7.

Над втулкой плунжера установлен нагнетательный клапан 6. Втулка плунжера, плунжер и нагнетательный клапан с седлом изготовлены с высокой точностью и представляют собой прецизионные пары, заменять одну деталь на другую в этой паре не допускается.

Замену можно производить только в комплекте. К верхнему торцу втулки плунжера штуцером прижато седло нагнетательного клапана.

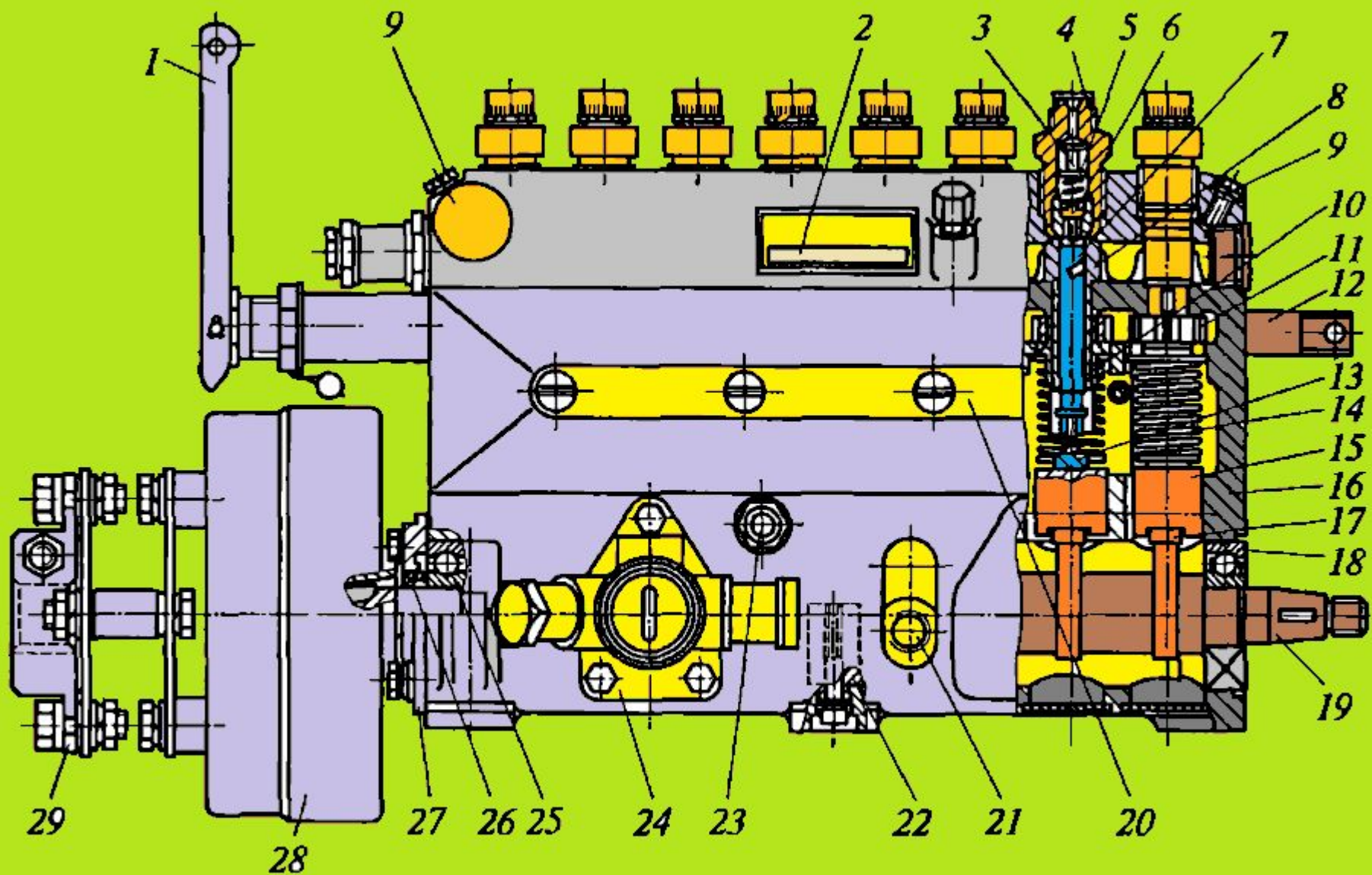


Рис. 47.1. Топливный насос высокого давления.

Рис. 47.1. Топливный насос высокого давления:

- 1 — рычаг корректора пусковых подач;
- 2 — фирменная табличка;
- 3 — вытеснитель топлива;
- 4 — штуцер топливного насоса;
- 5 — пружина нагнетательного клапана;
- 6 — нагнетательный клапан;
- 7 — плунжер;
- 8 — втулка плунжера;
- 9 — винты выпуска воздуха;
- 10 — поворотная втулка плунжера;
- 11 — зубчатый сектор;
- 12 — зубчатая рейка;
- 13 — регулировочные прокладки;
- 14 — пружина;
- 15 — толкатель;

- 16 — корпус насоса;
- 17 — ролик толкателя;
- 18, 25 — шариковые подшипники;
- 19 — кулачковый вал;
- 20 — крышка насоса;
- 21 — отводящий масляный канал;
- 22 — опора кулачкового вала;
- 23 — подводящий масляный канал;
- 24 — топливоподкачивающий насос;
- 26 — уплотнительная манжета;
- 27 — крышка подшипника;
- 28 — муфта опережения впрыскивания топлива;
- 29 — муфта привода топливного насоса



Топливный насос высокого давления.

К резьбовому концу штуцера с помощью накидной гайки прикреплен топливопровод высокого давления. Вторым концом этого трубопровода соединен с форсункой. Плунжер через роликовый толкатель 15 опирается на кулачки кулачкового вала. Плунжер имеет возвратную пружину 14.

Пружина своим нижним концом через разрезную шайбу действует на плунжер, а верхний конец упирается через шайбу в корпус.

На втулке плунжера имеются впускное и перепускное отверстия. Для изменения количества подаваемого в цилиндр топлива на плунжере сделана винтовая проточка, а также продольное сверление с выходом радиального сверления в верхнюю часть винтовой проточки.

Для управления подачей топлива имеется зубчатая рейка 12 и зубчатый сектор 77, находящиеся в зацеплении. Кулачковый вал получает вращение от муфты 29 привода топливного насоса.

47.3. Работа секции ТНВД.

Каждая секция работает от кулачка распределительного вала 7 (рис. 47.2.).

На кулачок опирается ролик 3 толкателя 4, помещенного в корпус 2 насоса. На пяту 5 толкателя опирается плунжер 10.

К толкателю плунжер прижимается пружиной 7.

Пружина одним концом упирается в опорную шайбу 8, а через нее в опорную втулку 9.

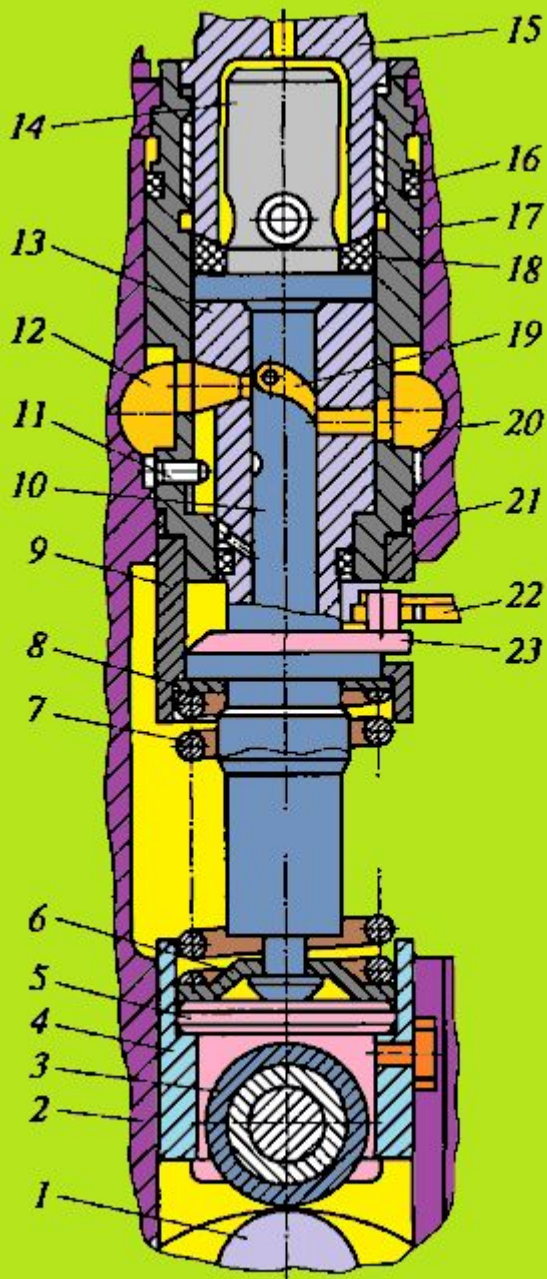
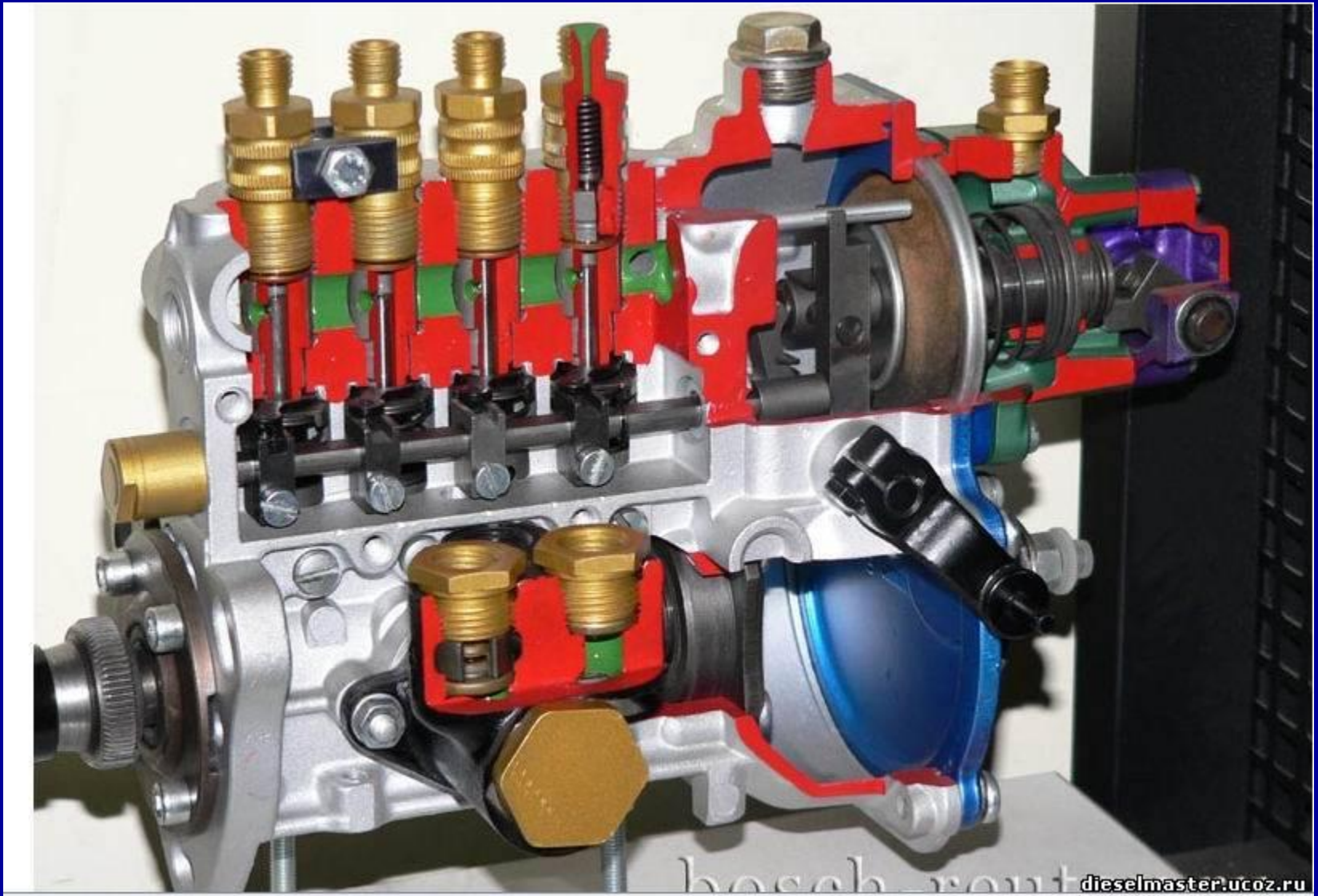


Рис. 47.2. Секция ТНВД:

- 1 — кулачок распределительного вала;
- 2 — корпус насоса;
- 3 — ролик толкателя;
- 4 — толкатель;
- 5 — пята толкателя;
- 6 — тарелка пружины;
- 7 — пружина;
- 8 — опорная шайба;
- 9 — опорная втулка;
- 10 — плунжер;
- 11 — штифт;
- 12 — впускное отверстие;
- 13 — втулка плунжера;
- 14 — нагнетательный клапан;
- 15 — штуцер;
- 16, 21 — уплотнительные кольца секции;
- 17 — корпус секции насоса;
- 18 — шайба;
- 19 — спиральная канавка плунжера;
- 20 — перепускное отверстие;
- 22 — рейка;
- 23 — поворотная втулка плунжера



Другой конец пружины опирается на тарелку 6. Тарелка имеет разрез, а плунжер — кольцевую проточку для этой тарелки. Плунжер входит во втулку плунжера 13. Втулка имеет впускное отверстие 12 и перепускное отверстие 20.

Над втулкой плунжера устанавливается штуцер 15 нагнетательного клапана 14. Плунжер имеет поворотную втулку 23 и зубчатую рейку 22.

Для изменения количества топлива, подаваемого в цилиндр двигателя, на плунжере имеется спиральная канавка 19, а также внутренний продольный канал с выходом через радиальное сверление в верхнюю часть спиральной канавки.

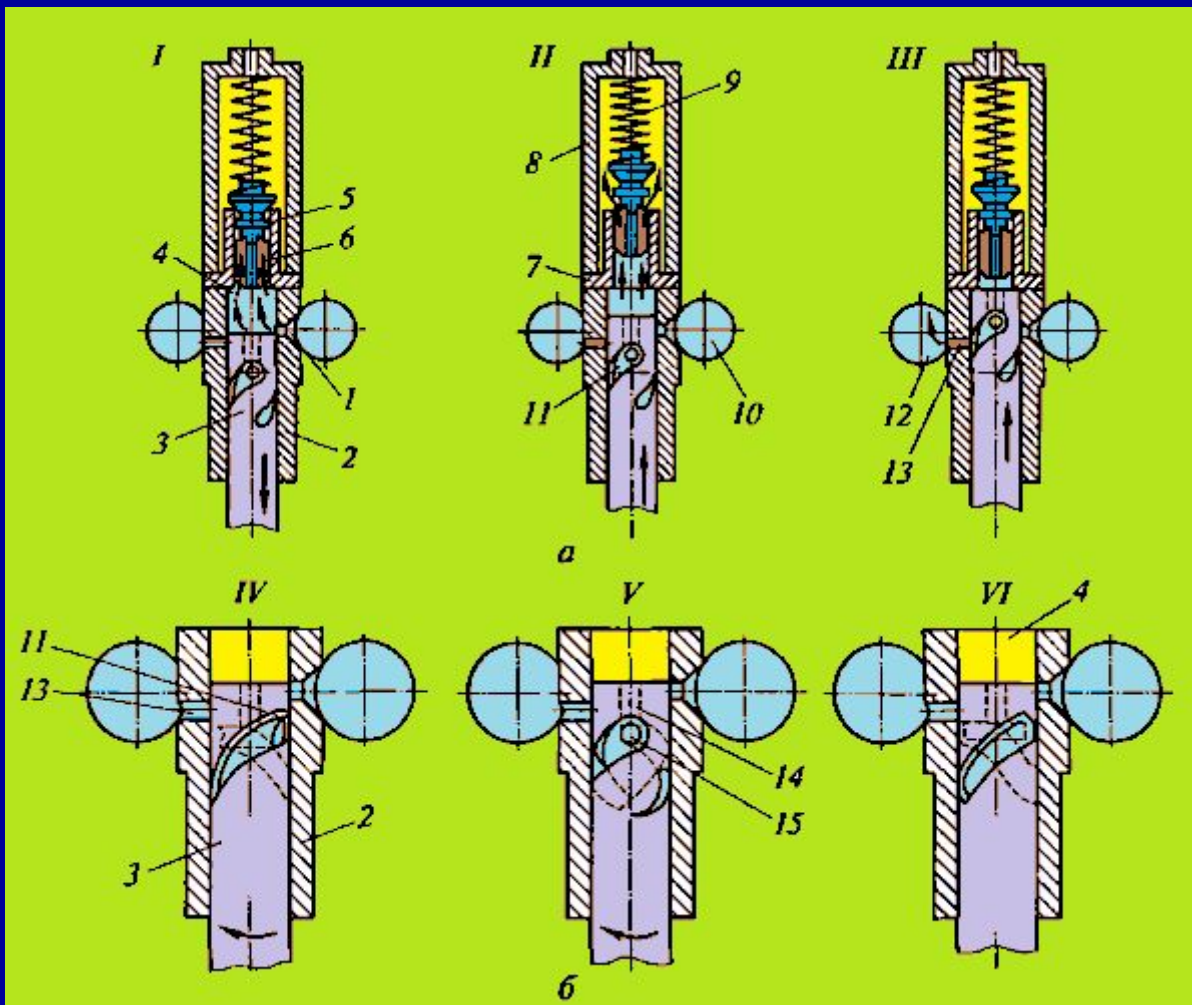
Для дальнейшего рассмотрения работы секции ТНВД перейдем к рис. 47.3.

При сбегании кулачка распределительного вала с роликового толкателя толкатель опускается.

Под действием пружины вслед за толкателем опускается и плунжер.

При опускании плунжер сначала открывает впускное отверстие 1 во втулке 2 плунжера, через которое за счет давления, создаваемого подкачивающим насосом, внутрь втулки поступает топливо.

После открытия перепускного отверстия 13 излишки топлива через канал отвода топлива 12 возвращаются в топливный бак.

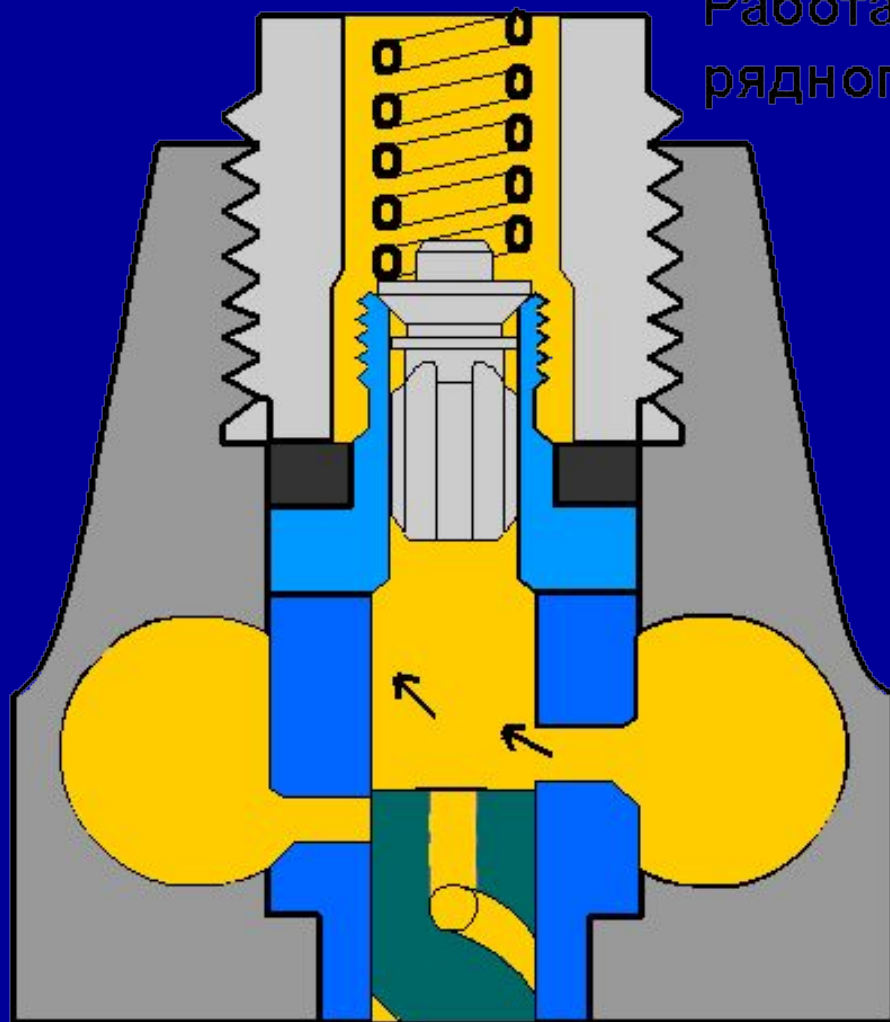


- 1 — впускное отверстие;
- 2 — втулка плунжера;
- 3 — плунжер;
- 4 — надплунжерное пространство;
- 5 — разгрузочный поясок нагнетательного клапана;
- 6 — нагнетательный клапан;
- 7 — седло нагнетательного клапана;
- 8 — штуцер;
- 9 — пружина нагнетательного клапана;
- 10 — канал подвода топлива;
- 11 — спиральная канавка на плунжере;
- 12 — канал отвода топлива;
- 13 — перепускное отверстие;
- 14 — осевое отверстие в плунжере;
- 15 — диаметрально отверстие в плунжере

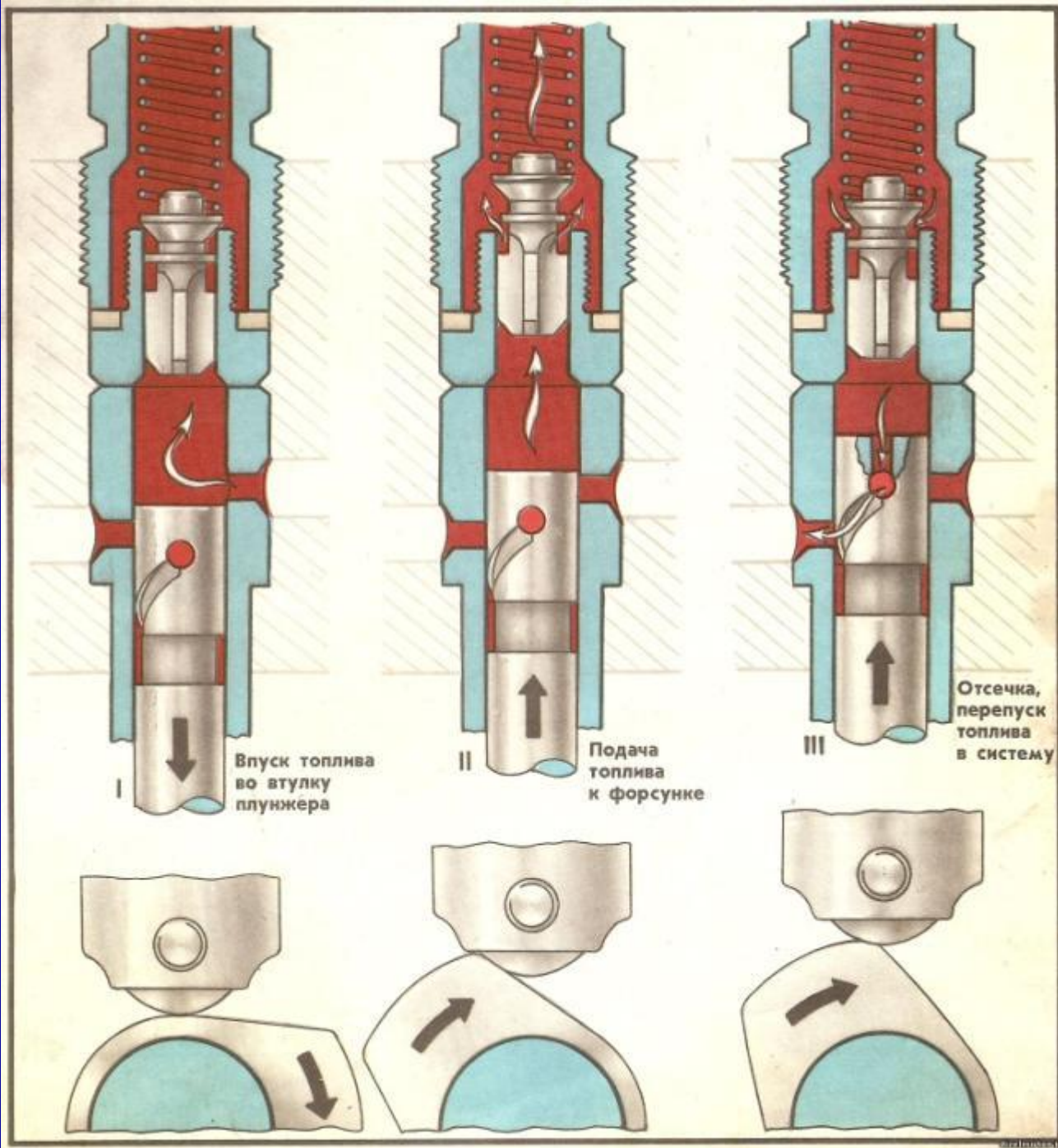
Рис. 47.3. Плунжерные пары:

- а — схемы работы секции ТНВД;
- б — схемы изменения количества подаваемого топлива; I — впуск топлива; II — начало подачи; III — конец подачи; IV — максимальная подача; V — половинная подача; VI — отсутствие подачи;

Работа секции
рядного ТНВД



© Litvinov V.



При дальнейшем вращении распределительного вала кулачок начинает набегать на роликовый толкатель и поднимает его, а вместе с ним поднимается плунжер. При подъеме плунжер сначала закрывает перепускное отверстие 13, а затем и впускное отверстие 1. Моментом закрытия этого отверстия определяется начало подачи топлива к форсунке.

После закрытия впускного отверстия давление топлива в надплунжерном пространстве возрастает, и, когда оно достигает величины 1,6... 1,8 МПа (16... 18 кгс/см²), нагнетательный клапан 6, сжимая пружину 9, отходит от седла клапана 7, и топливо по трубопроводу высокого давления поступает к форсунке.

При дальнейшем движении плунжера вверх давление в топливопроводе возрастает, и при достижении величины 16... 19 МПа (160... 190 кгс/см²) происходит впрыск топлива форсункой в камеру сгорания.

Продолжая движение вверх, плунжер своей винтовой спиральной канавкой 11 открывает перепускное отверстие 13 во втулке, соединенное с отводным каналом 12. При открытии выходного канала топливо из надплунжерного пространства через осевое отверстие 14 в плунжере и диаметрально отверстие 15 отводится в топливный бак.

Давление топлива над плунжером резко уменьшается и нагнетательный клапан под действием пружины закрывается.

При опускании клапана до посадки на седло происходит увеличение объема пространства за клапаном и резкое падение давления в трубопроводе.

Этим обеспечивается быстрая посадка в седло иглы распылителя форсунки и резкая отсечка подачи топлива в цилиндр.

Количество подаваемого плунжером топлива определяется длиной хода нагнетания, который изменяется поворотом плунжера относительно втулки, т.е. изменением положения спиральной канавки на плунжере относительно канала отвода топлива.

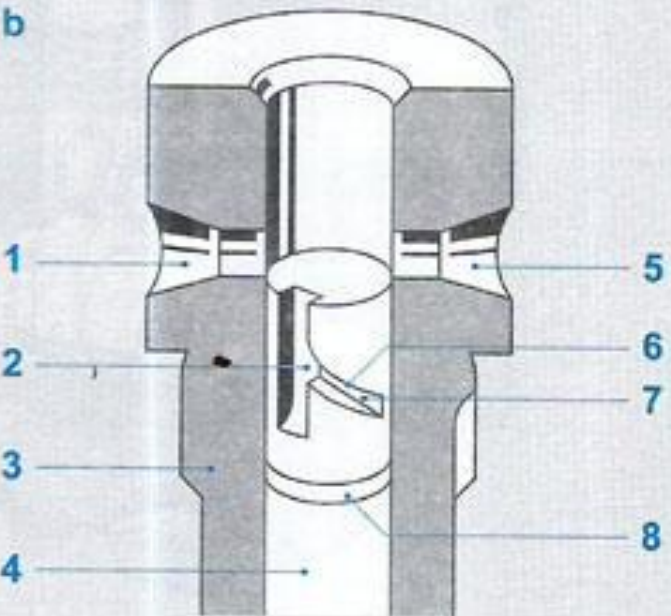
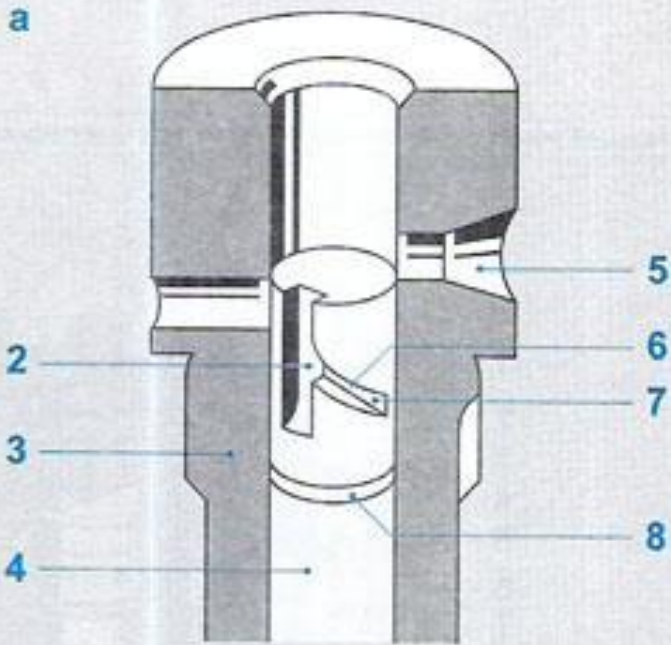


Рис.47.4.Элементы плунжерной пары ТНВД.

а - Плунжерная пара с одним впускным окном;
 б - Плунжерная пара с двумя впускными окнами;

- 1 - Впускное окно;
- 2 - Вертикальная канавка;
- 3 - Втулка плунжерной пары;
- 4 - Плунжер ТНВД;
- 5 - Отсечное отверстие (линии впуска и возврата топлива);
- 6 - Спиральная отсечная кромка;
- 7 - Спиральный канал;
- 8 - Кольцевая канавка для смазки.

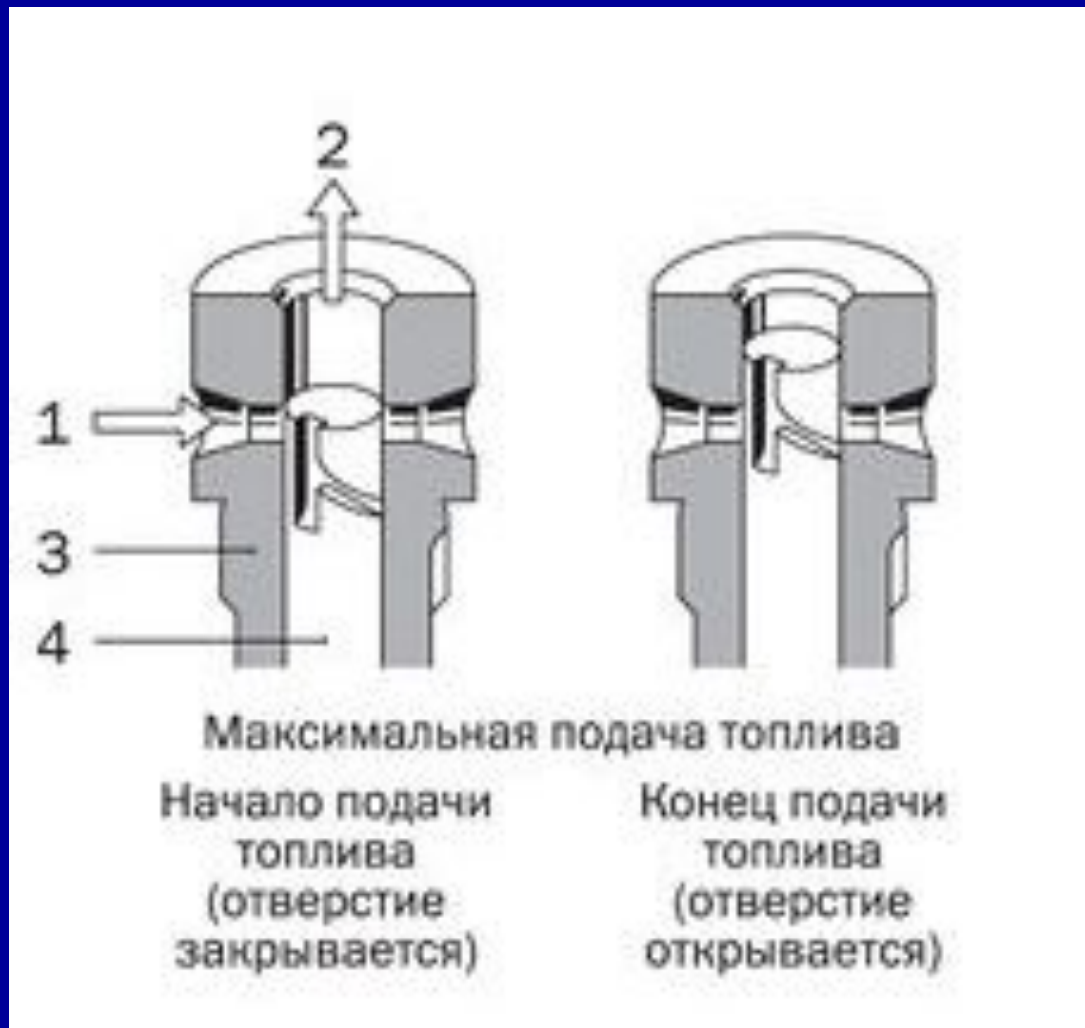
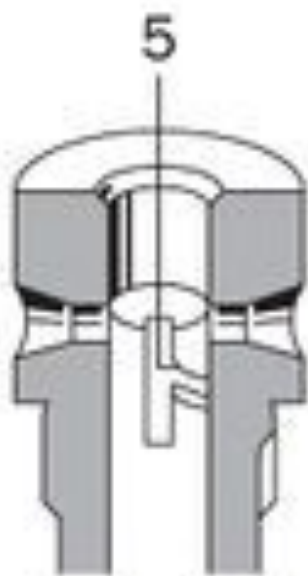


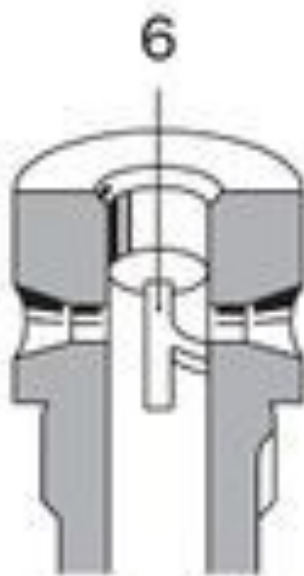
Рис.47.5. Регулирование подачи топлива в ТНВД с рядным расположением плунжерных пар:

1 - из топливного канала: 2 - к форсунке: 3 - втулка: 4 - плунжер:

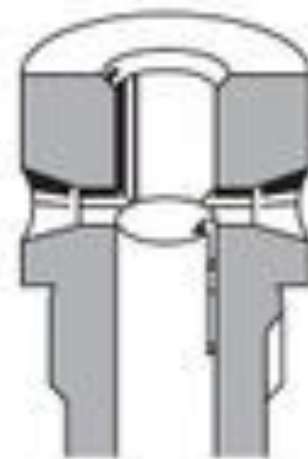


Частичная подача топлива

Начало подачи
топлива
(отверстие
закрывается)



Конец подачи
топлива
(отверстие
открывается)



Выключение подачи

Нижняя
точка
мертва

Рис.47.5. Регулирование подачи топлива в ТНВД с рядным расположением плунжерных пар:

5 - нижняя регулирующая спиральная выемка: 6 - вертикальная канавка

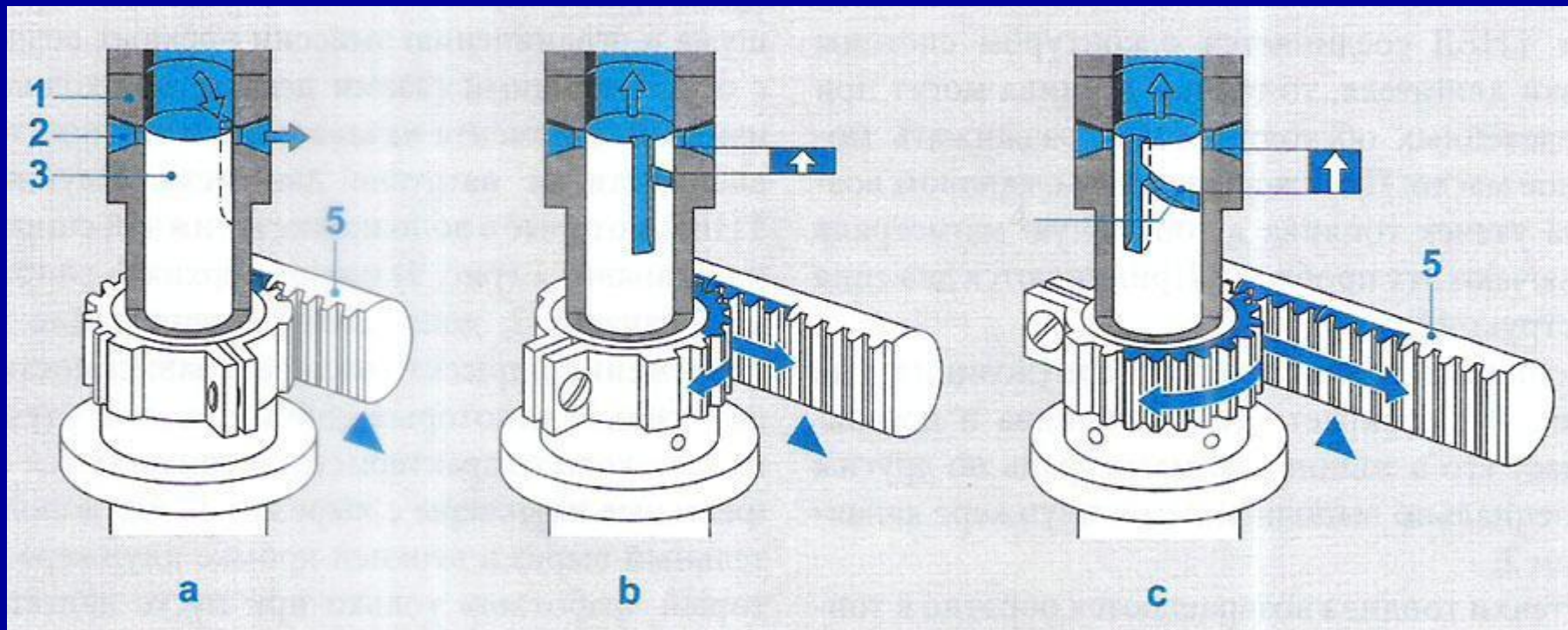


Рис.47.6. Регулирование величины подачи топлива.

- а - Нулевая подача;
- б - Частичная подача;
- с - Максимальная подача;
- 1 - Втулка плунжерной пары;
- 2 - Впускное окно;
- 3 - ПлунжерТНВД;
- 4 - Спиральная отсечная кромка;
- 5 - Зубчатая рейка.

Чем раньше спиральная канавка совпадает с каналом отвода топлива, тем меньше топлива будет впрыснуто в цилиндр и, следовательно, будет меньше частота вращения коленчатого вала двигателя, и наоборот.

Остановка работающего двигателя осуществляется с помощью тросика, который связан с рычагом останова и кнопкой управления, размещенной в кабине водителя.

Для того чтобы остановить работающий двигатель, нужно до отказа вытянуть кнопку останова двигателя. Рычаг останова при этом поворачивается и через палец воздействует на рычаг выключения подачи. Рычаг, перемещаясь, воздействует на рычаг регулятора и рейки посредством пальцев и рычага реек. Рейки выводятся в положение выключения подачи, и двигатель останавливается.

Занятие №48 (2 часа)
Автоматическая муфта
опережения
впрыска топлива

В дизельных двигателях топливо впрыскивается в нагретый сжатием воздух, имеющий температуру 450...550 °С и давление 30...40 кгс/см².

Подача топлива начинается до ВМТ и может заканчиваться как до, так и после ВМТ.

Началом подачи топлива считается начало впрыска топлива ТНВД.

Подача топлива начинается в точке А. (рис.48.1.)

Угол поворота коленчатого вала между началом впрыска и В.М.Т. называют **углом опережения впрыска**.

В течение некоторого времени после начала впрыска горение еще не поступает.

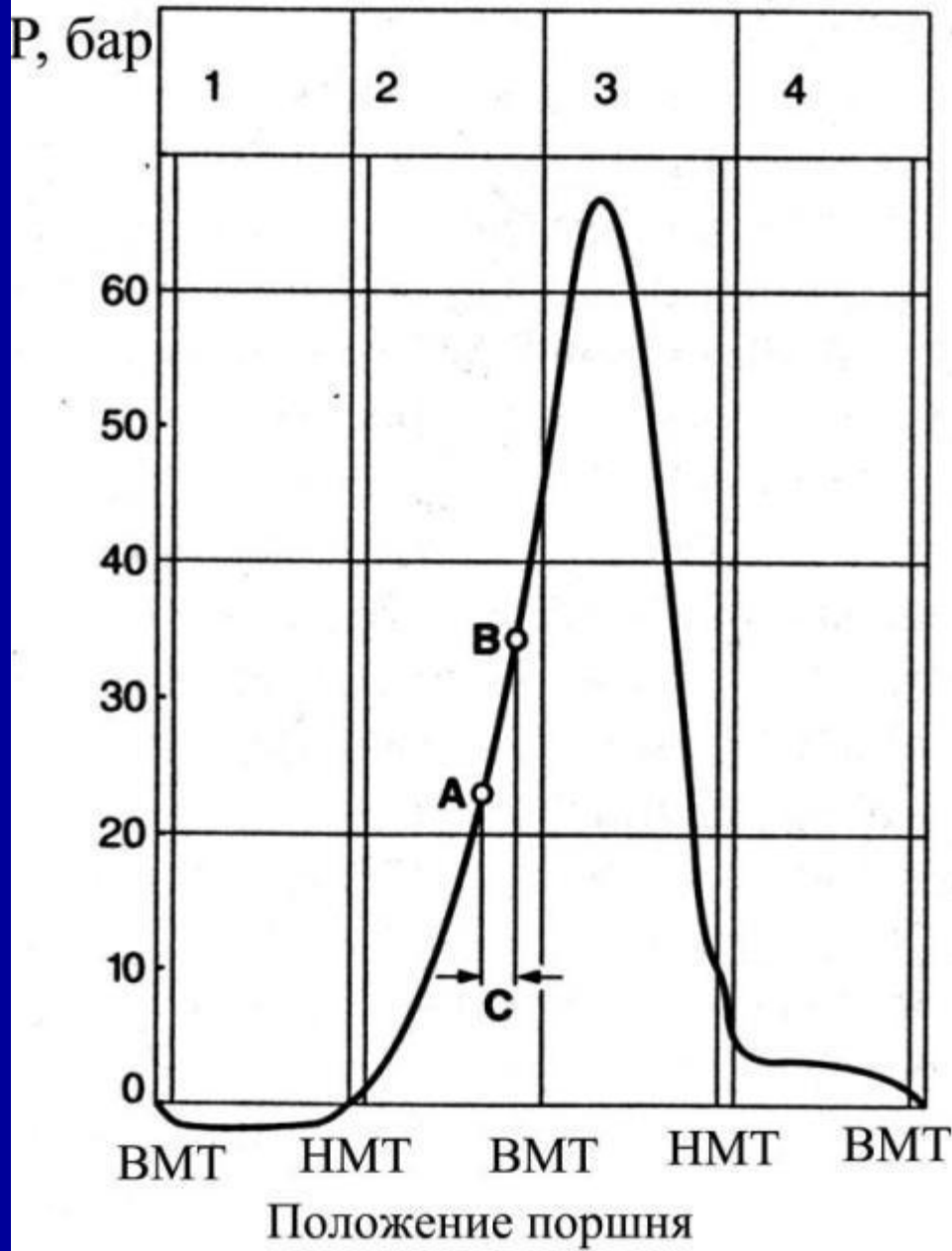


Рис.48.1. Диаграмма изменения давления в дизельном двигателе в зависимости от угла поворота коленчатого вала:

P – давление в цилиндре двигателя;

A – начало впрыска топлива;

B – начало сгорания топлива;

c – период задержки воспламенения;

1 – такт впуска;

2 – такт сжатия;

3 – такт сгорания и расширения;

4 – такт выпуска

Давление в этот период изменяется из-за продолжающегося сжатия, причем вначале несколько снижается температура, а соответственно и давление сжимаемого воздуха вследствие затраты теплоты на нагревание и испарение поданного топлива.

В течение указанного периода развиваются предпламенные реакции, возникают первые очаги самовоспламенения, и давление начинает повышаться в результате выделения теплоты сгорания.

Точку В, в которой линия повышения давления вследствие сгорания отрывается от линии сжатия при его отсутствии, условно принимают за начало сгорания, а интервал времени, (в градусах поворота коленчатого вала) между точками А и В – за **период задержки воспламенения или период индукции**.

В результате сгорания значительной части испарившегося топлива, образовавшего с воздухом за этот период горючую смесь, а также вследствие сгорания продолжающего поступать через форсунку топлива давление и температура на участке А–В быстро повышаются.

Подача топлива в цилиндры двигателя зависит от его режима работы и может изменяться.

Для опережения впрыскивания топлива в цилиндры дизеля в зависимости от частоты вращения его коленчатого вала в передней части насоса установлена центробежная муфта.

В момент впрыска топлива через нагнетательный клапан ТНВД игла форсунки приподнимается за счет волны давления, которая передается со скоростью звука по трубопроводам высокого давления.

Необходимое время для передачи давления всегда одинаково и не зависит от частоты вращения коленчатого вала двигателя, это же характерно и для воспламенения топлива.

Независимо от частоты вращения максимальное давление при сгорании достигается всегда в одинаковое время.

При работе двигателя на высокой частоте вращения коленчатого вала без коррекции угла опережения впрыска происходило бы запаздывание впрыска.

Поэтому с увеличением частоты вращения коленчатого вала необходимо несколько раньше производить впрыск топлива, чтобы достичь оптимального процесса сгорания.

Опережение момента впрыска топлива (начала подачи топлива) осуществляется автоматической муфтой опережения впрыска в зависимости от частоты вращения коленчатого вала.

Муфта опережения впрыска топлива (рис.48.2.) состоит из двух полумуфт – ведущей 1 и ведомой 2.

Обе полумуфты подвижно соединены между собой через эксцентриковый элемент 5, состоящий из компенсирующих и регулировочных эксцентриков, которые направляются штифтом, жестко связанным с корпусом.

Внутренняя полумуфта жестко связана с кулачковым валом насоса высокого давления.

К наружной полумуфте прикреплен привод ТНВД (звездочка, шестерня). Внутри муфты опережения впрыска расположены центробежные грузы 8, которые соединены с эксцентриковыми элементами 5 и удерживаются в исходном положении пружинами с переменной жесткостью 7.

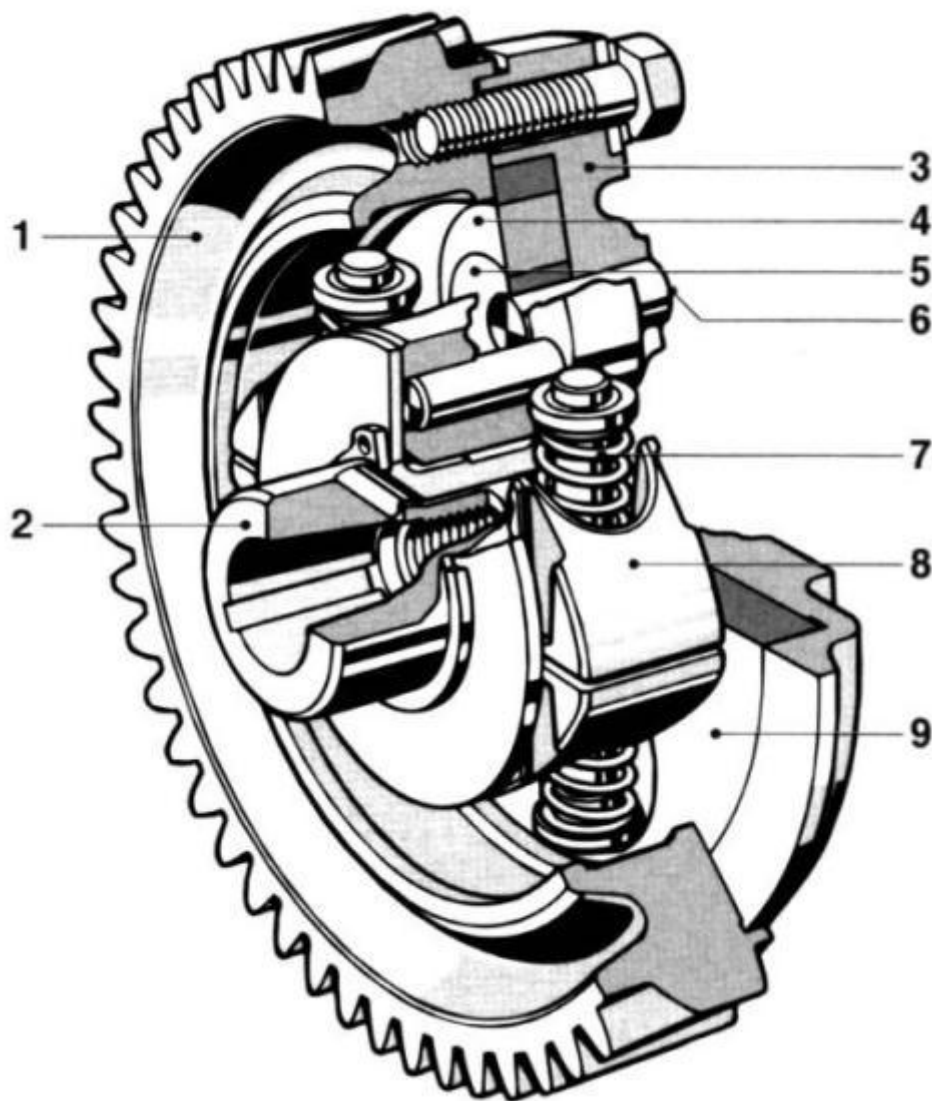
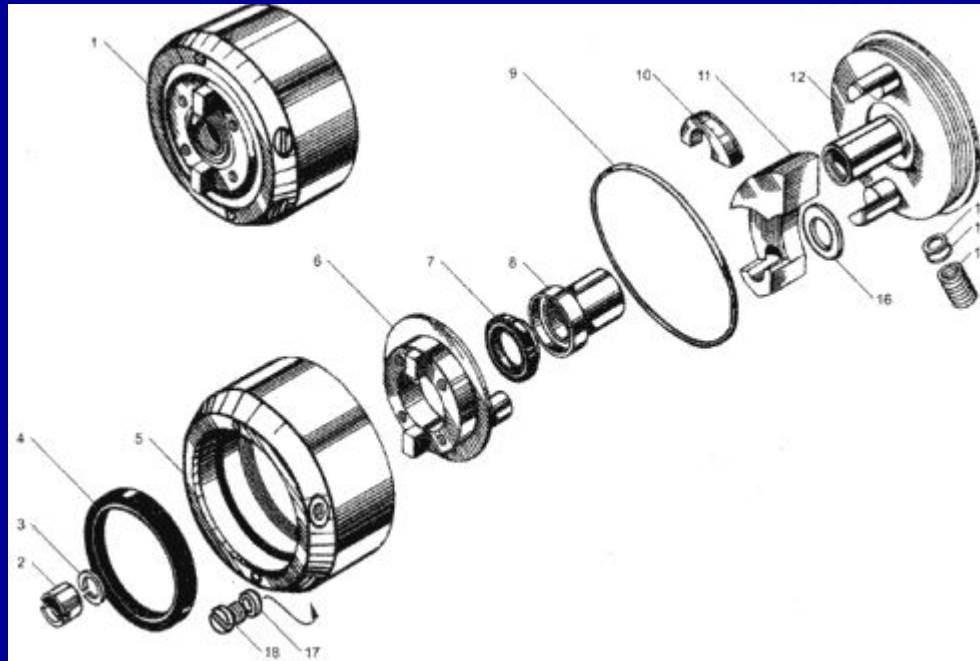


Рис.48.2. Муфта опережения впрыска:

- 1 – ведущая полумуфта (приводная шестерня);
- 2 – ведомая полумуфта (ступица);
- 3 – корпус муфты;
- 4 – эксцентрик регулировочный;
- 5 – эксцентрик дополнительный;
- 6 – палец;
- 7 – пружина;
- 8 – груз;
- 9 – опорная шайба



Муфты опережения впрыска



Принцип работы муфты показан на рис. 48.3.

На небольшой частоте вращения коленчатого вала двигателя центробежные грузы сжаты за счет сил стягивающих пружин, при этом ведущая и ведомая полумуфты не имеют угла расхождения.

По мере увеличения частоты вращения коленчатого вала возрастают центробежные силы, действующие на грузы. Под действием этих сил преодолевается противодействие пружин и грузы расходятся.

Грузы, воздействуя на эксцентриковый элемент, поворачивают ведомую полумуфту, связанную с кулачковым валом на определенный угол, что приводит к угловому смещению кулачкового вала насоса (по направлению вращения) относительно привода насоса. Следовательно, угол опережения впрыска топлива увеличивается.

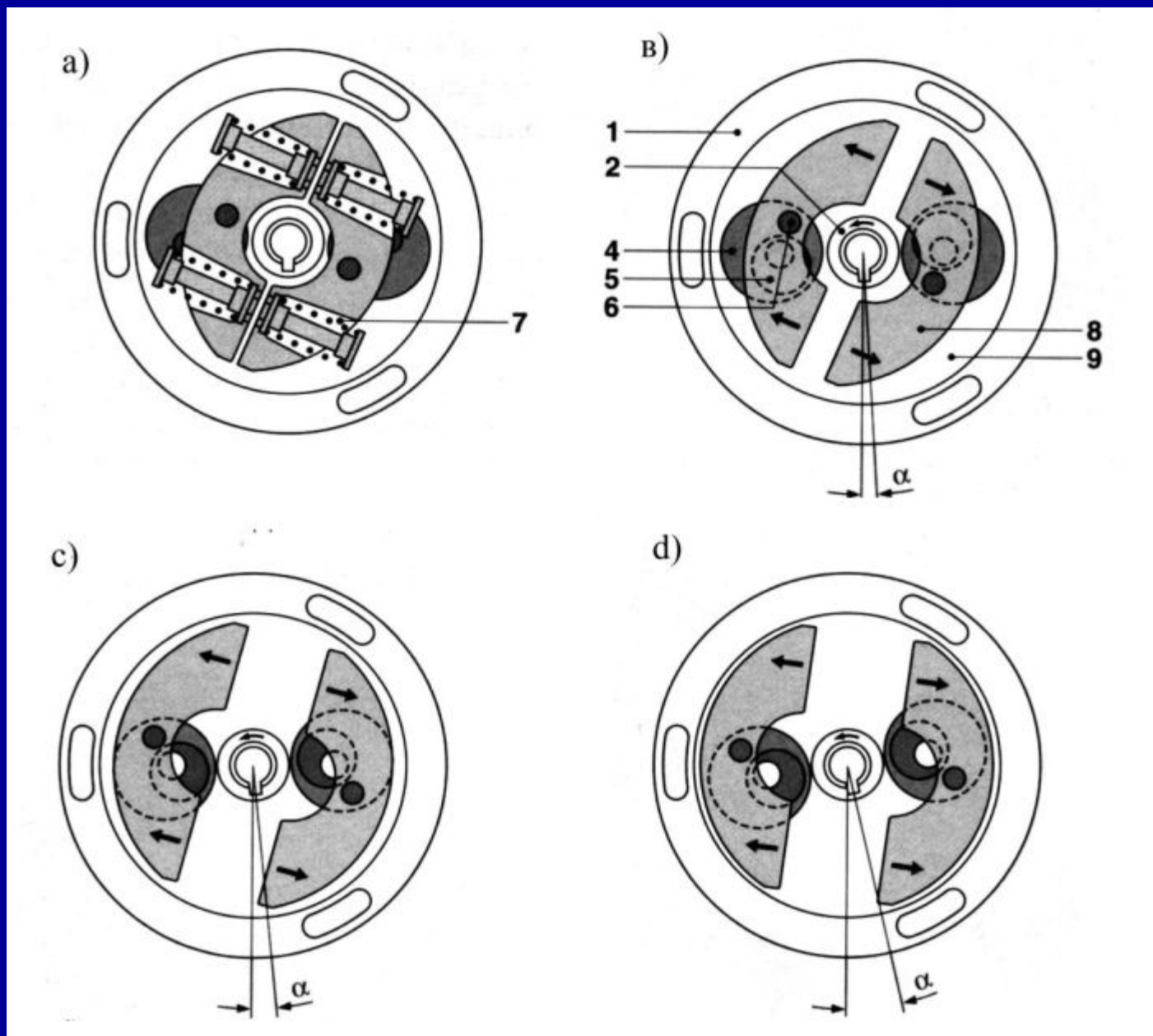


Рис.48.3. Принцип действия муфты опережения впрыска топлива

При снижении частоты вращения коленчатого вала центробежная сила грузов уменьшается и под действием пружин ведомая полумуфта поворачивается относительно ведущей в сторону, противоположную вращению кулачкового вала насоса, в результате чего угол опережения впрыска уменьшается.

Занятие №49 (2 часа)
Регулятор частоты вращения
коленчатого вала

В отличие от бензинового двигателя дизельные двигатели не имеют во впускном трубопроводе дроссельной заслонки, позволяющей четко регулировать частоту вращения коленчатого вала за счет изменения подачи воздуха с одновременным изменением подачи топлива.

У дизельного двигателя не существует положения управляющей рейки, которое бы позволило двигателю поддерживать определенную частоту вращения коленчатого вала двигателя без помощи регулятора.

Например, при запуске холодного двигателя и его работе на холостом ходу, потери на трение кривошипно-шатунного, газораспределительного и других механизмов и приводимых от двигателя агрегатов начинают снижаться, а количество подаваемого топлива будет постоянным.

При отсутствии регулятора частота вращения будет увеличиваться и может достичь критической точки, при которой может произойти разрушение двигателя.

Регуляторы частоты вращения коленчатого вала двигателя устанавливаются на насосе высокого давления и приводятся в действие от кулачкового вала. Его работа основана, как и в автоматической муфте опережения впрыска, на использовании центробежных сил.

Например, при заданном положении педали управления подачи топлива и возникновении дополнительного сопротивления движению (на подъеме) частота вращения коленчатого вала двигателя будет уменьшаться, а скорость автомобиля падать.

Чтобы ее поддержать на заданном уровне, необходимо повысить крутящий момент двигателя.

Это может быть достигнуто увеличением количества топлива, впрыскиваемого в цилиндры двигателя.

Регулятор воспринимает снижение частоты вращения коленчатого вала и автоматически увеличивает подачу топлива насосом высокого давления, благодаря чему скорость автомобиля восстанавливается до заданного значения.

Аналогичным образом регулятор изменяет подачу топлива при уменьшении нагрузки на двигатель, только в этом случае управляющее воздействие регулятора сводится к уменьшению количества впрыскиваемого топлива.

В результате при снижении нагрузки на двигатель происходит уменьшение скорости движения и доведение ее до заданного уровня.

Таким образом, регулятор автоматически изменяет подачу топлива при изменении нагрузки на двигатель и обеспечивает установку любого выбранного скоростного режима при отклонениях от него в пределах – 10...20%.

Различают двухрежимный и всережимные регуляторы частоты вращения коленчатого вала.

Двухрежимный регулятор (типа RQ) поддерживающий определенную частоту вращения коленчатого вала на режимах минимальной и максимальной частоты вращения коленчатого вала.

Всережимный регулятор (типа RSV) поддерживает необходимую частоту вращения на всех режимах работы двигателя.

Всережимные регуляторы устанавливаемые на небольших высокооборотистых двигателях позволяют поддерживать частоту вращения коленчатого вала в пределах 6...10%.

В топливных насосах применяют регуляторы с различными принципами работы:

- механические,
- пневматические,
- гидравлические
- комбинированные.

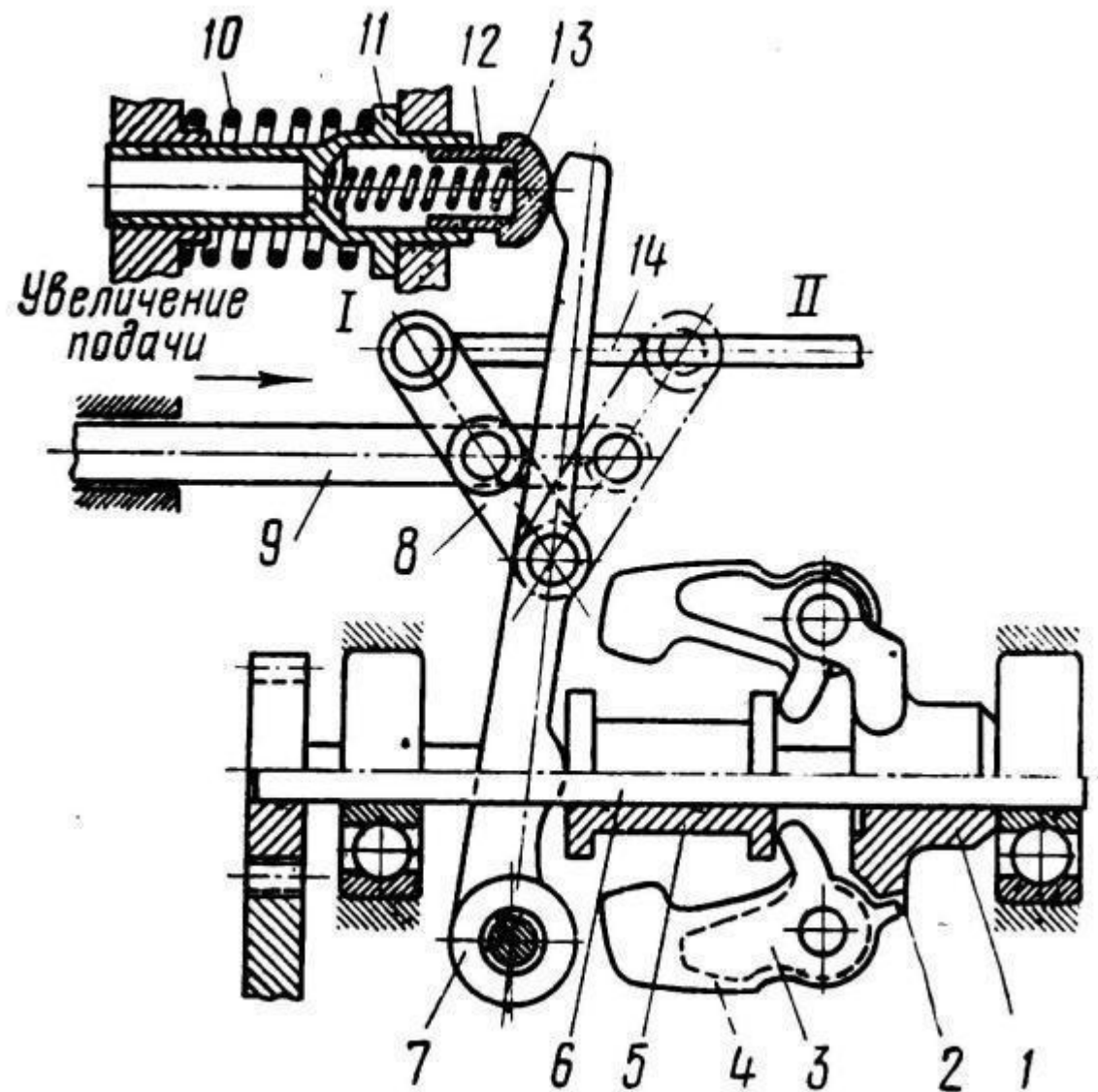
Для автомобильных двигателей наиболее широко применяют механические центробежные регуляторы и реже пневматические регуляторы.

Центробежный регулятор представляет собой систему, состоящую из вращающихся грузов, пружин и рычагов, связанных с рейкой топливного насоса высокого давления, управляющей цикловой подачей топлива.

В двухрежимных регуляторах (рис.49.1.) механизм регулятора связан с рейкой насоса высокого давления при помощи дифференциального рычага, соединенного также и с тягой педали акселератора, которой управляет водитель.

Основными элементами двухрежимного центробежного регулятора являются большие 4 и малые 3 грузы.

Грузы свободно посажены на пальцы крестовины 1 и упираются лапками в скользящую муфту 5, также свободно установленную на вращающемся валу 6 регулятора, связанном зубчатой передачей с валом топливного насоса.



1. крестовина
2. упоры
3. малые грузы
4. большие грузы
5. скользящая муфта
6. вал регулятора
7. вильчатый рычаг
8. двуплечий рычаг
9. рейка
10. сильная пружина
11. втулке
12. слабая пружина
13. стакан
14. тяга

Рис.49.1. Схема работы двухрежимного центробежного регулятора

С противоположной стороны в скользящую муфту под действием слабой пружины 12, помещенной в стакане 13 и втулке 11, упирается основной (вилчатый) рычаг 7 регулятора.

Этот рычаг соединен при помощи двуплечего рычага 8 с рейкой 9 топливного насоса высокого давления и тягой 14 педали акселератора.

Сильная пружина 10, установленная на втулке 11, упирается в неподвижную стенку корпуса регулятора.

Грузы со слабой пружиной и сильной пружинами образуют две последовательно действующие системы регулирования, в которых используется общий рычажный механизм.

Массы грузов и затяжку слабой пружины подбирают так, чтобы действующие на муфту составляющие центробежной силы грузов и силы пружины оказались равными, т. е. чтобы система была в равновесии при минимальной частоте вращения коленчатого вала.

Педаль акселератора во время работы двигателя на холостом ходу с минимальной частотой вращения коленчатого вала полностью отпущена и двуплечий рычаг находится **в положении I**.

При самопроизвольном уменьшении частоты вращения коленчатого вала двигателя центробежная сила грузов уменьшается и пружина 12, отклоняя вильчатый рычаг, перемещает рейку топливного насоса в сторону увеличения подачи топлива.

В случае самопроизвольного повышения частоты вращения коленчатого вала двигателя центробежная сила грузов увеличивается и муфта 5, отклоняя вильчатый рычаг и сжимая при этом пружину 12, перемещает рейку насоса в сторону уменьшения подачи топлива.

Таким образом, одна система двухрежимного регулятора обеспечивает устойчивую работу дизеля при минимальной частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу.

Массу грузов и затяжку сильной пружины подбирают так, чтобы равновесие системы обеспечивалось при максимальной частоте вращения коленчатого вала, допустимом для данного двигателя.

Педадь акселератора при работе двигателя с максимальной частотой вращения коленчатого вала полностью нажата, и двуплечий рычаг находится в **положении II**.

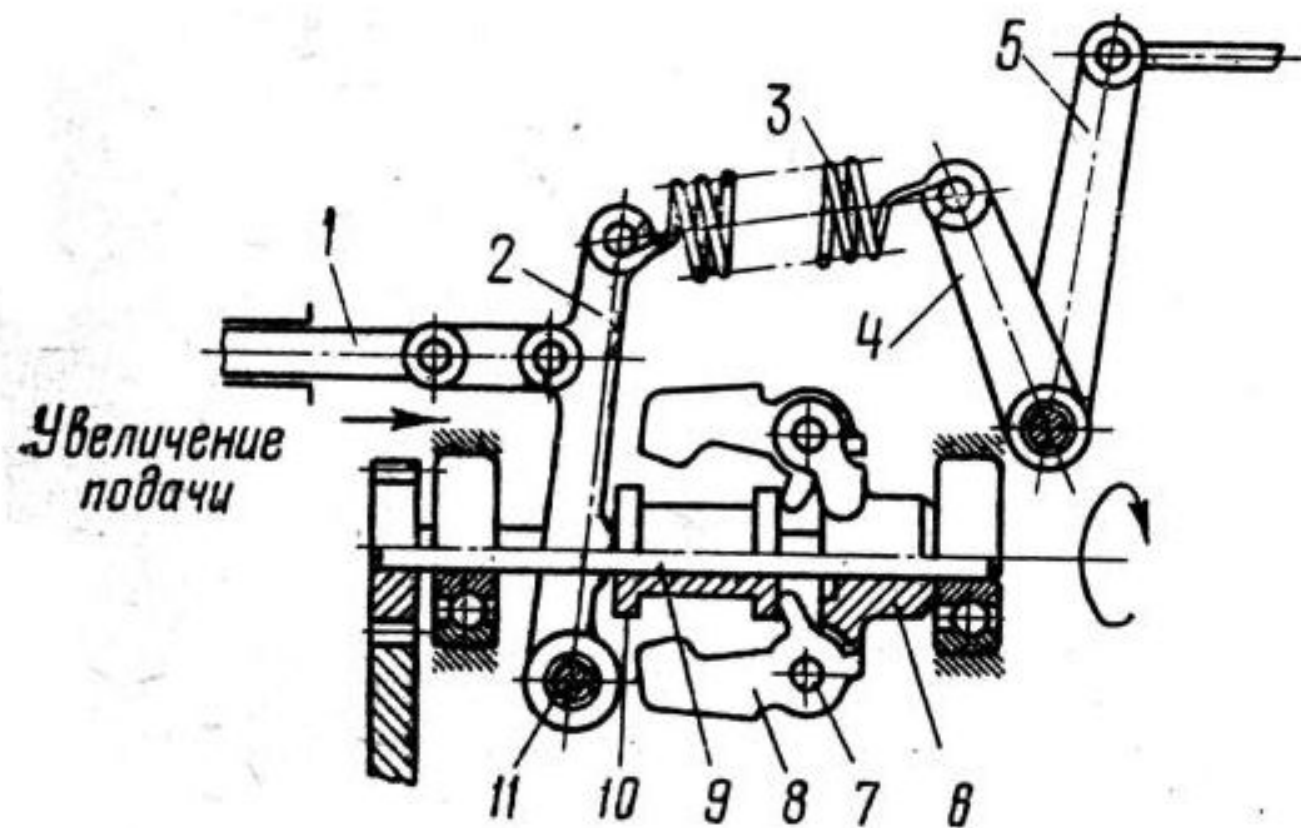
При этом большие грузы регулятора раздвигаются до упоров 2 и не изменяют своего положения, сжимая слабую пружину вильчатым рычагом настолько, что стакан 13 вдвигается до упора в торец втулки 11.

С дальнейшим увеличением частоты вращения коленчатого вала, которое может происходить при уменьшении нагрузки дизеля, центробежная сила грузов увеличивается и муфта 5, отклоняя вильчатый рычаг и сжимая при этом пружину 10, перемещает рейку насоса высокого давления в сторону уменьшения подачи топлива.

Таким образом, вторая система двухрежимного регулятора ограничивает максимальную частоту вращения, не допуская его разноса, даже при его полной разгрузке.

Центробежный регулятор всережимного типа также представляет собой систему, состоящую из вращающихся грузов, пружины и основного рычага, связанного с рейкой топливного насоса высокого давления, управляющей цикловой подачей топлива. Особенность регулятора этого типа заключается в отсутствии непосредственной связи рейки топливного насоса с педалью акселератора.

На рис. 49.2. дана схема всережимного центробежного регулятора.



1. рейка
2. вильчатый рычаг
3. пружина
4. рычаг
5. рычаг
6. крестовина
7. пальцы
8. качающиеся грузы
9. вал регулятора
10. муфта
11. ось

Рис.49.2. Схема работы всережимного центробежного регулятора.

На вращающемся валу 9 регулятора, который при помощи шестерен связан с кулачковым валом топливного насоса, закреплена крестовина 6.

В проушинах крестовины на пальцах 7 установлены качающиеся грузы 8 с лапками, которые упираются в подвижную муфту 10, надетую на вал регулятора.

С другой стороны в муфту упирается основной вильчатый рычаг 2, установленный на оси 11 и соединенный с пружиной 3 и рейкой 1 топливного насоса высокого давления.

Другой конец пружины соединен с рычагом 4, жестко связанным общей осью с рычагом 5 управления регулятором, который размещен с наружной стороны корпуса регулятора.

Система находится в равновесии, когда составляющие центробежной силы вращающихся грузов и силы пружины, действующие на подвижную муфту, равны между собой.

При повышении частоты вращения коленчатого вала двигателя и связанного с ним вала регулятора, происходящем при уменьшении нагрузки, центробежная сила грузов увеличивается, заставляя их раздвинуться и переместить подвижную муфту, вильчатый рычаг и связанную с ним рейку топливного насоса в сторону уменьшения подачи топлива.

В случае понижения частоты вращения, происходящем при увеличении нагрузки дизеля, центробежная сила грузов уменьшается и пружина, воздействуя на вильчатый рычаг, перемещает рейку топливного насоса в сторону увеличения подачи топлива.

Частоту вращения изменяют натяжением пружины, связанной с рычагом управления регулятором, причем для повышения частоты вращения коленчатого вала необходимо увеличить натяжение пружины.

Заняття №50 (2 часа)
Повторення по темі
«Система живлення дизеля»

Видео

Система питания дизеля.

[Смотреть](#)

Используя ниже приведенные слайды ответьте на вопросы преподавателя.

1. Опишите схему системы питания дизеля;
2. Опишите конструкцию и схему работы фильтра грубой очистки топлива;
3. Опишите конструкцию и схему работы фильтра тонкой очистки топлива;
4. Опишите конструкцию и схему работы топливоподкачивающего насоса поршневого типа;
5. Опишите конструкцию и схему работы форсунки;
6. Опишите конструкцию и схему работы воздушного фильтра;
7. Опишите конструкцию секции насоса высокого давления;
8. Опишите схему работы секции насоса высокого давления;
9. Опишите конструкцию муфты опережения впрыска;
10. Опишите схему работы муфты опережения впрыска;

Удаление воздуха

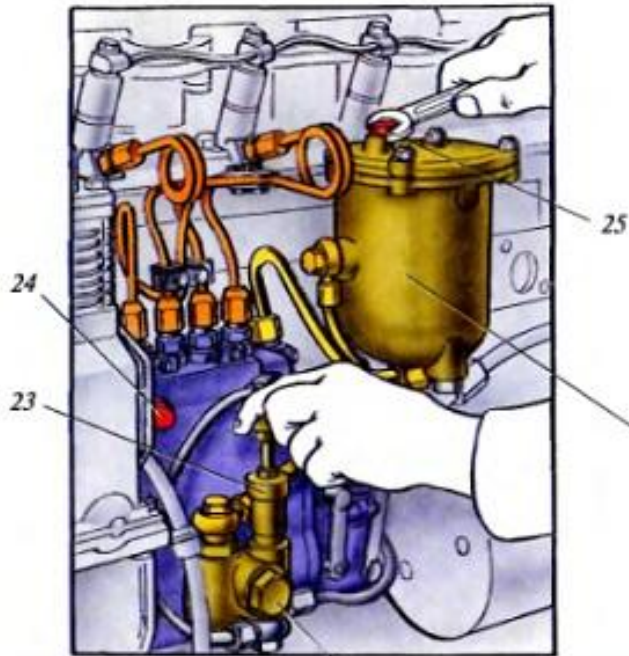


Схема турбокомпрессора

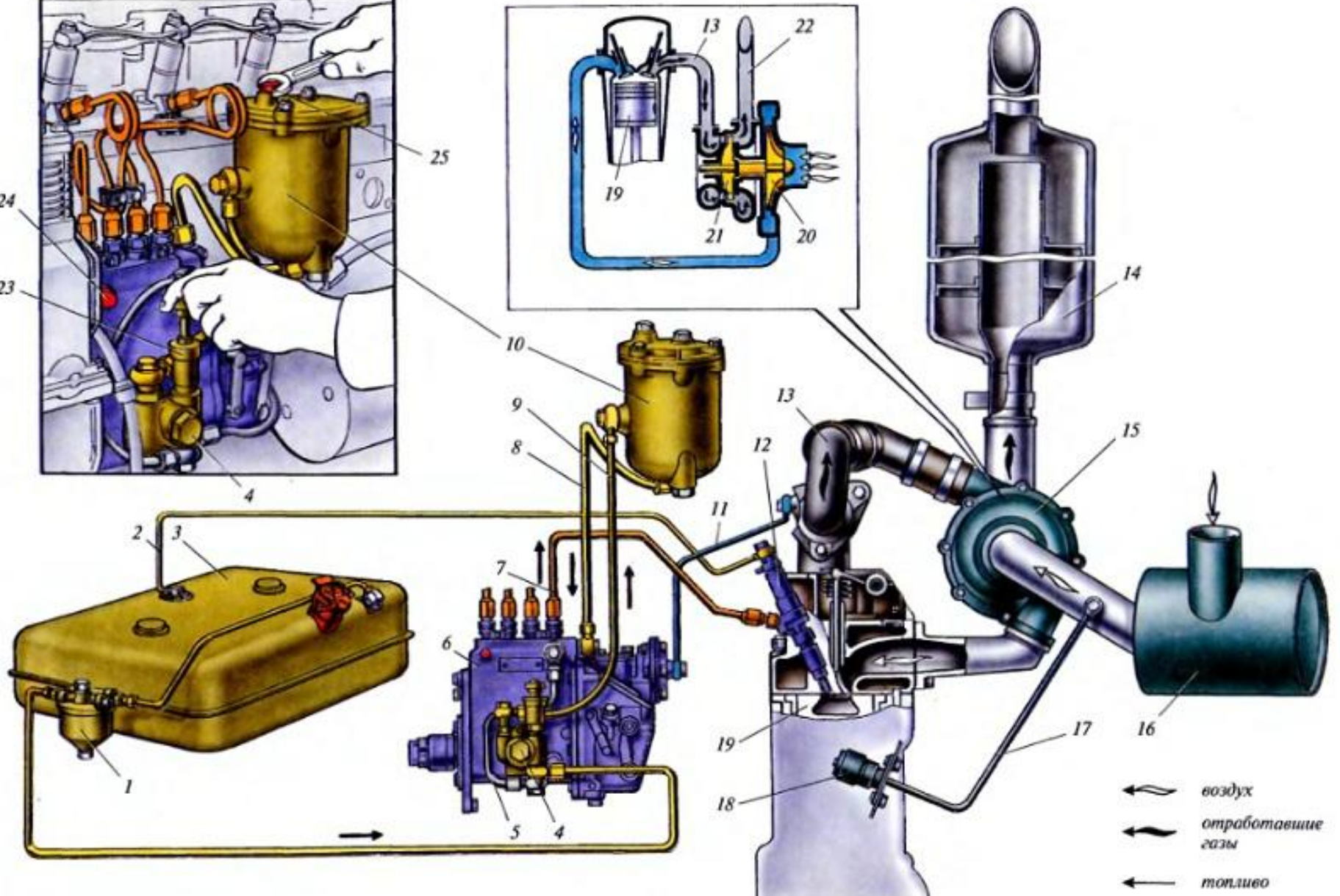
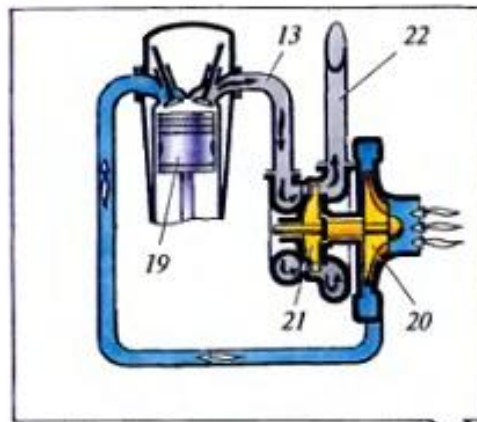
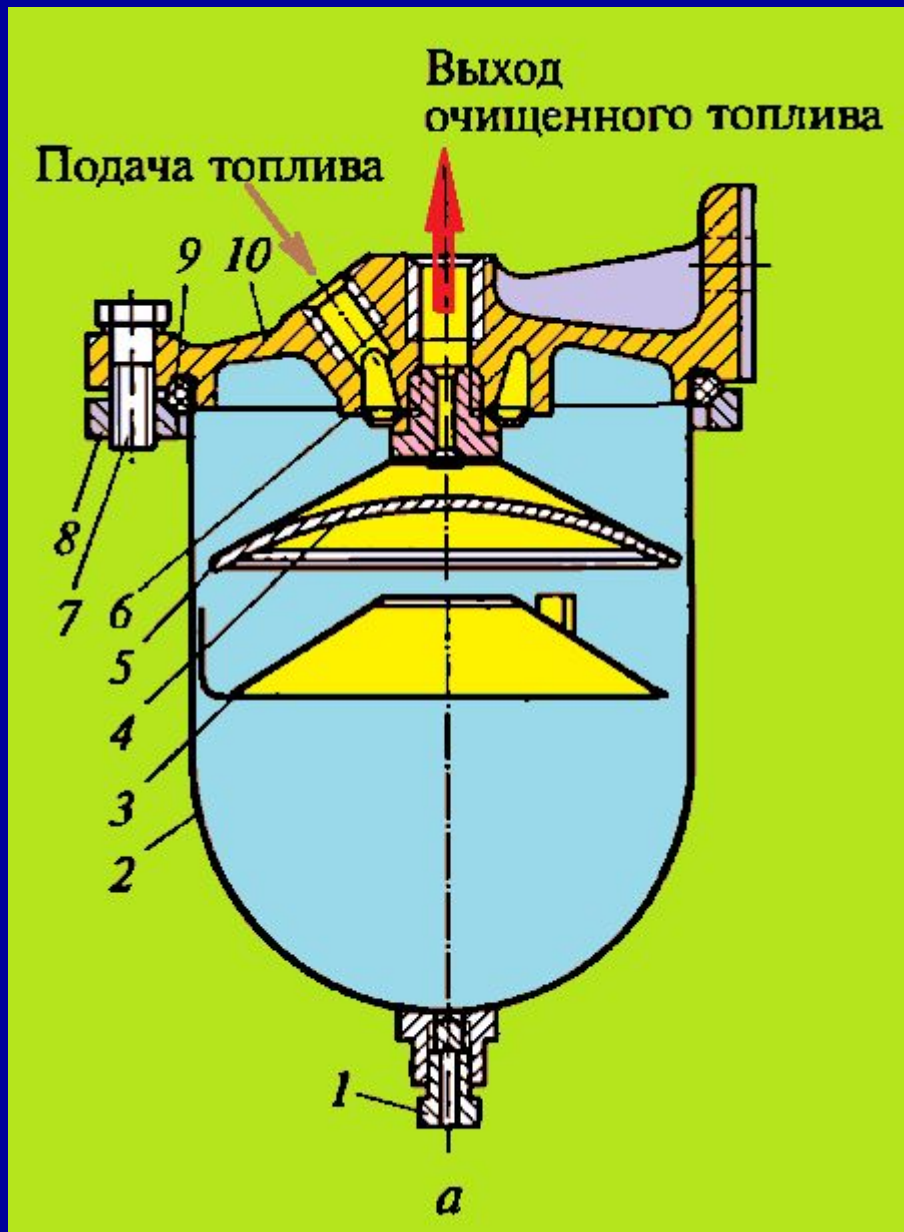
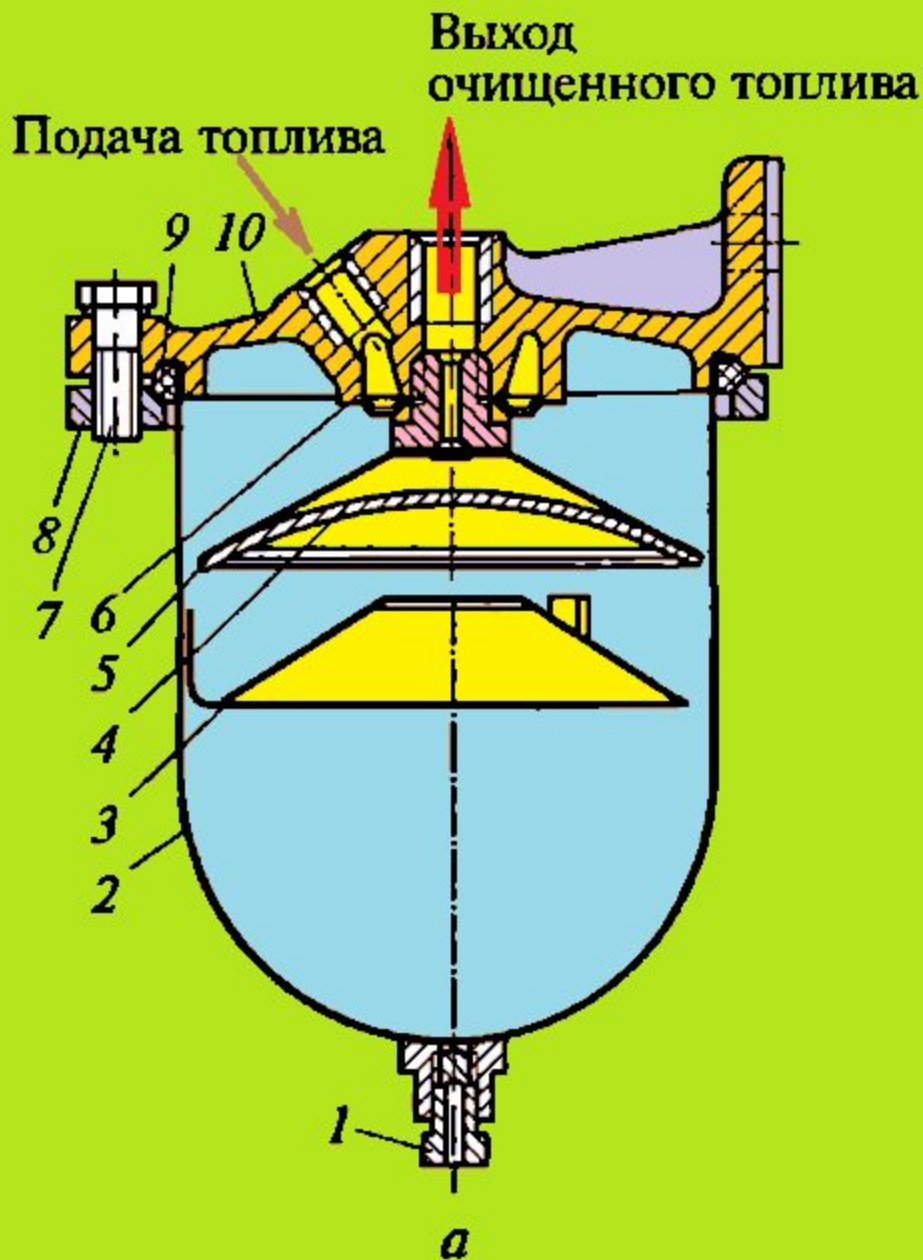


Схема системы питания дизеля:

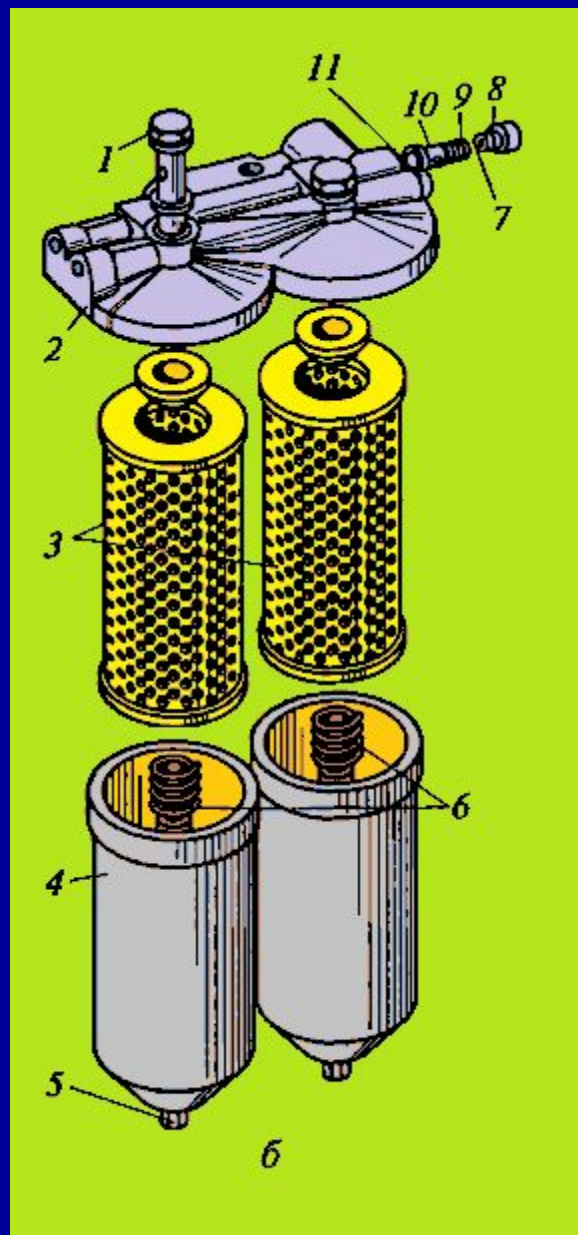


Фильтр грубой очистки топлива:



Фильтр грубой очистки топлива:

- 1 — пробка сливного отверстия;
- 2 — колпак;
- 3 — успокоитель;
- 4 — фильтрующий элемент;
- 5 — корпус фильтрующего элемента;
- 6 — распределитель топлива;
- 7 — болт;
- 8 — фланец;
- 9 — уплотнительное кольцо;
- 10 — корпус;



Фильтр тонкой очистки топлива.

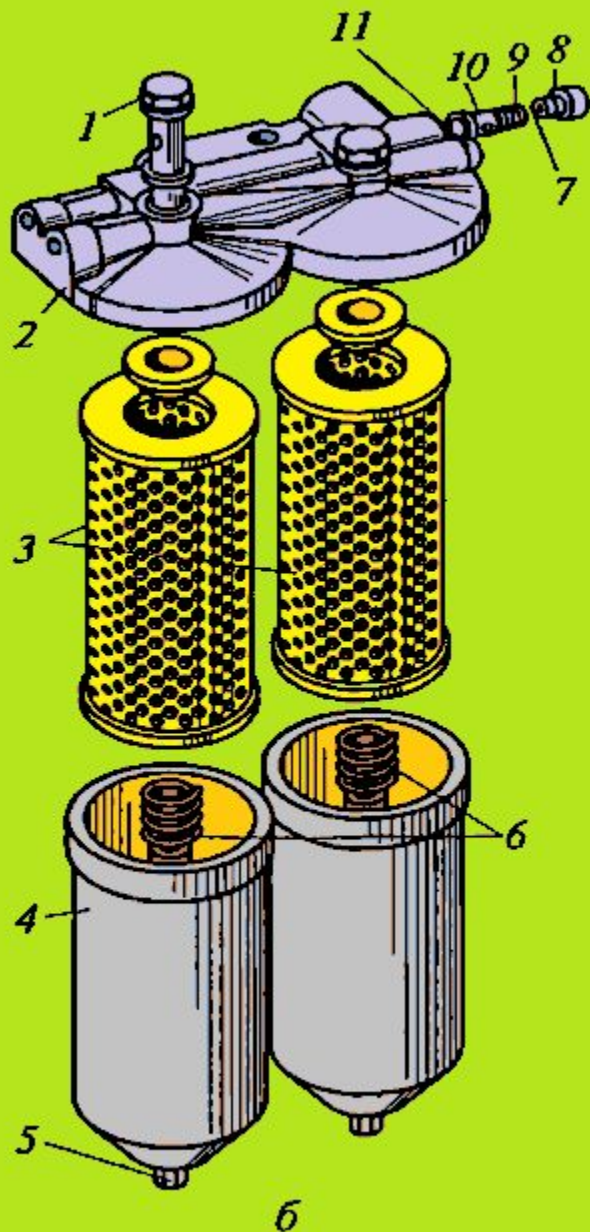
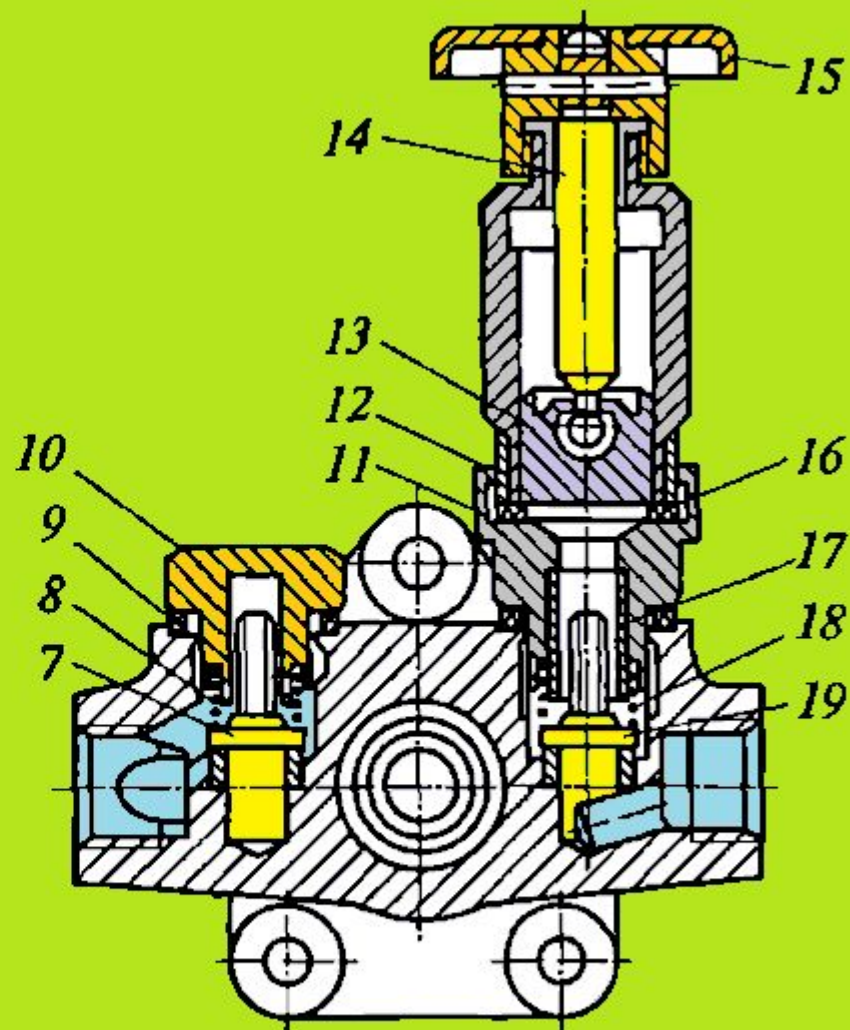
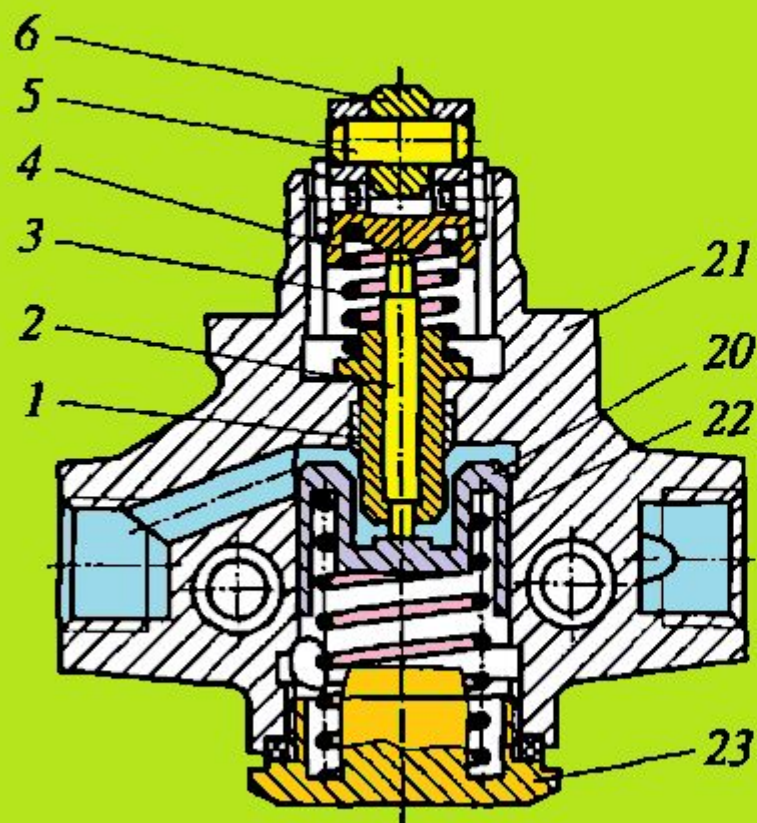


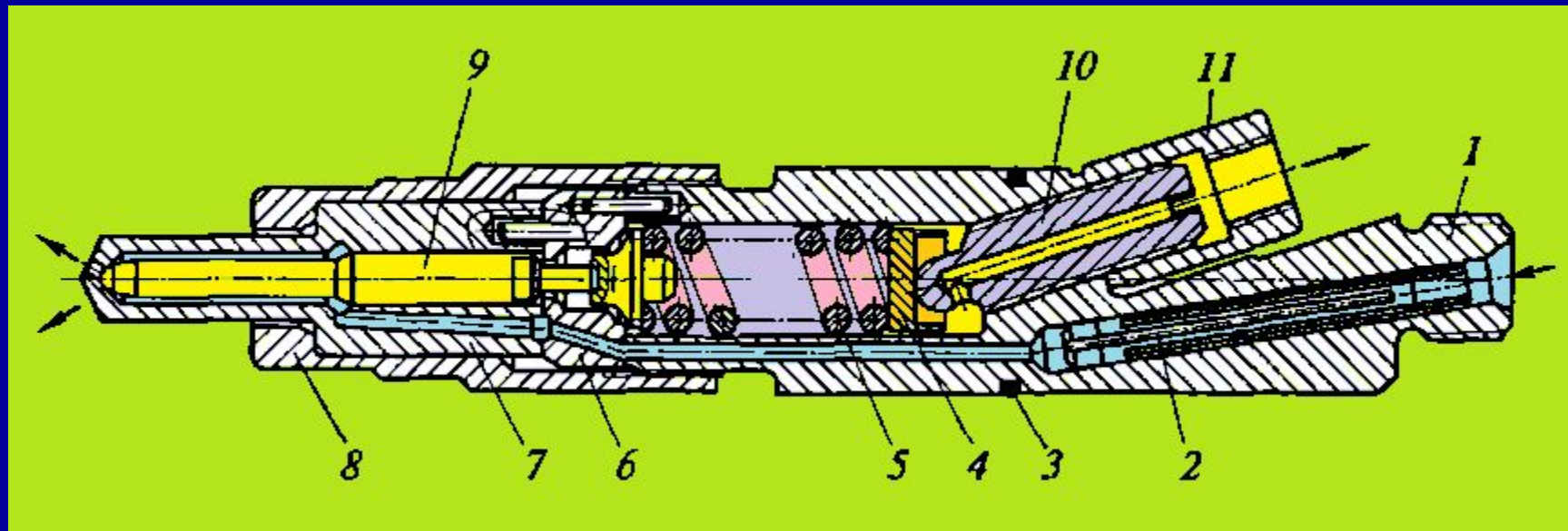
Рис. 45.1.б. Фильтр тонкой очистки топлива:

- 1 — болт;
- 2 — крышка;
- 3 — фильтрующий элемент;
- 4 — колпак;
- 5 — пробка сливного отверстия;
- 6, 9 — пружины;
- 7 — шайба;
- 8 — пробка клапана;
- 10 — клапан-жиклер;
- 11 — пробка



a

Конструкция топливоподкачивающего насоса поршневого типа.



Форсунка.

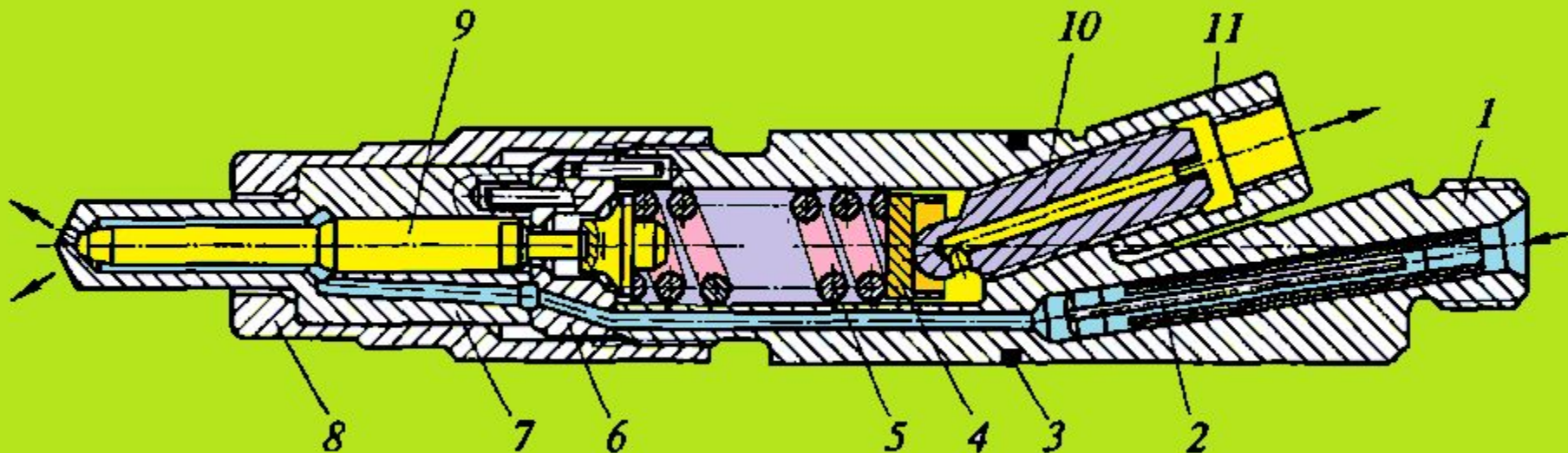
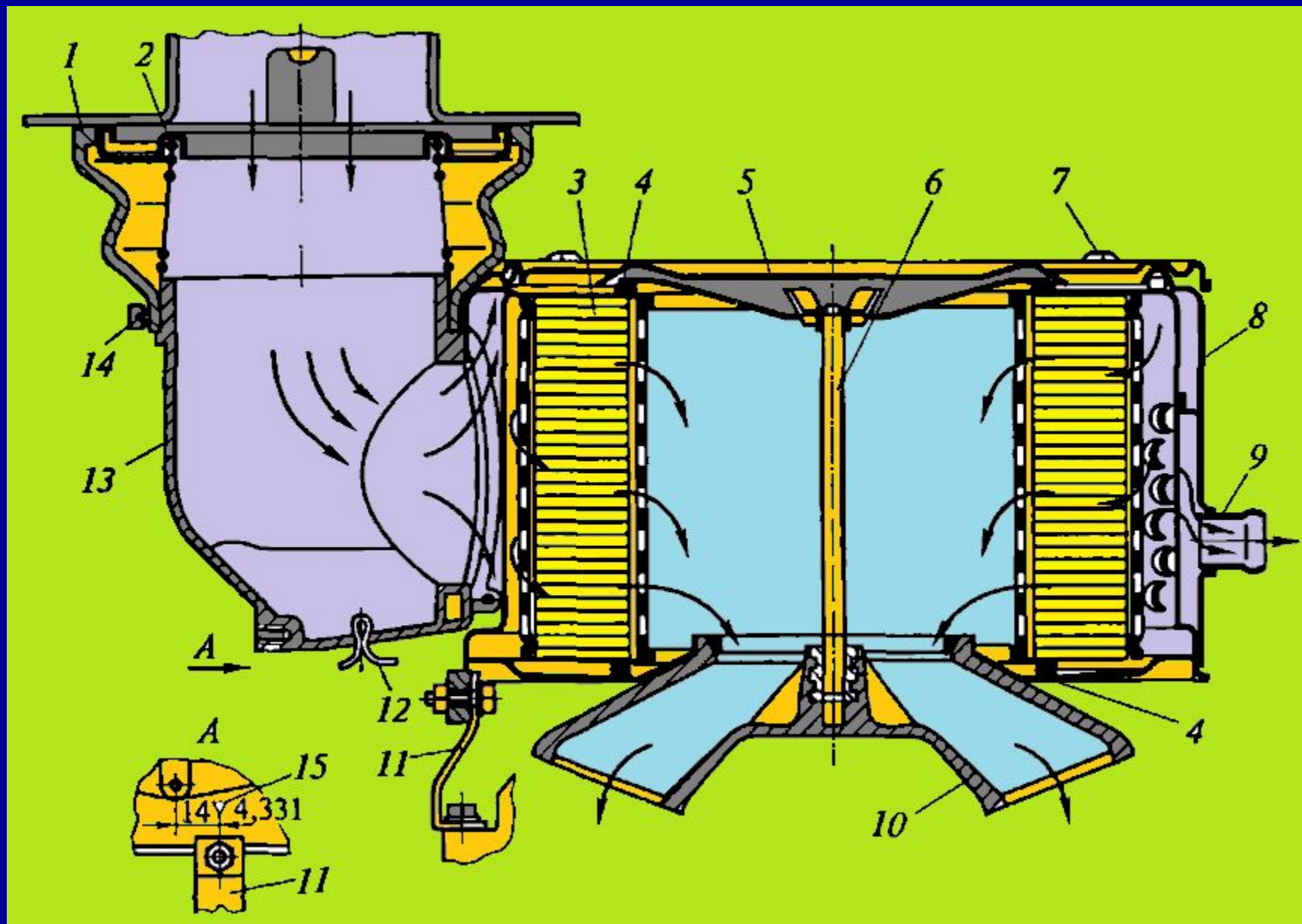
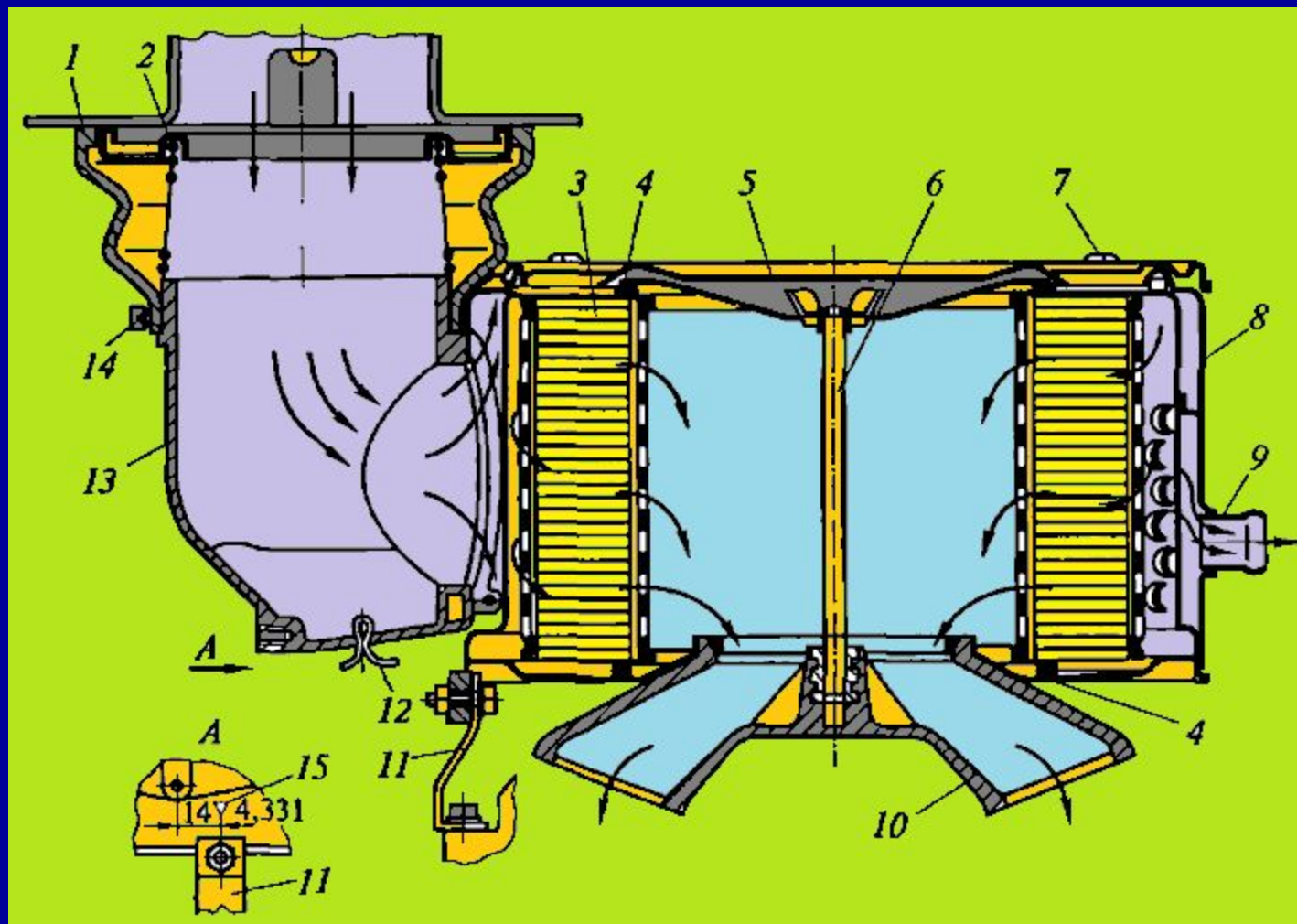


Рис. 45.3. Форсунка:

- 1 — корпус; 2 — фильтр форсунки; 3 — уплотнительное кольцо;
4 — тарелка пружины; 5 — пружина; 6 — проставка;
7 — корпус распылителя форсунки; 8 — гайка распылителя; 9 — игла;
10 — регулировочный винт; 11 — контргайка регулировочного винта

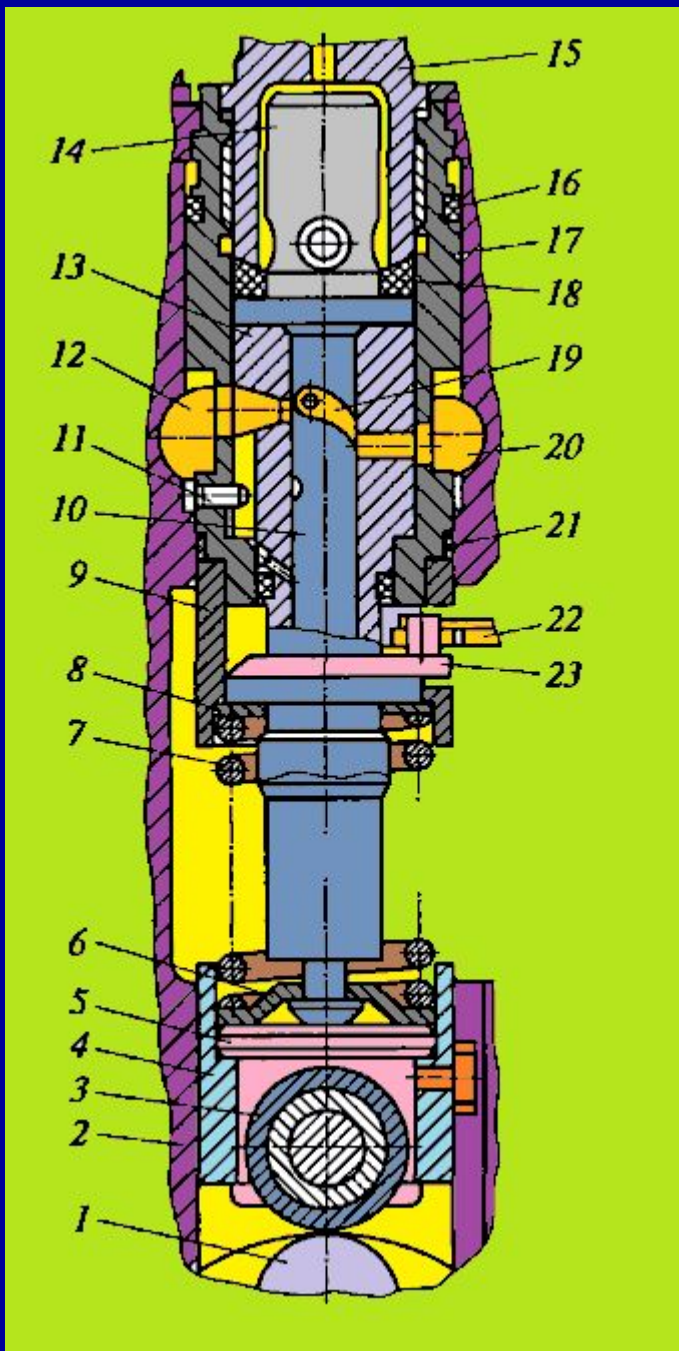


Воздушный фильтр.



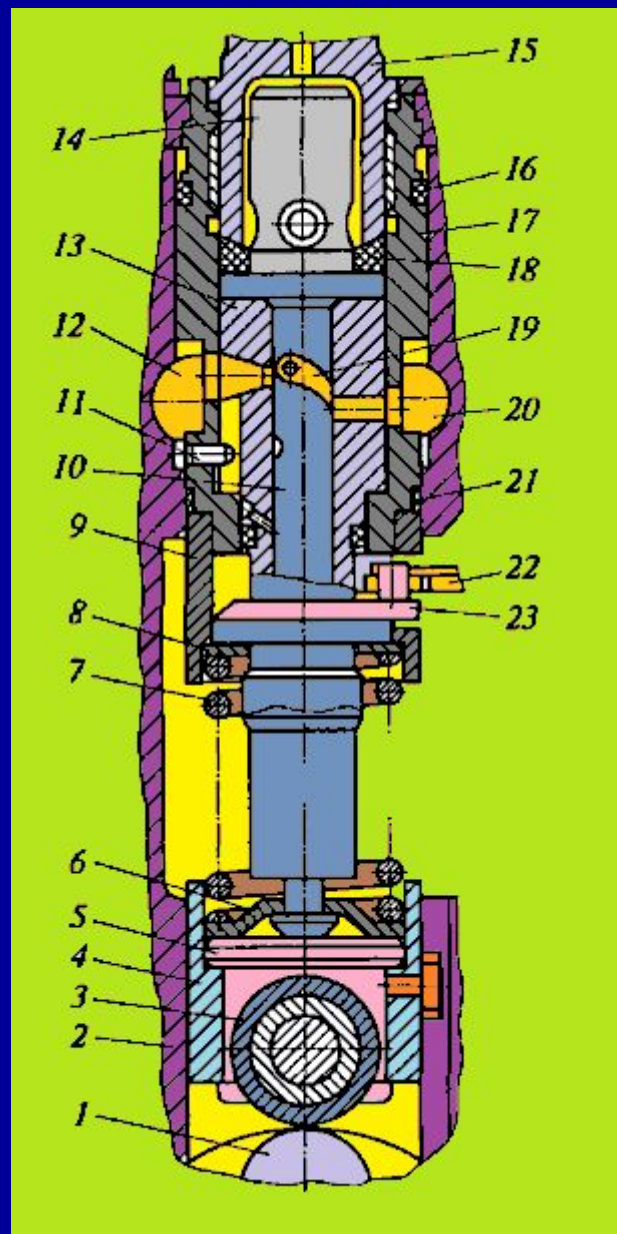
Воздушный фильтр:

- 1 — воздухозаборник; 2 — распорная пружина; 3 — фильтрующий элемент;
 4 — уплотнитель; 5 — крышка; 6 — винт; 7 — защелка;
 8 — корпус; 9 — патрубок отсоса пыли; 10 — воздухопровод;
 11 — кронштейн; 12 — шплинт дренажного отверстия;
 13 — соединительный патрубок; 14 — хомут; 15 — установочная метка

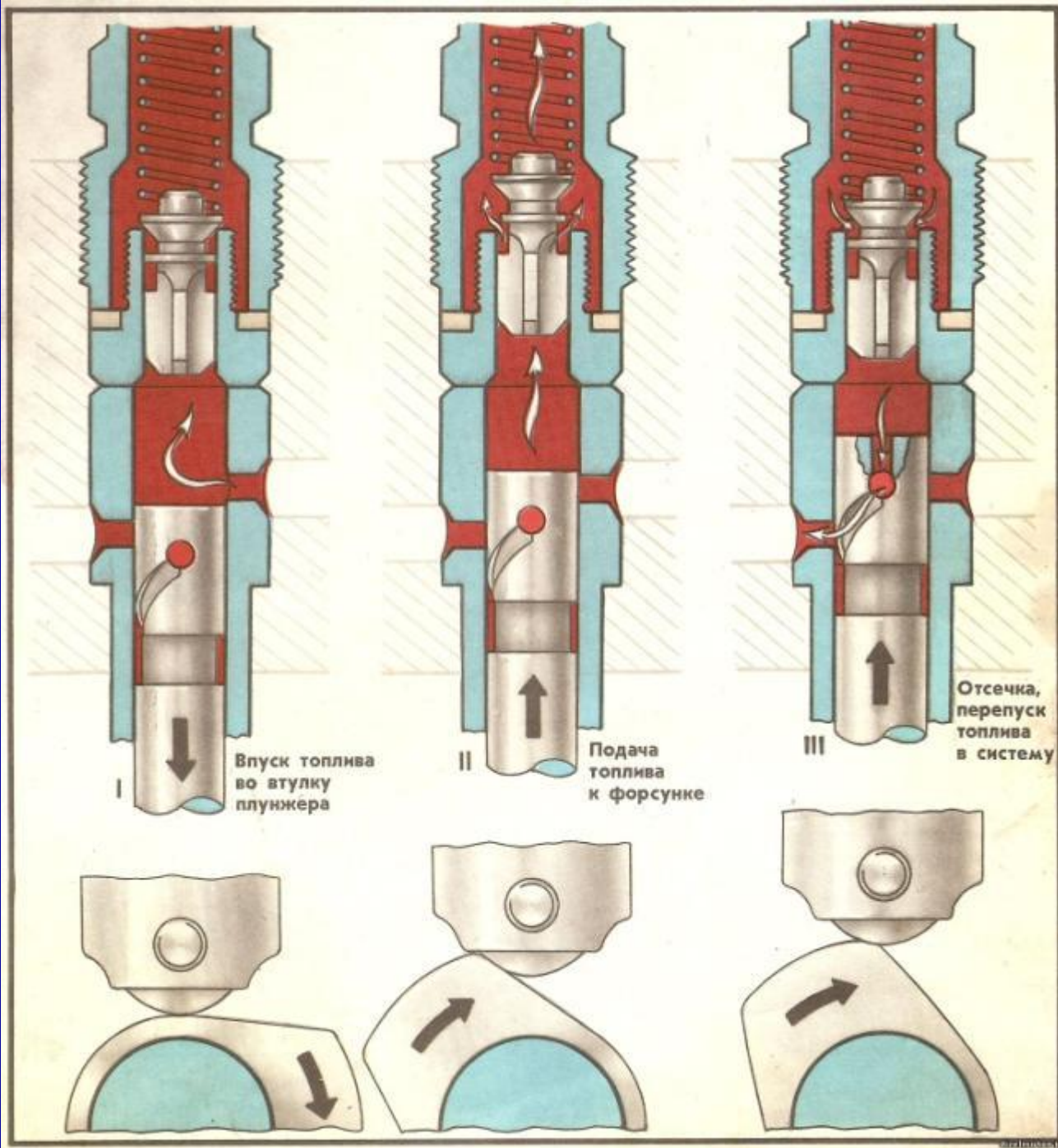


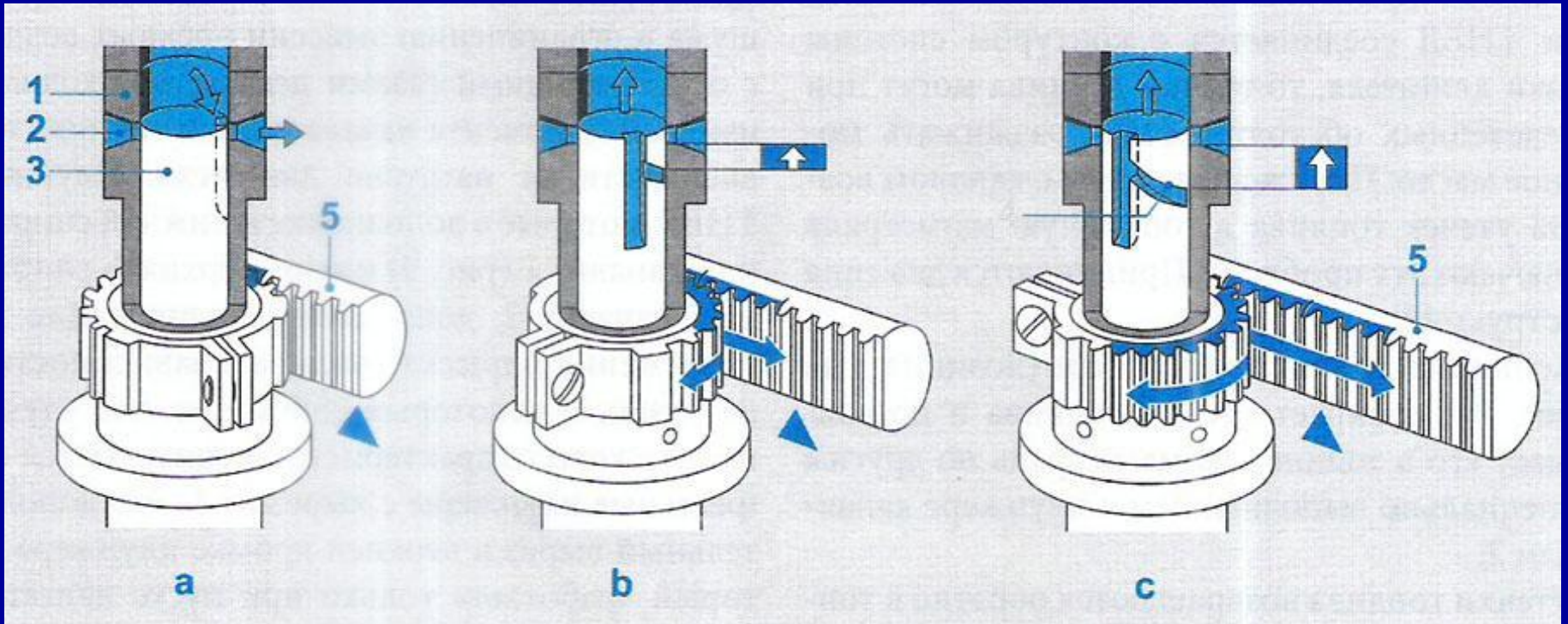
Секция ТНВД:

- 1 — кулачок распределительного вала;
- 2 — корпус насоса;
- 3 — ролик толкателя;
- 4 — толкатель;
- 5 — пята толкателя;
- 6 — тарелка пружины;
- 7 — пружина;
- 8 — опорная шайба;
- 9 — опорная втулка;
- 10 — плунжер;
- 11 — штифт;
- 12 — впускное отверстие;
- 13 — втулка плунжера;
- 14 — нагнетательный клапан;
- 15 — штуцер;
- 16, 21 — уплотнительные кольца секции;
- 17 — корпус секции насоса;
- 18 — шайба;
- 19 — спиральная канавка плунжера;
- 20 — перепускное отверстие;
- 22 — рейка;
- 23 — поворотная втулка плунжера

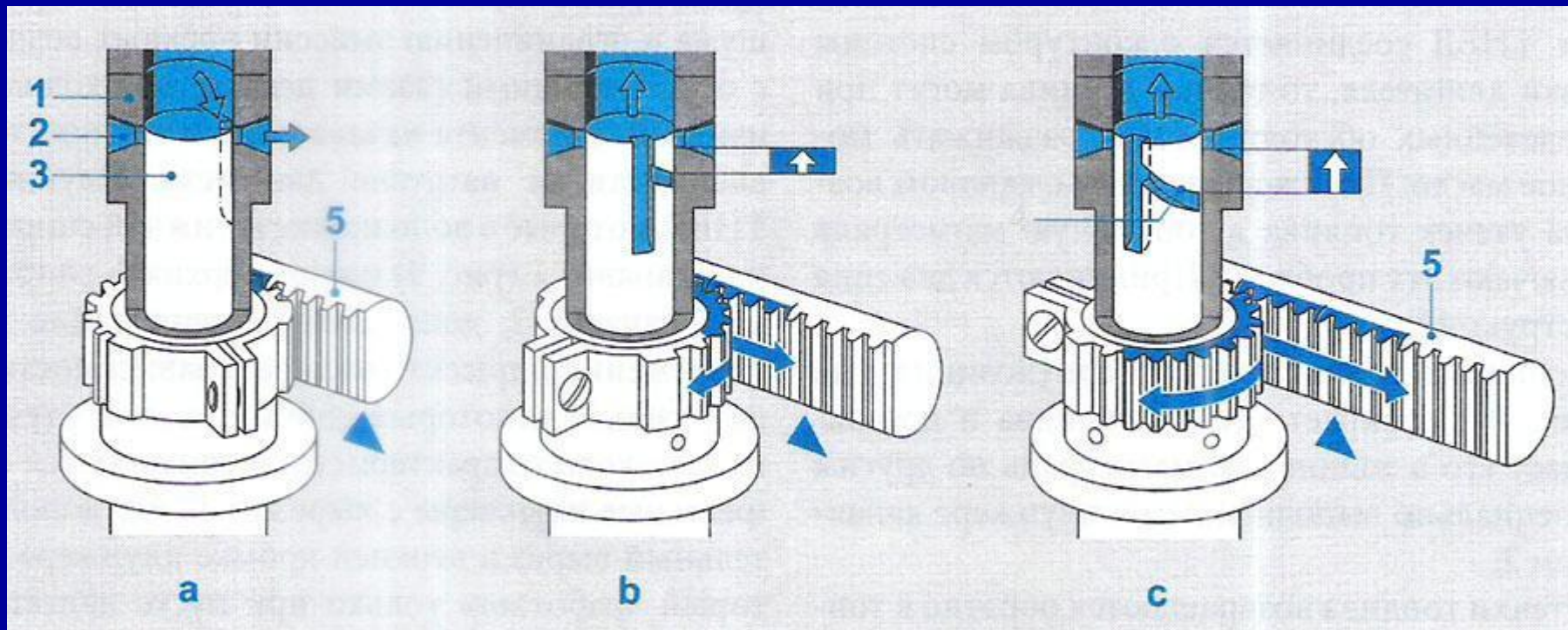


Секция ТНВД:



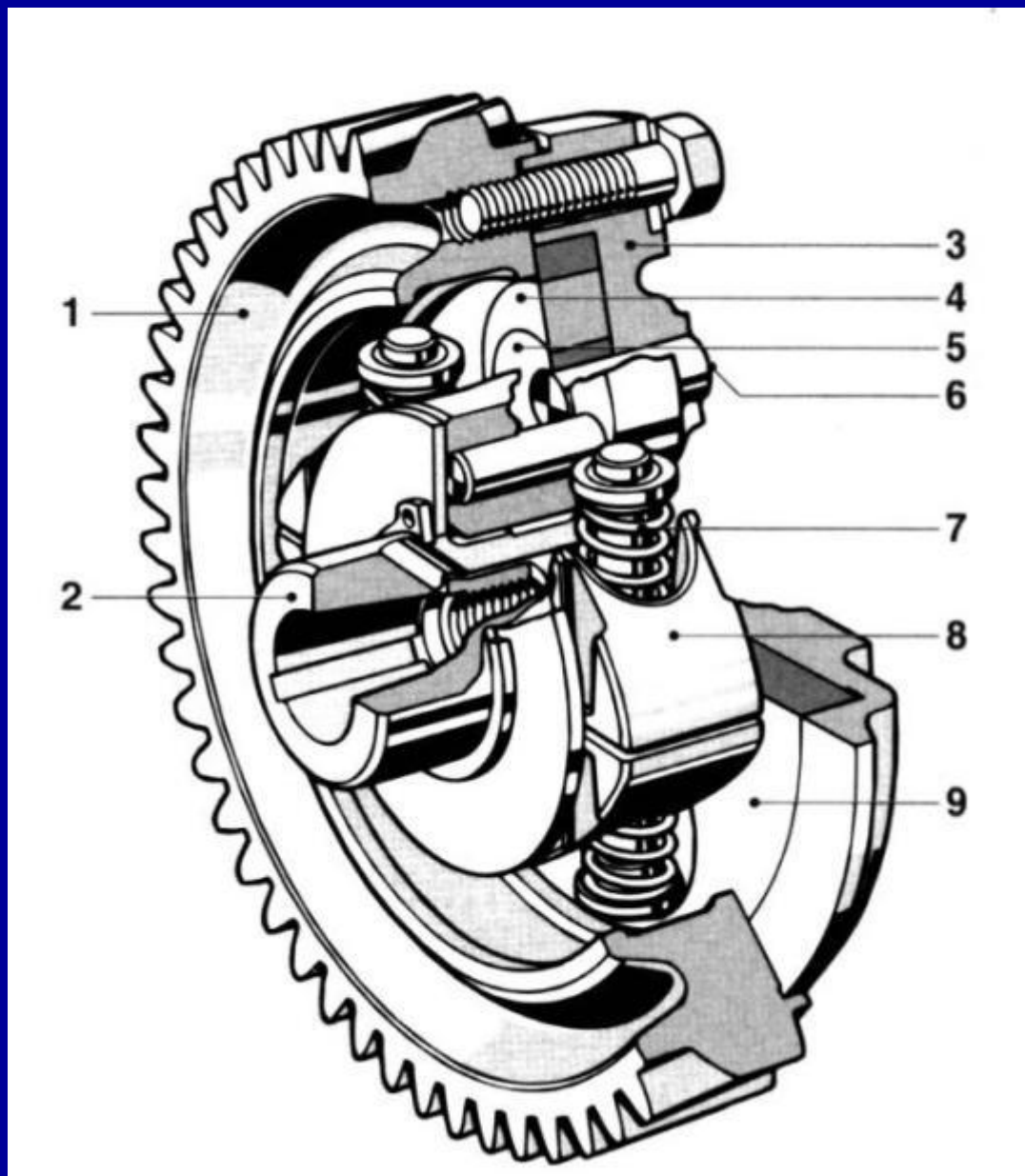


Регулирование величины подачи топлива.

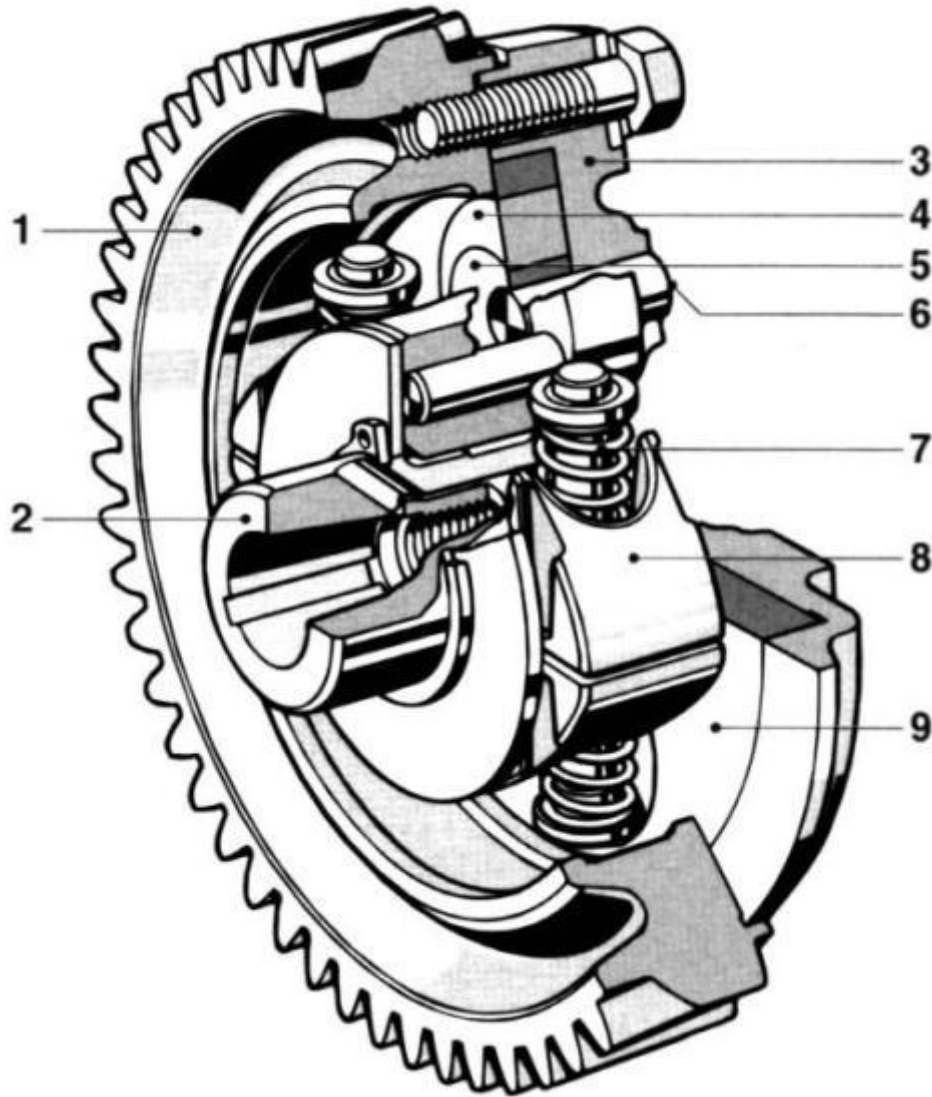


Регулирование величины подачи топлива.

- a - Нулевая подача;
- b - Частичная подача;
- c - Максимальная подача;
- 1 - Втулка плунжерной пары;
- 2 - Впускное окно;
- 3 - Плунжер ТНВД;
- 4 - Спиральная отсечная кромка;
- 5 - Зубчатая рейка.

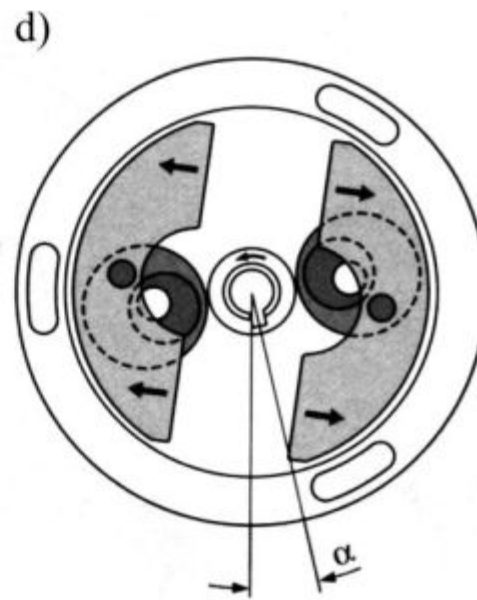
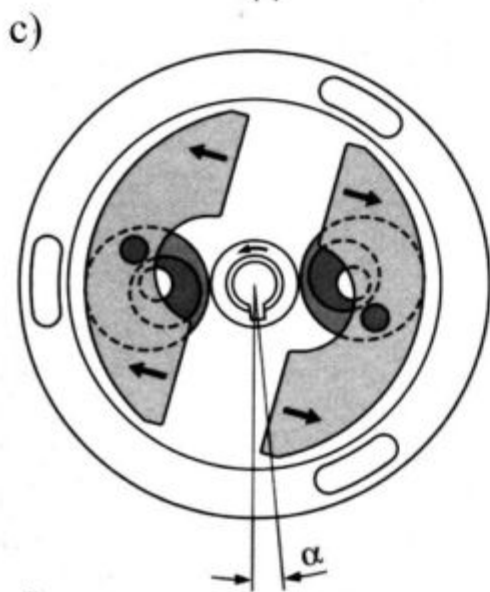
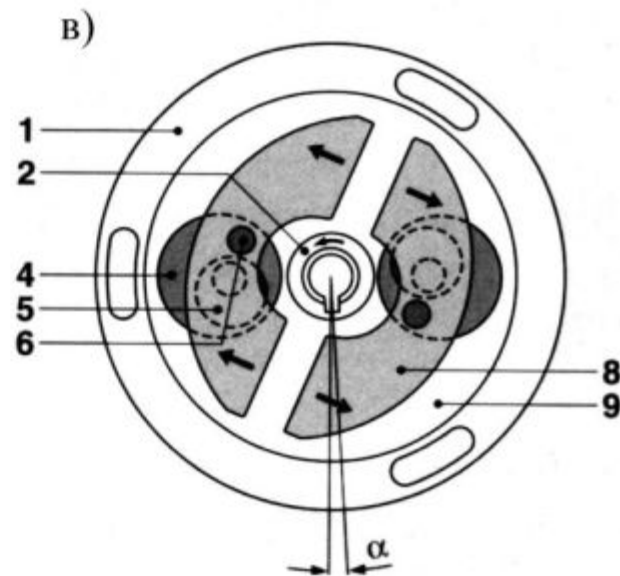
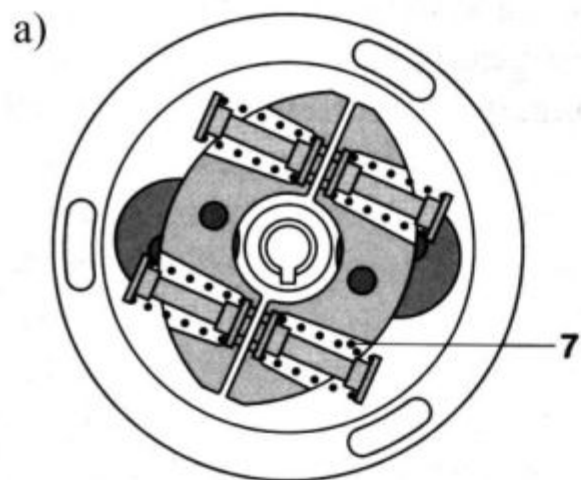


Муфта опережения впрыска:



Муфта опережения впрыска:

- 1 – ведущая полумуфта (приводная шестерня);
- 2 – ведомая полумуфта (ступица);
- 3 – корпус муфты;
- 4 – эксцентрик регулировочный;
- 5 – эксцентрик дополнительный;
- 6 – палец;
- 7 – пружина;
- 8 – груз;
- 9 – опорная шайба



Принцип действия муфты опережения впрыска топлива

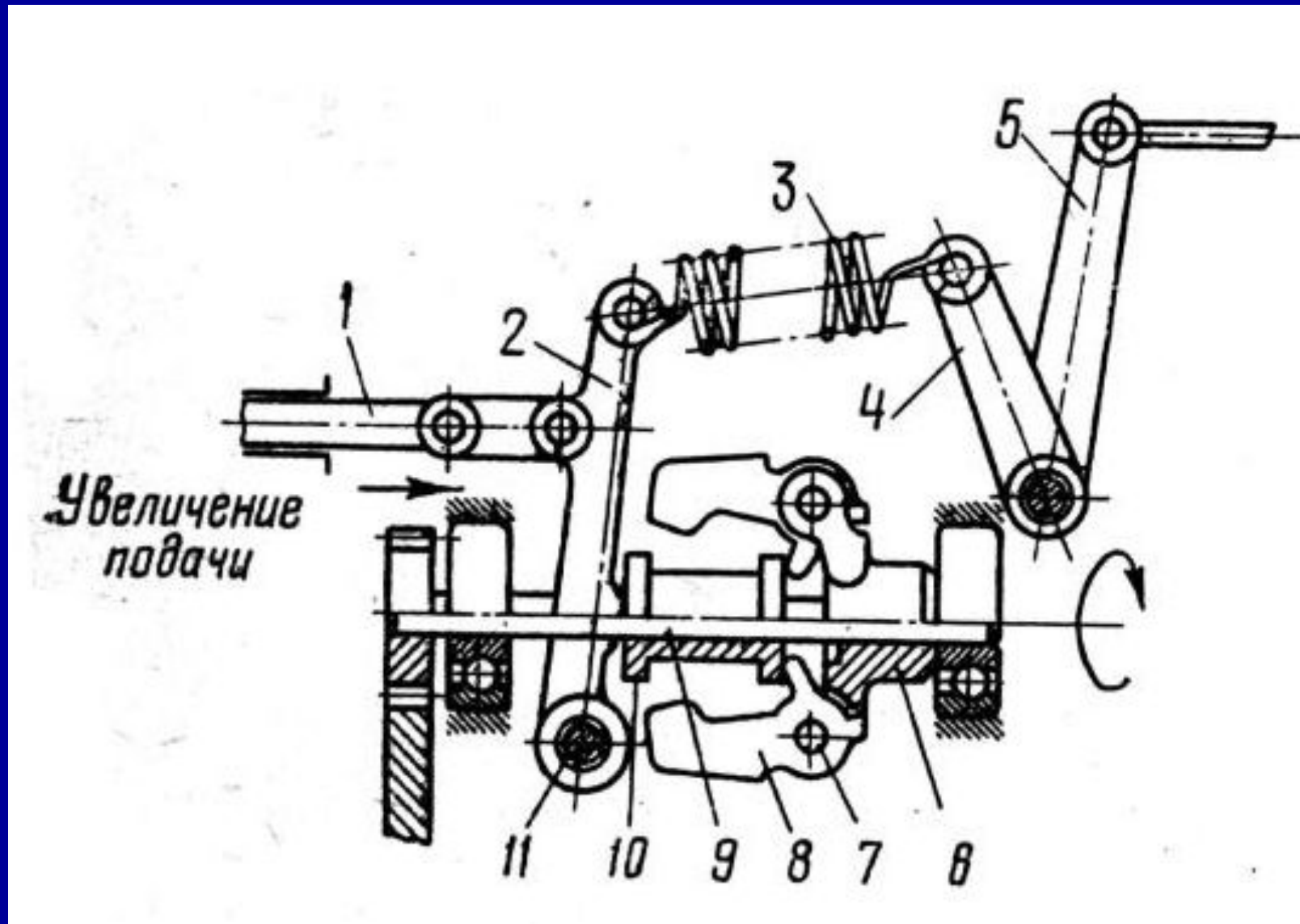
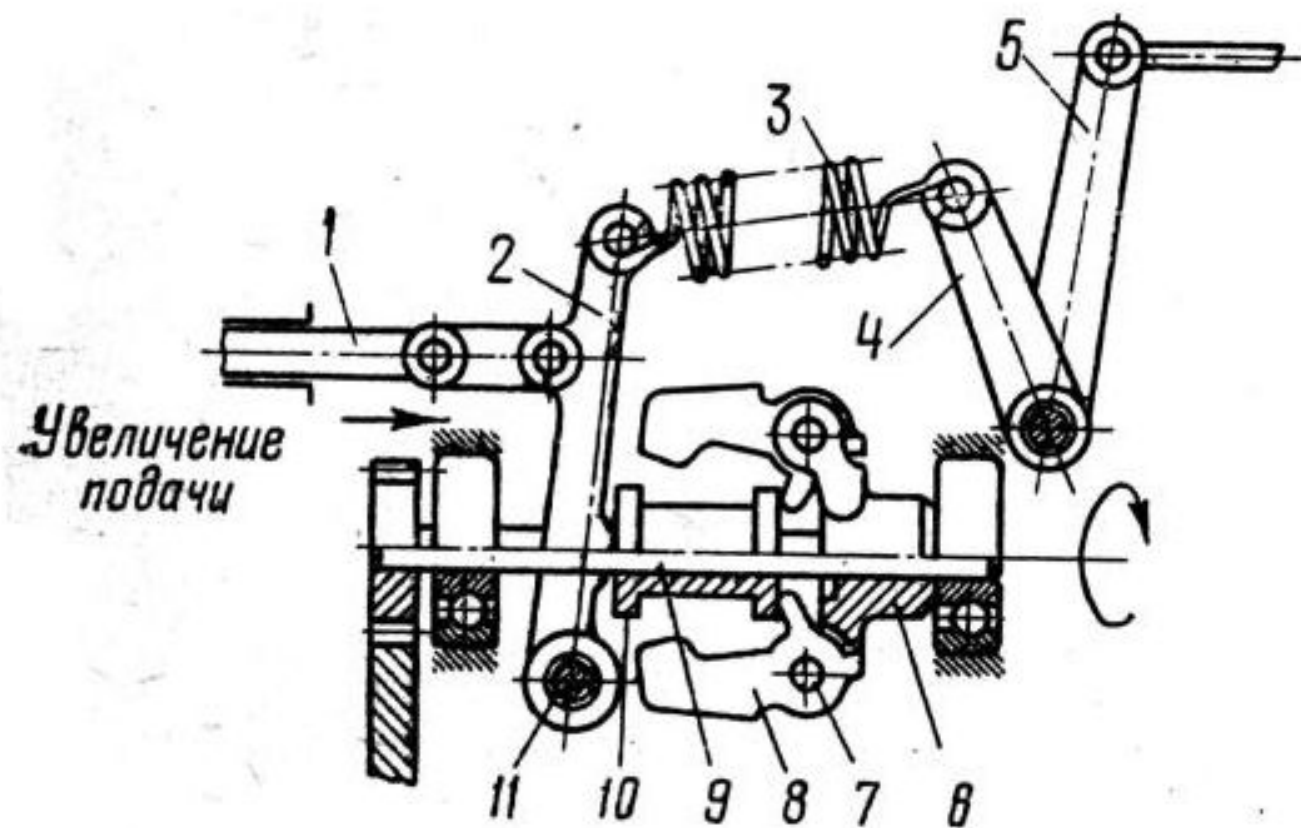


Схема работы всережимного центробежного регулятора.



1. рейка
2. вильчатый рычаг
3. пружина
4. рычаг
5. рычаг
6. крестовина
7. пальцы
8. качающиеся грузы
9. вал регулятора
10. муфта
11. ось

Схема работы всережимного центробежного регулятора.

Занятие №51 (2 часа)
Контрольная работа № 3