

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧ-  
РЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Конструкция энергонасыщенных тракторов**

**Направление подготовки (специальность) 35.03.06 «Агроинженерия»**

**Профиль образовательной программы Технический сервис в АПК**

**Форма обучения** заочная

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Лекция №1</b> Классификация двигателей внутреннего сгорания. Основные термины и понятия.....	<b>3</b>
<b>1.2 Лекция №2</b> Трансмиссия энергонасыщенных тракторов .....	<b>9</b>
<b>2. Методические указания по выполнению лабораторных работ.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Лабораторная работа № ЛР-1</b> Кривошипно-шатунный и газораспределительный механизмы ДВС.....	<b>15</b>
<b>2.2 Лабораторная работа № ЛР-2</b> Ходовая часть энергонасыщенных тракторов ...	<b>34</b>
<b>2.3 Лабораторная работа № ЛР-3</b> Механизмы управления энергонасыщенных тракторов.....	<b>52</b>

# 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## 1.1 Лекция № 1 (2 часа).

**Тема: «Классификация двигателей внутреннего сгорания. Основные термины и понятия»**

### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Классификация ДВС, принцип действия и общее устройство механизмов и систем, их назначение?
2. Основные понятия и определения, рабочие циклы четырехтактного дизельного и карбюраторного двигателей?
3. Порядок работы многоцилиндровых двигателей?
4. Тепловой баланс, эффективная мощность, удельный расход топлива, литровая мощность, удельная масса двигателя?
5. Способы повышения мощности двигателя?

### 1.1.2 Краткое содержание вопросов:

**1. Классификация ДВС, принцип действия и общее устройство механизмов и систем, их назначение**

Двигатель внутреннего сгорания – это тепловой двигатель, в котором химическая энергия топлива, сгорающего в рабочих цилиндрах, преобразуется в механическую работу.

По назначению ДВС подразделяются:

- стационарные (предназначенные для работы оборудования);
- транспортные (предназначенные для МЭС).

По конструкции ДВС подразделяются:

Поршневые;  
Роторно-поршневые.

#### I. Поршневые двигатели

Поршневые двигатели внутреннего сгорания классифицируют по следующим основным признакам:

По способу воспламенения горючей смеси:

- с воспламенением от сжатия (дизели);
- с принудительным воспламенением от электрической искры (карбюраторные, инжекторные и газовые).

По способу смесеобразования:

- с внешним смесеобразованием (карбюраторные, инжекторные и газовые);
- с внутренним смесеобразованием (дизели).

По способу осуществления рабочего процесса:

- двухтактные;
- четырехтактные.

По виду применяемого топлива:

- двигатели, работающие на жидком топливе
- двигатели, работающие на газообразном топливе

По способу охлаждения:

- с жидкостным охлаждением;
- с воздушным охлаждением.

По числу цилиндров:

- одноцилиндровые;
- многоцилиндровые;

По взаимному расположению цилиндров:

- рядные (цилиндры расположены в один ряд – А-01 М, СМД-14,)
- V – образные (цилиндры расположены в два ряда под определенным углом, называемым углом развала СМД-62, ЯМЗ-240Б)
- оппозитные (цилиндры расположены в два ряда под углом 180°)

## II. Роторно-поршневые двигатели.

Роторно-поршневые двигатели подразделяются:

- с подвижным ротором;
- с подвижным корпусом;
- бироторный (ротор и корпус вращаются).

## Назначение основных механизмов и систем двигателя внутреннего сгорания.

Двигатель внутреннего сгорания состоит из основных механизмов и систем тесно взаимосвязанных между собой.

Кривошипно-шатунный механизм (КШМ) – служит для преобразования прямолинейного возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала.

Газораспределительный механизм (ГРМ) – предназначен для впуска в цилиндр горючей смеси или воздуха и выпуска из цилиндра отработавших газов в определенные промежутки времени.

Система питания – служит для приготовления горючей смеси и подвода ее к цилиндру (карбюраторные и газовые двигатели) или подачи топлива в цилиндр и наполнения его воздухом (дизельные двигатели)

Механизм регулирования – используется для изменения количества подаваемой в цилиндр горючей смеси или топлива в зависимости от нагрузки двигателя.

Смазочная система – это совокупность взаимодействующих устройств, обеспечивающих непрерывную подачу к поверхностям трения очищенного смазочного материала в необходимом количестве при определенной температуре, под определенным давлением и возврат его в поддон картера.

Системой охлаждения – называется совокупность всех сборочных единиц и устройств обеспечивающих необходимое температурное состояние деталей и узлов двигателя.

Система зажигания – предназначена для принудительного воспламенения горючей смеси от электрической искры.

Система пуска – служит для пуска двигателя.

## **2. Основные понятия и определения, рабочие циклы четырехтактного дизельного и карбюраторного двигателей**

Положение поршня в цилиндре, при котором расстояние его от оси коленчатого вала двигателя наибольшее, называется верхней мертвой точкой (ВМТ).

Положение поршня в цилиндре, при котором расстояние его от оси коленчатого вала двигателя наименьшее, называется нижней мертвой точкой (НМТ).

Расстояние по оси цилиндра между мертвыми точками, называется ходом поршня (обозначается буквой S).

Объем цилиндра, освобождаемый поршнем при перемещении от ВМТ к НМТ, называется рабочим объемом цилиндра ( $V_h$ ):

$$V_h = \frac{\pi * d^2}{4} S, \quad \text{м}^3$$

где d – диаметр цилиндра, м

S – ход поршня, м

Объем над поршнем, когда он находится в ВМТ, называется объемом камеры сгорания (обозначается буквой  $V_c$ )

Сумма объема камеры сгорания и рабочего объема цилиндра, т.е. пространство над поршнем, когда он находится в НМТ, образует полный объем цилиндра ( $V_a$ ).

$$V_a = V_h + V_c, \quad \text{м}^3$$

Литраж двигателя – это сумма рабочих объемов всех его цилиндров, выраженная в литрах.

$$V_{\text{л}} = 10^3 V_h \cdot i, \quad \text{л.}$$

где  $V_h$  – рабочий объем одного цилиндра, м<sup>3</sup>;

$i$  – количество цилиндров двигателя.

Степень сжатия – это отношение полного объема цилиндра к объему камеры сгорания (обозначается буквой  $\epsilon$ )

$$\epsilon = \frac{V_a}{V_c}$$

Таким образом, степень сжатия есть отвлеченное число, показывающее, во сколько раз полный объем цилиндра больше объема камеры сгорания.

Комплекс последовательных процессов, периодически повторяющийся в каждом цилиндре, называется рабочим циклом двигателя.

Часть рабочего цикла, происходящая за время движения поршня от одной мертвой точки до другой, называется тактом.

Двигатели, в которых рабочий цикл совершается за четыре хода (такта) поршня или за два оборота коленчатого вала, называются четырёхтактными.

Двигатели, в которых рабочий цикл совершается за два хода (такта) поршня или за один оборот коленчатого вала, называются двухтактными.

Рабочие циклы четырёхтактных ДВС

1. Такт впуска. Поршень движется от ВМТ к НМТ, создавая разрежение в полости цилиндра над собой. Впускной клапан при этом открыт, цилиндр через впускную трубу и карбюратор сообщается с атмосферой. Под влиянием разности давлений воздух устремляется в цилиндр. Проходя через карбюратор, воздух распыливает топливо и смешиваясь с ним, образует горючую смесь, которая поступает в цилиндр. Заполнение цилиндра горючей смесью продолжается до прихода поршня в НМТ. К этому времени впускной клапан закрывается.

В начале такта впуска, когда поршень был в ВМТ, над поршнем в объеме пространства сжатия имелись остаточные отработавшие газы от предыдущего цикла. Горючая смесь, заполняя цилиндр, перемешивается с остаточными газами и образует рабочую смесь. Давление в конце такта впуска равно 0,07...0,09 (0,08...0,09) МПа, а температура рабочей смеси 340...370 (320...340) К.

2. Такт сжатия. При дальнейшем повороте коленчатого вала поршень движется от НМТ к ВМТ. В это время впускной и выпускной клапаны закрыты, поэтому поршень при своем движении сжимает находящуюся в цилиндре рабочую смесь. В такте сжатия составные части рабочей смеси хорошо перемешиваются и нагреваются. Давление в конце такта сжатия увеличивается до 0,7...1,2 (3,5...4,0) МПа, а температура — до 570...670 (780...900) К. В конце такта сжатия между электродами свечи возникает электрическая искра, от которой рабочая смесь воспламеняется. В процессе сгорания топлива выделяется большое количество теплоты, давление повышается до 3,0...4,5 (5,5...9,0) МПа, а температура газов (продуктов сгорания) — до 2650 (1990...2200) К.

3. Такт расширения. Оба клапана закрыты. Под давлением расширяющихся газов поршень движется от ВМТ к НМТ и при помощи шатуна вращает коленчатый вал, совершая полезную работу. К концу такта расширения давление уменьшается до 0,3... 0,4 (0,3...0,4) МПа, а температура до 1300...1500 (900...1200) К.

4. Такт выпуска. Когда поршень подходит к НМТ, открывается выпускной клапан и отработавшие газы под действием избыточного давления начинают выходить из цилиндра в атмосферу через выпускную трубу. Далее поршень движется от НМТ к ВМТ и выталкивает из цилиндра отработавшие газы. К концу такта выпуска давление в цилиндре составляет 0,11...0,12 (0,11...0,12) МПа, а температура 770 ...1100 (700...900) К.

Далее рабочий цикл повторяется.

У двигателей обоих описанных типов в течение рабочего цикла только в такте расширения поршень перемещается под давлением газов и посредством шатуна приводит коленчатый вал во вращательное движение. При выполнении остальных тактов — выпуске, впуске и сжатии — нужно перемещать поршень, вращая коленчатый вал. Эти такты являются подготовительными и осуществляются за счет механической (кинетической) энергии, накопленной маховиком в такте расширения. Маховик, обладающий значительной массой, закрепляется на конце коленчатого вала.

### **3. Порядок работы многоцилиндровых двигателей**

Несмотря на наличие маховика, коленчатый вал одноцилиндрового двигателя вращается неравномерно: ускоренно во время такта расширения и замедленно в других тактах. Сгорание заряда горючей смеси, необходимого для получения нужной мощности, создает резкую, ударную нагрузку на детали кривошипно-шатунного механизма, что увеличивает износ этих деталей и вызывает колебания всего двигателя.

У одноцилиндрового двигателя при движении поршня, шатуна и коленчатого вала возникают значительные силы инерции, уравновесить которые весьма сложно. Кроме того, для такого двигателя характерна плохая приемистость — способность быстро увеличивать частоту вращения коленчатого вала.

Чтобы устранить эти недостатки одноцилиндровых двигателей, на тракторах, автомобилях и стационарных машинах, как правило, устанавливают многоцилиндровые двигатели, то есть такие, в которых несколько одноцилиндровых двигателей объединены в один. У многоцилиндрового двигателя более частое повторение тактов расширения обеспечивает равномерное вращение коленчатого вала. Поэтому с увеличением числа цилиндров двигателя размеры его маховика уменьшаются.

Последовательность чередования тактов расширения в цилиндрах, называется порядком работы цилиндров двигателя.

Порядок работы двигателя зависит от расположения цилиндров, взаимного положения кривошипов коленчатого вала и последовательности открытия и закрытия клапанов механизма газораспределения.

Четырехцилиндровый рядный двигатель можно представить как соединенные вместе четыре одноцилиндровых двигателя с одним общим коленчатым валом, кривошипы (колена) которого расположены в одной плоскости. Два крайних колена направлены в одну сторону, а два средних — в противоположную (под углом  $180^\circ$ ). Поршни в этом случае движутся в цилиндрах попарно. Когда поршни в первом и четвертом цилиндрах опускаются, во втором и третьем цилиндрах поршни поднимаются (и наоборот).

При таком расположении колен возможен порядок работы 1 – 3 – 4 – 2 (двигатели Д-240 и СМД-14) или 1 – 2 – 4 – 3 (двигатели ЗМЗ-451 и ЗМЗ-24Д).

В шестицилиндровых рядных четырехтактных двигателях колена вала расположены под углом  $120^\circ$  друг к другу и симметрично относительно середины вала, благодаря чему достигается равномерное чередование тактов расширения и хорошая уравновешенность двигателя. Порядок работы таких двигателей 1 – 5 – 3 – 6 – 2 – 4 (ГАЗ-3307 и А-01М).

В восьмицилиндровых V - образных четырехтактных двигателях угол между осями цилиндров левой и правой группы равен  $90^\circ$  и оси пересекаются с осью коленчатого вала, который имеет четыре кривошипа. Для равномерного чередования тактов колена вала расположены попарно в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и в каждой паре под углом  $180^\circ$ . Порядок работы цилиндров этих двигателей 1 – 5 – 4 – 2 – 6 – 3 – 7 – 8 (ЗИЛ-130 и ГАЗ-3307).

### **4. Тепловой баланс, эффективная мощность, удельный расход топлива, литровая мощность, удельная масса двигателя**

Из анализа действительного рабочего цикла двигателя внутреннего сгорания было установлено, что только 20...40 % теплоты расходуется на совершение полезной работы; остальная часть составляет всевозможные тепловые потери.

Тепловой баланс показывает распределение теплоты в двигателе. Он дает оценить степень совершенства работы двигателя и наметить пути улучшения его экономичности.

Уравнение теплового баланса в общем виде:

$$Q_o = Q_e + Q_{охл} + Q_z + Q_{н.с.} + Q_{ост},$$

где  $Q_o$  – общее количество теплоты в результате сгорания топлива;

$Q_e$  – теплота эквивалентная эффективной мощности;

$Q_{охл}$  – тепло отданная охлаждающей среде;

$Q_z$  – теплота унесенная отработавшими газами;

$Q_{н.с.}$  – часть теплоты, теряемая от неполноты сгорания топлива;

$Q_{ост}$  – остаточные потери, не учтенные составляющими теплового баланса.

Составляющие теплового баланса чаще всего определяются экспериментально или рассчитываются.

Количество теплоты, эквивалентной эффективной мощности:

$$Q_e = N_e$$

Теплота, отданная охлаждающей среде:

$$Q_{охл} = \frac{G_{охл} \cdot C_{охл} (t_{вых} - t_{вх})}{3600}$$

где  $G_{охл}$  – количество охлаждающей жидкости, прошедшее через двигатель, кг/ч;

$C_{охл}$  – теплоемкость окружающей среды, кДж/кг К

$t_{вых}, t_{вх}$  – температура охлаждающей жидкости на входе и выходе двигателя, °С (при расчете переводят в К).

Теплота, унесенная отработавшими газами:

$$Q_z = \frac{G_T (M_2 m C_p T_p - M_1 m C_p T_o)}{3600}$$

где  $G_T$  – расход топлива, г/с;

$M_1$  – число молей свежего заряда;

$M_2$  – число молей продуктов сгорания;

$m C_p$  – средние молярные теплоемкости воздуха при постоянном давлении, кДж/к моль К

$T$  – температура рабочей смеси.

Потери теплоты от неполноты сгорания:

$$Q_{н.с.} = \frac{\Delta H_u G_T}{3600}$$

где  $\Delta H_u$  – теплота потерянная в результате неполного сгорания, кДж/кг

Остаточные потери, не учтенные составляющими теплового баланса:

$$Q_{ост} = Q_o - Q_e + Q_{охл} + Q_z + Q_{н.с.}$$

Только небольшая часть теплоты, которая может выделяться при полном сгорании топлива в двигателе, превращается в полезную работу. Причины этого следующие:

1. Отработавшие газы, выталкиваемые в такте выпуска, содержат значительное количество теплоты, которое не используется для полезной работы.

2. Часть теплоты расходуется на нагрев деталей. Чтобы температура их была постоянной и небольшой, система охлаждения непрерывно отводит от этих деталей теплоту в атмосферу.

3. Часть теплоты теряется из-за химической неполноты сгорания топлива, а часть потерь тепла (незначительная) не может быть учтена.

Мощность — это работа, совершаемая в единицу времени. За единицу мощности принимается ватт (Вт), что соответствует работе в 1 джоуль, выполненной в 1 секунду.

В зависимости от совершенства конструкции и технического состояния двигатель расходует то или иное количество топлива для выполнения одной и той же полезной работы. Чем больше теплоты, выделенной сгоревшим в цилиндре топливом, преобразуется в полезную работу, тем экономичнее двигатель.

Массу топлива, расходуемую двигателем при определенной нагрузке в течение 1 с, называют расходом топлива и обозначают  $G_T$  (г/с).

Мощность двигателя, отдаваемая рабочей машине или силовой передаче, называется эффективной мощностью (кВт):

$$N_e = N_i - N_T,$$

Для сравнения экономичности различных двигателей пользуются показателем, называемый эффективным удельным расходом топлива. Эффективный удельный расход топлива  $g_e$  (мкг/Дж) — это масса топлива, расходуемая в 1 с на единицу эффективной мощности:

$$g_e = \frac{1000 \cdot G_T}{N_e},$$

Номинальное значение  $g_e$  современных автотракторных бензиновых карбюраторных двигателей находится в пределах 83,3...91,7 мкг/Дж, а у дизелей — 62,3...75,0 мкг/Дж. Экономичность — основное преимущество современных дизелей.

Совершенство конструкции двигателя принято оценивать по литровой мощности и удельной массе двигателя.

Литровой мощностью  $N_L$  (кВт/л) называется номинальная мощность  $N_H$  двигателя, отнесенная к рабочему объему  $V_L$  цилиндров:

$$N_L = \frac{N_H}{V_L}$$

Она характеризует двигатель с точки зрения использования рабочего объема. Чем больше литровая мощность двигателя, тем меньше габариты и масса двигателя. Литровая мощность автотракторных карбюраторных бензиновых двигателей находится в пределах 18...38 кВт/л, а дизелей 7...13 кВт/л. У двигателя ЗИЛ-130  $N_L = 19,9$ , а у дизеля Д-240  $N_L = 11,6$

Удельной массой  $g_N$  двигателя (кг/кВт) называется отношение массы  $m_D$  незаправленного двигателя к его номинальной мощности  $N_H$

$$g_N = \frac{m_D}{N_H},$$

Этот показатель зависит от типа двигателя, его назначения, конструктивной схемы, качества материалов и технологии изготовления. Удельная масса автотракторных карбюраторных двигателей составляет 2...6, а дизелей 4,5...14 кг/кВт. У двигателя ЗИЛ-130  $g_N = 4,4$  кг/кВт,

У дизеля Д-240  $g_N = 7,8$  кг/кВт.

## 5. Способы повышения мощности двигателя

Существуют следующие способы повышения мощности ДВС:

1. Увеличение рабочего объема двигателя (путем расточки цилиндров);
2. Увеличение частоты вращения коленчатого вала двигателя;
3. Увеличение степени сжатия двигателя;
4. Применение турбокомпрессора (низкий, средний, высокий наддув)
5. Охлаждение воздуха подаваемого в турбокомпрессор.



## 1.2 Лекция № 2 (2 часа).

### Тема: «Трансмиссия энергонасыщенных тракторов»

#### 1.2.1 Вопросы лекции:

1. Назначение, применяемые схемы передачи крутящего момента от двигателя к движителю тракторов и автомобилей?
2. Назначение и классификация муфт сцеплений?
3. Назначение и классификация коробок перемены передач?
4. Назначение и классификация раздаточных коробок?
5. Типы главных передач колесных машин?
6. Гидрообъемные и гидродинамические передачи?
7. Конечные передачи, назначение, конструктивные особенности?
8. Передачи тракторов?

#### 1.2.2 Краткое содержание вопросов:

##### 1. Назначение, применяемые схемы передачи крутящего момента от двигателя к движителю тракторов и автомобилей

Трансмиссия предназначена для передачи энергии от двигателя к движителю трактора и автомобиля, а также к активным рабочим органам агрегируемых с трактором сельскохозяйственных машин.

Трансмиссия включает в себя:

- сцепление;
- коробки перемены передач;
- карданную передачу;
- главную передачу;
- конечную передачу.

Классификация трансмиссий:

По способу трансформации вращательного движения различают:

Ступенчатые – обеспечивают несколько постоянных передаточных отношений при постоянном значении угловой скорости. При ступенчатой трансмиссии существуют такие режимы, на которых невозможно полностью использовать мощность двигателя.

Бесступенчатые – обеспечивают непрерывность и автоматичность изменения крутящего момента. Они позволяют на любом режиме более полно использовать мощность двигателя. Однако бесступенчатые трансмиссии более сложны по конструкции, имеют меньший КПД.

Комбинированные – представляют собой сочетание ступенчатых передач с бесступенчатым регулированием крутящего момента в пределах одной передачи. Они позволяют расширить диапазон регулирования крутящего момента и сохранить преимущества бесступенчатой трансмиссии.

По принципу действия трансмиссии могут быть:

Механическая – состоит только из механических передач (МТЗ-80, ДТ-75).

Электрическая – состоит из генератора постоянного тока, якорь которого приводится во вращение от двигателя внутреннего сгорания (БелАЗ).

Гидравлическая – в качестве основного элемента имеет гидравлическую передачу (Дон-1500).

- гидрообъемные
- гидродинамические

Гидромеханическая – состоит из механической трансмиссии и включенной в нее гидродинамической передачи: гидромуфты или гидротрансформатора (ДТ-175С).

Электромеханическая – отличается от механической тем, что вместо коробки передач установлена электрическая передача, состоящая из генератора и электродвигателя постоянного тока (промышленный ДЭТ-250).

## **2. Назначение и классификация муфт сцеплений**

Муфта сцепления предназначена для передачи крутящего момента от двигателя к трансмиссии, быстрого и полного разъединения и плавного соединения двигателя с трансмиссией, необходимых для переключения передач и плавного трогания трактора с места, а также для предохранения двигателя и деталей трансмиссии от перегрузок.

Классификация муфт сцепления.

По характеру связи между ведущими и ведомыми элементами муфты сцепления:

- фрикционные;
- гидравлические;
- электромагнитные.

На тракторах применяются только механические фрикционные муфты сцепления, классифицируемые по следующим признакам:

По роду трения:

- сухие;
- мокрые.

Сухие муфты имеют диски с фрикционными накладками, им любой смазочный материал вреден, а мокрые муфты со стальными дисками без фрикционных накладок работают в масле;

По направлению перемещения рабочих поверхностей фрикционные сцепления бывают:

- осевые;
- радиальные.

По форме поверхностей трения осевые фрикционные сцепления бывают:

- дисковые;
- конусные.

По форме поверхностей трения радиальные фрикционные сцепления бывают:

- колодочные;
- ленточные.

По конструкции нажимного механизма фрикционные сцепления делятся:

- постоянно замкнутые (нормальное состояние которых без воздействия на органы управления трактором замкнутое);
- непостоянно замкнутые - положение которых определяется трактористом и произвольный переход из разомкнутого состояния в замкнутое и наоборот без воздействия тракториста невозможен.

По числу ведомых дисков:

- однодисковое;
- двухдисковое;
- многодисковые.

По типу привода:

- с механическим приводом;
- гидравлическим приводом.

По числу силовых потоков мощности, передающихся через детали ФС:

- однопоточные (весь поток мощности от двигателя передается в трансмиссию);
- двухпоточные (один поток мощности от двигателя передается в трансмиссию, а другой - на привод ВОМ).

По назначению:

- главная;
- дополнительная.

Сцепления тракторов в своём большинстве – постоянно замкнутые, т.е. постоянно включённые. На тракторах, как правило, применяют механические фрикционные дисковые муфты сцепления с силовым замыканием за счёт сил трения между ведомым диском с фрикционными накладками и стальными ведущими дисками.

### **3. Назначение и классификация коробок перемены передач**

Коробка перемены передач служит для изменения силы тяги на ведущих колесах, скорости, направления движения, а также для остановки трактора или автомобиля при работающем двигателе.

Большое разнообразие условий работы и выполняемых трактором технологических процессов, стремление достигнуть максимальной производительности потребовали создания многоступенчатых КПП с широким диапазоном скоростей. Число передач тракторных КПП составляет от 5 до 22, а изменение скоростей движения переднего хода от 0,03 до 12 м/с.

По конструкции КПП можно разделить:

- ступенчатые
- автоматические (бесступенчатые).

Ступенчатые коробки перемены передач классифицируются по следующим основным признакам:

По типу шестеренной передачи:

- с неподвижными осями валов (тракторы кроме ДТ-75М)
- с вращающимися осями валов (планетарные)

По способу зацепления шестерен:

- с подвижными шестернями (МТЗ-80, Т-4А, ВТЗ-25А)
- с шестернями постоянного зацепления (К-744Р, ХТЗ-150)

По расположению валов:

- с поперечным расположением (ВТЗ-25А, ЛТЗ-55, СШ-16М);
- с продольным расположением (МТЗ-80, Т-4А, и т.д.)

По монтажным качествам:

- съемные (К-744Р, МТЗ-80)
- смонтированные в одном корпусе (ЛТЗ-55, ДТ-75, ВТЗ-25)

По кинематической схеме:

- двухвальные;
- трехвальные (как правило, автомобили);
- комбинированные (как правило КПП тракторов).

По процессу переключения передач:

- требующие остановки трактора (Т-4А, ДТ-75);
- переключением передач на ходу (К-744Р, ХТЗ-150К)

### **4. Назначение и классификация раздаточных коробок**

В полноприводных автомобилях для распределения крутящего момента между ведущими мостами применяются раздаточные коробки. Установка понижающей передачи в них позволяет значительно увеличить передаваемый крутящий момент и тяговую силу, способствуя повышению проходимости автомобиля.

Раздаточные коробки различаются по ряду признаков.

По числу передач:

- одноступенчатые;
- двухступенчатые.

По расположению ведомых валов:

- соосные;
- несоосные.

По приводу ведомых валов:

- с бездифференциальным (блокированным) приводом;
- с дифференциальным приводом.

Одноступенчатые раздаточные коробки применяются на полноприводных легковых автомобилях, где значительное увеличение силы тяги может приводить к нежелательным перегрузкам агрегатов трансмиссии. Двухступенчатая раздаточная коробка удваивает число передач и расширяет диапазон передаточных чисел, применяется на грузовых автомобилях с целью повышения тяговых качеств.

Раздаточные коробки с соосными валами находят наибольшее применение, так как в них легко осуществить дифференциальный привод ведомых валов путём установки межосевых дифференциалов. Кроме того, с помощью несимметричного дифференциала крутящий момент может быть распределён между ведущими осями пропорционально вертикальным нагрузкам на них. Дифференциальный привод ведомых валов позволяет колёсам разных мостов вращаться с различной угловой скоростью, что исключает циркуляцию мощности в трансмиссии. В таких раздаточных коробках передний мост включён постоянно, что упрощает управление раздаточной коробкой. Однако в определённых условиях на автомобиле с неблокируемым межколёсным дифференциалом при буксовании одного из колёс движение будет невозможно. Поэтому обязательно должно быть устройство для блокировки межосевого дифференциала.

Несоосные раздаточные коробки, как правило, бездифференциальные. Так как при движении автомобиля по неровным дорогам колёса разных мостов проходят различный путь, то при включённом переднем мосте это приводит к возникновению циркуляции мощности. Поэтому передний мост при движении по дорогам с твёрдым покрытием должен отключаться во избежание значительного изнашивания шин. Кроме того, в таких раздаточных коробках обязательно должно быть устройство, блокирующее включение пониженной передачи при выключенном переднем мосте. Делается это для того, чтобы не допустить передачу чрезмерного крутящего момента на задний мост или заднюю тележку.

## **5. Типы главных передач колесных машин**

Главная передача служит для увеличения общего передаточного числа и передачи крутящего момента через дифференциал (или механизм поворота) и конечные передачи к ведущим колесам трактора или автомобиля.

Главная передача может быть:

- одинарная (легковые и грузовые автомобили малой и средней грузоподъемности) конические шестерни со спиральным зубом (гипоидная);
- двойная (на грузовых автомобилях большой грузоподъемности) состоят из пары конических и пара цилиндрических шестерен.

Дифференциал представляет собой планетарный механизм, предназначенный для распределения крутящего момента между ведущими полуосями трактора или автомобиля и обеспечения вращения ведущих колес с различной частотой при движении по кривой или по неровностям пути.

Механизмы блокировки дифференциала классифицируются:

По способу включения:

- принудительные;
- автоматические;
- самоблокирующиеся (механизмы повышенного трения, механизмы свободного хода)

По типу привода:

- механические;
- гидравлические.

## **6. Гидрообъемные и гидродинамические передачи**

Гидрообъемные передачи.

Основными агрегатами ГОП являются объемные гидравлический насос и гидравлический мотор. Первый служит источником поступательного силового гидравлического потока рабочей жидкости, второй - преобразователем энергии рабочей жидкости, находящейся под давлением, в крутящий момент.

Классификация объемных насосов и моторов.

По характеру движения ведомого звена объемные насосы и моторы подразделяют:

- на гидромашины с возвратно-поступательным движением ведомого звена;
- на гидромашины с вращательным движением ведомого звена.

По возможности регулирования гидромашины подразделяют на:

- нерегулируемые;
- регулируемые, которые могут различаться по способу регулирования.

По характеру процесса вытеснения жидкости из рабочих камер гидромашины делят:

- поршневые;
- роторные.

Поршневыми называют объемные гидромашины, в которых вытеснение жидкости из рабочих камер производится при возвратно-поступательном (или возвратно-вращательном) движении рабочих органов, совершающих работу вытеснения или всасывания жидкости из рабочих камер. Роторными называют гидромашины, в которых вытеснение или всасывание жидкости из рабочих камер происходит в процессе вращательного или вращательно-поступательного движения вытеснителей.

Особенностью объемных гидромашин является то, что большинство из них обратимы, т.е. одни и те же гидромашины могут использоваться в качестве насосов и моторов.

Гидродинамические передачи.

Рассматривается два типа гидродинамических передач, применяемых на тракторах:

- передающие крутящий момент без его преобразования (гидродинамические муфты (гидромуфты));
- преобразующие крутящий момент (гидродинамические трансформаторы (гидротрансформаторы)).

Гидромуфты получили ограниченное распространение на универсальных сельскохозяйственных тракторах средней и высокой мощности, используемых на энергоемких операциях, на транспорте, на пересеченной местности, на легких лесозаготовительных работах, т.е. там, где приходится часто менять направление движения или где сильно меняется сопротивление движению МТА. Гидротрансформаторы получили широкое распространение на тракторах промышленного назначения, для которых характерна высокая динамичность тяговой нагрузки и работа в зоне максимальных тяговых усилий.

## **7. Конечные передачи, назначение, конструктивные особенности**

Конечной передачей называется агрегат трансмиссии, размещённый между ведущим колесом и дифференциалом колёсного трактора. Число конечных передач трактора зависит от количества его ведущих колёс.

Они предназначены для уменьшения частоты вращения и увеличения крутящего момента, ведущих колёс, а в некоторых случаях и для изменения дорожного просвета (в пропашных тракторах). Их устанавливают на всех тракторах.

Конечная передача — это одно- или двухступенчатый редуктор, состоящий из цилиндрических зубчатых колёс с постоянным зацеплением, или планетарный редуктор.

## **8. Передачи тракторов и автомобилей**

Передачи тракторов можно условно разделить:

- основные (4...7 передач, скорость 1,4...4,2 м/с);
- транспортные (1...2 передачи, скорость 4,2...12 м/с);
- замедленные (1...2 передачи, скорость 0,03...0,4 м/с)

Передачи автомобилей можно условно разделить:

Высшие (при движении в хороших дорожных условиях)

- прямая (передаточное число  $i = 1$ )

- ускоряющие (передаточное число  $i < 1$ )

Низшие (для трогания с места и преодоления тяжелых участков)

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

### **2.1 Лабораторная работа № 1 (2 часа).**

**Тема: «Кривошипно-шатунный и газораспределительный механизмы ДВС»**

**2.1.1 Цель работы:** изучить назначение, конструкцию и взаимодействие деталей и узлов кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов двигателей внутреннего сгорания тракторов и автомобилей

#### **2.1.2 Задачи работы:**

1. Изучить назначение и принцип работы кривошипно-шатунного (КШМ) механизма двигателей указанных марок.
2. Изучить устройство корпусных деталей ДВС - головки блока цилиндров, блок-картеров.
3. Изучить назначение деталей КШМ, их взаимодействие между собой.
4. Изучить конструкцию деталей КШМ - гильз цилиндров, поршней с кольцами, шатунов, коленчатого вала, маховика.
5. Изучить зазоры в сопряжениях деталей КШМ.
6. Изучить назначение и принцип работы газораспределительного (ГРМ) механизма двигателей указанных марок
7. Изучить общее устройство и назначение деталей ГРМ
8. Изучить конструкцию ГРМ изучаемых двигателей
9. Изучить конструкцию деталей ГРМ, распределительного вала, толкателей, коромысел и клапанов
10. Изучить диаграмму фаз газораспределения и порядок регулировки тепловых зазоров в ГРМ

#### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Стенд «Кривошипно-шатунный механизм»
2. Плакаты по конструкции кривошипно-шатунного механизма
3. Стенд «Газораспределительный механизм»
4. Плакаты по конструкции газораспределительного механизма

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

##### **Кривошипно-шатунный механизм**

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

В кривошипно-шатунный механизм входят: цилиндр, поршень, поршневые кольца, поршневой палец, шатун, коленчатый вал, подшипники, маховик и крепёжные детали.

Корпусные детали образуют остов двигателя. К ним относятся блок цилиндров, головка цилиндров, картер и поддон, передняя и задняя крышки. Внутри и на наружной поверхности остова расположены сборочные единицы и детали механизмов и систем двигателя.

Для автотракторных ДВС наибольшее применение имеют блок-картеры с рядным (рис. 1) и двухрядным (V-образным) расположением цилиндров. В блок-картере (рис. 2) V-образных двигателей крепят разные агрегаты и приборы. Элементы блок-картера воспринимают в процессе работы двигателя силы давления газов, неуравновешенные инерционные нагрузки, неравномерное воздействие температуры, а части блока, соприкасающиеся с подвижными деталями, подвергаются изнашиванию. Внутри картера имеются перего-

родки, которые придают жёсткость всему картеру. К передней обработанной стенке блок-картера прикреплён картер распределительных шестерён с крышкой, а к задней стенке — картер маховика.

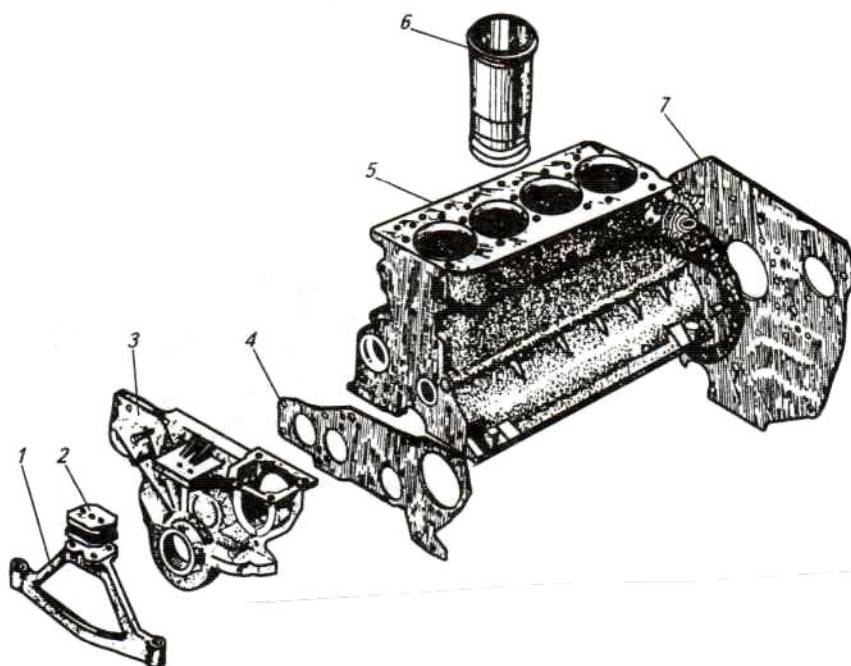


Рисунок 1 – Блок-картер рядного двигателя:

1 – опора; 2 – резиновая подушка опоры; 3 – крышка шестерён; 4 – щит; 5 – блок цилиндров; 6 – гильза цилиндров; 7 – задний щит

В некоторых двигателях (ЯМЗ-240) коленчатый вал устанавливается на подшипниках качения и монтируется в осевом направлении через отверстия, растачиваемые в стенках картера. Такой картер не имеет горизонтальных плоскостей разъёма и называется картером туннельного типа.

Однорядную (вертикальную, наклонную) компоновку имеют двигатели, у которых оси цилиндров расположены в один ряд (ДВС, Д-440, Д-144, Д-245Л и др.).

В блок-картерах V-образных двигателей (рис. 2) цилиндры расположены в два ряда с учётом угла развала ( $72...90^\circ$ ), а оси соответствующих цилиндров обоих рядов пересекаются на оси коленчатого вала (двигатели ЗМЗ, ЗИЛ, ЯМЗ, КамАЗ). В сравнении с однорядными, V-образные двигатели имеют такие преимущества, как повышенная жёсткость, меньшие длина и масса.

Конструктивно блок-картеры могут быть выполнены с рабочими поверхностями цилиндров в теле самого блока или со сменными гильзами цилиндров. Для двигателей с воздушным охлаждением цилиндры (рис. 3, а) отливают всегда отдельно.

Применение сменных гильз позволяет увеличить срок службы двигателя, так как имеется возможность замены изношенных гильз, что значительно упрощает ремонтные работы. Сменные гильзы изготавливают из более износостойкого материала в сравнении с материалом блока. Различают мокрые (рис. 3, б) или сухие (рис. 3, в) гильзы цилиндров.

Мокрые гильзы находят наибольшее применение в блок-картерах двигателей. Гильзы этого типа вставлены в кольцевые приливы блока и омываются охлаждающей жидкостью. Кроме нижних резиновых колец 12 для решения герметичности посадки мокрых гильз в верхней части используется плотная посадка специально обработанного буртика и пояски 11 гильзы (рис. 3, б). На сухих гильзах эту роль выполняет буртик 13 (рис. 3, в). Иногда под буртик сухой гильзы устанавливают уплотнительное кольцо из мягкого металла.

Сухие гильзы в отличие от мокрых не имеют контакта с охлаждающей жидкостью, они запрессованы в расточенные отверстия цилиндров.



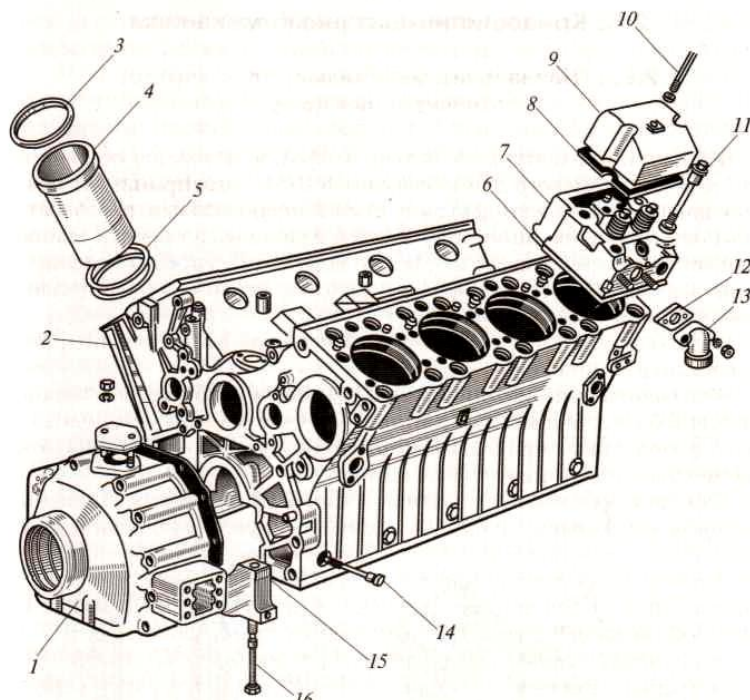


Рисунок 2 – Блок-картер V-образных двигателей:

1 — передняя крышка; 2 — блок цилиндра; 3 — стальное кольцо; 4 — гильза цилиндра; 5 — резиновое кольцо; 6 — прокладка головки цилиндров; 7 — головка цилиндров; 8 — прокладка крышки; 9 — крышка головки цилиндров; 10 — болт крепления крышки головки цилиндров; 11 — болт крепления головки цилиндров; 12 — прокладка; 13 — патрубок глушителя; 14 — болт-стяжка; 15 — крышка коренной опоры; 16 — болт крепления крышки подшипника

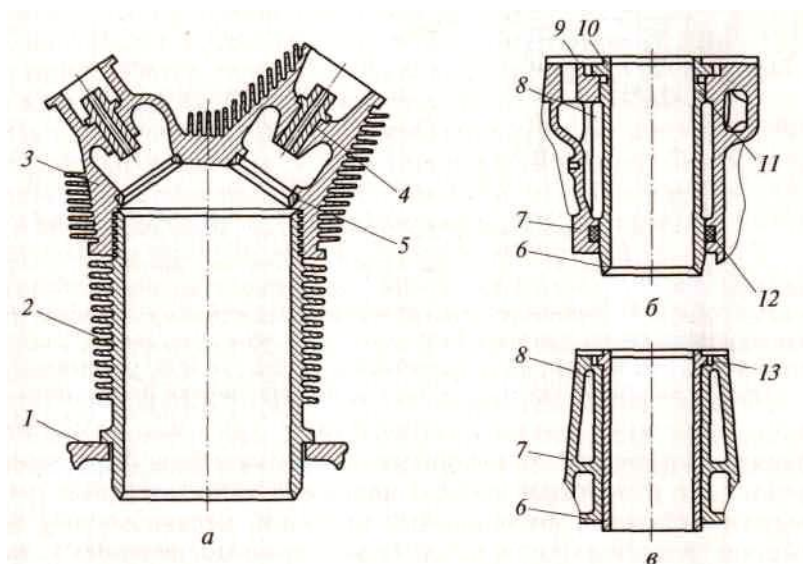


Рисунок 3 – Цилиндр и гильзы цилиндров двигателя:

*a* — цилиндр двигателя с воздушным охлаждением; *б* — мокрая гильза; *в* — сухая гильза; 1 — картер; 2 — цилиндр; 3 — головка цилиндров; 4 — втулка; 5 — седло клапана; 6 — гильза; 7 — блок-картер; 8 — жидкостная рубашка блок-картера; 9 — прокладка головки цилиндров; 10 — центрирующее кольцо гильзы цилиндров; 11 — поясok гильзы; 12 — уплотняющее резиновое кольцо; 13 — буртик гильзы

Поддон картера, являющийся резервуаром для масла, закрывает нижнюю часть блок-картера. В нём размещаются маслоприёмные устройства, а также успокоители против раз-

брызгивания масла. Поддон картера чаще всего изготавливают штамповкой из тонкой листовой стали, но используют также метод литья алюминиевых сплавов или чугуна. В картере находятся подшипники коленчатого и распределительного валов.

Коренные подшипникискольжения автотракторных двигателей изготавливаются из стальной ленты (толщина 1,3...3,6 мм) в виде сменных тонкостенных вкладышей — полуколец, устанавливаемых в точно обработанные гнезда картера. На внутренней поверхности вкладышей нанесён антифрикционный слой. Толщина коренных вкладышей составляет 2...3 мм для бензиновых двигателей и 3...5 мм для дизелей. Толщина слоя антифрикционного материала на вкладышах колеблется от 0,25 до 0,5 мм. В качестве антифрикционного материала для вкладышей подшипников скольжения двигателей применяют сплавы на медной основе (свинцовистые бронзы) и алюминиевые сплавы (системы сталь—алюминий, алюминий—олово).

Головки цилиндроввоспринимают максимальные динамические усилия от давления газов, значительные тепловые нагрузки от их температуры, а также испытывают напряжение от затяжки болтов или шпилек крепления.

В головке цилиндра размещается верхняя часть камеры сгорания двигателя. В ней расположены детали механизма газораспределения, впускные и выпускные клапаны и коллекторы системы газообмена, отверстия для свечей зажигания (форсунок). Конструкция головки цилиндра зависит от формы камеры сгорания, способа охлаждения двигателя, расположения впускных и выпускных клапанов, наружных трубопроводов, свечей зажигания (форсунок).

В многоцилиндровых двигателях головки цилиндров могут иметь как индивидуальное для каждого цилиндра исполнение, так и общее для ряда цилиндров (блока). Индивидуальное исполнение головки, как правило, применяют в ДВС с воздушным охлаждением, хотя на двигателе КамАЗ с жидкостным охлаждением также использовано индивидуальное исполнение головок каждого цилиндра (рис. 2). Сверху головки цилиндров закрыты крышками из алюминиевого сплава (реже из стали).

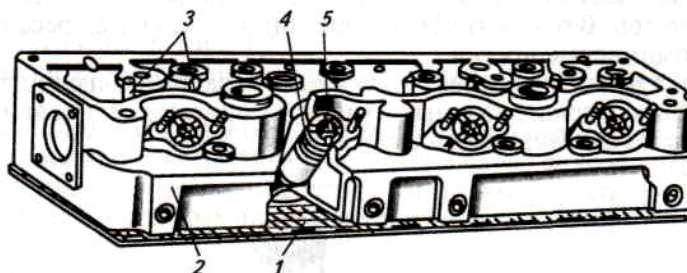


Рисунок 4 – Головка блока цилиндров дизеля Д-245:

1 — прокладка головки цилиндров; 2 — головка блока цилиндров; 3 — клапанные втулки; 4 — седло форсунки; 5 — стакан под форсунку

Внутренняя полость головки при жидкостном охлаждении является рубашкой для охлаждающей жидкости. Рубашка через отверстия, расположенные в нижней полости головки и на прокладке, сообщается с рубашкой для охлаждающей жидкости блока цилиндров. Стык головки цилиндров и блока цилиндров уплотняется специальной прокладкой, что обеспечивает надёжную герметичность соединения головки цилиндров с блоком цилиндров, препятствуя прорыву газов из цилиндров и протеканию охлаждающей жидкости из рубашки для охлаждающей жидкости.

У двигателей с воздушным охлаждением головки цилиндров имеют ребрения для большего отвода теплоты. Охлаждающий воздух при этом подводится со стороны наиболее нагретых элементов головки.

Крепят головки цилиндров к блоку цилиндров шпильками и гайками или болтами, которые затягивают в определенной последовательности и с определенным моментом.

Шатунно-поршневая группа входит в состав кривошипно-шатунного механизма. К ней относят поршень, поршневые кольца (компрессионные и маслосъёмные), поршневой палец, стопорные кольца, шатун, шатунные вкладыши, крышку шатуна, шатунные болты. Кривошипно-шатунный механизм рядного двигателя с шатунно-поршневой группой показан на рис. 5.

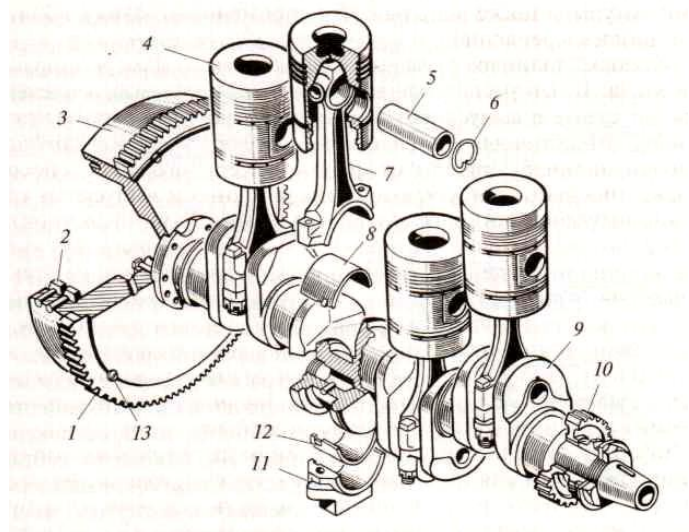


Рисунок 5 – Кривошипно-шатунный механизм рядного двигателя:

1 — венец маховика; 2 — пальцы ведущие маховика; 3 — маховик; 4 — поршень; 5 — поршневой палец; 6 — кольцо стопорное; 7 — шатун; 8 — вкладыш шатуна верхний; 9 — коленчатый вал; 10 — блок распределительных шестерен; 11 — крышка шатуна; 12 — вкладыш шатуна нижний; 13 — винт стопорный венца маховика

Поршень при работе двигателя воспринимает знакопеременные силы давления газов и инерции, боковые силы, силы трения. Поршень контактирует с горячим рабочим телом, температура которого может достигать 2500 °С. При этом тело поршня нагревается до 250...300 °С, что приводит к возникновению термических напряжений. Дополнительные нагрузки воспринимают канавки и торцовые кромки поршня. Поршень представляет собой металлический стакан, устанавливаемый в цилиндре с небольшим зазором.

В этой связи к поршню предъявляются следующие требования: они должны быть прочными, обладать износостойкостью, иметь минимальную массу, хорошо без перегрева отводить поглощаемую теплоту.

Например, в поршне 6 (рис. 6) тракторного двигателя различают головку (верхнюю уплотняющую часть) с днищем и канавками для компрессионных колец 1—3 и верхнего маслосъёмного кольца 4, а также нижнюю направляющую часть (юбку) с бобышками для поршневого пальца и нижнего маслосъёмного кольца 4'.



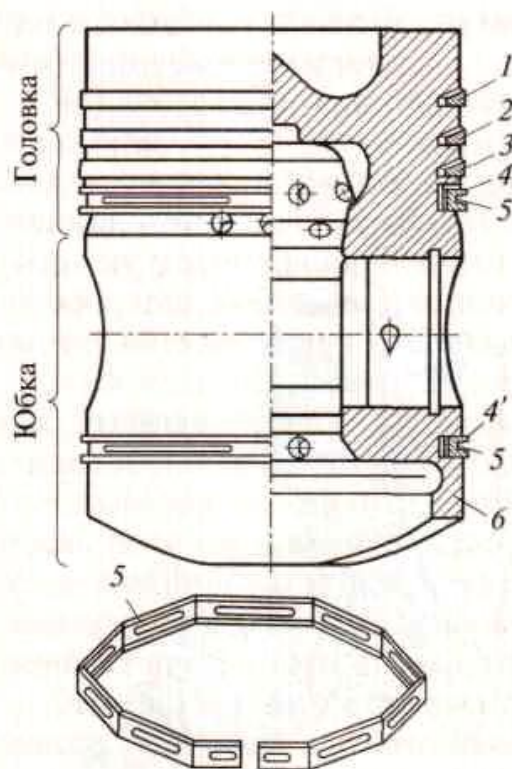


Рисунок 6 – Поршень в сборе с кольцами:

1, 2, 3 — компрессионные кольца соответственно верхнее, среднее и нижнее; 4, 4' — верхнее и нижнее маслосъёмные кольца; 5 — радиальный расширитель; 6 — поршень

Днище поршня непосредственно воспринимает давление газов и температурное воздействие горячего рабочего тела. Для лучшего отвода теплоты и увеличения прочности поршня днище с внутренней стороны снабжено рёбрами жёсткости. Снаружи днище может быть плоским, вогнутым, выпуклым, фасонным.

У бензиновых двигателей преобладает плоская форма. Плоские днища просты в изготовлении, имеют наименьшую площадь соприкосновения с горючими газами, из-за чего воспринимают наименьшее количество теплоты.

В дизелях широко применяют вогнутые фасонные днища, поверхность которых образует камеру сгорания. Такая камера обеспечивает качественное смесеобразование и сгорание топлива. Форма фасонного днища зависит от способа смесеобразования в дизеле, расположения клапанов и форсунок.

Наиболее распространённые формы днищ поршней дизелей представлены на рис. 7.

Юбка поршня служит для направления движения поршня в цилиндре и передачи на его стенки боковых нормальных сил. Длина направляющей части зависит от величины бокового давления.

Цилиндр вместе с поршнем и головкой цилиндра образуют переменный объём, в котором совершается рабочий цикл двигателя. Конструкция цилиндров в основном определяется способом охлаждения. При воздушном охлаждении цилиндры с внешней стороны имеют рёбра для увеличения поверхности охлаждения. При жидкостном охлаждении между наружной поверхностью цилиндра и внутренними стенками блок-картера предусмотрена кольцевая полость (рубашка), заполненная охлаждающей жидкостью.

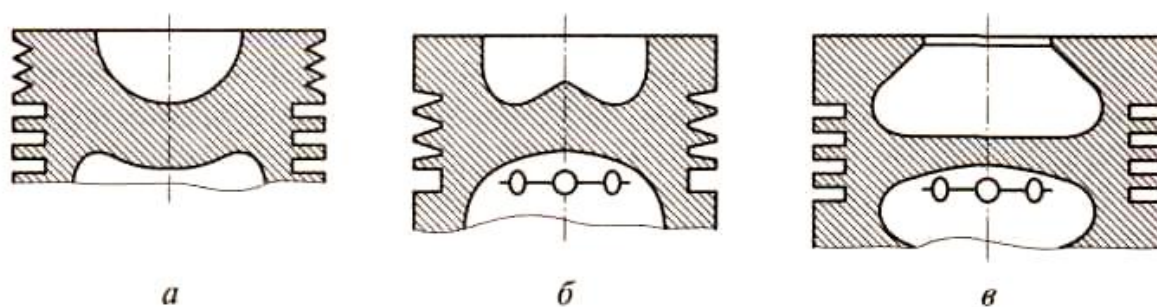


Рисунок 7 – Формы днищ поршней дизелей  
а - Д-144 и Д-121А1; б - СМД, Д-440, ЯМЗ, КамАЗ; в - Д-245, Д-160

Поршни современных автотракторных двигателей отливают из алюминиевых сплавов. Для улучшения механических свойств поршни подвергаются термической обработке.

Юбке поршня придают форму эллипса с учётом неравномерности её теплового расширения и деформации. Большая ось эллипса расположена в плоскости, перпендикулярной оси поршневого пальца. В нагретом состоянии юбка приобретает форму цилиндра. Такая конструкция юбки позволяет обеспечивать работу поршней без стуков в холодном состоянии и исключает заклинивание при прогреве.

Тепловое расширение поршня неравномерно и по высоте, поэтому головке поршня придают цилиндрическую форму и изготовляют меньшим диаметром, чем у юбки. Боковая поверхность юбки может быть ступенчатой, конусной или бочкообразной. Юбка бочкообразной формы (поршни двигателей ЯМЗ, ЗИЛ и др.) лучше, чем юбки других форм, сопрягается с цилиндром в рабочем состоянии и обеспечивает уменьшение стука поршня при переходе через ВМТ. Для снижения нагрева юбки от более горячей головки в некоторых поршнях бензиновых двигателей делают П- или Т-образные прорезы.

Для улучшения приработки поршней к цилиндрам и уменьшения изнашивания стенки поршней часто покрывают тонким слоем олова, тогда как поршень может изготавливаться из специального алюминиевого или магниевых сплава.

Поршневые кольца должны обеспечивать уплотнение в месте контакта полости камеры сгорания и картера, отвод теплоты от головки поршня к стенкам цилиндра, предотвращать прорыв (утечку) газов и попадание масла в камеру сгорания из картера двигателя. С учётом этого применяют два типа колец: компрессионные и маслосъемные.

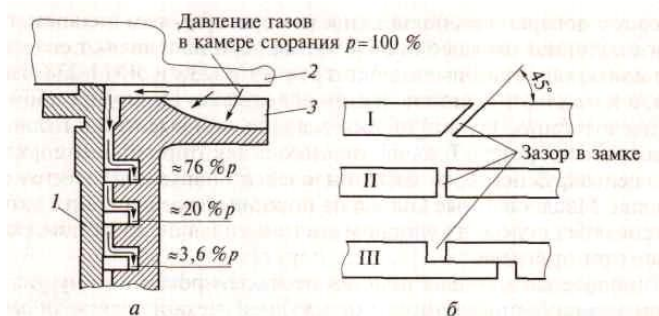


Рисунок 8 – Работа компрессионных поршневых колец и форма стыка их замка:

а — схема уплотняющего действия кольца; б — форма стыка замка колец;

1 — гильза цилиндра; 2 — головка цилиндра; 3 — поршень; 76 % p, 20 % p, 3,6 % p — давление соответственно в зоне 1-, 2- и 3-го поршневых колец; I, II, III — по форме стыка соответственно косой, прямой и ступенчатый замки колец

Уплотняющее действие компрессионных поршневых колец обеспечивается за счёт упругости колец и благодаря высокому сопротивлению перетекающему газу из камеры сгорания в картер в лабиринте кольца — торцовые канавки поршня — цилиндр. Число колец зависит от величины давления газов в цилиндре и быстроходности двигателя.

Для возможности установки колец в канавки поршня их выполняют разрезными с зазором 0,2...0,5 мм. Замок, или стык кольца, по форме (рис. 8, б) может быть косым, прямым и ступенчатым. Чаще применяют поршневые кольца с прямыми замками, поскольку форма замка практически не влияет на утечку газа. При установке колец замки соседних колец смещают один относительно другого по окружности приблизительно на угол 120°.

Поршневые кольца, особенно верхние, работают в тяжёлых условиях. Так, верхнее компрессионное кольцо испытывает действие температуры 250...350 °С и почти полного 76 % давления газов в камере сгорания. При этом данное кольцо работает практически без смазки.

Схема работы маслосъёмных колец показана на рис. 9. Маслосъёмные кольца (один или два) регулируют подачу масла на боковую поверхность поршня и к компрессионным кольцам, снимают излишки масла со стенок цилиндра и направляют его в картер двигателя. Например, двигатели ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238 имеют два, а КамАЗ-740 одно маслосъёмное кольцо. От компрессионного маслосъёмное кольцо отличается большей высотой и наличи-

ем сквозных прорезей 3, выполненных с некоторыми интервалами по всей окружности, а также выточек на наружной поверхности кольца. Маслосъёмные кольца на поршне размещены ниже компрессионных колец, их устанавливают в канавки, имеющие сквозные отверстия (канал 4) в теле поршня.

Поршневые кольца изготавливают из легированного чугуна индивидуальной отливкой с последующей механической обработкой, а также из стали. Материал для изготовления поршневых колец должен обладать хорошей упругостью и достаточной прочностью в условиях высоких температур, иметь высокую износостойкость, но не больше износостойкости зеркала цилиндра.

Опорную поверхность одного или двух верхних компрессионных поршневых колец покрывают слоем хрома толщиной до 0,16...0,20 мм с пористой поверхностью, хорошо удерживающей смазку. Все это способствует уменьшению износа кольца и цилиндра. Для улучшения приработки рабочие поверхности нижних колец нередко покрывают слоем олова или другого легкоистираемого материала.

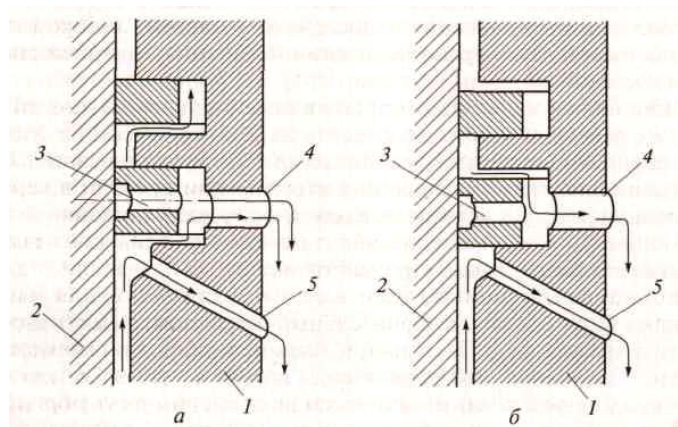


Рисунок 9 – Схема работы маслосъёмных колец при движении поршня:

а — вниз; б — вверх; 1 — поршень; 2 — цилиндр; 3 — прорезь в маслосъёмном кольце; 4 — канал в поршне; 5 — канал маслоотводящий

Поршневой палец обеспечивает шарнирное соединение поршня с шатуном, воспринимает значительные знакопеременные нагрузки при высокой температуре и неблагоприятных условиях трения. Таким образом, поршневой палец должен обладать высокой прочностью при минимальном износе, малой массой, высокой стойкостью рабочей поверхности против истирания, хорошей сопротивляемостью ударной нагрузке.

Поршневой палец изготавливают в виде гладкого полого цилиндра. Конструкция его определяется типом соединения с бобышкой поршня и верхней головкой шатуна. Смазку поршневого пальца осуществляют через сверления в стержне или прорези в верхней головке шатуна и масляные каналы в бобышках поршня.

Наибольшее применение получила конструкция так называемого плавающего пальца. При работе двигателя плавающие пальцы постоянно проворачиваются и в головке шатуна, и в бобышках поршня, испытывая незначительный и равномерный износ по длине и окружности. Плавающие пальцы удобны при монтаже, от осевого смещения их удерживают стопорные стальные пружинные кольца, устанавливаемые в канавки в бобышках поршня по обе стороны с торцов пальца.

Шатун во время работы двигателя воспринимает от поршня силу давления газов и передает ее коленчатому валу при рабочем ходе, а также обеспечивает перемещение поршня при вспомогательных процессах. Шатун подвергается действию силы давления газов, а также инерционных нагрузок, имеющих переменные величину и направление.

Конструкция шатуна (рис. 10) должна обеспечивать высокую прочность, большую жёсткость всех элементов, малую массу, минимальные габаритные размеры. При изготовлении шатунов двигателей применяют среднеуглеродистые и легированные стали. Стер-

жень обычно имеет двутавровое сечение. В стержне шатунов некоторых двигателей выполнен канал для подвода смазки от нижней головки шатуна к поршневому пальцу.

Верхняя головка шатуна неразъёмная, при применении плавающего пальца используют в качестве подшипников бронзовую или латунную втулку, запрессованную в головку.

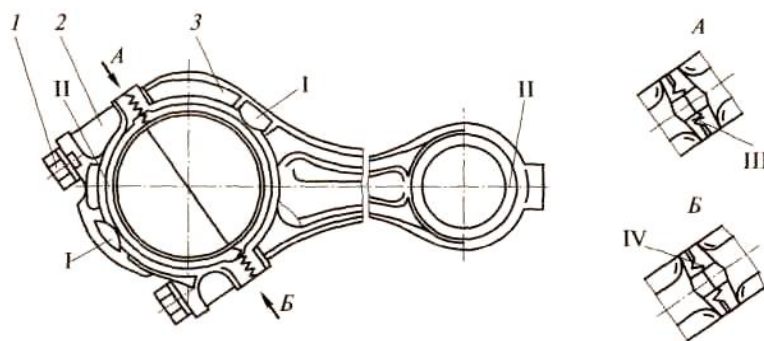


Рисунок 10 – Шатун дизеля и расположение на нём меток:

1 — шатунный болт; 2 — крышка шатуна; 3 — шатун; I — место обозначения порядкового номера шатуна и крышки; II — место обозначения массы шатуна; III — метки спаренности шатуна и крышки; IV — место, где выбит порядковый номер цилиндра

Нижнюю головку шатуна изготавливают разъёмной. Разъём может быть прямым ( $90^\circ$ ) или косым ( $30...60^\circ$ ). Косой разъём позволяет уменьшить радиус окружности, описываемой нижней частью шатуна при вращении, проход его через цилиндр при сборке двигателя, а также его массу. Для повышения надёжности соединения на поверхностях разъёма шатуна и крышки наносят мелкие треугольные шлицы. Крепят крышку 2 к телу шатуна болтами с гайками или болтами 1, которые вворачивают в тело шатуна. Шатунные болты 1 и гайки изготавливают из высококачественных легированных сталей.

Для достижения хорошей уравновешенности двигателя различие в массе отдельных шатунов и комплектов шатунно-поршневой группы должно быть минимальным.

Для обеспечения правильной сборки поршня с шатуном и установки их в двигатель в определенном месте IV на нижней головке шатуна и её крышке выбивают порядковый номер цилиндра, для которого предназначен шатун. Предусмотрены также определенные места для других меток (рис. 10).

Подшипники нижних головок шатунов имеют сменные тонкостенные вкладыши, изготовленные из стальной ленты ( $1,3... 3,6$  мм), на поверхность которой наносят антифрикционный слой ( $0,2...0,7$  мм) такого же материала, что и для вкладышей коренных подшипников коленчатого вала

Коленчатый вал воспринимает передаваемые через шатуны усилия от поршней и преобразует их во вращающий момент на коленчатом валу. На него действуют периодически изменяющиеся силы давления газов, силы инерции масс кривошипно-шатунного механизма, возникающие крутильные колебания, реакции опор, момент сопротивления вращению со стороны маховика, силы трения в подшипниках.

Поэтому коленчатый вал должен быть прочным, жёстким, износостойким при относительно малой массе, простым по конструкции и изготовленным с высокой точностью. Кроме того, он должен быть статически уравновешенным и обеспечивать динамическую уравновешенность двигателя.

Основные элементы коленчатого вала двигателя ЯМЗ-236 показаны на рис. 11. Спереди коленчатого вала устанавливаются шестерня 9 привода механизма газораспределения и шкив 13 привода вентилятора. На фланце 17 хвостовика крепят маховик.

За задним коренным подшипником на хвостовике коленчатого вала некоторых двигателей предусмотрена маслосгонная резьба.



Опорами коленчатого вала являются коренные шейки с подшипниками скольжения, снабжённые тонкостенными вкладышами 5. Вкладыши устанавливают в корпус коренной опоры, состоящий из двух частей — верхней, выполненной в перегородке картера, и нижней — крышки 15 (рис. 2) коренной опоры, которая крепится к картеру болтами 16 крепления крышки подшипника.

Чтобы ограничить осевые перемещения коленчатого вала от усилия работы косоузных шестерён привода газораспределения, включения муфты сцепления и нагрева вала, один из коренных подшипников (задний, передний или средний) выполняют упорным. Для этого вкладыши таких подшипников снабжаются отбортовкой, либо устанавливаются дополнительные упорные кольца или полукольца 6 (рис. 11).

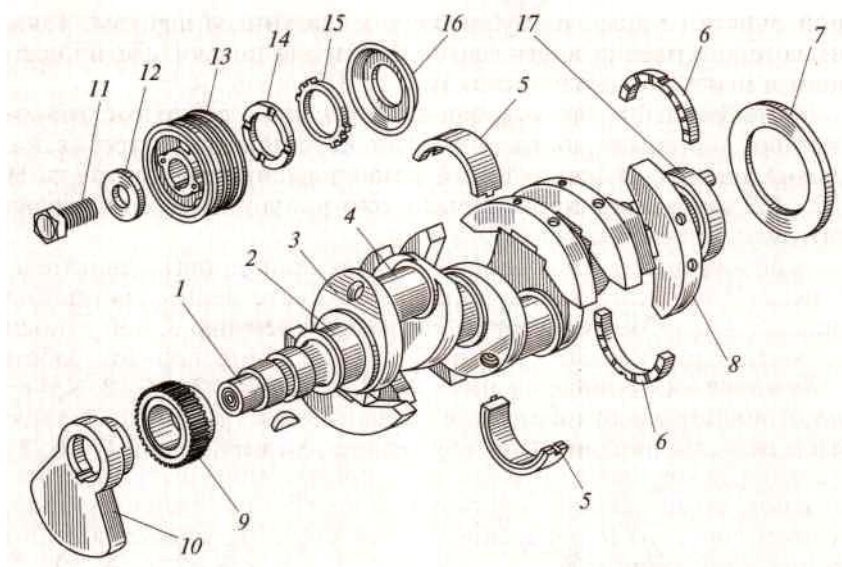


Рисунок 11 – Коленчатый вал двигателя ЯМЗ-236:

1 — передний конец вала (носик); 2 — коренная шейка; 3 — щека; 4 — шатунная шейка; 5 — вкладыш коренного подшипника; 6 — полукольцо упорного подшипника; 7 — маслоотражатель; 8 — противовес, устанавливаемый на щеке коленчатого вала; 9 — шестерня привода механизма газораспределения; 10 — выносной противовес; 11 — болт шкива; 12 — шайба шкива; 13 — шкив привода вентилятора; 14 — гайка крепления противовеса; 15 — замковая шайба; 16 — передний маслоотражатель; 17 — фланец хвостовика

По числу опор коленчатые валы подразделяют на полноопорные (число коренных шеек на одну больше числа шатунных, и они располагаются по обе стороны последних) и неполноопорные (число коренных шеек меньше числа шатунных). Число шатунных шеек в рядном двигателе соответствует числу цилиндров, а в V-образных двигателях их может быть вдвое меньше, поскольку шатуны двух цилиндров опираются на одну шатунную шейку вала (двигатели ЯМЗ, КамАЗ и др.).

Противовесы 8, 10 коленчатого вала служат для уравнивания сил и моментов сил инерции поступательно движущихся масс двигателя

Для снижения массы коленчатого вала, а, следовательно, и влияния центробежных сил в высокооборотных двигателях шатунные шейки выполняют полыми. Полость используется для центробежной очистки масла, поступающего к шатунным шейкам. Также имеются сверления внутри шеек и щёк для подачи масла к коренным и шатунным подшипникам.

Форма коленчатого вала зависит от числа и расположения цилиндров, порядка работы и числа тактов двигателя, требований равномерности рабочего хода и уравновешенности двигателя.

Маховик 3 (рис. 5) обеспечивает равномерное вращение коленчатого вала, облегчает пуск двигателя и выводит поршни из мёртвых точек. Изготовленный в виде массивного ли-



того диска маховик крепится болтами на фланце или в торце коленчатого вала. На обод маховика напрессован стальной зубчатый венец, с которым при пуске двигателя входит в зацепление шестерня пускового устройства.

В сборе с коленчатым валом маховик должен быть отбалансирован. Балансировка необходима для того, чтобы при их вращении не возникало вибрации и биения от центробежных сил. На обод маховика нанесены метки, определяющие положение поршня в первом цилиндре, т.е. позволяющие установить момент зажигания или момент подачи топлива. На внешнем торце маховика монтируется сцепление.

Для изготовления коленчатых валов используют среднеуглеродистые или легированные стали, а для маховиков — специальный чугуны.

### **Газораспределительный механизм**

Механизм газораспределения необходим для впуска в цилиндры двигателя свежего заряда (горючей смеси или воздуха) и выпуска из них отработавших газов. Эти процессы должны проходить в определённые промежутки времени.

В зависимости от элементов, посредством которых цилиндры двигателей сообщаются с окружающей средой, газораспределительные механизмы делятся на клапанные и золотниковые.

Золотниковый принцип газораспределения применяется в двухтактных двигателях, где впускные и выпускные каналы имеют в цилиндре окна, которые открываются и закрываются поршнем, т. е. сам ГРМ как таковой отсутствует, а его функции выполняет кривошипно-шатунный механизм.

В современных поршневых ДВС используются клапанные ГРМ.

ГРМ (рис. 12) состоит из привода, передаточных деталей и клапанной группы.

а). Привод состоит из зубчатых колёс и распределительного вала.

б). Передаточные детали: толкатели 9 (рис. 12), штанги 19, коромысла 17.

в). Клапанная группа включает в себя: клапан, направляющую втулку 3, пружину 4 и замок пружины (детали 11...14).

Клапанные ГРМ могут иметь различные конструкции.

По расположению клапанов ГРМ подразделяются:

- с нижним расположением клапанов;
- с верхним расположением клапанов.

В первом случае (рис. 12, а) клапаны размещаются, как правило, в один ряд сбоку блока цилиндров и приводятся в действие через толкатели 9 от общего распределительного вала кулачками 10.

При нижнем расположении клапанов есть ряд недостатков: растянута форма камеры сгорания, затруднена регулировка, недостаточное наполнение и очистка цилиндров из-за большого сопротивления впускных и выпускных каналов. Поэтому данная схема на современных двигателях не применяется.

При верхнем расположении клапанов (рис. 12, б, в) указанные выше недостатки отсутствуют, поэтому мощность и экономичность двигателя выше.

По расположению распределительного вала ГРМ могут быть:

- с нижним расположением вала;
- с верхним расположением вала.

При нижнем расположении (рис. 12, а, б) распределительный вал находится сбоку и немного выше коленчатого вала или над коленчатым валом. ГРМ, показанный на рис. 12, б, уступает по жёсткости и имеет большую инерционность передаточных деталей, чем ГРМ, изображённый на рис. 12, в. Это можно устранить, используя верхнее расположение распределительного вала (рис. 12, в), когда вал находится в головке блока цилиндров и непосредственно воздействует на клапан.

В рядных и V-образных двигателях при верхнем расположении клапанов усилие от кулачка 10 распределительного вала передается толкателю 9, а от него штанге 19. Штанга через регулировочный винт 7 воздействует на короткое плечо коромысла 17, которое, по-

ворачиваясь на оси 18, нажимает своим носком на стержень клапана 2. При этом пружина 4 сжимается, а клапан перемещается вниз по направляющей втулке 3, отходит от седла, обеспечивая в зависимости от назначения клапана впуск свежего заряда или выпуск отработавших газов. После того как выступ кулачка выйдет из-под толкателя, клапанный механизм возвращается в исходное положение под действием пружины.

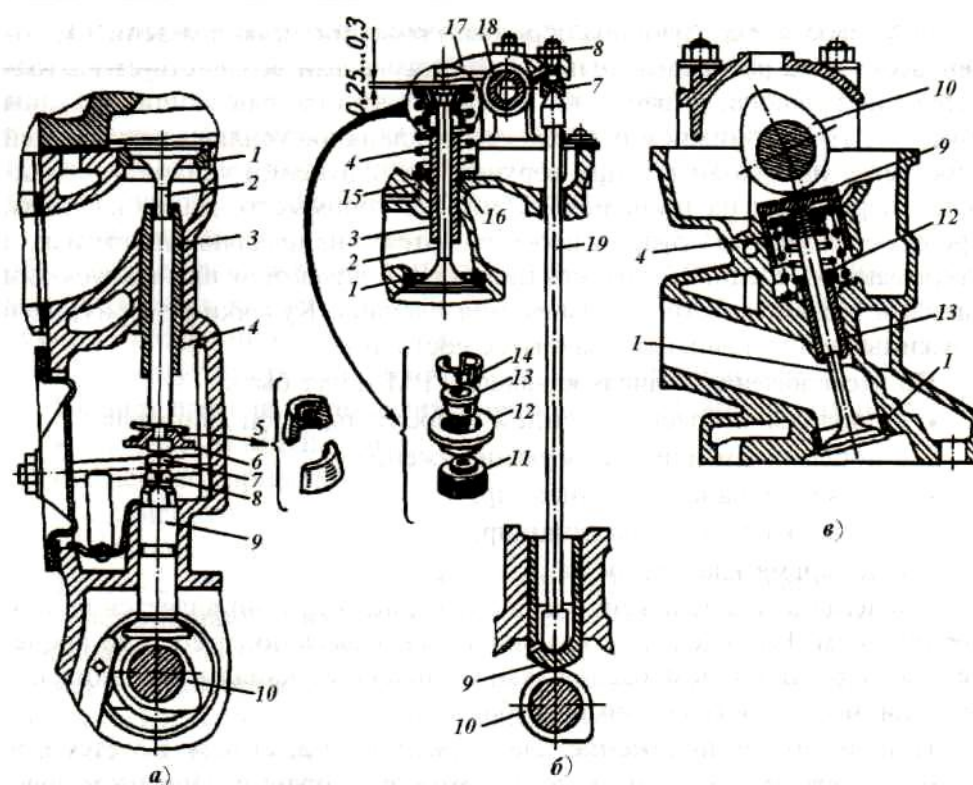


Рисунок 12 – Схемы механизмов газораспределения с различным расположением клапанов:

*a* — нижним; *б, в* — верхним; 1 — седло; 2 — стержень клапана; 3 — направляющая втулка; 4 — пружина; 5, 14 — сухари; 6, 12 — тарелки; 7 — регулировочный болт; 8 — контргайка; 9 — толкатель; 10 — кулачок; 11 — манжета клапана; 12, 13 — втулки; 15 — головка блока цилиндров; 16 — стопорное кольцо; 17 — коромысло; 18 — ось; 19 — штанга; 20 — направляющий стакан; 21 — регулировочная шайба

При работе механизма направляющая втулка, запрессованная в головку блока цилиндров, фиксируется стопорным кольцом, а регулировочный винт — контргайкой. Верхний конец клапана закреплен сухариками, установленными в тарелке при помощи втулки.

Такая схема применена на всех тракторных дизелях и большинстве ДВС автомобилей КамАЗ, ГАЗ, ЗИЛ.

ГРМ могут иметь не один, а два распределительных вала.

По виду привода распределительного вала ГРМ могут быть (рис. 13):

- с зубчатым зацеплением;
- с цепным приводом;
- с ремённым приводом.

Привод с зубчатым зацеплением (рис. 13, в) применяется в указанных тракторах и автомобилях. Как правило, в этом случае используются два косозубых зубчатых колеса, одно из которых устанавливается на коленчатом валу, а другое на распределительном. При значительных расстояниях между осями коленчатого и распределительного валов, например при расположении распределительного вала в верхней части блока или двух боковых распределительных валах, привод может иметь три и даже четыре зубчатых колеса. Основное достоинство данного

привода заключается в простоте конструкции, надёжности, а его основной недостаток — повышенный уровень шума.

Преимущества цепного привода (рис. 13, б) — возможность передачи момента вращения при больших расстояниях между коленчатым и распределительным валами, простота конструкции, небольшая масса деталей, низкий уровень шума.

Недостатки цепного привода — быстрое изнашивание и растяжение цепи, вибрация под действием переменных нагрузок. Для устранения этих недостатков в цепных приводах устанавливаются автоматические натяжные устройства и специальные направляющие колодки.

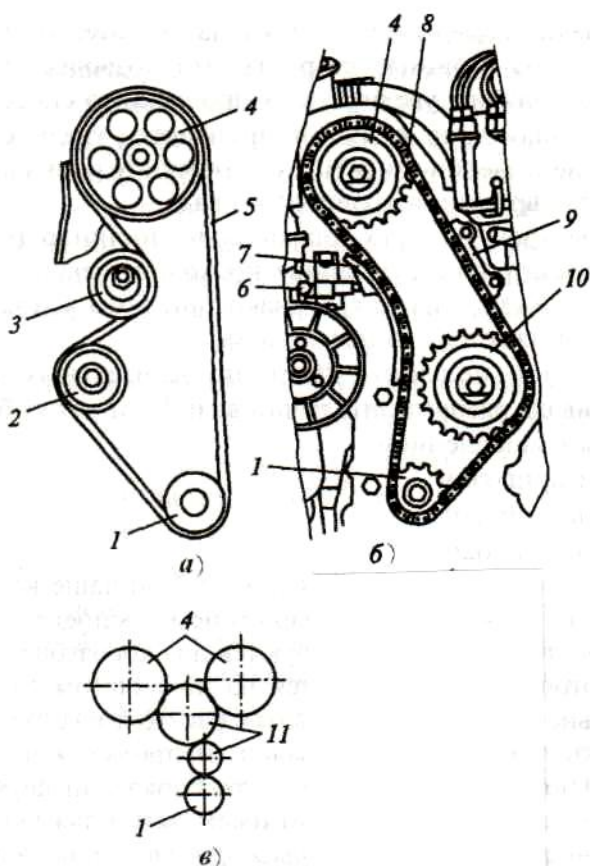


Рисунок 13 — Различные способы привода распределительного вала: а — ременный; б — цепной; в — с зубчатым зацеплением: 1 — коленчатый вал; 2 — жидкостной насос; 3 — натяжной ролик; 4 — распределительный вал; 5 — приводной ремень; 6 — натяжитель цепи; 7 — башмак натяжителя цепи; 8 — цепь; 9 — успокоитель цепи; 10 — масляный насос; 11 — промежуточный вал

Чаще всего используются роликовые двухрядные или однорядные цепи.

В ременном приводе (рис. 13, а) используется зубчатый ремень. Преимущества ременного привода: небольшая масса двигающихся деталей, низкий уровень шума, устойчивость регулировок, простота технического обслуживания, так как не требует смазывания и регулировки в процессе эксплуатации. Ремень изготавливается из синтетических материалов, армированных стекловолокном или проволочным кордом. Единственный его недостаток — недолговечность.

Распределительный (кулачковый) вал предназначен для управления клапанами механизма газораспределения, а также для привода узлов смазочной системы, систем питания и зажигания. На цилиндрической части распределительного вала 7 (рис. 14) расположены кулачки 2 и опорные шейки 4.

Профиль кулачка должен обеспечивать плавное перемещение клапана, достаточно быстрое его открывание и закрывание при допустимых для нормальной работы силах инерции. Профили кулачков определяют величину проходного сечения для газов и фазы газораспределения в цилиндрах двигателя, т.е. моменты открывания и закрывания клапанов, а также продолжительность их нахождения в открытом состоянии.

Вращается распределительный вал в неразъёмных подшипниках скольжения, выполненных обычно в теле блока с запрессованными в них стальными втулками 5, залитыми антифрикционным сплавом. Втулки подшипников смазываются под давлением.

Вал вставляют с торца двигателя так, что последняя шейка проходит последовательно через все подшипники, поэтому диаметр шеек вала уменьшается от первой к последней, начиная с шейки со стороны шестерни привода. Число опорных шеек распределительного вала обычно равно числу коренных подшипников коленчатого вала.

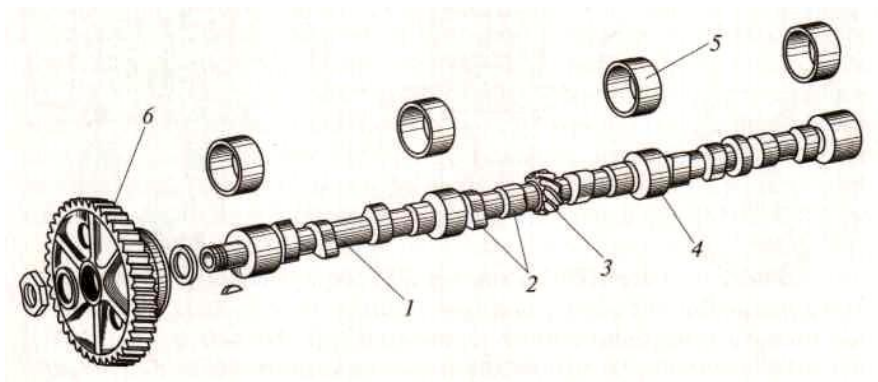


Рисунок 14 – Распределительный (кулачковый) вал:

1 — распределительный вал; 2 — кулачки; 3 — шестерня привода масляного насоса; 4 — опорная шейка; 5 — втулка подшипника; 6 — косозубая шестерня привода распределительного вала

Для предотвращения осевых перемещений валов от действия усилий косозубых шестерён бпривода предусмотрены фиксирующие устройства. Например, в двигателе ЯМЗ-236 установлен упорный фланец в передней части блока, а в двигателе КамАЗ-740 упором служит корпус подшипника задней опоры. Обычно число кулачков на распределительном валу равно числу обслуживаемых им клапанов. Расположение кулачков определяется числом и порядком работы цилиндров, схемой привода, фазами газораспределения.

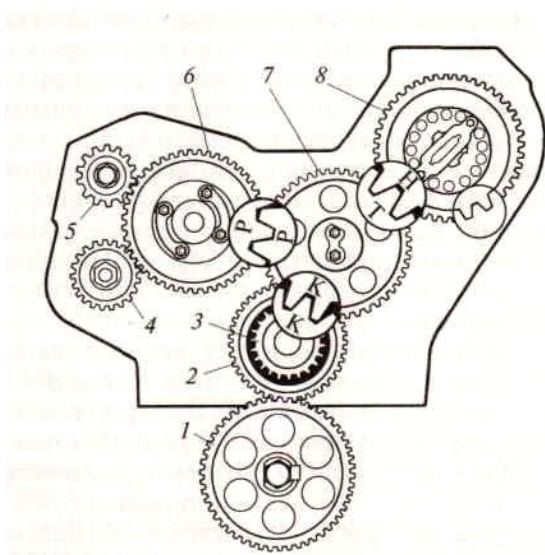


Рисунок 15 – Шестерни распределения дизельного двигателя трактора:

1 — шестерня привода масляного насоса двигателя; 2 — ведущая шестерня привода масляного насоса двигателя; 3 — шестерня коленчатого вала; 4, 5 — шестерни привода шестерённых насосов гидравлической системы; 6 — шестерня распределительного вала; 7 — промежуточная шестерня; 8 — шестерня топливного насоса двигателя; Р — метка совмещения шестерни распределительного вала и промежуточной шестерни; К — метка совмещения шестерни коленчатого вала и промежуточной шестерни; Н, Т — метки совмещения промежуточной шестерни

Распределительные валы изготавливают из углеродистых и легированных сталей (двигатели ЗИЛ-508.10, КамАЗ-740, Д-240, Д-245) или модифицированного чугуна (двигатели ЗМЗ-406.2.10, ЗМЗ-4025.10). Опорные шейки, эксцентрики и кулачки распределительного вала термически обрабатывают и шлифуют.

Привод определяет соотношение частот вращения распределительного и коленчатого валов: для четырехтактных двигателей 1:2, а для двухтактных 1:1. Для установки фаз газораспределения при сборке двигателей на шестернях коленчатого и распределительного валов нанесены специальные метки, которые при сборке должны быть совмещены (рис. 15).

Толкатели (рис. 16) передают усилия от кулачков распределительного вала к штангам или непосредственно к клапанам. Воспринимая боковые нагрузки от кулачков распределительного вала, толкатели разгружают детали ГРМ.

Боковая поверхность толкателя изнашивается из-за трения в направляющих, а торцевые поверхности — под действием контактных напряжений, создаваемых кулачком распределительного вала и наконечником штанги.

Для обеспечения подвижного контакта со штангой в толкателях выполняется сферическое гнездо радиусом на 0,2—0,3 мм больше радиуса головки штанги.

В зависимости от схемы привода применяют толкатели различных конструкций. Наибольшее распространение получили:

- грибовидные толкатели с плоской (СМД-60) или сферической опорной поверхностью;
- цилиндрические со сферической (ЗИЛ-508, ЗМЗ, Д-245) или роликовой опорной поверхностью;
- рычажные роликовые Д-440, ЯМЗ.

Для обеспечения равномерного изнашивания опорной поверхности толкателя обеспечивают его вращение вокруг своей оси путем смещения продольной оси толкателя относительно оси симметрии кулачка (рис. 16). С этой же целью опорная поверхность толкателя выполняется сферической, а опорная поверхность кулачка — концентрической с углом наклона образующей к оси вала  $7'—15'$ .

Роликовый подвесной толкатель (рис. 16, в) обеспечивает меньшее изнашивание кулачка распределительного вала, чем грибовидный или цилиндрический толкатель со сферической опорной поверхностью. Однако изнашивание самого толкателя со сферической опорной поверхностью больше, так как толкатель не может вращаться вокруг своей оси и боковые нагрузки всегда воспринимаются одними и теми же участками.

Штанга 19 (рис. 12) представляет собой стальной (в двигателях Д-245 и ЗИЛ-508.10) или из алюминиевого сплава (в двигателях ЗМЗ-4025.10, ЗМЗ-53-11) стержень или стальную трубку (в двигателях Д-440, ЯМЗ-240БМ).

Штанги из алюминиевого сплава и пустотелые стальные на концах имеют стальные, термически обработанные, шлифованные наконечники. Нижний наконечник штанги шаровой. Он опирается на сферическую поверхность выемки толкателя. Верхний наконечник штанги имеет углубление со сферической поверхностью, на которую опирается головка регулировочного винта.



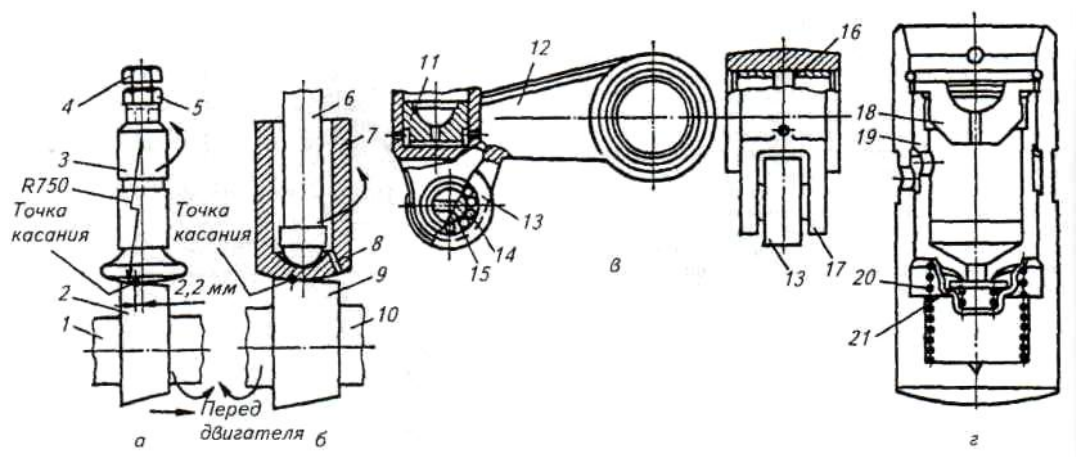


Рисунок 16 – Конструктивные схемы толкателей:

*а, б* — грибообразный и цилиндрический со сферическими опорными поверхностями; *в* — ролик; *г* — гидравлический; 1, 10 — распределительные валы; 2, 9 — кулачки; 3, 7, 12 — толкатели; 4 — регулировочный болт; 5 — контргайка; 6 — штанга; 8 — отверстие для стока масла; 11 — пята; 13 — ролик; 14 — игольчатый подшипник; 15 — ось ролика; 16 — втулка; 17 — вилка толкателя; 18 — сферическая опора; 19 — стакан; 20 — пружина; 21 — плоский клапан

Коромысло 17 (рис. 12) — стальной рычаг с двумя плечами различной длины. В резьбовое отверстие короткого плеча ввернут винт 7, с помощью которого регулируют зазор между утолщением (бойком) коромысла и стержнем клапана. Рабочую поверхность бойка шлифуют и термически обрабатывают. В средней части коромысла выполнено отверстие с запрессованной втулкой. Оно необходимо для установки коромысла на оси 18.

Стальные оси 18, на которых размещены коромысла, закреплены в стойках, установленных на верхней плоскости головки цилиндров. Стойки крепят к головке цилиндров шпильками. Продольное смещение коромысел по оси предотвращается распорными пружинами.

Оси коромысел обычно пустотелые. Их внутренняя полость используется как канал для подвода масла, смазывающего втулки коромысел, трущиеся поверхности наконечников штанг, головки регулировочных винтов. Чтобы масло не вытекало из осей коромысел, наружные концы их закрыты заглушками, а внутренние соединены трубкой с уплотнительным устройством.

Детали механизма газораспределения, размещенные на головке цилиндров, закрыты стальным или алюминиевым колпаком. Между нижней плоскостью колпака и головкой цилиндров, а также между верхней плоскостью колпака и его крышкой установлены специальные прокладки.

Впускные и выпускные клапаны предназначены соответственно для впуска в цилиндры воздуха и выпуска отработавших газов. Клапаны (рис. 17, *а*) состоят из головки (тарелки) 2 и стержня 1. Головка 2 может быть плоской I (рис. 17, *б*) или выпуклой III. Широко применяют впускные и выпускные клапаны с плоской головкой. Клапаны с тюльпанообразной головкой II используют в основном как впускные. Реже используют в качестве выпускных клапаны с выпуклой головкой.

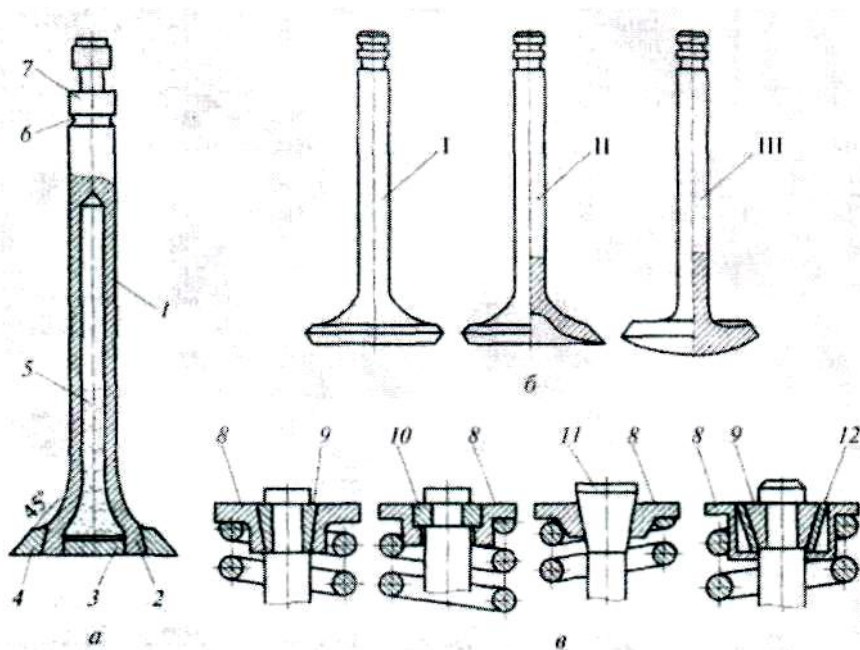


Рисунок 17 – Впускные и выпускные клапаны:

*а* — устройство клапана; *б* — формы головок клапанов (I — плоская; II — тюльпанообразная; III — выпуклая); *в* — способы крепления пружин на клапанах; 1 — стержень; 2 — головка (тарелка); 3 — заглушка; 4 — жаропрочная наплавка головки; 5 — металлический натрий; 6 — выточка для предохранительного кольца; 7 — хвостовик; 8 — опорная шайба пружины; 9 — конические сухарики; 10 — цилиндрические сухарики; 11 — конический хвостовик стержня; 12 — коническая втулка

Клапаны должны обеспечивать хорошую герметичность в месте соединения с опорной поверхностью (седлом), минимальное сопротивление проходу газов, достаточно охлаждаться во время работы и иметь небольшую массу. Головка клапана имеет конусную шлифованную фаску под углом 45 или 30°, которая притирается к своему седлу. Для улучшения наполнения цилиндров воздухом головки впускных клапанов имеют больший диаметр, чем выпускных.

Стержень клапана, являясь направляющей частью, имеет цилиндрическую форму. Выпускные клапаны требуют интенсивного охлаждения, и для лучшего отвода теплоты от головки стержень ряда двигателей выполняют полым. В полость помещают на 50...60 % металлический натрий 5 (плавление при 97 °С) — для обеспечения интенсивного отвода теплоты. Во время работы двигателя натрий плавится и в жидком состоянии при движении интенсивно переносит теплоту от тарелки клапана к его стержню и втулке. Хвостовая часть стержня приспособлена для крепления пружин на клапане.

Торец стержня клапана, контактирующий с коромыслом, закрывают специальным калёным защитным колпачком или закаливают.

Из всех деталей механизма газораспределения клапаны работают в наиболее тяжёлых условиях, они подвержены воздействию высоких динамических и тепловых нагрузок. Особенно нагружены выпускные клапаны и их направляющие втулки. Температура головки выпускного клапана в бензиновых двигателях достигает 800...900 °С, а в дизелях без наддува — 500...700 °С. В период выпуска отработавших газов выпускные клапаны омываются газами с температурой 900... 1400 °С. Впускные клапаны периодически омываются свежим зарядом, и температура их составляет 300...400 °С.

Клапаны изготавливаются из жароупорной стали. Для повышения стойкости клапана против изнашивания, его стержень часто хромируют, а фаски головок наплавляют жаростойкими хромоникелевыми сплавами. Между торцом стержня клапанов и бойком коро-

мысел устанавливается определённый тепловой зазор, который устанавливается регулирующим болтом 7 (рис. 12), стопорящегося контргайкой 8.

Направляющие втулки изготавливают из антифрикционных материалов и запрессовывают в гнёзда головки цилиндров. От перемещений в осевом направлении втулки удерживаются опорными поясками или стопорными кольцами. Втулки центрируют стержень клапана и способствуют правильной посадке его в седле. На ряде двигателей (легковые автомобили, КамАЗ) для предотвращения стекания масла в цилиндр по стержню клапана на верхней части направляющей втулки ставится резиновая манжета.

Во время работы двигателя ЗИЛ-508.10 каждый его выпускной клапан 1 для увеличения срока службы принудительно поворачивается специальным механизмом (рис. 18), состоящим из неподвижного корпуса 2, в котором по окружности выполнены пять наклонных углублений, пяти шариков 3, возвратных пружин 10, дисковой пружины 9, упорной шайбы 4 и замочного кольца 5. Шайба 4 и пружина 9 надеты с зазором на корпус 2, установленный в гнездо головки цилиндров. На шайбу 4 давит пружина 6 клапана.

Когда клапан закрыт, усилие пружины 6 (рис. 18, б) через шайбу 4 передаётся на наружную кромку дисковой пружины 9, которая с противоположной стороны внутренней кромкой опирается на выступ корпуса 2.

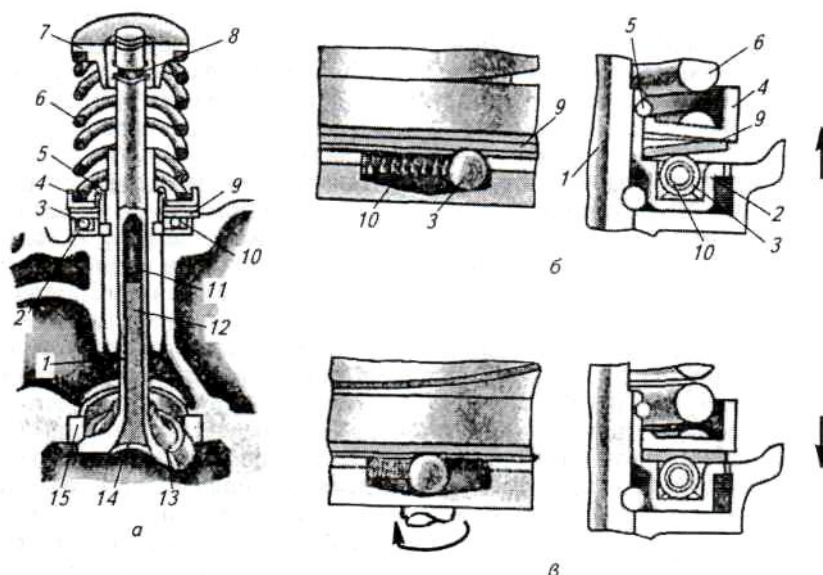


Рисунок 18 – Выпускной клапан в сборе механизма газораспределения двигателя ЗИЛ:  
1 — выпускной клапан; 2 — неподвижный корпус механизма поворота клапана; 3 — шарик; 4 — упорная шайба; 5 — замочное кольцо; 6 — пружина клапана; 7 — верхняя опорная шайба пружины клапана; 8 — сухарь; 9 — дисковая пружина; 10 — возвратная пружина; 11 — полость в стержне клапана; 12 — натрий; 13 — слой из жаростойкого сплава; 14 — заглушка; 15 — вставное седло

При открытии клапана пружина 6 сжимается. Под действием возросшего усилия дисковая пружина 9, опираясь на шарики 3, выпрямляется. Между внутренней кромкой дисковой пружины 9 и выступом корпуса 2 появляется зазор. Шарики 3 (рис. 18, в), преодолевая усилие пружин 10, катятся по наклонным плоскостям углублений корпуса 2 и поворачивают дисковую пружину 9, шайбу 4 и с ними пружину 6 и клапан 1 на некоторый угол.

При закрытии клапана усилие пружины 6 уменьшается и дисковая пружина 9 возвращается в первоначальное положение. При этом освобождаются шарики 3 и пружины 10 возвращают их в исходное положение.

Чтобы выполнялась наибольшая работа в заданном объёме цилиндра, последний должен максимально заполняться горючей смесью или воздухом. Увеличение продолжительности открытия впускного клапана способствует лучшему наполнению цилиндра дви-



гателя. В связи с этим в автотракторных двигателях впускной клапан открывается на  $10...25^\circ$  раньше (по углу поворота коленчатого вала), чем поршень достигает ВМТ, а закрывается на  $40...70^\circ$  позже прихода поршня в НМТ.

Увеличение периода открытия выпускного клапана обеспечивает лучшую очистку цилиндра от отработавших газов и, следовательно, лучшее наполнение его воздухом или горючей смесью. Выпускной клапан открывается за  $50...60^\circ$  до прихода поршня в НМТ, а закрывается за  $20...40^\circ$  после ВМТ.

Моменты открытия и закрытия клапанов зависят от профиля кулачков распределительного вала, установки его по отношению к коленчатому валу и зазоров между торцами клапанов и бойками коромысел.

Диаграмма фаз газораспределения — это круговая диаграмма, на которой показаны периоды между моментами (фазами) открытия или закрытия клапанов (или окон в двухтактных двигателях), выраженные в градусах поворота коленчатого вала (рис. 19, а, б).

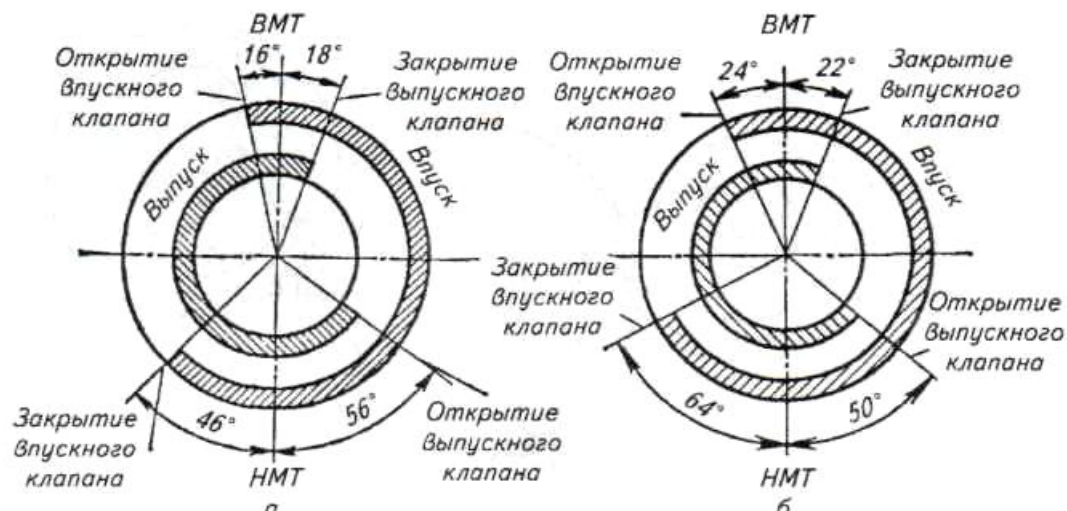


Рисунок 19 – Диаграммы фаз газораспределения двигателей Д-245 (а) и ЗМЗ-53 (б)

Периоды, указанные на диаграмме газораспределения, задают с учётом быстроходности двигателя. Чем выше номинальная частота вращения коленчатого вала, тем они больше.

Перекрытие клапанов — период, когда впускной и выпускной клапаны открыты одновременно. Значение угла перекрытия колеблется от  $16^\circ$  (в двигателе П-23У) до  $60^\circ$  (в двигателе ЗИЛ-508.10). При перекрытии клапанов создаются хорошие условия для очистки цилиндров от отработавших газов, а утечка заряда с отработавшими газами незначительна вследствие небольшого промежутка времени перекрытия и малых проходных сечений в этот период.

## 2.2 Лабораторная работа № 2 (2 часа).

### Тема: «Ходовая часть энергонасыщенных тракторов»

**2.2.1 Цель работы:** изучить назначение и конструкцию колёс, шин, типы подвесок грузовых автомобилей и колёсных тракторов, а также изучить классификацию, конструкцию, работу, регулировки ходовой части гусеничных тракторов

#### 2.2.2 Задачи работы:

1. Изучить составные части ходовой системы тракторов.
2. Изучить классификацию подвесок тракторов.
3. Изучить типы остовов автомобилей и тракторов.
4. Изучить способы регулирования колеи тракторов.
5. Изучить составные части ходовой системы гусеничных тракторов.
6. Изучить классификацию подвесок гусеничных тракторов.
7. Изучить конструкцию остова гусеничных тракторов.
8. Изучить типы движителей гусеничных тракторов.
9. Изучить устройство, крепление ведущих, направляющих колёс и катков.

#### 2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Плакаты по конструкции деталей и узлов ходовой части тракторов и автомобилей

#### 2.2.4 Описание (ход) работы:

Ходовая часть колёсных машин

Ходовая часть колёсных машин состоит из остова, подвески и движителя.

Остов. Остовом называют основание, соединяющее части трактора и автомобиля в единое целое. У колёсных тракторов различают рамные, полурамные и безрамные остовы.

Рамный остов представляет собой клёпаную или сварную раму из стального проката различного профиля, на которую устанавливают части трактора.

Полурамный остов (рис. 1, а) - это объединённая конструкция отдельных корпусов трансмиссии и балок полурамы. Полурамный остов применяют на пропашных тракторах.

Безрамный остов (у мини-тракторов) представляет собой общую жёсткую систему, состоящую из корпусов механизмов трансмиссии и двигателя.

Рама колёсного трактора общего назначения шарнирно - сочленённая (рис. 1, б). Она состоит из двух полурам, соединённых двойным шарниром, с помощью которого полурамы могут поворачиваться одна относительно другой в горизонтальной (на  $\pm 30^\circ$ ) и вертикальной (на  $\pm 18^\circ$ ) плоскостях.

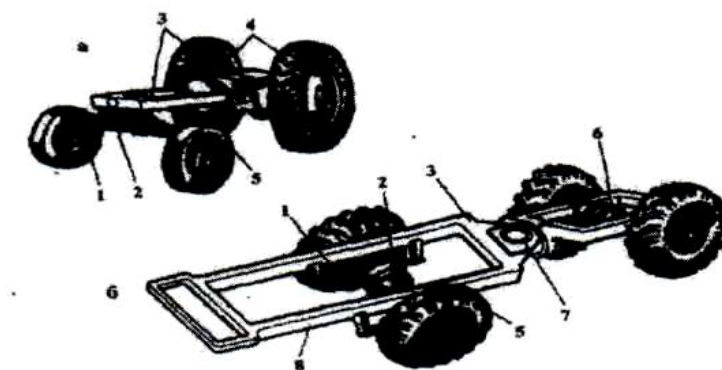


Рисунок 1 – Ходовая часть колёсного трактора:

а — универсально-пропашного; б — общего назначения; 1 - подвеска; 2 и 6 — передний и задний мосты; 3 — остов; 4 и 5 — задние и передние колёса; 7 — двойной шарнир; 8 — рама

Рамы бывают лонжеронные и хребтовые (центральные). Лонжеронная рама (рис. 2, а) состоит из двух лонжеронов 1 (продольных балок), которые соединены между собой поперечинами 2. Такая рама называется лестничной. Лонжероны и поперечины имеют швеллерное

сечение. Полки швеллера обращены внутрь. Толщина листовой стали, идущей на изготовление лонжеронов, составляет 5—10 мм. В качестве материала выбираются хорошо штампуемые в холодном состоянии низкоуглеродистые стали. Иногда применяются титанистые стали, позволяющие благодаря их более высоким механическим свойствам снизить (на 15...20 %) массу рамы. Лонжероны могут располагаться параллельно друг другу или сходиться в передней части для создания свободного пространства для поворота передних колёс.

Подвеска соединяет осто́в с колёсами. Она служит для смягчения толчков и ударов, возникающих при движении машины, т.е. улучшает плавность хода.

На колёсных тракторах подвеской обычно оборудованы передние мосты. В состав подвесок входят цилиндрические пружины для подрессоривания передних колёс, листовые рессоры, амортизаторы. Задний мост подвески не имеет, т.к. он составляет часть осто́ва. На грузовых автомобилях подвеска имеется как на передних, так и на задних колёсах. Подвески колёсных машин бывает зависимая и независимая.

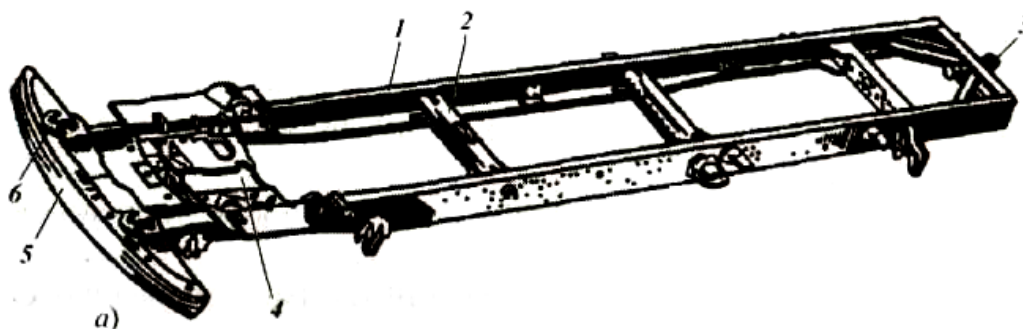


Рисунок 2 – Рама грузовых автомобилей

Зависимая - такая подвеска, у которой оба колеса (или несколько колёс) закреплены на одной оси (рис. 3, а).

Независимая - такая подвеска, у которой каждое колесо закреплено на своей оси (рис. 3, б).

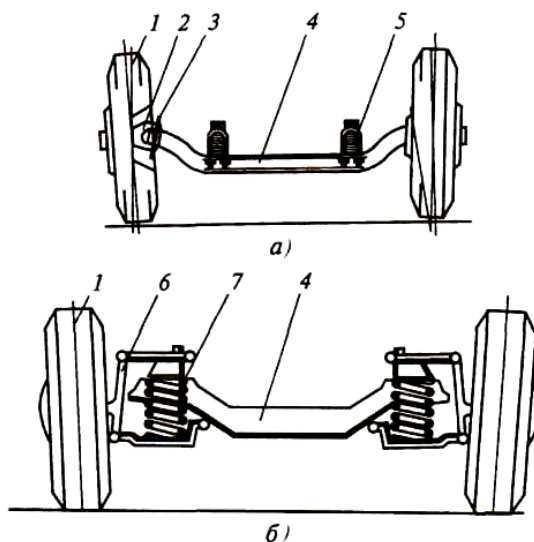


Рисунок 3 – Подвески колёс:

а) зависимая; б) независимая; 1 – колесо; 2 – цапфа; 3 – шкворень; 4 – балка; 5 – рессора; 6 – стойка; 7 – подвеска

Подвески грузовых автомобилей зависимые. Их, как правило, выполняют на пластинчатых рессорах.

В качестве упругих элементов подвесок используют (рис. 4) листовые рессоры, цилиндрические пружины, торсионы, резиновые баллоны и т. д.

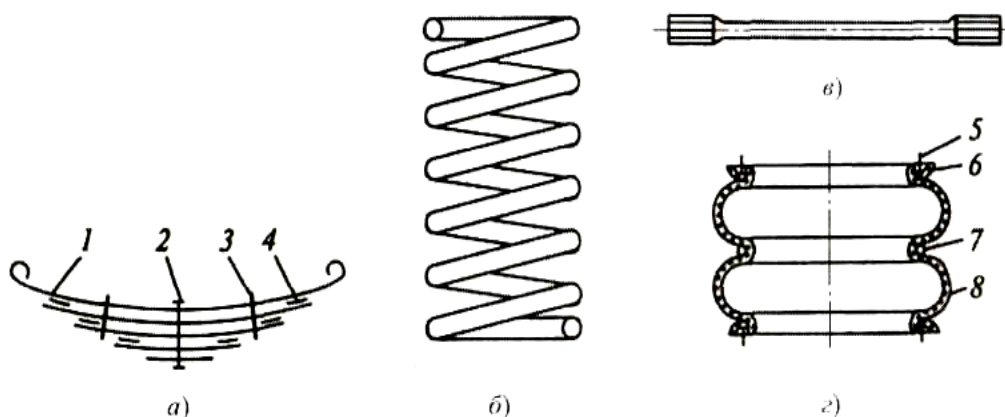


Рисунок 4 – Упругие элементы подвесок:

а) рессора; б) пружина; в) торсион; г) пневмобаллон

У колёсных тракторов задние колёса вообще не имеют подвески и жёстко соединены с остоном, а передние соединены с остоном тремя способами:

- передние колёса не имеют подвески и жёстко соединены с остоном (К-701/744);
- балка переднего моста с колёсами имеет возможность совершать угловые колебания в поперечной плоскости относительно остова трактора (Т-25/30; ЛТЗ-55/60А; Беларусь 80.1/82.2; ЮМЗ-6Л);
- передние колёса имеют зависимую рессорную подвеску (ХТЗ-17221).

У всех отечественных грузовых автомобилей подвеска передних и задних колёс зависимая через полуэллиптические листовые рессоры – одинарные у передних и с подрессорниками у задних колёс.

На рис. 5 показана зависимая рессорная подвеска грузового автомобиля ЗИЛ-4314. Передний мост автомобиля подвешен к раме на двух рессорах с гидравлическими амортизаторами 5 (рис. 5, а). Каждая рессора состоит из одиннадцати листов, изготовленных из кремнистой стали. В средней части каждого листа рессоры имеется две выштамповки, препятствующие и продольному и поперечному перемещению. С этой же целью листы рессоры стянуты хомутами 3. Передний конец рессоры соединён с рамой шарнирно через палец 14, для чего через накладку 11 двумя болтами и стремянкой 2 крепится ушко 12. В него запрессована втулка 13, через которую свободно проходит палец 14, закреплённый в кронштейне. Для смазывания пальца имеется масленка 15. Средней частью рессора крепится к балке 9 моста посредством стремянок 10.

Задний конец рессоры при прогибах свободно перемещается в проушинах кронштейна 7, опираясь при этом на сухарь 21.

Для предохранения от изнашивания скользящего коренного листа на его конце приклепана вспомогательная накладка 8. На пальце 20 установлен опорный сухарь. Концы пальца расположены в двух вкладышах 19. Вкладыши, закреплённые в кронштейне 7 стяжным болтом 23 с распорной втулкой 22, служат для предохранения кронштейна от истирания концами рессор.

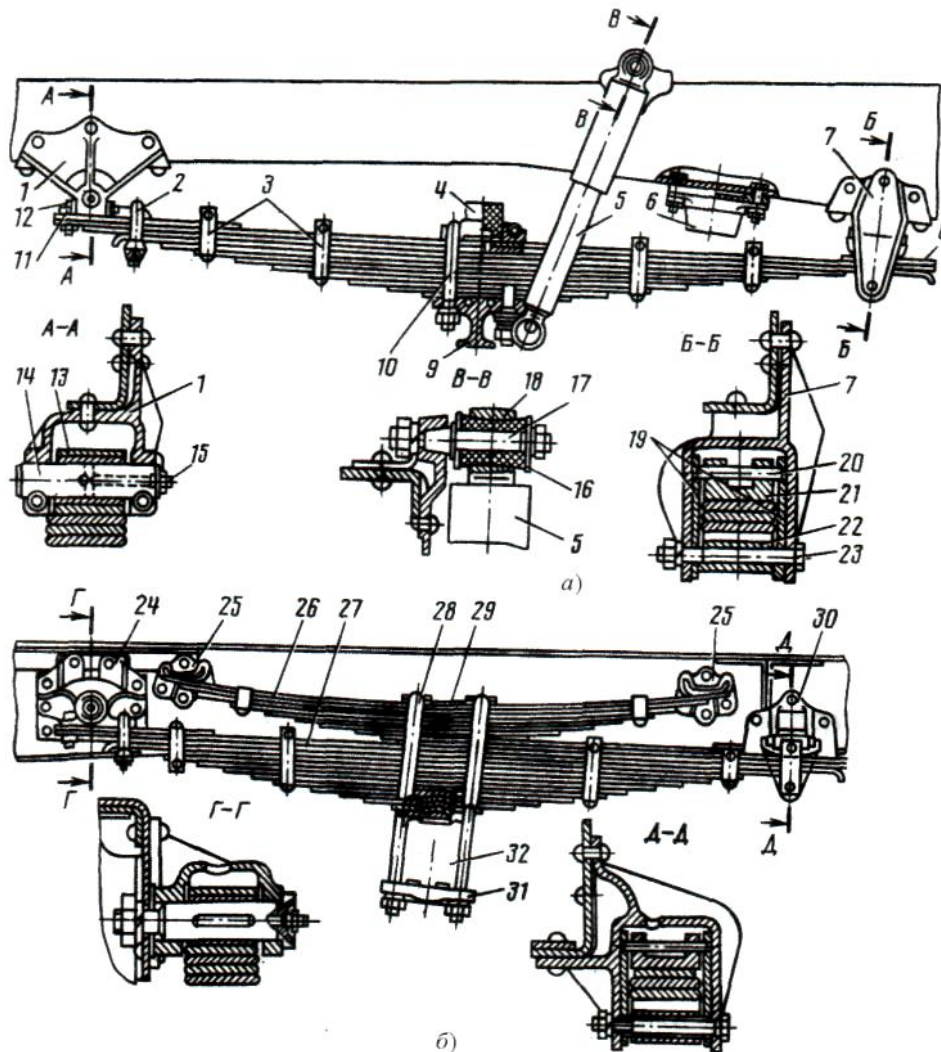


Рисунок 5 – Зависимая подвеска автомобиля ЗИЛ-4314:  
а) передний мост; б) задний мост

Прогибы рессоры ограничиваются упорными резиновыми буферами 4и 6.

Амортизатор 5 шарнирно соединён с передним мостом и рамой с помощью пальца 17 и резиновой втулки 16.

Задний мост подвешен к раме автомобиля на парных рессорах (рис. 5, б), из которых две рессоры 27 основные и две рессоры 26 дополнительные (подрессорники). Основная рессора крепится к балке 32 заднего моста стремянками 28 с накладками 29 и 31. Передний и задний концы основной рессоры 27 крепятся к раме в кронштейнах 24 и 30 так же, как и концы рессоры передней подвески.

Если автомобиль не нагружен, работает только основная рессора, в этом случае концы дополнительной рессоры 26 и кронштейны 25 не соприкасаются друг с другом. Когда автомобиль нагружен, рама в результате прогиба основной рессоры опускается и концы дополнительной рессоры упираются в кронштейны. В этом случае работают обе рессоры.

На грузовых автомобилях марки «ГАЗ» соединение коренных листов с рамой обеспечивается не через накладные уши, а через толстостенные резиновые вкладыши. Такое соединение не требует смазывания и способствует повышению плавности хода автомобиля.

Балансирная подвеска (рис. 6) применяется на трёхосных автомобилях, иногда на четырёхосных автомобилях и многоосных прицепах. К раме автомобиля на кронштейнах прикреплена поперечная ось 6, на концах которой во втулках устанавливается ступица 7, которая, в свою очередь, стремянками крепится к средней части рессоры 5. Концы рессоры опираются на кронштейны 3 балок среднего и заднего мостов 4 и 8. Поскольку продольное перемещение



концов рессоры в кронштейнах не ограничено, она разгружена от передачи продольных усилий и моментов, но воспринимает боковые усилия.

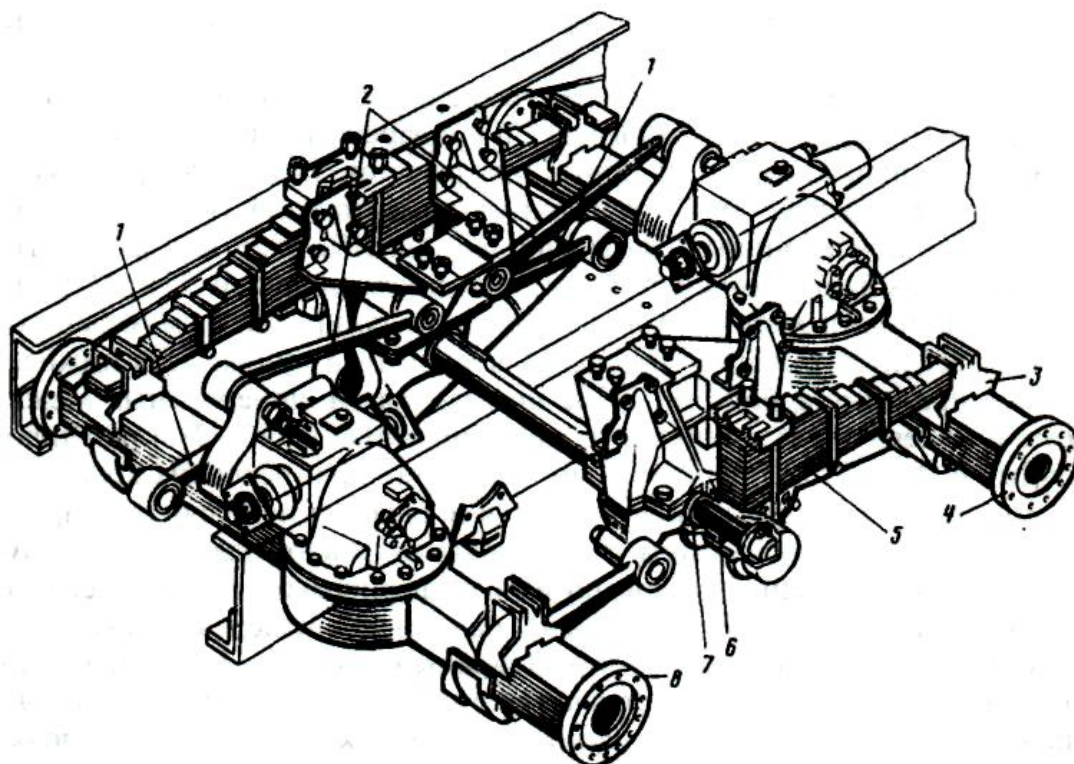


Рисунок 6 – Балансирная подвеска трёхосного грузового автомобиля КамАЗ

Продольные силы и моменты передаются системой реактивных штанг — верхними 2 и нижними 1. Каждая из штанг шарнирно (через пальцы с шаровыми головками) соединяется с балкой моста и с рамой автомобиля. Таким образом, узел образует сложный многосвязный, необходимая кинематика которого обеспечивается большим числом шарнирных сочленений.

При балансирной подвеске оба задних моста образуют тележку, которая может качаться вместе с рессорами на оси би, кроме того, в результате прогиба рессоры каждый мост может иметь независимые перемещения, обеспечивающие хорошую проходимость автомобиля.

Движители машины бывают колёсные и гусеничные. Колёсный движитель представляет собой колёса с пневматическими шинами.

Ведущие колёса тракторов с колёсной формулой 4К2 и 4К4а устанавливают на полуосях (МТЗ) или фланцах полуосей конечных передач. Особенность универсально-пропашных тракторов (например, типа МТЗ, Т-25А, ЛТЗ-55) — регулирование колеи. У тракторов МТЗ тарельчатый диск приварен к ободу и прикреплен болтами к ступице. Ступица разрезная, стянута болтами и соединена с полуосью через шпонку. В ступице помещен червяк, а на полуоси выполнена винтовая нарезка. Ослабив стяжные болты хомута ступицы и, вращая червяк, можно перемещать ступицу на полуоси, что обеспечит бесступенчатое изменение колеи в пределах 1200... 1800 мм.

У тракторов Т-25А и ЛТЗ-55 диски тарельчатой формы соединены с дисками и ступицами болтами. Кронштейн обода смещен относительно оси диска. Меняя места поверхности крепления диска на ступице и обода на диске (переставляя диски, ободья и колёса), можно получить восемь вариантов колеи. При этом нужно помнить о сохранении направления вращения шины.

Передний мост тракторов с колёсной формулой 4К2 и 4К4а представляет собой балку 15 (рис. 7), установленную на оси качения 17 в кронштейнах рамы, что позволяет мосту поворачиваться на угол  $\pm 20^\circ$  при движении по неровностям. Рукава балки разрезные. В них вставлены выдвижные трубы кулака 12, внутри которого находится рессора 17 подвески и шкворень 8 (вертикальная ось поворота колеса).

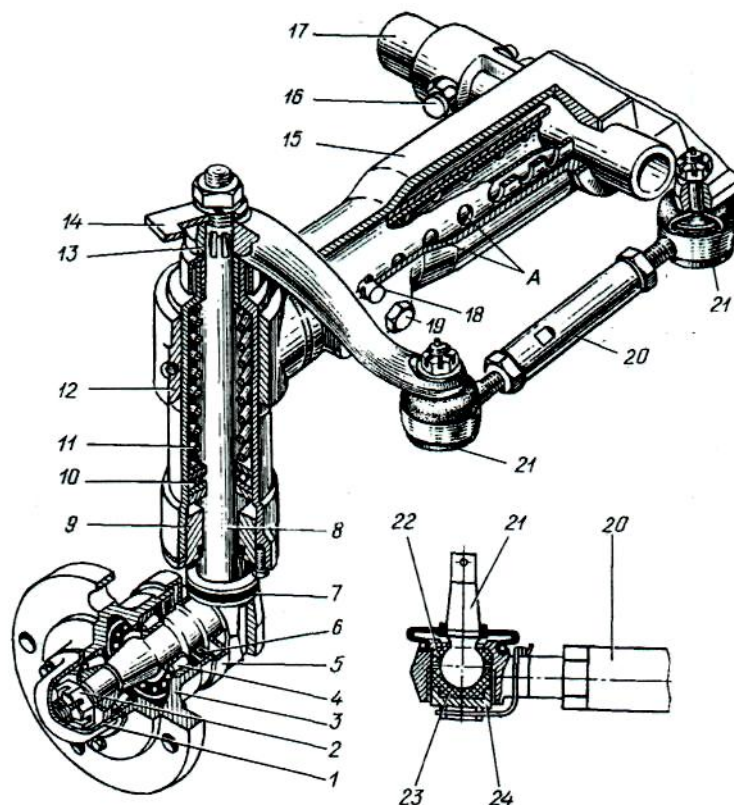


Рисунок 7 – Передний мост тракторов типа МТЗ с колёсной формулой 4К2

В балках и трубах высверлены с определенным шагом отверстия *A*, в которые вставляют пальцы 18. Перемещая трубы в балке 15 на требуемый шаг, равный расстоянию между отверстиями, можно изменять колею переднего моста. Установив колею, вставляют в отверстия палец 18 и затягивают болты рукавов. Направляющие колёса установлены на осях (цапфах) 6 переднего моста на двух конических подшипниках 4, которые затянуты гайкой 2 с контргайкой. Зазор в паре конических подшипников 0,12...0,15 мм достигается при затяжке гайки 2, соответствующей тугому вращению колеса, после чего гайку отворачивают на одну грань и контрят.

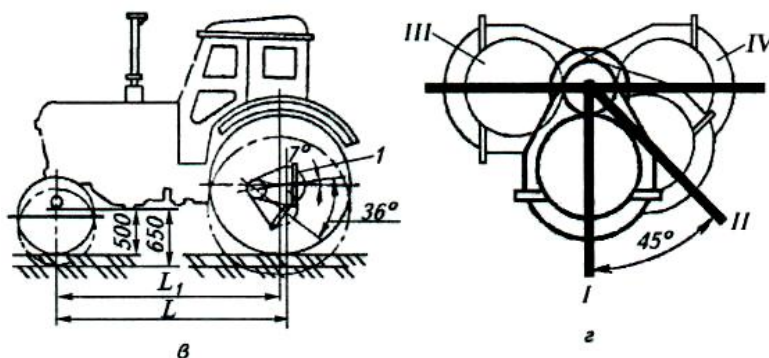


Рисунок 8 – Способы регулирования колеи и базы тракторов

В тракторах Т-30А и ЛТЗ-55 предусмотрено изменение дорожного просвета (рис. 8, в, г). Для этого, вывернув болты крепления, поворачивают корпус конечной передачи относительно корпуса ведущего моста, в результате чего изменяется база. У переднего моста изме-

няют крепление фланцев кулаков со ступицами. У ЛТЗ-55 получают два варианта значений базы и дорожного просвета, в), у трактора Т-30А — четыре варианта (рис. 8, 2, поз. I...IV).

Колеса тракторов 4К4 крепят к фланцам редуктора конечной передачи.

Подвеска переднего моста колёсного трактора ХТЗ-17721 зависимая. Она состоит из двух продольных полуэллиптических рессор 7 (рис. 9) и амортизаторов 3. Рессора, скрепленная двумя хомутами, соединена с корпусом переднего моста двумя стремянками 1 с подкладками 9. Концы верхних листов рессор помещены в резиновые подушки 8, заключённые в чашки кронштейнов. Последние закрываются крышками 11 и 6. Ход переднего моста вверх ограничен двумя резиновыми буферами 2.

Гидравлические амортизаторы 3 двустороннего действия работают совместно с рессорами и предназначены для гашения колебаний, возникающих при движении трактора по неровностям пути. Они повышают плавность хода трактора и увеличивают долговечность работы рессор. В верхней части амортизатор крепится к кронштейну лонжерона рамы, а в нижней — к подкладке 9 рессоры.

Ширину колеи трактора ХТЗ-17221 можно изменять, переставляя колёса с одной стороны на другую. Узкую колею (1680 мм) устанавливают для работы трактора на пахоте, закрепляя колёса винтом наружу, а широкую колею (1860 мм) — для транспортных и других работ, переставляя колёса винтом внутрь.

Пневматическое колесо состоит из диска, обода и эластичной шины.

По устройству различают камерные и бескамерные шины. Основные части камерной шины — покрышка, камера с вентилем и ободная лента. Ободную резиновую ленту размещают между камерой и ободом, предотвращая трение между ними. Ободные ленты применяют только в колёсах грузовых автомобилей.

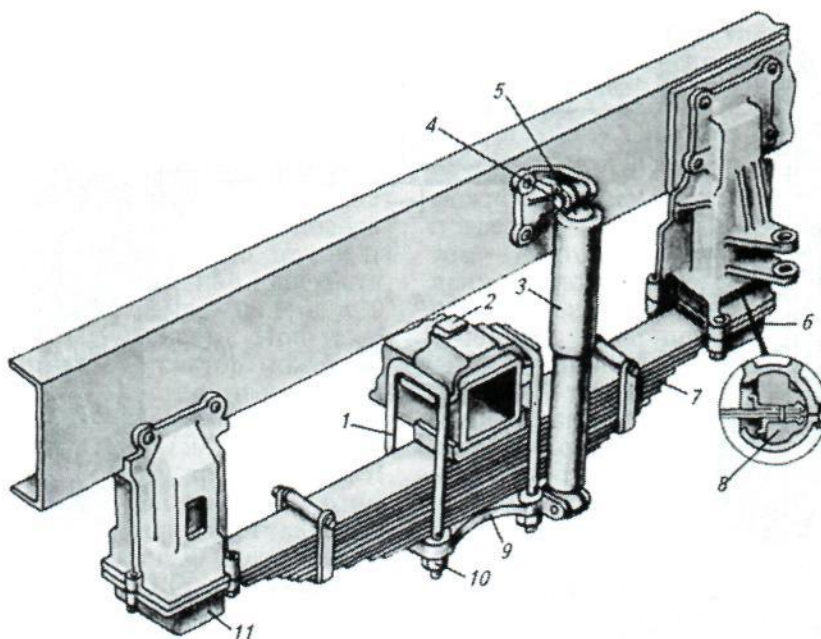


Рисунок 9 – Подвеска переднего моста трактора ХТЗ-1722

Внутреннее давление воздуха в шинах автомобилей колеблется в пределах 0,2...0,5 МПа, тракторов - 0,08... 0,25 МПа.

Покрышка, в свою очередь, состоит из каркаса 3 (рис. 10), подушечного слоя (брекера 2), протектора 1, двух бортов 5 с сердечниками 6 и двух боковин 4. Каркас 3 состоит из нескольких слоев прорезиненного корда (от 4 до 14) и прорезиненных прослоек. Корд представляет особую ткань из крученных нитей различных волокон (хлопка, вискозы, капрона,



нейлона, лавсана) или стальной проволоки (металлокорд). Брекер 2 связывает каркас 3с протектором 1 и состоит из нескольких слоев резинокорда.

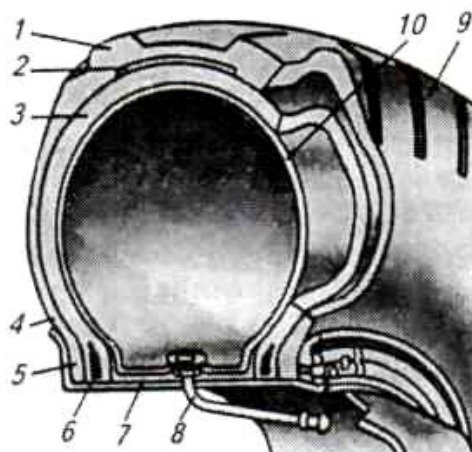


Рисунок 10 – Автомобильная шина:

1—протектор; 2— брекер; 5—каркас; 4 — боковина; 5 —борт; 6—сердечник; 7— ободная лента; 8— вентиль; 9— покрывка; 10 — камера

По конструкции каркаса и брекера шины подразделяют на диагональные и радиальные. У диагональных шин угол наклона нитей посередине беговой дорожки в каркасе и брекере составляет  $45...60^\circ$ , у радиальной шины угол наклона нитей корда каркаса равен нулю, а угол наклона нитей корда брекера — не менее  $65^\circ$ . Поэтому у радиальных шин меньшее число слоев корда каркаса из-за лучшей работы его нитей, они более эластичны, имеют утолщенный протектор с увеличенной глубиной рисунка. Для таких шин характерны меньшие сопротивления качению и низкое теплообразование и, как следствие этого, больший срок службы и повышенные скорости.

В зависимости от условий работы и времени года шины выпускают с протекторами различных видов.

Обозначение шины представляет собой совокупность цифр и букв на боковой поверхности. Первое число обозначает ширину профиля шины, второе — внутренний диаметр по ободу. Шины грузовых автомобилей имеют двойное обозначение: в миллиметрах и дюймах (в скобках). Например, диагональная шина 240—508 (8,25—20), радиальная шина 240—508R(8,25R20). Шины легковых автомобилей имеют обозначение в дюймах или смешанное (в миллиметрах и дюймах). Например, радиальная шина 165/70R13, где 165 — ширина профиля в мм, 70 — индекс серии (отношение ширины профиля к его высоте 70 %) , R — радиальная, 13 — обозначение посадочного диаметра шины в дюймах.

Важную роль в подвесках автомобилей выполняет амортизатор. Амортизаторами называются специальные устройства, предназначенные для быстрого гашения колебаний рамы (кузова).

Отсутствие амортизаторов при больших скоростях движения на неровной дороге может привести к резонансным колебаниям и, как следствие этого, к пробоям подвески и отрыву колёс от дороги. Гасящее действие амортизатора обеспечивается работой трения, при этом энергия колебательного движения кузова преобразуется в теплоту и рассеивается в окружающей среде. В настоящее время применяются только амортизаторы двухстороннего действия, но с несимметричной характеристикой, т. е. их сопротивление при прямом ходе — ходе сжатия (вверх) значительно (в три—пять раз меньше, чем при ходе отбоя).

Применяются в основном телескопические гидравлические амортизаторы, выполняемые двухтрубными, а газонаполненные — однотрубными.

На рис. 11 показана типовая конструкция телескопического амортизатора, применяемого на отечественных автомобилях.

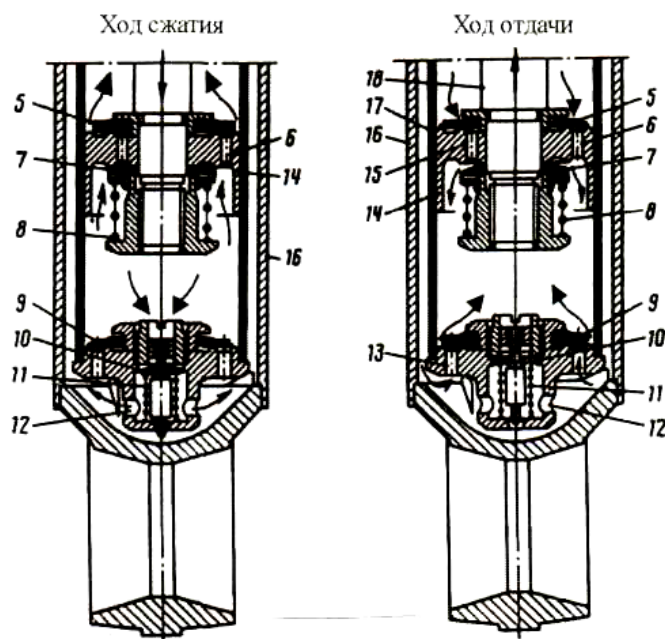


Рисунок 11 – Гидравлический амортизатор двухстороннего действия

Поршень 14 через шток 18 и верхнюю проушину 1 соединён с рамой автомобиля. Трубка 16, в которой закреплён цилиндр 17, соединена с колесом через нижнюю проушину 1. Поршень 14 делит рабочее пространство цилиндра 17 на две полости. В верхней части шток 18 перемещается в направляющей втулке и уплотнён уплотнительной манжетой, расположенной в обойме 3. Уплотнение прижимается специальной гайкой по резьбе трубки 16 к направляющей втулке, а та прижимается к цилиндру 17. Таким образом, амортизатор имеет три полости: в цилиндре над поршнем, под поршнем, а также между цилиндром 17 и трубкой 16.

В нижней части рабочего цилиндра расположен корпус, в котором установлены впускной клапан 9 и клапан сжатия 10, прижатый пружиной 11. Эти клапаны закрывают отверстия 13 и 12, расположенные в корпусе.

Кожух 2 защищает шток 18 от грязи и повреждений.

Во время хода сжатия рессоры поршень амортизатора движется вниз. При этом основная часть рабочей жидкости через перепускной клапан 5 со слабой пружиной перетекает в надпоршневую полость, встречая незначительное сопротивление. Другая часть её переходит в кольцевую компенсационную полость между цилиндром 17 и трубкой 16.

При резком сжатии открывается разгрузочный клапан 10, вследствие чего уменьшается нарастание сопротивления перетеканию жидкости в компенсационную полость. Усилие пружины 11 клапана сжатия создает необходимое сопротивление амортизатора, в результате чего частота колебаний подвески и подрессоренных масс автомобиля уменьшается.

При перемещении штока рабочая жидкость, частично просачиваясь через зазор между направляющей втулкой и штоком, поступает через отверстие 19 в полость между цилиндром и трубкой, разгружая тем самым уплотнительную муфту от действия рабочего давления жидкости.

Таким образом, сопротивление сжатию определяется сопротивлением перетекания рабочей жидкости в компенсационную полость.

При ходе отбоя, когда поршень перемещается вверх, жидкость перетекает в нижнюю полость через каналы в поршне и калиброванное отверстие в клапане 7. В это же время жидкость через отверстия, преодолев сопротивление впускного клапана 9, поступает в цилиндр 17.

При резком отбое перетекание жидкости обеспечивается открытием разгрузочного клапана 7.

Существенную роль в надежной работе амортизатора играет узел уплотнения штока 18.

В качестве рабочей жидкости применяются амортизаторные жидкости АЖ-12Т, МГП-10, МГП-12 или смеси трансформаторного и турбинного масел.

Ходовая часть колёсных тракторов и автомобилей будет работоспособной, если:

- все резьбовые крепления затянуты надёжно;
- листы рессор исправны и имеют нормальную упругость;
- шины не повреждены, а давление в них соответствует условиям работы;
- подшипники колёс отрегулированы правильно (поднятое колесо вращается свободно без заеданий и заметного осевого перемещения);
- трущиеся детали смазаны.

Техническое обслуживание сводится к поддержанию указанных требований, для чего:

- в сроки, предусмотренные правилами технического обслуживания, проверяют и подтягивают крепления, особенно таких нагруженных сборочных единиц, как ступица и диски колёс машин;
- проверяют давление в шинах колёс и доводят до нормы с учётом условий работы;
- проверяют и при необходимости регулируют подшипники управляемых колёс;
- выполняют все операции, предусмотренные таблицей смазывания ходовой части. Особое внимание уделяют обслуживанию шин:
- удаляют застрявшие в протекторе, боковинах и между сдвоенными шинами камни, гвозди и другие посторонние предметы;
- следят, чтобы на шины не попали нефтепродукты, а в случае их попадания шину протирают досуха.

Во время эксплуатации машин не допускается снижение давления в шинах.

### Ходовая часть гусеничных машин

Ходовая часть гусеничных тракторов состоит из остова, подвески и движителя.

Остовом называют основание, соединяющее части трактора в единое целое. У гусеничных тракторов остов бывает только рамный.

Рамный остов представляет собой клёпаную или сварную раму из стального проката различного профиля, на которую устанавливают части трактора.

У гусеничных тракторов остов - это сварная рама, предназначенная для крепления на ней всех частей трактора. Её основные элементы - две продольные балки 4 (рис. 1) жёстко соединённые снизу передним 7 и задним поперечными брусками. К продольным балкам приварены накладки 6 для крепления задних опор двигателя. Переднюю опору двигателя закрепляют на

кронштейнах 5, приваренных к передней оси рамы. В задней части и сверху к продольным балкам приварены кронштейны, к которым прикрепляют механизм навески и оси поддерживающих роликов. К боковым стенкам с продольных балок приварены опоры натяжных механизмов и осей направляющих колёс. У трактора Т-70С остов полурамный. Он состоит из двух продольных балок и корпусов КП и заднего моста.

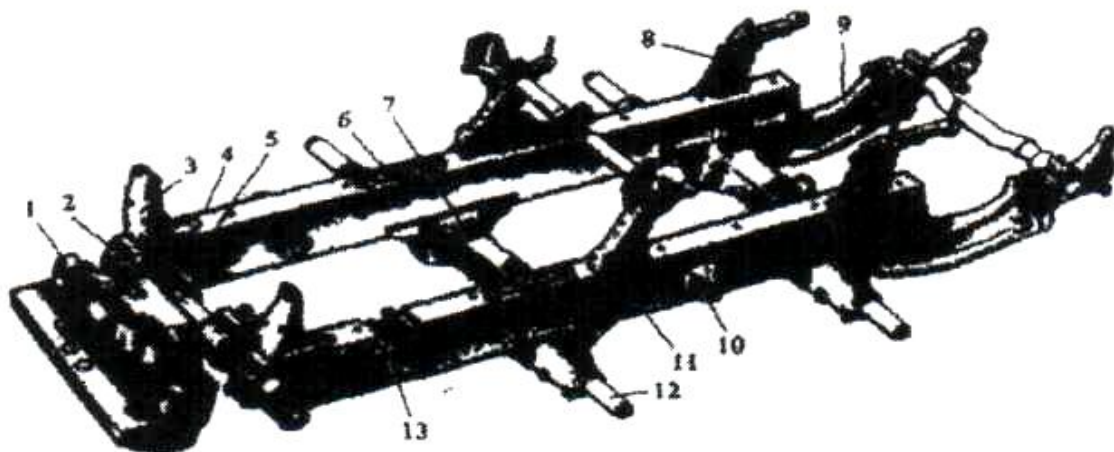


Рисунок 1 – Остов гусеничного трактора ДТ-75М:

1 - балансирующий груз; 2 — передняя ось; 3 — кронштейн крепления радиатора; 4 - продольная балка; 5- кронштейн передней опоры двигателя; 6 - накладка для крепления задней опоры двигателя; 7 - передний поперечный брус; 8 - кронштейн крепления поддерживающего ролика и стойки навесного устройства; 9 - задний кронштейн; 10 - кронштейн опоры натяжного устройства; 11 - кронштейн; 12 - цапфа каретки; 13 - опора оси направляющего колеса

Подвеска соединяет остов с гусеничным движителем. Она служит для смягчения толчков и ударов, возникающих при движении машины, т.е. улучшает плавность хода трактора.

Гусеничный движитель традиционного типа содержит следующие основные элементы (рис. 2):

- заднее ведущее колесо 1 (звёздочку);
- гусеничную цепь (гусеницу), состоящую из шарнирно соединённых звеньев 2 (траков) с шагом  $t$ ;
- переднее направляющее колесо 3;
- натяжное и амортизирующее устройства 4;
- опорные катки 5 и поддерживающие катки 9 (ролики) 6.

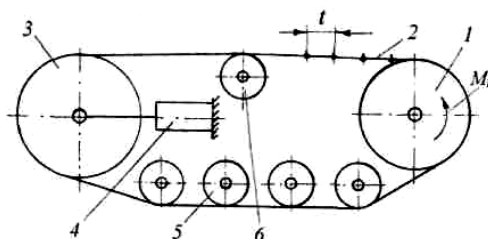


Рисунок 2 – Схема гусеничного движителя

Компоновка элементов движителя на тракторе во многом зависит от типа его подвески.

Ведущие колёса 1 (рис. 2) под действием подведенного крутящего момента  $M_k$  заставляют перематываться находящиеся в зацеплении с ними гусеницы 2. При этом на участке гусеницы между ведущими колёсами 1 и последним опорным катком 5 возникает тянущее усилие, которое передаётся на участок гусеницы, находящейся в контакте с грунтом. Вследствие этого в последнем возникают касательные реакции, направленные по движению трактора, с результирующей касательной силой тяги, которая через детали движителя передаётся остову трактора, заставляя катки 5 катиться по подстилающейся внутренней поверхности гусениц.

Таким образом, ведущие колёса предназначены для перематывания гусениц при движении трактора и создания силы тяги, обеспечивающей передвижение тракторного агрегата.

Ведущие колёса классифицируют по месту расположения на тракторе, способу изготовления, конструктивному исполнению венцов, типу зацепления с гусеницей.

По месту расположения в традиционных гусеничных движителях различают заднее и переднее расположение ведущих колёс.

Гусеничная цепь (рис. 3) состоит из отдельных шарнирно соединённых звеньев. Каждое звено представляет собой фасонную отливку из стали высокой твёрдости и прочности. С одной стороны звена имеется четыре проушины, а с другой - три.

На внутренней поверхности цепей звенья имеют беговые дорожки, по которым перекачиваются опорные катки кареток, а также направляющие реборды, проходящие между ободьями опорных катков, поддерживающих роликов и с внешних сторон обода направляющего колеса.

Гусеничные цепи устанавливают на трактор так, чтобы зубья ведущих колёс при переднем ходе трактора упирались в утолщённую цевку (круглый зуб) А с внешней стороны звена. С нижней стороны каждая проушина снабжена шпурой.

Звенья соединены через проушины стальными закалёнными пальцами 7. С внешней стороны они имеют утолщенные головки, а с внутренней — отверстия под шплинт.

Ведущая звёздочка выполнена с нечётным числом зубьев (13 шт. для ДТ-75М). Их шаг в два раза меньше шага гусеницы, поэтому при каждом обороте зубья работают попеременно, что уменьшает их износ.

Поддерживающие ролики предотвращают сильное провисание и боковое раскачивание гусеничных цепей. С каждой стороны рамы трактора устанавливают по два поддерживающих ролика.

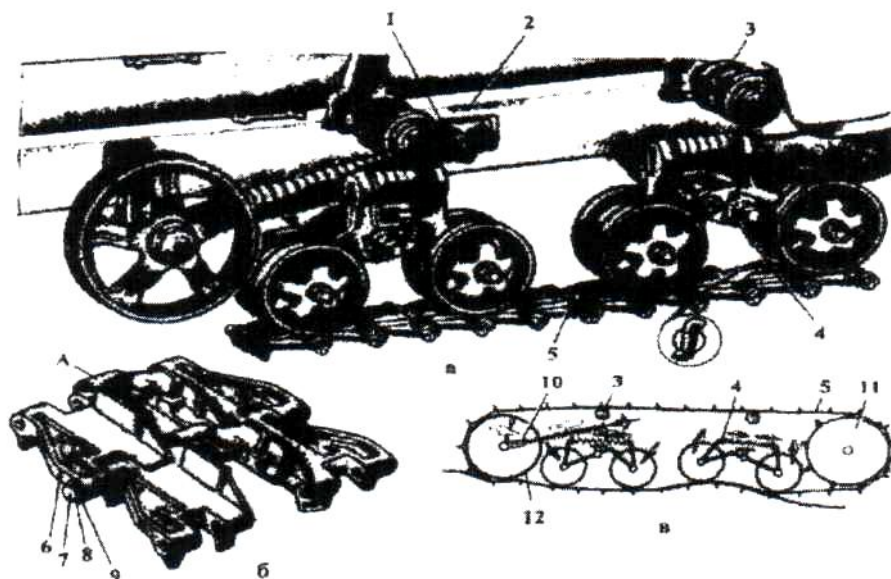


Рисунок 3 – Гусеничный движитель трактора ДТ-75М:

а - устройство; б - звенья гусеницы; в - схема; 1- регулировочная гайка натяжного механизма; 2 - рама; 3 - поддерживающий ролик; 4 - балансир; 5 - гусеничная цепь; 6 - звено; 7 - палец; 8 - шайба; 9 - шплинт; 10 - натяжной механизм; 11 - ведущая звездочка; 12 — направляющее колесо; А — цевка

Натяжной механизм служит для натяжения гусеничной цепи. В него входят направляющее колесо, коленчатая ось, амортизатор и стяжной винт.

Направляющие колёса обеспечивают направление движения гусеничной цепи и изменение степени его натяжения; они должны хорошо самоочищаться от грязи и снега.



Ходовая часть трактора Т-70С (рис. 4). Рама состоит из двух продольных балок (лонжеронов) коробчатого сечения. В каждую балку вварены оси пяти опорных катков. Лонжероны имеют в передней части торсионную подвеску. Торсион — это вал, который работает на скручивание.

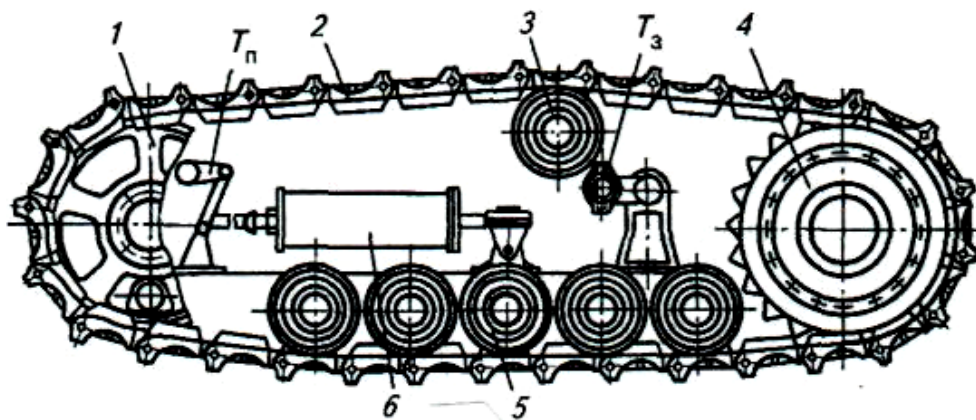


Рисунок 4 – Ходовая часть трактора Т-70С:

1—направляющее колесо; 2—гусеничная цепь; 3— поддерживающий ролик; 4— ведущее колесо (звёздочка); 5—опорный каток; 6—труба амортизатора;  $T_n, T_z$ — передний и задний торсионы

У всех гусеничных тракторов направляющие колёса являются элементом натяжных устройств. С их помощью уменьшают степень натяжения гусеничной цепи для демонтажа гусеницы или же увеличивают степень предварительного натяжения, так как при провисании гусеничной цепи резко увеличиваются потери на самопередвижение трактора и возможно соскакивание гусеничной цепи при работе.

Для изменения натяжения гусеничной цепи ступицы направляющего колеса устанавливают на ползунах или на коленчатой оси. Первый способ применяют при полужёсткой подвеске (ползуны устанавливают на тележках гусениц тракторов Т-70С, Т-130, Т-4А), а второй — при балансирной или индивидуальной подвеске (коленчатую ось закрепляют на остова трактора ДТ-75М, ХТЗ-150-09),

На рис. 5 показан вариант установки направляющего колеса 1 на ползуне 2, скользящем по тележке 5 гусениц тракторов указанных марок. Для изменения натяжения гусеницы вращают регулировочную гайку 3, навёрнутую на натяжной винт, конец которого связан с ползуном 2. На ползуне закреплена ось направляющего колеса 1. На натяжной винт передаётся усилие предварительно сжатой пружины 4 амортизирующего устройства, уменьшающего силу ударов по деталям тележки 5, передающуюся на остова трактора.

При использовании балансирных или индивидуальных подвесок, когда тележка гусеничных рам отсутствует, направляющее колесо 2 (рис. 6) вместе с натяжным винтом и пружиной 4 амортизационно-натяжного устройства крепят на лонжероне рамы трактора. В этом случае коленчатые оси 1 направляющих колёс всегда устанавливают шарнирно на раме трактора.

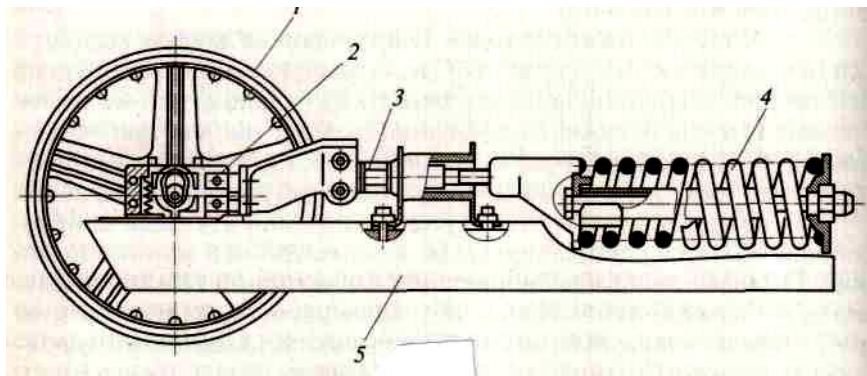


Рисунок 5 – Схема установки направляющего колеса на ползуне:

1 — направляющее колесо; 2 — ползун; 3 — регулировочная гайка с натяжным винтом; 4 — пружина; 5 — тележка; 6 — направляющий стержень; 7 — втулка

По сравнению со схемой на ползуне конструкция, изображённая на рис. 5, имеет то преимущество, что амортизирующее устройство поглощает не только горизонтальные, но и вертикальные толчки, действующие на направляющее колесо.

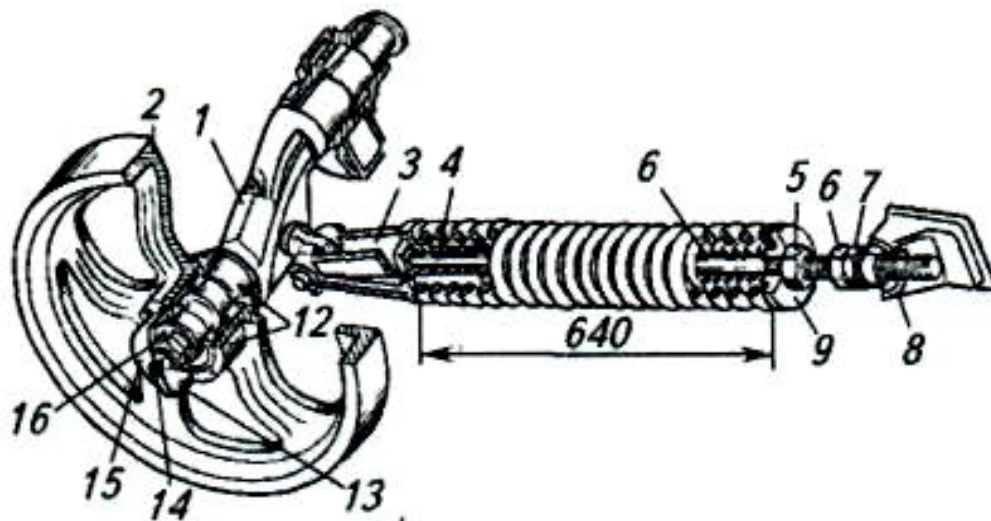


Рисунок 6 – Натяжное устройство трактора с балансирной подвеской

При преодолении трактором препятствий или попаданий между катком и звеном гусеницы твёрдых предметов натяжение гусеницы увеличивается. Возникающее при этом дополнительное усилие в гусенице воздействует на направляющее колесо 2, поворачивая его с коленчатой осью 1 вокруг оси в раме. С коленом оси 1 шарнирно соединена вилка 3, через прорезь которой свободно пропущен стяжной винт 6. Конец винта упирается через гайку 7 в кронштейн 8 рамы. Пружина 4 сжата между вилкой 3 с одной стороны и шайбой 9 с другой.

От кривошипа усилие передается на вилку 3, которая сжимает амортизационную пружину 6. При уменьшении усилия амортизационная пружина возвращает направляющее колесо 2 в первоначальное положение. С помощью натяжного винта 6 и кривошипа 1 можно перемещать направляющие колёса с целью изменения натяжения при монтаже и демонтаже гусеничной цепи.

Направляющее колесо по конструкции литое стальное с широким ободом, опирается на два конических подшипника, напрессованных на ось, которые регулируются с помощью

корончатой гайки оси через упорную шайбу с лыской и фиксируются шплинтом. Подшипники смазываются трансмиссионным маслом через отверстие в защитной крышке.

Если направляющее колесо опущено и одновременно работает как опорный каток, то его устанавливают также на уровне опорной поверхности и оборудуют эластичной подвеской.

На сельскохозяйственных тракторах с полужёсткой подвеской направляющие колёса несколько приподнимают над плоскостью качения так, чтобы нижняя ветвь гусеницы образовывала с почвой угол  $1...5^\circ$ .

При использовании балансирных подвесок для предотвращения ударов о почву при деформации упругих элементов подвески направляющие колёса располагают выше, и угол подъёма нижней ветви гусеницы составляет  $5...25^\circ$ .

Для гусеничных тракторов упругий ход при деформации пружины амортизирующего устройства составляет 60...130 мм.

Опорные катки передают на почву вес остова, а также направляют движение трактора по гусеничной цепи. Они должны оказывать небольшое сопротивление при движении трактора, иметь хорошо защищённые подшипники от попадания внутрь абразивных частиц и влаги.

Опорные катки относятся к числу наиболее нагруженных деталей трактора, которые работают в неблагоприятных условиях, они воспринимают все толчки и удары, возникающие при работе трактора, находятся в непосредственном контакте с почвой, что способствует попаданию на их трущиеся поверхности абразивных частиц и влаги. На большинстве сельскохозяйственных тракторов применяют сдвоенные опорные катки с гладким ободом (рис. 7).

Опорные катки литые стальные, закреплённые на оси 7 шпонками (на рисунке не обозначены) и гайками 6. Зазоры в подшипниках оси регулируются специальными прокладками. Подшипники смазываются трансмиссионным маслом через пробку в оси, а для предотвращения утечек масла каждый каток имеет лабиринтное уплотнение 4. Опорные катки на тракторах ДТ-75М и ХТЗ-150-09 попарно на каждой оси объединены через два балансира в каретки.

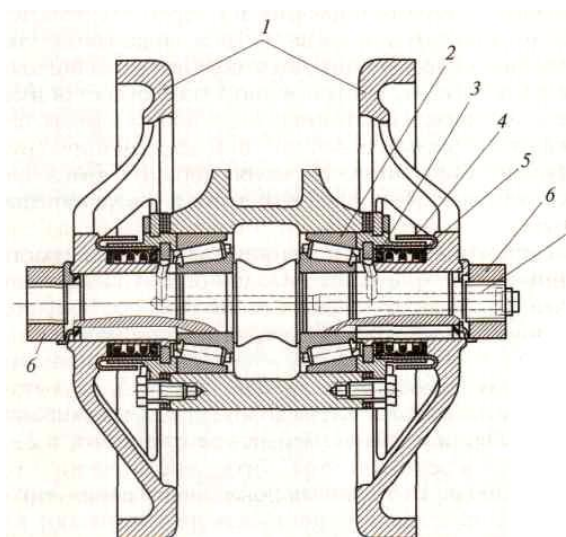


Рисунок 7 – Опорный каток с гладким ободом:

1 — обод; 2 — ролик подшипник; 3 — резиновая манжета торцового уплотнителя; 4 — лабиринтное уплотнение; 5 — пружина торцового уплотнения; 6 — гайка оси катка; 7 — ось катка



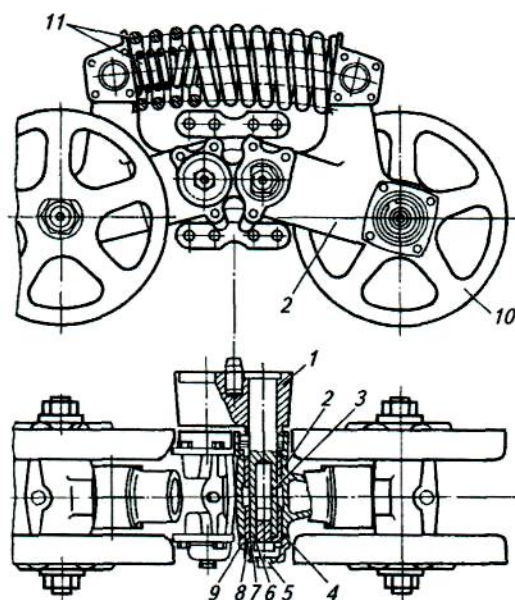


Рисунок 8 – Каретка подвески трактора ХТЗ-150-09

Каретка представляет собой четырёхколёсную тележку, состоящую из двух баланси-ров и четырёх опорных катков (рис. 8). У трактора ХТЗ-150-09 балансиры по своей конст-рукции одинаковые, а у ДТ-75М – разные.

Балансирная каретка трактора ХТЗ-150-09 состоит из двух одинаковых балансиров 2 (рис. 8), каждый из которых качается на оси 3. Балансиры разжаты пружинами 11, которые закреплены в их чашках. На оси установлены подшипники в виде стальных втулок 8. Каретку крепят к оси болтом 6 с шайбой 7. Подшипник смазывают жидким смазочным ма-териалом, вводимым в канал, закрытый пробкой 5.

Опорные катки 10 расположены на внешних концах балансиров 2 эластичной подвески или на полураме ходовой части с полужёсткой подвеской. Роликовые подшипники катков смазывают жидким смазочным материалом. Для предотвращения вытекания масла и для за-щиты от абразивных частиц в гнездах подшипников всех колёс ходовой части установлены торцевые уплотнения. Каждое такое уплотнение является подвижным торцевым уплот-нением, которое сверху закрыто лабиринтным уплотнением — «пыльником», предотвра-щающим попадание грязи и пыли. Зазор в конических подшипниках регулируют прокладка-ми под крышкой подшипников. Порядок регулировки: убирают по очереди прокладки, затя-гивают болты крышки; как только возникнет тугое вращение катка, добавляют одну снятую прокладку и затягивают болты. Правильно отрегулированный каток должен от толчка руки сделать один оборот.

У трактора ДТ-75М внутренний (малый) балансир соединён с внешним балансиром общей осью. Внешний (большой) балансир своим центральным отверстием на втулках сво-бодно насажен на цапфу поперечного бруса рамы. Балансиры в своей верхней части распи-раются одной или двумя пружинами, которые служат упругим элементом подвески. Каретка в сборе может совершать угловые колебания на цапфе. От соскакивания с цапфы каретка удерживается упорной шайбой через цанговую гайку, вворачиваемую в торец цапфы.

Поддерживающий ролик – чугунный, вращается на двух шариковых подшипниках, установленных на оси, привинченной к кронштейну рамы. На ободы ролика надеты смен-ные резиновые бандажы, уменьшающие скольжение гусеницы по ролику, снижают шум при перекачивании и удары на детали ролика. Подшипники через отверстие в крышке ролика смазываются трансмиссионным маслом.

Гусеничная цепь передает вес трактора на почву и реализует тяговые усилия, она должна обеспечивать высокие сцепные свойства с грунтом независимо от почвы, а также создавать небольшое сопротивление движению трактора.

По конструкции гусеничные цепи бывают с составными и цельными звеньями, по материалу — металлические, резинометаллические и эластичные.

Работая в очень напряженных условиях, в абразивной среде и влаге, гусеничные цепи во многом определяют ресурс ходовой системы трактора. Срок службы гусеничных цепей (500...2000 ч) приблизительно в 2...3 раза меньше, чем срок службы других агрегатов трактора. Наиболее распространенной причиной выхода гусеницы из строя является износ шарниров, которые могут быть открытыми или закрытыми по исполнению. Закрытые шарниры бывают с игольчатыми подшипниками или с упругим элементом.

Открытый с большими зазорами шарнир не препятствует проникновению абразивных частиц к трущимся поверхностям, что и вызывает их интенсивный износ.

Несмотря на небольшой срок службы, такие гусеницы благодаря простоте изготовления и малой металлоемкости (10...15% массы трактора) получили широкое применение на отечественных тракторах.

Применяемые гусеницы с закрытым шарниром имеют в 1,5...2 раза больший срок службы, но они сложны в изготовлении и имеют большую стоимость.

Высокие эксплуатационные свойства имеют резинометаллические гусеничные цепи. Их основные достоинства — бесшумность работы, высокий КПД и износостойкость при работе в среде с большим содержанием абразивных частиц, смягчение ударов, передаваемых на трансмиссию со стороны ходовой части.

В настоящее время используют два типа сочленений звеньев в подобных гусеничных цепях: с пальцевыми резинометаллическими шарнирами и бесшарнирные, у которых непосредственный контакт и трение металлических поверхностей заменены внутримолекулярным трением в промежуточных резиновых элементах.

Подвеска гусеничных тракторов может быть полужесткой и эластичной.

Полужесткая подвеска может быть трёх- и четырёхточечной. В трёхточечной подвеске обе гусеничные тележки с жестко закреплёнными на них осями опорных катков в задней части шарнирно соединены с остовом трактора. Передняя часть остова трактора опирается на гусеничные тележки через упругий элемент — рессору. Подвеска обеспечивает поворот одной тележки относительно другой в вертикальной плоскости при переезде через препятствие. Такая подвеска применена на тракторах Т-130М, Т-4А.

В четырёхточечной полужесткой подвеске каждая гусеничная тележка с жестко закреплёнными на ней осями опорных катков соединена с остовом в двух местах через упругие элементы — торсионы. При наезде одной из тележек на препятствие она перемещается вверх и закручивает торсион, смягчая толчки и удары на остов от неровностей дороги. Такая подвеска установлена на тракторе Т-70С.

Эластичная подвеска гусеничного трактора состоит из четырёх балансирных кареток, установленных на цапфах 12 (рис. 1) поперечных брусьев рамы, по две с каждой стороны трактора. Каретка состоит из двух балансиров, опирающихся на четыре опорных катка и пружины, установленной между балансирами. Пружина выполняет роль рессоры подвески. Такая подвеска установлена на тракторах ДТ-75М, ВТ-100/150Д, ХТЗ-150-09.

Преимущества гусеничного движителя по сравнению с колёсным заключаются в следующем: меньшее давление на почву; лучшая проходимость по мягким почвам; возможность более раннего начала весенних работ. Однако он более сложен по устройству, больше металлоёмкость, большая стоимость и его движение по асфальтированным дорогам запрещено.

Техническое обслуживание ходовой части у гусеничных тракторов состоит из очистки ее от грязи, подтягивании креплений, регулировании и смазывании подшипников, регулировании натяжения гусеничных цепей. При внешнем осмотре ходовой части обращают внимание на состояние гусениц: натяжение, шплинтовку, износ пальцев и проушин звеньев, крепление башмаков к звеньям, состояние ведущих звёздочек, натяжных колёс, опорных катков и поддерживающих роликов.

О правильности натяжения гусеничной цепи судят по её прогибу между поддерживающими роликами, который должен составлять 30...60 мм. При корректировке натяжения гусениц сначала проверяют и регулируют длину амортизирующей пружины, а затем при помощи натяжного устройства натягивают гусеницу. Если натянуть гусеницу не удастся, то из каждой гусеничной цепи удаляют по одному звену, а затем проводят регулировку.

Конические подшипники направляющих колёс и опорных катков периодически регулируют с помощью гаек и прокладок. Регулярно смазывают подшипники направляющих колёс, опорных катков, поддерживающих роликов, а также шарниры и соединения подвесок.

### **2.3 Лабораторная работа № 3 (2 часа).**

**Тема: «Механизмы управления энергонасыщенных тракторов»**

**2.3.1 Цель работы:** изучить конструкцию и работу рулевого управления и тормозной системы тракторов и автомобилей

#### **2.3.2 Задачи работы:**

1. Изучить конструкцию рулевого управления.
2. Изучить назначение и конструкцию рулевого механизма.
3. Изучить конструкцию и работу гидроусилителя рулевого управления.
4. Изучить конструкцию рулевого привода.
5. Изучить основные регулировки рулевого управления.
6. Изучить назначение и типы тормозных систем машин.
7. Изучить конструкции тормозных механизмов различных типов.
8. Изучить конструкцию тормозной системы грузовых автомобилей.

#### **2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Плакаты по конструкции деталей и узлов рулевого управления и тормозной системы тракторов и автомобилей
2. Стенд «Рулевое управление тракторов»
3. Стенд «Тормозная система автомобиля КамАЗ»

#### **2.3.4 Описание (ход) работы:**

##### **Рулевое управление тракторов**

Рулевое управление предназначено для обеспечения движения машины по заданному водителем направлению.

Существуют следующие способы поворота колёсных машин:

- управляемыми передними колёсами;
- управляемыми задними колёсами;
- складывающейся рамой;
- притормаживание колёс одного борта относительно колёс другого борта;
- всеми управляемыми колёсами, при этом возможен поворот передних и задних колёс в одну сторону (движение «крабом»).

Рулевое управление во многом определяет безопасность движения, поэтому оно должно обеспечивать следующие функции: лёгкость управления; следящее действие; минимальный радиус поворота с целью получения хорошей маневренности; качение управляемых колёс с минимальным боковым уводом и скольжением при повороте; стабилизацию управляемых колёс; отсутствие автоколебаний управляемых колёс при работе машины в любых условиях и на любых режимах движения; высокую надёжность всех узлов и деталей.

Рулевое управление состоит из рулевого привода и рулевого механизма (в большинстве случаев с усилителем).

Рулевой привод служит для установки управляемых поворотных колёс в положения для их качения без бокового скольжения при повороте и прямолинейном движении трактора.

Рулевой механизм преобразует повороты рулевого колеса в необходимые перемещения элементов рулевого привода для выполнения заданного направления движения трактора.

По принципу действия рулевые управления применяемые на тракторах, можно классифицировать в основном на механические, механические с усилителями и гидрообъёмные.

Движение колёс на повороте без скольжения и с минимальным боковым уводом возможно при повороте всех колёс вокруг центра поворота. Выполнение этого возможно при качении всех колёс машины по дугам, описанным из одного центра, лежащего на продолжении задней оси. При этом передние управляемые колёса необходимо поворачивать на разные углы: внутреннее по отношению к центру поворота — на больший угол, наружное колесо — на меньший угол. Эту задачу выполняет рулевая трапеция.

Рулевую трапецию трактора Беларус 80.1 образуют две поперечные рулевые тяги, соединённые между собой сошкой 4 (рис. 1), два поворотных рычага би балка переднего моста.

При прямолинейном движении трактора сошка должна быть расположена в среднем положении (вдоль продольной оси трактора). Крайние положения сошки при поворотах ограничены ходом поршня гидроусилителя рулевого управления. Предельный угол поворота внутреннего колеса составляет  $40^\circ$ , которому соответствует поворот наружного колеса на угол  $30^\circ$ .

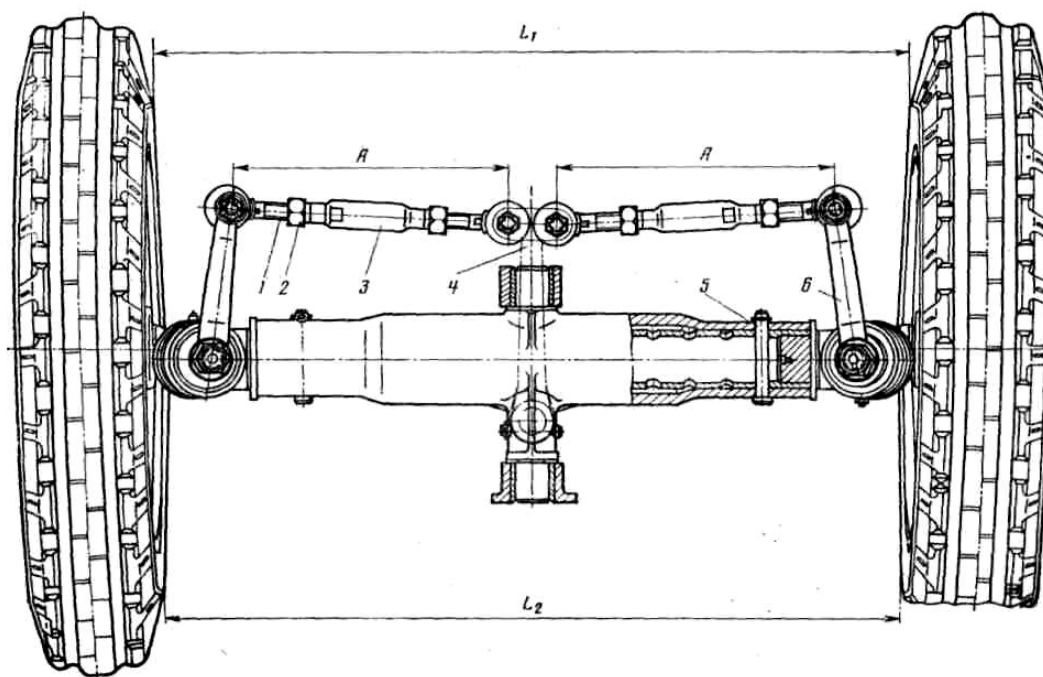


Рисунок 1 – Передний мост трактора Беларус 80.1

Каждая рулевая тяга состоит из соединительной трубы 3 и двух наконечников 1, один из которых с левой резьбой, другой — с правой. Наконечники ввёрнуты в резьбовые отверстия трубы и закреплены контргайками 2. Внутри наконечника размещён сферический шарнир, состоящий из шарового пальца 25 (рис. 2) и двух вкладышей 27 и 28 (резинового и капронового).

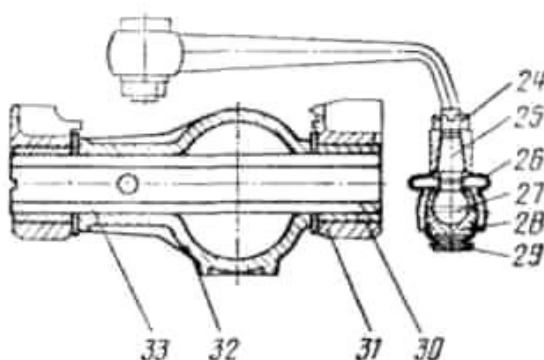


Рисунок 2 – Конструкция крепления пальца рулевой сошки трактора

На заводе шарнир заполняют специальной долговременной смазкой, не требующей пополнения в процессе эксплуатации. От влаги, пыли и грязи шарнир защищён резиновым чехлом 26и регулировочной пробкой 29,поджимающей вкладыши шарнира. Конусные концы шаровых пальцев с резьбой вставляют в отверстия поворотных рычагов и сошки, затягивая их прорезными гайками и шплинтуя.

Привод рулевого механизма и гидроусилителя рулевого управления предназначен для передачи усилий от рулевого колеса к рулевому механизму и через него гидроусилителю.

В конструкции привода предусмотрена регулировка перемещений рулевого колеса по вертикали до 120 мм с целью установки его в удобное для управления положение. Регулировку выполняют с помощью клинового зажима, расположенного в трубе 19 (рис. 3) рулевой колонки. Чтобы изменить положение рулевого колеса, маховичок 15 поворачивают против хода часовой стрелки на 3...5 оборотов, устанавливая рулевое колесо в удобное положение и заворачивают маховичок по ходу часовой стрелки до стопорения рулевого вала 16 клиновыми зажимами гайки 9.

Кроме того, предусмотрено откидывание рулевого колеса вперёд по ходу трактора с целью обеспечения удобного входа и выхода из кабины. Для этого рукоятку 25, расположенную справа под рулевым колесом, перемещают вверх (на себя) до отказа и подают рулевую колонку вперёд по ходу трактора до отказа. Затем, сидя на сиденье, подают рулевое колесо на себя до срабатывания автоматического фиксатора.

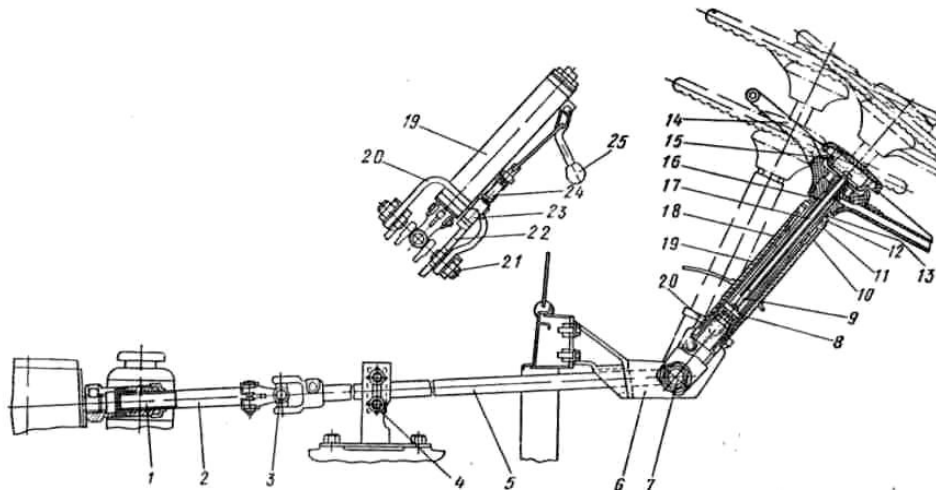


Рисунок 3 – Привод рулевого механизма

От рулевого колеса усилие передаётся валом 16 и гайкой 9 через штифт 8 промежуточному валу 18 и далее через валы 5, 2 и шарниры 3, 7 — шлицевой втулке 1, которую устанавливают на шлицы червяка гидроусилителя рулевого управления и закрепляют стяжным болтом. Это усилие частично передаётся непосредственно валу 18 прижатым к нему валом 16.

Вращение промежуточного вала 18 в трубе 19 рулевой колонки обеспечивается капроновыми втулками 10. Последние для уменьшения вибрации рулевого колеса установлены в рези-



новые амортизаторы 11. Втулки 10 смазывают солидолом при сборке. В процессе эксплуатации смазка не требуется.

Осевое перемещение промежуточного вала 5 ограничено гайкой 12 и контргайкой 13. Затяжка гайки 12 должна исключать осевое перемещение вала, однако не должна затруднять вращение рулевого колеса.

Гидроусилитель рулевого управления объединён с рулевым механизмом. Их назначение — передавать и увеличивать усилие от рулевого колеса и привода к сошке и поворотным рычагам рулевой трапеции и тем самым снижать усилие на рулевом колесе.

Рулевой механизм представляет собой двухзаходный червяк и косозубый сектор. Его передаточное число 17,5. Гидросистема усилителя автономна. Она включает в себя насос, распределитель с золотником, цилиндр с поршнем и датчик гидроуправляемой блокировки дифференциала заднего моста, поскольку включение-выключение блокировки дифференциала связано с углом поворота рулевого колеса.

Рулевой механизм состоит из червяка 4 (рис. 4) и сектора 7, ступица которого установлена на конических шлицах поворотного вала 21. На конические шлицы нижнего конца поворотного вала посажена сошка 18. Сектор и сошку затягивают и стопорят от осевых перемещений гайками 8 и 19. Сектор имеет два зубчатых венца, один из которых зацепляется с червяком, а другой — с рейкой 9, связанной пальцем со штоком 25 поршня 26 гидроусилителя. Запрессованный в шток палец установлен в отверстия проушин рейки с небольшим зазором, что позволяет рейке перемещаться.

Поворотный вал 21 установлен на трёх опорах: двух втулках в корпусе и одной в крышке 11.

Червяк 4 размещён на двух шариковых подшипниках в эксцентриковой регулировочной втулке 6. Он может перемещаться в осевом направлении относительно втулки благодаря подвижной посадке в ней наружных колец подшипников. На конце червяка закреплён золотник 31 распределителя. Корпус распределителя закреплён в корпусе гидроусилителя болтами. С двух сторон золотника установлены специальные упорные шариковые подшипники 28, которые затягивают сферической гайкой 30. Червяк 4 и золотник 31 перемещаются в осевом направлении как одно целое. При этом благодаря наличию радиальных и упорных подшипников червяк может свободно вращаться вокруг своей оси.

При затяжке гайки 30 червяка внутренние кольца упорных подшипников сжимают пружины 6 (рис. 6) трёх пар ползунов 5, равномерно расположенных по окружности вокруг золотника 4. Кроме того, каждая пара ползунов с одной стороны упирается в корпус гидроусилителя, с другой — в крышку 2 распределителя.

Для перемещения золотника осевое усилие на червяке должно обеспечивать сжатие всех трёх пружин бползунов, что имеет место, когда сопротивление повороту колёс увеличивается и в работу включается гидросистема рулевого управления. Если сопротивление повороту колёс небольшое, то усилие на червяке также невелико. В результате пружины ползунов удерживают золотник в среднем (нейтральном) положении и поворот колёс обеспечивается только рулевым механизмом без включения в работу гидроусилителя. В этом случае крутящий момент от рулевого колеса передаётся на сошку 18 (рис. 5) червяком 4 через сектор 7 и поворотный вал 21, а поток масла от насоса проходит через распределитель на слив в корпус 22 гидроусилителя, внутренняя полость которого служит баком гидросистемы рулевого управления.

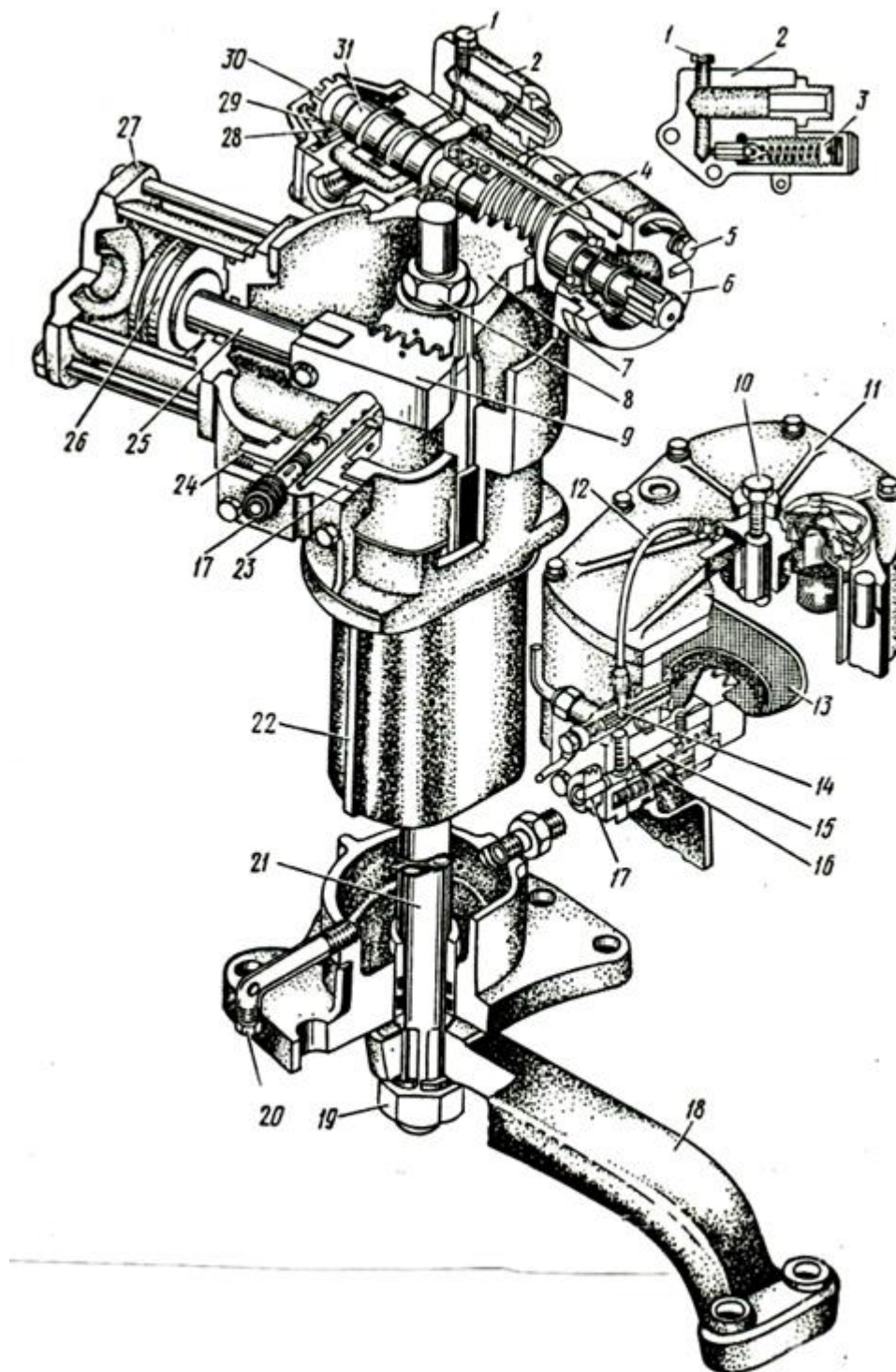


Рисунок 5 – Гидроусилитель рулевого управления

При увеличении сопротивления повороту колёс осевое усилие на червяке превышает усилие предварительного сжатия пружин ползунов, центрирующих золотник распределителя. Внутренние кольца упорных подшипников перемещают золотник в осевом направлении, и поток масла направляется в одну из полостей цилиндра, передвигая поршень со штоком и рейкой, которая и поворачивает зубчатый сектор 7 и поворотный вал 21. Когда воздействие на рулевое колесо прекращается, золотник возвращается пружинами в нейтральное положение и поворот колёс прекращается.

В корпусе гидроусилителя установлен фильтр 13, предназначенный для очистки масла, сливающегося из гидроузлов в бак. Масло сливают через отверстие, закрываемое пробкой 20. Часть масла, поступающего на слив в корпус гидроусилителя, отводится через подво-

дящий маслопровод 12в верхнюю крышку 2для смазывания верхней опоры поворотного вала 21.

В клапанной крышке 2распределителя находится предохранительный шариковый клапан, ограничивающий давление в гидросистеме.

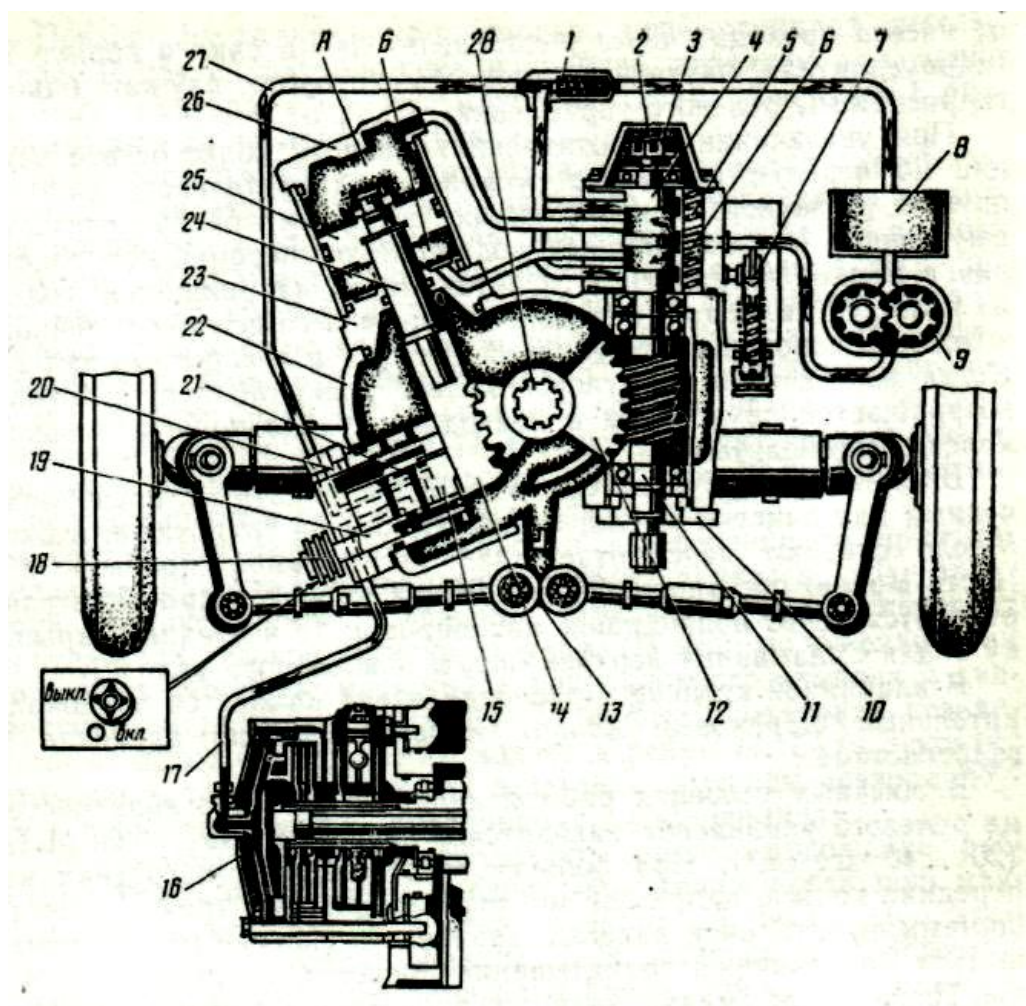


Рисунок 6 – Схема работы гидроусилителя рулевого управления и блокировки дифференциала

В обычных условиях работы давление масла в гидросистеме рулевого управления находится в пределах 1,96...3,92 МПа. При больших вертикальных нагрузках на передние колёса, например при агрегатировании трактора с машинами фронтальной навески, давление в системе может повышаться до величины срабатывания предохранительного клапана. Тогда масло, минуя цилиндр, поступает в сливную магистраль под давлением, на которое отрегулирован клапан.

Насос гидроусилителя НШ-10У-Л-2 шестерённый. Он установлен на дизеле с правой стороны по ходу трактора и приводится в действие от шестерни распределения. Насос постоянно включён и соединён маслопроводами с цилиндром поршня и масляным баком гидроусилителя. Теоретическая подача масла составляет  $10 \text{ см}^3$  за один оборот вала насоса, объёмная подача —  $20 \text{ л/мин}$  при частоте вращения коленчатого вала дизеля  $2200 \text{ мин}^{-1}$ .

Насос состоит из корпуса 4(рис. 7), крышки 1,ведущей 5и ведомой 7 шестерён, выполненных как одно целое с цапфами, и двух подшипниковых обойм 3.Последние являются опорами цапф шестерён, а также уплотняют их торцы.

Техническое обслуживание рулевого управлениязаключается в периодическом контроле уровня масла в корпусе гидроусилителя и его замене, смазывании карданных шарниров рулевого привода, контроле состояния резьбовых со-

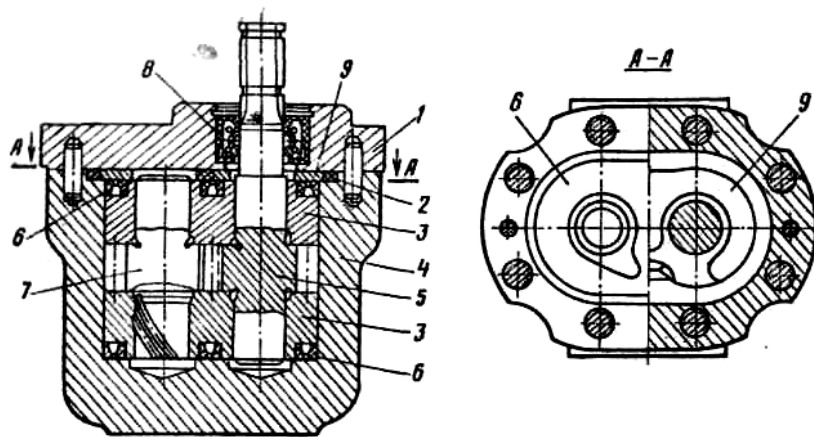


Рисунок 7 – Масляный насос гидроусилителя рулевого управления:

единений рулевого привода и рулевых тяг, сошки и поворотных рычагов, крепления сектора, проверке и регулировке свободного хода рулевого колеса. От состояния рулевого управления во многом зависят безопасность, качество работы и утомляемость водителя. Поэтому техническое обслуживание рулевого управления нужно проводить особенно тщательно.

Рулевую колонку необходимо регулировать с целью исключения возможных вибраций на рулевом колесе. Для этого рукой заворачивают гайку 12 (рис. 3) до соприкосновения последней с втулкой 10. При этом должны быть выбраны зазоры в соединениях. Затем отворачивают гайку 12 на полтора оборота и контрят гайкой 13.

Зацепление «червяк — сектор» и затяжку гайки червяка регулируют таким образом. Сначала поддомкрачивают трактор, чтобы передние колёса не касались грунта. Затем ослабляют затяжку регулировочного болта 5 (рис. 3), вводят в паз втулки бключ и поворачивают её по ходу часовой стрелки до упора зубьев червяка и сектора (при этом сошка 18 должна находиться в среднем положении). Втулку поворачивают против хода часовой стрелки так, чтобы по наружному диаметру она провернулась на 10...12 мм. Затягивают болт 5. Заводят дизель и проверяют отсутствие заеданий в зацеплении «червяк — сектор» при повороте рулевого колеса в обе стороны до упора. Если при этом имеют место заедания, то нужно увеличить зазор в зацеплении, отпустив болт 5 и повернув втулку дополнительно по ходу часовой стрелки.

Усилие на рулевом колесе не должно превышать 29,4.. 39,2 Н.

Регулировка затяжки сферической гайки 30 червяка заключается в правильной затяжке упорных шариковых подшипников 28 для обеспечения нормального поджатия кольцами подшипников торцов золотника 31. От этой регулировки во многом зависит исправная работа гидроусилителя. Чрезмерная затяжка гайки 30 может вызвать перекося золотника и увеличение усилия поворота. Зазоры между подшипниками и золотником приводят к увеличению свободного хода рулевого колеса, а также к колебаниям колёс, так как в этих условиях золотник может произвольно перемещаться, изменяя соответственно направление потока масла в одну или другую полость цилиндра поршня.

Перед затяжкой гайки 30 отворачивают четыре болта крепления распределителя, снимают крышку 29. Крепят распределитель двумя диаметрально расположенными болтами к корпусу гидроусилителя, подложив под головки болтов набор шайб (или гайку), толщина (или высота) которых равна толщине фланца крышки 29. Затягивают, предварительно расшплинтовав, гайку моментом силы 19,6 Н·м. При этом кольца подшипника 28 должны быть плотно прижаты к торцам золотника 31. Затем отворачивают гайку на 1/10...1/12 оборота, чтобы совместить прорезь гайки под шплинт и отверстие в червяке, и шплинтуют гайку. Вы-



ворачивают два болта, ввёрнутые в корпус, устанавливают на место крышку 29 и закрепляют распределитель.

Зацепление «сектор — рейка» регулируют регулировочными прокладками 24 под фланцем упора 23 рейки. При этом зазор между упором и рейкой 9 должен быть 0,1...0,3 мм. Проверка этого зазора, нужно поджимать рейку 9 к сектору 7.

#### Тормозная система

Тормозная система служит для замедления скорости, остановки машины и удержания её на месте на стоянке. В соответствии с стандартом тормозное управление автомобилем должно включать следующие тормозные системы:

- рабочую (основную);
- запасную;
- стояночную;
- вспомогательную.

Вспомогательная система должна быть на автобусах общей массой свыше 5 т и грузовых автомобилях свыше 12 т.

На колёсных тракторах должна быть применена рабочая и стояночная тормозные системы, а на гусеничных — только рабочая.

Рабочая тормозная система (основная) — служит для снижения скорости машины с необходимой интенсивностью в любых дорожных условиях вплоть до полной её остановки.

Запасная тормозная система служит для снижения скорости машины в случае полного или частичного выхода из строя рабочей системы. Обычно она менее эффективная, чем рабочая. Если на машине нет отдельной запасной тормозной системы, то её роль выполняет стояночная или исправная часть рабочей тормозной системы.

Стояночная тормозная система служит для удержания неподвижной машины на уклоне (подъёме) при отсутствии в кабине водителя.

Вспомогательная тормозная система служит для поддержания постоянной скорости автомобиля на затяжных спусках. Стандартом установлена скорость 30 км/ч на спуске с уклоном 7 % протяжённостью 6 км.

Тормозная система состоит из тормозного механизма и тормозного привода.

Тормозной механизм служит для замедления вращения колёс или одного из валов трансмиссии под действием сил трения.

Тормозные механизмы различают:

- по расположению - колёсные, центральные (трансмиссионные);
- по типу тормозных деталей - ленточные, барабанные, дисковые.

Колёсные тормозные механизмы действуют непосредственно на ступицу колеса, а центральные - на один из валов трансмиссии. На автомобилях и колёсных тракторах общего назначения в качестве рабочей тормозной системы используют колёсные тормозные механизмы, а для стояночной тормозной системы — центральные или колёсные тормозные механизмы.

Барабанные тормозные механизмы применяют во всех рассматриваемых рабочих системах. В этих механизмах силы трения создаются на внутренней поверхности вращающегося цилиндра - барабана. Они действуют от общего привода и называются колёсными тормозами. На рис. 1 приведена схема колёсного барабанного тормоза автомобиля ГАЗ-3307.

В нём тормозные колодки, прижимаясь с большой силой к тормозным барабанам, жёстко соединённых с колёсами, тормозят их вращение.

Автомобильные дисковые тормозные механизмы по сравнению с барабанными обладают более высокой эффективностью и стабильностью, т. е. у них зависимость коэффициента эффективности от коэффициента трения имеет линейный характер. Поэтому они находят широкое применение в рабочих тормозных системах легковых, а также современных грузовых автомобилей.

В состав дискового тормозного механизма входит вращающийся тормозной диск, скоба, состоящая из суппорта и колёсных цилиндров и колодок. Скоба может выполняться неподвижной или плавающей.

Рассмотрим дисковый тормозной механизм с плавающей скобой (рис. 2). Скоба, образуемая суппортом 3 и одним цилиндром 5, может перемещаться в пазах кронштейна, закреплённого на фланце поворотного кулака. Подвижная скоба крепится болтами к направляющим пальцам 10, которые установлены в отверстиях направляющей 2 колодок. Между пальцами 10 и направляющей 2 колодок установлены резиновые защитные чехлы 9. В пазы направляющей 2 устанавливаются тормозные колодки 4. При торможении поршень 6 внутри цилиндра перемещает одну колодку 4 в сторону поверхности диска 1, а после их соприкосновения вызывает перемещение скобы в противоположную сторону, благодаря чему вторая колодка 4 прижимается к тормозному диску 1. Возврат поршня 6 в первоначальное положение при отпуске тормозной педали осуществляется за счёт упругости уплотнительного кольца 8. Плавающая скоба имеет значительно меньшую ширину по сравнению с неподвижной, что позволяет легко обеспечить отрицательное плечо обкатки.

В дисковых тормозных механизмах тормозные накладки изнашиваются более интенсивно, однако конструкции тормозных механизмов позволяют легко и быстро заменять тормозные колодки.

Тормозной привод служит для управления тормозными механизмами и передачи энергии, необходимой для прижатия тормозных лент, колодок и дисков к соответствующим поверхностям трения.

По принципу действия различают механические, пневматические и гидравлические тормозные приводы.

Механический привод тормозных механизмов представляет собой систему тяг и рычагов, соединяющих педаль или рычаг с тормозными механизмами. Механический привод применяется на стояночных тормозах автомобилей.

В гидравлическом приводе тормозные механизмы приводятся в действие от давления тормозной жидкости.

Гидравлический привод рабочей тормозной системы применяют, как правило, на грузовых автомобилях полной массой до 7,5 т и на всех легковых автомобилях.

Достоинствами гидравлического привода являются:

- малое время срабатывания (0,05—0,2 с);
- соответствие разжимных сил и тормозных моментов при одинаковых схемах тормозных механизмов колёс;
- удобство компоновки;
- высокий КПД.

К недостаткам гидропривода можно отнести:

- значительное снижение КПД при низких температурах;
- большую вероятность полного отказа рабочей тормозной системы при местном повреждении одноконтурного привода.

Для устранения последнего недостатка гидроприводы современных автомобилей выполняют двухконтурными или многоконтурными, при этом воздействие контуров может осуществляться по различным схемам, например, на колёса передней оси и задней оси, или по диагонали, как, например, у автомобилей ВАЗ-2108, ВАЗ-2109, ВАЗ-2110 и последующих модификаций. Она более эффективна, чем схема с отдельным приводом на передние и задние колёса. Но диагональную схему можно применять лишь при отрицательном плече обкатки управляемых колёс, иначе автомобиль будет иметь при торможении недостаточную устойчивость.

Основными элементами гидравлического привода тормозной системы (рис. 3) являются: главный цилиндр 9, соединительные трубопроводы и шланги; колёсные цилиндры 3.



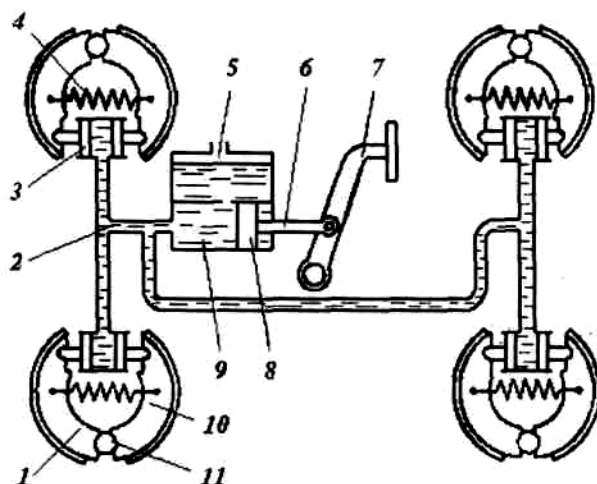


Рисунок 3 - Схема гидравлического привода

При нажатии на педаль 7 тормоза шток после выбора зазора перемещает поршень 8, при этом тормозная жидкость из главного тормозного цилиндра 9 вытесняется через трубопроводы 2 в колёсные цилиндры 3, и колодки 1, 10 накладками прижимаются к тормозному барабану. При отпуске тормозной педали стяжные пружины 4 возвращают в исходные положения колодки тормозного механизма, при этом поршни колёсных цилиндров 3 вытесняют тормозную жидкость из колёсных цилиндров в полость главного тормозного цилиндра 9.

Стояночная тормозная система должна надёжно удерживать автомобиль в неподвижном состоянии на наклонной поверхности. Постоянство тормозных усилий при затормаживании автомобиля на стоянке может быть обеспечено только механическими устройствами типа тросов, тяг, пружин, так как давление жидкости и воздуха с течением времени и изменением температурных условий могут существенно изменяться, а значит, не будет гарантировано удержание автомобиля на подъёме или спуске. Для привода этих устройств может применяться энергия любого вида. Стояночная тормозная система должна быть независимой от рабочей тормозной системы. В некоторых случаях её можно использовать в качестве запасной тормозной системы, но при этом она должна обладать следящим действием, т. е. осуществлять торможение плавно.

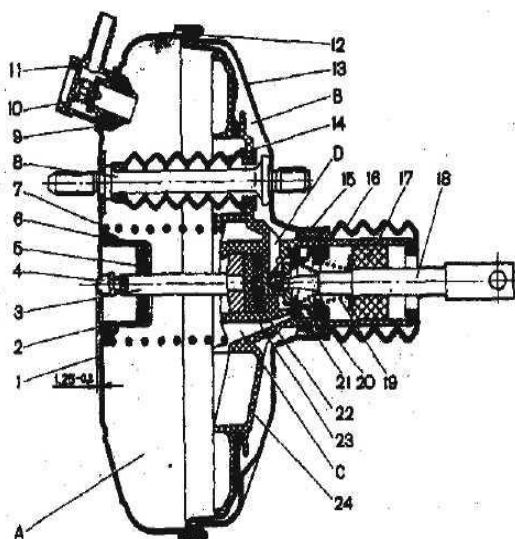


Рисунок 10 – Вакуумный усилитель

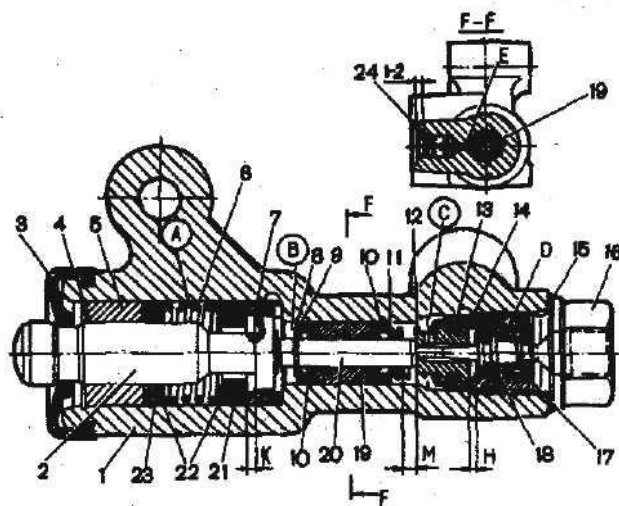


Рисунок 11 – Регулятор давления

Суммарная тормозная сила, развиваемая тормозными механизмами, должна обеспечивать удержание автомобиля полной массы на уклоне, величина которого определена техническими условиями на автомобиль. В соответствии с требованиями ГОСТ 25478—91 для автомобилей, находящихся в эксплуатации, стояночная тормозная система должна удерживать автомобиль полной массы на уклоне не менее 16 %.

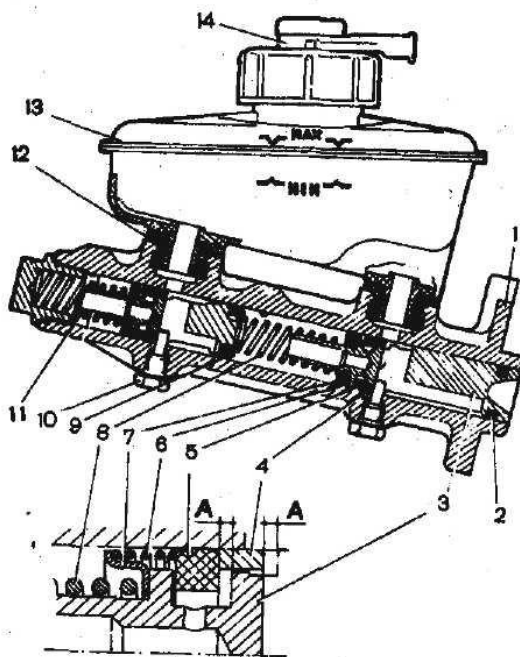


Рисунок 12 – Главный цилиндр с бачком

Стояночная тормозная система может быть трансмиссионной, т. е. воздействовать на какой-либо элемент трансмиссии, или колёсной, т. е. воздействовать непосредственно на колёсные тормозные механизмы автомобиля. Она состоит из привода и тормозного механизма. Наиболее часто в тормозных системах используется механический и пневматический приводы. Тормозной механизм может быть колодочный или ленточный и устанавливается, как правило, на коробке передач или раздаточной коробке.

Трансмиссионная стояночная тормозная система с механическим приводом применяется на грузовых автомобилях.

#### Удаление воздуха из гидропривода.

Прокачка тормозов необходима для удаления воздуха из гидропривода, который значительно снижает эффективность рабочей тормозной системы. Воздух может попасть в гидропривод вследствие разгерметизации системы при ремонте или замене отдельных узлов, а также при замене тормозной жидкости. На наличие воздуха в приводе тормозов указывает увеличенный ход педали тормоза и её "мягкость".

Перед удалением воздуха из тормозной системы нужно убедиться в герметичности всех узлов привода тормозов и их соединений, очистить крышку и поверхность вокруг крышки бачка, заполнить бачок жидкостью "Роса", «Томь» или подобной по составу до метки "MAX" при снятой крышке. Затем тщательно очистить штуцеры тормозных механизмов колёс для прокачки и снять с них защитные резиновые колпачки.

Не рекомендуется применять слитую из системы жидкость для заполнения бачка, так как она насыщена воздухом, влагой и, как правило, загрязнена.

Воздух из системы удаляют сначала из одного контура, затем из другого, начиная с колёсных цилиндров задних тормозов. Первым начинают с правого заднего, вторым – левый задний.

Порядок удаления воздуха следующий.

Надеть на головку штуцера резиновый шланг для слива жидкости, а его свободный конец опустить в прозрачный сосуд, частично заполненный жидкостью.

Резко нажав на педаль тормоза 3...5 раз с интервалами 2...3 с отвернуть на 1/2...3/4 оборота штуцер при нажатой педали. Продолжая нажимать на педаль, выдавить находящуюся в системе жидкость вместе с воздухом через шланг в сосуд. После того, как педаль тормоза упрётся в пол и истечение жидкости через шланг прекратится, завернуть штуцер до отказа. Повторять эти операции до тех пор, пока не прекратится выход пузырьков из шланга.

Удерживая педаль в нажатом положении, завернуть штуцер до отказа и снять шланг. Протереть насухо штуцер и надеть защитный колпачок.

Повторить операции для других колёс, сначала на втором колесе этого же контура, а затем последовательно на обоих колёсах другого контура.

При удалении воздуха необходимо следить за наличием жидкости в бачке, не допуская обнажение его дна, так как при этом в систему вновь попадёт воздух.

При отсутствии в приводе тормозов воздуха педаль тормоза должна проходить половину своего полного хода.

Чтобы исключить влияние вакуумного усилителя на прокачку тормозов, удаление воздуха проводить при неработающем двигателе.

Если в гидравлическом приводе отсутствует тормозная жидкость, то необходимо поступить следующим образом:

- залить тормозную жидкость в бачок главного цилиндра;
- отвернуть на 1,5...2 оборота штуцеры на цилиндрах всех колёс;
- резко нажимая на педаль тормоза и плавно отпуская её, завертывать штуцеры по мере вытекания из них жидкости.
- после этого прокачать систему, как указано ранее.