

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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.26 Тракторы и автомобили с основами технической механики

Направление подготовки 35.03.01 Лесное дело

Профиль образовательной программы Лесное хозяйство

Форма обучения заочная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций	3
1.1 Лекция №1 Классификация двигателей внутреннего сгорания. Основные термины и понятия.....	3
1.2 Лекция №2 Трансмиссия тракторов и автомобилей.....	9
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ.....	15
2.1 Лабораторная работа № ЛР-1 Кривошипно-шатунный и газораспределительный механизмы двигателей внутреннего сгорания.....	15
2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Ходовая часть тракторов и автомобилей.....	34
2.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Рабочее и вспомогательное оборудование тракторов и автомобилей.....	52

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.

1. 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):

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

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.

$$V_l = 10^3 V_h * i, \quad \text{л.}$$

где V_h – рабочий объем одного цилиндра, м³;

i – количество цилиндров двигателя.

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

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

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°). 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° 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° 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° . 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 ΔH_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, расходующую 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, расходующаяся 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 тракторов и автомобилей»

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 и автомобилей?

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 агрегатируемых 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 трактористом 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 теплового зазора 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 вос-

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

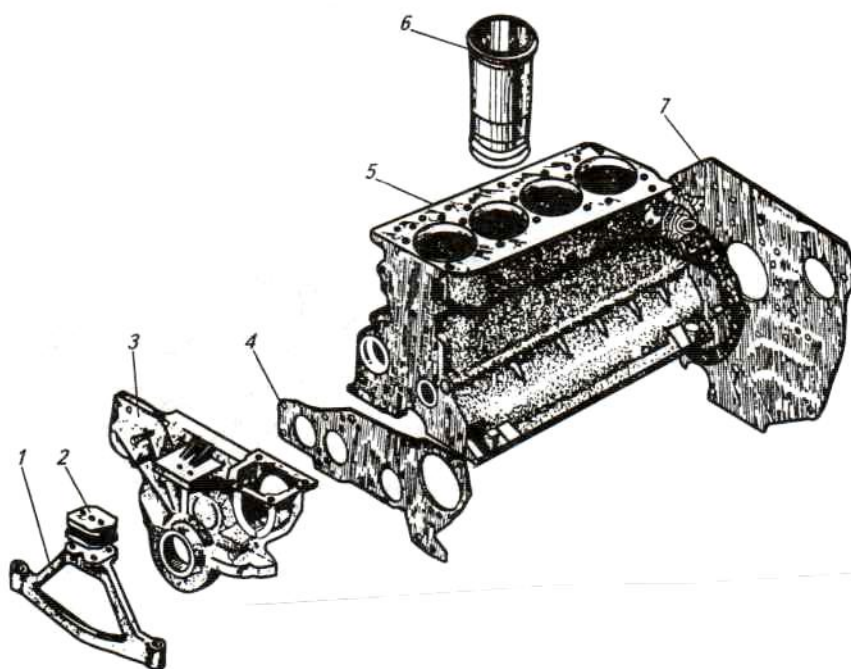


Рисунок 1 – Блок-картер рядного двигателя:

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

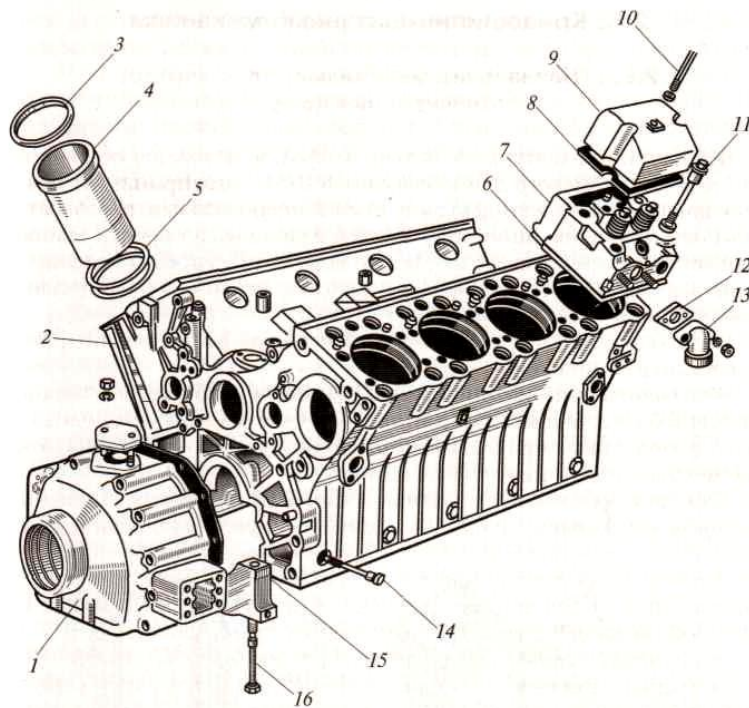


Рисунок 2 – Блок-картер V-образных двигателей:

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

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 пояса 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.

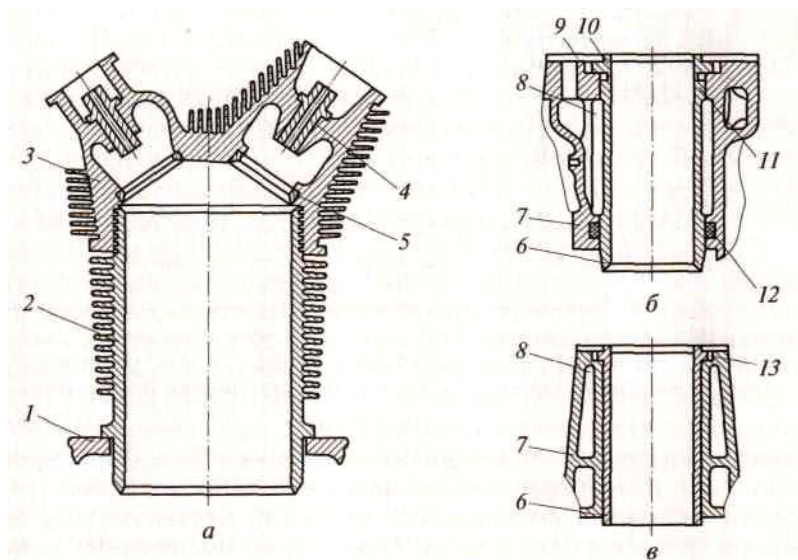


Рисунок 3 – Цилиндр и гильзы цилиндров двигателя:

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 разбрызгивания 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 подшипники скольжения 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 цилиндров воспринимают 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).

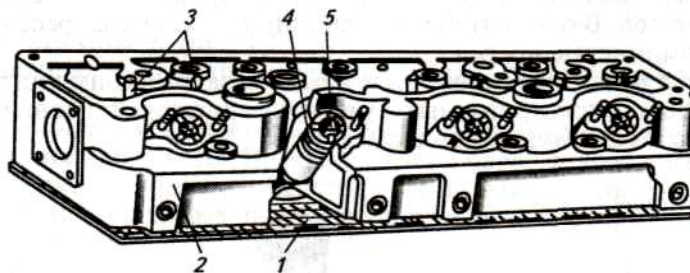


Рисунок 4 – Головка блока цилиндров дизеля Д-245:

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 оребрения 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.

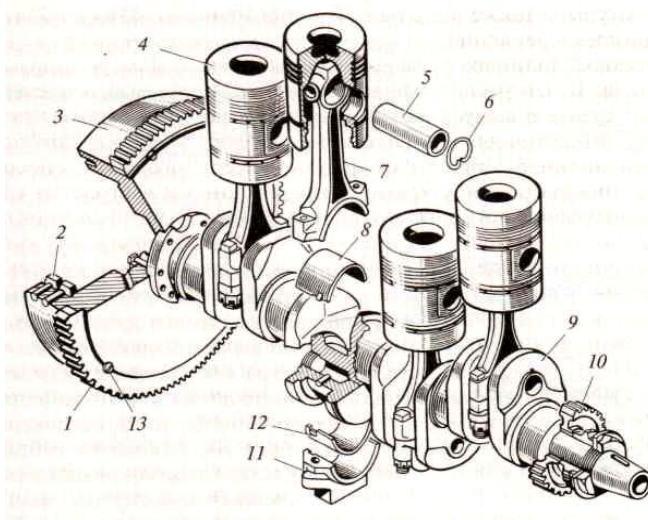


Рисунок 5 – Кривошипно-шатунный механизм рядного двигателя:

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'.

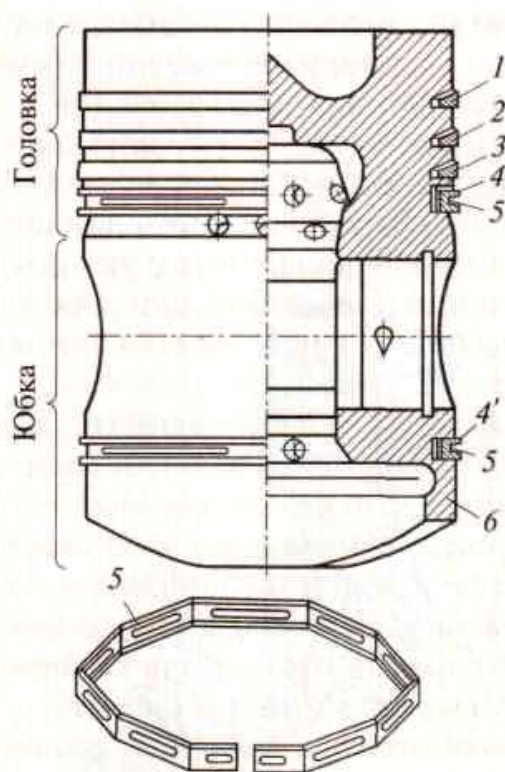


Рисунок 6 – Поршень в сборе с кольцами:

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.

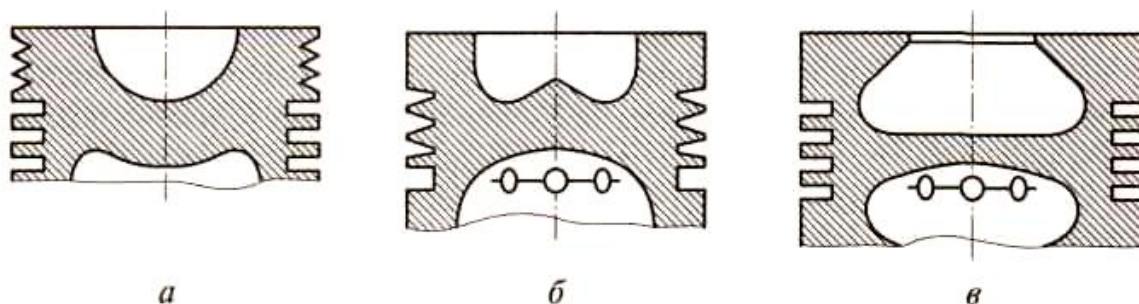


Рисунок 7 – Формы днищ поршней дизелей
а - Д-144 и Д-121А1; б - СМД, Д-440, ЯМЗ, КамАЗ; в - Д-245, Д-160

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.

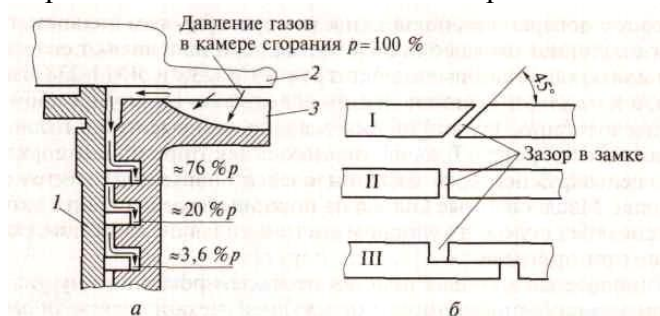


Рисунок 8 – Работа компрессионных поршневых колец и форма стыка их замка:

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 наличием 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.

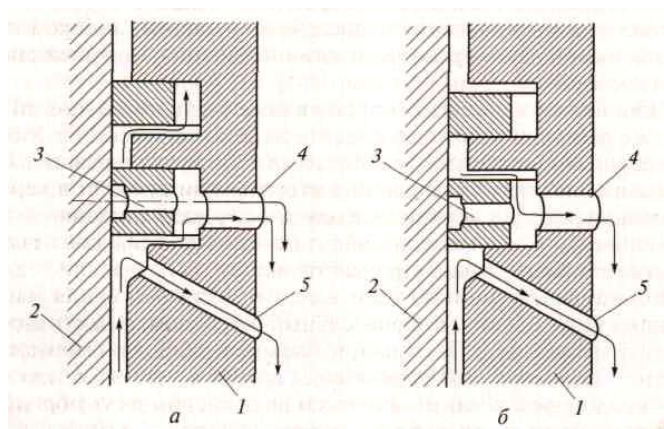


Рисунок 9 – Схема работы маслосъёмных колец при движении поршня:

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

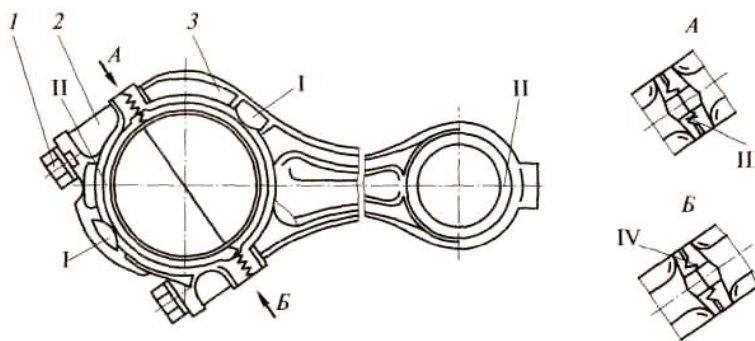


Рисунок 10 – Шатун дизеля и расположение на нём меток:

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

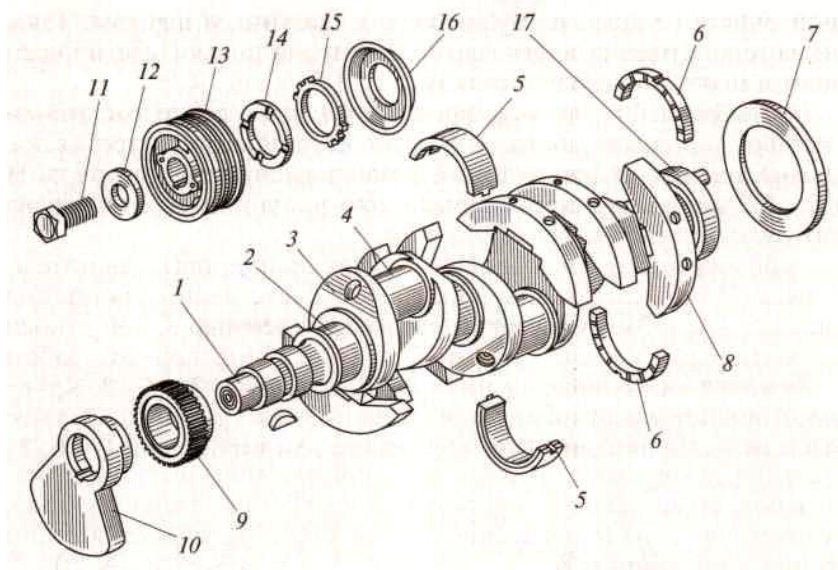
Нижнюю головку шатуна изготавливают разъёмной. Разъём может быть прямым (90°) или косым (30...60°). Косой разъём позволяет уменьшить радиус окружности, описываемой нижней частью шатуна при вращении, проход его через цилиндр при сборке двигателя, а также его массу. Для повышения надёжности соединения 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

Чтобы ограничить осевые перемещения коленчатого вала от усилия работы косозубых 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).



1 — передний конец вала (носок); 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

24

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 литого 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 чугун.

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, поворачиваясь 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.

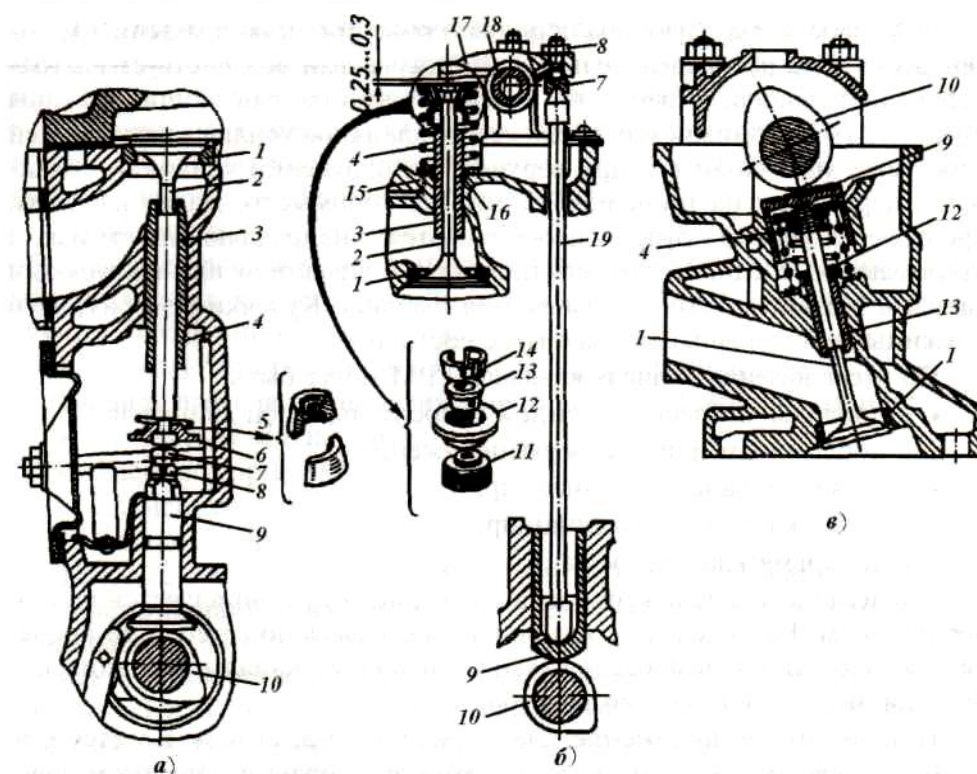


Рисунок 12 – Схемы механизмов газораспределения с различным расположением клапанов:

а — 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 колесики.

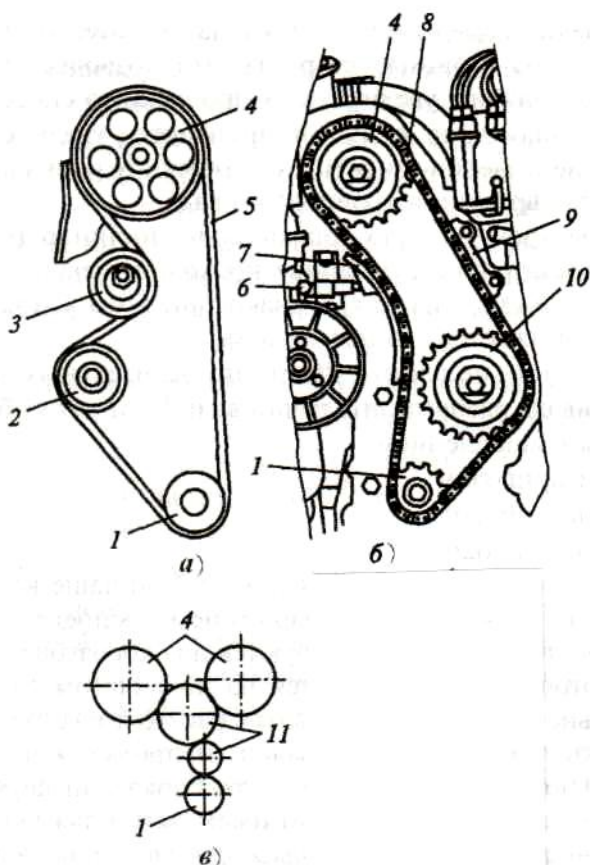


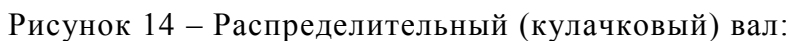
Рисунок 13 — Различные способы привода распределительного вала: а — ремённый; б — цепной; в — с зубчатым зацеплением: 1 — коленчатый вал; 2 — жидкостной насос; 3 — натяжной ролик; 4 — распределительный вал; 5 — приводной ремень; 6 — натяжитель цепи; 7 — башмак натяжителя цепи; 8 — цепь; 9 — успокоитель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

Чаще всего используются роликовые двухрядные или однорядные цепи.

В ремённом приводе (рис. 13, а) используется зубчатый ремень. Преимущества ремённого 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.

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.

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.



- Для предотвращения осевых перемещений валов от действия усилий косозубых шестерён 6 привода 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.

28



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

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:

- грибковые 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 грибовый 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.

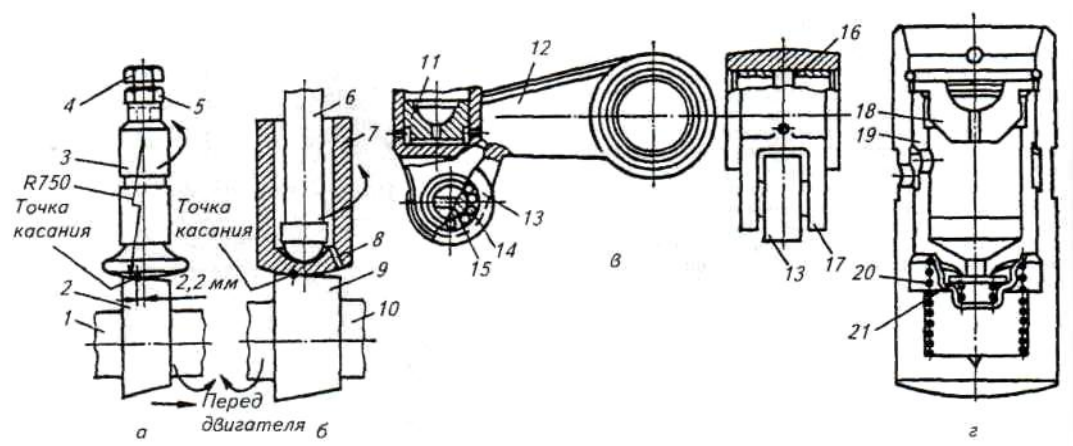


Рисунок 16 – Конструктивные схемы толкателей:

а, б — грибообразный и цилиндрический со сферическими опорными поверхностями; *в* — роликовый; *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 тьюльпанообразной головкой II используют в основном как впускные. Реже используют в качестве выпускных клапаны с выпуклой головкой.

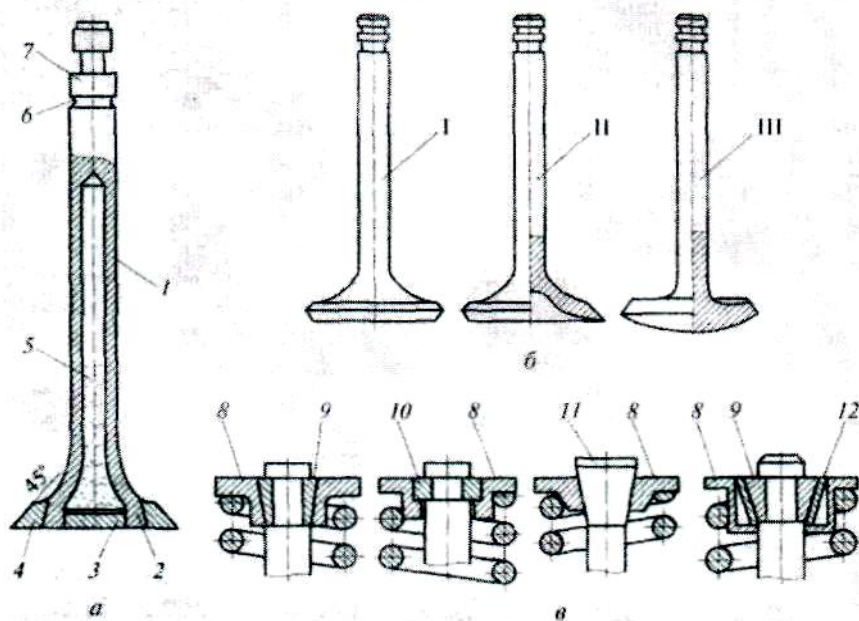


Рисунок 17 – Впускные и выпускные клапаны:

а — устройство клапана; *б* — формы головок клапанов (I — плоская; II — тьюльпанообразная; 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 го-

ловки 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 коромысел 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.

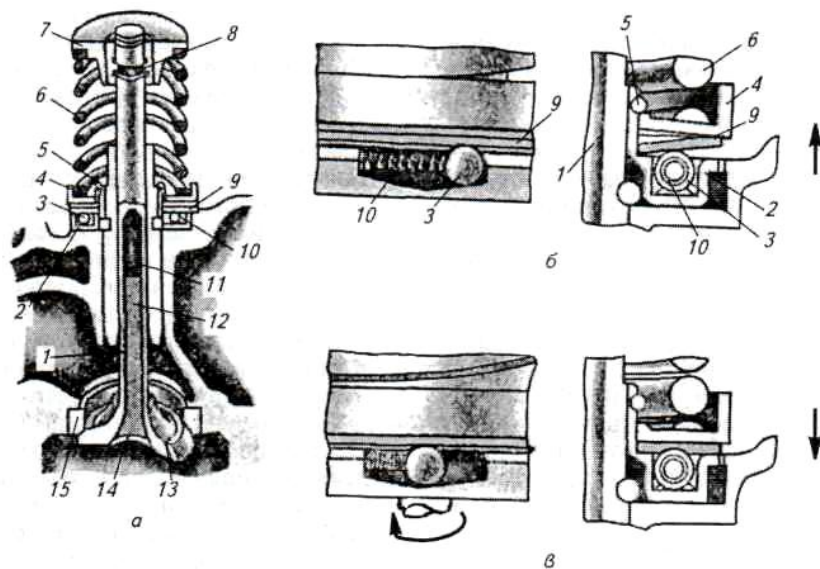


Рисунок 18 – Выпускной клапан в сборе механизма газораспределения двигателя ЗИЛ:
1 — выпускной клапан; 2 — неподвижный корпус механизма поворота клапана; 3 — шарик; 4 — упорная шайба; 5 — замочное кольцо; 6 — пружина клапана; 7 — верхняя опорная шайба пружины клапана; 8 — сухарь; 9 — дисковая пружина; 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 по-

ворачивают 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 объеме цилиндра, последний должен максимально заполняться горючей смесью или воздухом. Увеличение продолжительности открытия впускного клапана способствует лучшему наполнению цилиндра двигателя. 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).

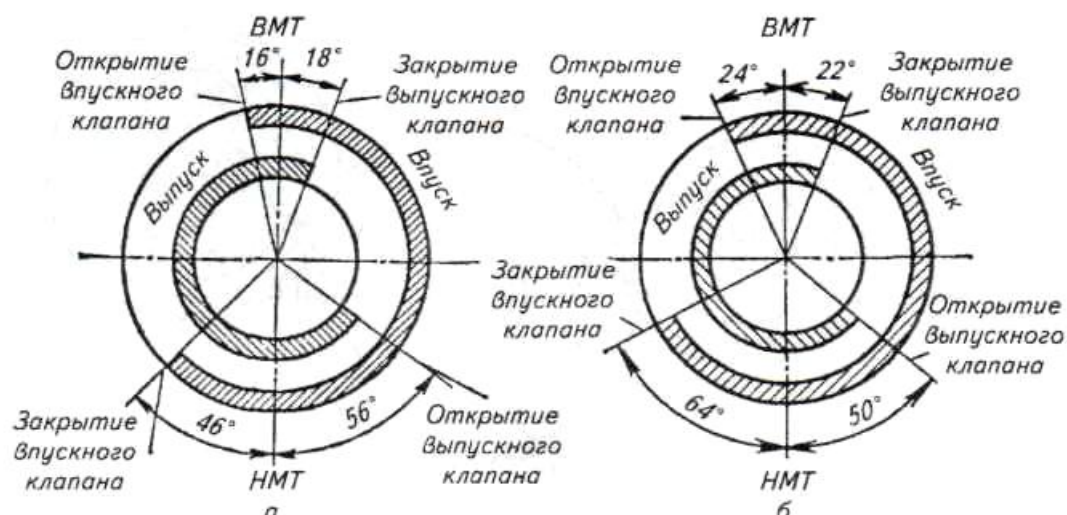


Рисунок 19 – Диаграммы фаз газораспределения двигателей Д-245 (а) и ЗМЗ-53 (б)

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° (в двигателе П-23У) до 60° (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 тракторов и автомобилей»

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 автомобилей и тракторов.
2. Изучить классификацию подвесок автомобилей и 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.

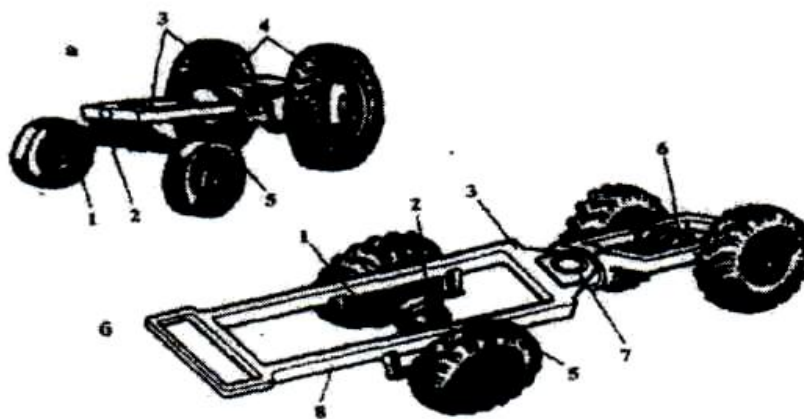


Рисунок 1 – Ходовая часть колёсного трактора:

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

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.

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.

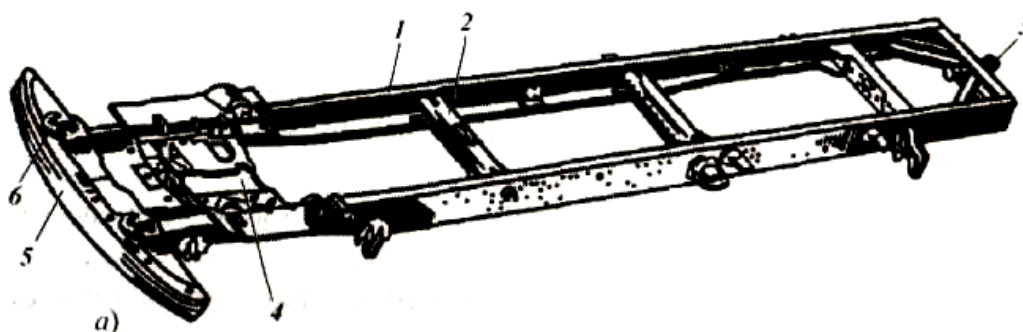


Рисунок 2 – Рама грузовых автомобилей

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).

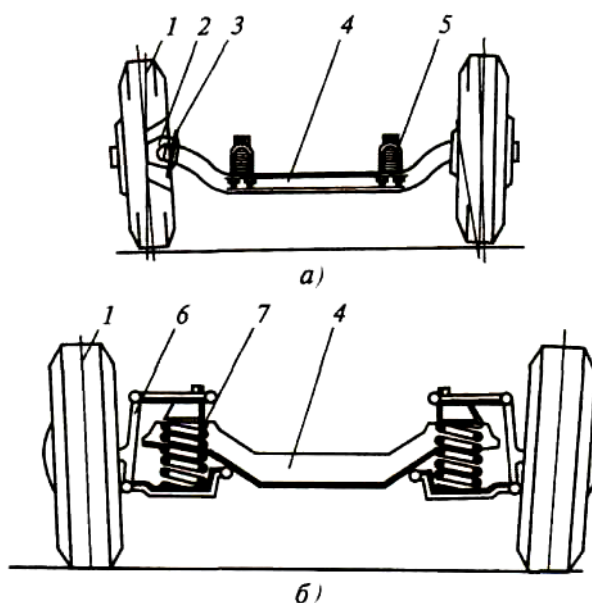


Рисунок 3 – Подвески колёс:

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.

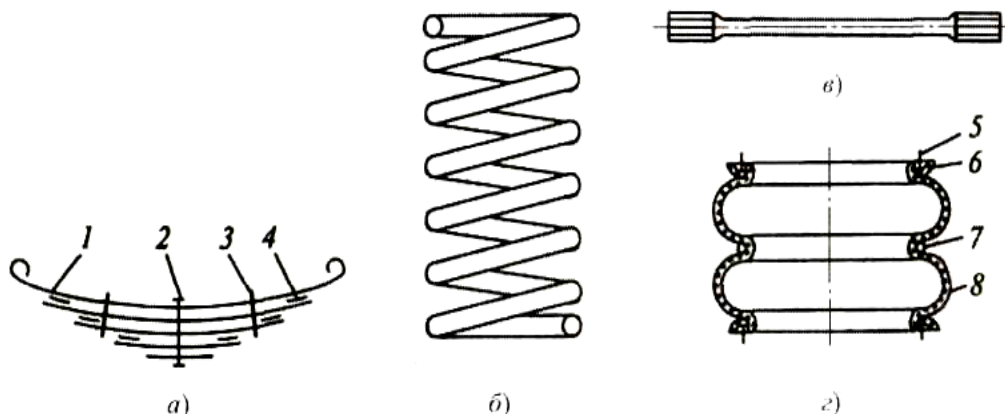


Рисунок 4 – Упругие элементы подвесок:

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

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

- передние колёса не имеют подвески и жёстко соединены с остовом (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; Беларус 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 приклепан вспомогательная накладка 8. На пальце 20 установлен опорный сухарь. Концы паль-

ца 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.

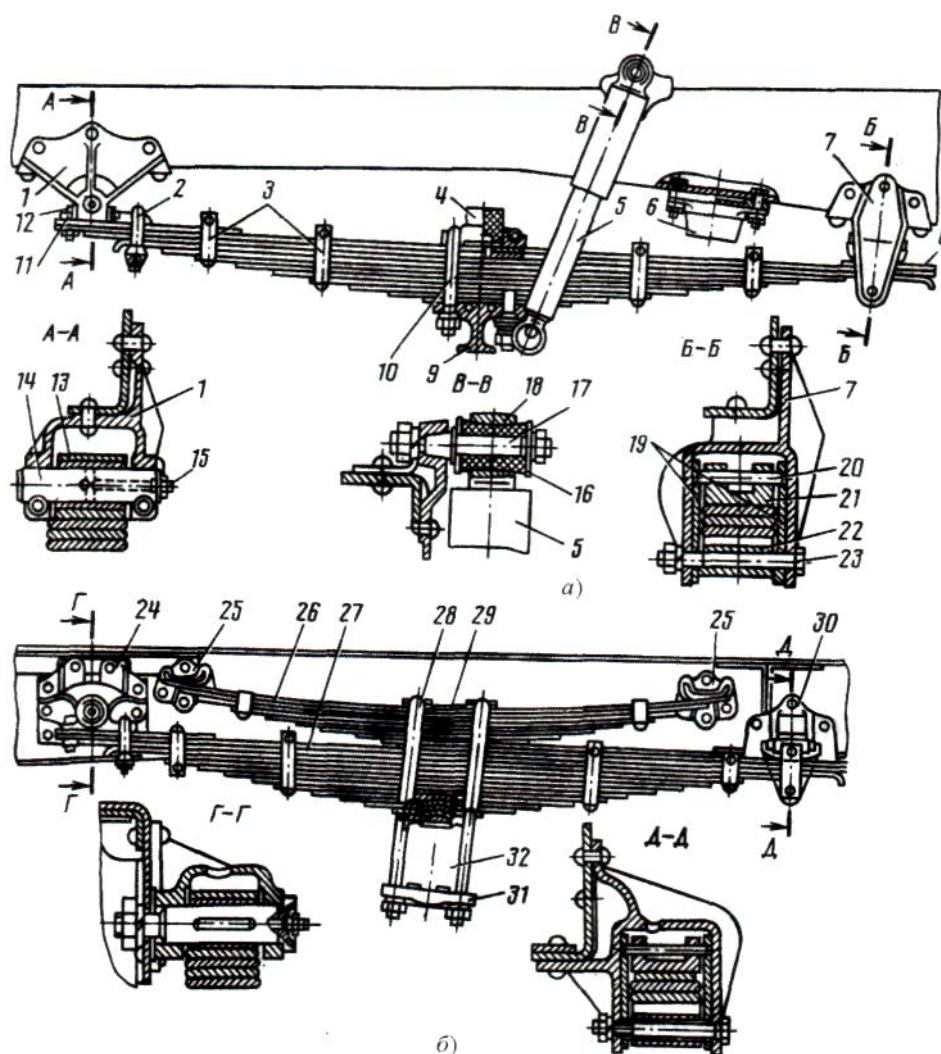


Рисунок 5 – Зависимая подвеска автомобиля ЗИЛ-4314:

а) передний мост; б) задний мост

Прогибы рессоры ограничиваются упорными резиновыми буферами 4 и 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 прикре-

плена 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.

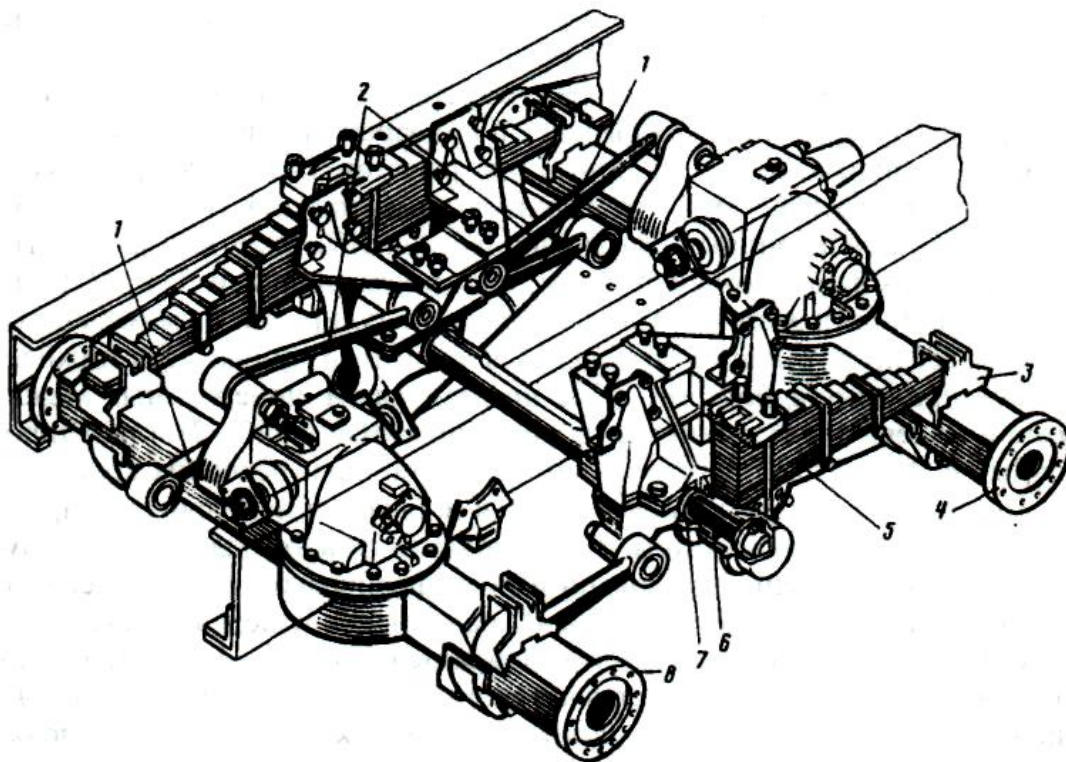


Рисунок 6 – Балансирная подвеска трёхосного грузового автомобиля КамАЗ

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 многозвенник, необходимая кинематика которого обеспечивается большим числом шарнирных соединений.

При балансирной подвеске оба задних моста образуют тележку, которая может качаться вместе с рессорами на оси 6 и, 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 местами 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 качания 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).

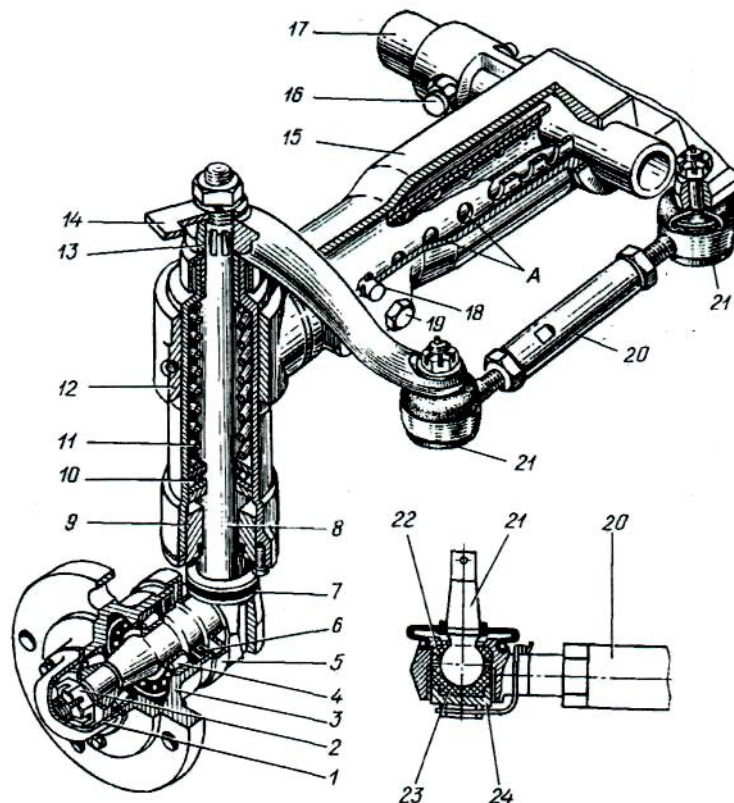


Рисунок 7 – Передний мост тракторов типа МТЗ с колёсной формулой 4К2

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.

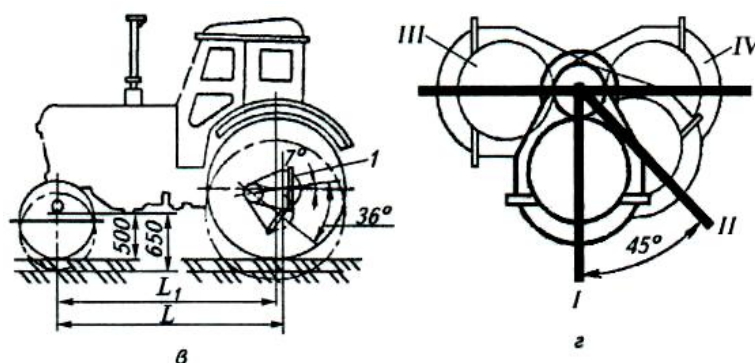


Рисунок 8 – Способы регулирования колеи и базы тракторов

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 изменяют 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, г, 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.

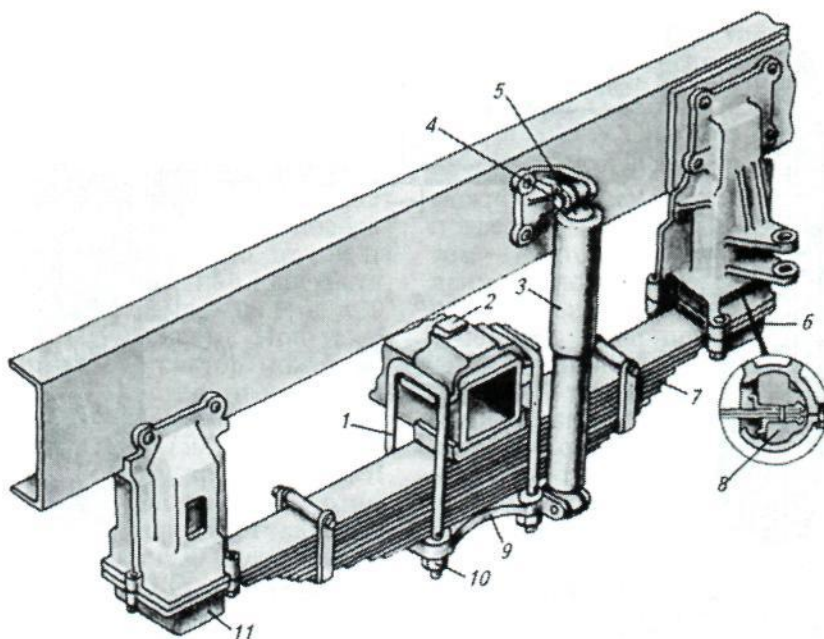


Рисунок 9 – Подвеска переднего моста трактора ХТЗ-1722

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 крученых нитей различных волокон (хлопка, вискозы, капрона, нейлона, лавсана) или стальной проволоки (металлокорд). Брекер 2 связывает каркас 3 с протектором 1 и состоит из нескольких слоев резинокорда.

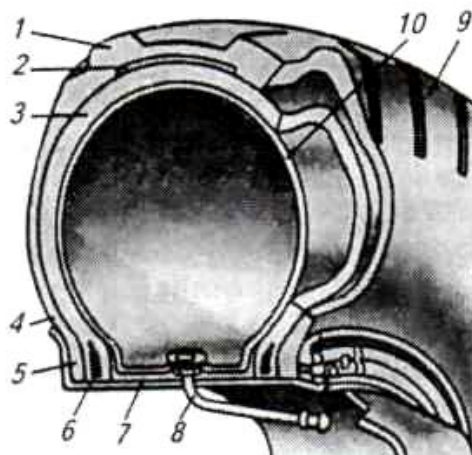


Рисунок 10 – Автомобильная шина:

1—протектор; 2— брекер; 3—каркас; 4 — боковина; 5 —борт; 6—сердечник; 7— ободная лента; 8— вентиль; 9— покрышка; 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°, у радиальной шины угол наклона нитей корда каркаса равен нулю, а угол наклона нитей корда брекера — не менее 65°. 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.

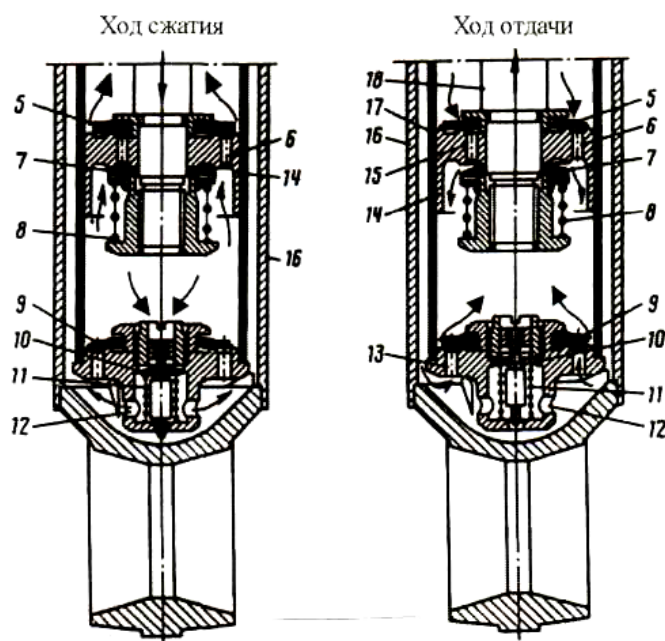


Рисунок 11 — Гидравлический амортизатор двухстороннего действия

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.

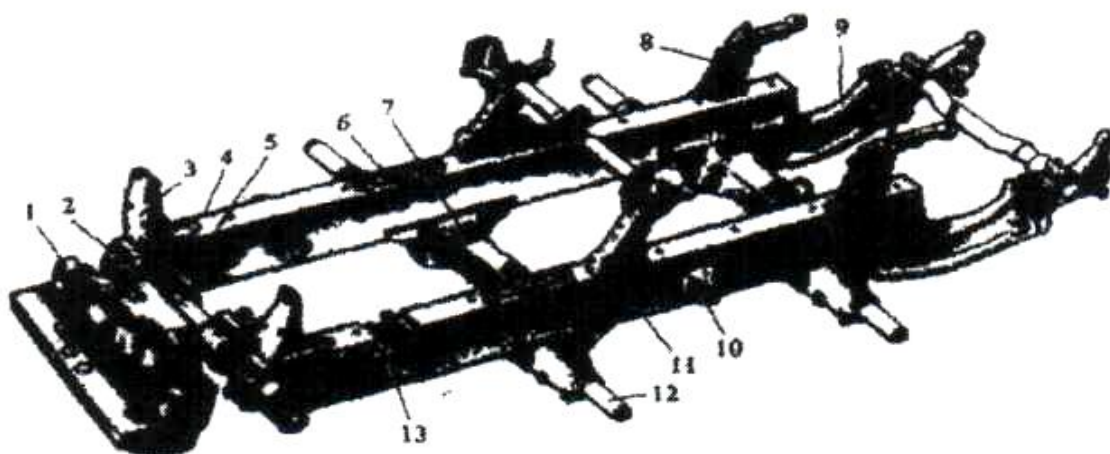


Рисунок 1 – Остов гусеничного трактора ДТ-75М:

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.

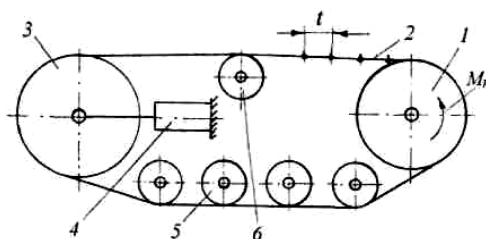


Рисунок 2 – Схема гусеничного движителя

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 шпорой.

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.

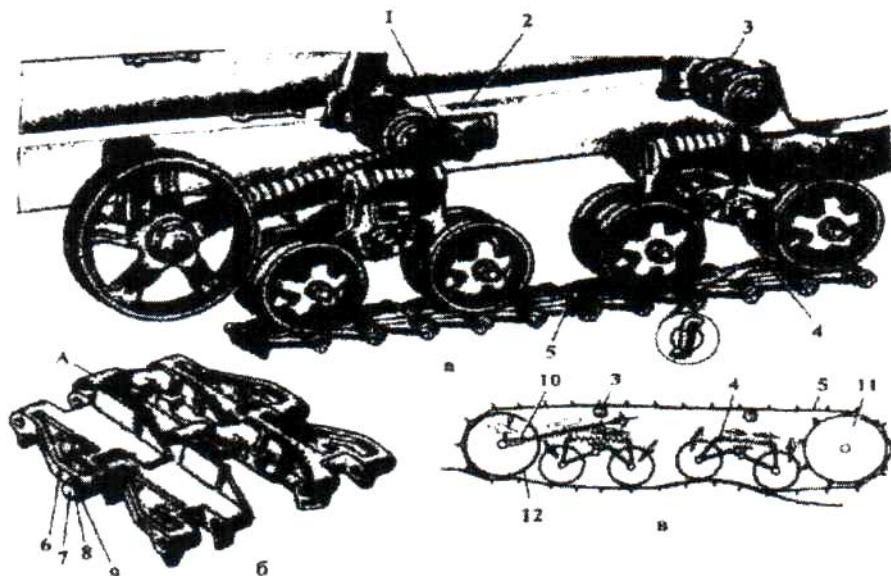


Рисунок 3 – Гусеничный движитель трактора ДТ-75М:

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.

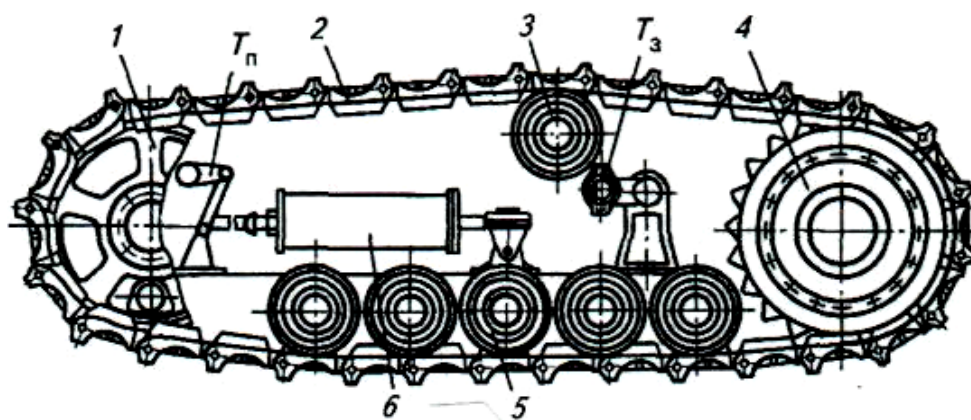


Рисунок 4 – Ходовая часть трактора Т-70С:

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 натяжном винте передаётся усилие предварительно сжатой пружины 4 амортизирующего устройства, уменьшающего силу ударов по деталям тележки 5, передающуюся на остов трактора.

При использовании балансирных или индивидуальных подвесок, когда тележка гусеничных рам отсутствует, направляющее колесо 2 (рис. 6) вместе с натяжным винтом 6 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.

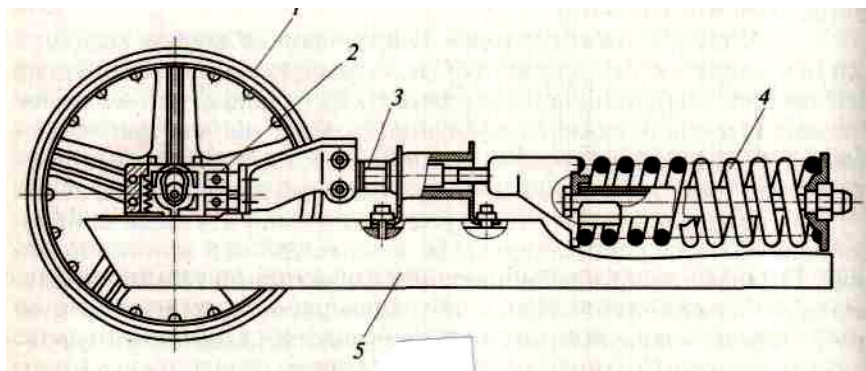


Рисунок 5 – Схема установки направляющего колеса на ползуне:

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.

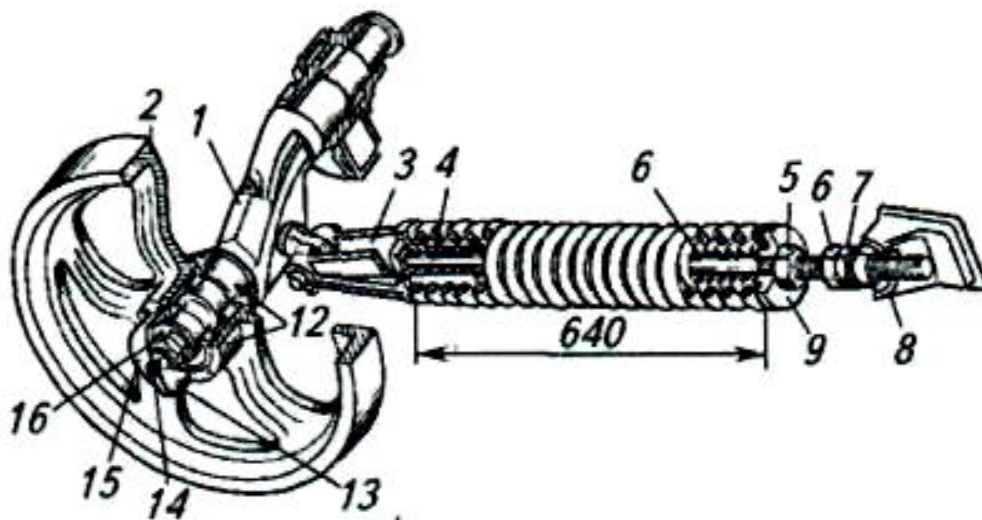


Рисунок 6 – Натяжное устройство трактора с балансирной подвеской

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 1 (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.

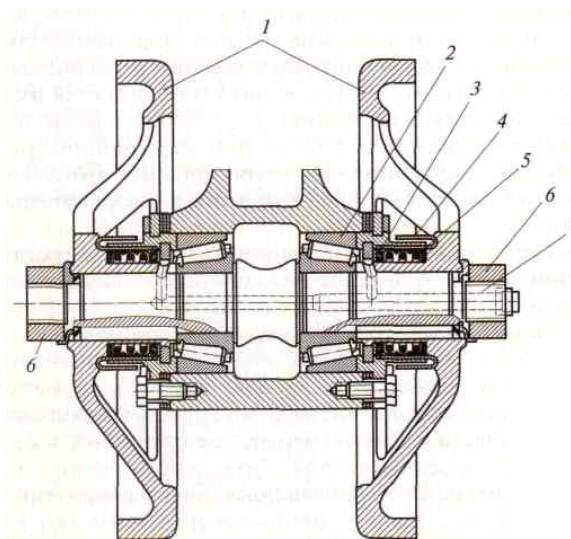


Рисунок 7 – Опорный каток с гладким ободом:

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

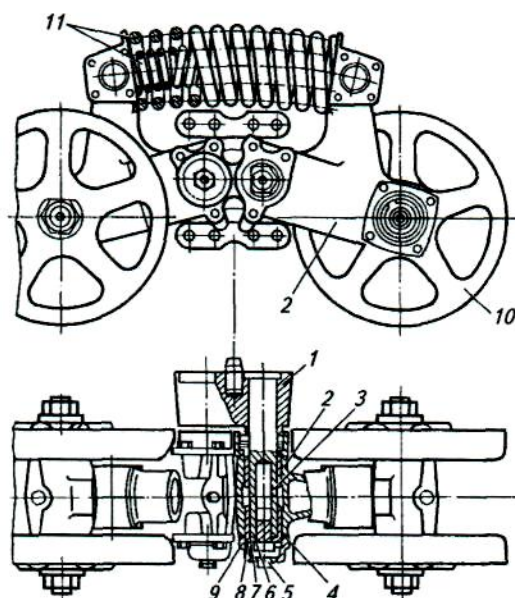


Рисунок 8 – Каретка подвески трактора ХТЗ-150-09

Каретка представляет собой четырёхколёсную тележку, состоящую из двух балансиров и четырёх опорных катков (рис. 8). У трактора ХТЗ-150-09 балансиры по своей конструкции 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 материалом, 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 защиты от абразивных частиц в гнездах подшипников всех колёс ходовой части установлены торцевые уплотнения. Каждое такое уплотнение является подвижным торцевым уплотнением, которое сверху закрыто лабиринтным уплотнением — «пыльником», предотвращающим попадание грязи и пыли. Зазор в конических подшипниках регулируют прокладками под крышкой подшипников. Порядок регулировки: убирают по очереди прокладки, затягивают 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 балансиrom общей осью. Внешний (большой) балансир своим центральным отверстием на втулках свободно насажен на цапфу поперечного бруса рамы. Балансиры в своей верхней части распираются 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 сменные 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 полужёсткой и эластичной.

Полужёсткая подвеска может быть трёх- и четырёхточечной. В трёхточечной подвеске обе гусеничные тележки с жёстко 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 возможность поворота одной тележки относительно другой в вертикальной плоскости при переезде через препятствие. Такая подвеска применена на тракторах Т-130М, Т-4А.

В четырёхточечной полужёсткой подвеске каждая гусеничная тележка с жёстко 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: «Рабочее и вспомогательное оборудование тракторов и автомобилей»

2.3.1 Цель работы: изучить конструкцию и работу механизма навески, прицепных устройств тракторов и приводной лебёдки автомобиля, а также гидравлической системы

2.3.2 Задачи работы:

1. Изучить назначение и требования к навесным механизмам тракторов.
2. Изучить конструкцию механизма навески тракторов.
3. Изучить схемы различных типов наладки механизма навески тракторов.
4. Изучить конструкцию прицепных устройств тракторов и автомобилей.
5. Изучить конструкцию и работу приводной лебёдки автомобилей.
6. Изучить назначение и требования к раздельно-агрегатной гидросистеме тракторов
7. Изучить схему общей компоновки агрегатов гидросистемы на тракторе.
8. Изучить назначение, принцип работы и маркировку гидронасосов.
9. Изучить назначение, принцип работы и маркировку гидроцилиндров.

2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Плакаты по конструкции деталей и узлов рабочего и вспомогательного оборудования тракторов и автомобилей
2. Стенд «Гидравлическая система тракторов»
3. Стенд «Навесная система тракторов»

2.3.4 Описание (ход) работы:

Механизм навески тракторов и автомобилей

Агрегатирование с трактором различной техники осуществляется с помощью гидравлической навесной системы, которая состоит из подъёмно-навесного устройства (механизм навески) и гидросистемы.

Подъёмно-навесные устройства - механизмы навески. Они служат для соединения с трактором различных сельскохозяйственных или промышленных машин навесного типа.

Подъёмно-навесные механизмы можно классифицировать: по признакам их универсальности, месту расположения и кинематике связи с трактором, типу буксировки и способу соединения с навесной машиной.

Универсальное подъёмно-навесное устройство является принадлежностью трактора и позволяет присоединять к трактору большое количество самых различных машин и орудий. С этой целью эти устройства стандартизированы и разделены на четыре категории в соответствии с категорией трактора и мощностью передаваемой через ВОМ.

Навесные сельскохозяйственных машин и орудия менее металлоёмки по сравнению с прицепными и могут быть навешены сзади, с боков, спереди и под рамой трактора. Такой агрегат маневреннее, удобнее в управлении и требует меньших поворотных полос.

Конструкция механизма навески должна обеспечивать:

- лёгкость, простоту и надёжность соединения;
- необходимый диапазон вертикального перемещения навешенной техники;
- самозаглубляемость рабочих органов почвообрабатываемых орудий (главным образом у плугов);
- возможность свободного поперечного смещения орудия в рабочем положении относительно трактора при пахоте и других операциях сплошной обработки поля;
- хорошее копирование рельефа поверхности;
- возможность регулирования рабочего положения машины в вертикальной и горизонтальной плоскостях;
- устойчивое движение машины за трактором;
- лёгкость поворота МТА в рабочем и транспортном положениях;
- возможность блокирования в рабочем положении поперечного смещения машин, выполняющих посев и междурядную обработку;
- подъём машин или орудий в транспортное положение с надёжным блокированием от опускания, раскачивания и с обеспечением необходимой проходимости МТА по полевым и просёлочным дорогам;
- необходимую грузоподъёмность, соответствующую категории трактора;

У механизмов навески тракторов и навесных машин есть элементы со специфическими названиями:

- присоединительные точки - места шарнирных соединений навесной машины с тягами механизма навески. Под точками подразумеваются геометрические центры шаровых шарниров, которыми оканчиваются верхняя и нижняя тяги;
- присоединительный треугольник - фигура, получаемая путём условного соединения верхней и нижних присоединительных точек на навесной машине.

Механизм навески состоит из трёх рычагов: двух нижних тяг 1 (рис. 1) и верхней центральной тяги 2. Тяги крепят к остоу трактора шарнирно (в точках *A*, *B*, *C*). Машину также шарнирно крепят на других концах тяг (в точках *D*, *E*, *F*) — жёсткий присоединительный треугольник. При таком соединении машина жёстко соединена с тягами и относительно остова трактора может перемещаться только в вертикальном направлении. Такое соединение называют трёхточечной схемой крепления механизма навески.

Если свести вместе точки *A* и *C* соединения нижних тяг с трактором (рис. 1, б), то получим двухточечную схему крепления. Она позволяет не только перемещать машину в вертикальном направлении, но и даёт ей некоторую свободу перемещения (10...20°) в горизонтальной плоскости. Второй способ крепления применяют при работе с плугами и др. Такая навеска позволяет компенсировать без поломки машины возможные отклонения агрегата от прямолинейного движения при пахоте и аналогичных работах.

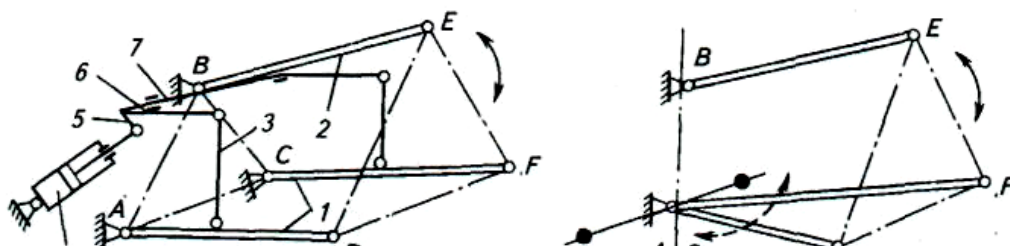


Рисунок 1 – Схемы механизма навески:

а — трёхточечная схема крепления механизма навески; б — двухточечная схема; 1 — нижние тяги; 2 — верхняя центральная тяга; 3 — раскос; 4 — гидроцилиндр; 5 — поворотный рычаг; 6 — подъёмный рычаг; 7 — поворотный вал; А, В, С — точки крепления тяг к трактору; D, E, F — точки соединения с навесной машиной (присоединительный треугольник)

Подъём, опускание и удержание машины в заданном положении осуществляют гидросистемой управления механизма навески. Нижние тяги 1 соединены раскосами 3 с подъёмными рычагами 6, закреплёнными на поворотном валу 7. Гидроцилиндр 4 воздействует на поворотный вал через поворотный рычаг 5.

При работе агрегата необходимо обеспечить точное положение рабочих органов сельскохозяйственных машин в плоскостях: вертикальных поперёк и вдоль движения, горизонтальной поперёк движения. Положение машины в продольной вертикальной плоскости регулируют, изменяя длину центральной тяги, в поперечной вертикальной плоскости — изменяя длину раскосов, в горизонтальной поперечной — изменяя длину нижних тяг.

Задние универсальные трёхточечные механизмы навески применяют для всех тракторов тяговых классов 0,6; 0,9; 1,4; 2, а механизмы навески трёхточечные с возможностью их перерегулирования на двухточечные, то есть универсальные — для тракторов тяговых классов 3; 4; 5; 6; 8. В этом случае нижние тяги подсоединяются к трактору не в двух разнесённых точках, а в одной общей (посередине), либо в двух максимально сближенных. При такой наладке кинематика относительного движения трактора и машины в навесном варианте идентична кинематике в прицепном варианте.

Двухточечная регулировка обычно применяется при агрегатировании гусеничных тракторов с плугами, что позволяет таким агрегатом совершать криволинейное движение с заглублёнными рабочими органами без поломок и повреждений, а трёхточечная — при агрегатировании трактора с широкозахватными машинами или орудиями, так как она обеспечивает устойчивый их ход относительно трактора в горизонтальной плоскости.

Для повышения эксплуатационных качеств некоторые тракторы оснащаются не только задним, но и фронтальным универсальным механизмом навески. Чаще всего это универсально-пропашные тракторы второй категории, которые при такой комплектации смогут выполнять пропашные работы с совмещением операций: одна операция выполняется машиной во фронтальной навеске, а вторая — другой машиной в задней навеске.

К фронтальному механизму навески предъявляют те же требования, что и к заднему, а кроме того, не допускается свободное поперечное смещение машины-орудия относительно трактора.

С этой целью у фронтального механизма навески обе нижние тяги соединены в единую жёсткую конструкцию.

Фронтальный механизм навески крутосклонного трактора работает в тяговом режиме буксировки, поэтому конструктивно не отличается от заднего универсального механизма навески.

Рассмотрим конструкцию механизма навески тракторов ДТ- 75МВ, ВТ-100Д. Сам механизм крепится к корпусу заднего моста в бугелях. Нижние тяги 19 (рис. 2) шарнирно соединены с нижним валом 28. Внешние концы тяг имеют сферические шарниры с отверстиями, через которые проходят соединительные пальцы крепления сельскохозяйственной машины. После соединения пальцы шплинтуют. На рисунке 2 показана двухточечная навеска. Для получения трёхточечной навески внутренние шарниры раздвигают по валу 28 от центра к бугелям и стопорят. Длину правой тяги можно изменять, вынув стопорный палец 24 и выдвинув из трубы внешний конец тяги.

Тяги 16 и 17 раскосов имеют правую и левую резьбу. Вращая двойную гайку 15, можно изменять их длину. При работе с широкозахватными машинами вынимают палец из правой вилки правого раскоса. Это позволяет машине копировать неровности почвы по ширине.

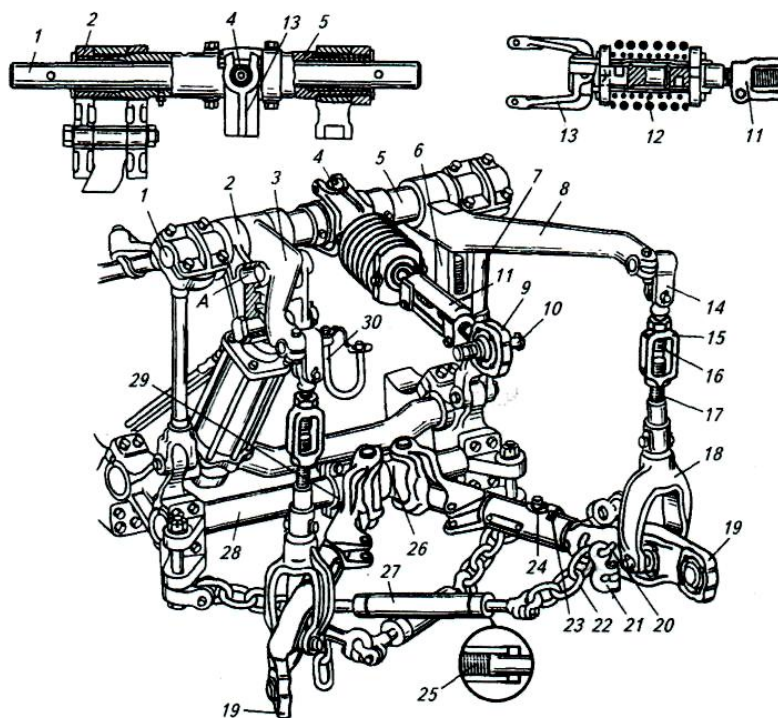


Рисунок 2 – Механизм навески тракторов ДТ-75МВ и ВТ-100Д

Центральная тяга шарнирно соединена с поворотным валом. Её внешний конец также имеет сферический шарнир крепления с сельскохозяйственной машиной. Двухсторонний пружинный амортизатор 12 демпфирует толчки. Двойная гайка 11, как и у раскосов, позволяет изменять длину тяги, обеспечивая движение переднего и заднего корпусов плуга на одной глубине.

Цепи 22 служат для ограничения раскачивания машины в транспортном положении. Для их регулировки поднимают машину в транспортное положение и муфтой 27 натягивают цепи. Перемещение внешних концов тяг не должно превышать ± 20 мм. При опущенном механизме навески цепи должны провисать.

Для работы с машинами, требующими принудительного заглубления рабочих органов, левый подъёмный рычаг 3 соединяют с поворотным рычагом пальцем (отверстия А), вынув его из упорного кронштейна.

Если механизм навески не используют, то центральную тягу закрепляют в фиксаторе 30.

Механизм навески универсально-пропашных тракторов (МТЗ, Т-30А, ЛТЗ-55). Нижние тяги имеют удлинители 10 (рис. 3). Правый раскос состоит из двух телескопических труб, в которых находится винт с гайкой 17, приводимой во вращение через шестерни 16 рукояткой 15. Обычно регулируют правый раскос, левый устанавливают на постоянную длину 515 мм.

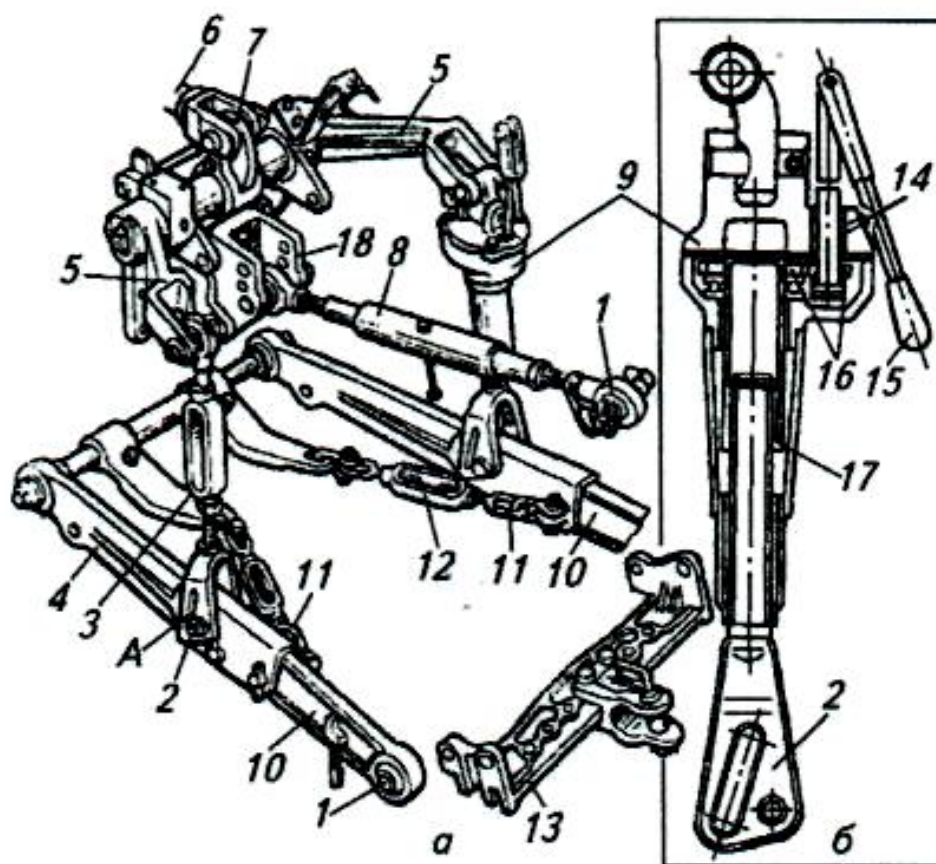


Рисунок 3 – Механизм навески тракторов МТЗ

Правый раскос в нижней части имеет прорезь, в которую вставляется присоединительный палец при работе с широкозахватными орудиями, что обеспечивает лучшее копирование орудием рельефа почвы.

Сцепные устройства предназначены для соединения тягача с прицепной сельскохозяйственной машиной, прицепом или другим буксируемым средством. Эти устройства делятся на тягово-сцепные и опорно-сцепные.

Требования к сцепным устройствам: надёжность сцепки; обеспечение необходимой свободы агрегату и автопоезду при поворотах; удобство и быстрота сцепки и разъединения элементов автопоезда; возможность регулирования точки прицепа; универсальность при сцепке различных видов машин и прицепов.

Тракторные сцепные устройства. Сцепное устройство тракторов общего назначения состоит из прицепной скобы 2 (рис. 4), прицепной серьги 3, фиксируемой на скобе пальцами 4, и шкворня 5. Скобу крепят через бугели 1 к корпусу заднего моста трактора. Чтобы трактор во время работы не разворачивало, сила сопротивления прицепной машины должна по возможности совпадать с вектором силы тяги трактора. Отверстия на скобе позволяют устанавливать серьгу в разных положениях на скобе, что изменяет точку прицепа по горизонтали. Переворачивая скобы и бугели, можно получить четыре варианта положения точки прицепа по высоте.

В универсальных тракторах подобное прицепное устройство крепят к нижним тягам механизма навески (рис. 4).

Соединение с трактором навесной машины или орудия через универсальный трёхточечный механизм навески достаточно просто и быстро. Однако для фиксации шаровых шарниров присоединительного треугольника механизма навески с рамой машины приходится применять ручные операции. Этот недостаток отсутствует у механизма навески с автоматической сцепкой.

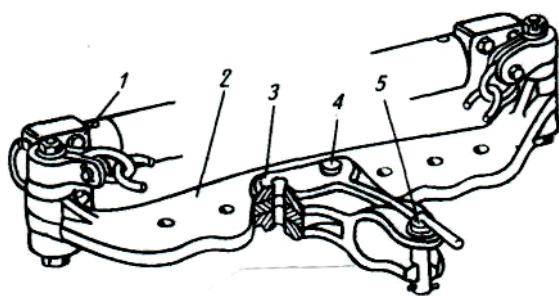


Рисунок 4 – Прицепное устройство трактора

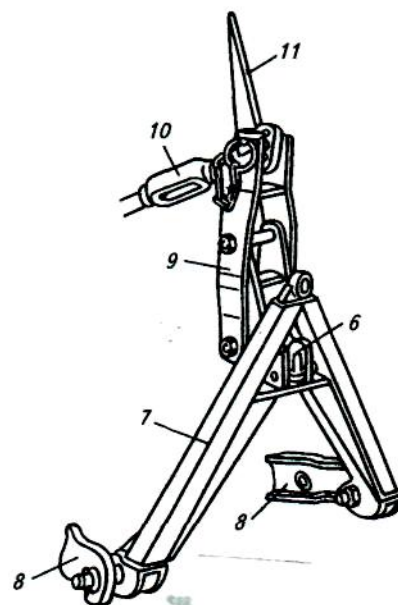


Рисунок 5 – Автоматическая сцепка

Автоматические сцепки СА-1 и СА-2 (рис. 5) предназначены для ускорения соединения навесной машины с трактором. Они представляют собой раму 7 в виде жесткого присоединительного треугольника, закреплённого во внешних шарнирах тяг. Сечение стоек рамы П-образное. Ширина стоек обеспечивает точное соединение рамы 7 с такой же треугольной рамой, закреплённой на сельскохозяйственной машине.

Тракторист, подъехав к машине и совместив плоскости рамы сцепки и рамы машины, поднимает навеску. Машина прочно соединена с трактором. Замок 6 фиксирует оба треугольника. Рукоятка 11 позволяет разомкнуть замок.

Для работы трактора на транспорте применяется гидрокрюк (рис. 6, а). Крюк 3 соединён шарнирно с кронштейном 1, который крепится снизу к корпусу заднего моста. Опускание и подъём его происходят с помощью гидравлики через тяги 8, соединённые с рычагами механизма навески. При сцепке с машиной его опускают, подъезжают задним ходом к машине, затем поднимают. При захвате крюком петли дышла прицепа защёлка 2 за ось 6 фиксирует крюк в закрытом положении. Машина зафиксирована, пока водитель не потянет за рукоятку 7, освобождая захват, и не опустит крюк.

Автомобильные сцепные устройства. Наиболее распространены соединения: тяговый крюк — сцепная петля дышла для грузовых автомобилей и шаровое — для легковых автомо-

билей. Седельно-цепные устройства применяют для соединения автомобилей-тягачей с крупнотоннажными полуприцепами.

Тяговый крюк (рис. 6, б) выпускают пяти типоразмеров. Крюк крепят в продольной балке рамы 5. После соединения с дышлом прицепа сцепная петля — крюк 3 фиксируется замком с защёлкой 2. Для демпфирования толчков со стороны прицепа крюк имеет амортизационное устройство 4 в виде резиновой втулки или пружины. Все это фиксируется в задней продольной балке рамы стопорным устройством. Крюк может поворачиваться вокруг своей оси, что позволяет автомобилю и прицепу совершать поперечные колебания при езде по бездорожью. Для разъединения автомобиля и прицепа нужно нажать на защёлку 2 замка, после чего повернуть защёлку.

Седельно-цепные устройства могут быть двух типоразмеров. Они оснащены полуавтоматической сцепкой. Седло шарнирно установлено на балансирах. Это соединение даёт возможность наклона прицепа на угол 15° в продольной плоскости и на 3° в поперечной плоскости относительно рамы тягача.

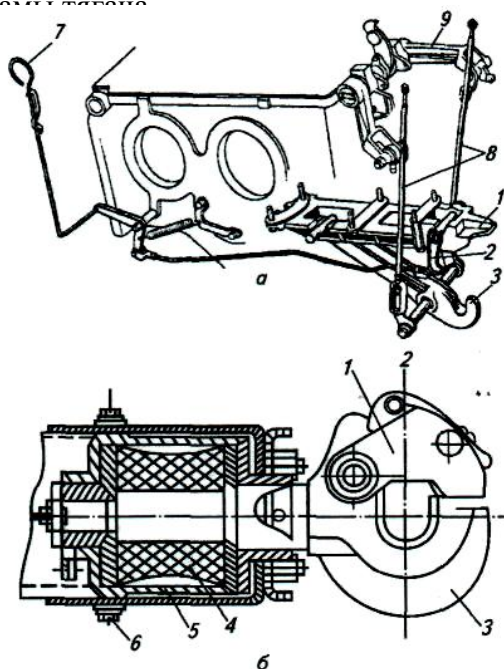


Рисунок 6 – Гидрокрюк трактора (а) и тяговый крюк автомобиля (б)

Шарнирные прицепные устройства легковых автомобилей представляют собой шаровую головку, охватываемую разрезной сферической чашкой со стяжным винтом, установленной на дышле полуприцепа. Вертикальная нагрузка на шарнир со стороны полуприцепа допускается не более 600 Н.

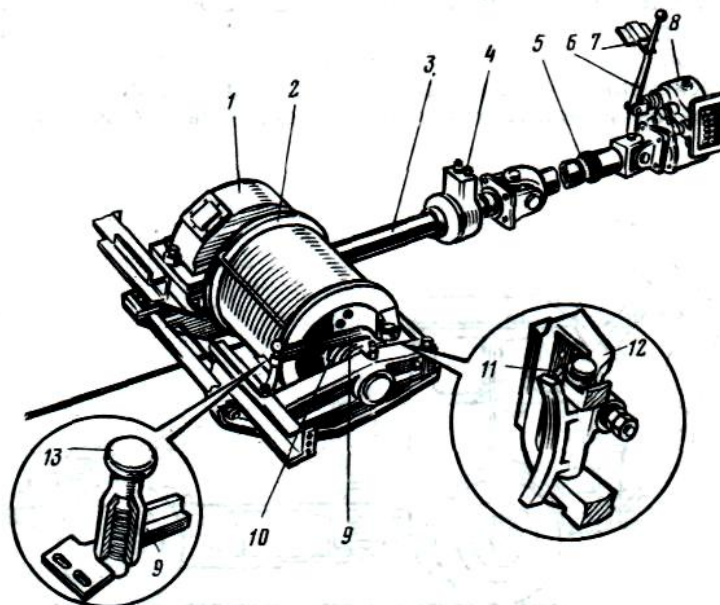


Рисунок 7 – Лебёдка и её привод

Приводная лебёдка предназначена для самовытаскивания автомобиля, вытаскивания других транспортных средств, погрузки груза на тягачи и прицепы и выполнения других операций. Приводная лебедка устанавливается на автомобилях повышенной проходимости. На автомобилях ГАЗ и ЗИЛ лебёдки устанавливают в передней части, а на автомобилях УралАЗ и КамАЗ – в средней части машины. Они приводятся в действие от коробки передач через коробку отбора мощности и карданную передачу.

Коробка отбора мощности крепится на коробке передач и имеет две передачи: одну для намотки троса на барабан лебедки и другую для размотки троса.

Лебёдка (рис. 7) и её приводное устройство автомобиля ЗИЛ состоят из: коробки 8 отбора мощности с рычагом 6 управления и замком 7 рычага; карданной передачи, состоящей из переднего 3 и заднего 5 карданных валов и промежуточной опоры 4; червячного редуктора 1; барабана 2 с тросом; вилки 9 включения с рукояткой 13 и муфты 10 включения барабана. Вилка 9 включения снабжена тормозной колодкой 12, закреплённой шарнирно на оси в ушках траверсы. При включении муфты 10 тормозная колодка 12 под действием нажимного болта 11 с пружиной упирается в торец реборды барабана, притормаживает его вращение и предотвращает возможность самораспуска троса при разматывании вручную.

Включение лебёдки производится рукояткой 13. При этом перемещается муфта 10 и выключается барабан 2 лебёдки. Затем при выключенном сцеплении рычагом 6 включается необходимая передача коробки отбора мощности и плавно включается сцепление. При этом крутящий момент двигателя передаётся через коробку передач и коробку отбора мощности, карданную передачу, червячную передачу на вал, вращая барабан, который сматывает или наматывает трос лебёдки.

Гидравлическая система тракторов и автомобилей

Гидросистема тракторов служит для трансформации и передачи энергии тракторного двигателя к различным исполнительным звеньям с целью:

- управления навесной машиной;
- управления прицепной машиной через установленные на ней гидроцилиндры;
- привода в движение рабочих органов навесных или прицепных машин через гидравлическую систему отбора мощности трактора;
- выполнения автосцепки с навесными и прицепными машинами;
- изменения и автоматического поддержания выбранной глубины почвообработки;
- корректировки вертикальной реакции почвы на движитель трактора;

- выполнения вспомогательных операций по обслуживанию трактора (изменение базы, изменение колеи, подъем остова и т.п.)-

Унифицированная отдельно-агрегатная гидравлическая навесная система тракторов (рис. 1) включает: насос 1 с приводом и механизмом включения; распределитель 5 золотникового типа с механизмом управления; масляный бак 2 с фильтром 3; основной гидроцилиндр 8; выносные гидроцилиндры; стальные трубопроводы 4 и эластичные рукава 6; запорные и быстро-соединяемые муфты 7; проходные штуцера; замедлительный клапан и уплотнительные устройства.

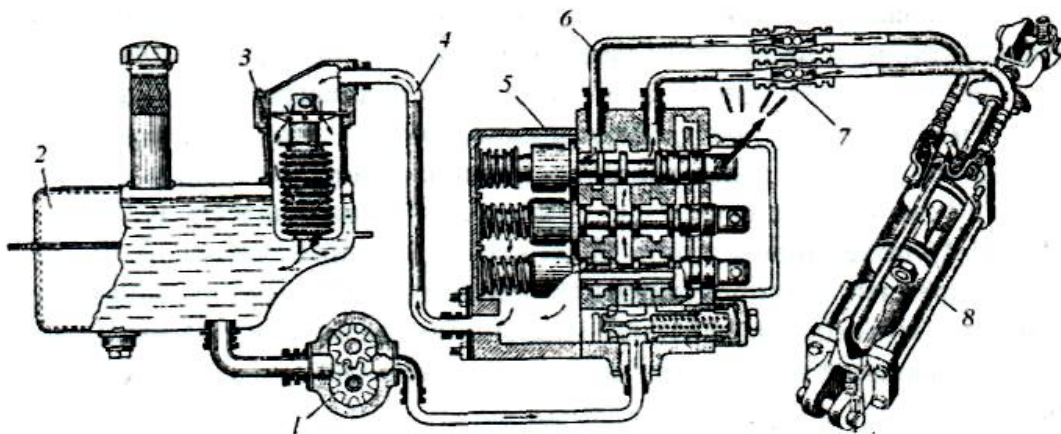


Рисунок 1 – Схема отдельно-агрегатной гидравлической навесной системы:

1 - насос; 2 - масляный бак; 3 - фильтр; 4 - стальной трубопровод; 5 - распределитель; 6 - эластичный рукав; 7 - быстро-соединяемая муфта; 8 - гидроцилиндр

Гидросистема тракторов МТЗ-80 имеет гидроувеличитель сцепного веса с гидроаккумулятором, силовой регулятор или систему автоматического регулирования глубины обработки почвы (САРГ).

Гидросистема построена так, чтобы обеспечить максимально широкую работу исполнительного звена - гидроцилиндра двухстороннего действия (или нескольких гидроцилиндров с независимым управлением).

Гидроцилиндр может иметь четыре основных состояния: движение поршня в одну сторону; движение поршня в другую сторону; фиксация поршня путем перекрытия масла входа и выхода из гидроцилиндра; возможность свободного перемещения поршня в обе стороны от внешнего усилия за счёт соединения обеих полостей гидроцилиндра между собой и со сливной магистралью. Распределитель, в который от насоса поступает поток масла под давлением, обеспечивает один из четырёх вариантов работы гидроцилиндра. В этом случае распределитель имеет один золотник с осевым перемещением в одну из четырёх позиций.

Если трактор оснащён несколькими гидроцилиндрами с независимым управлением, то распределитель должен иметь столько же золотников.

Для предохранения гидросистемы от чрезмерного повышения давления распределитель оснащается предохранительным клапаном, отрегулированным на давление не выше 20,5 МПа.

Общая компоновка гидросистемы управления навеской показана на рисунке 2. Гидро-насос 1 забирает масло из бака 4 и подаёт его в распределитель 3, который направляет масло в одну из полостей гидроцилиндра 5 (происходит подъём или опускание машины), либо перекрывает обе полости (машина зафиксирована), либо соединяет обе полости между собой — гидроцилиндр не воздействует на механизм навески. Грузоподъёмность зависит от давления и размеров гидроцилиндра, скорость подъёма — от подачи масла в гидроцилиндр.

Гидронасос является наиболее ответственным элементом гидросистемы. От него в большой мере зависит эффективность работы гидропривода. Наибольшее распространение получили шестерённые насосы типа НШ одно- или двухсекционные. Обычно в гидросистему входит один насос, реже два или три. Производительность насоса должна обеспечивать необхо-

димую скорость перемещения поршня при совместной или раздельной (в зависимости от поставленных требований) работе гидроцилиндров. Применение нескольких не зависимо включаемых насосов позволяет варьировать их совместной производительностью, что целесообразно при изменении количества используемых потребителей (цилиндров или моторов) или при необходимости изменения режима их работы.

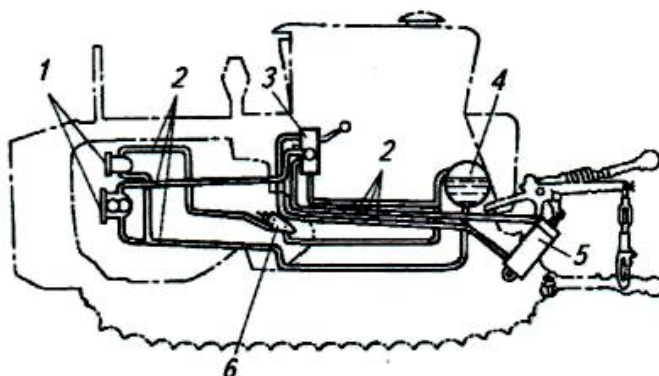


Рисунок 2 – Общая компоновка агрегатов гидросистемы на тракторе:

1 — гидронасосы; 2 — маслопроводы; 3 — распределитель; 4 — бак; 5 — рабочий гидроцилиндр; 6 — гидроусилитель сцепления

В тяжёлых сельскохозяйственных и промышленных тракторах применяют так же аксиально-поршневые насосы как регулируемого, так и нерегулируемого типов.

Насос забирает масло через всасывающую магистраль из бака, ёмкость которого должна составлять 0,5...0,8 минутной производительности насоса. Конструкция и конфигурация бака предопределяются местом его установки на тракторе и дополнительными функциями, которые он выполняет (например, на бак могут устанавливаться и крепиться к нему насос, рулевая колонка, распределитель и т.д.). Поэтому баки могут выполняться штампованными, сварными и литыми из чугуна или лёгких алюминиевых сплавов.

Очистка масла выполняется сетчатым фильтром или фильтром со сменным фильтровальным элементом, обеспечивающим удаление посторонних частиц размером от 25 мкм для жидкости, подаваемой от шестерённых насосов и распределителей с механическим управлением, и от 10 мкм для поршневых насосов и электрогидравлических распределителей.

Обычно фильтры устанавливают на сливной магистрали, а у промышленных тракторов встречается установка фильтров и на напорной магистрали.

Рассмотрим конкретные типовые конструкции узлов гидросистемы.

Гидронасосы. В гидросистемах тракторов МТЗ, ДТ-75МВ, ДТ-175С, ВТ-100Д, ХТЗ-150-09, ХТЗ-1722 и других применены шестерённые насосы типа НШ разных вариантов исполнения.

Каждая модель насоса имеет определённое буквенно-цифровое обозначение, характеризующее его технические данные.

Так, обозначение НШ-32-У-2Л расшифровывается так:

НШ - насос шестерённый;

32 - объём рабочей жидкости в см³, вытесняемый из насоса за один оборот приводного вала или шестерён (производительность);

У - унифицированная конструкция;

2 - группа исполнения;

Л - левое направление вращения приводного вала насоса. Если насос правого направления вращения, то соответствующей буквы в обозначении нет.

Группа исполнения характеризует номинальное давление нагнетания насоса: 2-14 МПа; 3 - 16 МПа; 4-20 МПа.

В обозначении вместо буквы *У* могут присутствовать буквы *В*, *Д* или *Е*, что соответствует более ранним вариантам конструкций.

Если в обозначении насоса отсутствует буква после рабочего объёма, то это указывает на то, что насос имеет конструкцию типа *К*, т.е. корпус в отличие от ранее рассмотренных вариантов выполнен круглой конфигурации.

Для двухсекционных насосов применяется обозначение с указанием рабочих объёмов каждой секции.

Например, двухсекционный насос с рабочими объемами секций 32 и 10 см³ исполнения 3 с левым направлением вращения ведущего вала имеет обозначение: НШ-32-10-3Л.

Рассмотрим конструкцию шестерённого гидронасоса и его приводов в тракторах. В тракторах МТЗ-80 применён насос НШ-32-3 правого вращения (рис. 3). Нагнетание масла в насос осуществляется при помощи ведущей 2 и ведомой 3 шестерён, расположенных между подшипниковой 1 и поджимной 5 обоймами и пластиками 4. Подшипниковая обойма 1 служит единой опорой для цапф шестерён. Поджимная обойма 5 под давлением масла в полости манжеты (на рисунке не показана, расположена в зоне нагнетательного отверстия) поджимается к наружной поверхности зубьев шестерён, обеспечивая требуемый зазор между зубьями и уплотняющей поверхностью обоймы.

Пластики 4 под давлением масла в полости торцовых манжет 16 и 14 поджимаются к шестерням 2 и 5, уплотняя их по боковым поверхностям в зоне высокого давления. Вал ведущей шестерни 2 в корпусе уплотняется двумя манжетами 19. Центрирование ведущего вала шестерни 2 относительно установочного бурта корпуса обеспечивается втулкой 20.

Разъём корпуса с крышкой уплотняется с помощью резинового кольца круглого сечения.

Насос закреплён четырьмя шпильками 18 на корпусе 9 гидроагрегатов через стакан 17, в котором он центрируется посадочным пояском корпуса.

Шлицевой хвостовик ведущей шестерни 2 насоса входит во внутренние шлицы вала 7, установленного на подшипниках 6 и 10.

При работающем двигателе вращение через шестерни привода независимого ВОМ и промежуточную шестерню 13 передаётся на шестерню 8 (при включённом положении), которая через шлицы передаёт вращение валу 7 и ведущей шестерне 2.

Шестерня 8 перемещается ручным механизмом управления через валик 12 с закреплённой на нём вилкой 11 и может фиксироваться ручкой управления в двух позициях: включённый привод, когда шестерня 8 находится в зацеплении с шестерней 13; выключенный привод - шестерня 8 выводится из зацепления с шестерней 13. Включение или выключение привода насоса выполняется при неработающем двигателе в зависимости от потребности в гидроприводе при работе МТА.

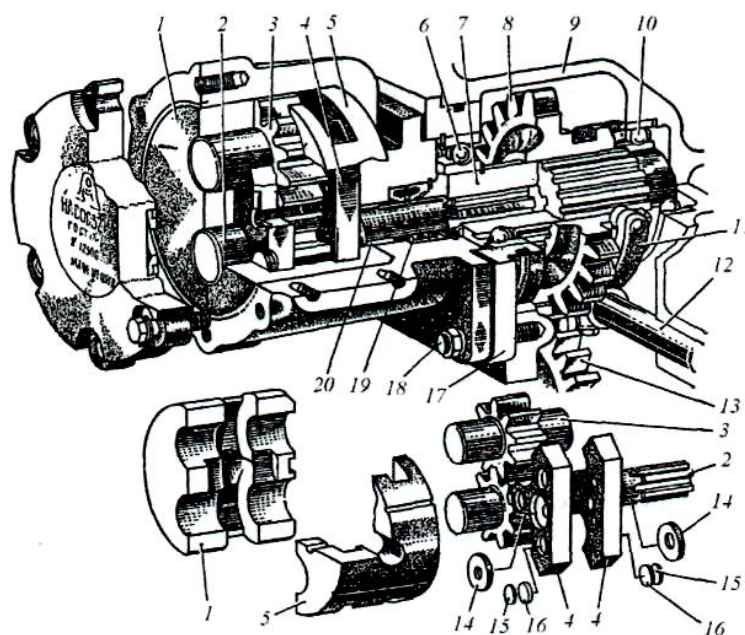


Рисунок 3 – Масляный насос НШ-32К-3

Часть тракторов оснащена гидросистемой отбора мощности, которая предназначена для привода гидрофицированных рабочих органов сельскохозяйственных машин (льнокомбайны, разбрасыватели минеральных удобрений, ротационные сенокосилки и др.), требующих повышенного отбора масла из гидросистемы с постоянной его циркуляцией по магистралям, связывающим трактор с машиной. Поэтому гидросистема с отбором мощности для этих тракторов имеет ещё два дополнительных насоса.

Характеристика основных типов гидронасосов

Показатель	НШ-10Е	НШ-32У	НШ-32-2	НШ-46У	НШ-50-2	НШ-100-2
Подача, см ³ /об	10	32	32	45,7	50	98,8
Производительность, л/мин	13,8	47,3	55,6	63,1	86,9	139,3
Давление нагнетания, МПа:						
номинальное	10	10	14	10	14	14
максимальное	14	14	17,5	14	17,5	16
Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	1500	1920	1500	1920	1920	1500
Потребляемая мощность, кВт, при P_{\max}	2,9	10,9	15,3	12,5	24,8	37,5

В тракторе ДТ-75М насос НШ-46У правого, а в ВТ-100Д насос НШ-32У-3Л левого вращения установлен с левой стороны двигателя на корпус привода, который прикреплен к картеру распределительных шестерён дизеля. Насос приводится во вращение от шестерни 6 (рис. 4), которая находится в постоянном зацеплении с шестерней распределительного вала двигателя. Валик привода соединён с хвостовиком ведущей шестерни кулачковой муфтой. При включении кулачковой муфты вращение от валика 5 передаётся ведущей шестерне 18. Насос включают и выключают через механизм с ручным приводом, состоящим из ручки с шариковым фиксатором, установленной на валике 8, на шлицах которого закреплена вилка 9, связанная с кулачковой муфтой. Механизм управления фиксируется в двух положениях: "привод включён" и "привод выключен". Включение и выключение насоса должно выполняться только при остановленном двигателе.

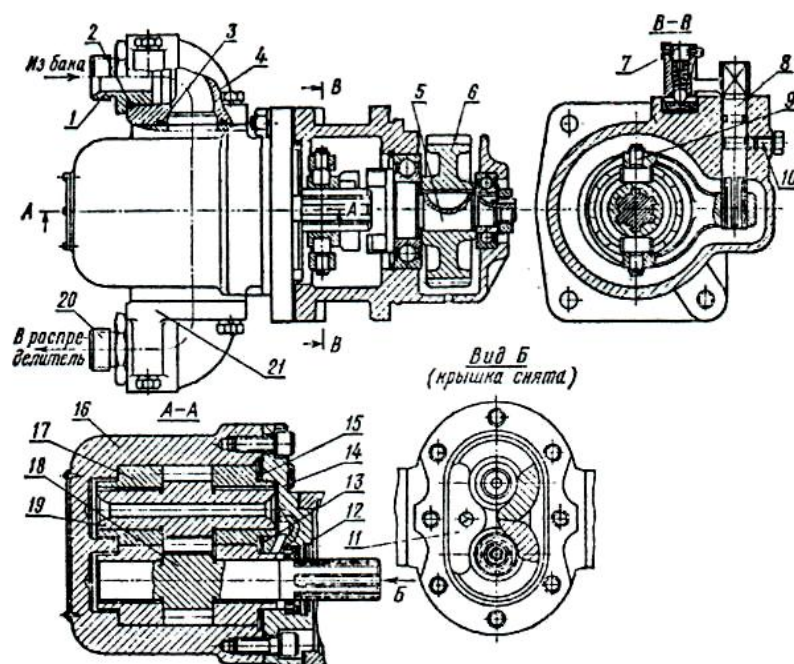


Рисунок 4 – Гидронасос НШ-46У

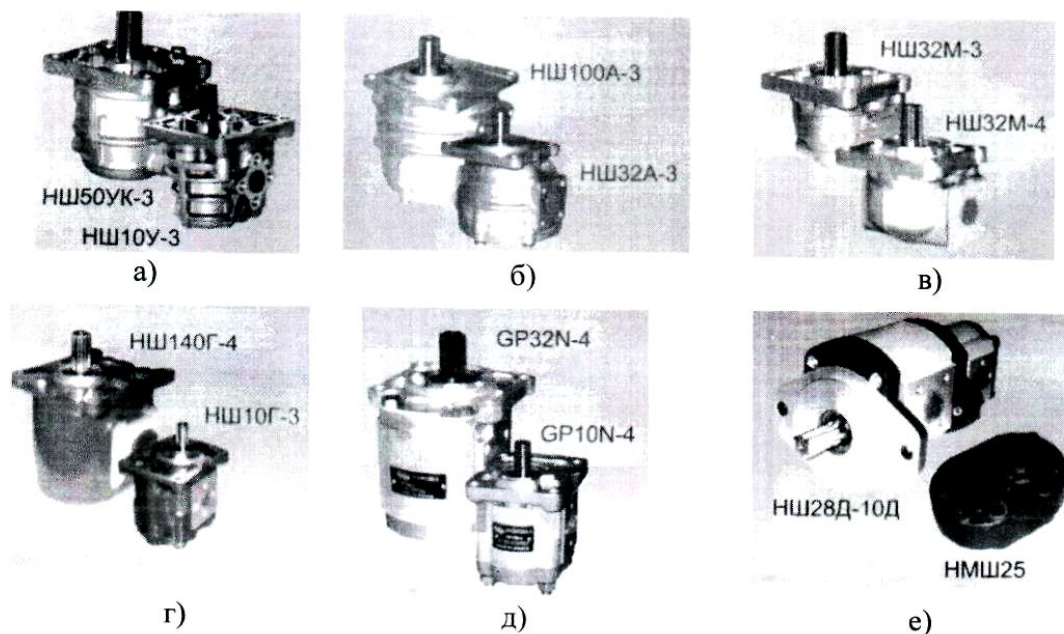


Рисунок 5 – Модификации гидронасосов

(рис. 5, а) насосы серии «Универсал» - НШ10У-3, НШ32УК-3 и НШ50УК-3. На (рис. 5, б) насосы серии «Антей» - НШ32А-3, НШ50А-3, НШ71А-3, НШ100А-3 и НШ250-4. На (рис. 5, в) насосы серии «Мастер» - НШ32М-3, НШ50М-3, НШ25М-4, НШ32М-4 и НШ50М-4. На (рис. 5, г) насосы серии «Г» - НШ6Г-3 и НШ200Г-4. На (рис. 5, д) насосы серии «N» - GP10N-4 и GP32N-4.

Гидроцилиндры. Гидроцилиндр применяется для привода механизмов навески трактора разного типа в качестве основного гидроцилиндра и для привода рабочих органов машин в качестве выносного гидроцилиндра. Выносные гидроцилиндры в отличие от основных имеют быстросъёмные присоединительные устройства, облегчающие их монтаж и демонтаж.

Для раздельно-агрегатных гидросистем гидроцилиндры могут быть трёх исполнений, обозначаемых цифрами 2, 3 и 4, что соответствует номинальному давлению жидкости соответственно в 14, 16 и 20 МПа. Единый типоразмерный ряд гидроцилиндров охватывает шесть марок: Ц55, Ц75, Ц80, Ц100, Ц125 и Ц140. Кроме того, выпускаются гидроцилиндры, не вошедшие в этот ряд: Ц36, Ц90, Ц110 (для сельскохозяйственных тракторов) и специальные гидроцилиндры для промышленных тракторов: Ц125.1000, Ц140х1250-33, Ц160х1250-33, Ц160х1400-33 и др.

В обозначении гидроцилиндра буква Ц - цилиндр, а цифры при букве - внутренний диаметр цилиндра, мм. Согласно ГОСТ 8755-80 гидроцилиндр диаметром 80 мм с ходом поршня 200 мм, исполнения 4, обозначается: Ц80-200-4.

Обычно в механизме навески трактора используется один цилиндр: Ц75 на тракторе Т-25А, Т-30А; Ц90 - на ЛТЗ-50А; Ц100 - на Беларусь 80.1/82.1; Ц110 - на ДТ-75М, ВТ-100Д; Ц125 - на ХТЗ-17221, ХТЗ-150-09 и ДТ-175С; а на тракторах К-701/744 и Т-130М - два гидроцилиндра Ц125, включённые параллельно и управляемые одним золотником-распределителем.

В зависимости от исполнения конструкции гидроцилиндров отличаются друг от друга.

В исполнении 2 гидроцилиндр (рис. 6) имеет корпус, разбирающийся на три основные части: цилиндр 9, задняя крышка 2 и передняя крышка 23. Все части стягиваются четырьмя длинными шпильками или болтами. Уплотнение крышек 2 и 23, штока 8 и поршня 6 производится резиновыми кольцами 3, 5, 7, 10 и 16. Для предотвращения попадания грязи в гидроцилиндр установлен "чистик" 13, состоящий из пакета стальных шайб.

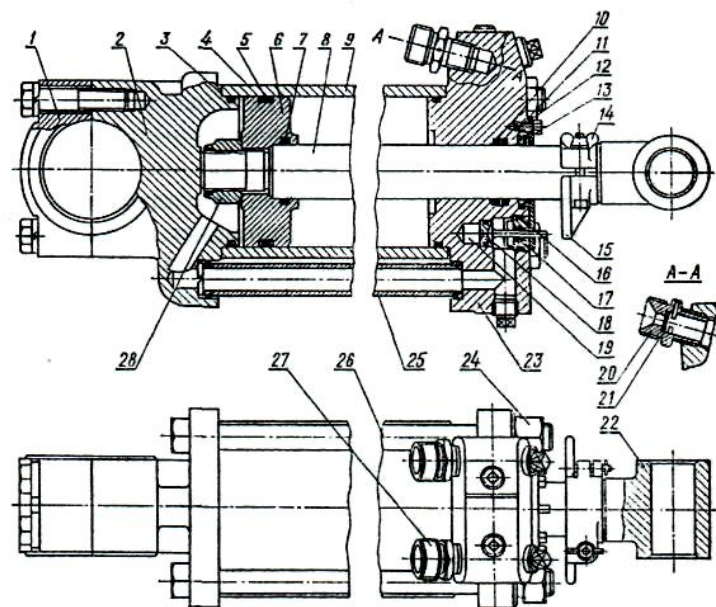


Рисунок 6 – Гидроцилиндр

Для регулирования величины рабочего хода поршня 6 служит подвижный упор 15 и гидромеханический клапан 18, перекрывающий выход масла из цилиндра и вызывающий повышение давления в системе и автоматический возврат золотника в нейтральное положение.

Плавное опускание навесной машины обеспечивается установкой на выходе гидроцилиндра замедлительного клапана, состоящего из штуцера 20 и плавающей шайбы 21 с калиброванным отверстием.

В исполнении 3 корпус гидроцилиндра цилиндра состоит из двух основных частей: стакан корпуса цилиндра приворачивается к нижней крышке, а верхняя крышка крепится четырьмя короткими болтами к фланцу, приваренному к верхней части стакана. На цилиндре отсутствует гидромеханический клапан.

Цилиндры различаются по конструкции верхней и нижней крышек, мест подсоединения шлангов, уплотнений поршня и штоков и др.

На тракторе Беларус 1221 установлены плунжерные гидроцилиндры одностороннего действия.