



УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ ВУЗОВ

А. М. ГУРЕВИЧ  
А. К. БОЛОТОВ  
В. И. СУДНИЦЫН

# КОНСТРУКЦИЯ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

ББК 40.72

Г95

УДК 631.372 : 629.02 (075.8)

Редактор *Н. К. Петрова*

Рецензенты: заведующий кафедрой «Тракторы и автомобили» Ижевского СХИ кандидат технических наук, доцент *Г. А. Кургузкин*; заведующий кафедрой «Тракторы и автомобили» БИМСХ кандидат технических наук, доцент *А. А. Машенский*.



Гуревич А. М. и др.

Г95 Конструкция тракторов и автомобилей/А. М. Гуревич, А. К. Болотов, В. И. Судницын.— М.: Агропромиздат, 1989.— 368 с.: ил.— (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

ISBN 5—10—000335—9

Описана конструкция тракторов МТЗ-100, ДТ-75МВ и Т-150, автомобилей ГАЗ-53А, ЗИЛ-138, КамАЗ-5320, рассмотрены конструктивные особенности и других моделей. Изложены основные неисправности этой техники и способы их устранения. Дан перечень операций технического обслуживания.

Для студентов по специальности «Механизация сельского хозяйства».

Г  $\frac{3703030000-104}{035(01)-89}$  208—88

ББК 40.72

ISBN 5—10—000335—9

© ВО «Агропромиздат», 1989

В системе машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства тракторы и автомобили — мобильные энергетические и транспортные средства.

Тракторы предназначены для передачи поступательного, вращательного движения и гидравлического потока к сельскохозяйственным, мелиоративным, дорожно-строительным и другим машинам и орудиям.

Автомобили как транспортные средства предназначены для перевозки грузов и специального оборудования, а также пассажиров по дорогам всех категорий и вне дорог.

Современные конструкции тракторов и автомобилей — это результат работы нескольких поколений талантливых изобретателей, инженеров и ученых.

**Краткий исторический обзор отечественного тракторостроения.** В 1785 г. профессор М. М. Комов выдвинул идею создания «быстро-движной машины для облегчения труда крестьян и замены лошадей». Однако только в 1889 г. крестьянин Ф. А. Блинов на Саратовской выставке продемонстрировал работу первого в мире парового гусеничного трактора.

В 1879...1884 гг. О. С. Костович создал двигатель внутреннего сгорания с электрическим зажиганием, работающий на жидком топливе.

В 1893...1895 гг. Я. В. Мамин (ученик Ф. А. Блинова) построил самоходную тележку с нефтяным двигателем внутреннего сгорания, а в 1910 г. — первый отечественный колесный трактор с нефтяным двигателем мощностью 25 л. с.

В 1902 г. инженер Г. В. Тринклер сконструировал двигатель с воспламенением от сжатия.

До 1917 г. в России не было ни автомобильной, ни тракторной промышленности. В основном единичные экземпляры ввозились из-за рубежа.

После победы Великой Октябрьской социалистической революции открылись неограниченные возможности для производства и широкого использования в сельском хозяйстве тракторов и других сложных машин.

С 1918 по 1929 г. налаживается серийный выпуск тракторов на машиностроительных заводах, а в 1930 г. вступил в строй первый в стране тракторный завод — Сталинградский (ныне Волгоградский), затем в 1931 г. — Харьковский, которые изготавливали колесные тракторы. В 1933 г. Челябинский тракторный завод приступил к выпуску гусеничных тракторов. В годы Великой Отечественной войны работали Алтайский (г. Рубцовск) и Владимирский тракторные заводы.

После окончания войны восстанавливали разрушенные предприятия, реконструировали и расширяли действующие заводы, строили новые — Минский, Липецкий, Кишиневский. В годы восьмой пятилетки наша страна заняла первое место в мире по производству тракторов. Этот период ознаменовался созданием нового поколения отечественных тракторов с дизелями.

В 70-е годы начался выпуск энергонасыщенных тракторов на Харьковском и Кировском заводах.

В 1986 г. всего выпущено 600 тыс. тракторов общей мощностью 40 млн

кВт. С каждым годом увеличивается их выпуск, улучшаются технико-экономические показатели, повышаются мощность, скорость движения, топливная экономичность, надежность; уменьшается удельная материалоемкость. Многие детали и сборочные единицы тракторов унифицируются.

В 1986...1987 г. тракторостроители приступили к выпуску нового поколения тракторов: МТЗ-100, ДТ-175С и их модификаций.

Теоретической основой советского тракторостроения послужили исследования Е. Д. Львова, Д. А. Чудакова, Н. Р. Брилинга, В. Н. Болтинского и многих других ученых и инженеров.

**Краткий исторический обзор развития отечественного автомобилестроения.** Первые автомобили «Руссо-Балт» начали изготавливать в 1909 г. на Русско-Балтийском вагонном заводе, используя вначале при сборке много импортных деталей и сборочных единиц. К 1915 г. завод выпустил только 800 машин. Автомобильная промышленность фактически начала развиваться в нашей стране после Великой Октябрьской социалистической революции.

В конце 1923 г. выпущен первый советский автомобиль АМО-Ф15 грузоподъемностью 1,5 т, а в 1925 г. Ярославский автозавод приступил к серийному производству грузовых автомобилей Я-3.

Пуск Горьковского, реконструкция Московского и расширение Ярославского автозаводов способствовали быстрому росту отечественного автомобилестроения.

Послевоенные годы стали периодом интенсивного развития советской автомобильной промышленности. Вновь построенные Минский, Кутаисский, Кременчугский и реконструированные заводы дополнили парк страны автомобилями, созданными с учетом различных назначений.

В конце восьмой пятилетки в строй вступил Волжский автомобильный завод-гигант, изготавливающий легковые автомобили, а в десятой пятилетке — Камский комплекс заводов, которые выпускают различные модели дизельных автомобилей большой грузоподъемности.

В годы двенадцатой пятилетки продолжают работы по повышению мощности и топливной экономичности двигателей, надежности, комфортабельности, проходимости автомобилей; снижению их материалоемкости и трудоемкости обслуживания; унификации деталей.

Современные автомобили, предназначенные для работы в сельскохозяйственном производстве, должны быть высокопроходимыми, иметь минимальную скорость движения (2...5 км/ч) для работы с уборочными машинами и выполнять транспортные операции в режиме тягач — прицеп.

Этим требованиям отвечают дизельные автомобили Урал-5557 и КАЗ-4540. В 1988 г. начал выпуск бортового грузового дизельного автомобиля ЗИЛ-4331.

В связи с широким внедрением в народное хозяйство страны дешевого газового топлива увеличено производство автомобилей, работающих на сжиженном и сжатом газе.

Огромная роль в развитии автомобилестроения принадлежит академику Е. А. Чудакову, который разработал теорию и методику расчета автомобиля.

Работы по совершенствованию конструкции автомобиля продолжают в многочисленных научно-исследовательских институтах и конструкторских бюро.

**Классификация тракторов.** Современные тракторы классифицируются по следующим основным признакам.

По назначению согласно стандарту СЭВ 612—77 различают следующие сельскохозяйственные тракторы:

*общего назначения* — для выполнения работ в растениеводстве и животноводстве, исключая возделывание пропашных культур;

*универсально-пропашные* — для выполнения работ в растениеводстве и животноводстве, в том числе для возделывания и уборки пропашных культур;

*пропашные* — для выполнения работ по возделыванию и уборке пропашных культур;

*специализированные* — для работ по возделыванию отдельных сельскохозяйственных культур (виноградниковый, свекло-, хлопко- и хмелеводческие) или в различных условиях (горный, мелиоративный, болотоходный). Большинство специализированных тракторов представляют собой видоизмененные базовые модели тракторов;

*самоходные шасси* — трактор со свободной в межосевом пространстве рамой, на которую можно устанавливать сельскохозяйственные машины или платформу для перевозки грузов.

По типу движителей тракторы делят на: *колесные*, передвигающиеся с помощью колесного движителя; *гусеничные*, передвигающиеся с помощью гусеничного движителя; *полугусеничные*, в которых используются колесные и гусеничные движители одновременно. Обычно полугусеничный трактор представляет собой модификацию колесного.

**Типаж тракторов** — это минимальный технически и экономически обоснованный ряд выпускаемых промышленностью или намеченных к выпуску тракторов, необходимых народному хозяйству. Классификационный показатель типажа тракторов — тяговый класс.

Каждый класс содержит одну основную (базовую) модель трактора и несколько ее разновидностей (модификаций). Последние используют для выполнения специальных сельскохозяйственных работ. Модификация представляет собой видо-

измененную модель базового трактора, сохраняющую его основные сборочные единицы, т. е. имеющую высокую степень унификации. Принцип унификации, широко применяемый в машиностроении, позволяет быстро, с наименьшими затратами создавать необходимые машины (в данном случае тракторы), которые дешевле и проще в эксплуатации.

Базовую модель трактора определенного тягового класса и ее модификации принято условно называть семейством тракторов этого класса.

В типаже сельскохозяйственных тракторов на 1981...1990 гг. предусмотрено десять тяговых классов: 0,2; 0,6; 0,9; 1,4; 2; 3; 4; 5; 6; 8.

Краткая техническая характеристика некоторых базовых моделей тракторов дана в таблице 1 приложения.

**Классификация автомобилей.** Автомобили классифицируются по следующим основным признакам.

По назначению различают пассажирские, грузовые и специальные автомобили.

*Пассажирские*, вмещающие не более восьми человек с учетом водителя, называют легковыми, а для перевозки более восьми человек — автобусами. Легковые автомобили выпускают с закрытыми и открытыми кузовами. Автобусы делят по месту их применения на городские, междугородные и туристские.

*Грузовые* автомобили различают по грузоподъемности, т. е. по массе груза, который можно перевезти в кузове. Ее указывают в технической характеристике автомобиля для дорог с твердым покрытием. В зависимости от характера использования автомобили могут быть общего назначения с неопрокидывающимся бортовым кузовом, специализированные (самосвалы, цистерны, контейнеровозы и т. д.) и тягачи (для постоянной работы с прицепами и полуприцепами). Автомобили-тягачи и общего назначения в сцепке с при-

цепом (полуприцепом) называют *автопоездами*.

*Специальные автомобили* предназначены в основном для нетранспортных работ: пожарные, для уборки и поливки улиц, погрузчики, автокраны и т. д.

Новым моделям автомобилей присваивают сокращенное классификационное обозначение. В начале индекса указывают прописными буквами название завода-изготовителя. Первая цифра означает класс, который для легковых автомобилей определяется литражом двигателя, для автобусов — габаритной длиной, для грузовых — полной массой. Вторая цифра указывает на вид автомобиля: 1 — легковой; 2 — автобус; 3 — грузовой бортовой; 4 — седельный тягач; 5 — самосвал; 6 — цистерна; 7 — фургон; 9 — специальный. Третья и четвертая цифры означают модель, пятая — модификацию модели.

Например, индекс ВАЗ-21011 расшифровывается так: автомобиль изготовлен на Волжском автомобильном заводе (ВАЗ); 2 — второй класс (до 1,8 л); 1 — легковой; 01 — заводской номер модели; 1 — первая модификация модели 01.

На автомобилях устанавливают дизели, карбюраторные, газовые и электрические двигатели.

По приспособленности к дорожным условиям различают автомобили дорожной (нормальной) проходимости (для работы главным образом на дорогах с твердым покрытием и сухих грунтовых) и повышенной проходимости (для движения по плохим дорогам и в условиях бездорожья).

Автомобили дорожной проходимости имеют привод на одну ось (два колеса), а повышенной проходимости — на две оси (четыре колеса) или при наличии нескольких осей — на три-четыре оси (шесть-восемь колес).

Все колесные тракторы и автомобили условно обозначают колесной

формулой, где первая цифра — общее число колес, а вторая — число ведущих колес, причем сдвоенные ведущие колеса считаются за одно колесо. Например, автомобиль типа 4×2 имеет четыре колеса, из них ведущих два, а трактор типа 4К4 — четыре колеса, ведущих — четыре. Краткая техническая характеристика некоторых автомобилей, применяющихся в сельском хозяйстве, приведена в таблице 2 приложения.

**Основные части трактора и автомобиля.** Современные тракторы и автомобили включают в себя многочисленные и конструктивно разнообразные механизмы, гидравлические, пневматические, электрические и комбинированные системы, находящиеся в определенном взаимодействии.

Основные части трактора и автомобиля: двигатель, трансмиссия, ходовая часть, механизмы управления, рабочее и вспомогательное оборудование.

Расположение основных частей и сборочных единиц гусеничного трактора ДТ-75МВ показано на рисунке 1.

*Двигатель 2* преобразует химическую энергию топлива и атмосферного воздуха во вращательное движение и переносит его к потребителям — трансмиссии, механизму отбора мощности (МОМ), гидросистеме отбора мощности (ГСОМ).

*Трансмиссия* трансформирует вращательное движение, распределяет его и переносит к ведущим колесам (звездочкам гусениц). Она включает в себя муфту 3 сцепления, соединительный вал 4, коробку передач 11, планетарные механизмы 6, главную 10 и конечные передачи.

*Ходовая часть* объединяет все сборочные единицы в одно целое и служит для перемещения трактора по опорной поверхности. В нее входят осто́в (рама), подвески и движитель, включающий в себя ведущие колеса (звездочки) 5, направляющие колеса 1, поддерживающие

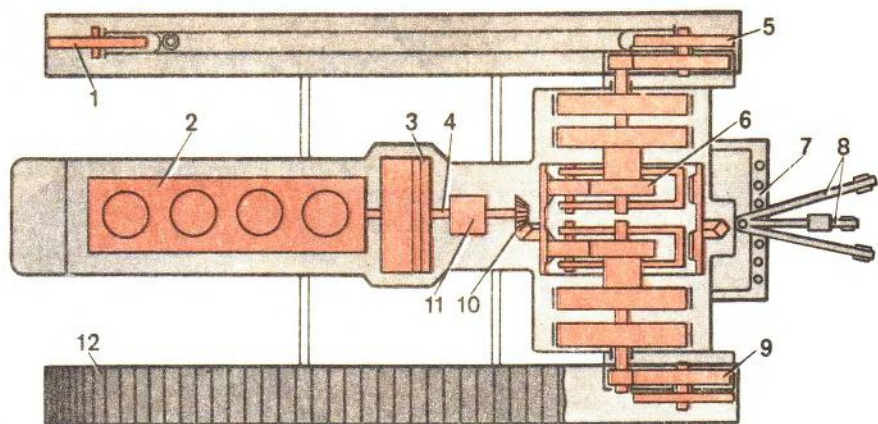


Рис. 1. Расположение основных частей, их механизмов и деталей гусеничного трактора ДТ-75МВ:

1 — направляющее колесо; 2 — двигатель; 3 — муфта сцепления; 4 — соединительный вал; 5 — ведущее колесо; 6 — планетарный механизм; 7 — прицепное устройство; 8 — навесная система; 9 — конечная передача; 10 — главная передача; 11 — коробка передач; 12 — гусеничная цепь.

ролики и гусеничные цепи 12. Движитель взаимодействует с опорной поверхностью (почвой) и преобразует подведенное трансмиссией вращательное движение в поступательное движение трактора.

*Механизмы управления*, воздействуя на ходовую часть, изменяют траекторию движения трактора, останавливают и удерживают его неподвижно. К ним относятся планетарный механизм 6 и тормоза.

*Рабочее оборудование* трактора состоит из механизма навески с

гидроприводом, прицепного устройства 7, механизма отбора мощности и приводного шкива.

Навесная система — это совокупность сборочных единиц, предназначенных для крепления навесных машин на трактор и управления их работой. С помощью прицепного устройства буксируют различные прицепные машины и транспортные средства.

МОМ и ГСОМ используют для приведения в действие рабочих органов агрегируемых машин.

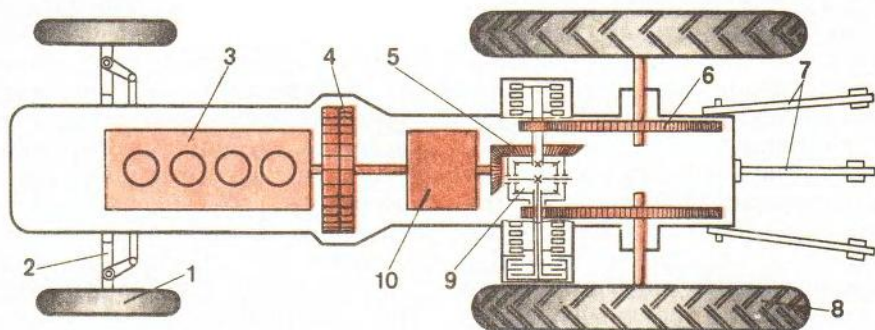


Рис. 2. Расположение основных частей, их механизмов и деталей колесного трактора МТЗ-80:

1 — управляемое колесо; 2 — передний мост; 3 — двигатель; 4 — муфта сцепления; 5 — главная передача; 6 — конечная передача; 7 — механизм навески; 8 — ведущее колесо; 9 — дифференциал; 10 — коробка передач.

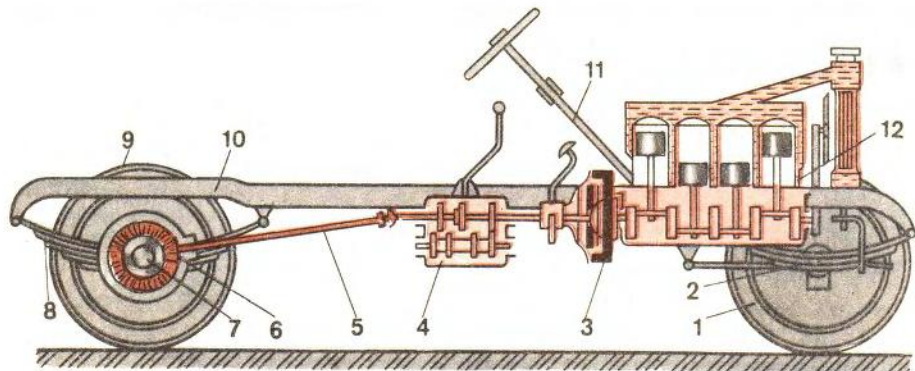


Рис. 3. Расположение основных частей, их механизмов и деталей автомобиля:

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

*Вспомогательное оборудование* трактора — это кабина с подресоренным сиденьем, капот, приборы освещения и сигнализации, системы отопления и вентиляции, компрессор и т. д.

Назначение составных частей колесного трактора (рис. 2) то же, что у гусеничного.

Ходовая часть и механизмы управления колесного трактора состоят из остова, переднего моста 2, ведущих 8 и управляемых 1 колес, рулевого управления. Между главной 5 и конечной 6 передачами установлен дифференциал 9.

Основные части автомобиля (рис. 3) — двигатель, шасси и кузов. Принципиальная схема расположения основных частей и механизмов автомобиля мало отличается от схемы их расположения у колесного трактора.

Шасси автомобиля состоит из трансмиссии, ходовой части и механизмов управления. На шасси устанавливают кузов для размещения пассажиров или груза. Помещением для водителей и обслуживающего персонала в грузовом автомобиле служит кабина. За пределами кузова и кабины многих автомобилей расположено оперение: капот, крылья, подножки.

Вспомогательное оборудование автомобилей — тягово-сцепное устройство, лебедка, системы отопления и вентиляции, компрессор и т. д.

В 1985 г. начато производство отечественных переднеприводных автомобилей ВАЗ-2108. Их компоновочная схема отличается от классической (рис. 3) тем, что двигатель расположен поперек кузова и ведущими являются передние колеса. Это позволило уменьшить массу автомобиля, эффективнее использовать его пространство, повысить устойчивость и проходимость.

**Методические рекомендации.** При изучении конструкции тракторов и автомобилей необходимо запомнить термины и понятия, конфигурацию, назначение, основные свойства и схемы работы деталей, механизмов, сборочных единиц и систем. В предлагаемом учебном пособии эта информация по большинству тем программы объединена в общих сведениях. Их следует изучать и запоминать до аудиторных занятий.

На занятиях в лабораториях следует повторить общие сведения, используя учебное оборудование. Затем изучить конструктивные особенности, основные неисправности и техническое обслуживание механизма или системы.

## § 1. КЛАССИФИКАЦИЯ, ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО, РАБОТА И КРЕПЛЕНИЕ

**Классификация.** Двигатель — это преобразователь какого-либо вида энергии в механическую работу.

Двигатели тракторов и автомобилей делят на электрические и тепловые. Электрические двигатели могут получать питание от воздушных линий электропередач через токосниматели, от сети по кабелю или от мощной аккумуляторной батареи, размещенной на машине.

На большинстве современных тракторов и автомобилей установлены тепловые двигатели, внутри которых сгорает топливо и часть выделившейся теплоты преобразуется в механическую работу. Их называют двигателями внутреннего сгорания. К ним относят поршневые, роторно-поршневые, реактивные и газотурбинные двигатели. На отечественных тракторах и автомобилях установлены поршневые двигатели внутреннего сгорания.

В СССР создан типаж тракторных двигателей, увязанный с типажом тракторов. Он предусматривает создание «семейств», в которых один двигатель отличается от другого эффективной мощностью. Создавая «семейства» двигателей можно максимально унифицировать их сборочные единицы и детали.

Поршневые двигатели внутреннего сгорания устанавливают на самоходные сельскохозяйственные машины и используют для привода

таких машин, как насосы, компрессоры, электрические генераторы и т. п. Эти двигатели часто представляют собой несколько видоизмененные модели двигателей, применяемых на тракторах и автомобилях.

Поршневые двигатели внутреннего сгорания классифицируют по следующим основным признакам:

по способу воспламенения горючей смеси\* — воспламенением от сжатия (дизели) и принудительным от электрической искры;

по способу смесеобразования — с внешним (карбюраторные и газовые) и с внутренним (дизели) смесеобразованием;

по способу осуществления рабочего цикла — четырехтактные и двухтактные;

по виду применяемого топлива — работающие на жидком (бензин или дизельное топливо), газообразном (сжатый или сжиженный газ) топливе и многотопливные;

по числу цилиндров — одно- и многоцилиндровые (двух-, трех-, четырех-, шестицилиндровые и т. д.);

по расположению цилиндров — однорядные, или линейные (цилиндры расположены в один ряд), и двухрядные, или V-образные (один ряд цилиндров размещен под углом к другому).

На тракторах и автомобилях большой грузоподъемности применяют четырехтактные многоцилиндровые

\* Горючей смесью называют смесь топлива с воздухом в определенных соотношениях.

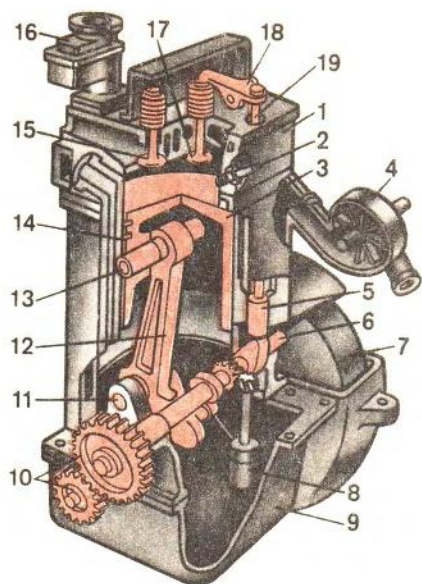


Рис. 4. Устройство одноцилиндрового четырехтактного карбюраторного двигателя:

1 — головка цилиндра; 2 — искровая свеча зажигания; 3 — поршень; 4 — насос системы охлаждения; 5 — толкатель; 6 — распределительный вал; 7 — маховик; 8 — масляный насос; 9 — резервуар для масла (поддон картера); 10 — распределительные зубчатые колеса; 11 — коленчатый вал; 12 — шатун; 13 — поршневой палец; 14 — цилиндр; 15 — впускной клапан; 16 — карбюратор; 17 — выпускной клапан; 18 — коромысло; 19 — штанга.

дизели, а на автомобилях легковых, малой и средней грузоподъемности — четырехтактные многоцилиндровые карбюраторные и газовые двигатели или дизели.

**Основные механизмы, системы и их назначение.** Поршневой двигатель внутреннего сгорания состоит из корпусных деталей, кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, систем питания, охлаждения, смазочной, зажигания и пуска, регулятора частоты вращения. Устройство четырехтактного одноцилиндрового карбюраторного двигателя показано на рисунке 4.

Кривошипно-шатунный механизм преобразует прямолинейное возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала, и нао-

борот. Он состоит из цилиндра 14, поршня 3 с кольцами, поршневого пальца 13, шатуна 12, коленчатого вала 11 и маховика 7. Сверху цилиндр закрыт головкой 1 цилиндра.

Механизм газораспределения предназначен для своевременного соединения надпоршневого объема с системой впуска свежего заряда и выпуска из цилиндра продуктов сгорания (отработавших газов) в определенные промежутки времени.

Он состоит из распределительного вала 6, зубчатых колес 10 привода распределительного вала, толкателей 5, штанг 19, коромысел 18, клапанов 15 и 17, пружин.

Система питания служит для приготовления горючей смеси и подвода ее к цилиндру (в карбюраторном и газовом двигателях) или наполнения цилиндра воздухом и подачи в него топлива под высоким давлением (в дизеле).

Система охлаждения необходима для поддержания оптимального теплового режима двигателя. Вещество, отводящее от деталей двигателя избыток теплоты, — теплоноситель, может быть жидкостью или воздухом.

Смазочная система предназначена для подвода смазочного материала (моторного масла) к поверхностям трения с целью их разделения, охлаждения, защиты от коррозии и вымывания продуктов изнашивания.

Система зажигания служит для своевременного зажигания рабочей смеси электрической искрой в цилиндрах карбюраторного и газового двигателей.

Система пуска — это комплекс взаимодействующих механизмов и систем, обеспечивающих устойчивое начало протекания рабочего цикла в цилиндрах двигателя.

Регулятор частоты вращения — это автоматически действующий механизм, предназначен-

ный для изменения подачи топлива или горючей смеси в зависимости от нагрузки двигателя.

В дизеле в отличие от карбюраторного и газового двигателей нет системы зажигания и в системе питания вместо карбюратора 16 или смесителя установлена топливная аппаратура (топливный насос высокого давления, топливопроводы высокого давления и форсунки).

**Основные понятия и определения.** Чтобы описать основные определения, принятые для двигателей, рассмотрим схему одноцилиндрового поршневого двигателя внутреннего сгорания (рис. 5) с центральным кривошипно-шатунным механизмом\*.

Верхняя мертвая точка (в. м. т.) — положение поршня в цилиндре, при котором расстояние от него до оси коленчатого вала двигателя наибольшее.

Нижняя мертвая точка (н. м. т.) — положение поршня в цилиндре, при котором расстояние от него до оси коленчатого вала двигателя наименьшее.

Ход поршня  $S$  — расстояние по оси цилиндра между мертвыми точками. При каждом ходе поршня коленчатый вал поворачивается на пол-оборота, т. е. на  $180^\circ$ . Ход поршня равен двум радиусам  $R$  кривошипа коленчатого вала, т. е.  $S=2R$ .

Рабочий объем цилиндра  $V_h$  ( $m^3$ ) — объем цилиндра, освобождаемый поршнем при перемещении от в. м. т. до н. м. т.:

$$V_h = \frac{\pi d^2}{4} S, \quad (1)$$

где  $d$  — диаметр цилиндра, м;  $S$  — ход поршня, м.

Объем камеры сжатия  $V_c$  ( $m^3$ ) — объем пространства над поршнем, находящимся в в. м. т.

\* Центральный — это такой кривошипно-шатунный механизм, в котором ось цилиндра пересекает оси поршневого пальца и коленчатого вала.

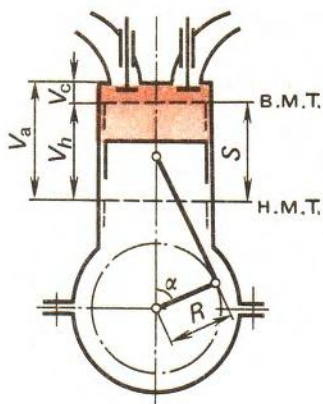


Рис. 5. Схема одноцилиндрового четырехтактного двигателя.

Полный объем цилиндра  $V_a$  ( $m^3$ ) — сумма объема камеры сжатия и рабочего объема цилиндра, т. е. пространство над поршнем, когда он находится в н. м. т.:

$$V_a = V_h + V_c. \quad (2)$$

Литраж двигателя  $V_l$  — это сумма рабочих объемов всех его цилиндров, выраженная в литрах:

$$V_l = 10^3 V_h i, \quad (3)$$

где  $V_h$  — рабочий объем одного цилиндра,  $m^3$ ;  $i$  — число цилиндров двигателя.

Степень сжатия — отношение полного объема цилиндра к объему камеры сжатия:

$$\epsilon = V_a / V_c. \quad (4)$$

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

Во время работы двигателя внутреннего сгорания в его цилиндре происходит периодически повторяющийся ряд изменений состояния рабочего тела (газа).

Рабочий цикл двигателя — комплекс последовательных процессов (впуск, сжатие, сгорание, расширение и выпуск), в результате которых энергия топлива

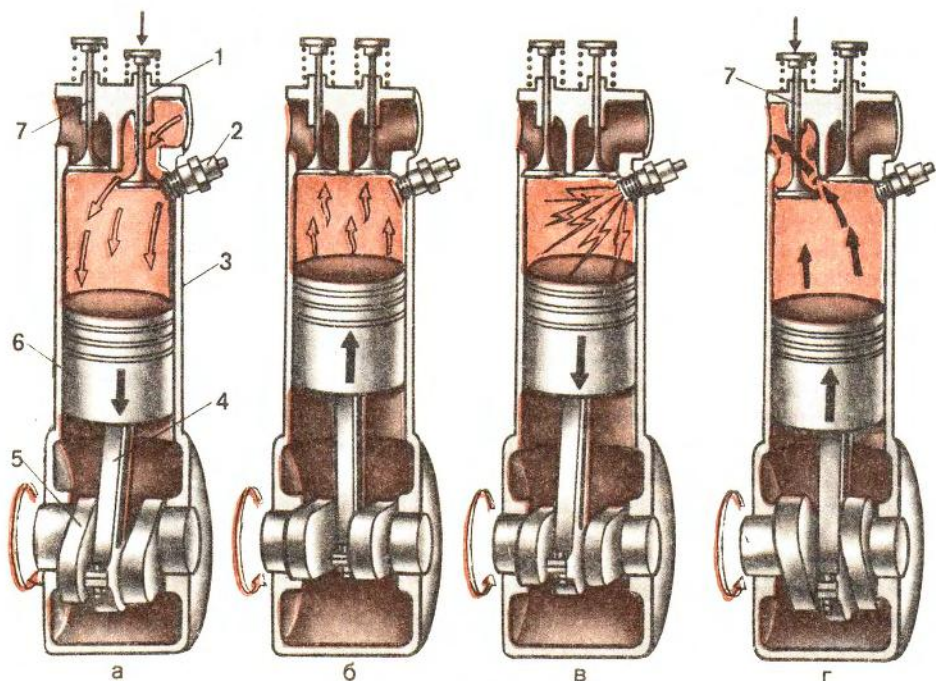


Рис. 6. Рабочий цикл одноцилиндрового четырехтактного карбюраторного двигателя:

а — такт впуска; б — такт сжатия; в — такт расширения; г — такт выпуска; 1 — впускной клапан; 2 — искровая свеча зажигания; 3 — цилиндр; 4 — шатун; 5 — коленчатый вал; 6 — поршень; 7 — выпускной клапан.

преобразуется в механическую работу.

Такт — часть рабочего цикла, происходящая за время движения поршня от одной мертвой точки до другой, т. е. условно принимаем, что такт происходит за один ход поршня.

Двигатели, в которых рабочий цикл совершается за четыре хода (такта) поршня или за два оборота коленчатого вала, называют *четырёхтактными*. Двигатели, в которых рабочий цикл совершается за два хода поршня или за один оборот коленчатого вала, считают *двухтактными*.

Работу двигателя за один цикл определяют по индикаторной диаграмме — графику зависимости давления газа в цилиндре от объема, изменяющегося при перемещении поршня (координаты  $p - V$ ). Инди-

каторную диаграмму снимают на работающем двигателе с помощью специального прибора — индикатора.

**Рабочий цикл карбюраторного четырехтактного двигателя.** Рассмотрим каждый такт цикла.

Такт впуска. Поршень 6 (рис. 6, а) движется от в. м. т. к н. м. т., создавая разрежение в полости цилиндра 3 над поршнем. Впускной клапан 1 открыт, и цилиндр через впускную трубу и карбюратор сообщается с атмосферой. Под действием разности давлений воздух, проходя через карбюратор, распыливает топливо и, смешиваясь с ним, образует горючую смесь, которая заполняет цилиндр 3. Цилиндр 3 заполняется горючей смесью до прихода поршня в н. м. т. К этому моменту времени впускной клапан закрывается.

В начале такта впуска, когда поршень был в в. м. т., над поршнем в объеме камеры сжатия имелись остаточные продукты сгорания от предыдущего цикла. Горючая смесь, заполняя цилиндр, перемешивается с остаточными газами и образует рабочую смесь. Давление в конце такта впуска 0,07...0,09 МПа, температура рабочей смеси 330...390 К.

Такт сжатия (рис. 6, б). При дальнейшем повороте коленчатого вала 5 поршень движется от н. м. т. к в. м. т. При этом впускной 1 и выпускной 7 клапаны закрыты. Поршень в процессе движения сжимает находящуюся в цилиндре рабочую смесь. В такте сжатия составные части рабочей смеси хорошо перемешиваются и нагреваются. Давление в конце такта сжатия увеличивается до 0,9...1,2 МПа, а температура — до 500...700 К. В конце такта сжатия между электродами свечи 2 возникает электрическая искра, от которой рабочая смесь воспламеняется. В процессе сгорания топлива выделяется большое количество теплоты, давление газов (продуктов сгорания) повышается до 3,0...4,5 МПа, а температура — до 2700 К.

Такт расширения (рис. 6, в). Оба клапана закрыты. Под давлением расширяющихся газов поршень движется от в. м. т. к н. м. т. и через шатун 4 приводит во вращение коленчатый вал 5, совершая полезную работу. К концу такта расширения давление уменьшается до 0,3...0,4 МПа, а температура — до 1200...1500 К.

Такт выпуска. Когда поршень 6 подходит к н. м. т., открывается выпускной клапан 7 и отработавшие газы под действием избыточного давления начинают выходить из цилиндра в атмосферу через выпускную трубу. Далее поршень движется от н. м. т. к в. м. т. (рис. 6, г) и выталкивает из цилиндра отработавшие газы. К концу такта выпуска давление в цилиндре со-

ставляет 0,11...0,12 МПа, температура — 700...1100 К.

Далее рабочий цикл повторяется. **Рабочий цикл четырехтактного дизеля.** В отличие от карбюраторного двигателя в цилиндр дизеля воздух и топливо вводятся раздельно.

Такт впуска. Поршень 5 (рис. 7, а) движется от в. м. т. к н. м. т., впускной клапан 1 открыт, в цилиндр 4 поступает воздух. Давление в конце такта 0,08...0,09 МПа, температура воздуха 320...340 К.

Такт сжатия. Оба клапана закрыты. Поршень 5 движется от н. м. т. к в. м. т. (рис. 7, б), сжимая воздух. Вследствие большой степени сжатия (порядка 14...18) давление воздуха в конце этого такта достигает 3,5...4,0 МПа, а температура (750...950 К) превышает температуру самовоспламенения топлива. При положении поршня, близком к в. м. т., в цилиндр через форсунку 2 начинается впрыскивание жидкого топлива, подаваемого насосом 6 высокого давления. Устройство форсунки обеспечивает тонкое распыливание топлива в сжатом воздухе.

Топливо, впрыснутое в цилиндр, смешивается с нагретым воздухом и остаточными газами, образуя рабочую смесь. Большая часть топлива воспламеняется и сгорает. Давление газов достигает 5,5...9,0 МПа, температура — 1900...2400 К.

Такт расширения. Оба клапана закрыты. Поршень 5 под давлением расширяющихся газов движется от в. м. т. к н. м. т. (рис. 7, в). В начале такта расширения сгорает оставшая часть топлива. К концу такта расширения давление газов уменьшается до 0,2...0,3 МПа, температура — до 900...1200 К.

Такт выпуска. Выпускной клапан 3 открывается. Поршень 5 движется от н. м. т. к в. м. т. (рис. 7, г) и через открытый клапан

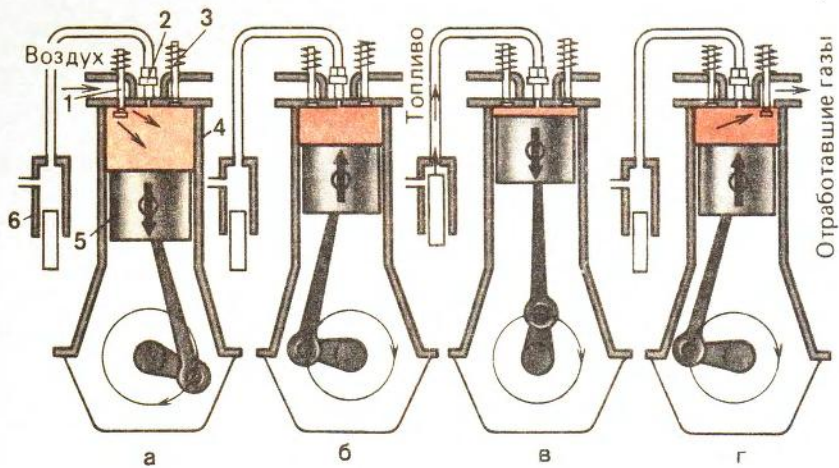


Рис. 7. Рабочий цикл одноцилиндрового четырехтактного дизеля:

а — такт впуска; б — такт сжатия; в — такт расширения; г — такт выпуска; 1 — впускной клапан; 2 — форсунка; 3 — выпускной клапан; 4 — цилиндр; 5 — поршень; 6 — топливный насос высокого давления.

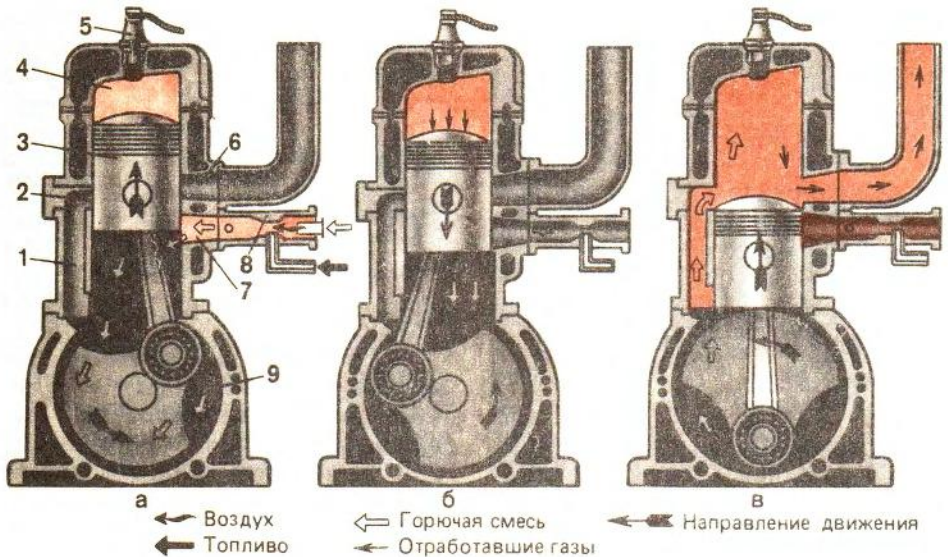


Рис. 8. Схемы устройства и работы двухтактного карбюраторного двигателя:

а — впуск в кривошипную камеру и сжатие в цилиндре; б — сжатие в кривошипной камере и расширение в цилиндре; в — продувка и заполнение цилиндра рабочей смесью из кривошипной камеры; 1 — канал из кривошипной камеры; 2 — продувочное окно; 3 — поршень; 4 — цилиндр; 5 — искровая свеча зажигания; 6 — выпускное окно; 7 — впускное окно; 8 — карбюратор; 9 — кривошипная камера.

выталкивает отработавшие газы из цилиндра в атмосферу. К концу такта давление газов 0,11... 0,12 МПа, температура 650... 900 К.

Далее рабочий цикл повторяется.

В течение рабочего цикла описанных двигателей только в такте расширения поршень перемещается под давлением газов и посредством шатуна приводит во вращательное движение коленчатый вал. При выполнении остальных тактов — выпуска, впуска и сжатия — поршень нужно перемещать, вращая коленчатый вал. Это подготовительные такты, которые осуществляются за счет кинетической энергии, накопленной маховиком в такте расширения. Маховик, обладающий значительной массой, крепят на конце коленчатого вала.

**Рабочий цикл двухтактного карбюраторного двигателя.** Схемы устройства и работы двухтактного карбюраторного двигателя с кривошипно-камерной продувкой изображены на рисунке 8.

В стенке цилиндра 4 двигателей этого типа выполнены три окна: впускное 7, продувочное 2 и выпускное 6. Картер (кривошипная камера 9) двигателя непосредственно с атмосферой не сообщен. Впускное окно 7 соединено с карбюратором 8, продувочное 2 — через канал 1 с кривошипной камерой 9 двигателя.

Рабочий цикл двухтактного карбюраторного двигателя происходит следующим образом. Поршень 3 движется от н. м. т. к в. м. т. (рис. 8, а), перекрывая в начале хода продувочное окно 2, а затем выпускное 6. После этого в цилиндре 4 начинается сжатие находящейся в нем рабочей смеси. В то же время в кривошипной камере 9 создается разрежение, и как только нижняя кромка поршня откроет впускное окно 7, через него из карбюратора 8 в кривошипную камеру будет засасываться горючая смесь.

При положении поршня 3, близком

к в. м. т., сжатая рабочая смесь воспламеняется электрической искрой от свечи 5. При сгорании смеси давление газов резко возрастает. Под давлением газов поршень перемещается к и. м. т. (рис. 8, б). Как только он закроет впускное окно 7, в кривошипной камере 9 начнется сжатие ранее поступившей сюда горючей смеси.

В конце хода поршень открывает выпускное 6 (рис. 8, в), а затем и продувочное 2 окна. Через открытое выпускное окно отработавшие газы с большой скоростью выходят в атмосферу. Давление газов в цилиндре быстро понижается. К моменту открытия продувочного окна давление сжатой горючей смеси в кривошипной камере становится выше, чем давление отработавших газов в цилиндре. Поэтому горючая смесь из кривошипной камеры по каналу 1 поступает в цилиндр и, заполняя его, выталкивает остатки отработавших газов через выпускное окно наружу.

В дальнейшем все процессы повторяются в такой же последовательности.

**Рабочий цикл двухтактного дизеля** аналогичен рабочему циклу двухтактного карбюраторного двигателя, отличаясь лишь тем, что в цилиндр поступает не горючая смесь, а чистый воздух и в конце процесса сжатия впрыскивается топливо, которое воспламеняется от соприкосновения с воздухом, имеющим высокую температуру.

**Сравнение показателей дизелей и карбюраторных двигателей.** Дизель по сравнению с карбюраторным двигателем имеет следующие основные преимущества:

для выполнения единицы работы расходуется в среднем на 25...30 % (по массе) меньше топлива;

используемое топливо дешевле и менее огнеопасно.

Однако вследствие более высокого давления газов в цилиндре дизеля некоторые детали его должны быть

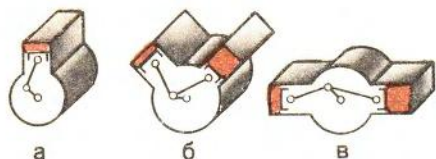


Рис. 9. Схемы расположения цилиндров двигателя:

а — однорядное; б — двухрядное V-образное; в — двухрядное оппозитное.

повышенной прочности, что приводит к увеличению размеров и массы дизеля. Пуск его затруднен, особенно в зимнее время.

Хорошие экономические показатели дизелей обеспечили им широкое применение.

Двухтактные двигатели менее экономичны, чем четырехтактные, так как их цилиндры хуже очищаются от продуктов сгорания. Особенно неэкономичны двухтактные карбюраторные двигатели, в которых цилиндры продувают горючей смесью.

**Работа многоцилиндрового двигателя.** Несмотря на наличие маховика, коленчатый вал одноцилиндрового двигателя вращается неравномерно: ускоренно во время такта расширения и замедленно в остальных. При сгорании заряда горючей смеси, необходимого для получения нужной мощности, на детали кривошипно-шатунного механизма действует ударная газовая нагрузка, что увеличивает их износ.

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

Чтобы частично устранить эти недостатки, на тракторы и автомобили, как правило, устанавливают многоцилиндровые двигатели, в которых несколько одинаковых по размерам цилиндров объединены в одном двигателе. В многоцилиндро-

вом двигателе такт расширения повторяется чаще, чем в одноцилиндровом. Это обуславливает равномерное вращение коленчатого вала и позволяет уменьшить размеры маховика.

Чтобы многоцилиндровый двигатель работал равномерно, такты расширения должны следовать через равные углы поворота коленчатого вала. Для определения этого угла нужно продолжительность цикла, выраженную в градусах поворота коленчатого вала, разделить на число цилиндров двигателя.

В четырехтактном четырехцилиндровом двигателе такт расширения в цилиндре происходит через  $180^\circ$  ( $720^\circ:4$ ) по отношению к предыдущему, т. е. через половину оборота коленчатого вала. Таким образом, за каждые два оборота коленчатого вала (за рабочий цикл) такты расширения совершатся во всех четырех цилиндрах.

Последовательность чередования тактов расширения в цилиндрах двигателя называют порядком работы цилиндров двигателя. Он зависит от расположения цилиндров и кривошипов коленчатого вала, последовательности открытия и закрытия клапанов механизма газораспределения.

В большинстве однорядных двигателей цилиндры располагают вертикально (рис. 9, а), в двухрядных — под углом друг к другу. Двигатели с двухрядным расположением цилиндров, угол между осями которых меньше  $180^\circ$ , называют V-образными (рис. 9, б). Если же этот угол равен  $180^\circ$ , двигатели называют оппозитными (рис. 9, в).

Габариты и масса двигателей с однорядным расположением цилиндров больше, чем у двигателей с двухрядным V-образным расположением цилиндров.

Четырехцилиндровый однорядный двигатель (рис. 10) можно представить как соединенные вместе четыре одноцилиндро-

вых двигателя с одним общим коленчатым валом, кривошипы (колена) которого расположены в одной плоскости. Два крайних колена направлены в одну сторону, а два средних — в противоположную (под углом  $180^\circ$ ).

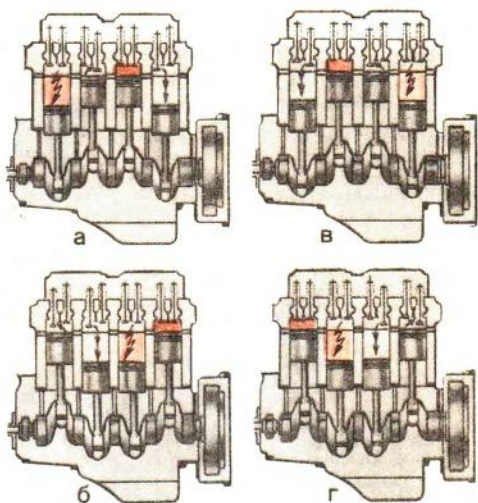
В этом случае поршни движутся в цилиндрах в одном направлении парно.

При таком расположении колен возможен порядок работы цилиндров 1—3—4—2 (в двигателях Д-245, СМД-18Н и А-41) или 1—2—4—3 (в двигателе 4147.10).

Чередование тактов в четырехцилиндровом четырехтактном двигателе при порядке работы 1—3—4—2 показано на рисунке 11.

Шестицилиндровый однорядный четырехтактный двигатель имеет расположение колен вала под углом  $120^\circ$  одно к другому и симметрично относительно середины вала, благодаря чему достигаются равномерное чередование тактов расширения и хорошая уравновешенность двигателя. Порядок работы цилиндров таких двигателей (А-01М) 1—5—3—6—2—4.

Двигатель СМД-60 шестицилиндровый четырехтактный V-образный с углом между осями цилиндров  $90^\circ$ . Нумерация цилиндров левого ряда 1—2—3, правого 4—5—6, считая



↓ Такт впуска      ■ Такт сжатия  
 ⚡ Такт расширения      ↑ Такт выпуска

Рис. 10. Работа четырехцилиндрового четырехтактного двигателя (порядок работы 1—3—4—2).

к маховику. Порядок работы цилиндров 1—4—2—5—3—6.

Восьмицилиндровые четырехтактные V-образные двигатели ЗМЗ-53-11, ЗИЛ-130, КамАЗ-740 имеют порядок работы цилиндров 1—5—4—2—6—3—7—8 (рис. 12). Перекрывание тактов расширения в различных цилиндрах происходит в течение поворота коленчатого вала на угол  $90^\circ$ , поэтому вращение его равномерное.

Обороты коленчатого вала		Цилиндры			
		1	2	3	4
1-й оборот	1-й полуоборот				
	2-й полуоборот				
2-й оборот	1-й полуоборот				
	2-й полуоборот				

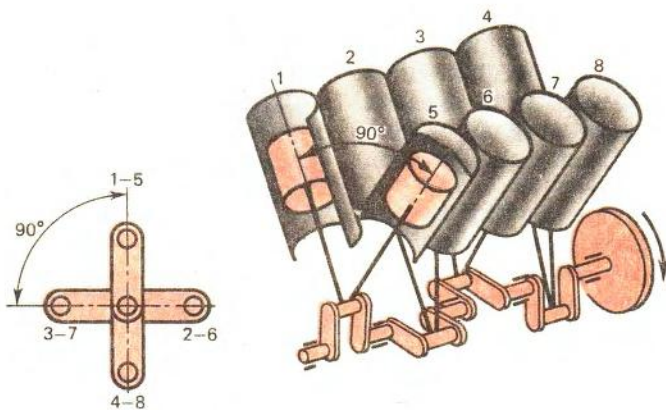
Сжатие

Расширение

Впуск

Выпуск

Рис. 11. Чередование тактов в четырехцилиндровом двигателе при порядке работы 1—3—4—2.



Полуоборот коленчатого вала	Угол поворота коленчатого вала	Цилиндры							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1-й	0°	Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск	Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск
	90°	Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск	Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск
2-й	180°	Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск	Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск
	270°	Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск	Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск
3-й	360°	Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск	Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск
	450°	Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск	Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск
4-й	540°	Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск	Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск
	630°	Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск	Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск
	720°	Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск	Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск
		Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск	Сжатие	Расширение	Впуск	Выпуск

I группа (правая)      II группа (левая)

Сжатие   
  Расширение   
  Впуск   
  Выпуск

Рис. 12. Чередуемость тактов в V-образном восьмицилиндровом четырехтактном двигателе при порядке работы 1-5-4-2-6-3-7-8.

Двенадцатицилиндровый четырехтактный V-образный двигатель ЯМЗ-240БМ имеет угол между осями цилиндров 75°. Нумерация цилиндров левого ряда 1...6, правого — 7...12, считая к маховику. Порядок работы цилиндров 1-12-5-8-3-10-6-7-2-11-4-9.

**Подвеска двигателей.** Крепление (подвеску) двигателя к раме выполняют так, чтобы уменьшить вибрации, которые передаются от двигателя раме и наоборот при движении трактора или автомобиля по неровной поверхности, т. е. предотвратить появление дополнительных напряжений в различных деталях и особенно в блок-картере.

Двигатели СМД-18Н, А-41, А-01М, ЗИЛ-130 установлены на раме на

трех опорах (одна впереди и две сзади), двигатели ЗМЗ-53-11 — на четырех, а двигатели КамАЗ-740 — на пяти опорах.

Опоры двигателей СМД-18Н и А-41 (рис. 13) имеют упругие элементы (амортизаторы), резиновые кольца 11 которых привулканизированы к наружной 14 и внутренней 13 втулкам. Чтобы на резиновые кольца не попадали масло и топливо, сверху на амортизаторы установлены защитные чашки 4.

На передней балке 18 двигателя стяжным болтом 17 закреплена передняя опора 16, в расточки которой запрессованы амортизаторы. Переднюю опору крепят к кронштейнам 7 передней оси рамы трактора болтами 15 и гайка-

ми 1 с фиксирующими выступами. Болты 15 проходят через втулки 13 амортизаторов.

Задние кронштейны 10 прикреплены к площадкам картера маховика двигателя четырьмя шпильками 8 с гайками, а к задним опорам 9 и 19 — двумя болтами 12, проходящими через амортизаторы. В каждом крон-

штейне имеются два амортизатора. Задние опоры болтами 3 прикреплены к накладкам 2, приваренным к продольным балкам рамы. Левая (по ходу трактора) задняя опора 19 отличается от правой 9 наличием штифта 5, фиксирующего положение опоры относительно рамы после установки двигателя в горизонталь-

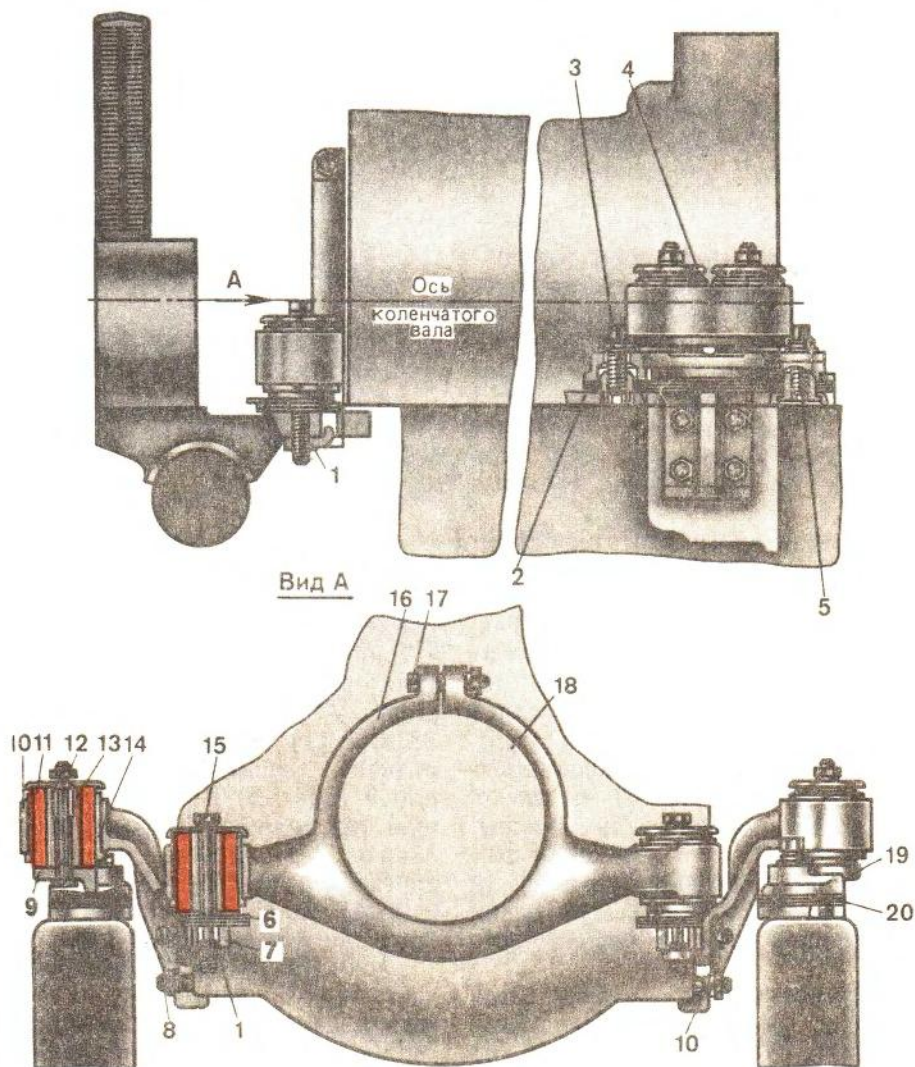


Рис. 13. Крепление двигателя А-41 к раме трактора:

1 — специальная гайка; 2 — накладка; 3, 12, 15 и 17 — болты; 4 — защитная чашка; 5 — штифт; 6 и 20 — прокладки; 7 — кронштейн передней оси; 8 — шпилька; 9 и 19 — задние опоры; 10 — задний кронштейн; 11 — резиновое кольцо; 13 — внутренняя втулка; 14 — наружная втулка; 16 — передняя опора; 18 — передняя балка.

ном положении. Соосность двигателя с трансмиссией в вертикальном направлении достигается изменением числа прокладок **6** под передней и **20** под задней опорами. Затягивать болты **3**, **12** и **15** динамометрическим ключом нужно равномерно.

## § 2. КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЕ МЕХАНИЗМЫ

**Общие сведения.** Кривошипно-шатунный механизм в такте расширения 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 крепежные детали.

В автотракторных двигателях применяют центральные (аксиальные) и смещенные (дезаксиальные) кривошипно-шатунные механизмы. Так, в двигателях ЗМЗ-53-11, ЯМЗ-240БМ и ЗИЛ-130 установлен дезаксиальный кривошипно-шатунный механизм (ось отверстия для поршневого пальца смещена относительно оси цилиндров на 1,5...3 мм влево, если смотреть на двигатель спереди). В двигателях с дезаксиальным кривошипно-шатунным механизмом уменьшена вероятность появления стука поршня при переходе его через в. м. т.

**Корпусные детали** образуют остов двигателя. К ним относят блок цилиндров, головку **3** (рис. 14) цилиндра, картер **7**, поддон **9**, переднюю и заднюю крышки. Внутри и на наружной поверхности остова расположены сборочные единицы и детали механизмов и систем двигателя.

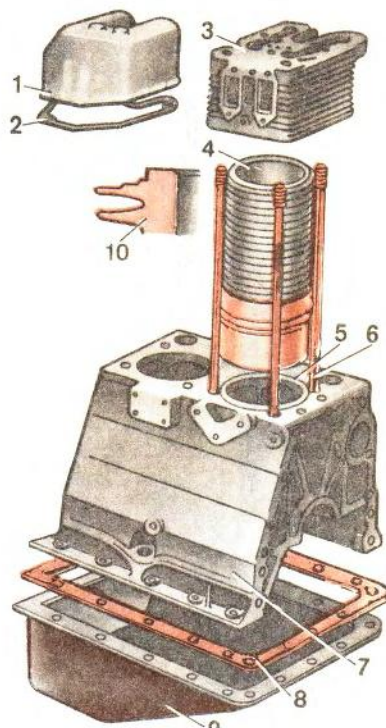


Рис. 14. Детали двигателя Д21А1:

1 — крышка клапанов; 2 и 8 — прокладки; 3 — головка цилиндров; 4 — цилиндр; 5 — прокладка цилиндра; 6 — шпилька; 7 — картер; 9 — поддон картера; 10 — ребро охлаждения.

Блок и картер большинства автотракторных двигателей (СМД-18Н\*, Д-245, А-41, СМД-60, ЯМЗ-240БМ, ЗМЗ-53-11) выполнены в одной отливке, называемой блок-картером **9** (рис. 15) и обладаемой большой жесткостью. Блок-картеры отливают из серого чугуна (для двигателей Д-245, СМД-60, ЯМЗ-240БМ) или из алюминиевого сплава (для двигателя ЗМЗ-53-11).

Блок-картеры из чугуна обладают достаточной прочностью и сравнительно дешевой, а из алюминиевого сплава — хорошо обрабатываются, лучше отводят тепло, значительно легче чугунных, но дороже их.

В картере находятся подшипники

\* Здесь и далее указывается только базовая модель двигателя.

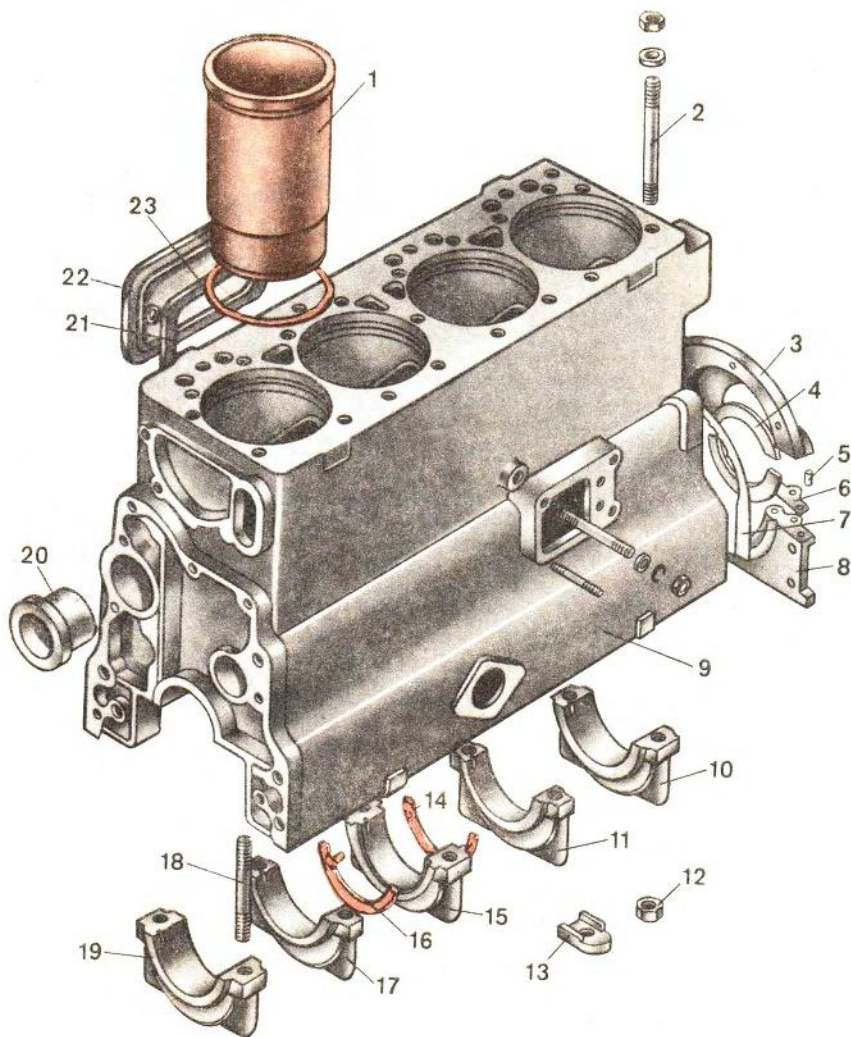


Рис. 15. Блок-картер дизеля СМД-18Н:

1 — гильза цилиндра; 2 — шпилька крепления головки цилиндров; 3 — верхняя половина корпуса уплотнения; 4 — сальник; 5 — штифт; 6 и 7 — прокладки; 8 — нижняя половина корпуса уплотнения; 9 — блок-картер; 10, 11, 15, 17 и 19 — крышки коренных подшипников; 12 — гайка; 13 — стопорная шайба; 14 и 16 — упорные полукольца; 18 — шпилька коренного подшипника; 20 — втулка переднего подшипника распределительного вала; 21 — прокладка боковой крышки; 22 — боковая крышка; 23 — уплотнительное кольцо гильзы цилиндра.

коленчатого и распределительного валов. Снизу картер закрыт поддоном 9 (рис. 16), который служит резервуаром для масла и предохраняет от попадания пыли в картер. Поддон большинства двигателей сделан из чугуна или листовой стали.

К верхней обработанной плоскости блок-картера 5 крепят головку 4 цилиндров. В стенках блок-картера выполнены каналы для подвода масла к трущимся поверхностям деталей и отверстия для установки деталей. На внутренних и наружных поверхностях стенок предусмотрены

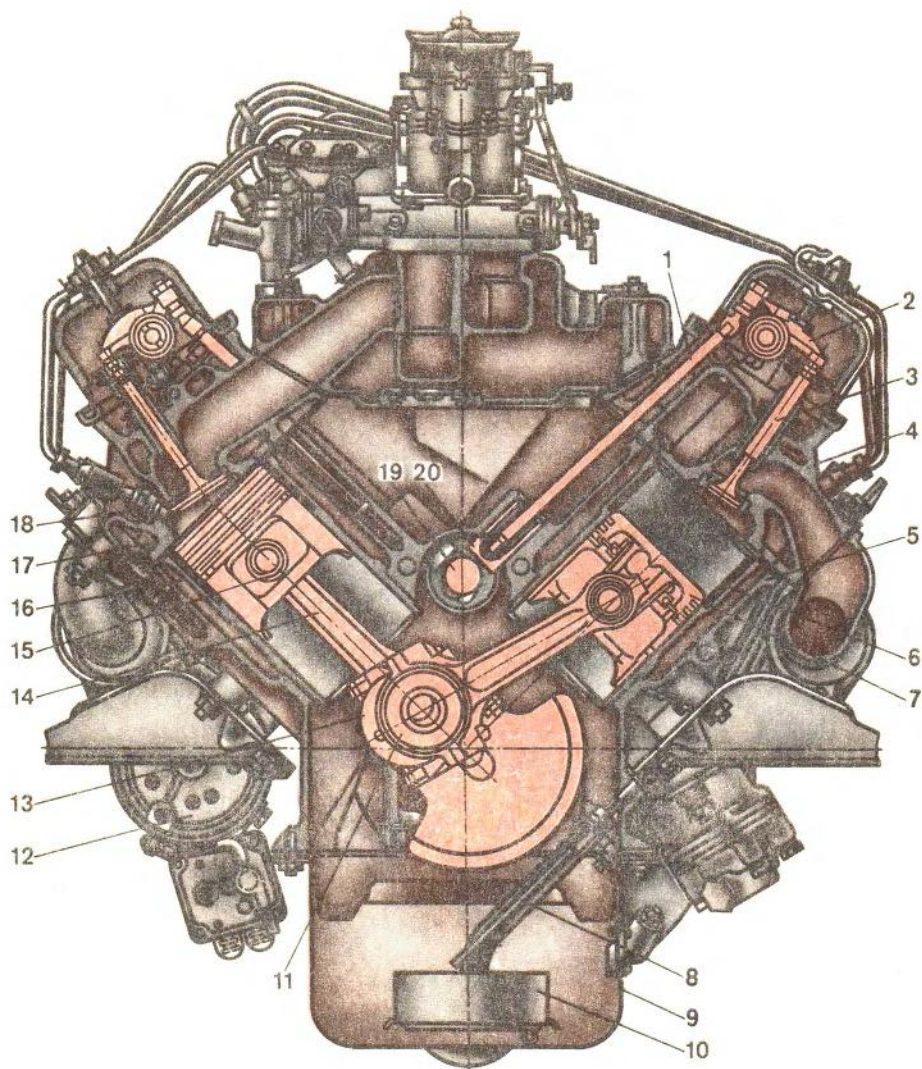


Рис. 16. Поперечный разрез двигателя ЗМЗ-53-11:

1 — штанга толкателя; 2 — коромысло; 3 — клапан; 4 — головка цилиндров; 5 — блок-картер; 6 — гильза цилиндра; 7 — поршень; 8 — маслостановочная линейка; 9 — поддон картера; 10 — приемник масляного насоса; 11 — коленчатый вал; 12 — стартер; 13 — крышка шатуна; 14 — шатун; 15 — поршневой палец; 16 — полость в блок-картере для охлаждающей жидкости (рубашка); 17 — рубашка головки цилиндров; 18 — искровая свеча зажигания; 19 — распределительный вал; 20 — толкатель.

обработанные площадки для крепления различных деталей и сборочных единиц.

При V-образной конструкции блок-картера 5 ряды цилиндров обычно расположены под углом  $90^\circ$  между их осями. При таком расположении цилиндров уменьшаются масса и

габариты двигателя по длине и высоте, повышается жесткость конструкции.

**Цилиндр** вместе с поршнем и головкой цилиндра образуют переменный объем, в котором совершается рабочий цикл двигателя. Внутренняя поверхность стенок цилиндра слу-

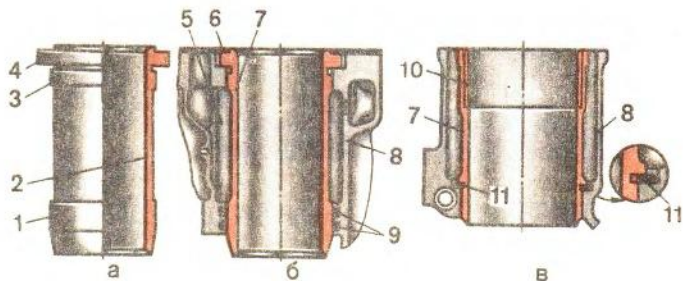


Рис. 17. Гильзы цилиндров:

а — двигателя Д-245; б — установка мокрой гильзы в блок-картере двигателя Д-245; в — установка мокрой гильзы в блок-картере двигателя ЗМЗ-24Д; 1 и 3 — установочные пояса гильзы; 2 — зеркало гильзы цилиндра; 4 — буртик цилиндра; 7 — гильза цилиндра; 8 — блок-картер; 11 — уплотняющее медное кольцо

5 — рубашка блок-картера; 6 — прокладка головки вставки; 9 — уплотняющие резиновые кольца; 10 — вставка

жит направляющей при движении поршня. Цилиндры 4 (см. рис. 14) могут быть изготовлены каждый в отдельности, как, например, у двигателей Д21А1. Тогда их крепят шпильками 6 к картеру или устанавливают в виде гильз 1 (см. рис. 15) непосредственно в блок-картер 9.

Конструкция цилиндров в основном определяется способом охлаждения. При воздушном охлаждении цилиндры 4 (см. рис. 14) имеют ребра 10 для увеличения поверхности охлаждения. При жидкостном охлаждении между наружной поверхностью цилиндра и внутренними стенками блок-картера предусмотрена кольцевая полость (рубашка) 16 (см. рис. 16), заполняемая охлаждающей жидкостью.

Внутреннюю тщательно обработанную поверхность 2 (рис. 17, а) называют зеркалом цилиндра. Точная обработка этой поверхности (ее овальность и конусность должны быть не более 0,02 мм) обеспечивает легкость движения поршня и плотное прилегание его к цилиндру.

Гильзы 7, вставляемые в блок-картер, отливают из легированных чугунов, обладающих большой износостойкостью и высокими механическими свойствами. Применение вставных гильз позволяет увеличить срок службы блок-картера (в результате замены изношенных гильз новыми) и упрощает его изготовление.

Цилиндры двигателей с воздушным охлаждением (Д21А1) гильз не имеют.

Гильзы, омываемые охлаждающей жидкостью с наружной поверхности, называют мокрыми (рис. 17, б). Их применяют в большинстве автотракторных двигателей: СМД-18Н (см. рис. 15), Д-245 (см. рис. 17, а), ЗМЗ-24Д (рис. 17, в). Толщина стенок мокрых гильз составляет 6... 8 мм.

Наибольший износ зеркала наблюдается в верхней части цилиндра, находящейся под воздействием высоких температур и отработавших газов. Для уменьшения износа в верхнюю часть гильзы 7 (рис. 17, в) цилиндров двигателей ЗМЗ-24Д, ЗМЗ-53-11 и ЗИЛ-130 запрессованы короткие вставки 10, изготовленные из антикоррозионного (кислотоупорного) чугуна.

Для повышения износостойкости внутреннюю поверхность гильз подвергают закалке на глубину до 2 мм.

Мокрую гильзу в гнездо блок-картера (рис. 17, б и в) устанавливают так, чтобы предотвратить ее осевое перемещение и утечку жидкости из рубашки в гильзу цилиндра и поддон картера. Кроме того, должна быть предусмотрена возможность изменения длины гильзы при нагревании и охлаждении. На рисунке 17, б показана мокрая гильза цилиндра, установленная в блок-картер двигателя Д-245. Нижним пояском буртик 4 опирается на

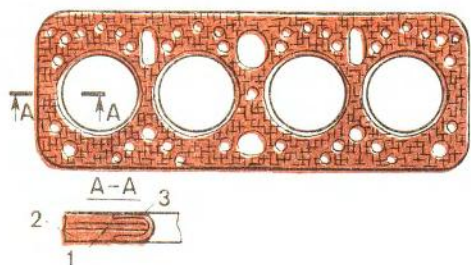


Рис. 18. Прокладка головки цилиндров четырехцилиндрового дизеля:

1 — стальной каркас; 2 — асбестовые листы; 3 — окантовка.

основание цилиндрической выемки в верхней плоскости блок-картера 8. На нижней расточке блок-картера сделана кольцевая канавка, в которую закладывают уплотняющие кольца 9. Эти кольца несколько выступают над поверхностью расточки блок-картера. При установке гильзы 7 в блок-картер 8 резиновые кольца обжимаются и, заполняя все пространство кольцевых канавок, создают надежное уплотнение между гильзой и блок-картером.

Торец гильзы несколько выступает над верхней плоскостью блок-картера, что обеспечивает лучшее обжатие прокладки 6 и создает надежное уплотнение, предотвращая прорыв газов из цилиндра. На верхней плоскости торца гильзы выполнен узкий выступающий пояс. Через этот пояс усилия от затяжки гаек на шпильках головки цилиндров передаются на основание цилиндрической выемки блок-картера, в результате чего исключается осевое перемещение гильзы и уменьшается ее деформация. После установки гильзы цилиндрические поверхности ее буртика 4 и выемки на верхней плоскости блок-картера не должны соприкасаться.

В двигателе ЗМЗ-24Д (рис. 17, в) гильза цилиндра не имеет верхнего опорного буртика, а между основанием нижнего выступа блок-картера и опорной поверхностью нижнего буртика гильзы цилиндра устанавли-

вают уплотняющее медное кольцо 11.

Конструкция мокрых гильз и их установка в блок-картеры других отечественных двигателей мало отличаются от рассмотренных выше.

**Головка цилиндров** представляет собой сложную по форме деталь. Она расположена сверху цилиндра (в двигателях Д21А1, ЯМЗ-240БМ), группы цилиндров (в двигателях СМД-60, ЗМЗ-53-11) или блок-картера (в двигателях СМД-18Н, Д-245). Ее отливают из чугуна или алюминиевого сплава.

Головку цилиндров 4 (см. рис. 16) надевают на шпильки, ввернутые в блок-картер 5, и крепят гайками, которые затягивают динамометрическим ключом равномерно в последовательности, указанной в инструкции.

С целью уплотнения между головкой и блок-картером или цилиндрами располагают асбостальную или медно-асбестовую прокладку толщиной 1,5...2 мм.

Асбостальная прокладка (рис. 18) представляет собой тонкий лист стали — каркас 1, с обеих сторон которого наложены листы 2 прессованного асбеста. С наружной стороны асбестовые листы покрыты графитом. Края окон для камер сгорания, а иногда и отверстий для жидкости и масла окантованы тонкой листовой сталью 3.

Каждый цилиндр двигателей ЯМЗ-240БМ и КамАЗ-740 имеет отдельную головку, причем у двигателя КамАЗ-740 она изготовлена из алюминиевого сплава. Стык головки с блок-картером уплотнен двумя прокладками, газовый стык — стальной прокладкой, которая деформируется стальным опорным кольцом, запрессованным в специальную расточенную канавку на нижней плоскости головки цилиндров. Соединения каналов для охлаждающей жидкости и масла, а также головка цилиндра по контуру уплотнены формованной резиновой прокладкой.

Конструкция головки цилиндров зависит от типа двигателя, принятой системы охлаждения и расположения клапанов. В головке цилиндров карбюраторных двигателей расположены камеры сгорания и свечи, а у дизелей — форсунки.

Если охлаждение жидкостное, в головке цилиндров сделаны полости, образующие рубашку 17 (см. рис. 16), которая соединяется с рубашкой 16 блок-картера. При воздушном охлаждении наружная поверхность головки 3 (см. рис. 14) имеет ребра 10 охлаждения.

Форма камеры сгорания существенно влияет на характер протекания рабочего цикла в цилиндре, особенно процессов смесеобразования и сгорания. В двигателях с искровым зажиганием форма камеры сгорания и расположение свечи 18 (см. рис. 16) определяют допустимую степень сжатия.

Основные формы камер сгорания показаны на рисунке 19. Клиновую камеру сгорания применяют в головках цилиндров двигателей ЗМЗ-53-11 и ЗИЛ-130, неразделенную — в дизелях.

Устройство головки цилиндров дизеля Д-240, отлитой из чугуна, показано на рисунке 20. Против каждого цилиндра со стороны нижней плоскости головки цилиндров имеются два отверстия — гнезда, кромки которых скошены под углом 45° и служат опорными поясками для выпускного 3 и впускного 4 клапанов. Над каждым гнездом в верхней части головки в вертикальное отверстие запрессована биметаллическая направляющая втулка 5 клапана.

Внутри головки цилиндров отверстия для клапанов переходят во впускные 19 и выпускные 18 каналы, которые выходят наружу. С одной стороны к головке цилиндров прикреплен выпускной, а с другой — впускной 25 трубопроводы. Сверху на головке цилиндров установлены детали механизма газораспределения

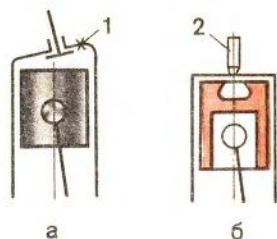


Рис. 19. Форма камер сгорания двигателей:

а — клиновая; б — неразделенная; 1 — место расположения свечи; 2 — форсунка.

и крышка 7, которая закрывается колпаком 11.

Через восемь сквозных отверстий, расположенных вдоль правой стенки головки, проходят штанги 21 толкателей 20. Четыре латунных стаканчика с левой стороны предназначены для установки и охлаждения форсунок.

Передняя и задняя крышки обычно представляют собой фигурные отливки из чугуна или алюминиевого сплава толщиной 2...4 мм. Они служат кожухами (картерами), закрывающими пространство, в которых размещаются зубчатые колеса распределения, приводы различных сборочных единиц и маховик.

Поддон двигателя крепят к блок-картеру болтами. Стык между блок-картером и поддоном уплотнен картонной прокладкой. В отверстие дна поддона для слива масла ввернута пробка.

**Поршень** представляет собой металлический стакан, устанавливаемый в цилиндре с небольшим зазором. Поршень подвергается действию продуктов сгорания топлива, окисления масла, высоких температур и давлений (в дизелях до 9 МПа). Он движется неравномерно, а около середины хода — с большой скоростью (7...15 м/с). Поэтому материал поршня должен обладать высокими механическими свойствами и износостойкостью, сохранять их при высоких температурах, быть легким, хорошо отводить тепло.

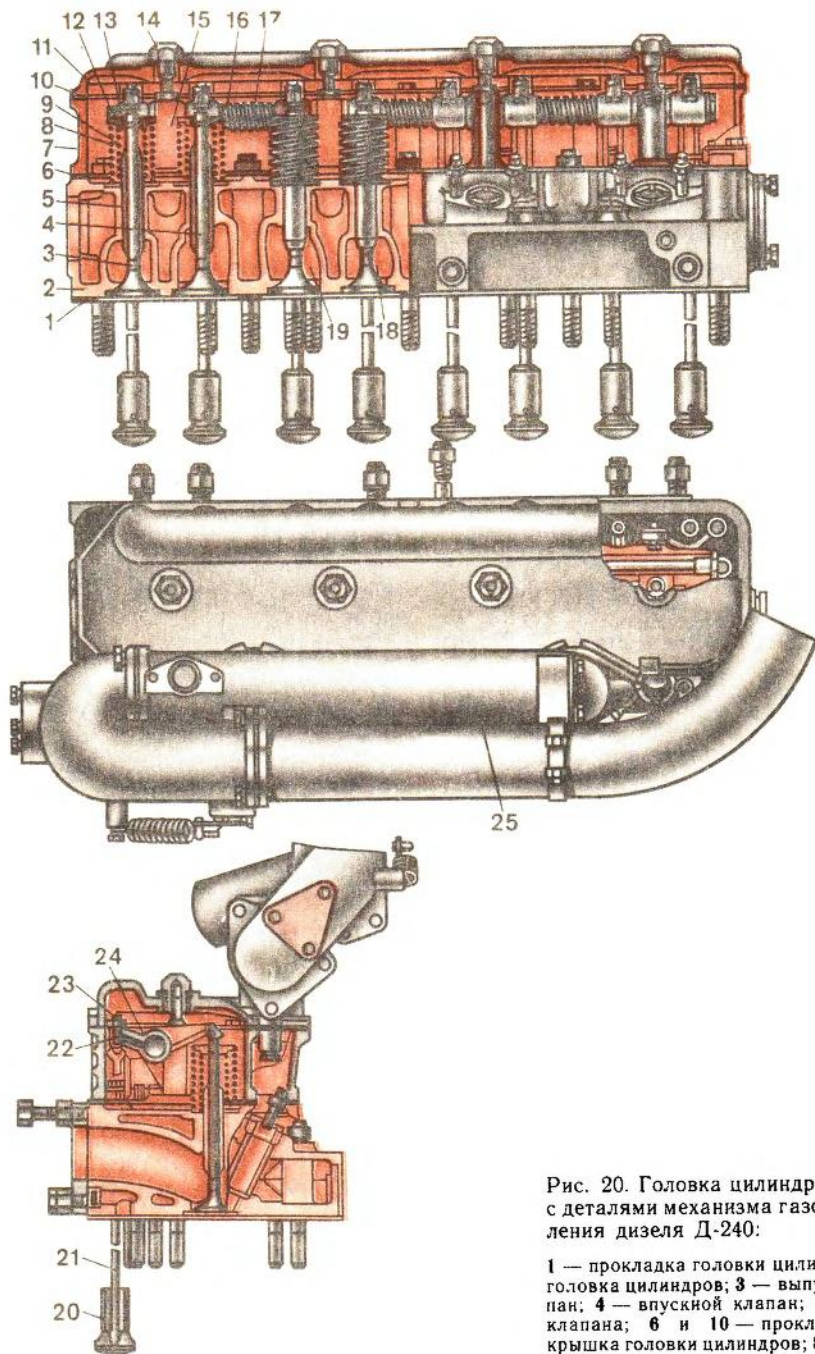


Рис. 20. Головка цилиндров в сборе с деталями механизма газораспределения дизеля Д-240:

- 1 — прокладка головки цилиндров; 2 — головка цилиндров; 3 — выпускной клапан; 4 — впускной клапан; 5 — втулка клапана; 6 и 10 — прокладки; 7 — крышка головки цилиндров; 8 — наружная пружина клапана; 9 — внутренняя пружина; 11 — колпак крышки; 12 — опорная шайба; 13 — сухарь; 14 — гайка колпака; 15 — стойка оси коромысел; 16 — распорная пружина; 17 — ось коромысел; 18 — выпускной канал; 19 — впускной канал; 20 — толкатель; 21 — штанга; 22 — регулировочный винт; 23 — гайка регулировочного винта; 24 — коромысло; 25 — впускной трубопровод.

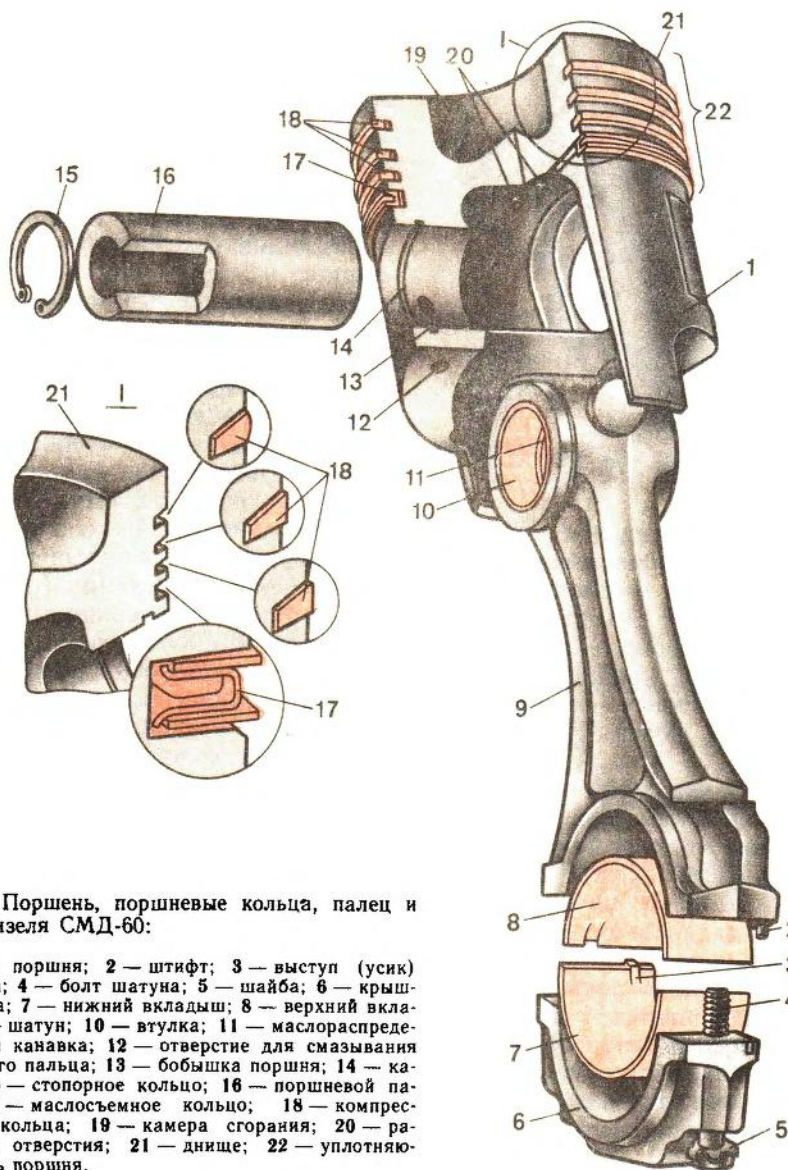


Рис. 21. Поршень, поршневые кольца, палец и шатун дизеля СМД-60:

1 — юбка поршня; 2 — штифт; 3 — выступ (усик) вкладыша; 4 — болт шатуна; 5 — шайба; 6 — крышка шатуна; 7 — нижний вкладыш; 8 — верхний вкладыш; 9 — шатун; 10 — втулка; 11 — маслораспределительная канавка; 12 — отверстие для смазывания поршневого пальца; 13 — бобышка поршня; 14 — канавка; 15 — стопорное кольцо; 16 — поршневой палец; 17 — маслосъемное кольцо; 18 — компрессионные кольца; 19 — камера сгорания; 20 — радиальные отверстия; 21 — днище; 22 — уплотняющая часть поршня.

Поршни современных отечественных автотракторных двигателей отличаются из алюминиевых сплавов с пониженным коэффициентом теплового расширения. Для улучшения механических свойств поршни подвергают термической обработке.

В поршне различают днище 21 (рис. 21), уплотняющую 22 и направляющую (юбку) 1 части. Днище 21 воспринимает давление газов и пере-

дает его через поршневой палец 16 и шатун 9 на коленчатый вал. Форма днища может быть плоской или сложной. У дизелей оно имеет фасонную форму, зависящую от формы камеры сгорания 19, направления потока газов и расположения клапанов.

На боковых стенках внутри поршня выступают два прилива — бобышки 13, в отверстия которых

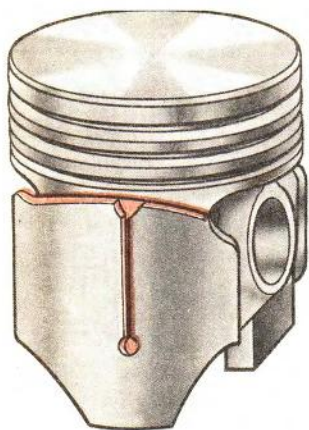


Рис. 22. Поршень двигателя ЗМЗ-53-11.

устанавливают поршневой палец 16. Для увеличения прочности и улучшения отвода тепла каждая бобышка связана с днищем симметрично расположенными ребрами. На внутренней поверхности каждой бобышки выточена кольцевая канавка 14 под стопорные кольца 15 поршневого пальца.

На боковой наружной поверхности уплотняющей части поршня выполнены канавки, в которые устанавливают поршневые кольца: в верхние канавки — компрессионные 18, в нижнюю — маслосъемное 17. В головку поршня двигателей КамАЗ-740 и Д-245 с целью повышения его долговечности залито кольцо из жаропрочного чугуна, в котором вырезана канавка для верхнего компрессионного кольца.

Иногда нижняя кромка канавок для маслосъемных колец имеет фаску. По окружности в канавках и фасках просверлены сквозные радиальные отверстия 20 (дренажные), по которым избыток масла, снимаемый кольцами с рабочей поверхности цилиндра, стекает внутрь поршня, а затем в картер.

На торце юбки поршней двигателей Д-240 и СМД-18Н предусмотрена выточка с острой кромкой для снятия излишек масла с зеркала гильзы цилиндра.

Для получения подвижного соединения цилиндр и поршень подбирают один к другому (в холодном состоянии) с небольшим зазором по диаметру между цилиндром и юбкой поршня. Зазор необходим, чтобы предотвратить заедание в цилиндре нагретого поршня и обеспечить образование масляной пленки между ними.

Поскольку по высоте поршень нагревается неравномерно, то и степень его расширения различна: больше у днища, меньше в направляющей части. Поэтому диаметр верхней части поршня выполняют меньшим, чем нижней (юбки).

Направляющую часть поршней многих двигателей делают овальной формы, а некоторых карбюраторных — с разрезами (рис. 22). На наружной поверхности в зоне расположения бобышек у поршней двигателей (Д21А1, Д-240 и др.) снимают часть металла, образуя неглубокие прямоугольные вырезы, называемые холодильниками.

Если направляющая часть поршня овальной формы, то меньшая ось овала располагается в плоскости оси поршневого пальца. Нагреваясь, поршень сильнее расширяется в этой плоскости за счет большего количества металла, сосредоточенного в бобышках. Поэтому при работе двигателя юбка из овальной становится цилиндрической, а зазор между ней и цилиндром в различных радиальных направлениях становится одинаковым. Разрезы придают направляющей части поршней пружинящие свойства и способствуют ее плотному прилеганию к стенкам цилиндров в различных температурных условиях. Поршни с разрезом на юбке устанавливают разрезом вправо, если смотреть на двигатель спереди.

Зазор между цилиндром и юбкой поршня, если она имеет овальную форму или разрез, 0,05...0,10 мм. Если же юбка поршня цилиндрической формы и без разреза, зазор составляет 0,18...0,26 мм.

Чтобы получить необходимый зазор при комплектовании цилиндров или их гильз (по внутреннему диаметру) и поршней (по диаметру юбки), последние делят на размерные группы. В дизеле СМД-60 таких групп две, в дизеле ЯМЗ-240БМ — шесть. Метки размерной группы в этих дизелях нанесены на верхнем торце гильзы и соответственно на днище поршня. Для получения оптимального зазора размерные группы поршней и гильз должны быть одинаковыми.

Для улучшения приработки поршня с цилиндром трущиеся поверхности поршней двигателей ЗИЛ-130, ЗМЗ-53-11, ЯМЗ-240БМ и других покрывают тонким слоем (0,004... 0,006 мм) олова или коллоидного графита (в дизеле КамАЗ-740). В двигателях ЗМЗ-53-11 (см. рис. 22) и КамАЗ-740 для прохода противовесов коленчатого вала при нижнем положении поршня и облегчения поршня часть юбки под бобышками удалена.

Поршни по массе подбирают так, чтобы разница между ними не превышала определенной величины, указанной заводом-изготовителем. Например, у дизеля СМД-60 она не должна превышать 10 г. Подбор поршней по массе нужен, чтобы уменьшить вибрацию двигателя из-за неодинаковых масс возвратно-поступательно движущихся деталей.

На днище поршня большинства V-образных двигателей имеется стрелка или метка, указывающая, как правильно устанавливать поршень в цилиндр.

**Поршневые кольца** по назначению делят на компрессионные и масляе-съемные. Их изготавливают из легированного чугуна или стали.

Компрессионное кольцо 1 (рис. 23, а) служит уплотнением между поршнем и стенкой цилиндра, предотвращая прорыв воздуха и газов из пространства над поршнем в картер, а также проникновение

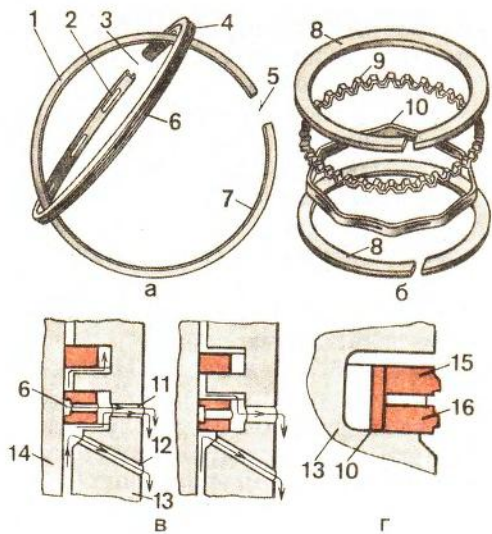


Рис. 23. Устройство и принцип действия поршневых колец;

а — виды колец; б — составное масляе-съемное кольцо; в — схема работы масляе-съемных колец при движении поршня вниз и вверх; г — положение масляе-съемных колец скребкового типа в канавке поршня; 1 — компрессионное кольцо; 2 — масляе-съемное кольцо; 3 и 5 — вырезы в кольцах (замок); 4 — канавка в масляе-съемном кольце; 6 — прорезь в масляе-съемном кольце; 7 — выточка в компрессионном кольце; 8 — стальное кольцо; 9 — осевой расширитель; 10 — радиальный расширитель; 11 и 12 — маслоотводные каналы; 13 — поршень; 14 — цилиндр; 15 и 16 — масляе-съемные кольца скребкового типа.

масла в камеру сгорания. Одновременно компрессионные кольца отводят тепло от поршня к стенке цилиндра. Чтобы обеспечить должную герметичность надпоршневого пространства, в двигателях устанавливают два-три компрессионных кольца.

Кольца должны плотно, без просветов прилегать к зеркалу цилиндра по всей окружности. Наружный диаметр кольца, не вставленного в цилиндр (в свободном состоянии), несколько больше внутреннего диаметра цилиндра. В одном месте по окружности часть кольца вырезана. Поэтому вставленное в цилиндр кольцо пружинит и прилегает к его стенке по всей окружности.

Небольшое количество газов из

надпоршневого пространства проникает в зазоры между внутренней цилиндрической поверхностью компрессионного кольца и поверхностью канавки поршня. При этом давление и скорость газов постепенно уменьшаются. Давление газов также прижимает кольца к стенкам цилиндров. Таким образом, компрессионные кольца прижаты к стенке цилиндра силой собственной упругости и давлением газов.

Вырезы 3 и 5 в поршневых кольцах называют замком. В замке вставленного в цилиндр кольца должен быть зазор в несколько десятых миллиметра, обеспечивающий возможность удлинения кольца при нагревании. Поршневые кольца большинства двигателей имеют замок прямоугольной формы. Такое кольцо проще в изготовлении и обеспечивает достаточную герметичность.

В канавках на поршне кольца располагают по высоте также с небольшим зазором в несколько сотых миллиметра, с тем чтобы трение торцов кольца о стенки канавки не мешало ему свободно пружинить. Обычно зазоры в замках и по высоте у верхних поршневых колец больше, чем у нижних.

Чтобы уменьшить утечку газов через замки, кольца на поршне устанавливаются так, чтобы замки их находились под углом  $90...120^\circ$  один относительно другого. У двухтактных двигателей (П-10УД и его модификаций) кольца фиксируют в канавках с помощью стопорных винтов, ввернутых в поршень, предотвращая тем самым попадание концов колец в окна цилиндра.

Если поршневые кольца неплотно прилегают к стенке цилиндра, то газы, прорываясь даже через незначительные просветы между стенкой цилиндра и кольцами, вызывают перегрев колец. В результате этого масло, находящееся между поршнем и стенкой цилиндра, окисляется. Углеродистые вещества (лаковые отложения), образующиеся при этом,

заполняют зазоры между стенками канавок поршня и кольцами. Движение колец будет затруднено, и они перестанут свободно перемещаться и пружинить. Это явление, называемое пригоранием (закоксованием) колец, сопровождается уменьшением мощности двигателя и увеличением расхода масла.

Для обеспечения длительного плотного прилегания поршневых колец к стенке цилиндра кольца изготовляют с неравномерным радиальным давлением по окружности. Наибольшее давление у замка. Такое распределение радиальных давлений достигается специальной формой отливки кольца и его механической обработкой.

Компрессионные кольца двигателей СМД-60, А-41, КамАЗ-740 имеют в поперечном сечении форму прямоугольной трапеции с углом наклона  $10^\circ$  в сторону внутреннего диаметра. Цилиндрическая наружная поверхность верхнего (первого) компрессионного кольца хромирована. Общая толщина хрома  $0,12...0,20$  мм, причем верхний слой хрома толщиной  $0,03...0,05$  мм пористый. Этот слой способствует быстрой приработке кольца и гильзы цилиндра, уменьшает трение между ними.

Для ускорения приработки поверхности вторых и третьих компрессионных колец (двигателей Д-245, СМД-60 и др.), прилегающие к гильзе, имеют небольшую конусность ( $1,5^\circ$ ). Их покрывают тонким слоем ( $0,005...0,006$  мм) олова. У двигателя КамАЗ-740 поверхность второго кольца покрыта молибденом.

Для этой же цели ставят компрессионные кольца, имеющие по внутреннему диаметру выточку 7. При установке таких колец в канавку поршня они деформируются (скручиваются) и работают подобно конусным. Эти кольца устанавливают выточкой к днищу поршня.

Маслосъемные кольца необходимы для снятия излишков

масла со стенки цилиндра. Если не снимать излишки масла с внутренней поверхности цилиндров, то оно, проникая в полость над поршнем и соприкасаясь с горячими газами и деталями, частично сгорает, а частично окисляется. Это вызывает повышенный расход масла и образование нагара на днище поршня, головке и стенках цилиндра. Масло-съемное кольцо 2 снимает излишки масла с зеркала цилиндра и отводит их в картер. Оно может быть различной конструкции. Кромки коробчатого кольца (рис. 23, в) снимают масло при движении вниз и вверх. Через зазор между кольцом и стенкой канавки, прорезь 6 в кольце и канал 11 в поршне масло стекает в картер.

На поршне двигателей ЗИЛ-130 и ЗМЗ-53-11 установлено составное масло-съемное кольцо (рис. 23, б). Его детали сделаны из пружинной стали. Кольцо состоит из двух тонких колец 8, осевого 9 и радиального 10 расширителей. Осевой расширитель 9, расположенный между кольцами 8, прижимает их к верхней и нижней стенкам канавки поршня. Радиальный расширитель 10, находящийся в канавке поршня за дисками, плотно прижимает их к зеркалу цилиндра.

На двигателе СМД-60 применено составное масло-съемное кольцо 17 (см. рис. 21), но только с одним расширителем, который выполняет функции осевого и радиального расширителей.

У двигателя Д-65Н в каждую канавку устанавливают два масло-съемных кольца 15 и 16 (рис. 23, г) скребкового типа, хромированных по рабочему буртику, и радиальный расширитель 10 (рис. 23, б). Эти кольца работают независимо одно от другого и легко приспособляются к профилю поверхности гильзы цилиндра. Углубления в верхнем скребковом кольце 15, находящиеся на нижней поверхности, образуют сквозные щели, по ко-

торым масло отводится внутрь поршня.

**Поршневой палец 16** (см. рис. 21) служит для шарнирного соединения поршня с шатуном 9. Он представляет собой стальной полый цилиндр, стенки которого имеют небольшую толщину. Палец подвергают термической обработке, чтобы получить верхний твердый износостойкий слой (1...1,5 мм) и вязкую середину. Для уменьшения трения наружную поверхность пальца полируют. В большинстве двигателей применяют «плавающие» пальцы, свободно перемещающиеся в бобышках 13 поршня и во втулке 10 шатуна. От осевых перемещений палец удерживается стопорными пружинящими кольцами 15, которые вставляют в канавки 14.

При холодном состоянии двигателя палец с бобышками поршня соединен с небольшим натягом. Материал поршня имеет больший коэффициент линейного расширения, чем материал пальца. При достижении пальцем рабочей температуры он расширяется в меньшей степени, чем отверстие для него в бобышках поршня. Вследствие этого палец может поворачиваться в бобышках.

В бобышках поршня палец смазывается маслом, снимаемым масло-съемным кольцом и разбрызгиваемым коленчатым валом. В бобышках некоторых двигателей для лучшего поступления масла к трущимся поверхностям бобышек и пальца сделаны сверления 12.

Внутри пальца двухтактных двигателей П-10УД выполнена перегородка, которая предотвращает прорыв горячей смеси из кривошипной камеры в выпускной канал.

Поршневые пальцы комплектуют по массе и наружному диаметру.

**Шатун** передает усилие от поршня к коленчатому валу в такте расширения и в обратном направлении при вспомогательных тактах.

Шатун должен быть прочным, жестким и легким. Его штампуют из

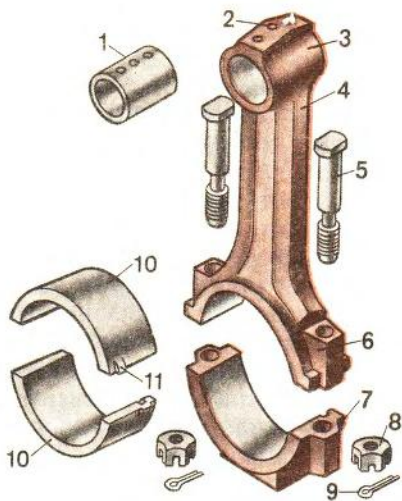


Рис. 24. Шатун двигателя СМД-18Н:

1 — втулка; 2 — отверстие в верхней головке; 3 — верхняя головка; 4 — стержень; 5 — болт; 6 — нижняя головка; 7 — крышка нижней головки; 8 — гайка; 9 — шплинт; 10 — вкладыши нижней головки шатуна; 11 — усик вкладыша.

высококачественной углеродистой или легированной стали, после чего подвергают механической и термической обработке.

Различают следующие элементы шатуна: верхнюю головку 3 (рис. 24), соединяемую пальцем с поршнем, стержень 4 и нижнюю разъемную головку 6, закрепляемую на шатунной шейке коленчатого вала.

Стержень 4 шатуна обычно имеет двутавровое сечение. В верхнюю головку 3 запрессовывают бронзовую или биметаллическую втулку 1. Отверстия 2 в верхней головке шатуна (в двигателях СМД-18Н и др.) и во втулке служат для подвода масла к поверхности поршневого пальца. В шатунах дизелей А-41 и СМД-60 масло во втулку верхней головки подается принудительно из нижней головки по каналу в стержне шатуна.

На поверхности втулки 10 (см. рис. 21) предусмотрена кольцевая маслораспределительная канавка 11.

Длина верхней головки шатуна на 2...4 мм меньше расстояния между торцами бобышек поршня, благодаря

чему предотвращается трение головки о бобышки поршня.

Съемную часть нижней головки шатуна называют крышкой. Плоскость разъема нижней головки обычно перпендикулярна оси шатуна. Однако в двигателях А-41, ЯМЗ-240БМ и СМД-60 разъем нижней головки выполнен под углом  $55^\circ$  к оси шатуна. Это обеспечивает возможность установки комплекта поршня с шатуном через цилиндр.

Крышку 7 (см. рис. 24) крепят к шатуну двумя болтами 5 с гайками 8. От проворачивания болты удерживаются лысками, имеющимися на головках болтов. Гайки 8 шатунных болтов равномерно затягивают динамометрическим ключом и фиксируют шплинтами 9.

Крышки шатунов невзаимозаменяемы, поэтому на поверхностях обеих половин нижней головки шатуна с одной стороны имеются одинаковые метки (цифры), в соответствии с которыми соединяют крышку с шатуном. Шатуны подбирают по массе. Например, разность масс в комплекте шатунов двигателя СМД-60 не должна превышать 14 г.

Нижняя головка шатуна двигателя П-10УД и его модификаций неразъемная. В ней установлен подшипник качения. Коленчатый вал этого двигателя разборный.

**Шатунные подшипники** представляют собой тонкостенные вкладыши 10, изготовляемые из стальной ленты толщиной 1...3 мм. Их внутренняя поверхность для уменьшения трения и износа шеек коленчатого вала покрыта тонким слоем (0,08... ..0,10 мм) антифрикционного сплава на алюминиевой основе или свинцовистой бронзы.

Для предотвращения осевых смещений и проворачиваний вкладышей служат выступы — усики 11, входящие в клиновые пазы шатуна и его нижней крышки. С этой же целью вкладыш устанавливают в нижнюю головку шатуна с натягом.

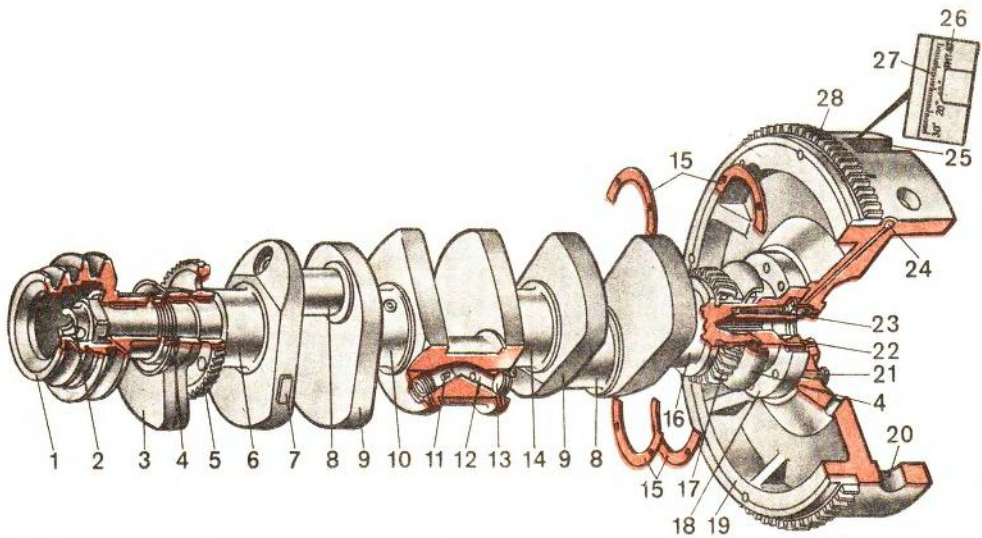


Рис. 25. Коленчатый вал и маховик дизеля СМД-60:

1 — шкив; 2 — храповик; 3 — передний противовес; 4 — маслоотражатель; 5 — зубчатое колесо привода маслонасоса; 6 — первая коренная шейка; 7 — площадка для метки размерной группы; 8 — шатунная шейка; 9 — щека; 10 — вторая коренная шейка; 11 — маслозаборная трубка; 12 — полость в шатунной шейке; 13 — пробка; 14 — третья коренная шейка; 15 — полукольца осевой фиксации; 16 — задняя коренная шейка; 17 — зубчатое колесо привода механизма газораспределения; 18 — фланец; 19 — маховик; 20 — отверстие для вентиляции муфты сцепления; 21 и 23 — болты; 22 — шарикоподшипник; 24 — масленка; 25 — направляющий паз для дисков муфты сцепления; 26 — метка для установки поршня в в. м. т.; 27 — шкала; 28 — зубчатый венец.

Вкладыши многих двигателей по всей поверхности покрывают слоем олова толщиной 0,002...0,003 мм. Лужение обеспечивает быструю приработку внутренней поверхности вкладышей к шейке коленчатого вала и плотное прилегание наружной поверхности вкладышей к внутренней поверхности нижней головки шатуна, а следовательно, надежный отвод теплоты от последней. Между вкладышами шатунного подшипника и шейкой вала имеется радиальный зазор для создания масляного слоя. Его значение у дизеля СМД-60 колеблется в пределах 0,090...0,146 мм, а у карбюраторного двигателя ЗИЛ-130 — 0,026...0,083 мм.

У некоторых двигателей в области стыка вкладышей по всей длине выполнены сплошные срезы (лыски) шириной в несколько миллиметров и глубиной 0,06...0,08 мм. Их называют холодильниками, улучшающими отвод масла из подшипника.

Вкладыши шатунных подшипников

взаимозаменяемы, т. е. их можно устанавливать в шатун без подгонки по месту, обеспечивая при этом необходимый зазор между подшипником и шейкой вала. Их не регулируют. Изношенные вкладыши заменяют новыми номинального или ремонтного размера.

Шатуны двух противоположных цилиндров V-образных двигателей ЗМЗ-53-11, СМД-60 и ЯМЗ-240БМ закреплены на одной шейке коленчатого вала.

**Коленчатый вал** передает вращательное движение трансмиссии. Он приводит в действие различные механизмы двигателя.

Коленчатый вал состоит из следующих основных элементов:

- коренных шеек 6, 10, 14 и 16 (рис. 25), которыми вал опирается на коренные подшипники, расположенные в картере;
- шатунных шеек 8;
- щеки 9, соединяющих коренные и шатунные шейки (для уменьшения

концентрации напряжений места перехода шеек в щеки выполнены в виде закруглений, называемых галтелями);

носка (переднего конца);  
хвостовика (заднего конца).

При работе двигателя коленчатый вал нагружен периодически действующими силами от давления газов и инерции возвратно-поступательно движущихся и вращающихся частей. Эти силы вызывают в элементах вала деформации изгиба, кручения и сжатия. Кроме того, шейки вала подвергаются механическому изнашиванию.

Основные требования к коленчатому валу: высокие усталостная прочность, точность изготовления, жесткость и износостойкость; динамическая уравновешенность; отсутствие вибрации; небольшое осевое смещение; малая масса.

Коленчатые валы штампуют из высокоуглеродистой стали (для двигателей СМД-60, Д-245, КамАЗ-740) или отливают из легированного (магниевого) чугуна (ЗМЗ-53-11). Все поверхности коленчатого вала, сопрягающиеся с другими деталями, подвергают механической обработке.

С повышенной точностью обрабатывают шейки вала. Овальность и конусность шеек новых валов не должны превышать 0,015 мм.

Для повышения твердости и износостойкости коренные и шатунные шейки коленчатых валов подвергают термической обработке. Затем их шлифуют и полируют.

Для улучшения уравновешенности кривошипно-шатунного механизма на щеках коленчатого вала, иногда на маховике и шкиве привода вентилятора устанавливают противовесы. Их крепят к щекам болтами (в двигателе Д-245) или изготавливают как продолжение щек (в двигателях СМД-60 и ЗИЛ-130).

Форма коленчатого вала определяется числом и расположением цилиндров, а также требованиями равномерности чередования тактов

расширения и уравновешенности двигателя.

При однорядном расположении цилиндров число шатунных шеек равно числу цилиндров. Когда расположение V-образное (в двигателях СМД-60, ЗМЗ-53-11 и др.), на каждой шатунной шейке обычно крепят по два шатуна: один для правого ряда цилиндров, другой для левого ряда.

Число коренных шеек коленчатого вала при одном и том же числе цилиндров в разных двигателях может быть различным. При увеличении числа коренных шеек уменьшается прогиб коленчатого вала, но увеличиваются габариты и стоимость двигателя.

Коленчатый вал, у которого с двух сторон шатунной шейки расположены коренные (в двигателях СМД-60, ЯМЗ-240БМ, ЗМЗ-53-11), называют полноопорным.

В некоторых двигателях на передний конец вала устанавливают ведущее зубчатое колесо привода механизма газораспределения и других механизмов двигателя, храповик для проворачивания коленчатого вала, маслоотражательную шайбу и сальниковое уплотнение. У двигателя СМД-60 зубчатое колесо 17 привода механизма газораспределения размещено на хвостовике коленчатого вала, который оканчивается фланцем 18 для крепления маховика 19.

Осевые смещения коленчатого вала ограничивают специальным устройством одного из коренных подшипников или другим приспособлением. Так, в двигателях Д-245, СМД-60, А-41 и А-01М для этой цели используют четыре сталеалюминиевых полукольца 15, которые размещают в проточках по торцам задней коренной опоры, а в двигателе СМД-18Н эти полукольца устанавливают на третьей коренной опоре коленчатого вала. В двигателях ЯМЗ-240БМ перемещение коленчатого вала лимитировано

бронзовыми кольцами, которые введены в выточки специального корпуса, прикрепленного к переднему торцу блок-картера.

У двигателей ЗМЗ-24Д и ЗМЗ-53-11 для ограничения осевых перемещений коленчатого вала с обеих сторон первого коренного подшипника установлены стальные упорные шайбы 1 и 2 (рис. 26), каждая из которых с одной стороны покрыта баббитом. Передняя упорная шайба 1 поверхностью, покрытой баббитом, обращена к стальной упорной шайбе 3, укрепленной шпонкой 6 на валу и прижатой зубчатым колесом 5 к торцу первой коренной шейки 4. Шайба 1 удерживается от проворачивания двумя штифтами 7, запрессованными в основание первого коренного подшипника и в его крышку. Задняя упорная шайба 2 обращена стороной, покрытой баббитом, к упорному бурту щеки вала и удерживается от проворачивания выступом, входящим в прямоугольный паз крышки первого коренного подшипника.

Осевой зазор определяется как разность длины первой коренной шейки и суммарного значения длины подшипника и толщины шайб 1 и 2.

Для подвода моторного масла к коренным и шатунным подшипникам шейки коленчатого вала соединены каналами, проходящими в щеках.

Коленчатые валы многих автотракторных двигателей в шатунных шейках имеют полость для центробежной очистки масла (грязеуловители). У двигателей СМД-60 такое устройство выполнено следующим образом. От коренных шеек вала по каналам масло поступает в полость 12 (см. рис. 25), находящуюся внутри шатунных шеек вала. С торца каждой полости 12 закрыта пробкой 13. При вращении коленчатого вала тяжелые примеси (пыль, коксовые и металлические частицы), имеющиеся в масле, под действием центробежной силы отбрасываются

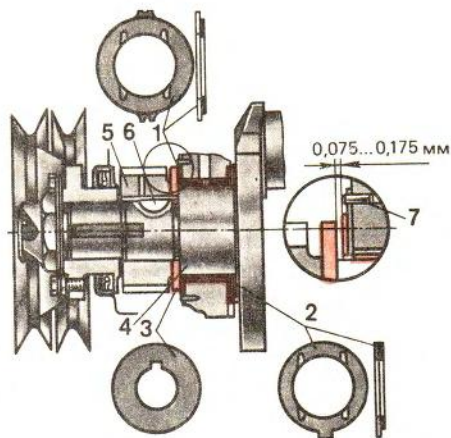


Рис. 26. Передняя часть коленчатого вала двигателя ЗМЗ-24Д:

1, 2 и 3 — упорные шайбы; 4 — первая коренная шейка; 5 — зубчатое колесо; 6 — шпонка; 7 — штифт.

к стенке полости 12, а очищенное масло подается по трубке 11 в шатунный подшипник. Грязеуловители двигателей ЗМЗ-24Д и ЗМЗ-53-11 устроены и работают так же, как и у двигателей СМД-60, но масло из полости грязеуловителя подается к наружной поверхности шатунной шейки не по трубке, а по каналу.

**Коренные подшипники** коленчатых валов в двигателях могут быть двух видов: скольжения и качения.

Подшипники скольжения представляют собой взаимозаменяемые вкладыши, которые конструктивно мало отличаются от вкладышей шатунных подшипников. Для большинства двигателей их изготавливают из облуженной сталеалюминиевой ленты. Толщина слоя алюминиевого сплава 0,5...0,9 мм, олова 0,003...0,009 мм. Вкладыши коренных подшипников дизеля КамАЗ-740 тоже трехслойные, но в качестве рабочего слоя применена свинцовистая бронза.

Верхние вкладыши коренных подшипников имеют сквозные отверстия, которые при установке вкладышей в постели совпадают с каналами

в блок-картере. По этим каналам масло из главной масляной магистрали подводится к подшипникам.

На внутренней поверхности отдельных вкладышей делают канавки, соединяющиеся с отверстием. Канавки служат для подвода масла через наклонный канал в щеке коленчатого вала к соответствующему шатунному подшипнику.

Верхний вкладыш каждого коренного подшипника вставляют в гнездо стенки или перегородку блок-картера, а нижний — в съемную крышку. Вкладыши устанавливают в постели с натягом. Это обеспечивает при затяжке гаек у шпилек коренных подшипников плотное прилегание вкладышей к постели по всей окружности. Проворачивание и осевое перемещение вкладышей предотвращаются благодаря натягу и усикам, которые входят в специально сделанные клиновые пазы в постелях блок-картера и крышках коренных подшипников.

Нижние крышки прикрепляют к блок-картеру болтами или шпильками с гайками. Гайки шпилек шплинтуют замковыми шайбами или проволокой. Нижние крышки не взаимозаменяемые.

Радиальный зазор между вкладышами коренного подшипника и шейкой коленчатого вала у дизеля СМД-60 колеблется в пределах 0,100...0,156 мм, а у карбюраторного двигателя ЗИЛ-130—0,026...0,065 мм.

Коленчатые валы изготовляют двух, а иногда трех производственных номинальных размеров. Соответственно этим размерам комплектуют вкладыши шатунных и коренных подшипников.

В подшипниках качения потери на трение значительно меньше, чем в подшипниках скольжения, но их применение в многоцилиндровых двигателях, имеющих несколько опор, усложняет конструкцию двигателя.

На двигателе ЯМЗ-240БМ и его модификациях коренными подшип-

никами коленчатого вала служат роликовые подшипники качения. Постель для коренных подшипников выполнена в семи перегородках нижней части блок-картера. В них запрессованы наружные кольца роликовых подшипников, которые удерживаются от осевых перемещений стопорными кольцами (внутренние кольца отсутствуют). Ролики катятся непосредственно по беговым дорожкам на коренных шейках. Внутри коленчатого вала имеются каналы и полости, по которым масло подается к шатунным шейкам. В полостях шатунных шеек происходит центробежная очистка масла.

В двигателе П-10УД и его модификациях в качестве коренных подшипников коленчатого вала применяют подшипники качения.

**Гаситель крутильных колебаний.** Крутильными называют колебания, возникающие в коленчатом валу под действием периодически изменяющихся крутящих моментов. Они вызывают в металле шеек и щек вала дополнительные внутренние напряжения и могут быть причиной усталостной поломки вала.

На двигателях ЯМЗ-240БМ для снижения амплитуды крутильных колебаний применен гаситель жидкостного трения. Он представляет собой стальной герметичный корпус с крышкой, внутри которого с зазором 0,10...0,24 мм по всему контуру размещен чугунный диск.

Через отверстие в крышке зазоры в гасителе заполняют вязкой жидкостью (полиметилсилоксаном), после чего отверстие закрывают пробкой. Корпус через полумуфту жестко соединен с носком коленчатого вала.

При вращении коленчатого вала энергия крутильных колебаний переходит в работу трения в тонком слое вязкой жидкости, находящимся между внутренними стенками корпуса и свободно расположенным в корпусе диском.

**Маховик 19** (см. рис. 25) накапли-

вает кинетическую энергию во время такта расширения и расходует ее для вращения коленчатого вала в течение трех подготовительных тактов. Маховик уменьшает неравномерность вращения коленчатого вала и за счет запасенной энергии облегчает работу двигателя при разгоне машинно-тракторного агрегата и преодолении кратковременных перегрузок.

Маховик представляет собой массивный чугунный диск. Во многих автотракторных двигателях, как и в двигателе СМД-60, его крепят болтами 21 к фланцу 18. На наружную цилиндрическую поверхность маховика напрессовывают стальной зубчатый венец 28 с целью вращения коленчатого вала электростартером или пусковым двигателем.

В двигателе П-10УД и его модификациях маховик устанавливают на хвостовик коленчатого вала, фиксируют шпонкой и крепят его к валу гайкой.

Чтобы при разборке не нарушить взаимное положение маховика и коленчатого вала, болты крепления маховика или его установочные штифты располагают несимметрично.

Муфту сцепления монтируют на маховике. Маховик в сборе с коленчатым валом и муфтой сцепления динамически балансируют, чтобы при вращении не возникали моменты сил инерции неуравновешенных частей. При динамической балансировке удаляют излишки металла со щек, противовесов коленчатого вала и обода маховика.

**Уравновешивающие механизмы.** При работе двигателя поршни с кольцами, пальцами и верхними головками шатунов движутся неравномерно. Их кинетическая энергия изменяется от нуля до максимума и наоборот. В результате такого изменения возникают силы инерции поступательных масс. Эти силы и центробежные силы инерции масс шатунных шеек и нижней части шатуна вызывают вибрацию двига-

теля на опорах, которая передается на раму и различные сборочные единицы машины. Вследствие вибрации увеличиваются механические потери и износ деталей, ослабляются крепления сборочных единиц, нарушаются регулировки в механизмах.

С целью уравновешивания двигателей выбирают соответствующее число и расположение цилиндров, а также схему расположения кривошипов коленчатого вала, вводят дополнительные массы (противовесы), применяют специальные механизмы.

Полностью уравновешенным считают двигатель, у которого суммы сил инерции и моментов этих сил равны нулю. Такими двигателями являются шестицилиндровый рядный двигатель А-01М и двенадцатицилиндровый с V-образным расположением цилиндров двигатель ЯМЗ-240БМ. Кривошипы их коленчатых валов расположены под углом 120° один относительно другого. Остальные автотракторные двигатели неуравновешены.

В двухцилиндровом дизеле Д-120 момент сил инерции первого порядка возвратно-поступательно движущихся масс уравновешивается действием механизма, состоящего из валика и двух грузов-противовесов, жестко укрепленных на валике. Коленчатый вал и валик вращаются с одинаковой частотой, но в противоположные стороны.

Уравновешивающий механизм дизеля А-41 сложнее. Он уравновешивает примерно 70 % силы инерции второго порядка возвратно-поступательно движущихся масс. Внутри корпуса 1 (рис. 27) механизма на роликовых подшипниках 8 вращаются два зубчатых колеса 2, установленных на осях 9. Каждое зубчатое колесо изготовляют с грузом как единое целое. Зубчатые колеса 2 приводятся во вращение от зубчатого венца 3, напрессованного на четвертую щеку коленчатого

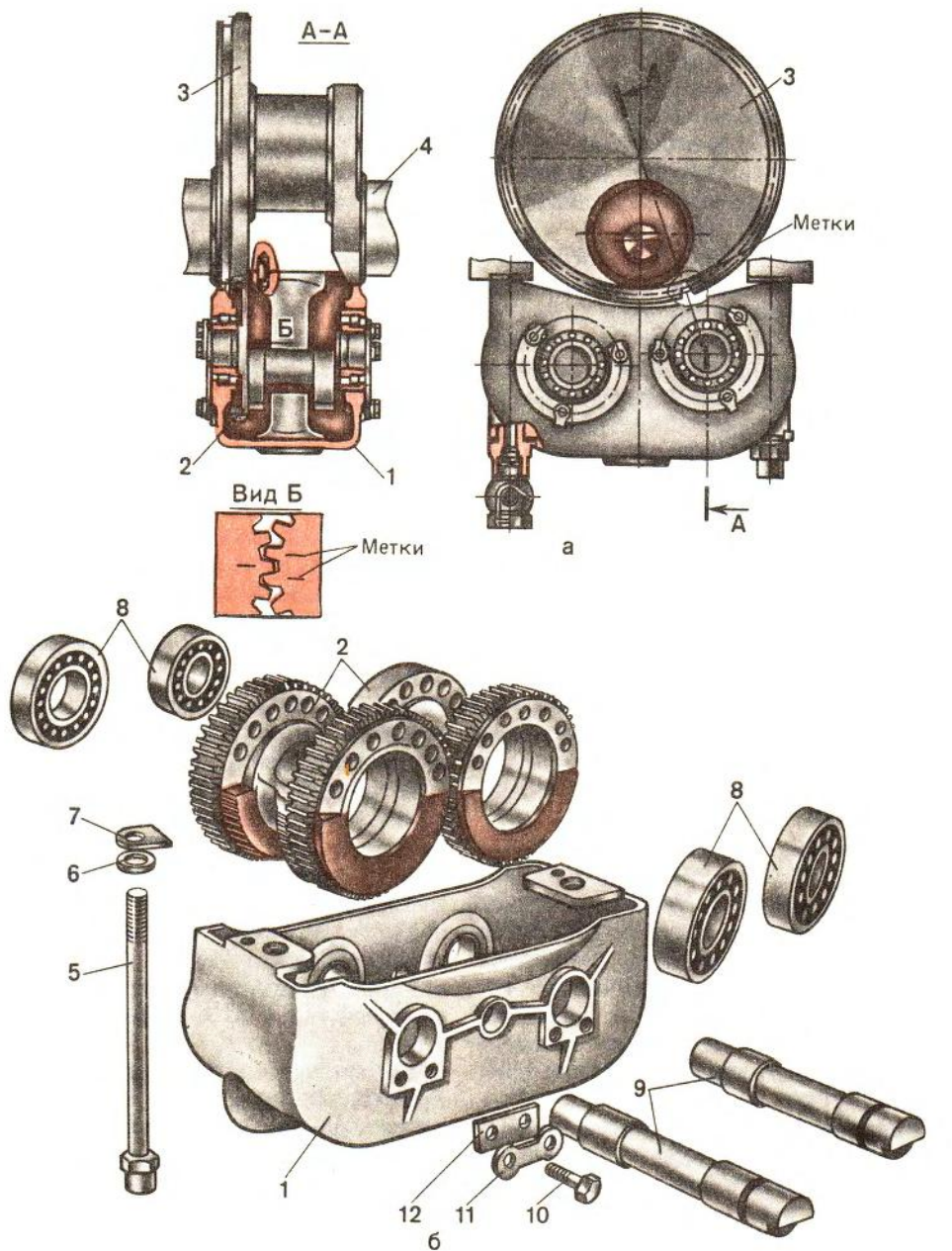


Рис. 27. Механизм уравнивания сил инерции второго порядка дизеля А-41:

а — общий вид; б — детали механизма уравнивания; 1 — корпус; 2 — зубчатое колесо с грузом; 3 — зубчатый венец; 4 — коленчатый вал; 5 и 10 — болты; 6, 7 и 11 — шайбы; 8 — роликовый подшипник; 9 — оси; 12 — планка.

вала 4. Угловая скорость зубчатых колес 2 в два раза больше угловой скорости коленчатого вала. При сборке механизма уравнивания совмещают метки на зубчатых колесах 2 и на одном из них и венце 3. Механизм уравнивания крепят к блок-картеру двумя болтами 5.

Уравнивающий механизм такого же типа установлен на дизеле Д-160. Он приводится в действие от зубчатого колеса привода масляного насоса.

**Основные возможные неисправности.** Признаками неисправности кривошипно-шатунного механизма могут быть посторонние стуки и шумы, снижение мощности двигателя, увеличение расхода топлива и масла.

Стуки и шумы в двигателе возникают в результате износа деталей кривошипно-шатунного механизма и увеличения зазоров между сопряженными деталями (цилиндр — поршень, шейки коленчатого вала — вкладыши подшипников и др.). Кроме стука, характерным признаком увеличения зазоров между шейками коленчатого вала и вкладышами может быть падение давления масла в смазочной системе. Если зазор больше предельно допустимого, вкладыши заменяют.

Падение мощности, повышенный расход топлива и масла, дымление из сапуна — это неисправности, обычно появляющиеся одновременно, когда воздух (рабочая смесь) и отработавшие газы прорываются из цилиндра в картер, а масло проникает из картера в камеру сгорания. Они также возникают при закоксовывании (пригорании) поршневых колец.

### § 3. МЕХАНИЗМЫ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

**Общие сведения.** Механизм газораспределения необходим для впуска в цилиндры двигателя све-

жего заряда (горючей смеси или воздуха) и выпуска из них отработавших газов. Эти процессы должны проходить в определенные промежутки времени.

В поршневых двигателях внутреннего сгорания главным образом применяют клапанные и золотниковые системы газораспределения, в четырехтактных автотракторных двигателях — клапанные механизмы газораспределения, клапаны которых открывают и закрывают впускные и выпускные отверстия. Различают два типа клапанных механизмов газораспределения: с подвесными клапанами (рис. 28), расположенными в головке цилиндра, и с боковыми клапанами (рис. 29), размещенными в блок-картере. Двигателей, имеющих механизм газораспределения с подвесными клапанами, большинство.

В пусковых двухтактных двигателях П-10УД и П-350 газораспределение золотниковое. Оно осуществляется поршнем, как показано на рисунке 8.

**Механизм газораспределения с подвесными клапанами.** Коленчатый вал приводит во вращение через зубчатые колеса распределительный вал 21 (см. рис. 28). При повороте распределительного вала выступ кулачка поднимает толкатель 19, а вместе с ним и штангу 14. Нижний конец ее упирается в пятау 18 толкателя, а верхний — в регулировочный винт 13 коромысла 6, установленного на оси 11. Коромысло 6, поворачиваясь вокруг оси 11, бойком отжимает клапан 22 вниз. При этом открывается канал головки цилиндра, а предварительно сжатые пружины 9 и 10 (чтобы удержать клапан 22 в закрытом положении) еще больше сжимаются. Стержень клапана движется в направляющей втулке 1.

Клапан открыт полностью, когда толкатель находится на вершине кулачка. При дальнейшем повороте распределительного вала толкатель

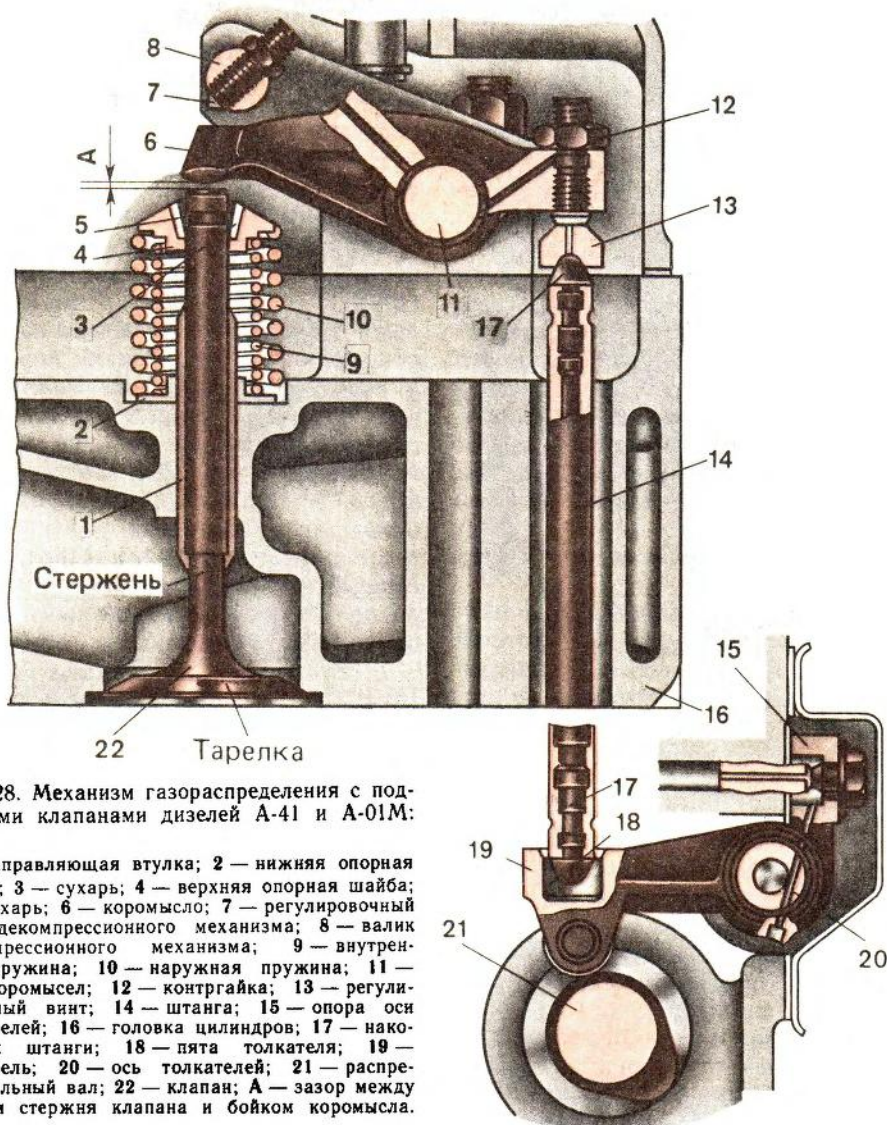


Рис. 28. Механизм газораспределения с подвесными клапанами дизелей А-41 и А-01М:

1 — направляющая втулка; 2 — нижняя опорная шайба; 3 — сухарь; 4 — верхняя опорная шайба; 5 — сухарь; 6 — коромысло; 7 — регулировочный винт декомпрессионного механизма; 8 — валик декомпрессионного механизма; 9 — внутренняя пружина; 10 — наружная пружина; 11 — ось коромысел; 12 — контргайка; 13 — регулировочный винт; 14 — штанга; 15 — опора оси толкателей; 16 — головка цилиндров; 17 — наконечник штанги; 18 — пята толкателя; 19 — толкатель; 20 — ось толкателей; 21 — распределительный вал; 22 — клапан; А — зазор между торцом стержня клапана и бойком коромысла.

начинает постепенно опускаться, а клапан под действием пружин движется вверх. Когда выступ кулачка выходит из-под толкателя, давление на клапан прекращается и он под действием пружин плотно закрывает отверстие канала (гнездо) в головке цилиндра.

При обратном движении клапана 22 коромысло, штанга и толкатель перемещаются в первоначальное положение.

В двигателях 412Э и ВАЗ-2107 распределительный вал расположен над головкой цилиндров, приводится во вращение цепной передачей и воздействует кулачками на поворотные рычаги привода клапанов.

**Механизм газораспределения с боковыми клапанами** воздействует кулачками через толкатели 10 (см. рис. 29) с регулировочными винтами 7 непосредственно на клапаны.

Чтобы изменение размеров при

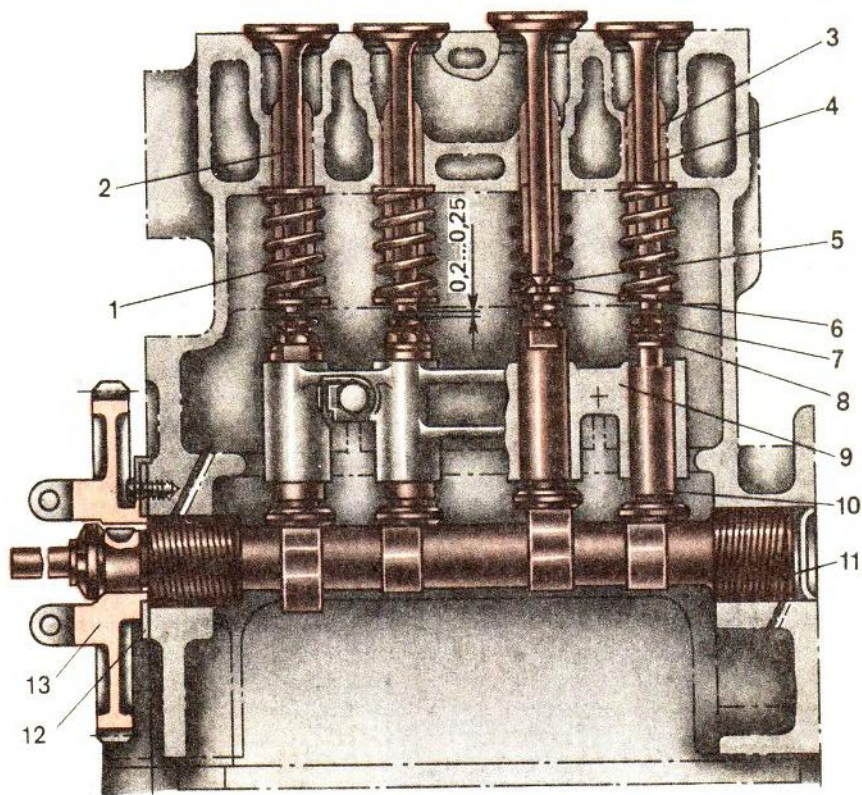


Рис. 29. Механизм газораспределения с боковыми клапанами двигателя П-23У:

1 — пружина; 2 — впускной клапан; 3 — направляющая втулка; 4 — выпускной клапан; 5 — сухарь; 6 — упорная шайба; 7 — регулировочный винт; 8 — контргайка; 9 — кронштейн толкателей; 10 — толкатель; 11 — распределительный вал; 12 — упорная шайба; 13 — зубчатое колесо распределительного вала.

нагревании деталей механизма газораспределения не нарушало плотной посадки тарелки клапана в гнездо головки цилиндров, между торцом стержня клапана 22 (см. рис. 28) и бойком коромысла 6, а также между регулировочным винтом 7 (см. рис. 29) и клапаном устанавливают зазор А. При холодном состоянии двигателя этот зазор для впускных клапанов равен 0,15...0,40 мм, для выпускных — 0,20...0,45 мм.

В течение одного рабочего цикла четырехтактного двигателя происходит одно открытие впускного и выпускного клапанов. Для этого за цикл распределительный вал должен сделать один оборот, а коленчатый

вал — два оборота. Поэтому у привода распределительного вала передаточное отношение 2 : 1.

Чтобы выполнить наибольшую работу при данном объеме цилиндра, последний должен максимально заполниться 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° раньше (по углу поворота коленчатого вала), чем поршень достигнет в. м. т., а закрывается на 40...70° позже прихода поршня в н. м. т.

Увеличение периода открытия впускного клапана обеспечивает луч-

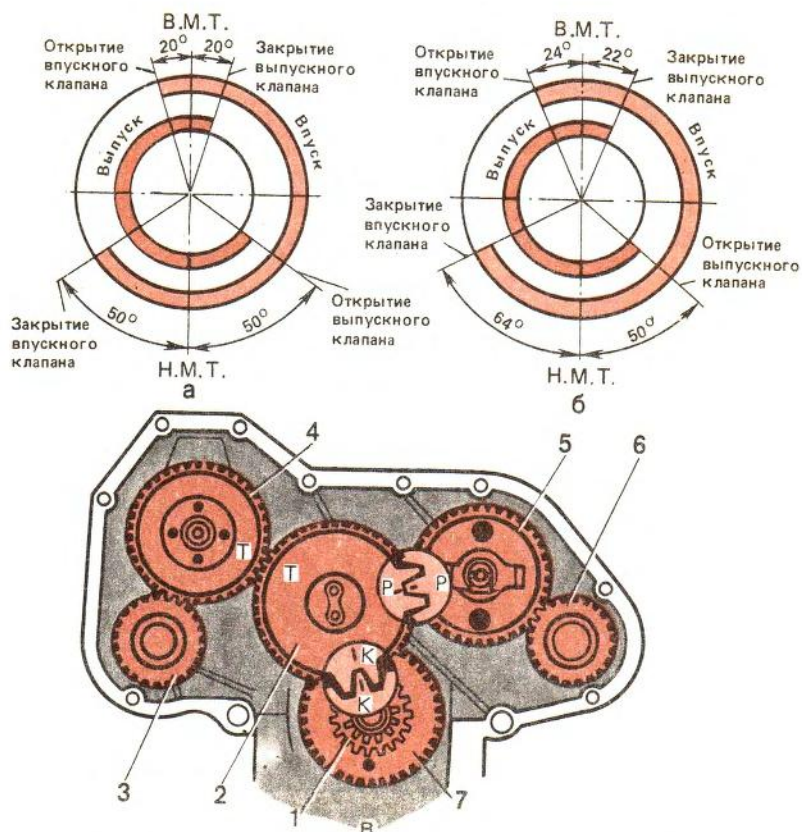


Рис. 30. Диаграмма газораспределения и схема расположения зубчатых колес различных механизмов двигателя:

а — диаграмма газораспределения дизеля А-41; б — диаграмма газораспределения карбюраторного двигателя ЗМЗ-53-11; в — схема расположения зубчатых колес газораспределительного привода и других механизмов дизеля А-41; 1 — зубчатое колесо коленчатого вала; 2 — промежуточное зубчатое колесо; 3 — зубчатое колесо привода насоса гидросилителя; 4 — зубчатое колесо привода топливного насоса; 5 — зубчатое колесо распределительного вала; 6 — зубчатое колесо привода насоса гидравлической системы; 7 — зубчатое колесо привода масляного насоса; Т, Р, К — метки.

шую 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 н. м. т., а закрывается за  $20...40^\circ$  после в. м. т.

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 периоды между момен-

тами (фазами) открытия или закрытия клапанов (или окон у двухтактных двигателей), выраженные в градусах поворота коленчатого вала и представленные в виде круговой диаграммы (рис. 30, а и б).

Периоды, указанные в диаграмме газораспределения, задают с учетом быстротходности 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-130). 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.

Наивыгоднейшую диаграмму газораспределения для каждого двигателя определяют экспериментально. При небольших отклонениях от принятой диаграммы газораспределения значительно снижаются мощность и экономичность двигателя. Чтобы правильно установить периоды между моментами открытия и закрытия клапанов двигателя, необходимо при его сборке совместить специальные метки на зуб-

чатом колесе 1 (рис. 30, в) коленчатого вала и зубчатыми колесами 2 промежуточного и 5 распределительного валов.

Действительный заряд цилиндра — это масса горячей смеси (или воздуха), поступившая в цилиндр двигателя во время процесса наполнения и оставшаяся в цилиндре к моменту закрытия впускного клапана.

**Основные детали механизма газораспределения:** распределительный вал и толкатели, штанги, коромысла, клапаны, пружины, зубчатое колесо.

Распределительный вал 8 (рис. 31) с помощью кулачков 6 и 7, расположенных на нем, управляет движением клапанов. Каждый кулачок воздействует через привод (толкатель, штангу и т. д.) на один клапан — впускной или выпускной.

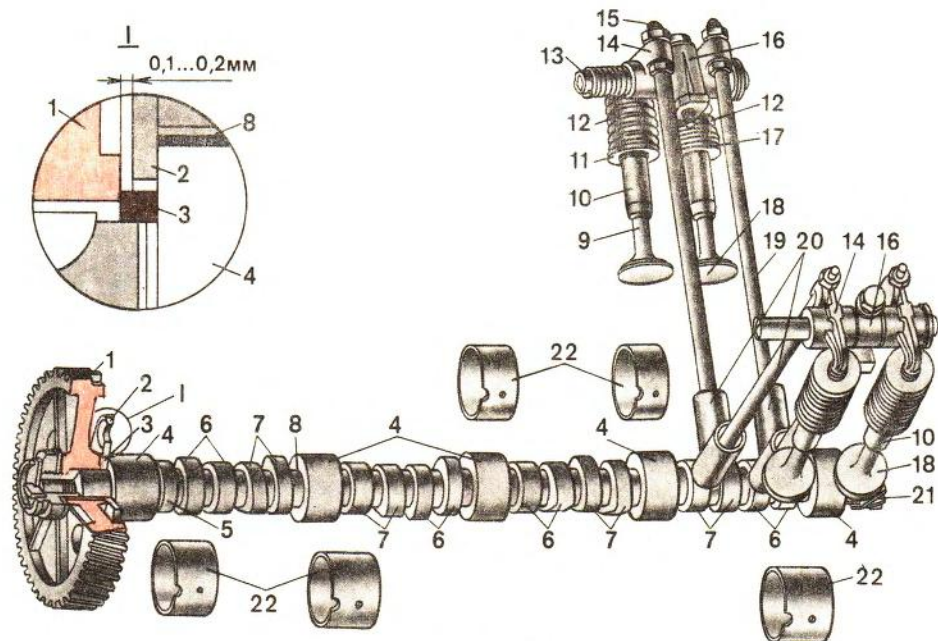


Рис. 31. Механизм газораспределения двигателя ЗИЛ-130:

1 — зубчатое колесо привода распределительного вала; 2 — упорный фланец; 3 — распорное кольцо; 4 — опорные шейки; 5 — эксцентрик привода топливного насоса; 6 — кулачки выпускных клапанов; 7 — кулачки впускных клапанов; 8 — распределительный вал; 9 — впускной клапан; 10 — направляющая втулка; 11 — упорная шайба; 12 — пружина; 13 — ось коромысел; 14 — коромысло; 15 — регулировочный винт; 16 — стойка оси коромысел; 17 — механизм поворота выпускного клапана; 18 — выпускной клапан; 19 — штанга; 20 — толкатели; 21 — зубчатое колесо привода масляного насоса и прерывателя-распределителя; 22 — втулки.

Кулачки изготовлены с валом как единое целое и располагаются на нем в определенном порядке под разными углами в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя. Профиль кулачков должен обеспечить работу двигателя с принятыми фазами газораспределения. Широко распространен выпуклый (гармоничный) профиль кулачка, который можно применять при толкателе любого вида.

Распределительные валы изготавливают из стали (двигатели ЗИЛ-130, КамАЗ-740) или модифицированного чугуна (двигатель ВАЗ-2107). Опорные шейки, эксцентрики и кулачки распределительного вала термически обрабатывают и шлифуют.

При нижнем расположении распределительные валы вращаются в подшипниках скольжения, установленных в стенках и перегородках блок-картера. В качестве подшипников скольжения используют втулки из бронзы, антифрикционного чугуна (двигатель Д-245), стали или залитые антифрикционным сплавом (двигатели ЗМЗ-53-11 и ЗИЛ-130).

Распределительные валы двигателей ЗМЗ-53-11 и ЗИЛ-130 изготавливают как единое целое с эксцентриком 5 привода топливного насоса и зубчатым колесом привода масляного насоса и прерывателя-распределителя.

На переднем конце распределительного вала большинства двигателей устанавливают зубчатое колесо 1 его привода.

Осевое перемещение распределительного вала во втулках ограничивают в пределах 0,1...0,5 мм. Для этой цели в двигателях ЗИЛ-130 и ЗМЗ-53-11 используют упорный фланец 2, прикрепленный болтами к передней стенке блок-картера. Фланец 2 помещен между торцами передней опорной шейки 4 и ступицы зубчатого колеса 1 привода распределительного вала. Толщина фланца 2 меньше толщины рас-

порного кольца 3. Это обеспечивает необходимый зазор для осевого перемещения вала.

Такой же принцип работы имеет устройство, ограничивающее осевое перемещение распределительного вала, в двигателях А-41 и СМД-60.

Распределительный вал большинства автотракторных двигателей приводится во вращение зубчатыми колесами, двигателя 412Э — двухрядной втулочной цепью, а двигателя ВАЗ-2105 — зубчатым ремнем. Натяжение ремня регулируется автоматически роликом, закрепленным на кронштейне.

Распределительные зубчатые колеса установлены в передней (в специальном отсеке картера, закрытом крышкой) или задней (в двигателях СМД-60, КамАЗ-740 и ЯМЗ-240БМ) части двигателя.

В некоторых двигателях зубчатые колеса коленчатого и распределительного валов входят непосредственно в зацепление, а в двигателях А-41 (см. рис. 30, в), СМД-18Н и Д-245 они соединены через промежуточное зубчатое колесо.

Для улучшения плавности хода и уменьшения шума распределительные зубчатые колеса делают с косыми зубьями. Зубчатые колеса изготавливают из стали, легированного чугуна и текстолита. Например, в двигателе ЗМЗ-53-11 зубчатое колесо распределительного вала текстолитовое. Применение разных материалов для зубчатых колес уменьшает шум при их работе.

Зубчатые колеса коленчатого и распределительного валов устанавливают на шпонках. Промежуточное зубчатое колесо большинства двигателей вращается на неподвижной стальной оси, запрессованной в стенку блок-картера.

Толкатель служит для передачи движения от кулачка распределительного вала к клапану или штанге. Различают толкатели следующих видов: качающиеся роликовые (рис. 32, а), грибообразные (рис.

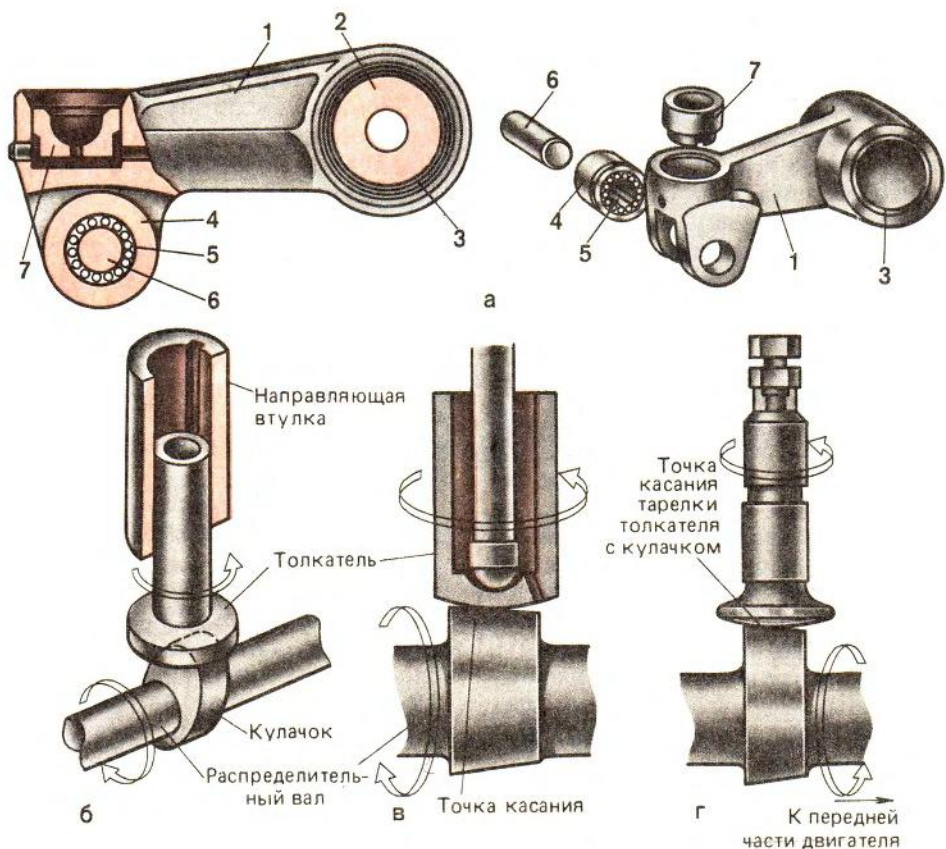


Рис. 32. Виды толкателей:

**а** — качающийся роликовый: 1 — рычаг; 2 — ось рычага; 3 — втулка; 4 — ролик; 5 — игольчатый подшипник; 6 — ось ролика; 7 — пята; **б** — грибообразный с плоской опорной поверхностью; **в** — цилиндрический со сферической опорной поверхностью; **г** — грибообразный со сферической опорной поверхностью.

32, **б** и **г**) и цилиндрические (рис. 32, **в**). Толкатели изготовляют (часто пустотелыми) из чугуна или стали. Их рабочие поверхности термически обрабатывают и шлифуют. Толкатели перемещаются в направляющих втулках из антифрикционного чугуна или непосредственно в отверстиях блок-картера (в двигателях СМД-60, Д-245, ЗМЗ-53-11, ЗИЛ-130).

В двигателях А-41, А-01М и ЯМЗ-240БМ установлены качающиеся на специальной оси роликовые толкатели. В отверстие толкателя запрессована бронзовая втулка 3 (рис. 32, **а**). Ролик 4 вращается на игольчатом подшипнике 5. С це-

лью повышения долговечности толкателя в месте соприкосновения со штангой в него запрессована термически обработанная стальная пята 7 со сферической поверхностью.

Нижняя часть грибообразного толкателя выполнена в виде тарелки, которая имеет плоскую (в двигателях СМД-60 и Д-160) или сферическую опорную поверхность. У цилиндрического толкателя (в двигателях ЗИЛ-130 и ЗМЗ-53-11) опорная поверхность тоже сферическая.

Для равномерного изнашивания опорной и направляющей (цилиндрической) поверхностей толкатель одновременно с прямолинейным движением совершает вращательное —

вокруг своей оси. Вращательное движение толкателя при его плоской опорной поверхности достигается смещением оси толкателя относительно оси кулачка распределительного вала на 1,5 мм (рис. 32, б), а при сферической опорной поверхности — применением кулачков распределительного вала, имеющих небольшую конусность (рис. 32, в и г).

Штанга 14 (см. рис. 28) представляет собой стальной (в двигателях СМД-60 и ЗИЛ-130) или из алюминиевого сплава (в двигателе ЗМЗ-53-11) стержень или стальную трубку (в двигателях А-41, А-01М и 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.

Коромысло 6 — стальной рычаг с двумя плечами различной длины. В резьбовое отверстие короткого плеча ввернут винт 13, с помощью которого регулируют зазор между утолщением (бойком) коромысла и стержнем клапана. Рабочую поверхность бойка шлифуют и термически обрабатывают. В средней части коромысла имеется отверстие с запрессованной втулкой. Оно нужно для установки коромысла на оси 11.

Стальные оси 13 (см. рис. 31), на которых размещены коромысла, закреплены в стойках 16, установленных на верхней плоскости головки цилиндров. Стойки крепят к головке цилиндров шпильками. Продольное перемещение коромысел по оси 13 предотвращается распорными пружинами.

Оси коромысел обычно пустотелые. Их внутренняя полость используется как канал для подвода масла, смазы-

вающего 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.

Клапан состоит из тарелки 9 (рис. 33, а) и стержня 8. Переход от тарелки к стержню сделан плавным, чтобы обеспечить клапану необходимую прочность, улучшить отвод теплоты от тарелки и уменьшить сопротивление движению газов.

Конусный поясok 1 (фаска) тарелки клапана предназначен для плотного закрытия гнезда в головке цилиндров. В большинстве двигателей фаски клапанов и их гнезд выполнены под углом 45°. Плотность прилегания фасок клапана и гнезда достигается шлифовкой и притиркой одного к другому.

Стержень клапана шлифованный. В верхней его части сделана цилиндрическая выточка 4, в которую входит выступ 3 разрезанного на две половины конического кольца — так называемые сухари 6, крепящие шайбу 5 на стержне клапана. Под выточкой 4 на стержне клапана расположена вторая цилиндрическая выточка 2, в которую вставлено пружинное кольцо 7. Оно предотвращает падение клапана (в случае его обрыва) в цилиндр.

На тарелке клапанов некоторых двигателей сделана прорезь (или сверления) для соединения со шпинделем притирочного устройства.

В двигателях А-01М, А-41, ЯМЗ-240БМ и ЗМЗ-53-11 пружины 10 и 14 (рис. 33, б и в) клапана раз-

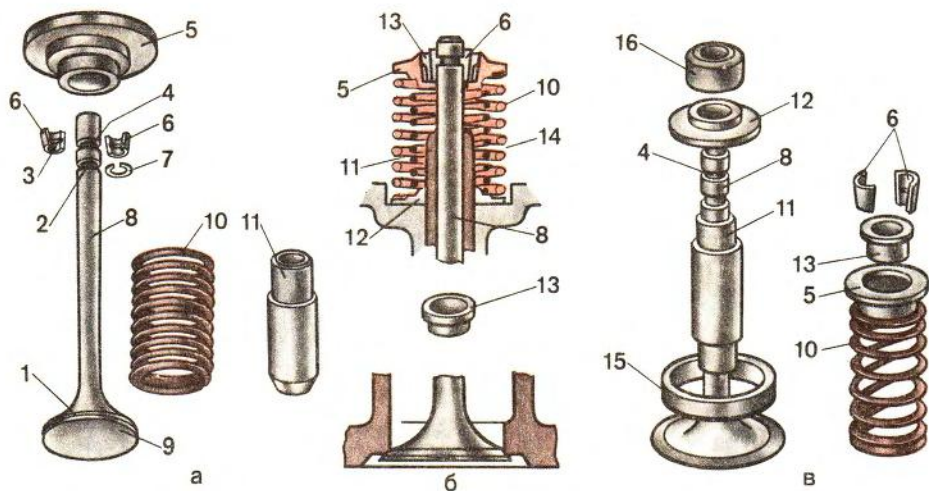


Рис. 33. Клапан, пружина и детали ее крепления в механизме газораспределения:

а — двигателя СМД-18Н; б — двигателей А-41 и А-01М; в — двигателя ЗМЗ-53-11; 1 — фаска тарелки клапана; 2 и 4 — цилиндрические выточки на стержне клапана; 3 — выступ на сухаре; 5 — верхняя опорная шайба пружины клапана; 6 — сухари; 7 — пружинное кольцо; 8 — стержень; 9 — тарелка; 10 и 14 — наружная и внутренняя пружины; 11 — направляющая втулка; 12 — нижняя опорная шайба пружины клапана; 13 — втулка опорной шайбы; 15 — вставное кольцо (гнездо); 16 — маслоотражательный колпачок.

мещены между нижней 12 и верхней 5 опорными шайбами. Клапан соединен с шайбой 5 посредством конической втулки 13 (в двигателях КамАЗ-740 и ЗМЗ-53-11) и сухарей 6. Втулка 13 опирается на верхнюю опорную шайбу 5 только торцом или узким пояском, поэтому трение между ними мало, и клапан под воздействием коромысла и вибрации пружины может проворачиваться. Это увеличивает срок службы гнезда, клапана и втулки 11.

В двигателях ЗМЗ-24Д и ЗМЗ-53-11 для уменьшения проникания (просачивания) масла через зазор между стержнем и втулкой впускного клапана в цилиндр на стержень клапана под опорную шайбу 5 надет маслоотражательный колпачок 16 из маслостойкой резины.

Клапаны изготовляют из легированной стали, которая сохраняет механические свойства при высокой температуре, хорошо сопротивляется коррозии и износу от трения.

С целью уменьшения износа на

фаску выпускного клапана 1 (рис. 34, а) двигателей ЗМЗ-53-11 и ЗИЛ-130 наплавляют слой 13 из жаростойкого сплава, а торцы стержней впускных и выпускных клапанов всех двигателей закалывают.

Для выпускных клапанов двигателей ЗМЗ-53-11 и ЗИЛ-130 применено натриевое охлаждение. Стержни этих клапанов имеют полость 11, которую при изготовлении клапана заполняют на 50...60 % натрием 12, а затем к тарелке приваривают заглушку 14. Во время работы двигателя натрий плавится (температура его плавления 97 °С) и в жидком состоянии при движении клапана перемещается внутри полости 11, интенсивно перенося теплоту от тарелки клапана к его стержню и втулке.

Выпускной клапан 1 двигателя ЗИЛ-130 для повышения срока службы принудительно поворачивается во время работы двигателя специальным механизмом, состоящим из неподвижного корпуса 2 (рис. 34, а и б), в котором по окруж-

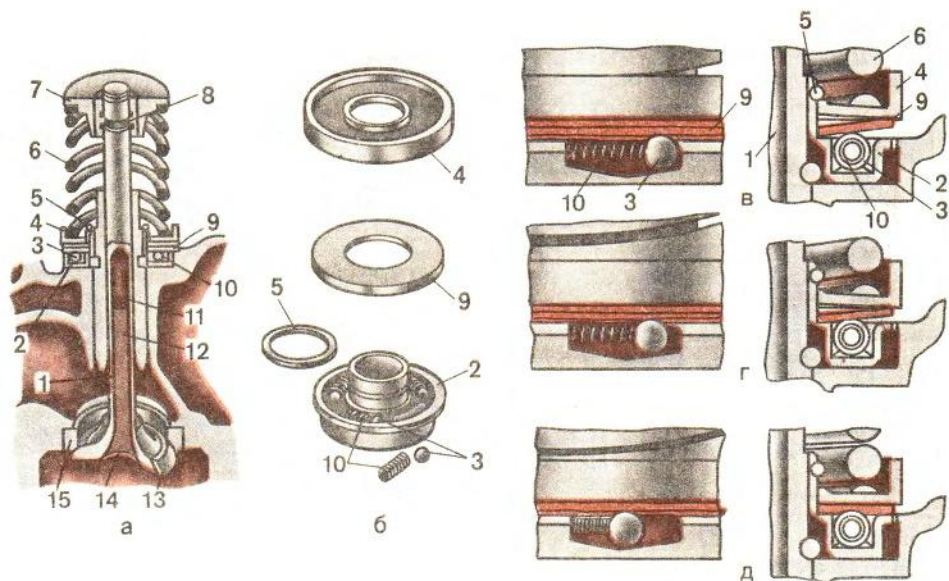


Рис. 34. Выпускной клапан в сборе механизма газораспределения двигателя ЗИЛ-130 и схема поворота клапана:

**а** — выпускной клапан в сборе; **б** — детали механизма поворота; **в** — начальное положение механизма поворота; **г** — положение механизма поворота при открытии клапана; **д** — положение механизма поворота в конце открытия клапана: 1 — выпускной клапан; 2 — неподвижный корпус; 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 гнездо.

ности расположены пять наклонных углублений, пяти шариков 3 и их возвратных пружин 10, дисковой пружины 9, упорной шайбы 4, на которую давит пружина 6 клапана, и замочного кольца 5. Шайба 4 и пружина 9 надеты с зазором на корпус 2, установленный в гнездо головки цилиндров.

При закрытом клапане усилие пружины 6 (рис. 34, в) через шайбу 4 передается на наружную кромку дисковой пружины 9, которая с противоположной стороны внутренней кромкой опирается на выступ корпуса 2. Когда клапан открывается (рис. 34, г), пружина 6 сжимается. В результате ее возросшего усилия дисковая пружина 9, опираясь на шарики 3, выпрямляется. Между внутренней кромкой дисковой пружины 9 и выступом корпуса 2 появляется зазор. Под действием усилия пружин 6 и 9 шарики 3,

преодолевая сопротивление возвратных пружин 10, катятся по наклонным плоскостям углублений корпуса 2 и поворачивают дисковую пружину 9, шайбу 4 и с ними пружину 6 и клапан 1 на некоторый угол.

Положение механизма поворота в конце открытия клапана показано на рисунке 34, д. 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 (рис. 34, в).

Для лучшего наполнения цилиндров двигателей диаметр тарелки впускного клапана сделан несколько большим, чем у выпускного клапана.

Гнезда 15 (рис. 34, а) впускных и выпускных клапанов двигателей ЯМЗ-240БМ, ЗМЗ-53-11 и ЗИЛ-130 выполнены в виде вставных колец из

жаростойкого чугуна, запрессованных в головку цилиндров. Вставные кольца двигателя СМД-60 сделаны из сплава на никелевой основе, причем гнезда впускных клапанов имеют козырьки (ширмы) для направленного входа воздуха в цилиндр. В двигателях А-41 и А-01М вставные кольца из жаростойкого чугуна предусмотрены только для выпускных клапанов. Вставные гнезда увеличивают срок службы и облегчают ремонт головки цилиндров.

Направляющая втулка 11 (см. рис. 33) обеспечивает осевое перемещение клапана и посадку его в гнездо без перекоса. Ее изготовляют из чугуна или порошковых материалов (для двигателей ЗМЗ-53-11, СМД-60 и ЯМЗ-240БМ), обладающих высокими антифрикционными свойствами.

Пружина 10 создает усилие, необходимое для закрытия клапана и плотной посадки его в гнездо. Она не допускает отрыва толкателя от кулачка распределительного вала, сохраняя этим установленную продолжительность открытия клапана.

Пружины изготовляют из стальной проволоки. Обычно они бывают витые, цилиндрические с постоянным (в двигателе Д-245) или переменным (в двигателе ЗИЛ-130) шагом витков. У пружины с переменным шагом витков уменьшается возможность возникновения опасного для ее прочности резонанса. Конец пружины с меньшим шагом навивки должен располагаться у терелки клапана.

В двигателе ЗМЗ-53-11 на каждый клапан установлена одна пружина, в двигателях Д-245, А-41, СМД-60 и других — две пружины. Чтобы витки внутренней 14 (рис. 33, б) и наружной 10 пружин не заклинивались, они навиты в разные стороны. Наличие двух пружин уменьшает размеры и облегчает условия их работы; вместе с тем повышается надежность: при поломке одной пружины клапан будет удерживаться другой.

**Декомпрессионный механизм.** При

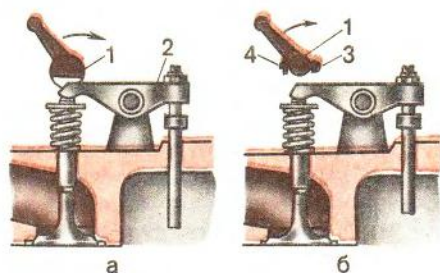


Рис. 35. Схемы декомпрессионных механизмов:

а — на длинное плечо коромысла нажимает валик; б — на длинное плечо коромысла нажимает винт; 1 — валик; 2 — коромысло; 3 — винт; 4 — контргайка.

пуске дизеля и регулировке его механизмов прокручивание коленчатого вала требует затраты значительных усилий для преодоления сопротивлений, возникающих при сжатии воздуха в цилиндрах. Для уменьшения этого сопротивления в период проворачивания коленчатого вала цилиндры дизеля сообщают с атмосферой, открывая впускные, а иногда и выпускные клапаны на протяжении всего цикла. Для этой цели служит декомпрессионный механизм, работа которого связана с механизмом газораспределения.

При прокручивании коленчатого вала декомпрессионный дизель постепенно нагревается, в нем понижается вязкость масла, поэтому сопротивление прокручиванию уменьшается. При достаточной частоте вращения коленчатого вала дизеля выключают декомпрессионный механизм.

Декомпрессионный механизм дизеля СМД-18Н открывает одновременно все клапаны. Для этого рукояткой поворачивают валик 1 (рис. 35, а), который нажимает на длинное плечо коромысла 2. Аналогично работают декомпрессионные механизмы дизелей А-41 и А-01М с тем лишь отличием, что на плечи их коромысел нажимают винты 3 (рис. 35, б).

**Основные возможные неисправности.** В процессе работы двигателей

в газораспределительном механизме может нарушаться плотность посадки клапанов в гнезда и увеличиваться осевое перемещение распределительного вала. Причины нарушения плотности посадки клапанов в гнезда: изменение зазоров между торцами стержней клапанов и бойками коромысел; заедание стержней клапанов в направляющих втулках; нагар или повреждения на фасках клапанов и седлах гнезд; потеря упругости или поломка клапанных пружин.

При увеличении значения зазоров между торцами стержней клапанов и бойками коромысел возникают стуки в клапанном механизме, ухудшаются наполнение цилиндров воздухом и очистка их от отработавших газов. При уменьшении зазоров, заедании стержней клапанов в направляющих втулках, наличии нагара или повреждений на фасках головок клапанов и их гнезд, потере упругости или поломке пружин ухудшается компрессия в цилиндрах двигателя, периодически возникают хлопки во впускных и выпускных трубопроводах.

В результате этих неисправностей уменьшается мощность двигателя и увеличивается расход топлива.

**Техническое обслуживание.** В соответствии с правилами технического обслуживания (ГОСТ 20793—81) нужно периодически проверять и подтягивать крепление головок цилиндров, стоек осей коромысел и других деталей механизма; проверять и регулировать зазоры между торцами стержней клапанов и бойками коромысел в декомпрессионном механизме (в двигателях А-41, А-01М, Д-160), а также осевое перемещение распределительного вала.

Зазор между торцами стержней клапанов и бойками коромысел обычно регулируют на холодном двигателе.

В двигателе с подвесным расположением клапанов (например,

А-41) этот зазор регулируют в такой последовательности.

1. Отсоединяют тягу декомпрессионного механизма и снимают колпак головки цилиндров.

2. Включают декомпрессионный механизм гаечным ключом.

3. Устанавливают поршень первого цилиндра в в. м. т. Для этого проворачивают коленчатый вал дизеля до момента, когда впускной и выпускной клапаны первого цилиндра будут закрыты. Затем выворачивают установочную шпильку из картера маховика и длиной ее частью без резьбы вставляют в то же отверстие, из которого она была вынута, до упора в маховик. Нажимая на шпильку, медленно проворачивают коленчатый вал до тех пор, пока шпилька не войдет в углубление на маховике.

4. Выключают декомпрессионный механизм и проверяют щупом зазор А (см. рис. 28, а) между торцом стержня клапана и бойком коромысла обоих клапанов первого цилиндра. Он должен быть 0,25...0,30 мм.

5. Отвертывают контргайку 12 регулировочного винта. Затем, придерживая контргайку ключом, ввертывают (если надо уменьшить зазор) или вывертывают (если зазор нужно увеличить) винт. Установив заданный зазор, винт 13 закрепляют контргайкой 12 и вновь проверяют зазор, поворачивая штангу 14 вокруг оси, чтобы убедиться в ее свободном вращении. Закончив регулировку клапанов первого цилиндра, вынимают шпильку и ввинчивают ее в отверстие картера маховика.

Затем регулируют декомпрессионный механизм этого цилиндра. Устанавливают валик 1 (см. рис. 35, в) так, чтобы ось винтов 3 была вертикальна, и отворачивают контргайку 4. Ввертывают или вывертывают винт 3 до тех пор, пока зазор между торцом стержня клапана и бойком коромысла не будет равен 0,25...0,30 мм. Затем ввертывают винт на один обо-

рот и затягивают контргайку 4 до отказа.

После этого проверяют и регулируют зазор у клапанов других цилиндров дизеля. Повернув коленчатый вал на первый полуоборот, регулируют зазоры у клапанов третьего цилиндра и т. д.

## § 4. СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ

**Общие сведения.** Система питания предназначена для очистки воздуха и топлива, приготовления из них горючей смеси определенного качества и подачи ее или отдельно топлива и воздуха в необходимом количестве в цилиндры двигателя.

Системы питания тракторных дизелей мало различаются. Ниже в качестве примера рассматривается схема системы питания дизеля Д-245 (рис. 36).

Топливо, заливаемое в бак 2 через фильтр его горловины, при открытом кране 1 засасывается подкачивающим насосом 6 через топливопровод 3, фильтр 4 грубой очистки, топливопровод 5 и подается под давлением по топливопроводу 10 к фильтру 12 тонкой очистки. В фильтре 4 топливо очищается от крупных механических частиц и воды, а в фильтре 12 — от оставшихся мелких частиц. По топливопроводу 11 оно поступает в топливный насос 7 высокого давления (ТНВД), из которого под большим давлением подается по топливопроводам 9 к форсункам 18. Через форсунки топливо впрыскивается в камеры 19 сгорания.

Топливо, просачивающееся через зазоры сопрягаемых деталей форсунок, по сливному топливопроводу 17 отводится в бак 2. Излишки топлива из насоса 7 по топливопроводу 8 возвращаются в топливоподкачивающий насос 6.

Воздух, необходимый для сгорания топлива, поступает в цилиндры через воздушный фильтр (воздухоочиститель 23) и впускной трубопровод 16,

в котором установлен электрофакельный подогреватель 15. Количество поступающего в цилиндр воздуха увеличивает турбокомпрессор 21. Его турбину приводят в действие отработавшие газы, уходящие затем через глушитель 22 в окружающую среду.

Системы питания карбюраторных двигателей значительно отличаются от рассматриваемой ниже системы питания двигателя ЗИЛ-130.

Топливо из бака 8 (рис. 37) при открытом кране 11 через фильтр-отстойник 14, топливопровод 7 засасывается подкачивающим насосом 19, подается в фильтр 18 тонкой очистки и далее в карбюратор 3. При такте впуска воздух, очищенный от посторонних примесей в воздухоочистителе 2, поступает в карбюратор. В нем топливо распыливается, смешивается с воздухом и начинает испаряться. Приготовление горючей смеси продолжается во впускном трубопроводе, двигаясь по которому топливо испаряется и перемешивается с воздухом. Этот процесс заканчивается в цилиндрах двигателя во время тактов впуска и сжатия.

После сгорания рабочей смеси отработавшие газы через выпускной трубопровод 17, трубы 16 и глушитель 15 выбрасываются в окружающую среду. Топливо заливают в бак 8 через горловину, закрываемую пробкой 12.

Системы питания газовых автомобильных двигателей. Автомобильные двигатели могут работать на сжатом и сжиженном газе. Сжатыми называют газы, которые при температуре 15...20 °С и давлении до 20 МПа сохраняют газообразное состояние. Для двигателей, работающих на сжатом газе, широко используют природный газ. Сжиженными называют газы, которые переходят из газообразного в жидкое состояние при давлении 1,6 МПа и температуре до 50 °С. Дви-

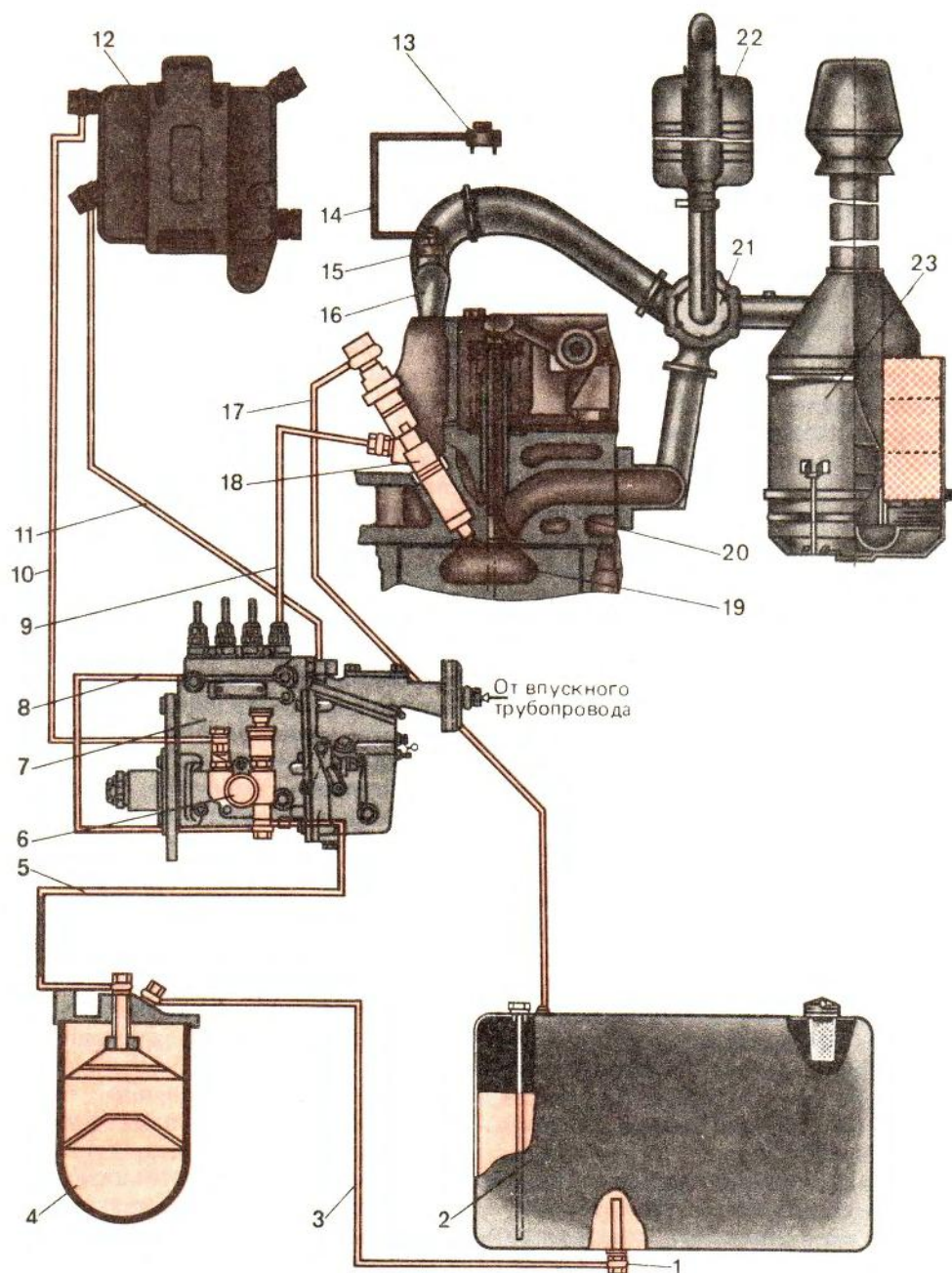


Рис. 36. Схема системы питания дизеля Д-245:

1 — кран; 2 — топливный бак; 3, 5, 8, 10, 11 и 17 — топливопроводы низкого давления; 4 — фильтр грубой очистки топлива; 6 — топливоподкачивающий насос; 7 — топливный насос высокого давления (ТНВД); 9 — топливопровод высокого давления; 12 — фильтр тонкой очистки топлива; 13 — бачок; 14 — топливопровод к факельному подогревателю; 15 — факельный подогреватель; 16 — впускной трубопровод; 18 — форсунка; 19 — камера сгорания; 20 — головка цилиндров; 21 — турбокомпрессор; 22 — глушитель; 23 — воздухоочиститель.

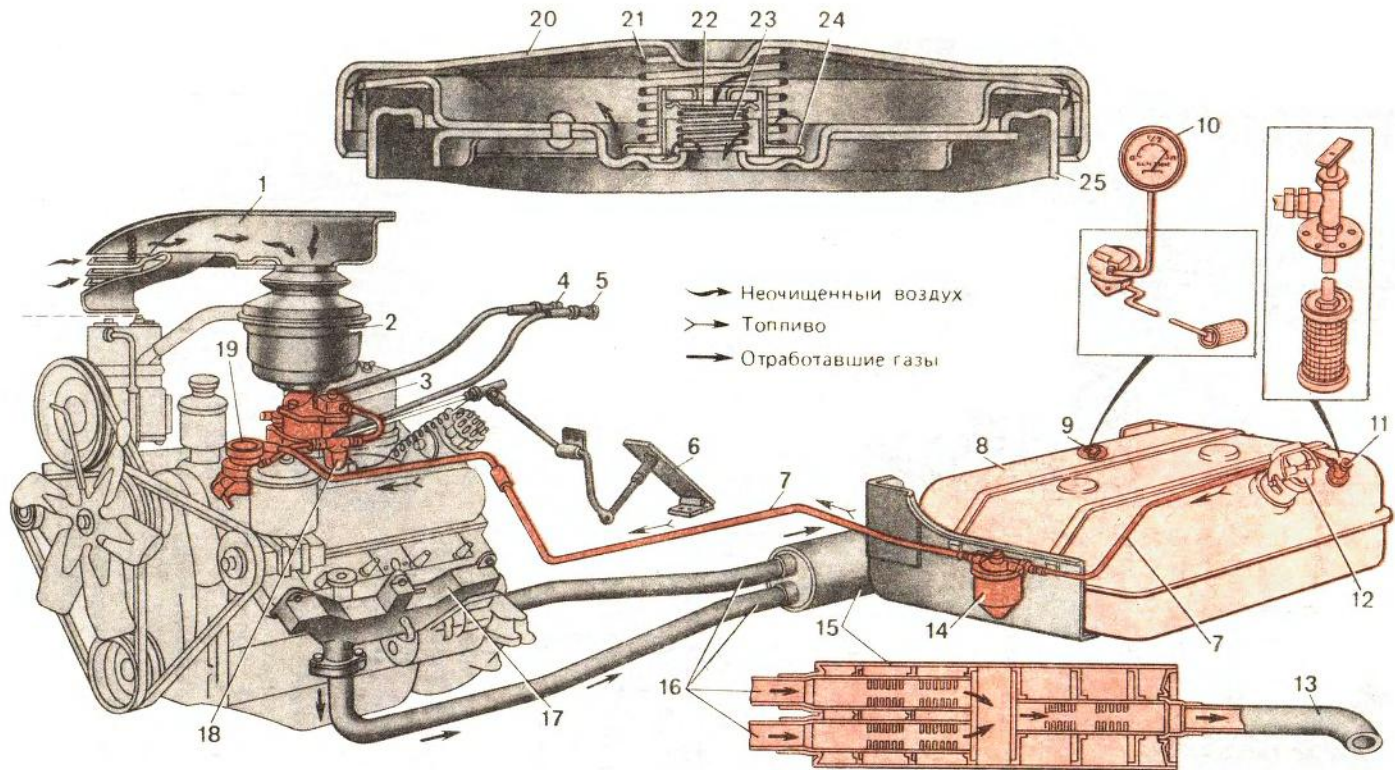


Рис. 37. Схема системы питания карбюраторного двигателя ЗИЛ-130:

1 — канал подвода воздуха к воздухоочистителю; 2 — воздухоочиститель; 3 — карбюратор; 4 — рукоятка ручного управления воздушной заслонкой; 5 — рукоятка ручного управления дроссельными заслонками; 6 — педаль управления дроссельными заслонками; 7 — топливопроводы; 8 — топливный бак; 9 — датчик указателя уровня топлива;

10 — указатель уровня топлива; 11 — кран; 12 — пробка (крышка) горловины топливного бака; 13 — выпускная труба глушителя; 14 — фильтр-отстойник; 15 — глушитель; 16 — приемные трубы глушителя; 17 — выпускной трубопровод; 18 — фильтр тонкой очистки топлива; 19 — топливоподкачивающий насос; 20 — корпус пробки; 21 — пружина выпускного клапана; 22 — воздушный клапан; 23 — пружина воздушного клапана; 24 — выпускной клапан; 25 — горловина топливного бака.

гатели, работающие на сжатом (ЗМЗ-53-27) и сжиженном (ЗМЗ-53-19) газах устанавливают на автомобилях ГАЗ-53-12. На сжиженном газе работает также двигатель автомобиля ЗИЛ-138.

Широкое распространение двигателей, работающих на сжиженном газе, объясняется меньшим рабочим давлением в газобаллонной установке, что надежнее и безопаснее, а также сравнительно небольшим снижением мощности в сравнении с карбюраторным двигателем.

*Система питания двигателя, работающего на сжатом газе*, схематично показана на рисунке 38, а. Из стальных баллонов сжатый газ проходит под большим давлением через газопровод 3, расходный клапан (вентиль) 8, подогреватель 19, вентиль 9 и фильтр 12 в редуктор 13. Подогрев газа необходим, чтобы влага, выделяющаяся при снижении давления газа, не превращалась в лед. В двухступенчатом редукторе 13 давление газа снижается до 0,1 МПа, и он через дозирующее устройство 14 по газопроводу 15 поступает в карбюратор-смеситель 16, где образуется горючая смесь. Давление газа в баллонах контролируют манометром 10, а в первой ступени редуктора — манометром 11. Трубка 22 соединяет разгрузочные устройства редуктора с впускным трубопроводом 21 двигателя. Баллоны 1 наполняют через вентиль 6, установленный на крестовине 5.

Для кратковременной работы на бензине двигатель имеет систему, состоящую из топливного бака 7, фильтра-отстойника 20, топливного насоса 18 и топливопровода 17.

*Система питания двигателя, работающего на сжиженном газе* (рис. 38, б), имеет один баллон 13, который заполняют через наполнительный 16 и контрольный 15 вентили. Для отбора из баллона 13 газа в жидкой фазе служит расходный вентиль 18. По указателю 17 контролируют количество сжиженного

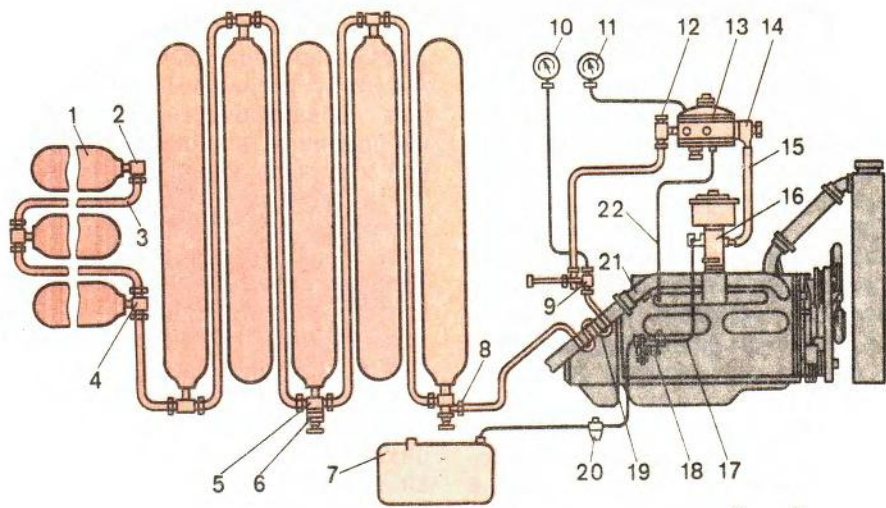
газа в баллоне. Из баллона 13 жидкость при открытом вентиле 18 и включенном электромагнитном клапане 11 поступает в испаритель 7, который подогревается водой из системы охлаждения. Сжиженный газ испаряется и через двухступенчатый редуктор 6, в котором его давление снижается до 0,1 МПа, и газопровод поступает в карбюратор-смеситель 3. Работу редуктора 6 контролируют с помощью манометра 12.

Элементы системы питания для очистки воздуха и топлива. Пыль, содержащаяся в воздухе, состоит главным образом из мельчайших частиц двуокиси кремния (кремнезема). Твердость пылинок кремнезема превышает твердость стали.

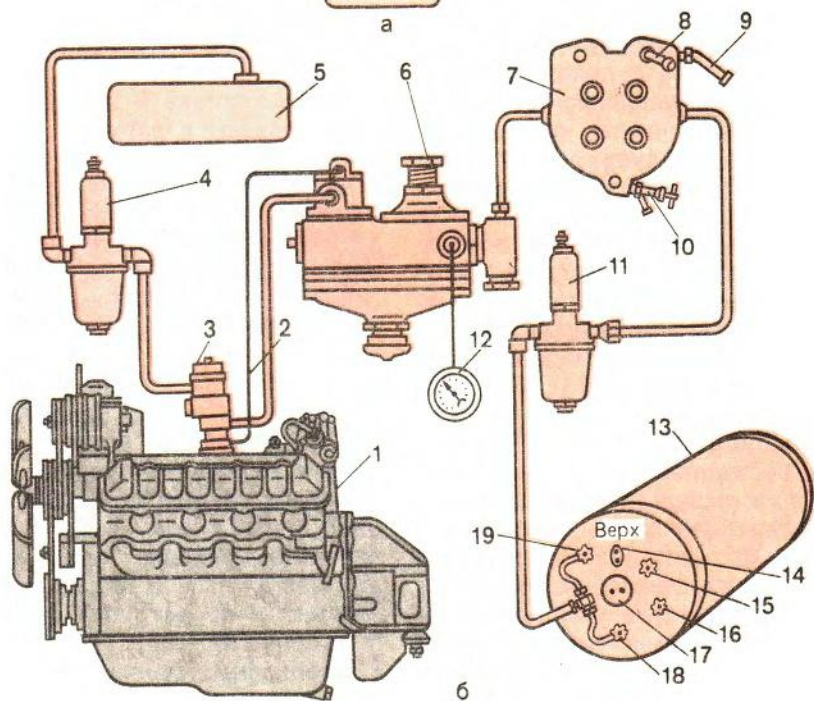
Пыль, попадая в двигатель, смешивается с маслом. Образуется абразивная смесь, которая способствует быстрому изнашиванию трущихся деталей двигателя. Следовательно, воздух, используемый для приготовления горючей смеси, надо тщательно очищать от пыли. Для этого автотракторные двигатели оборудуют воздухоочистителями 23 (см. рис. 36) или 2 (см. рис. 37). Помимо высокой степени очистки, воздухоочиститель должен обладать возможно меньшим сопротивлением, чтобы не снижать наполнение цилиндров.

Работа современных автотракторных воздухоочистителей основана на следующих способах очистки воздуха: инерционном, контактном и фильтрующем. Для повышения степени очистки в некоторых конструкциях воздухоочистителя используют масло для смачивания очищающих элементов. Воздухоочиститель, в котором применяют несколько способов очистки, называют комбинированным. Он обеспечивает хорошую очистку и поэтому наиболее распространен.

Топливо, используемое в двигателе, не должно иметь механических



а



б

Рис. 38. Схемы систем питания газовых двигателей:

а — работающих на сжатом газе: 1 — баллон; 2 — угольник баллона; 3 — газопровод высокого давления; 4 — тройник баллона; 5 — крестовина наполнительного вентиля; 6 — наполнительный вентиль; 7 — топливный бак; 8 — расходный вентиль; 9 — магистральный вентиль; 10 и 11 — манометры соответственно высокого и низкого давления; 12 — газовый фильтр; 13 — двухступенчатый газовый редуктор; 14 — дозирующее устройство; 15 — газопровод низкого давления; 16 — карбюратор-смеситель; 17 — топливопровод; 18 — топливный насос; 19 — подогреватель; 20 — фильтр-отстойник; 21 — трубопровод; 22 — трубка; б — работающих на сжиженном газе: 1 — двигатель; 2 — трубка; 3 — карбюратор-смеситель; 4 — электромагнитный клапан с фильтром для бензина; 5 — топливный бак; 6 — газовый редуктор; 7 — испаритель газа; 8 — штуцер для подвода воды; 9 — штуцер для отвода воды; 10 — кран для слива воды; 11 — электромагнитный клапан с фильтром для газа; 12 — манометр редуктора; 13 — баллон для сжиженного газа; 14 — предохранительный клапан; 15 — контрольный вентиль; 16 — наполнительный вентиль; 17 — указатель уровня газа; 18 — жидкостный (расходный) вентиль; 19 — паровой вентиль.

примесей и воды. В противном случае ухудшается качество горючей смеси, повышается интенсивность изнашивания, а при температуре ниже 0 °С образуются ледяные пробки, прекращающие поступление топлива в топливопроводы. Для очистки топлива от механических примесей и воды в системе питания каждой модели двигателя имеются фильтры в топливных баках, фильтры 4 и 12 (см. рис. 36) или 14 и 18 (см. рис. 37) грубой и тонкой очистки топлива. Для подачи топлива через фильтры к ТНВД и карбюратору в системе питания устанавливают подкачивающий насос 6 (см. рис. 36) или 19 (см. рис. 37).

Эффективное средство повышения мощности дизеля — подача воздуха в цилиндры под давлением (наддув). У дизеля давление в конце такта впуска при наддуве может быть 0,15...0,25 МПа. Наиболее распространен наддув с помощью турбокомпрессора, позволяющий использовать энергию отработавших газов и тем самым улучшить экономические показатели дизеля. Наддув турбокомпрессором применяют в дизелях Д-245 (см. рис. 36), СМД-60, СМД-18Н, Д-160.

Турбокомпрессор увеличивает массу поступающего в цилиндры воздуха, в результате чего можно увеличить количество сжигаемого топлива. Это повышает эффективную мощность дизеля на 20...25 %. Однако при наддуве увеличиваются механическая и тепловая нагрузки на детали кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов. Компрессор повышает температуру наддувочного воздуха, в результате чего несколько снижается масса воздуха, поступающего в цилиндр. Поэтому в дизеле СМД-60 воздух после компрессора проходит через специальный охладитель (воздухо-воздушный радиатор).

Чрезвычайно важно, чтобы все трубопроводы в системе питания были тщательно герметизированы.

**Воздухоочистители.** На дизелях Д-245 (см. рис. 36), Д120, А-41 и А-01М установлены комбинированные воздухоочистители с сухой инерционной и мокрыми инерционной и фильтрующей очистками.

На дизелях СМД-18Н и СМД-60 применен воздухоочиститель сухого типа с двумя ступенями очистки. Первая ступень — инерционный очиститель (моноциклон) установлен на входном патрубке 4 (рис. 39, а). Воздух вследствие разрежения, возникающего при такте впуска в цилиндрах дизеля, засасывается в моноциклон через сетку 6 и, проходя между лопастями завихрителя 7, получает вращательное движение. Под действием центробежной силы тяжелые частицы пыли отлетают к стенкам колпака 8 и через щели 10 выбрасываются наружу.

Вторая ступень очистителя состоит из корпуса 2, внутри которого на шпильке 3 гайками-барашками 13 закреплены два фильтрующих элемента (фильтры-патроны) из высокопористого картона. Наружный фильтр-патрон 16 основной, внутренний 17 — предохранительный. Фильтр-патрон состоит из наружной и внутренней сеток, картонной шторы, помещенной внутри сеток и доньшек, скрепленных с сетками.

Воздух, пройдя моноциклон, попадает внутрь корпуса 2, и последовательно проходит через фильтры-патроны 16 и 17. В них он очищается от пыли и по патрубку 1 поступает в турбокомпрессор. Фильтр-патрон 17 необходим для очистки воздуха от пыли в случае повреждения фильтра-патрона 16.

Воздухоочиститель двигателя ЗМЗ-53-11 закреплен на патрубке карбюратора винтом 6 (рис. 39, б). Воздух, засасываемый из окружающей среды, движется вниз через кольцевую щель между корпусом 1 и крышкой 2 и, соприкасаясь с поверхностью масла, резко меняет направление движения. При этом частицы пыли, находящиеся в воздухе, не

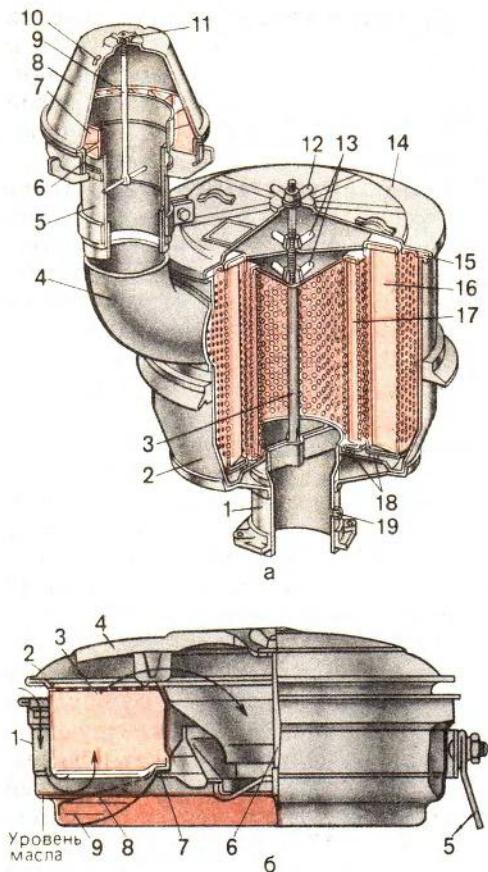


Рис. 39. Комбинированные воздухоочистители:

а — дизеля СМД-60: 1 — выходной патрубок; 2 — корпус; 3 и 9 — шпильки; 4 — входной патрубок; 5 — патрубок моноциклона; 6 — защитная сетка; 7 — завихритель; 8 — колпак; 10 — щель; 11, 12 и 13 — гайки-барашки; 14 — крышка; 15 — уплотнительное кольцо крышки; 16 — основной фильтр-патрон; 17 — предохранительный фильтр-патрон; 18 — уплотнительные кольца; 19 — бонка для сигнализатора засоренности; б — карбюраторного двигателя ЗМЗ-53-11: 1 — корпус; 2 — крышка; 3 — фильтрующий элемент; 4 — шумопоглощающая прокладка; 5 — крошитель; 6 — стяжной винт; 7 — прокладка; 8 — отражатель; 9 — масляная ванна.

успевают изменить направление движения и оседают в масляной ванне 9. Далее воздух, захватывая частицы масла, проходит через фильтрующий элемент 3, состоящий из капроновых нитей, находящихся в крышке 2 между нижней и верхней сетками. При движении через фильтрующий элемент, нити которого

смочены маслом, воздух очищается от оставшейся в нем пыли. Масло, накапливающееся в фильтрующем элементе вместе с задержанной пылью, стекает в масляную ванну. Таким образом происходит самоочищение фильтрующего элемента. Отражатель 8 препятствует чрезмерному захвату масла воздухом и возникновению колебаний масла при наклонах автомобиля.

**Турбокомпрессор** состоит из радиальной газовой турбины 7 (рис. 40, а) и центробежного нагнетателя (компрессора) 5. Рабочее колесо 3 турбины 7 жестко соединено с валом 8, на котором закреплено рабочее колесо 6 компрессора 5. Работает турбокомпрессор следующим образом. Отработавшие газы, пройдя по трубопроводу 2, попадают на лопатки рабочего колеса 3 турбины 7, приводя его во вращение с частотой  $45\ 000 \dots 50\ 000 \text{ мин}^{-1}$ . С такой же частотой будет вращаться колесо 6 компрессора 5. Через воздухоочиститель компрессор засасывает воздух из окружающей среды, сжимает его и под избыточным давлением нагнетает по трубопроводу 1 в цилиндр 9 дизеля.

Турбокомпрессор модели ТКР-11Н-1 дизеля СМД-60, как и турбокомпрессоры, установленные на других дизелях, работает по этой же схеме.

Подшипником вала 8 служит бронзовая втулка 12 (рис. 40, б), устанавливаемая в среднем корпусе 13 с зазором  $0,06 \dots 0,08 \text{ мм}$ . Слой масла, попадающего в этот зазор, образует упругую подвеску подшипника. Подводимое к нему масло очищено в дополнительном фильтре.

Чтобы предотвратить прорыв воздуха из компрессора к втулке 12 и масла в компрессор, применяют уплотнение, состоящее из диска 22 (рис. 40, в), маслоотражателя 23 и расположенного между ними кольца 17. Уплотнение такого же типа имеет турбина. В него входят диск 19 (рис. 40, б), втулка 16 и два кольца 17. Турбокомпрессоры других

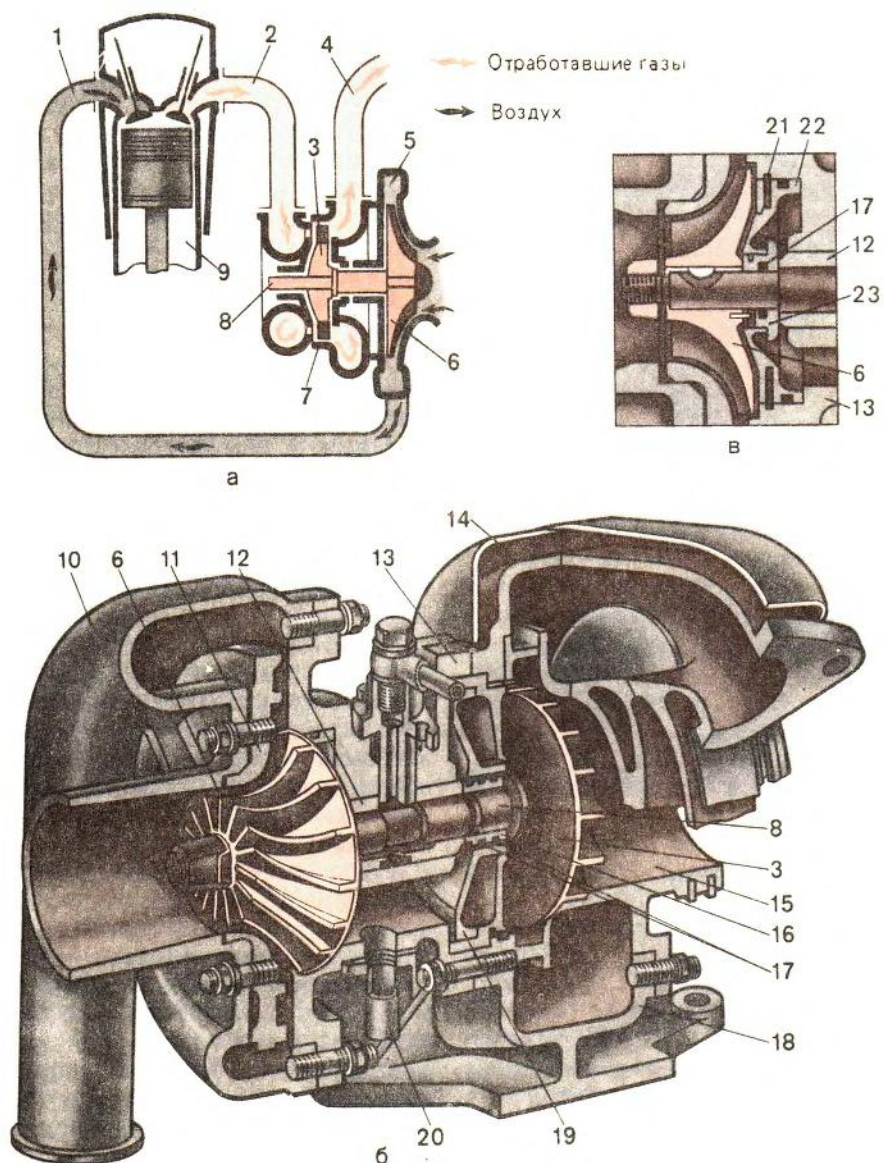


Рис. 40. Турбокомпрессор дизеля СМД-60:

а — принцип действия; б — устройство; в — уплотнение; 1 — впускной трубопровод; 2 и 4 — трубопроводы отработавших газов; 3 — рабочее колесо газовой турбины; 5 — центробежный нагнетатель (компрессор); 6 — рабочее колесо компрессора; 7 — газовая турбина; 8 — вал; 9 — цилиндр дизеля; 10 — корпус компрессора; 11 — вставка компрессора; 12 — втулка; 13 — средний корпус; 14 — кожух турбины; 15 — вставка турбины; 16 — втулка уплотняющих колец; 17 — уплотняющие кольца; 18 — корпус турбины; 19 — диск уплотнения турбины; 20 — трубопровод для слива масла; 21 — стопорное кольцо; 22 — диск уплотнения компрессора; 23 — маслоотражатель.

моделей дизелей отличаются от описанного размерами деталей.

**Впускные и выпускные трубопроводы.** По впускному трубопроводу горючая смесь от карбюратора или карбюратора-смесителя и воздух от воздухоочистителя (в дизелях) поступают в цилиндры. По выпускному трубопроводу отработавшие газы отводятся из цилиндра.

Выпускные трубопроводы изготавливают, как правило, из чугуна в виде одной общей или двух отдельных отливок. В двигателях ЗИЛ-130 и ГАЗ-53-11 впускные трубопроводы отлиты из алюминиевого сплава. Трубопроводы присоединены к блоку-картеру или головке цилиндров шпильками и гайками. Под фланцы впускных трубопроводов установлены паронитовые прокладки, а под фланцы выпускных — металлоасбестовые.

Впускные и выпускные трубопроводы должны иметь такие формы и сечения, чтобы сопротивление движению газа было минимальным и горючая смесь (или воздух) равномерно распределялась по цилиндрам.

Для лучшего испарения топлива и предотвращения его конденсации горючая смесь перед поступлением в цилиндры двигателя подогревается теплом отработавших газов или жидкости из системы охлаждения. Для этой цели часть впускного трубопровода выполнена с двойными стенками, между которыми циркулируют отработавшие газы или жидкость из системы охлаждения.

Подогрев может быть нерегулируемый и регулируемый. Необходимая степень подогрева зависит от фракционного состава применяемого топлива, температуры внешней среды и нагрузки двигателя.

В двигателях ЗМЗ-24Д и ЗМЗ-4022.10 подогрев смеси регулируют вручную заслонкой, установленной в выпускном трубопроводе. В двигателях ГАЗ-53-11 и ЗИЛ-130 впускной трубопровод подогревается горячей водой из системы ох-

лаждения. Для этого трубопровод выполнен с двойными стенками, пространство между которыми заполнено водой, проходящей из головки цилиндров в радиатор. Для облегчения пуска дизеля Д-245 воздух во впускном трубопроводе подогревается электрофакельным подогревателем.

Если отработавшие газы выпускать непосредственно в окружающую среду, то они, быстро расширяясь, вызовут сильный шум. Поэтому их пропускают через глушитель 22 (см. рис. 36) или 15 (см. рис. 37), действие которого основано на уменьшении скорости и давления газов. Сопротивление глушителя выходу газов должно быть небольшим, чтобы не снижались мощность и экономичность двигателя.

Для уменьшения пожарной опасности выпускные трубопроводы двигателей тракторов направлены вверх и снабжены искрогасителями.

**Топливные баки** изготавливают из листовой стали. Вместимость их обеспечивает непрерывную работу двигателя с полной нагрузкой в течение 8...10 ч. Расходным краном бак отъединяют от остальной части системы питания, а через сливной кран удаляют отстой топлива. В горловине бака размещают сетчатый фильтр.

Через воздушное отверстие в крышке горловины в бак по мере истечения топлива поступает воздух. В жаркую погоду через это отверстие выходят в атмосферу пары топлива. В автомобилях с карбюраторными двигателями крышки 12 (см. рис. 37) горловин 25 снабжены воздушным 22 и выпускным 24 клапанами.

По мере расходования топлива из герметичного бака давление в нем уменьшается. При разрежении 0,002...0,004 МПа открывается воздушный клапан 22, нагруженный пружиной 23, и в бак поступает воздух. Если из-за испарения топ-

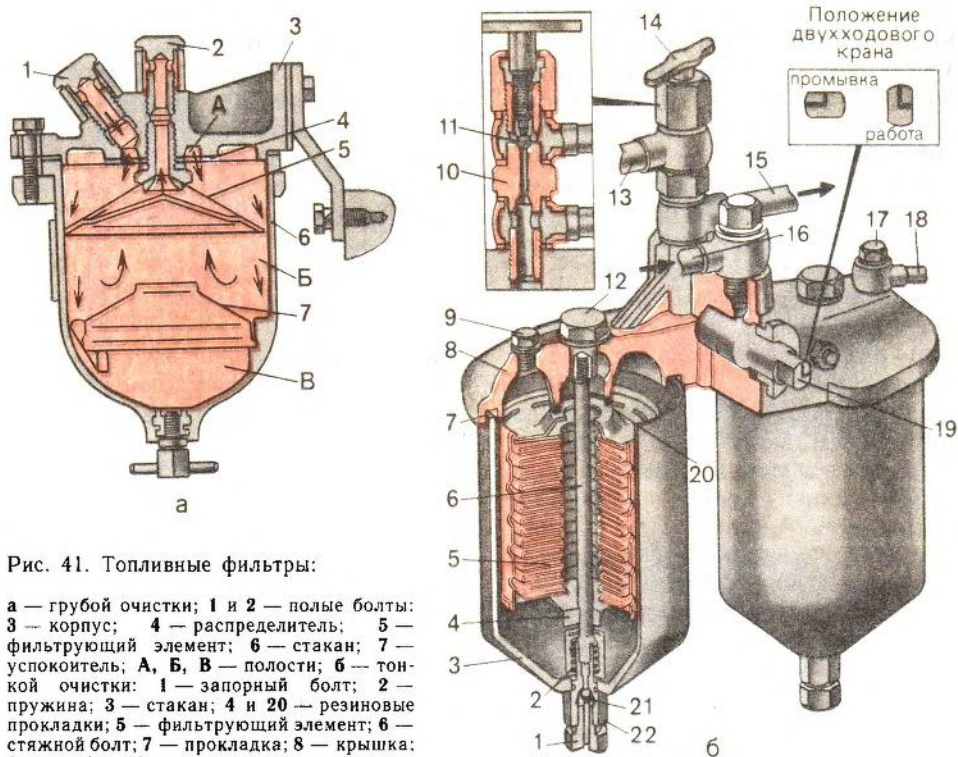


Рис. 41. Топливные фильтры:

**а** — грубой очистки; 1 и 2 — полые болты; 3 — корпус; 4 — распределитель; 5 — фильтрующий элемент; 6 — стакан; 7 — успокоитель; А, Б, В — полости; 6 — тонкой очистки; 1 — запорный болт; 2 — пружина; 3 — стакан; 4 и 20 — резиновые прокладки; 5 — фильтрующий элемент; 6 — стяжной болт; 7 — прокладка; 8 — крышка; 9 — пробка; 10 — корпус продувочного вентиля; 11 и 21 — шарики; 12 — стяжная гайка; 13 — трубка слива топлива при прокачке топливной системы; 14 — продувочный вентиль; 15 — топливопровод отвода чистого топлива; 16 — топливопровод подвода топлива в фильтр тонкой очистки; 17 — болт поворотного угольника; 18 — топливопровод слива топлива из форсунок; 19 — двухходовый кран; 22 — штуцер стяжного болта.

лива давление в баке превысит атмосферное на 0,01...0,015 МПа, выпускной клапан 24, нагруженный пружиной 21, откроется и выпустит пары топлива в окружающую среду.

**Топливные фильтры.** На дизелях для грубой очистки топлива устанавливают фильтры-отстойники ФГ-1 и ФГ-2, различающиеся только размерами. Фильтр ФГ-1 действует следующим образом. Топливо, засасываемое подкачивающим насосом из бака через полый болт 1 (рис. 41, а), заполняет кольцевую полость А в корпусе 3 и через восемь отверстий диаметром 2 мм в распределителе 4 поступает в стакан 6. Поток топлива проходит через кольцевой зазор между фильтрующим элементом 5 и стаканом 6 и направляется в полость Б. Направление движения основной части топлива,

засасываемого насосом, резко изменяется, и оно проходит через сетку фильтрующего элемента 5 с отверстиями размером 0,1 мм и далее через полый болт 2 в подкачивающий насос. Механические примеси и капли воды, имеющие большую плотность, стремятся сохранить прямолинейное движение и проходят через кольцевой зазор между успокоителем 7 и стаканом 6 в полость В отстоя.

Фильтр тонкой очистки модели 2СТФ-3 (рис. 41, б) дизелей СМД-18Н и А-41 состоит из двух одинаковых секций. Правая секция — первая ступень очистки, левая — вторая ступень. Каждая секция представляет собой пластмассовый стакан 3, в котором размещен неразборный фильтрующий элемент 5 (ЭТФ-3). Обе секции

засасываемого насосом, резко изменяется, и оно проходит через сетку фильтрующего элемента 5 с отверстиями размером 0,1 мм и далее через полый болт 2 в подкачивающий насос. Механические примеси и капли воды, имеющие большую плотность, стремятся сохранить прямолинейное движение и проходят через кольцевой зазор между успокоителем 7 и стаканом 6 в полость В отстоя.

крепят к одной общей крышке 8.

Фильтрующий элемент 5 представляет собой штору из фильтровальной бумаги, помещенную в жесткий картонный цилиндр с отверстиями для прохода топлива. С целью создания максимальной поверхности очистки цилиндрическая штора свернута в виде «гармошки». Фильтрующий элемент надет на стяжной болт 6, один конец которого свернут в штуцер 22, а второй закреплен в крышке 8 гайкой 12. Вверху фильтрующий элемент уплотнен прокладкой и прижат к крышке 8 пружиной 2.

В крышке расположен двухходовый кран 19, с помощью которого можно отключать правую секцию и промывать ее фильтрующий элемент противотоком топлива без разборки секции. Из левой секции сливается отстой топлива. Для этого отворачивают на два-три оборота болт 1, который упирается в шарик 21, закрывающий отверстие для слива топлива. Чтобы выпустить воздух при заполнении системы топливом с помощью насоса ручной прокачки, отворачивают вентиль 14.

Топливо из подкачивающего насоса нагнетается по топливопроводу 16 и каналу в крышке 8 фильтра в правую секцию. Пройдя через фильтрующий элемент 5, оно поступает в левую секцию и фильтруется окончательно. Фильтры задерживают частицы размером более 0,002 мм. По топливопроводу 15 очищенное топливо поступает в ТНВД.

Вместо модели 2СТФ-3 устанавливают фильтр ФТ-150А, обе секции которого работают параллельно. Отстой сливают из обоих стаканов. Двухходовый кран отсутствует.

В дизелях СМД-60 применяют двухступенчатый фильтр, первая ступень которого состоит из двух параллельно работающих секций, а вторая (контрольная) имеет одну секцию.

В карбюраторных двигателях

ЗМЗ-53-11, ЗИЛ-130 и других между баком и топливным насосом установлен щелевой пластинчатый фильтр-отстойник, а между топливным насосом и карбюратором — фильтр тонкой очистки топлива. Последний имеет керамический фильтрующий элемент или элемент в виде стакана из алюминиевого сплава с отверстиями и ребрами, который обернут мелкой латунной сеткой.

**Топливоподкачивающий насос** большинства автотракторных дизелей поршневого типа и установлен на корпусе ТНВД. Устроен насос и работает следующим образом. В центральном отверстии чугунного корпуса 1 (рис. 42, а и б, форзац I) перемещается поршень 2. Пружина 3 прижимает поршень к торцу стержня 5, противоположный торец которого упирается в ролик толкатель 7. Кроме того, на толкатель действует усилие пружины 6. В корпус установлены впускной 14 и перепускной 11 клапаны, прижатые к гнездам пружинами 12. Топливо к насосу подводится по топливопроводу 22, а отводится от него по топливопроводу 10.

При вращении кулачкового вала 24 (рис. 42, в) ТНВД эксцентрик, набегая на ролик 9, перемещает толкатель 7, стержень 5 и поршень 2 вперед. Над поршнем (в полости А) давление повышается, а под поршнем (в полости Б) создается разрежение. Вследствие этого впускной клапан 14 закрывается, а перепускной 11 открывается и топливо из полости А поступает по каналу 25 в полость Б.

Когда эксцентрик начнет сходить с ролика 9 (рис. 42, г), поршень под действием пружины 3 перемещается в обратном направлении и над поршнем в полости А создается разрежение, а под поршнем в полости Б давление увеличивается. Впускной клапан 14 открывается, и топливо по каналу 23 засасывается в полость А. Одновременно топливо,

находящееся в полости **Б**, нагнетается по каналу **25** в топливопровод **10**, ведущий к фильтру.

Если по каким-либо причинам (например, вследствие загрязнения фильтра, топливопроводов и т. д.) гидравлическое сопротивление за топливоподкачивающим насосом превысит давление, создаваемое пружиной **3** (0,15...0,17 МПа), перемещение поршня прекратится и подача топлива не будет.

Ручной прокачивающий насос установлен на корпусе топливоподкачивающего насоса и служит для удаления воздуха в результате заполнения топливом фильтра тонкой очистки, топливопроводов низкого давления, ТНВД. Насос работает следующим образом. При перемещении рукояткой **17** поршня **19** вверх в цилиндре **15** под поршнем создается разрежение. В результате этого открывается впускной клапан **14** и топливо засасывается в пространство под поршнем. При ходе поршня вниз давление в пространстве под поршнем возрастает, впускной клапан закрывается, а перепускной **11** открывается и топливо из цилиндра по каналам в корпусе насоса нагнетается в фильтр.

После прокачивания топлива рукоятка **17** должна быть накинута на хвостовик крышки **16** до плотного перекрытия поршнем отверстия в днище цилиндра **15**.

Топливоподкачивающий насос диафрагменного типа применяют на большинстве карбюраторных двигателей. При вращении распределительного вала его эксцентрик действует через штангу и поднимает коромысло **2** (рис. 42, д), а толкатель **7** и диафрагма **11** перемещаются вниз. Над диафрагмой создается разрежение, поэтому впускные клапаны **22** открываются и топливо из бака по топливопроводу поступает через фильтр грубой очистки и отверстие **17** в камеру над диафрагмой.

Когда эксцентрик «выйдет» из-под

штанги, толкатель **7** будет возвращен пружиной **8** в исходное положение. Диафрагма **11** прогибается вверх, и топливо через открывшийся клапан **19** вытесняется в пространство над клапаном, откуда через отверстие **13** по топливопроводу движется к карбюратору. При этом впускные клапаны **22** закрыты вследствие повышенного давления в камере над диафрагмой.

Пружина **8** подобрана такой упругости, чтобы при заполненной до нормального уровня поплавковой камере карбюратора давление подаваемого топлива не могло открыть его запорной иглы. В этом случае топливо в поплавковую камеру не подается и диафрагма с толкателем находится в нижнем положении, а коромысло **2** качается вхолостую до тех пор, пока не откроется запорная игла карбюратора.

Для наполнения поплавковой камеры карбюратора при неработающем двигателе используют рычаг **4** ручной подкачки топлива.

**Смесеобразование в дизелях.** Рабочая смесь образуется внутри камеры сгорания дизеля за очень короткий промежуток времени. Топливо в нее впрыскивают через форсунку под давлением, в несколько раз превышающем давление воздуха в конце такта сжатия. При этом скорость истечения топлива достигает 150...400 м/с, вследствие чего частицы топлива дробятся на мелкие капельки диаметром 0,002...0,003 мм, образующие струи топлива. Размеры распыленных частиц и форма струй в основном зависят от формы и размеров сопел, давления впрыскивания, вязкости топлива и давления воздуха в цилиндре.

Чтобы получить рабочую смесь, способную быстро и полностью сгорать, вокруг каждой мелкой частицы топлива должно быть необходимое для полного сгорания количество кислорода. Добиться такого равномерного распределения распыленного топлива в воздухе, находящемся

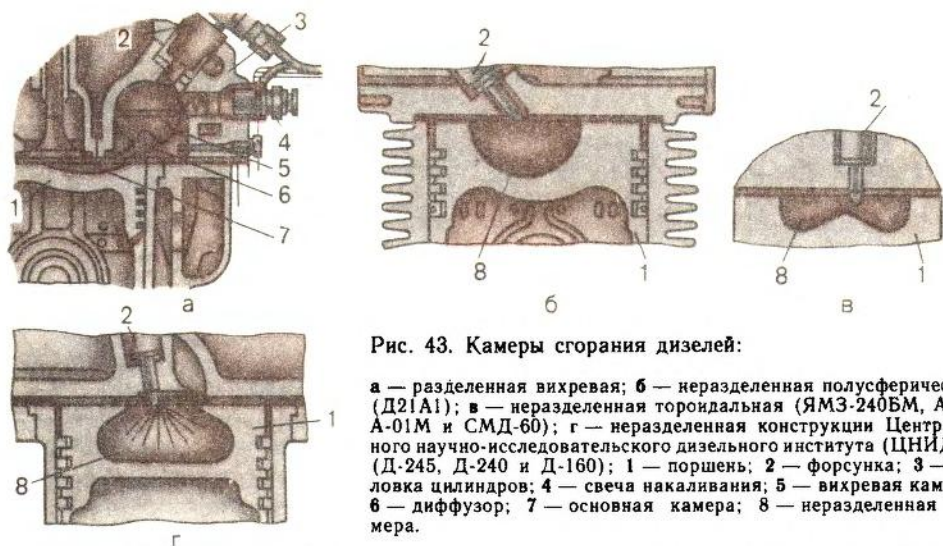


Рис. 43. Камеры сгорания дизелей:

а — разделенная вихревая; б — неразделенная полусферическая (Д21А1); в — неразделенная тороидальная (ЯМЗ-240БМ, А-41, А-01М и СМД-60); г — неразделенная конструкции Центрального научно-исследовательского дизельного института (ЦНИДИ) (Д-245, Д-240 и Д-160); 1 — поршень; 2 — форсунка; 3 — головка цилиндров; 4 — свеча накаливания; 5 — вихревая камера; 6 — диффузор; 7 — основная камера; 8 — неразделенная камера.

в камере сгорания, трудно. Поэтому в цилиндр дизеля вводят воздуха больше, чем это теоретически необходимо.

Отношение действительного количества воздуха  $L_d$  к теоретически необходимому  $L_T$  для сгорания 1 кг топлива называют коэффициентом избытка воздуха.

$$\alpha = L_d / L_T. \quad (5)$$

В современных автотракторных дизелях при номинальном режиме  $\alpha = 1,35 \dots 1,65$ .

Качество смесеобразования зависит от следующих основных факторов: формы камеры сгорания; интенсивности воздушных потоков (вихрей) в камере сгорания, способствующих перемешиванию топлива с воздухом перед самовоспламенением и затем наиболее полному его сгоранию; тонкости и однородности распыливания топлива.

Выполнение первых двух условий или, по крайней мере, одного из них обеспечивается применением камер сгорания специальных конструкций.

Тонкость и однородность распыливания топлива достигают двумя способами: увеличением давления впрыскивания; уменьшением диаметра сопловых отверстий форсунки. Чем

меньше вязкость топлива, тем тоньше и однороднее распыливается топливо.

По способу приготовления рабочей смеси различают объемное, пленочное и объемно-пленочное смесеобразование. Первый способ основан на впрыскивании струй непосредственно в сжатый воздух, находящийся в камере сгорания. При втором (пленочном) способе смесеобразования большая часть впрыскиваемого топлива подается на стенки горячей камеры сгорания, образуя на них тонкую пленку. Поэтому топливо быстро испаряется и его основная часть в парообразном состоянии перемешивается с воздухом.

Объемно-пленочный способ смесеобразования сочетает первый и второй способы. Сущность его такова. В объеме воздуха распыливается небольшая часть топлива. Основная же его часть попадает на горячие стенки камеры и распределяется на них в виде пленки толщиной не более 0,015 мм. Вначале воспламеняется топливо, распыленное в сжатом воздухе, а затем топливная пленка испаряется и вихревыми потоками воздушного заряда подается в зону горения.

Конструкция камеры сгорания должна обеспечить реализацию од-

ного из этих способов. Камеры сгорания дизелей делят на два типа: разделенные (рис. 43, а) и неразделенные (рис. 43, б, в и г).

В современных отечественных автотракторных дизелях применяют объемно-пленочное смесеобразование в неразделенных камерах сгорания, представляющих собой полости, ограниченные днищем поршня и поверхностями головки и стенок цилиндра. В эту полость через форсунку впрыскивается несколько струй топлива, которые смешиваются с воздухом и сгорают. Форма неразделенной камеры сгорания обеспечивает создание интенсивного вихревого движения воздуха и топливных струй.

Чтобы дизель обладал наилучшими мощностью и экономичностью, топливо нужно впрыскивать в цилиндр до прихода поршня в в. м. т. Угол, на который кривошип коленчатого вала дизеля не доходит до в. м. т. в момент начала впрыскивания топлива, называют *углом опережения впрыскивания топлива*. Для основного режима работы дизеля характерен определенный угол опережения впрыскивания.

При нормальном сгорании топлива увеличение давления на градус поворота коленчатого вала не должно превышать 0,4...1 МПа. Если оно бывает несколько выше, работу дизеля условно называют жесткой.

Если топливо впрыснуто рано, дизель работает жестко. При позднем впрыскивании значительная часть его сгорает в процессе расширения газов. Тогда потери теплоты в охлаждающую систему и с отработавшими газами увеличиваются, а следовательно, мощность и экономичность дизеля уменьшаются.

Угол, на который кривошип коленчатого вала не доходит до в. м. т. в момент начала подачи топлива из топливного насоса, называют *углом опережения подачи топлива* (установочным углом опережения впрыскивания топлива).

**Топливные насосы высокого давления** служат для подачи под давлением к форсунке каждого цилиндра в определенный момент времени точно отмеренной порции топлива, соответствующей нагрузке дизеля. На многих дизелях устанавливают унифицированные ТНВД с отдельной топливной секцией для каждого цилиндра. Секции располагают в один ряд или V-образно (в двигателе КамАЗ-740).

Секция топливного насоса базовой модели ТН-9×10Т (рис. 44, а) представляет собой насос поршневого (плунжерного) типа. Циклы наполнения и нагнетания топлива происходят при возвратно-поступательном движении плунжера 13 во втулке (гильзе) 14. Ход плунжера 10 мм, диаметр 9 мм. Эти значения и указаны в маркировке насоса.

Кулачковый вал 1 насоса приводится во вращение зубчатыми колесами привода, связанными с зубчатым колесом на коленчатом валу дизеля. При этом выступающая часть кулачка, набегая на ролик 20, который катится по поверхности кулачка, перемещает вверх толкатель 19. Вместе с толкателем поднимается плунжер 13, прижатый пружиной 15 к торцу регулировочного болта 17 толкателя.

В гильзе 14 сделаны два радиальных отверстия: наполнительное 10 (впускное) и отсечное 5 (перепускное). Наполнительное отверстие расположено несколько выше отсечного. Гильзы насосных секций установлены в одной общей головке 3, продольные каналы 4 и 11 которой заполнены топливом, поступающим из фильтра тонкой очистки. Наполнительное отверстие каждой гильзы сообщается с каналом 11, а отсечное — с каналом 4. Сверху над гильзой установлено седло 9, в которое входит нагнетательный клапан 8. Седло прижимается к гильзе штуцером 7, ввернутым в головку, а нагнетательный клапан — пружиной 6, вставленной в штуцер.

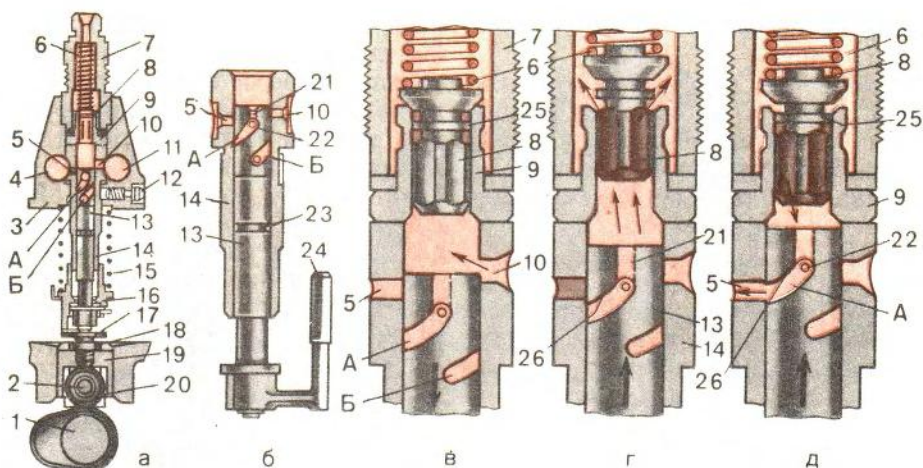


Рис. 44. Устройство и работа секции рядного ТНВД (ТН-9×10Т):

а — секция топливного насоса; б — пара плунжер — гильза; в — впуск топлива; г — нагнетание топлива; д — перепуск топлива; 1 — кулачковый вал; 2 — ось ролика; 3 — головка насоса; 4 и 11 — продольные каналы в головке насоса; 5 — перепускное отверстие; 6 — пружина; 7 — штуцер; 8 — нагнетательный клапан; 9 — седло; 10 — впускное отверстие; 12 — установочный винт; 13 — плунжер; 14 — втулка (гильза); 15 — пружина; 16 — тарелка плунжера; 17 — регулировочный болт; 18 — контргайка; 19 — толкатель; 20 — ролик толкателя; 21 — центральное вертикальное отверстие в плунжере; 22 — диаметральный канал в плунжере; 23 — кольцевая канавка на плунжере; 24 — поводок; 25 — цилиндрический поясok нагнетательного клапана; 26 — отсечная кромка винтовой канавки; А и Б — винтовые канавки.

При движении плунжера вверх топливо в начальный период вытесняется из гильзы через наполнительное отверстие 10 (рис. 44, в) обратно в канал 11 (рис. 44, а). Момент, когда верхняя кромка плунжера 13 перекроет наполнительное отверстие, определяет геометрическое начало нагнетания топлива. При дальнейшем движении плунжера вверх в пространстве гильзы над ним давление растёт до величины, при которой клапан 8 (рис. 44, г) откроется и топливо через форсунку впрыснется в цилиндр дизеля.

При дальнейшем движении плунжера кромка 26 (рис. 44, д) канавки А откроет отсечное отверстие 5. Вследствие большого давления в надплунжерной полости топливо через центральное отверстие 21, диаметральный канал 22 и винтовую канавку А плунжера начнет перетекать по отсечному отверстию 5 в канал 4 (рис. 44, а) головки. Этот момент определяет геометрический конец нагнетания.

Расстояние, проходимое плунжером от положения полного закрытия наполнительного отверстия 10 до положения начала открытия отсечного отверстия 5, называют *геометрическим активным ходом плунжера*, а вытесненный при этом объем топлива — *геометрической цикловой порцией топлива*.

В начале перепуска топлива давление над плунжером уменьшается и пружина 6 (рис. 44, д) прижимает нагнетательный клапан 8 к седлу 9. Клапан разъединяет надплунжерное пространство гильзы и топливопровод высокого давления.

При опускании нагнетательного клапана вначале в седло входит цилиндрический поясok 25 клапана, называемый разгрузочным. Поясок, опускаясь в седло, как поршень в цилиндр, отсасывает часть топлива из топливопровода высокого давления. В результате давления топлива в топливопроводе резко снижается (приблизительно до 2,0...2,5 МПа) и форсунка быстро прекращает впры-

скивание топлива — происходит *отсечка топлива*.

По мере того как выступ кулачка вала 1 (рис. 44, а) выходит из-под ролика, толкатель и плунжер под действием пружины 15 опускаются, открывая наполнительное отверстие 10.

Крутящий момент дизеля изменяют, увеличивая или уменьшая цикловую подачу топлива. В рассмотренных ТНВД цикловую подачу топлива регулируют, изменяя момент конца подачи топлива. Для увеличения цикловой подачи топлива, а следовательно, активного хода плунжера 13 его поворачивают за поводок 24 (рис. 44, б) против хода часовой стрелки (если смотреть сверху), а для уменьшения — по ходу часовой стрелки.

Гильза 14 (рис. 44, а и б), плунжер 13, нагнетательный клапан 8 и его седло 9 изготовлены из высококачественной легированной стали и термически обработаны. Чтобы обеспечить необходимую герметичность в парах гильза — плунжер и нагнетательный клапан — седло при больших давлениях (30 МПа и более), трущиеся поверхности этих деталей тщательно полируют и притирают одну к другой. Раскомплектовывать пары нельзя.

Винтовая канавка Б противоположна канавке А. Они соединены диаметральным каналом 22. Наличие двух канавок выравнивает боковое давление на плунжер, и он изнашивается меньше.

Каждая секция рядных ТНВД соединена топливопроводом высокого давления с одной форсункой.

Четырехсекционный ТНВД 4ТН-9×10Т установлен на дизелях А-41 и конструктивно соединен с топливоподкачивающим насосом и регулятором частоты вращения (регулятором).

Четыре секции насоса собраны в литой чугунной головке 2 (рис. 45), которая двумя шпильками 12 с гайками закреплена в литом корпусе 1

из алюминиевого сплава. Толкатели 30 установлены в расточках горизонтальной перегородки корпуса. Люк в стенке корпуса, предназначенный для доступа к толкателям и механизму регулирования подачи топлива, закрыт крышкой 15. К передней стенке корпуса прикреплены плиты 19 и установочный фланец 18, а задняя стенка отлита как единое целое с фланцем 36 для присоединения корпуса регулятора.

Стальной кулачковый вал 21 насоса вращается в двух шарикоподшипниках 35, посаженных во втулки гнезд фланцев 18 и 36. На валу под углом 90° один к другому расположены четыре кулачка одинакового профиля и эксцентрик 24 для привода в действие топливоподкачивающего насоса.

Все подвижные детали топливного насоса, кроме плунжерных пар, смазывают моторным маслом, заливаемым в нижнюю полость корпуса 1 через отверстие во фланце 36 до уровня кромки контрольного отверстия в корпусе регулятора. Оба отверстия закрывают пробками. Сливают масло через отверстие, закрытое пробкой 34. Трущиеся поверхности плунжерных пар смазываются топливом, проникающим в зазор между ними.

Гильзу 3 (рис. 46) устанавливают в головку и закрепляют в определенном положении винтом 10.

Чтобы удержать плунжеры 2 и пружины 1 в собранном положении при установке головки на корпус и снятии ее с корпуса, тарелки пружин стопорят снизу общей планкой 11, прикрепленной гайками 12 к шпилькам 13.

Топливо из фильтра тонкой очистки поступает по топливопроводу в продольный канал 17. Для работы требуется только часть топлива, подаваемого топливоподкачивающим насосом. Поэтому в другом канале 16 головки, соединенном с каналом 17, установлен шариковый перепускной клапан 23, который

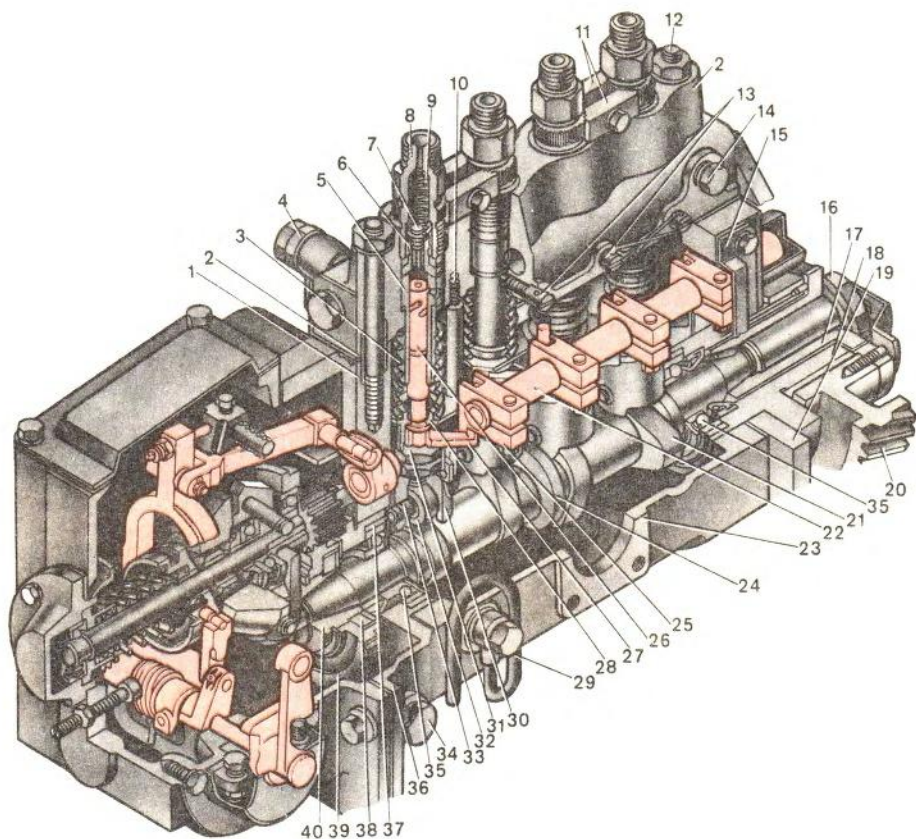


Рис. 45. Топливный насос 4ТН-9×10Т с регулятором дизеля А-41:

1 — корпус насоса; 2 — головка насоса; 3 — пружина плунжера; 4 — корпус перепускного клапана; 5 — гильза; 6 — седло нагнетательного клапана; 7 — нагнетательный клапан; 8 — штуцер; 9 — пружина нагнетательного клапана; 10 и 12 — шпильки; 11 — передняя и задняя планки зажима; 13 — установочные винты; 14 и 34 — пробки; 15 — крышка люка; 16 — гайка; 17 — шлицевая втулка; 18 — установочный фланец; 19 — плита; 20 — зубчатое колесо привода насоса; 21 — кулачковый вал; 22 — рейка; 23 — площадка крепления подкачивающего насоса; 24 — эксцентрик; 25 — хомутик; 26 — плунжер; 27 — поводок плунжера; 28 — тарелка плунжера; 29 — дренажная трубка; 30 — толкатель; 31 — регулировочный болт толкателя; 32 — ролик толкателя; 33 — ось толкателя; 34 — пробка; 35 — шарикоподшипник; 36 — фланец крепления корпуса регулятора; 37 — втулка шарикоподшипника; 38 — сухарь; 39 — зубчатое колесо; 40 — втулка.

при давлении топлива 0,11... 0,13 МПа открывается, и избыток топлива поступает по топливопроводу 24 в топливоподкачивающий насос.

Цикловая подача топлива изменяется поворотом поводков, входящих в прорези хомутиков 25 (см. рис. 45). Эти хомутики стяжными болтами закреплены на рейке 22, которую можно перемещать вдоль оси в отверстиях передней и задней

стенок корпуса 1 насоса. Передвижение рейки вперед (по направлению к приводу насоса) увеличивает цикловую подачу топлива, а передвижение рейки назад уменьшает ее. На заднем конце рейки закреплен поводок, которым она соединена с тягой регулятора.

*Равномерность* (одинаковость) цикловой подачи топлива всеми секциями насоса регулируют перемещением хомутиков 25 по рейке 22.

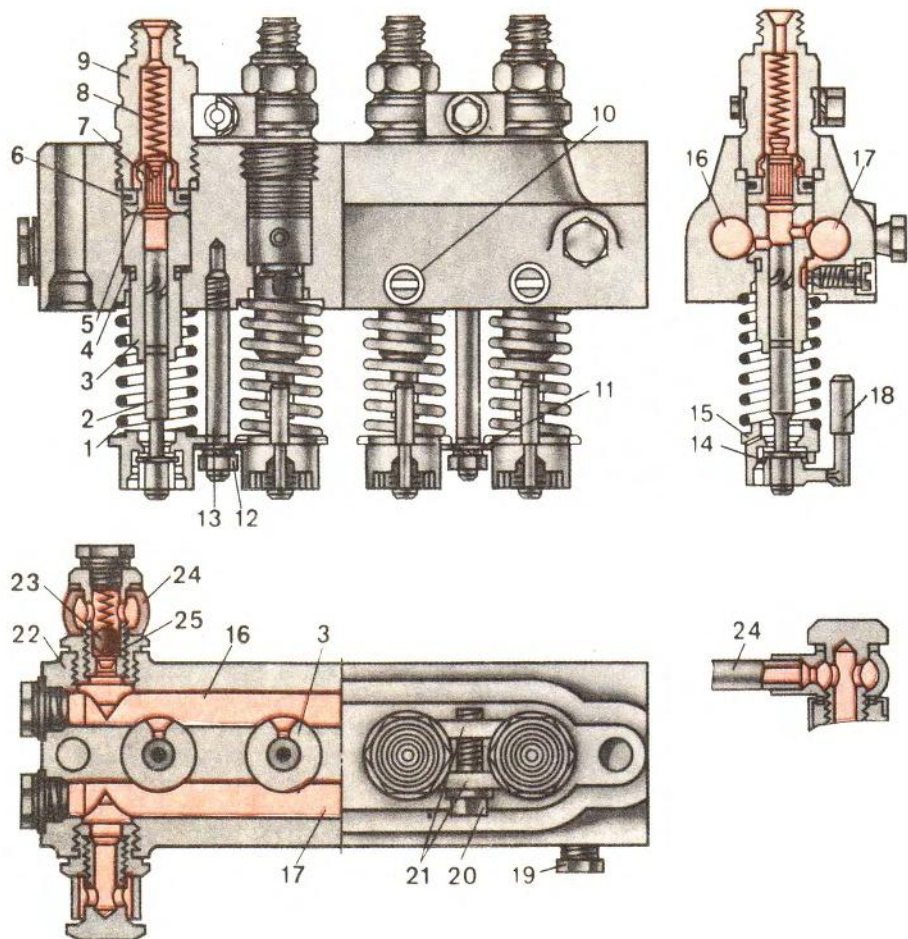


Рис. 46. Головка и механизм регулирования подачи топлива насосом 4ТН-9×10Т:

1 — пружина плунжера; 2 — плунжер; 3 — гильза; 4 и 6 — прокладки; 5 — седло нагнетательного клапана; 7 — нагнетательный клапан; 8 — пружина нагнетательного клапана; 9 — штуцер; 10 — установочный винт; 11 и 21 — планки; 12 — гайка; 13 — шпилька; 14 — пружинное кольцо; 15 — тарелка плунжера; 16 — топливоотводящий канал; 17 — топливоподводящий канал; 18 — поводок; 19 — пробка; 20 — винт; 22 — корпус головки; 23 — перепускной клапан; 24 — топливопровод; 25 — гнездо перепускного клапана.

При работе в номинальном режиме различие цикловых подач секциями не должно превышать 6 %.

Своевременность подачи топлива (момент начала подачи) каждой секцией регулируют болтом 17 (см. рис. 44, а) ввернутым в толкатель 19. Болт стопорят контргайкой 18. При вывертывании болта из толкателя топливо начинает подаваться раньше, т. е. угол опережения подачи его увеличивается, а при ввертывании болта топливо начинает пода-

ваться позже (ближе к в. м. т.) и, следовательно, угол опережения подачи уменьшается.

Топливный насос УТН-5А установлен на дизелях Д-240 и его модификациях, а насос модели 902 — на дизеле ЯМЗ-240БМ. Секции этих насосов работают так же, как и секции насоса 4ТН-9×10Т.

ТНВД, каждая секция которого предназначена для поочередного нагнетания топлива в несколько цилиндров дизеля, называют распре-

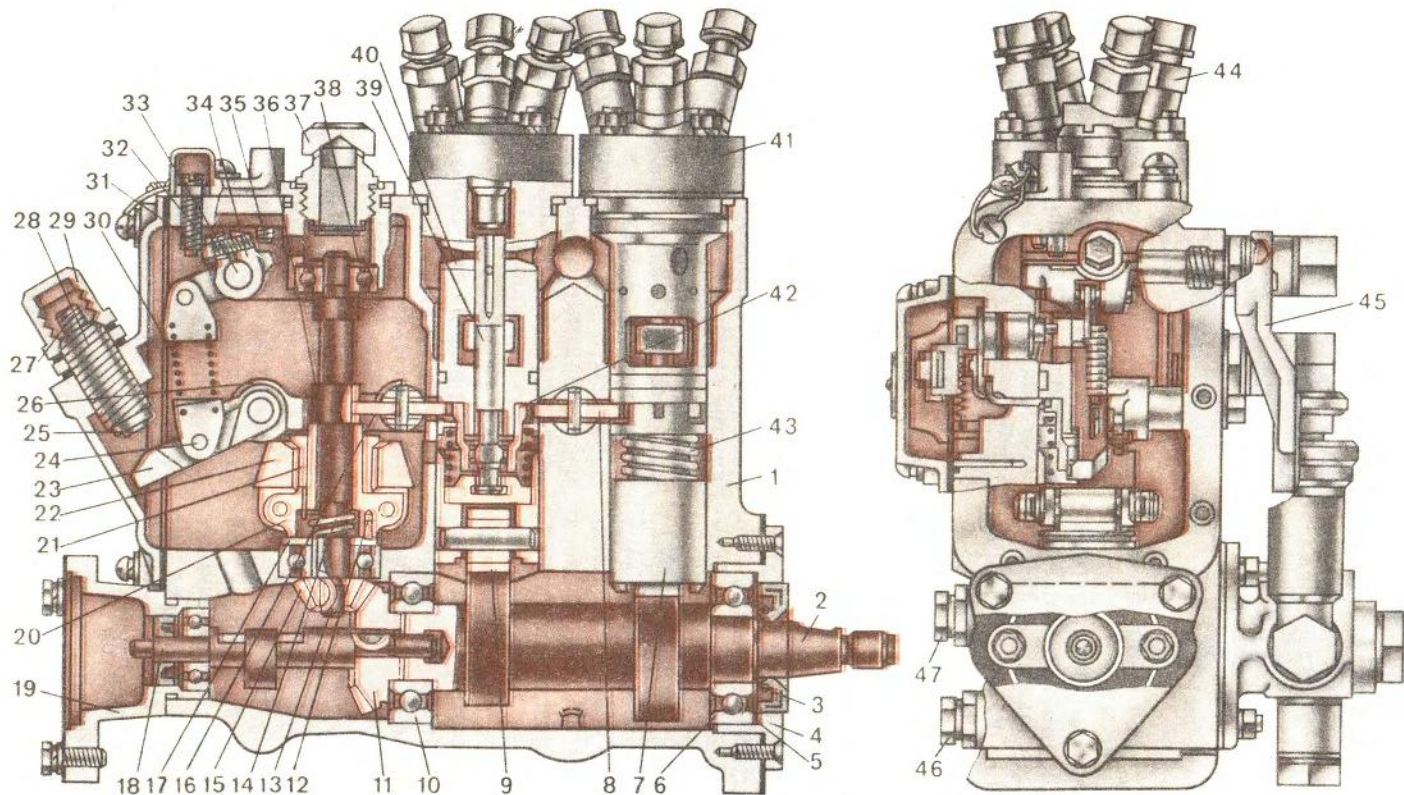


Рис. 47. Топливный насос НД-221 с регулятором дизеля СМД-60:

1 — корпус; 2 — кулачковый вал; 3 — сальник; 4 — крышка; 5 — регулировочные прокладки; 6 и 10 — шарикоподшипники; 7 — толкатель; 8 и 16 — промежуточные зубчатые колеса; 9 — ролик толкателя; 11 — ведущее зубчатое колесо; 12 — штифт; 13 — валик регулятора; 14 — пружина; 15 — ведомое зубчатое колесо; 17 — шайба блокировки; 18 — эксцентриковый вал; 19 — корпус привода тахоспидометра; 20 — ступица; 21 — муфта; 22 — груз; 23 — рычаг корректора; 24 — палец

рычага корректора; 25 — шток корректора; 26 — вильчатый рычаг; 27 — ограничитель; 28 — корпус корректора; 29 — колпачок; 30 — пружина; 31 — винт; 32 — болт; 33 — ось рычага управления; 34 — рычаг пружины; 35 — винт «Стоп»; 36 — зубчатое колесо валика регулятора; 37 — сапун; 38 — лимб; 39 — плунжер; 40 — втулка плунжера; 41 — секция высокого давления; 42 — зубчатая втулка; 43 — пружина; 44 — штуцер; 45 — рычаг управления; 46 — пробка отверстия для слива масла; 47 — пробка контрольного отверстия.

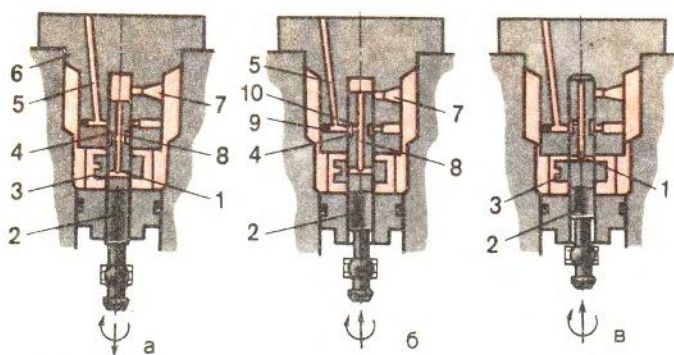


Рис. 48. Схема работы секции высокого давления топливного насоса НД-221:

а — ход всасывания; б — ход нагнетания; в — отсечка; 1 — отсечное отверстие; 2 — плунжер; 3 — дозатор; 4 — паз; 5 — канал во втулке; 6 — втулка; 7 — впускное отверстие; 8 — центральный канал плунжера; 9 — радиальный канал во втулке; 10 — распределительное отверстие.

делительным. Насосы такого типа устанавливают на дизели СМД-60, Д120 и их модификации. ТНВД модели НД-221 дизеля СМД-60 двухплунжерный. Он объединен с регулятором, топливоподкачивающим и ручным топливоподкачивающим насосами.

В алюминиевом корпусе 1 (рис. 47) насоса расположены кулачковый вал 2, две секции 41 высокого давления и регулятор. Каждый из двух кулачков вала 2, имеющих по три выступа, предназначен для одной секции 41, а каждая секция — для подачи топлива в три цилиндра. При набегании выступа кулачка под ролик 9 толкателя 7 плунжер 39 движется во втулке 40 вверх (ход нагнетания). Когда выступ кулачка выйдет из-под ролика толкателя, плунжер 39 под действием пружины 43 переместится вниз (ход всасывания). За один оборот вала 2 плунжер делает три двойных хода. Одновременно кулачковый вал через конические зубчатые колеса 11 и 15 вращает валик 13 регулятора, а зубчатое колесо 36 через промежуточное зубчатое колесо 16 и зубчатую втулку 42 поворачивает плунжер 39 на один оборот. Благодаря вращению плунжера и наличию в нем центрального канала и специального паза топливо распределяется по цилиндрам дизеля.

В верхнюю часть втулки 40 для каждого цилиндра установлен штуцер 44 с дополнительным и обратным клапанами. Секция 41 в собранном

виде удерживается монтажной чекой в отсечном отверстии 1 (рис. 48). Монтажную чеку удаляют после закрепления секции в корпусе 1 (см. рис. 47).

При ходе плунжера 2 (см. рис. 48, а) вниз топливо по впускному отверстию 7 во втулке 6 поступает в надплунжерное пространство, а при ходе вверх до момента перекрытия плунжером 2 отверстия 7 оно вытесняется обратно в топливопровод низкого давления. После перекрытия отверстия 7 (рис. 48, б) плунжер вытесняет топливо через центральный канал 8, распределительное отверстие 10 и паз 4 в плунжере в каналы 9 и 5 во втулке, а затем через обратный 5 (рис. 49) и дополнительный 4 клапаны в штуцере 1 — в топливопровод высокого давления. Подача топлива кончается в момент выхода отсечного отверстия 1 (см. рис. 48, в) в плунжере 2 из дозатора 3. Перемещение дозатора 3 по плунжеру 2 вверх увеличивает, а вниз уменьшает цикловую подачу топлива. В крайне нижнем положении дозатора она выключена.

Разгрузку топливопровода высокого давления, а следовательно, быстрое прекращение форсункой впрыскивания топлива в цилиндр дизеля обеспечивают обратный 5 (см. рис. 49, а) и дополнительный 4 клапаны. Верхняя часть обратного клапана крестообразная.

Во время подачи топлива клапаны 5 и 4 под его давлением приподнимаются, преодолевая сопротивле-

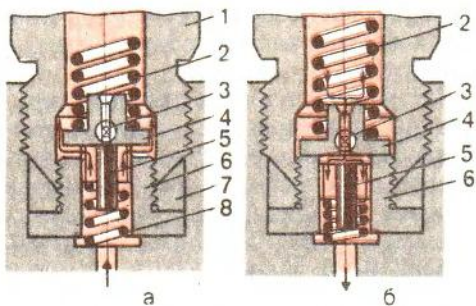


Рис. 49. Схема работы обратного и дополнительного клапанов топливного насоса НД-221:

а — во время подачи топлива; б — в момент отсечки подачи топлива (при разгрузке топливопровода высокого давления); 1 — штуцер; 2 и 8 — пружины; 3 — жиклер; 4 — дополнительный клапан; 5 — обратный клапан; 6 — седло; 7 — прокладка.

ния пружин 2 и 8, и топливо поступает по топливопроводу высокого давления к форсунке. В момент отсечки топлива более жесткая пружина 2 (рис. 49, б) опускает оба клапана, и они занимают положение, при котором дополнительный клапан 4 перекрывает отверстие седла 6. Часть топлива, находящаяся под давлением над клапаном 4, вытесняется через жиклер 3 и, отжимая обратный клапан 5, выходит в подклапанное пространство. Давление в топливопроводе падает, и происходит четкая отсечка топлива.

Приводы топливных насосов с о с о в. В четырехтактном дизеле за два оборота коленчатого вала ТНВД должен подать топливо в каждый цилиндр. Поэтому частота вращения его кулачкового вала в 2 раза меньше, чем коленчатого.

ТНВД дизеля СМД-18Н крепят к стенке картера распределительных зубчатых колес. При установке насоса буртик фланца 7 (рис. 50, а) входит в отверстие картера 8 зубчатых колес, центрируя насос. Передний конец фланца 7 входит в ступицу зубчатого колеса 4, приводимого во вращение промежуточным зубчатым колесом.

Втулка 1 закреплена шпонкой и

глухой гайкой 10 на переднем конце кулачкового вала. Пазы втулки 1 входят в зацепление со шлицами шайбы 3, а она вместе с поводком 9 закреплена двумя болтами 2 на торце ступицы зубчатого колеса 4.

Соединение пазов втулки 1 со шлицами шайбы 3 возможно только в одном определенном положении, потому что ширина одного шлица шайбы вдвое больше, чем у остальных, и он входит только в один двоянный паз втулки. Это позволяет снимать и устанавливать насос, не нарушая установленного угла опережения подачи топлива.

На переднем торце ступицы зубчатого колеса 4 (рис. 50, б) сделаны

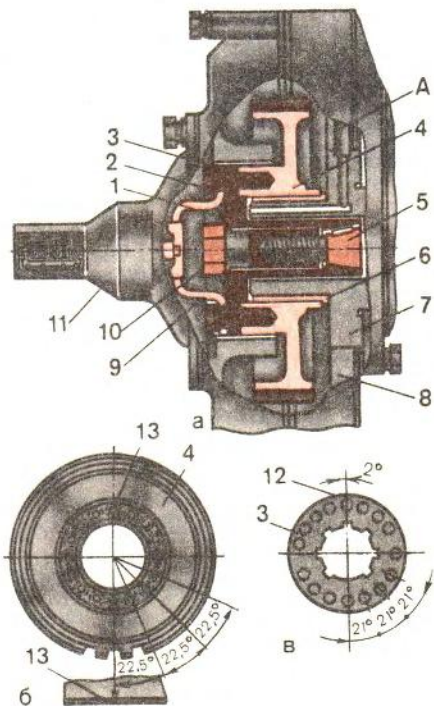


Рис. 50. Привод топливного насоса дизеля СМД-18Н:

а — общий вид; б — зубчатое колесо; в — шайба со шлицами; 1 — втулка со шлицами; 2 — болт; 3 — шайба со шлицами; 4 — зубчатое колесо; 5 — кулачковый вал; 6 — втулка; 7 — установочный фланец; 8 — картер зубчатых колес; 9 — поводок; 10 — гайка; 11 — счетчик моточасов; 12 — выемка (метка) на шайбе с шлицами; 13 — метка на зубчатом колесе; А — канал.

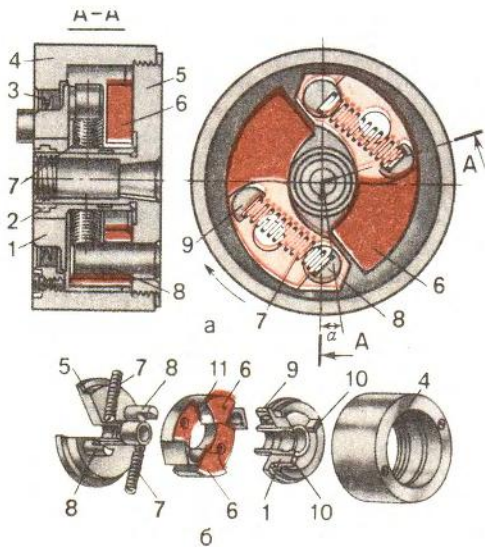


Рис. 51. Автоматическая муфта опережения подачи топлива:

а — муфта в сборе; б — детали муфты; 1 — ведущая полумуфта; 2 — уплотнительное кольцо; 3 — самоподжимной сальник; 4 — корпус муфты; 5 — ведомая полумуфта; 6 — груз; 7 — пружина; 8 — ось; 9 — упорный палец; 10 — шипы; 11 — криволинейная поверхность груза.

отверстия с резьбой. Угол между двумя соседними отверстиями (шаг) равен  $22,5^\circ$ . На шайбе 3 (рис. 50, в) аналогично расположены сквозные отверстия с шагом  $21^\circ$ .

При установке насоса выемка или метка 12 на шайбе 3 должна быть расположена против метки 13 (рис. 50, б) на торце зубчатого колеса. Если шайбу 3 (рис. 50, а) повернуть до совпадения ее следующего отверстия со следующим отверстием в ступице зубчатого колеса, то вместе с шайбой кулачковый вал насоса повернется на  $1,5^\circ$ . Это соответствует изменению момента подачи топлива насосом на  $3^\circ$  по углу поворота коленчатого вала.

Такая конструкция привода ТНВД характерна для многих дизелей. Она позволяет регулировать угол опережения подачи топлива с шагом  $\pm 3^\circ$ , но не изменяет его автоматически при изменении частоты вращения коленчатого вала.

Трущиеся поверхности втулок 1 и 6 смазываются маслом, подводимым по каналу А.

**Автоматическая муфта регулирования опережения подачи топлива.** Применяя ее, можно улучшить пусковые качества и экономичность дизеля на различных скоростных режимах. В дизелях СМД-60, ЯМЗ-240БМ, КамАЗ-740 и их модификациях с увеличением частоты вращения коленчатого вала муфта увеличивает угол опережения подачи топлива до  $10...12^\circ$ , поворачивая кулачковый вал на  $5...6^\circ$  в направлении вращения.

Автоматическая муфта устроена следующим образом. Ведомая полумуфта 5 (рис. 51, а и б) с помощью шпонки и гайки закреплена на переднем конце кулачкового вала насоса. На ее резьбу накручен корпус 4, а на оси 8 свободно надеты грузы 6.

Ведущая полумуфта 1 имеет два шипа 10, передающих крутящий момент от вала привода насоса, и два упорных пальца 9. Она свободно посажена на ступицу ведомой полумуфты 5. Пальцы 9 ведущей полумуфты 1 входят в вырез грузов 6 и опираются на их криволинейные поверхности 11. Между осями 8 и упорными пальцами 9 установлены пружины 7.

При вращении ведущей полумуфты 1 ее пальцы 9, нажимая на криволинейные поверхности 11 грузов 6, через оси 8 и ведомую полумуфту 5 передают крутящий момент кулачковому валу насоса.

Когда частота вращения коленчатого вала дизеля увеличивается, грузы 6 под действием центробежной силы расходятся в стороны, скользя криволинейной поверхностью по пальцам 9 ведущей полумуфты 1. При этом расстояние между осями 8 и пальцами 9 сокращается, пружины 7 сжимаются и ведомая полумуфта 5 вместе с кулачковым валом поворачивается по направлению вращения кулачко-

вого вала. Вследствие этого топливо подается насосом раньше, т. е. угол опережения подачи топлива увеличивается.

С понижением частоты вращения коленчатого вала грузы 6 сходятся, ведомая полумуфта 5 под действием разжимающихся пружин 7 поворачивается в направлении, противоположном направлению вращения кулачкового вала, и угол опережения подачи топлива насосом уменьшается.

**Форсунка** — это сборочная единица топливной системы дизеля, посредством которой распыливается и распределяется топливо в камере сгорания.

На автотракторных дизелях устанавливают закрытые форсунки, которые имеют запирающее устройство для разобщения линии высокого давления \* топлива и камеры сгорания дизеля.

Детали форсунки дизелей А-41 и А-01М размещают в стальном корпусе 7 (рис. 52, а), на нижний конец которого навертывают гайку 13 крепления распылителя 17. В верхнюю часть центрального канала корпуса распылителя с очень малым зазором (0,002...0,004 мм) входит игла 16. Корпус распылителя и иглу изготовляют из легированной стали, термически обрабатывают и притирают. Раскомплектовывать их нельзя.

Короткий выходной канал диаметром 1,2 мм в нижней части корпуса распылителя сообщается с четырьмя распыливающими отверстиями 22 диаметром 0,32 мм, расположенными под углом к продольной оси распылителя.

Верхний конец иглы 16 торцом упирается в дно гнезда штанги 8, пружина 5 нижним торцом — в тарелку штанги 8, а верхним — в

\* Линия высокого давления — это топливный канал от нагнетательного клапана ТНВД до распыливающих отверстий форсунки.

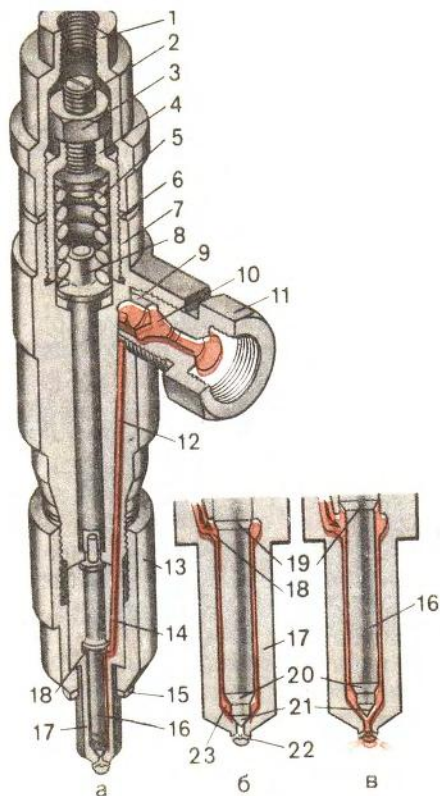


Рис. 52. Форсунка закрытого типа, многодырчатая, с гидравлическим управлением иглой (для дизелей А-41 и А-01М):

а — конструкция форсунки; б — положение иглы в распылителе перед впрыскиванием топлива; в — положение иглы в распылителе при впрыскивании топлива; 1 — колпак; 2 — винт; 3 — контргайка; 4 — стакан пружины; 5 — пружина; 6 — прокладка; 7 — корпус форсунки; 8 — штанга; 9 — втулка; 10 — сетчатый фильтр; 11 — штуцер; 12 — канал в корпусе форсунки; 13 — гайка крепления распылителя; 14 — канал в распылителе; 15 — прокладка; 16 — игла распылителя; 17 — распылитель; 18 и 23 — полости; 19 — коническая поверхность в верхней части иглы; 20 — коническая поверхность в нижней части иглы; 21 — запирающий конус; 22 — распыливающие отверстия.

тарелку регулировочного винта 2, который ввернут в стакан 4, закрепленный на резьбе в корпусе 7 форсунки. Контргайка 3 предотвращает вывинчивание регулировочного винта.

Под действием пружины 5 через штангу 8 игла 16 запирающим конусом 21 (рис. 52, б) плотно садится

на коническую поверхность седла распылителя.

Топливо из насоса поступает по топливопроводу высокого давления через штуцер 11 (рис. 52, а), фильтр 10, каналы 12 и 14 в кольцевую полость 18 (рис. 52, б). Поскольку нижний конец иглы 16 вставлен в корпус распылителя с небольшим зазором, топливо проходит в полость 23.

Как только сила от давления топлива на конические поверхности 19 и 20 (рис. 52, в) превысит усилие пружины 5 (рис. 52, а), игла 16 (рис. 52, в) поднимется на 0,27... 0,34 мм и ее запирающий конус 21 откроет доступ топливу через распыливающие отверстия 22 в камеру сгорания. Пройдя эти отверстия, топливные струи турбулентным потоком поступают в камеру сгорания и перемешиваются с воздухом.

В начале впрыскивания топлива в камеру сгорания давление его в топливопроводе и под иглой форсунки падает, игла стремится опуститься, но новые порции топлива приподнимают ее, и впрыскивание продолжается. Таким образом, игла форсунки совершает колебательное движение. Чтобы игла находилась в поднятом состоянии и впрыскивание топлива не затягивалось, давление топлива должно резко и быстро увеличиваться. Это достигается благодаря специальному профилю кулачка вала топливного насоса.

Как только насос прекратит подачу топлива в форсунку, давление в полости 23 (рис. 52, б) снизится, игла под действием пружины прижмется конусом 21 к корпусу распылителя и закроет его отверстия 22. Прекращение (отсечка) подачи топлива должно быть резким, без повторного подъема иглы. В противном случае в конце впрыскивания топливо перестает распыливаться и образует у выходных отверстий распылителя висящие капли, которые, сгорая не полностью, вызывают его закоксовывание. Игла 16 (рис. 52, а)

рассматриваемой форсунки открывается под давлением топлива, т. е. управление ею гидравлическое.

Форсунку регулируют винтом 2 с таким расчетом, чтобы давление начала впрыскивания топлива (в момент отрыва иглы от седла) составляло 17,5...18,0 МПа. Сверху регулировочный винт закрыт колпаком 1, повернутым на стакан 4.

Топливо, просачивающееся в зазор между корпусом распылителя и иглой через отверстие в стакане 4, сверленный болт и сливной топливопровод, отводится из форсунки в фильтр тонкой очистки или топливный бак.

Форсунки устанавливают в специальные латунные стаканчики, размещенные в головке цилиндров. Стык стаканчика и форсунки уплотняют медной прокладкой. Каждую форсунку закрепляют специальной скобой.

Форсунки дизелей Д-245, Д-240, Д-160 и СМД-60 имеют аналогичную конструкцию, различаясь числом отверстий, их диаметром и углом наклона к оси распылителя.

**Топливопроводы низкого и высокого давления** — это трубки, соединяющие сборочные единицы топливной системы. Топливопроводы низкого давления для двигателей всех типов изготовляют из стальных, латунных или поливинилхлоридных трубок, а топливопроводы высокого давления — из стальной толстостенной цельнотянутой трубки.

Наконечники топливопроводов надежно присоединяют к штуцерам накидными гайками или полыми болтами.

**Смесеобразование в карбюраторных двигателях.** Горючая смесь, характеризующаяся соотношением масс топлива и воздуха, подготавливается в карбюраторе. Для полного сгорания 1 кг бензина теоретически необходимо 14,9...15 кг воздуха. При таком соотношении горючую смесь называют *нормальной* или *стехиометрической*. Ее коэффициент

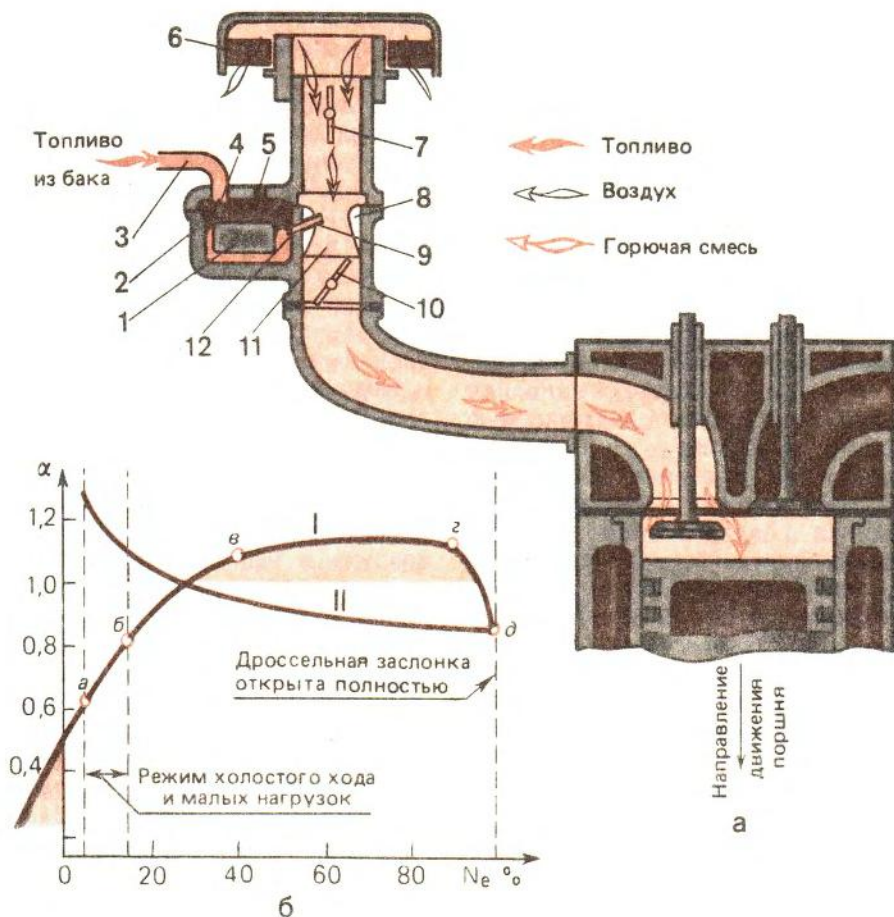


Рис. 53. Схема впускной системы с простейшим карбюратором (а) и характеристики карбюраторов (б):

1 — поплавок; 2 — поплавковая камера; 3 — топливопровод; 4 — запорная игла; 5 — отверстие в поплавковой камере; 6 — воздухоочиститель; 7 — воздушная заслонка; 8 — диффузор; 9 — распылитель; 10 — дроссельная заслонка; 11 — смесительная камера; 12 — жиклер; I — характеристика карбюратора, необходимая для различных режимов работы двигателя; II — характеристика простейшего карбюратора.

избытка воздуха  $\alpha = 1$ . Горючую смесь, у которой  $\alpha = 0,70 \dots 0,85$ , условно называют богатой. При  $\alpha = 0,85 \dots 0,95$  смесь считают обогащенной, при  $\alpha = 1,05 \dots 1,15$  — обедненной, а если  $\alpha = 1,15 \dots 1,20$  — бедной.

Процесс приготовления горючей смеси вне цилиндров двигателя методом пульверизации называют карбюрацией, а прибор, в котором этот процесс осуществляется, — карбюратором.

Простейший карбюратор (рис. 53, а) состоит из поплавковой камеры 2 с поплавком 1, запорной иглы 4, жиклера 12 с распылителем 9, диффузора 8, воздушной 7 и дроссельной 10 заслонок, смесительной камеры 11.

Поплавковая камера, поплавок и запорная игла необходимы для поддержания постоянного уровня топлива в поплавковой камере и распылителя. Через отверстие 5 поплавковая камера сообщается с окру-

жающей средой. Жиклер 12 представляет собой калиброванное отверстие в пробке, трубке или канале. В карбюраторах он предназначен для дозирования топлива, воздуха или эмульсии (топлива, насыщенного пузырьками воздуха). Диффузор 8 — это участок патрубка карбюратора с постепенно уменьшающимся, а затем увеличивающимся диаметром. Сужение и особенно расширение сечений диффузора по длине выполнены плавными. Распылитель 9 — трубка для распыливания топлива, сообщающая поплавковую камеру с диффузором.

Воздушная заслонка 7 — овальная или круглая металлическая пластинка, закрепленная на оси. Открывая и закрывая ее, можно уменьшить или увеличить площадь проходного сечения впускного трубопровода, а следовательно, изменить количество воздуха, поступающего в диффузор 8, т. е. качество горючей смеси. Дроссельная заслонка 10 имеет такую же форму, как и воздушная, но предназначена для изменения количества, а в отдельных случаях и качества горючей смеси, поступающей в цилиндр двигателя.

Смесительной камерой 11 называют участок трубы карбюратора от самой узкой части (горловины) диффузора 8 до оси дроссельной заслонки 10.

Топливо из бака по топливопроводу 3 поступает в поплавковую камеру 2, заполняя ее. Когда топливо в поплавковой камере достигнет определенного уровня, поплавок 1 прижмет запорную иглу 4 к ее седлу и поступление топлива прекратится. При понижении уровня поплавков опустится и игла вновь откроет доступ топливу в поплавковую камеру.

Из поплавковой камеры топливо через жиклер 12 поступает в распылитель 9, выходное отверстие которого находится в горловине диффузора 8. Чтобы топливо не вытекало из распылителя при неработающем двигателе, выходное отверстие рас-

пылителя расположено на 1...2 мм выше уровня топлива в поплавковой камере.

Во время такта впуска при открытых воздушной 7 и дроссельной 10 заслонках разрежение из цилиндра передается в смесительную камеру 11 и вызывает движение воздуха в направлении, указанном стрелками. Разрежение в смесительной камере можно регулировать дроссельной 10 и воздушной 7 заслонками.

Воздух, всасываемый в цилиндр двигателя, последовательно проходит через воздухоочиститель 6, патрубков и диффузор 8. Так как проходное поперечное сечение в горловине диффузора уменьшается, скорость воздуха в ней возрастает и разрежение увеличивается. Вследствие разницы между атмосферным давлением в поплавковой камере и разрежением в диффузоре топливо фонтанирует из распылителя. Струи воздуха движутся через диффузор со скоростью, примерно в 25 раз большей скорости топлива из распылителя. Поэтому топливо распыливается на мелкие капли и, смешиваясь с воздухом, образует горючую смесь, которая поступает в цилиндр двигателя. Чтобы увеличить скорость воздуха в зоне устья у распылителя 9, во многих карбюраторах устанавливают два диффузора: большой и малый. Причем выходное отверстие малого диффузора размещают в горловине большого. В результате распыливания поверхность соприкосновения капель топлива с воздухом увеличивается, топливо интенсивно испаряется.

Приготовленная карбюратором горючая смесь неоднородна, она состоит из смеси паров топлива с воздухом и неспарившихся капелек топлива. Для обеспечения более полного испарения топлива впускной трубопровод обычно подогревают отработавшими газами или охлаждающей жидкостью.

Загрязнение воздухоочистителя 6

сопровождается увеличением разрежения в диффузоре, а следовательно, и расхода топлива через жиклер 12. Для устранения этого недостатка поплавковую камеру многих карбюраторов сообщают не с окружающей средой, а с входным патрубком карбюратора. Такую поплавковую камеру называют балансирующей (уравновешенной).

По направлению потока воздуха, а затем горючей смеси различают карбюраторы с падающим потоком (см. рис. 53, а), в которых смесь движется сверху вниз (падает), и с горизонтальным потоком.

В зависимости от числа смесительных камер (главных воздушных трактов) карбюраторы делят на одно- (см. рис. 53, а и 57) и многокамерные. Различают многокамерные карбюраторы с параллельным (одновременным) и последовательным (разновременным) открытием дроссельных заслонок.

Карбюраторный двигатель работает на следующих основных режимах: пуск; холостой ход и малые нагрузки; средние нагрузки; полная нагрузка. Для получения наиболее эффективной работы двигателя в каждом режиме очень важно, чтобы горючая смесь к моменту ее воспламенения электрической искрой была по составу наилучшей. Горючая смесь должна быть однородной, а топливо в ней должно находиться в парообразном состоянии.

График изменения состава горючей смеси, подаваемой в цилиндр двигателя в зависимости от степени (%) его загрузки (по эффективной мощности  $N_e$ ), называют характеристикой карбюратора.

Чтобы обеспечить наиболее эффективную работу двигателя, карбюратор должен иметь характеристику, представленную кривой I на рисунке 53, б. Кривой II изображена характеристика простейшего карбюратора.

При пуске холодного двигателя смесеобразование затруднено вследствие недостаточного разрежения в диффузоре, незначительной скорости воздуха и низкой температуры деталей двигателя. Поэтому в цилиндры должна подаваться очень богатая горючая смесь ( $\alpha=0,1\dots0,2$ ), чтобы для воспламенения в ней было достаточное количество легких, быстро испаряющихся фракций топлива.

При работе на холостом ходу и с малыми нагрузками дроссельная заслонка прикрыта, так как в двигатель нужно подавать небольшое количество горючей смеси. Разрежение и скорость воздушного потока в диффузоре незначительны. Условия для распыливания и испарения неблагоприятны. Поэтому карбюратор должен готовить богатую смесь —  $\alpha=0,6\dots0,8$  (кривая I, участок а — б).

По мере увеличения нагрузки (участок б — в) дроссельную заслонку открывают. Скорость воздуха и разрежение увеличиваются, температура впускного трубопровода повышается. Следовательно, улучшается смесеобразование. Поэтому горючая смесь должна постепенно обедняться, а коэффициент избытка воздуха увеличиваться до  $\alpha=1,05\dots1,10$ .

При средних нагрузках (участок в — г) — приблизительно 40...90 %  $N_e$  — в цилиндры двигателя нужно подавать разные количества горючей смеси, но состав ее должен быть постоянным и слегка обедненным ( $\alpha=1,10\dots1,15$ ) для получения наиболее экономичной работы.

При полных нагрузках (дроссельная заслонка полностью открыта, участок г — д) для получения от двигателя максимальной мощности горючая смесь должна быть обогащенной ( $\alpha=0,85\dots0,90$ ).

**Дополнительные устройства карбюраторов.** Для приготовления смеси требуемого состава на разных режимах работы автомобильного двигателя в конструкцию карбюра-

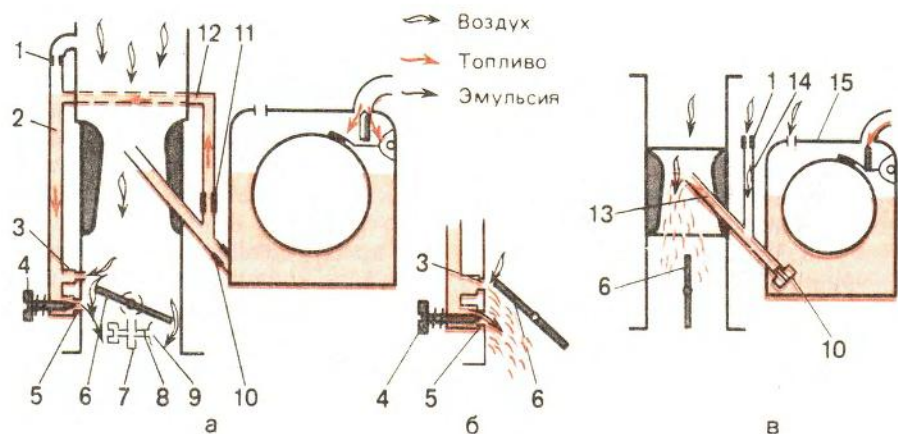


Рис. 54. Схемы работы системы холостого хода (а и б) и главного дозирующего устройства с изменением разрежения у топливного жиклера (в) карбюратора:

1 — воздушный жиклер; 2 и 12 — каналы; 3 и 5 — выходные отверстия; 4 — регулировочный винт-игла; 6 — дроссельная заслонка; 7 — рычажок; 8 — винт ограничения открытия дроссельной заслонки; 9 — прилив на корпусе карбюратора; 10 — главный топливный жиклер; 11 — жиклер холостого хода; 13 — распылитель; 14 — колодец; 15 — поплавковая камера.

тора включены следующие дополнительные устройства:

система холостого хода — для работы двигателя на холостом ходу и с малыми нагрузками;

главное дозирующее устройство, обеспечивающее в широком диапазоне средних нагрузок приготовление постоянно обедненного (экономичного) состава смеси;

экономайзер или эконостат — для обогащения смеси при работе двигателя на больших нагрузках путем подачи дополнительного количества топлива в смесительную камеру;

ускорительный насос — для дополнительного обогащения смеси при резком открытии дроссельной заслонки;

пусковое устройство.

Система холостого хода. Во время работы двигателя на холостом ходу и с малыми нагрузками дроссельная заслонка 6 (рис. 54, а) прикрыта на 80...90 %. Поэтому разрежение и скорость воздушного потока в диффузоре настолько малы, что истечения топлива из распылителя главного жиклера 10 недостаточно для образования горючей смеси нужного состава. В то же

время под дроссельной заслонкой 6 создается большое разрежение и топливо (бензин) засасывается через жиклер 11 и канал 12 в канал 2, куда через воздушный жиклер 1 проходит воздух. Образуется эмульсия, которая через выходное отверстие 5 поступает во впускной трубопровод.

При холостом ходе, когда дроссельная заслонка почти полностью закрыта, через выходное отверстие 3 в канал 2 проходит воздух, снижая разрежение в канале. Вследствие этого уменьшается содержание топлива в эмульсии и улучшается ее приготовление.

Для перехода на малые нагрузки дроссельную заслонку несколько открывают. При этом кромка дроссельной заслонки перекрывает отверстие 3. Подсос воздуха в канал 2 прекращается, и через отверстие 5 поступает более богатая топливом эмульсия. Затем оба отверстия оказываются под дроссельной заслонкой (рис. 54, б), и эмульсия поступает из обоих отверстий в большем количестве. При дальнейшем открытии дроссельной заслонки включается главное дозирующее устройство, а подача эмульсии через си-

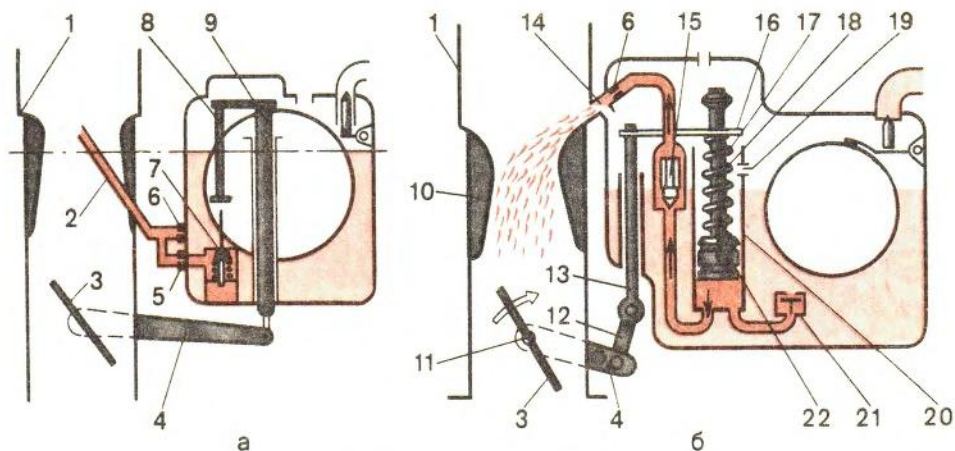


Рис. 55. Схемы действия экономайзера (а) и ускорительного насоса (б) с механическим приводом:

1 — воздушный патрубок; 2 — распылитель; 3 — дроссельная заслонка; 4 — рычаг; 5 — жиклер экономайзера; 6 — главный топливный жиклер; 7 — клапан экономайзера; 8 и 18 — штоки; 9, 12 и 13 — тяги; 10 — диффузор; 11 — ось; 14 — канал; 15 — игольчатый выпускной клапан; 16 — пластинка; 17 — пружина; 19 — отверстие для слива топлива; 20 — цилиндр; 21 — впускной клапан; 22 — поршень.

стему холостого хода постепенно уменьшается до нуля.

Количество подаваемой эмульсии и ее состав регулируют во время холостого хода двигателя винтом-иглой 4, расположенной напротив отверстия 5. При ввертывании винта проходное сечение отверстия уменьшается. Поэтому разрежение в канале 2 падает и смесь обедняется.

Чтобы двигатель на холостом ходу устойчиво работал при минимальной частоте вращения коленчатого вала, дроссельную заслонку нужно приоткрыть на строго определенную величину. Для этой цели предназначен регулировочный винт 8, установленный на рычажке 7 привода дроссельной заслонки. При минимальной устойчивой частоте вращения коленчатого вала двигателя торец винта 8 должен упираться в специальный прилив 9 на корпусе карбюратора. Ввертывая и вывертывая винт 8, находят положение дроссельной заслонки, обеспечивающее такую частоту вращения коленчатого вала.

Главное дозирующее устройство. В карбюраторах 11.1107,

К-88АТ, К-135 двигателей П-10УД, ЗИЛ-130 и ГАЗ-53-11 применены главные дозирующие устройства с изменением разрежения у топливного жиклера. В верхней части трубки (колодца) 14 (рис. 54, в) этих устройств установлен воздушный жиклер 1. Когда двигатель не работает, уровень топлива в поплавковой камере 15, колодце 14 и распылителе 13 одинаков.

По мере открытия дроссельной заслонки 6 увеличивается разрежение в диффузоре и из распылителя 13 начинает вытекать топливо. При этом уровень топлива в колодце 14 быстро понижается. По мере расходования топлива из колодца в него через воздушный жиклер 1 поступает воздух, который понижает разрежение в главном топливном жиклере 10. В результате истечение топлива из жиклера замедляется и горячая смесь обедняется.

Подбирая сечения топливного и воздушного жиклеров, состав смеси приближают к желаемому (см. рис. 53, б, кривая 1). При наличии такого главного дозирующего устройства в смесительную камеру че-

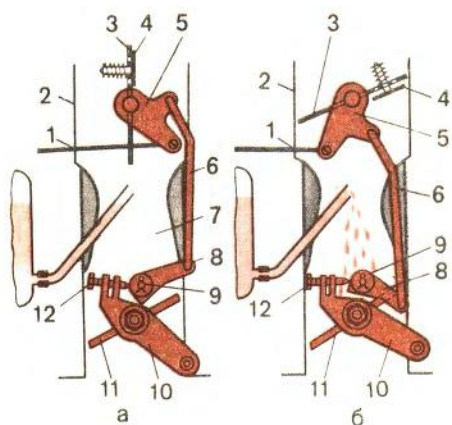


Рис. 56. Схемы действия пускового устройства карбюратора:

а — воздушная заслонка открыта: 6 — воздушная заслонка закрыта; 1 — трос привода воздушной заслонки; 2 — входной патрубок; 3 — воздушная заслонка; 4 — автоматический клапан; 5 — рычаг привода воздушной заслонки; 6 — тяга; 7 — смесительная камера; 8 — промежуточный рычаг; 9 — ось промежуточного рычага; 10 — рычаг привода дроссельной заслонки; 11 — дроссельная заслонка; 12 — винт для регулировки открытия дроссельной заслонки при холостом ходе.

рез распылитель 13 подается не топливо, а эмульсия, образующаяся при смешивании топлива с воздухом, поступающим в распылитель.

Экономайзер состоит из жиклера 5 (рис. 55, а) и клапана 7, прижимаемого к седлу пружиной. Клапан может иметь механический или вакуумный привод.

Экономайзер с механическим приводом карбюраторов К-88АТ и К-135 работает следующим образом. Когда открытие дроссельной заслонки 3 приближается к полному, рычаг 4 настолько перемещает тягу 9 вниз, что шток 8 открывает клапан 7 и топливо из поплавковой камеры всасывается через жиклер 5 в распылитель 2 параллельно потоку топлива через главный жиклер 6. Смесь обогащается.

Экономат в отличие от экономайзера не имеет управляемого клапана. Он включается за счет разрежения у устья распылителя дополнительной камеры и обогащает горючую смесь эмульсией.

Ускорительный насос с механическим приводом широко применяют в карбюраторах. Когда дроссельная заслонка 3 (рис. 55, б) закрывается, рычаг 4 через тяги 12 и 13 и пластинку 16 поднимает шток 18 с поршнем 22. При этом топливо из поплавковой камеры через клапан 21 поступает в цилиндр 20. Во время заполнения цилиндра топливом выпускной клапан 15 закрыт.

При резком открытии дроссельной заслонки рычаг 4 перемещает тяги 12 и 13 и пластинку 16 вниз. Пластинка, сжимая пружину 17, толкает поршень 22 вниз. Под давлением топлива в цилиндре 20 закрывается впускной 21 и открывается выпускной 15 клапаны и в смесительную камеру через жиклер 6 впрыскивается топливо.

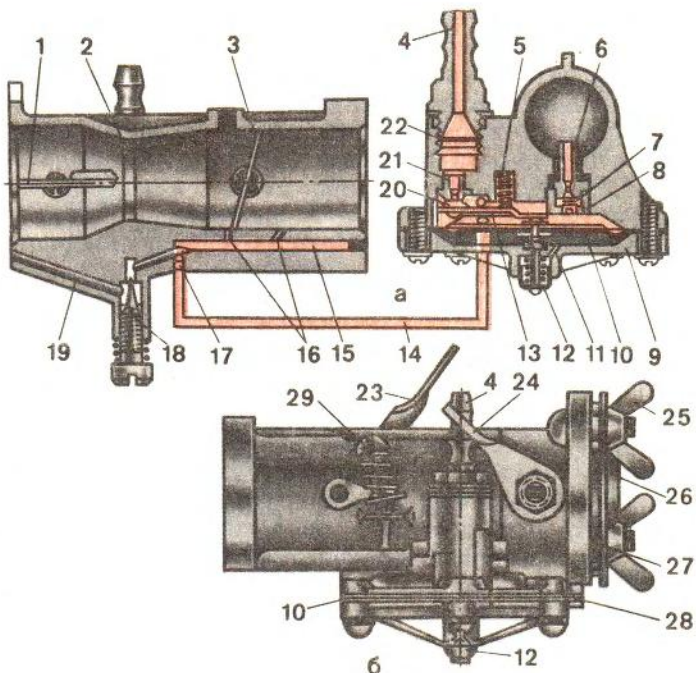
Отверстие 19 в верхней части цилиндра 20 нужно для стока в поплавковую камеру топлива, прошедшего вверх через неплотности между поршнем и цилиндром.

Пусковое устройство. В современных карбюраторах в качестве пускового приспособления применяют воздушную заслонку 3 (рис. 56, а), устанавливаемую во входном патрубке 2. При закрытии воздушной заслонки (рис. 56, б) повышается разрежение в смесительной камере 7. Смесь обогащается за счет интенсивного истечения топлива из распылителей главного дозирующего устройства и системы холостого хода. Воздух для образования горючей смеси проникает через щели у кромки воздушной заслонки.

При первых вспышках разрежение в смесительной камере резко возрастает, и вследствие переобогащения смеси двигатель может заглохнуть. Поэтому на воздушной заслонке установлен автоматический клапан 4, который открывается под действием атмосферного давления, и в смесительную камеру дополнительно поступает воздух, уменьшающий переобогащение смеси.

Рис. 57. Карбюратор 11.1107:

а — принципиальная схема; 6 — общий вид; 1 — воздушная заслонка; 2 — диффузор; 3 — дроссельная заслонка; 4 — штуцер; 5 — пружина; 6 — жиклер-распылитель; 7 — топливный клапан; 8 — седло клапана; 9 — крышка; 10 — диафрагма; 11 — балансировочное отверстие; 12 — утопитель; 13 — рычажок; 14 и 15 — топливный и эмульсионный каналы системы холостого хода; 16 — выходные отверстия системы холостого хода; 17 — жиклер холостого хода; 18 и 29 — регулировочные винты; 19 — воздушный канал системы холостого хода; 20 — топливный клапан; 21 — седло топливного клапана; 22 — фильтр; 23 — рычажок ручного управления дроссельной заслонкой; 24 — рычажок управления воздушной заслонкой; 25 — гайка-барашек; 26 — крышка патрубков воздушной заслонки; 27 и 28 — прокладки.



При пуске двигателя дроссельная заслонка 11 должна быть немного открыта. Чтобы при закрытии воздушной заслонки 3 дроссельная заслонка несколько приоткрылась, их соединяют системой тяг и рычажков.

Воздушной заслонкой большинства карбюраторов управляют вручную с помощью троса 1, выведенного в кабину водителя.

**Карбюратор 11.1107** однодиффузорный, с горизонтальной смесительной камерой, беспоплавковый. Его устанавливают на пусковые двигатели П-10УД и П-350.

Главное дозирующее устройство карбюратора состоит из жиклера-распылителя 6 (рис. 57), топливного клапана 7 и седла 8 клапана. В систему холостого хода входят воздушный канал 19, топливный жиклер 17, регулировочный винт 18, топливный 14 и эмульсионный 15 каналы, выходные отверстия 16.

При работе двигателя топливо из полости над диафрагмой 10 засасывается через жиклер-распылитель 6

и давление в ней понижается. Полость под диафрагмой 10 сообщается через балансировочное отверстие 11 с окружающей средой. Вследствие разности давлений в полостях диафрагма прогибается и нажимает на конец рычажка 13, преодолевая усилие пружины 5. Топливный клапан 20, укрепленный на противоположном конце рычажка 13, отходит от седла 21, и топливо, пройдя сетчатый фильтр 22, поступает в полость над диафрагмой, заполняя ее. Давление выравнивается, и диафрагма возвращается в первоначальное положение. Под действием усилия пружины 5 рычажок 13 также занимает прежнее положение и клапан 20 перекрывает доступ топлива в полость над диафрагмой.

При пуске холодного двигателя дроссельную заслонку 3 открывают полностью, а воздушную 1 только приоткрывают. В смесительной камере создается значительное разрежение, под действием которого из жиклера-распылителя 6 высасывается топливо, а из отвер-

ствий 16 — эмульсия. При этом образуется богатая смесь.

Карбюратор снабжен утопителем 12, нажав на который принудительно прогибают диафрагму. Это позволяет перед пуском двигателя заполнить топливом полость над диафрагмой.

Пуск прогретого двигателя аналогичен пуску холодного, но воздушную заслонку не закрывают.

При работе двигателя на холостом ходу качество смеси регулируют винтом 18, ввертывая который, смесь обогащают, вывертывая — обедняют. Минимальную устойчивую частоту вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу устанавливают винтом 29.

При работе двигателя с нагрузкой дроссельная заслонка 3 открыта, поэтому разрежение в диффузоре 2 велико. Оно вызывает истечение топлива из жиклера-распылителя 6. В это время у выходных отверстий 16 системы холостого хода разрежение настолько мало, что топливо через жиклер 17 не поступает.

С увеличением частоты вращения коленчатого вала двигателя разрежение в диффузоре увеличивается, но количество топлива, поступающего из жиклера-распылителя 6, уменьшается, и смесь не обогащается. Это следствие того, что через каналы 19 и 14 и жиклер 17 в полость над диафрагмой подсасывается воздух, снижающий разрежение в жиклере-распылителе 6.

**Карбюратор К-135** двигателя ЗМЗ-53-11, схема которого изображена на рисунке 58, двухкамерный, с падающим потоком смеси и балансирующей поплавковой камерой. Каждая камера карбюратора работает параллельно, но независимо и подает горючую смесь в четыре цилиндра. Для обеспечения нормальной работы двигателя на различных режимах карбюратор имеет все перечисленные выше дополнитель-

ные устройства. Системы главная дозирующая и холостого хода установлены в каждой камере. Поплавковая камера, ускорительный насос и экономайзер общие на обе камеры.

Карбюратор состоит из крышки 5 и корпуса 42 поплавковой камеры, корпуса 34 смесительных камер и пневмоинерционного ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого вала. Крышка 5 и корпус 42 отлиты из цинкового сплава, корпус 34 — из серого чугуна.

В каждую главную дозирующую систему входят топливный жиклер 30, воздушный жиклер 6, эмульсионная трубка 31. Ось 25 двух дроссельных заслонок 32 установлена на роликовых подшипниках 29 и 36. На одном конце оси 25 закреплен рычаг 38 привода дроссельных заслонок, а на другом — рычаг исполнительного механизма ограничителя частоты вращения коленчатого вала.

При пуске холодного двигателя воздушную заслонку 9 закрывают. Одновременно через систему рычагов и тяг немного открываются дроссельные заслонки 32. При проворачивании коленчатого вала в смесительных камерах карбюратора создается сильное разрежение и через главные топливные жиклеры 30 в эмульсионные трубки 31 поступает бензин, а через жиклеры 6 — воздух. Образовавшаяся богатая бензином эмульсия через распылители 14 поступает в малые диффузоры 7 и далее через щели между кромками дроссельных заслонок и стенками корпуса 34 во впускной трубопровод двигателя. Эмульсия поступает также через два выходных отверстия системы холостого хода. Величину открытия нижнего отверстия регулируют винтом 33.

После того как двигатель начал работать, обогащение смеси уменьшается вследствие прохода воздуха через клапан на воздушной заслонке 9.

При работе двигателя на

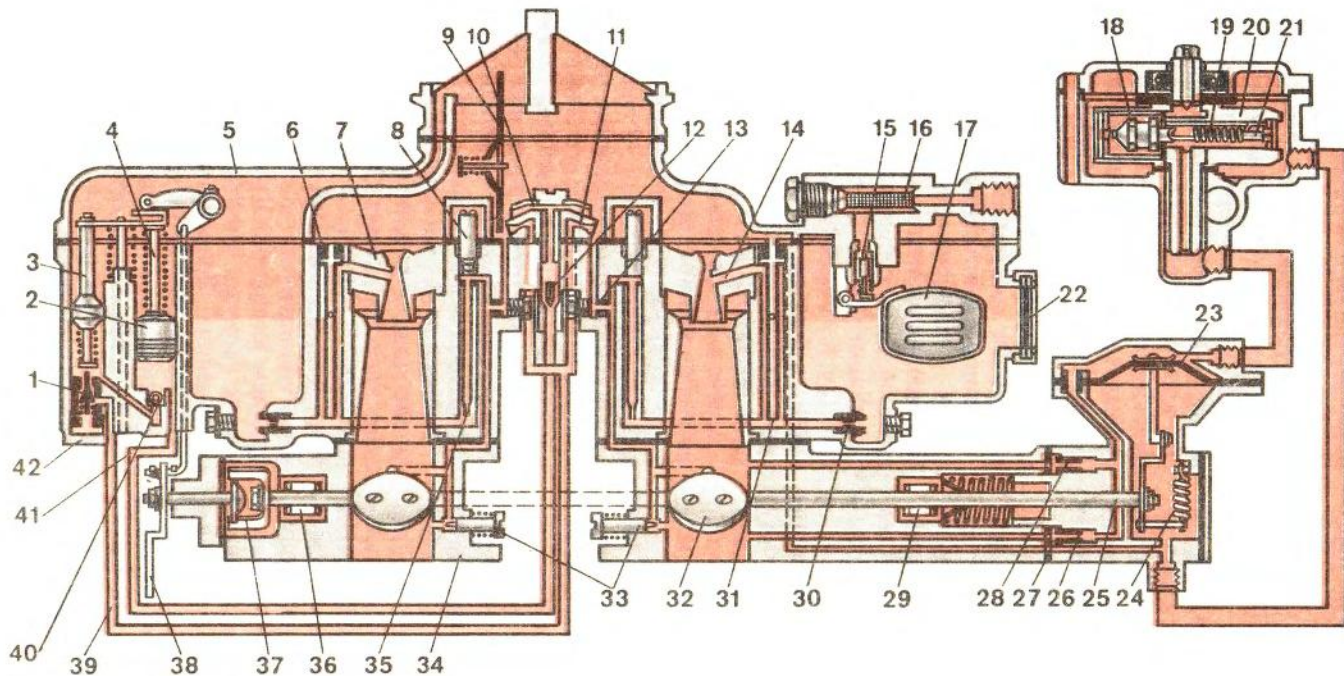


Рис. 58. Схема карбюратора К-135:

1 — клапан экономайзера; 2 — поршень ускорительного насоса; 3 и 4 — штоки; 5 — крышка поплавковой камеры; 6 — воздушный жиклер главного дозирующего устройства; 7 — малый диффузор; 8 — трубка топливного жиклера системы холостого хода; 9 — воздушная заслонка с клапаном; 10 — распылитель ускорительного насоса; 11 — калиброванный распылитель экономайзера; 12 — нагнетательный клапан; 13 — воздушный жиклер системы холостого хода; 14 — распылитель малого диффузора; 15 — игольчатый клапан; 16 — фильтр; 17 — поплавок; 18 — клапан датчика; 19 и 24 — пружины; 20 — корпус ротора; 21 — регулировочный винт; 22 —

смотровое окно; 23 — мембрана; 25 — ось дроссельных заслонок; 26 — вакуумный жиклер; 27 — прокладка; 28 — воздушный жиклер; 29 и 36 — роликовые подшипники; 30 — главный топливный жиклер; 31 — эмульсионная трубка; 32 — дроссельная заслонка; 33 — регулировочные винты; 34 — корпус смесительных камер; 35 — топливный жиклер системы холостого хода; 37 — кулачковая муфта; 38 — рычаг привода дроссельных заслонок; 39 и 41 — каналы; 40 — шариковый клапан ускорительного насоса; 42 — корпус поплавковой камеры.

холостом ходу дроссельные заслонки 32 немного приоткрыты. Создаваемое за ними разрежение передается через нижние отверстия по каналам системы холостого хода к топливным жиклерам 35. Под действием этого разрежения бензин, пройдя жиклеры 30 главные и 35 холостого хода, эмульгируется воздухом, движущимся через жиклеры 13. Эмульсия поступает в смесительную камеру главным образом через нижние отверстия.

Наличие двух отверстий для выхода эмульсии обеспечивает плавный переход от режимов холостого хода к работе двигателя под нагрузкой. Качество смеси регулируют винтами 33. При отвертывании винта смесь обогащается, а при заворачивании — обедняется.

Минимальную частоту вращения коленчатого вала на холостом ходу устанавливают упорным винтом (на схеме он не показан), ограничивающим закрытие дроссельных заслонок.

При работе двигателя на средних нагрузках разрежение, возникающее в малых диффузорах 7, передается в эмульсионные трубки 31, которые снизу закрыты, а в верхней части имеют по четыре отверстия. Бензин проходит через главные жиклеры 30 в трубку 31 и смешивается с воздухом, проходящим через жиклеры 6. Эмульсия, выходящая из распылителей 14 в малом диффузоре 7, подхватывается потоком воздуха и перемещается с ним. При этом бензин испаряется и образуется горючая смесь.

При работе двигателя на полных нагрузках дроссельные заслонки открыты полностью или почти полностью. Так как рычаг 38 соединен механическим приводом с экономайзером и ускорительным насосом, то шток 3 экономайзера опускается вниз и открывает клапан 1. Бензин по каналу 39 через распылители 11 поступает в обе камеры карбюратора и обогащает смесь.

При резком открытии дроссельных заслонок в действие вступает ускорительный насос. Его поршень 2, опускаясь, закрывает шариковый клапан 40. Тогда бензин проходит по каналу 41, поднимает нагнетательный клапан 12 и поступает через распылители 10 в обе камеры карбюратора, обогащая смесь. Если дроссельные заслонки открываются плавно, давление поршня 2 невелико и нагнетательный клапан 12 не открывается, а бензин из-под поршня вытесняется через клапан 40 в поплавковую камеру.

**Основные возможные неисправности и техническое обслуживание.** При израсходовании 90...95 % топлива из бака его нужно заправить. Предварительно нужно очистить крышку и горловину бака от пыли, промыть фильтр горловины и прочистить отверстие в крышке для прохода воздуха.

Периодически сливают отстой из фильтров и баков, промывают фильтры горловин баков, набивку их крышек и фильтры.

Обнаруженные в процессе работы двигателя подтекания топлива устраняют, подтягивая накидные гайки, полые болты, штуцера и при необходимости заменяя уплотняющие прокладки.

Уменьшение или полное прекращение подачи топлива диафрагменным насосом может быть вызвано подсосом воздуха в соединениях, разрывом диафрагмы, поломкой пружины диафрагмы и неплотным закрытием клапанов. Чтобы устранить подсос воздуха, уплотняют зазоры в соединениях. Разорванную диафрагму и поломанную пружину заменяют. При неплотном закрытии клапанов разбирают насос; клапаны, их гнезда и пружины очищают и промывают в бензине.

Неисправности топливopодкачивающих насосов могут произойти при попадании механических примесей под клапаны и при снижении жесткости пружин, что устраняется

промывкой деталей и заменой пружин.

Обслуживание воздухоочистителей и впускных трубопроводов заключается в сохранении герметичности всех мест соединения деталей воздухоподводящей системы и периодическом промывании фильтрующих элементов.

Падение мощности дизеля при нормальной компрессии, появление дымного выпуска отработавших газов (черный дым), пропуск вспышек (работа с перебоями), трудный пуск — все эти признаки указывают на необходимость проверки устройств системы питания.

При падении мощности, сопровождающемся неравномерной работой дизеля, дымным выпуском отработавших газов, следует определить неисправный цилиндр. Для этого поочередно отключают подачу топлива в каждый из цилиндров. При работе с перебоями отключение любого цилиндра, кроме неисправного, изменяет работу дизеля. При дымном выпуске выключение цилиндра, в котором эта неисправность проявляется, устраняет дымление.

Наиболее вероятная причина падения мощности дизеля при отсутствии дымного выпуска отработавших газов — засорение топливных фильтров. В этом случае проверяют состояние топливных фильтров и при необходимости промывают их или заменяют.

Пропуск вспышек в отдельных цилиндрах дизеля и трудный его пуск наблюдаются при попадании воздуха в топливopодающую систему и неисправных форсунках.

Регулировать и разбирать топливный насос и форсунки должны квалифицированные специалисты в мастерской.

Неисправности карбюратора часто приводят к образованию горючей смеси, не соответствующей режиму работы двигателя: слишком богатой или слишком бедной.

Переобогащение смеси может

быть следствием повышения уровня топлива в поплавковой камере карбюратора, неполного открытия воздушной заслонки, увеличения пропускной способности жиклеров, негерметичности клапанов экономайзера и некоторых других причин.

Переобеднение смеси может быть вызвано засорением фильтра, жиклеров и каналов карбюратора, недостаточной подачей топлива из-за неисправностей подкачивающего насоса, проникновением воздуха между фланцами карбюратора.

Многие эти неисправности можно устранить, разбирая фильтр и карбюратор и промывая их детали.

## § 5. РЕГУЛЯТОРЫ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ

**Общие сведения.** При работе тракторов и автомобилей нагрузка на их двигатели зависит от рельефа местности, свойств почвы, других условий и колеблется в широких пределах.

Изменение нагрузки на двигатель при постоянной подаче топлива вызывает изменение частоты вращения коленчатого вала и, следовательно, поступательной скорости движения трактора и автомобиля. Для качественного выполнения многих сельскохозяйственных работ нужны постоянная поступательная скорость движения машинно-тракторного агрегата и постоянная частота вращения вала механизма отбора мощности. При колебаниях нагрузки это осуществимо лишь в том случае, если одновременно изменяется количество подаваемого в цилиндр двигателя топлива или горючей смеси.

Заданный скоростной режим двигателя поддерживается специальным механизмом — регулятором частоты вращения, который при непостоянной нагрузке автоматически изменяет положение рейки ТНВД или открытие дроссельной заслонки карбюратора, а значит, и количество

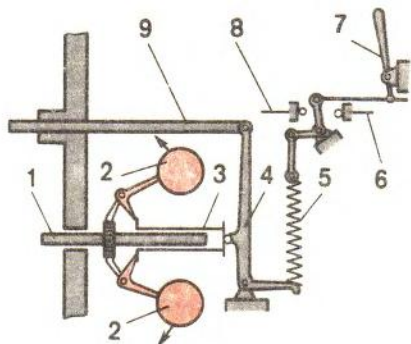


Рис. 59. Схема работы всережимного центробежного регулятора без обогатителя и корректора:

1 — вал регулятора; 2 — грузы; 3 — скользящая муфта; 4 — двуплечий рычаг; 5 — пружина; 6 — болт-ограничитель номинальной частоты вращения коленчатого вала; 7 — рычаг управления; 8 — болт-ограничитель минимальной частоты вращения коленчатого вала; 9 — тяга к рейке ТНВД.

топлива или горючей смеси, подаваемых в цилиндры двигателя.

На отечественных автотракторных двигателях применяют пневматические, центробежные и пневмоцентробежные регуляторы.

В пневматических регуляторах, действующих на рейку ТНВД или дроссельную заслонку карбюратора, использованы скоростной напор или разрежение во впускном трубопроводе двигателя, а в центробежных — центробежная сила вращающихся масс (грузов). Пневмоцентробежный регулятор состоит из двух механизмов: центробежного и исполнительного с диафрагменным приводом, воздействующим на дроссельную заслонку карбюратора.

По числу регулируемых режимов различают одно-, двух- и всережимные регуляторы.

На карбюраторных двигателях ГАЗ-52-04 применяют однорежимный пневматический регулятор, на ЗМЗ-53-11 и ЗИЛ-130 — однорежимные пневмоцентробежные, на П-10УД и П-350 (пусковых) — однорежимные центробежные. Эти регуляторы — ограничители максимальной частоты вращения колен-

чатого вала. Они поддерживают только один скоростной режим работы двигателя, который задается при установке регулятора.

**Двухрежимный центробежный регулятор** установлен на дизеле ЯМЗ-КАЗ-642. Он обеспечивает максимальный скоростной режим дизеля при полной нагрузке и минимальный, когда дизель работает на наименьшей допустимой нагрузке.

**Всережимные регуляторы** установлены на автотракторных дизелях. Конструктивно они объединены со специальными устройствами — *корректором*, увеличивающим цикловую подачу топлива на 15...35 % при перегрузке дизеля, и пусковым обогатителем, увеличивающим цикловую подачу топлива примерно вдвое. Корректоры дизелей Д-245 и СМД-62 имеют пневматические выключатели, называемые *ограничителями дымления*.

Всережимный регулятор в отличие от однорежимного поддерживает любую, заданную его настройкой частоту вращения коленчатого вала.

Всережимный регулятор без обогатителя и корректора схематично изображен на рисунке 59. Если рычагом 7 изменить упругость (сжатие) пружины 5 регулятора в пределах, фиксируемых болтами-ограничителями 6 и 8, то регулятор будет действовать на рейку ТНВД при любой частоте вращения коленчатого вала — от минимальной до максимальной. Таким образом, при каждом положении рычага 7 регулятор будет автоматически поддерживать заданную частоту вращения коленчатого вала почти постоянной, допуская изменение ее в небольших пределах. Положение болтов 6 и 8, ограничивающих минимальную и максимальную частоту вращения коленчатого вала, устанавливают при регулировке регулятора на стенде.

Всережимный регулятор с обогатителем и коррек-

тором. Скоростная характеристика (рис. 60, а) ТНВД с таким регулятором представляет собой зависимость цикловой подачи ( $q_n$  мм<sup>3</sup>/цикл) от частоты вращения коленчатого вала дизеля ( $n$ , мин<sup>-1</sup>). На ней можно выделить три участка: I — обогатительный, отражающий изменение подачи топлива при пуске дизеля; II — корректорный, соответствующий изменению подачи топлива при перегрузке дизеля и уменьшении частоты вращения коленчатого вала до номинальной; III — регуляторный, показывающий изменение подачи топлива при уменьшении нагрузки дизеля и увеличении частоты вращения коленчатого вала выше номинальной.

Всережимный регулятор модели РВ дизеля А-41. Вращение вала ТНВД передается валу 19 (рис. 60, б) регулятора через зубчатое колесо 20. Вместе с валом 19 вращается крестовина 18 с грузами 16. Под действием центробежных сил грузы, поворачиваясь на осях 17, расходятся и, нажимая на упорный шарикоподшипник 22, передвигают его вместе с муфтой 23 влево, преодолевая сопротивление пружин 8 и 9. Чем больше частота вращения валика 19, тем больше центробежные силы, стремящиеся развести грузы, тем дальше влево переместится муфта и сильнее сожмет пружины. При снижении частоты вращения валика 19 центробежные силы грузов уменьшаются. Когда они будут меньше действующей на муфту силы упругости пружин, муфта начнет передвигаться вправо и сближать грузы. Каждой частоте вращения валика 19 соответствует строго определенное положение муфты, при котором силы упругости пружин и центробежные силы грузов взаимно уравновешены.

Вместе с муфтой 23 передвигается связанная с ней вилка 11. Верхний конец вилки 11 тягой 15 соединен с рейкой ТНВД, а нижний конец

осью 24 — с кронштейном 32, поворачивающимся на валике 30. На наружном конце валика имеется рычаг 28, связанный с кронштейном 32 поводком и пружиной 34. При повороте рычага 28 одновременно поворачиваются кронштейн 32 и вилка 11. Поворот рычага 28 влево ограничивает болт 37, а вправо — шпилька 35.

В крайнем левом положении рычага 28 его упор 29 касается головки болта 37, т. е. регулятор настроен на максимальный скоростной режим. Если дизель не нагружен, его коленчатый вал вращается с максимальной частотой  $n_{х.х.}$  Под действием значительных центробежных сил грузы раздвинутся на наибольшее расстояние и, сжимая пружины 8 и 9, переместят муфту 23 в крайнее левое положение. При этом вилка 11 установит рейку 38 на минимальную цикловую подачу топлива  $q_{х.х.}$  Такое положение механизма регулятора показано штриховой линией на рисунке 60, в.

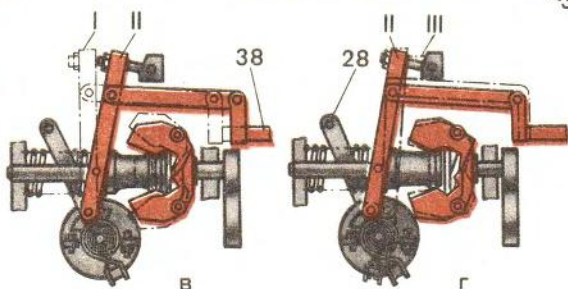
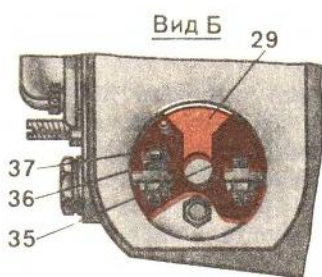
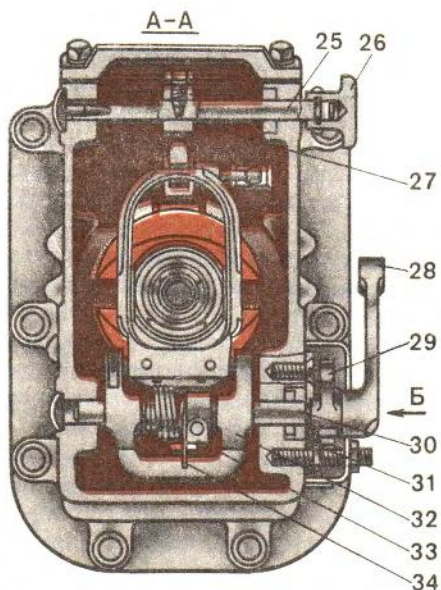
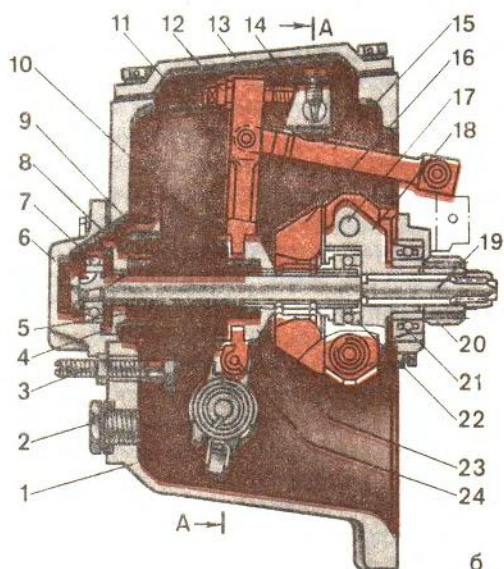
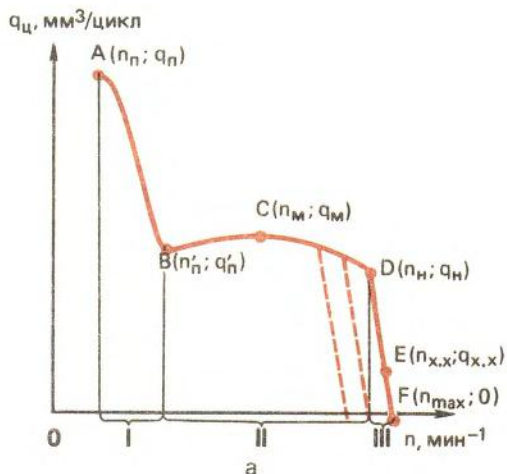
С увеличением нагрузки дизеля частота вращения валика 19 снижается. Центробежная сила грузов оказывается меньше сил упругости пружин 8 и 9. Поэтому муфта 23, а вместе с ней и рейка 38 перемещаются вправо. Цикловая подача топлива увеличивается.

При полной нагрузке и номинальной частоте  $n_n$  вращения коленчатого вала вилка 11 займет положение, при котором торец ее регулировочного винта 12 упрется в наклонную часть призмы 14 корректора. Эти положения вилки и рейки показаны на рисунке 60, в сплошными линиями и соответствуют номинальной цикловой подаче  $q_n$  топлива насосом.

*Коррекция цикловой подачи топлива.* При снижении частоты вращения коленчатого вала дизеля вследствие перегрузки уменьшаются центробежные силы грузов и сжатые пружины 8 и 9 стремятся переместить муфту 23 еще дальше вправо.

Рис. 60. Всережимный центробежный регулятор с обогатителем и корректором:

а — скоростная характеристика ТНВД с регулятором: I, II и III — соответственно обогатительный, корректорный и регуляторный участки; б — общий вид всережимного регулятора (РВ) дизеля А-41; в и г — схемы действия регулятора дизеля А-41; 1 — корпус; 2 — пробка; 3 — болт; 4 — седло пружин; 5, 10 и 36 — регулировочные прокладки; 6 и 13 — крышки; 7, 21 и 22 — шарикоподшипники; 8, 9, 27 и 34 — пружины; 11 — вилка; 12 — регулировочный винт; 14 — призма корректора; 15 — тяга; 16 — груз; 17 — ось груза; 18 — крестовина грузов; 19 и 30 — валики; 20 — зубчатое колесо; 23 — муфта; 24 — ось; 25 — валик обогатителя; 26 — рукоятка; 28 — рычаг; 29 — упор; 31 — упорная шайба; 32 — кронштейн вилки; 33 — втулка; 35 — шпилька; 37 — регулировочный болт; 38 — рейка ТНВД; I — положение механизма регулятора при максимальной частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу; II — положение механизма регулятора при полной нагрузке дизеля и номинальной частоте вращения коленчатого вала; III — положение механизма регулятора при перегрузке дизеля.



Перемещению муфты препятствует вилка 11, так как ее верхний конец упирается регулировочным винтом 12 в призму 14, а нижний, связанный с кронштейном 32, удерживается спиральной пружиной 34. Это положение вилки показано на рисунке 60, г сплошными линиями.

Если усилие пружин 8 и 9, передаваемое через вилку 11 кронштейну 32, превысит сопротивление пружины 34, кронштейн начнет постепенно поворачиваться, а винт 12 скользнуть по наклонной поверхности призмы 14 вверх. При этом вилка переместит рейку 38 вправо, увеличивая цикловую подачу топлива от  $q_m$  до  $q_n$ . Эти положения кронштейна, вилки и рейки показаны на рисунке 60, г штриховыми линиями.

Чтобы предотвратить возникновение чрезмерной (разносной) частоты вращения коленчатого вала дизеля, в заднюю стенку корпуса регулятора свернут болт (упор) 3 (рис. 60, б), застопоренный контрольной. Правильно установленный упор 3 должен быть отвернут на один оборот от положения, при котором он касается оси 24 кронштейна 32 при номинальной частоте вращения коленчатого вала.

Снижают частоту вращения коленчатого вала дизеля, изменяя настройку регулятора. Для этого поворачивают рычаг 28 вправо. Тогда поворачивается кронштейн 32 с нижним концом вилки 11, которая перемещает муфту 23 вправо. Давление пружин на муфту уменьшается. В новом положении муфты для уравнивания сил упругости пружин требуются меньшие по значению центробежные силы грузов, вследствие чего снижается частота вращения, поддерживаемая регулятором. Если водитель с помощью механизма управления установит рычаг 28 в любое промежуточное положение, регулятор будет поддерживать промежуточный скоростной режим. Когда упор 29 коснется шпильки 35, рейка 38 займет

крайнее левое положение, при котором подача топлива насосом прекратится и дизель остановится.

Номинальную частоту вращения коленчатого вала регулируют прокладками 5, 10 и 36. При увеличении числа прокладок 5, 10 и уменьшении числа прокладок 36 частота вращения коленчатого вала растет.

*Обогатитель* — устройство, которым пользуются для пуска дизеля в холодную погоду. Валик 25 обогатителя установлен в отверстиях приливов корпуса 1 и может в них перемещаться в продольном направлении. Если за рукоятку 26 валик 25 вытянуть на себя, то винт 12 сойдет с призмы 14 в ее паз, рейка 38 переместится вправо и подача топлива увеличится до  $q_n$ .

После пуска дизеля вилка 11 переместится влево, винт 12 выйдет из паза призмы, а пружина 27 возвратит валик 25 в исходное положение.

Ведущее зубчатое колесо 39 (см. рис. 45) регулятора свободно насажено на втулку 40, соединенную шпонкой с хвостовиком кулачкового вала 21. Между кольцевыми выемками на втулке и зубчатым колесе размещены резиновые сухари 38. Они обеспечивают упругое соединение зубчатого колеса 39 со втулкой 40, предотвращая поломку зубчатых колес и других деталей регулятора при резком изменении частоты вращения коленчатого вала дизеля, а следовательно, и кулачкового вала 21. Детали регулятора смазываются разбрызгиваемым моторным маслом, которое заливают в корпус регулятора до уровня контрольной пробки 34. Наливают и сливают масло через отверстия во фланце 36, закрываемые пробками.

Всережимный регулятор дизеля СМД-60. Валик 13 (см. рис. 47) регулятора установлен вертикально. Он приводится во вращение от кулачкового вала 2 через конические зубчатые колеса 11 и 15. Грузы 22 шарнирно соеди-

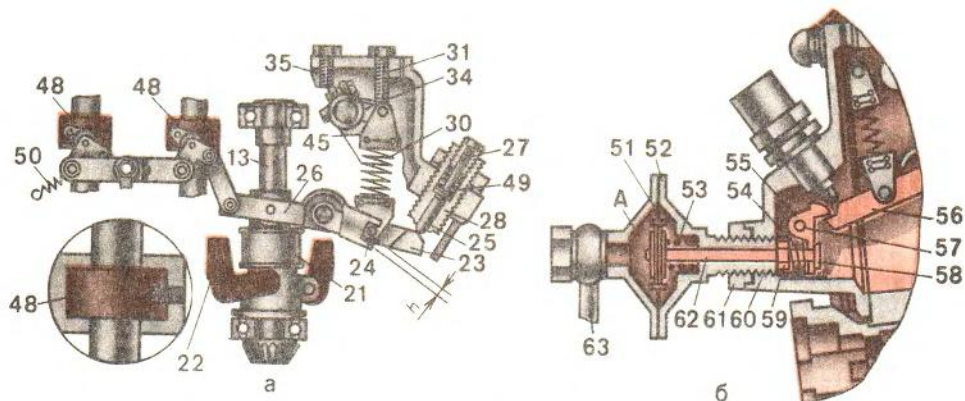


Рис. 61. Схема действия регулятора дизеля СМД-60 (а) и ограничителя дымления (б):

48 — дозатор; 49 — пружина корректора; 50 — пружина обогатителя; 51 — диафрагма; 52 — диафрагменная коробка; 53 и 54 — пружины; 55 — подвижной упор; 56 — рычаг корректора; 57 — ось подвижного упора; 58 — контргайка; 59 и 61 — гайки; 60 — крышка регулятора топливного насоса; 62 — шток; 63 — трубка подвода воздуха из впускного трубопровода;  $h$  — зазор; А — полость в диафрагменной коробке; остальные обозначения те же, что и на рисунке 47.

нены со ступицей 20, на которой свободно установлена муфта 21. Пружина 14 соединяет ступицу 20 с валиком 13. Такая связь этих деталей выполняет те же задачи, что и упругое соединение в регуляторе РВ. В случае поломки пружины 14 шайба 17 блокировки и штифт 12 сохраняют связь между валиком 13 и ступицей 20. При изменении частоты вращения валика 13 изменяются положения грузов 22, муфты 21, связанной с ними вильчатого рычага 26, дозаторов 48 (рис. 61, а) через систему тяг и, следовательно, цикловая подача топлива. Скоростной режим дизеля настраивают с помощью рычага 45 (см. рис. 47) управления.

При номинальной нагрузке дизеля, соответствующей номинальному скоростному режиму, этот рычаг переводят в крайнее положение до упора рычага 34 в винт 31 (как показано на рис. 61, а). Пружина 30 натягивается, и ее действие на рычаг 26 уравнивает центробежную силу грузов 22. Система тяг устанавливает дозаторы 48 в положение номинальной цикловой подачи топлива.

При кратковременной перегрузке

дизеля частота вращения коленчатого вала уменьшается от  $n_n$  (см. рис. 60, а) до  $n_m$ , муфта 21 (см. рис. 61, а) опускается, а рычаги 26 регулятора и 23 корректора поворачиваются против хода часовой стрелки. При этом рычаг 23, преодолевая сопротивление пружины 49 корректора, перемещает шток 25 в корпусе 28 до упора в ограничитель 27, а система тяг поднимает дозаторы 48 выше. Цикловая подача топлива увеличивается от  $q_n$  (см. рис. 60, а) до  $q_m$ .

При пуске дизеля рычаг 45 (см. рис. 61, а) поворачивают до упора в рычаг 34. Под действием пружины 50 обогатителя вильчатый рычаг 26 выбирает зазор  $h$  в соединении с пальцем 24 и система рычагов и тяг устанавливает дозаторы 48 в крайнее верхнее положение, увеличивая цикловую подачу топлива от  $q_m$  (см. рис. 60, а) до  $q_p$ . После первых вспышек частота вращения коленчатого вала быстро увеличивается и центробежная сила, развиваемая грузами 22 (см. рис. 47), перемещает муфту 21 вверх, преодолевая сопротивление пружин 30 и 50 (см. рис. 61, а). Восстанавливается зазор  $h$ , и рычаг 26 через

систему тяг перемещает дозаторы 48 вниз, уменьшая цикловую подачу топлива.

Для остановки дизеля рычаг 45 поворачивают до упора левого плеча рычага 34 в винт 35 «Стоп». При этом пружина 30 перестает действовать на вильчатый рычаг 26 и он, поворачиваясь по ходу часовой стрелки, через систему тяг перемещает дозаторы 48 вниз до положения, соответствующего прекращению подачи топлива.

*Ограничитель дымления* применяют на дизелях с трубнонаддувом для снижения дымности выпуска и повышения экономичности дизеля на режимах разгона. Он состоит из диафрагмы 51 (рис. 61, б), помещенной в коробке 52, и подвижного упора 55, установленного на оси 57, которая запрессована в крышку 60 регулятора. Впускной трубопровод дизеля трубкой 63 соединен с полостью А диафрагменной коробки 52.

Когда рычаг регулятора перемещают в сторону увеличения частоты вращения коленчатого вала дизеля при недостаточном давлении наддувочного воздуха, пружина 53 через шток 62 и соединенный с ним упор 55 ограничивают поворот рычага 56 корректора по ходу часовой стрелки. Поэтому цикловая подача топлива не увеличится до тех пор, пока давление наддувочного воздуха не достигнет требуемого значения. Под действием давления прогибается диафрагма 51 и шток 62, преодолевая сопротивление пружины 53, перемещается в сторону регулятора. При этом подвижной упор 55 освобождает рычаг 56 корректора и не ограничивает цикловую подачу.

**Неисправности и техническое обслуживание регуляторов.** В корпусе регуляторов, детали которых смазываются автономно, следует ежемесячно проверять уровень масла и заменять его при ТО-2.

Основная возможная неисправность всережимных регуляторов —

их разрегулировка, т. е. недопустимое изменение координат точек А, В, С, D, Е, F (см. рис. 60, а) скоростной характеристики. Регуляторы проверяют и при необходимости регулируют в мастерских на специальных стендах.

## § 6. СМАЗОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

**Общие сведения.** Трение, возникающее при относительном перемещении одного тела по другому, называют трением движения. Причины трения: срезание (скалывание) выступов соприкасающихся поверхностей и молекулярное взаимодействие этих поверхностей в точках их контакта. Трение движения в большинстве случаев сопровождается изнашиванием трущихся поверхностей. В результате увеличиваются зазоры в сопряжении, возникает стук при работе машины и прогрессирует изнашивание деталей.

На преодоление трения затрачивается механическая энергия, которая преобразуется в теплоту, в результате чего детали нагреваются. Изнашивание трущихся деталей и выделение теплоты — вот основные явления, вызываемые трением движения. В зависимости от условий и вида трения каждое из этих явлений имеет большее или меньшее значение.

В зависимости от характера относительного перемещения деталей трение движения может быть двух видов: скольжения и качения.

Если между трущимися поверхностями тел нет смазочного материала, трение называют трением без смазочного материала. При наличии между этими поверхностями любого смазочного материала его называют трением со смазочным материалом.

Смазочный материал вводят на поверхности трения для уменьшения силы трения и интенсивности изнашивания.



Рис. 62. Образование масляного клина при вращении вала в подшипнике скольжения.

Широко распространены жидкие и пластичные смазочные материалы. Когда трущиеся поверхности деталей полностью разделены жидким смазочным материалом, смазку называют жидкостной. Если же смазывание поверхностей частичное, ее называют полужидкостной.

Жидкие смазочные материалы (масла) служат для снижения затрат мощности на трение, уменьшения изнашивания деталей, отвода теплоты, выделяющейся при трении. Масло смывает с трущихся поверхностей продукты изнашивания и всевозможные загрязнения, предохраняет эти поверхности от коррозии, а в отдельных случаях уплотняет подвижные сопряжения деталей.

Н. П. Петров, разработавший теорию жидкостной (гидродинамической) смазки, установил, что вал, находящийся в состоянии покоя (рис. 62, а), опирается на подшипники и зазора между соприкасающимися поверхностями вала и подшипника нет ( $h_{\min} = 0$ ). При вращении вала первые слои масла, прилипшие к его поверхности, увлекают за собой следующие. Пришедшие в движение частицы масла под действием сил трения между слоями перемещаются из широкой части зазора в узкую — клиновую (рис. 62, б). В результате этого в области масляного слоя с наименьшим зазором ( $h_{\min}$ ) увеличивается давление, под действием которого вал как бы всплывает и лежит на масляной подушке.

С ростом относительной скорости

перемещения поверхностей (частоты вращения вала) все большее количество масла втягивается в клиновое пространство, вследствие чего повышается давление в масляном слое. Поэтому вал (рис. 62, в, г) стремится занять центральное положение в подшипнике и зазор  $h_{\min}$  увеличивается. Когда наименьшая толщина масляного слоя превысит суммарную высоту неровностей поверхностей вала и подшипника, между поверхностями возникает жидкостная смазка.

Масляный клин может образовываться и при движении одной смазанной плоской поверхности по другой, если имеется клиновидный зазор между поверхностями и относительная скорость их перемещения достаточно велика.

Несущая способность масляного слоя, его толщина и, следовательно, надежность обеспечения жидкостной смазки возрастают с повышением вязкости масла, увеличением скорости движения трущихся поверхностей и уменьшением нагрузки на эти поверхности. Однако с увеличением вязкости масла и скорости движения поверхностей возрастают и потери на трение.

Одно из важных свойств масла — способность растекаться по поверхности металла и образовывать на ней плотно прилипающую неразрывную (даже при значительном давлении) пленку.

При выдавливании масла из зазора между деталями на их поверхности остается тончайший слой масла толщиной в одну или несколько молекул, который силами молекулярного притяжения прочно связан с поверхностью деталей. В этом случае при относительном движении между поверхностями возникает граничная смазка.

При жидкостной смазке потери энергии на трение и изнашивание деталей наименьшие. Но условия, которые требуются для жидкостной смазки, могут быть созданы только

в некоторых подвижных соединениях, и то не во все периоды их работы. Многие соединения деталей двигателя, например стержень клапана — втулка, поршень — цилиндр, большую часть времени работают в условиях граничной смазки. Долговечность деталей подвижного сочленения, работающих при граничной смазке, уменьшается.

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

В зависимости от способа подачи масла к трущимся поверхностям различают смазочные системы трех типов: разбрызгиванием, под давлением, комбинированную.

Смазочная система большинства автотракторных двигателей комбинированная. В ней сочетаются способы подачи масла разбрызгиванием и под давлением. При комбинированной смазочной системе к наиболее нагруженным поверхностям трения сборочных единиц масло подается под давлением, а остальные поверхности смазываются маслом, разбрызгиваемым во внутренних полостях двигателя при его работе.

Комбинированная смазочная система включает в себя устройства для очистки и охлаждения масла. Это уменьшает расход масла и изнашивание деталей двигателя. Некоторые сборочные единицы многих двигателей имеют самостоятельные устройства для смазывания трущихся поверхностей деталей.

Смазывание всех трущихся деталей сборочных единиц двигателя только под давлением сделать конструктивно сложно. Поэтому такой способ применяют лишь в сочетании с другими способами подачи масла.

**Устройство и принцип действия комбинированной смазочной системы дизеля А-41.** Моторное масло заливают в поддон 15 (рис. 63) картера через горловину с фильтрующей сеткой. Уровень его в поддоне контролируют по меткам на масломерной линейке. Сливают масло через отверстие в поддоне, закрываемое пробкой с резьбой.

Из поддона 15 масло через сетку маслоприемника 12 засасывается нагнетающей секцией 11 шестеренного насоса и подается по каналам в блок-картере к двум полнопоточным центробежным маслоочистителям (центрифугам 6), работающим параллельно. В каждой центрифуге часть масла (около 30 %) проходит через форсунки и создает реактивный момент, вращающий ротор с большой частотой. Затем это масло по каналу сливается в поддон 15 картера. Остальная часть масла, поступившего в ротор, подвергается центробежной очистке.

Очищенное масло поступает в главную магистраль 1, идущую вдоль блок-картера. Из главной магистрали по каналам в поперечных перегородках блок-картера масло подается в коренные подшипники коленчатого вала и к опорам распределительного вала. От коренных подшипников масло по каналам в щеках вала поступает в полости шатунных шеек. В этих полостях происходит дополнительная (центробежная) очистка масла, которое затем смазывает поверхности вкладышей и шатунных шеек. От шатунных подшипников масло по каналу в шатуне под давлением подается для смазывания втулки верхней головки шатуна и поршневого пальца.

Из поперечных каналов блок-картера, по которым масло подается ко второй и четвертой опорам распределительного вала, часть масла по каналам 2 и кронштейнам 4 поступает в полость 5 оси толкателей. Когда толкатель занимает нижнее положение, его канал совпадает с

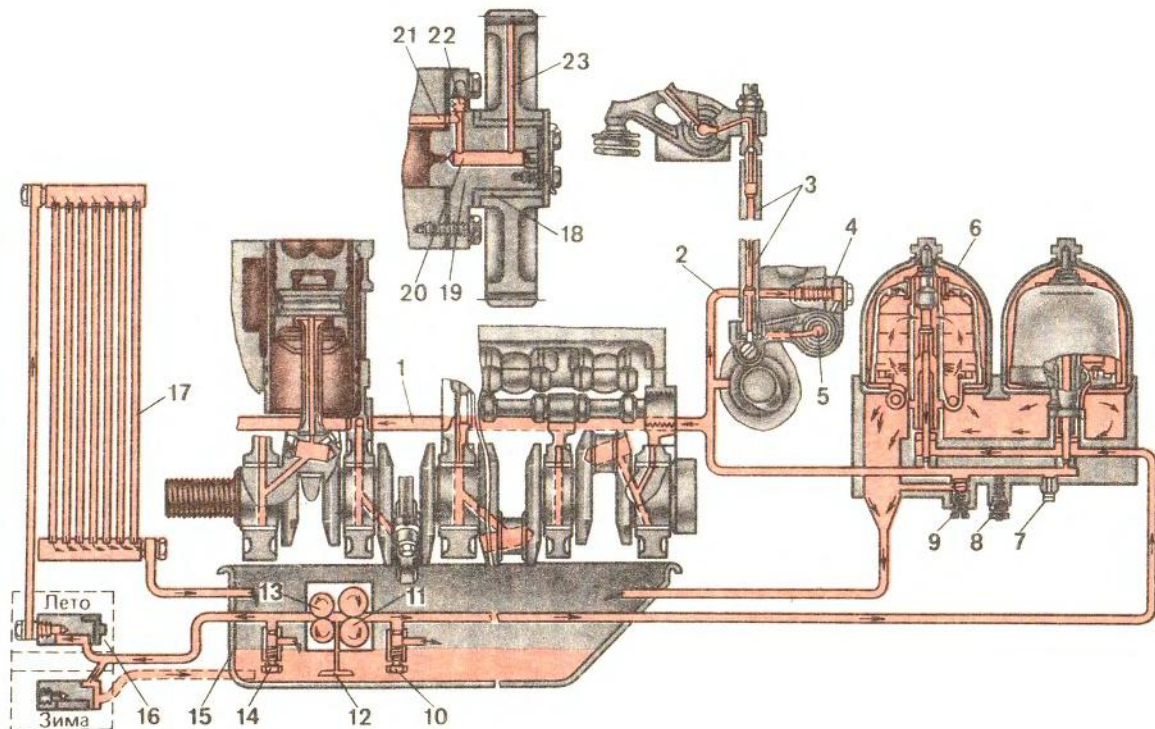


Рис. 63. Схема смазочной системы дизеля А-41:

1 — главная магистраль; 2 — канал; 3 — штанга; 4 — кронштейн; 5 — полость в оси толкателей; 6 — центрифуга; 7 — штуцер датчика давления масла; 8 — штуцер датчика сигнала сигнализатора температуры; 9 — сливной клапан; 10 — предохранительный клапан нагнетающей секции насоса; 11 — нагнетающая секция насоса; 12 — маслоприемник; 13 — радиаторная секция насоса; 14 — предохранительный клапан радиаторной секции насоса; 15 — поддон картера; 16 — кран-переключатель; 17 — масляный радиатор; 18 — втулка; 19 — опорная ось; 20 и 21 — сверления; 22 — заглушка; 23 — радиальный канал в зубчатом колесе.

радиальным сверлением в оси и масло из полости 5 нагнетается через полую штангу 3 к втулке каждого коромысла. Масло, поступающее из отверстия, просверленного в коромысле, разбрызгивается и смазывает боек коромысла и направляющую втулку клапана, а затем стекает по сверлениям в головке цилиндров и блок-картера в поддон.

Втулка зубчатого колеса топливного насоса смазывается маслом, поступающим из главной магистрали 1 по сверлениям в картере зубчатых колес и установочном фланце топливного насоса. Из канала в блок-картере по сверлениям 21 в картере зубчатых колес и 20 в оси 19 масло движется для смазывания подшипника промежуточного зубчатого колеса. По радиальному каналу 23 промежуточного зубчатого колеса масло выбрасывается в картер и смазывает зубья распределительных зубчатых колес.

Радиаторная секция 13 насоса нагнетает масло в радиатор 17. Охлажденное в радиаторе масло сливается в поддон 15 картера.

Для отключения радиатора 17 в период зимней эксплуатации в смазочной системе дизеля имеется кран-переключатель 16. На рисунке 63 кран-переключатель установлен в положение «Л» для эксплуатации дизеля в летнее время. При работе дизеля в зимнее время кран-переключатель устанавливают в положении «З», повернув его на угол 180°. Тогда масло, поступающее из радиаторной секции 13 насоса, будет неохлажденным сливаться в поддон картера.

Предохранительный клапан 14 открывается при давлении выше 0,25...0,32 МПа, и часть масла сливается в поддон 15 картера.

Если вязкость масла велика и его давление на выходе из нагнетающей секции 11 насоса превышает 0,9...0,95 МПа (обычно это бывает при пуске в холодное время года), перепускной (предохранительный)

клапан 10 открывается и часть масла сливается в поддон картера.

Давление масла в главной магистрали 1 при частоте вращения коленчатого вала, соответствующей номинальной эксплуатационной мощности дизеля, и температуре масла 80...95 °С должно быть в пределах 0,3...0,5 МПа; оно поддерживается сливным клапаном 9.

Для контроля давления и температуры масла в главной магистрали 1 на щитке контрольных приборов установлены указатель давления и контрольная лампа сигнализатора максимальной температуры.

Описанная комбинированная смазочная система с масляным насосом, полнопоточной центрифугой и радиатором характерна для многих двигателей (СМД-60, ЗМЗ-53-11, ЗИЛ-130 и др.).

Смазочная система дизелей ЯМЗ-240БМ и КамАЗ-740 дополнительно обеспечивает смазывание деталей компрессора и ТНВД. От масляной системы этих двигателей приводится в действие гидромуфта привода вентилятора.

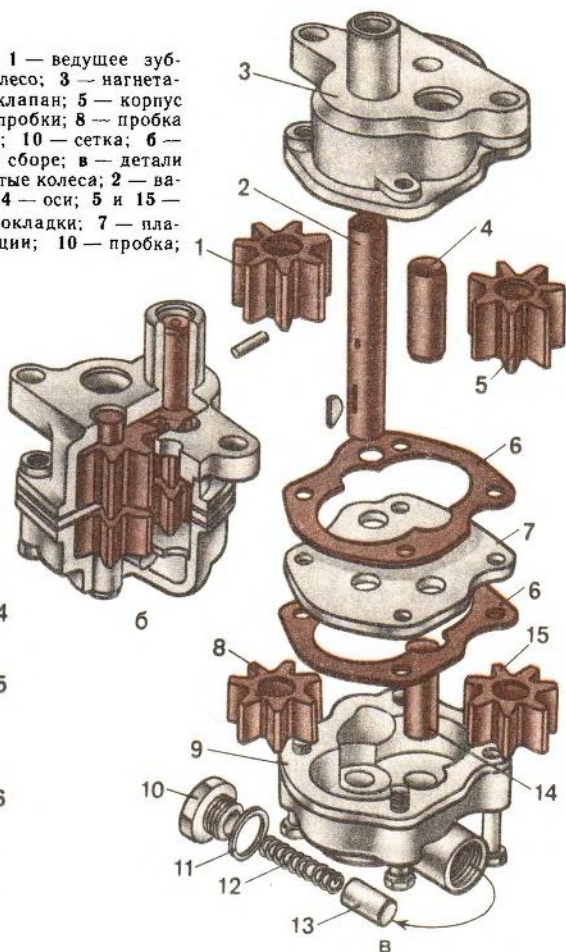
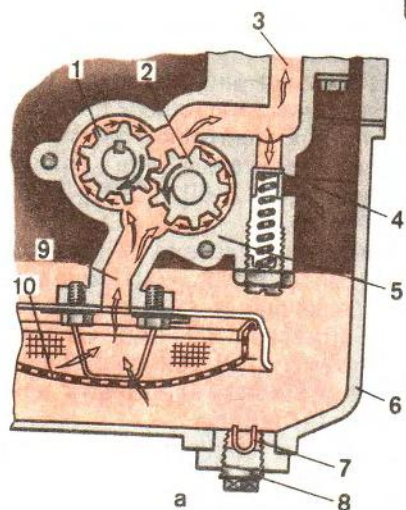
В большинстве автотракторных двигателей на щитке приборов имеется сигнальная лампа, включающаяся при минимально допустимом давлении в смазочной системе.

**Устройство и действие масляных насосов и фильтров.** Масляные насосы (как правило, шестеренного типа) нагнетают масло в смазочную систему двигателя. Они приводятся в действие от зубчатого колеса, соединенного с зубчатым колесом коленчатого или распределительного вала.

Схема действия насоса показана на рисунке 64, а. В корпусе 5 насоса расположены ведущее 1 и ведомое 2 зубчатые колеса. Масло при их вращении засасывается через входной канал 9, заполняет впадины между зубьями и переносится колесами в нагнетательный канал 3. Такой насос называют односекционным. Предохранительный клапан 4

Рис. 64. Масляные насосы:

а — схема действия масляного насоса: 1 — ведущее зубчатое колесо; 2 — ведомое зубчатое колесо; 3 — нагнетательный канал; 4 — предохранительный клапан; 5 — корпус насоса; 6 — поддон картера; 7 — магнит пробки; 8 — пробка сливного отверстия; 9 — входной канал; 10 — сетка; 11 — масляный насос двигателя ЗМЗ-53-11 в сборе; в — детали масляного насоса; 1 и 8 — ведущие зубчатые колеса; 2 — валик; 3 — корпус основной секции; 4 и 14 — оси; 5 и 15 — ведомые зубчатые колеса; 6 и 11 — прокладки; 7 — пластина; 9 — корпус дополнительной секции; 10 — пробка; 12 — пружина; 13 — плунжер.



обеспечивает слив масла в поддон 6 картера при увеличении давления в канале 3.

Давление масла, создаваемое насосом, зависит от его вязкости, сопротивления его прохождению, частоты вращения коленчатого вала двигателя и износа деталей насоса.

Двухсекционный насос (рис. 64, б) установлен в двигателе ЗМЗ-53-11 снаружи блок-картера. Он приводится в действие от распределительного вала парой зубчатых колес со спиральными зубьями через валик, нижний конец которого входит в шестигранное отверстие валика 2 (рис. 64, в) насоса. Корпуса 3 и 9 изготовлены из алюминиевого сплава и разделены чугу-

ной пластиной 7. Ведущее зубчатое колесо 1 основной секции закреплено на валике 2 штифтом, а ведущее зубчатое колесо 8 дополнительной секции — шпонкой. Ведомое зубчатое колесо 5 основной секции свободно вращается на оси 4, а ведомое зубчатое колесо 15 дополнительной секции — на оси 14. Обе оси запрессованы в корпуса 3 и 9. В корпусе 9 размещен предохранительный клапан, состоящий из плунжера 13, пружины 12 и пробки 10 с прокладкой 11.

На двигателях СМД-60, ЗИЛ-130, ЯМЗ-240БМ и КамАЗ-740 устанавливают двухсекционные насосы, конструкция которых мало отличается от описанной выше.

Для подачи необходимого количества масла в предпусковой период в смазочной системе двигателя СМД-60 имеется шестеренный односекционный насос, приводимый в действие пусковым двигателем. Насос засасывает масло из поддона картера и по маслопроводу, а затем через запорный клапан нагнетает его в главную масляную магистраль. После 1...2 мин работы пускового двигателя в режиме прогрева давление в смазочной системе дизеля устанавливается в пределах 0,05...0,10 МПа.

Когда дизель будет запущен, масляный насос предпусковой прокачки масла автоматически отключается от смазочной системы дизеля запорным клапаном.

В двигателе ЯМЗ-240БМ для заполнения маслом его смазочной системы перед пуском установлен маслозакачивающий односекционный шестеренный насос с электрическим приводом. Управление этим насосом дистанционное из кабины трактора.

В масле по мере работы двигателя постепенно накапливаются микрокапли несгоревшего топлива, частицы пыли, продукты изнашивания деталей двигателя и окисления масла (нагар, смолистые вещества). При работе двигателя на загрязненном масле увеличивается изнашивание его деталей.

Наиболее эффективное средство уменьшения загрязнения масел в двигателях — фильтрация и центрифугирование. С помощью фильтров можно удалить из масла не только сравнительно крупные частицы металлов и различных механических примесей, но и значительную часть мельчайших частиц пыли и осадков, находящихся в масле во взвешенном состоянии.

В большинстве современных двигателей в качестве фильтра применяют полнопоточную реактивную центрифугу, а в дизелях Д-240 и Д-245 — полнопоточную центрифугу

с бесплопвым гидравлическим приводом.

В реактивных центрифугах масло очищается под действием центробежных сил, возникающих при вращении ротора центрифуги.

Основная часть центрифуги — ротор, установленный в корпусе 1 (рис. 65, а). Ротор состоит из остова 7 и крышки 6, отлитых из алюминиевого сплава. Обе детали соединены гайкой 9, а их герметичность в нижней части обеспечивается резиновым кольцом 14. Ротор в сборе надет на ось 8, свернутую в корпус 1. Внутри оси 8 сделан ступенчатый канал для подвода масла внутрь ротора и установлена маслоотводящая трубка 13.

В бобышках остова ротора 7 ввернуты две форсунки 2, в каждой из которых выполнен небольшой по диаметру калиброванный канал (сопло). Сверху ротор закрыт колпаком 5, прижатым гайкой 11 к корпусу 1.

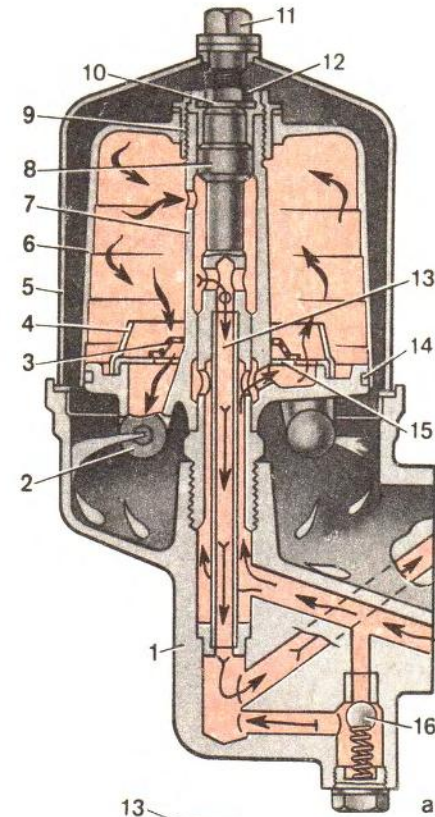
Под давлением 0,6...0,7 МПа масло поступает по каналу в оси 8 внутрь ротора центрифуги. Заполнив ротор, часть масла проходит через форсунки 2 и выбрасывается из их отверстий. Возникающие при этом реактивные силы вращают ротор с частотой около  $6000 \text{ мин}^{-1}$ . Под действием центробежных сил взвешенные в масле частицы, плотность которых больше плотности масла, осаждаются на внутренних стенках вращающегося ротора. Маслоотражатель 15 и насадка 4 препятствуют смыву отложенной со стенок крышки ротора струей входящего масла.

Масло, вытекающее из форсунок, сливается в поддон картера, а очищенное по трубке 13 движется в главную магистраль.

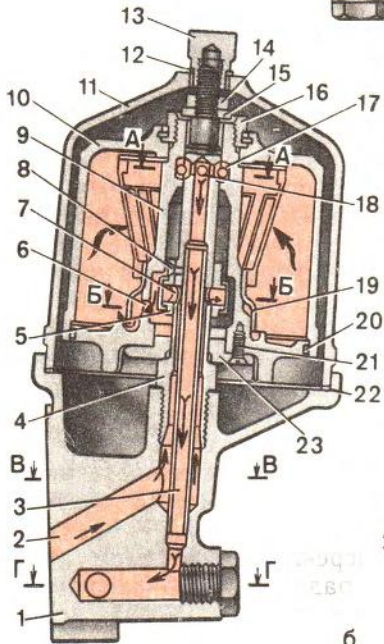
При регламентируемом давлении масла осевая сила, возникающая в роторе, действует вверх, приподнимая ротор и уменьшая этим потери на трение в опорах. Осевое пере-

Рис. 65. Полнопоточные центрифуги:

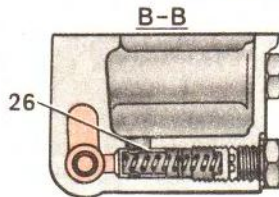
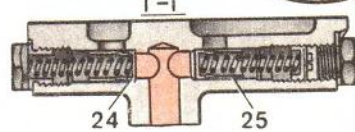
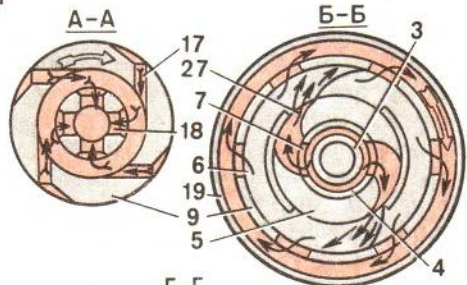
**а** — реактивная центрифуга дизеля СМД-60:  
 1 — корпус; 2 — форсунка; 3 — сетка маслоотражателя; 4 — насадка; 5 — колпак; 6 — крышка ротора; 7 — остов ротора; 8 — ось ротора; 9 — гайка ротора; 10 — упорная шайба; 11 и 12 — гайки; 13 — маслоотводящая трубка; 14 — резиновое кольцо; 15 — маслоотражатель; 16 — перепускной клапан; **б** — центрифуга с бесшпоным гидравлическим приводом дизелей Д-240 и Д-245: 1 — корпус; 2 — подводящий канал; 3 — маслоотводящая трубка; 4 — ось ротора; 5 — насадка; 6 — выходные отверстия в остве; 7 — выходные отверстия в оси ротора; 8 — стопорный винт; 9 — остов; 10 — верхняя крышка ротора; 11 — колпак; 12 — прокладка; 13 и 14 — гайки; 15 — шайба; 16 — специальная гайка; 17 — тангенциальные отверстия; 18 — радиальные отверстия в оси ротора; 19 — стакан; 20 — резиновое кольцо; 21 — винт; 22 — уплотнительная прокладка; 23 — нижняя крышка; 24 — сливной клапан; 25 и 26 — предохранительные клапаны; 27 — щель в насадке.



**а**



**б**



← Нефильтрованное масло  
 ← Масло, проходящее очистку  
 ← Масло, прошедшее через центрифугу  
 ← Масло, прошедшее через перепускной клапан

мещение ротора ограничивает упорная шайба 10, закрепленная на оси 8 гайкой 12.

В корпусе центрифуги размещен предохранительный (перепускной) клапан 16, который при пуске холодного дизеля направляет поток масла в главную магистраль мимо центрифуги.

На дизеле А-41 установлены две центрифуги, работающие параллельно. Они не имеют предохранительного клапана.

Центрифуга с бесшлюзовым гидравлическим приводом устроена и работает следующим образом. В корпусе 1 (рис. 65, 6) ввернута ось 4. На ней вращается ротор, состоящий из остова 9, нижней 23 и верхней 10 крышек. Последнюю крепят на остове 9 гайкой 16 и уплотняют резиновым кольцом 20. Шайбой 15 и гайкой 14, установленными на верхнем резьбовом конце оси 4, ограничивается осевое перемещение ротора, которое не должно превышать 1,5 мм. Ротор сверху закрыт колпачком 11, закрепленным гайкой 13. Внутри оси 4 установлена маслоотводящая трубка 3.

От масляного насоса масло по каналу 2, а затем по кольцевому каналу и выходным отверстиям 7 в оси 4 проходит в насадку 5, прикрепленную к оси винтом 8. Через щели 27 в насадке 5 масло под давлением, создаваемым насосом, выбрасывается в тангенциальном направлении, приобретая вращательное движение, и через отверстие 6 в остове 9 попадает внутрь ротора. Воздействие масла на стенки отверстия 6 и самого остова увлекает во вращение ротор.

Стакан 19 остова 9 направляет масло вверх, и оно проходит сквозь сетку. Содержащиеся в нем продукты окисления масла и изнашивания деталей под действием центробежных сил осаждаются на внутренней стенке верхней крышки 10.

Очищенное масло с большой ско-

ростью через тангенциальные отверстия 17 в верхней части остова 9 поступает в его внутреннюю точку, а далее через радиальные отверстия 18 в полую ось 4 и по маслоотводящей трубке 3 в главную магистраль. Струи масла, проходящие через отверстие 17, создают реактивный момент, который увеличивает частоту вращения ротора.

Предохранительный клапан 26 поддерживает перед ротором давление 0,65...0,70 МПа. При большем давлении масло сливается через клапан в поддон картера. Сливной клапан 24 отрегулирован на давление 0,25...0,30 МПа и поддерживает необходимое давление в главной магистрали. Предохранительный (нерегулируемый) клапан 25 служит для перепуска холодного масла в магистраль мимо масляного радиатора. Усилие пружины клапана меньше силы действующего на него потока холодного масла, поэтому клапан открывается и масло поступает в магистраль.

Центрифуга такого же типа установлена на двигателе КамАЗ-740.

В двигателях ЯМЗ-240БМ и КамАЗ-740 масло фильтруется через полнопоточный фильтр со сменным бумажным фильтрующим элементом, а центрифуга включена в смазочную систему параллельно масляному насосу.

**Устройство масляных радиаторов.** Масляный охладитель (радиатор) применяют для поддержания температуры масла в необходимых пределах при работе двигателя с большой нагрузкой и высокой температуре окружающего воздуха. Его обычно располагают впереди радиатора системы охлаждения. Масло в нем охлаждается встречным потоком воздуха. Водитель включает и выключает масляный радиатор красном-переключателем 16 (см. рис. 63), либо радиатор включается автоматически с помощью специального клапана.

Масляные радиаторы состоят из

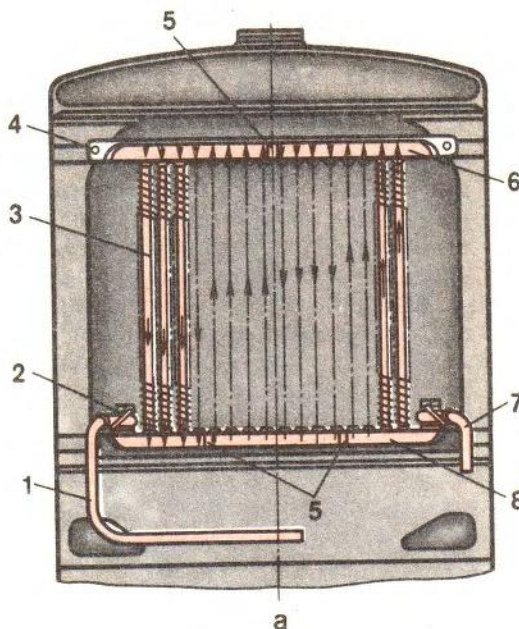
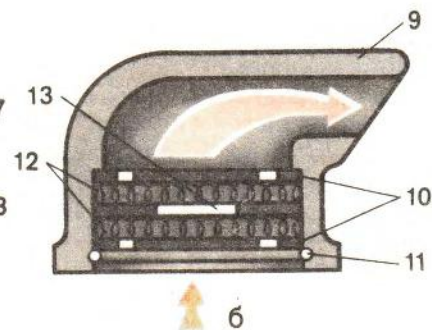


Рис. 66. Масляный радиатор (а) и сапун (б) тракторных двигателей:

1 — отводящий маслопровод; 2 — угольник; 3 — трубки; 4 — болт; 5 и 10 — перегородки; 6 — верхний бачок; 7 — подводящий маслопровод; 8 — нижний бачок; 9 — корпус; 11 — стопорное кольцо; 12 — набивка (путанка); 13 — диафрагма.



стальных трубок 3 (рис. 66, а) овального сечения, нижнего 8 и верхнего 6 бачков. Нижний бачок разделен двумя перегородками 5, а верхний — одной. Для увеличения поверхности охлаждения на каждую трубку навита спираль из тонкой стальной ленты. На торцах бачков выполнены ушки, посредством которых масляный радиатор болтами 4 крепят к стойкам радиатора системы охлаждения.

По маслопроводу 7 масло из поддона картера поступает в нижний бачок 8 и, совершив несколько поворотов по трубкам радиатора, отводится по маслопроводу 1 обратно в поддон картера. В дизеле Д-245 масло в радиатор подается из центрифуги. Из радиатора охлажденное масло поступает в главную магистраль. Во время движения по трубкам радиатора, обдуваемого снаружи воздухом, масло охлаждается (при полностью открытой шторке) на 10...12 °С.

У масляного радиатора двигателя ЗМЗ-53-11 вместо стальных применены латунные трубки, к которым припаяны охлаждающие пластины.

**Вентиляция картера.** Во время работы двигателя через неплотности между зеркалом цилиндра и поршневыми кольцами из надпоршневого пространства в картер проникают воздух, отработавшие газы и пары топлива. Они увеличивают давление в картере, выдавливают масло через уплотнения и ухудшают его свойства. Поэтому картер вентилируют, сообщая его с атмосферой или впускным трубопроводом.

Картер дизелей сообщают с атмосферой через сапун (рис. 66, б). При этом для предотвращения попадания пыли в картер и выбрасывания из него масла в корпус 9 сапуна помещена фильтрующая набивка (путанка) 12 из проволоки, смоченной маслом. Устройство и действие сапунов других двигателей такие же.

В двигателях с искровым зажиганием применяют открытую вытяжную (ЗМЗ-53-11) или принудительную вентиляцию картера.

Вентиляция картера двигателя ЗМЗ-53-11 показана на рисунке 67. Во время движения автомобиля создается разрежение у конца вытяжной трубы 5, выведенной на

уровне днища поддона 6 картера и имеющей косой срез, направленный назад. Разрежение передается в блок-картер и вызывает отсос газов через вытяжную трубу. Свежий воздух поступает через патрубок 1, который одновременно служит заливной горловиной смазочной системы. Во избежание засасывания пыли на патрубок 1 надет воздушный неразборный фильтр 2 с капроновой набивкой 3.

Направления движения воздуха и газов показаны стрелками. В патрубке 1 и у входа газов в вытяжную трубу 5 установлены отражатели 4, препятствующие выбрасыванию брызг масла из двигателя.

**Основные возможные неисправности и техническое обслуживание.** При работе двигателя нужно систе-

матически следить по контрольным приборам за температурой и давлением масла. Низкое давление масла в смазочной системе может быть следствием его утечки в маслопроводах, недостаточного количества в поддоне картера, засорения сетки масляного насоса. Эти неисправности следует немедленно устранить. Причиной низкого давления масла может быть износ подшипников распределительного и коленчатого валов. В этом случае двигатель направляют в ремонт.

Техническое обслуживание смазочной системы двигателя заключается в поддержании необходимого уровня масла в поддоне картера, периодической очистке фильтров, смене фильтрующих элементов и замене масла.

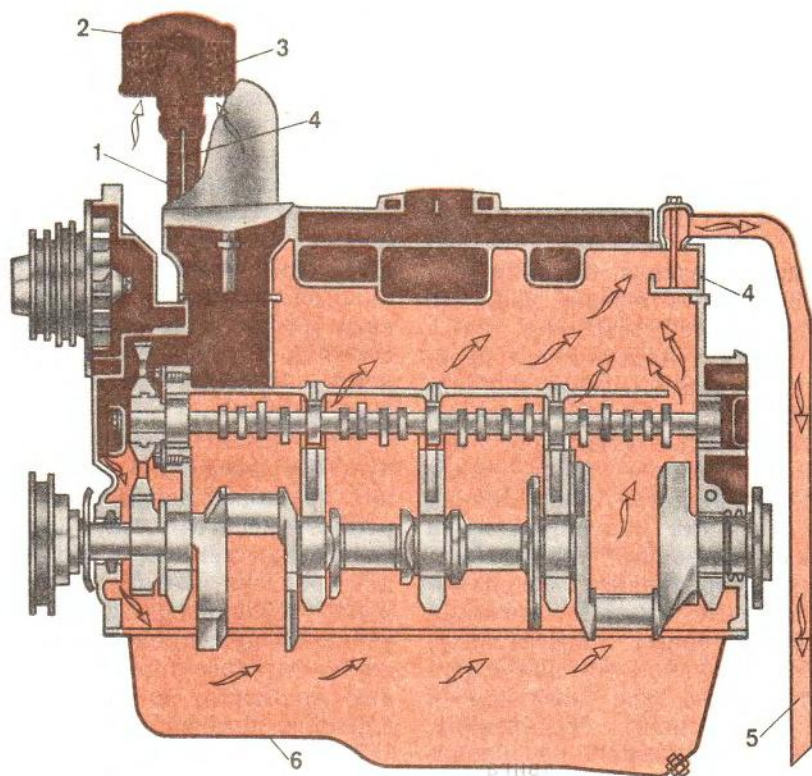


Рис. 67. Схема вентиляции картера двигателя ЗМЗ-53-11:

1 — патрубок; 2 — воздушный фильтр; 3 — набивка фильтра; 4 — отражатели; 5 — вытяжная труба; 6 — поддон картера.

В конце каждой смены работу реактивной центрифуги проверяют на слух. После остановки двигателя в течение не менее 40...60 с должен быть слышен легкий шум (гудение) ротора. Отсутствие или малая продолжительность шума указывают на неисправность центрифуги. При замене масла в двигателе следует очистить ротор центрифуги от осадка.

Во время сезонного технического обслуживания при переходе к весенне-летнему периоду (СТО-ВЛ) в картере тракторных дизелей заменяют зимний сорт масла на летний, а при переходе к осенне-зимнему периоду (СТО-ОЗ) — летний сорт на зимний. При замене масла сапун разбирают. Его набивку промывают в дизельном топливе, затем смачивают моторным маслом и, дав ему стечь, собирают сапун.

В системе вентиляции картера автомобильных двигателей периодически проверяют герметичность соединений трубок, шлангов и крепление деталей.

## § 7. СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ

**Общие сведения.** Средняя температура газов в течение рабочего цикла двигателя составляет 780...880 °С. Часть теплоты газов передается цилиндрам, головке цилиндров, поршням и другим деталям двигателя, которые вследствие этого сильно нагреваются. Если такие детали не охлаждаются, то нормальная работа двигателя нарушится из-за ухудшения смазочных свойств масла, преждевременного воспламенения рабочей смеси, детонации (в карбюраторных двигателях), уменьшения наполнения цилиндров горючей смесью или воздухом и зазоров в подвижных соединениях.

Система охлаждения предназначена для поддержания оптимального теплового состояния деталей двигателя. Она состоит из различных устройств, механизмов и приборов.

Теплота от деталей двигателя отводится в атмосферу. Это вынужденные потери тепловой энергии, зависящие от типа двигателя, его конструкции и способа охлаждения.

Охлаждение двигателя не должно быть чрезмерным, поскольку теряется полезная теплота и топливо, плохо испаряясь, трудно воспламеняется, медленно горит, вследствие чего мощность двигателя снижается. Кроме того, частицы топлива, конденсируясь на стенках цилиндра, смывают с них масло и, стекая в картер, разжижают масло. Это ухудшает смазывание трущихся деталей двигателя.

В двигателях применяют два способа охлаждения: жидкостное и воздушное. В первом случае теплота от нагретых деталей отводится охлаждающей жидкостью, а от нее передается воздуху, во втором — непосредственно воздухом.

В качестве охлаждающей жидкости используют воду или жидкости с низкой температурой замерзания (антифризы).

Вода должна быть чистой, с небольшим содержанием солей кальция и магния (мягкой). Единица жесткости воды — миллимоль на килограмм (ммоль/кг). Воду считают мягкой, если в ней содержится солей до 1 ммоль/кг, средней жесткости — 1...2,5, жесткой — 2,5...5 ммоль/кг.

Воду средней жесткости и жесткую без предварительного умягчения применять нельзя, так как при работе двигателя соли осаждаются на стенках деталей, омываемых водой, образуя накипь, которая снижает теплопроводность стенок и ухудшает циркуляцию воды. Это ведет к перегреву двигателя, снижению мощности, интенсивному изнашиванию деталей.

Простейший способ умягчения воды — кипячение в течение 30...40 мин с последующим отстаиванием и фильтрацией через матерчатый фильтр. Воду, которую сливают

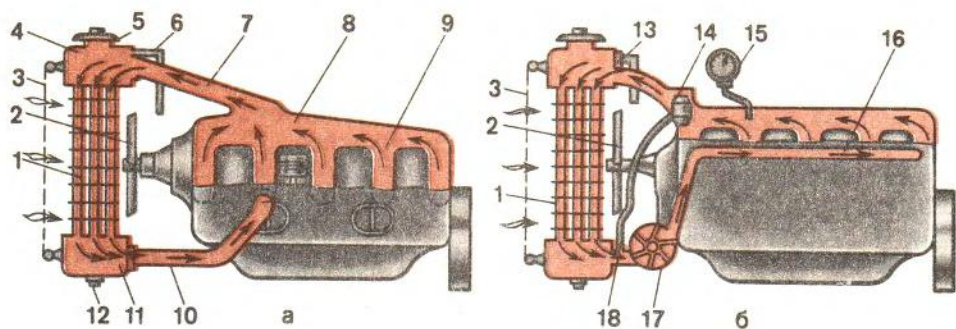


Рис. 68. Схемы жидкостных систем охлаждения:

а — термосифонная; б — принудительная; 1 — сердцевина радиатора; 2 — вентилятор; 3 — шторка; 4 — верхний бак радиатора; 5 — крышка горловины; 6 — пароводящая трубка; 7 — верхний патрубок; 8 — рубашка головки цилиндров; 9 — рубашка блок-картера; 10 — нижний патрубок; 11 — нижний бак радиатора; 12 — пробка сливного отверстия; 13 — паровоздушный клапан; 14 — термостат; 15 — термометр; 16 — распределительный канал; 17 — центробежный насос; 18 — отводящая трубка.

после работы из системы охлаждения, нужно накапливать, отстаивать и фильтровать для последующего использования.

Широко распространены химические способы умягчения воды тринатрийфосфатом, известью, кальцинированной содой.

Антифризы — это жидкости на основе этиленгликоля. Их марки: 40 и 65 (ГОСТ 159—52), ТОСОЛ-А40М и ТОСОЛ-А65М (ТУ 6-02-751—86). Антифриз 40 и ТОСОЛ-А40М можно применять при температурах воздуха, достигающих минус 40 °С, а антифриз 65 и ТОСОЛ-А65М — до температуры минус 65 °С. Низкозамерзающие жидкости нужно заливать в систему охлаждения на 5...7 % (по объему) меньше, чем воды, так как они больше расширяются при нагревании.

**Классификация систем охлаждения.** Различают системы водяного и воздушного охлаждения. В зависимости от способа циркуляции жидкости системы охлаждения бывают термосифонные и принудительные.

**Термосифонная система охлаждения.** В ней циркуляция происходит в результате разности плотностей нагретой и холодной жидкости. При нагревании плотность жидкости в рубашках 8 и 9

(рис. 68, а) головки цилиндров и блок-картера уменьшается и жидкость по патрубку 7 поднимается в верхний бак 4 радиатора. В сердцевине 1 радиатора жидкость, проходя по тонким трубкам, охлаждается, ее плотность повышается, и по патрубку 10 она поступает в рубашку 9 блок-картера, вытесняя жидкость с меньшей плотностью.

Для улучшения охлаждения жидкости позади радиатора установлен вентилятор 2.

Преимущество термосифонной системы охлаждения — простота устройства, недостаток — сравнительно медленная циркуляция, что приводит к усиленному испарению жидкости из системы, а следовательно, к необходимости частой проверки уровня жидкости и пополнения ею системы.

Термосифонной системой охлаждения оборудованы пусковые двигатели П-10УД, П-350, П-23У.

**Принудительная система охлаждения.** В ней центробежный насос 17 (рис. 68, б) нагнетает жидкость в рубашку блок-картера и головки цилиндров двигателя, из которой нагретая жидкость вытесняется в радиатор, охлаждается и по патрубку возвращается к насосу. Подобная схема характерна для

систем охлаждения большинства двигателей.

Разность температур нагретой и охлажденной жидкости для системы с принудительной циркуляцией жидкости не превышает 10 °С.

Интенсивность циркуляции жидкости и потока воздуха, создаваемая вентилятором, в принудительной системе охлаждения зависит главным образом от частоты вращения коленчатого вала двигателя. Поэтому, чтобы при понижении температуры окружающего воздуха и уменьшении нагрузки двигатель не переохлаждался, используют различные устройства, регулирующие тепловое состояние двигателя: термостат 14, шторки 3 и жалюзи радиатора.

Теплота усиленно отводится от наиболее нагретых частей камер сгорания и цилиндров в результате сконцентрированного подвода жидкости к ним. В этом случае жидкость попадает в распределительный канал 16, идущий вдоль верхней части блок-картера. В канале выполнены отверстия для подачи жидкости в первую очередь к верхним, наиболее нагретым частям блок-картера и гильз цилиндров.

Если система охлаждения с принудительной циркуляцией жидкости постоянно сообщается с окружающей средой через пароотводную трубку, ее называют *открытой*. Если же она отделена от окружающей среды специальным паровоздушным клапаном 13, ее считают *закрытой*. В закрытой системе охлаждения испарение жидкости меньше, поэтому ее применяют в большинстве двигателей.

Для охлаждения днища поршня у дизелей СМД-17Н и СМД-18Н в блок-картере касательно главной масляной магистрали сделано сверление. В него установлена специальная форсунка, в которую из этой магистрали подается масло, непрерывно впрыскиваемое снизу в поршень. Для этой же цели в верх-

ней головке шатуна дизеля Д-160 выполнены два отверстия. Из них масло, подводимое по каналу в стержне шатуна, впрыскивается на днище поршня.

Система воздушного охлаждения. В этой системе тепло от деталей двигателя отводится в результате обдува цилиндров и их головок воздухом.

В двигателях небольшой мощности, устанавливаемых на мотоциклах, детали охлаждаются встречным потоком воздуха при движении. Двигатели тракторов и автомобилей с воздушным охлаждением оборудованы вентиляторами для принудительного обдува деталей. Вентилятор состоит из ротора и направляющего аппарата. Чтобы воздух равномерно охлаждал нагретые детали, вокруг цилиндров и их головок установлены щитки (дефлекторы). Оребрение увеличивает поверхность охлаждения цилиндров и их головок.

Система воздушного охлаждения по сравнению с принудительной системой жидкостного охлаждения конструктивно проще и удобнее в эксплуатации. Масса и размеры двигателя с воздушным охлаждением значительно меньше, чем двигателя такой же мощности с жидкостным охлаждением. Однако двигатель с воздушным охлаждением работает с повышенным шумом и потерями мощности до 8 % на привод вентилятора.

Воздушное охлаждение применяют на двигателях Д120 и МеМЗ-968А.

**Основные элементы системы охлаждения.** Большинство тракторных и автомобильных двигателей имеет жидкостную закрытую систему охлаждения с принудительной циркуляцией жидкости. В нее входят рубашки 13 (рис. 69) и 15 головок цилиндров и блок-картера, радиатор, насос 19, термостат 7, вентилятор 18, трубопроводы 6 и 17, сливные краны 14 и 16. В двигателях

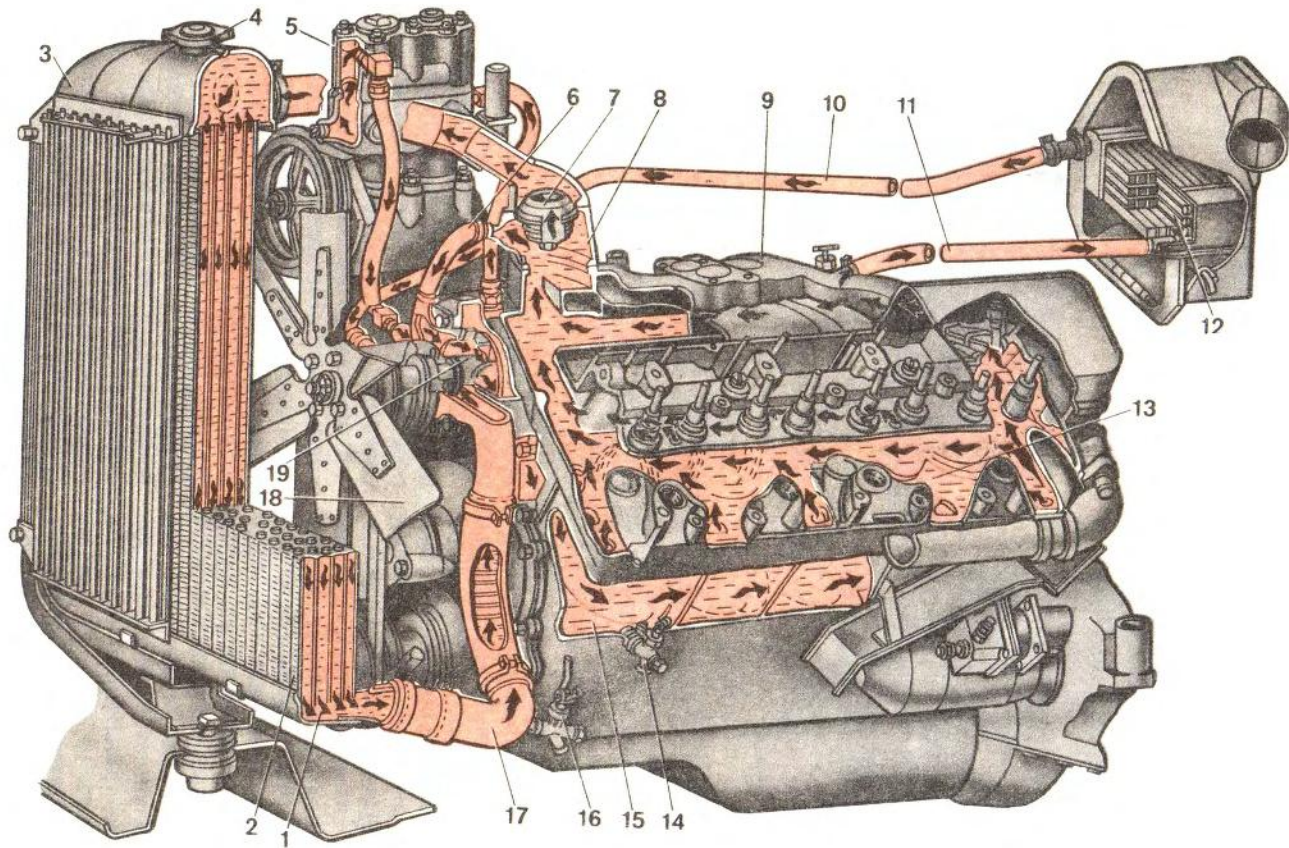


Рис. 69. Схема охлаждения двигателя ЗИЛ-130:

1 — нижний бачок радиатора; 2 — сердцевина радиатора; 3 — верхний бачок радиатора; 4 — паровоздушная пробка; 5 — компрессор; 6 — трубопровод от термостата к насосу; 7 — термостат; 8 — патрубок термостата; 9 — впускной трубопровод; 10 — отводящая трубка;

11 — подводящая трубка; 12 — радиатор отопителя; 13 — рубашка головки цилиндров; 14 — кран для слива жидкости из рубашки блок-картера; 15 — рубашка блок-картера; 16 — кран для слива жидкости из радиатора; 17 — трубопровод; 18 — вентилятор; 19 — насос.

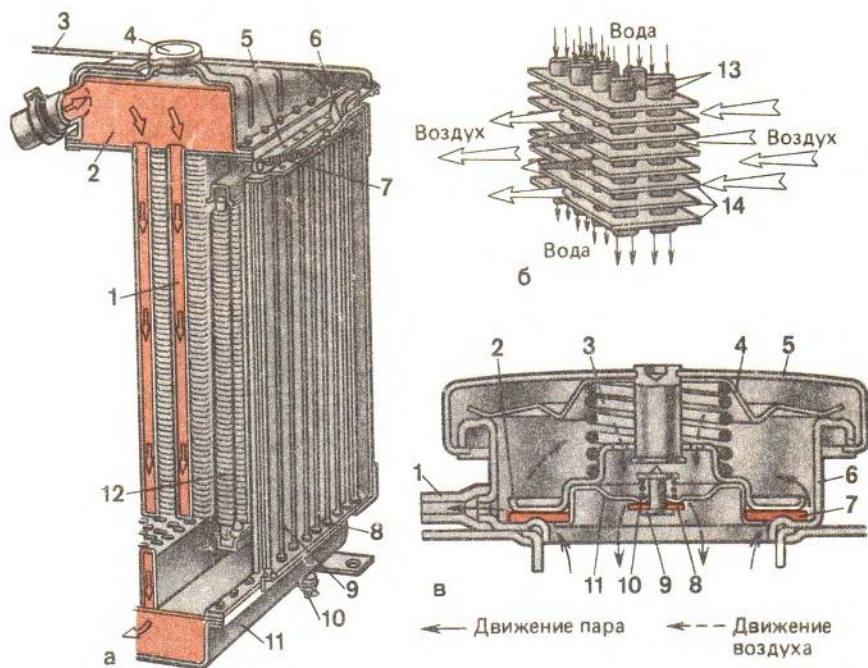


Рис. 70. Радиатор и его детали:

а — радиатор: 1 — сердцевина радиатора; 2 — верхний бак; 3 — тяга управления жалюзи; 4 — крышка горловины; 5 и 8 — неподвижные планки; 6 — система рычагов; 7 — подвижная планка; 9 — створка; 10 — краник; 11 — нижний бак; 12 — масляный радиатор; б — трубчатая сердцевина: 13 — трубки; 14 — пластины; в — крышка горловины радиатора с паровоздушным клапаном: 1 — пароводводящая трубка; 2 — паровой клапан; 3 — пружина парового клапана; 4 — запорная пружина; 5 — корпус крышки; 6 — горловина радиатора; 7 и 8 — резиновые прокладки; 9 — воздушный клапан; 10 — пружина воздушного клапана; 11 — седло воздушного клапана.

ЯМЗ-240БМ и КамАЗ-740 дополнительно установлены расширительные бачки.

Радиатор предназначен для охлаждения нагретой в двигателе жидкости. Он состоит из верхнего 2 (рис. 70, а) и нижнего 11 баков, сердцевин 1 и деталей крепления. Обычно применяют трубчатые сердцевинки, представляющие собой несколько рядов вертикальных круглых или овальных латунных трубок 13 (рис. 70, б). Для увеличения поверхности охлаждения и жесткости трубок к ним припаяны тонкие латунные пластины 14. Верхние и нижние баки радиаторов и боковины, которые скрепляют их, отлиты из чугуна или сделаны из латуни. Верхний бак 2 (рис. 70, а) радиатора имеет горловину, плотно закрывающуюся крышкой 4, а нижний 11 —

кран 10 или пробку для слива жидкости из системы.

Радиаторы тракторных и комбайновых двигателей спереди закрыты облицовкой с предохранительной сеткой.

В некоторых двигателях для регулирования интенсивности обдува перед радиатором установлены жалюзи или шторка. Жалюзи представляют собой набор вертикальных створок 9, которые тягой 3 и системой рычагов 6 могут быть полностью открыты, закрыты или поставлены в промежуточное положение.

Паровоздушный клапан предохраняет радиатор от разрушения при повышении или понижении давления в системе охлаждения. Обычно он расположен в крышке 4. Паровой клапан 2 (рис. 70, в) открывается

при давлении в системе охлаждения 0,1...0,14 МПа, и пар по трубке 1 выходит в атмосферу. Воздушный клапан 9 открывается, когда разрежение в системе достигает 0,001...0,013 МПа, и по трубке 1 воздух поступает в радиатор.

Термостат ускоряет прогрев жидкости при пуске двигателя и автоматически поддерживает ее температуру в определенных пределах. Он может быть с жидким или твердым наполнителем.

Широко распространены термостаты с твердым наполнителем (в двигателях ЗИЛ-130, КамАЗ-740, СМД-60 и др.). В качестве термочувствительного элемента таких термостатов применен баллон, заполненный смесью нефтяного воска с алюминиевым порошком, обладающей высоким коэффициентом объемного расширения в определенном диапазоне температур.

На рисунке 71, а показан термостат дизеля СМД-60, работающий следующим образом. Пока температура воды в системе охлаждения ниже 80 °С, пружина 2 плотно прижимает основной клапан 4 к корпусу 7 термостата, а перепускной клапан 1 открыт. Поэтому вода из водяных рубашек головок цилиндров, минуя радиатор 10, поступает в водяной насос. Как только температура воды станет выше 80 °С, наполнитель в баллоне 8 увеличивается в объеме. При этом баллон начинает перемещаться вниз, преодолевая сопротивление пружины 2. Это вызывает перемещение вниз клапанов 4 и 1. Часть воды, проходя через кольцевой зазор между корпусом 7 и клапаном 4, циркулирует через радиатор, а остальная часть движется в водяной насос. При температуре воды 90 °С клапан 4 полностью откроется, а клапан 1 перекроет канал, идущий к водяному насосу (такое положение клапанов показано на рисунке 71, а), и весь поток воды пойдет через радиатор.

В дизелях КамАЗ-740 и СМД-60 используют два термостата.

Расширительный бачок установлен на дизелях ЯМЗ-240БМ и КамАЗ-740. Он служит дополнительным резервуаром для охлаждающей жидкости, увеличивающейся в объеме при нагревании, а также обеспечивает отделение от нее пара и воздуха. В верхней части бачка размещены заливная горловина, закрываемая пробкой, и паровоздушный клапан.

Расширительный бачок дизеля ЯМЗ-240БМ имеет патрубки для соединения с водосборными трубопроводами головок цилиндров, радиатором, компенсационной и дренажными трубками.

Насос и вентилятор большинства двигателей объединены в одну сборочную единицу. Во всех моделях двигателей применены насосы центробежного типа.

В чугунном корпусе 20 (рис. 71, б) водяного насоса дизеля СМД-60 на двух шариковых подшипниках 18 и 34 вращается валик 37. Ступица 15 соединена с валиком 37 шпонкой 14 и закреплена гайкой 13. К ступице болтами 12 прикреплены шестилопастная крыльчатка 11 вентилятора и трехручьева шкив 35. На заднем конце валика закреплён чугунный диск 24 насоса с шестью радиальными лопатками.

Масло по трубке 19 подводится в полость подшипников из смазочной системы, а по каналу 32 сливается в поддон картера. Водяная полость отделена от масляной сальником 33 и уплотнением 30. Насос установлен на передней крышке блок-картера. Вода из термостатов поступает в насос по трубке 21, а воздух отводится от него по трубке 22.

Крыльчатка вентилятора приводится в действие двумя ремнями 36 от шкива на коленчатом валу. Натяжение ремней регулируют двухручьевым роликом, вращающимся на шарикоподшипниках.

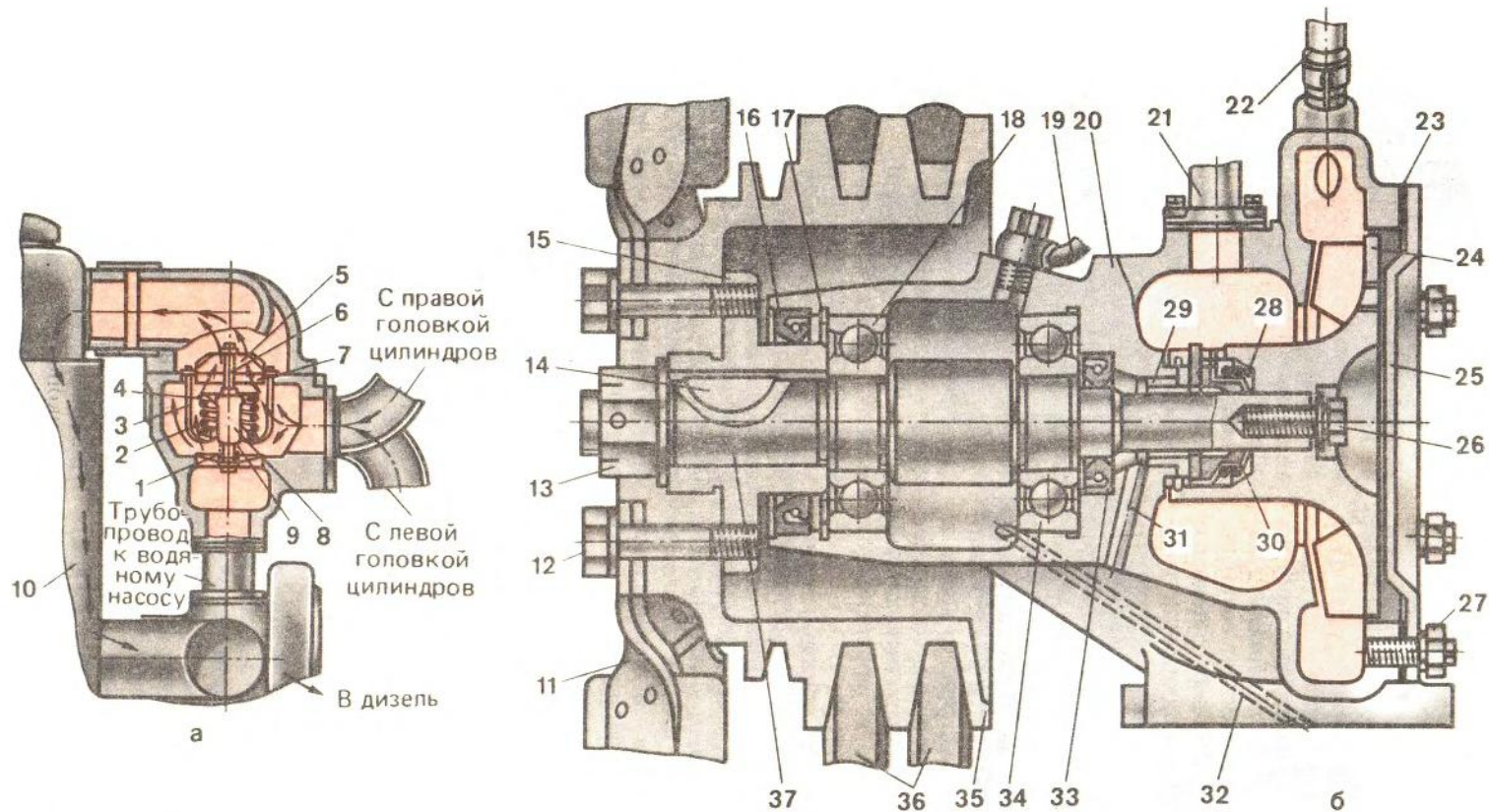


Рис. 71. Термостат (а) и водяной насос (б) дизеля СМД-60:

1 — перепускной клапан; 2 и 28 — пружины; 3 — стойка; 4 — основной клапан; 5 — держатель; 6 — шток; 7 — корпус; 8 — баллон; 9 — пружина перепускного клапана; 10 — радиатор; 11 — крыльчатка вентилятора; 12, 26 и 27 — болты; 13 — гайка; 14 — шпонка; 15 — ступица; 16 и 33 —

самоподжимные сальники; 17 — стопорное кольцо; 18 и 34 — шарикоподшипники; 19 — трубка подвода масла; 20 — корпус; 21 — трубка отвода воды от термостатов; 22 — трубка отвода воздуха; 23 — прокладка; 24 — диск; 25 — крышка; 29 — втулка; 30 — уплотнение; 31 — отверстие; 32 — канал; 35 — шкив; 36 — ремни; 37 — валик.

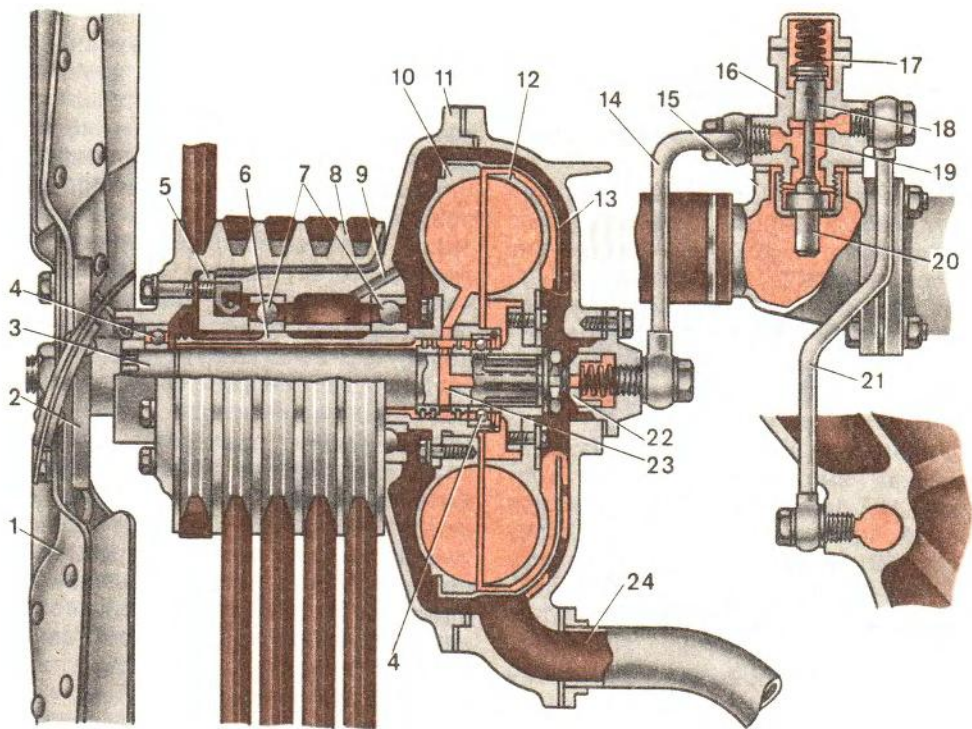


Рис. 72. Вентилятор дизеля ЯМЗ-240БМ и гидросистема его привода:

1 — крыльчатка; 2 — ступица вентилятора; 3 — ведомый вал; 4 и 7 — шарикоподшипники; 5 — ступица шкива; 6 — ведущий вал; 8 — шкив; 9 — канал подвода масла к шарикоподшипникам; 10 — насосное (ведущее) колесо; 11 — корпус; 12 — турбинное (ведомое) колесо; 13 — кожух; 14 и 21 — маслопроводы; 15 — коробка трубопровода охлаждающей жидкости; 16 — корпус выключателя; 17 — пружина; 18 — золотник; 19 — шток; 20 — термосилового датчик; 22 — торцовый уплотнитель; 23 — отверстие в ведомом валу для подвода масла в гидромуфту; 24 — сливной маслопровод.

Устройство водяных насосов и вентиляторов других двигателей мало отличается от устройства водяного насоса и вентилятора дизеля СМД-60.

Температуру воды в системе охлаждения контролируют с помощью магнитоэлектрического указателя. В некоторых двигателях (ЗМЗ-53-11, СМД-60, ЯМЗ-240БМ) для контроля за температурой воды применен датчик (сигнализатор) с контрольной лампой. Температура охлаждающей жидкости работающего двигателя должна находиться в пределах 80...95 °С.

Вентилятор с гидромуфтой привода установлен на дизелях ЯМЗ-240БМ и КамАЗ-740. Пятилопастная крыльчатка 1 (рис. 72)

вентилятора дизеля ЯМЗ-240БМ прикреплена болтами к ступице 2, установленной шлицами на вал 3.

Вентилятор приводится в действие с помощью гидросистемы, которая автоматически его включает, выключает и гасит инерционные нагрузки, возникающие при резком изменении частоты вращения коленчатого вала дизеля.

Ступица 5 шкива напрессована на трубчатый ведущий вал 6 и закреплена гайкой. К этой же ступице болтами прикреплен шкив 8, а к фланцу вала 6 — насосное (ведущее) колесо 10 с напрессованным кожухом 13.

Ведущий вал 6 установлен на шарикоподшипниках 7, расположенных в корпусе 11. Ведомый вал 3,

опирающийся на шарикоподшипники 4, расположен внутри вала 6. На заднем конце ведомого вала закреплена ступица, к которой болтами прикреплено турбинное (ведомое) колесо 12.

Оба колеса гидромукты представляют собой чаши с радиальными лопастями. В рабочем состоянии колеса и кожух заполнены моторным маслом, подаваемым через выключатель из смазочной системы дизеля. Зазор между ведущим и ведомым колесами закрыт по окружности кожухом 13.

Управляет гидромуктой автоматический выключатель. В его корпусе 16 может двигаться золотник 18, который пружиной 17 через шток 19 прижат к термосиловому датчику 20. К корпусу 16 подсоединены маслопроводы 14 и 21.

Термосиловой датчик 20, представляющий собой чувствительный элемент выключателя, имеет твердый наполнитель. Когда охлаждающая жидкость нагревает датчик, его наполнитель, расширяясь, выдвигает шток 19. При температуре охлаждающей жидкости 90...95 °С шток 19 приподнимает золотник 18, сжимая пружину 17. Масло нагнетается секцией насоса через маслопроводы 14 и 21 в гидромукту, и она приводит вентилятор во вращение. Когда температура охлаждающей жидкости снизится до 75...80 °С, расширение наполнителя датчика 20 будет небольшим и золотник 18 под действием пружины 17 займет первоначальное положение, разобщая маслопроводы 14 и 21. Поэтому масло в гидромукту не поступает, вентилятор выключен. Через некоторое время он останавливается.

По маслопроводу 24 масло из гидромукты сливается в поддон картера.

**Основные возможные неисправности и техническое обслуживание.** Внешний признак проявления неисправностей системы охлаждения — перегрев двигателя.

Причинами перегрева могут быть: недостаточный уровень охлаждающей жидкости в системе; проскальзывание, слабое натяжение или обрыв ремней привода вентилятора; загрязнение сердцевины радиатора, межреберного пространства цилиндров и их головок или защитной сетки вентилятора; ослабление затяжки гайки шкива вентилятора; неполное открытие основного клапана термостата; отложение накипи на внутренних поверхностях трубок сердцевины радиатора и рубашки охлаждения двигателя.

Ежесменно проверяют уровень воды в радиаторе. Нельзя заливать холодную воду в систему охлаждения неостывшего двигателя, так как это может вызвать трещины в стенках блок-картера и головки цилиндров. По той же причине нельзя заливать зимой в холодный двигатель слишком горячую воду.

Необходимо следить за тем, чтобы в системе охлаждения не было течи. При просачивании жидкости через сальник водяного насоса заменяют уплотняющие элементы сальника.

Нормальное натяжение ремня вентилятора указывается в инструкции завода-изготовителя. Натяжение регулируют на неработающем двигателе. Ремень должен быть целый, без расслоений. Замасленные приводные ремни нужно протереть тряпкой, слегка смоченной в бензине.

Систему жидкостного охлаждения периодически промывают специальными растворами, чтобы удалить из нее илообразный осадок (шлам) и накипь.

У низкотемпературных жидкостей периодически проверяют плотность. Ее доводят до нормальной, добавляя дистиллированную воду.

## § 8. СИСТЕМЫ ПУСКА

**Общие сведения.** Система пуска необходима для принудительного перевода двигателя внутреннего сго-

рания из нерабочего режима в рабочий. Она включает комплекс взаимодействующих элементов, обеспечивающих: передачу коленчатому валу двигателя крутящего момента, называемого пусковым и способного преодолеть сопротивление сжимаемого заряда и трение, вызываемое движущимися деталями; подготовку и подачу в цилиндры горючей смеси (пусковой) нужного качества или необходимого количества топлива; зажигание или самовоспламенение рабочей смеси.

Значение сопротивлений при переходе к рабочему режиму постоянно и зависит от многих факторов, главные из которых — степень сжатия заряда, число цилиндров двигателя и их размер, тепловое состояние двигателя.

Из-за более высокой степени сжатия в дизелях пусковой крутящий момент значительно выше, чем в двигателях с искровым зажиганием равной мощности. В двигателях обоих типов он возрастает с уменьшением температуры их деталей вследствие увеличения вязкости масла.

Пусковой крутящий момент сообщает коленчатому валу двигателя определенную частоту вращения, которую тоже называют пусковой. При температуре окружающего воздуха выше  $5^{\circ}\text{C}$  в двигателях с искровым зажиганием эта частота должна быть не менее  $50 \text{ мин}^{-1}$ , а в дизелях со степенью сжатия  $15...16$  — не менее  $150 \text{ мин}^{-1}$ .

При меньших частотах вращения коленчатого вала пуск двигателей невозможен, так как медленное протекание процесса сжатия сопровождается повышением теплоотдачи поршню, стенкам и головке цилиндров, увеличением утечки заряда через неплотности; по этим причинам уменьшаются давление и температура заряда в конце сжатия.

Системы пуска классифицируют по способу прокручивания коленчатого вала двигателя: электриче-

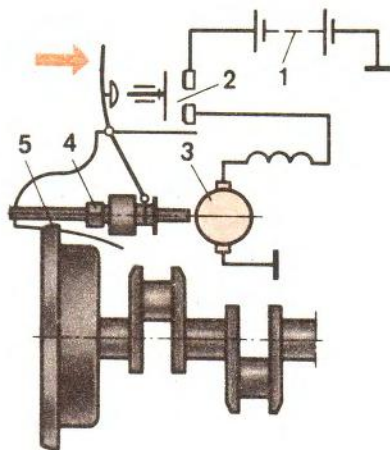


Рис. 73. Схема пуска электрическим стартером:

1 — аккумуляторная батарея; 2 — выключатель; 3 — электрический стартер; 4 — зубчатое колесо стартера; 5 — зубчатый венец маховика двигателя.

ским двигателем (стартером); специальным вспомогательным (пусковым) двигателем с искровым зажиганием; от руки.

Прокручивание коленчатого вала стартером применяют во всех автомобильных и пусковых двигателях, а также в некоторых тракторных дизелях (Д-245, ЯМЗ-240БМ). Простейшая схема прокручивания коленчатого вала двигателя стартером показана на рисунке 73. Стартер 3 питается от аккумуляторной батареи 1 током низкого напряжения. На период прокручивания зубчатое колесо 4, установленное на валу стартера, вводят в зацепление с зубчатым венцом 5 маховика двигателя. Передаточное отношение между венцом 5 и зубчатым колесом 4 подбирают с таким расчетом, чтобы сообщить коленчатому валу двигателя пусковую частоту вращения. Стартер выключается сразу после того, как двигатель начнет работать. Конструкция и действие стартера описаны в главе 4.

Прокручивание коленчатого вала пусковым двигателем с искровым зажиганием применяют на многих

тракторных дизелях. Оно сравнительно легко осуществляется даже при отрицательной температуре окружающего воздуха, но операции при подготовке к прокручиванию и техническом обслуживании сложнее, чем при использовании стартера.

В систему пуска вспомогательным двигателем, получившую большое распространение на тракторных дизелях (СМД-18Н, СМД-60, Д-160, А-41, А-01М и др.), входят пусковой двигатель, передаточный механизм и в отдельных моделях подогреватели.

В большинстве автотракторных двигателей управление механизмами и устройствами системы пуска дистанционное из кабины тракториста или водителя.

Прокручивание коленчатого вала от руки применяется в маломощных двигателях с искровым зажиганием (мотоциклетных и пусковых). При этом водитель прикладывает усилие к рукоятке или педали, предварительно соединив ее с коленчатым валом, или с помощью шнура, наматываемого на маховик (в двигателе П-10УД). Этот способ прокручивания обычно резервный, когда прокручивание электрическим стартером невозможно.

В некоторых дизелях (Д120, СМД-18Н, А-41, А-01М) для облегчения прокручивания в начальный период включают декомпрессионный механизм (см. § 3).

**Пусковые двигатели.** Широко распространены одноцилиндровый двухтактный карбюраторный с кривошипно-камерной продувкой двигатель П-10УД и его модификации. Рабочий цикл такого двигателя рассмотрен в § 1.

Основание двигателя — чугунный картер 21 (рис. 74), к которому прикреплен чугунный цилиндр 4. К передней стенке цилиндра присоединен карбюратор 14, к фланцу на задней стенке — глушитель 1. Сверху цилиндр закрыт чугунной головкой 7,

в центральное отверстие которой ввернута свеча 9, а в наклонное отверстие — кран 8 для заливки топлива и продувки цилиндра. На головке цилиндра установлен водоотводящий патрубок 10. К передней стенке картера 21 прикреплен регулятор 18.

Во внутренней полости картера на роликовых и шариковых подшипниках расположен коленчатый вал. На переднем конце коленчатого вала закреплено зубчатое колесо 17, а на заднем — маховик 28. Выходы вала из картера уплотнены сальниками.

Коленчатый вал двигателя составной. Его щеки 24, изготовленные как одно целое с противовесами, напрессованы на цапфы 22 и 27. Обе щеки соединены пустотелым пальцем 23 кривошипа.

Поршень 5 пальцем 12 и шатуном 26 связан с коленчатым валом. Поршневой палец плавающего типа. Неразъемная нижняя головка шатуна установлена на двухрядный роликовый подшипник.

В систему питания двигателя входят топливный бачок с фильтром-отстойником, карбюратор 14 (модель 11.1107), воздухоочиститель 15 и топливопровод, соединяющий отстойник бачка с карбюратором. Устройство и работа карбюратора 11.1107 описаны в § 4. Топливом для двигателя служит смесь из пятнадцати или двадцати частей (по объему) бензина А-72 (ГОСТ 2084—77) и одной части моторного масла, применяемого для дизеля. Эта смесь — одновременно и смазочный материал для трущихся поверхностей деталей двигателя.

Частота вращения коленчатого вала двигателя регулируется однорежимным центробежным регулятором.

Охлаждение двигателя водяное, термосифонное, общее с дизелем. Система искрового зажигания двигателя состоит из магнето правого вращения и свечи 9, соединенных

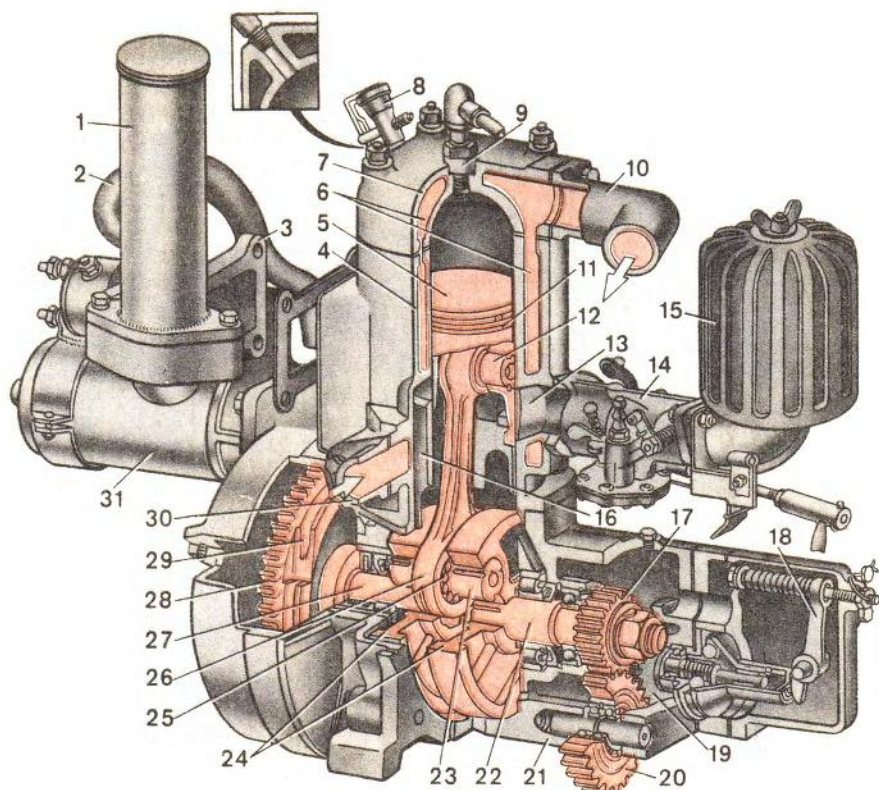


Рис. 74. Пусковой двигатель П-10УД дизеля Д-240Л:

1 — глушитель; 2 — выпускная труба; 3 — выпускной патрубок; 4 — цилиндр; 5 — поршень; 6 — полости рубашек водяного охлаждения; 7 — головка цилиндра; 8 — кран; 9 — искровая свеча зажигания; 10 — водоотводящий патрубок; 11 — компрессионное кольцо; 12 — поршневой палец; 13 — впускной канал; 14 — карбюратор; 15 — воздухоочиститель; 16 — продувочный канал; 17 — зубчатое колесо коленчатого вала; 18 — регулятор; 19 — зубчатое колесо привода регулятора; 20 — промежуточное зубчатое колесо; 21 — картер; 22 и 27 — передняя и задняя цапфы коленчатого вала; 23 — палец кривошипа; 24 — щеки кривошипа; 25 — роликовый подшипник; 26 — шатун; 28 — маховик с зубчатым венцом; 29 — канавка для наматывания пускового шнура; 30 — водоподводящий патрубок; 31 — стартер.

проводом. Привод магнето от зубчатого колеса 17 коленчатого вала.

Двигатель П-10УД пускают электрическим стартером. Маховик двигателя имеет венцы для соединения с зубчатым колесом стартера. На маховике 28 сделаны канавка 29 и две прорези для наматывания и закрепления шнура. При неисправности аккумуляторной батареи, проводки или стартера двигатель П-10УД можно пустить от руки, вращая маховик с помощью шнура.

В дизеле СМД-60 и его модификациях, кроме электростартера, у

пускового двигателя предусмотрен ручной дублирующий механизм.

**Передающий механизм** передает крутящий момент от коленчатого вала пускового двигателя коленчатому валу дизеля. В дизелях Д-240Л, СМД-18Н, А-01М этот механизм состоит из муфты сцепления и свободного хода, редуктора, механизма привода и выключения.

Муфта сцепления предназначена для плавного соединения и разъединения коленчатого вала пускового двигателя и вала редуктора.

Двухступенчатый редуктор дает возможность вращать коленчатый

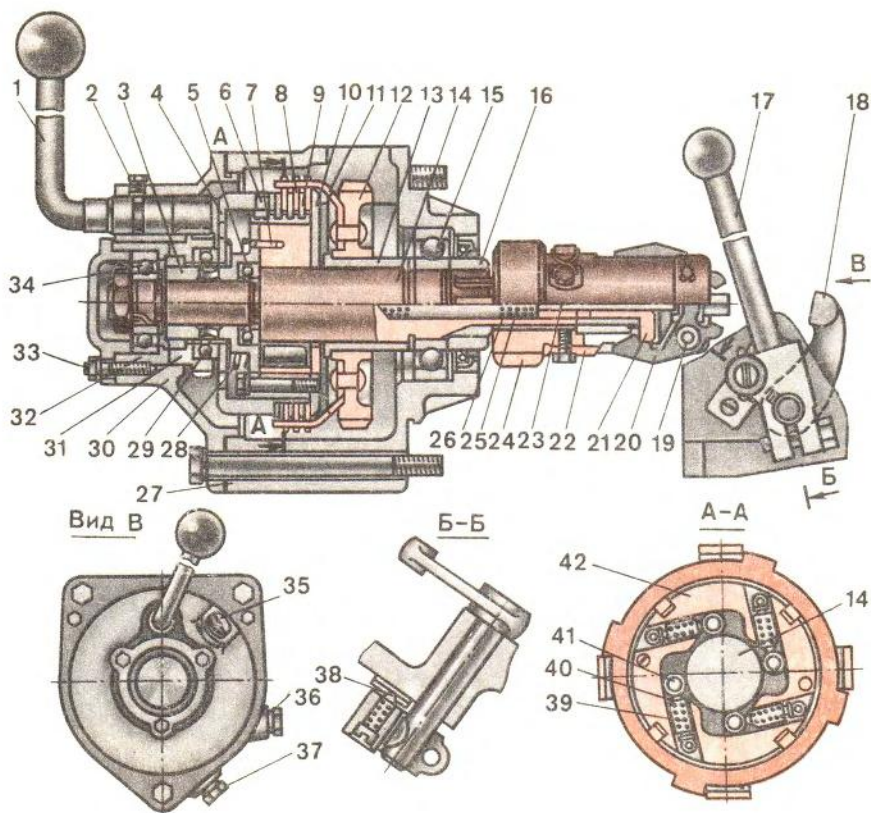


Рис. 75. Трансмиссия системы пуска дизеля СМД-18Н:

1 и 17 — рукоятки; 2 — винт; 3 — ступица муфты свободного хода; 4 — нажимной диск; 5 и 29 — упорные подшипники; 6 — палец; 7 — штифт; 8 — ведущий диск; 9 — ведомый диск; 10 — опорный диск; 11 — ведущий барабан; 12 — зубчатое колесо; 13 — втулка; 14 — вал; 15 и 34 — шарикоподшипники; 16 — втулка сальника; 18 — рычаг; 19 — ось грузиков; 20 — грузик; 21 — втулка толкателя; 22 — держатель; 23 и 40 — толкатели; 24 — зубчатое колесо привода; 25, 26, 28 и 39 — пружины; 27 — корпус; 30 — крышка; 31 — подвижная втулка; 32 — неподвижный упор; 33 — шпилька; 35 — пробка; 36 — пробка контрольного отверстия; 37 — пробка сливного отверстия; 38 — фиксатор рукоятки; 41 — ролик; 42 — обойма муфты свободного хода.

вал дизеля замедленно (прогрев дизеля) и с повышенной частотой (пуск дизеля).

Механизм привода и выключения нужен для ввода зубчатого колеса привода в зацепление с венцом маховика дизеля перед пуском и для автоматического выключения этого зубчатого колеса, когда вал дизеля разовьет устойчивую частоту вращения.

Рассмотрим устройство передаточного механизма системы пуска дизеля СМД-18Н. Муфта сцепления смонтирована в корпусе 27 (рис. 75),

прикрепленном болтами на картере маховика дизеля.

В отверстие крышки 30 установлен стальной упор 32, закрепленный шпильками 33. Двумя скошенными торцовыми зубьями упор соединен с такими же зубьями подвижной втулки 31, зубчатый венец которой входит в зацепление с зубьями на стержне рукоятки 1. Винтом 2 рукоятка зафиксирована в крышке 30 от осевого смещения, но имеет возможность поворачиваться.

Вал 14 вращается в шарикоподшипниках 15 и 34. В его средней

части на бронзовой втулке 13 свободно сидит зубчатое колесо 12, находящееся в зацеплении с промежуточным зубчатым колесом пускового двигателя. Оба зубчатых колеса представляют собой одноступенчатый редуктор.

Ведущий барабан 11 муфты сцепления прикреплен к зубчатому колесу 12. Четыре поводка барабана входят в пазы трех стальных ведущих дисков 8, а шлицы трех ведомых стальных дисков 9 — в продольные пазы обоймы 42 муфты свободного хода.

Ведущие 8 и ведомые 9 диски установлены между опорным 10 и нажимным 4 дисками. Ступица 3 свободно сидит на валу 14. Опорный диск 10 и ступица 3 соединены с обоймой 42 болтами. Пальцы 6 нажимного диска входят в две прорези на поверхности обоймы. Это дает возможность нажимному диску перемещаться относительно обоймы 42 только в осевом направлении.

Пружина 28, установленная между нажимным диском 4 и ступицей 3, отводит этот диск влево при выключении муфты сцепления. В торец втулки 31 установлен упорный подшипник 29.

Муфту сцепления включают поворотом рукоятки 1 на себя. Втулка 31 поворачивается и, скользя по винтовым зубьям неподвижного упора 32, перемещается вдоль оси вала вместе с нажимным диском 4, который сжимает ведущие и ведомые диски муфты сцепления. В результате этого вращение от зубчатого колеса 12 передается на вал 14. Если рукоятку 1 повернуть от себя (выключить муфту сцепления), то под действием пружины 28 нажимной диск возвращается в исходное положение, а ведомые и ведущие диски разъединяются. На заднем конце вала 14 смонтирован механизм привода и выключения.

Механизм привода и выключения устроен и работает следующим образом. Держатель 22 соединен

болтами с зубчатым колесом 24. В ушках держателя на осях 19 могут поворачиваться два фасонных грузика 20. Каждый грузик имеет три плеча: внешнее длинное, входящее в продольный паз держателя, внешнее короткое и внутреннее. В грузики под действием усилия пружин 25 и 26 упирается толкатель 23. Он удерживает зубчатое колесо 24 в крайнем правом положении.

Зубчатое колесо привода включают поворотом рукоятки 17 против хода часовой стрелки. При этом рычаг 18 нажимает на торец держателя 22 и передвигает держатель вместе с зубчатым колесом 24 до зацепления с венцом маховика. Грузики 20 перемещаются в пазах держателя 22, который толкателем 23 сжимает пружины. Когда зубчатое колесо 24 полностью войдет в зацепление с венцом маховика, выступы длинных плечей грузиков зацепят бурт втулки 21 и удержат зубчатое колесо во включенном состоянии.

После включения зубчатого колеса привода рукоятку 17 необходимо возвратит в исходное положение до замыкания его с фиксатором 38. Если теперь рукояткой 1 включить муфту сцепления, то при работающем пусковом двигателе зубчатое колесо 24 привода будет через маховик вращать коленчатый вал дизеля.

Как только дизель заработает, венец маховика начнет вести зубчатое колесо привода. Венец маховика имеет большое число зубьев, поэтому частота вращения зубчатого колеса привода значительно возрастает и грузики 20 под действием центробежной силы разойдутся в стороны. Когда выступы грузиков выйдут из зацепления с буртом втулки 21, сжатые пружины, действуя на толкатель 23, переместят держатель с грузиками в начальное положение и зубчатое колесо 24 выйдет из зацепления с венцом маховика.

Муфта свободного хода передает крутящий момент только от пускового двигателя к дизелю. Ее обойма 42 через четыре цилиндрических ролика 41 опирается на вал 14. Ролики расположены в канавках обоймы. Цилиндрическая поверхность канавок суживается в направлении, противоположном вращению. Когда обойма 42 получает вращение от пускового двигателя, ролики 41 закатываются в узкую часть канавок и заклинивают ее на валу 14 и вал начинает вращаться с обоймой. После пуска дизеля вал 14 вращается быстрее обоймы 42 и ролики 41 смещаются в широкую часть канавок, разъединяя вал с обоймой. Таким образом, муфта свободного хода предотвращает передачу резко возрастающей частоты вращения вала 14 валу пускового двигателя, когда зубчатое колесо не вышло из зацепления с венцом маховика.

Детали передаточного механизма смазывают моторным маслом, которое заливают через закрываемое пробкой 35 отверстие до уровня контрольного отверстия (пробка 36). Отработавшее масло сливают через отверстие в нижней части корпуса (пробка 37).

В дизеле А-01М установлен двухступенчатый планетарный редуктор с муфтами сцепления первой и второй передач.

**Подогреватели.** В некоторых двигателях для облегчения пуска при низкой температуре окружающего воздуха могут быть установлены специальные приспособления или подогреватели. Последние подогревают воздух, поступающий в цилиндры двигателя, или охлаждающую жидкость в системе охлаждения и масло в смазочной системе.

Подогреватели воздуха могут быть электрофакельные или в виде свечей накаливания (см. § 4 главы 5).

По заказу потребителя для дизелей Д21А1 и Д-245 поставляется специальное приспособление, кото-

рое дает возможность впрыснуть легковоспламеняющуюся жидкость во впускной трубопровод при обесточенной подогревательной свече накаливания.

Подогреватели охлаждающей жидкости и масла устанавливают на дизелях ЯМЗ-240БМ, СМД-60 и их модификациях, а по заказу потребителя — на другие модели двигателей.

В дизеле СМД-60 применен жидкостный подогреватель ПЖБ-300. Он состоит из трубы 1 (рис. 76, а) для налива жидкости, топливного бачка 2, фильтра-отстойника 3, электромагнитного клапана 4, вентилятора 8, котла 13, фальшподдона 11, различных трубопроводов и панели управления.

Котел постоянно включен в систему охлаждения дизеля. Он имеет внутреннюю и наружную водяные рубашки, газоходы, горелку 14 и свечу накаливания. Топливом для котла служит смесь бензина с маслом, как и для работы пускового двигателя. Она поступает в горелку 14 котла 13 по топливопроводу 5. Воздух в камеру сгорания котла по трубопроводу 12 подает вентилятор 8, вращающийся от электродвигателя. Электромагнитный клапан 4 обеспечивает подачу определенного количества топлива. Он блокирует систему питания котла, исключая возможность поступления топлива в горелку при выключенном вентиляторе.

На панели управления установлены переключатель 4 (рис. 76, б), имеющий три фиксированных положения, включатель 3 свечи накаливания, кнопка 2 термобиметаллического предохранителя. Когда движок переключателя 4 утоплен, все приборы выключены. Если он выдвинут на половину хода, включен электродвигатель вентилятора, а при полностью выдвинутом движке дополнительно включается электромагнитный клапан.

В электрическую цепь свечи на-

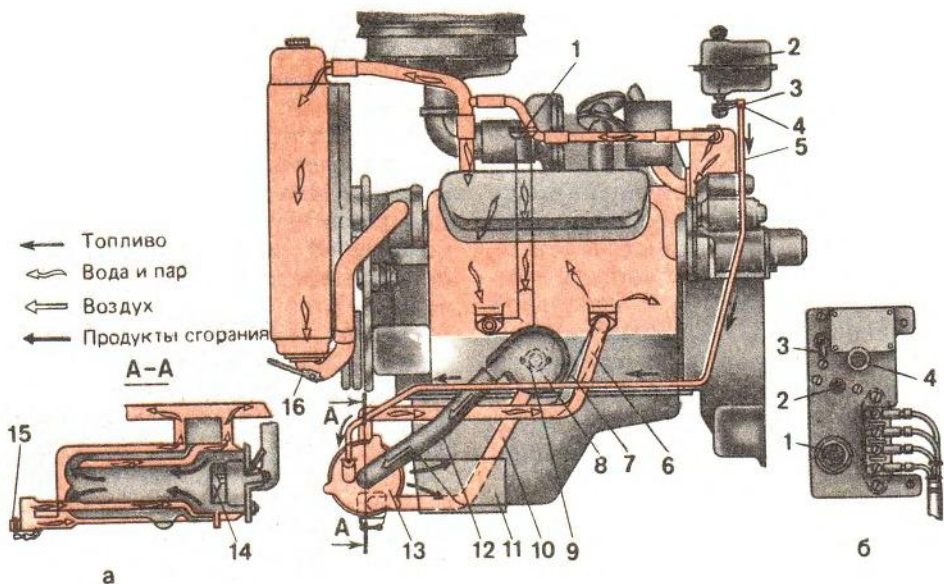


Рис. 76. Схема подогрева дизеля СМД-60 при пуске:

а — схема подогревателя ПЖБ-300: 1 — заливная труба; 2 — топливный бачок; 3 — фильтр-отстойник; 4 — электромагнитный клапан; 5 — топливопровод; 6, 7 и 12 — трубопроводы; 8 — вентилятор; 9 — заслонка; 10 — труба отвода конденсата; 11 — фальшподдон; 13 — котел; 14 — горелка; 15 — пробка; 16 — сливной краник; б — панель управления: 1 — контрольная спираль; 2 — кнопка предохранителя; 3 — включатель свечи; 4 — переключатель.

каливания последовательно включена контрольная спираль 1 накаливания. При достижении последней ярко-красного каления топливо в камере сгорания котла воспламеняется и слышен хлопок. Когда установится устойчивое горение, свечу выключают, и горение топлива поддерживается существующим факелом пламени.

Перед прогревом дизеля закрывают шторку радиатора, заворачивают пробку 15 (рис. 76, а) на котле, открывают крышки радиатора и трубы 1, краник фильтра-отстойника 3, заслонку 9. Включают вентилятор и продувают котел 1,5...2 мин. Затем с помощью свечи накаливания разжигают котел и немедленно через трубу 1 заливают сначала 10 л воды и через 5 мин еще 20 л. Закрыв трубу 1 крышкой, греют дизель паром до тех пор, пока пар не начнет интенсивно выходить из радиатора. После этого порциями 8...10 л с интервалом 2...3 мин через трубу 1

заполняют систему охлаждения водой, закрывают крышки радиатора и трубы, нагревают воду до 50...60 °С и, пустив дизель, выключают подогреватель.

Если система охлаждения дизеля заполнена антифризом, то из описанных выше операций подогрева и пуска подогревателя исключают заливку.

**Пуск дизеля вспомогательным двигателем.** Операции пуска дизеля вспомогательным двигателем рассмотрим на примере пуска дизеля СМД-60 при температуре окружающего воздуха выше плюс 5 °С.

Перед пуском дизеля нужно установить в нейтральное положение рычаг переключения диапазонов, проверить, открыт ли кран топливного бака дизеля, открыть краник топливного бака пускового двигателя, удалить из топливной системы дизеля воздух, прокачав ее ручным подкачивающим насосом, выключить подачу топлива ТНВД, вклю-

чить кнопку «массы» (при этом должна загореться контрольная лампочка), прикрыть воздушную заслонку карбюратора, переместив ее тягу на себя.

Затем ввести зубчатое колесо привода передаточного механизма в зацепление с венцом маховика. Для этого рычаг включения переместить из положения «Нейтральное» до отказа вверх и вернуть в начальное положение. Если зубчатое колесо привода не вошло в зацепление с венцом маховика, повернуть вал редуктора включением муфты сцепления с одновременным мгновенным включением и выключением стартера.

Муфту сцепления включают переводом рычага включения из положения «Нейтральное» в положение «Крайнее нижнее». Затем повторить операцию включения зубчатого колеса привода с венцом маховика. Если они вошли в зацепление, включить стартер. Как только пусковой двигатель начнет работать, выключить стартер и медленно открывать воздушную заслонку карбюратора. Прогреть пусковой двигатель 1...2 мин.

Проверить давление в смазочной системе дизеля. При давлении 0,05...0,10 МПа плавно включить муфту сцепления и затем подачу дизельного топлива ТНВД. Как только дизель начнет работать, выключить муфту сцепления, остановить пусковой двигатель, выключив зажигание и закрыв краник его топливного бака.

Дизель нужно прогреть до температуры жидкости в системе охлаждения 50...60 °С. Во время прогрева и работы дизеля внимательно следить за показаниями контрольных приборов.

При минимальной частоте вращения коленчатого вала давление в смазочной системе должно быть не ниже 0,1 МПа.

В холодное время года нужно прогревать дизель, используя подогре-

ватель, и без подачи топлива прокручивать дизель пусковым двигателем длительное время, но не более 10 мин.

При неисправности аккумулятора или стартера пусковой двигатель легко пускается ручным дублирующим механизмом.

**Основные неисправности и техническое обслуживание.** В процессе эксплуатации возможно появление различных неисправностей, приводящих к затруднительному или невозможному пуску пускового двигателя, неустойчивой его работе и перегреву.

Причиной неисправностей может быть отсутствие подачи топлива или искры в свече. В первом случае промывают отстойник на топливном баке, топливопровод и сетчатый фильтр в штуцере карбюратора, во втором — проверяют надежность электрического контакта провода высокого напряжения в выводе магнето и зазор между контактами прерывателя магнето. При необходимости зачищают контакты и регулируют зазор между ними.

Если двигатель не развивает полную мощность и работает с перебоями, проверяют, не засорились ли фильтрующие элементы воздухоочистителя и жиклеры карбюратора. При необходимости промывают их. Эти неисправности могут возникать в результате некачественной смеси бензина с маслом. Ее нужно заменить, точно соблюдая соотношение масла в бензине.

Перегрев двигателя вызывают его продолжительная работа под полной нагрузкой, неправильно установленный угол опережения зажигания, большое количество накали в рубашке охлаждения. Нельзя допускать непрерывную работу двигателя под полной нагрузкой более 10 мин. Следует проверять и при необходимости устанавливать нормальный угол опережения зажигания, удалять накали из рубашки охлаждения двигателя.

В передаточном механизме иногда пробуксовывает муфта сцепления. Для устранения этой неисправности регулируют рычаги и тяги управления муфтой сцепления.

Техническое обслуживание системы пуска заключается в проверке крепления и очистке ее сборочных единиц и деталей, периодическом смазывании и регулировании механизмов.

**Контрольные вопросы.** 1. Каково назначение тракторов и автомобилей и как их классифицируют? 2. Из каких составных частей состоят трактор и автомобиль и каково их назначение? 3. Как взаимодействуют де-

тали кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов? 4. Как смазываются и охлаждаются детали кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов двигателей? 5. Какой состав рабочей смеси необходим карбюраторному двигателю для работы на различных режимах? Какие системы карбюратора рабочую смесь готовят? 6. Как изменяется цикловая подача топливным насосом высокого давления при различных режимах работы дизеля? 7. Как обеспечиваются своевременность и равномерность подачи топлива в цилиндры дизеля? 8. Как работает всережимный регулятор, корректор и пусковой обогатитель дизеля? Как их регулируют? 9. Каковы конструктивные особенности камер сгорания и форсунок дизелей? 10. Через какие детали передается движение от поршня пускового двигателя к маховику дизеля?

## § 1. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ШАССИ

Шасси любого трактора или автомобиля представляет собой совокупность частей, служащих для передачи усилия (крутящего момента) от двигателя к ведущим колесам у колесных машин или звездочкам гусеничных машин и для преобразования вращательного движения в поступательное движение трактора или автомобиля.

Шасси включает в себя трансмиссию, ходовую часть, рулевое управление и тормозную систему.

**Трансмиссия** объединяет механизмы, передачи и сборочные единицы, с помощью которых вращение от коленчатого вала двигателя трансформируется, распределяется и переносится к движителям (ведущим колесам или гусеницам), валу отбора мощности и гидропроводу сельскохозяйственных машин.

**Ходовая часть** состоит из остова, движителя и подвески. Она предназначена для сообщения трактору или автомобилю поступательного движения.

**Рулевое управление** служит для изменения траектории и направления (вправо и влево) движения трактора или автомобиля.

**Тормозная система** представляет собой совокупность устройств для торможения, т. е. уменьшения кинетической энергии массы трактора или автомобиля. В тракторах её используют также при выполнении крутого поворота.

## § 2. КЛАССИФИКАЦИЯ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТРАНСМИССИЙ

**Классификация.** При выполнении технологических операций сельскохозяйственного производства сопротивления движению, а следовательно, и скорости поступательного перемещения изменяются в широких пределах.

Трансмиссия служит для плавного трогания с места трактора или автомобиля, изменения его скорости и направления движения (вперед или назад), обеспечения длительной остановки без выключения двигателя, осуществления или облегчения поворота, а также для передачи крутящего момента рабочим органам агрегируемых с трактором сельскохозяйственных машин и привода рабочего оборудования.

По способу трансформации вращательного движения различают *ступенчатые, бесступенчатые и комбинированные* трансмиссии.

По принципу действия трансмиссии могут быть *механическими, гидравлическими, электрическими или комбинированными — гидромеханическими, электромеханическими* и т. п.

Основные показатели трансмиссии любого типа — коэффициенты трансформации и полезного действия, передаточное отношение.

Коэффициент трансформации

$$k = M/M_e \quad (6)$$

Передаточное отношение

$$i = \omega / \omega_e \quad (7)$$

Коэффициент полезного действия

$$\eta_{тр} = M\omega / M_e\omega_e = ki, \quad (8)$$

где  $M$  и  $M_e$  — крутящие моменты всех ведущих колес (звездочек гусениц) и коленчатого вала,  $\text{kH}\cdot\text{м}$ ;  $\omega$  и  $\omega_e$  — угловые скорости ведущих колес (звездочек гусениц) и коленчатого вала,  $\text{рад}/\text{с}$ .

Ступенчатые трансмиссии обеспечивают несколько постоянных передаточных отношений  $i_1, i_2, \dots, i_n$  при постоянном значении угловой скорости  $\omega_e$ . При ступенчатой трансмиссии существуют такие режимы, на которых невозможно полностью использовать мощность двигателя.

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

Комбинированные трансмиссии 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.

Механическая трансмиссия состоит из механических устройств, передач и сборочных единиц. В нее входят: муфта сцепления 1 (рис. 77), промежуточное соединение 2, коробка передач 3, главная передача 4, дифференциал 5, конечные передачи 6.

В колесных тракторах с обоими ведущими мостами (типа МТЗ-82) дополнительно устанавливают раздаточную коробку 7, карданную передачу 8, а также главную передачу, дифференциал и конечные передачи переднего ведущего моста.

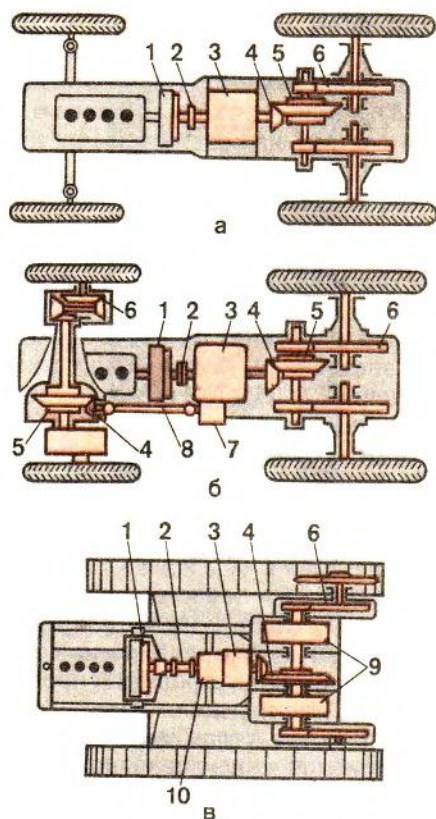


Рис. 77. Схемы трансмиссий тракторов:

а — колесного с задним ведущим мостом; б — колесного с передним и задним ведущими мостами; в — гусеничного; 1 — муфта сцепления; 2 — промежуточное соединение; 3 — коробка передач; 4 — главная передача; 5 — дифференциал; 6 — конечная передача; 7 — раздаточная коробка; 8 — карданная передача; 9 — механизмы поворота; 10 — специальный механизм.

Гусеничные тракторы оснащают механизмами поворота 9 и при необходимости увеличителем крутящего момента, ходоуменьшителем и др.

Изменение передаточного числа механической ступенчатой трансмиссии происходит в коробке передач при введении в зацепление зубчатых колес с разным числом зубьев. Ступенчатые коробки передач имеют наборы зубчатых колес, позволяющие получить в современных автомобилях 4...5 ступеней, а в тракторах — до 16 ступеней и более с разными передаточными числами. Механические трансмиссии имеют вы-

сокий КПД и сравнительно низкую стоимость. Однако в них частота вращения регулируется ступенчато.

Электрическая трансмиссия состоит из генератора постоянного тока, якорь которого приводится во вращение от двигателя внутреннего сгорания. Вырабатываемая генератором электрическая энергия по кабелям поступает к тяговым электродвигателям, которые устанавливаются в ведущих колесах или звездочках, и приводит их во вращение. Преимущества этой трансмиссии — легкость передачи энергии и бесступенчатость регулирования, недостатки — низкий КПД, большая масса агрегатов, сравнительно высокая стоимость.

Гидравлическая трансмиссия в качестве основного элемента имеет гидравлическую передачу. Под гидравлической передачей понимают устройство, предназначенное для передачи механической энергии посредством жидкости.

Гидравлические передачи делят на *гидростатические* (или *объемные*) и *гидродинамические*.

Гидравлическая трансмиссия с гидростатической передачей состоит из насоса, распределительного устройства, гидролиний и моторов, расположенных в ведущих колесах. Масло под рабочим давлением от гидронасоса, приводимого двигателем, поступает в распределительное устройство, от которого направляется к приводным моторам ведущих колес. Такая трансмиссия позволяет бесступенчато в большом диапазоне регулировать частоту вращения ведущих колес трактора или автомобиля. К недостаткам этой трансмиссии следует отнести низкий КПД, большую массу агрегатов, высокую точность изготовления и необходимость обеспечения герметичности.

Гидромеханическая трансмиссия состоит из механической трансмиссии и включенной в нее гидродинамической передачи:

гидромукфы или гидротрансформатора. Гидродинамическая передача основана на использовании кинетической энергии жидкости, т. е. передачи энергии за счет динамического напора жидкости. Преимущества этой трансмиссии: бесступенчатое регулирование скорости движения в пределах ступени, меньшие динамические нагрузки на детали трансмиссии, лучший разгон и большая плавность движения. К недостаткам такой трансмиссии следует отнести сравнительно невысокий КПД, сложность конструкции и большую массу.

Электромеханическая трансмиссия отличается от механической тем, что вместо коробки передач установлена электрическая передача, состоящая из генератора и электродвигателя постоянного тока. Электрическая передача, как и гидродинамическая, автоматически и бесступенчато изменяет крутящий момент и скорость движения в соответствии с сопротивлениями движению. Однако этой трансмиссии свойственны низкий КПД, увеличенная масса и большая стоимость.

**Применение трансмиссий.** Механические ступенчатые трансмиссии широко применяют на тракторах Т-25А, МТЗ-80, МТЗ-82, Т-70С, ДТ-75МВ, Т-4А, Т-130М и большинстве автомобилей.

Электрические трансмиссии и гидравлические трансмиссии с гидростатической передачей на отечественных тракторах и автомобилях применяют очень редко. Например, автопоезд-углевоз БелАЗ-7420-9590 и автомобили-самосвалы БелАЗ-75191, БелАЗ-549С имеют электрические трансмиссии.

Гидромеханические трансмиссии с гидродинамической передачей (гидротрансформатором) установлены на тракторах ДТ-175С, К-702, Т-330 и автомобилях: легковом ЗИЛ-4104; автобусах ЛАЗ-4202, ЛиАЗ-677М; тягачах БелАЗ-531, МАЗ-537 и др.;

самосвалах БелАЗ-548С, БелАЗ-7510 и др., МоАЗ-6507.

Электромеханические трансмиссии используют на промышленных тракторах ДЭТ-250.

**Конструктивные особенности** трансмиссий одного и того же типа существенно зависят от вида энергетического средства (трактор или автомобиль), типа движителя (колесный или гусеничный) и числа ведущих колес.

Так как автомобиль — транспортное средство, скорость движения которого в несколько раз превышает скорость движения трактора, то передаточное число трансмиссии и передаваемый крутящий момент в автомобиле меньше, чем в тракторе. В связи с этим механизмы, передачи и сборочные единицы трансмиссий автомобилей выполнены более простыми по конструкции и компактными, менее металлоемкими. В конструкции трансмиссий большинства автомобилей отсутствуют конечные передачи.

Конструкции автомобиля или трактора с колесными движителями значительно усложняются с увеличением числа ведущих колес. Как указывалось выше, в трансмиссию автомобилей и тракторов со всеми ведущими колесами дополнительно входят раздаточная коробка, передний ведущий мост и карданная передача.

Трансмиссии гусеничных тракторов по конструкции сложнее трансмиссий колесных тракторов, так как они включают в себя дополнительно правый и левый механизмы поворота, которые создают разные крутящие моменты на ведущих звездочках. На тракторах применяют планетарные механизмы поворота (ДТ-175С, ДТ-75МВ, Т-4А) и механизмы поворота с многодисковыми фрикционными муфтами (Т-70С, Т-130).

В отличие от всех гусеничных тракторов особую конструкцию трансмиссии имеет трактор Т-150.

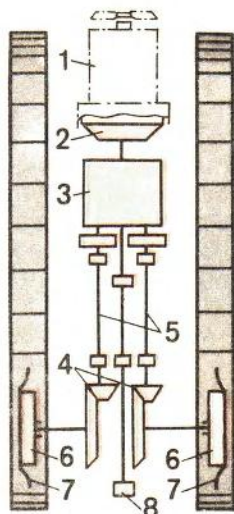


Рис. 78. Схема трансмиссии трактора Т-150:

1 — двигатель; 2 — муфта сцепления; 3 — коробка передач; 4 — главные передачи; 5 — карданные передачи; 6 — конечная передача; 7 — ведущая звездочка; 8 — редуктор ВОМ.

В трансмиссию этого трактора входит коробка передач 3 (рис. 78), имеющая два вторичных (выходных) вала. Концы этих валов с помощью карданных передач 5 соединены с двумя главными передачами 4. От главных передач вращение передается на ведущие валы и далее на правую и левую ведущие звездочки 7 через конечные передачи 6, представляющие собой планетарные механизмы. В трансмиссии трактора Т-150 отсутствует механизм поворота, функцию которого выполняет коробка передач с раздельным гидравлическим приводом вторичных валов.

Отличительная особенность трансмиссий тракторов по сравнению со многими трансмиссиями автомобилей — передача механической энергии от двигателя не одним, а двумя или тремя потоками. Помимо передачи крутящего момента на ведущие колеса или звездочки, он передается к заднему и боковому ВОМ для привода рабочих органов сельскохозяйственных машин, а также

к насосам в гидроприводе сельскохозяйственных машин.

В конструкцию трансмиссий некоторых тракторов вводят дополнительные устройства, с помощью которых можно переключать передачи без разрыва потока мощности. К таким устройствам относят гидроподжимные муфты переключения передач. Трансмиссии с этими устройствами устанавливают на тракторах МТЗ-100, МТЗ-102, Т-150, Т-150К, К-701.

Отличительная особенность конструкции трансмиссии трактора К-701 с колесной формулой 4К4 заключается в следующем: основной ведущий мост передний; задний мост при необходимости может включаться или выключаться; функции муфты сцепления выполняет гидроподжимная муфта первой передачи.

Поперечное расположение двигателя в переднеприводном автомобиле ВАЗ-2108 повлияло и на расположение всех основных частей трансмиссии. Главная передача объединена в общий картер коробки передач и представляет собой цилиндрические косозубые зубчатые колеса. Передние ведущие колеса приводятся ведущими валами неравной длины с шариковыми шарнирами равных угловых скоростей.

### § 3. МУФТЫ СЦЕПЛЕНИЯ

**Общие сведения.** Муфта сцепления служит для передачи крутящего момента, быстрого разъединения и плавного соединения двигателя с трансмиссией, необходимых для переключения передач и плавного трогания трактора или автомобиля с места, а также для предохранения двигателя и деталей трансмиссии от перегрузок.

Способность муфты передавать максимальный крутящий момент двигателя характеризуется коэффициентом запаса

$$\beta = M_{\tau} / M_{e \max}, \quad (9)$$

где  $M_{\tau}$  — момент трения муфты сцепления;  $M_{e \max}$  — максимальный крутящий момент двигателя.

Коэффициент запаса выбирают в пределах 1,5...4 в зависимости от типа и назначения трактора или автомобиля.

Основные требования к муфтам сцепления: полное выключение и возможность плавного их включения; небольшой момент инерции ведомых частей и наличие тормозного устройства, необходимого для безударного переключения передач в ступенчатых трансмиссиях тракторов; простота и надежность в эксплуатации, легкость в управлении.

Муфты сцепления могут быть: с силовым замыканием за счет сил трения (механические фрикционные) или магнитного притяжения (электромагнитные) и с динамическим замыканием под действием сил инерции (гидравлические) или индукционного взаимодействия электромагнитных полей (электрические).

На тракторах и автомобилях, как правило, применяют механические фрикционные дисковые муфты сцепления с силовым замыканием за счет сил трения.

Муфта сцепления имеет три основные части: ведущую, ведомую и механизм управления. На рисунке 79 показана упрощенная схема муфты сцепления. Ведущая часть — маховик 1 двигателя, кожух 5 и нажимной диск 4; ведомая — диск 2 с фрикционными накладками 3 и вал 8, соединенные между собой шлицевой ступицей.

Принцип действия такой муфты сцепления заключается в следующем.

Под действием пружин 6 ведомый диск зажат между поверхностями маховика и нажимного диска. Вследствие трения они вращаются как одно целое и передают крутящий момент от коленчатого вала двигателя валу 8 трансмиссии.

Для выключения муфты сцепле-

ния нажимают педаль 7. При этом нажимной диск, преодолевая усилия пружин, перемещается вправо и освобождает ведомый диск. Передача вращения на ведомый вал 8 прекращается.

Механические фрикционные муфты сцепления классифицируют по следующим признакам:

по роду трения — *сухие* и *мокрые*. Сухие муфты, как правило, имеют ведомые диски с фрикционными накладками и работают без смазывающей жидкости, а мокрые муфты со стальными ведомыми дисками работают в жидкости (масле);

по числу ведомых дисков — *одно-, двух- и многодисковые*. Например, муфта сцепления редуктора пускового двигателя, изображенная на рисунке 74, многодисковая, работает в масле, а муфта сцепления, изображенная на рисунке 79, однодисковая, сухая;

по типу нажимного устройства — *постоянно замкнутые*, если нажимной механизм пружинный, как, например, у муфты на рисунке 79, и *непостоянно замкнутые*, если нажимной механизм рычажного типа;

по принципу управления — *без усилителя* и *с усилителем: рычажно-пружинным* (сервомеханизмы), *гидравлическим, пневматическим*;

по передаче крутящего момента трансмиссии — *одно- и двухпоточные*. Для передачи крутящего момента не одному, а двум потребителям, например коробке передач и механизму отбора мощности, и самостоятельного управления ими применяют двухпоточные муфты сцепления;

по назначению — *главная* и *дополнительные*. Главной называют муфту сцепления, передающую крутящий момент через трансмиссию на ведущие колеса или звездочки. Ее устанавливают между двигателем и коробкой передач. Муфты сцепления, размещаемые в увеличителе крутящего момента, коробке передач, редукторе механизма от-

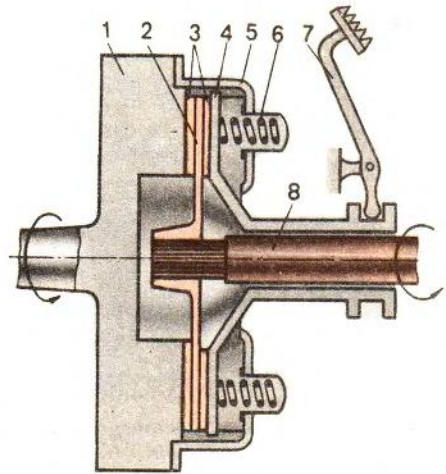


Рис. 79. Схема фрикционной муфты сцепления:

1 — маховик; 2 — ведомый диск; 3 — фрикционные накладки; 4 — нажимной диск; 5 — кожух муфты сцепления; 6 — пружина; 7 — педаль; 8 — вал.

бора мощности и других устройствах, называют дополнительными (или специальными).

**Однодисковая постоянно замкнутая муфта сцепления** автомобиля ГАЗ-66 имеет стальной ведомый диск 12 (рис. 80) с фрикционными накладками, гасителем крутильных колебаний и ступицей, которая посажена на шлицы вала 17 муфты сцепления. Этот диск расположен между маховиком 11 и нажимным диском 13. Последний размещен в кожухе 14, прикрепленном болтами к маховику, и соединен с кожухом тремя приливами-кронштейнами. Поэтому нажимной диск, кожух и маховик вращаются как одно целое, но при этом нажимной диск может перемещаться в продольном направлении. С помощью пружин 21 нажимной диск 13 прижимается к ведомому диску 12 и плоскости маховика 11, т. е. муфта сцепления находится во включенном состоянии. Сжатие дисков пружинами 21 создает момент трения, позволяющий передавать крутящий момент от двигателя к трансмиссии.

Механизм управления состоит из

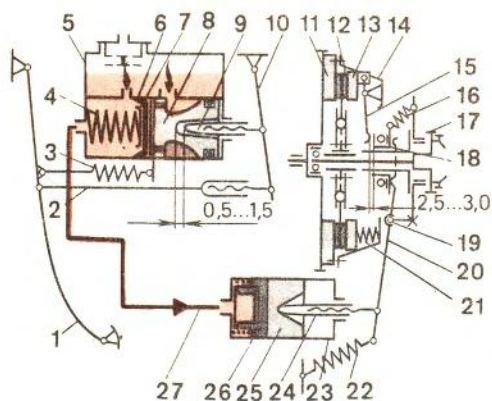


Рис. 80. Однодисковая постоянно замкнутая муфта сцепления автомобиля ГАЗ-66:

1 — педаль; 2 — тяга; 3, 4, 16, 21 и 22 — пружины; 5 — главный цилиндр; 6 — манжета; 7 — шайба-клапан; 8 — поршень; 9 — толкатель; 10 и 15 — рычаги; 11 — маховик; 12 — ведомый диск; 13 — нажимной диск; 14 — кожух; 17 — вал муфты сцепления; 18 — отводка; 19 — шаровая опора; 20 — вилка; 23 — рабочий цилиндр; 24 — толкатель; 25 — поршень рабочего цилиндра; 26 — уплотнительный грибок; 27 — соединительная гидрوليния.

вилки 20, отводки 18 с упорным подшипником и отжимных рычагов 15 со стойками. Нажимной диск 13 приливами соединен с короткими плечами рычагов 15.

В исходном положении вилка удерживается оттяжной пружиной 22 и между отводкой 18 и рычагами 15 существует зазор. При нажатии на педаль 1 через систему гидропривода вилка 20 перемещает вперед отводку 18, которая нажимает на внутренние концы рычагов 15. Эти рычаги, поворачиваясь в шарнирах стойки, короткими плечами оттягивают нажимной диск 13 назад, преодолевая сопротивление пружин 21. Диски раздвигаются, и муфта сцепления выключается. Для плавного выключения муфты педаль необходимо отпускать постепенно.

Такие муфты сцепления устанавливаются на автомобилях легковых, грузовых малой и средней грузоподъемности, а также на тракторах малых тяговых классов.

Двухдисковая постоянно замкнутая муфта сцепления состоит из ведомых дисков 12 и 15 (рис. 81, а) и двух ведущих дисков: промежуточного 14 и нажимного 11. Ведущие диски соединены с кожухом 10 пальцами 13. Если педаль муфты сцепления находится в свободном состоянии, то ведущие и ведомые диски под действием пружин 9 будут прижаты к маховику, т. е. муфта сцепления включена. При нажатии на педаль отводка 5 перемещается вперед, нажимает на отжимные рычаги 4, которые через болты 3 перемещают нажимной диск 11 назад. Диски разъединяются, и муфта сцепления выключается (как показано на рис. 81, а).

Промежуточный ведущий диск 14 отодвигается от переднего ведомого диска 15 с помощью специальных пружин 1, причем перемещение этого диска ограничивается регулировочными болтами 2, что устраняет возможность заклинивания дисков.

Двухдисковые фрикционные муфты сцепления имеют значительный момент трения и поэтому могут передавать большой крутящий момент от двигателя к трансмиссии. Их применяют на автомобилях большой грузоподъемности (Урал-5557, КамАЗ-5320, КраЗ-221 и др.) и на тракторах тяговых классов 1,4 и выше (МТЗ-100, МТЗ-102, ДТ-75МВ, Т-150, Т-150К, Т-130М и др.).

Однодисковая непостоянно замкнутая муфта сцепления представляет собой ведущий диск 3 (рис. 81, б), свободно посаженный на ступицу ведомого диска 2. С помощью пальцев 14 и упругих соединительных звеньев 13 диск 3 связан с маховиком 1. Ведущий диск расположен между двумя ведомыми дисками 2 и 4 с фрикционными накладками. Передний ведомый диск 2 жестко закреплен на валу 12 муфты сцепления. Задний ведомый диск 4, который одновременно является и нажимным диском, соединен со ступицей ведомого диска 2 шлицевым

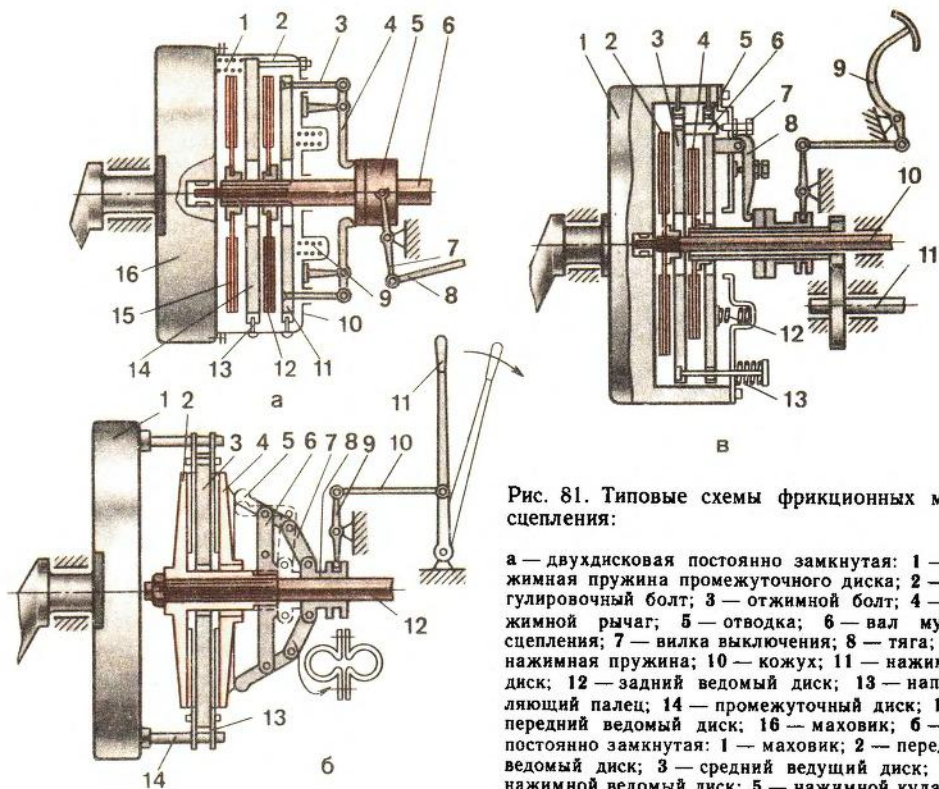


Рис. 81. Типовые схемы фрикционных муфт сцепления:

а — двухдисковая постоянно замкнутая: 1 — отжимная пружина промежуточного диска; 2 — регулировочный болт; 3 — отжимной болт; 4 — отжимной рычаг; 5 — отводка; 6 — вал муфты сцепления; 7 — вилка выключения; 8 — тяга; 9 — нажимная пружина; 10 — кожух; 11 — нажимной диск; 12 — задний ведомый диск; 13 — направляющий палец; 14 — промежуточный диск; 15 — передний ведомый диск; 16 — маховик; б — непостоянно замкнутая: 1 — маховик; 2 — передний ведомый диск; 3 — средний ведущий диск; 4 — нажимной ведомый диск; 5 — нажимной кулачок; 6 — крестовина; 7 — серьга; 8 — передвижная муфта; 9 — вилка; 10 — тяга; 11 — рычаг; 12 — нажимной диск главной муфты сцепления; 13 — соединительное звено; 14 — палец; в — двухпоточная: 1 — маховик; 2 — ведомый диск главной муфты сцепления; 3 — нажимной диск главной муфты сцепления; 4 — ведомый диск муфты сцепления ВОМ; 5 — нажимной диск; 6 — штифт; 7 — регулировочный болт; 8 — отжимной рычаг; 9 — педаль; 10 — вал главной муфты сцепления; 11 — вал привода ВОМ; 12 и 13 — нажимные пружины.

муфта; 9 — вилка; 10 — тяга; 11 — рычаг; 12 — нажимной диск главной муфты сцепления; 13 — соединительное звено; 14 — палец; в — двухпоточная: 1 — маховик; 2 — ведомый диск главной муфты сцепления; 3 — нажимной диск главной муфты сцепления; 4 — ведомый диск муфты сцепления ВОМ; 5 — нажимной диск; 6 — штифт; 7 — регулировочный болт; 8 — отжимной рычаг; 9 — педаль; 10 — вал главной муфты сцепления; 11 — вал привода ВОМ; 12 и 13 — нажимные пружины.

или зубчатым соединением и может перемещаться вдоль вала.

Нажимное устройство рычажно-кулачкового типа состоит из передвижной муфты 8, серег 7, крестовины 6 и кулачков 5, качающихся на осях в крестовине. При перемещении рычага 11 управления вперед передвижная муфта 8 сдвигается назад, кулачки 5 не действуют на задний ведомый диск 4, диски 2, 3 и 4 не соприкасаются и муфта сцепления выключена. При перемещении рычага 11 назад муфта 8 передвигается вперед и через серьги 7 поворачивает кулачки 5, которые надавливают на нажимной диск 4, сжимая тем самым ведущий и ведомые диски. Муфта сцепления включена.

Такая муфта установлена на тракторе Т-100М.

**Двухпоточная постоянно замкнутая муфта сцепления** представляет собой сочетание двух муфт сцеплений: главной и привода механизма отбора мощности. Каждая муфта имеет по два ведомых 2, 4 (рис. 81, в) и ведущих 3, 5 диска. При свободном состоянии педали 9 управления муфтой сцепления все ведущие и ведомые диски пружинами 12 и 13 прижаты к маховику 1, и за счет сил трения крутящий момент от двигателя передается через вал 10 трансмиссии, а через вал 11 механизму отбора мощности.

При нажатии на педаль 9 за ее первую половину хода рычаги 8 от-

водят от маховика 1 оба нажимных диска 3 и 5 с зажатом между ними ведомым диском 4 с помощью пружин 13. В этом положении ведомый диск 2 освобождается и главная муфта сцепления выключается, а ведомый диск 4 муфты сцепления привода механизма отбора мощности продолжает вращаться. При дальнейшем нажатии на педаль 9 (как показано на рис. 81, в) штифты 6 переднего нажимного диска 3 упираются в регулировочные болты 7 и перемещение диска 3 прекращается, а задний нажимной диск 5 продолжает перемещаться назад, преодолевая сопротивление пружин 12, тем самым освобождая ведомый диск 4 и выключая муфту сцепления привода механизма отбора мощности.

Этими муфтами сцепления оборудованы тракторы ЮМЗ-6Л, ЮМЗ-6М и самоходное шасси Т-16М.

**Конструкция муфты сцепления автомобиля ГАЗ-53-12.** На автомобиле установлена фрикционная сухая однодисковая постоянно замкнутая муфта сцепления с механическим приводом выключения. Она размещена в картере муфты сцепления, состоящем из верхней 24 (рис. 82) и нижней 41 частей. Передним торцом картер с помощью болтов крепят к заднему торцу блока двигателя, а к заднему торцу картера на шпильках — коробку передач 36.

Ведущие элементы муфты сцепления — маховик 23, нажимной диск 26 и кожух 25. Нажимной диск тремя приливами-кронштейнами связан с кожухом, который прикреплен к маховику болтами. Нажимной диск имеет 12 бобышек, а кожух 25 — 12 выштамповок под установку нажимных пружин 7 муфты сцепления. Между пружинами и нажимным диском установлены теплоизолирующие шайбы 9.

Ведомый элемент муфты сцепления — диск 20 с фрикционными накладками 22, гасителем крутильных

колебаний и ступицей 11, которая посажена на шлицы первичного вала 13 коробки передач и может перемещаться по ним.

В момент выключения сцепления нажимной диск отводится от ведомого тремя оттяжными рычагами 34. Через верхнее отверстие с помощью пальца 28 рычаг соединен с приливами нажимного диска, а через нижнее отверстие с помощью пальца, вилки 29, пружины 30 и регулировочной гайки 33 — с кожухом 25. Для облегчения поворота рычага относительно пальцев в отверстиях рычага размещены игольчатые подшипники 27.

Отводка 15 муфты сцепления с напрессованным на нее упорным широкоподшипником установлена на гильзе передней крышки 38 коробки передач и может перемещаться по ней. При включенной муфте сцепления отводка 15 смещена назад специальной пружиной. В приливы отводки упирается один конец вилки 6 выключения муфты сцепления. Вилка 6 поворачивается на шаровой опоре 8 и удерживается пластиной 39. Другой конец вилки соединен с тягой 45, имеющей регулировочную гайку 5. Тяга 45 через рычаг 44 и валик 1 соединена с педалью 47 муфты сцепления.

При выключении муфты сцепления нажимают на педаль 47, которая вместе с валиком 1 и рычагом 44 поворачивается и перемещает тягу 45. Усилие от тяги 45 передается вилке 6, которая коротким плечом перемещает отводку 15 вперед, поворачивая рычаги 34. Преодолевая сопротивление пружин 7, короткие плечи рычагов перемещают нажимной диск, тем самым освобождая ведомый диск муфты сцепления.

Муфты сцепления всех автомобилей и некоторых тракторов (МТЗ-100, МТЗ-102, Т-150, Т-150К) оснащают *гасителями крутильных колебаний*. Они уменьшают амплитуду крутильных колебаний валов и повышают их долговечность. Основ-

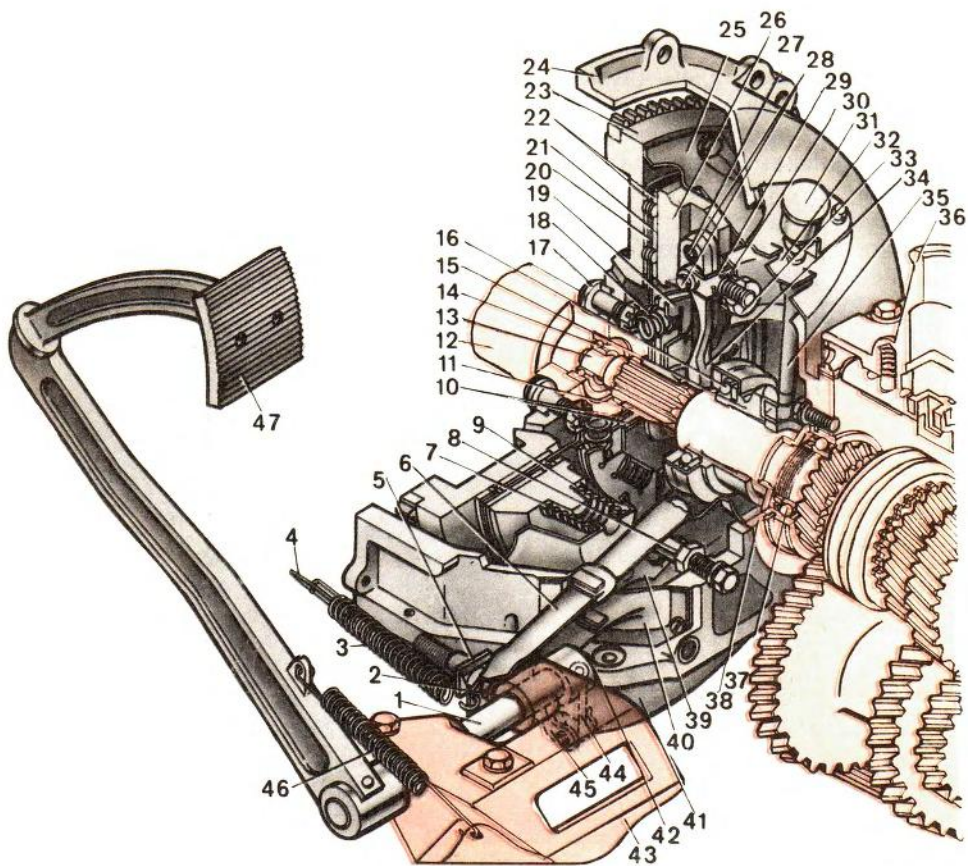


Рис. 82. Муфта сцепления автомобиля ГАЗ-53-12:

1 — валик педали сцепления; 2 — втулка валика; 3 и 46 — оттяжные пружины; 4 — кронштейн пружины; 5 — регулировочная гайка тяги; 6 — вилка выключения; 7 — нажимная пружина; 8 — шаровая опора вилки; 9 — теплоизолирующая шайба; 10 — фрикционные шайбы; 11 — ступица ведомого диска; 12 — коленчатый вал; 13 — первичный вал; 14 — передний подшипник; 15 — отводка; 16 — подшипник отводки; 17 — болт крепления маховика; 18 — пружина демпфера; 19 — пластина демпфера; 20 — ведомый диск; 21 — пружинная пластина; 22 — фрикционные накладки; 23 — маховик; 24 и 41 — части вилки; 25 — кожух; 26 — нажимной диск; 27 — игольчатый подшипник; 28 — пальцы; 29 — опорная вилка; 30 — пружина; 31 и 42 — масленки; 32 — крышка вентиляционного люка; 33 — регулировочная гайка; 34 — оттяжной рычаг; 35 — гибкий шланг; 36 — коробка передач; 37 — задний подшипник; 38 — крышка подшипника; 39 — пластина; 40 — защитный чехол; 43 — кронштейн педали; 44 — рычаг валика педали; 45 — тяга выключения; 47 — педаль.

ные детали гасителя крутильных колебаний (демпфера) — пружины 18, помещенные в окна ведомого диска 20, ступицы 11 диска и пластины 19, и две фрикционные шайбы 10, зажатые с определенным усилием между диском 20 и ступицей 11 и между ступицей 11 и пластиной 19.

**Конструкция муфты сцепления трактора Т-150.** На тракторе установлена фрикционная сухая двухдисковая постоянно замкнутая муфта

сцепления с механическим приводом выключения, имеющим сервомеханизм.

Ведущие детали муфты сцепления — маховик 5 (рис. 83), промежуточный 2 и нажимной 1 диски, кожух 27. Выступы промежуточного и нажимного дисков входят в четыре паза маховика, благодаря чему диски могут перемещаться вдоль оси муфты, вращаясь совместно с маховиком.

Ведомые детали муфты сцепления — два диска 6 с фрикционными накладками и гасителем крутильных колебаний. Эти диски зажаты между маховиком 5, промежуточным и нажимными дисками двадцатью нажимными пружинами 29, которые центрируются в стаканах 28 и 30 нажимного диска и кожуха.

С обеих сторон промежуточного диска установлено по четыре отжимные пружины 8, которые обес-

печивают равномерное разъединение ведомых дисков и установку промежуточного диска 2 в среднем положении при выключении муфты сцепления.

Механизм выключения муфты сцепления состоит из отводки 16 и четырех отжимных рычагов 13, которые короткими плечами соединены с приливами нажимного диска, а к длинным плечам рычагов скобами 14 прикреплено нажимное коль-

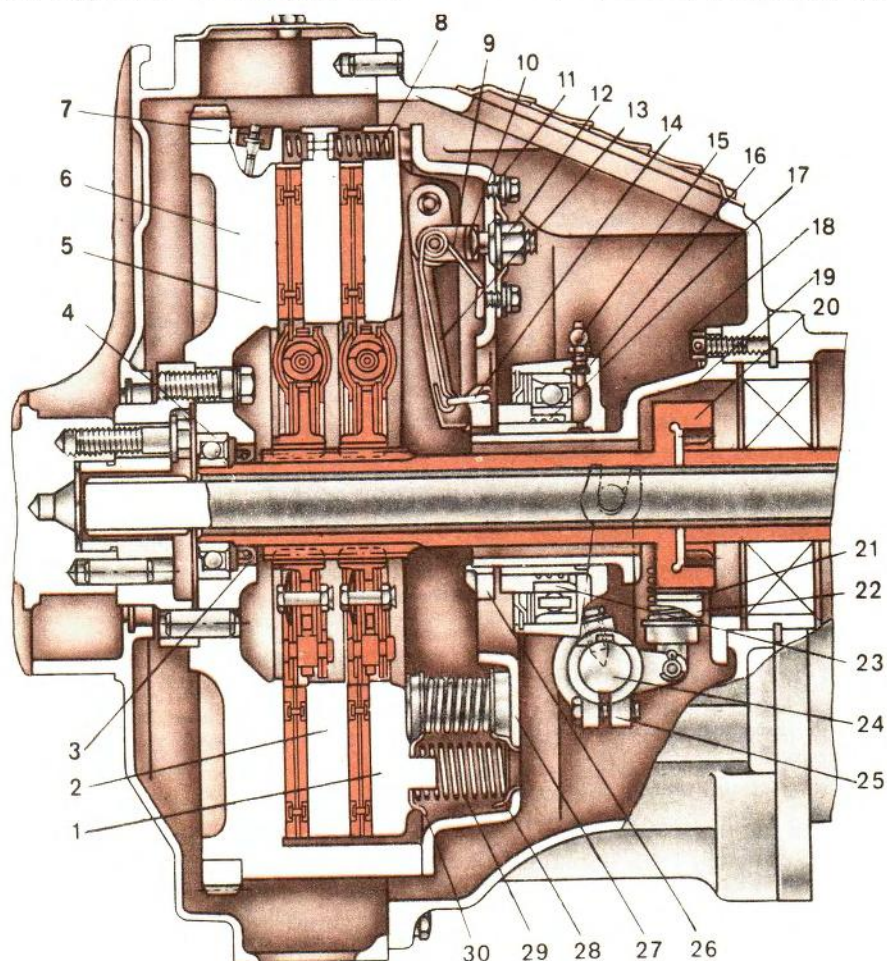


Рис. 83. Муфта сцепления трактора Т-150:

1 — нажимной диск; 2 — промежуточный диск; 3 — уплотнение; 4 и 23 — подшипники; 5 — маховик; 6 — ведомый диск; 7 и 15 — масленки; 8 и 9 — отжимные пружины; 10 — вилка; 11 — стопорная пластина; 12 — регулировочная гайка; 13 — отжимной рычаг; 14 — скоба; 16 — отводка; 17 — упор; 18 — корпус; 19 — задний стакан; 20 — ведомый вал; 21 — фрикционная накладка; 22 — тормозная колодка; 24 — валик выключения; 25 — вилка выключения; 26 — нажимное кольцо; 27 — кожух; 28 и 30 — стаканы пружины; 29 — нажимная пружина.

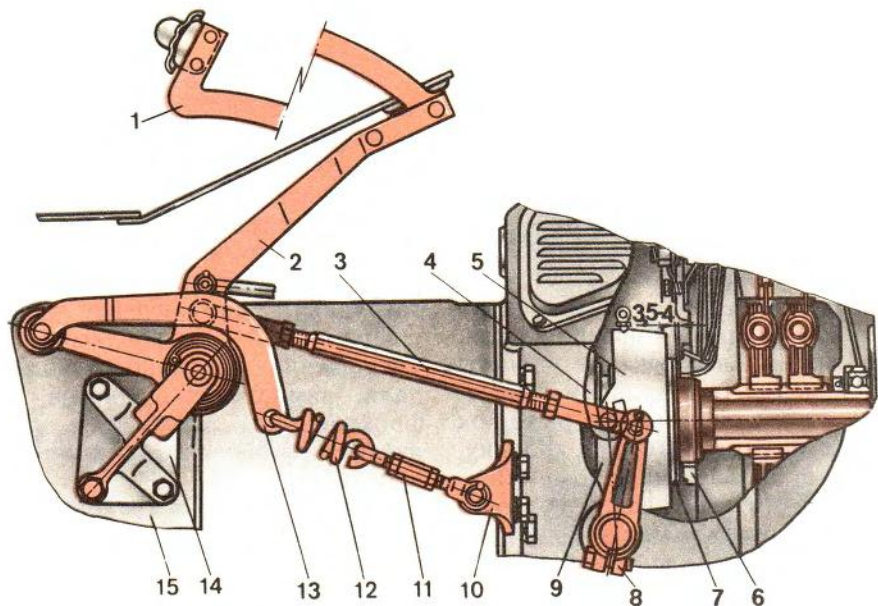


Рис. 84. Привод выключения муфты сцепления трактора Т-150:

1 — педаль; 2 — двулучей рычаг; 3 — тяга; 4 — задний стакан; 5 — отводка; 6 — нажимное кольцо; 7 — упор; 8 — поворотный рычаг; 9 — вилка выключения; 10 — кронштейн тяги; 11 — тяга сервомеханизма; 12 — пружина сервомеханизма; 13 — серьга; 14 — кронштейн; 15 — корпус коробки передач.

цо 26. На рычаги 13 установлены отжимные пружины 9, исключают самопроизвольное качание рычагов. Отводка 16 состоит из корпуса, шарикового подшипника 23 с упором 17 и уплотнения. Отводка перемещается по цилиндрическому выступу заднего стакана 19 корпуса 18 муфты сцепления. Цапфы отводки входят в зевы вилки 25, которая закреплена на валике 24. Валик поворачивается в опорах корпуса муфты. На правом наружном конце валика 24 закреплён поворотный рычаг 8 (рис. 84), соединённый тягой 3 с педалью 1 управления.

Муфта сцепления снабжена тормозком колодочного типа, притормаживающим ведомые детали муфты при её выключении, что обеспечивает безударное включение режимов. Тормозок состоит из колодки 22 (см. рис. 83) с приклепанной к ней фрикционной накладкой 21, которая при выключении муфты сцепления прижимается к хвостовику

ведомого вала 20 большего диаметра и создаёт тормозной момент.

Для облегчения выключения муфты сцепления её привод оснащён механическим сервомеханизмом. Педаль 1 (см. рис. 84) прикреплена к длинному плечу рычага 2, который поворачивается на оси. Ось установлена в цапфах кронштейна 14 и зафиксирована стопорным болтом. Кронштейн прикреплён к корпусу 15 коробки передач. Короткое плечо рычага 2 связано с серьгой 13. Один конец пружины 12 сервомеханизма соединён с серьгой 13, а другой — с тягой 11, шарнирно связанной с кронштейном 10. Длинное плечо рычага 2 через регулирующую тягу 3 соединено с поворотным рычагом 8 валика выключения муфты сцепления.

Для выключения муфты сцепления нажимают на педаль 1. При этом двулучей рычаг 2 поворачивается вокруг оси и через тягу 3 поворачивает рычаг 8 вместе с вали-

ком. Вилка 9 перемещает отводку 5 вперед, торец (упор) 7 которой действует на упорное (нажимное) кольцо 6, поворачивая отжимные рычаги вокруг пальцев. Короткие плечи рычагов отводят нажимной диск назад, а промежуточный диск при этом под действием пружин устанавливается в среднее положение. Ведомые диски освобождаются, и передача вращения от маховика на вал муфты сцепления прекращается.

Во время выключения муфты сцепления вместе с валиком выключения поворачивается и рычажок тормозка, перемещая вверх колодку, которая в дальнейшем затормаживает вал муфты сцепления под действием усилия пружины тормозка.

При нажатии на педаль в начальный момент пружина 12 сервомеханизма растягивается. После того как ось симметрии короткого плеча рычага 2 пройдет через линию оси симметрии пружины 12, пружина начинает сжиматься и помогает поворачивать двуплечий рычаг, снижая усилие, необходимое для выключения муфты сцепления.

При отпуске педали под действием силы двадцати нажимных пружин муфты сцепления пружина 12 сервомеханизма растягивается до тех пор, пока ось симметрии короткого плеча рычага 2 не пересечет линию оси симметрии пружины. После этого пружина сжимается и перемещает двуплечий рычаг до упора в пол кабины.

**Основные возможные неисправности и техническое обслуживание.** Работа муфты сцепления во многом зависит от правильной эксплуатации и своевременного технического обслуживания. Выключать муфту сцепления необходимо быстро и до конца, а включать несколько медленнее (за 1,2...1,8 с), плавно, без задержки в полувключенном положении. При остановках нельзя долго держать муфту сцепления выключенной. Следует выключить передачу и вновь включить муфту сцепления.

Основные неисправности муфты сцепления:

*пробуксовывание*, т. е. когда передаваемая муфтой сцепления мощность меньше подведенной и ее ведущие (или ведущий) диски начинают проскальзывать;

*муфта сцепления «ведет»*, т. е. не полностью выключается, ведомые диски продолжают вращаться, что затрудняет переключение передач.

Причины пробуксовывания: уменьшение свободного хода педали, замасливание дисков, износ фрикционных накладок ведомых дисков, ослабление нажимных пружин.

Муфта сцепления «ведет» при увеличении свободного хода педали, короблении ведомых дисков или при поломке одного из отжимных рычагов.

Для устранения этих неисправностей необходимо прежде всего проверить и при необходимости отрегулировать муфту сцепления. Фрикционные постоянно замкнутые муфты сцепления большинства тракторов и автомобилей проверяют и регулируют следующим образом. Проверяют наличие и измеряют свободный ход педали управления. Свободный ход педали необходим для обеспечения требуемого зазора между отводкой и отжимными рычагами. Его регулируют, изменяя длину тяги управления. Проверяют, чтобы зазор между отводкой и каждым отжимным рычагом был одинаковым (2,5...4,0 мм) и разница не превышала 0,1...0,4 мм. При необходимости зазор регулируют специальной гайкой рычага.

#### **§ 4. КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ. РАЗДАТОЧНЫЕ КОРОБКИ. ХОДОУМЕНЬШИТЕЛИ**

**Общие сведения о коробках передач.** Коробка передач предназначена для изменения передаваемого крутящего момента, скорости

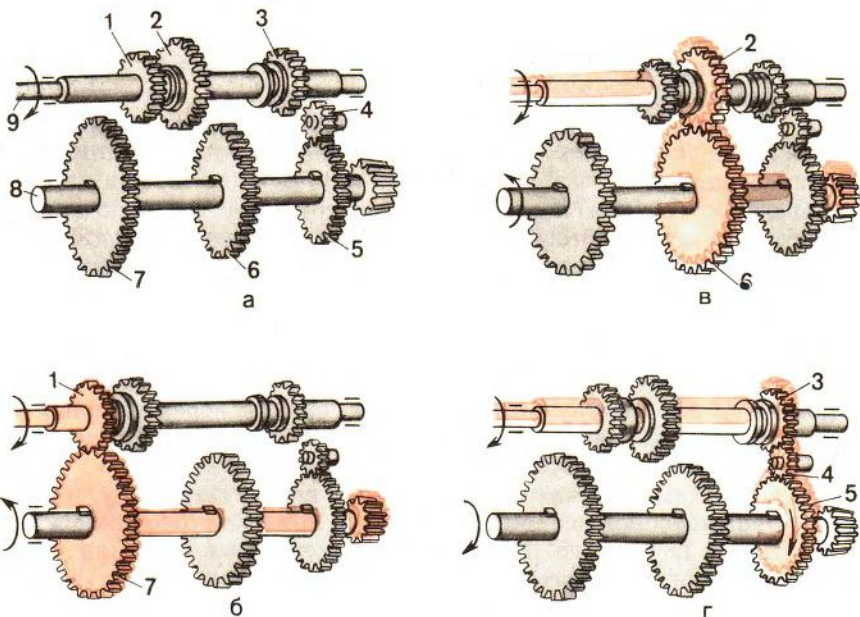


Рис. 85. Схема простейшей коробки передач:

а — нейтральное положение зубчатых колес; б, в и г — положения зубчатых колес при включении передач соответственно первой, второй и заднего хода; 1, 2 и 3 — зубчатые колеса первичного вала; 4 — промежуточное зубчатое колесо; 5, 6 и 7 — зубчатые колеса вторичного вала; 8 — вторичный вал; 9 — первичный вал.

движения трактора (автомобиля), направления вращения ведущих колес и для разъединения работающего двигателя и трансмиссии при длительных остановках.

Различных значений крутящего момента и частоты вращения ведущих колес или звездочек достигают изменением передаточного числа трансмиссии с помощью коробки передач, понижающего редуктора, ходоуменьшителя и увеличителя крутящего момента. Эти сборочные единицы изменяют передаточное число за счет механических устройств (зубчатых колес, планетарных механизмов) ступенчато, т. е. через определенные интервалы. Бесступенчато регулировать угловую скорость можно с помощью гидравлической передачи (гидротрансформатора).

На многих тракторах и автомобилях устанавливают более простые в изготовлении и надежные в эксплуатации, менее сложные в обслу-

живании механические коробки передач.

Рассмотрим принцип работы простейшей механической коробки передач. Ведущий вал 9 (рис. 85), называемый *первичным*, получает вращение от вала муфты сцепления. Ведомый вал 8, называемый *вторичным*, соединен с механизмами заднего ведущего моста и передает им вращение от первичного вала через зацепляющиеся зубчатые колеса.

На одном валу (в данном примере вторичном) зубчатые колеса 5, 6 и 7 закреплены неподвижно, а на другом валу (первичном) шестерни 1, 2 и 3 можно перемещать вдоль оси по шлицам и поочередно вводить их в зацепление с соответствующими зубчатыми колесами вторичного вала. Шестерни, перемещаемые по валу, называют *каретками*.

Когда ни одна из шестерен первичного вала не находится в за-

цеплении с зубчатыми колесами вторичного вала, как показано на рисунке 85, а, вращение на вторичный вал не передается, трактор (автомобиль) неподвижен или движется накатом. Такое положение называют *нейтральным*.

Для включения первой передачи перемещают каретку с шестернями 1 и 2 по первичному валу влево и вводят в зацепление шестерню 1 с зубчатым колесом 7, как показано на рисунке 85, б.

Для включения второй передачи перемещают эту же каретку вправо по первичному валу и вводят в зацепление шестерню 2 с зубчатым колесом 6 (рис. 85, в). Так как число зубьев шестерни 2 больше числа зубьев шестерни 1, а число зубьев колеса 6 меньше числа зубьев колеса 7, то передаточное число при зацеплении зубчатых колес 2 и 6 меньше передаточного числа при зацеплении зубчатых колес 1 и 7 и вторичный вал на второй передаче будет вращаться быстрее. Пропорционально повысится и скорость движения трактора или автомобиля.

Задний ход обеспечивают изменением направления вращения вторичного вала. Для этого каретку с шестернями 1 и 2 выводят из зацепления, перемещают каретку с шестерней 3 вправо и вводят ее в зацепление с промежуточным зубчатым колесом 4, которое находится в постоянном зацеплении с зубчатым колесом 5 вторичного вала (рис. 85, г).

Чем больше число передач (ступеней), тем полнее можно использовать мощность двигателя, добиться экономичной и производительной работы трактора или автомобиля.

**Классификация.** Механические ступенчатые коробки передач классифицируют по следующим основным признакам:

по типу зубчатых передач — с *неподвижными осями валов* и *планетарные*;

по расположению валов относи-

тельно оси трактора — с *продольным* и *поперечным расположением*;

по числу валов — *двух, трех- и четырехвалльные*;

по числу передач переднего хода — *трех, четырех-, пятиступенчатые* и т. д.;

по принципу переключения передач — с *подвижными зубчатыми колесами* (каретками) и с *неподвижными зубчатыми колесами постоянного зацепления*, соединяемыми с валом при включении передачи специальными муфтами;

по числу перемещаемых кареток — *двух-, трех-, четырехходовые* и т. д.;

по конструктивному оформлению — в *отдельном съемном* и в *общем корпусе с другими механизмами*;

по назначению — *основная, раздаточная, понижающий или повышающий редуктор, ходоуменьшитель*.

Согласно этой классификации на рисунке 85 изображена основная двухвальная двухступенчатая двухходовая коробка передач с неподвижными осями валов и подвижными зубчатыми колесами, выполненная в отдельном корпусе.

Число передач в тракторных коробках колеблется от 5 до 24, что обеспечивает изменение скорости движения от 0,1 до 35 км/ч. Такое число передач обусловлено большим разнообразием условий работы и выполняемых технологических процессов, стремлением достичь максимальной производительности при экономном расходе топлива.

Автомобильные коробки, как правило, имеют от 3 до 5 передач. Меньшее число передач по сравнению с тракторными коробками объясняется узкоцелевым назначением автомобиля, различиями в использовании и регулировании мощности двигателя.

Передачи тракторов можно разделить на три группы: *основные (рабочие), транспортные, замедленные*.

Основные передачи обеспечивают скорости движения 5...15 км/ч. На этих скоростях выполняют технологические операции при возделывании и уборке основных сельскохозяйственных культур. Число основных передач в зависимости от типа трактора составляет 4...7.

Транспортные передачи служат при использовании тракторов в качестве транспортных средств, а также для холостых переездов. Число транспортных передач у колесных тракторов составляет 3...4, у гусеничных — 1...2.

Замедленные передачи необходимы для выполнения некоторых технологических процессов со скоростями движения около 0,1 км/ч (работа с рассадопосадочными, лесопосадочными, малиоративными и другими машинами). Таких передач может быть 2...4.

Передачи автомобилей делят на две группы: *высшие* и *низшие*.

*Высшие передачи* используют при движении автомобиля в хороших дорожных условиях. Как правило, последняя передача бывает *прямой*, когда частоты вращения первичного и вторичного валов одинаковы, т. е. передаточное число равно единице, или *ускоряющей*, если передаточное число меньше единицы.

*Низшие передачи* служат для трогания автомобиля с места, преодоления подъемов и тяжелых участков дороги.

*Передачи заднего хода* (у автомобилей одна, у тракторов от 1 до 8) необходимы для маневрирования трактором или автомобилем, а в тракторах и для работы задним ходом с некоторыми машинами (волокушами, землеройными машинами и др.).

**Кинематические схемы коробок передач.** Принцип работы коробок передач и порядок включения зубчатых колес при той или иной передаче легко проследить по кинематическим схемам.

Кинематическая схема

простейшей двухвальной коробки передач, изображенной на рисунке 85, представлена на рисунке 86, а с теми же номерами позиций.

Кинематическая схема коробки передач автомобиля ГАЗ-53-12 показана на рисунке 86, б. В коробке установлено три вала: первичный 1, вторичный 7 и промежуточный 14. На заднем конце первичного вала имеется два зубчатых венца: один венец 2 находится в постоянном зацеплении с зубчатым колесом 15 промежуточного вала, а другой может соединяться с муфтой 3 синхронизатора. На вторичном валу установлены ступица синхронизатора и зубчатое колесо 6 первой передачи, которые связаны с валом шлицевым соединением, а в средней части вала свободно вращается зубчатое колесо с венцами 4 и 5 соответственно третьей и второй передач. Промежуточный вал выполнен в виде блока четырех зубчатых колес 8, 12, 13 и 15. На оси 10 вращается передвижной блок с зубчатыми венцами 9 и 11 для включения передачи заднего хода.

Особенность коробки передач — постоянное зацепление зубчатых колес 2 и 15, 4 и 13, 5 и 12, а также наличие синхронизаторов для включения третьей и четвертой передач.

Включение зубчатых колес на различных передачах происходит следующим образом. Первая передача: перемещают по шлицам вала зубчатое колесо 6 и вводят его в зацепление с зубчатым колесом 8; вращение от первичного к вторичному валу передается через зубчатые колеса 2—15, 8—6. Вторая передача: перемещают зубчатое колесо 6 вперед и соединяют ступицы колес 5 и 6 между собой зубчатой муфтой; вращение через зубчатые колеса 2—15, 12—5 передается на вторичный вал. Третья передача: перемещают муфту 3 синхронизатора назад и соединяют зубчатое колесо 4 с ва-

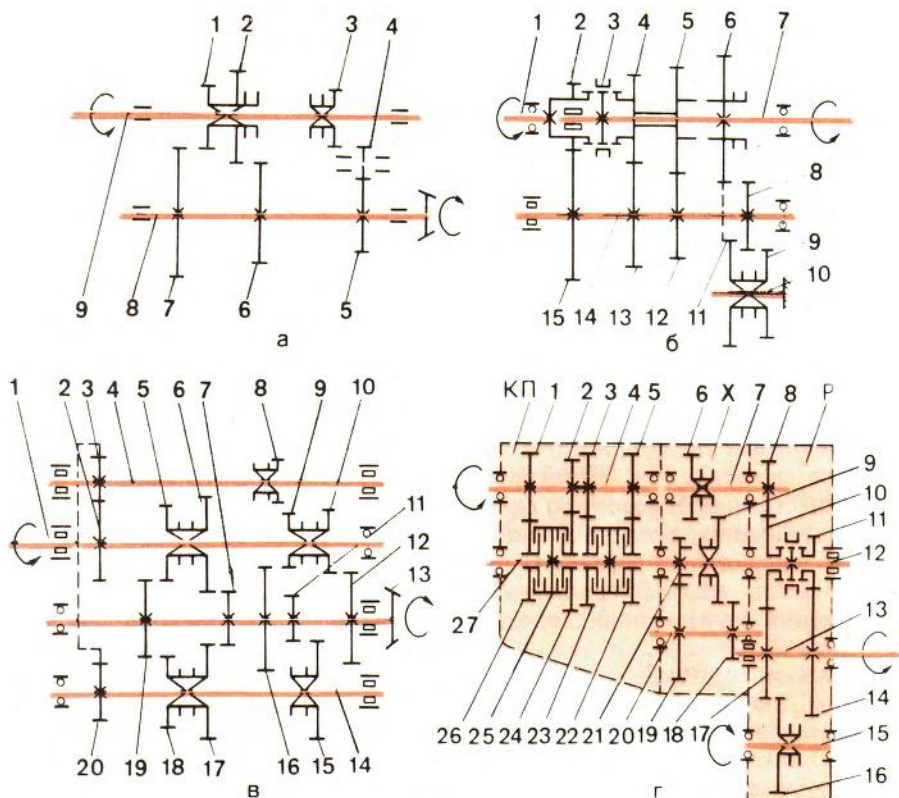


Рис. 86. Кинематические схемы коробок передач:

**а** — простейшая двухвальная коробка передач (обозначение позиций см. рис. 85); **б** — коробка передач автомобиля ГАЗ-53-12: 1 — первичный вал; 2 — зубчатый венец первичного вала; 3 — муфта синхронизатора; 4 — зубчатый венец третьей передачи; 5 — зубчатый венец второй передачи; 6 — зубчатое колесо первой передачи; 7 — вторичный вал; 8, 12, 13 и 15 — зубчатые колеса промежуточного вала; 9 и 11 — зубчатые венцы блока передачи заднего хода; 10 — ось; 14 — промежуточный вал; **в** — коробка передач трактора ДТ-75МВ: 1 — первичный вал; 2, 3 и 20 — зубчатые колеса постоянного зацепления; 4 и 14 — промежуточные валы; 5 и 6 — зубчатые венцы третьей и четвертой передач; 7, 11, 12, 16 и 19 — зубчатые колеса вторичного вала; 8 — зубчатое колесо заднего хода; 9 и 10 — зубчатые венцы первой и второй передач; 13 — вторичный вал; 15 — зубчатое колесо седьмой передачи; 17 и 18 — зубчатые венцы шестой и пятой передач; **г** — коробка передач трактора Т-150К: КР — основной редуктор; X — ходоуменьшитель; P — раздаточная коробка; 1, 2, 3 и 5 — ведущие шестерни первичного вала; 4 — первичный вал; 6 — зубчатое колесо заднего хода; 7 — вал; 8 — зубчатое колесо; 9, 18, 19 и 21 — зубчатые колеса ходоуменьшителя; 10, 11, 14 и 17 — зубчатые колеса раздаточной коробки; 12 и 13 — валы раздаточной коробки; 15 и 16 — вал и зубчатое колесо привода переднего ведущего моста; 20 — вал ходоуменьшителя; 22, 23, 24 и 26 — зубчатые колеса вторичного вала; 25 — гидropоджимная муфта; 27 — вторичный вал.

лом 7; вращение будут передавать зубчатые колеса 2—15, 13—4. Четвертая передача (прямая): перемещает муфту 3 синхронизатора вперед и соединяют первичный и вторичный валы между собой. Передачу заднего хода включают перемещением блока с зубчатыми венцами 9 и 11 вперед; вращение на вторичный вал будет передаваться через колеса 2—15, 8—9, 11—6.

Кинематическая схема коробки передач трактора ДТ-75МВ изображена на рисунке 86, в. Коробка передач имеет четыре вала: первичный 1, вторичный 13, два промежуточных 4 и 14. Все валы шлицованы. Коробка четырехходовая: на первичном валу по шлицам перемещаются два блока зубчатых колес 5—6 и 9—10, на промежуточном валу — блок зубча-

тых колес 17—18 и зубчатое колесо 15. Зубчатые колеса 2, 3 и 20 находятся между собой в постоянном зацеплении.

Коробка обеспечивает семь передач вперед, из которых первые четыре основные, и одну заднего хода. Различные передачи достигаются включением в зацепление следующих зубчатых колес: I передача — 9—16; II — 10—12; III — 5—19; IV — 6—7; V — 2—3, 3—20, 18—19; VI — 2—3, 3—20, 17—7; VII — 2—3, 3—20, 15—11; передача заднего хода 2—3, 8—16.

Кинематическая схема коробки передач трактора Т-150К изображена на рисунке 86, г. Коробка передач состоит из основного редуктора КР (непосредственно коробки передач), ходоуменьшителя Х и раздаточной коробки Р.

Основной редуктор КР двухвальный, четырехступенчатый, с зубчатыми колесами постоянного зацепления и гидроподжимными муфтами включения ведомых зубчатых колес. На шлицах первичного вала 4 жестко установлены ведущие шестерни 1, 2, 3 и 5. В постоянном зацеплении с ведущими шестернями находятся зубчатые колеса 22, 23, 24 и 26, установленные на вторичном валу 27, каждое из которых вращается на двух шариковых подшипниках. Ступицы зубчатых колес имеют наружные шлицы, с помощью которых они соединены с ведущими дисками гидроподжимных муфт 25. Гидроподжимными муфтами зубчатые колеса 22, 23, 24 и 26 могут соединяться с вторичным валом 27. Гидроподжимные муфты, а следовательно, та или иная передача включаются гидроприводом на ходу, без разрыва потока мощности трактора. Схемы включения зубчатых колес основного редуктора на различных передачах: I передача — 2—24, II — 3—23, III — 5—22, IV — 1—26.

Ходоуменьшитель Х размещен в заднем отсеке картера коробки пе-

редач. Он представляет собой двухступенчатый с прямой передачей трехвальный понижающий редуктор. Ведущее зубчатое колесо 21 ходоуменьшителя находится в постоянном зацеплении с зубчатым колесом 19. Зубчатые колеса 19 и 18 жестко посажены на шлицы вала 20. Включается ходоуменьшитель подвижным зубчатым колесом 9, установленным на шлицах первичного вала 12 раздаточной коробки.

При перемещении зубчатого колеса 9 вперед внутренние шлицы его соединяют с наружными шлицами ступицы колеса 21, в результате чего вторичный вал 27 основного редуктора соединяется напрямую с ведущим валом 12 раздаточной коробки (прямая передача).

При перемещении зубчатого колеса 9 назад вращение с вала 27 передается на вал 12 через пары зубчатых колес 21—19 и 18—9 (понижающая передача).

В верхней части ходоуменьшителя на шлицах вала 7 установлено подвижное зубчатое колесо 6 заднего хода. При перемещении вперед оно входит в зацепление с зубчатым колесом 19, в результате чего включается передача заднего хода. Тогда вращение со вторичного вала 27 основного редуктора передается на вал 13 раздаточной коробки через следующие зубчатые колеса: 21—19, 19—6, 8—10, 10—17.

Раздаточная коробка Р служит для распределения крутящего момента двумя потоками: к заднему ведущему мосту трактора через вал 13 и к переднему — через вал 15. Раздаточная коробка оборудована дополнительным двухступенчатым редуктором, позволяющим получать два ряда передач: рабочий и транспортный.

Зубчатые колеса 10 и 11 свободно вращаются на первичном валу 12 раздаточной коробки и могут соединяться с ним с помощью зубчатой муфты. Эти колеса находятся в постоянном зацеплении с зубча-

тыми колесами 14 и 17, жестко установленными на шлицах вала 13 привода заднего моста. На шлицевом валу 15 привода переднего ведущего моста находится подвижное зубчатое колесо 16, которое при перемещении вперед входит в зацепление с зубчатым колесом 17, включая в работу передний ведущий мост. При установке зубчатого колеса 16 в заднее положение оно выходит из зацепления и передача вращения на передний мост прекращается.

Для получения транспортного ряда передач зубчатое колесо 10 соединяют с валом 12, перемещая зубчатую муфту вперед. Тогда вращение вала 13 будет сообщаться через пару зубчатых колес 10—17. Чтобы получить рабочий ряд передач, вал 12 соединяют с зубчатым колесом 11, перемещая зубчатую муфту назад. Вращение на вал 13 будет передаваться через пару зубчатых колес 11—14, имеющих большее передаточное число.

Ступени ходоуменьшителя, ряды в раздаточной коробке и задний ход переключают механически одним общим рычагом.

Маневрируя ступенями ходоуменьшителя и рядами раздаточной коробки, можно получить шестнадцать передач переднего хода (четыре передачи основного редуктора, помноженные на обе ступени ходоуменьшителя и на два ряда раздаточной коробки) и четыре передачи заднего хода (при включении заднего хода ступени ходоуменьшителя ряды раздаточной коробки не переключаются).

Трактор останавливается только при переключении ступеней ходоуменьшителя и рядов раздаточной коробки. Переключение четырех передач в пределах одного ряда происходит без разрыва потока мощности, т. е. без остановки трактора.

Различные скорости движения трактора достигаются включением в зацепление следующих зубчатых ко-

лес (по мере возрастания скорости).

При включении рабочего ряда раздаточной коробки и понижающей ступени ходоуменьшителя (I передача — 2—24, 21—19, 18—9, 11—14; II — 3—23, 21—19, 18—9, 11—14; III — 5—22, 21—19, 18—9, 11—14; IV — 1—26, 21—19, 18—9, 11—14) получают скорости движения 1,8...2,8 км/ч.

При включении транспортного ряда раздаточной коробки и понижающей ступени ходоуменьшителя (V передача — 2—24, 21—19, 18—9, 10—17; VI — 3—23, 21—19, 18—9, 10—17; VII — 5—22, 21—19, 18—9, 10—17; VIII — 1—26, 21—19, 18—9, 10—17) достигают скорости движения 3,88...6,09 км/ч.

При включении рабочего ряда раздаточной коробки и прямой передачи ходоуменьшителя (IX передача — 2—24, 11—14; X — 3—23, 11—14; XI — 5—22, 11—14; XII — 1—26, 11—14) получают скорости движения 8,5...13,38 км/ч.

При включении транспортного ряда раздаточной коробки и прямой передачи ходоуменьшителя (XIII передача — 2—24, 10—17; XIV — 3—23, 10—17; XV — 5—22, 10—17; XVI — 1—26, 10—17) достигают скорости движения 18,65...30,1 км/ч.

При движении задним ходом (I передача — 2—24, 21—19, 19—6, 8—10, 10—17; II — 3—23, 21—19, 19—6, 8—10, 10—17; III — 5—22, 21—19, 19—6, 8—10, 10—17; IV — 1—26, 21—19, 19—6, 8—10, 10—17) получают скорости движения 6,6...10,4 км/ч.

**Условия работы и материалы деталей коробок передач.** Коробки передач тракторов и автомобилей передают значительные крутящие моменты при высоких скоростях вращения валов, поэтому основные детали коробок передач (валы, зубчатые колеса, подшипники качения) подвергаются действию высоких нагрузок переменного характера. При передаче крутящего момента зубчатыми колесами возникают большие

окружные и распорные силы, а в зоне контакта зубьев — высокие температуры.

На срок службы и бесшумность работы зубчатых колес и подшипников существенно влияют жесткость и соосность валов, так как прогибы и перекосы валов нарушают правильность зацепления зубьев и нормальный контакт рабочих элементов подшипников.

Для изготовления зубчатых колес коробок передач применяют легированную сталь различных марок. Зубья после нарезания подвергаются термической или химико-термической обработке, что повышает несущую способность и надежность зубчатых передач.

Зубчатые колеса коробок передач легковых и грузовых автомобилей небольшой и средней грузоподъемности изготавливают из среднеуглеродистых сталей (40X, 40XНМ, 35ХГТ и др.) и подвергают цианированию с последующей закалкой на мартенсит или закалке токами высокой частоты.

Для изготовления зубчатых колес тракторных и тяжело нагруженных автомобильных коробок передач применяют малоуглеродистые легированные стали (20X, 18ХГТ, 12ХНЗА, 20ХНЗА, 25ХГТ и др.). Цементация и последующая закалка с низким отпуском обеспечивают высокую твердость (HRC 58...60) и высокую несущую способность.

Несущая способность и надежность зубчатых передач во многом зависят также от качества применяемого смазочного масла.

**Конструкция коробок передач автомобилей КамАЗ.** На автомобилях КамАЗ устанавливают две коробки передач: на одиночных автомобилях — пятиступенчатую модели 14; на автомобилях-тягачах — десятиступенчатую модели 15, состоящую из основной пятиступенчатой коробки передач и двухступенчатого редуктора-делителя, удваивающего число передач.

Коробку передач собирают в отдельном корпусе 15 (рис. 87, форзац II), а редуктор-делитель размещают в заднем отсеке картера муфты сцепления. Коробка передач состоит из первичного вала 3, выполненного как одно целое с ведущей шестерней, вторичного 13 и промежуточного 21 валов с зубчатыми колесами и синхронизаторами, блока 16 зубчатых колес заднего хода, верхней крышки с механизмом переключения передач. Делитель состоит из ведущего вала 1, зубчатого колеса 2, синхронизатора 4, промежуточного вала 25 с установленным на нем зубчатым колесом 23. Все валы вращаются в шариковых или роликовых подшипниках.

Вторичный вал 13 расположен соосно с первичным. На валу на роликоподшипниках установлены зубчатые колеса: 6 — четвертой передачи, 7 — третьей, 9 — второй, 10 — передачи заднего хода, 12 — первой передачи, а также два пальчиковых синхронизатора 5 и 8 для включения второй, третьей, четвертой, пятой передач и зубчатая муфта 11 включения передач заднего хода и первой. По оси вала просверлен канал для подвода масла к подшипникам зубчатых колес с помощью маслоснабжительного устройства, расположенного на ведущем валу делителя. Все зубчатые колеса находятся в постоянном зацеплении с соответствующими зубчатыми колесами и венцами промежуточного вала 21, а колеса 10 — с малым венцом блока 16. Зубчатые колеса первой передачи и заднего хода прямозубые, остальные — косозубые.

Промежуточный вал выполнен как одно целое с зубчатыми венцами 18, 14 и 17 передач соответственно второй, первой и заднего хода. Зубчатое колесо 22 привода промежуточного вала, а также зубчатые колеса 19 и 20 третьей и четвертой передач напрессованы на вал и зафиксированы сегментными шпонками. Передний конец промежуточного

вала имеет шлицы, с помощью которых он соединяется с промежуточным валом 25 делителя.

Блок 16 зубчатых колес передачи заднего хода установлен в двух роликоподшипниках на оси, зафиксированной стопорной планкой.

Зубчатые колеса 2 и 23 делителя находятся в постоянном зацеплении. Зубчатое колесо 2 свободно вращается в роликоподшипниках, а зубчатое колесо 23 напрессовано на промежуточный вал 25 и зафиксировано сегментной шпонкой.

Передачи в коробке изменяют посредством рычага и механизма переключения передач. Рычажок управления делителем установлен на рычаге переключения передач и соединен тросом с двухпозиционным краном управления. Этот кран направляет поток сжатого воздуха для заблаговременного переключения двухпозиционного воздуха распределителя, а последний — в одну из полостей пневмоцилиндра через клапан управления, открываемый при полном выключении муфты сцепления.

Различные передачи в коробке получают перемещением муфт синхронизаторов 5, 8 и зубчатой муфты 11 и включением в зацепление следующих зубчатых колес: I передача (муфта 11 смещена назад) — 3—22, 14—12; II передача (муфта синхронизатора 8 смещена назад) — 3—22, 18—9; III передача (муфта синхронизатора 8 смещена вперед) — 3—22, 19—7; IV передача (муфта синхронизатора 5 смещена назад) — 3—22, 20—6; V передача (муфта синхронизатора 5 смещена вперед) — вал 3 напрямую соединяется с валом 13; задний ход (муфта 11 сдвинута вперед) — 3—22, 17—16 (большой венец), 16 (малый венец) — 10.

Так работают пятиступенчатая коробка передач (модели 14) и десятиступенчатая коробка передач с редуктором-делителем при включении прямой передачи делителя, т. е. при

перемещении муфты синхронизатора 4 назад и соединении тем самым ведущего вала 1 делителя напрямую с первичным валом 3 коробки передач.

При включении повышающей передачи делителя, т. е. при перемещении муфты синхронизатора 4 вперед, вращение на промежуточный вал коробки передач передается с ведущего вала делителя через пару зубчатых колес 2—23 и далее при VI передаче через зубчатые колеса 14—12, VII — 18—9, VIII — 19—7, IX — 20—6, X — 22—3.

**Основные детали коробок передач.** Для бесшумного и безударного переключения передач, повышения надежности и увеличения срока службы в коробках передач применяют зубчатые колеса постоянного зацепления. Например, зубчатые колеса 2—15, 4—13, 5—12 (см. рис. 86, б) в коробке передач автомобиля ГАЗ-53-12; 1—26, 2—24, 3—23, 5—22 (рис. 86, г) в коробке передач трактора Т-150К; все зубчатые колеса в коробке передач автомобиля КамАЗ (см. рис. 87). При этом одно зубчатое колесо жестко связано с валом, а другое вращается свободно. При переключении передачи свободно вращаемое зубчатое колесо необходимо жестко соединить с валом. Для этого используют зубчатые муфты, синхронизаторы, гидropоджимные муфты.

Зубчатые муфты с синхронизаторами (синхронизаторы) широко применяют в коробках передач автомобилей, в которых переключение передач происходит при движении накатом. Как правило, синхронизаторами оснащают зубчатые колеса передач, переключаемых наиболее часто. Зубчатые колеса первой передачи и заднего хода синхронизаторов не имеют.

На автомобиле ГАЗ-53-12 синхронизаторы установлены для включения третьей и четвертой передач, на автомобилях ЗИЛ-130, КамАЗ —

второй, третьей, четвертой и пятой передач.

Синхронизаторы предназначены для выравнивания угловых скоростей зубчатого колеса включаемой передачи и вторичного вала, что обеспечивает безударное и бесшумное введение шлицев зубчатой муфты в шлицевую венцы зубчатого колеса.

Синхронизатор коробки передач автомобиля ГАЗ-53-12 устроен следующим образом. На шлицах вторичного вала неподвижно закреплена ступица 8 (рис. 88, а, б) синхронизатора, имеющая также и наружные шлицы, между которыми прорезаны три равномерно расположенных по окружности паза 9. Внутри пазов помещаются штампованные сухари 7 с выступом посредине. На наружные шлицы ступицы надета муфта 3. Сухари прижаты к

шлицам муфты двумя пружинными кольцами 5, отогнутые концы которых заведены в паз одного из сухарей. Центральные выступы сухарей входят в кольцевую проточку на внутренней стороне муфты и фиксируют ее в нейтральном положении.

С обеих сторон ступицы установлены латунные блокирующие кольца 2. На торцах колец, обращенных к ступице, выполнены три паза, куда входят концы сухарей. При этом ширина паза больше ширины сухаря на половину шага шлицев. Внутренняя поверхность колец выполнена на конус, соответствующий конусности ступиц зубчатых колес 1 и 6. На конусной поверхности колец нарезана мелкая резьба, предназначенная для разрыва масляной пленки и увеличения коэффициента трения при соприкосновении двух конусных поверхностей. На блокирующих кольцах нарезаны шлицы таких же размеров, что и наружные шлицы ступиц зубчатых колес. На торцевой поверхности шлицевых венцов имеются скосы, выполненные под определенным углом.

При включении, например, четвертой передачи вилкой 4 начинают перемещать муфту 3 влево, продвигая вместе с ней и сухари 7. Сухари торцами нажимают на блокирующее кольцо и надвигают его на конус ступицы зубчатого колеса 1. Под действием силы трения кольцо пово-

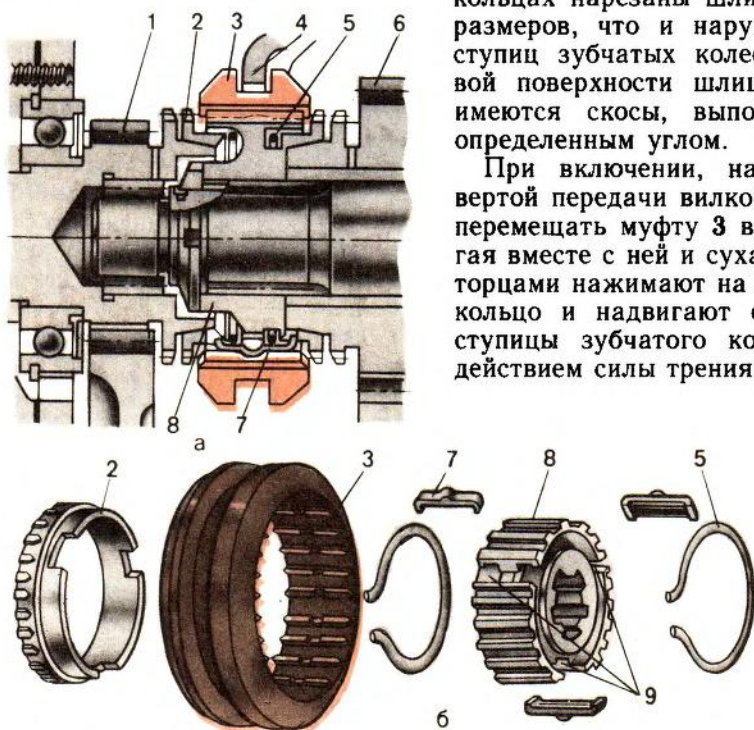


Рис. 88. Синхронизатор (а) коробки передач автомобиля ГАЗ-53-12 и его детали (б):

1 — зубчатое колесо первичного вала; 2 — блокирующее кольцо; 3 — муфта; 4 — вилка; 5 — пружинное кольцо; 6 — зубчатое колесо третьей передачи; 7 — сухарь; 8 — ступица; 9 — пазы в ступице.

рачивается на некоторый угол вместе с первичным валом до упора боковых стенок пазов кольца в сухари и устанавливается в положении «Блокировка».

При дальнейшем перемещении муфты влево выступы сухарей 7 выходят из кольцевой проточки и, преодолевая сопротивление пружин 5, смещаются в глубь пазов. Торцовые скосы шлицев муфты 3 попадают на торцовые скосы шлицев блокирующего кольца 2, и усилие от муфты будет передаваться непосредственно кольцу. Так как скорости вала и зубчатого колеса разные, то на торцовых скосах шлицев возникают силы, препятствующие дальнейшему осевому перемещению муфты. Углы скосов шлицев выбраны такими, что до выравнивания угловых скоростей вала и зубчатого колеса поворот муфты относительно блокирующего кольца для дальнейшего ее продвижения независимо от приложенной к ней осевой силы невозможен.

Так как муфта сцепления выключена и первичный вал вместе с зубчатым колесом 1 вращается только по инерции, то угловая скорость его уменьшается до значения, равного значению угловой скорости вторичного вала вместе с муфтой 3. Происходит разблокировка синхронизатора: муфта, продолжая нажимать на скосы шлицев кольца, поворачивает кольцо вместе с первичным валом на необходимый угол, и ее шлицы входят в зацепление сначала со шлицами кольца, а затем со шлицевым венцом ступицы зубчатого колеса 1. При этом первичный и вторичный валы жестко соединяются между собой, что соответствует включению четвертой (прямой) передачи.

Гидроподжимные муфты для переключения передач без разрыва потока мощности установлены на тракторах МТЗ-100, МТЗ-102, Т-150, Т-150К, К-701. Сдвоенные гидроподжимные муфты тракторов Т-150, Т-150К устроены следующим

образом. Барабан 13 (рис. 89) внутренними шлицами жестко связан с вторичным валом коробки передач. Расточки барабана представляют собой рабочие цилиндры, в которых установлены два поршня 11, перемещающихся в осевом направлении под давлением масла. Алюминиевые поршни уплотнены внутренним резиновым 4 и разрезным чугунным 12 кольцами. На поверхности барабана профрезеровано восемь пазов, в которые входят выступы стальных ведомых дисков 14. Между ведомыми установлены ведущие диски 15 с накладками из порошковых материалов и внутренними шлицами, с помощью которых они соединяются со шлицевыми венцами ведомых зубчатых колес 5 и 16. Каждое зубчатое колесо свободно вращается в двух шарикоподшипниках.

Поршни 11 пружинами 9 постоянно прижаты до упора в стенку барабана, как показано на рисунке. Пружины 9 установлены в высверленные углубления в барабане и одним концом упираются в кольцо 8, которое удерживается на ступице барабана стопорным кольцом 6. В этом положении многодисковая муфта выключена и вращение с зубчатых колес на вторичный вал не передается.

Для управления гидроподжимными муфтами, т. е. для включения или выключения той или иной передачи, коробка передач оборудована гидравлической системой, устройство и принцип работы которой описаны в § 2 главы 3.

Гидроподжимные муфты включаются под давлением масла, нагнетаемого в рабочие цилиндры (бустеры). Масло попадает в пространство между поршнем и стенкой барабана и, действуя на поршень, перемещает его вдоль оси, преодолевая сопротивление пружин 9. Поршень прижимает ведомые и ведущие диски к упорному диску 2, который закреплен на барабане стопорным

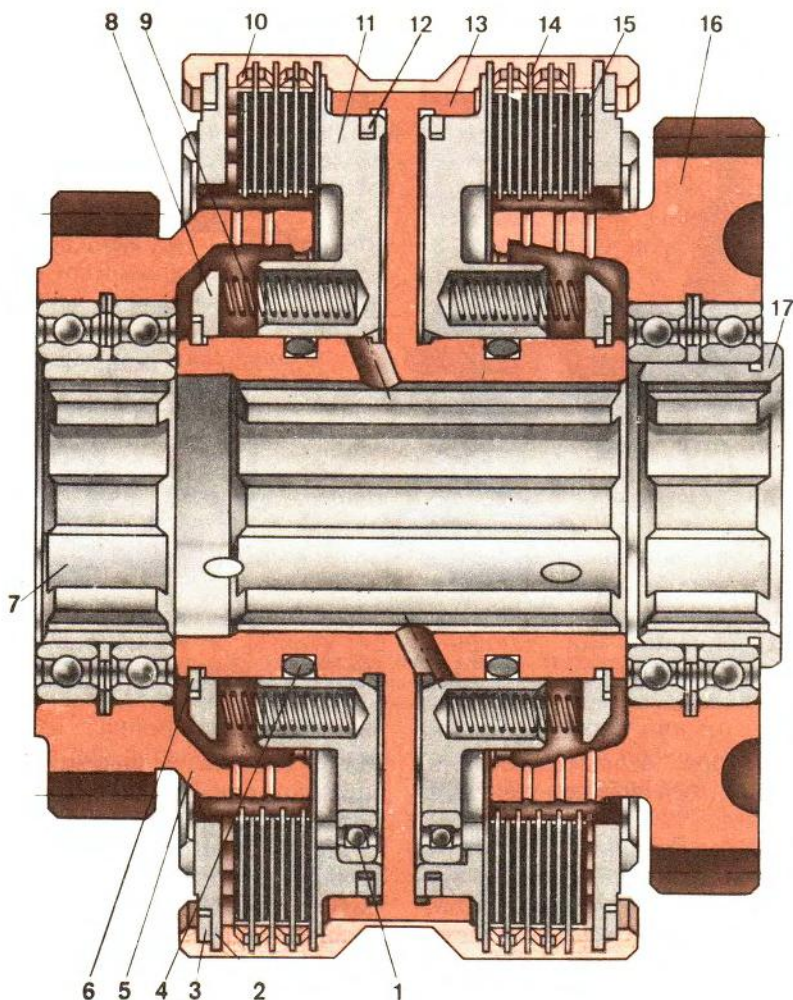


Рис. 89. Гидроподжимная муфта коробки передач трактора Т-150:

1 — шариковый клапан; 2 — упорный диск; 3 и 6 — стопорные кольца; 4 — резиновое кольцо; 5 и 16 — ведомые зубчатые колеса; 7 и 17 — шлицевые втулки; 8 — упорное кольцо; 9 — пружина; 10 — пластинчатая пружина; 11 — поршень; 12 — чугунное кольцо; 13 — барабан; 14 — ведомый диск; 15 — ведущий диск.

кольцом 3, включая при этом муфту. Вращение от зубчатого колеса 5 или 16 через включенную муфту и барабан 13 передается на вторичный вал.

Когда полость над поршнем сообщается со сливом, поршень под усилием пружин возвращается в начальное положение и муфта выключается. Остатки масла выбрасываются через клапаны 1, шарики которых под действием центробежных

сил отходят от гнезд и открывают отверстия.

**Приводы управления механическими коробками передач** служат для переключения передач. Они должны обеспечивать легкость управления, невозможность одновременного включения двух передач, фиксацию включенной передачи от самовыключения, надежность в эксплуатации, а в коробках с переключением передач, требующих оста-

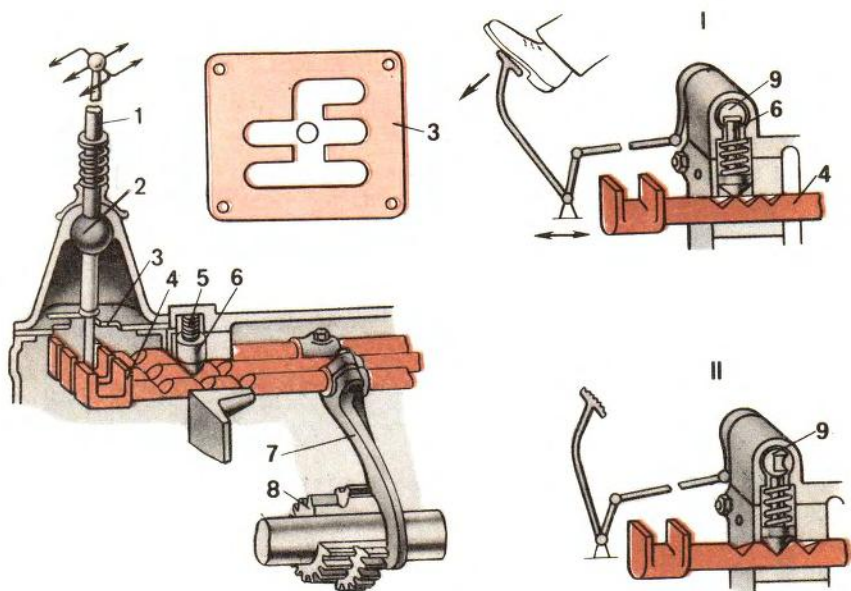


Рис. 90. Механизм переключения и блокировки коробки передач:

1 — муфта сцепления выключена; II — муфта сцепления включена; 1 — рычаг переключения передач; 2 — шаровая опора; 3 — кулиса; 4 — переключающий валик; 5 — пружина; 6 — фиксатор; 7 — вилка; 8 — каретка; 9 — валик блокировочного механизма.

новки трактора, невозможность их переключения без выключения муфты сцепления.

Приводы управления делят на *механические, с управляющими элементами* и *автоматические*. *Механический привод* осуществляется воздействием водителя на рычаг управления и связанный с ним механизм переключения передач. Механический привод широко распространен на автомобилях и тракторах. *Приводы с управляющими элементами* представляют собой специальные устройства с гидро- или электроприводом, воздействуя на управляющий элемент которых достигают переключения передач. К таким приводам можно отнести управление переключением передач в коробках с гидropоджимными муфтами. *Автоматический привод* состоит из устройств, обеспечивающих переключение передач с гидropоджимными муфтами без участия водителя в зависимости от загрузки двигателя и скорости движения.

Из-за сложности конструкции такие приводы пока применяют только на автобусах ЛиАЗ-677М.

*Механический привод* устроен следующим образом. Подвижные зубчатые колеса, каретки, зубчатые муфты имеют кольцевые проточки, в которые входят вилки 7 (рис. 90) переключения передач.

Вилки закреплены на переключающих валиках 4 или ползунах и перемещаются вместе с ними. Переключающие валики перемещают рычагом 1 переключения передач, нижний конец которого входит в прорезь валика. Рычаг, как правило, устанавливают на шаровой опоре 2 в крышке коробки передач. Изменение положения верхнего конца рычага приводит к перемещению его нижнего конца, а вместе с ним и к продвижению переключающих валиков с вилками и зубчатыми колесами. Для придания правильного направления перемещения рычага установлена кулиса 3, представляющая собой пластину с вырезами.

Кулиса также предохраняет механизм от одновременного передвижения двух переключающих валиков, т. е. от включения двух передач. Иногда для предотвращения включения двух передач между валиками или ползунами устанавливают неподвижные пластины.

Самопроизвольное перемещение валиков 4 (самовключение или самовыключение передач) предупреждают фиксаторы 6, которые закрепляют валики во включенном или выключенном положении. На каждой валике имеются выемки, число которых зависит от числа фиксируемых положений данного валика. При включенной или выключенной передаче фиксатор 6 входит в выемку валика 4 и удерживается в ней пружиной 5.

При переключении передач усилием, приложенным к рычагу управления, валик начинает перемещаться и выталкивает фиксатор из углубления. Перемещать валик следует до тех пор, пока фиксатор вновь не опустится в выемку.

В автомобильных коробках передач фиксаторы устанавливают в горизонтальной плоскости и располагают их между валиками. Тем самым они предотвращают самопроизвольное перемещение валиков и одновременное включение двух передач.

Включение передач при включенной или не полностью выключенной муфте сцепления может вызвать соударение и поломку зубчатых колес, выкрашивание зубьев. Чтобы избежать этого, большинство тракторных коробок передач имеет блокировочный механизм. На валике 9 блокировочного механизма, расположенном над фиксаторами 6, профрезерован паз или сделано углубление. Валик рычагами и тягами связан с педалью муфты сцепления. Когда муфта сцепления выключена (педаль нажата), паз валика 9 (рис. 90, I) становится точно над фиксаторами и переключающие ва-

лики 4 могут перемещаться рычагом переключения передач, отжимая фиксаторы вверх. Если сцепление не выключено или выключено не полностью, то валик 9 блокировочного устройства занимает такое положение, при котором верхний конец фиксатора упирается в валик, и переключить передачу невозможно (рис. 90, II).

**Раздаточную коробку** устанавливают в тракторах и автомобилях с двумя и более ведущими мостами для распределения крутящего момента между ними. Она может также выполнять функции дополнительной коробки передач, увеличивая общее передаточное число трансмиссии.

**Ходоуменьшители** предназначены для получения малых и особо малых скоростей движения. На автомобилях, как правило, ходоуменьшители совмещены с раздаточной коробкой (понижающая передача), а на тракторах они могут быть совмещены с коробкой передач (например, в тракторе Т-150К) или собраны в отдельном корпусе.

Раздаточная коробка и ходоуменьшитель трактора Т-150К. Кинематические схемы и принципы работы этих устройств рассмотрены ранее совместно с коробкой передач (см. рис. 86, г).

Раздаточная коробка трактора МТЗ-82 осуществляет автоматическое или принудительное включение и выключение переднего ведущего моста. Она представляет собой одноступенчатый редуктор с роликковой муфтой свободного хода одностороннего действия и механизмом, который может отключать, включать и блокировать муфту свободного хода. В корпусе 10 (рис. 91) на шарикоподшипниках установлен вал 14, на втулке которого свободно вращается ведомая обойма 13 муфты свободного хода с внутренними зубьями, а на шлицевой части вала установлена зубчатая муфта 7 с большим и малым зубчатыми вен-

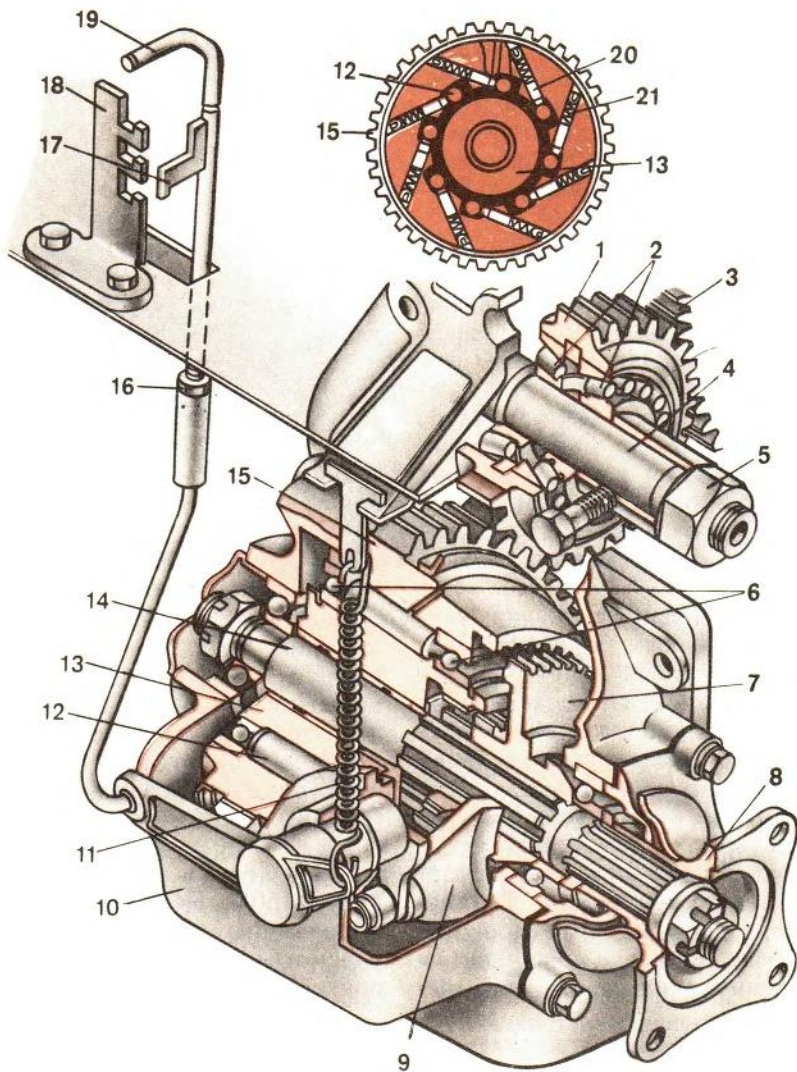


Рис. 91. Раздаточная коробка трактора МТЗ-82:

1 — промежуточное зубчатое колесо; 2 — подшипники; 3 — зубчатое колесо вторичного вала; 4 — ось; 5 — гайка; 6 — подшипники муфты свободного хода; 7 — зубчатая муфта; 8 — соединительный фланец; 9 — вилка; 10 — корпус; 11 — оттяжная пружина; 12 — ролик; 13 — ведомая обойма муфты свободного хода; 14 — вал; 15 — зубчатое колесо; 16 — резьбовая муфта; 17 — упор тяги; 18 — стойка; 19 — тяга управления; 20 — плунжер; 21 — пружина ролика.

цами. Снаружи на валу закреплен фланец 8 для присоединения карданного вала.

Зубчатое колесо 15 служит наружной обоймой муфты свободного хода и может вращаться относительно обоймы 13 на шарикоподшипниках 6. На наружной обойме

имеется зубчатый венец с внутренними зубьями для соединения с большим венцом зубчатой муфты 7. В профильных пазах зубчатого колеса 15 расположены восемь заклинивающих роликов 12 с плунжерами 20 и пружинами 21.

Зубчатое колесо 15 приводится во

вращение от зубчатого колеса 3 коробки передач через промежуточное зубчатое колесо 1, установленное на оси 4 в расточке корпуса коробки передач.

При движении трактора зубчатое колесо 15 вращается, но поскольку внутренняя обойма 13 сидит на валу свободно, вращение на вал 14 от коробки передач не передается. Муфта свободного хода отключена (как показано на рис. 91).

Включим муфту. Для этого упор 17 тяги установим в средний паз стойки 18. Тогда вилка 9 переместит зубчатую муфту наполовину и введет в зацепление ее малый зубчатый венец с зубчатым венцом ведомой обоймы 13 муфты свободного хода. При движении трактора без пробуксовывания задних ведущих колес зубчатое колесо 15 с наружной обоймой, получая вращение от коробки передач, будет вращаться медленнее, чем внутренняя обойма 13 муфты свободного хода, получающая вращение от передних колес. При таком движении трактора ролики 12 расклинены, зубчатое колесо 15 и обойма 13 вращаются независимо друг от друга, крутящий момент на передний мост не передается.

Как только задние колеса начнут буксовать (буксование достигает 5%), скорость трактора снизится, уменьшатся частота вращения передних колес, а следовательно, и частота вращения ведомой обоймы 13. Когда частоты вращения обеих обойм муфты свободного хода станут одинаковыми, ролики 12 заклинятся и соединят обе обоймы в одно целое. Крутящий момент от коробки передач будет передаваться на передний мост трактора. Когда прекратится буксование задних колес, обе обоймы муфты свободного хода разъединятся и передача крутящего момента на передний мост прекратится.

Если упор 17 тяги установить в верхний паз стойки 18, то муфта 7

передвинется еще левее и ее большой зубчатый венец войдет в зацепление с зубчатым венцом колеса 15 и заблокирует муфту свободного хода, т. е. жестко соединит зубчатое колесо 15 с валом 14. Происходит принудительное включение переднего моста. Такое включение следует применять при трогании трактора с места, заднем ходе и длительной работе трактора на рыхлых, переувлажненных почвах, когда задние колеса постоянно буксуют.

**Основные возможные неисправности и техническое обслуживание.** В механической коробке передач зубчатые колеса должны переключаться без рывков и шума при небольшом усилии на рычаге, без самопроизвольного включения и выключения.

Во избежание износа и поломки зубьев включать передачи тракторов нужно только при полностью остановленном первичном вале.

Техническое обслуживание механической коробки передач заключается в проверке уровня масла и его своевременной замене, выявлении и устранении течи масла, шумов, стуков и перегрева корпусов подшипников, крышек, стенок корпуса, а также в регулировании механизма блокировки.

Механизм блокировки регулируют, изменяя длину тяги, соединяющей педаль выключенной муфты сцепления с рычагом валика блокирующего устройства, находящегося в положении, при котором передачи свободно переключаются.

Уровень масла в коробках передач тракторов Т-130М, ДТ-175С, ДТ-75МВ, МТЗ-100 проверяют по масломерной линейке, а в автомобилях и тракторах Т-4А, Т-70С, МТЗ-80 и МТЗ-82 — по контрольному отверстию, закрытому пробкой. В коробку передач тракторов Т-150, Т-150К доливают и проверяют уровень масла только при работающем дизеле. Уровень масла контролируют с помощью мерного стекла.

Необходимо постоянно следить за давлением масла в гидравлической системе коробки передач по показаниям манометра, установленного в кабине. Нормальное давление 0,85...0,95 МПа не зависит от частоты вращения коленчатого вала дизеля. Работать при давлении ниже 0,7 МПа не разрешается. При повышении давления также необходимо остановить трактор и устранить обнаруженные дефекты.

В тракторе Т-70С через одно ТО-3, а в тракторах МТЗ-80, МТЗ-82 через два ТО-3 проверяют и при необходимости регулируют подшипники вторичного вала коробки передач.

## **§ 5. ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И КАРДАНЫЕ ПЕРЕДАЧИ**

**Промежуточные соединения** предназначены для передачи вращательного движения от одного вала к другому, оси которых совпадают. Однако несоосность валов может возникнуть при неточностях изготовления, погрешностях сборки, деформации рам и корпусов, а также изменении взаимного расположения сборочных единиц в процессе эксплуатации.

Соединяя валы не жестко, а специальными шарнирами, уменьшают вредные нагрузки на детали, возникающие от несоосности валов, и этим повышают их долговечность.

В гусеничных тракторах коробка передач и задний мост обычно расположены в одном корпусе или их корпуса жестко соединены один с другим, а двигатель же с муфтой сцепления установлен на раме отдельно. Поэтому необходимо промежуточное соединение между валами муфты сцепления и коробки передач, так как их несоосность может возникнуть от перекоса при установке двигателя с муфтой сцепления на раму.

В полурамных колесных тракто-

рах корпуса муфты сцепления, коробки передач и заднего моста жестко соединены между собой и образуют остов. Возможная несоосность валов муфты сцепления и коробки передач здесь значительно меньше.

Поэтому требования к промежуточным соединениям, а соответственно и конструкция последних различные. Длина этих соединений постоянна.

По числу шарниров промежуточные соединения делят на одинарные и двойные, т. е. с одним или двумя шарнирами.

По конструкции шарниров соединения могут быть жесткие, мягкие (упругие) и комбинированные. Жесткие шарниры состоят только из металлических деталей, а мягкие имеют упругие неметаллические элементы.

Одинарное упругое промежуточное соединение с резиновыми элементами, работающими на сжатие, применяют на тракторах ЮМЗ-6Л и ЮМЗ-6М для соединения вала муфты сцепления с первичным валом коробки передач. Передняя вилка этого соединения выполнена как единое целое с валом 1 (рис. 92) муфты сцепления, а задняя — аналогично с первичным валом 2 коробки передач. Вилки расположены крестообразно. В четыре свободных промежутка между ними (по окружности) вложены резиновые элементы 3, удерживаемые от выпадения прижимами 4 с болтами 5.

Двойное упругое промежуточное соединение устанавливают на тракторах ДТ-75МВ и ДТ-175С. Основная часть такого соединения — две головки, каждая из которых представляет собой два соединенных заклепками и сваркой штампованных диска 2 (рис. 93), в цилиндрические гнезда которых предварительно вставлены металлические втулки 4 с упругими элементами 1. Упругие элементы изго-

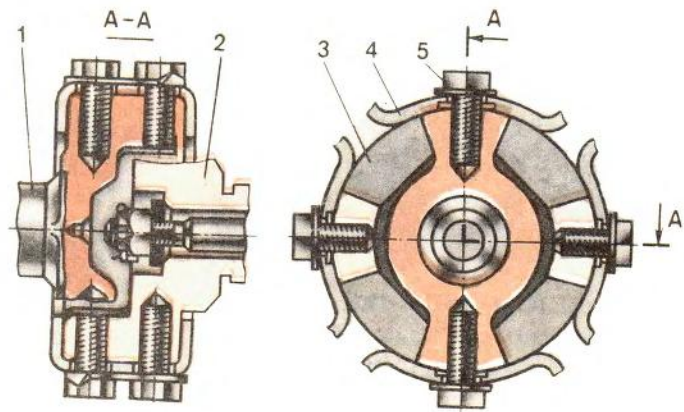


Рис. 92. Одинарное упругое промежуточное соединение:

1 — вал муфты сцепления;  
2 — первичный вал коробки передач; 3 — резиновый элемент; 4 — прижим; 5 — болт.

товлены из резины и для большей прочности снаружи покрыты несколькими слоями прорезиненной ткани, а внутрь их завулканизированы цилиндрические каркасы из металлической сетки. Металлические втулки 4 выступают наружу поясками вставляют в отверстия вилок 3, 6 и крепят к ним болтами 5 с корончатыми гайками и шплинтами.

Головки соединяют между собой с помощью вилок, одна из которых

(3) имеет наружные, а другая (6) — внутренние шлицы. Переднюю наружную вилку соединяют с валом муфты сцепления, а заднюю наружную (6) устанавливают на шлицевой конец ведущего вала ходоуменьшителя или реверс-редуктора (в тракторах ДТ-75МБ), первичного вала коробки передач (ДТ-75МБ), вала насосного колеса гидротрансформатора (ДТ-175С).

Небольшие несоосность и перекокс валов компенсируют установленные упругие резиновые элементы и крестообразно расположенные вилки.

Одинарное жесткое промежуточное соединение представляет собой соединение двух шлицевых валов с помощью втулки, имеющей внутренние шлицы, или непосредственно между собой. В последнем случае один вал имеет наружные, а другой — внутренние шлицы. Такие соединения применяют на тракторах Т-150, Т-150К, МТЗ-100, МТЗ-102.

Комбинированное промежуточное соединение двигателя с трансмиссией применено на тракторе К-701.

**Карданные передачи** предназначены для сообщения вращательного движения от одного вала к другому, оси которых не совпадают. При движении трактора или автомобиля взаимное расположение валов может изменяться. Эти передачи применяют

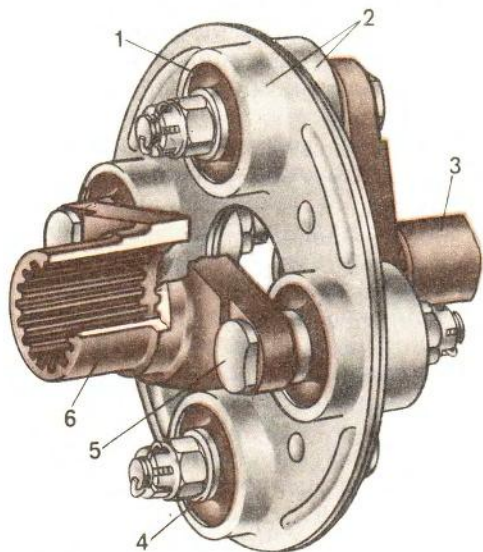


Рис. 93. Головка двойного упругого промежуточного соединения:

1 — упругий элемент; 2 — диски; 3 — внутренняя вилка; 4 — втулка; 5 — болт; 6 — наружная задняя вилка.

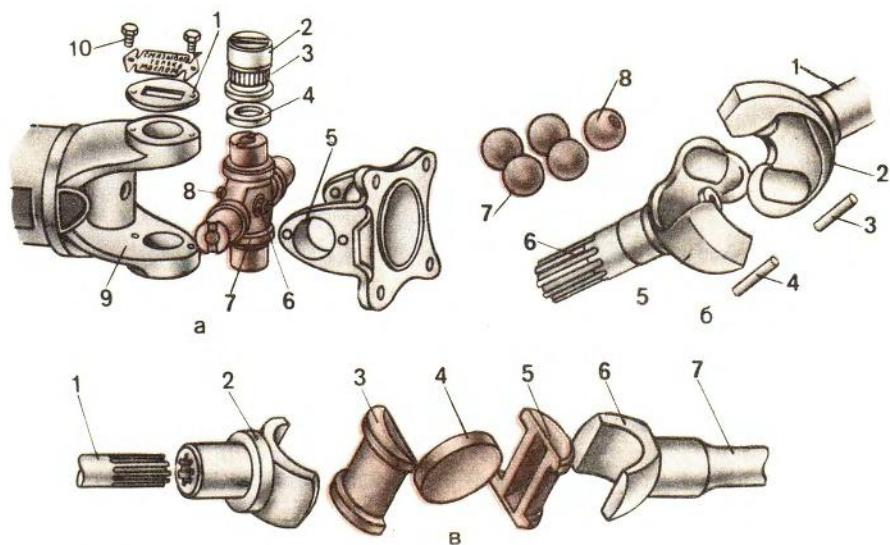


Рис. 94. Карданные шарниры:

**а** — неравных угловых скоростей: 1 — крышка; 2 — стакан; 3 — игольчатый подшипник; 4 — сальник; 5 и 9 — вилки; 6 — предохранительный клапан; 7 — крестовина; 8 — масленка; 10 — болт; 6 — шариковый равных угловых скоростей: 1 — внутренняя полуось; 2 и 5 — ведущая и ведомая вилки; 3 — штифт; 4 — шпилька; 6 — наружная полуось; 7 — ведущие боковые шарики; 8 — центральный шарик; **в** — кулачковый равных угловых скоростей: 1 — наружная полуось; 2 и 6 — вилки; 3 и 5 — кулачки; 4 — диск; 7 — внутренняя полуось.

также в тех случаях, когда соединяемые валы сборочных единиц располагают на значительном (изменяемом) расстоянии один от другого. Поэтому длина карданных валов переменна.

Карданная передача обычно состоит из карданного вала и двух (реже одного) карданных шарниров. В зависимости от значения углов между осями соединяемых валов и осью карданного вала можно использовать полукарданные (жесткие или упругие) и полные карданные шарниры. Последние делят на шарниры неравных и равных угловых скоростей. Наиболее распространены полные карданные шарниры, основными деталями которых служат две вилки и крестовина с игольчатыми подшипниками.

Карданные валы трубчатые, с телескопическим шлицевым соединением, обеспечивающим изменение длины вала. Шлицевое соединение смазывают через масленку и уплотняют сальником. Для защиты соеди-

нения от пыли и грязи устанавливают резиновый гофрированный чехол.

Полные карданные шарниры неравных угловых скоростей широко применяют в автомобилях и тракторах. Карданный шарнир такой передачи состоит из вилок 5 и 9 (рис. 94, а), крестовины 7, игольчатых подшипников 3 и сальников 4. Подшипники собирают в стаканах 2 и вместе с сальниками надевают на пальцы крестовины. Стаканы удерживаются в вилках крышками 1, которые крепят к вилке болтами 10 со стопорной пластиной. Подшипники смазывают через масленку 8. Для снижения излишнего давления масла в крестовине 7 установлен предохранительный клапан 6.

При равномерном вращении ведущей вилки 9 ведомая вилка 5 вращается неравномерно: за каждый оборот карданного вала она дважды обгоняет и дважды отстает от ведущей вилки. Для устранения неравномерности вращения ведомого вала применяют два карданных шарнира,

а вилки карданного вала располагают в одной плоскости. В этом случае неравномерность вращения, вызываемая одним шарниром, компенсируется неравномерностью, вызываемой другим шарниром.

Карданные шарниры равных угловых скоростей используют в приводе передних ведущих мостов автомобилей семейств ЗИЛ, ГАЗ, УАЗ. Такой шарнир состоит из вилок 2 и 5 (рис. 94, б), четырех боковых 7 и центрального 8 шариков. Ведущие боковые шарики расположены в канавках вилок, соединяя их между собой. Для центрирования на торцах вилок предусмотрены сферические углубления, в которые помещают центральный шарик 8, не позволяющий ведущим шарикам выкатываться из канавок. Шпилька 4, вставляемая одним концом в осевой канал ведомой вилки, а другим — в отверстие центрального шарика, запирает собранный карданный шарнир.

Канавки вилок имеют такую форму, при которой ведущие шарики независимо от угловых перемещений вилок всегда располагаются в плоскости, делящей пополам угол между осями ведущей и ведомой вилок. Благодаря этому угловые скорости обеих вилок одинаковые.

В приводе передних ведущих колес автомобиля Урал-5557 применен кулачковый шарнир равных угловых скоростей. Шарнир состоит из кулачков 3 и 5 (рис. 94, в) с наружными цилиндрическими поверхностями. Внутри кулачков выполнены пазы с плоскими поверхностями, в которые вставлен диск 4. Цилиндрические шейки кулачков охватываются вилками 2 и 6, имеющими такие же поверхности.

Карданная передача автомобилей ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130, семейства ВАЗ «Жигули» и других состоит из промежуточного и главного валов, трех карданных шарниров и промежуточной опоры. При такой конструкции уменьшается вибрация валов.

**Техническое обслуживание** промежуточных соединений и карданных передач заключается в осмотре, подтягивании креплений и смазывании. Для смазывания карданных шарниров применяют трансмиссионное масло, а шлицевых соединений — консистентные смазки.

## **§ 6. ВЕДУЩИЕ МОСТЫ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ**

**Общие сведения.** Ведущие мосты представляют собой объединенные в одну сборочную единицу механизмы трансмиссии, предназначенные для трансформации, распределения и переноса вращательного движения от вторичного вала коробки передач или раздаточной коробки к ведущим колесам, а также для переноса поступательного движения от ведущих колес к несущей системе (остову).

Ведущие мосты колесных тракторов и автомобилей состоят из главной передачи, дифференциала, валов ведущих колес (полусей) и конечных передач. Легковые и грузовые (малой и средней грузоподъемности) автомобили не имеют конечных передач.

Число ведущих мостов зависит от колесной формулы трактора (3К2, 4К2, 4К4) или автомобиля (4×2, 4×4, 6×4, 6×6, 8×8,) где первая цифра означает общее число колес, а вторая — число ведущих колес (сдвоенные колеса считают за одно колесо).

На полноприводные тракторы (Т-30А, Т-40АМ, МТЗ-82, МТЗ-102, Т-150К, К-701) с колесной формулой 4К4 устанавливают два ведущих моста — передний и задний, на полноприводные автомобили типа 4×4 (ВАЗ-2121, УАЗ-3151, ГАЗ-66) — два, типа 6×6 (ЗИЛ-131, КамАЗ-4310, Урал-5557) — три, а типа 8×8 (МАЗ-7310) — четыре ведущих моста.

**Главная передача** служит для увеличения передаточного числа трансмиссии и крутящего момента, изменения на угол  $90^\circ$  направления передаваемого вращательного движения и переноса его к межколесному дифференциалу.

По числу пар зубчатых колес различают *одинарные* и *двойные* главные передачи, а по конструкции — *конические со спиральными зубьями*, *гипоидные* и *цилиндрические*.

Одинарные главные передачи представляют собой, как правило, пару конических зубчатых колес со спиральными зубьями или гипоидную передачу. Применение последних позволяет по сравнению с конической передачей при одних и тех же размерах зубчатых колес увеличить передаваемое усилие, повысить долговечность, снизить уровень шума. Оси зубчатых колес гипоидных передач не пересекаются.

Наличие смещенного ведущего зубчатого колеса позволяет изменить дорожный просвет, что особенно важно для легковых автомобилей.

Одинарные главные передачи с коническими зубчатыми колесами применяют на автомобилях семейств УАЗ и ЗАЗ, колесных тракторах МТЗ-80, МТЗ-100, Т-150К, К-701. Одинарные гипоидные передачи устанавливают на автомобилях ГАЗ-53-12, ГАЗ-66, ГАЗ-3102 «Волга», семейств ВАЗ «Жигули» и «Москвич».

Одинарные главные передачи, состоящие из пары цилиндрических зубчатых колес, применяют в тех случаях, когда оси валов коробок передач расположены перпендикулярно к продольной оси трактора. Их устанавливают на автомобиле ВАЗ-2108, тракторе Т-25А и самоходном шасси Т-16М.

Одинарная главная передача трактора Т-150К имеет

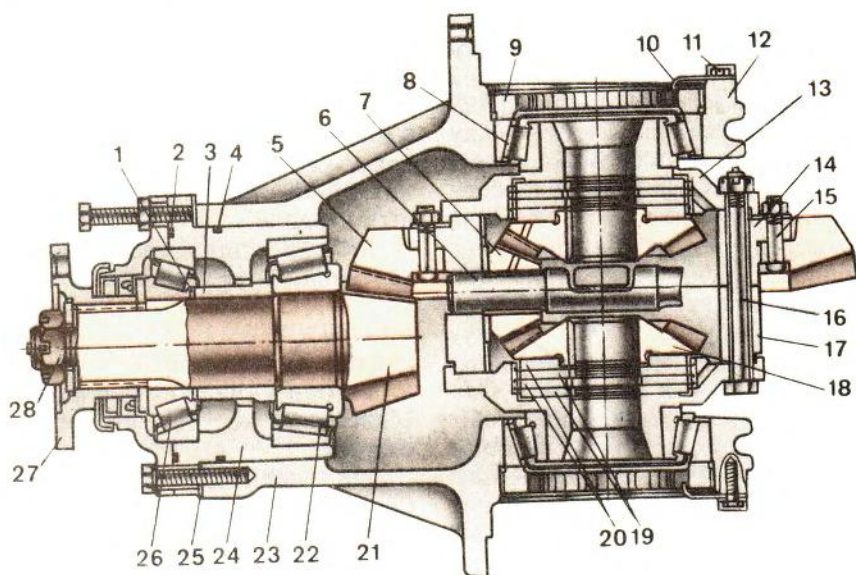


Рис. 95. Главная передача и дифференциал трактора Т-150К:

1 и 25 — регулировочные прокладки; 2 и 4 — уплотнительные прокладки; 3 — втулка; 5 — ведомое коническое зубчатое колесо; 6 — палец; 7 — сателлит; 8, 22 и 26 — конические роликовые подшипники; 9 — регулировочная гайка; 10 — стопорная пластина; 11, 15 и 16 — болты; 12 — крышка подшипника; 13 — фланец дифференциала; 14 и 17 — чашки дифференциала; 18 — коническое зубчатое колесо; 19 — диски с внутренними шлицами; 20 — диски с наружными шлицами; 21 — ведущее коническое зубчатое колесо; 23 — картер; 24 — стакан; 27 — фланец; 28 — гайка.

конические зубчатые колеса со спиральными зубьями. Ведущее колесо 21 (рис. 95) передачи, изготовленное как единое целое с ведущим валом, вращается в двух конических роликовых подшипниках 22 и 26, расположенных в стакане 24. Последний отцентрирован относительно картера 23 и прикреплен к нему болтами. На шлицевой конец вала надет фланец 27 для соединения с фланцем карданной передачи. Фланец 27 закреплен шайбой и гайкой 28, которая одновременно затягивает внутренние обоймы конических роликовых подшипников. Осевой зазор в подшипниках регулируют прокладками 1.

Ведомое колесо 5 специальными призонными болтами 15 крепят к бурту корпуса дифференциала. Последний вместе с колесом вращается в конических подшипниках 8, установленных в разъемных гнездах корпуса 23 и крышек 12. Корпус дифференциала состоит из двух фланцев 13, чашек 14 (с буртом) и 17, стянутых болтами 16. Крышки 12 подшипников крепят шпильками с корончатыми гайками.

Конические подшипники и одновременно зазор в зацеплении конических зубчатых колес регулируют гайками 9 только при замене деталей. В процессе эксплуатации регулировку не проводят.

Главные передачи переднего и заднего ведущих мостов трактора Т-150К одинаковы.

Двойные главные передачи состоят из двух зубчатых передач: конической и цилиндрической. Цилиндрическая зубчатая передача с прямыми или косыми зубьями выполняет функцию конечной передачи — увеличивает передаточное число и крутящий момент, снижает частоту вращения. Двойная главная передача может быть *центральной*, когда обе пары зубчатых колес размещены в одном картере, и *разнесенной*, когда цилиндрическая пара зубчатых колес нахо-

дится в приводе каждого ведущего колеса. Центральную главную передачу можно выполнить *двухступенчатой*, т. е. с двумя переключаемыми парами цилиндрических зубчатых колес, имеющими разные передаточные числа.

Двойные центральные главные передачи устанавливают на автомобилях ЗИЛ-130, ЗИЛ-131, Урал-5557, КамАЗ-4310, КамАЗ-5320, разнесенную — на автомобиле МАЗ-5335.

Двойная центральная главная передача автомобиля КамАЗ-5320. Ведущее коническое зубчатое колесо 21 (рис. 96) главной передачи заднего моста установлено на шлицах ведущего вала 22, который вращается в двух конических 18 и 20 и одном цилиндрическом роликовых подшипниках, расположенных в расточках картера 1. Ведущий вал 22 приводится во вращение от межосевого дифференциала посредством карданной передачи, соединенной с валом фланцем 25.

Ведомое коническое зубчатое колесо 2 напрессовано на вал ведущего цилиндрического зубчатого колеса 3 и удерживается от проворачивания призматической шпонкой. Колесо 3, выполненное как единое целое с валом, вращается в двух конических 4 и одном цилиндрическом 15 роликовых подшипниках. Конические роликовые подшипники установлены в стакане 5, а цилиндрический — в расточке перегородки картера главной передачи. Чтобы отрегулировать натяжку конических подшипников, следует подобрать регулировочные шайбы 7 и 19 необходимой толщины.

Ведущее и ведомое конические зубчатые колеса подбирают на заводе в комплекты, притирают их и клеймят, указывая порядковый номер комплекта. Зацепление конических зубчатых колес регулируют только при замене зубчатых колес, подбирая регулировочные прокладки 8 и 17 требуемой толщины.

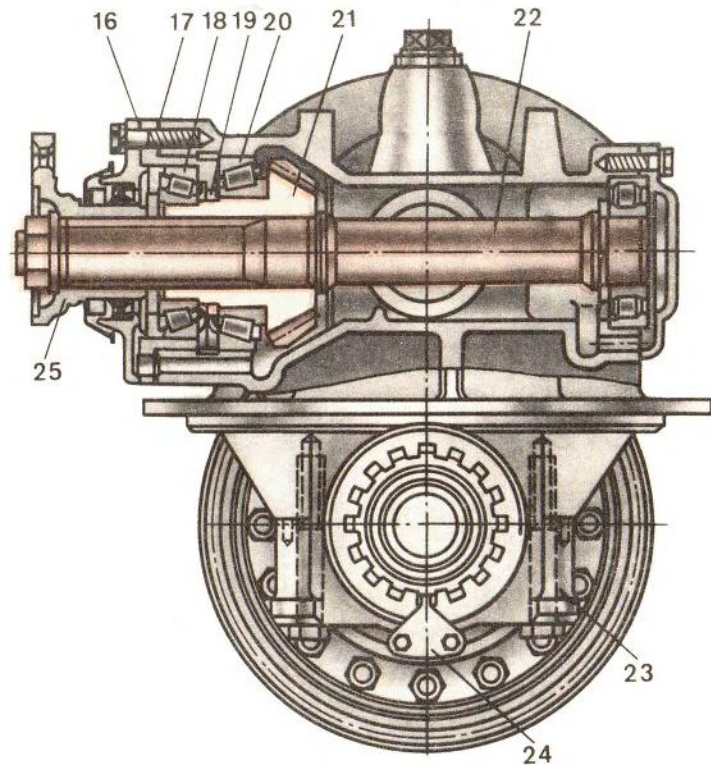
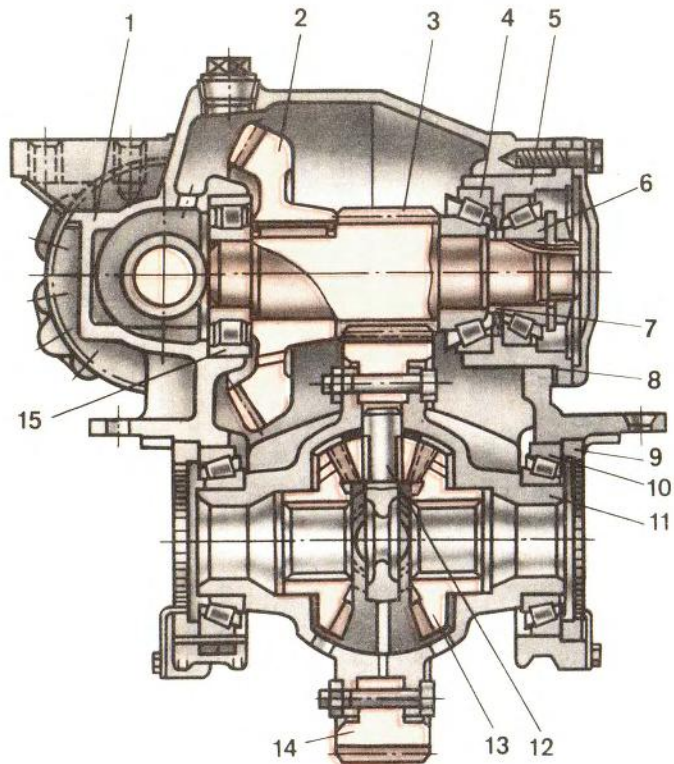


Рис. 96. Главная передача и дифференциал заднего моста автомобиля КамАЗ-5320:

1 — картер главной передачи; 2 — ведомое коническое зубчатое колесо; 3 — ведущее цилиндрическое зубчатое колесо; 4, 6, 10, 18 и 20 — конические роликовые подшипники; 5 — стакан подшипников; 7 и 19 — регули-

ровочные шайбы; 8 и 17 — регулировочные прокладки; 9 — регулировочная гайка; 11 — корпус дифференциала; 12 — крестовина; 13 — коническое зубчатое колесо; 14 — ведомое цилиндрическое зубчатое колесо; 15 — цилиндрический роликовый подшипник; 16 — прокладка; 21 — ведущее коническое зубчатое колесо; 22 — ведущий вал главной передачи; 23 — крышка подшипника; 24 — стопор; 25 — фланец.

Ведущее цилиндрическое колесо 3 с 12...15 косыми зубьями находится в зацеплении с ведомым цилиндрическим колесом 14, имеющим 50...47 зубьев.

Ступицей последнего служит разъемный корпус 11 дифференциала, который установлен в двух конических роликовых подшипниках 10, регулируемых гайками 9.

Для смазывания подшипников в картере главной передачи имеются маслосборники, из которых масло по сверлениям в стенках картера поступает к подшипникам.

Главная передача среднего ведущего моста отличается от главной передачи заднего ведущего моста тем, что через полый ведущий вал конической пары и картер проходит вал привода заднего моста.

**Дифференциал.** При повороте колесного трактора или автомобиля его колеса катятся по концентрическим траекториям и проходят разные пути: внутреннее (по отношению к центру поворота) колесо проходит меньший путь, а наружное — больший. Поэтому и частота вращения колес должна быть различной — внешнего больше, чем внутреннего. Чем круче поворот и больше ширина колеи, тем больше разность частот вращения колес.

При прямолинейном движении трактора или автомобиля по неровной дороге, неодинаковом давлении воздуха в шинах или разном износе протектора колеса также должны вращаться с различной, но строго дифференцированной частотой.

Поэтому в ведущих мостах колесных тракторов и автомобилей устанавливают симметричный дифференциал, который предназначен для увеличения частоты вращения одного колеса за счет равного уменьшения частоты вращения другого колеса.

Рассмотрим схему работы симметричного дифференциала с коническими зубчатыми колесами. На корпусе 1 (рис. 97) дифференциала установлено ведомое коническое

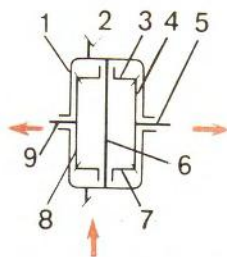


Рис. 97. Схема простого дифференциала с коническими зубчатыми колесами:

1 — корпус дифференциала; 2 — ведомое коническое зубчатое колесо главной передачи; 3 и 7 — сателлиты; 4 и 8 — конические зубчатые колеса; 5 и 9 — валы ведущих колес; 6 — крестовина.

зубчатое колесо 2 главной передачи. Внутри корпуса свободно размещены два конических зубчатых колеса 4 и 8, связанных шлицами с валами 5 и 9 ведущих колес, а также два или четыре конических зубчатых колеса 3 и 7, называемых *сателлитами*. Последние входят в зацепление с зубчатыми колесами 4, 8 и могут свободно вращаться на цапфах крестовины 6, которая жестко соединена с корпусом 1 дифференциала.

При прямолинейном движении трактора или автомобиля по ровной опорной поверхности сопротивление вращению ведущих колес одинаково и частоты их вращения равны частоте вращения корпуса дифференциала, сателлиты 3 и 7 вокруг своей оси не вращаются.

Если сопротивление вращению одного из ведущих колес возрастет (например, при повороте), то его вращение вместе с валом и коническим зубчатым колесом замедлится. Предположим, что замедлилось вращение вала 5 и зубчатого колеса 4. Корпус дифференциала, вращаясь с постоянной частотой, начинает обгонять отстающее коническое колесо 4 и, воздействуя на сателлиты, обкатывает их по зубьям этого колеса. Сателлиты начинают вращаться вокруг своей оси и дополнительно поворачивать коническое зубчатое колесо 8, вал 9 и связанное с ним колесо трактора или автомо-

биля, увеличивая частоту вращения этого колеса. Вращающиеся сателлиты ускоряют вращение одного колеса настолько, насколько замедлилось вращение другого колеса.

Свойство дифференциала обеспечивать возможность вращения ведущих колес с разными частотами по принципу наименьшего действия оказывает и отрицательное влияние. Например, при большом сопротивлении движению и разных силах трения колес о почву дифференциалу легче вращать колесо, у которого сила трения о почву (сцепление) меньше. Поэтому колесо, которое трудно вращать и катить, останавливается, а второе буксует (вращается вдвое быстрее). Для устранения этого недостатка применяют различные механизмы блокировки — выключения дифференциала.

Классифицируют дифференциалы по следующим признакам: по конструкции — с коническими зубчатыми колесами, кулачковые, червячные; по месту установки — межколесный (в одном мосту), межосевой (между ведущими задними мостами), межбортовой (между ведущими колесами с одной стороны); по наличию механизма блокировки — без блокировки, с блокировкой, самоблокирующиеся; по приводу к механизму блокировки — с механическим, гидравлическим, пневматическим приводами. Межосевые дифференциалы могут быть симметричными и несимметричными. Самоблокирующиеся дифференциалы делят на дифференциалы повышенного трения и с механизмом свободного хода.

Дифференциал заднего моста автомобиля КамАЗ-5320 собран в корпусе 11 (см. рис. 96), состоящем из двух чашек, соединенных болтами с зубчатым венцом 14. Корпус дифференциала вращается в двух конических роликовых подшипниках 10. Между двумя чашками корпуса зажата крестовина 12, на цапфах которой расположены сател-

литы с бронзовой втулкой. Внутри корпуса установлены два конических зубчатых колеса 13, которые находятся в зацеплении с сателлитами. Ступицы колес 13 внутренними шлицами соединены с шлицевыми концами валов ведущих колес автомобиля. Для уменьшения трения под торцовые поверхности сателлитов и зубчатых колес 13 подложены шайбы.

Межосевой дифференциал автомобиля КамАЗ-5320 предназначен для распределения вращательного движения между средним и задним ведущими мостами, а также для обеспечения различных частот вращения ведущих колес этих мостов. Дифференциал собран в картере 6 (рис. 98), который прикреплен к картеру главной передачи среднего ведущего моста. Корпус дифференциала состоит из двух чашек 8 и 23, соединенных самостопорящими болтами 26. Передняя чашка 8 установлена в шарикоподшипнике 29. На шлицы хвостовика чашки надет и закреплен гайкой 1 с шайбой 2 фланец 3. Вращение от вторичного вала коробки передач через карданную передачу и фланец 3 передается передней чашке 8, а следовательно, и всему корпусу дифференциала, крестовине 24 и сателлитам 9. Наружный зубчатый (шлицевой) венеч на торце задней чашки 23 соединяется с зубчатой муфтой 20 блокировки дифференциала.

Внутри корпуса дифференциала имеются два конических зубчатых колеса 22 и 25 привода соответственно среднего и заднего ведущих мостов. Эти колеса находятся в постоянном зацеплении с четырьмя сателлитами 9, сидящими свободно на цапфах крестовины 24. Под торцы всех конических зубчатых колес установлены опорные шайбы 7 и 10.

Внутренними шлицами зубчатое колесо 22 соединено с шлицевым хвостовиком ведущего конического зубчатого колеса главной передачи

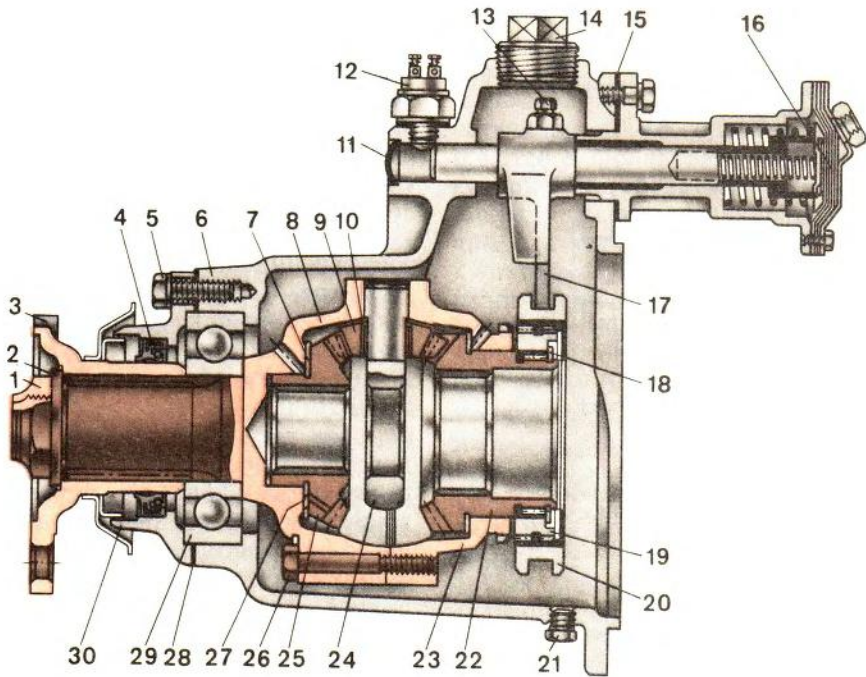


Рис. 98. Межосевой дифференциал автомобиля КамАЗ-5320:

1 — гайка крепления фланца; 2 — шайба; 3 — фланец; 4 — сальник; 5 — болт; 6 — картер межосевого дифференциала; 7 и 10 — опорные шайбы; 8 — передняя чашка; 9 — спутник с бронзовой втулкой; 11 — заглушка; 12 — выключатель; 13 — установочный винт; 14 — заливная пробка; 15 и 28 — прокладки; 16 — диафрагма; 17 — вилка; 18 — стопорное кольцо; 19 — внутренняя зубчатая муфта; 20 — муфта блокировки; 21 — сливная пробка; 22 — коническое зубчатое колесо привода среднего моста; 23 — задняя чашка; 24 — крестовина; 25 — коническое зубчатое колесо привода заднего моста; 26 — самостопорящийся болт; 27 — отверстие; 29 — шарикоподшипник; 30 — крышка подшипника.

среднего ведущего моста, которое выполнено пустотелым. Внутри этого колеса проходит вал привода заднего ведущего моста, имеющий на обоих концах наружные шлицы. Одним концом этот вал соединяется с внутренними шлицами зубчатого колеса 25, а другим концом — с внутренними шлицами фланца, который через карданную передачу передает вращение главной передаче заднего моста.

Так как колеса 22 и 25 имеют одинаковое число зубьев и приводятся во вращение спутниками 9, то межосевой дифференциал считают симметричным.

Дифференциал имеет блокировку с пневматическим приводом. Механизм блокировки состоит из зубчатых муфт 19 и 20, штока с вилкой 17,

диафрагменной камеры и крана управления. На наружные зубья хвостовика колеса 22 надета и закреплена стопорным кольцом 18 внутренняя муфта 19, на наружные зубья которой надета муфта 20 блокировки дифференциала.

При повороте ручки крана управления блокировкой воздух из пневматической системы по трубопроводам поступает в диафрагменную камеру. Под давлением воздуха диафрагма 16 прогибается и сжимает пружины. Под действием усилия сжатой пружины меньшего диаметра шток с вилкой 17 перемещает зубчатую муфту 20 блокировки дифференциала вперед (влево). Муфта 20, соединяясь шлицами с зубчатым венцом задней чашки 23, блокирует межосевой дифференциал, т. е. пре-

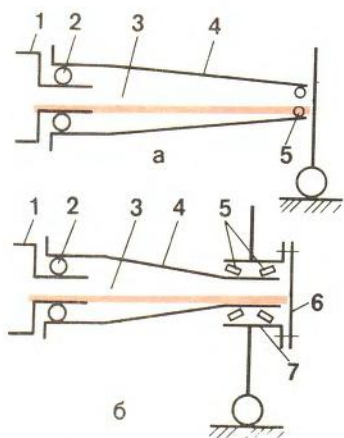


Рис. 99. Типы валов ведущих колес:

**а** — полуразгруженный; **б** — разгруженный полностью; 1 — корпус дифференциала; 2 и 5 — подшипники; 3 — вал; 4 — балка ведущего моста; 6 — фланец вала; 7 — ступица колеса.

пятствует вращению сателлитов вокруг своих осей, заставляя их вращать зубчатые колеса 22 и 25 с одинаковыми скоростями. При перемещении шток замыкает контакты микровыключателя 12, включая тем самым контрольную лампу на щитке приборов.

При выключении блокировки диафрагменная камера сообщается с атмосферой, шток с вилкой 17 и муфта 20 возвращается в начальное положение под действием возвратной (большого диаметра) пружины.

Межколесный дифференциал трактора Т-150К с коническими зубчатыми колесами, самоблокирующийся, повышенного трения. В корпусе дифференциала, собранном из двух фланцев 13 (см. рис. 95) и чашек 14, 17, расположены два конических зубчатых колеса 18 и четыре сателлита 7, свободно надетых на цапфы двух пальцев 6 и входящих в зацепление с колесами 18. Пальцы 6 зажаты между чашками 14 и 17. Под торцы сателлитов установлены опорные шайбы, а между торцами конических зубчатых колес 18 и фланцами 13 — по четыре стальных диска 19 и 20.

Диски 20 наружными шлицами соединены со шлицами фланцев 13, а диски 19 внутренними шлицами, как и конические зубчатые колеса 18, соединены со шлицевыми концами валов привода ведущих колес трактора.

Стальные диски 19 и 20 за счет сил трения обеспечивают блокировку дифференциала. Зубья ведущих сателлитов 7 постоянно действуют на зубья ведомых колес 18, раздвигая их вдоль оси моста. Зубчатые колеса 18 под действием осевых сил постоянно сжимают диски 19 и 20, которые за счет сил трения затрудняют их поворот относительно корпуса дифференциала и вращение сателлитов 7 вокруг своих осей. Поэтому при разности коэффициентов сцепления ведущих колес трактора с почвой, равной коэффициенту блокировки (коэффициент блокировки есть отношение момента сил трения в дифференциале к моменту на его корпусе), вращаются оба колеса, а не одно, как при обычном коническом дифференциале, у которого коэффициент блокировки не превышает 0,1.

**Валы ведущих колес** в зависимости от степени нагруженности изгибающим моментом, обусловленной конструкцией внешней опоры (типом подшипников и местом их расположения), условно делят на три типа: *полуразгруженные, разгруженные на три четверти и полностью разгруженные.*

Полуразгруженный вал 3 (рис. 99, а) внешним концом опирается на подшипник 5, установленный в балке 4 ведущего моста. Силы и реакции создают моменты, изгибающие вал в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Полуразгруженный тип валов ведущих колес применяют обычно на легковых автомобилях, грузовых автомобилях малой грузоподъемности и колесных тракторах тяговых классов 0,6...1,4.

Разгруженный полностью вал 3 (рис. 99, б) фланцем 6 соединен со

ступицей 7 колеса, установленной в двух подшипниках 5 на балке 4 ведущего моста. Подшипники располагают симметрично относительно средней плоскости колеса (или колес). В этом случае все изгибающие моменты передаются на балку ведущего моста. Такой тип валов применяют на большинстве грузовых автомобилей.

Разгруженный на три четверти вал применяют весьма редко.

**Конечные передачи** — последняя ступень трансмиссии. Они предназначены для увеличения крутящего момента и уменьшения частоты вращения ведущих колес. В некоторых случаях их используют и для изменения дорожного просвета пропашного трактора. Конечные передачи устанавливают на всех тракторах и некоторых грузовых автомобилях большой грузоподъемности. Конечная передача представляет собой одно- или двухступенчатый редуктор, состоящий из цилиндрических зубчатых колес с постоянным зацеплением, или планетарный редуктор.

Одноступенчатая конечная передача колесных тракторов семейства «Беларусь» состоит из пары цилиндрических зубчатых колес. Они установлены сразу за дифференциалом и расположены в корпусе заднего моста. Ведомое цилиндрическое зубчатое колесо шлицевой ступицей соединяется с валом ведущего колеса, который устанавливается в шарикоподшипниках рукавов заднего моста.

Конечная передача трактора К-701 (колесный редуктор) представляет собой планетарный редуктор с прямозубыми цилиндрическими зубчатыми колесами. Основные детали этой передачи: ступица 3 (рис. 100), водило 1, три сателлита 18, коронное колесо 17 с внутренними зубьями, солнечное зубчатое колесо 23 и вал 25 ведущего колеса трактора.

Солнечное зубчатое колесо 23 закреплено на шлицах ведущего вала стопорными кольцами и находится в постоянном зацеплении с тремя сателлитами 18. Сателлиты вращаются в роликовых подшипниках, которые установлены на пальцах. Пальцы жестко соединены с водилом 1, которое прикреплено болтами к ступице 3, вращающейся в роликовом 2 и двух шариковых 4 подшипниках. К ступице крепят тормозной барабан 16, а к водилу — ведущее колесо трактора.

Сателлиты 18 находятся одновременно в зацеплении с внутренними зубьями неподвижного коронного зубчатого колеса 17, посаженного на шлицы трубы 15 кожуха заднего моста.

При вращении ведущего вала 25 солнечное зубчатое колесо 23 вращает сателлиты 18, вынуждая их катиться по неподвижному коронному зубчатому колесу 17 и вращать водило 1 и ведущее колесо трактора. Поскольку число зубьев солнечного зубчатого колеса меньше, чем коронного, то частота вращения ведущего колеса меньше, чем ведущего вала 25.

**Передние ведущие мосты.** Основные механизмы и детали передних и задних мостов тракторов Т-150К и мосты в целом тракторов К-701 одинаковы и взаимозаменяемы.

Передние ведущие мосты автомобилей имеют унифицированные с задними мостами главную передачу и дифференциал, но отличаются от задних наличием поворотных кулаков и шарнира равных угловых скоростей.

Передние ведущие мосты универсально-пропашных тракторов МТЗ-82, МТЗ-102 имеют особую конструкцию. Передний мост этих тракторов порталного типа, т. е. балка моста расположена выше оси ведущих колес. Это обеспечивает высокий агротехнический просвет, необходимый для междурядной обработки высокостебельных пропашных культур.

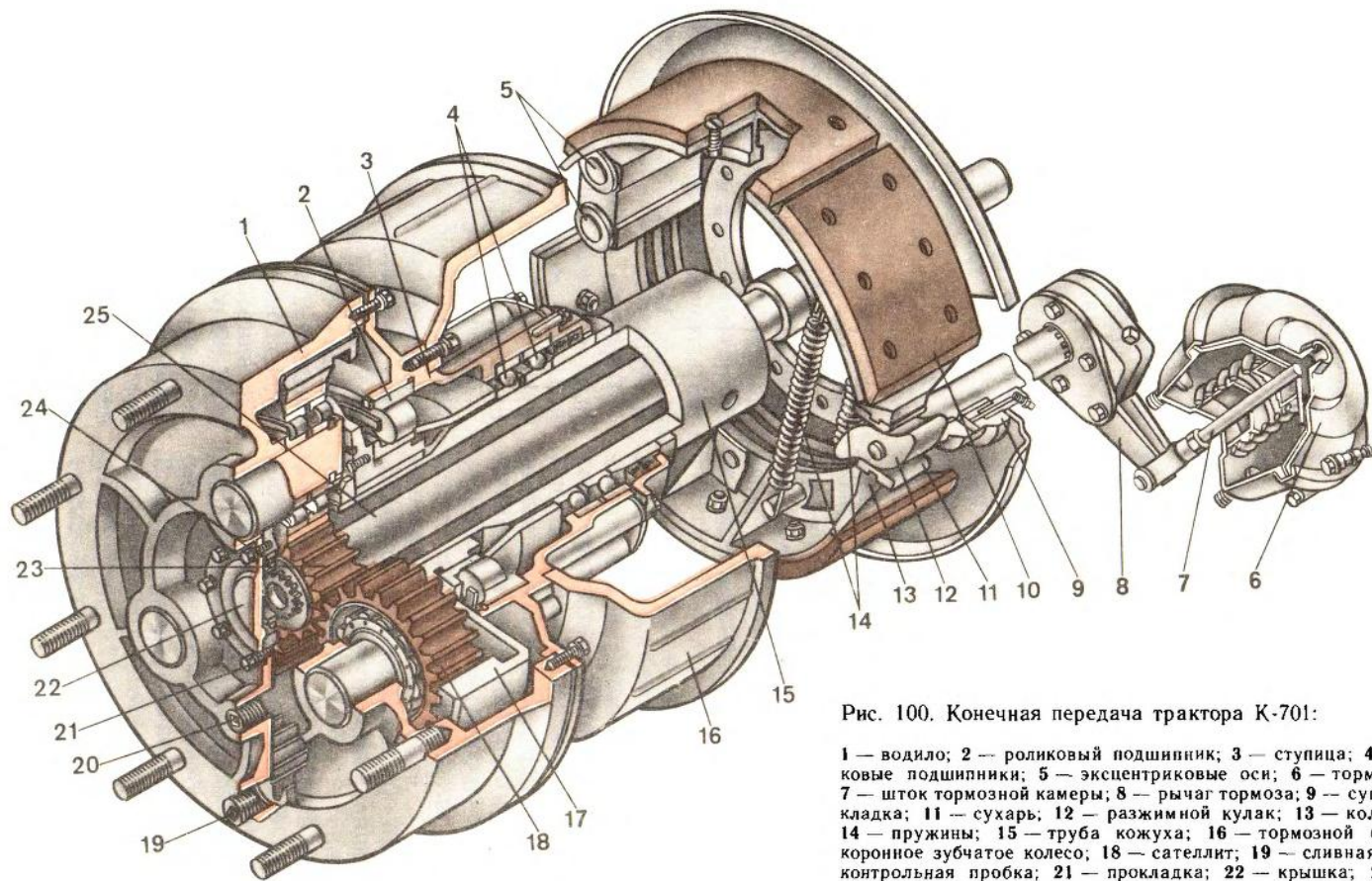


Рис. 100. Конечная передача трактора К-701:

1 — водило; 2 — роликовый подшипник; 3 — ступица; 4 и 24 — шариковые подшипники; 5 — эксцентриковые оси; 6 — тормозная камера; 7 — шток тормозной камеры; 8 — рычаг тормоза; 9 — суппорт; 10 — накладка; 11 — сухарь; 12 — разжимной кулак; 13 — колодка тормоза; 14 — пружины; 15 — труба кожуха; 16 — тормозной барабан; 17 — коронное зубчатое колесо; 18 — спутник; 19 — сливная пробка; 20 — контрольная пробка; 21 — прокладка; 22 — крышка; 23 — солнечное зубчатое колесо; 25 — вал ведущего колеса.

Передний ведущий мост трактора МТЗ-102 состоит из главной передачи, дифференциала, валов ведущих колес и колесных редукторов. Шарнирами равных угловых скоростей, передающими вращательное движение от валов ведущих колес к самим колесам, служат конические шестерни колесных редукторов. Благодаря этому углы поворота колес шарнирами не ограничиваются.

Корпус 7 (рис. 101) переднего моста соединен с передним брусом трактора двумя соосными полыми осями, на которых мост вместе с колесами может качаться в поперечной плоскости трактора.

Главная передача представляет собой пару конических зубчатых колес 6 и 12 со спиральными зубьями. Ведомое коническое зубчатое колесо 6 главной передачи установлено на шлицах и центрирующем пояске корпуса дифференциала и зафиксировано гайкой от осевых перемещений. Ведущее коническое зубчатое колесо 12 выполнено как одно целое со шлицевым валом и смонтировано в стакане на двух конических роликовых подшипниках. Стакан прикреплен болтами к фланцу корпуса переднего моста. На шлицевом конце зубчатого колеса 12 установлен фланец для подсоединения карданной передачи.

Дифференциал самоблокирующийся, повышенного трения. Корпус 11 дифференциала состоит из двух чашек, соединенных болтами, и вращается в двух конических роликовых подшипниках, установленных в крышке 5 и корпусе 7 переднего моста. В корпусе дифференциала расположены две пары сателлитов 9 на двух плавающих осях 8, два конических зубчатых колеса 10, нажимные чашки, фрикционные ведущие и ведомые диски.

Дифференциал работает подобно дифференциалу трактора Т-150К, описанному выше, только сжатие фрикционных дисков происходит следующим образом. Оси сателлитов

под нагрузкой перемещаются по пазам-скосам корпуса дифференциала на расстояние, равное зазору между фрикционными дисками, и одновременно проворачиваются на некоторый угол. От осей усилие передается на сателлиты, которые буртами передают его чашкам. Последние, в свою очередь, сжимают фрикционные диски до упора в стенки корпуса дифференциала. Из-за трения между дисками момент проворачивания зубчатых колес 10 относительно корпуса дифференциала достигает примерно 0,3 крутящего момента, подведенного к корпусу дифференциала.

Вал 2 ведущего колеса шлицевым хвостовиком соединен с коническим зубчатым колесом 10 дифференциала, а коническое зубчатое колесо, изготовленное как одно целое с этим валом, входит в зацепление с таким же зубчатым колесом вертикального вала 1 колесного редуктора. Валы 2 ведущих колес вращаются в двух роликовых подшипниках, установленных в выдвигном корпусе 3.

Вертикальный вал 1 шлицевым хвостовиком соединен с ведущим коническим зубчатым колесом 14 конечной передачи. Он вращается в двух конических роликовых подшипниках, опираясь на них. Вал размещается в расточке трубы шкворня. Фланец трубы посадочной частью входит в расточку корпуса 3, к которому и крепится болтами вместе с корпусом уплотнения. Труба опирается на пружину 13 подвески и входит в гильзу шкворня, запрессованную в корпус 17 редуктора. Гильза шкворня стопорится в корпусе штифтом. Нижний конец пружины через стакан упирается в шарикоподшипник, установленный в корпусе 17 редуктора, что обеспечивает поддрессирование переднего моста.

Нижняя коническая пара зубчатых колес (конечная передача) состоит из ведущего зубчатого колеса 14, установленного на двух шари-

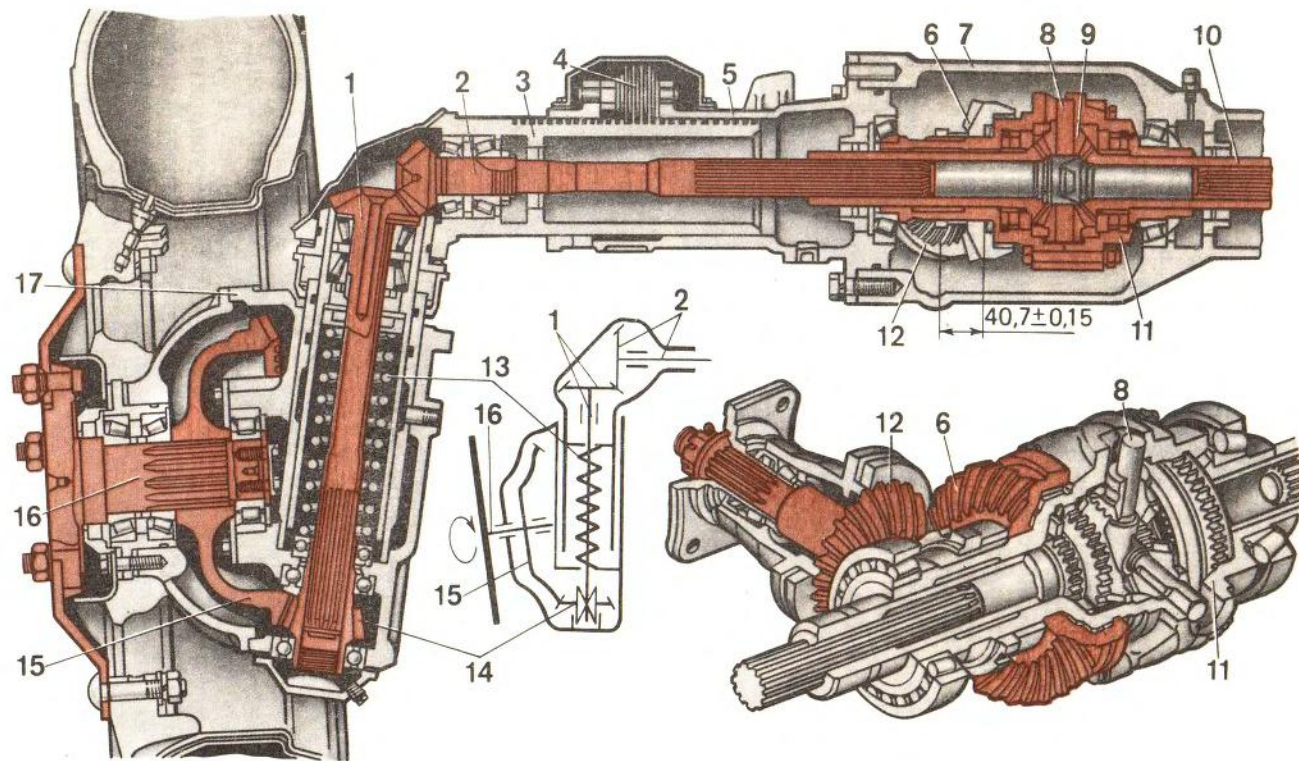


Рис. 101. Передний ведущий мост трактора МТЗ-102:

1 — вертикальный вал; 2 — вал ведущего колеса; 3 — выдвигной корпус; 4 — червяк; 5 — крышка корпуса; 6 и 12 — соответственно ведомое и ведущее зубчатые колеса главной передачи; 7 — корпус;

8 — ось; 9 — сателлит; 10 — коническое зубчатое колесо дифференциала; 11 — корпус дифференциала; 13 — пружина; 14 и 15 — соответственно ведущее и ведомое конические зубчатые колеса конической передачи; 16 — фланец диска колеса; 17 — корпус редуктора.

коподшипниках в корпусе 17 редуктора, и ведомого конического зубчатого колеса 15, установленного на шлицах фланца 16, к которому болтами и гайками крепят диск колеса. Фланец диска установлен на двух конических и одном цилиндрическом роликовых подшипниках, запрессованных соответственно в крышку и расточку корпуса редуктора.

К корпусам редукторов крепят поворотные рычаги, а к рычагам — тяги рулевой трапеции.

Передний ведущий мост приводится в действие от вторичного вала коробки передач через зубчатую муфту, многодисковую фрикционную гидроуправляемую муфту и карданную передачу. Включается и отключается мост гидроуправляемой фрикционной муфтой как автоматически, так и принудительно.

Передний мост включается (отключается) автоматически в зависимости от буксования задних колес только при движении трактора вперед, а принудительно — как при движении вперед, так и назад.

## **§ 7. ВЕДУЩИЕ МОСТЫ ГУСЕНИЧНЫХ ТРАКТОРОВ. МЕХАНИЗМЫ ПОВОРОТА**

**Общие сведения.** Ведущие мосты гусеничных тракторов состоят из главной передачи, механизма поворота, тормозов, валов ведущих колес (звездочек) и конечных передач.

Одиная главная передача гусеничных тракторов состоит из пары конических зубчатых колес, причем ведущее колесо изготовлено как одно целое со вторичным валом коробки передач.

Корпус заднего моста перегородками разделен на три отсека. В среднем отсеке размещают ведомое коническое зубчатое колесо, которое устанавливают на вал главной передачи (тракторы Т-70С, Т-130М) или на корпус планетарного механизма

поворота (тракторы ДТ-75МВ, ДТ-175С, Т-4А).

В тракторе Т-70С ведомое зубчатое колесо 8 (рис. 102) главной передачи установлено на шлицах вала 15 заднего моста и вращается в двух конических роликовых подшипниках. Наружные обоймы подшипников запрессованы в стаканы 6 и 9, которые закреплены в расточках перегородок корпуса заднего моста. Осевой зазор в конических подшипниках регулируют, изменяя число прокладок 4 одинаковой толщины, установленных под фланцами стаканов 6 и 9. Боковой зазор в зубьях конической пары в процессе эксплуатации не регулируют.

**Механизмы поворота.** Плавный поворот гусеничного трактора происходит при отключении передачи вращательного движения той ведущей звездочки, в сторону которой нужно повернуть трактор. Крутой поворот произойдет в том случае, если отключенную гусеничную цепь затормозить.

Для осуществления прямолинейного движения, плавного или крутого поворота, а также торможения трактора на подъеме или уклоне в заднем мосту устанавливают механизм поворота.

В качестве механизма поворота используют сухие фрикционные многодисковые муфты (муфты поворота) или планетарные механизмы с ленточными тормозами.

Механизм поворота трактора Т-70С представляет собой две сухие фрикционные многодисковые постоянно замкнутые муфты. Применение многодисковых муфт вызывается необходимостью передачи значительного крутящего момента на конечные передачи и ведущие звездочки трактора.

Муфты поворота расположены в двух крайних сухих отсеках заднего моста. Ведущей частью муфты служит барабан 12 (см. рис. 102), установленный на шлицах ведущего вала 15. Барабан упирается в рас-

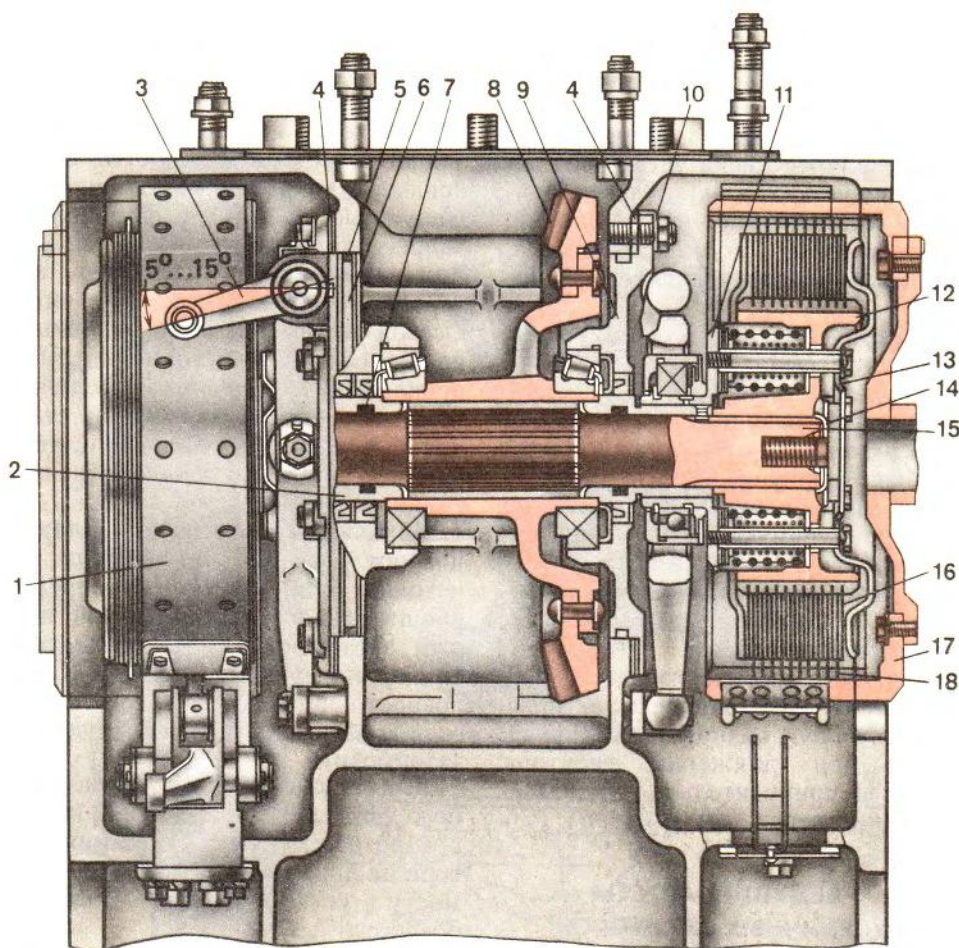


Рис. 102. Задний мост трактора Т-70С:

1 — тормозная лента; 2 — распорная втулка; 3 — рычаг муфты поворота; 4 — регулировочные прокладки; 5 и 7 — уплотнительные кольца; 6 — левый стакан подшипника; 8 — ведомое зубчатое колесо главной передачи; 9 — правый стакан подшипника; 10 — стопорная шайба; 11 — отжигной диск; 12 — ведущий барабан муфты поворота; 13 — нажимной диск; 14 — стопорная шайба; 15 — вал заднего моста; 16 — ведущий диск; 17 — ведомый барабан муфты поворота; 18 — ведомый диск.

порную втулку 2 и фиксируется болтом со стопорной шайбой 14. На наружной цилиндрической поверхности барабана сделаны продольные канавки, в которые установлены внутренними зубцами тонкие стальные ведущие диски 16. К концу ведущего барабана с одной стороны прикреплен болтами фланец барабана.

Между ведущими дисками размещены ведомые диски 18, фрикционные накладки с обеих сторон которых выполнены из порошковых мате-

риалов. Наружные зубья ведомых дисков входят в канавки наружного ведомого барабана 17, который прикреплен к фланцу ведущего вала бортового редуктора (конечной передачи).

Ведущие и ведомые диски зажаты между фланцем ведущего барабана и нажимным диском 13 шестью двойными пружинами, одетыми на дистанционные втулки. Внутри дистанционных втулок проходят болты, которыми соединены нажимной 13

и отжимной 11 диски муфты. Нажимные пружины одним концом через регулировочные прокладки упираются в отжимной диск 11, а другим концом — через термоизоляционные шайбы в ведущий барабан 12.

Так как ведущие и ведомые диски сжаты пружинами, то муфта находится в постоянно замкнутом состоянии и вращение с ведущего вала 15 заднего моста передается через барабан 12 и сжатые диски ведомому барабану и ведущему валу бортового редуктора. В этом положении трактор движется прямолинейно.

При повороте трактора выключают муфту поворота с той или другой стороны. Для этого поворачивают

рычаг 3, который через двуплечий рычаг и хомут перемещает отводку с радиально-упорным подшипником и отжимной диск 11. Отжимной диск сжимает пружины и освобождает пакет фрикционных дисков, муфта поворота выключается.

Для осуществления крутого поворота необходимо затормозить ведомый барабан 17 муфты поворота, а через него — конечную передачу и гусеничную цепь.

Ведомые барабаны имеют обработанные наружные цилиндрические поверхности, которые охватываются тормозными лентами 1. К стальной ленте приклепана медно-асбестовая плетеная накладка. При нажатии

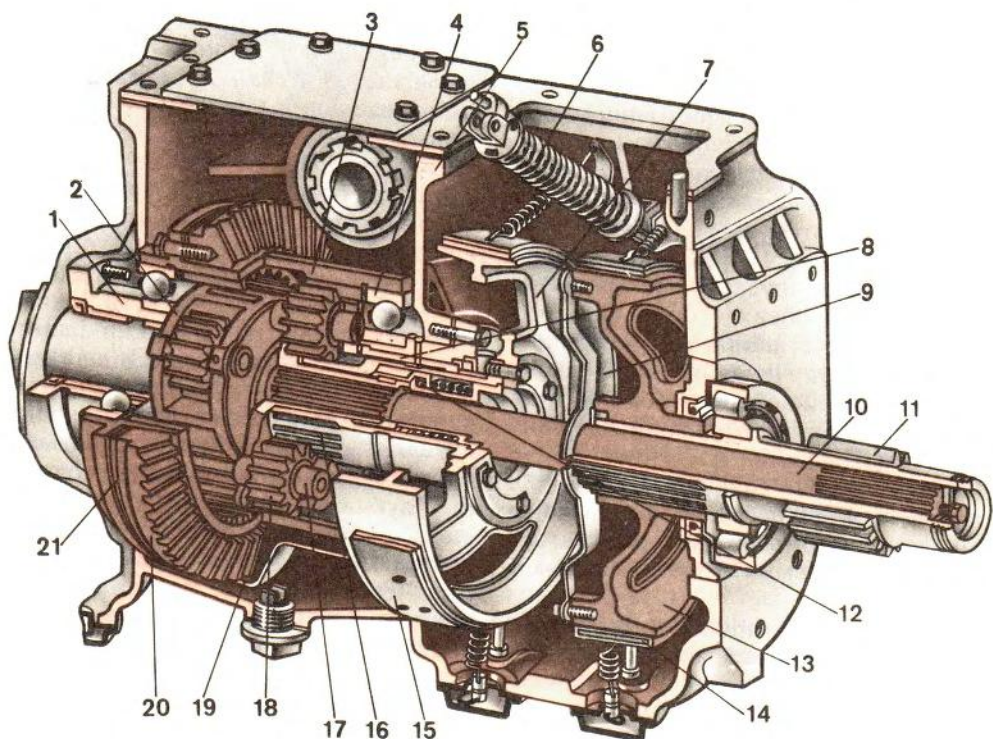


Рис. 103. Задний мост трактора ДТ-175С:

1 — стакан подшипника; 2 — водило; 3 — коронное зубчатое колесо; 4 — шариковый подшипник; 5 — корпус заднего моста; 6 — пружина тормоза солнечного зубчатого колеса; 7 — шкив тормоза солнечного колеса; 8 — бронзовая втулка; 9 — замковая пластина; 10 — ведущий вал; 11 — ведущее зубчатое колесо конечной передачи; 12 — уплотнительное устройство; 13 — шкив остановочного тормоза; 14 и 15 — тормозные ленты; 16 — солнечное зубчатое колесо; 17 — ось; 18 — сателлит; 19 — маслоуплотнитель; 20 — ведомое коническое зубчатое колесо главной передачи; 21 — регулировочные прокладки.

на педаль тормоза тормозная лента затягивается и ведомый барабан затормаживается.

Механизм поворота трактора ДТ-175С представляет собой планетарный редуктор. Ведомое коническое зубчатое колесо 20 (рис. 103) главной передачи выполнено в виде венца и привернуто болтами к фланцу коронного зубчатого колеса 3 планетарного механизма. Между ними вставлены стальные регулировочные прокладки 21. Коронное колесо 3 опирается на два шарикоподшипника 4, наружные обоймы которых запрессованы в его расточки, а внутренние обоймы установлены на стаканах 1. Стаканы прикреплены болтами к перегородкам корпуса заднего моста.

На внутренней поверхности коронного зубчатого колеса имеются два зубчатых венца. В постоянном зацеплении с каждым зубчатым венцом коронного 3 и солнечного 16 колес находятся три сателлита 18. Сателлиты вращаются в игольчатых подшипниках на осях 17, запрессованных в двух корпусах 2, называемых водилами. С обеих сторон каждого сателлита установлены стальные шайбы, ограничивающие его перемещение и износ торцов водила. Оси сателлитов от перемещений удерживаются штифтами.

Со ступицами солнечных зубчатых колес 16 жестко соединены ступицы шкивов 7 тормозов, которые заторможены лентами 15 под действием пружин 6.

В шлицевые ступицы водил вставлены шлицевые хвостовики валов 10 правой и левой конечных передач. Наружные шлицевые хвостовики этих валов соединены с ведущими зубчатыми колесами 11 конечных передач.

На наружный шлицевой конец ведущего зубчатого колеса 11 конечной передачи установлен шкив 13 остановочного тормоза. Осевое смещение шкива ограничено замковыми пластинами 9, одни концы которых прикреплены к ободу шкива, а дру-

гие входят в кольцевую канавку.

Все шкивы охватываются тормозными лентами 14 и 15, состоящими из двух половин, соединенных шарнирами, что позволяет заменить тормозные ленты без снятия шкивов. На каждой ленте установлено 13 тормозных колодок, которые крепят с помощью отогнутых усов арматуры колодок. В свободном состоянии между шкивами и лентами должен быть зазор 1,5...1,8 мм. Равномерность зазора обеспечивают оттяжные пружины и регулировочные винты, ввернутые снизу в корпус заднего моста.

Зубчатые колеса и подшипники планетарного редуктора смазываются маслом, заливаемым в средний отсек заднего моста. Для предотвращения протекания масла в сухие тормозные отсеки устанавливаются уплотнительные устройства 12 с самоподжимными сальниками.

Планетарный механизм поворота работает следующим образом. При прямой линии движения трактора шкивы 7 солнечных зубчатых колес полностью заторможены лентами 15 под действием пружин 6, а шкивы 13 остановочных тормозов находятся в свободном состоянии. От главной передачи через коронное зубчатое колесо 3 приводятся во вращение сателлиты 18, которые обкатываются вокруг заторможенных солнечных зубчатых колес 16 и увлекают за собой водила 2. Вместе с водилами вращаются ведущие валы 10, которые через конечные передачи передают вращение ведущим звездочкам трактора.

Для плавного поворота отпускают тормоз того солнечного зубчатого колеса, в какую сторону необходимо повернуть трактор. Солнечное колесо частично или полностью растормаживается, сателлиты вращают его вместе со шкивом и замедляют вращение водила, ведущего вала, конечной передачи и гусеницы.

Для крутого поворота трактора после полного выключения тормоза

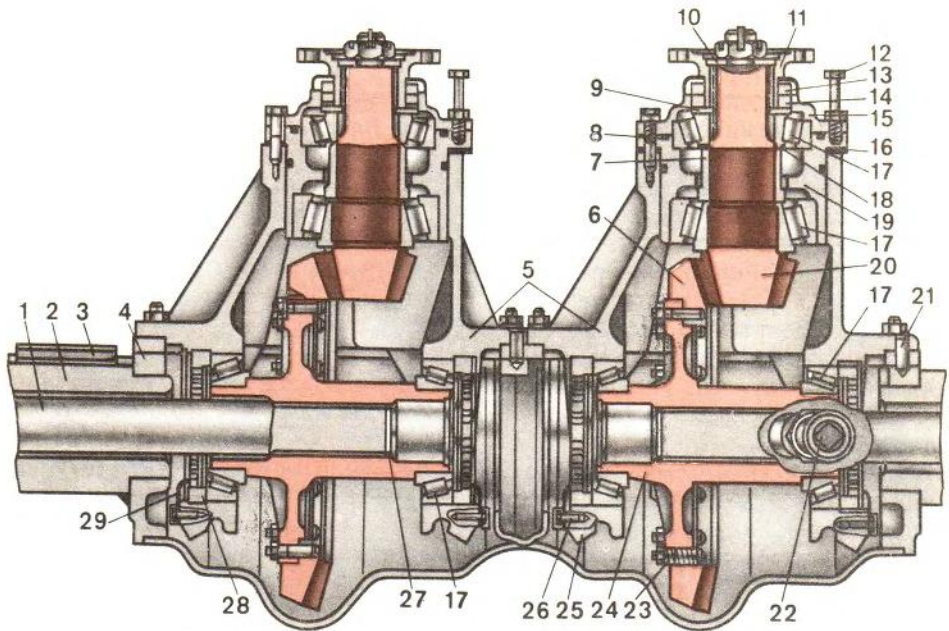


Рис. 104. Задний мост трактора Т-150:

1 — ведущий вал заднего моста; 2 — вал-ступица; 3 — призматическая шпонка; 4 — корпус; 5 — картер; 6 — венец ведомого зубчатого колеса; 7 — распорная втулка; 8 — уплотнительное кольцо; 9 — маслосгонное кольцо; 10 — шайба; 11 — фланец; 12 — болт-съемник; 13 — двойной сальник; 14 — каркасный сальник; 15 — крышка корпуса; 16 и 18 — регулировочные прокладки; 17 — конический роликоподшипник; 19 — стакан подшипников; 20 — ведущее коническое зубчатое колесо; 21 — штифт; 22 — сапун; 23 — стяжной болт; 24 — ступица; 25 — крышка подшипника; 26 — болт стопорной пластины; 27 — стопорное кольцо; 28 — регулировочная гайка; 29 — стопорная пластина гайки.

солнечного зубчатого колеса нажимают на педаль остановочного тормоза с этой же стороны, затормаживая шкив 13, водило 2, конечную передачу и гусеничную цепь. Трактор круто поворачивается вокруг остановленной гусеницы.

**Конструкция заднего моста трактора ДТ-75МВ** такая же, как и трактора ДТ-175С.

**Конструкция заднего моста трактора Т-150.** Задний мост трактора Т-150 состоит из сварного корпуса 4 (рис. 104), в средней части которого закреплены два картера 5 с главными передачами, а с торцов приварены валы-ступицы 2. Корпус заднего моста является задней поперечной связью рамы и прикреплен к ней бугельными зажимами. В верхней части корпуса размещены кронштейны для крепления редуктора вала отбора мощности.

Две независимые, одинаковые по конструкции главные передачи служат для сообщения вращательного движения правому и левому ведущим валам заднего моста, а от них — к планетарным редукторам (конечным передачам) и звездочкам гусеничных цепей.

Главная передача состоит из пары конических зубчатых колес со спиральными зубьями. Ведущее коническое зубчатое колесо 20, изготовленное как одно целое с валом, вращается в двух конических роликовых подшипниках 17, расположенных в стакане 19. Затяжку подшипников регулируют прокладками 18. На шлицевой хвостовик зубчатого колеса 20 надет фланец 11, предназначенный для соединения с карданной передачей. Фланец и подшипники затягивают корончатой гайкой.

Ведомое коническое зубчатое ко-

лесу главной передачи состоит из зубчатого венца 6, прикрепленного специальными призонными болтами к ступице 24 и вращающегося вместе с ней в двух конических роликовых подшипниках 17. Наружные обоймы подшипников установлены в разъемные гнезда, образованные расточкой картера и крышки подшипника. Крышки 25 подшипников крепят на шпильках корончатыми гайками. С торца наружные обоймы подшипников прижаты регулировочными гайками 28, которые удерживаются от отворачивания стопорными пластинами 29.

Внутренними шлицами ступицы 24 ведомых зубчатых колес соединены с ведущими валами 1. На наружных шлицевых хвостовиках этих валов установлены ведущие солнечные зубчатые колеса планетарных редукторов.

Специального механизма поворота в заднем мосту этого трактора нет, так как разделение потока мощности к звездочкам гусеничных цепей происходит не в заднем мосту, а в коробке передач. Для этого в коробке передач имеются не один, как обычно, а два одинаковых вторичных вала, которые соединены карданными передачами с фланцами 11. На валах установлены гидropоджимные муфты для включения передач без разрыва потока мощности.

Поворот трактора может быть осуществлен двумя способами: с фиксируемым и нефиксируемым радиусом поворота. При первом способе включают разноименные передачи на вторичных валах. Тогда трактор поворачивается в ту сторону, на которой включена более низкая передача. Фиксируемый радиус поворота зависит от сочетания передач, включенных на вторичных валах.

Второй способ поворота состоит в том, что на одном вторичном валу включается какая-либо передача, а из всех гидropоджимных муфт другого вала сливается масло.

Происходит поворот с нефиксируемым радиусом. Если при этом выключенный вторичный вал затормозить установленным на нем ленточным тормозом, то произойдет крутой поворот трактора. Плавно выключить гидropоджимную муфту можно при повороте рулевого колеса на угол  $42^\circ$ , а включить ленточный тормоз вторичного вала — при повороте рулевого колеса на больший угол.

**Конечные передачи** гусеничных тракторов расположены в отдельных корпусах по обеим сторонам заднего моста.

На тракторах Т-130М, Т-70С конечная передача представляет собой двухступенчатый редуктор с цилиндрическими зубчатыми колесами. Устанавливая такую передачу на тракторе Т-70С, достигают увеличения не только крутящего момента, но и дорожного просвета.

Конечная передача трактора Т-150 — это планетарный редуктор, конструкция и принцип работы которого подобны рассмотренной ранее конечной передаче трактора К-701.

На тракторы ДТ-75МВ, ДТ-175С и Т-4А устанавливают одноступенчатые конечные передачи, состоящие из двух цилиндрических зубчатых колес.

Конечная передача трактора ДТ-75МВ собрана в корпусе 9 (рис. 105), который болтами крепят к корпусу заднего моста. Ведущее зубчатое колесо 8, изготовленное как одно целое с валом, вращается в двух роликовых подшипниках. Ведомое зубчатое колесо состоит из зубчатого венца 12 и ступицы 14, соединенных между собой призонными болтами. Ступица 14 установлена на шлицах вала 2 звездочки 1. Вал 2 вращается в шариковом и роликовом подшипниках, запрессованных в стакан 15 и расточку корпуса 9. Стакан подшипника вместе с опорой 16 болтами прикреплен к корпусу конечной передачи, а опора 16 буге-

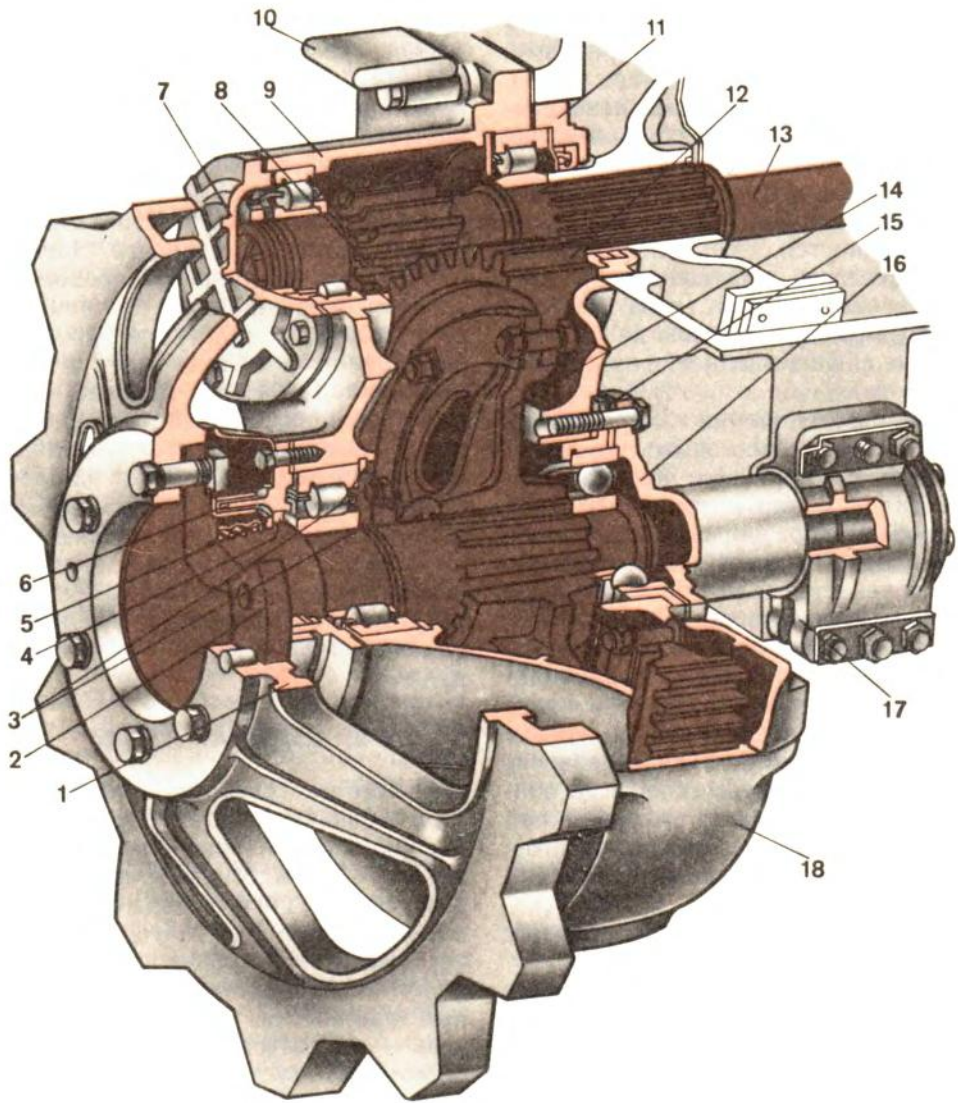


Рис. 105. Конечная передача трактора ДТ-75МВ:

1 — ведущая звездочка; 2 — вал ведущей звездочки; 3 — стопорные кольца; 4 — уплотнительное неподвижное кольцо; 5 — уплотнительное подвижное кольцо; 6 — корпус уплотнения; 7 — крышка; 8 — ведущее зубчатое колесо; 9 — корпус конечной передачи; 10 — предохранительная накладка; 11 — корпус уплотнения; 12 — венец ведомого зубчатого колеса; 13 — вал заднего моста; 14 — ступица; 15 — стакан подшипника; 16 — опора; 17 — бугель; 18 — крышка корпуса.

лем 17 — дополнительно к корпусу заднего моста. К наружному фланцу вала 2 шестью болтами крепят звездочку 1.

Для предотвращения вытекания масла из конечной передачи устанавливают уплотнительное устройство, которое состоит из корпуса 6,

двух стальных колец, пружины и резинового чехла. Защитный козырек предохраняет уплотнение от попадания грязи.

В верхней части конечной передачи крепят стальную накладку 10, предохраняющую корпус от протирания гусеничной цепью. В нижней

крышке 18 корпуса имеются два отверстия, закрываемые пробками, для контроля уровня и слива масла.

**Основные возможные неисправности и техническое обслуживание задних мостов.** В процессе эксплуатации в задних мостах гусеничных тракторов возможно появление таких неисправностей, как повышенный шум, перегрев, нарушение нормальной работы тормозов (увод трактора в сторону при работе на ровном участке или невыполнение им крутого поворота).

Для обеспечения нормальной работы задних мостов их систематически прослушивают и осматривают, устраняют обнаруженные подтеки и проверяют уровень масла, при необходимости доливают и заменяют его. Не допускается заливать масло выше контрольного отверстия или метки на масломерной линейке, так как это приводит к вытеканию масла через сальники и попаданию его в сухие отсеки. При недостаточном уровне масла увеличивается интенсивность изнашивания зубчатых колес и подшипников. Течь масла возможна при засорении сапунов задних мостов, что приводит к повышению давления внутри картеров.

Периодически проверяют затяжку гаек крепления.

При появлении шума в зубчатых передачах проверяют и при необходимости регулируют конические роликовые подшипники.

Подшипники ведущего зубчатого колеса главной передачи в тракторе Т-150 регулируют следующим образом. Отсоединяют фланец карданного вала от фланца 11 (см. рис. 104) главной передачи. Отворачивают шесть болтов крепления стакана 19 к картеру 5 и, ввинчивая два длинных болта-съёмника 12, выпрессовывают стакан. Не разбирая стакана, расшлинговывают гайку хвостовика и затягивают ее до отказа. Если зубчатое колесо 20 свободно проворачивается от руки за фланец 11, то фактическое число

прокладок 18 больше требуемого.

При регулировании подбирают толщину набора регулировочных прокладок. Для этого снимают фланец 11, крышку 15 с сальниками и наружный подшипник 17 с внутренним кольцом. Уменьшают число прокладок и собирают стакан в обратной последовательности. Затягивают гайку хвостовика и проверяют затяжку подшипников по моменту сопротивления вращению, который без сальников должен быть в пределах 60...140 Н·см. Момент замеряют пружинными весами, зацепленными крючком за отверстие фланца. Показание весов 1,0...2,3 кг на плече 60 мм соответствует требуемому моменту сопротивления вращению.

Зазор в подшипниках ступицы ведомого зубчатого колеса регулируют только после разборки или при замене зубчатых колес главной передачи.

## § 8. ХОДОВАЯ ЧАСТЬ

**Общие сведения.** Движитель взаимодействует с опорной поверхностью и преобразует подведенное трансмиссией вращательное движение в поступательное движение трактора или автомобиля по требуемой траектории. Различают *колесные, гусеничные и полугусеничные* движители. Колесный движитель — это колеса с пневматическими шинами. У гусеничного движителя опорные катки катятся по гладкому искусственному пути, который образуется бесконечной гусеничной цепью. Большая площадь опоры гусеничной цепи обеспечивает хорошее сцепление с почвой, что позволяет повысить тяговые усилия, снизить давление на почву и улучшить проходимость по сравнению с колесными движителями.

Остов — это несущая система, с помощью которой соединяются все части трактора или автомобиля в единое целое. Остовы делят на *рамные, полурамные и безрамные*.

В первом случае остовом служит рама, которая может быть лонжеронной (из продольных балок) или хребтовой. Рамные остовы применяют на всех грузовых автомобилях, гусеничных тракторах, а также на некоторых легковых автомобилях и колесных тракторах. Полурамный остов образован корпусами трансмиссии и двумя продольными балками для установки двигателя, соединенными спереди поперечным брусом. Такой остов применен на колесных тракторах «Беларусь». Безрамный остов образуют соединенные между собой в общую жесткую систему картеры двигателя, муфты сцепления, коробки передач и заднего моста (трактор Т-25А), или им служит кузов легкового автомобиля («Жигули», «Москвич»).

Подвеска соединяет балки мостов с рамой или кузовом и служит для смягчения толчков и ударов при движении и повышения плавности хода. Подвеска колесных тракторов и автомобилей может быть *зависимой* и *независимой*, а сельскохозяйственных гусеничных тракторов — *полужесткой* или *упругой*.

**Ходовая часть автомобиля.** Движители автомобилей — колеса с пневматическими шинами. По выполняемым функциям колеса делят на *ведущие*, *ведомые* *управляемые* и *комбинированные* (одновременно ведущие и управляемые). У большинства автомобилей задние колеса — ведущие, передние — ведомые управляемые. Полноприводные автомобили имеют передние комбинированные колеса, а неполноприводные — два ведомых управляемых и остальные ведущие колеса. Передние и задние колеса одинакового размера. Как правило, в грузовых автомобилях передние колеса одинарные, задние из-за большой нагрузки сдвоенные, а у полноприводных автомобилей передние и задние колеса одинарные.

Автомобильные колеса могут быть *дисковыми* и *бездисковыми*.

**Дисковое колесо** состоит из диска и обода, на который надета пневматическая шина. Колеса легковых автомобилей имеют глубокий неразборный обод 1 (рис. 106, а), который приварен к штампованному диску 2. Диск колеса крепят к фланцу ступицы 5 шпильками 4 с гайками 3.

Дисковое колесо грузового автомобиля имеет разборный плоский обод, состоящий из непосредственно обода 3 (рис. 106, б), неразрезного бортового кольца 1 и разрезного замочного кольца 2. Пневматическую шину свободно надевают на плоский обод, устанавливают бортовое кольцо, которое закрепляют замочным кольцом, удерживаемым от выпадения шиной под давлением сжатого воздуха.

В конструкции некоторых колес замочное кольцо отсутствует, а его функцию выполняет разрезное бортовое кольцо. Обод 1 (рис. 106, в) колеса этой конструкции выполнен разъемным, состоящим из двух частей. Внутренняя часть обода приварена к диску 5, а наружная съемная часть болтами 4 с гайками 3 крепится к диску. В середине обода установлено распорное кольцо 2, прижимающее борта покрышки к закраинам обода.

Дисковые колеса с разрезным замочным кольцом устанавливают на автомобилях ЗИЛ-130, с разрезным бортовым кольцом — на автомобилях ГАЗ-53-12, с разъемным ободом — на автомобилях ГАЗ-66 и ЗИЛ-131.

**Бездисковые колеса** состоят из обода и пневматической шины. Обод 1 (рис. 106, г) колеса имеет конические поверхности, обеспечивающие плотную посадку шины, и снабжен неразрезным бортовым 3 и разрезным замочным 2 кольцами. Колеса такой конструкции установлены на автомобилях КамАЗ-5320. Обод бездисковых колес автомобилей Урал-4320 снабжен двумя неразрезными бортовыми (с обеих сторон

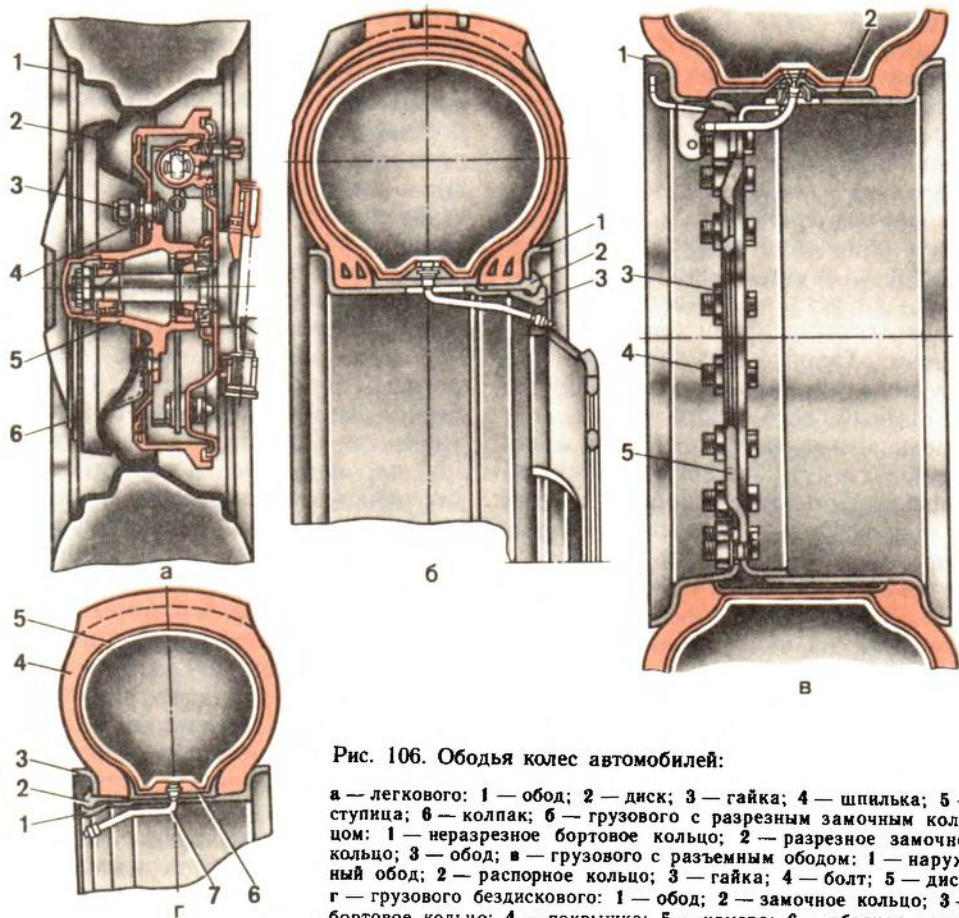


Рис. 106. Ободья колес автомобилей:

а — легкового: 1 — обод; 2 — диск; 3 — гайка; 4 — шпилька; 5 — ступица; 6 — колпак; б — грузового с разрезным замочным кольцом: 1 — неразрезное бортовое кольцо; 2 — разрезное замочное кольцо; 3 — обод; в — грузового с разрезным ободом: 1 — наружный обод; 2 — распорное кольцо; 3 — гайка; 4 — болт; 5 — диск; г — грузового бездискового: 1 — обод; 2 — замочное кольцо; 3 — бортовое кольцо; 4 — покрывка; 5 — камера; 6 — ободная лента; 7 — вентиль.

шины) и одним разрезным замочным кольцами.

*Пневматические шины* служат для обеспечения достаточного сцепления с дорогой, смягчения ударов, воспринимаемых колесом, и снижения шума при движении автомобиля.

Автомобильные шины классифицируют по следующим признакам: по назначению — *легковых* и *грузовых* автомобилей; по способу герметизации — *камерные* и *бескамерные*; по форме профиля — *обычного профиля* (отношение высоты профиля шины к его ширине свыше 0,89, а отношение ширины профиля обода колеса к ширине профиля шины 0,65...0,76), *широкопрофильные* (отношение соответственно 0,6...0,9 и 0,76...0,86), *низкопрофильные* (со-

ответственно 0,7...0,88 и 0,69...0,76), *сверхнизкопрофильные* (соответственно 0,70 и 0,69...0,76), *арочные* (соответственно 0,39...0,50 и 0,9...1,0), *пневмокатки* (соответственно 0,25...0,39 и 0,9...1,0); по габаритам — *крупно-* (ширина профиля 350 мм и более), *средне-* (ширина профиля 200...350 мм, посадочный диаметр не менее 457 мм) и *малогоабаритные* (ширина профиля не более 260 мм, посадочный диаметр не более 457 мм); по внутреннему давлению — *высокого* (более 0,6 МПа), *низкого* (0,15...0,6 МПа) и *сверхнизкого* (0,07...0,14 МПа) давления.

*Камерная шина* состоит из покрывки 4 (рис. 106, г) и камеры 5, а грузовые шины имеют, кроме того,

ободную ленту 6. Покрышка представляет собой оболочку, состоящую из каркаса 3 (рис. 107, а), подушечного слоя (брекера) 2, протектора 1, двух бортов 4 с сердечниками 6 и двух боковин 5.

Основная часть покрышки — каркас, состоящий из нескольких слоев (от 4 до 14) прорезиненного корда и резиновых прослоек. Корд представляет собой особую ткань из крученых нитей различных волокон (хлопка, вискозы, капрона, нейлона, лавсана) или стальной проволоки (металлокорд).

Брекер связывает каркас с протектором и состоит из нескольких слоев резинокорда.

По конструкции каркаса и брекера шины делят на *диагональные* и *радиальные*. У диагональных шин нити корда (у каркаса и брекера) в смежных слоях перекрещиваются. При этом угол наклона нитей по середине беговой дорожки в каркасе и брекере составляет 45...60°. В радиальных шинах угол наклона нитей корда каркаса равен нулю, а угол наклона нитей корда брекера — не менее 65°. Радиальные шины имеют меньшее число слоев корда каркаса из-за

лучшей работы его нитей. Радиальная шина более эластична, имеет утолщенный протектор с увеличенной глубиной рисунка. Ей свойственны меньшие сопротивление качению и теплообразование и, как следствие этого, больший срок службы и максимальная скорость.

Долговечность автомобильных шин чаще ограничивается износом протектора — толстого верхнего резинового слоя покрышки, взаимодействующего с дорогой. Протектор имеет рисунок в виде выступов, ребер и канавок. Некоторые типы рисунков протектора показаны на рисунке 107, б.

Камера — это герметичная торообразная резиновая трубка с вентилем, через который накачивают и выпускают воздух, а также проверяют давление воздуха в шине.

*Бескамерная шина* имеет внутри покрышки привулканизированный слой резины, а места стыка покрышки с ободом колеса уплотнены бортовой лентой.

*Шина со съёмным протектором* радиальная, с тремя съёмными протекторными кольцами. Съёмные кольца заменяют при износе или при

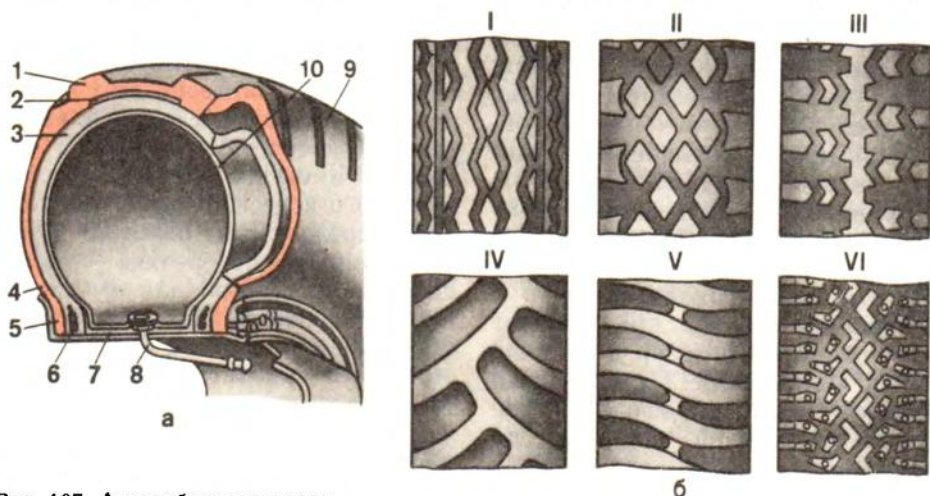


Рис. 107. Автомобильная шина:

а — устройство покрышки: 1 — протектор; 2 — брекер; 3 — каркас; 4 — боковина; 5 — борт; 6 — сердечник; 7 — ободная лента; 8 — вентиль; 9 — покрышка; 10 — камера; б — типы рисунков протектора: I — дорожный; II — универсальный; III и IV — повышенной проходимости; V — реверсный; VI — зимний с отверстиями для шипов противоскольжения.

необходимости установить протектор с новым видом рисунка.

*Шины с регулируемым давлением* применяют на автомобилях повышенной проходимости. Централизованная подкачка шин производится компрессором. Воздух поступает в воздушный баллон с предохранительным клапаном, из него через кран управления по трубопроводам и шлангам — к запорным воздушным кранам колес, а от них — к шинам. При открытых запорных кранах колес и установке крана управления в положение «Увеличение давления» воздух под давлением поступает в шины. При переводе рукоятки крана управления в положение «Снижение давления» воздух при открытых запорных клапанах колес выходит из шин через кран управления в атмосферу. При положении крана управления «Нейтральное» и открытых запорных клапанах колес шины отсоединены от компрессора и атмосферы, но соединены между собой и манометр показывает давление воздуха во всех шинах. При езде по труднопроходимым дорогам (заболоченная местность, снежная целина, пески и т. п.) давление воздуха в шинах снижают до 0,05...0,07 МПа.

*Арочные шины* имеют большую ширину профиля, низкое давление и специальный рисунок протектора, что значительно улучшает проходимость автомобиля. Изготавливают их, как правило, бескамерными. Однако вследствие большой ширины ободьев и значительной массы колес применение этих шин ограничено.

*Обозначение шины* представляет собой совокупность цифр и букв на боковой поверхности. Первое число означает ширину профиля шины, второе — внутренний диаметр по ободу. Шины грузовых автомобилей имеют двойное обозначение: в миллиметрах и дюймах (в скобках). Например, диагональные шины автомобиля ГАЗ-53-12 имеют обозначение 240—508 (8,25—20), а ради-

альные — 240—508P (8,25R20). Шины легковых автомобилей имеют обозначение в дюймах или смешанное (в миллиметрах и дюймах). Например, диагональные шины ВАЗ-2101 «Жигули» — 155—13/6,15—13; «Москвича-2140» — 165—13/6,45—13; ГАЗ-24 «Волга» — 185—14/7,35—14. Радиальная шина автомобиля ГАЗ-3102 «Волга» имеет обозначение 205/70R14, где 205—ширина профиля (в мм), 70—индекс серии, R — радиальная, 14 — условное обозначение посадочного диаметра.

На каждой шине указывают буквенный индекс завода-изготовителя, месяц и год выпуска, серийный номер. Например, К-V86123456 означает Кировский шинный завод, май 1986 г., номер 123456.

Остов грузового автомобиля — рама, на которой закреплены все сборочные единицы. На грузовых автомобилях применяют лонжеронные рамы, состоящие из двух продольных балок (лонжеронов), соединенных поперечинами. Балки и поперечины изготавливают из специальных стальных профилей. В зонах повышенных нагрузок продольные балки могут иметь более высокий профиль. Иногда в этих зонах их усиливают местными вставками, косынками, раскосами. На продольных балках имеются кронштейны для крепления двигателя, подвески, амортизаторов, подножек, запасного колеса. К этим кронштейнам спереди крепят передний бугер, а к задней поперечине — тягово-сцепное устройство для буксирования прицепов. Такая конструкция обеспечивает высокие прочность и жесткость рамы при небольшой ее массе.

Остов легкового автомобиля — цельнометаллический безрамный кузов несущей конструкции, к которому крепят все составные части, или рама (УАЗ-3151).

Подвеска автомобиля служит для обеспечения плавности хода

автомобиля, а также для передачи на остов толкающей силы от ведущих колес и восприятия реактивного момента при торможении. Подвеска может быть *зависимой* и *независимой*.

При зависимой подвеске колеса находятся на одной общей жесткой балке или корпусе заднего моста и перемещения колес взаимозависимы.

При независимой подвеске колебания одного из колес моста не вызывают колебаний другого, так как каждое колесо отдельно от другого соединяется с остом автомобиля.

В качестве упругих элементов подвески используют *рессоры, цилиндрические пружины, торсионы* (металлические стержни, работающие на скручивание). Подвески могут быть также *пневматические* и *гидропневматические*, использующие упругие свойства воздуха и жидкости.

Зависимую подвеску применяют на грузовых автомобилях, используя в качестве упругого элемента в передней подвеске одинарные рессоры, а в задней — рессоры с подрессорниками. В трехосных автомобилях устанавливают балансирные подвески для промежуточного и заднего ведущих мостов: мосты качаются на шарнирно соединенных с ними и рессорами балансирных рычагах. На легковых автомобилях зависимую подвеску имеют задние (ведущие) мосты с упругими элементами — рессорами («Москвич-2140», ГАЗ-24 и ГАЗ-3102 «Волга») или пружинами (ВАЗ-2101, ВАЗ-2103 «Жигули»).

Независимую пружинную подвеску используют обычно для передних колес легковых автомобилей. Различают шкворневую и бесшкворневую независимые подвески.

*Подвеска автомобиля ГАЗ-53-12* зависимая у обоих мостов. Передняя подвеска состоит из двух продольных полуэллиптических рессор, расположенных под продольными балками рамы автомобиля. Рессора

собрана из стальных листов разной длины, которые стянуты хомутами и прикреплены к переднему мосту двумя стремянками 10 (рис. 108). Концы сдвоенного коренного листа 11 рессоры закреплены в резиновых опорах 8 и 13, установленных в кронштейнах 1 и 6 продольных балок рамы. Рессора при прогибе перемещается в продольном направлении в сторону ее заднего конца. Передний конец рессоры упирается в дополнительный резиновый торцовый упор 14.

Задняя подвеска состоит из двух основных 28 и двух дополнительных рессор 21, расположенных вдоль продольных балок рамы в задней части автомобиля. Основная рессора собрана из стальных листов разной длины (в задней рессоре больше листов, чем в передней) и прикреплена к раме также с помощью резиновых опор 8 и 13. Дополнительная рессора 21 упирается в кронштейны с резиновыми опорами 18. Небольшие нагрузки воспринимает только основная рессора, а между опорами 18 и концами подрессорника образуется зазор, уменьшающийся по мере увеличения нагрузки.

Листы основной рессоры и подрессорника, кроме хомутов, стянуты в средней части центровыми болтами 22 и 24. Основная и дополнительная рессоры соединены с корпусом заднего моста с помощью подкладки 29 и двух стремянок 20.

Для уменьшения жесткости подвески все листы передних и задних рессор при сборке смазывают графитной смазкой.

*Подвеска автомобиля «Москвич-2140».* Независимая пружинно-рычажная бесшкворневая передняя подвеска состоит из верхнего 5 (рис. 109, а) и нижнего 14 рычагов, поворотной стойки 9 и пружины 2 с амортизатором 4. Нижний рычаг 14 корытообразной формы качается на оси 15, прикрепленной к поперечине 1, которая является основным несущим элементом подвески и одно-

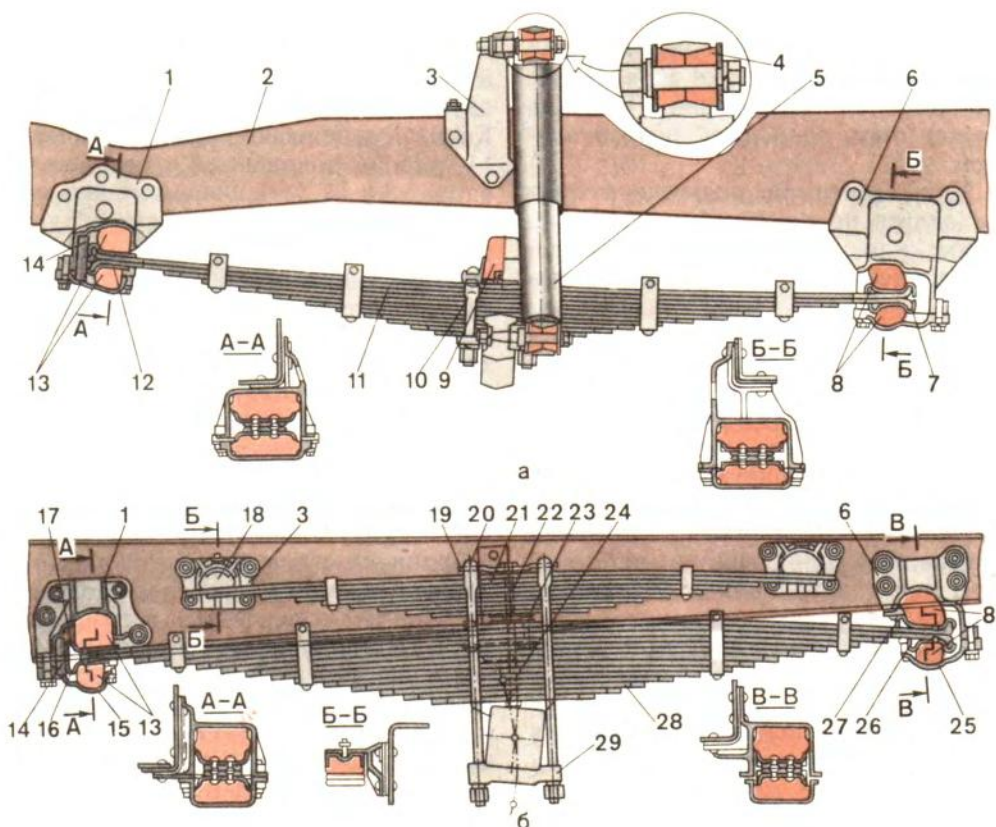


Рис. 108. Подвески автомобиля ГАЗ-53-12:

а — передняя; б — задняя; 1, 3 и 6 — кронштейны; 2 — продольная балка; 4 — резиновая втулка; 5 — амортизатор; 7 и 12 — обоймы концов коренных листов передней рессоры; 8 и 13 — верхние и нижние опоры; 9 — буфер; 10 — стремянка; 11 — двойной коренной лист; 14 — торцовый упор; 15 и 25 — крышки кронштейнов; 16, 17, 26 и 27 — обоймы концов коренных листов задней рессоры; 18 — опора дополнительной рессоры; 19 — накладка; 20 — стремянка; 21 — дополнительная рессора; 22 и 24 — центровые болты; 23 — подкладка; 28 — основная рессора; 29 — подкладка стремянок.

менно поперечной подmotorной рамы, поддерживающей двигатель. Нижний рычаг соединен с осью 15 с помощью двух сборных резино-металлических шарниров (сайлент-блоков), состоящих из наружной металлической, внутренней распорной и установленной между ними с большим радиальным натягом резиновой втулок. На рычаге установлен буфер сжатия 13, а на наружном конце его — нижний разборный шаровой шарнир 12 (шаровая опора).

Верхний рычаг 5 подвески качается на цапфах оси, прикрепленной к опоре поперечины болтами, под которые установлены прокладки для

регулирования развала колес. Рычаг соединен с осью также с помощью двух сайлент-блоков, конструкция которых в отличие от сайлент-блоков нижних рычагов неразборная. На рычаге установлен резиновый буфер 7 отбоя. Наружный конец рычага соединен с неразборным шарниром 8.

Поворотная стойка 9 — основная и наиболее нагруженная деталь передней подвески. Верхним концом стойка соединена с хвостовиком пальца шарового шарнира 8, а в нижней ее части имеется пружина с конусным отверстием, соединяемая с хвостовиком пальца шаровой опоры 12 и закрепляемая гайкой

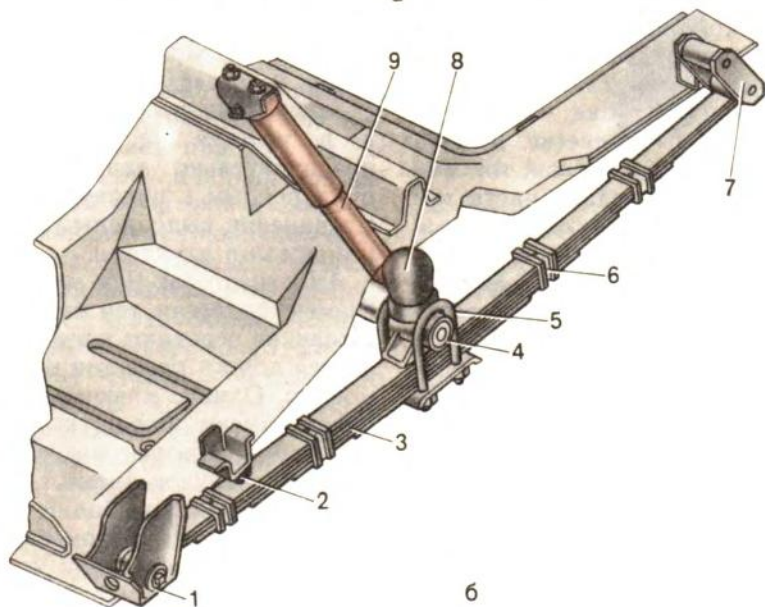
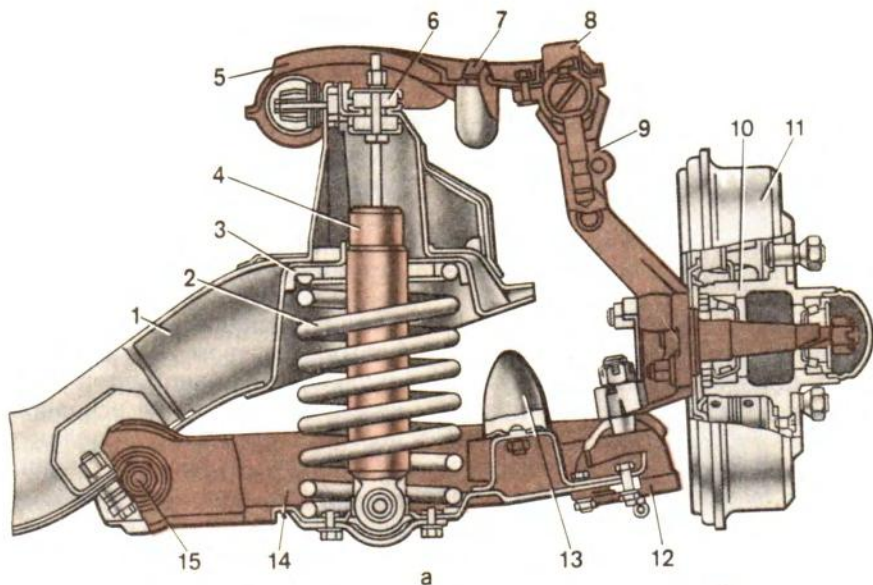


Рис. 109. Подвески автомобиля «Москвич-2140»:

а — передняя: 1 — поперечина; 2 — цилиндрическая пружина; 3 — прокладка пружины; 4 — амортизатор; 5 — верхний рычаг; 6 — резиновая подушка; 7 — буфер отбоя; 8 — шарнир; 9 — поворотная стойка; 10 — ступица переднего колеса; 11 — тормозной барабан; 12 — шаровая опора; 13 — буфер сжатия; 14 — нижний рычаг; 15 — ось нижнего рычага; б — задняя: 1 — палец крепления переднего конца рессоры; 2 — дополнительный резиновый буфер — ограничитель прогиба рессоры; 3 — рессора; 4 — кожух полуоси; 5 — стремянка; 6 — хомут рессоры; 7 — серьга крепления заднего конца рессоры; 8 — основной буфер-ограничитель; 9 — амортизатор.

со шплинтом. Со стойкой как одно целое изготовлены цапфа для установки ступицы 10 переднего колеса и фланец с бобышками для крепления скобы дискового тормоза и рычага рулевой трапеции.

Упругий элемент подвески — цилиндрическая пружина 2. Ее верхний конец упирается через резиновую прокладку 3 в чашку, приваренную к поперечине 1, а нижний — в фасонную выштамповку нижнего рычага 14.

Для увеличения устойчивости автомобиля на поворотах, уменьшения кренов и поперечных качаний кузова в подвеске имеется стабилизатор поперечной устойчивости. Средняя часть штанги стабилизатора, изогнутой в виде буквы П, укреплена с помощью резиновых подушек в специальных скобах под балками кузова. Концы штанги соединены стойками с кронштейнами нижних рычагов через резиновые подушки, зажатые чашками и гайками.

При разной нагрузке на правую и левую стороны подвески штанга стабилизатора работает как торсион и, скручиваясь, передает часть нагрузки от более нагруженной стороны к менее нагруженной, благодаря чему выравнивается деформация пружин подвески и улучшается поперечная устойчивость.

Пружины подвески смягчают удары от неровностей дороги, но одновременно вызывают колебания кузова. Для быстрого гашения этих колебаний служат амортизаторы 4, установленные внутри пружин. Верхний конец амортизатора крепят в отверстия опоры поперечины через резиновые подушки 6, а проушину нижнего конца через две конусные резиновые и распорную втулки крепят болтами к кронштейну нижнего рычага.

Задняя подвеска автомобиля зависима, на двух продольных полуэллиптических рессорах, работающих совместно с гидравлическими амортизаторами. Передний конец

рессоры 3 (рис. 109, б) пальцем 1 крепят к кронштейну продольных балок основания кузова, а задний ее конец соединяют с основанием кузова через качающиеся серьги 7. Соединения рессоры выполнены с резиновыми втулками, которые смягчают толчки, уменьшают вибрацию кузова, поглощают шум и не требуют обслуживания.

В средней части рессора двумя стремянками 5 прикреплена к картеру заднего моста. Сверху стремянки размещен держатель с резиновым буфером 8, а снизу — накладка. При полном прогибе рессоры кузов опирается на основной резиновый буфер 8. Дополнительный резиновый буфер 2, укрепленный на кузове, при частичном прогибе рессоры нажимает сверху на коренной лист, повышая тем самым жесткость рессоры с увеличением нагрузки на подвеску.

Наклонно установленный амортизатор 9 в верхней части соединен с кронштейном основания кузова, а в нижней части — с пальцем, предварительно запрессованным и приваренным к накладке стремянок. Соединения выполнены с конусными резиновыми втулками.

*Амортизаторы.* Чем мягче упругий элемент подвески, тем меньше ударов и толчков передают колеса от неровностей дороги раме или кузову автомобиля. Однако мягкие упругие элементы имеют большую амплитуду колебаний, которые затухают более продолжительное время. Для быстрого гашения колебаний подпрессоренных масс на автомобилях применяют специальные устройства, называемые амортизаторами.

На всех легковых автомобилях и большинстве передних подвесок грузовых автомобилей устанавливают телескопические амортизаторы гидравлического типа. Сопротивление колебательным движениям в амортизаторе такого типа создает жидкость, перетекающая через небольшие отверстия из одной полости

в другую. При этом с увеличением скорости относительных перемещений колеса и рамы (кузова) резко возрастает гидравлическое сопротивление амортизатора.

Гидравлические амортизаторы заполняют специальной жидкостью, вязкость которой мало зависит от температуры окружающей среды.

Колебательные движения можно представить состоящими из хода сжатия упругого элемента и хода отдачи. По принципу действия амортизаторы делят на *одно-* и *двусторонние*. Односторонние амортизаторы гасят колебания лишь во время хода отдачи, а двусторонние поглощают энергию колебаний как при ходе сжатия, так и при ходе отдачи. На современных автомобилях применяют амортизаторы двустороннего действия.

Рабочий цилиндр 18 (рис. 110) телескопического амортизатора двустороннего действия. Часть окружающего его наружного корпуса 17 заполнена жидкостью. Внутри цилиндра расположен поршень 14 со штоком 19. Сверху цилиндр закрыт направляющей 20 штока, а снизу — днищем, являющимся корпусом клапана сжатия. В поршне имеются отверстия 6, закрываемые сверху тарельчатым перепускным клапаном 5 отдачи, и отверстия 15, закрываемые снизу клапаном 7 отдачи с пружиной 8. В корпусе клапана сжатия выполнены два ряда отверстий по окружности большого и малого диаметров: отверстия 13, закрываемые сверху перепускным клапаном 9, и отверстия, закрываемые снизу клапаном 10 с пружиной 11. Шток поршня уплотнен резиновыми и войлочными сальниками.

При плавном ходе сжатия поршень со штоком опускается вниз и вытесняет основную часть жидкости из пространства под поршнем в пространство над поршнем через перепускной клапан 5 отдачи. Часть жидкости, равная по объему вводимому в цилиндр штоку, через калиброван-

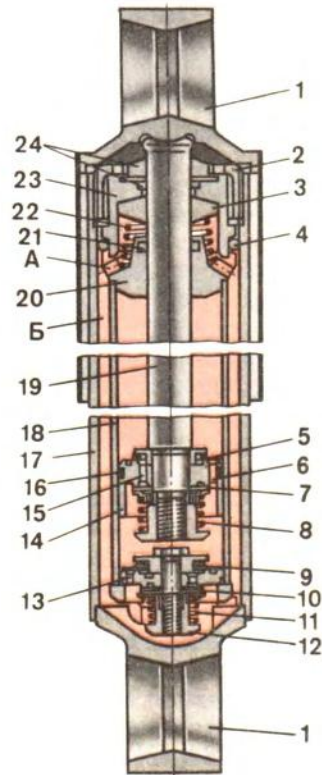


Рис. 110. Амортизатор:

1 — проушина; 2 — гайка резервуара; 3 — сальник штока; 4 — сальник гайки резервуара; 5 — перепускной клапан; 6 — отверстие наружного ряда; 7 — клапан отдачи; 8, 11 и 22 — пружины; 9 — перепускной клапан сжатия; 10 — клапан сжатия; 12 — гайка; 13 — отверстие перепускного клапана; 14 — поршень; 15 — отверстие внутреннего ряда; 16 — поршневое кольцо; 17 — корпус резервуара; 18 — рабочий цилиндр; 19 — шток поршня; 20 — направляющая штока; 21 — сальник; 23 — обойма сальников; 24 — сальники штока; А — отверстие для слива жидкости в резервуар; Б — полость резервуара.

ные отверстия клапана 10 сжатия перетекает в полость Б резервуара.

Калиброванные отверстия создают для жидкости сопротивление, пропорциональное квадрату скорости ее истечения. Поэтому при резком ходе сжатия под возросшим давлением жидкости клапан 10 сжатия открывается на большую величину, преодолевая сопротивление пружины 11. Вследствие этого уменьшается сопротивление перетеканию жидкости.

Во время хода отдачи поршень

со штоком движется вверх. Давление жидкости над поршнем повышается, перепускной клапан 5 закрывается, а клапан 7 отдачи приоткрывается, и жидкость через отверстия 15 перетекает в пространство под поршнем. Необходимое сопротивление амортизатора создается упругостью пружины 8. Часть жидкости, равная по объему выводимому из цилиндра штоку, через отверстия 13 и открытый перепускной клапан 9 сжатия перетекает обратно из полости Б в рабочий цилиндр. При резком ходе отдачи жидкость открывает клапан 7 отдачи на большую величину, преодолевая сопротивление пружины 8.

**Ходовая часть колесных тракторов.** Движителями колесных тракторов, как и в автомобилях, служат колеса с пневматическими шинами. Общее число колес у тракторов четыре, у некоторых специализированных тракторов — три. Универсально-пропашные тракторы с одним (задним) ведущим мостом (Т-25А, МТЗ-80, МТЗ-100) имеют задние колеса большего размера, чем передние. Задние ведущие колеса воспринимают до 80 % нормальной нагрузки, что обеспечивает достаточную силу сцепления с опорной поверхностью. Передние управляемые колеса воспринимают меньшие нагрузки, поэтому ими легче управлять.

Иногда при работе трактора с тяжелыми навесными машинами возникает опасность отрыва передних колес от опорной поверхности и потери управляемости. Для предотвращения этого передний мост трактора догружают балластными грузами.

Балластными грузами догружают и задние ведущие колеса, когда для повышения тягового усилия трактора необходимо увеличить сцепную силу тяжести. С этой же целью предусмотрена возможность заполнения камер пневматических шин ведущих колес балластной жидкостью.

Тракторы с четырьмя ведущими колесами выполняют с передними и

задними колесами разного и одинакового размеров. Первые представляют собой разновидности универсально-пропашных тракторов (Т-30А, МТЗ-82, МТЗ-102), а вторые — тракторов общего назначения (Т-150К, К-701).

Колесо трактора, как и автомобиля, может быть дисковым и бездисковым. Широко распространены дисковые колеса, состоящие из обода, диска и пневматической шины. При этом диск колеса может быть жестко соединен с ободом или прикреплен к нему болтами. Болтовое соединение используют для изменения колес трактора. В некоторых конструкциях к диску колеса болтами прикреплен ступица.

На тракторе К-701 установлены бездисковые колеса, состоящие из обода и пневматической шины. Колеса крепят к валам конечных передач гайками с помощью восьми прижимов.

Задние ведущие колеса трактора МТЗ-80 состоят из штампованного обода 7 (рис. 111), приваренного к выпуклому диску 4, который крепят болтами 6 к ступице 5. Ступица сделана разъемной и закреплена на валу ведущего колеса стяжными болтами. От проворачивания ступица удерживается шпонкой 8. Для изменения колес на тракторе установлен механизм, состоящий из червяка 10 и зубчатой рейки 9, нарезанной на валу ведущего колеса.

Диск переднего колеса трактора МТЗ-80 приварен к ободу, а трактора МТЗ-82 прикреплен болтами к кронштейнам, приваренным к ободу. Направляющие колеса трактора Т-25А и самоходного шасси Т-16М бездисковые, их обод крепят к ступице с помощью болтов и накладок.

Пневматические шины тракторных колес имеют те же элементы, что и у автомобилей: каркас, брекер, протектор. Однако соотношения размеров отдельных частей тракторной и автомобильной шин значительно различаются. Протектор тракторной

шины ведущих колес оснащен увеличенными почвозацепами, образующими рельефный рисунок в виде расчлененной елки. Опорная площадь почвозацепов составляет 25...35 % общей опорной площади протектора, а высота — 35...43 мм. Такой протектор обеспечивает надежное сцепление колеса с опорной поверхностью. Направляющие колеса имеют форму рисунка протектора в виде продольных ребер, что способствует стабилизации направления движения.

Пневматические шины для тракторов по ГОСТ 25641—84 имеют следующее обозначение: обычного профиля — 15,5—38; 9,00—20 и т. д.; низкопрофильные — 18,4L-30 и т. д.; радиальные — 15,5R38, 21,3R24 и т. д. Первое число означает ширину профиля шины в дюймах, второе — посадочный диаметр шины (обода) в дюймах. Буквы указывают на тип шины: R — радиальная, L — низкопрофильная, без буквы — диагональная.

*Способы повышения тягово-сцепных свойств колесных тракторов.* При работе колесных тракторов на рыхлых и переувлажненных почвах значительно снижается сцепление шин с почвой, увеличивается буксование трактора и его работа становится неэффективной или вообще невозможной. С целью повышения тягово-сцепных свойств тракторов применяют различные приемы и устройства.

Давление колес на почву зависит от типа шин, давления воздуха в них, нагрузки на колеса и степени погружения их в почву. При снижении давления увеличиваются площадь контакта колеса с почвой и его сцепление. Поэтому вместо серийных пневматических шин можно установить широкопрофильные или арочные шины. Широко применяют сдвигание ведущих колес. Дополнительное колесо крепят к основному с помощью специальной проставки. При установке сдвоенных колес бук-

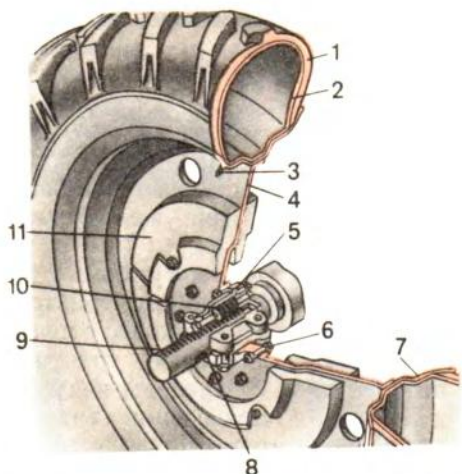


Рис. 111. Ведущее колесо трактора МТЗ-80:

1 — покрышка; 2 — камера; 3 — вентиль; 4 — диск; 5 — ступица; 6 — болт; 7 — обод; 8 — шпонка; 9 — зубчатая рейка; 10 — червяк; 11 — груз.

сование трактора значительно уменьшается, а тяговое усилие растет.

На непродолжительное время снижают давление воздуха в шине, увеличивая тем самым деформацию и площадь контакта шины. Однако следует иметь в виду, что при давлениях воздуха на 20 % ниже нормы срок службы шины сокращается примерно на 15 %.

На тракторах «Беларусь» в условиях переувлажнения почвы, бездорожья и глубокого снежного покрова целесообразно использовать полугусеничный ход. Он состоит из двух комплектов резинометаллических гусениц и натяжных устройств. Гусеница представляет собой замкнутую цепь, охватывающую заднее и натяжное колеса трактора, и состоит из двух резиноканевых лент с закрепленными на них болтами стальными штампованными почвозацепами.

Догрузка ведущих колес позволяет повысить силу тяги по сцеплению на рыхлых и влажных почвах. Чтобы догрузить ведущие колеса, на их диски устанавливают дополнительные (балластные) грузы или заполняют камеры шин жидкостью.

На одно колесо можно закрепить попарно от двух до двенадцати грузов массой по 20 кг каждый. Первую пару крепят к диску колеса болтами и гайками, а каждую следующую пару — к предыдущей двумя болтами, которые ввинчивают в резьбовые отверстия уже установленных грузов.

Балластные грузы могут быть установлены и на передний брус трактора для догрузки передних колес с целью лучшей управляемости трактора, а на тракторах с передним ведущим мостом — для повышения тяговых свойств этого моста. Грузы устанавливают на съемном кронштейне.

Камеры шин ведущих колес, имеющие большой внутренний объем, можно заполнить жидкостью, что позволит значительно увеличить сцепную массу трактора. В летнее время камеры заполняют водой, а в холодное время — 25 %-ным раствором хлористого кальция, имеющим температуру замерзания минус 30 °С. Жидкость заливают на  $\frac{3}{4}$  объема камеры через специальный водовоздушный вентиль, а затем накачивают шину воздухом до нормального давления.

На некоторых тракторах для повышения их тягово-сцепных свойств применен гидроувеличитель сцепного веса, который рассмотрен в § 5 главы 3.

Остовы колесных тракторов имеют *рамную, полурамную и безрамную* конструкции. Рамные остовы применяют на колесных тракторах общего назначения, полурамные — на универсально-пропашных тракторах и самоходных шасси, безрамные использовались на тракторах тягового класса 0,6.

*Остов трактора К-701* — шарнирно сочлененная рама, состоящая из передней и задней полурам и крестовины. Передняя полурама соединена с крестовиной двумя осями и образует вертикальный шарнир. Между сопряженными проушинами опоры шарнира и крестовины установлены

шайбы, которые выполняют функцию упорных подшипников.

Задняя полурама размещена на трубе горизонтального шарнира и закреплена крышкой. Между торцами трубы шарнира и передней поперечной балки задней полурамы установлены кольца, которые служат упорными подшипниками при работе горизонтального шарнира. Осевой зазор в этом шарнире не должен превышать 0,8 мм. Зазор регулируют прокладками между торцами трубы и крышки.

Горизонтальный шарнир позволяет передней и задней полурамам поворачиваться одна относительно другой на угол  $\pm 16^\circ$  в горизонтальной плоскости, а вертикальный шарнир — на угол  $\pm 30^\circ$  в вертикальной плоскости. При такой конструкции рамы трактор может копировать рельеф местности и поворачиваться при неуправляемых колесах.

*Остов трактора Т-150К* конструктивно аналогичен остову трактора К-701. Углы поворота одной полурамы относительно другой для вертикального шарнира составляют  $\pm 30^\circ$ , для горизонтального —  $\pm 15^\circ$ .

*Остов трактора МТЗ-80* полурамный, образованный полурамой и корпусами муфты сцепления, коробки передач, заднего моста, соединенных между собой болтами и установочными штифтами.

Полурама состоит из литого стального переднего бруса и двух продольных балок и служит опорой для двигателя. На ней размещают гидроусилитель рулевого управления, радиаторы и двигатель. В отверстие проушины переднего бруса запрессована стальная втулка, в которую устанавливают ось качания переднего моста.

Полурамный остов обладает достаточной жесткостью, прочностью и в то же время имеет несколько меньшую массу, чем рамный остов.

Подвеска колесного трактора. Задние ведущие колеса не

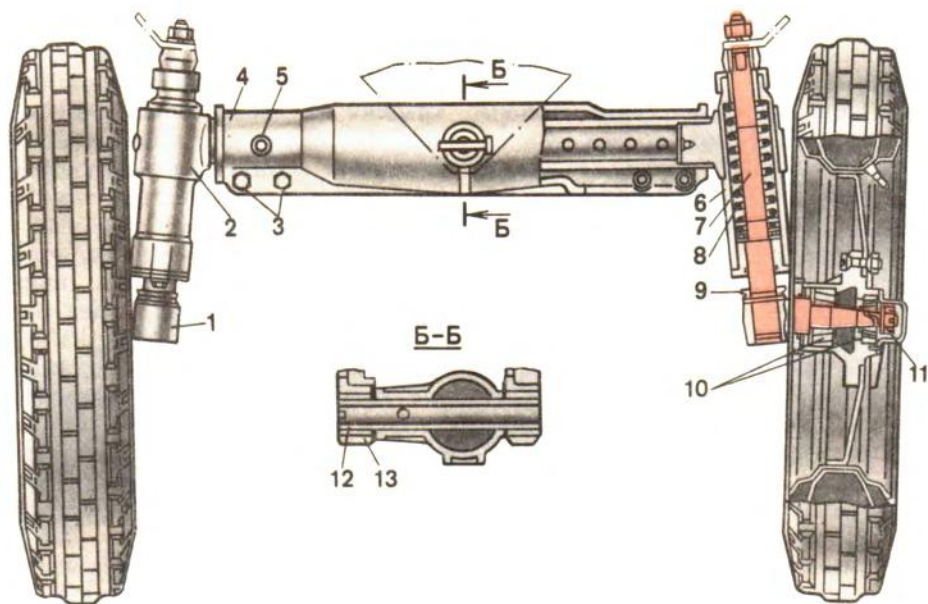


Рис. 112. Передняя ось трактора МТЗ-80:

1 — поворотная цапфа; 2 — выдвижной кулак; 3 — стяжные болты; 4 — трубчатая балка; 5 — стопорный палец; 6 — кронштейн выдвижной трубы; 7 — вал поворотной цапфы (шкворень); 8 — пружина подвески; 9 — тарельчатая пружина; 10 — подшипники колеса; 11 — гайка цапфы; 12 — ось качания; 13 — передний брус.

имеют подвески. Их разъемные ступицы 5 (см. рис. 111) жестко крепят на концах валов ведущих колес (в тракторах МТЗ-80, МТЗ-100), которые выступают из рукавов, соединенных с корпусом заднего моста, или же диски колес крепят непосредственно к фланцу валов (в тракторе Т-40М). Задний мост колесных тракторов общего назначения (Т-150К, К-701) жестко соединен с кронштейнами рамы.

Передний мост универсально-пропашных тракторов служит опорой для передней части остова трактора и включает в себя ось с подвеской и направляющие колеса или ведущий мост с подвеской и комбинированные колеса. Передний мост с осью может быть трех типов: с расставленными передними направляющими колесами и регулируемой колеей (по ширине колеи задних колес), со сближенными колесами и с одним колесом. Передний ведущий мост универсально-пропашных

тракторов имеет расставленные комбинированные колеса с регулируемой колеей.

Передняя ось трактора МТЗ-80 рассчитана на получение повышенного дорожного просвета и возможность изменения колеи. Она состоит из трубчатой балки 4 (рис. 112), шарнирно соединенной с передним брусом 13 полурамы трактора осью качания 12. Шарнирное соединение позволяет балке качаться относительно остова, отклоняясь в вертикальной плоскости на угол  $10^\circ$  вверх и вниз. Это обуславливает приспособление передних колес трактора к неровностям опорной поверхности и смягчение воздействия последних на остов. От проворачивания и перемещения ось качания удерживается штифтом.

В трубчатую балку вставлены два выдвижных кулака 2, представляющих собой трубу с приваренным к ней кронштейном 6. Кулак затягивают двумя болтами 3 клеммового зажима

балки. Каждая труба кулака имеет по шесть сквозных отверстий на расстоянии 50 мм одно от другого. В одно из отверстий входит стопорный палец 5, с помощью которого фиксируют колею передних колес. Ширину колеи регулируют перемещением трубы относительно балки. Колея передних колес может изменяться в пределах 1200...1800 мм с интервалами 100 мм при симметричном и 50 мм при несимметричном расположении колес.

В кронштейне 6 выдвижного кулака на двух втулках установлен вал 7 поворотной цапфы. Нижний конец вала 7 запрессован в отверстие полуоси колеса и приварен к ней снизу. На полуоси на двух конических роликовых подшипниках установлена ступица переднего колеса.

Балка переднего моста поддрессорена двумя цилиндрическими пружинами 8, расположенными в кронштейнах выдвижных кулаков. Часть силы тяжести трактора через кронштейн 6, пружину 8, упорный шариковый подшипник с шайбой, полуось и ступицу передается переднему колесу.

*Передний мост тракторов Т-30 и Т-25А* имеет конструкцию, позволяющую изменять не только ширину колеи передних колес, но и дорожный просвет поворотом на угол 180° фланцев поворотных цапф.

*Передний ведущий мост тракторов МТЗ-82, МТЗ-102* соединен с передним брусом двумя полыми осями, на которых мост вместе с колесами может качаться в вертикальной плоскости, отклоняясь от вертикали на угол 8...9°. От проворачивания и осевых перемещений оси стопорят планками.

Балка переднего ведущего моста поддрессорена двумя цилиндрическими пружинами 13 (см. рис. 101), нижние концы которых опираются на упорные шариковые подшипники, установленные в корпусе 17 редуктора, а верхние — в перегородку трубы шкворней.

Колесные редукторы вместе с передними колесами могут перемещаться относительно корпуса 7 и его крышки 5 вследствие телескопического соединения выдвижных корпусов 3 с корпусом и крышкой. Это перемещение осуществляется винтовыми механизмами (червяк 4).

Винтовой механизм позволяет бесступенчато регулировать ширину колеи передних колес в трех интервалах: 1200...1500, 1500...1600 и 1600...1800 мм. Для перевода ширины колеи с первого интервала на второй или наоборот изменяют взаимное расположение диска колеса относительно кронштейнов обода колеса. Для получения колеи в интервале 1600...1800 мм снимают колеса с дисков и меняют их местами, соблюдая при этом направление вращения шины согласно стрелке, указанной на боковине.

Колею задних ведущих колес универсально-пропашных тракторов также регулируют в широких пределах (в тракторах МТЗ-80, МТЗ-100, например, до 2100 мм) перемещением ступиц колес на валах, а также перестановкой дисков и колес.

*Подвеска переднего моста трактора Т-150К* зависимая, состоящая из двух продольных полуэллиптических рессор 7 (рис. 113) 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, которые установлены в чашках кронштейнов, закрываемых крышками 6 и 11. 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 рессор. В верхней части амортизатор крепят к крон-

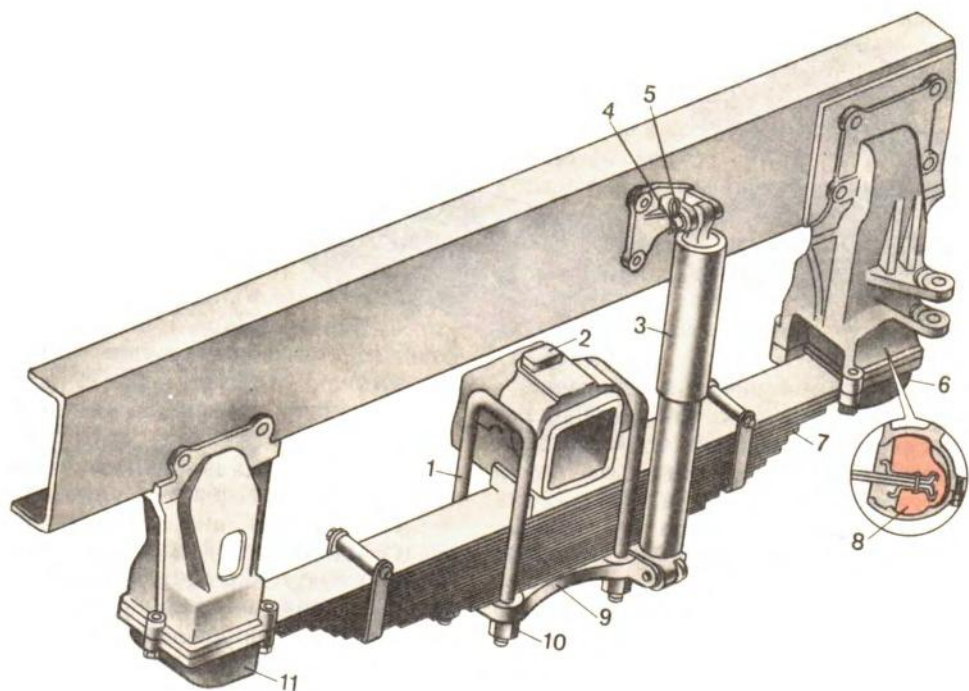


Рис. 113. Подвеска переднего моста трактора Т-150К:

1 — стремянка; 2 — буфер; 3 — амортизатор; 4 — ось; 5 — пружинный шплинт; 6 — крышка заднего кронштейна рессоры; 7 — рессора; 8 — подушка рессоры; 9 — подкладка; 10 — специальная гайка; 11 — крышка переднего кронштейна рессоры.

штейну продольной балки рамы, а в нижней части — к подкладке 9 рессоры.

В тракторе Т-150К также можно изменять ширину колеи перестановкой колес с одной стороны на другую. Узкую колею (1680 мм) применяют при вспашке, закрепляя колеса вентиля наружу. Широкую колею (1860 мм) устанавливают при использовании трактора на транспортных и других работах. Для этого колеса переставляют вентиляем внутрь.

**Ходовая часть гусеничного трактора.** Гусеничный движитель — это механизм для передвижения посредством двух замкнутых, параллельно вращающихся шарнирных или бесшарнирных лент, называемых гусеницами (или гусеничными цепями). Кроме гусеницы, гусеничный движитель включает в себя

ведущее колесо (звездочку), направляющее колесо с амортизатором, опорные катки и поддерживающие ролики.

Гусеничные движители расположены по обеим сторонам трактора. На наружной поверхности звеньев гусеничной цепи имеются почвозацепы для лучшего ее сцепления с почвой, а внутренняя поверхность образует гладкий металлический рельсовый путь для опорных катков. Звездочки находятся в зацеплении с цевками гусениц и при вращательном движении, подводимом конечными передачами, перематывают гусеничные цепи, стремясь выдернуть их из-под опорных катков. Однако гусеничные цепи прижаты к почве силой тяжести трактора, а почвозацепы стремятся срезать ее поверхностный слой. Поэтому звездочкам легче толкать остов и катить опорные

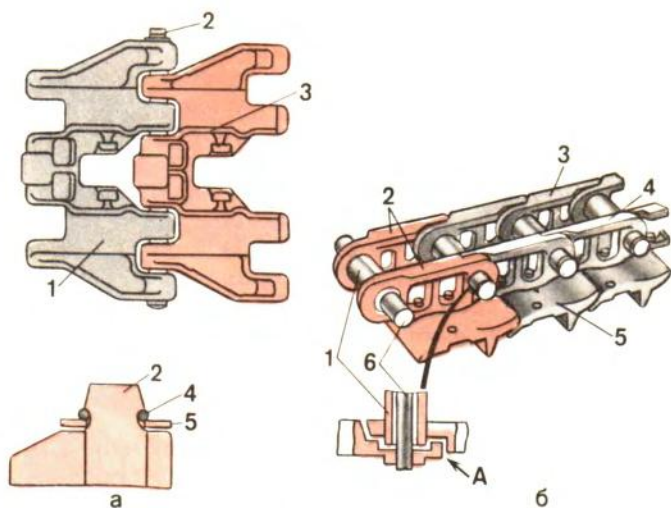


Рис. 114. Типы гусениц:

а — с цельнолитыми необработанными звеньями: 1 — беговая дорожка; 2 — палец; 3 — направляющая реборда; 4 — стопорное кольцо; 5 — шайба; 6 — с составными штампованными звеньями: 1 — стальная втулка; 2 — беговые дорожки; 3 и 4 — звенья; 5 — башмак; 6 — палец.

катки по гусеницам, чем выдергивать их из-под катков.

Таким образом, перематываемая звездочкой гусеничная цепь непрерывно укладывается на опорную поверхность в направлении движения трактора и одновременно поднимается с опорной поверхности.

Преимущества гусеничных движителей по сравнению с колесными: меньшее буксование, давление (0,03...0,07 МПа), а следовательно, и уплотняющее воздействие на почву вследствие большей опорной поверхности гусениц; повышенная проходимость; лучшее сцепление гусениц с почвой, что обеспечивает возможность реализации большей силы тяги по сцеплению.

Недостатки гусеничного движителя — сложнее конструкция, повышенные металлоемкость, стоимость и затраты на техническое обслуживание и ремонт, меньшие транспортные скорости.

Для работы гусеничного трактора на слабых грунтах необходимо дополнительно снижать давление. Это достигается увеличением длины опорной поверхности за счет снижения высоты расположения ведущих и направляющих колес, а также установкой более широких гусениц.

*Гусеничная шарнирная лента*

представляет собой замкнутую металлическую цепь, состоящую из отдельных звеньев, шарнирно соединенных между собой пальцами. Она работает в очень тяжелых условиях — значительные нагрузки, отсутствие смазки, наличие абразивных частиц. Поэтому ее изготавливают из высококачественной стали.

В зависимости от конструкции и способа изготовления звеньев гусеницы бывают трех типов: с цельнолитыми необработанными, составными штампованными и цельноштампованными звеньями. Широко распространены гусеницы первых двух типов.

Гусеничная цепь первого типа состоит из отдельных литых и необработанных звеньев (рис. 114, а). Звено имеет беговые дорожки 1, направляющие гребни (реборды) 3, проушины с отверстием и почвозацепом. Звенья соединены между собой стальными пальцами 2, вставляемыми в отверстия проушин соседних звеньев и закрепляемыми шайбами 5 и кольцами 4. Средние проушины звеньев служат цевками, за которые цепляются зубья звездочки.

Каждое звено гусеничной цепи второго типа состоит из отдельных штампованных деталей: звеньев 3

и 4 (рис. 114, б), башмака 5, прикрепляемого к звеньям болтами. На нижней части башмака имеется почвозацеп (шпора). Верхняя плоскость звена образует беговую дорожку 2 для опорных катков. Звенья гусеничной цепи соединяют между собой шарнирно с помощью втулок 1 и пальцев 6. Втулки запрессовывают в отверстия внутренних шек одного звена, а палец свободно вставляют во втулку и запрессовывают в отверстия наружных шек соседнего звена. Втулки служат цевками, за которые цепляются зубья звездочки. Для соединения и разъединения гусеничной цепи предусмотрено одно легкоразъемное звено.

По конструкции шарниров гусеницы делят на открытые и закрытые. Гусеницы с цельнолитыми необработанными звеньями (рис. 114, а) имеют открытые шарниры, так как отверстия под палец в проушинах не обрабатывают. Гусеница с закрытыми (защищенными) шарнирами (рис. 114, б) имеет обработанные отверстия в звеньях, в которые за-

прессовывают обработанные палец и втулку. В шарнирном соединении двух соседних звеньев образуется уплотняющий лабиринт А.

*Ведущее колесо (звездочка)* имеет зубчатый венец, спицы и ступицу, которые изготовляют как одно целое (например, звездочка 1 на рис. 105) или зубчатый венец отливают совместно с ободом, которым звездочка крепится непосредственно к корпусу планетарного редуктора (например, в тракторе Т-150).

Звездочка и гусеничная цепь могут иметь *цевочное* или *ребневое зацепление*. Наибольшее распространение получило цевочное зацепление — зубья ведущей звездочки цепляются за проушины или втулки звеньев гусеничной цепи.

Число зубьев звездочки обычно нечетное, а шаг зубьев вдвое меньше шага гусеничной цепи. При таком соотношении каждый зуб работает один раз за два оборота звездочки, причем каждый раз с новым звеном гусеничной цепи. Это приводит к более равномерному изнашиванию

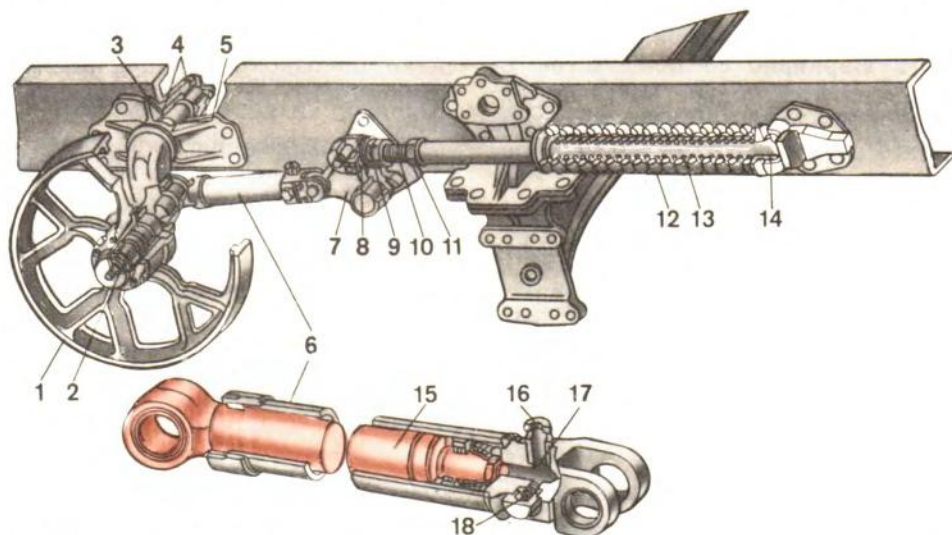


Рис. 115. Направляющее колесо с натяжным приспособлением и амортизирующим устройством трактора Т-150:

1 — направляющее колесо; 2 — коленчатая ось; 3 — масленка; 4 — втулки; 5 — кронштейн; 6 — гидроцилиндр; 7 — промежуточное звено; 8 — вилка; 9 — регулировочная гайка; 10 — натяжной болт; 11 — гайка; 12 — большая пружина; 13 — малая пружина; 14 — шаровая опора; 15 — шток; 16 — корпус клапана; 17 — пластинчатый клапан; 18 — масленка.

и повышению срока службы звездочек.

*Направляющее колесо* совместно с натяжным устройством предназначено для направления движения гусеничной цепи, ее натяжения и амортизации. Гусеничная цепь во время работы изнашивается, удлиняется и провисает. Если ее вовремя не натянуть, то она может соскочить со звездочки и натяжного колеса. При ослабленной или чрезмерно натянутой гусеничной цепи увеличиваются потери мощности на трение в шарнирах. Гусеничную цепь натягивают с помощью направляющего колеса и натяжных приспособлений.

Различают кривошипные и ползунковые натяжные приспособления. На тракторах с эластичной подвеской (ДТ-75МВ, ДТ-175С, Т-150) применены кривошипные натяжные приспособления.

На тракторе Т-150 направляющее колесо 1 (рис. 115) установлено на коленчатой оси 2, поворачивая которую, можно натянуть или ослабить гусеничную цепь. Коленчатую ось поворачивают с помощью гидроцилиндра 6. С цапфой коленчатой оси 2 шарнирно соединен шток 15 цилиндра 6. В задней части корпус цилиндра через промежуточное звено 7 соединен с пружинным амортизатором.

Чтобы натянуть гусеничную цепь, необходимо через масленку 18 шприцем ввести пластичную смазку в рабочую полость цилиндра, создавая давление. При этом шток 15 перемещается вперед и поворачивает коленчатую ось, натягивая гусеничную цепь.

Для ослабления натяжения гусеничной цепи отворачивают корпус 16 клапана и через образовавшееся отверстие выпускают часть смазки из цилиндра. Корпус 16 зажимает пластинчатый клапан 17, который продавливается смазкой при чрезмерных нагрузках в гусеничной цепи.

На тракторах с полужесткой подвеской (Т-4А, Т-70С) ось направ-

ляющего колеса устанавливают на раме гусеничной тележки в ползунках, которые могут перемещаться вместе с направляющим колесом, натягивая гусеничную цепь. Натяжение регулируют винтовым механизмом или с помощью гидроцилиндра (в тракторе Т-130М).

*Амортизирующее устройство* воспринимает удары при наезде на препятствия, компенсирует длину гусеничной цепи при наезде на препятствие опорных катков или попадании крупных предметов между гусеничной цепью и направляющим колесом или звездочкой.

В качестве амортизаторов используют цилиндрические пружины 12 и 13. При переезде через препятствие гусеничная цепь дополнительно натягивается и отводит направляющее колесо назад, сжимая пружины амортизатора. В дальнейшем пружины вновь распрямляются и направляющее колесо возвращается в исходное положение.

*Поддерживающие ролики* устанавливают для уменьшения провисания верхней ветви гусеничной цепи. С каждой стороны трактора размещают по одному или два ролика в зависимости от длины гусеничной цепи.

Поддерживающий ролик 3 (рис. 116) трактора Т-150 вращается в двух шариковых подшипниках 4 и 6 на оси 5, запрессованной в кронштейн 9. Кронштейны 9 крепят болтами к кронштейнам рамы. Для уменьшения изнашивания роликов и шума, создаваемого движителем во время работы трактора, на ролики установлены резиновые бандажки 10.

Поддерживающий ролик трактора ДТ-75МВ имеет аналогичную конструкцию. Поддерживающий каток трактора Т-130М состоит из двух роликов, жестко закрепленных на оси, вращающейся в двух шариковых подшипниках. Подшипники установлены в расточке литого опорного кронштейна.

Остов большинства гусеничных

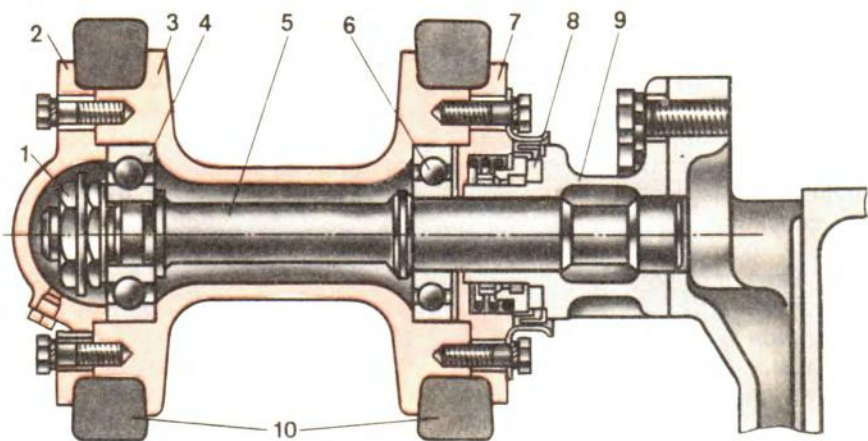


Рис. 116. Поддерживающий ролик трактора Т-150:

1 — гайка; 2 — крышка; 3 — поддерживающий ролик; 4 и 6 — шарикоподшипники; 5 — ось; 7 — корпус уплотнения; 8 — уплотнение; 9 — кронштейн поддерживающего ролика; 10 — резиновые бандаж.

тракторов рамной конструкции, а у трактора Т-70С — полурамной.

Рама трактора Т-150 состоит из двух продольных балок, соединенных между собой спереди передним брусом, а посередине — двумя поперечными брусками. Сзади продольные балки соединены с кронштейнами, в которых бугелями закреплен корпус заднего моста.

С наружной стороны к продольным балкам прикреплены кронштейны для установки поддерживающих роликов, шаровых опор амортизирующих устройств направляющих колес, осей промежуточных звеньев амортизирующих устройств, коленчатых осей направляющих колес.

Рама трактора ДТ-75МВ также состоит из двух продольных балок, соединенных между собой передним брусом, двумя поперечными брусками и задней осью, закрепленной на кронштейнах. К продольным балкам прикреплены различные кронштейны, опоры, накладки для крепления сборочных единиц трактора.

Остов трактора Т-70С включает в себя полураму, выполненную из двух продольных балок, которые связаны между собой передним брусом, и корпусов: муфты сцепления,

коробки передач, заднего моста и бортовых передач.

Подвеска соединяет остов с движителями и у гусеничных тракторов может быть жесткой, полужесткой и эластичной.

Жесткая подвеска упругих элементов не имеет. Оси опорных катков жестко прикреплены к гусеничным тележкам, которые также жестко соединены с остовом трактора. Такую подвеску применяют на промышленных тракторах, движущихся с небольшой скоростью (трубоукладчиках, погрузчиках и т. п.).

Полужесткая подвеска может быть трех- и четырехточечной. В трехточечной полужесткой подвеске обе гусеничные тележки с жестко закрепленными на них осями опорных катков в задней части шарнирно соединены с остовом трактора. Передняя часть остова опирается на гусеничные тележки через упругий элемент — рессору. Подвеска обеспечивает упругую связь гусеничных тележек с остовом трактора и возможность поворота одной тележки относительно другой в вертикальной плоскости при переезде через препятствие. Такую подвеску применяют на тракторах Т-130М, Т-4А.

В четырехточечной полужесткой

подвеске каждая гусеничная тележка с жестко закрепленными 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* характеризуется тем, что остов трактора соединен с опорными катками через упругие элементы. На сельскохозяйственных тракторах широко применяют балансирую эластичную (упругую) подвеску. Она состоит из четырех одинаковых балансирных кареток, которые установлены на цапфах, закрепленных на поперечных брусках рамы трактора. Каретка представляет собой четырехколесную тележку, состоящую из двух балансиров с двумя опорными катками и пружины (или пружин), которая распирает балансиры и служит упругим элементом подвески.

Все толчки, воспринимаемые опорными катками при движении трактора, поглощаются пружиной и не передаются на остов, обеспечивая хорошее поддрессирование трактора. Такая подвеска применена на тракторах Т-150, ДТ-75МВ, ДТ-175С.

В подвесках всех типов толчки, приложенные в горизонтальной плоскости, поглощаются пружинами амортизирующих приспособлений направляющих колес.

Каретка подвески гусеничного трактора Т-150 с эластичной подвеской состоит из двух балансиров 8 (рис. 117). Балансиры устанавливаются на цапфы 11, которые запрессованы в кронштейн 10. Балансиры поворачиваются относительно цапфы во втулках 7, запрессованных в отверстия балансира. От осевого перемещения балансир удерживается шайбой 3 и болтом 4. Трущиеся поверхности цапфы и втулок смазываются маслом, заливаемым через

отверстие в крышке 2, закрываемое пробкой 5. Для предотвращения течи масла установлены уплотнение 9 и прокладка 6.

В двух конических роликовых подшипниках, размещенных в ступице каждого балансира, вращается ось с двумя опорными катками 1. Верхние части балансиров распирают две концентрически расположенные цилиндрические пружины 12, смягчающие толчки при наезде трактора на препятствие.

На верхних частях балансиров передних кареток установлены гидроамортизаторы, которые предназначены для гашения колебаний, возникающих при движении трактора. Жидкость перетекает из одной полости амортизатора в другую через небольшие отверстия, вследствие чего амортизатор оказывает сопротивление, поглощающее энергию колебаний пружин.

Особенности ходовой части крутосклонных тракторов. Ходовая часть крутосклонных тракторов имеет конструкцию, одинаковую с базовой моделью, за исключением некоторых частей. Так как крутосклонный гусеничный трактор работает на склонах челночным способом, т. е. имеет навесную систему спереди и сзади, то в амортизаторе направляющих колес установлена более упругая пружина.

Гусеничные цепи состоят из звеньев, имеющих увеличенную высоту гребня с целью предотвращения спадания гусеничной цепи при работе на склонах из-за больших боковых нагрузок.

Крутосклонный трактор имеет увеличенную ширину колеи и удлиненную профильную базу, которая достигнута за счет опускания направляющих колес. Для обеспечения безопасности работы агрегата на крутых склонах трактор оборудован специальным предохранительным устройством, состоящим из опорной плиты, верхних и нижних труб и гидроцилиндра. При необходимости

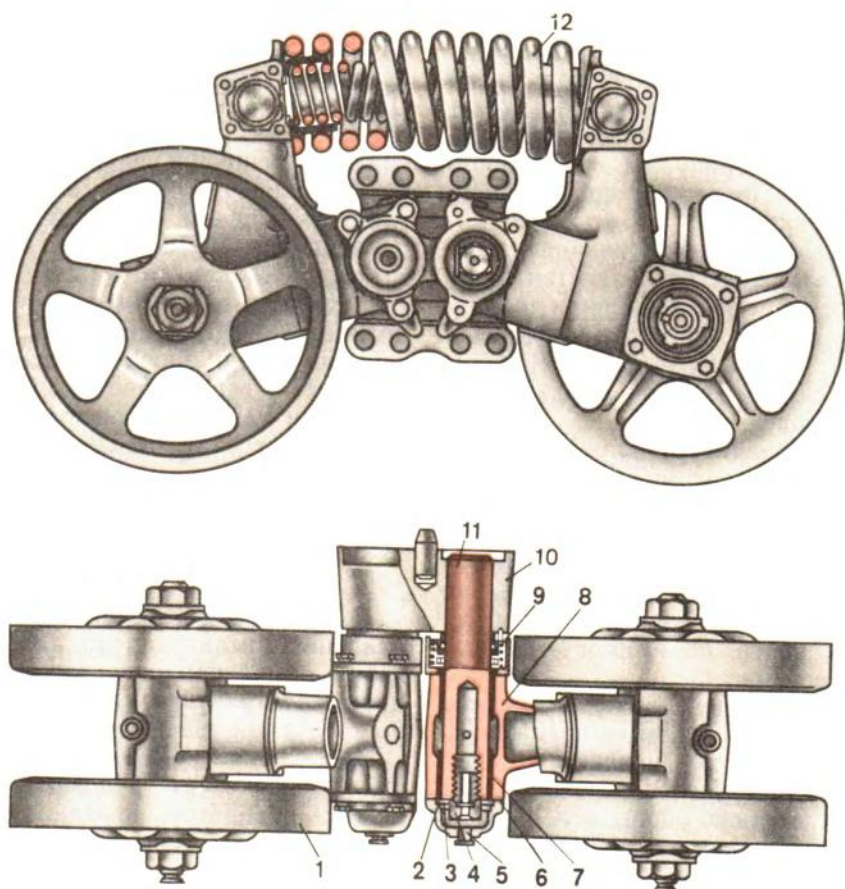


Рис. 117. Каретка подвески трактора Т-150:

1 — опорный каток; 2 — крышка; 3 — шайба; 4 — болт; 5 — пробка; 6 — прокладка; 7 — втулка; 8 — баланси́р; 9 — уплотнение; 10 — кронштейн цапф; 11 — цапфа; 12 — пружина.

тракторист опускает или поднимает опорную плиту с помощью гидросистемы.

При работе колесного крутосклонного трактора на склонах до  $20^\circ$  вертикальное положение остова обеспечивается поворотом корпусов конечных передач и задних колес трактора гидравлическими цилиндрами. Цилиндры включаются и выключаются автоматически с помощью маятника.

В таком тракторе углы качания балки передней оси достигают  $40^\circ$ , а валы цапф установлены в кронштейнах, шарнирно соединенных с выдвигными трубами.

### Основные возможные неисправности и техническое обслуживание.

У колесных тракторов и автомобилей ежедневно осматривают колеса и шины, проверяют давление воздуха в шинах, затяжку гаек крепления колес. Периодически колеса с пневматическими шинами переставляют для обеспечения более равномерного изнашивания шин.

Систематически проверяют и при необходимости регулируют подшипники ступиц колес. Для этого колесо приподнимают над опорной поверхностью и проверяют его вращение в обоих направлениях. Колесо должно вращаться равномерно и свободно

без осевого зазора. При наличии зазора регулируют подшипники. Для этого так затягивают гайку крепления подшипников, чтобы колесо проворачивалось туго, затем отворачивают гайку на  $\frac{1}{6}$  оборота и контрят. Проверяют правильность регулировки.

Техническое обслуживание подвески заключается в систематическом осмотре и смазывании шарниров и рессор, проверке крепления рессор и амортизаторов. Рессоры смазывают графитной смазкой при их разборке.

Прямолинейность движения гусеничного трактора может быть нарушена из-за неодинакового натяжения гусеничных цепей, а также при различных удлинениях правой и левой гусениц. В первом случае правильно регулируют натяжение обеих гусеничных цепей, во втором — меняют цепи местами.

Гусеничная цепь может соскочить не только при слабом ее натяжении, но и при погнутых коленчатых осях направляющих колес и сильно изношенных втулках опоры оси в раме.

Для проверки натяжения гусеничной цепи трактор устанавливают на ровной твердой поверхности. На концы пальцев звеньев над поддерживающими роликами устанавливают рейку и измеряют расстояние от рейки до пальца наиболее провисшего звена. Это расстояние должно составлять 30...60 мм.

Гусеничную цепь трактора Т-150 натягивают, нагнетая шприцем через масленку 18 (см. рис. 115) смазку в рабочую полость цилиндра 6 без изменения длины (525 мм) предварительно сжатых пружин 12, 13 и положения звена 7.

Если из-за смещения натяжного приспособления в крайнее переднее положение гусеничную цепь натянуть не удастся, то из каждой гусеничной цепи удаляют по одному звену, а затем проводят регулировку.

Периодически проверяют и регулируют осевой зазор в подшипниках

направляющих колес и опорных катков. Зазор в подшипниках направляющего колеса тракторов ДТ-75МВ, Т-150 должен быть не более 0,5 мм. Зазор регулируют при снятии гусеничной цепи с помощью регулировочной гайки. Для этого гайку затягивают так, чтобы колесо проворачивалось с трудом, а затем отворачивают ее на  $\frac{1}{6}$ ... $\frac{1}{8}$  оборота. Колесо от воздействия руки должно вращаться свободно.

Подшипники опорных катков регулируют регулировочными прокладками между балансиrom и корпусом уплотнения, изменяя их число.

## § 9. РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

**Общие сведения.** Рулевое управление предназначено для изменения и поддержания направления движения трактора или автомобиля по требуемой траектории.

Наибольшее распространение получили две схемы рулевого управления: поворотом передних колес относительно переднего моста (рис. 118, а) или полурам вместе с мостами и колесами относительно шарнира, соединяющего эти полурамы (рис. 118, б). Первая схема применена на всех автомобилях и универсально-пропашных тракторах, вторая — на колесных тракторах общего назначения с четырьмя ведущими колесами одинакового размера.

Основное условие поворота — качение направляющих колес без бокового скольжения. Для выполнения этого условия необходимо, чтобы геометрические оси всех колес пересекались в мгновенном центре вращения — точке *O*, называемой *центром поворота*. Расстояние *OO<sub>1</sub>* от центра поворота до середины заднего моста называют *радиусом поворота R*.

Геометрические оси всех колес пересекутся в одной точке в том

случае, если передние управляемые колеса при повороте будут поворачиваться на разные углы: внутреннее колесо на больший угол, наружное — на меньший. Соблюдение этого условия достигается применением в конструкции рулевого управления четырехзвенного шарнирного механизма — *рулевой трапеции*.

Рулевая трапеция состоит из передней оси, рулевых рычагов 3 (рис. 118, в), закрепленных на шкворнях 2 поворотных кулаков, и поперечной тяги 4, шарнирно соединенной с рычагами 3. Рулевая трапеция приводится в движение водителем через продольную тягу 6.

Предотвращение пробуксовывания ведущих колес при повороте достигается установкой дифференциала в ведущем мосту.

Рулевое управление тракторов и автомобилей с передними управляемыми колесами состоит из рулевого колеса 12 с валом 11, рулевого механизма, включающего в себя в данном случае червяк 10, сектор 9 и вал 8 с рулевой сошкой 7, и рулевого привода, состоящего из продольной тяги 6 и рулевой трапеции.

Рулевой механизм преобразует вращательное движение рулевого колеса в ограниченный поворот рулевой сошки. Для удобства управления передаточное число рулевого механизма выбирают с таким расчетом, чтобы отклонение управляемых колес от нейтрального положения на максимальный угол 35...40° происходило за 1,25...2,0 оборота рулевого колеса в каждую сторону. Передаточное число рулевого механизма у многих тракторов и автомобилей составляет 15...25.

Чем больше это передаточное число, тем меньшее окружное усилие требуется для поворота, меньше угол отклонения управляемых колес за один оборот рулевого колеса и больше время поворота. Последнее существенно влияет на безопасность дорожного движения.

Если максимально возможное

передаточное число рулевого механизма не обеспечивает требуемой легкости управления, применяют усилители. Наибольшее распространение получили гидравлические усилители рулевого механизма. Гидроприводы управления поворотом рассмотрены в главе 3.

В качестве рулевых механизмов используют следующие передачи: *цилиндрический червяк 1* (рис. 119, а) — *сектор 2* (тракторы К-701, Т-150К, МТЗ-80, автомобиль Урал-375Д); *глобоидальный червяк 1* (рис. 119, б) — *ролик 2* (автомобили ГАЗ-53-12, ГАЗ-66, «Волга», «Жигули», «Москвич»); *винт 1* (рис. 119, в) — *гайка 2* и *рейка 3* — *зубчатый сектор 4* (автомобили КамАЗ, ЗИЛ-130, БелАЗ-540, КрАЗ-255Б); *конические зубчатые колеса* (самходные шасси Т-16М); *зубчатое колесо* — *зубчатая рейка* (автомобиль ВАЗ-2108).

По взаимному расположению рулевого колеса и рулевого механизма различают рулевые управления с *совмещенным* или *разделенным* рулевым колесом и рулевым механизмом. При совмещенном рулевом управлении (см. рис. 118, в) рулевой вал 11 непосредственно соединен с ведущим элементом рулевого механизма — червяком 10, а при разделенном — рулевой вал соединен с рулевым механизмом через карданную передачу и ось рулевого вала не совпадает с осью вращения червяка или винта, как, например, у автомобиля ЗИЛ-130, трактора МТЗ-80 и др. При разделенном управлении рулевое колесо можно устанавливать в наиболее удобном для водителя месте.

По месту расположения рулевой трапеции относительно управляемого моста различают рулевые приводы с *передним* и *задним расположением трапеции*. Рулевое управление с передним расположением трапеции показано на рисунке 118, в.

По конструкции поперечной тяги рулевые трапеции могут быть *цель-*

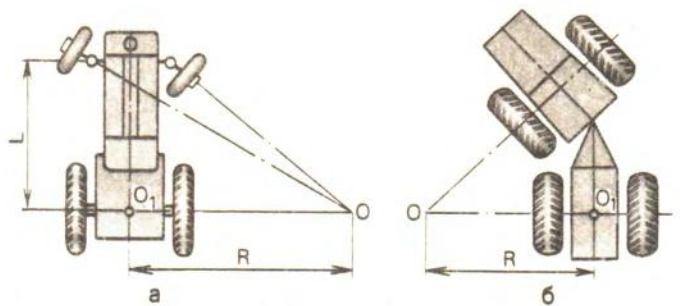


Рис. 118. Схемы поворота и рулевого управления колесных тракторов:

а — четырехколесного универсально-пропашного трактора; б — трактора общего назначения с четырьмя ведущими колесами; в — рулевое управление: 1 — цапфы; 2 — шкворни; 3 — рулевые рычаги; 4 — поперечная тяга; 5 — поворотный рычаг; 6 — продольная тяга; 7 — рулевая сошка; 8 — вал рулевой сошки; 9 — сектор; 10 — червяк; 11 — рулевой вал; 12 — рулевое колесо.

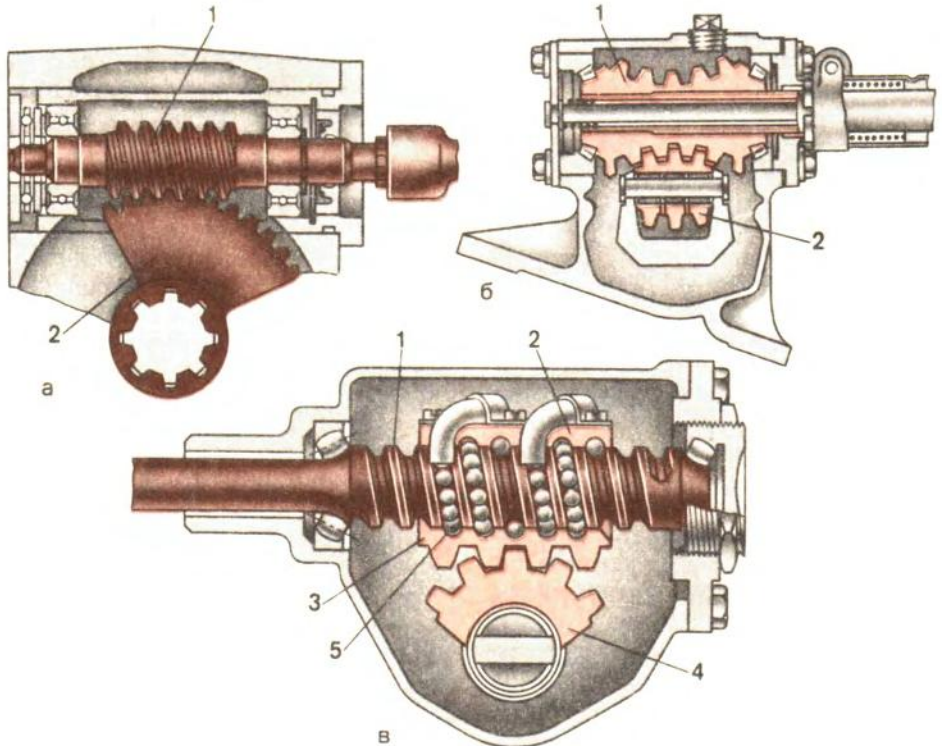
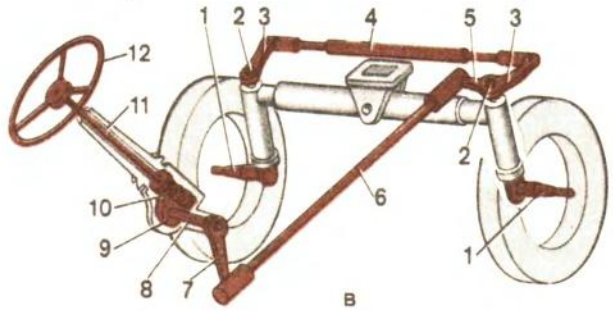


Рис. 119. Схемы рулевых механизмов:

а — цилиндрический червяк 1 — сектор 2; б — глобоидальный червяк 1 — ролик 2; в — комбинация: 1 — винт; 2 — гайка; 3 — рейка; 4 — сектор; 5 — шарик.

ными или расчлененными. Цельная трапеция имеет одну поперечную тягу 4, как показано на рисунке 118, в, а расчлененная состоит из двух поперечных тяг, шарнирно соединенных с рулевым рычагом или сошкой. Расчлененные трапеции применяют на автомобилях с независимой передней подвеской, а также на тракторе МТЗ-80.

Помимо механических рулевых управлений без усилителей и с гидро- и пневмоусилителями может быть использовано гидрообъемное рулевое управление (ГОРУ), у которого рулевое колесо с рулевым валом не имеет механической связи с рулевой трапецией. ГОРУ применяют на тракторе МТЗ-100 и комбайнах.

Колесные тракторы общего назначения (Т-150К, К-701) со всеми ведущими, одинаковыми по размерам колесами поворачиваются в результате углового смещения полурам гидроцилиндрами, которые являются исполнительными механизмами рулевого управления.

**Установка управляемых колес.** Правильная установка управляемых колес обеспечивает курсовую устойчивость движения тракторов и автомобилей, легкость поворота, качение колес с меньшей затратой мощности и минимальным износом шин. Под стабилизацией управляемых колес понимают их способность сохранять прямолинейное движение и автоматически возвращаться в исходное положение после поворота. Стабилизацию колес достигают с помощью поперечного и продольного наклонов шкворней.

**Поперечный наклон** шкворня определяется углом  $\gamma''_{шк}$  (рис. 120, а), который составляет 6...10°. При поперечном наклоне шкворней поворот колес сопровождается некоторым подъемом переднего моста, что способствует возвращению колес в положение, соответствующее прямолинейному движению.

**Продольный наклон**

шкворня верхним концом назад определяется углом  $\gamma''_{шк}$  (рис. 120, б), который составляет 1,0...3,5°. При повороте возникает центробежная сила, которая через ступицы, колеса и шины передается на дорогу и вызывает со стороны дороги боковые реакции на колеса. Эти реакции приложены в области контакта колес с дорогой. При продольном наклоне шкворней возникает стабилизирующий момент от действия этих сил и реакций, который стремится вернуть управляемые колеса в положение прямолинейного движения.

Углы наклонов шкворней определяются конструкцией переднего моста и рулевого управления и в процессе эксплуатации не регулируются.

Для облегчения управления колесами устанавливают под некоторыми углами.

**Развал колес** под углом  $\gamma_0$  (рис. 120, а), который задают не более 2°, способствует появлению силы, направленной вдоль оси колеса и постоянно прижимающей его к внутреннему подшипнику ступицы. Это предотвращает перемещение и раскачивание колеса вдоль своей оси и улучшает устойчивость движения.

Совместно с поперечным наклоном шкворней развал колес уменьшает плечо обката — расстояние  $x$  между средней плоскостью колеса и точкой пересечения оси шкворня с поверхностью дороги. Благодаря этому уменьшается усилие для поворота колеса относительно шкворня, что облегчает управление трактором или автомобилем. Развал под большим углом резко увеличивает износ шин.

Схождение колес определяют как разность расстояний между боковинами шин в средней их части сзади по ходу трактора или автомобиля (расстояние  $L_2$  на рис. 120, в) и спереди (расстояние  $L_1$ ). Схождение колес задают в пределах 2...12 мм регулировкой длины

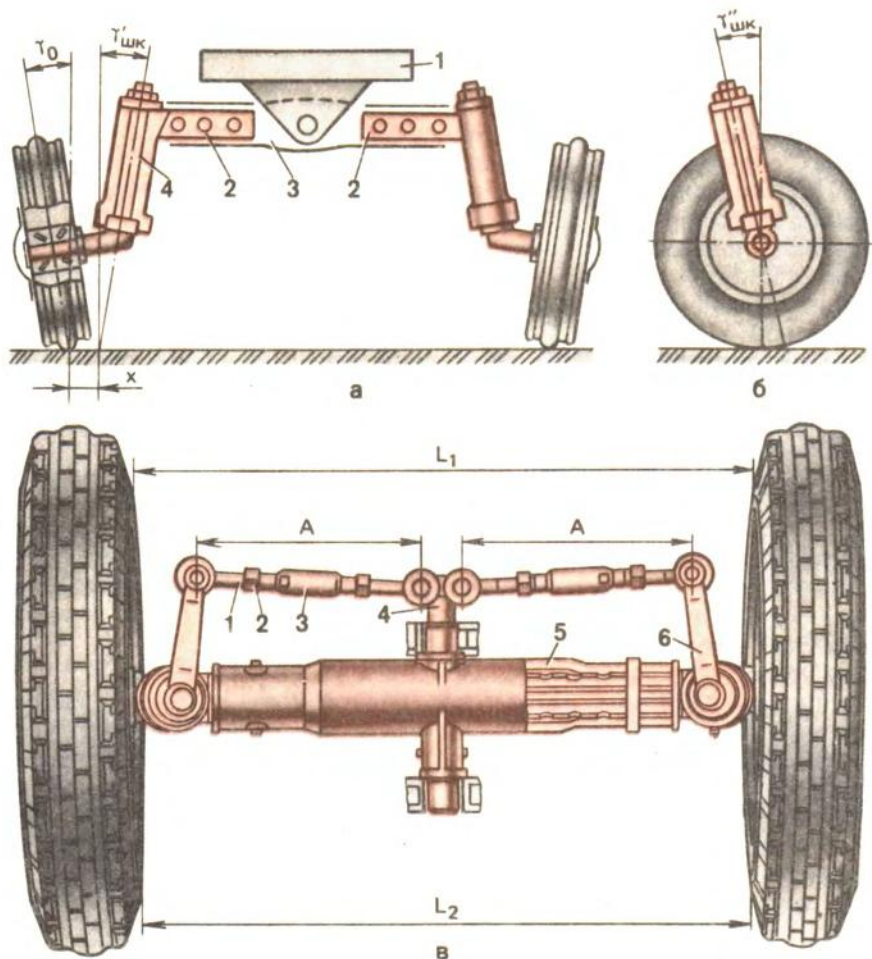


Рис. 120. Установка направляющих колес:

а — развал колес и поперечный наклон шкворней: 1 — остов трактора; 2 — выдвижные трубы кулаков; 3 — передняя ось; 4 — шкворень; 6 — продольный наклон шкворней; в — схождение колес: 1 — наконечник; 2 — контргайка; 3 — труба поперечной тяги; 4 — сошка; 5 — ось; 6 — поворотный рычаг.

поперечной тяги как допуск на зазоры, которые при качении выбираются и схождение уменьшается до нуля.

**Рулевое управление автомобиля ГАЗ-53-12** состоит из рулевой колонки, рулевого механизма и привода. Рулевое управление совмещенное, т. е. вал 20 (рис. 121, а) непосредственно соединен с червяком 12.

Рулевой механизм состоит из глобоидального червяка 12 и трехгребневого ролика 13. Картер 2 рулевого механизма закреплен на левой продольной балке рамы болтами.

Червяк 12, напрессованный на пустотелый рулевой вал 20, установлен в картере на двух конических роликовых подшипниках 6 и 15. Наружные обоймы подшипников запрессованы в расточки картера и удерживаются крышками 7 и 16. Под крышку 7 установлено несколько прокладок 11 для регулировки подшипников червяка. Выходы валов червяка и сошки уплотнены сальниками 10 и 18.

Трехгребневый ролик 13 посажен на ось с помощью двух шарико-

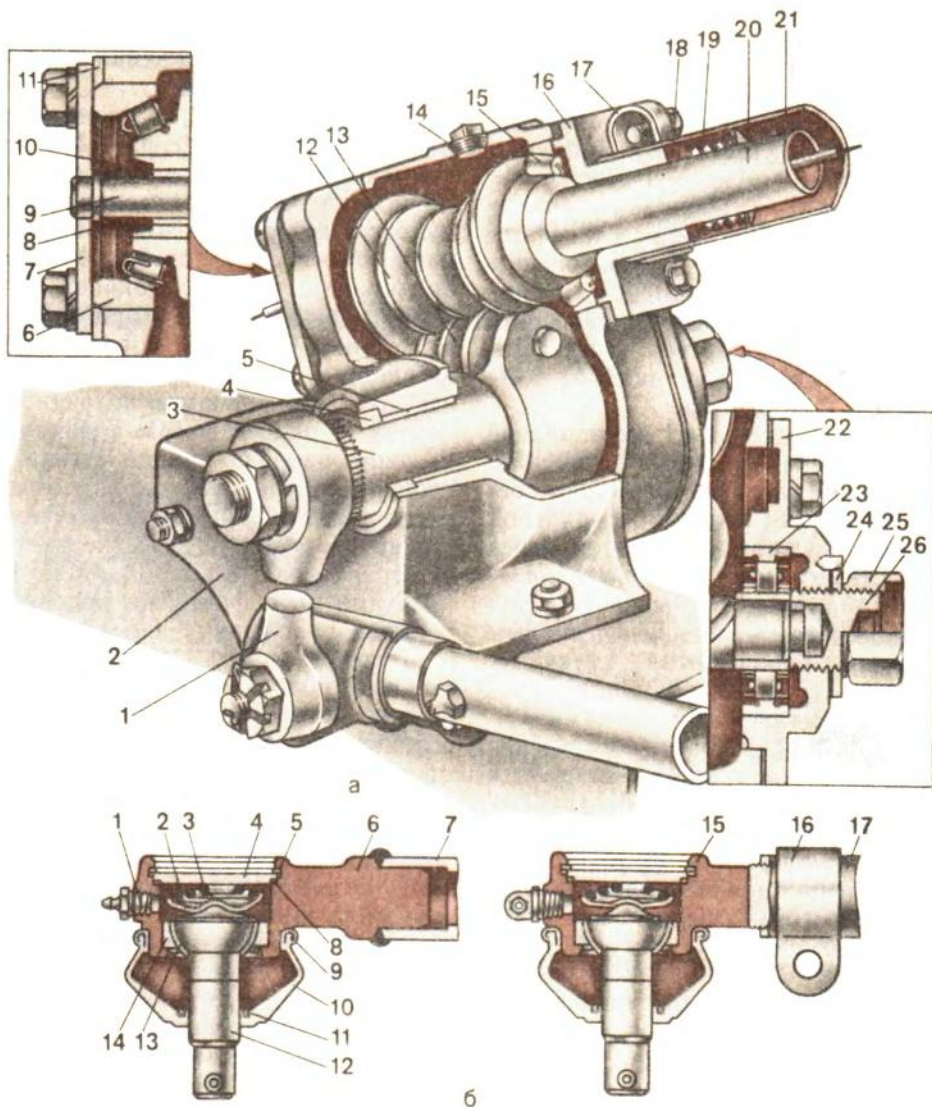


Рис. 121. Рулевой механизм и шарнирные устройства автомобиля ГАЗ-53-12:

а — рулевой механизм: 1 — рулевая сошка; 2 — картер; 3 — вал сошки; 4, 10 и 18 — сальники; 5 — втулка; 6 и 15 — подшипники червяка; 7 — нижняя крышка картера; 8 и 19 — пружины сальника; 9 — трубка электропровода; 11 — регулировочные прокладки; 12 — глобондальный червяк; 13 — трехребровой ролик; 14 — пробка маслозаливного отверстия; 16 — верхняя крышка картера; 17 — стяжной хомут; 20 — рулевой вал; 21 — колонка руля; 22 — боковая крышка; 23 — подшипник вала сошки; 24 — стопорная шайба; 25 — контргайка; 26 — регулировочный винт; б — шарнирные устройства: 1 — масленка; 2 — плита; 3 — коническая пружина; 4 — крышка; 5 — стопорное кольцо; 6 и 15 — наконечники; 7 — труба продольной тяги; 8 — резиновое кольцо; 9 — обойма; 10 — резиновый колпак; 11 — кольцо; 12 — палец; 13 — сухарь; 14 — сменный вкладыш; 16 — хомут; 17 — труба поперечной тяги.

подшипников. Ось ролика установлена в щеках головки вала 3 сошки и концы оси расклепаны. Между торцами ролика и щеками размещены упорные шайбы. Вал 3 поворачивается в двух подшипниках: бронзовой втулке 5 и роликовом подшипнике 23. На мелкие конические шлицы вала посажена сошка 1. Правильность установки сошки обеспечивается четырьмя сдвоенными шлицами. Зазор в зацеплении червяк — ролик регулируют с помощью винта 26, ввернутого в боковую крышку 22 картера. Винт фиксируется стопорной шайбой 24, штифтом и гайкой 25.

Рулевой привод имеет заднее расположение цельной трапеции. Его продольная тяга шарнирно соединена задним концом с рулевой сошкой 1, а передним концом через рычаг левого поворотного кулака — с рулевой трапецией. Рычаги рулевой трапеции жестко соединены с правым и левым поворотными кулаками, а между собой — шарнирно через поперечную тягу.

Продольная и поперечная тяги с помощью шарнирных устройств соединены с рычагами. К трубе 7 (рис. 121, б) продольной тяги приварены наконечники 6, в которые установлены сменные вкладыши 14, сухарь 13 и полусферический палец 12, опирающийся на пяту 2. Пята поджата к пальцу конической пружиной 3, которая упирается в крышку 4, закрепляемую стопорным кольцом 5. На палец шарнира с небольшим натягом надет резиновый колпак 10, закрепленный обоймой 9 на наконечнике. Пружинное стальное кольцо 11 обеспечивает уплотнение колпака. Смазывают шарнир через масленку 1.

С поперечной рулевой тягой правой и левой резьбой соединены наконечники 15. Продольные разрезы в трубе 17 этой тяги стянуты хомутами 16.

**Рулевое управление трактора МТЗ-80** разделенное, с гидроусили-

телем и задним расположением расчлененной рулевой трапеции. Привод рулевого механизма служит для изменения положения рулевого колеса и передачи вращения от него к рулевому механизму.

Труба 6 (рис. 122, а) рулевой колонки приварена к серьге 7, которая шарнирно соединена со стойкой 9 двумя винтами 15. Благодаря этому рулевую колонку можно поворачивать относительно стойки 9 и тем самым изменять угол наклона рулевого колеса (рис. 122, б). В рабочем положении 1 рулевая колонка удерживается фиксатором 17 (рис. 122, а). Для поворота колонки рукоятку 19 подают вверх, и фиксатор выходит из паза правой стенки 16 стойки 9. После этого колонку можно легко повернуть вперед. В этом положении 11 колонка не фиксируется. У тракторов МТЗ-100, МТЗ-102 предусмотрена фиксация колонки в четырех положениях через угол 5°.

Рулевое колесо 1 закреплено на шлицах полого рулевого вала 3, внутри которого проходит винт 4, соединенный с маховичком 2. Винт вворачивается в гайку 20, в которую запрессован штифт 21, фиксирующий ее от проворачивания в промежуточном вале 5. На гайке 20 и вале 3 выполнены скосы, которые при вворачивании винта 4 расклинивают и прижимают гайку и вал к внутренним стенкам промежуточного вала 5. Этим устройством можно регулировать положение рулевого колеса по высоте в пределах  $\pm 120$  мм (рис. 122, б).

Промежуточный вал 5 (рис. 122, а) вращается в капроновых втулках 22, которые установлены в резиновые амортизаторы 23 для уменьшения вибрации вала.

Вращение от рулевого колеса передается на вал 3, затем через гайку 20 и штифт 21 на промежуточный вал 5 и далее через карданный шарнир 12, вал 13 — на шлицевую втулку 14, которую устанавливают на шлицы червяка рулевого механизма.

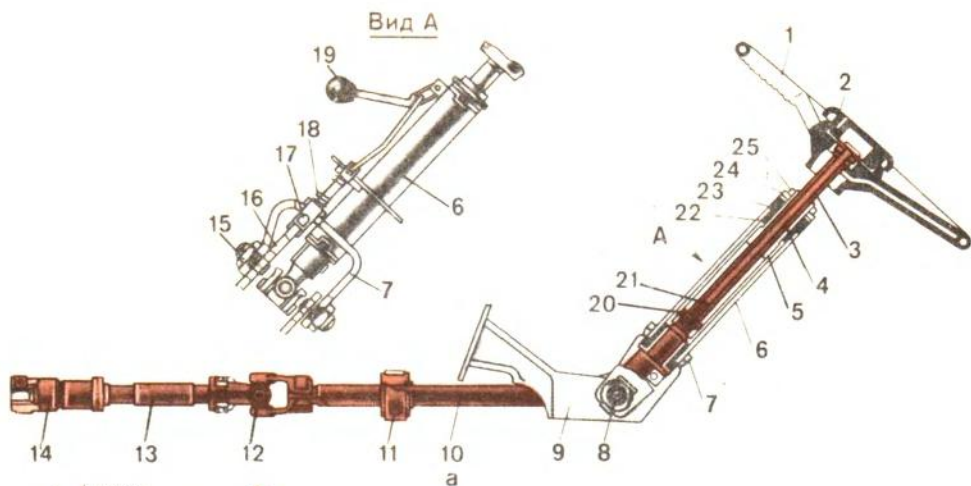


Рис. 122. Привод рулевого механизма трактора МТЗ-80:

а — конструкция привода: 1 — рулевое колесо; 2 — маховичок; 3 — рулевой вал; 4 и 15 — винты; 5 — промежуточный вал; 6 — труба рулевой колонки; 7 — серьга; 8 и 12 — карданные шарниры; 9 — стойка; 10 — средний вал; 11 — промежуточная опора; 13 — перед-

ний вал; 14 — шлицевая втулка; 16 — правая стенка стойки; 17 — фиксатор; 18 — пружина; 19 — рукоятка; 20 и 24 — гайки; 21 — штифт; 22 — втулка; 23 — амортизатор; 25 — контргайка; б — различные положения рулевого колеса; I и II — положения рулевой колонки.

Рулевой механизм смонтирован в одном корпусе 22 (рис. 123) с гидросилителем. В качестве рулевого механизма использована передача цилиндрический червяк 4 — сектор 7. Двухвенцовый сектор одновременно находится в зацеплении с червяком и рейкой 9, соединенной со штоком 25 гидроцилиндра.

Червяк вращается в двух шариковых подшипниках, наружные обоймы которых установлены в эксцентричной втулке 6 с небольшим зазором, что позволяет ему вместе с золотником 31 перемещаться в осевом направлении (вперед и назад).

Сектор 7 установлен на шлицах поворотного вала 21 и закреплен гайкой 8. Поворотный вал 21 вращается в двух втулках корпуса 22 и в верхней крышке 12. На нижнем шлицевом конце поворотного вала уста-

новлена сошка 18, закрепляемая гайкой 19.

Принцип работы рулевого механизма с гидросилителем описан в главе 3.

Рулевая трапеция включает в себя две поперечные рулевые тяги, шарнирно соединенные с сошкой 4 (см. рис. 120, в), два поворотных рычага 6 и переднюю ось. Каждая рулевая тяга состоит из соединительной трубы 3 и двух наконечников 1 с правой и левой резьбой. Наконечники ввернуты в резьбовые отверстия трубы 3 и закреплены контргайками 2. Внутри наконечника размещено шарнирное устройство, состоящее из шарового пальца, резинового и капронового вкладышей, закрытых резиновым чехлом и регулировочной пробкой.

**Рулевое управление автомобилей**

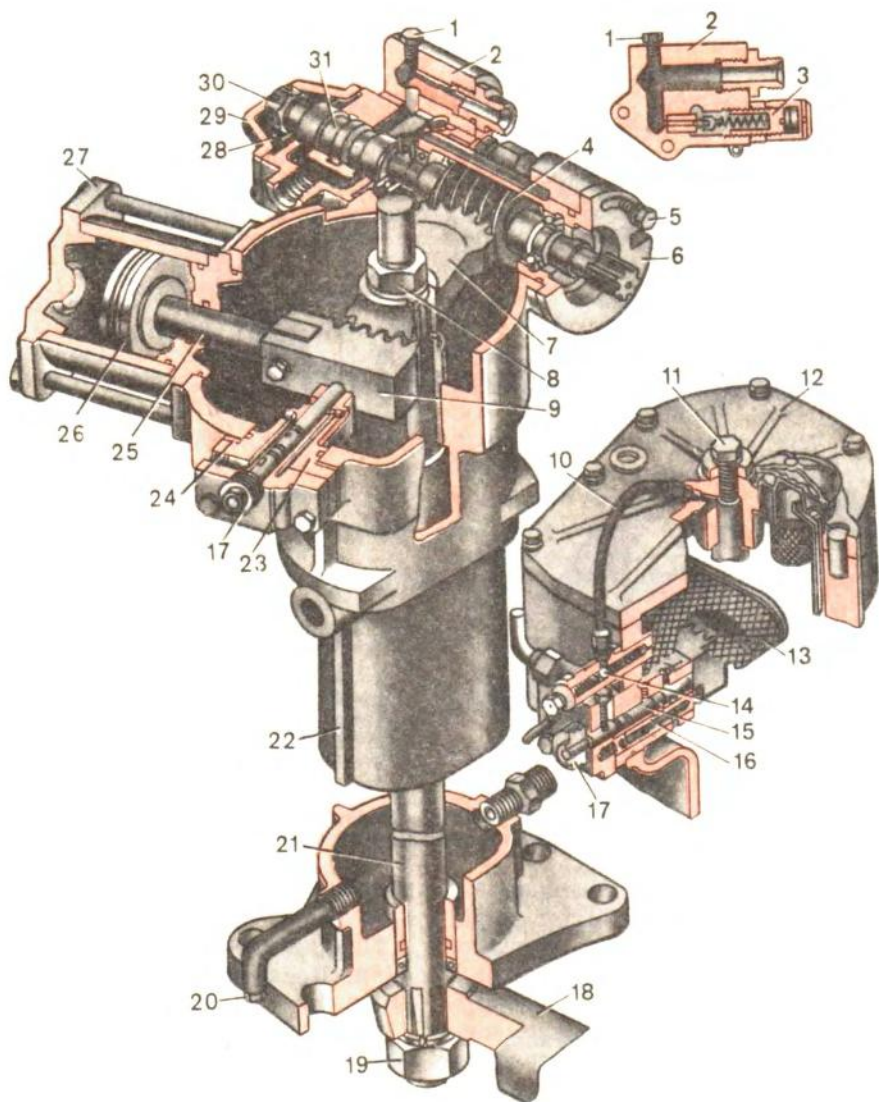


Рис. 123. Гидроусилитель рулевого управления трактора МТЗ-80:

1 — пробка; 2 — клапанная крышка; 3 — регулировочный винт предохранительного клапана; 4 — червяк; 5 — болт регулировочной втулки; 6 — регулировочная эксцентричная втулка; 7 — сектор; 8, 19 и 30 — гайки; 9 — рейка; 10 — маслопровод для смазывания верхней опоры; 11 — регулировочный винт; 12 — верхняя крышка; 13 — фильтр; 14 — редукционный клапан; 15 — кран управления; 16 — золотник датчика; 17 — маховичок крана; 18 — сошка; 20 — сливная пробка; 21 — поворотный вал; 22 — корпус; 23 — упор рейки; 24 — регулировочные прокладки; 25 — шток; 26 — поршень; 27 — передняя крышка цилиндра; 28 — упорный подшипник; 29 — крышка; 31 — золотник.

**КамАЗ** разделенное, с гидроусилителем и цельной рулевой трапецией. Рулевое управление состоит из рулевого колеса 1 (рис. 124), рулевой колонки 2, карданной передачи 6, углового редуктора 9, рулевого меха-

низма 10, вала 13, сошки 12, продольной рулевой тяги 11 и рулевой трапеции. Гидравлический усилитель состоит из распределителя 8, гидроцилиндра, размещенного в картере рулевого механизма 10, насоса 14

с бачком 15, радиатора 7, трубопроводов и шлангов.

Рулевая колонка, состоящая из трубы с размещенным в ней на двух шариковых подшипниках рулевым валом, прикрепена в верхней части панели кабины с помощью кронштейна 3, а в нижней части — к полу кабины с помощью фланца 4. Осевой зазор в подшипниках регулируют гайкой 5.

Карданная передача 6, включающая в себя вал, втулку и два карданных шарнира, передает вращение с рулевого вала на вал ведущего конического зубчатого колеса углового редуктора 9.

Конический одноступенчатый угловой редуктор служит для передачи вращения от карданной передачи на винт рулевого механизма с передаточным отношением, равным единице. Собран редуктор в корпусе 33 (рис. 125), который шпильками прикреплен к картеру 23 рулевого механизма. Ведущее коническое зубчатое колесо изготовлено как одно целое с валом 7 и установлено в съемном корпусе 10 на шариковом 6 и игольчатом 8 подшипниках. Шариковый подшипник закреплен гайкой, игольчатый — стопорным кольцом.

Ведомое коническое зубчатое колесо 11 вращается в двух шарикоподшипниках 12, установленных в корпусе 33 редуктора. Шарикоподшипники посажены с натягом на хвостовик зубчатого колеса и закреплены гайкой 30 со стопорной шайбой 31. Осевые перемещения зубчатого колеса ограничены стопорным кольцом 32 и крышкой 14. Зацепление конических зубчатых колес регулируют изменением толщины прокладок 5.

Ведомое коническое зубчатое колесо углового редуктора соединено шлицами с винтом 26 и передает ему вращение от рулевого колеса; при этом винт может перемещаться в осевом направлении (вперед и назад).

Рулевой механизм собран в картере 23, который одновременно слу-

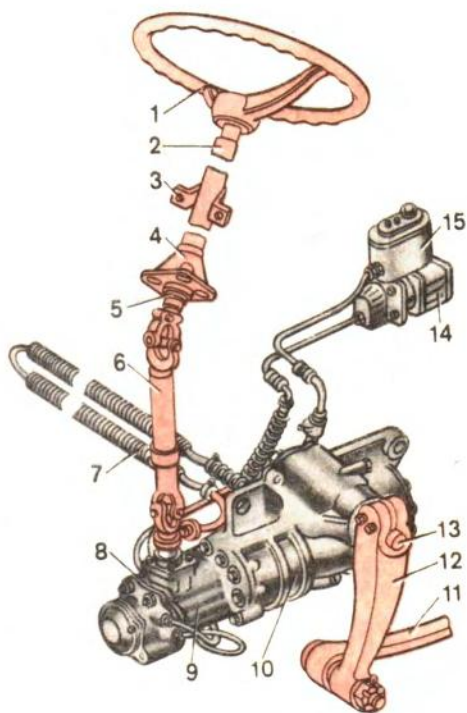


Рис. 124. Рулевое управление автомобилей КАМАЗ:

1 — рулевое колесо; 2 — колонка рулевого управления; 3 — кронштейн; 4 — фланец; 5 — регулировочная гайка; 6 — карданная передача; 7 — радиатор; 8 — распределитель; 9 — угловой редуктор; 10 — рулевой механизм; 11 — продольная рулевая тяга; 12 — сошка; 13 — вал сошки; 14 — насос; 15 — бачок.

жит цилиндром гидроусилителя. В качестве рулевого механизма использована двойная передача: винт 26 — гайка 27 и рейка (поршень) 24 — сектор 18.

Для уменьшения сил трения винт 26 вращается в гайке 27 на шариках, размещенных в канавках винта и гайки с перекидной трубкой. Гайку, собранную с винтом и шариками, устанавливают в поршень-рейку 24 и фиксируют двумя установочными винтами 17.

Поршень-рейка размещен в картере 23, который служит ему цилиндром. Поршень имеет уплотнительное кольцо 16 и масляные канавки. Рейка входит в зацепление с зубчатым сектором 18 вала 19 сошки и поворачи-

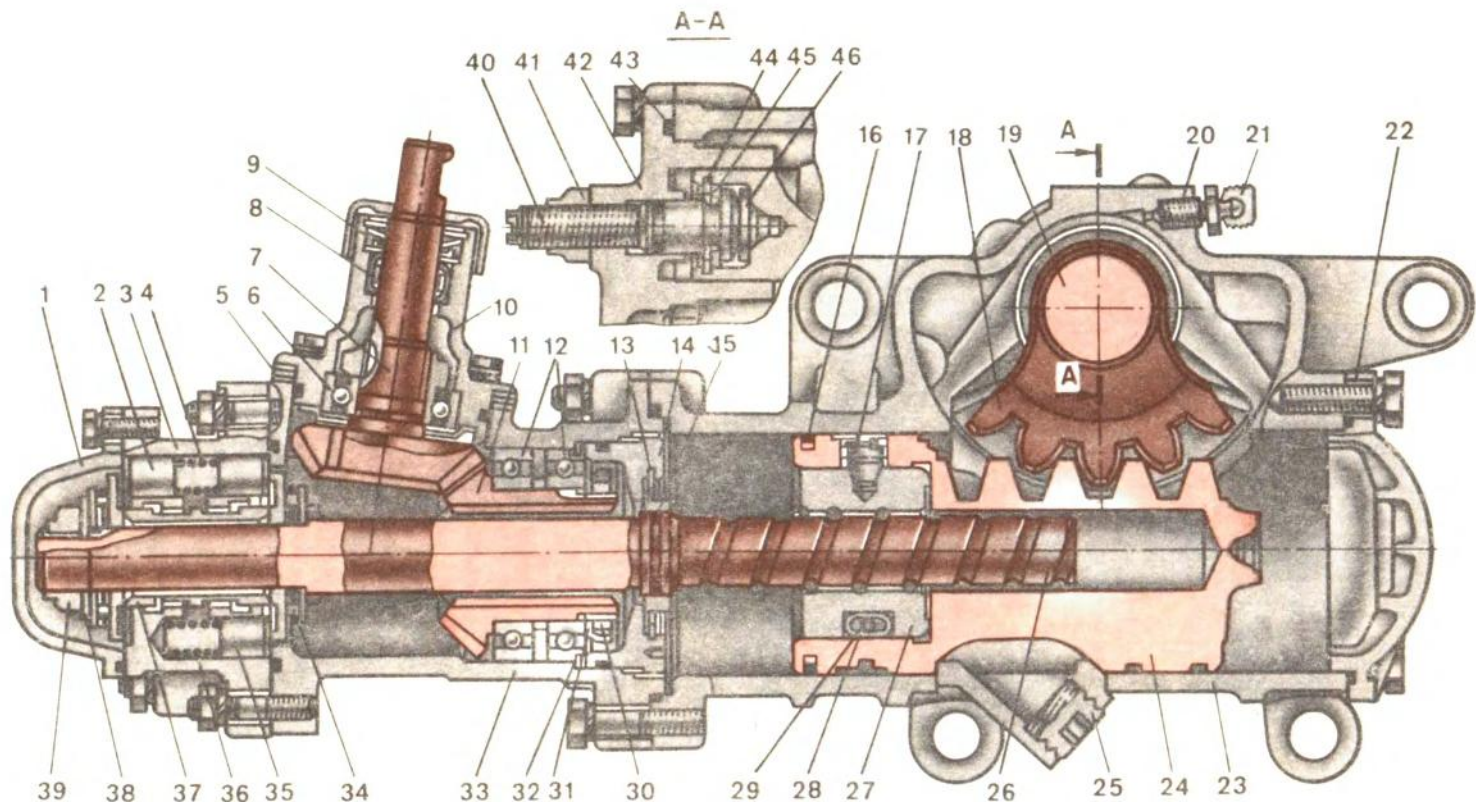


Рис. 125. Рулевой механизм автомобиля КамАЗ-5320:

1, 14, 22 и 42 — крышки; 2 — реактивный плунжер; 3 — корпус клапана управления; 4 и 36 — пружины; 5 — регулировочные прокладки; 6 и 12 — шарикоподшипники; 7 — ведущий вал с зубчатым колесом; 8 — игольчатый подшипник; 9 — уплотнительное устройство; 10 — корпус; 11 — ведомое зубчатое колесо; 13, 32 и 44 — стопорные кольца; 15 — упорное кольцо; 16 — уплотнительное кольцо; 17 и 26 — винты; 18 — сектор; 19 — вал

сошки; 20 — перепускной клапан; 21 — коллачок; 23 — картер; 24 — поршень-рейка; 25 — пробка; 27, 30, 39 и 41 — гайки; 28 — желоб; 29 — шарик; 31 — статорная шайба; 33 — корпус редуктора; 34 — упорный подшипник; 35 — плунжер; 37 — золотник; 38 — шайба; 40 — регулировочный винт; 43 — уплотнение; 45 — регулировочная шайба; 46 — упорная шайба.

вает его в бронзовой втулке, запрессованной в картер рулевого механизма, и в алюминиевой боковой крышке 42.

Толщина зубьев сектора и поршня-рейки выполнена переменной по длине, что позволяет изменять зазор в зацеплении перемещением вала сошки с зубчатым сектором с помощью регулировочного винта 40, который удерживает вал сошки от осевых перемещений влево через упорную шайбу 46, а вправо — через регулировочную шайбу 45 и стопорное кольцо 44. Осевого перемещения вала сошки 0,02...0,08 мм достигают подбором регулировочной шайбы 45 определенной толщины. Винт 40 стопорят гайкой 41.

Принцип работы рулевого механизма с гидроусилителем описан в главе 3.

На шлицевой конец вала 13 (см. рис. 124) установлена и застопорена болтами сошка 12, которая соединена с продольной тягой 11 рулевого привода. Продольная тяга шарнирным устройством соединена также с верхним рычагом левого поворотного кулака. Продольная тяга представляет собой цельнокованую деталь с нерегулируемыми шарнирными устройствами.

Рулевая трапеция состоит из поперечной рулевой тяги и двух рычагов поворотных кулаков. Рычаги установлены на сегментной шпонке в конических отверстиях поворотных кулаков и закреплены корончатыми гайками со шплинтами. Трубчатая поперечная тяга имеет резьбовые концы, на которые навинчены наконечники с шарнирными устройствами. Наконечники фиксируют болтами клеммового зажима. Шарнирное устройство обеих тяг состоит из шарового пальца, верхнего и нижнего вкладышей, пружины и крышки.

**Понятие о системах автоматического вождения трактора.** Одним из резервов повышения производительности труда и качества выполняемых механизированных работ при

использовании машинно-тракторных агрегатов — внедрение систем автоматического вождения трактора.

Различают системы автоматического вождения трех типов: полуавтоматические, автоматические и программные.

Полуавтоматическая система позволяет вести машинно-тракторный агрегат по следу маркера без участия тракториста-машиниста. Тракторист-машинист необходим для первого прохода агрегата, осуществления разворотов и контроля за работой автоматических устройств, т. е. эта система значительно облегчает труд механизатора, повышает его производительность и улучшает качество выполняемых работ.

Автоматическая система вождения трактора не требует вмешательства тракториста-машиниста во время какого-либо цикла работы машинно-тракторного агрегата. К такой системе можно отнести вождение группы агрегатов одним трактористом-машинистом.

Более сложными являются программные системы автоматического вождения тракторов без участия трактористов-машинистов с использованием мини-ЭВМ.

Устройство полуавтоматической системы вождения тракторов К-700, К-701 показано на рисунке 126. Вся система состоит из копирующего механизма и электрогидравлического исполнительного механизма. Копирующий механизм установлен на подъемном кронштейне 7, который с помощью гидроцилиндра 9 может занимать рабочее или транспортное положение.

Башмак 1 копира подвешен шарнирно и может перемещаться в горизонтальной и вертикальной плоскостях при движении по следу маркера. Смещение башмака передается на контрольный элемент, который посылает электрический сигнал на магниты электрогидравлического исполнительного механизма, управляющие золотниками. При срабатыва-

нии электромагнита золотник перемещается и направляет масло от насоса в соответствующие полости гидроцилиндров механизма поворота трактора.

**Основные возможные неисправности и техническое обслуживание.** Основная неисправность рулевого управления колесных тракторов и автомобилей, возникающая при эксплуатации,— повышенный свободный ход рулевого колеса. Причинами этого могут быть увеличение зазора в рулевых механизме и приводе, ослабление крепления картера рулевых механизма и сошки, шарнирных устройств и поворотных рычагов.

Допустимый свободный ход рулевого колеса в рулевых управлениях без гидроусилителей до  $10^\circ$ , с гидроусилителями до  $25...30^\circ$ .

Для устранения повышенного свободного хода рулевого колеса трактор или автомобиль устанавливают на горизонтальной площадке, а его направляющие колеса — в положение, соответствующее прямолинейному движению. При наличии гидроусилителя пускают двигатель. Резко поворачивая рулевое колесо в одну и другую сторону и осматривая все соединения рулевого привода, определяют наличие зазоров в соединениях и надежность крепления корпуса рулевого механизма, рулевой сошки и рычагов. При необходимости выполняют крепежные работы и устраняют зазоры в сочленениях.

Повышенные зазоры в шарнирных устройствах рулевых тяг устраняют ввертыванием в наконечник тяги регулировочной пробки (крышки) или заменяют изношенные вкладыши и шаровые пальцы. Если после выполнения этих операций свободный ход рулевого колеса остается больше допустимого, проверяют и регулируют зазор в подшипниках направляющих колес и рулевым механизме.

В рулевом механизме типа глобидальный червяк — ролик регули-

руют осевой зазор в подшипниках червяка и зазор между червяком и роликом. Для регулировки зазора в подшипниках червяка продольную рулевую тягу отсоединяют от сошки 1 (см. рис. 121, а) и, вращая рулевое колесо, выводят червяк 12 из зацепления с роликом 13. Покачивают рулевое колесо вместе с рулевым валом 20 в осевом направлении.

При наличии ощутимого перемещения необходимо отрегулировать зазоры в подшипниках. Для этого убирают часть регулировочных прокладок 11 из-под нижней крышки 7 картера. Правильность регулировки проверяют по значению усилия, необходимого для вращения рулевого колеса, которое должно быть не более  $3...5$  Н.

Вводят червяк в зацепление с роликом и устанавливают ролик против середины червяка. Покачивая сошку 1, определяют перемещение ее нижнего конца, которое не должно превышать 0,3 мм. Для регулировки отворачивают контргайку 25 и, вращая регулировочный винт 26, доводят усилие для поворота рулевого колеса до  $16...22$  Н. При этом перемещение нижнего конца сошки, определяемое по индикатору, должно быть не более 0,3 мм.

В рулевом механизме типа цилиндрический червяк — сектор регулируют зазор в зацеплении червяк — сектор и подтягивают гайку крепления червяка. Чтобы отрегулировать зазор, отсоединяют от сошки рулевые тяги, ослабляют болт 5 (см. рис. 123) крепления регулировочной эксцентричной втулки 6 и поворачивают ее по ходу часовой стрелки до упора червяка в зубья сектора. При работающем двигателе вращают рулевое колесо и поворотом регулировочной втулки против хода часовой стрелки добиваются исчезновения заедания рулевого колеса при его повороте от одного крайнего положения до другого. Усилие на рулевом колесе при этом не должно превышать  $15...25$  Н.

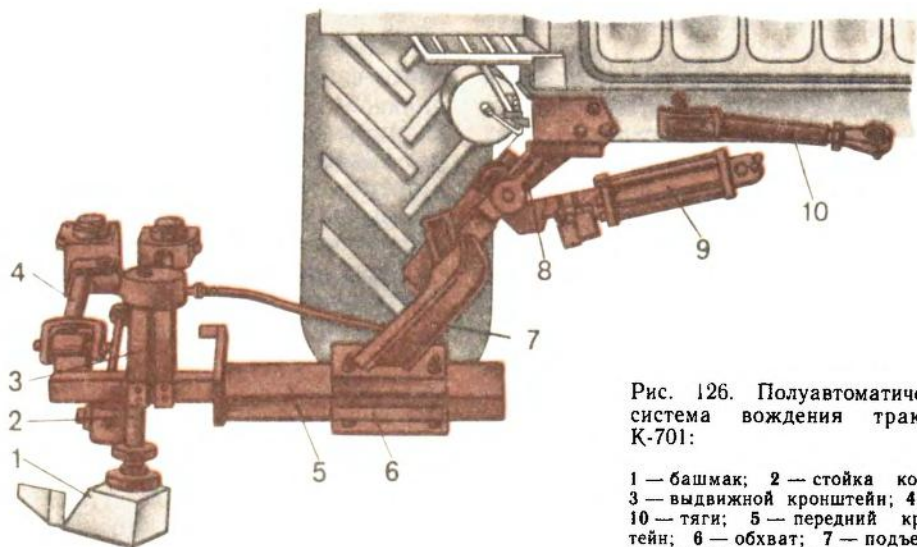


Рис. 126. Полуавтоматическая система вождения трактора К-701:

1 — башмак; 2 — стойка копира; 3 — выдвжной кронштейн; 4, 8 и 10 — тяги; 5 — передний кронштейн; 6 — обхват; 7 — подъемный кронштейн; 9 — гидроцилиндр.

Ослабление затяжки специальной гайки 30 также приводит к увеличению свободного хода рулевого колеса, а иногда и к неустойчивому движению трактора. Перед затяжкой гайки закрепляют болтами распределитель, предварительно подложив под головки болтов шайбы, толщина которых равна толщине фланца крышки 29. Затягивают гайку 30 моментом 20 Н·м и отворачивают ее на  $\frac{1}{12}$  ...  $\frac{1}{10}$  оборота до совмещения отверстия в червяке с прорезью под шплинт в гайке. Убирают монтажные шайбы из-под болтов крепления распределителя, закрепляют его и устанавливают на место крышку.

В рулевом механизме типов винт — гайка и рейка — сектор (автомобили КамАЗ) проверку и регулировку проводят при отсоединенной продольной тяге и неработающем усилителе. Динамометром измеряют усилие на ободу рулевого колеса в различных положениях.

При повороте рулевого колеса от среднего положения более чем на два оборота усилие должно быть в пределах 6...16 Н, при повороте на  $\frac{3}{4}$ ...1 оборот — не более 23 Н, при незначительном повороте — на 4...6 Н

больше, чем во втором положении, но не более 28 Н. Регулировку начинают с третьего положения, устанавливая требуемые усилия смещением зубчатого сектора при вращении регулировочного винта в крышке рулевого механизма. При отклонении от указанных выше усилий в первом положении рулевого колеса подтягивают или ослабляют гайку крепления упорных подшипников винта при частичной разборке рулевого механизма.

Если усилия на ободу рулевого колеса во втором положении более 23 Н, то повреждены детали в паре винт — гайка.

Причинами ухудшения курсовой устойчивости трактора или автомобиля могут быть не только неисправность в рулевом управлении, но также и недостаточное или различное давление в шинах, зазор в подшипниках ступиц колес, неправильная установка управляемых колес, неисправности амортизаторов, неправильная балансировка колес.

Состояние рулевого управления влияет не только на работоспособность трактора и автомобиля, но в большей степени на безопасность работы на них.

## § 10. ТОРМОЗНЫЕ СИСТЕМЫ

**Общие сведения.** Управляя автомобилем или трактором, водитель постоянно изменяет скорость их движения в зависимости от состояния дороги и окружающей обстановки. Иногда возникает необходимость экстренной остановки транспортного средства в случае появления внезапного препятствия или человека на проезжей части дороги.

Замедление машины с помощью сил трения в трансмиссии, сопротивления дороги и воздуха незначительно. Поэтому для создания большего дополнительного сопротивления движению и быстрого снижения скорости автомобили и тракторы оборудуют тормозными системами. С помощью этих систем можно удерживать на уклоне неподвижно машину и предупредить ее нежелательный разгон при спуске. Кроме этого, тормозную систему тракторов используют для обеспечения крутого поворота.

В большинстве случаев торможение происходит в результате необратимого преобразования кинетической энергии трактора или автомобиля сначала в работу трения, а затем в теплоту, поглощаемую тормозными механизмами, шинами, трансмиссией и двигателем, если он не отсоединен от трансмиссии.

Путь, который проходит трактор или автомобиль с момента обнаружения водителем препятствия до полной остановки, называют *остановочным*. Путь, который пройдет машина от начала торможения до полной остановки, называют *тормозным*. Значение тормозного пути зависит от скорости движения, состояния дороги (коэффициента сцепления) и многих других эксплуатационных факторов.

Оценочные показатели тормозных качеств автомобиля: тормозной путь  $S_{\text{тор}}$ , замедление  $j$  при торможении и время  $t_{\text{ср}}$  срабатывания тормозов. Предельные значения этих показате-

телей для рабочей тормозной системы некоторых автотранспортных средств при их полной массе и начальной скорости торможения 40 км/ч по ГОСТ 25478—82 приведены в таблице.

**Предельные значения параметров торможения**

Автотранспортное средство	Тормозной путь, м, не более	Замедление, м/с <sup>2</sup> , не менее	Время срабатывания, с, не более
Пассажирское с числом сидений не более 8 и созданные на их базе универсалы, пикапы и т. п.	16,2	5,2	0,6
Пассажирское с числом сидений более 8	21,2	4,5	1,0
Одноточное грузовое	23,0	4,0	1,0
Автопоезд с тягачом	25,0	4,0	1,2

При торможении колесных тракторов без прицепов на сухой бетонированной горизонтальной дороге со скоростью 20...30 км/ч остановочный путь должен быть 6...11 м, если масса трактора до 4 т, и 6,5...11,5 м, если масса 4...6 т.

К тормозным системам предъявляют следующие основные требования: быстрое срабатывание; правильное распределение тормозного усилия по колесам; обеспечение пропорциональности между усилием на педали (рычаге) и тормозной силой на колесах; плавность торможения и устойчивость машины при торможении; высокая стабильность регулировки тормозных механизмов.

Различают следующие виды тормозных систем: рабочую, стояночную, вспомогательную и запасную.

Рабочая тормозная система является основной и служит для регулирования скорости движения трактора или автомобиля с требуемым замедлением вплоть до полной остановки в любых условиях.

Стояночная тормозная

система предназначена для удержания неподвижной машины на уклоне (или подъеме) при отсутствии в кабине водителя.

Вспомогательная тормозная система необходима для поддержания постоянной скорости движения автомобиля на затяжных спусках при одновременном снижении нагрузки на рабочую тормозную систему, а в тракторах — дополнительно и для выполнения крутых поворотов.

Запасная тормозная система предназначена для обеспечения снижения скорости движения и остановки машины в случае частичного или полного выхода из строя рабочей тормозной системы.

Помимо этих систем, многие тракторы и автомобили оборудуют приводом тормозной системы прицепов.

Применяют следующие способы торможения: тормозной системой с отъединенным от трансмиссии двигателем; двигателем; тормозной системой и двигателем одновременно.

При первом способе основной источник сопротивления движению — тормозные механизмы трактора или автомобиля.

При втором способе — торможении двигателем (он остается соединенным с трансмиссией) — прекращают или значительно уменьшают подачу топлива. Тогда коленчатый вал принудительно прокручивается от колес, из-за чего механические и другие потери в двигателе резко увеличиваются и могут достигнуть 55 % мощности двигателя при полной подаче топлива и той же скорости вращения коленчатого вала. Интенсивность торможения двигателем зависит от включенной передачи, степени открытия дроссельной заслонки или подачи топлива насосом, а также от состояния (включено или выключено) системы зажигания. Торможение двигателем рекомендуется применять при движении на затяжных спусках и скользкой дороге.

При третьем способе значительно

увеличивается интенсивность торможения, а тормозной путь уменьшается на 20...25 %.

Эффективным тормозом-замедлителем служит система с использованием противодействия на выпуске у двигателя. Для создания противодействия выпускной трубопровод перекрывают заслонкой и прекращают подачу топлива в цилиндры. В результате тормозной момент двигателя возрастает примерно вдвое по сравнению с обычным торможением двигателем.

Тормозная система состоит из *тормозного механизма и тормозного привода*.

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

Тормозные механизмы различают: по их расположению — *колесные, центральные* (трансмиссионные) и по типу тормозных деталей — *ленточные, колодочные, дисковые*.

Колесные тормозные механизмы действуют непосредственно на ступицу колеса, а центральные — на один из валов трансмиссии. На автомобилях и колесных тракторах общего назначения в качестве рабочей тормозной системы используют колесные тормозные механизмы, а для стояночной тормозной системы — центральные или колесные тормозные механизмы. На универсально-пропашных тракторах применяют центральные тормозные механизмы.

*Ленточный тормоз* может быть простым и плавающим. Простой ленточный тормоз (рис. 127, а) состоит из шкива, укрепленного на вращающемся валу 7 трансмиссии, и тормозной ленты 4 с фрикционными накладками. Один конец ленты через тягу 10 с регулировочной гайкой прикреплен к картеру 9, а другой — к двуплечему рычагу 3, который тягой 2 соединен с педалью 1. При отпущенной педали пружины 8 оттягивают ленту от шкива, а винт-упор 6

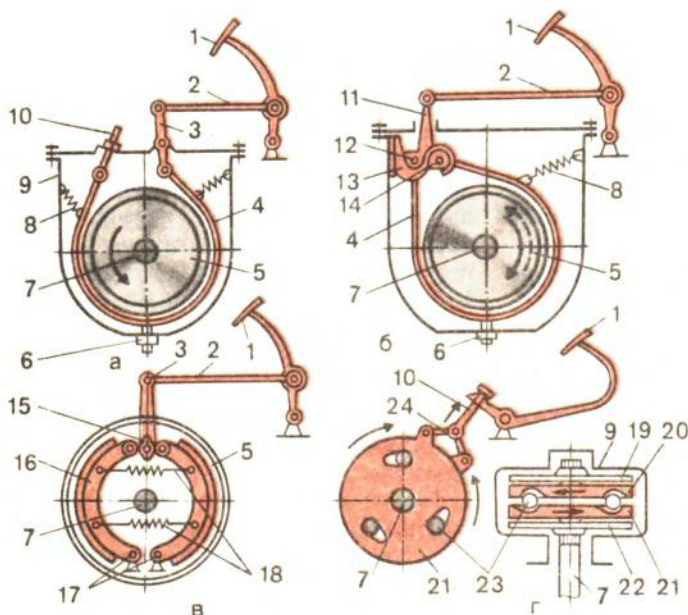


Рис. 127. Схемы тормозных механизмов:

а — простого ленточного; б — плавающего ленточного; в — колодочного; г — дискового; 1 — педаль; 2 — тяга; 3 и 11 — рычаги; 4 — тормозная лента; 5 — тормозной шкив; 6 — винт; 7 — вал; 8 — оттяжная пружина; 9 — картер; 10 — тяга с регулировочной гайкой; 12 и 14 — пальцы; 13 — неподвижный кронштейн; 15 — разжимной кулачок; 16 — колодка; 17 — неподвижные шарниры колодок; 18 — пружины; 19 и 22 — диски с фрикционными накладками; 20 и 21 — нажимные диски; 23 — шарики; 24 — серьга.

ограничивает провисание ленты. При нажатии на педаль 1 рычаг 3 затягивает ленту на шкиве 5 и под действием сил трения, возникающих между шкивом и тормозной лентой, шкив затормаживается. Простой ленточный тормоз дает интенсивное торможение только при вращении шкива в одну сторону (по направлению стрелки).

Плавающий ленточный тормоз (рис. 127, б) отличается от простого тем, что оба конца тормозной ленты подвижны и соединены с плечами рычага 11, что позволяет одинаково интенсивно тормозить при вращении шкива в разные стороны. В зависимости от направления вращения шкива один из пальцев 12 или 14 становится неподвижным, а другой, перемещаясь вместе с лентой, затягивает ее на шкиве.

Ленточные тормоза применяют на многих гусеничных и некоторых колесных тракторах в рабочих и стояночных тормозных системах.

Колодочный тормоз состоит из тормозного барабана (шкива) 5 (рис. 127, в), который вращается вместе с колесом. Внутри барабана

находятся две колодки 16 с фрикционными накладками, установленные на диске, жестко укрепленном на картере моста. При нажатии на педаль 1 разжимной кулачок 15 раздвигает верхние концы колодок 16, которые поворачиваются вокруг шарниров 17, и прижимает колодки к внутренней поверхности тормозного барабана. Возникают силы трения, препятствующие вращению барабана, а следовательно, и колеса, и скорость движения трактора или автомобиля снижается. Чем больше сила нажатия на колодки, тем больше момент и работа сил трения, а также замедление движения машины. При отпуске педали пружины 18 отводят колодки от тормозного барабана и торможение прекращается. Колодочные тормоза применяют на многих автомобилях и некоторых тракторах (К-701, Т-150К).

Дисковый тормоз может быть двух типов: с несколькими вращающимися дисками, оснащенными фрикционными накладками, которые прижимаются к неподвижному корпусу, или с одним вращающимся диском, который зажимается с обеих сторон

неподвижными плоскими тормозными колодками. Дисковый тормоз первого типа (рис. 127, г) состоит из соединительных 19, 22 (с фрикционными накладками) и нажимных 20, 21 дисков. Диски 19 и 22 шлицами соединены с валом 7 трансмиссии, а между дисками 20 и 21 в гнездах расположены шарики 23.

При нажатии на педаль 1 диски 20 и 21 поворачиваются вокруг своей оси навстречу друг другу. При этом шарики выходят из гнезд и, скользя по скосам, раздвигают диски в стороны, прижимая диски 19 и 22 с фрикционными накладками к стенкам картера 9. Образовавшиеся силы трения затормаживают вал 7. При отпуске педали диски 20 и 21 пружинами (на рисунке не показаны) возвращаются в исходное положение.

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

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

Механический привод тормозных механизмов представляет собой систему тяг и рычагов, соединяющих педаль или рычаг с тормозными механизмами. Он применен на некоторых тракторах, а также в автомобилях для привода стояночного тормозного механизма.

В гидравлическом и пневматическом приводах тормозные механизмы приводятся в действие от давления тормозной жидкости или сжатого воздуха.

Пневматические и гидравлические приводы могут быть *одно-, двух- и многоконтурными*. Одноконтурный привод осуществляет управление тормозными механизмами передних и задних колес. Однако при нарушении какого-либо соединения в этом приводе выходит из строя вся тормозная система.

Двухконтурный привод имеет независимые приводы тормозных механизмов передних и задних колес, что значительно повышает надежность тормозной системы.

Многоконтурный привод представляет собой совокупность независимых приводов рабочих тормозных механизмов отдельно передних и задних колес, стояночного, вспомогательного и запасного тормозных механизмов.

Для облегчения работы водителя, т. е. для снижения усилия на тормозную педаль, в привод тормозов некоторых автомобилей включен гидровакуумный усилитель.

**Конструкция тормозных систем с механическим приводом.** Тормоза тракторов МТЗ-80, МТЗ-100 дисковые, центральные, установлены на валах ведущих зубчатых колес конечных передач с левой и правой наружных сторон корпуса заднего моста. Схема и принцип их работы показаны на рисунке 127, г.

Каждый тормоз состоит из двух соединительных стальных дисков 4 (рис. 128) с наклеенными с обеих сторон фрикционными накладками и двух нажимных дисков 5, установленных между соединительными. Соединительные диски шлицами связаны с валом ведущих зубчатых колес конечных передач и вращаются вместе с ним. Нажимные диски не вращаются, но поворачиваются один навстречу другому механизмом управления. Между нажимными дисками 5 в специальных углублениях расположены разжимные шарики. Диски соединены между собой пружинами 3. Снаружи тормоза закрыты крышками (кожухами) 1.

При нажатии на педали их стержни 14 опускаются вниз и поворачивают рычаги 16 и валик 9. Далее усилие от рычагов 12 передается через сферические шайбы 11 и болты 8 к вилкам 6, которые тягами 18 и пальцами шарнирно связаны с нажимными дисками. Диски 5 поворачиваются один относительно другого,

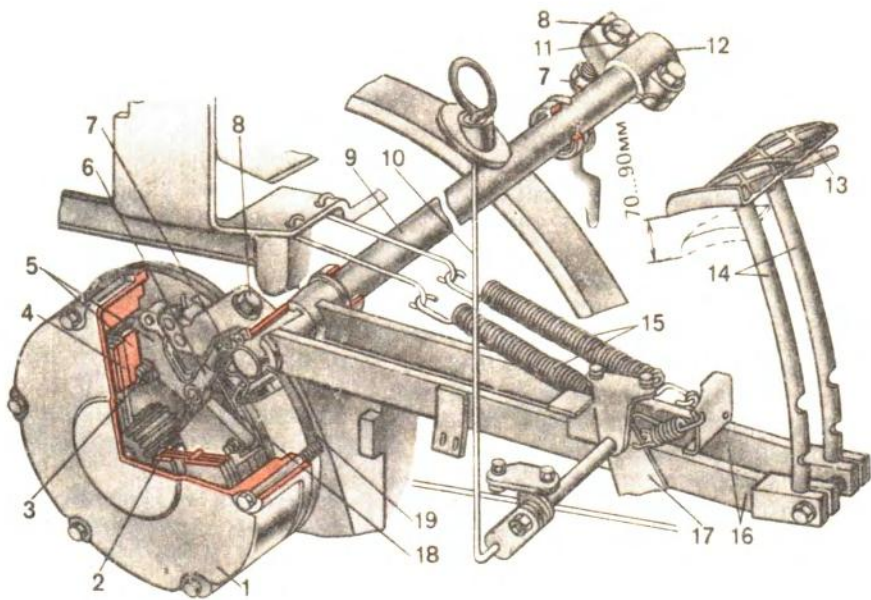


Рис. 128. Тормозная система трактора МТЗ-80:

1 — кожух правого тормоза; 2 — палец; 3 — пружина нажимного диска; 4 — соединительный диск; 5 — нажимные диски; 6 — вилка; 7 — контргайка; 8 — регулировочный болт; 9 — валик педалей; 10 — тяга защелки тормозов; 11 — сферическая шайба; 12 — рычаг левого тормоза; 13 — соединительная планка; 14 — стержни подушек педалей; 15 — оттяжные пружины; 16 — рычаги; 17 — защелка тормозов; 18 — тяга; 19 — крышка стакана.

и шарики, перекатываясь по наклонным поверхностям углублений, разжимают их, преодолевая сопротивление пружин.

Нажимные диски перемещают по шлицам соединительные диски и прижимают их к неподвижным поверхностям кожуха 1 и крышки 19 стакана. Этим и обеспечивается торможение валов зубчатых колес конечных передач и ведущих колес трактора. После отпущения педалей нажимные диски возвращаются в исходное положение под действием пружин 3 и 15, освобождая соединительные диски.

Действие левого и правого тормозов может быть раздельным или одновременным. Раздельное торможение колес осуществляется нажатием на левую или правую педаль с целью уменьшения радиуса поворота трактора. При блокировании педалей планкой 13 тормоза будут действовать одновременно. Это основной режим их работы.

Чтобы удержать трактор в неподвижном состоянии, используют устройство, позволяющее фиксировать педали в нижнем заторможенном положении. При перемещении тяги 10 вверх защелка 17 поворачивается и входит в зацепление с упором, приваренным к рычагу 16 правой педали, фиксируя педали.

Стояночный тормоз трактора Т-150К ленточный, центральный, установлен на валу привода к переднему мосту раздаточной коробки.

Барабан 11 (рис. 129) прикреплен болтами к фланцу привода переднего моста. Наружную поверхность барабана охватывает стальная лента 5 с колодками 9. Набегающий конец ленты проушинами надет на шипы втулки, установленной на регулировочной тяге 12, а сбегающий конец пальцем 13 соединен с двуплечим рычагом. Две оттяжные пружины 6 отводят тормозную ленту от барабана до упора в болты 8.

При перемещении рычага 1 управления верхняя тяга с вилкой 3 поворачивает двуплечий рычаг 4 вверх. При этом перемещаются нижняя тяга и двуплечий рычаг, соединенный с пальцами 13. Пальцы 13 перемещаются по фигурным вырезам кронштейна 14, и тормозная лента 5 затягивается на барабане 11, затормаживая трактор. Рычаг 1 фиксируется храповым устройством.

**Конструкция тормозных систем с пневматическим приводом.** Тормозные системы с пневмоприводом состоят из тормозных механизмов и пневматического привода. Пневматический привод широко используют на тракторах, автомобилях средней и большой грузоподъемности, автобусах и прицепах. Он позволяет развивать большие тормозные силы при небольшом усилии водителя.

Наиболее совершенную конструкцию тормозных систем с пневмоприводом имеют автомобили семейства КамАЗ.

Тормозной механизм автомобилей КамАЗ колодочного типа, установлен на всех шести колесах автомобиля. Тормозные механизмы всех колес относятся к рабочей тормозной системе, а колес среднего и заднего мостов — одновременно и к стояночной и запасной тормозным системам.

Тормозной механизм смонтирован на суппорте 2 (рис. 130, а), который жестко закреплен на фланце моста. На эксцентриковые оси 1, закрепленные в суппорте, свободно опираются две тормозные колодки 7 с фрикционными накладками 9. Колодки центрируются в барабане 10 с помощью эксцентриковых осей. Тормозной барабан 10 прикреплен болтами к ступице колеса и вращается вместе с колесом.

При торможении колодки раздвигаются и прижимаются к внутренней поверхности барабана фигурным разжимным кулаком 12. Усилие с кулака на колодки передается через ролики 13, снижающие трение в пере-

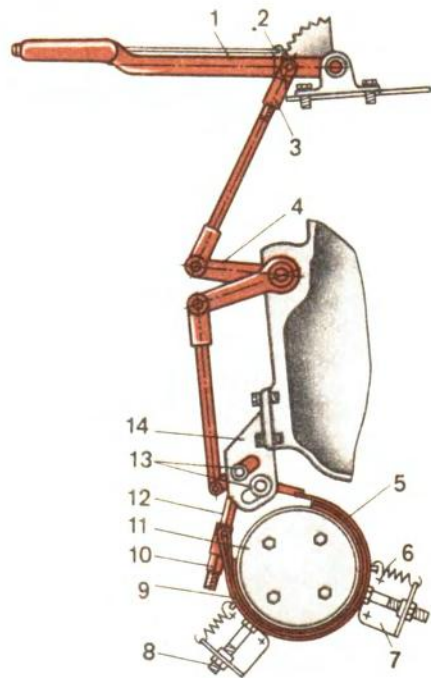


Рис. 129. Стояночный тормоз трактора Т-150К:

1 — рычаг управления; 2 — защелка; 3 — вилка; 4 — двуплечий рычаг; 5 — лента; 6 — оттяжная пружина; 7 и 14 — кронштейны; 8 — регулировочный болт; 9 — колодка; 10 — регулировочная гайка; 11 — барабан; 12 — тяга; 13 — пальцы.

даче. Колодки возвращаются в начальное положение при растормаживании четырьмя пружинами 8.

На шлицевом конце вала разжимного кулака 12 установлен регулировочный рычаг 14, который соединен со штоком тормозной камеры и предназначен для поворота кулака при торможении. Этот рычаг служит также для регулирования зазора между колодками и тормозным барабаном. Для этого в корпусе рычага установлены червячное колесо 18 (рис. 130, б) и червяк 17. Зубчатое колесо шлицевым отверстием соединено со шлицевым хвостовиком разжимного кулака, а червяк 17 напрессован на ось 15, которая фиксируется в определенном положении шариком 16 с пружиной. При повороте оси 15 за квадратный хвостовик

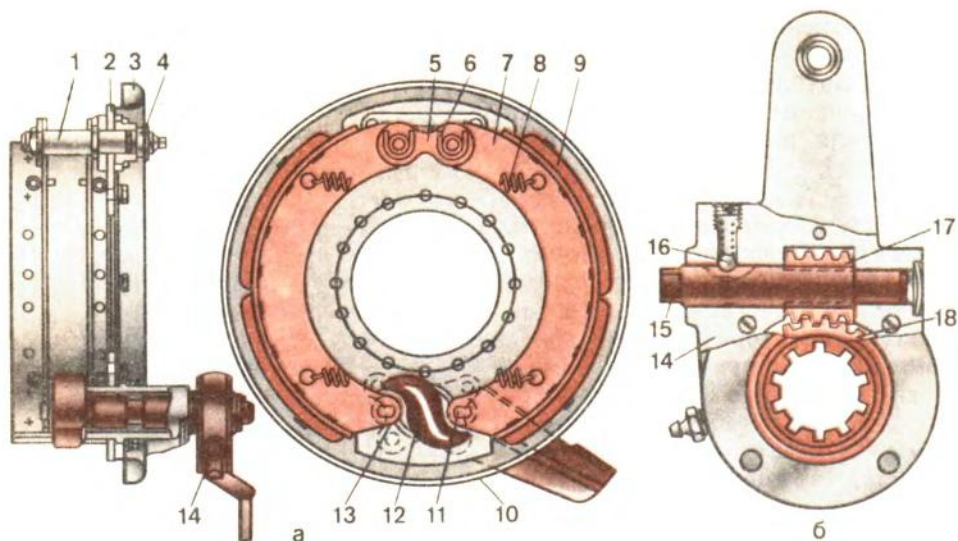


Рис. 130. Тормозной механизм автомобилей КамАЗ:

а — колесный тормозной механизм; б — регулировочный рычаг; 1 — ось колодок; 2 — суппорт; 3 — шток; 4 — гайка оси; 5 — накладка оси колодок; 6 — чека оси колодок; 7 — колодка; 8 — пружина; 9 — фрикционная накладка; 10 — тормозной барабан; 11 — ось ролика; 12 — разжимной кулак; 13 — ролик колодки; 14 — регулировочный рычаг; 15 — ось червяка; 16 — шарик фиксатора; 17 — червяк; 18 — червячное колесо.

червяк 17 поворачивает колесо 18, а вместе с ним и вал разжимного кулака. Последний раздвигает колодки 7 и приближает их к тормозному барабану.

Тормозные камеры предназначены для приведения в действие тормозных механизмов передних колес (камера типа 24) и колес среднего и заднего мостов (камера типа 20 с энергоаккумулятором). Цифры 24 и 20 указывают размер активной площади диафрагмы камеры в квадратных дюймах.

Диафрагма 5 (рис. 131, а) камеры типа 24 зажата между корпусом 2 и крышкой 3 стяжным хомутом. В диафрагму через шайбу упираются возвратная пружина 6 и шток 1 с вилкой 7, соединяемой с регулировочным рычагом тормозного механизма.

При торможении сжатый воздух через штуцер 4 поступает в полость над диафрагмой и перемещает ее вместе со штоком 1. Далее усилие передается на регулировочный рычаг тормозного механизма. Воздух из

под диафрагмы через отверстия в корпусе 2 выходит в атмосферу.

При растормаживании сжатый воздух из полости над диафрагмой выходит в атмосферу и диафрагма под действием пружины 6 возвращается в начальное положение.

Тормозная камера типа 20 с пружинным энергоаккумулятором предназначена для приведения в действие тормозных механизмов при включении рабочей, стояночной и запасной тормозных систем. Она состоит из двух частей: тормозной камеры с диафрагмой 5 (рис. 131, б), штоком 1 и пружины 6; пружинного энергоаккумулятора, включающего в себя цилиндр 11, поршень 12, пружину 14 и толкатель 18.

Энергоаккумулятор приводится в действие при выпуске сжатого воздуха из цилиндра и служит приводом стояночной и запасной тормозной систем. При отсутствии торможения сжатый воздух находится в цилиндре 11. Его поршень 12 сжимает пружину 14 и удерживает толкатель 18

энергоаккумулятора в верхнем положении.

Тормозная камера приводится в действие при подаче сжатого воздуха и служит приводом рабочей тормозной системы. При торможении рабочей тормозной системой сжатый воздух подается в полость тормозной камеры над диафрагмой 5, которая, прогибаясь, перемещает шток 1, вилку 7, соединенную с регулировочным рычагом, и приводит в действие тормозной механизм колеса. При этом тормозные колодки прижимаются к тормозному барабану с усилием, пропорциональным давлению воздуха.

При растормаживании сжатый воздух выпускается из камеры в

атмосферу и диафрагма 5 возвращается в начальное положение под действием пружины 6, а тормозные колодки отходят от тормозного барабана.

Стояночная тормозная система включается при полном выпуске сжатого воздуха в атмосферу из цилиндра 11 энергоаккумулятора. При этом поршень 12 под действием сжатой пружины 14 перемещается вниз вместе с толкателем 18, подпятником 10, диафрагмой 5 и штоком 1, который поворачивает регулировочный рычаг тормозного механизма.

Для выключения стояночного тормоза сжатый воздух подают в полость цилиндра энергоаккумулятора под поршень 12, который поднимает

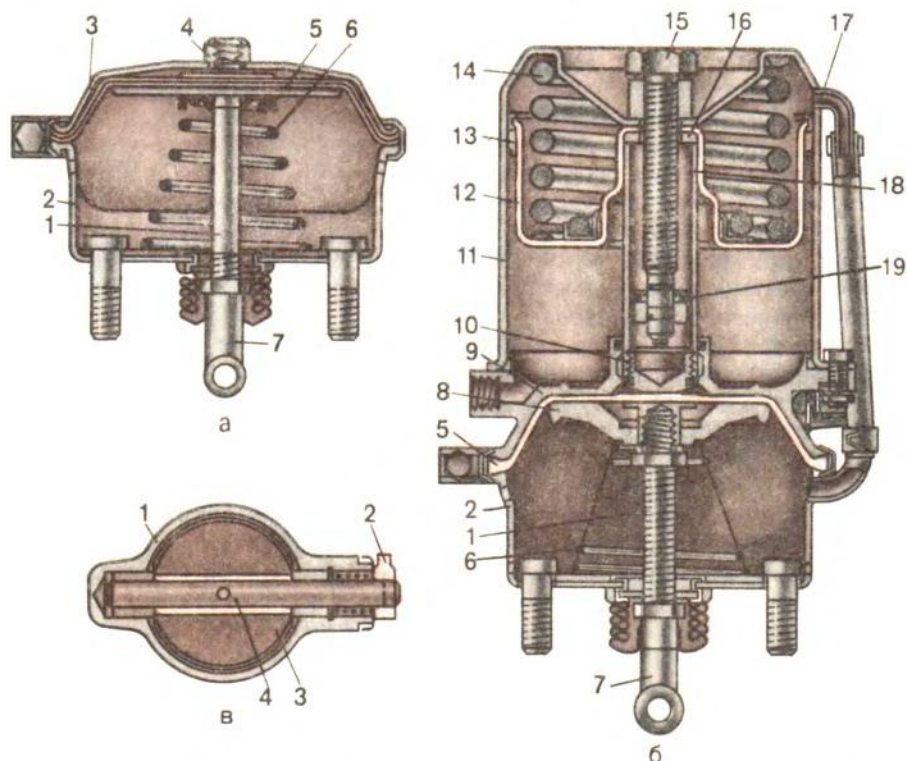


Рис. 131. Тормозные камеры и механизм вспомогательного тормоза автомобилей КамАЗ:

а и б — тормозные камеры соответственно типов 24 и 20: 1 — шток; 2 — корпус; 3 — крышка корпуса; 4 — штуцер; 5 — диафрагма; 6 и 14 — пружины; 7 — вилка; 8 — диск; 9 — фланец цилиндра; 10 — подпятник; 11 — цилиндр; 12 — поршень; 13 — уплотнитель поршня; 15 — винт; 16 — упорная шайба; 17 — дренажная трубка; 18 — толкатель; 19 — подшипник; в — механизм вспомогательного тормоза: 1 — корпус; 2 — рычаг; 3 — дроссельная заслонка; 4 — вал заслонки.

ется вместе с толкателем 18 и сжимает пружину 14. Тогда диафрагма 5 и шток 1 под действием возвратной пружины 6 поднимаются вверх и тормозной механизм растормаживает колесо. При перемещении поршня 12 вверх воздух из надпоршневого пространства через дренажную трубку 17 и отверстие в корпусе 2 тормозной камеры выходит в атмосферу.

Если нарушится герметичность в стояночной тормозной системе, то колеса затормаживаются автоматически пружинными энергоаккумуляторами. Для растормаживания тормозных механизмов служат специальные устройства пневматического или механического действия. При механическом растормаживании, вывинчивая винт 15, перемещают поршень 12 вместе с толкателем 18. В этом случае пружина 14 сжимается, шток 1 под действием пружины 6 перемещается вверх и возвращает регулировочный рычаг тормозного механизма в расторможенное положение. Для аварийного растормаживания в пневмосистеме установлен пневматический кнопочный кран, при нажатии на кнопку которого сжатый воздух поступает в цилиндр энергоаккумулятора.

В случае торможения или растормаживания автомобиля запасной системой сжатый воздух частично выпускается или впускается в цилиндры энергоаккумуляторов.

Тормозной механизм вспомогательной системы установлен в двух приемных трубах глушителя двигателя. Каждый механизм состоит из корпуса 1 (рис. 131, в) и заслонки 3, закрепленной на валу 4. На этом же валу закреплен поворотный рычаг 2, соединенный со штоком пневмоцилиндра. При выключенном вспомогательном тормозе заслонка 3 устанавливается в открытом положении и пропускает по трубе отработавшие газы. При включении тормоза два пневмоцилиндра закрывают заслонки 3, а третий выключает подачу топлива. Двигатель начинает рабо-

тать в компрессорном режиме — всасывает воздух, сжимает его и через неплотности закрытых заслонок выталкивает в атмосферу.

Пневматический привод тормозов автомобилей КамАЗ включает в себя компрессор 10 (рис. 132), регулятор 12 давления, предохранитель 14 от замерзания, двойной 20 и тройной 19 защитные клапаны и пять независимых пневмоконтуров привода тормозных механизмов: рабочей тормозной системы передних колес; рабочей тормозной системы колес среднего и заднего мостов; стояночной и запасной тормозных систем, а также колес прицепа или полуприцепа; вспомогательной тормозной системы и системы питания сжатым воздухом других потребителей; аварийного растормаживания стояночной тормозной системы.

Защитные клапаны 19 и 20 распределяют по контурам воздух, подаваемый компрессором. Они отрегулированы так, что сначала сжатым воздухом заполняются воздушные баллоны 24 контуров стояночной и запасной тормозных систем, а затем остальные воздушные баллоны. Все воздушные баллоны имеют краны 17 слива конденсата и пневмоэлектрические датчики 15, связанные с сигнальными лампами и звуковым сигналом, которые включаются при давлении воздуха в том или ином контуре ниже 0,5 МПа. Давление в воздушных баллонах 16 и 23 рабочей тормозной системы контролируют с помощью двухстрелочного манометра 5.

*Пневмоконтуры рабочей тормозной системы.* Воздух из баллонов 16 и 23 поступает в соответствующие секции тормозного крана 21. При нажатии на педаль воздух из нижней секции тормозного крана через клапан 9 ограничения давления поступает в тормозные камеры 1 передних колес. Из верхней секции крана через регулятор 30 тормозных сил воздух поступает в тормозные камеры 27

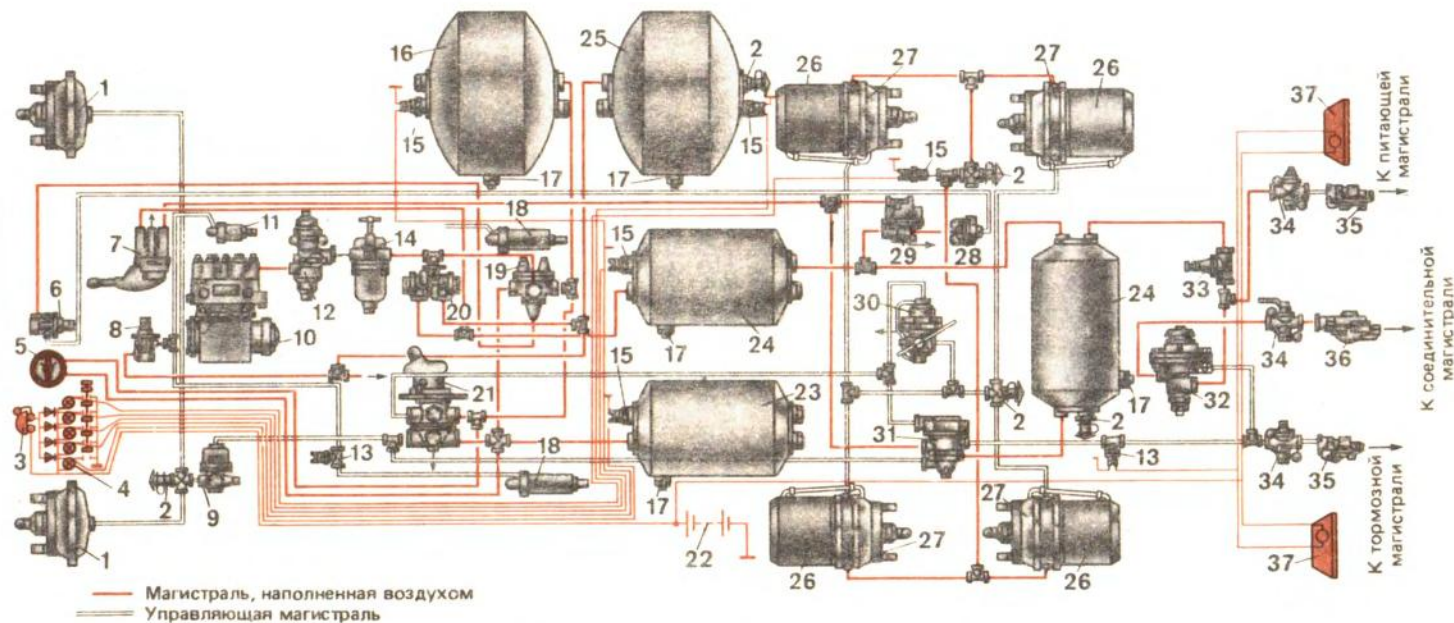


Рис. 132. Схема пневмопривода тормозных механизмов автомобилей КамАЗ:

1 — передняя тормозная камера; 2 — клапан контрольного вывода; 3 — звуковой сигнал; 4 — контрольная лампа; 5 — двухстрелочный манометр; 6 — кран растормаживания стояночного тормоза; 7 — кран стояночного тормоза; 8 — кран вспомогательного тормоза; 9 — клапан ограничения давления; 10 — компрессор; 11 — пневмоцилиндр привода рычага останова двигателя; 12 — регулятор давления; 13 — пневмоэлектрический датчик включения электромагнита пневмоклапана прицепа; 14 — предохранитель от замерзания; 15 — пневмоэлектрический датчик падения давления в контуре; 16 — воздушный баллон контура рабочего тормоза колес задней тележки и контура аварий-

ного растормаживания; 17 — кран слива конденсата; 18 — пневмоцилиндр привода механизмов вспомогательного тормоза; 19 — тройной защитный клапан; 20 — двойной защитный клапан; 21 — двухсекционный тормозной кран; 22 — аккумуляторные батареи; 23 — воздушный баллон контура рабочего тормоза колес передней оси и контура аварийного растормаживания; 24 — воздушные баллоны контуров стояночного тормоза и тормозов прицепов; 25 — воздушный баллон контура вспомогательного тормоза; 26 — пружинный энергоаккумулятор; 27 — задняя тормозная камера; 28 — перепускной клапан; 29 — ускорительный клапан; 30 — автоматический регулятор тормозных сил; 31 и 32 — клапаны управления тормозами прицепа соответственно с двух- и однопрводными приводами; 33 — одиночный защитный клапан; 34 — разобщительный кран; 35 и 36 — соединительные головки; 37 — задние фонари.

колес среднего и заднего мостов. При этом тормозные механизмы всех колес приводятся в действие. Одновременно от нижней и верхней секций крана по отдельным магистралям воздух поступает к клапану 31 управления тормозной системой прицепа с двухпроводным приводом.

*Пневмоконтур стояночной и запасной тормозных систем.* Для включения стояночного тормоза включают кран 7 (рукоятку крана переводят вверх). При этом сжатый воздух из камеры ускорительного клапана 29 выходит в атмосферу. Одновременно выпускается воздух из цилиндров энергоаккумуляторов 26 тормозных камер 27 колес среднего и заднего мостов. Пружины энергоаккумуляторов приводят в действие тормозные механизмы. Одновременно кран 7 включает клапан 31 управления тормозной системой прицепа.

Для выключения стояночного тормоза рукоятку тормозного крана 7 устанавливают в нижнее положение. При этом воздух из баллона 24 через тормозной кран 7 поступает к ускорительному клапану 29. Последний срабатывает, и сжатый воздух из баллона 24 через перепускной клапан 28 поступает в цилиндры энергоаккумуляторов. Их пружины сжимаются, и тормозные механизмы растормаживаются.

Запасная тормозная система приводится в работу также тормозным краном 7, рукоятка которого имеет не только фиксированное верхнее положение для стояночного тормоза, но и нефиксируемые промежуточные положения, которые позволяют притормаживать автомобиль с интенсивностью, зависящей от положения рукоятки (следящее действие).

*Аварийное растормаживание стояночной тормозной системы.* При нажатии на кран 6 воздух из баллонов 16 и 23 через тройной защитный клапан 19, кран 6 и перепускной клапан 28 поступает в цилиндры энергоаккумуляторов. Пружины сжима-

ются, и автомобиль растормаживается.

*Пневмопривод вспомогательной тормозной системы.* При нажатии на кран 8 сжатый воздух из баллона 25 через кран 8 поступит в пневмоцилиндры 11 и 18. Штоки цилиндров 18, связанные с рычагами заслонок вспомогательного тормоза, повернут заслонки, и они перекроют приемные трубы глушителя. Шток цилиндра 11, связанный с рычагом рейки топливного насоса, передвинет рычаг, и подача топлива прекратится. При этом контакты пневмоэлектрического датчика 13, установленного перед цилиндром 18, замкнутся и включат электромагнитный клапан прицепа. Клапан приоткроется и пропустит сжатый воздух из баллона прицепа в его тормозные камеры, осуществив притормаживание прицепа с целью предотвращения складывания автопоезда.

Компрессор поршневой, двухцилиндровой, одноступенчатого сжатия. Установлен на двигателе и приводится от блока распределительных зубчатых колес.

Воздух, пройдя через воздухоочиститель и впускной трубопровод дизеля, вследствие разрежения поступает в цилиндры компрессора через пластинчатые впускные клапаны. Сжатый поршнями воздух вытесняется из цилиндров через пластинчатые нагнетательные клапаны, расположенные в головке цилиндров, к регулятору давления, который автоматически поддерживает давление воздуха в пневмосистеме в пределах 0,70...0,75 МПа. При снижении давления воздуха до 0,62...0,65 МПа регулятор перекрывает выход воздуха в атмосферу и компрессор вновь нагнетает воздух в пневмосистему.

Регулятор давления автоматически поддерживает давление сжатого воздуха в пневмосистеме. При давлении 0,62...0,65 МПа сжатый воздух из компрессора поступает в вывод I (рис. 133, а) регулятора давления и проходит через

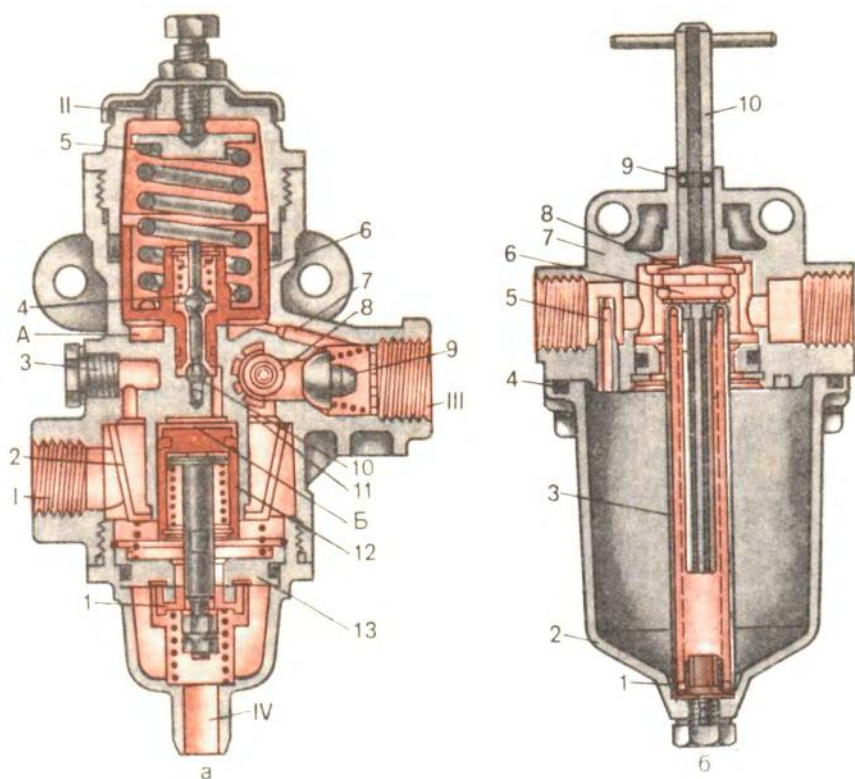


Рис. 133. Сборочные единицы пневмопривода автомобилей КамАЗ:

а — регулятор давления: 1 — разгрузочный клапан; 2 — фильтр; 3 — пробка канала отбора воздуха; 4 — выпускной клапан; 5 — уравновешивающая пружина; 6 — следящий поршень; 7 и 11 — каналы; 8 — кольцевой канал; 9 — обратный клапан; 10 — впускной клапан; 12 — разгрузочный поршень; 13 — седло разгрузочного клапана; А — полость под следящим поршнем; Б — полость над разгрузочным поршнем; 1 — вывод от компрессора; II и IV — выходы в атмосферу; III — вывод в пневмосистему; б — предохранитель от замерзания: 1 — пружина фитиля; 2 — стакан; 3 — фитиль; 4 и 9 — уплотнительные кольца; 5 — жиклер; 6 — пробка с уплотнительным кольцом; 7 — крышка; 8 — запирающий штифт; 10 — шток с рукояткой.

фильтр 2, каналы 11 и 8, обратный клапан 9 и вывод III в воздушные баллоны. Одновременно часть воздуха через канал 7 поступает в полость А под поршень 6, нагруженный уравновешивающей пружиной 5. При этом выпускной клапан 4 открыт и полость Б над разгрузочным поршнем 12 сообщается с атмосферой через вывод 13. Впускной клапан 10 под действием пружины закрыт, и в полость Б сжатый воздух не поступает; закрыт и разгрузочный клапан 1. Система наполняется сжатым воздухом.

При давлении в полости А, равном 0,70...0,75 МПа, поршень 6 пре-

одолевает усилие пружины 5 и поднимается вверх. Выпускной клапан 4 закрывается, впускной клапан 10 открывается, и воздух из полости А поступает в полость Б, перемещая поршень 12 вниз. Разгрузочный клапан 1 открывается, и сжатый воздух из компрессора выходит через вывод IV в атмосферу. При этом давление в кольцевом канале 8 падает и обратный клапан 9 закрывается.

Когда давление в пневмосистеме, а следовательно, и в выводе III и полости А снизится до 0,62...0,65 МПа, поршень 6 под действием пружины 5 переместится вниз, клапан 10 закроется, клапан 4 откроется и полость Б

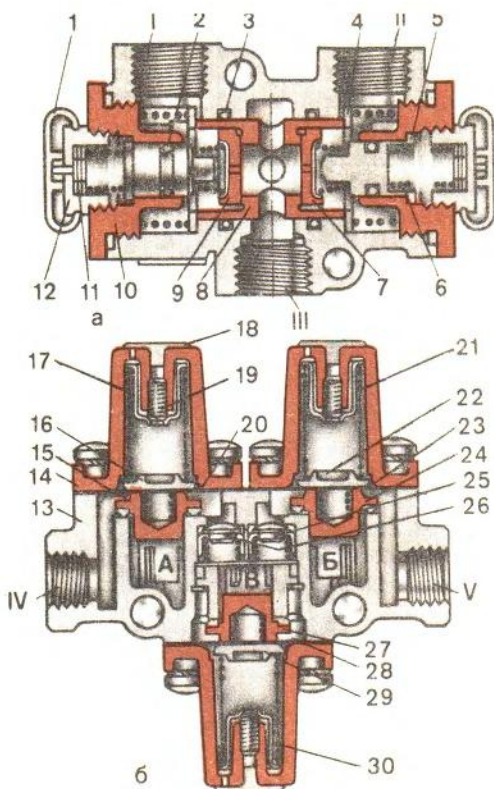


Рис. 134. Защитные клапаны пневмопривода автомобиля КамАЗ:

а — двойной; б — тройной; 1 — защитный чехол; 2 и 3 — уплотнительные кольца; 4 — упорное кольцо; 5 — упорный поршень; 6, 17, 21 и 30 — пружины; 7 и 9 — плоские клапаны; 8 — центральный поршень; 10 — крышка; 11 — регулировочные шайбы; 12 — пробка с дренажным отверстием; 13 — корпус; 14 — колпак; 15, 24 и 27 — клапаны; 16, 22 и 29 — опорные диски; 18 — заглушка; 19 — регулировочный винт; 20, 23 и 28 — диафрагмы; 25 и 26 — перепускные клапаны; А, Б и В — полости; I — вывод в контур вспомогательной тормозной системы; II — вывод в контур стояночной и запасной тормозных систем тягача и прицепа; III — вывод к компрессору; IV — вывод в контур рабочих тормозных механизмов передних колес и прицепа; V — вывод в контур рабочего тормозного механизма колес задней тележки и прицепа.

через вывод II соединится с атмосферой. При этом поршень 12 под действием своей пружины переместится вверх, разгрузочный клапан I закроется и компрессор снова будет нагнетать сжатый воздух в пневмосистему.

В случае выхода из строя регулятора давление в выводе I растет и разгрузочный клапан I действует как

предохранительный, открываясь при давлении 1,0...1,35 МПа и выпуская часть воздуха в атмосферу.

Для присоединения специальных устройств к пневмосистеме регулятор давления имеет канал, закрытый пробкой 3, и клапан отбора воздуха для накачивания шин.

Предохранитель от замерзания предназначен для защиты приборов и трубопроводов пневмосистемы от замерзания конденсата. В стакан 2 (рис. 133, б) заливается этиловый технический спирт. Для включения предохранителей в работу при температуре окружающего воздуха ниже 5 °С рукоятку со штоком 10 перемещают вверх. При этом пробка 6 с уплотнительным кольцом выводится из нижнего гнезда, пружина 1 растягивает фитиль 3 и часть его входит в воздушный канал. Воздух, нагнетаемый компрессором в воздушные баллоны, омывает фитиль и обогащается парами спирта. Образующийся конденсат смеси паров воды и спирта не замерзает в трубопроводах и приборах при достаточно низкой температуре.

При температуре окружающего воздуха выше 5 °С предохранитель отключают, опуская шток 10. Пробка 6 с уплотнительным кольцом садится в гнездо и разобщает стакан 2 с пневмосистемой.

Двойной защитный клапан предназначен для разделения подводимого потока сжатого воздуха на два автономных пневмоконтура (вспомогательной и стояночной тормозных систем) и автоматического выключения поврежденного пневмоконтура.

Сжатый воздух из компрессора, пройдя регулятор давления и предохранитель от замерзания, через вывод III (рис. 134, а) поступает в полость центрального поршня 8 и, отжав обратные плоские клапаны 7 и 9, направляется к выводам I и II двух пневмоконтуров.

При повреждении одного из конту-

ров давление воздуха в нем падает и центральный поршень 8 под действием разности давлений перемещается в сторону поврежденного контура. Седло поршня 8 упирается в обратный клапан 7 или 9 и передвигает его до упора в поршень 5, отключая поврежденный контур. Обратный клапан второго контура остается открытым, и сжатый воздух поступает в неповрежденный контур, в котором будет поддерживаться давление 0,52...0,54 МПа.

Тройной защитный клапан предназначен для разделения подведенного потока сжатого воздуха на три автономных пневмоконтуров (рабочей тормозной системы передних колес, рабочей тормозной системы колес среднего и заднего мостов, привода аварийной системы растормаживания стояночной тормозной системы) и автоматического отключения поврежденного контура с целью сохранения давления в исправных контурах.

Сжатый воздух поступает в полости А и Б (рис. 134, б) под клапанами 15 и 24. При давлении 0,52 МПа эти клапаны открываются, преодолевая сопротивление пружин 17, 21 и прогибая диафрагмы 20, 23. Сжатый воздух поступает через выходы IV и V в пневмоконтур рабочих тормозных систем соответственно передних колес и колес среднего и заднего мостов. Одновременно открываются перепускные клапаны 25, 26 и воздух поступает в полость В над клапаном 27. При давлении 0,51 МПа клапан 27 открывается и сжатый воздух через вывод проходит в пневмоконтур аварийной системы растормаживания стояночной тормозной системы.

В случае разгерметизации одного из контуров давление в нем и в полости соответствующего защитного клапана уменьшается и под действием пружины клапан закрывается, автоматически отключая неисправный контур. В негерметичный контур воздух может поступить только при

значительном повышении давления, причем защитный клапан этого контура будет работать как предохранительный.

Двухсекционный тормозной кран предназначен для управления контурами рабочей тормозной системы и комбинированным приводом тормозных механизмов прицепа. Кран имеет две независимые секции, включаемые последовательно.

При торможении автомобиля нажимают на тормозную педаль. Усилие через систему тяг и рычагов привода передается на рычаг 5 (рис. 135, а) тормозного крана и далее через толкатель 6 и упругий элемент 4 следящему ступенчатому поршню 3. Поршень 3 перемещается вниз, сжимая пружину 8, касается клапана 2 и закрывает тем самым выпускное окно, разобщая вывод II с атмосферой. При дальнейшем опускании поршня 3 открывается клапан 2. Сжатый воздух, подводимый из баллона к выводу III, через открытый клапан 2 поступает к выводу II и далее в тормозные камеры колес среднего и заднего мостов.

Следящее действие верхней секции тормозного крана заключается в том, что сжатый воздух будет поступать в тормозные камеры до тех пор, пока сила нажатия на рычаг 5 не будет уравновешена действующей силой сжатого воздуха и усилием пружины 8 на поршень 3.

С повышением давления в выводе II сжатый воздух через канал а проходит в полость А над ускорительным поршнем 1 второй секции крана. Поршень 1, имеющий большую площадь, перемещается вниз и действует на ступенчатый поршень 9, который закрывает выпускное отверстие клапана 10, разобщая вывод I с атмосферой. Затем открывается клапан 10.

Сжатый воздух, подводимый из баллона к выводу IV, через открытый клапан 10 поступает к выводу I и далее в тормозные камеры передних колес. С повышением давления

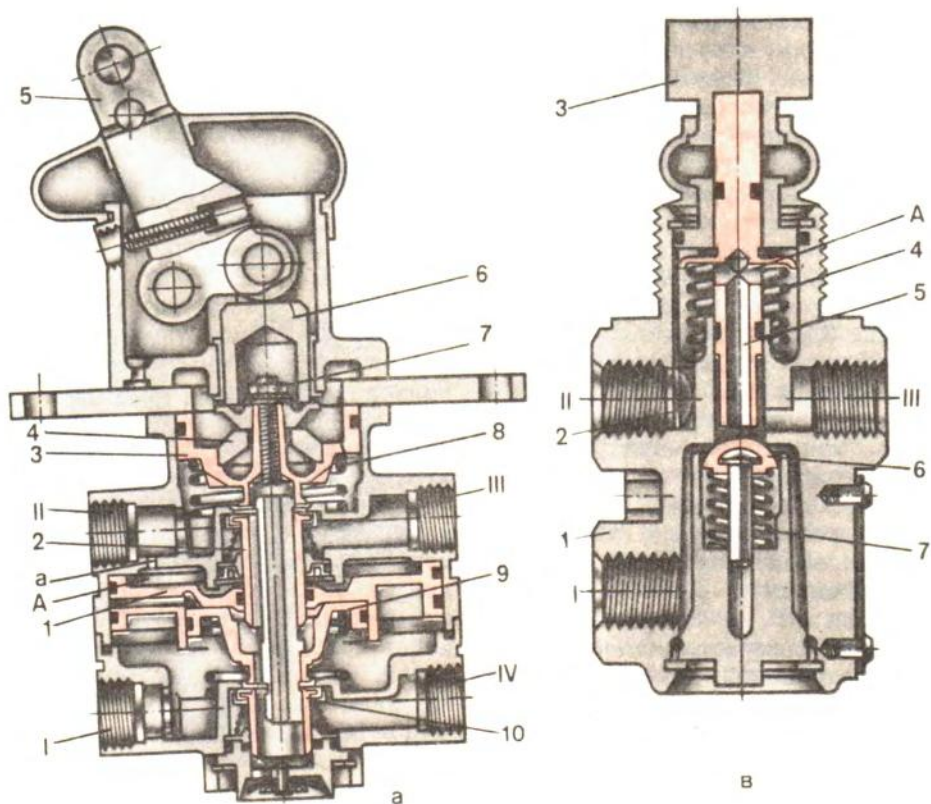
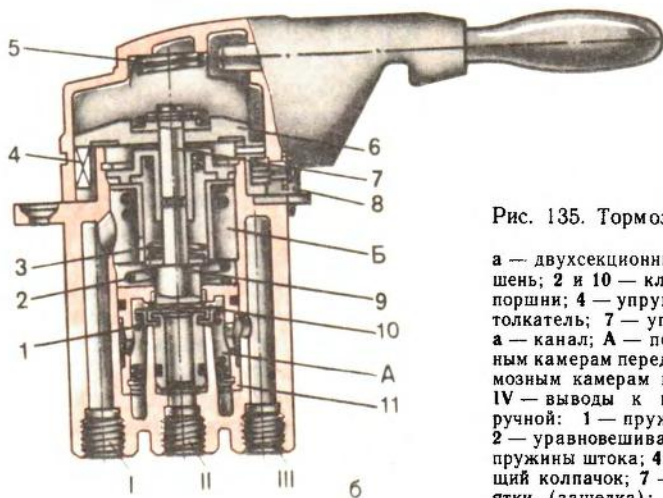


Рис. 135. Тормозные краны:



а — двухсекционный: 1 — ускорительный поршень; 2 и 10 — клапаны; 3 и 9 — ступенчатые поршни; 4 — упругий элемент; 5 — рычаг; 6 — толкатель; 7 — упорный болт; 8 — пружина; а — канал; А — полость; I — вывод к тормозным камерам передних колес; II — вывод к тормозным камерам задних колес; III и IV — выходы к воздушным баллонам; 6 — ручной: 1 — пружина выпускного клапана; 2 — уравновешивающая пружина; 3 и 5 — пружины штока; 4 — кулачок; 6 — направляющий колпачок; 7 — шток; 8 — фиксатор рукоятки (зашелка); 9 — седло; 10 — выпускной клапан; 11 — поршень; А и Б — полости; I — вывод к энергоаккумуляторам через ускорительный клапан; II — вывод в атмосферу; III — вывод к воздушному баллону; в — с кнопочным управлением: 1 — корпус; 2 — фильтр; 3 — кнопка толкателя; 4 — пружина толкателя; 5 — выпускной канал; 6 — клапан; 7 — пружина клапана; А — отверстие; I — вывод к воздушному баллону; II — вывод в атмосферу; III — вывод к пневматическим цилиндрам.

воздуха в выводе I растет давление в полости под поршнями 1 и 9. Это давление и усилие пружины уравнивают силу, действующую на поршень 9 сверху. Вследствие этого в выводе I устанавливается давление, соответствующее усилию на рычаге тормозного крана, т. е. осуществляется следящее действие и в нижней секции крана.

При повреждении пневмоконтура, соединяемого с верхней секцией тормозного крана (отсутствие давления воздуха в выводах II и III), нижняя секция тормозного крана будет управляться механически. Усилие через толкатель 6, упорный болт 7 будет передаваться непосредственно на шток ступенчатого поршня 9.

Выход из строя нижней секции тормозного крана (отсутствие давления воздуха в выводе I) не влияет на работоспособность верхних секций.

Ручной тормозной кран предназначен для управления пружинными энергоаккумуляторами привода стояночной и запасной тормозных систем через ускорительный клапан. При отсутствии торможения сжатый воздух подводится к выводу III крана (рис. 135, б). Под действием пружин 3 и 5 шток 7 занимает нижнее положение, седло 9 прижато к выпускному клапану 10, а сам клапан отведен от поршня 11. В этом положении сжатый воздух из вывода III через отверстие в поршне 11, полость А под поршнем, кольцевую щель между клапаном 10 и поршнем 11, полость Б поступает к выводу I и далее к ускорительному клапану, который обеспечивает подачу воздуха в цилиндры энергоаккумуляторов, сжимая их пружины и растормаживая тормозные механизмы. Полость Б с выводом II не сообщается.

При повороте рукоятки вместе с ней поворачивается направляющий колпачок 6, который скользит по кулачкам 4 и приподнимается вместе со штоком 7. Нижний конец штока —

седло 9 отходит от клапана 10, который под действием пружины 1 поднимается, прижимаясь к днищу поршня 11 и разобщая вывод III с полостью Б и выводом I. Поднимаясь еще выше, шток 7 открывает внутреннее отверстие клапана 10 и сообщает полость Б с выводом II, следовательно, вывод I с выводом II и атмосферой. Полости пружинных энергоаккумуляторов сообщаются с атмосферой, а их пружины приводят в действие тормозные механизмы колес среднего и заднего мостов.

Стояночный тормоз включается при повороте рукоятки до отказа и фиксации ее защелкой 8. При частичном повороте рукоятки крана включается запасная тормозная система.

Следящее действие этой тормозной системы осуществляется поршнем 11 и уравнивающей пружиной 2. Из промежуточных положений рукоятка автоматически возвращается в начальное положение, соответствующее выключению тормоза.

Тормозные краны с кнопочным управлением предназначены для подачи и отключения сжатого воздуха. Один кран управляет тремя пневмоцилиндрами моторного тормоза — замедлителя вспомогательной тормозной системы, другой — системой аварийного растормаживания стояночной тормозной системы.

При нажатии на кнопку 3 (рис. 135, в) толкателя впускной клапан 6 открывается, а выпускной канал 5 в толкателе закрывается. Сжатый воздух через вывод I поступает к выводу III и далее к исполнительным механизмам (пневмоцилиндрам). При отпускании кнопки толкатель под действием пружины 4 возвращается в исходное положение, а впускной клапан 6 закрывается усилием пружины 7. Из пневмоцилиндров сжатый воздух через вывод III, канал 5, отверстие А,

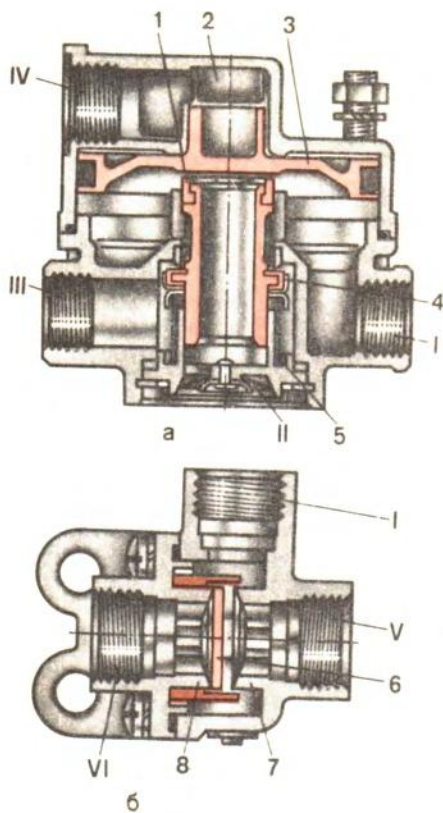


Рис. 136. Ускорительный (а) и перепускной (б) клапаны пневмопривода автомобилей КамАЗ:

1 — выпускной клапан; 2 — камера; 3 — поршень; 4 — впускной клапан; 5 — пружина; 6 — мембрана; 7 и 8 — седла; I — вывод к цилиндрам энергоаккумуляторов; II — вывод в атмосферу; III — вывод к воздушному баллону; IV — вывод к ручному тормозному крану; V — вывод к крану аварийного растормаживания; VI — вывод к ускорительному клапану.

фильтр 2 и вывод II выходит в атмосферу.

*Ускорительный клапан* ускоряет впуск сжатого воздуха в цилиндры аккумуляторов и выпуск его из них, что приводит к уменьшению времени срабатывания привода стояночной и запасной тормозных систем.

Для уменьшения времени срабатывания напорная пневмолиния, соединяющая баллон, клапан и энергоаккумуляторы, выполнена в виде коротких трубок большого диаметра, а пневмолиния управления клапаном от ручного тормозного крана —

в виде более длинной трубки меньшего диаметра.

Исходное положение (без торможения) — поршень 3 (рис. 136, а) находится в нижнем положении, выпускной клапан 1 закрыт, впускной клапан 4 открыт. Сжатый воздух через вывод III, открытый клапан 4 и вывод I поступает в цилиндры аккумуляторов. Одновременно сжатый воздух подводится и в камеру 2 от ручного тормозного крана.

При торможении ручным тормозным краном сжатый воздух из камеры 2 через отверстие в кране выходит в атмосферу и давление в ней уменьшается. Под действием разности давлений поршень 3 перемещается вверх, выпускной клапан 1 открывается, а впускной клапан 4 под действием пружины 5 закрывается. Сжатый воздух из цилиндров аккумуляторов через вывод I, открытый выпускной клапан 1 и вывод II выходит в атмосферу, и тормозные механизмы затормаживаются.

Растормаживание происходит путем подачи сжатого воздуха через вывод IV в камеру 2. При этом поршень 3 перемещается вниз и сначала закрывает выпускной клапан 1, а затем открывает впускной клапан 4. Сжатый воздух из баллона через вывод III, открытый клапан 4 и вывод I поступает в цилиндры энергоаккумуляторов, а они растормаживают тормозные механизмы.

*Перепускной клапан* предназначен для управления энергоаккумуляторами посредством одного из двух независимых пневмоконтуров. Вывод I (рис. 136, б) соединен с магистралью энергоаккумуляторов, вывод V — с магистралью крана аварийного растормаживания, вывод VII — с магистралью ускорительного клапана.

Когда автомобиль растормаживается ручным тормозным краном, сжатый воздух поступает через вывод VI, передвигает мембрану 6, прижимает ее к седлу 7 и через вывод I наполняет цилиндры энергоаккумуля-

ляторов. При аварийном растормаживании автомобиля сжатый воздух подается к выводу V, прижимая мембрану 6 к седлу 8, и далее через вывод I в цилиндры энергоаккумуляторов.

При выпуске воздуха из энергоаккумуляторов мембрана 6 остается прижатой к тому седлу, к которому она переместилась ранее.

На автомобилях КамАЗ установлен автоматический регулятор тормозных сил, предназначенный для автоматического изменения давления воздуха в тормозных камерах задней тележки (среднего и заднего мостов) в зависимости от значения действующей на нее вертикальной нагрузки. Этим достигаются регулирование тормозных сил на колесах ведущих мостов и устойчивое движение автомобиля при торможении.

Конструкция гидравлических приводов тормозов рассмотрена в § 4 главы 3.

**Основные неисправности и техническое обслуживание.** Во время длительной эксплуатации возможно возникновение таких неисправностей тормозных систем, как неполное торможение трактора или автомобиля, непрекращающееся или неодновременное торможение колес.

Неполное торможение может быть следствием замасливания и износа фрикционных накладок дисков, колодок и лент, негерметичности пневматического и гидравлического приводов, недостаточности давления в пневмоприводе, нарушения регулировки тормозных механизмов и их привода, неисправности тормозного крана.

Масло может попадать в тормозные механизмы часто из-за неисправности сальника. После устранения неисправности тормозные диски, колодки или ленты промывают в бензине, зачищают фрикционные накладки металлической щеткой или шкуркой.

При износе фрикционных накладок регулируют тормозные меха-

низмы или заменяют накладки. Заменять накладки рекомендуется в том случае, если головки заклепок утопают менее чем на 0,5 мм. Заменяют накладки одновременно у тормозных механизмов левого и правого колес одной оси.

Исправность тормозов тракторов «Беларусь» МТЗ-80, МТЗ-100 характеризуется полным ходом педалей, одинаковым для каждой педали и равным 70...90 мм (см. рис. 128). Допускается увеличение хода педалей из-за износа накладок до 110 мм. Для регулировки ослабляют контргайки 7 и заворачивают болты 8 и регулировочные вилки 6 настолько, чтобы ход педалей соответствовал требуемым нормам.

Тормозной механизм колес автомобилей КамАЗ частично регулируют при увеличенном зазоре между накладками и барабаном, который должен быть 0,2...0,4 мм. Для регулировки поворачивают ось 15 (рис. 130, б) червяка и устанавливают наименьший ход штока 20 мм. Убеждаются, что при включении и выключении подачи сжатого воздуха штоки тормозных камер перемещаются быстро, без заеданий. Барабаны 10 должны вращаться свободно и равномерно, не касаясь колодок. Ход штоков правых и левых тормозных камер на каждом мосту должен быть одинаковым, допустимая разница 2...3 мм.

Правильно отрегулированный стояночный тормоз трактора Т-150К должен надежно тормозить трактор на уклоне 20...25° при подъеме рычага 1 (см. рис. 129) на 3...4 шелчка храповика. Для регулировки устанавливают рычаг 1 в нижнее положение и замеряют щупом зазор между барабаном 11 и колодками тормозной ленты 5. Зазор должен быть 1,0...1,5 мм по всей окружности; при этом пальцы 13 должны упираться в торцы пазов кронштейна 14. Зазор и его равномерность регулируют гайкой 10 и регулировочными болтами 8, а длину тяги — вилкой 3. При этом

зашелка 2 рычага 1 должна входить во второй паз сектора кронштейна, а пальцы 13 — упираться в торцы пазов кронштейна 14.

Непрекращающееся торможение или невыключение тормозных механизмов может возникнуть из-за заедания тормозных механизмов, поломки пружин, обрыва накладок, заклинивания поршней в рабочих гидроцилиндрах. Для устранения неисправностей разбирают тормозные механизмы, заменяют поломанные детали и проводят полную регулировку тормозных механизмов.

Притормаживание автомобиля при отпущенной тормозной педали происходит при отсутствии свободного хода педали. Неисправность устраняют регулировкой длины тормозных тяг.

Неодновременное торможение колес приводит к отклонению автомобиля от требуемой траектории движения, что может привести к аварии при торможении. Причины этой неисправности: нарушения регулировки тормозных механизмов или их привода, засорение трубопроводов и шлангов. Устраняют неисправность и проверяют одновременность торможения всех колес при движении трактора или автомобиля на ровном участке дороги.

Техническое обслуживание тормозных систем включает в себя ежедневный контроль за надеж-

ностью крепления сборочных единиц и деталей, очистку их от грязи, пыли и масла, контроль за герметичностью гидро- и пневмопривода и проверку работоспособности тормозных механизмов и их приводов.

Герметичность пневмопривода проверяют при номинальном давлении воздуха (0,62...0,75 МПа), выключенных потребителях и неработающем компрессоре. Падение давления воздуха от номинального должно быть не более 0,01...0,02 МПа в течение 15 мин.

Периодически сливают конденсат из воздушных баллонов через краники. Наличие большого количества масла в конденсате указывает на неисправность компрессора.

**Контрольные вопросы.** 1. Каково назначение и как классифицируют трансмиссии тракторов и автомобилей? 2. Для чего предназначены и как работают муфты сцепления автомобиля ГАЗ-53-12 и трактора Т-150? 3. Как взаимодействуют детали коробки передач автомобиля КамАЗ при включении каждой передачи? 4. Для чего предназначены и как работают гидropоджимные муфты коробки передач тракторов Т-150, Т-150К и К-701? 5. Для чего предназначены, как работают и блокируются межосевой и межколесный дифференциалы? 6. Через какие детали передается вращение от коробки передач к передним колесам трактора МТЗ-82? 7. Как работает задний мост тракторов Т-70С и ДТ-175С? 8. Чем отличаются рулевые механизмы трактора МТЗ-80 от рулевых механизмов автомобиля КамАЗ? 9. Как классифицируются и работают тормозные механизмы тракторов и автомобилей? 10. Как действуют рабочая, запасная, стояночная и вспомогательная тормозные системы автомобиля КамАЗ?

## § 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Автотракторное гидрооборудование предназначено для преобразования и переноса механического движения за счет изменения энергии потоков рабочей жидкости. Оно включает в себя одно- и многопоточные гидроприводы с ручным, ножным или автоматическим управлением механизмами трансмиссии, поворота и торможения, отбора мощности, подъема кузова автомобилей-самосвалов.

По основному виду энергии потоков рабочей жидкости различают **статические** (объемные) и **динамические** гидроприводы. В статических гидроприводах преобразование и перенос механического движения происходят преимущественно в результате изменения давления, а в динамических — подачи рабочей жидкости.

Основная составная часть любого гидропривода — **гидропередача**, включающая в себя гидронасос и гидродвигатель. Гидронасос — это преобразователь механического движения (поступательного, возвратно-поступательного, вращательного), подводимого извне, в энергию потока жидкости. Гидродвигатель — это преобразователь энергии потока жидкости в механическое движение (поступательное — гидроцилиндром, ограниченный поворот — поворотным гидроцилиндром, вращательное — гидромотором).

Долговечность и безотказность гидроприводов существенно зависят от степени загрязнения и обводнения рабочей жидкости. Разнообраз-

ные загрязнители, особенно пыль, минеральные удобрения и вода, значительно уменьшают срок службы автотракторного гидрооборудования и вызывают большую часть неисправностей и отказов. Поэтому защита и очистка рабочей жидкости от загрязнителей и воды — главная задача технического обслуживания гидрооборудования тракторов и автомобилей.

Необоснованно считать, что рабочая жидкость эффективно очищается сетчатыми фильтрами, способными задержать частицы размером не менее 35 мкм. Согласно опытным данным в результате замены фильтра с фильтрующей способностью 25 мкм на фильтр, способность которого 3 мкм, срок службы гидрооборудования увеличился в 8 раз. Поэтому конструктивное совершенство и качество технического обслуживания автотракторных гидроприводов следует оценивать по чистоте рабочей жидкости в них.

## § 2. ГИДРОПРИВОДЫ МЕХАНИЗМОВ ТРАНСМИССИИ

**Общие сведения.** Статические гидроприводы поступательного движения применяют для управления фрикционной муфтой сцепления (автомобили ГАЗ-66, КамАЗ-5320 и большинство легковых, тракторы ДТ-75МВ, ДТ-175С), переключения передач без разрыва потока мощности (тракторы МТЗ-100, Т-150, К-701 и их модификации), автоматической блокировки дифференциала заднего моста (тракторы МТЗ-80, МТЗ-100).

В автотракторных муфтах сцепления сила сжатия дисков пружинами достигает 12 кН, передаточное отношение их приводов — 30...45. Легкость же управления муфтой сцепления обеспечивается при усилии на педаль до 120 Н. Поэтому в приводах муфт сцепления применяют пневматические (КамАЗ-5320, Т-150К) или гидравлические (ДТ-75МВ, ДТ-175С) усилители.

Гидропривод муфты сцепления автомобиля ГАЗ-66 (см. рис. 80) не имеет усилителя. Он состоит из главного цилиндра, установленного в кабине и соединенного с подвесной педалью 1, рабочего цилиндра, размещенного на левой стороне картера муфты сцепления и связанного свилкой 20, и соединительной (напорной) гидролинии 27.

Давление тормозной жидкости, необходимое для выключения нажимного механизмавилкой 20 через отводку 18, пропорционально усилию воздействия ноги водителя через педаль 1, тягу 2, рычаг 10 и толкатель 9 на поршень 8 с шайбой-клапаном 7, манжетой 6 и возвратной пружинной 4. Это давление по гидролинии 27 через уплотнительный грибок 26 передается на поршень 25 рабочего цилиндра и через его толкатель 24 вызывает поворотвилки 20 на опоре 19, перемещение отводки 18, поворот отжимных рычагов 15, перемещение нажимного диска 13, дополнительное сжатие пружин 21 и частичное или полное выключение муфты сцепления.

Гидропривод муфты сцепления автомобилей КамАЗ имеет пневмоусилитель. Подвесная педаль 15 (рис. 137) и главный цилиндр 20 установлены в откидывающейся кабине, а следящий 9 и рабочий 37 поршни — в заднем корпусе 41 пневмоусилителя, закрепленного с правой стороны картера муфты сцепления. Напорная гидролиния 24 включает в себя два шланга и два стальных трубопровода.

Поворот педали 15 и жестко свя-

занного с ней рычага 18 вызывает через эксцентриковый палец 17 перемещение вниз толкателя 19 и поршня 21 с манжетой 22. Поскольку сферический пояс толкателя 19 закрывает перепускное отверстие в поршне 21, то тормозная жидкость через отверстие в пробке 23 по напорной гидролинии 24 вытесняется в рабочий и следящий гидроцилиндры.

Поршень 37 рабочего гидроцилиндра изготовлен как одно целое со штоком, установлен в расточку заднего корпуса 41 и уплотнен манжетами 38 и 40. Следящий поршень 9 тоже уплотнен манжетой 8 и кольцом, а корпус 10 цилиндра ввернут в корпус 41.

Под действием тормозной жидкости рабочий поршень 37 перемещается назад (на рисунке влево), а следящий поршень 9 — вперед (вправо).

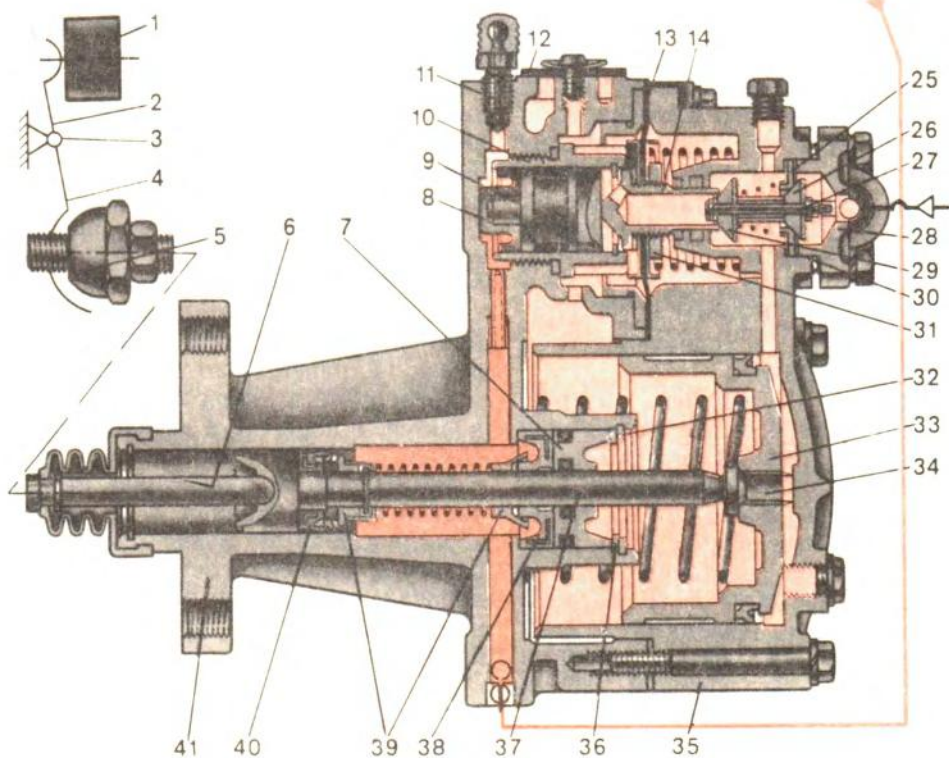
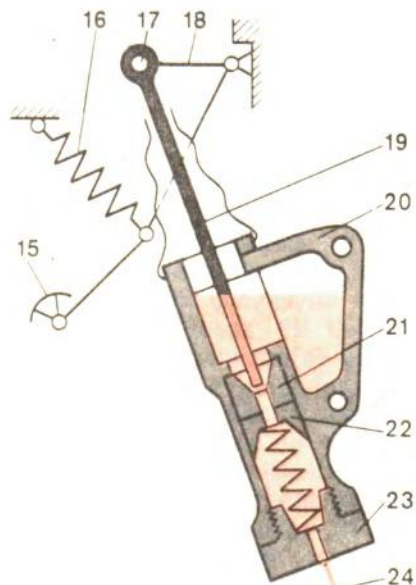
При движении следящего поршня 9 начинает перемещаться седло 14 выпускного клапана, закрепленного в диафрагме 13 гайкой 31 с шайбами, закрывается выпускной 29 и открывается впускной 26 пневмоклапаны, жестко соединенные стержнем 27.

Сжатый воздух из контура вспомогательной тормозной системы через отверстие в крышке 28, открытый впускной клапан 26 и канал в переднем корпусе 35 поступает в полость над поршнем 33 пневмоцилиндра, вызывая его перемещение вместе с упором 34, штоком-поршнем 37 рабочего гидроцилиндра и толкателем 6 назад (влево). Толкатель 6 через сферическую гайку 5 поворачивает рычаг 4, жестко связанный через вал 3 свилкой 2, которая, в свою очередь, перемещает отводку 1 вперед (вправо).

Следящее действие гидропривода как пропорциональность перемещения отводки 1 повороту педали 15 обеспечивается несжимаемостью и пропорциональным изменением объема тормозной жидкости в главном и рабочем гидроцилиндрах.

Рис. 137. Привод муфты сцепления автомобилей КамАЗ:

1 — отводка; 2 — вилка; 3 — вал вилки; 4 — рычаг вала вилки; 5 — сферическая гайка; 6 — толкатель; 7 — корпус комбинированного уплотнения; 8, 22, 38 и 40 — манжеты; 9 — следящий поршень; 10 — корпус следящего цилиндра; 11 — перепускной клапан; 12 — уплотнитель выпускного отверстия; 13 — диафрагма; 14 — седло выпускного клапана; 15 — педаль; 16 — пружина; 17 — эксцентриковый палец; 18 — рычаг; 19 — толкатель поршня; 20 — корпус главного цилиндра; 21 — поршень; 23 — пробка; 24 — напорная гидролиния; 25 — седло впускного клапана; 26 — впускной клапан; 27 — стержень; 28 — крышка; 29 — выпускной клапан; 30 — прокладка; 31 — гайка; 32 — стопорное кольцо; 33 — поршень пневмоцилиндра; 34 — упор поршня; 35 — передний корпус; 36 — шайба; 37 — поршень-шток; 39 — распорные втулки; 41 — задний корпус.



Следящее действие пневмоусилителя за давлением тормозной жидкости в гидроприводе обеспечивается прогибом диафрагмы 13, которая через седло 14 управляет выпускным 29 и впускным 26 пневмоклапанами. Прогиб диафрагмы вперед (в сторону открытия впускного клапана 26) обусловлен давлением на нее через седло 14, следящий поршень 9 и манжету 8 тормозной жидкости, а прогиб назад (в сторону закрытия впускного 26 и открытия выпускного 29 пневмоклапанов) — давлением ее пружины и воздуха из пневмоцилиндра.

Остановка педали 15 вызывает такое уменьшение давления тормозной жидкости на следящий поршень 9 и увеличение давления воздуха на диафрагму 13, при котором ее прогиб обеспечивает закрытие пневмоклапанов 26 и 29.

Плавное отпускание педали 15 обеспечивает плавное уменьшение давления тормозной жидкости на следящий поршень 9, его перемещение и прогиб диафрагмы 13 назад, открытие выпускного клапана 29 и выход воздуха из пневмоцилиндра в атмосферу через каналы в переднем корпусе 35, отверстие в седле 14, каналы и выпускное отверстие с уплотнителем 12 в заднем корпусе.

Привод муфты сцепления тракторов ДТ-75МВ и ДТ-175С механический, с гидроусилителем следящего действия.

Двухбуртовый поршень 9 (рис. 138) гидроусилителя изготовлен как одно целое с двумя штоками, установлен в расточку корпуса 7 и закрыт двумя крышками с тремя уплотнительными кольцами в каждой. В осевой расточке поршня размещены две втулки 20 с тремя уплотнительными кольцами в каждой. Эти втулки служат опорами стержня 21, на котором двумя шплинтами закреплена золотниковая втулка 22 и одним шплинтом — передний (правый) конец возвратной пружины 24. В задний шток

поршня 9 ввернут «глухой» наконечник 25, а в передний — наконечник с нажимным пальцем 19 стержня 21.

При любом положении поршня 9 его наружная проточка между буртами сообщена с каналом С слива, а радиальный канал А переднего штока — с полостью нагнетания масла насосом 5 гидроусилителя из бака 3 гидропривода механизма навески трактора.

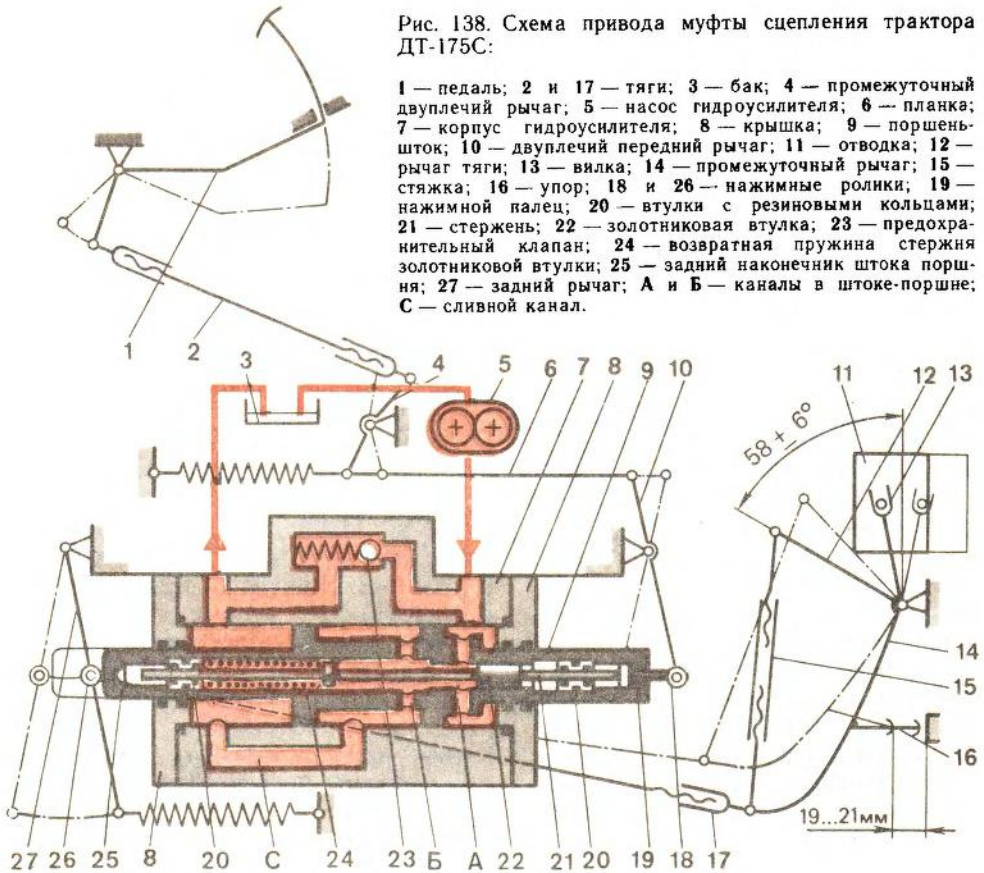
Следящее действие гидроусилителя за поворотом педали 1, промежуточного 4 и переднего 10 двуплечих рычагов обеспечивает золотниковая втулка 22. Она перемещается вместе со стержнем 21 под действием ролика 18 через палец 19 и перекрывает радиальный канал А, разобщая его с осевым каналом, который постоянно сообщен через радиальный канал Б с каналом С слива.

Перекрытие канала А золотниковой втулкой 22 вызывает увеличение давления масла и перемещение поршня 9 гидроусилителя назад (на рисунке влево). Наконечник 25 заднего штока поршня 9 через ролик 26 поворачивает рычаг 27 и перемещает тягу 17 назад (влево). Промежуточный рычаг 14 с валом ивилкой 13 поворачивается и перемещает отводку 11 вперед (вправо). Муфта сцепления выключается.

Если педаль 1 остановить в промежуточном положении, то рычаг 10, ролик 18, палец 19 и стержень 21 с золотниковой втулкой 22 тоже останутся, а поршень 9 незначительно сместится назад и его канал А частично откроется. Через шель между задней стенкой канала А и задним торцом втулки 22 масло будет сливаться, и поршень 9 остановится под давлением, достаточным для удержания отводки 11 в промежуточном положении.

При отпуске педали втулка 22 перемещается вперед (вправо), открывая канал А. Вслед за втулкой движется поршень 9, на задний шток которого через отводку 11, вилку 13,

Рис. 138. Схема привода муфты сцепления трактора ДТ-175С:



- 1 — педаль; 2 и 17 — тяги; 3 — бак; 4 — промежуточный двуплечий рычаг; 5 — насос гидроусилителя; 6 — планка; 7 — корпус гидроусилителя; 8 — крышка; 9 — поршень-шток; 10 — двуплечий передний рычаг; 11 — отводка; 12 — рычаг тяги; 13 — вилка; 14 — промежуточный рычаг; 15 — стяжка; 16 — упор; 18 и 26 — нажимные ролики; 19 — нажимной палец; 20 — втулки с резиновыми кольцами; 21 — стержень; 22 — золотниковая втулка; 23 — предохранительный клапан; 24 — возвратная пружина стержня золотниковой втулки; 25 — задний наконечник штока поршня; 27 — задний рычаг; А и Б — каналы в штоке-поршне; С — сливной канал.

тягу 17 и ролик 26 действуют сила дросселируемого щелью потока масла и усилие пружин муфты сцепления.

Максимальное давление масла в гидроусилителе при полностью нажатой педали 1 ограничивает предохранительный клапан 23. При отпущенной педали он закрыт, так как канал А полностью открыт.

Гидропривод коробки передач трактора К-701 обеспечивает торможение первичного (ведущего) вала при механическом переключении режимов, плавное трогание трактора на первой передаче любого режима, последующее переключение передач без разрыва потока мощности и управление МОМ.

Основные сборочные единицы гидропривода: гидронасос 3

(рис. 139) с фильтром-заборником 5, сетчатый фильтр 22 с перепускным 21 и редукционным 20 клапанами, механизм переключения с поворотными 11, 12, 14 и перебросными 15, 16 и 17 золотниками, пружинный гидроаккумулятор 8, радиатор 18. Бустеры — полости короткоходных гидроцилиндров с неподвижными поршнями — расположены в гидроподжимных муфтах 1, 2, 4 и 6 первичного вала и 9 МОМ. Короткоходные гидроцилиндры 7 тормозов-синхронизаторов имеют подвижные поршни.

Насос 3 подает масло из картера коробки передач через фильтр 22 в кольцевые проточки и прямоугольные пазы золотника 14 слива и золотника 11 управления МОМ. Из паза золотника 14 масло поступает

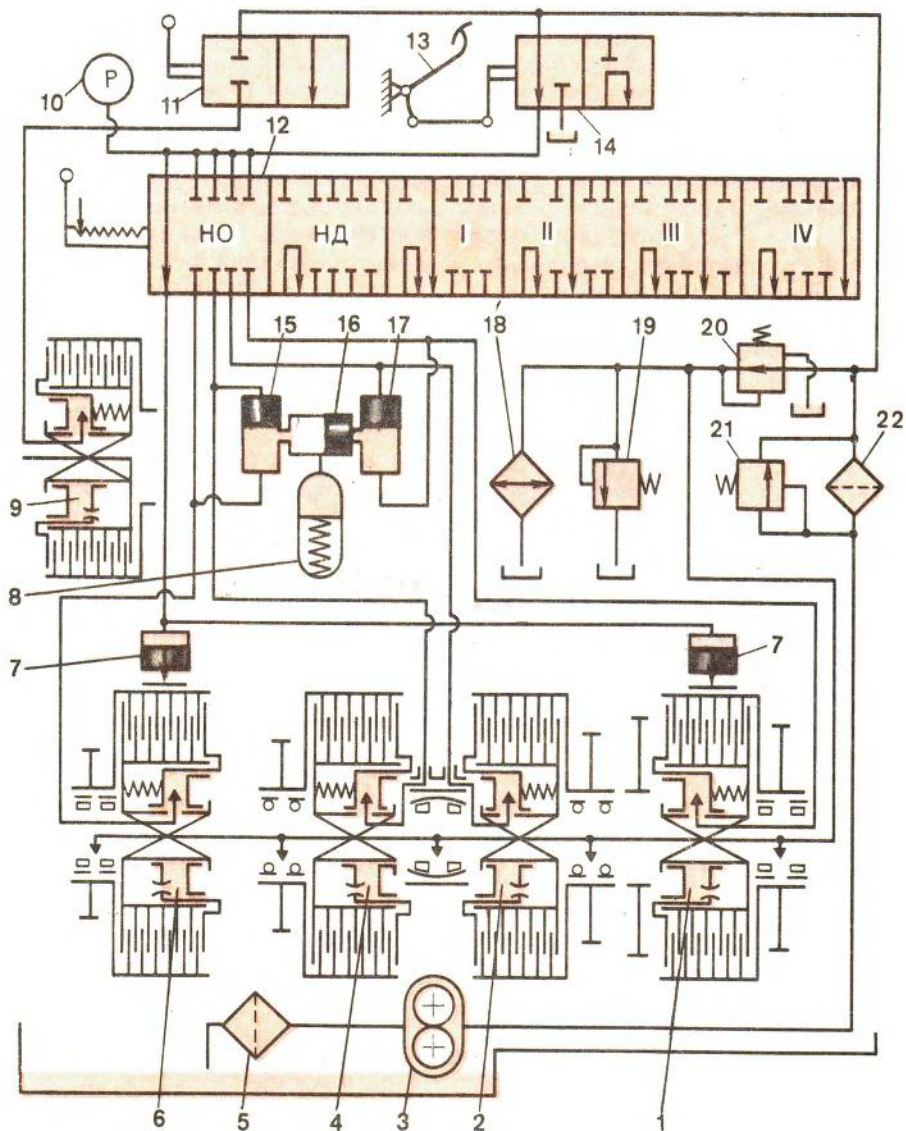


Рис. 139. Схема гидропривода коробки передач и MOM трактора К-701:

1, 2, 4, 6 и 9 — гидроджимные муфты соответственно четвертой, третьей, второй, первой передач и MOM; 3 — насос; 5 — фильтр-заборник; 7 — гидроцилиндры привода тормозов-синхронизаторов; 8 — гидроаккумулятор; 10 — указатель давления; 11 — золотник управления MOM; 12 — золотник переключения передач; 13 — педаль слива; 14 — золотник слива; 15, 16 и 17 — переборные золотники; 18 — радиатор; 19 — сливной клапан; 20 — редукционный клапан; 21 — перелусковой клапан; 22 — фильтр.

в кольцевую проточку и прямоугольный паз золотника 12 переключения передач. Золотник 14 поворачивается на  $90^\circ$  при нажатии на педаль 13, золотник 12 — при перемещении рычага переключения передач.

При отпущенной педали 13 слива, крайнем переднем положении **НО** (нейтраль при остановке) золотника 12 и рычага переключения передач масло из кольцевой проточки и паза золотника 14 поступает в кольцевую проточку и паз золотника 12, а из него в гидролинию короткоходных гидроцилиндров 7 тормозов-синхронизаторов. Первичный вал коробки передач заторможен, а трактор неподвижен. Поскольку гидроцилиндры 7 масло не расходуют, то оно под давлением 0,85...1 МПа частично сливается через редукционный клапан 20 и подается в смазочную систему, а его избыток под давлением 0,22 МПа — через сливной клапан 19. При этом образуется масляный туман, проникающий во все сопряжения деталей коробки передач, что облегчает переключение ее режимов.

После включения требуемого режима нажимают на педаль 13, рычаг переключения передач поворачивают на себя в положение **I**, проходя положение **НД** (нейтраль при движении), и плавно отпускают педаль слива. При этом трактор трогается с места.

При нажатии на педаль 13 золотник 14 поворачивается на  $90^\circ$ , гидроцилиндры 7 соединяются через паз золотника 12, а насос 3 и фильтр 22 — сливную лыску золотника 14 с полостью корпуса коробки передач. Первичный вал растормаживается, а масло, сливаясь через золотник 14, не поступает в смазочную систему. Поворот золотника 12 через положение **НД** в положение **I** вызывает совмещение его паза с напорной гидролинией бустера муфты 6 первой передачи, а последующее плавное отпускание педали 13 слива — совмещение паза золотника 14 с коль-

цевой канавкой золотника 12, плавное увеличение давления в бустере муфты первой передачи и смазочной системе, а также трогание трактора с места.

Чтобы предотвратить трогание трактора с места на других передачах, в приводе золотников 12 и 14 предусмотрена блокировка, которая обеспечивает зависание педали 13 слива в нажатом положении при включении второй, третьей и четвертой передач.

При трогании с места и движении трактора на первой передаче масло из гидролинии бустера муфты этой передачи, переместив перебросные золотники 15 и 16, поступает в гидроаккумулятор 8 и заряжает его, сжимая поршнем пружины.

Поворот рычага переключения передач из положения **I** в положение **II** без нажатия на педаль 13 слива вызывает поворот золотника 12, совмещение его паза с гидролинией бустера муфты 4 второй передачи и увеличение давления масла в нем. При этом бустер муфты 6 первой передачи остается соединенным с гидроаккумулятором 8 и питается его маслом до тех пор, пока перебросной золотник 15 под действием разности давлений масла в бустере муфты 4 и гидроаккумуляторе 8 не сместится назад (на схеме вниз). Все это время фрикционы первой и второй передач пробуксовывают и передают вращение через зубчатые колеса на промежуточный вал коробки передач.

Переключение на третью и четвертую передачи аналогично.

Гидроцилиндры 7 тормозов-синхронизаторов во всех положениях золотника 12, кроме **НО**, соединены с полостью корпуса коробки передач (со сливом).

Поворот золотника 12 в положение **НД** вызывает отключение всех бустеров и гидроцилиндров 7, слив масла через редукционный клапан 20, смазочную систему и ее сливной клапан 19. Это положение золотника

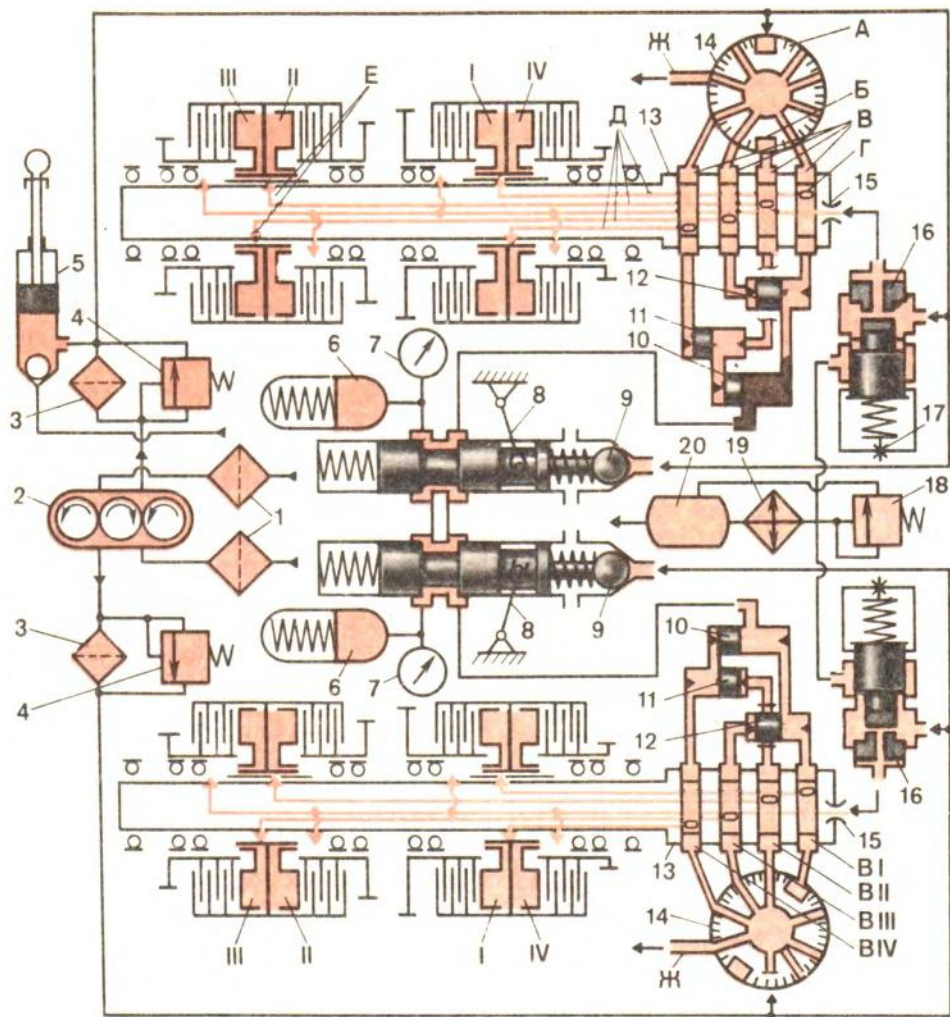


Рис. 140. Схема гидропривода коробки передач трактора Т-150:

1 — фильтр всасывания; 2 — насос; 3 — фильтр нагнетания; 4 — перепускной клапан; 5 — ручной насос; 6 — гидроаккумулятор; 7 — манометр; 8 — поводок; 9 — клапан управления; 10, 11 и 12 — переборные золотники; 13 — вторичный вал; 14 — поворотный золотник; 15 — дроссель; 16 — перепускной распределитель; 17 — регулировочный винт; 18 — перепускной клапан радиатора; 19 — радиатор; 20 — бак; А — кольцевая канавка золотника; Б — раздаточный паз; В — кольцевые канавки распределителя и вторичного вала; Г и Е — радиальные каналы; Д — продольные каналы; Ж — сливной канал; I, II, III и IV — гидроподжимные муфты соответствующих передач.

обеспечивает движение трактора накатом.

Гидропривод коробки передач трактора Т-150 предназначен для включения без разрыва потока мощности фрикционных муфт правого и левого вторичных валов и плавного изменения давления масла в любой из них. Он состоит из парал-

лельных гидроприводов правого и левого бортов.

Двухсекционный шестеренный насос 2 (рис. 140) всасывает масло из поддона корпуса коробки передач через фильтры 1 и двумя потоками подает его через фильтры 3 в напорные гидролинии правого и левого бортов с тремя параллельными вет-

виями в каждой. Сетчатые фильтры 3 нагнетания очищают масло от примесей размером более 80 мкм или перепускают его неочищенным через клапаны 4.

Перепускные распределители 16 поддерживают постоянное давление масла в напорных гидролиниях бортов вследствие непрерывного частичного слива потока через радиатор 19 или перепускной клапан 18 в бак 20, а также через дроссели 15 и смазочно-охлаждательную систему в поддон.

Распределители управления с поворотными 14 и переборными 10, 11, 12 золотниками не имеют нейтрального положения. Они соединяют гидropоджимные муфты включаемых передач бортов с ветвями напорной гидролинии, а выключаемых передач — с гидроаккумуляторами 6 и ветвями сливной гидролинии.

Клапаны 9 управления обеспечивают плавное изменение давления в напорной гидролинии правого или левого борта, плавно регулируя с помощью рулевого колеса слив масла в поддон.

Поворотные золотники 14 переводят в любое из четырех фиксируемых положений двумя рычагами управления, а клапаны 9 настраивают поворотом поводков 8 через систему тяг и рулевое колесо.

Встроенные гидроцилиндры фрикционных муфт I...IV передач питаются маслом по цепи насос 2 — фильтр 3 — кольцевая канавка А и раздаточный паз Б золотника 14 — одна из четырех кольцевых канавок В — один из радиальных Г, Е и продольных Д каналов вторичного вала — канал в шлицевой ступице муфты — гидроцилиндр муфты.

Для трогания трактора с места выключают муфту сцепления, включают требуемый режим, первые передачи бортов коробки передач и при нейтральном положении рулевого колеса плавно включают муфту сцепления.

Одинаковые передачи при прямолинейном движении и разные передачи при повороте трактора включают без выключения муфты сцепления.

На рисунке 140 правый (нижний) золотник 14 повернут в положение первой передачи, левый (верхний) — второй передачи, а рулевое колесо — в нейтральное положение. В правом гидроприводе меньшая часть потока масла, подаваемого насосом 2, расходуеться через ветвь питания гидropоджимной муфты первой передачи и гидроаккумулятора 6, а большая — сливается через перепускной распределитель 16 под давлением 1 МПа. Ветвь слива масла через клапан 9 выключена, так как рулевое колесо установлено в нейтральное положение.

Поворот левого золотника 14 из положения первой передачи в положение второй передачи вызывает резкое уменьшение гидравлического сопротивления в ветви питания еще невключенной гидropоджимной муфты II. Золотник перепускного распределителя 16 под действием своей пружины перекрывает слив масла через радиатор 19 или его клапан 18 в бак 20. Поэтому весь поток масла от насоса 2 через золотник 14 подается в гидроцилиндр муфты второй передачи под возрастающим давлением. Гидроцилиндр муфты первой передачи через радиальные отверстия золотника 14 соединен с каналом Ж слива. Масло поступает в этот гидроцилиндр из гидроаккумулятора 6 при снижающемся давлении до тех пор, пока золотник 10 под действием разности давлений не сместится вперед (вправо).

Включение разных передач правого и левого бортов вызывает движение трактора по траектории с постоянным радиусом кривизны, а поворот рулевого колеса — с переменным.

**Конструктивные особенности.** Сборочные единицы и детали гидроприводов трансмиссии большинства

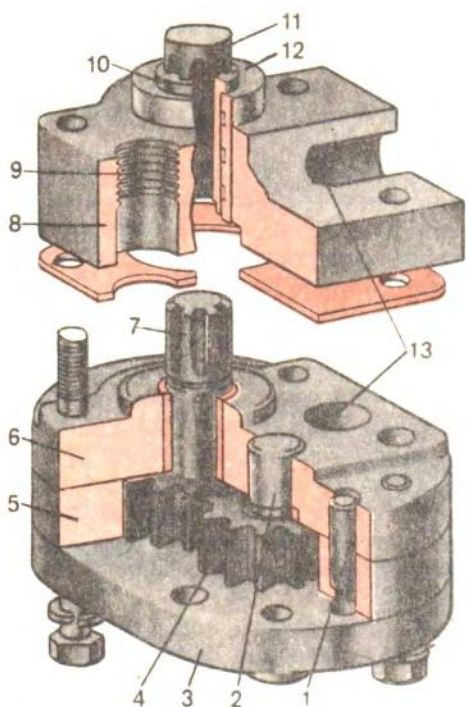


Рис. 141. Насос гидропривода коробки передач трактора К-701:

1 — штифт; 2 — ось; 3 — нижняя крышка; 4 — ведомое зубчатое колесо; 5 — корпус качающего узла; 6 — верхний корпус; 7 — шлицевой хвостовик; 8 — верхняя крышка; 9 — напорный канал; 10 — шлицевая втулка; 11 — вал; 12 — опорная втулка; 13 — всасывающий канал.

тракторов и автомобилей приспособлены к монтажу в определенных местах, как правило, невзаимозаменяемы и самостоятельно не применяются.

Односекционный масляный насос гидроприводов коробки передач и МОМ трактора К-701 малого давления состоит из двухколесного зубчатого качающего узла и составного корпуса с крышками.

Ведущее зубчатое колесо изготовлено как одно целое с валом и шлицевым хвостовиком 7 (рис. 141), а опорные втулки запрессованы в нижнюю крышку 3 и верхний корпус 6. Хвостовик 7 соединен шлицевой втулкой 10 с вертикальным валом 11, который постоянно приводится во вращение коленчатым валом дизеля

или ведущими колесами (при буксировке трактора). Переключают привод насоса рычагом, расположенным на верхней крышке коробки передач.

Ведомое зубчатое колесо 4 вращается на оси 2, которая запрессована в верхний корпус 6 и нижнюю крышку 3.

Радиальный зазор между вершинами зубьев и цилиндрическими стенками корпуса 5, а также осевой зазор между торцами зубчатых колес и привалочными плоскостями крышки 3 и корпуса 6 задают минимальным и не регулируют.

Двухсекционный масляный насос НМШ-50 гидропривода коробки передач трактора Т-150 имеет одинарный корпус с двумя крышками и три зубчатых колеса: среднее — ведущее, два крайних — ведомые. Два всасывающих и два напорных канала расположены в передней крышке и совмещены с каналами в задней стенке коробки передач. Постоянный привод насоса от коленчатого вала дизеля не имеет переключения на привод от гусениц. Поэтому при пуске дизеля буксированием трактора используют ручной насос 5 (см. рис. 140), которым нагнетают масло в гидропривод левого вторичного вала.

Распределители управления гидроприводом коробки передач трактора Т-150 установлены на передних концах вторичных валов 13 (рис. 142, а) и закреплены болтами на передней стенке коробки передач. В продольную расточку корпуса распределителя запрессована стальная втулка с наружными кольцевыми канавками и радиальными отверстиями напротив канавок **В1...В1V** вторичного вала. Зазор между втулкой распределителя и буртами вторичного вала задан минимальным и дополнительно уплотнен двумя чугунными кольцами в канавках каждого бурта.

В нижнюю поперечную расточку корпуса установлен поворотный золотник 14, а слева закреплена боковая крышка с зубчатым механизмом

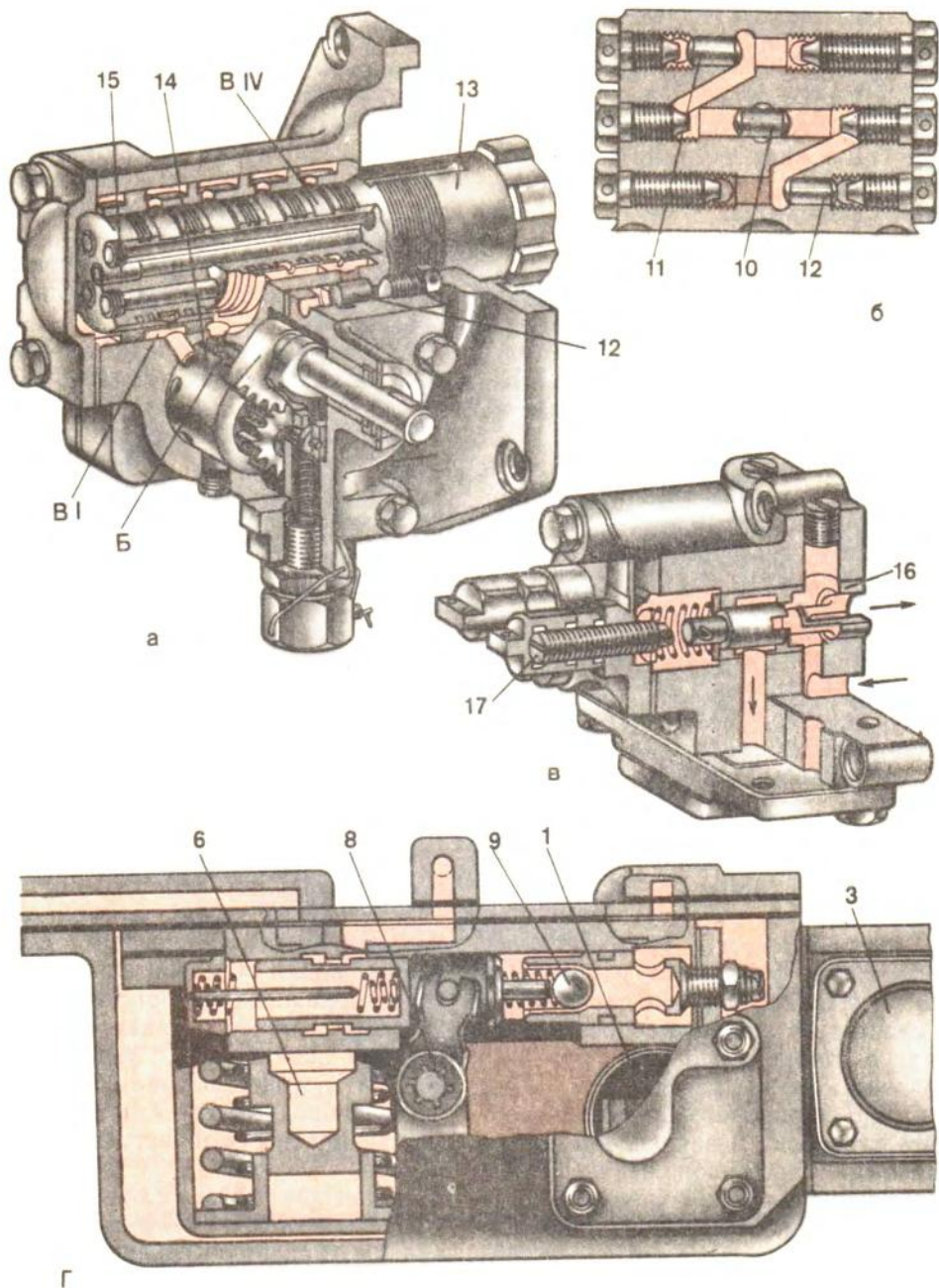


Рис. 142. Гидроагрегаты коробки передач трактора Т-150:

а — левый распределитель управления; б — перебросные золотники; в — перепускной распределитель; г — гидропанель; остальные обозначения те же, что и на рисунке 140.

привода, роликовым фиксатором и перебросными золотниками 10, 11 и 12 (рис. 142, б). Поворотный рычаг шпонкой и стяжным болтом закреплен на поводке зубчатого сектора, который находится в постоянном зацеплении с зубчатым поводком золотника 14. Снизу в крышку ввернут регулировочный винт пружины роликового фиксатора.

Перепускные распределители (рис. 142, в) собраны в общем корпусе и прикреплены болтами к привалочной плоскости передней стенки коробки передач в зоне напорных каналов обоих бортов. Двухбуртовый золотник распределителя 16 установлен в гильзу, запрессованную в корпус. На внутренней поверхности гильзы имеются две проточки: передняя (левая) соединена с каналом слива, а задняя (правая) — с каналом нагнетания. Из нее через радиальное и осевое отверстия в золотнике масло подводится к дросселю 15 осевого канала вторичного вала.

При давлении более 1 МПа пружина, прижатая к золотнику винтом 17, сжимается и золотник открывает выход из нагнетательного канала в сливной. При увеличении подачи насоса сжатие пружины и площадь проходного сечения на слив возрастают.

Гидропанель (рис. 142, г) объединяет фильтры 1 всасывания и 3 нагнетания, гидроаккумуляторы 6 и клапаны 9 плавного сброса давления, а также выполняет функцию поддона коробки передач.

Седло шарикового клапана 9 ввернуто в крышку и закреплено контргайкой в таком положении, чтобы зазор между отсечной кромкой золотника и задней (правой) кромкой среднего бурта его корпуса составлял 1,5...2 мм. В пределах этого зазора пружины должны обеспечивать давление срабатывания клапана 1,4...1,8 МПа. Если оно недостаточно, пружины дополнительно сжимают, устанавливая под них шайбы.

При сборке гидроаккумуляторов их пружины сжимают усилием более 6 кН, используя для этого пресс или три монтажных болта М10×110. Разбирать гидроаккумуляторы без применения прессы или монтажных болтов категорически запрещается.

Гидропривод коробки передач трактора Т-150К отличается от гидропривода коробки передач трактора Т-150 меньшим числом сборочных единиц и другим их расположением, кроме распределителя управления.

Односекционный масляный насос НМШ-25 установлен в поддоне и соединен вертикальным валом с приводом от дизеля или ведущих колес. Фильтр нагнетания и перепускной распределитель с предохранительным клапаном размещены на верхней крышке коробки передач, а гидроаккумулятор — в расточке правой стенки.

Предохранительный клапан регулируют на давление срабатывания 1,65...1,9 МПа. В тракторе Т-150 его функцию выполняют клапаны плавного сброса давления.

Гидродинамический трансформатор трактора ДТ-175С при колебании тягового сопротивления бесступенчато и автоматически трансформирует вращательное движение между муфтой сцепления и коробкой передач с целью варьирования поступательной скорости машинно-тракторного агрегата (МТА). Это обеспечивается непрерывным изменением кинетической энергии потоков веретенного масла по торообразным траекториям в совмещающихся межлопастных каналах насосного Н (рис. 143), турбинного Т и реакторных Р1 и Р2 колес.

Насосное колесо Н через корпус 15, вал 11, карданную передачу и главную муфту сцепления соединено с коленчатым валом дизеля, турбинное колесо Т через вал 16, муфту 22 и промежуточный вал — с первичным валом коробки передач, а реакторные колеса Р1 и Р2 через обгонные

муфты 18 — с неподвижной ступицей 19. Все колеса установлены на подшипники качения, а зазоры между контурами образующими плоскостями минимальны.

Давление масла в торообразном контуре циркуляции ограничивает

предохранительный клапан 5 насоса 4 подпитки, а его оптимальное значение поддерживает переливной клапан 3 круга циркуляции.

Кинетическая энергия потоков масла на входе в межлопастные каналы насосного колеса Н мини-

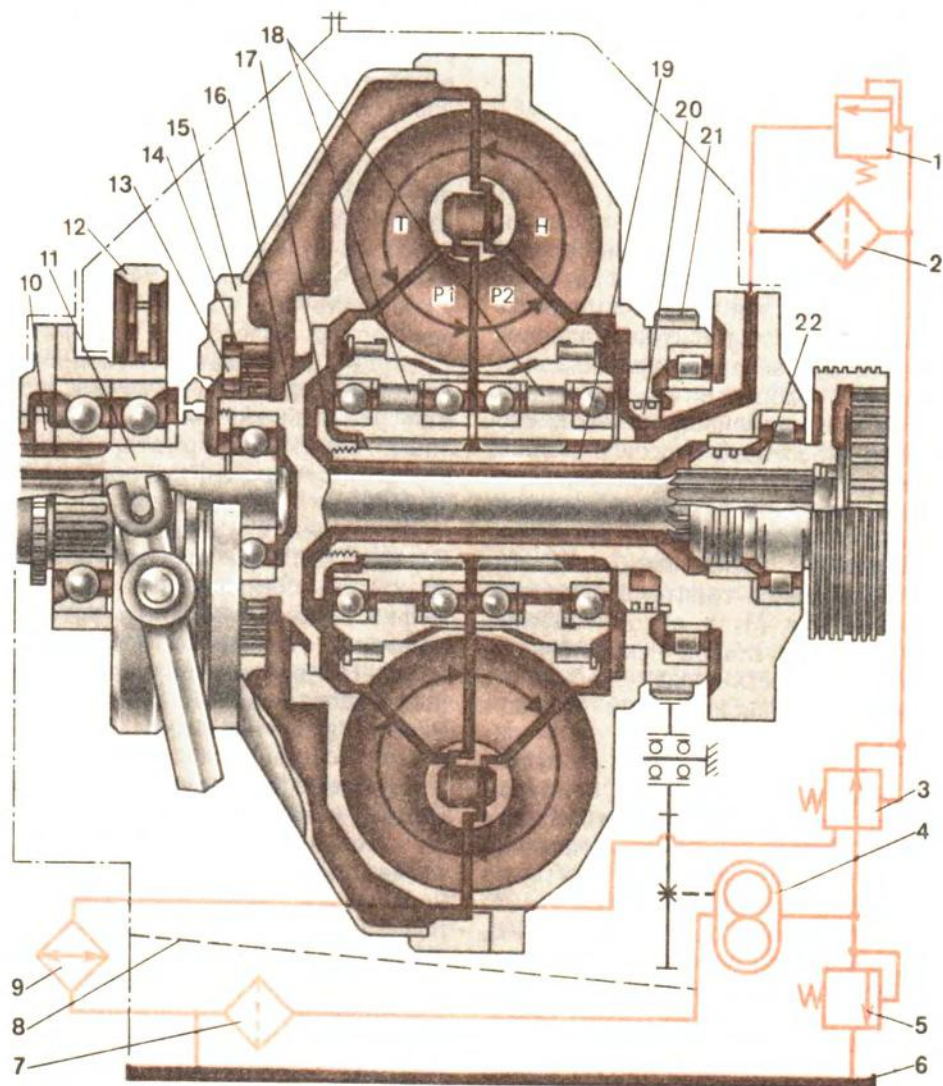


Рис. 143. Схема гидротрансформатора трактора ДТ-175С:

1 — перепускной клапан фильтра; 2 — сетчатый фильтр; 3 — переливной клапан круга циркуляции; 4 — насос подпитки; 5 — предохранительный клапан насоса подпитки; 6 — поддон; 7 — фильтр-заборник; 8 — пениразрушающая сетка; 9 — радиатор; 10 — зубчатое колесо привода насоса смазочной системы трансмиссии; 11 — вал насосного колеса; 12 — отводка; 13 — шлицевая муфта; 14 — зубчатый венец; 15 — фланец корпуса насосного колеса; 16 — вал турбинного колеса; 17 — гайка ступицы; 18 — обгонные муфты; 19 — ступица реакторных колес; 20 — втулка; 21 — зубчатое колесо привода насоса подпитки; 22 — шлицевая муфта; Н и Т — насосное и турбинное колеса; P1 и P2 — реакторные колеса.

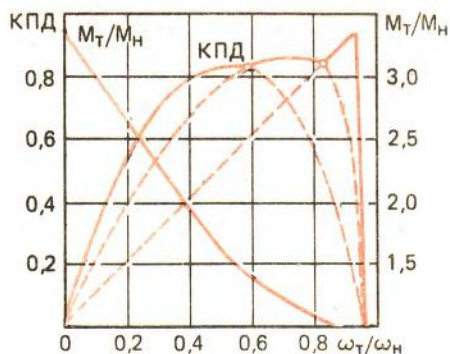


Рис. 144. Характеристика гидротрансформатора.

мальна, а на выходе из них максимальна. Она определяется окружной и меридиональной скоростями потоков и зависит от радиуса и угловой скорости  $\omega_n$  насосного колеса.

Угловая скорость  $\omega_t$  турбинного колеса всегда меньше угловой скорости  $\omega_n$  насосного колеса и зависит от момента  $M_t$  сопротивления вращению первичного вала коробки передач и тягового усилия трактора.

Увеличение внешних сопротивлений движению трактора вызывает рост момента  $M_t$  и автоматическое уменьшение угловой скорости  $\omega_t$  вплоть до остановки турбинного колеса при максимальном тяговом усилии трактора.

При  $\omega_t = 0$  потоки масла из насосного колеса, обладая при заданной частоте вращения коленчатого вала дизеля максимальной кинетической энергией, вынуждены проходить по неподвижным межлопастным каналам турбинного и реакторных колес, полностью теряя окружную составляющую своей скорости и отдавая этим колесам большую часть кинетической энергии.

Если предположить, что неподвижных реакторных колес **P1** и **P2** нет, действие потоков масла на лопасти турбинного **T** и насосного **H** колес будет противоположное, обеспечивающее отношение  $M_t/M_n = 1$  при любом  $\omega_t/\omega_n < 0,95 \dots 0,98$  (рис. 144).

Неподвижные реакторные колеса разрывают круговую цепь действие — противодействие через потоки масла между турбинным и насосным колесами и передают на неподвижную ступицу часть реактивного момента, разгружая от него насосное колесо. Это увеличивает момент  $M_t$  по сравнению с моментом  $M_n$  в 3...3,5 раза за счет уменьшения угловой скорости  $\omega_t$  турбинного колеса и поступательной скорости трактора до нуля.

Уменьшение тягового сопротивления МТА и момента  $M_t$  вызывает увеличение поступательной (трактора) и угловой  $\omega_t$  (турбинного колеса) скоростей, а также уменьшение  $M_t/M_n$ . При  $\omega_t/\omega_n > 0,6$  реакторное колесо **P1**, а при  $\omega_t/\omega_n > 0,85$  и реакторное колесо **P2** начинают вращаться, не воспринимая реактивный момент, и заставляют гидротрансформатор работать в режиме гидромукфы, при котором  $M_t = M_n$ .

Выключение гидротрансформатора при пуске дизеля буксированием трактора обеспечивает шлицевая муфта **13** (см. рис. 143), которая с помощью отводки **12** перемещается назад (на рисунке вправо) и соединяет насосное колесо **H** с турбинным **T** через зубчатые венцы фланцев **14** и **15**.

**Основные неисправности и техническое обслуживание.** В гидроприводах муфт сцепления возникают две основные неисправности: нарушается герметичность и попадает воздух в напорную гидрочлинию.

Нарушение герметичности напорной полости главного цилиндра из-за повреждения манжеты **22** (см. рис. 137), толкателя **19**, поршня **21** или загрязнения тормозной жидкости вызывает ее перетекание в бачок. При полностью нажатой педали это может вызывать перемещение следящего поршня **9** назад (влево) и самопроизвольное включение муфты сцепления.

Попадание воздуха в напорную гидролинию вызывает его сжатие и неполное выключение муфты сцепления при нажатой педали.

При техническом обслуживании гидропривод муфты сцепления систематически осматривают, устраняют неплотности защитных чехлов и подтекания тормозной жидкости, при необходимости доливают ее и прокачивают систему; регулируют свободный ход толкателя 19 поршня главного цилиндра и проверяют полный ход поршня рабочего цилиндра.

В автомобилях КамАЗ свободный ход толкателя 19 регулируют поворотом эксцентрикового пальца 17, а контролируют по свободному ходу педали, который должен быть 6...12 мм.

После восстановления герметичности гидропривод прокачивают. Для этого очищают от пыли перепускной клапан 11, надевают вместо колпачка резиновый шланг и опускают его до дна чистой прозрачной бутылки, наполовину заполненной тормозной жидкостью «Нева». Резко 3...4 раза нажимают на педаль 15 и, оставив ее нажатой, отворачивают клапан 11 на 0,5...1 оборот, наблюдая за выделением пузырьков воздуха из шланга. Когда скорость их выделения резко уменьшится, клапан заворачивают, педаль отпускают и процесс повторяют до тех пор, пока выделение пузырьков воздуха не прекратится.

В гидроусилителе привода муфты сцепления тракторов ДТ-75МВ и ДТ-175С регулируют зазор до 0,3 мм между роликом 18 (см. рис. 138) и нажимным пальцем 19. Увеличение усилия на педаль возможно при заклинивании предохранительного клапана 23. Эту неисправность устраняют при ремонте гидроусилителя в специализированной мастерской.

В гидроприводах коробок передач основными признаками неисправности являются уменьшение давления и подачи масла, а также чрезмерные его утечки через зазоры

и уплотнения из напорной гидролинии в сливную.

В тракторе Т-150 разные показания манометров 7 (см. рис. 140) свидетельствуют о различной регулировке перепускных распределителей 16 винтами 17 или о больших утечках масла, загрязнении фильтров 1 и 3 или меньшей подаче масла насосом 2 в гидропривод одного борта.

Отсутствие давления масла в гидроприводе или высокие его значения возможны вследствие зависания клапанов: переливного (трактор МТЗ-100), перепускного (в распределителе тракторов Т-150, Т-150К) или редуционного (трактор К-701).

При техническом обслуживании тракторов МТЗ-100, Т-150, К-701 и их модификаций гидропривод коробки передач систематически прослушивают, очищают от пыли и грязи, осматривают, устраняют подтекания, промывают фильтры нагнетания, проверяют уровень масла и при необходимости доливают его. Сезонное моторное масло заменяют летом на М-10Г<sub>2</sub>, зимой на М-8Г<sub>2</sub>. Использование масел других марок не рекомендуется.

Определение содержания механических примесей или воды в масле и его очистка при техническом обслуживании коробок передач не предусмотрены. Однако это не означает, что масло полностью очищается установленными сетчатыми фильтрами.

Примеси в масло поступают при его транспортировке и заправке, вместе с новыми и отремонтированными гидроагрегатами и при смазывании механизмов. Большая часть примесей мелкодисперсна (размер частиц до 10 мкм), не задерживается сетчатыми фильтрами и циркулирует в масле весь срок его службы, вызывая ускоренное изнашивание не только сборочных единиц гидропривода, но и редукторной части коробки передач, особенно дисков гидроподжимных муфт.

В гидроприводе коробки передач трактора МТЗ-100 для очистки масла

применена такая же центрифуга, как и на дизеле. Однако ее эффективность резко снижается при температуре масла ниже 50 °С.

В гидроприводе коробки передач тракторов Т-150, Т-150К и К-701 тонкость фильтрации масла составляет 80 мкм и явно недостаточна. Поэтому для обеспечения безотказной и долговечной их работы масло необходимо очищать (перед заправкой и периодически) в специальном агрегате, например АОМ-1 конструкции Мелитопольского института механизации сельского хозяйства.

Давление масла в гидроприводе коробки передач постоянно контролируют по манометру. Оно должно составлять 0,8...1 МПа при установленном движении трактора и одновременно уменьшаться до 0,5 МПа при переключении передач.

Работа трактора при пониженном давлении прогретого масла может вызвать постоянную пробуксовку, перегрев и даже сваривание дисков гидродожимных муфт, а в гидротрансформаторе — кавитацию (нарушение сплошности потока масла и осповидное изнашивание лопаток колес).

Если давление несколько уменьшилось, то для его увеличения регулируют переливной (на тракторе МТЗ-100) и редукционный (на тракторе К-701) клапаны или перепускной распределитель (в тракторах Т-150 и Т-150К). Бескавитационную работу гидротрансформатора тракторов ДТ-175С и К-702 обеспечивают регулировкой переливного клапана круга циркуляции на давление срабатывания 0,35...0,38 МПа.

Сборочные единицы гидропривода точно регулируют на стенде КИ-4200 или КИ-4815М при ремонте коробки передач в специализированной мастерской. Например, перепускной распределитель трактора Т-150К регулируют на давление  $1 \pm 0,05$  МПа при подаче масла 38,4...7 л/мин, предохранительный клапан — на давление срабатывания 1,65...1,90 МПа

при подаче 40 л/мин, а перепускной клапан фильтра нагнетания — на перепад давления 0,35 МПа. Объемную подачу насоса НМШ-25 определяют при частоте вращения 1600 мин<sup>-1</sup> и давлении 1,6 МПа. Она должна быть не менее 24 л/мин.

### § 3. ГИДРОПРИВОДЫ МЕХАНИЗМОВ ПОВОРОТА

**Общие сведения.** Гидроприводы механизмов поворота предназначены для повышения маневренности, курсовой устойчивости и легкости управления тракторов и автомобилей.

Гидроприводы механизмов поворота гусеничных тракторов воздействуют на трансмиссию как гидроусилители (тракторы Т-4А, Т-130М) или как гидроприводы двухпоточной коробки передач (тракторы Т-150, Т-330).

Гидроусилители рулевого механизма — статические реверсивные гидроприводы следящего действия; преобразующие вращательное движение и переносящие поступательное движение к рулевому приводу параллельно с рулевым механизмом. Гидроусилители обеспечивают легкость поворота автомобилей и колесных тракторов тягового класса 0,9 и выше.

*Следящее действие гидроусилителя* рулевого механизма — это пропорциональность угла поворота управляемых колес рулевым приводом углу поворота рулевого колеса водителем.

*Чувствительность гидроусилителя* считают достаточной, если окружное усилие на рулевом колесе, необходимое для включения гидроусилителя, не превышает 20...30 Н, а холостой поворот рулевого колеса — 3...4°.

*Эффективность гидроусилителя* характеризуют коэффициентом усиления — отношением окружных усилий на рулевом колесе при повороте машины с выключенным и включенным гидроусилителем в одинаковых условиях. В тракторных гидроусили-

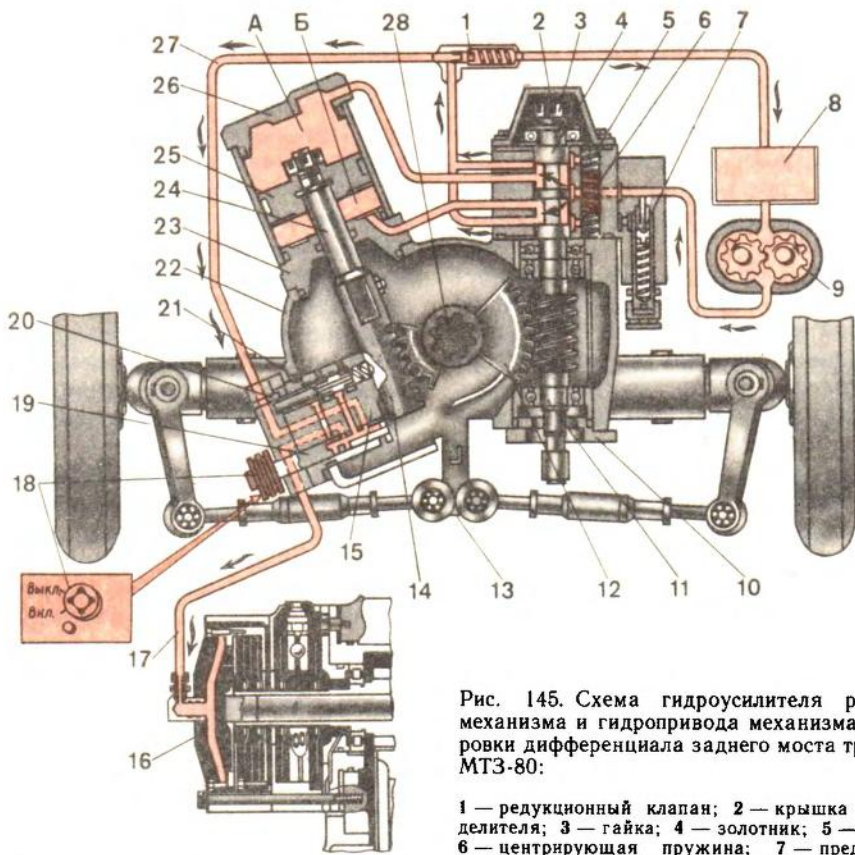


Рис. 145. Схема гидроусилителя рулевого механизма и гидропривода механизма блокировки дифференциала заднего моста трактора МТЗ-80:

1 — редукционный клапан; 2 — крышка распределителя; 3 — гайка; 4 — золотник; 5 — ползун; 6 — центрирующая пружина; 7 — предохранительный клапан; 8 — фильтр; 9 — насос; 10 — эксцентричная втулка; 11 — червяк; 12 — сектор; 13 — сошка; 14 — рейка; 15 — упор рейки; 16 — цилиндр блокировки; 17 — маслопровод датчика; 18 — маховичок крана; 19 — кран датчика; 20 — шуп; 21 — золотник датчика; 22 — корпус гидроусилителя; 23 — задняя крышка цилиндра; 24 — шток; 25 — поршень; 26 — передняя крышка цилиндра; 27 — маслопровод клапана блокировки; 28 — поворотный вал; А — бесштоковая полость; Б — штоковая полость.

телях коэффициент усиления достигает 6, в автомобильных — 15.

*Основные режимы работы гидроусилителей рулевого механизма:* нейтральный, поворот направо или налево, включение и выключение.

В нейтральном режиме работы гидроусилитель должен потреблять минимальную мощность, обеспечивать курсовую устойчивость и постоянную готовность трактора или автомобиля к повороту.

При повороте направо или налево задача гидроусилителя однозначна — обеспечить перенос поступательного движения к рулевому при-

воду параллельно с рулевым механизмом.

Гидроусилитель рулевого механизма трактора МТЗ-80 включает в себя насос 9 (рис. 145), реверсивный распределитель, редукционный 1 и предохранительный 7 клапаны, гидроцилиндр, фильтр 8 и датчик автоматической блокировки дифференциала (АБД) заднего моста. Функцию бака и радиатора выполняет корпус 22.

Шестеренный насос 9 (НШ-10-Л-3) преобразует подводимое от дизеля вращательное движение в энергию потока моторного масла. Реверсивный распределитель направляет

этот поток в полость **А** или **Б** гидроцилиндра и на слив через редукционный клапан **1** и фильтр **8** или через кран **19** и золотник **21** датчика АБД. Гидроцилиндр преобразует потенциальную энергию (напор) потока масла в поступательное движение поршня **25** со штоком **24** и зубчатой рейкой **14**.

Полый золотник **4** установлен между двумя упорными подшипниками на вал червяка **11** с большим радиальным, но без осевого зазора и закреплен корончатой гайкой **3**. Золотник длиннее корпуса распределителя на 2,4 мм, удерживается в нейтральном положении тремя парами ползунов **5** с центрирующими пружинами **6** и выступает над каждым торцом корпуса на 1,2 мм. Наружные обоймы радиальных подшипников червяка **11** свободно установлены в эксцентричной втулке **10** и могут перемещаться в ней, обеспечивая червяку и золотнику ход по 1,2 мм вперед и назад.

Ширина центрального бурта золотника **4** меньше ширины маслоподводящей канавки в корпусе распределителя на 1,2 мм, а ширина канавок золотника на 1,2 мм больше ширины буртов корпуса. Поэтому в нейтральном положении золотника между тремя его буртами и двумя буртами корпуса образуются две центральные и две крайние кольцевые щели шириной по 0,6 мм каждая. Центральные щели сообщают полости **А** и **Б** гидроцилиндра между собой и с напорной гидролинией насоса **9**, а крайние — с гидролинией слива.

Редукционный клапан **1** поддерживает в гидролинии слива избыточное давление 0,7...1 МПа, необходимое для срабатывания короткоходного гидроцилиндра **16** АБД. Поэтому при нейтральном положении золотника **4** зубчатая рейка **14** стремится повернуть зубчатый сектор **12** против хода часовой стрелки силой, равной произведению площади поперечного сечения штока **24** и давления

срабатывания редукционного клапана **1**. Этой силе противодействует сила предварительного сжатия трех центрирующих пружин **6**. При их ослаблении золотник **4** смещается вперед, ширина первой и третьей кольцевых щелей распределителя увеличивается, а второй и четвертой — уменьшается, вызывая частичное включение гидроусилителя на правый поворот при нейтральном положении рулевого колеса. Причина этого недостатка — применение несимметричного гидроцилиндра (с одним штоком) в схеме с избыточным давлением слива.

При повороте направо червяк **11**, ввинчиваясь в зубчатый сектор **12**, поворачиваемый несимметричным гидроцилиндром против хода часовой стрелки, преодолевает неуравновешенную часть силы предварительного сжатия пружин **6**, дополнительно сжимает их и вместе с золотником **4** смещается вперед на 1,2 мм. Ширина первой и третьей кольцевых щелей распределителя увеличивается до 1,8 мм, а вторая и четвертая щели закрываются с перекрытием буртов на 0,6 мм. Это вызывает соединение полости **Б** гидроцилиндра через третью щель только с напорной гидролинией насоса **9**, а полости **А** через первую щель распределителя, кран **19** и золотник **21** АБД — с полостью корпуса **22** гидроусилителя.

Под действием давления масла поршень **25** через шток **24** и зубчатую рейку **14** помогает червяку **11** поворачивать зубчатый сектор **12** и вал **28** сошки по ходу часовой стрелки, а управляемые колеса — направо.

При повороте налево червяк **11**, вывинчиваясь из зубчатого сектора **12**, преодолевает силу предварительного сжатия пружин **6** и вместе с золотником **4** стремится сместиться назад на 1,2 мм. Однако зубчатый сектор **12**, поворачиваемый несимметричным гидроцилиндром, смещает их вперед. Поэтому для остановки золотника **4** в крайнее заднее

положение рулевое колесо необходимо поворачивать быстрее и действовать на него большей, чем при правом повороте, силой.

При смещении золотника 4 назад ширина второй и четвертой кольцевых щелей увеличивается до 1,8 мм, а первая и третья щели распределителя закрываются с перекрытием буртов на 0,6 мм. Это вызывает соединение полости А гидроцилиндра через вторую щель только с напорной гидролинией насоса 9, а полости Б через четвертую щель, кран 19 и золотник 21 АБД — с полостью корпуса 22. Под действием давления масла поршень 25 через шток 24 и зубчатую рейку 14 помогает червяку 11 поворачивать зубчатый сектор 12 и вал 28 сошки против хода часовой стрелки, а управляемые колеса — налево.

Гидроусилитель рулевого механизма автомобилей КамАЗ состоит из насоса 4 (рис. 146) в сборе с бачком 31, заливым 30 и сливным 3 фильтрами, перепускным 35 и предохранительным 34 клапанами, радиатора 28, а также встроенных в рулевой механизм гидроцилиндра с поршнем-рейкой 8 и реверсивного четырехщелевого распределителя с золотником 20, обратным 17 и предохранительным 18 клапанами и плунжерным следящим механизмом. Распределитель часто называют клапаном управления.

Полый трехбуртовый золотник 20 установлен на хвостовик винта 15 с большим радиальным зазором, закреплен между упорными подшипниками 21 с осевым усилием, регулируемым пружинной шайбой и гайкой, и выступает над торцами расточек корпуса 19 на 1,0...1,2 мм.

В трех сквозных сверлениях корпуса 19, выполненных под углом 120° одно относительно другого, с минимальным зазором установлены три пары реактивных плунжеров 22, а в трех глухих сверлениях, расположенных также под углом 120°, — три

одинарных плунжера, в одном из которых размещен обратный клапан 17. Плунжеры прижимаются к внутренним обоймам упорных подшипников 21 и фиксируют золотник 20 в нейтральном положении под действием центрирующих пружин 23 и давления масла в напорной гидролинии 26.

В нейтральном положении золотника 20 между тремя его буртами и двумя средними буртами корпуса 19 образуются четыре кольцевые щели шириной 0,5...0,6 мм каждая. Масло из напорной гидролинии 26, омывая центральный бурт золотника 20, проходит через вторую и третью щели в протоки золотника. Из этих проточек по каналам в корпусах 19, 24 и 16 масло поступает в полости 7 и 25 гидроусилителя, а через первую и четвертую щели — в бачок 31 через радиатор 28, сливную гидролинию 32 и фильтр 3.

При поворотах автомобиля вращение рулевого колеса 1 через карданный вал 27 и пару зубчатых колес углового редуктора 24 передается винту 15, соединенному с поршнем-рейкой 8 шариковой гайкой 14. Если сопротивление управляемых колес 12 повороту достаточно велико, то поперечная 11 и продольная 10 тяги, сошка 9, ее вал 6 с зубчатым сектором и поршень-рейка 8 в начале поворота остаются неподвижными. Винт же 15, ввертываемый в шариковую гайку 14 при повороте налево или вывертываемый из нее при повороте направо, вынужден скользить в шлицевой ступице ведомого зубчатого колеса и вместе с золотником 20 перемещаться соответственно назад (по схеме вправо) или вперед на 1,2 мм, дополнительно сжимая пружины 23.

При повороте направо золотник смещается вперед, открывая первую, третью и закрывая вторую, четвертую кольцевые щели. Масло из напорной гидролинии 26, действуя на плунжеры 22, поступает через третью щель и каналы в корпусах 19, 24, 16 в

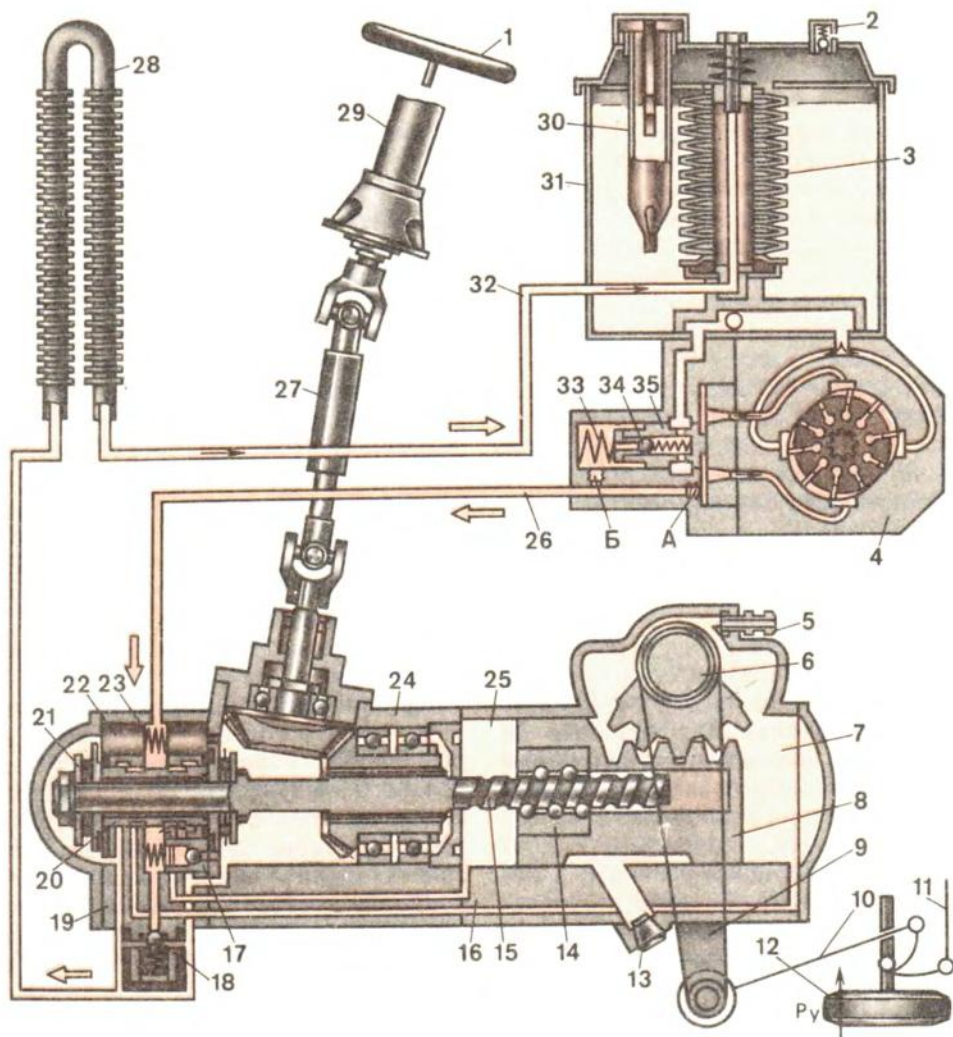


Рис. 146. Схема гидроусилителя рулевого механизма автомобилей КамАЗ:

1 — рулевое колесо; 2, 18 и 34 — предохранительные клапаны; 3 — сливной фильтр; 4 — насос; 5 и 35 — перепускные клапаны; 6 — вал сошки с зубчатым сектором; 7 — задняя полость гидроусилителя; 8 — поршень-рейка; 9 — сошка; 10 — продольная тяга; 11 — поперечная тяга; 12 — переднее колесо; 13 — магнитная сливная пробка; 14 — шариковая гайка; 15 — винт; 16 — корпус рулевого механизма; 17 — обратный клапан; 19 — корпус распределителя; 20 — золотник; 21 — упорный подшипник; 22 — реактивный плунжер; 23 — центрирующая пружина; 24 — корпус углового редуктора; 25 — передняя полость гидроусилителя; 26 — напорная гидролиния; 27 — карданный вал; 28 — радиатор; 29 — рулевая колонка; 30 — заливной фильтр; 31 — бачок; 32 — гидролиния слива; 33 — пружина перепускного клапана насоса; А и Б — дросселирующие отверстия.

переднюю полость 25, в том числе к заднему торцу винта 15. Задняя полость 7 гидроусилителя через каналы в корпусах 16, 24, 19 и открытую первую щель соединяется с гидролинией слива.

Под действием разности давлений

масла в полостях 7 и 25 поршень-рейка 8 перемещается назад и поворачивает зубчатый сектор вала 6 сошки против хода часовой стрелки. Сошка перемещает продольную тягу 10 назад, а последняя через поворотный рычаг и рулевую

трапецию поворачивает колеса **12** направо.

При повороте налево золотник **20** смещается назад, открывает вторую, четвертую и закрывает первую, третью кольцевые щели. Масло из напорной гидролинии **26**, действуя на плунжеры следящего механизма, через вторую кольцевую щель и каналы в корпусах **24**, **19**, **16** поступает в заднюю полость **7** гидроусилителя. Его передняя полость **25** через каналы в корпусах **16**, **24**, **19** и четвертую щель оказывается соединенной с гидролинией слива. Под действием разности давлений масла в полостях **7** и **25** поршень-рейка **8** перемещается вперед и поворачивает зубчатый сектор вала **6** сошки **9** по ходу часовой стрелки, а управляемые колеса — через рулевой привод налево.

Гидроусилитель рулевого механизма трактора Т-150К включает в себя бак **8** (рис. 147) со сливным **9** и заборным **10** фильтрами, насос **17**, клапан **11** расхода, распределитель, встроенный в рулевой механизм, запорный клапан (гидрозамок) **5**, гидроцилиндры **19** и **20**, встроенные в рулевой привод всех колес.

Полый двухбуртовый золотник **4** установлен на валу **1** червяка **3** с радиальным зазором, закреплен между упорными шайбами **12**, **14** и подшипниками без осевого зазора, удерживается в нейтральном положении тремя парами плунжеров **30** с пружинами **29** и выступает над торцами расточек корпуса на 2,5 мм.

В нейтральном положении золотника **4** два его бурта располагаются напротив проточек в неподвижной втулке **31** и вместе с четырьмя ее буртами образуют четыре кольцевые щели. Масло, подаваемое насосом **17** через клапан **11** расхода в проточку между буртами золотника, распределяется второй (сверху) и первой, третьей и четвертой щелями на два потока и через картер рулевого механизма, клапан **11** расхода

и фильтр **9** сливается в бак **8**. Поскольку давление масла на плунжер **25** гидрозамка **5** с обеих сторон одинаково, то его грибковые обратные клапаны **22** и **28** закрыты, а обе полости гидроцилиндров **19** и **20** заперты.

При повороте направо червяк **3**, ввинчиваемый рулевым колесом **7** в зубчатый сектор **2**, вместе с валом **1** и золотником **4** перемещается вниз на 2,5 мм, утопая верхние плунжеры **30** и дополнительно сжимая их пружины **29**. Перемещение золотника **4** вниз вызывает еще большее открытие первой и третьей, полное закрытие второй и четвертой щелей распределителя и прекращение слива масла, подаваемого насосом **17** через клапан **11** расхода и третью кольцевую щель в гидрозамок **5**. Под быстро возрастающим давлением обратный клапан **22** открывается, а плунжер **25** перемещается вверх и открывает обратный клапан **28**. Через клапан **22** масло под давлением поступает в штоковую полость гидроцилиндра **19** и бесштоковую полость гидроцилиндра **20**, а через клапан **28**, картер рулевого механизма, клапан **11** расхода и фильтр **9** сливается в бак **8** из других полостей гидроцилиндров, вызывая поворот полурам трактора на вертикальном шарнире.

Включение и выключение рассмотренных гидроусилителей обеспечиваются рулевым колесом и кинематической обратной связью золотника распределителя с поршнем гидроцилиндра.

Полное включение гидроусилителя требует перестановки золотника, дополнительного сжатия центрирующих пружин и возможно только при достаточном окружном усилии на рулевом колесе и сопротивлении управляемых колес повороту. Уменьшение усилия на рулевом колесе или его остановка в повернутом положении вызывают смещение золотника распределителя поршнем еще невыключенного гидроцилиндра в сторону нейтрального положения и

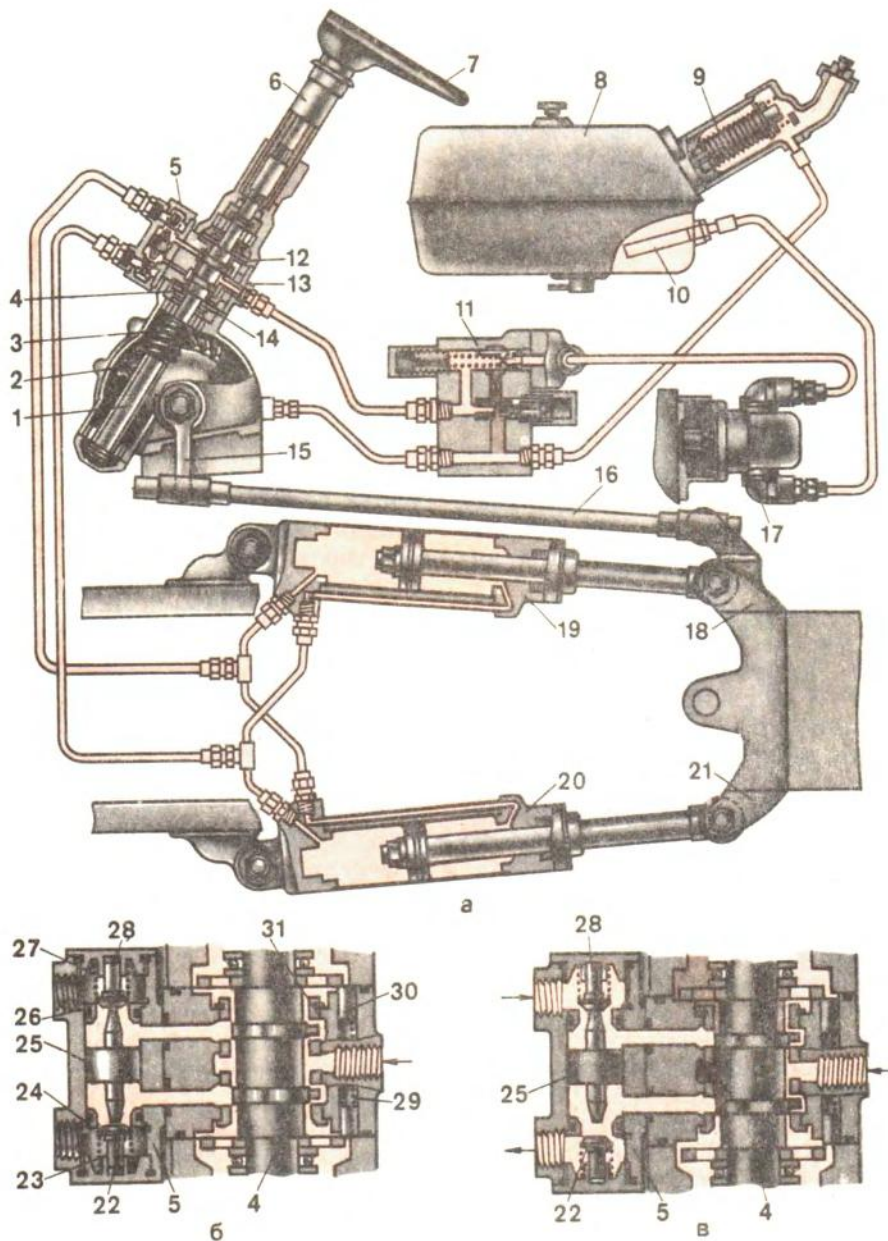


Рис. 147. Схемы рулевого управления трактора Т-150К (а) и распределителя в нейтральном положении (б) и при повороте направо (в):

1 — вал; 2 — сектор; 3 — червяк; 4 — золотник; 5 — запорный клапан; 6 — рулевая колонка; 7 — рулевое колесо; 8 — бак; 9 — сливной фильтр; 10 — заборный фильтр; 11 — клапан расхода; 12 и 14 — упорные шайбы; 13 — распределитель; 15 — сошка; 16 — тяга; 17 — насос; 18 и 21 — поворотные рычаги рамы; 19 и 20 — гидроцилиндры; 22 и 28 — грибовые клапаны; 23 и 27 — пружины клапанов; 24 и 26 — седла; 25 и 30 — плунжеры; 29 — пружина; 31 — втулка золотника.

частичное или полное выключение гидроусилителя.

Одинаковое запаздывание включения и выключения гидроусилителя обеспечивает пропорциональность углов поворота рулевого и управляемых колес, но со сдвигом их по фазе. Этот сдвиг искажает следящее действие гидроусилителя по углу поворота тем больше, чем больше ход перестановки золотника и меньше передаточное число рулевого механизма.

Давление масла в напорной гидролинии и эффективность полностью включенного гидроусилителя пропорциональны сопротивлению управляемых колес повороту, автоматически поддерживаются насосом и ограничиваются предохранительным клапаном.

Использование давления масла параллельно с усилием центрирующих пружин 23 (см. рис. 146) обеспечивает водителю «чувство дороги» — пропорциональность окружающего усилия на рулевом колесе сопротивлению управляемых колес повороту. Чтобы данная пропорциональность при повороте направо и налево была одинаковой, винт 15 необходимо уравновесить от давления масла из полости 25 через шариковую гайку 14 на его задний торец. Для этого устанавливаются три одинарных плунжера, общая площадь сечения которых равна площади поперечного сечения винта 15.

Следящее действие гидроусилителя на сопротивление управляемых колес повороту ускоряет его выключение и повышает устойчивость прямолинейного движения автомобиля, особенно по неровной дороге. Тракторным же гидроусилителям такого следящего действия обычно не задают из-за повышенной утомляемости водителя при частых поворотах трактора.

Стабилизацию колес тракторов с шарнирно сочлененной рамой (Т-150К и К-701) обеспечивают запирированием обеих полостей гидро-

цилиндров 19 и 20 (см. рис. 147) с помощью клапана 5 — двустороннего гидрозамка. Такая схема практически исключает реактивные удары по рулевому колесу и включение гидроусилителя при боковых ударах по управляемым колесам.

При работе гидроцилиндра в плавающем режиме боковой удар по управляемым колесам через рулевой привод и рулевой механизм передается на золотник и вызывает включение гидроусилителя навстречу удару, повышая курсовую устойчивость трактора или автомобиля. Например, удар по колесу 12 (см. рис. 146) силой  $P_y$  вызывает его поворот направо, перемещение продольной тяги 10 назад, поворот сошки 9 против хода часовой стрелки, перемещение поршня-рейки 8 с винтом 15 и золотником 20 назад и включение гидроусилителя на поворот налево.

**Конструктивные особенности.** Рулевой механизм трактора Т-150К объединяет в себе зубчатую пару червяк 18 (рис. 148) — сектор 22, реверсивный распределитель с двухбуртовым золотником 8 и запорный клапан с плунжером 26.

Вал рулевого механизма установлен в соосной расточке корпусов 5, 11 и верхней крышки 14 на трех роликовых подшипниках 4, 13 и может перемещаться до 2,5 мм вверх (на рисунке вправо) и вниз относительно нейтрального положения. Упорный бурт А делит вал на нижнюю (левую) и верхнюю части. В нижней части вала гайками 2 через подшипник 4 и распорную втулку закреплен на шлицах червяк 18, а в верхней части гайками 16 между упорными шайбами 7, 12 и подшипниками 4, 6 и 13 без осевого, но с большим радиальным зазором — золотник 8. Шлицевой хвостовик вала через шлицевую втулку 15 соединен с валом рулевого колеса.

Вал сошки 24 изготовлен как одно целое с зубчатым сектором 22, установлен на двух игольчатых под-

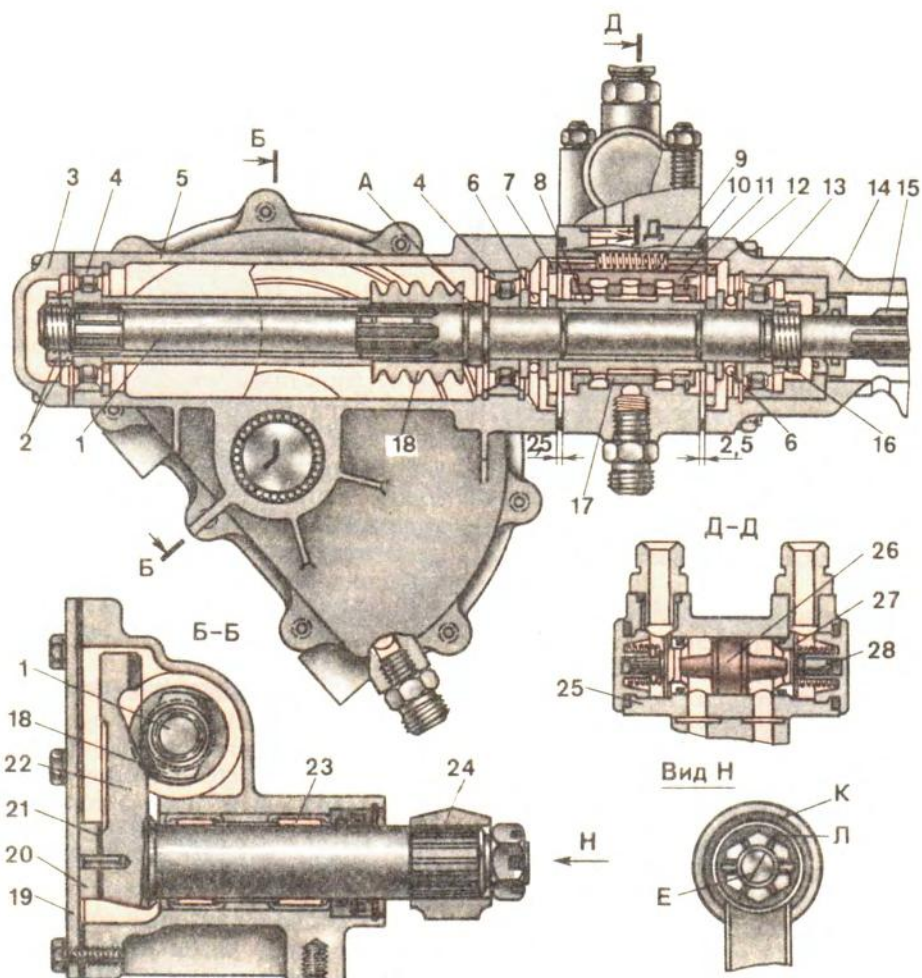


Рис. 148. Рулевой механизм трактора Т-150К:

1 — вал рулевого механизма; 2 и 16 — гайки; 3 — нижняя крышка; 4 — роликоподшипник; 5 — корпус; 6 — упорный шарикоподшипник; 7 — упорная нижняя шайба; 8 — золотник; 9 — пружина; 10 — плунжер; 11 — корпус распределителя; 12 — упорная верхняя шайба; 13 — нижний роликоподшипник; 14 — верхняя крышка; 15 — шлицевая втулка; 17 — втулка золотника; 18 — червяк; 19 — боковая крышка; 20 — упорная шайба сектора; 21 — регулировочная шайба; 22 — зубчатый сектор; 23 — игольчатый подшипник; 24 — сошка; 25 — корпус гидрозамка; 26 — плунжер гидрозамка; 27 — седло клапана; 28 — клапан; А — бурт; Е, Л и К — установочные метки.

шипниках 23 и удерживается от осевого перемещения боковой крышкой 19 через упорную 20 и регулировочную 21 шайбы на штифте. Правильность установки сошки 24 обеспечивается совмещением ее метки Л с меткой Е на торце вала и меткой К на корпусе.

Запорный клапан представляет собой двусторонний гидрозамок,

предназначенный для включения и запираания гидроцилиндров двустороннего действия. Он закреплен четырьмя шпильками с гайками на привалочной плоскости корпуса 11, двумя каналами соединен с распределителем, а штуцерами через трубопроводы и тройники — с гидроцилиндрами. В расточку корпуса 25, закрытую двумя резьбовыми проб-

ками, с минимальным зазором помещены двусторонний плунжер-толкатель **26** и два седла **27** с уплотнительными кольцами. Грибковые обратные клапаны **28** установлены хвостовиками в расточки пробок и прижимаются к седлам **27** пружинами.

Гидроусилитель рулевого механизма автомобиля ЗИЛ-130 отличается от рассмотренного ранее гидроусилителя автомобилей КамАЗ отсутствием углового редуктора **24** (см. рис. 146), перепускного **5** и предохранительного **18** клапанов, а также конструкцией корпусов **16** и **19**, винта **15**, поршня-рейки **8**, следящего механизма, крепления.

Корпус **4** (рис. 149) рулевого механизма автомобиля ЗИЛ-130 закреплен на левой продольной балке рамы, а задний (на рисунке правый) хвостовик винта **7** через карданный вал соединен с валом рулевого колеса. Сквозная расточка в поршне-рейке **5** закрыта заглушкой **3**, в канавку плунжерной части винта

установлено уплотнительное кольцо **6**, а надвинтовая полость **Б** через осевую и радиальный каналы винта **7** постоянно соединена с полостью **Г** слива. Это устраняет давление масла на торец винта **7** и позволяет обеспечить одинаковое «чувство дороги» следящим механизмом, состоящим только из парных реактивных плунжеров **25** с центрирующими пружинами **24**.

Однако при таком уравнивании винта **7** уменьшаются активная площадь полости **В** и коэффициент усиления при повороте направо. Поэтому конструкция гидроусилителя автомобилей КамАЗ, обеспечивающая одинаковую переднюю и заднюю активную площади поршня-рейки и уравнивание неуплотненного винта тремя одинарными плунжерами, более совершенна. Ее преимуществом является также использование двух одинарных плунжеров для встраивания в них обратного **17** (см. рис. 146) и предохранительного **18** клапанов. Это упрощает конструкцию корпуса **19**, а

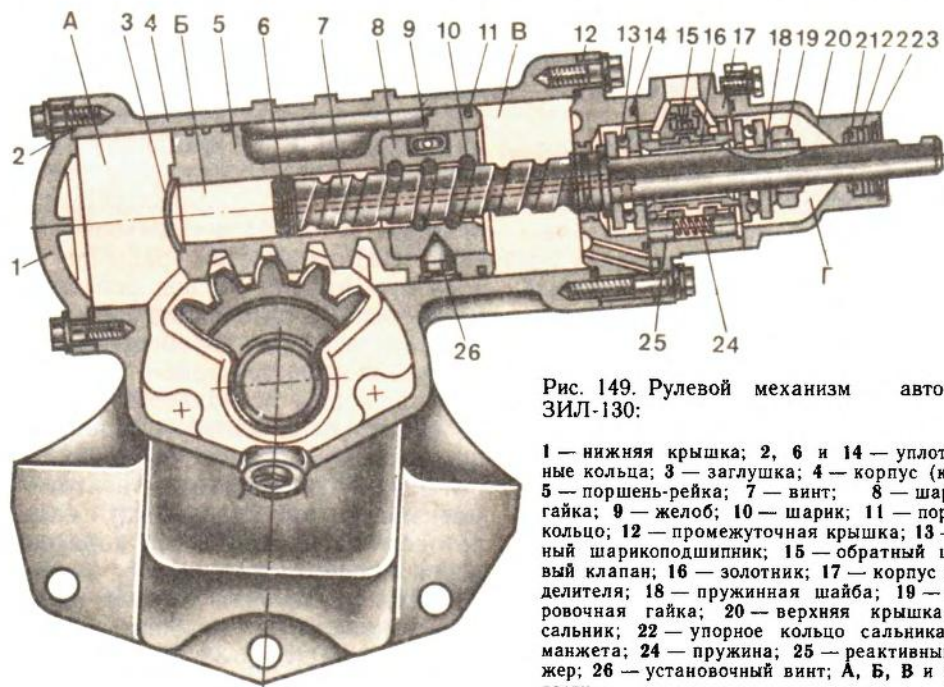


Рис. 149. Рулевой механизм автомобиля ЗИЛ-130:

1 — нижняя крышка; 2, 6 и 14 — уплотнительные кольца; 3 — заглушка; 4 — корпус (картер); 5 — поршень-рейка; 7 — винт; 8 — шариковая гайка; 9 — желоб; 10 — шарик; 11 — поршневое кольцо; 12 — промежуточная крышка; 13 — упорный шарикоподшипник; 15 — обратный шариковый клапан; 16 — золотник; 17 — корпус распределителя; 18 — пружинная шайба; 19 — регулировочная гайка; 20 — верхняя крышка; 21 — сальник; 22 — упорное кольцо сальника; 23 — манжета; 24 — пружина; 25 — реактивный плунжер; 26 — установочный винт; А, Б, В и Г — полости.

наличие предохранительного клапана 18 непосредственно в распределителе защищает напорную гидролинию 26 и насос 4 от перегрузок. В гидроусилителе автомобилей ЗИЛ такой защиты нет.

При установке обратного клапана 17 или 15 (см. рис. 149) между гидролиниями напорной и слива рулевые управления могут работать без гидроусилителя при отказе насоса или буксировании автомобиля.

Шариковый обратный клапан не имеет пружины, свободно установлен в седло со стороны напорной гидролинии и прижимается к нему под действием давления масла. При отсутствии давления в напорной гидролинии 26 (см. рис. 146) обратный клапан 17 открывается, соединяя ее с гидролинией слива 32 через полость углового редуктора 24.

При повороте направо винт 15, сместившись вперед на 1,2 мм, перемещает поршень-рейку 8 назад, вытесняет масло из полости 7 через первую щель распределителя в полость углового редуктора 24, а из нее через обратный клапан 17 и третью щель распределителя полностью всасывает его в переднюю 25 и надвинтовую полости.

При повороте налево винт 15, сместившись назад, перемещает поршень-рейку 8 вперед, вытесняет масло из передней 25 и надвинтовой полостей через четвертую щель распределителя в полость углового редуктора 24, а из нее через обратный клапан 17 и вторую щель распределителя полностью всасывает в заднюю полость 7.

Такое перекачивание масла из полости в полость увеличивает окружное усилие на рулевом колесе, контактное давление в паре винт 15 — шариковая гайка 14 и их изнашивание.

Циркуляция масла в неработающем гидроусилителе автомобиля ЗИЛ-130 отличается от рассмотренной наличием изолированной полости Б (см. рис. 149) и другим

расположением полостей А и В. Через фильтр бачка масло тоже не циркулирует, так как уменьшение объема полости А равно сумме увеличения объемов полостей В и Б.

Насос гидроусилителя рулевого механизма автомобилей КамАЗ включает в себя пластинчатый (шиберный) насос двойного действия с перепускным 34 (рис. 150) и встроенным в него предохранительным клапаном; бачок 22 с заливным 14 и сливным 23 фильтрами и предохранительным клапаном 19.

Пластинчатый насос состоит из овального статора 38, закрепленного между корпусом 40 и крышкой 30, и вращаемого круглого ротора 41 с десятью пазами и установленными в них подвижными лопастями 36 — шиберами. Положение статора 38 относительно корпуса 40 и распределительного диска 35 зафиксировано штифтами, а направление вращения ротора 41 указано стрелкой на статоре. Герметичность насоса обеспечена точной обработкой торцовых поверхностей и надежной затяжкой болтов.

Вал 5 насоса установлен на шариковом 8 и игольчатом 12 подшипниках, приводится во вращение зубчатым колесом 1 от механизма газораспределения дизеля. Шлицевым хвостовиком этот вал центрирует и вращает ротор 41 в овальной расточке статора 38. При вращении ротора его лопасти 36 под действием центробежной силы и подпора масла дважды за оборот перемещаются от центра, а под действием овальной направляющей поверхности статора 38 — дважды к центру. Перемещение соседних лопастей 36 от центра вызывает увеличение, а к центру — уменьшение объема между ними, ротором 41, статором 38, корпусом 40 и распределительным диском 35. При увеличении объема масло через каналы и полости в корпусе 40, статоре 38, диске 35 и коллекторе 24 всасывается из бачка

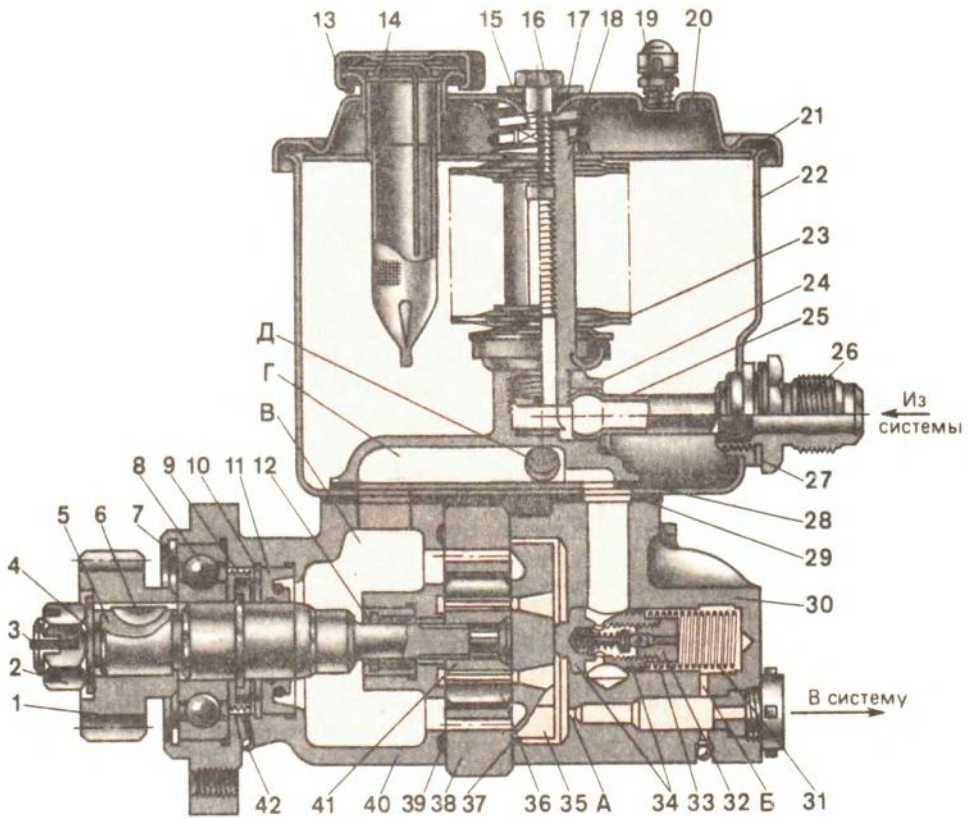


Рис. 150. Насос гидроусилителя рулевого механизма автомобилей КамАЗ:

1 — зубчатое колесо привода; 2 — гайка; 3 — шплинт; 4, 15 и 27 — шайбы; 5 — вал; 6 — сегментная шпонка; 7 и 10 — упорные кольца; 8 — шарикоподшипник; 9 — маслоотгонное кольцо; 11 — манжета; 12 — игольчатый подшипник; 13 — пробка заливной горловины; 14 — заливной фильтр; 16 — болт; 17, 37 и 39 — уплотнительные кольца; 18 — труба фильтра; 19 — предохранительный клапан; 20 — крышка бачка с пружиной; 21 и 29 — уплотнительные прокладки; 22 — бачок; 23 — фильтрующий элемент сливного фильтра; 24 — коллектор; 25 — трубка бачка; 26 — штуцер; 28 — прокладка коллектора; 30 — крышка; 31 — пружина перепускного клапана; 32 — седло предохранительного клапана; 33 — регулировочные шайбы; 34 — перепускной клапан; 35 — распределительный диск; 36 — лопасть насоса; 38 — статор; 40 — корпус насоса; 41 — ротор; 42 — шарик; А — дроссель (калиброванное отверстие); Б — канал; В и Г — полости; Д — эжекционное отверстие.

22, а при уменьшении объема через каналы и полости распределительного диска 35 нагнетается в систему и под лопасти 36 ротора.

Для уравнивания ротора от радиальных сил давления масла диаметрально противоположно располагают две всасывающие и две напорные полости (см. рис. 146).

Давление масла в напорной гидрочерпунке насоса изменяется автоматически, задается гидроусилителем и ограничивается предохранительным клапаном. Подача масла зависит от

частоты вращения ротора, размеров его и статора и насосом не регулируется. Минимальную подачу выбирают из расчета обеспечения наполнения гидроцилиндра при максимальной угловой скорости рулевого колеса и минимальной частоте вращения ротора насоса. Поэтому при средних и больших частотах вращения коленчатого вала дизеля подача масла насосом оказывается избыточной.

Подачу масла нерегулируемым насосом в гидроцилиндр регулируют

дроссель **A** (см. рис. 150) и перепускной клапан **34**. Они работают только совместно и делят подаваемое насосом масло на два потока: дроссель **A** — в напорную гидролинию, а перепускной клапан **34** — в гидролинию всасывания.

Перепускной клапан **34** — это клапан разности давлений масла в напорной полости распределительного диска **35** и на входе в систему, а дроссель **A** (калиброванное отверстие в крышке **30**) — причина этой разности давлений.

Двухбуртовый цилиндрический плунжер перепускного клапана установлен с минимальным зазором в глухую расточку крышки **30**. Пружина **31** и масло, подводимое после дросселя **A** через канал **B**, отжимают плунжер вперед (на рисунке влево), а масло из напорной полости распределительного диска **35** — назад (вправо).

При минимальной подаче масла насосом и максимальной угловой скорости рулевого колеса разность давлений на входе в дроссель **A** и выходе из него минимальна и недостаточна для дополнительного сжатия пружины **31** и открытия перепускного клапана **34**. Все масло, подаваемое насосом, поступает в гидроцилиндр усилителя.

Увеличение подачи масла насосом вызывает увеличение разности давлений на входе в дроссель и выходе из него. Увеличивается и разность давлений масла на торцы плунжера перепускного клапана. Он перемещается назад, дополнительно сжимая пружину **31**. Между передним буртом плунжера и стенкой перепускного (вертикального) канала в крышке **30** образуются две сегментные щели для слива масла.

Если масло сливать непосредственно в бачок **22** и всасывать из него, возникнут кавитация, вспенивание масла и шум. Поэтому перепускной канал в крышке **30** и всасывающая полость **B** корпуса **40** соединены через полость **Г** коллекто-

ра **24**. Полость **Г** имеет переменное проходное сечение, соединена с полостью бачка **22** через эжекционные отверстия **Д** в зоне расширения коллектора **24** и обеспечивает не только подсос масла из бачка, но и повышение давления в полости **B** за счет уменьшения кинетической энергии потока, перепускаемого открытым клапаном **34**.

При закрытом перепускном клапане **34** масло циркулирует по большому кругу: полость **B** — насос — полость диска **35** — дроссель **A** — напорная гидролиния **26** (см. рис. 146) — распределитель — радиатор **28** — сливная гидролиния **32** — штуцер **26** (см. рис. 150) и трубка **25** бачка **22** — прорези трубы **18** и элементы **23** сливного фильтра — полость бачка **22** — отверстия **Д** и полость **Г** коллектора **24** — отверстие и полость **B** корпуса **40**.

При чрезмерном сопротивлении управляемых колес повороту или упоре поршня-рейки в корпус рулевого механизма расход масла гидроцилиндром прекращается. Из-за отсутствия потока через дроссель **A** давление масла в напорных полостях диска **35** и крышки **30** выравнивается. Перепускной клапан **34** под действием пружины **31** закрывается, а давление масла во всех напорных полостях гидроусилителя быстро увеличивается. Когда оно достигнет 7,5...8 МПа, предохранительный клапан **18** (см. рис. 146) откроется и обеспечит циркуляцию по большому кругу. Перепускной клапан **35** тоже откроется и обеспечит циркуляцию по малому кругу.

Если по какой-то причине предохранительный клапан **18** не срабатывает, вместо него (но при давлении 8,5...9 МПа) будет действовать предохранительный шариковый клапан **34** (см. рис. 150), встроенный в перепускной клапан **35** (см. рис. 146).

Таким образом, насос гидроусилителя автомобилей КамАЗ имеет двойную защиту от перегрузки. Его бачок **22** (см. рис. 150) и сливной фильтр

с элементами 23 тоже защищены от перегрузки. При избыточном давлении 0,02...0,03 МПа открывается предохранительный клапан 19 и сообщает полость бачка 22 с атмосферой. Функцию предохранительного клапана сливного фильтра выполняет сам фильтр: при увеличении гидравлического сопротивления пакет фильтрующих элементов 23 отжимается вверх и через прорези в трубе 18 перепускает часть масла непосредственно в бачок 22.

Насосы гидроусилителей рулевого механизма автомобилей ГАЗ-66 и ЗИЛ-130 имеют аналогичную конструкцию. Их ротор приводится во вращение клиноременной передачей.

Шестеренные насосы высокого давления типов НШ, НШ-У и НШ-Е применяют в различных гидроприводах сельскохозяйственной техники, в том числе и гидроприводах механизмов поворота тракторов.

Марка насоса, например, НШ-32-2-Л означает следующее: НШ — насос шестеренный; 32 — рабочий объем, см<sup>3</sup> за один оборот; 2 — условное обозначение номинального давления 14 МПа (3—16 МПа, 4—20 МПа); Л — левого вращения (со стороны привода). Буквами У или Е после рабочего объема, например НШ-32-У-2, НШ-10-Е-2, обозначают тип конструкции торцового уплотнения между всасывающей и напорной полостями. Насосы правого вращения и круглые дополнительными буквами не обозначают (НШ-32-3).

Принцип действия насосов типа НШ, НШ-У и НШ-Е не отличается от принципа действия шестеренных насосов малого давления, рассмотренных ранее.

Круглые насосы типа НШ отличаются от насосов НШ-У и НШ-Е конструкцией осевого и налицем радиального уплотнения между всасывающей и напорной полостями.

Качающий узел круглого насоса

установлен в цилиндрической расточке (колодце) корпуса 9 (рис. 151) и состоит из ведущего 6 и ведомого 8 зубчатых колес, подшипниковой 2 и поджимной 3 обойм и двух зеркально симметричных платиков-замыкателей 7 с четырьмя манжетами в каждом.

Зубчатые колеса изготавливают из легированной стали как одно целое с цапфами и шлицевым валом и сортируют по ширине зубьев на девять размерных групп через каждые 5 мкм. Номинальная ширина зубьев и диаметр зубчатых колес всех круглых насосов одинаковые, а модуль и число зубьев разные. Зубчатые колеса насосов типов НШ-32, НШ-50 и НШ-100 имеют по девять, а насосов типов НШ-67, НШ-160 и НШ-250 — по десять зубьев.

Подшипниковую обойму 2 выполняют из алюминиевого сплава и устанавливают в колодце корпуса 9 с натягом 0,03...0,05 мм. Она служит неподвижной опорой для цапф зубчатых колес. Отверстие 10 в ней и цилиндрические выточки под зубчатые колеса образуют всасывающую полость насоса.

Поджимную обойму 3 также изготавливают из алюминиевого сплава и устанавливают в колодец корпуса с зазором 0,2...0,3 мм. За счет давления масла из напорного отверстия 12 на резиновую манжету 11 и ее стальную шайбу обойма 3 прижимается к вершинам зубьев колес 6 и 8, обеспечивая радиальное уплотнение напорной полости насоса.

Пластики 7 обеспечивают осевое уплотнение напорной полости насоса. Они изготовлены из бронзы, хвостовой частью вставлены в пазы обоймы 2, а крыльями — в пазы обоймы 3. На наружной поверхности каждого пластика сделаны четыре цилиндрические выточки, закрытые резиновыми манжетами 5. Центральная выточка диаметром 29 мм и выточки диаметром 16 мм в крыльях соединены отверстиями с напорной полостью, а выточка в хвостовой

части — с зоной запирания масла между зубьями колес. Давление масла в выточках вызывает плотное прижатие манжет 5 к обойме 3, а пластиков 7 к торцам зубчатых колес 6 и 8. При постоянном давлении масла в напорной полости сила осе-

вого прижатия крыльев пластиков к торцам зубчатых колес тоже постоянна. Давление же масла между зубьями колес варьирует, вызывая непрерывное изменение силы прижатия хвостовой части пластиков.

При изменении давления масла

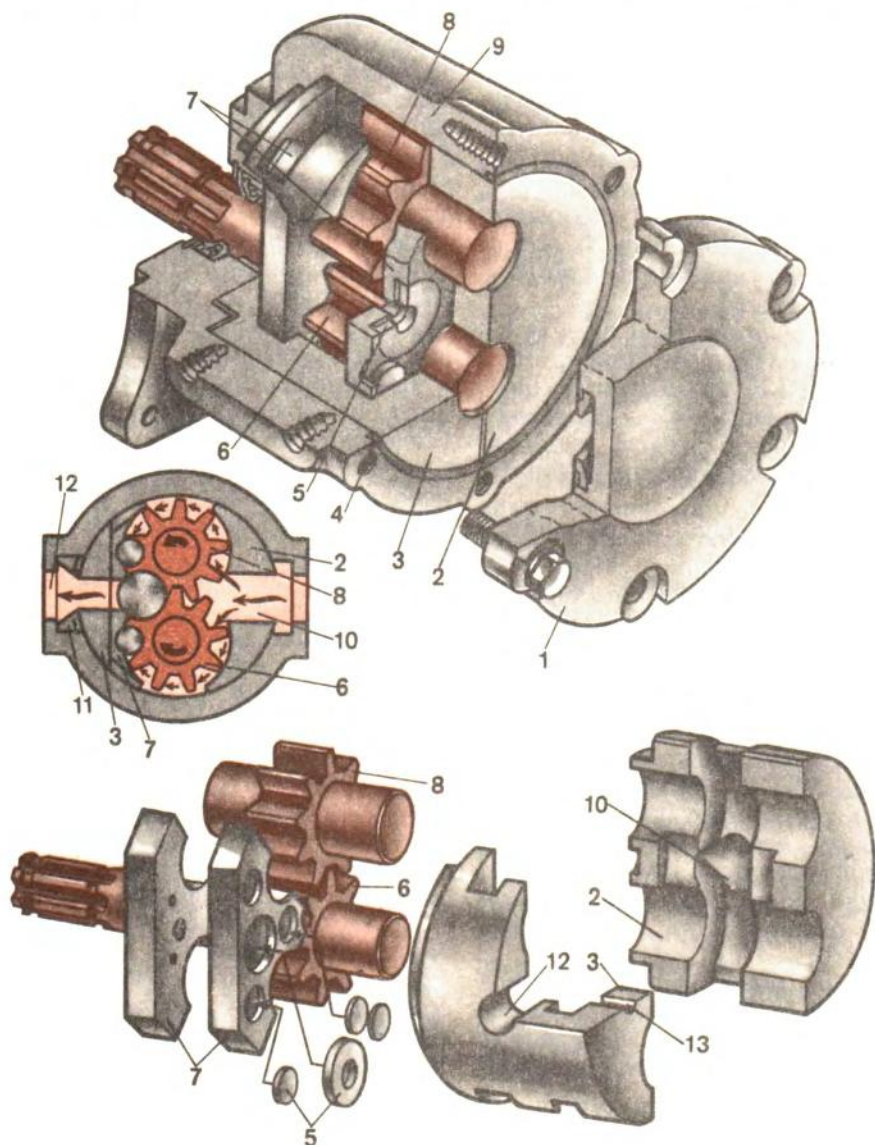


Рис. 151. Круглый насос высокого давления:

1 — крышка; 2 — подшипниковая обойма; 3 — поджимная обойма; 4 — резиновое кольцо; 5 — манжеты пластиков; 6 — ведущее зубчатое колесо; 7 — пластики; 8 — ведомое зубчатое колесо; 9 — корпус; 10 — всасывающее отверстие; 11 — манжета радиального поджима; 12 — напорное отверстие; 13 — отверстие.

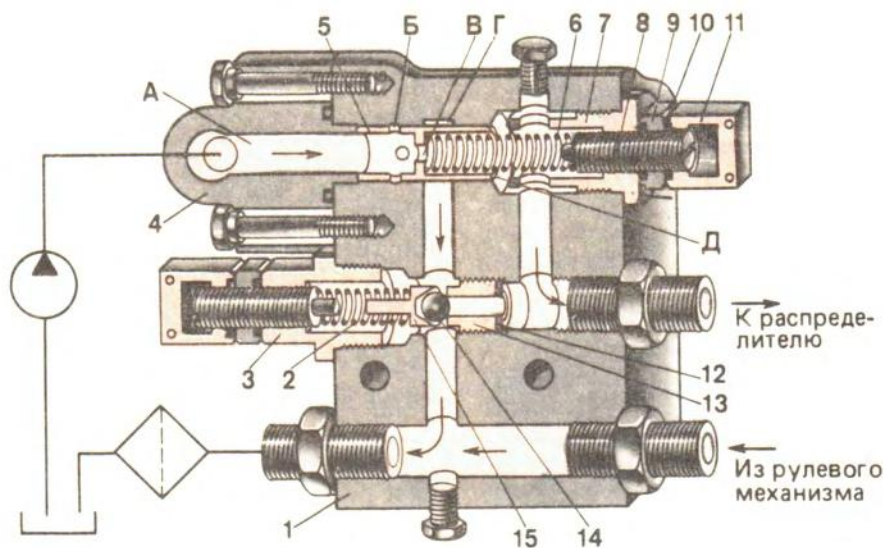


Рис. 152. Клапан расхода масла гидроусилителем рулевого механизма трактора Т-150К:

1 — корпус; 2 — пружина предохранительного клапана; 3 — пробка; 4 — угловая муфта; 5 — золотник; 6 — пружина регулятора потока; 7 — упор; 8 — регулировочный винт; 9 — контргайка; 10 — уплотнительное кольцо; 11 — колпачок; 12 — уплотнительная шайба; 13 — седло; 14 — шариковый клапан; 15 — направляющая; А и Д — полости: Б — сливное отверстие; В — дроссель; Г — сливная канавка.

поджимная обойма 3 поворачивается относительно подшипниковой обоймы 2 и перемещается в радиальном направлении. Для уменьшения трения при этом обойма 3 отжимается от дна корпуса 9 и крышки 1 маслом, подводимым из напорной полости через центральные отверстия в пластиках 7, больших манжетах 5 и торцах обоймы. Уплотнение отверстий в обойме 3 изнутри обеспечивают большие манжеты 5, а снаружи — манжеты, установленные в выточках дна корпуса 9 и крышки 1.

Подача и давление масла насосами типов НШ, НШ-У и НШ-Е не регулируются. Поэтому в гидроприводах, требующих постоянной подачи и ограниченного давления масла, необходимо применять регуляторы потока и предохранительные клапаны.

Клапан расхода масла гидроусилителем рулевого механизма трактора Т-150К объединяет в себе золотниковый регулятор 5 (рис. 152) постоянного потока к распределителю, шариковый предохранитель-

ный клапан 14 и тройник для слива масла в бак.

При минимальной подаче масла насосом гидравлическое сопротивление дросселя В минимально, а разность давлений на входе и выходе из него недостаточна для дополнительного сжатия пружины 6 и перемещения золотника 5 вправо до совмещения сливных отверстий Б со сливной канавкой Г. Поэтому все масло, подаваемое насосом, идет к распределителю.

При номинальной подаче масла насосом (52 л/мин) золотник 5 под действием перепада давлений в дросселе В смещается вправо, а сливные отверстия Б совмещаются со сливной канавкой Г. Масло, подаваемое насосом, делится на два потока: через дроссель В (27...32 л/мин) — к распределителю; через сливные отверстия Б и канавку Г (20...25 л/мин) — в бак.

**Гидрообъемное рулевое управление (ГОРУ)** отличается от рассмотренных ранее рулевых управлений

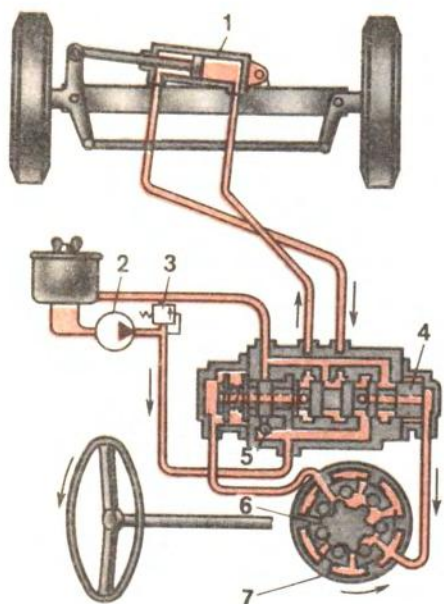


Рис. 153. Схема одноконтурного ГОРУ:

1 — гидроцилиндр; 2 — питающий насос; 3 — предохранительный клапан; 4 — золотниковый распределитель; 5 — обратный клапан; 6 — насос-дозатор; 7 — распределительное устройство насоса-дозатора.

отсутствием кинематической связи между рулевым и управляемыми колесами. Функцию этой связи выполняет статическая гидropередача вращательно-поступательного движения с гидроусилителем следящего действия.

ГОРУ упрощает компоновку и повышает удобство управления машиной за счет установки рулевого колеса в любом месте, его регулировки по высоте и углу наклона и широко применяется на современных тракторах (Т-30, МТЗ-100, Т-151К) и комбайнах.

Основой гидрообъемного рулевого управления служит насос-дозатор, предназначенный для подачи управляющего потока масла, прямо пропорционального углу поворота его ротора рулевым колесом с любой скоростью. В качестве насос-дозаторов применяют планетарные с внутренними зубьями, пластинчатые и аксиально-поршневые насосы.

Рулевое управление с насосом-дозатором и гидроусилителем может быть выполнено одно- и двухконтурным.

В одноконтурном ГОРУ питающий насос 2 (рис. 153) постоянно подает масло через золотниковый распределитель 4 к насосу-дозатору 6 с распределительным устройством 7. Когда рулевое колесо неподвижно, насос-дозатор запирает масло в гидроцилиндре 1, а золотник распределителя 4 открывает выход маслу от питающего насоса 2 на слив в бак.

При повороте рулевого колеса поворачиваются ротор и распределительное устройство 7 насоса-дозатора 6, обеспечивая прямо пропорциональную углу поворота подачу масла из одной торцевой полости распределителя в другую. Золотник распределителя 4 смещается из нейтрального положения и открывает проходы маслу от питающего насоса 2 в одну полость гидроцилиндра 1 и на слив в бак из другой полости.

Объем масла, требуемый для перестановки золотника, как правило, меньше подачи насоса-дозатора 6. Поэтому его избыточный поток через осевые канавки в золотнике суммируется с потоком питающего насоса 2 и тоже направляется в гидроцилиндр 1. Давление масла в напорных гидрелиниях обоих насосов одинаково, задается сопротивлением управляемых колес повороту и ограничивается предохранительным клапаном 3.

При остановке рулевого колеса насос-дозатор перестает подавать масло, давление в торцевой полости уменьшается, золотник под действием возвратной пружины смещается в нейтральное положение и переключает поток от питающего насоса 2 на слив в бак.

Если из-за остановки двигателя питающий насос 2 не подает масло, то насос-дозатор при повороте рулевого колеса работает как обычный

насос: из бака через обратный клапан 5 всасывает масло и подает его в соответствующую полость гидроцилиндра 1. Окружное усилие на рулевом колесе при этом значительно возрастает и тем больше, чем больше объемная подача насоса-дозатора.

Таким образом, насос-дозатор работает в трех режимах: запорного устройства для гидроцилиндра 1 (при нейтральном положении золотника распределителя 4); дозатора (при работе питающего насоса и повороте рулевого колеса); насоса (при остановке двигателя или отказе питающего насоса 2).

ГОРУ трактора МТЗ-100 выполнено по одноконтурной схеме, объединено с гидроприводом механизма блокировки дифференциала заднего моста и включает в себя механизм поворота (рис. 154, а), насос-дозатор (рис. 154, б) с приводом от рулевого колеса, питающий насос 20 с невыключаемым приводом от дизеля, гидроаккумулятор (рис. 154, в), муфту 30 и распределитель (рис. 154, г) блокировки, бак 37, общий с гидроприводом механизма навески и гидросистемой отбора мощности (ГСОМ), арматуру.

*Механизм поворота* установлен на переднем бруске трактора и воздействует на разделенную рулевую трапецию сошкой, закрепленной на нижнем шлицевом конце вала 3. Реверсивный поворот вала обеспечивают два соосных гидроцилиндра 2 одностороннего действия, штоки 6 которых через сухарь и палец 4 соединены с вильчатым рычагом вала.

В верхнюю крышку корпуса установлен золотниковый клапан 5 блокировки. При повороте сошки на угол более  $10^\circ$  клапан под действием своей пружины и профильной поверхности штока 6 открывается и сообщает полость муфты 30 через штоковые полости гидроцилиндров 2, корпус и сливной трубопровод с баком 37. Бесштоковые полости гидроцилиндров 2 через штуцера в крышках 1 и трубопроводы соединены с

блоком клапанов насоса-дозатора, закрепленного на кронштейне рулевой колонки.

*Насос-дозатор НД-80К* включает в себя качающий узел аксиально-поршневого типа с шаровыми поршнями 19, золотниковый распределитель, шариковый обратный клапан 13 распределителя и блок клапанов, размещенных в передней (на рисунке верхней) крышке 8 корпуса.

Шаровые поршни 19 установлены в аксиальные (параллельные оси) расточки блоков 18 с минимальным зазором и прижимаются пружинами к двусторонней кулачковой шайбе 15, вращаемой рулевым валом 17 через штифт.

Распределительное устройство насоса-дозатора, предназначенное для суммирования потоков от отдельных шаровых поршней и обеспечения прямой пропорциональности подачи масла углу поворота кулачковой шайбы 15 рулевым валом 17, объединено с реверсивным трехпозиционным распределителем гидроусилителя. Золотник 14 связан с рулевым валом 17 винтовой парой, перемещается в осевом направлении при вращении вала и удерживается в нейтральном положении пружинами 12 и 16.

Блок клапанов объединяет в себе два противоударных 9, два противовакуумных, предохранительный 23, обратный 11 клапаны и четыре штуцера.

В нейтральном положении рулевого колеса масло от питающего насоса 20 через обратный клапан 11, распределитель и открытый отсечный 22 или предохранительный 23 клапаны гидроаккумулятора сливается в бак 37 соответственно под давлением 0,15...0,30 или 0,8...1 МПа, задаваемым пружинами 26 и 27. Избыточное давление слива обеспечивает бескавитационную работу насосов и нейтральное положение кулачковой шайбы 15 с помощью шаровых поршней 19. Бесштоковые полости гидроцилиндров 2 заперты буртами золотника 14 и защищены

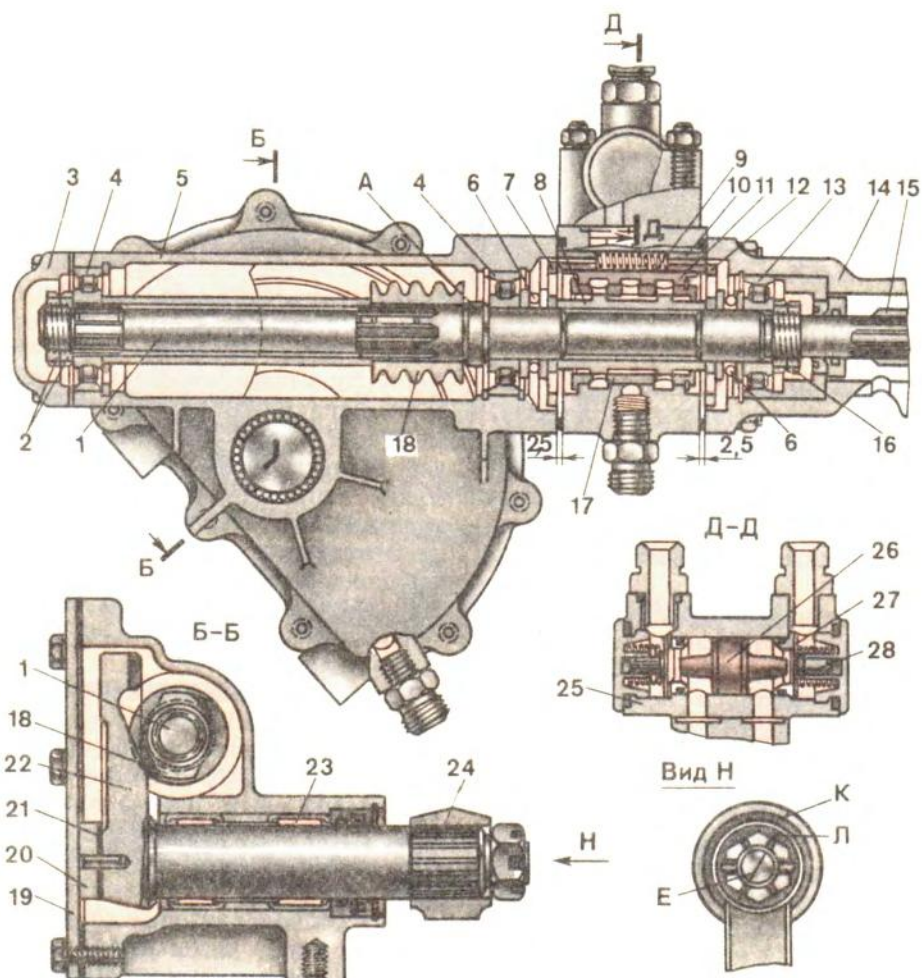


Рис. 148. Рулевой механизм трактора Т-150К:

1 — вал рулевого механизма; 2 и 16 — гайки; 3 — нижняя крышка; 4 — роликподшипник; 5 — корпус; 6 — упорный шарикоподшипник; 7 — упорная нижняя шайба; 8 — золотник; 9 — пружина; 10 — плунжер; 11 — корпус распределителя; 12 — упорная верхняя шайба; 13 — нижний роликподшипник; 14 — верхняя крышка; 15 — шлицевая втулка; 17 — втулка золотника; 18 — червяк; 19 — боковая крышка; 20 — упорная шайба сектора; 21 — регулировочная шайба; 22 — зубчатый сектор; 23 — игольчатый подшипник; 24 — сошка; 25 — корпус гидрозамка; 26 — плунжер гидрозамка; 27 — седло клапана; 28 — клапан; А — бурт; Е, Л и К — установочные метки.

шипниках 23 и удерживается от осевого перемещения боковой крышкой 19 через упорную 20 и регулировочную 21 шайбы на штифте. Правильность установки сошки 24 обеспечивается совмещением ее метки Л с меткой Е на торце вала и меткой К на корпусе.

Запорный клапан представляет собой двусторонний гидрозамок,

предназначенный для включения и заперения гидроцилиндров двустороннего действия. Он закреплен четырьмя шпильками с гайками на привалочной плоскости корпуса 11, двумя каналами соединен с распределителем, а штуцерами через трубопроводы и тройники — с гидроцилиндрами. В расточку корпуса 25, закрытую двумя резьбовыми проб-

и подавая его в соответствующий гидроцилиндр 2.

Защиту питающего насоса 20 от пиковых давлений со стороны гидроцилиндров 2 при боковых ударах колес о неровности опорной поверхности обеспечивает обратный клапан 11, а максимальное давление в напорной гидролинии 10...11 МПа ограничивает предохранительный клапан 10.

*Распределитель гидропривода механизма блокировки дифференциала* установлен на кронштейне под щитком приборов с левой стороны. Его рычаг 36 соединен с рукояткой и через шарик воздействует на золотник 33. В фиксируемом положении, показанном на рисунке 154, г, блокировка дифференциала выключена, так как муфта 30 через открытые бурты золотника 33 щели соединена с баком 37, а проход масла от насоса 20 и редукционного клапана 32 к муфте 30 перекрыт золотником 33.

При перемещении рукоятки управления назад (на рисунке при повороте рычага 36 по ходу часовой стрелки) золотник 33 смещается влево примерно на 2 мм и фиксируется шариком в положении «Автоматическая блокировка дифференциала». Золотник 33 соединяет насос 20 с муфтой 30 через дроссельное отверстие диаметром 1 мм и редукционный клапан 32, отрегулированный на давление 1...1,2 МПа. Под этим давлением муфта 30 блокирует левое зубчатое колесо и крестовину сателлитов дифференциала заднего моста.

Открытие клапана 5 при повороте сошки на угол более  $10^\circ$  эквивалентно проходному сечению на сливе диаметром 5 мм. Поскольку дроссельное отверстие в напорной гидролинии муфты имеет диаметр 1 мм, то давление быстро падает до 0,05 МПа и блокировка автоматически выключается.

При перемещении рукоятки управления по ходу трактора золотник перемещается вправо и занимает не-

фиксируемое положение «Принудительная блокировка дифференциала», отключая клапан 5 от муфты, соединенной с насосом 20 через золотник и клапан 32, а с баком 37 — через предохранительный клапан 34. После отпускания рукоятки золотник занимает положение «Блокировка выключена».

**Основные возможные неисправности и техническое обслуживание.** Неисправности гидроприводов механизмов поворота проявляются в увеличении или неравномерности окружного усилия на рулевом колесе, уменьшении уровня масла и его подтекании через уплотнения, потере курсовой устойчивости трактора или автомобиля.

Основная причина этих и других неисправностей — загрязнение масла. Оно вызывает ускоренное изнашивание насоса, распределителя и гидроцилиндра, уменьшение подачи и увеличение внутренних утечек, «зависание» клапанов и заклинивание центрирующих плунжеров.

Устраняют неисправности и регулируют гидроагрегаты в специализированной мастерской или на ремонтном заводе. В условиях же эксплуатации гидропривод периодически осматривают, ослушивают, контролируют уровень масла и при необходимости доливают его или заменяют (сезонно).

Гидроусилитель автомобилей ЗИЛ-130 и КамАЗ-5320 заправляют всесезонным маслом Р, проверяют его уровень и доливают при ТО-1, а заменяют только при ремонте. У автомобиля ЗИЛ-130 проверяют и регулируют натяжение ремня привода насоса.

Гидроприводы механизмов поворота тракторов обычно заправляют моторным маслом М-10Г<sub>2</sub> или М-10В<sub>2</sub> летом и М-8Г<sub>2</sub> или М-8В<sub>2</sub> зимой, проверяют его уровень и доливают при ТО-2, а заменяют при СТО.

Определение содержания агрессивных примесей в масле и его периодическая очистка в процессе

технического обслуживания гидроприводов механизма поворота трактора не предусмотрены. Однако для обеспечения безотказной и долговечной работы гидропривод после сборки целесообразно промывать тонко очищенным дизельным топливом, а масло перед заправкой и периодически тщательно очищать в специальном агрегате.

#### **§ 4. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ТОРМОЗНЫЕ ПРИВОДЫ АВТОМОБИЛЕЙ**

**Общие сведения.** На всех легковых автомобилях, а также автобусах и грузовых автомобилях не выше третьего класса применяют гидростатические или гидровакуумные одно- или двухконтурные тормозные приводы.

Одноконтурный гидростатический тормозной привод наиболее прост. Он состоит из четырех рабочих гидроцилиндров 6 (рис. 155), встроенных в барабанные тормозные механизмы колес, однополостного главного тормозного цилиндра и общей напорной гидролинии.

Главный тормозной цилиндр преобразует поступательное движение, подведенное от тормозной педали через серьгу 7 и толкатель 9 к поршню 12, в гидравлический поток тормозной жидкости к рабочим гидроцилиндрам 6.

При отпущенной педали поршень 12 занимает крайнее левое положение, а его манжета 15 располагается между перепускным 13 и компенсационным 16 отверстиями в корпусе 18. Выпускной 19 и впускной 20 клапаны закрыты, давление тормозной жидкости во всех полостях главного цилиндра равно, а в рабочих цилиндрах 6 и напорной гидролинии несколько больше атмосферного. Это избыточное давление обусловлено действием пружины 17 впускного клапана 20, устраняет

подсос воздуха через неплотности и обеспечивает визуальную диагностику напорной гидролинии и рабочих цилиндров 6.

Нажатие на педаль вызывает перемещение поршня 12 с манжетой 15 вправо. Меньшая часть тормозной жидкости через еще незакрытое компенсационное отверстие 16 вытесняется в бачок, а большая часть, открыв выпускной клапан 19, поступает в полости между манжетами 4 и раздвигает поршни 3 рабочих цилиндров 6. Поршни 3 через толкатели 2 поворачивают тормозные колодки и после выбора зазоров прижимают их к тормозным барабанам. При этом давление тормозной жидкости во всех рабочих цилиндрах одинаково, а поданный объем пропорционален зазору между колодками и барабаном. Очевидно, что давление и мощность потока тормозной жидкости ограничиваются мощностью ноги водителя. Это первый недостаток гидростатического тормозного привода.

Резкое отпущение (бросание) педали вызывает быстрое перемещение поршня 12 влево под действием пружины 17. Чтобы исключить при этом подсос воздуха через левую манжету, в поршне сделаны аксиальные отверстия, закрытые пластинчатым обратным клапаном 14. Он открывается, и тормозная жидкость из бачка через перепускное 13 и аксиальные отверстия, отжав манжету 15 от цилиндра, поступает в надпоршневую полость, а при растормаживании перетекает в бачок через компенсационное отверстие 16.

Если нарушены уплотнения в любом цилиндре или разорвана напорная гидролиния, возникает отказ всех колесных тормозов. Это второй недостаток одноконтурного тормозного привода.

Третий недостаток характерен для большинства тормозных приводов и проявляется в блокировке колес — прекращении их вращения под дейст-

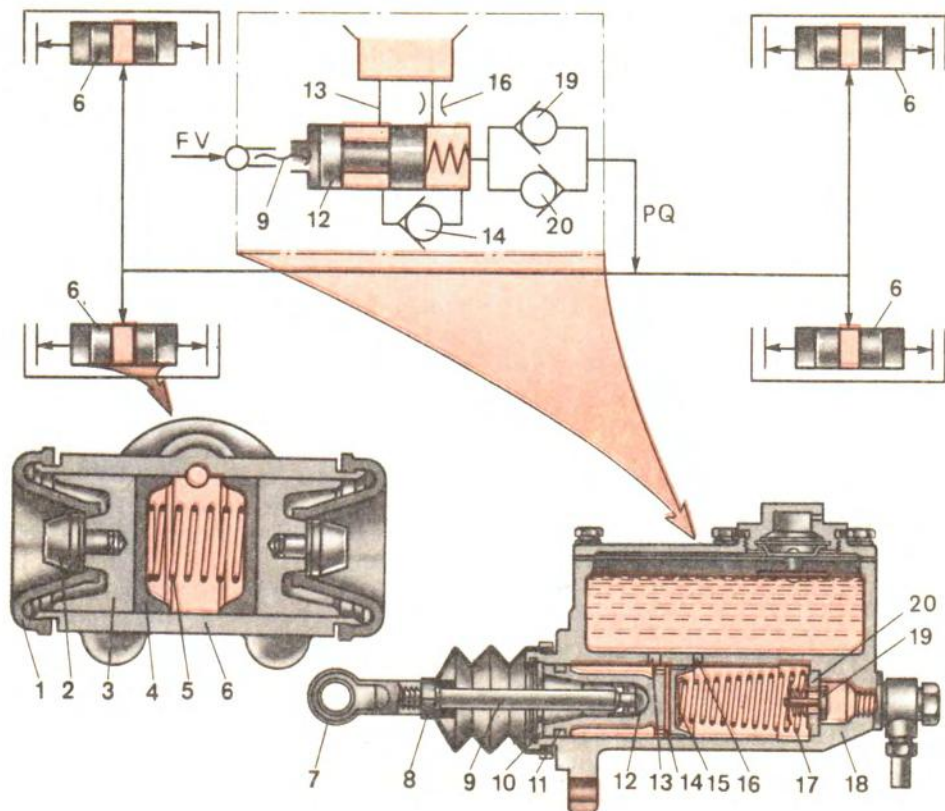


Рис. 155. Одноконтурный гидростатический тормозной привод:

1 — защитный колпак; 2 и 9 — толкатели; 3 и 12 — поршни; 4, 11 и 15 — манжеты; 5 и 17 — пружины; 6 — корпус рабочего цилиндра; 7 — серьга; 8 — контргайка; 10 — упорная шайба; 13 — перепускное отверстие; 14 — обратный пластинчатый клапан; 16 — компенсационное отверстие; 18 — корпус главного цилиндра; 19 — выпускной клапан; 20 — впускной клапан.

вием тормозных механизмов и при- вода.

Блокировка колес вызывает по- терю устойчивости автомобиля, уве- личивает его тормозной путь и веро- ятность дорожно-транспортных про- исшествий, особенно при больших скоростях движения по дорогам с твердым покрытием в разном состо- янии.

Максимально возможная по сцеп- лению с дорогой тормозная сила колес прямо пропорциональна нор- мальной нагрузке на них и коэф- фициенту сцепления, которые зави- сят от режима и условий движения и изменяются в широких пределах. Например, коэффициент сцепления

шин с мокрым асфальтом примерно в 1,5, а с мокрым и загрязненным — в 3 раза меньше, чем с сухим и чистым. Кроме того, он уменьшается с увеличением скорости движения и юза (скольжения в сторону движе- ния). Поэтому задача создания анти- блокирующего устройства как со- ставной части тормозного привода сложна и пока решена только час- тично в тормозных приводах авто- мобилей ВАЗ и КамАЗ.

Одноконтурный гидрова- куумный тормозной привод автомобилей ГАЗ-52-04, ГАЗ-53-12 и ГАЗ-66 обеспечивает легкость управ- ления за счет применения гидро- вакуумного усилителя. Однако ему

свойственны второй и третий недостатки гидростатического тормозного привода.

Двухконтурный гидростатический тормозной привод автомобилей ЗАЗ-968М, ЛуАЗ-969М, УАЗ-3303 уменьшает вероятность одновременного отказа тормозных механизмов всех колес, но не устраняет их раздельной блокировки и не обеспечивает легкость управления.

Двухконтурный гидровакуумный тормозной привод автомобилей ВАЗ обеспечивает легкость управления за счет применения вакуумного усилителя, уменьшает вероятность одновременного отказа дисковых передних и барабанных задних тормозных механизмов вследствие поступления жидкости в их рабочие цилиндры по двум независимым напорным гидролиниям и устраняет раздельную блокировку колес за счет питания задних рабочих цилиндров через регулятор давления тормозной жидкости.

Перед торможением автомобиля дроссельную заслонку карбюратора закрывают. Поршни, движущиеся в цилиндрах двигателя возвратно-поступательно, засасывают горючую смесь из впускного трубопровода и создают в нем разрежение до 0,05 МПа. Это разрежение и используют как источник энергии в гидровакуумном или вакуумном усилителе тормозного привода.

#### **Конструктивные особенности.**

Гидровакуумный усилитель тормозного привода автомобилей ГАЗ-52-04, ГАЗ-53-12 и ГАЗ-66 состоит из соединенных корпусами 1 (рис. 156), 10 и 19 соответственно вакуумной камеры, клапана управления и гидроцилиндра.

Вакуумная камера собрана из двух штампованных чашек-корпусов 1, между которыми с помощью двух хомутов зажата диафрагма 2, соединенная через тарелку 3 и шайбу с толкателем 4 поршня 16 гидроци-

линдра. Полость IV камеры через обратный клапан постоянно соединена с впускным трубопроводом двигателя, а полость III — с клапаном управления. Обе полости герметичны.

Клапан управления в зависимости от давления тормозной жидкости в напорной гидролинии главного тормозного цилиндра управляет вакуумной камерой. Он состоит из следящего поршня 12 с диафрагмой и пружиной 11, воздушного 8 и вакуумного 6 клапанов с общим штоком и пружиной 7. Диафрагма клапана управления зажата между корпусами 10 и 19, закреплена на поршне 12 и отжимается вниз пружиной 11 и разрежением в полости IV вакуумной камеры.

Гидроцилиндр включен последовательно в напорную гидролинию между главным и рабочими цилиндрами и предназначен для создания давления в последних при параллельном действии главного тормозного цилиндра и вакуумной камеры. Толкатель 4 и поршень 16 гидроцилиндра соединены стержнем. В продольный паз поршня 16 свободно установлен пластинчатый П-образный толкатель 17 обратного шарикового клапана 15. В крайнем левом положении поршня 16 толкатель 17 упирается в шайбу 18 и выступом открывает клапан 15. В других положениях толкатель 17 на клапан 15 не действует.

Постоянная готовность гидровакуумного усилителя к срабатыванию обеспечивается надежным отключением вакуумной камеры от атмосферы, сообщением полостей I, II, III, IV между собой и высасыванием из них воздуха через впускной трубопровод двигателя. Такое положение усилитель занимает при отпущенной педали, когда обратный клапан 15 открыт толкателем 17, давление в напорной гидролинии минимально и обусловлено действием пружины впускного клапана главного тормозного цилиндра, поршень 12 пружиной 11 смещен вниз, воздушный

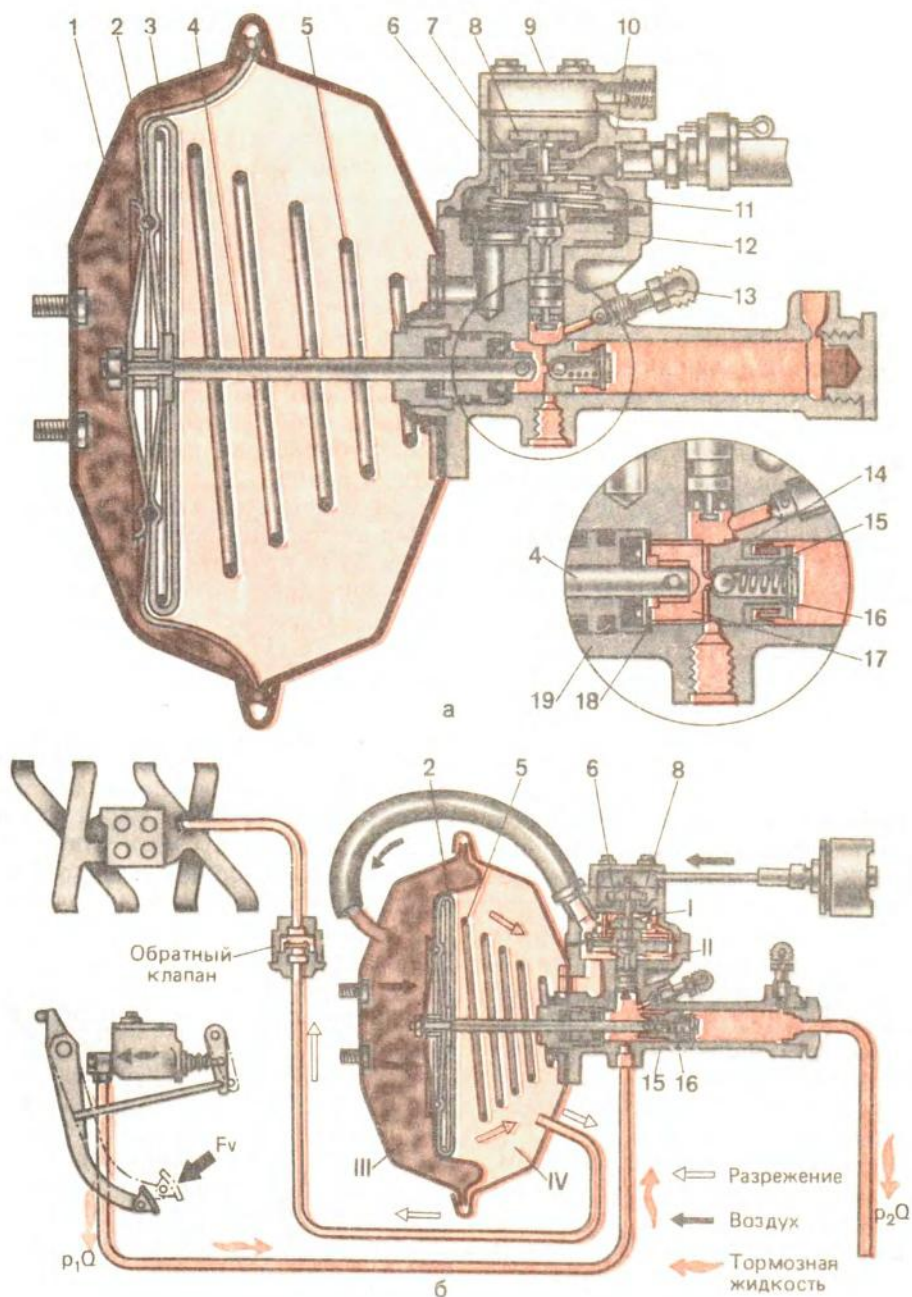


Рис. 156. Гидروвакуумный усилитель тормозного привода автомобиля ГАЗ-66:

**а** — устройство; **б** — схема работы при торможении; 1 — корпус вакуумной камеры; 2 — диафрагма; 3 — тарелка диафрагмы; 4 и 17 — толкатели; 5, 7 и 11 — пружины; 6 — вакуумный клапан; 8 — воздушный клапан; 9 — крышка клапана управления; 10 — корпус клапана управления; 12 — следящий поршень; 13 — перепускной клапан; 14 — манжета; 15 — обратный клапан; 16 — поршень гидроцилиндра; 18 — упорная шайба; 19 — корпус гидроцилиндра; I и II — полости клапана управления; III и IV — полости вакуумной камеры.

клапан 8 под действием пружины 7 закрыт, а вакуумный клапан 6 открыт и сообщает между собой полости I, II, III, IV.

При резком нажатии на педаль поршень 16 вместе с толкателями 4 и 17 и диафрагмой 2 под действием давления  $p_1$  тормозной жидкости перемещаются вправо, а поршень 12 с диафрагмой клапана управления — вверх. Подаваемая тормозная жидкость раздвигает поршни рабочих цилиндров, и они поворачивают тормозные колодки, преодолевая сопротивление пружин. Когда колодки выберут зазор, сопротивление их повороту и давление  $p_1$  тормозной жидкости увеличатся. Под действием этого давления поршень 12 перемещается вверх и сжимает пружину 11. Его седло прижимается к вакуумному клапану 6, а шток открывает воздушный клапан 8. Это вызывает отключение полостей II и IV от полостей I и III и сообщение последних через фильтр с атмосферой. Под действием разности давлений диафрагма 2 прогибается, сжимая пружину 5, и через толкатель 4 помогает тормозной жидкости, подаваемой главным цилиндром, перемещать поршень 16 вправо и уже под большим давлением  $p_2$  раздвигать поршни рабочих цилиндров и прижимать колодки к тормозным барабанам. Закрытый обратный клапан 15 и манжета 14 поршня 16 отделяют гидролинию управления с давлением  $p_1$  от напорной гидролинии с давлением  $p_2$ .

Остановка нажатой педали вызывает незначительное уменьшение давления  $p_1$  из-за еще перемещающегося вправо поршня 16. Поэтому поршень 12 перемещается вниз пружинами 7 и 11 до тех пор, пока воздушный клапан 8 под действием пружины 7 не закроется при закрытом вакуумном клапане 6.

Так как воздушный клапан 8 закрыт, то атмосферный воздух прекращает поступать в полость III, диафрагма 2 останавливается и под

действием разности давлений помогает педали удерживать через толкатель 4 поршень 16 под давлением  $p_2 > p_1$ .

Если при остановленной педали разрежение во впускном трубопроводе двигателя увеличится, то диафрагма клапана управления вызовет перемещение поршня 12 вниз, вакуумный клапан 6 приоткроется и пустит часть воздуха из полости III в полость IV, а диафрагма 2 сохранит положение поршня 16 неизменным. Уменьшению разрежения в полости IV из-за его уменьшения во впускном трубопроводе препятствует обратный клапан.

При отпуске педали давление  $p_1$  тормозной жидкости уменьшается, поршень 12 пружинной 11 перемещается вниз, вакуумный клапан 6 полностью открывается, сообщая полости I, II, III, IV между собой. Диафрагма 2 под действием пружины 5 и быстро уменьшающегося давления  $p_2$  тормозной жидкости через поршень 16 и толкатель 4 перемещается в крайнее левое положение. В конце ее хода толкатель 17 упирается в шайбу 18 и открывает клапан 15, сообщая гидролинию управления с напорной.

Рабочие цилиндры барабанных тормозов могут быть одно- и двухпоршневыми, с автоматической регулировкой положения поршней и без нее.

Двухпоршневые несаморегулирующиеся рабочие цилиндры тормозов передних и задних колес автомобиля ГАЗ-53-12 одинаковы. Они показаны на рисунке 155, а их устройство и работа рассмотрены ранее.

Однопоршневые несаморегулирующиеся рабочие цилиндры устанавливаются по два в тормозные механизмы передних колес автомобилей УАЗ-3303 и ГАЗ-66.

Саморегулирующиеся двухпоршневые рабочие цилиндры применяют в тормозных механизмах задних колес большинства легковых автомобилей. Саморегулировку обычно

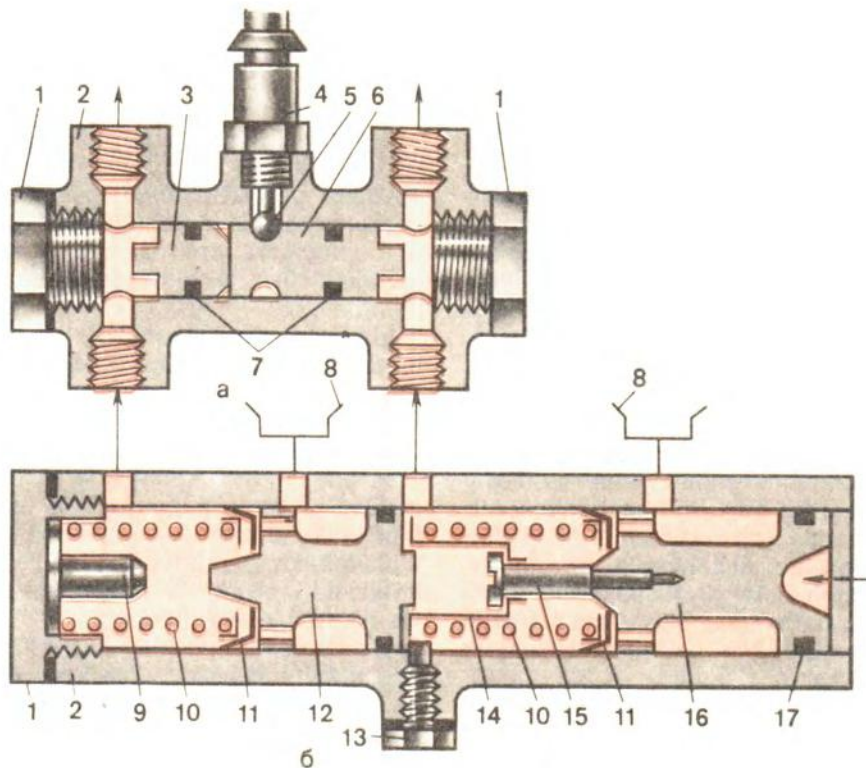


Рис. 157. Схема аварийного сигнализатора (а) и главного тормозного цилиндра (б) автомобиля УАЗ-3303:

1 — пробки; 2 — корпус; 3 — короткий поршень; 4 — выключатель; 5 — шарик; 6 — длинный поршень; 7 — уплотнительные кольца; 8 — бачки; 9 — упор; 10 — пружины; 11 и 17 — манжеты; 12 — поршень привода задних тормозов; 13 — упорный болт; 14 — держатель; 15 — винт; 16 — поршень привода передних тормозов.

обеспечивает разрезное пружинное кольцо, расположенное с осевым зазором в канавке поршня и запрессованное в цилиндр с усилием, не превышающим силу максимального давления тормозной жидкости на поршень. При износе фрикционных накладок поршни под давлением тормозной жидкости перемещают кольца в цилиндре, а они ограничивают ход поршней назад. В рабочих цилиндрах автомобилей ВАЗ этот ход можно регулировать.

Сигнализатор аварийной утечки тормозной жидкости применяют в двухконтурных тормозных приводах автомобилей ГАЗ-3102 и УАЗ-3303. В расточку корпуса 2 (рис. 157, а) сигнализа-

тора установлены короткий 3 и длинный 6 поршни с уплотнительными кольцами 7. На длинном поршне 6 сделана канавка, в которую под действием толкателя выключателя 4 контрольной лампы входит шарик 5.

При исправных напорных гидравлических тормозов передних и задних колес давление тормозной жидкости на поршни 3 и 6 одинаково, шарик 5 утопает в канавке, а контрольная лампа на щитке приборов выключена.

Уменьшение давления тормозной жидкости в одной из напорных гидравлических линий вызывает перемещение поршней 3 и 6 в ее сторону, шарик 5 выходит из канавки, нажимая на толкатель выключателя 4, и конт-

рольная лампа загорается, сигнализируя водителю о неисправности тормозного привода.

**Основные возможные неисправности тормозных систем и их техническое обслуживание** рассмотрены в главе 2, а их гидроприводов — ниже.

Надежность гидравлических тормозных приводов зависит прежде всего от качества тормозной жидкости, особенно от ее чистоты. Загрязнение тормозной жидкости нефтепродуктами вызывает набухание манжет и других резиновых деталей и, как следствие, зависание поршней главного и рабочих цилиндров, клапана управления (в автомобиле ГАЗ-53-12), аварийного сигнализатора (автомобиль УАЗ-3303). Загрязнение механическими примесями приводит к ускоренному изнашиванию или заклиниванию подвижных деталей и утечке тормозной жидкости.

Обводнение тормозной жидкости, особенно гигроскопичных (ГТЖ-22М и «Нева»), резко снижает температуру ее кипения и эффективность тормозного привода, вызывает коррозию и заедание подвижных деталей. Смешивание тормозных жидкостей разных марок (БСК, ГТЖ-22М, «Нева») недопустимо, так как оно резко ускоряет набухание резиновых и коррозию металлических деталей, вызывает расслоение смеси.

Насыщение или разрыв потока воздухом резко увеличивает сжимаемость жидкости и снижает эффективность тормозного привода из-за увеличения хода и отдачи педали.

Следовательно, при техническом обслуживании автомобилей необходимо контролировать не только уровень тормозной жидкости в бачке, но и ее чистоту в приводе.

Загрязненные тормозные жидкости БСК и «Нева» сливают в специальную посуду и сжигают, а жидкость ГТЖ-22М разбавляют 10...15 объемами воды, сливают в яму и засыпают землей.

После слива загрязненной тормозной жидкости и ремонта гидроагрегатов тормозной привод промывают денатурированным спиртом, заливают и прокачивают чистую тормозную жидкость только той марки, которая рекомендована заводом-изготовителем. Использование тормозной жидкости другой марки может вызвать быстрый отказ гидропривода.

Прокачка тормозного гидропривода необходима для удаления воздуха из всех его полостей прерывистыми потоками тормозной жидкости через перепускные клапаны 13 (см. рис. 156) гидровакуумного усилителя и всех рабочих цилиндров. Прокачку обычно выполняют вдвоем и начинают с гидроагрегата, расположенного выше или дальше от главного тормозного цилиндра.

В автомобилях ГАЗ-53-12 и ГАЗ-66 прокачку начинают с гидровакуумного усилителя. Для этого очищают резиновый колпачок перепускного клапана 13 от пыли и грязи, вместо него надевают резиновый шланг и погружают его выходной конец до дна прозрачной бутылки, наполовину заполненной тормозной жидкостью. После нажатия тормозной педали перепускной клапан отворачивают на  $1/2...3/4$  оборота, а в конце хода педали заворачивают, наблюдая все это время за выделением пузырьков воздуха из шланга. Доливая тормозную жидкость в главный цилиндр, повторяют прокачку до прекращения выделения пузырьков воздуха. Затем тормозную жидкость прокачивают через перепускной клапан каждого рабочего цилиндра в последовательности: задний правый, передний правый, передний левый, задний левый.

Свободный ход педали тормоза при отрегулированных тормозных механизмах должен быть 8...14 мм. Ему соответствует зазор между толкателем и поршнем главного тормозного цилиндра 1,5...2,5 мм. При правильной регулировке и прокачке

полностью нажатая педаль не должна опускаться более чем на половину хода.

## § 5. ГИДРОПРИВОДЫ МОМ И МЕХАНИЗМОВ НАВЕСКИ ТРАКТОРОВ

**Общие сведения.** Гидроприводы МОМ предназначены для управления переносом вращательного движения от трактора к агрегируемым машинам.

Гидропривод МОМ трактора Т-150К автономный, встроен в редуктор МОМ и включает в себя насос НШ-6-Т с сетчатым фильтром-заборником, шариковый клапан плавного включения с рычажно-тросовым управлением из кабины, плунжерный перепускной клапан и гидроподжимную муфту. Рабочую жидкость (моторное масло М-8В<sub>2</sub> или М-8Б<sub>2</sub>) заливают до уровня контрольного отверстия с пробкой в задней стенке редуктора.

Рычаг управления гидроподжимной муфтой, расположенный в кабине, имеет два фиксируемых положения. При нижнем положении рычага шариковый клапан полностью открыт и пропускает все масло, подаваемое насосом, на слив под минимальным давлением. МОМ выключен.

Плавный поворот рычага в верхнее положение вызывает плавное закрытие шарикового клапана, увеличение давления масла в гидроподжимной муфте, включение МОМ и слив масла

через перепускной клапан под давлением 1 МПа.

Гидропривод МОМ трактора К-701 объединен с гидроприводом коробки передач. Гидроподжимная муфта 9 (см. рис. 139) привода МОМ установлена между карданными валами и унифицирована с муфтами (фрикционными) 4 и 2. Масло в нее поступает от насоса 3 через фильтры 5, 22 и золотник 11. Муфта соединяет или разъединяет передний и задний карданные валы. Плавное включение МОМ (ведомого вала редуктора) обеспечивается дросселированием потока масла в бустер гидроподжимной муфты 9 при плавном повороте золотника 11 рычагом из кабины.

Гидроприводы механизмов навески предназначены для управления переносом поступательного движения от трактора к агрегируемым машинам путем высотного, силового, позиционного или комбинированного регулирования глубины обработки почвы навесными машинами и перевода их в транспортное положение.

**Высотный способ** основан на ограничении заглубления рабочих органов в почву опорными колесами навесной машины, регулируемые по высоте относительно ее рамы. Такой способ, применяемый на большинстве отечественных сельскохозяйственных машин, осуществляется простым гидроприводом механизма навески трактора. Однако он не обеспечивает требуемой точности глубины обработки.

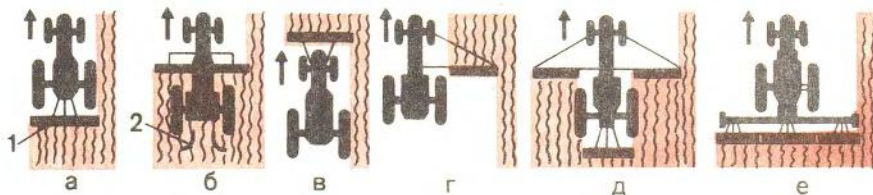


Рис. 158. Схемы навески машин:

а — задняя; б — передняя; в — фронтальная; г — боковая; д — эшелонированная; е — шеренговая; 1 — навесная машина, 2 — рылящие лапы для заделки следа задних колес трактора.

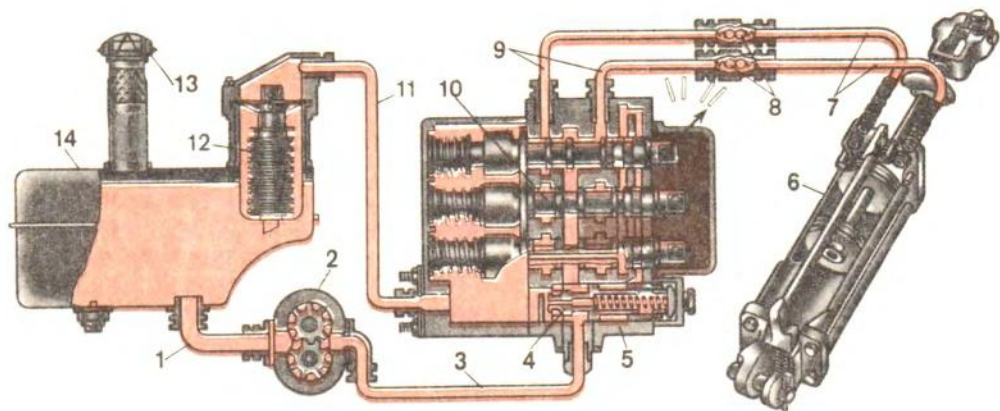


Рис. 159. Схема раздельно-агрегатного гидропривода механизма навески трактора:

1, 3, 9 и 11 — металлические трубопроводы; 2 — шестеренный насос; 4 — перепускной клапан; 5 — распределитель; 6 — основной гидроцилиндр; 7 — шланги; 8 — запорные клапаны; 10 — золотник; 12 — фильтр; 13 — сапун; 14 — бак.

Схемы навески машин на трактор при высотном способе регулирования разнообразны (рис. 158, а, б, в, г, д, е), требуют различного расположения гидроцилиндров, централизованного управления ими из кабины и обеспечиваются трехпоточным раздельно-агрегатным гидроприводом. Такой гидропривод применен на тракторах ДТ-75МВ, Т-150, ДТ-175С, Т-4А, К-701. Он включает в себя бак 14 (рис. 159), насос 2 типа НШ или НШ-У, трехзолотниковый четырехпозиционный гидрораспределитель 5, основной гидроцилиндр 6 привода механизма задней навески, металлические трубопроводы 1, 3, 9 и 11, шланги 7 с запорными клапанами 8.

Гидрораспределитель 5 конструктивно объединен с перепускным 4 и предохранительными клапанами, установлен в кабине и обеспечивает параллельное питание от одного насоса 2 основного 6, левого и правого выносных гидроцилиндров.

Три одинаковых шестибуртовых золотника 10 установлены с минимальным зазором в цилиндрические расточки чугунного корпуса и пересекают пять каналов и продольных полостей в нем. Зоны пересечения цилиндрических расточек с первым (по схеме слева) и третьим каналами

корпуса через шесть трубопроводов 9 и шлангов 7 (на схеме показано по два) соединены с полостями трех гидроцилиндров: основного 6, левого и правого выносных (на схеме не показаны). Первый канал, соединенный со штоковой полостью гидроцилиндров, называют *каналом опускания*, а третий, соединенный с бесштоковой полостью, — *каналом подъема*.

Второй слева канал корпуса через трубопровод 3 постоянно соединен с насосом 2 и является *напорным*. Через калиброванное отверстие в плунжере перепускного клапана 4 напорный канал сообщен с пятым (правым) *каналом управления*.

Четвертый слева *сливной канал* корпуса постоянно соединен с полостями слива, а через проточки золотников 10, канал управления и калиброванное отверстие в плунжере перепускного клапана 4 может соединиться со вторым (напорным) каналом.

Перепускной клапан 4 имеет гидромеханическое управление и открывается только при условии слива масла из его заплунжерной (по схеме правой) полости через канал управления, проточки во *всех* золотниках и сливной канал корпуса.

При нейтральном положении всех золотников 10 второй (слева) и третий их бурты отключают напорный канал от каналов подъема и опускания, а пятая (слева) и четвертая проточки в золотниках совмещаются с каналами управления и слива. Поэтому гидроцилиндры выключены, перепускной клапан 4 открыт и основной поток масла циркулирует по цепи бак 14 — всасывающий трубопровод 1 — насос 2 — напорный трубопровод 3 — напорный канал распределителя — открытый перепускной клапан 4 — сливная полость распределителя — сливной трубопровод 11 — сетчатый фильтр 12 — бак 14.

Значительно меньшая часть масла из напорного канала сливается через гидролинию управления: калиброванное отверстие в плунжере клапана 4 — канал управления и пятые проточки золотников — канал слива и четвертые проточки золотников — сливная полость распределителя.

При положении «Подъем» первая слева проточка золотника соединяет канал опускания с полостью слива, третья проточка — напорный канал с каналом подъема, а пятый и шестой бурты золотника перекрывают каналы слива и управления. В таком положении на схеме показан правый (верхний) золотник, управляющий работой основного гидроцилиндра 6.

Перекрытие буртами золотника каналов слива и управления вызывает выравнивание давления масла на плунжер клапана 4. Под действием пружины перепускной клапан 4 закрывается, слив масла прекращается и насос 2 подает его в бесштоковую полость гидроцилиндра 6 под давлением, задаваемым сопротивлением навешенной машины подъему в транспортное положение. Из штоковой полости гидроцилиндра масло вытесняется поршнем через шланг 7, трубопровод 9, первую проточку золотника, сливной трубопровод 11 и фильтр 12 в бак 14.

При положении «Принудительное

опускание» первая слева проточка золотника соединяет канал опускания с напорным, третья проточка — канал подъема со сливным, а второй справа бурт золотника перекрывает канал управления. Это вызывает подачу масла насосом в штоковую полость и слив его из бесштоковой полости гидроцилиндра.

В положении «Плавающее» золотник 10 смещен максимально вправо, напорный канал отключен первым (слева) и вторым буртами золотника, а каналы опускания, подъема, слива и управления соединены с полостями слива проточками золотника. Это вызывает открытие перепускного клапана 4, слив масла, подаваемого насосом 2, в бак 14, свободное перемещение поршня в гидроцилиндре 6 и обеспечивает копирование рельефа поля опорными колесами машины и заданную ими глубину обработки почвы.

Однако для высотного способа характерны низкая точность глубины обработки и отсутствие защиты трактора и агрегируемой машины от перегрузки, например при обработке засоренных почв.

*Силовой способ* предназначен для автоматического изменения глубины обработки почвы с целью поддержания постоянным заданного тягового сопротивления.

При этом способе регулирования навесная машина не имеет опорных колес, удерживается в заданном положении гидроприводом механизма навески и автоматически поднимается им при увеличении или опускается при уменьшении тягового сопротивления.

Силовой способ регулирования обеспечивает достаточно надежную защиту трактора и агрегируемой машины от тяговой перегрузки и наиболее эффективен при обработке засоренных почв с сильно волнистым рельефом.

С целью реализации силового способа регулирования в механизм навески устанавливаются датчик, а в

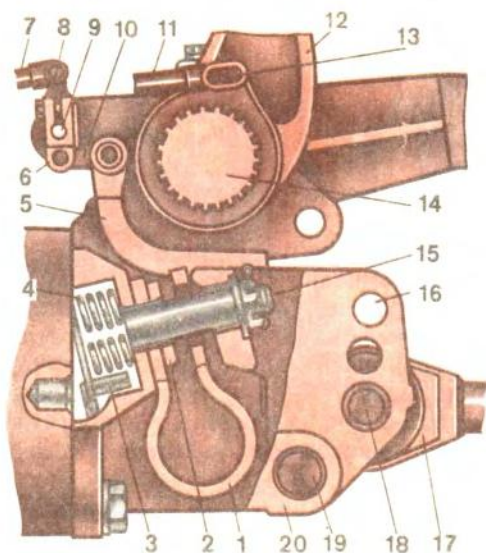


Рис. 160. Датчики механизма навески трактора МТЗ-80:

1 и 4 — пружины; 2 и 3 — ограничители сжатия пружин; 5 — рычаг серьги; 6 — короткий рычаг; 7 и 11 — тяги; 8 — длинный рычаг; 9 — переходный валик; 10 — соединительная пластина; 12 — поворотный рычаг; 13 — штифт; 14 — поворотный вал; 15 — болт; 16 — серьга; 17 — центральная тяга; 18 и 19 — пальцы; 20 — кронштейн поворотного вала.

гидропривод — автоматический регулятор.

Датчик силового регулирования механизма навески (в тракторе МТЗ-80) представляет собой упругую опору центральной тяги 17 (рис. 160). Он состоит из поворотной серьги 16, закрепленной пальцем 19 в кронштейне 20 поворотного вала 14, пластинчатой 1 и четырех цилиндрических 4 пружин с болтом 15 и ограничителями их сжатия 2 и 3. К серьге 16 приварен изогнутый рычаг 5, который соединен пластиной 10 с коротким рычагом 6 переходного валика 9. На втором конце валика установлен длинный рычаг 8, соединенный тягой 7 с рычагом винта регулятора.

Тяговое сопротивление многих навесных машин вызывает растяжение нижних продольных и сжатие центральной тяг механизма задней навески тракторов «Беларусь».

При увеличении тягового сопротивления машины тяга 17 дополнительно сжимается и, поворачивая серьгу 16 с рычагом 5 против хода часовой стрелки, дополнительно сжимает пластинчатую пружину 1. Рычаг 5 серьги через пластину 10 и короткий рычаг 6 поворачивает переходный валик 9 и длинный рычаг 8 по ходу часовой стрелки. Этот поворот через тягу 7 передается регулятору и вызывает перемещение его золотника направо.

При уменьшении тягового сопротивления машины сжатие центральной тяги 17 и пластинчатой пружины 1 уменьшается, серьга 16 поворачивается по ходу часовой стрелки и обеспечивает золотнику регулятора перемещение налево.

Регулятор (рис. 161, а) трактора МТЗ-80 установлен под сиденьем тракториста, соединен двумя шлангами с основным гидроцилиндром 30 (рис. 161, б) и пятью металлическими трубопроводами — с насосом 1, распределителем Р75-33Р и гидроувеличителем сцепного веса (ГСВ). Рукоятка 20 управления расположена в кабине с правой стороны, фиксируется зубчатый сектор в положениях рабочем Р, подъем П и транспортном Т, обеспечивая настройку регулятора перемещением гильзы 22 в корпусе 21.

Золотник 25 установлен в осевую расточку гильзы 22 с минимальным зазором и перемещается в ней под действием пружины 26 и датчика 27, рассмотренного выше.

При работе регулятора в режиме силового регулирования ГСВ и распределитель Р75-33Р выключены — ползун 18 и золотники 10 и 12 установлены в нейтральное положение, показанное на схеме. Рабочая жидкость (моторное масло М-10Г<sub>2</sub> или М-10В<sub>2</sub> летом и М-8Г<sub>2</sub> или М-8В<sub>2</sub> зимой) подается насосом 1 из бака 2 в четыре кольцевые проточки корпуса 21 регулятора двумя потоками: управляющим и дополнительным.

Управляющий поток масла откры-

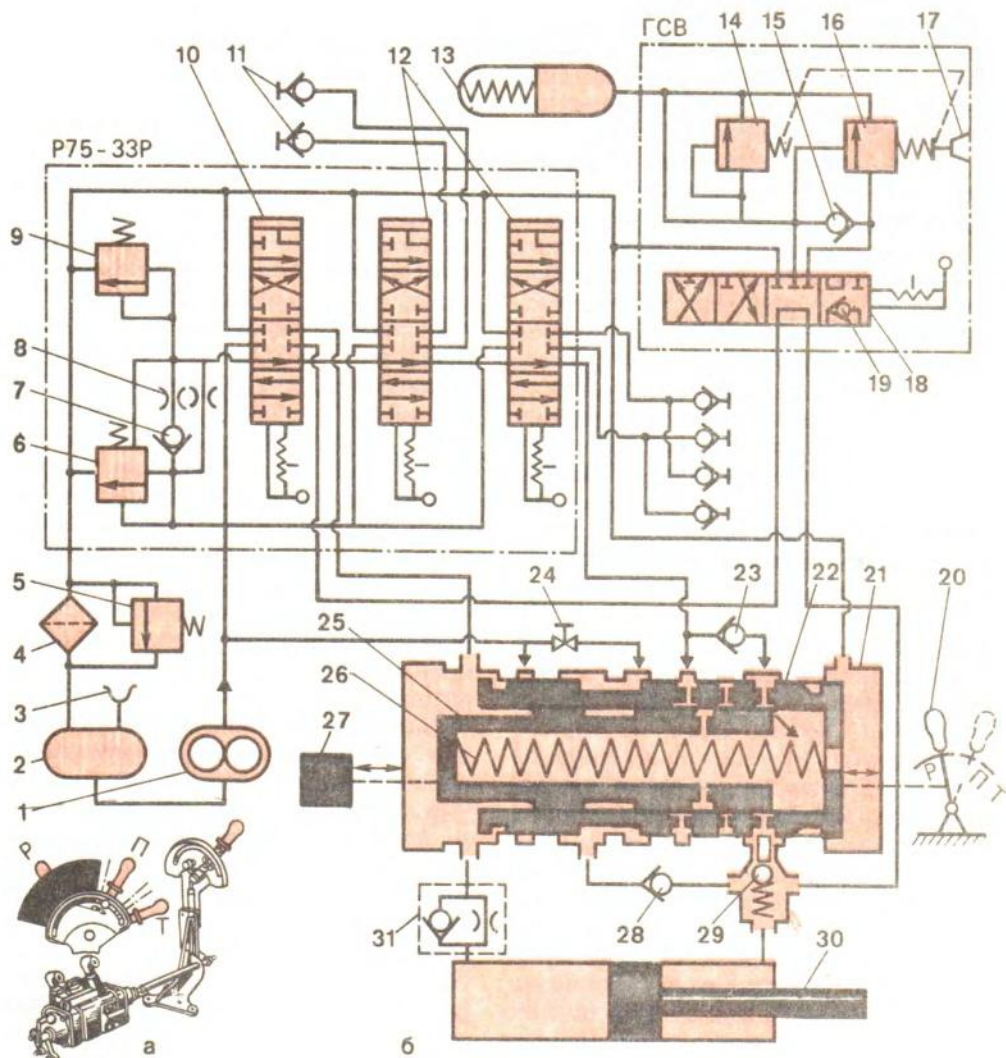


Рис. 161. Общий вид силового регулятора (а) и схема гидропривода механизма навески (б) трактора МТЗ-80:

1 — насос НШ-32-2; 2 — бак; 3 — маслозаливная горловина; 4 — фильтр; 5, 9 и 14 — предохранительные клапаны; 6 и 16 — перепускные клапаны; 7, 15, 23 и 28 — обратные клапаны; 8 — калиброванное отверстие; 10 — золотник управления основным гидроцилиндром; 11, 19 и 29 — запорные клапаны; 12 — золотники управления выносными гидроцилиндрами; 13 — гидроаккумулятор; 17 — маховичок; 18 — ползун; 20 — рукоятка; 21 — корпус регулятора; 22 — гильза; 24 — регулирующий кран; 25 — золотник; 26 — пружина; 27 — датчик механизма навески; 30 — основной гидроцилиндр; 31 — замедлительный клапан гидроцилиндра.

вает стержневой обратный клапан 7 в калиброванном отверстии 8 плунжера перепускного клапана 6, ограничивается ими и через канал управления распределителя и трубопровод малого сечения поступает к обратному клапану 23 регулятора.

Дополнительный поток, минуя распределитель, поступает к регулируемому (от руки) крану 24 регулятора.

При отсутствии слива оба этих потока через обратный 28 и запорный 29 клапаны поступают в штоко-

вую (подъемную) полость основного гидроцилиндра **30**, вызывая быстрый подъем навешенной машины, выглубление ее рабочих органов и уменьшение тягового сопротивления.

Полный слив подводимых потоков через радиальные отверстия в золотнике **25** и открытые правые радиальные отверстия в гильзе **22** вызывают резкое уменьшение подпора масла в штоковой полости гидроцилиндра **30** и слив из нее через открытый запорный клапан **29**, быстрое опускание машины, заглубление ее рабочих органов и увеличение тягового сопротивления.

Следовательно, для удержания навесной машины в определенном положении силовой регулятор должен непрерывно дросселировать подводимые потоки масла на сливе, поддерживая требуемый его подпор в штоковой (подъемной) полости гидроцилиндра. Это достигается осевыми колебаниями золотника **25** относительно положения, показанного на схеме.

При увеличении тягового сопротивления машины золотник **25** под действием датчика **27** смещается вправо, прикрывая или полностью закрывая радиальные сливные отверстия — свои и гильзы **22**. Если при этом подача масла насосом не изменяется, то уменьшение слива вызывает пропорциональное увеличение подпора масла в штоковой полости гидроцилиндра, подъем машины и выглубление ее рабочих органов до тех пор, пока тяговое сопротивление не уменьшится до заданного. Такое срабатывание регулятора называют автоматической коррекцией на подъем.

При уменьшении тягового сопротивления машины золотник **25** под действием датчика **27** смещается влево, открывая радиальные сливные отверстия — свои и гильзы **22**. Увеличение слива подводимых потоков вызывает пропорциональное уменьшение подпора и слив масла из штоковой полости гидроцилиндра **30**,

опускание машины и заглубление ее рабочих органов до тех пор, пока тяговое сопротивление не увеличится до заданного. Такое срабатывание регулятора называют автоматической коррекцией на опускание.

Скорость коррекции на подъем регулируют вручную краном **24**, открывая его для увеличения скорости и прикрывая или полностью закрывая для уменьшения ее.

Основное преимущество силового способа регулирования — защита трактора и агрегируемой машины от тяговых перегрузок — реализуется относительно редко и на засоренных почвах. На окультуренных же почвах, имеющих допустимое изменение удельного сопротивления, основное преимущество силового способа становится основным недостатком и проявляется в недопустимом изменении глубины обработки почвы, когда в этом нет необходимости.

*Позиционный способ* предназначен для удержания навесной машины в определенном положении относительно остова трактора независимо от тягового сопротивления и плавного изменения этого положения только при повороте рукоятки **20** управления гидроприводом.

В тракторе МТЗ-80 позиционному способу соответствует правое фиксированное положение ручки переключателя датчиков, а силовому способу — левое.

Датчик позиционного регулирования — это поворотный рычаг **12** (см. рис. 160), соединенный пальцем со штоком основного гидроцилиндра, а штифтом **13** через паз наконечника позиционной тяги **11**, непосредственно эту тягу и рычаг — с винтом гайки-упора золотника **25** (см. рис. 161).

Машина удерживается в заданном положении тоже за счет подпора масла в штоковой полости гидроцилиндра **30** при частичном сливе подводимых потоков. Поэтому при включенном позиционном способе

гильза 22 и золотник 25 занимают положение, показанное на схеме. Отличие данного способа от силового состоит в том, что перемещение золотника 25 налево ограничено позиционной тягой, а направо — длиной паза в ее наконечнике.

При повороте рукоятки 20 вперед (по схеме налево) гильза 22 перемещается направо и открывает сливные радиальные отверстия — свои и золотника 25. Под действием силы тяжести и реакции почвы на рабочие органы машина опускается, поршень гидроцилиндра 30 перемещается назад (по схеме направо) и через датчик перемещает направо золотник 25 вслед за гильзой 22.

При повороте рукоятки 20 назад гильза 22, а вслед за ней и золотник 25 под действием датчика перемещаются налево, обеспечивая уменьшение или прекращение слива масла и подъем машины.

Однако при позиционном способе существенно проявляется зависимость глубины обработки почвы от волнистости рельефа.

*Комбинированные высотно-силовой и высотно-позиционные способы* отличаются от силового и позиционного наличием у машины опорных колес, которые ограничивают максимальное заглубление рабочих органов, но несколько уменьшают нормальную нагрузку на задние ведущие колеса трактора.

Чтобы выключить регулятор и обеспечиваемые им одинарные и комбинированные способы, ручку переключения датчиков устанавливают в нейтральное, а рукоятку 20 — в фиксируемое положение П. При этом золотник 25 и гильза 22 смещаются налево и устанавливаются так, что толкатель запорного клапана 29 входит в правую скошенную канавку гильзы 22, ее правые радиальные отверстия полностью закрываются золотником 25, а средние отверстия совмещаются с отверстиями в золотнике и канавкой в корпусе для подвода масла из распределителя.

При выключенном регуляторе гидроцилиндром 30 управляют с помощью золотника 10, ползуна 18 и маховичка 17 ГСВ.

Гидроувеличитель сцепного веса предназначен для поддержания в подъемной (штоковой) полости гидроцилиндра 30 регулируемого подпора (давления) масла с целью переноса части нормальной нагрузки с опорных колес навесной машины и передних колес трактора на его задние (ведущие) колеса.

При установке ползуна 18 в положение, показанное на схеме, ГСВ выключен, но запорный клапан 19 открыт и через него трубопровод для подвода масла от первой (левой) секции распределителя соединен со штоковой полостью гидроцилиндра 30.

В положении «Заперто», соответствующем крайнему переднему (на схеме правому) положению ползуна 18 и верхнему положению рычага управления им, закрытый запорный клапан 19 отключает штоковую полость гидроцилиндра от распределителя, предотвращая опускание машины из-за утечек масла через золотник 10.

Для включения ГСВ рычаг управления ползуном 18 поворачивают вниз до упора в нефиксируемое заднее (на схеме левое) положение «Сброс давления» и удерживают до тех пор, пока машина не опустится.

Рычаги управления ползуном 18 и золотником 10 заблокированы так, что установка ползуна в положение «Сброс давления» вызывает установку золотника в крайнее нижнее положение «Подъем». При этом золотник 10 перекрывает канал управления, вызывая закрытие перепускного клапана 6, и подключает насос 1 к ГСВ. Ползун 18 соединяет штоковую полость гидроцилиндра 30 с гидролинией слива через фильтр 4 в бак 2 и направляет поток масла от насоса к обратному 15 и перепускному 16 клапанам ГСВ.

Золотниковый перепускной клапан

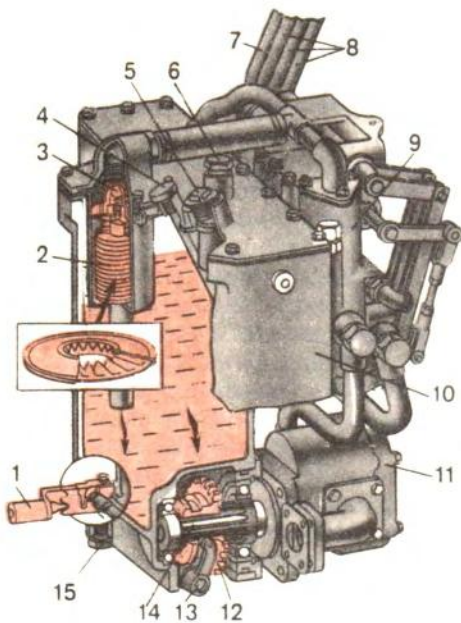


Рис. 162. Корпус гидроагрегатов трактора МТЗ-80:

1 — рукоятка; 2 — фильтр; 3 — предохранительный клапан; 4 — маслосталивная линейка; 5 — пробка маслосталивной горловины; 6 — сапун; 7 — рычаг управления ГСВ; 8 — рычаги управления золотниками распределителя; 9 — распределитель; 10 — бак; 11 — насос НШ-32-2; 12 — зубчатое колесо; 13 — вилка; 14 — ведущий вал; 15 — сливная пробка.

16 поддерживает давление 1,6... 5,3 МПа в зависимости от регулировки пружины маховичком 17. Поэтому до тех пор, пока давление масла в гидроаккумуляторе 13 не достигло заданного, насос заряжает его через обратный клапан 15.

После заглубления рабочих органов машины рычаг управления ползуном отпускают и он под действием механизма фиксации автоматически устанавливается в положение «ГСВ включен», а золотник 10 остается в положении «Подъем». При этом ползун 18 направляет поток масла от распределителя через обратный клапан 15 на зарядку гидроаккумулятора 13 и в штоковую полость гидроцилиндра 30, а через перепускной клапан 16 — на слив под давлением, недостаточным для выглубления рабочих органов машины.

В конце гона рычаг управления ползуном переводят в положение «ГСВ выключен», машина поднимается в транспортное положение и золотник 10 автоматически (механизмом возврата) устанавливается в нейтральное положение.

Эффективность ГСВ тем выше, а продольная устойчивость МТА тем меньше, чем больше масса навесной машины и нормальная реакция почвы на ее рабочие органы. Функцию ГСВ выполняет и регулятор при различных способах регулирования.

**Конструктивные особенности.** Гидроприводы механизмов навески большинства тракторов не имеют ГСВ и регулятора глубины обработки почвы. Они различаются давлением, подачей и мощностью насоса, пропускной способностью, числом золотников и позиций распределителя, типоразмером и числом гидроцилиндров, компоновкой. Наибольшее число сборочных единиц имеют гидроприводы механизмов навески тракторов МТЗ-80 и МТЗ-100.

Бак 10 (рис. 162) гидропривода механизма навески трактора МТЗ-80 отлит из чугуна и использован как корпус для крепления большинства гидроагрегатов. На нем установлены насос 11 с выключаемым приводом, распределитель 9 и ГСВ с рычажным механизмом управления.

Ведущий вал 14 насоса установлен на двух шариковых подшипниках и приводится во вращение зубчатым колесом 12, сидящим на его шлицах. Насос 11 включают, поворачивая вверх фиксируемую рукоятку 1 при остановленном дизеле. Рукоятка через валик и вилку 13 перемещает зубчатое колесо 12 назад (на рисунке вправо) и вводит его в зацепление с промежуточным зубчатым колесом МОМ.

К задней стенке бака 10 и насосу 11 слева через уплотнительные прокладки присоединен всасывающий трубопровод, а к распределителю 9, ГСВ и крышке фильтра 2 — сливной.

В крышке бака расположены заливная горловина с резьбовой пробкой 5, масломерная линейка 4 и сапун 6, а в дне — сливная пробка 15. Бак трактора МТЗ-100 не автономный, как у МТЗ-80, а общий с гидрообъемным рулевым управлением (ГОРУ). На нем установлены насос НШ-32-3 (вместо НШ-32-2), распределитель Р80-23Р (вместо Р75-33Р) и гидроаккумулятор ГОРУ (вместо ГСВ). Изменена конструкция привода насоса, сетчатый фильтр 2 заменен сменным фильтрующим элементом.

К баку гидропривода механизма навески трактора К-701 тоже подключена гидросистема рулевого управления, а в тракторах ДТ-75МВ и ДТ-175С — гидроусилитель механизма выключения муфты сцепления.

Распределители, применяемые в гидроприводах механизмов навески тракторов, конструктивно подобны, но невзаимозаменяемы. Они могут быть *двух-* (Р75-22, Р75-42) и *трехзолотниковыми* (Р75-23, Р75-33, Р75-43, Р80-23, Р150-23), *трех-* (Р75-43, Р80-23) и *четырёхпозиционными* (Р75-22, Р75-23, Р75-33, Р150-23). Первое число (75, 80 или 150) в марке распределителя означает его пропускную способность (л/мин) при номинальном давлении 10 МПа, остальные цифры и буквы — конструктивный вариант.

Увеличение номинального давления с целью снижения металлоемкости гидропривода увеличивает пропускную способность распределителя, но требует совершенствования его конструкции.

Распределитель Р80-23Р отличается от распределителей типа Р75 и Р150 прежде всего номинальным давлением (16 МПа вместо 10) и приспособленностью к работе с регулятором.

Три одинаковых шестибуртовых золотника 2 (рис. 163) установлены с минимальным зазором в расточке корпуса 15, фиксируются в положениях «Подъем» и «Опускание» и

автоматически возвращаются в нейтральное положение.

Каждый золотник имеет осевое сверление в виде трех ступеней. Верхняя ступень малого диаметра сообщает радиальные отверстия А в верхнем (на рисунке) бурте с полостью над конусным клапаном 13. В средней ступени нарезана резьба для гильзы 11, а в нижней — для пробки крепления пружины 5. Кольцевая щель между гильзой 11 и золотником уплотнена по верхнему торцу и через радиальные отверстия сообщена со второй его проточкой снизу.

В верхнюю часть гильзы установлен конусный клапан 13 с гнездом 12 и пружиной 14, а в нижнюю — бустер 10. Полости над и под клапаном 13 сообщены с кольцевой щелью между гильзой 11 и золотником 2 через два радиальных отверстия в гильзе 11: нижнее отверстие большего диаметра выходит в полость Г под клапаном, а верхнее меньшего диаметра (дроссель) — в полость над клапаном 13.

В нижних радиальных отверстиях золотника установлены шарики 9. Снаружи они закрыты обоймой 8, а изнутри постоянно выталкиваются конусной частью фиксатора 4 под действием пружины 5. Внутренняя поверхность обоймы 8 (цилиндрическая в средней части) имеет на концах профильные расточки для шариков 9.

Золотник удерживается в нейтральном положении пружиной 7. Ее верхняя тарелка опирается на бурт золотника, а нижняя — на пробку. Поэтому при перемещении золотника пружина 7 дополнительно сжимается, упираясь тарелкой в крышку 6 или в корпус 15 через обойму 8.

В нейтральном положении золотников их радиальные отверстия А перекрыты верхним пояском корпуса 15, верхние проточки совмещены с каналом Б управления, а вторые снизу проточки — с напорной полостью В. Конусный клапан 13 под

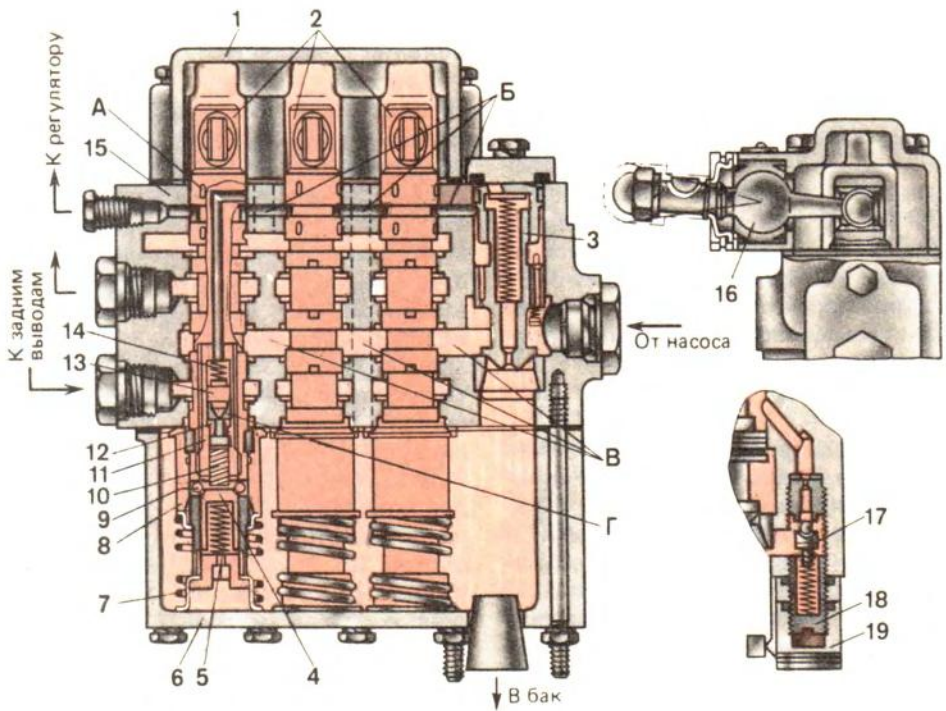


Рис. 163. Распределитель Р80-23Р:

1 — нижняя крышка; 2 — золотники; 3 — перепускной клапан; 4 — фиксатор; 5 — пружина фиксатора; 6 — верхняя крышка; 7 — пружина золотника; 8 — обойма фиксатора; 9 — шарик; 10 — бустер; 11 — гильза; 12 — гнездо клапана; 13 — конусный клапан; 14 — пружина клапана; 15 — корпус; 16 — рычаг; 17 — предохранительный клапан; 18 — регулировочный винт; 19 — колпачок; А — радиальное отверстие в золотнике; Б — канал управления; В — напорная полость; Г — полость под клапаном.

действием пружины 14 и одинакового давления масла сверху и снизу плотно закрывает отверстие в гнезде 12 и не пропускает масло к бустеру 10. Перепускной клапан 3 при включенном регуляторе закрыт, а при выключенном — открыт.

В положении «Подъем» золотник смещен вниз (на рисунке) и удерживается шариками 9, зажатыми между профильным торцом расточки обоймы 8 и конической поверхностью фиксатора 4. Отверстия А совмещены с каналом Б управления, канал опускания через первую снизу проточку золотника — с полостью слива, а канал подъема — с напорной полостью В.

Из полости В через радиальные отверстия в золотнике, кольцевую щель и радиальные отверстия в гильзе 11 масло поступает в обе

полости конусного клапана 13, а из канала Б управления — к предохранительному клапану 17. При открытии клапана 17 масло начнет вытекать из канала Б управления и из-за дросселя гильзы 11 давление над клапаном 13 уменьшится по сравнению с давлением под ним — в полостях В и Г. Вследствие разности давлений пружина 14 сожмется, клапан 13 откроется и пропустит масло из кольцевой щели через большее отверстие в гильзе 11 и отверстие в гнезде 12 к бустеру 10, который как толкатель переместит фиксатор 4 вниз. Освобожденные шарики 9 закатятся в радиальные отверстия, и золотник установится в нейтральное положение.

В положении «Опускание» золотник смещен вверх и тоже удерживается шариками 9. Отверстия А вы-

ходят из корпуса в полость крышки 1, и полость над клапаном 13 сообщена с полостью слива. Поэтому дроссель в гильзе 11 создает достаточный для открытия клапана 13 перепад давления при значительно меньшем давлении в полости В (2 МПа вместо 20).

Регулятор трактора МТЗ-80 собран в литом чугунном корпусе 5 (рис. 164) и закрыт двумя крышками с уплотнительными кольцами. В осевой расточке левой крышки установлен винт 9 подвижной гайки-упора 8 золотника 7, а в расточке правой крышки — винт 3 подвижной гайки-упора 1 гильзы 4. Предварительно сжатая распорная пружина 6 постоянно прижимает золотник 7 через гайку 8, винт 9 и упорный шарикоподшипник к левой крышке, а гильзу 4 через упорную шайбу, кольцо, гайку 1, винт 3 и упорный шарикоподшипник — к правой крышке.

Положение гильзы 4 в корпусе 5 определяется положением рукоятки управления, которая через рычаги, тягу и валик 2 соединена с винтом 3.

Поворот рукоятки вызывает поворот винта 3, осевое перемещение гайки 1 и гильзы 4.

Положение золотника 7 в гильзе 4 определяется поворотом винта 9 через рычаг 10 тяги датчика позиционного или через рычаг 11 тяги датчика силового регулирования. Рычаги 10 и 11 установлены свободно на ступице рычага 13, которая закреплена на хвостовике винта 9. В радиальной прорези ступицы закреплена пальцем поворотный рычаг 13 специального профиля. При повороте направо он соединяет с винтом 9 рычаг 10 тяги датчика позиционного, а при повороте налево — рычаг 11 тяги датчика силового регулирования.

В среднем (нейтральном) положении рычага 13 регулятор выключен.

Поворотом ручки крана 14 регулируют скорость коррекции.

Обратный 15 и запорный 16 клапаны предотвращают утечку масла из штоковой полости гидроцилиндра через выключенный регулятор.

Гидроцилиндры, применяе-

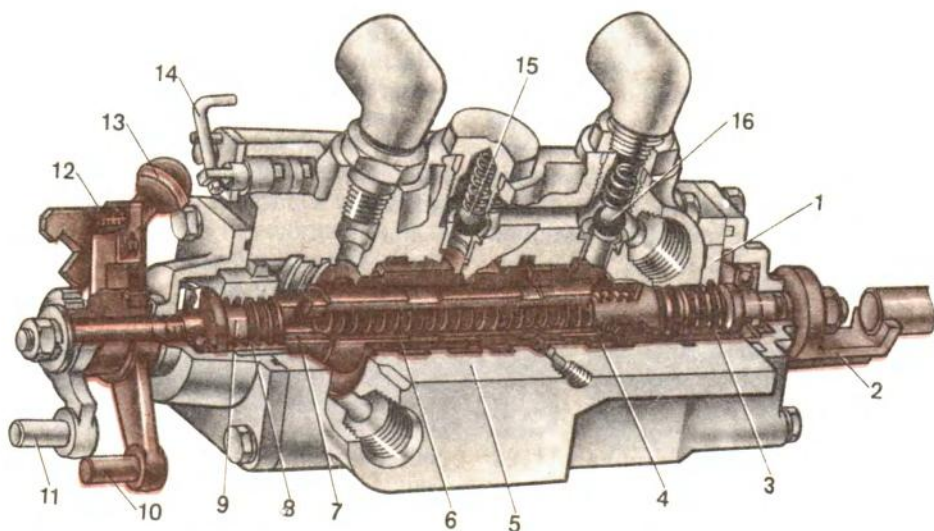


Рис. 164. Регулятор:

1 — гайка-упор гильзы; 2 — валик; 3 и 9 — винты; 4 — гильза; 5 — корпус; 6 — пружина; 7 — золотник; 8 — гайка-упор золотника; 10 — рычаг тяги датчика позиционного регулирования; 11 — рычаг тяги датчика силового регулирования; 12 — фиксатор; 13 — поворотный рычаг; 14 — регулирующий кран; 15 — обратный клапан; 16 — запорный клапан.

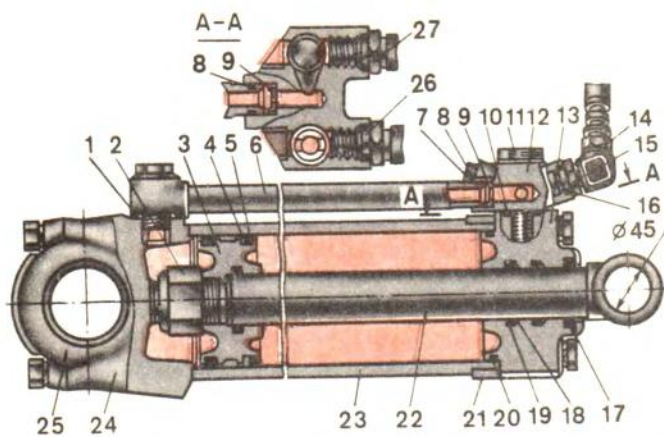


Рис. 165. Гидроцилиндр Ц125:

1, 8, 10 и 20.—уплотнительные кольца; 2—гайка штока; 3—поршень; 4—защитное кольцо; 5—уплотнительная манжета; 6—маслопровод; 7—заглушка; 9—замедлительный клапан; 11—болт; 12—кронштейн; 13—передняя крышка; 14—штуцер; 15—гайка шту-

цера; 16—уплотнение штуцера; 17—грязеъемная манжета; 18—защитная шайба; 19—уплотнение штока; 21—фланец; 22—шток; 23—корпус; 24—задняя крышка; 25—бугель; 26 и 27—штуцера над- и подпоршневой полостей цилиндра.

мые в гидро приводах механизмов поворота и навески тракторов, поршневые, двустороннего действия. Они конструктивно подобны, но не взаимозаменяемы. Единый типоразмерный ряд гидроцилиндров, выпускаемых для гидроприводов тракторов, состоит из шести марок: Ц55, Ц75, Ц80, Ц100, Ц125 и Ц140. В этот ряд не входят гидроцилиндры Ц36 и Ц110, применяемые соответственно на самоходном шасси Т-16М и тракторе ДТ-75МВ. Буква Ц в марке означает цилиндр, а число—его внутренний диаметр (мм). Согласно ГОСТ 8755—80 в обозначении цилиндра, например Ц80-200-4, указывают диаметр (80) и ход (200) поршня (мм), а также рабочее давление: 2—14, 3—16, 4—20 МПа.

Для привода механизма навески большинства тракторов применяют один гидроцилиндр типа Ц (Ц75 на тракторе Т-25А; Ц90—Т-40АМ, Ц100—МТЗ-80, Ц125—Т-150 и ДТ-175С), а на тракторах К-701 и Т-130М—два гидроцилиндра Ц125, включая их параллельно одним золотником через тройники.

Гидроцилиндр Ц125 привода механизма навески тракторов Т-150 и Т-150К шарнирно соединен бугелем 25 (рис. 165) с осью, закрепленной в задних кронштейнах рамы, а го-

ловкой штока 22—с поворотным рычагом механизма навески.

Цилиндр состоит из трубчатого корпуса 23, передней 13 и задней 24 крышек, поршня 3, закрепленного на штоке 22 гайкой 2, маслопровода 6 с деталями его крепления, замедлительного клапана 9 и уплотнений. Задняя крышка 24 и фланец 21 приварены к корпусу, а передняя крышка 13 прикреплена к фланцу 21 болтами.

Штуцера 26 и 27 для присоединения шлангов ввернуты в кронштейн 12 маслопровода 6, прикрепленный двумя болтами к передней крышке. Передний конец маслопровода 6 вставлен в расточку кронштейна 12, а наконечником и специальным (полым) болтом соединен с полостью задней крышки 24.

Замедлительный клапан 9 установлен с осевым зазором между торцом маслопровода, имеющим внутреннюю фаску, и уступом расточки кронштейна 12. Он представляет собой штампованную стальную звездочку с центральным калиброванным отверстием и наружными зубцами, отогнутыми в сторону фаски маслопровода 6.

При подъеме масло поступает в бесштоковую полость через штуцер 27, прижимает клапан 9 отогнутыми

зубцами к торцу маслопровода, проходит через калиброванное отверстие и обтекает клапан. Поэтому гидравлическое сопротивление последнего мало.

При опускании масло вытесняется поршнем, прижимает клапан 9 плоской стороной к уступу расточки и проходит только через калиброванное отверстие. Так как гидравлическое сопротивление клапана велико, машина опускается плавно, без удара о почву.

Гидролинии раздельно-агрегатных гидросистем имеют большую протяженность и включают в себя каналы и полости в гидроагрегатах, трубопроводы, шланги, соединительные и разрывные муфты с запорными клапанами, уплотнения. По назначению гидролинии делят на всасывающие, напорные (нагнетательные), сливные, дренажные и линии управления.

Металлические трубопроводы напорных гидролиний изготовляют из стальных бесшовных труб, рассчитанных на давление до 32 МПа. Их наконечники представляют собой ниппель, приваренный к трубе, и гайку, надежную на него, или приваренную втулку под специальный (полый) болт с металлическими уплотнительными прокладками.

Шланги высокого давления имеют многослойную конструкцию. Их камера из маслостойкой резины за-

ключена в два слоя хлопчатобумажной или капроновой оплетки, между которыми расположена металлическая оплетка. Снаружи камера закрыта резиновым слоем и бандажом из прорезиненной ткани. Ниппель с накидной гайкой вставлен удлиненным хвостовиком в камеру и соединен с концом шланга опрессовкой наружной стальной муфты (втулки).

Соединительные и разрывные муфты применяют для подключения выносных гидроцилиндров. Соединительная муфта состоит из двух полумуфт 4 (рис. 166, а), вставляемых одна в другую и стягиваемых накидной гайкой 5. При заворачивании гайки шарики 3 прижимаются один к другому, отходят от седел полумуфт 4 и дополнительно сжимают пружины 6. В результате образуются кольцевые щели для прохода рабочей жидкости.

Быстросоединяемые муфты применяют на тракторе МТЗ-100. Их наружные полумуфты 2 (рис. 166, б) с фиксирующими шариками 6 установлены на выводах гидросистемы, а внутренние полумуфты 7 с фиксаторами 5 входят в ЗИП трактора.

Полумуфту 7, соединенную со шлангом, одной рукой вставляют в полумуфту 2 до касания с шариками 6, а другой рукой перемещают фиксатор 5 в сторону полумуфты 2 до тех пор, пока шарики 6 не войдут

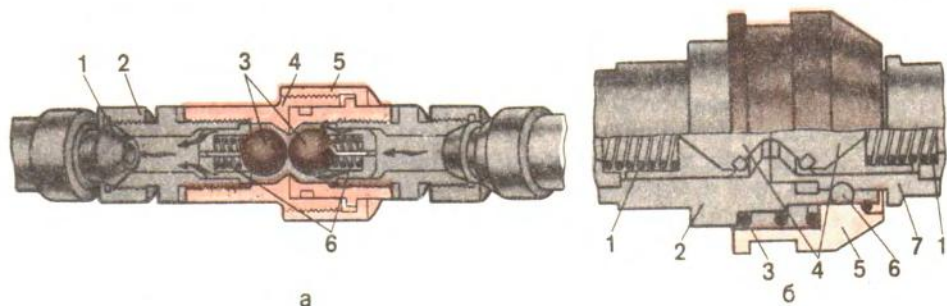


Рис. 166. Соединительные муфты:

а — с накидной гайкой: 1 — штуцер шланга; 2 и 5 — накидные гайки; 3 — шарики запорных клапанов; 4 — полумуфты; 6 — пружины; б — быстросоединяемые трактора МТЗ-100: 1 и 3 — пружины; 2 — наружная полумуфта; 4 — запорные клапаны; 5 — фиксатор; 6 — шарик; 7 — внутренняя полумуфта.

в проточку фиксатора. Удерживая фиксатор 5 и преодолевая сопротивление пружин 1, вставляют полумуфту 7 до упора в полумуфту 2 и отпускают фиксатор 5. Под действием пружины 3 он смещается вправо и выталкивает шарики 6 в канавку внутренней полумуфты 7, а они надежно соединяют обе полумуфты.

Если через такие муфты подключить гидроцилиндр прицепной машины, то при ее случайном отсоединении от трактора произойдут разрыв шлангов и утечка большей части масла из гидросистемы.

Разрывные муфты предназначены для автоматического разъединения и запираения гидролиний при возникновении в них растягивающих усилий.

Чтобы быстросоединяемую муфту сделать разрывной, ей обеспечивают небольшое осевое перемещение, а фиксатор 5 вставляют наружной проточкой в вилку неподвижного кронштейна. При перемещении соединенной муфты относительно неподвижного кронштейна вправо полумуфта 2 сжимает пружину 3, шарики 6 выкатываются в проточку фиксатора 5, а пружины 1 выталкивают полумуфту 7 из полумуфты 2 и закрывают конические запорные клапаны 4.

**Система автоматического регулирования глубины обработки почвы (САРГ)** применена на тракторе МТЗ-100 и его модификациях. Она предназначена прежде всего для комбинированного позиционно-силового способа регулирования при любом соотношении составляющих способов — силового и позиционного. Кроме того, САРГ обеспечивает режим ГСВ, работу по высотному, силовому, позиционному, высотно-силовому и высотно-позиционному способам, а следовательно, является универсальной системой управления механизмом навески трактора.

Эта система имеет датчики 1 (рис. 167) позиционного и 3 силового регулирования, а также датчик дав-

ления масла в штоковой (подъемной) полости основного гидроцилиндра 34. Датчики 1 позиционного и 3 силового регулирования управляют золотником 31 регулятора не только раздельно, как на тракторе МТЗ-80, но и одновременно. Для этого на крышке корпуса заднего моста трактора установлен механический сумматор сигналов. Он состоит из шлицевого валика 5, суммирующего рычага 6, коромысла 7 и свободно сидящих на подшипниках рычагов 4 и 8, соединенных соответственно с датчиками 3 и 1. Суммирующий рычаг 6, приводимый в движение коромыслом 7, поворачивает шлицевой валик 5, соединенный через переключатель 12 (в положении Р) с винтом 11 привода золотника 31. Положение суммирующего рычага 6 на валике 5 и коромысле 7 изменяют рукояткой 2 из кабины через рычажно-тросовый привод.

При крайнем правом положении рукоятки 2 суммирующий рычаг 6 прижимается к рычагу 4 датчика 3 и поворачивается только этим рычагом. Данное положение соответствует силовому способу регулирования.

При крайнем левом положении рукоятки 2 суммирующий рычаг 6 прижимается к рычагу 8 датчика 1 и поворачивается только им. Это соответствует позиционному способу регулирования.

В любом промежуточном положении рукоятки 2 поворот суммирующего рычага 6, валика 5 и винта 11 одновременно зависит от длин правого и левого плеч коромысла 7, направления и угла их поворота рычагами 4 и 8. Такие формирования и передача к золотнику суммарного сигнала соответствуют комбинированному позиционно-силовому способу регулирования положения механизма задней навески трактора за счет изменения регулятором давления масла в штоковой полости гидроцилиндра 34.

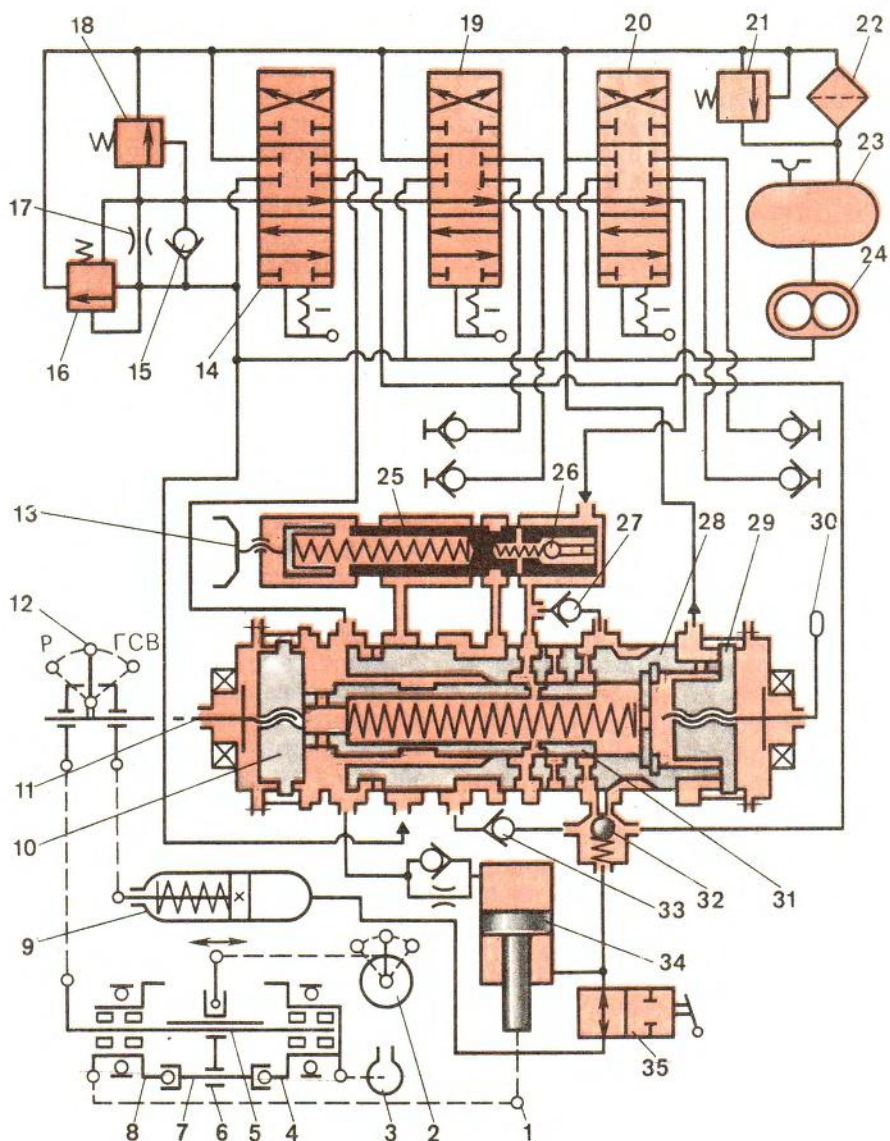


Рис. 167. Схема САРГ трактора МТЗ-100:

1 — датчик позиционного регулирования; 2 — рукоятка управления сумматором сигналов; 3 — датчик силового регулирования; 4, 6 и 8 — рычаги сумматора сигналов; 5 — шлицевой вал; 7 — коромысло; 9 — гидроаккумулятор с датчиком давления; 10 — гайка-упор золотника; 11 — винт привода золотника; 12 — переключатель; 13 — маховичок регулирования скорости коррекции; 14 — золотник управления основным гидроцилиндром; 15, 26, 27 и 33 — обратные клапаны; 16 — перепускной клапан; 17 — дроссель (калиброванное отверстие); 18 и 21 — предохранительные клапаны; 19 — золотник управления левым выносным гидроцилиндром; 20 — золотник управления правым выносным гидроцилиндром; 22 — фильтр; 23 — бак; 24 — насос; 25 — золотник клапана приоритета; 28 — гильза; 29 — гайка-упор гильзы; 30 — рукоятка управления регулятором; 31 — золотник регулятора; 32 — запорный клапан; 34 — основной гидроцилиндр; 35 — кран.

Регулятор САРГ отличается от рассмотренного ранее регулятора, применяемого на тракторах МТЗ-80, ЮМЗ-6Л и Т-30, наличием клапана приоритета с обратным клапаном 26 в золотнике 25 и маховичка 13 (вместо поворотного крана), а также конструкцией гильзы 28, золотника 31, деталей их привода и корпуса.

Позиционно-силовой способ регулирования обеспечивается при нейтральном положении золотников 14, 19 и 20 распределителя, левом положении переключателя 12, открытом кране 35, промежуточном положении рукояток 2 и 30.

Управляющий (основной) поток масла от насоса 24 через стержневой (обратный) клапан 15 и дроссель 17 в плунжере перепускного клапана 16, канал управления распределителя и трубопровод малого сечения подводится в правую полость клапана приоритета. Из этой полости через обратный 27 и запорный 32 клапаны масло поступает в гидроаккумулятор 9 и штоковую полость гидроцилиндра 34 и частично или полностью сливается через радиальные отверстия в золотнике 31.

Под давлением масла в правой полости золотник 25 клапана приоритета смещается влево, дополнительно сжимая пружину. При этом левая полость канавкой золотника сообщается с центральной.

Дополнительный поток масла от насоса 24, минуя распределитель, поступает в левую полость клапана приоритета, а из нее через канавку золотника 25, центральную полость и обратный клапан 33 — в гидроаккумулятор 9 и штоковую полость гидроцилиндра 34. Часть масла сливается через приоткрытые золотником 31 правые отверстия в гильзе 28.

При увеличении удельного сопротивления почвы и неизменном положении рукояток 2 и 30 датчик 3 силового регулирования формирует такой же сигнал коррекции на подъем, как и на тракторе МТЗ-80.

Однако при этом угол поворота шлицевого валика 5 коромыслом 7 тем меньше, чем больше влево от рычага 4 смещен суммирующий рычаг 6. В результате коррекция на подъем оказывается частичной при возрастающем тяговом сопротивлении, но при уменьшенном выглублении рабочих органов машины. Скорость коррекции регулируют маховичком 13.

Среднюю глубину обработки почвы задают рукояткой 30. При ее повороте вперед гильза 28 перемещается вправо, гидравлическое сопротивление сливу масла и его подпор уменьшаются и рабочие органы заглубляются.

Силовой или позиционный способ регулирования выбирают, поворачивая рукоятку 2 соответственно вправо или влево.

Включение любого золотника распределителя вызывает выключение регулятора клапаном приоритета. Предпочтение (приоритет) распределителя регулятору обусловлено необходимостью управления выносными гидроцилиндрами, что обеспечивается перекрытием канала управления золотниками 14, 19 или 20. При этом управляющий поток масла в регулятор не поступает, золотник 25 под действием пружины смещается вправо и выключает дополнительный поток. Масло из гидроаккумулятора 9 и штоковой полости гидроцилиндра 34 начинает сливаться, а рабочие органы машины — заглубляться. Золотник 31 под действием датчиков 1 и 3 смещается вправо, радиальные сливные отверстия золотника и гильзы 28 закрываются. Заглубление прекращается.

После установки золотников распределителя в нейтральное положение работа регулятора возобновляется без изменения его настройки.

Режим ГСВ обеспечивается при нейтральном положении золотников 14, 19 и 20 распределителя, правом положении переключателя 12, открытом кране 35 и положении рукоятки 30 в зоне регулирования.

В начале гона рукоятку **30** поворачивают вперед, минуя регулируемый упор. При этом гильза **28** под действием пружины перемещается вправо, обеспечивая слив масла из гидроаккумулятора **9** и штоковой полости гидроцилиндра **34** через правый и средний ряды радиальных отверстий. Управляющий поток масла из правой полости клапана приоритета через обратный клапан **27** тоже сливается через отверстия гильзы, а дополнительный поток — через левый ее торец. Такое положение регулятора аналогично «плавающему» положению золотника распределителя.

После заглубления рабочих органов рукоятку **30** поворачивают назад в такое положение, ограниченное упором, при котором опорные колеса навесной машины катятся без отрыва от почвы. При этом золотник **31**, управляемый гидроаккумулятором **9** как датчиком, поддерживает давление в штоковой полости гидроцилиндра **34** постоянным. Такой режим работы регулятора по результату действия аналогичен включению ГСВ трактора МТЗ-80.

В конце гона рукоятку **30** поворачивают в крайнее заднее положение («Подъем»), удерживают его и после подъема машины отпускают. Рукоятка устанавливается в нейтральное положение, при котором гильза **28** смещается влево, а толкатель клапана **32** входит в ее правую канавку. Запорный **32** и обратный **33** клапаны закрываются, отключая гидроаккумулятор **9** и штоковую полость гидроцилиндра **34** от регулятора.

**Основные возможные неисправности и техническое обслуживание.** Неисправности гидроприводов механизмов навески тракторов проявляются прежде всего в замедлении и отсутствии подъема и самопроизвольном опускании навешенной машины.

При включенном насосе, нормальных уровне, температуре и вязкости масла в баке эти неисправности обычно обусловлены уменьшением

подачи и давления масла из-за чрезмерных его утечек в насосе, распределителе, регуляторе и гидроцилиндре. Одна из причин утечек масла из напорной гидролинии в сливную — его загрязнение. Оно вызывает ускоренное изнашивание уплотнений и прецизионных пар всех гидроагрегатов, разуплотнение обратных и зависание перепускных клапанов, а также забивание сливного фильтра, перегрев и вспенивание масла. Большинство этих неисправностей устраняют при ремонте гидроагрегатов в специализированной мастерской, а сливной фильтр промывают при техническом обслуживании трактора.

Наибольшее загрязнение масла в гидроприводе наблюдается после его ремонта, включая замену гидроагрегатов и арматуры новыми или отремонтированными, а также при работе трактора в пыльных условиях или с разбрасывателями минеральных удобрений.

При работе гидропривода уровень масла в баке непрерывно изменяется. Это вызывает всасывание пыльного атмосферного воздуха через сапун в бак и обратное выталкивание его с большой скоростью. Объем всасываемого воздуха растет с увеличением хода штока гидроцилиндра и даже при пахоте составляет  $2,4 \text{ м}^3$  в смену, а его пылесодержание —  $3,4 \text{ г/м}^3$ . При работе же трактора МТЗ-80 с машинами, имеющими гидроцилиндры одностороннего действия с большим ходом штока, объем разового (за один ход поршня) отбора масла из бака и всасываемого воздуха достигают  $0,011 \text{ м}^3$ . Поэтому исправность сапуна как воздушного фильтра имеет особо важное значение.

Шток **22** (см. рис. 165), работающий при подъеме на сжатие, также является источником загрязнения масла в гидроприводе, особенно при загрязненном или неправильно установленном (наоборот) замедлителем клапане **9**. Такой клапан вызы-

вает увеличение скорости опускания, а быстро движущийся поршень 3 — большое разрежение в штоковой полости гидроцилиндра, подсос запыленного воздуха в уплотнение верхней крышки, интенсивное его изнашивание и загрязнение масла.

Следовательно, штоки гидроцилиндров (в тракторе К-701 их четыре) целесообразно защищать брезентовыми или резиновыми гофрированными чехлами и систематически контролировать исправность сапуна. Необходимо также тщательно очищать полумуфты выводов гидросистемы и наконечники шлангов при подключении выносных гидроцилиндров, пробку маслосливной горловины и масломерную линейку и заливать в бак только чистое масло через пистолет с помощью заправочных средств.

Следует поддерживать нормальный уровень масла в баке, особенно при работе трактора с машинами, имеющими гидроцилиндры одностороннего действия (стогометатели, самосвальные прицепы). При опущенной раме таких машин уровень масла в баке должен быть не ниже метки П. Доливка же масла при поднятой машине может вызвать переполнение бака и его разрыв при опускании машины.

При недостаточном уровне возникает подсос воздуха, кавитация во всасывающей полости насоса и вспенивание масла.

## **§ 6. ГИДРОПОДЪЕМНИКИ КУЗОВОВ АВТОМОБИЛЕЙ- САМОСВАЛОВ**

Гидроподъемник кузова автомобиля-самосвала или самосвального прицепа предназначен для поворота кузова на одну из трех его сторон на угол до  $60^\circ$  с предварительным подъемом или без него.

Кузов большинства автомобиль-самосвалов опрокидывается (поворачивается) только назад без пред-

варительного подъема, а у автомобиля САЗ-3502 — с предварительным подъемом. Кузов автомобиль-самосвалов сельскохозяйственного назначения (ГАЗ-САЗ-53Б,

ЗИЛ-ММЗ-554М, КамАЗ-55102) опрокидывается без предварительного подъема на любую из трех сторон: направо, налево или назад.

Самосвальные кузова тракторных прицепов опрокидываются на любую из трех сторон или только направо или налево с помощью телескопического гидроцилиндра, подключаемого к выводам гидропривода механизма навески трактора.

**Гидроподъемник кузова автомобиля ГАЗ-САЗ-53Б** включает в себя телескопический гидроцилиндр 1 (рис. 168) одностороннего действия, шарнирно соединенный с рамой и надрамником кузова 2, гидронасос 7 с выключаемым приводом от коробки передач через коробку отбора мощности, кран управления с обратным 6, сливным 4 и предохранительным 5 клапанами, бак 11 с фильтром 13 и предохранительным клапаном 12, арматуру.

Рычаг 3 управления фиксируется в трех положениях: переднем (по схеме правом), среднем и заднем. При повороте рычага управления в заднее положение зубчатое колесо 9, находящееся в постоянном зацеплении с промежуточным зубчатым колесом 8, перемещается вместе с осью и входит в зацепление с зубчатым колесом 10 промежуточного вала коробки передач. Шлицевой вал насоса 7, постоянно соединенный со шлицевой ступицей зубчатого колеса (вала) 8, начинает вращаться.

Насос 7 всасывает масло из бака 11 и подает его через обратный клапан 6 в гидроцилиндр 1, поскольку сливной клапан 4 закрыт.

Телескопический гидроцилиндр состоит из корпуса 9 (рис. 169), внутри которого концентрично расположены четыре выдвижных звена — плунжеры 10, 11, 12 и 13. Корпус и плунжеры изготовлены из стали 45,

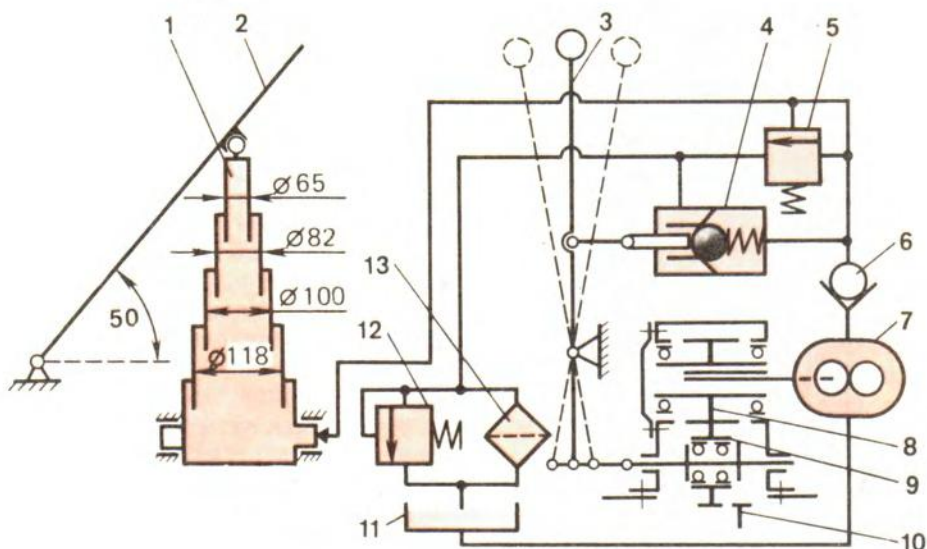


Рис. 168. Схема гидроподъемника кузова автомобиля ГАЗ-САЗ-53Б:

1 — телескопический гидроцилиндр; 2 — кузов; 3 — рычаг управления; 4 — сливной клапан; 5 — предохранительный клапан; 6 — обратный клапан; 7 — насос НШ-32; 8 — промежуточное зубчатое колесо; 9 — подвижное зубчатое колесо; 10 — зубчатое колесо промежуточного вала коробки передач; 11 — бак; 12 — предохранительный клапан; 13 — фильтр.

их рабочие поверхности закалены с помощью ТВЧ до твердости не менее HRC 50, хромированы и отпущены.

На корпус надета и приварена цапфа для шарнирного соединения гидроцилиндра с нижней опорой. Верхняя шаровая опора приварена к четвертому (центральному) плунжеру 13, закрытому снизу заглушкой. На нижней части корпуса 9 нарезана резьба, на которую навернуто днище 18 с уплотнительным кольцом 14 и пробкой 19 для слива отстоя.

На наружной поверхности нижней части плунжеров выполнены бурты, а на внутренних поверхностях корпуса 9, первого 10, второго 11 и третьего 12 плунжеров — две ступени, одна канавка в нижней части для стопорных колец 15, 16, 17 и по две канавки в верхней части для грязесъемников 1, 2, 3, 4 и уплотнительных колец 5, 6, 7 и 8. Стопорные кольца 15, 16, 17 через бурты препятствуют перемещению плунжеров вниз, а бурты и ступени

надежно ограничивают их выдвижение. Масло в полость днища 18 подводится через канал в цапфе и канавки в бурте первого плунжера.

Под давлением масла плунжеры гидроцилиндра 1 (см. рис. 168), начиная с первого (диаметром 118 мм) и кончая четвертым (диаметром 65 мм), выдвигаются на 762 мм, вызывая поворот кузова назад на 50°, направо или налево — на 48°. Давление в конце хода ограничивает предохранительный клапан 5, перепускающий из напорной гидролинии насоса 7 в сливную гидролинию и бак 11 поток масла до 40 л/мин под давлением 7,5...8 МПа.

Чтобы остановить кузов в любом промежуточном положении, необходимо перевести рычаг 3 в среднее положение. Опускают кузов поворотом рычага 3 вперед.

Гидроподъемник кузова автомобиля САЗ-3502 имеет четыре гидроцилиндра, управляемые трехзолотниковым распределителем Р75-ВЗА, установленным на левой

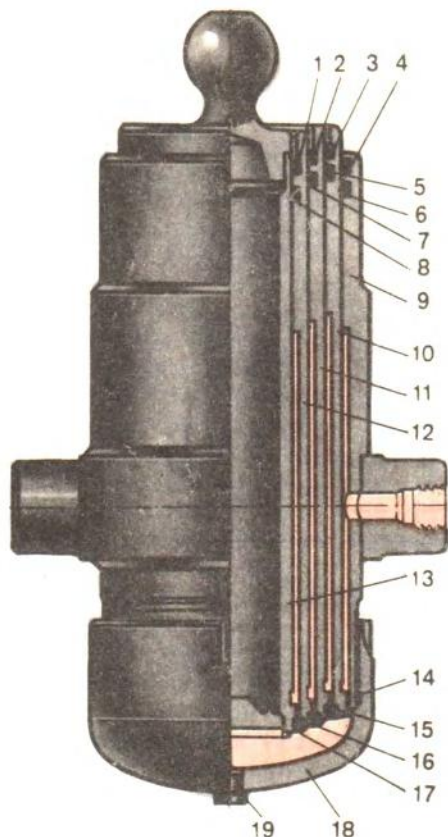


Рис. 169. Телескопический гидроцилиндр автомобиля ГАЗ-САЗ-53Б:

1, 2, 3 и 4 — грязесъемники; 5, 6, 7, 8 и 14 — уплотнительные кольца; 9 — корпус; 10, 11, 12 и 13 — плунжеры; 15, 16 и 17 — стопорные кольца; 18 — днище; 19 — сливная пробка.

продольной балке нижнего надрамника за кабиной. Два поршневых гидроцилиндра двустороннего действия соединены между собой параллельно, управляются одним золотником и предназначены для привода специальных опор, повышающих продольную устойчивость автомобиля при разгрузке с предварительным подъемом кузова. Для обеспечения безопасности данные гидроцилиндры включают первыми. С этой же целью распределитель вынесен из кабины.

Предварительный подъем кузова на высоту до 2,4 м (по полу) и смещение его назад до 0,99 м обеспечивает

один телескопический гидроцилиндр, а последующий поворот кузова назад на угол до  $50^\circ$  — другой. Оба гидроцилиндра одинаковы: одностороннего действия, четырехступенчатые с общим ходом 792 мм. Управляют ими поочередно двумя золотниками распределителя.

Установка золотников в положение «Подъем» вызывает поочередное выдвижение плунжеров, в «Нейтральное» — остановку, а «Опускание» и «Плавающее» — возврат в исходное положение под действием силы тяжести кузова. Защиту гидропривода от перегрузки обеспечивают предохранительный клапан распределителя и механизмы автоматического возврата золотников в положение «Нейтральное».

Насос и его привод такие же, как и у автомобиля ГАЗ-САЗ-53Б.

Гидроподъемник кузова автомобиля ЗИЛ-ММЗ-554М имеет пятиступенчатый телескопический гидроцилиндр 1 (рис. 170) одностороннего действия с общим ходом 1055 мм, двухзолотниковый распределитель Р75-22, кран 2, насос 10 с выключаемым приводом от коробки передач через коробку отбора мощности, бак 17 с фильтром 16 и клапаном 15, арматуру.

Гидроцилиндр 1 цапфами корпуса и сферической опорой пятого плунжера установлен в рамку, шарнирно закрепленную в надрамнике. Общий ход гидроцилиндра обеспечивает опрокидывание кузова назад на угол  $50^\circ$  и оказывается излишним при опрокидывании в стороны на такой же угол. Ограничение хода обеспечивает кран 2 с приводом от коромысла 3, закрепленного на цапфе рамки. При опрокидывании в стороны коромысло 3 одним из регулируемых толкателей нажимает через шток на шарик соответствующего сливного клапана и отводит его от седла, а открытый клапан обеспечивает слив потока до 40 л/мин под давлением 10 МПа.

Распределитель Р75-22 установ-

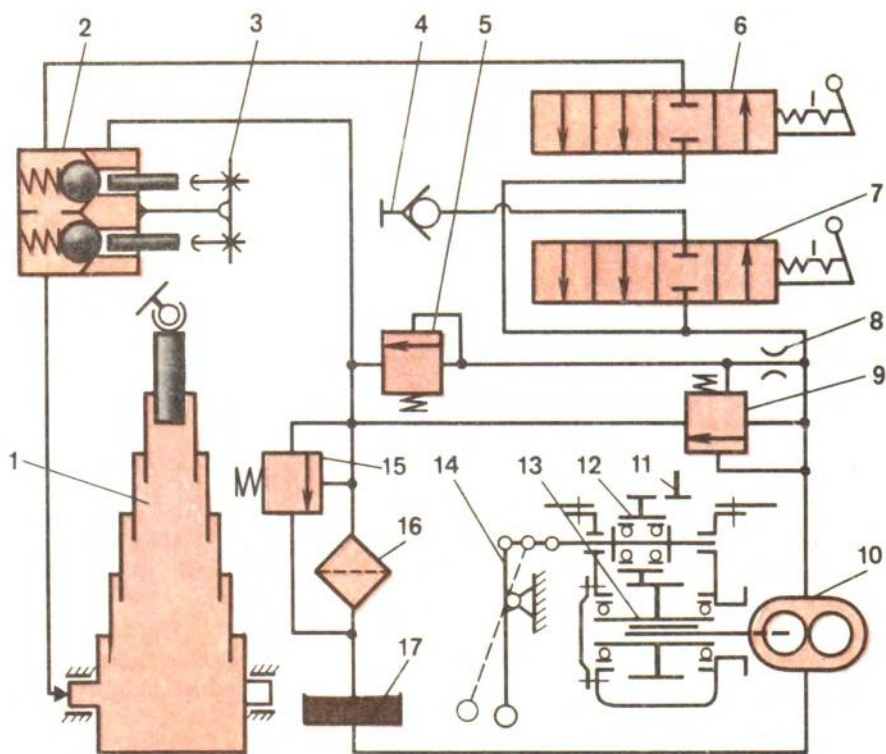


Рис. 170. Схема гидроподъемника кузова автомобиля ЗИЛ-ММЗ-554М:

1 — телескопический гидроцилиндр; 2 — кран ограничения бокового наклона кузова; 3 — коромысло; 4 — полумуфта; 5 — предохранительный клапан распределителя; 6 и 7 — золотники управления гидроподъемниками соответственно автомобиля и прицепа; 8 — калиброванное отверстие; 9 — перепускной клапан распределителя; 10 — насос НШ-32; 11, 12 и 13 — зубчатые колеса; 14 — рычаг управления коробкой отбора мощностей; 15 — предохранительный клапан фильтра; 16 — фильтр; 17 — бак.

лен под полом, а рычаги управления его золотниками 6 и 7 выведены в кабину. Золотник 7 и вывод от него с полумуфтой 4 предназначены для управления четырехступенчатым гидроцилиндром прицепа ГКБ-819, буксируемого автомобилем. Устройство и работа распределителей типа Р75 рассмотрены в § 4. В данном гидроприводе он включен по наипростейшей схеме, обусловленной односторонним действием гидроцилиндров.

**Неисправности и техническое обслуживание** гидроподъемников кузова автомобилей-самосвалов и гидроприводов механизма навески тракторов аналогичны.

**Контрольные вопросы.** 1. Для чего предназначены и как работают привод муфты сцепления автомобиля КамАЗ, гидропривод коробки передач тракторов Т-150 и К-701, гидротрансформатор трактора ДТ-175С? 2. Как работает гидроусилитель рулевого механизма тракторов МТЗ-80 и МТЗ-100, автомобиля КамАЗ? 3. Для чего предназначен и как работает гидровакуумный усилитель тормозного привода автомобиля ГАЗ-66? 4. Как работает гидропривод механизма навески тракторов ДТ-75МВ, Т-150К и К-701 при различных положениях золотника распределителя? 5. Как обеспечивает гидропривод механизма навески тракторов МТЗ-80 и МТЗ-100 регулирование глубины обработки почвы по высотному, силовому, позиционному и комбинированному способам? 6. Как работает гидроподъемник кузова автомобилей ГАЗ-САЗ-53Б и ЗИЛ-ММЗ-554М? 7. Как обеспечить долговечную работу автотракторных гидроприводов?

## § 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Автотракторное электрооборудование предназначено для получения и использования электрической энергии на тракторах и автомобилях с целью повышения их безопасности, надежности, автоматизации рабочих процессов и улучшения условий труда водителя. Оно включает в себя источники электрической энергии (аккумуляторную батарею и генераторную установку), системы зажигания, электрического пуска, освещения и сигнализации, контрольно-измерительные приборы и вспомогательные элементы.

Аккумуляторную батарею и генераторную установку включают в электрическую сеть параллельно. Вместо второго провода сети используют металлический корпус — «массу» машины. С ней соединяют большинство потребителей и отрицательный полюс источников тока.

## § 2. АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ

**Общие сведения.** Аккумуляторная батарея преобразует постоянный электрический ток, подводимый от внешнего источника, в энергию активной массы разнополюсных электродов и электролита, а их энергию — в постоянный электрический ток потребителей.

По назначению аккумуляторные батареи делят на стартерные, стационарные, авиационные, тяговые и др.

По виду электролита и электродов аккумуляторные батареи бывают

свинцово-кислотные и щелочные: железоникелевые, кадмиево-никелевые, серебряно-цинковые.

Основной потребитель тока, определяющий тип аккумуляторной батареи на тракторах и автомобилях, — стартер.

Требуемые свойства стартерной аккумуляторной батареи: приспособленность к разрядке током силой до 1000 А и более, высокая надежность в условиях реальной эксплуатации машин, малые габариты, масса и стоимость. Такими свойствами пока обладают только свинцово-кислотные батареи — старейшие химические источники тока (первая батарея создана Плате в 1860 г.).

Стартерная свинцово-кислотная аккумуляторная батарея состоит из трех или шести аккумуляторов, расположенных в изолированных отсеках бака 5 (рис. 171) и соединенных последовательно. Блок 6 аккумулятора включает в себя два полублока 7 положительных (коричневого цвета) и 14 отрицательных (серого цвета) пластин, комплект сепараторов 9. Положительных пластин обычно на одну меньше, чем отрицательных.

Положительные и отрицательные пластины представляют собой решетки 11, заполненные пастой. Решетки отливают из свинцово-сурьмянистого сплава, содержащего 94...96 % свинца, 4...6 % сурьмы и 0,2 % мышьяка. Для приготовления паст применяют свинцовый порошок, серную кислоту, промышленную воду и добавки: ингибиторы ( $\alpha$ -ОНК, борная кислота) и расширители (серноокислый барий, сажа, дубитель

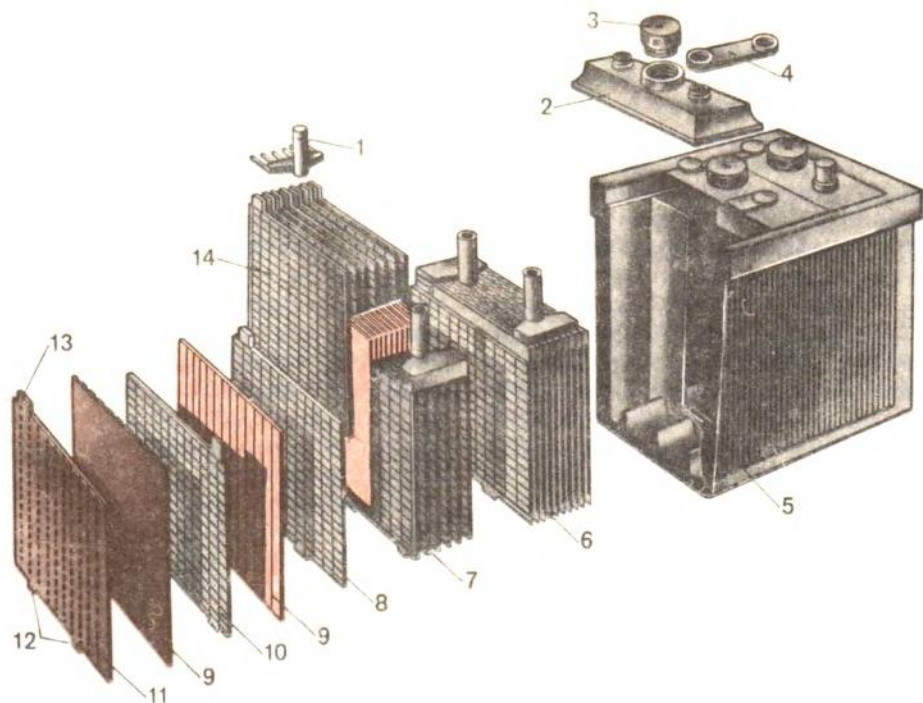


Рис. 171. Схема устройства стартерной свинцово-кислотной аккумуляторной батареи:

1 — баретка; 2 — крышка; 3 — пробка заливной горловины; 4 — межэлементное соединение; 5 — бак; 6 — блок аккумулятора; 7 и 14 — полублоки однополюсных пластин; 8 — отрицательная пластина; 9 — сепараторы; 10 — положительная пластина; 11 — решетка; 12 — ножки; 13 — ушко.

БНФ) — в пасту отрицательных пластин для уменьшения их саморазряда и усадки активной массы; укрепители (полипропилен, перхлорвинил, фторопласт) — в пасту положительных пластин для уменьшения оплывания активной массы. После нанесения пасты на решетки пластины прессуют, сушат, заряжают и еще раз сушат.

При сборке аккумуляторных батарей однополюсные пластины припаивают ушками 13 к мостику баретки 1, разнополюсные полублоки вставляют один в другой и разделяют сепараторами. Одинарные сепараторы из мипласта (желтого цвета) или мипора (светло-коричневого цвета) устанавливают ребристой стороной к положительным пластинам, а комбинированные сепараторы (со стекловолоком) — к отрицательным пластинам.

Собранные блоки 6 вставляют в

отсеки бака 5, закрывают перфорированными щитками и крышками 2 с герметичными пробками 3, уплотняют борны (штыри) бареток 1, припаивают к ним межэлементные соединения 4 и полюсные выводы, заливают крышки 2 мастикой и проверяют аккумуляторы на герметичность.

Срок хранения герметичных сухозаряженных батарей без электролита не должен превышать трех лет. Сухозаряженными называют аккумуляторные батареи, при изготовлении которых большая часть пасты состоит из двуоксида свинца на положительных и губчатого свинца на отрицательных пластинах. Стартерные батареи выпускают в основном сухозаряженными.

Ввод в действие новой сухозаряженной батареи включает следующие операции.

*Приготовление электролита. Важ-*

нейшие требования к выполнению этой операции: обеспечение чистоты применяемых материалов и посуды, соблюдение правил техники безопасности.

Растворение серной кислоты в дистиллированной воде сопровождается выделением большого количества теплоты. Поэтому электролит готовят в специальной посуде (фарфоровой, эбонитовой, пластмассовой), выдерживающей быстрый нагрев. Чтобы исключить закипание воды на поверхности кислоты и их разбрызгивание, *кислоту вливают тонкой струйкой в воду* (но не наоборот!), осторожно перемешивая электролит стеклянной палочкой.

После остывания электролита его плотность должна быть примерно на  $0,02 \text{ г/см}^3$  меньше плотности, при которой планируется эксплуатировать аккумуляторную батарею. В зависимости от климатических условий зоны и места установки батареи на машине рекомендуемая плотность электролита должна быть  $1,25 \dots 1,31 \text{ г/см}^3$ .

*Разгерметизация* аккумуляторов необходима для их вентиляции при работе и заключается в удалении уплотнительных элементов. В противном случае возможен взрыв выделяющегося гремучего газа (смеси 2 объемов водорода и 1 объема кислорода).

*Заливают электролит* кружкой через воронку. Уровень его должен быть на  $10 \dots 15$  мм выше щитка.

*Выдержка* в течение трех часов необходима для заполнения электролитом пор сепараторов и активной массы, а также для контроля степени заряженности отрицательных пластин. Если после трех часов выдержки плотность уменьшилась не более чем на  $0,02 \text{ г/см}^3$ , отрицательные пластины заряжены нормально. Однако и в этом случае батарею не следует устанавливать на машину без проведения первой зарядки и «тренировочных» циклов разрядка — зарядка.

*Первую зарядку* выполняют для компенсации саморазряда батареи при ее сборке и хранении без электролита. Сила тока первой зарядки и последующих «тренировочных» циклов указана в инструкции по эксплуатации батареи. При отсутствии инструкции силу тока задают равной  $\frac{1}{20}$  номинального заряда (емкости). Время зарядки зависит от качества изготовления и времени хранения батареи. Признаки конца зарядки: интенсивное газовыделение во всех аккумуляторах, неизменное их напряжение и постоянная плотность электролита в течение 3 ч.

*«Тренировочные» циклы* необходимы для доведения заряда до номинального или близкого к нему. Номинальным зарядом батареи  $Q_n$  принято называть количество электричества (емкость) в ампер-часах ( $1 \text{ А} \cdot \text{ч} = 3600 \text{ Кл}$ ), которое она должна отдавать потребителям при разрядке током  $0,05 Q_n$  в течение 20 ч до напряжения наихудшего («отстающего») аккумулятора  $1,75 \text{ В}$  и температуре электролита  $25^\circ\text{C}$ . Номинальный заряд указывают в условном обозначении батареи, но получают его в лучшем случае при четвертом цикле разрядка — зарядка.

*Доводка плотности* электролита до строго одинакового значения во всех аккумуляторах батареи необходима для уменьшения ее саморазряда в процессе эксплуатации. Плотность электролита изменяют добавлением в него дистиллированной воды (для уменьшения плотности) или электролита плотностью  $1,4 \text{ г/см}^3$  (для увеличения плотности).

*Нейтрализация* наружной поверхности необходима для устранения замыкания полюсных выводов отдельных аккумуляторов и батареи через разлитый на ней электролит. Для этого надо вернуть пробки в заливные горловины, протереть насухо поверхность чистой ветошью, затем ветошью, смоченной  $10\%$ -ным раствором кальцинированной соды

или нашатырного спирта, после чего опять протереть насухо.

Такой ввод в действие и соблюдение зарядно-разрядного баланса — основные условия, обеспечивающие долговечную и безотказную работу аккумуляторной батареи.

Заряд  $Q_p$ , отданный батареей потребителям за какое-то календарное время, должен составлять примерно 85 % заряда  $Q_g$ , полученного от генератора за то же время. В этом и заключается зарядно-разрядный баланс аккумуляторной батареи.

Заряд  $Q_p$  пропорционален силе  $I_p$  разрядного тока и времени  $t_p$  разрядки батареи потребителями, а заряд  $Q_g$  — силе  $I_g$  зарядного тока и времени  $t_g$  зарядки батареи генератором. Эти показатели — случайные величины, зависящие от многих эксплуатационных факторов. В частности, сила  $I_p$  разрядного тока зависит от мощности включенных потребителей, а сила  $I_g$  зарядного тока — от разности напряжений генератора  $U_g$  и батареи  $U_{a.з}$ .

В процессе зарядки аккумуляторной батареи генератором ее напряжение увеличивается с переменной и неуправляемой скоростью до напряжения генератора, а разность напряжений  $U_g - U_{a.з}$  и сила  $I_g$  зарядного тока стремятся к нулю. Поэтому единственная возможность поддержания зарядно-разрядного баланса аккумуляторной батареи на машине — своевременная регулировка напряжения генератора на оптимальное значение. Однако выполнить эту регулировку можно только на основе знаний конструкции генераторных установок и неисправностей аккумуляторных батарей. Кроме этого, необходимо учитывать место установки батареи на машине (под капотом, на раме), погодноклиматические условия и время использования машины в течение суток.

**Конструктивные особенности.** Аккумуляторные батареи обозначают цифрами и буквами на стенке бака, межэлементном соединении или об-

щей крышке. Например, сокращение 6СТ-75ЭМ означает: стартерная (СТ) свинцово-кислотная аккумуляторная батарея из шести (первая цифра) последовательно соединенных аккумуляторов с номинальным зарядом (емкостью) 75 А·ч (число после дефиса), эбонитовым баком (буква Э) и сепараторами из мипласта (буква М).

Батарею, предназначенную для эксплуатации в тяжелых условиях, обозначают ТСТ вместо СТ, бак из асфальтопечковой пластмассы — буквой П, из термопласта — Т, сепараторы из мипора — буквой Р, а комбинированные из мипора или мипласта со стекловолоком — РС или МС. Несухозаряженную батарею обозначают буквой Н, например 6СТ-75ТМСН. Указывают также товарный знак завода-изготовителя и дату выпуска батареи.

На тракторах с пусковыми двигателями и большинстве автомобилей применяют одну батарею типа 6СТ с номинальным напряжением 12 В и зарядом 45, 55, 60, 75 или 90 А·ч.

На тракторы МТЗ-100 устанавливают две последовательно соединенные батареи 3СТ-235ЭМ, а на автомобили КамАЗ-5320 — 6СТ-190А. На тракторе К-701 две батареи 6СТ-182ЭМ переключают с параллельного соединения при работе двигателя на последовательное при пуске. Такая схема позволяет использовать более мощный стартер напряжением 24 В и сохранить номинальное напряжение 12 В при работе.

На автомобили ВАЗ устанавливают батарею 6СТ-55П. Она имеет неразборный моноблок (бак с шестью герметичными отсеками и приваренной общей крышкой) из прозрачного полипропилена, сепараторы из поливинилхлорида и внутренние соединения аккумуляторов через герметизируемые отверстия в перегородках бака. Аналогичны по конструкции батареи 6СТ-75А для грузовых автомобилей ГАЗ и

6СТ-190А для грузовых автомобилей с дизелями. Такая конструкция батареи позволяет уменьшить расход дефицитного свинца и массу батареи. Однако она не ремонтпригодна и требует строгого соблюдения правил эксплуатации. В противном случае срок ее службы не увеличится, а уменьшится.

В серийных свинцово-кислотных батареях при длительных (10 и 20 ч) режимах разрядки используется около половины, а при стартерном режиме (продолжительность 3 и 5 мин) — только 4...10 % активных масс. В связи с этим ведутся работы по созданию высокопористых пластин скелетного типа с химически стойкими волокнистыми материалами в активной массе, совершенствуется конструкция решеток и сепараторов. Например, решетки положительных пластин можно изготавливать из титана, покрытого двуокисью свинца, или дырчатого винипласта, армированного свинцовым сплавом, а решетки отрицательных пластин — из освинцованных алюминия, меди, титана, армированного винипласта. Перспективные материалы для сепараторов — юмикрон, винипор, поровинил, асбодревкартон и др. С целью улучшения конструкции можно конвертировать положительные пластины дырчатым винипластом. При этом исключается замыкание положительных и отрицательных пластин.

В редко обслуживаемых батареях решетки изготавливают из малосурьмянистых сплавов (1,5...2,5 % сурьмы) с легирующими добавками. При этом напряжение интенсивного газовыделения повышается на 0,3 В по сравнению с обычными батареями.

Основная причина высокой трудоемкости технического обслуживания аккумуляторной батареи на машине — уменьшение уровня электролита из-за электролиза воды при напряжении на один аккумулятор около 2,4 В и выше. Устанавливая пластины в сепараторы-«конверты»

на укороченные призмы или ровное дно моноблока, увеличивают уровень электролита над пластинами и сроки доливки аккумуляторов дистиллированной водой.

В стартерных железоникелевых батареях типа СЖНТ электролитом служит водный раствор щелочи КОН плотностью 1,23...1,25 г/см<sup>3</sup> с добавкой 18...20 г на 1 л раствора моногидрата лития LiOH. Их электроды изготавливают в виде таблеток, на которые напрессовывают активную массу. В заряженном состоянии активная масса положительного электрода состоит из смеси графита с гидратом закиси никеля, а отрицательного электрода — из порошка чистого железа Fe. Таблетки с положительной и отрицательной активной массой собирают в один столб и разделяют сепараторами из капроновой ткани. Электролит в химической реакции не участвует и служит только проводником тока. Поэтому для контроля заряженности батареи измеряют ее напряжение.

Поскольку в железоникелевом аккумуляторе ЭДС равна 1,38 В, то в батарею номинальным напряжением 12 В устанавливают девять аккумуляторов. Масса щелочных батарей типа СЖНТ несколько больше, чем свинцово-кислотных. Например, масса батареи 9СЖНТ-60 с номинальным зарядом 60 А·ч составляет 39,5 кг, а свинцово-кислотной 6СТ-68—30 кг. Долговечность батарей типа СЖНТ в несколько раз больше и при повышении напряжения бортовой сети на 10 % не уменьшается, а увеличивается.

Разрабатывают также батареи других типов и электрохимические генераторы, иногда называемые топливными элементами.

Электрохимический генератор (ЭХГ) — это преобразователь химической энергии топлива (водорода и кислорода) в электрический ток, но не через теплоту, а непосредственно. Его КПД вдвое больше, чем у

дизеля. Водородно-воздушные ЭХГ испытывают на электромобилях. Однако их еще необходимо совершенствовать: заменить дорогостоящие катализаторы (платина, серебро), увеличить срок службы, запас хода и надежность. Пока же запас хода электромобиля не превышает 150 км, а пробег до замены ЭХГ — 100 тыс. км.

**Основные неисправности.** Стартерные свинцово-кислотные аккумуляторные батареи при правильном хранении, вводе в действие и соблюдении зарядно-разрядного баланса могут работать 4...5 лет, выдерживая 300...400 циклов разрядка — зарядка. При нарушении же этих условий возникают различные неисправности батарей и сокращается срок их службы.

Систематический перезаряд из-за повышенного напряжения генератора или короткого замыкания в одном из аккумуляторов проявляется в систематическом уменьшении уровня электролита и необходимости его доливки дистиллированной водой. Перезаряд ускоряет коррозию решеток и оплывание активной массы положительных пластин, значительно сокращая срок службы батарей. Например, при увеличении напряжения генератора на 10...12 % выше оптимального срок службы батарей уменьшается в 2...2,5 раза.

Коррозия решеток и оплывание активной массы положительных пластин взаимосвязаны. Литая свинцово-сурьмянистая решетка окисляется серной кислотой на разную глубину: кристаллы свинца — на меньшую, а межкристаллические прослойки с примесями — на большую. При зарядке батареи генератором и одновременном электролизе воды сульфатная пленка решетки преобразуется в недостаточно прочную двуокись свинца увеличенного объема. Основная активная масса разрыхляется и оплывает на дно бака, а решетки

корродируют на все большую глубину и разрушаются. Мелкодисперсные частицы двуокиси свинца в электролите придают ему светлорыжий оттенок. Они проникают в поры мипластового сепаратора, образуют в нем мостики спайки между разнополюсными пластинами и ускоряют саморазряд.

Систематический недозаряд из-за пониженного напряжения генератора проявляется в уменьшении плотности электролита и ухудшении работы потребителей, особенно стартера. Недозаряд батарей на машине, а также ее хранение без систематической подзарядки вызывают сульфатацию — образование плохо растворимых кристаллов сульфата свинца на поверхности и внутри активной массы пластин. Сульфатация также способствует повышенной плотности электролита при вводе батареи в действие и его загрязнение органическими примесями. Эти примеси, адсорбируясь на поверхности кристаллов сульфата свинца, служат одной из причин затрудненной зарядки сульфатированной батареи обычным зарядным током (0,05...0,10)  $Q_n$ .

Недостаточный уровень электролита из-за его вытекания через трещины в баке, крышке и мастике, а также из-за электролиза воды при систематическом перезаряде батареи вызывает окисление и сульфатацию оголенных пластин, их ускоренный саморазряд и разрушение.

Наклон батареи, а тем более ее переворачивание вверх дном вызывают короткое замыкание разнополюсных пластин оседающим шламом, накопившимся в межреберном пространстве дна при работе.

Окисление полюсных выводов из-за отсутствия на них защитной смазки и попадании электролита приводит к их «схватыванию» с наконечниками проводов, увеличивает переходное сопротивление и ухудшает работу потребителей,

особенно стартера. Неосторожный демонтаж окисленных наконечников, а также постоянное натяжение проводов приводят к ослаблению и обрыву полюсных выводов.

**Техническое обслуживание.** Аккумуляторные батареи обслуживают при вводе в действие, эксплуатации на машинах и хранении.

Ввод в действие сухозаряженных батарей подробно рассмотрен в § 2. При установке батареи на машину полюсные выводы и наконечники проводов зачищают абразивной бумагой зернистостью 60...80, смазывают техническим вазелином или Литолом 24, надевают наконечник на полюсные выводы, затягивают болтовые соединения, еще раз смазывают их, закрывают батарею крышкой и крепят. Постоянное натяжение проводов или их закрутка недопустимы.

При эксплуатации на машине, особенно в начале срока службы, батарею ежедневно осматривают, очищают от пыли и грязи и при необходимости нейтрализуют наружную поверхность.

Соблюдение зарядно-разрядного баланса контролируют по уровню и плотности электролита: если они не изменяются, то напряжение генератора отрегулировано на оптимальное значение.

Длительно хранят обычно аккумуляторные батареи сезонно используемых машин. Чтобы при хранении обеспечить долговечность и постоянную готовность батарей к использованию, их необходимо постоянно или ежесменно подзаряжать током, достаточным для компенсации саморазряда. Сила этого тока обычно не превышает 0,1 А на одну батарею, включенную параллельно с другими.

Перед постановкой на длительное хранение необходимо выполнить несколько «тренировочных» циклов, чтобы получить одинаковую плотность электролита во всех батареях. При одинаковой плотности электролита упрощаются схема подключения

батарей в сеть зарядного тока и их последующая эксплуатация на машинах.

Если плотность электролита в одном из аккумуляторов значительно меньше, то его следует заряжать отдельно и дольше других, подключая межэлементные соединения к зарядному устройству. Для разрядки можно использовать проволочные или ламповые реостаты. Глубокий разряд недопустим, так как может вызвать изменение полярности пластин в наилучшем аккумуляторе и выход его из строя.

Если аккумулятор сульфатирован, то при пропускании обычного зарядного тока он не заряжается, его напряжение увеличивается до 2,7 В, а электролит «кипит», т. е. идет электролиз воды. В большинстве случаев сульфатацию аккумулятора или батареи в целом можно устранить, пропуская несколько (до 10) коротких (1...2 с) импульсов зарядного тока, сила (А) которого численно равна номинальному заряду  $Q_n$  (А·ч). Такая анодная поляризация с перерывами 30 с и более позволяет десорбировать органические примеси с кристаллов сульфата свинца и подготовить пластины к последующей зарядке током обычной силы. Эффективна также зарядка батарей асимметричным током.

Полностью заряженные батареи при ежесменной подзарядке током малой силы лучше хранить в неотопливаемом, сухом и хорошо вентилируемом помещении. Зарядное устройство следует располагать вне этого помещения в удобном месте для ежедневного включения (в начале смены) и выключения (в конце смены). Батареи с одинаковой плотностью электролита можно подключать к сети зарядного тока параллельно, а силу тока устанавливать из расчета 0,1 А на одну батарею.

Чтобы силу зарядного тока не регулировать часто, зарядное устройство надо включать в сеть переменного тока через стабилизатор.

Уровень и плотность электролита во всех аккумуляторах хранящихся батарей необходимо измерять не реже одного раза в месяц, а в начале хранения — еженедельно.

### § 3. ГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

**Общие сведения.** Генератор — основной источник постоянного или переменного электрического тока при работающем двигателе трактора и автомобиля. Генераторы постоянного тока на современных тракторах и автомобилях не применяют вследствие большой их металлоемкости и трудоемкости изготовления, а также недостаточной быстроходности и надежности.

Работа генератора любого типа основана на явлении электромагнитной индукции: при изменении магнитного потока, пронизывающего замкнутую катушку, в ней индуцируется электрический ток. У генератора постоянного тока такие катушки располагают в пазах вращающегося якоря, а у

генератора переменного тока — в пазах неподвижного статора, соединяя их в трех- или пятифазную обмотку статора треугольником, пятиугольником или звездой.

Магнитный поток, пронизывающий обмотку статора генератора переменного тока, создается постоянным магнитом (Г46, Г303В, ГТ1А) или обмоткой возбуждения, которая может быть вращающейся или неподвижной.

В автомобильных трехфазных генераторах обмотка 7 (рис. 172) возбуждения и охватывающие ее клювообразные наконечники 10 установлены на валу 13 ротора и образуют многополюсный электромагнит. При его вращении соседние пары полюсов одновременно располагаются напротив зубцов-сердечников катушек 8 одной фазы и пронизывают их магнитным потоком, переменным по значению и направлению. Изменение магнитного потока по значению обусловлено колебанием зазора и магнитного сопротивления между клювами наконечников 10 и зубцами статора 9, а изменение по направлению — чередованием полюсов ротора.

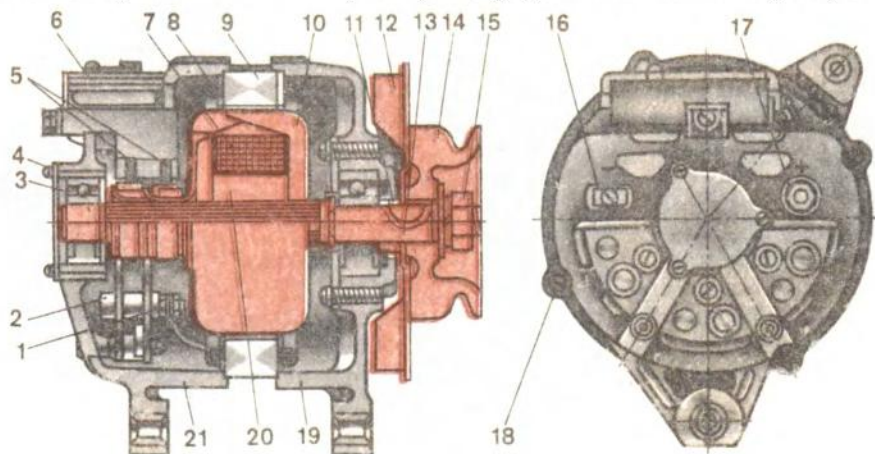


Рис. 172. Вентильный генератор с клювообразным ротором и встроенным регулятором напряжения:

1, 16 и 17 — клеммы; 2 — выпрямительный блок; 3 — шарикоподшипник; 4 и 18 — винты; 5 — щетки; 6 — щеткодержатель с ИРН; 7 — обмотка возбуждения; 8 — катушка обмотки статора; 9 — пакет статора; 10 — клювообразные наконечники ротора; 11 и 20 — втулки; 12 — крыльчатка вентилятора; 13 — вал ротора; 14 — шкив; 15 — гайка; 19 и 21 — крышки.

В тракторных индукторных генераторах обмотка 12 (рис. 173) возбуждения неподвижна. Ее сердечник состоит из неподвижной стальной втулки 13, закрепленной на стальной крышке 11, и вращающегося ротора с шестилучевым пакетом 21 пластин из электротехнической стали.

При вращении ротора часть его лучей располагается напротив зубцов-сердечников катушек одной фазы и пронизывает их магнитным потоком по цепи втулка 13 — крышка 11 — пакет 10 статора и его зубцы — лучи пакета 21 ротора — вал 16 — втулка 13. Перекрытие зубцов статора и лучей ротора непрерывно изменяется. Это вызывает изменение сопротивления магнитной цепи, а следовательно, и значения магнитного потока, пронизывающего сердечники и катушки данной фазы. Направление магнитного потока не изменяется.

Питание обмотки возбуждения постоянным (по направлению) током в генераторах любого типа осуществляется через регулятор напряжения прерывного (дискретного) дейст-

вия — вибрационный (РР24, РР315, РР380), контактно-транзисторный (РР362Б, РР385Б), бесконтактно-транзисторный (РР132, РР350, РР356, РР362Б1), интегральный (Я112А, Я112Б, Я120АТ).

Регулятор напряжения дискретного действия предназначен для поддержания напряжения генератора постоянным за счет импульсного изменения силы тока в обмотке возбуждения. Он находится в двух основных состояниях: «открыт» и «закрит». В состоянии «открыт» регулятор напряжения пропускает максимальную силу тока от источника (аккумуляторной батареи или генератора) в цепь обмотки возбуждения, а в состоянии «закрит» — минимальную. Переключение из одного состояния в другое осуществляется автоматически с большой частотой (до 1 кГц) и обеспечивает пилообразное изменение напряжения генератора с малым размахом  $U_{\min} \dots U_{\max}$  относительно заданного (опорного) напряжения  $U_r$ .

Работа регулятора напряжения

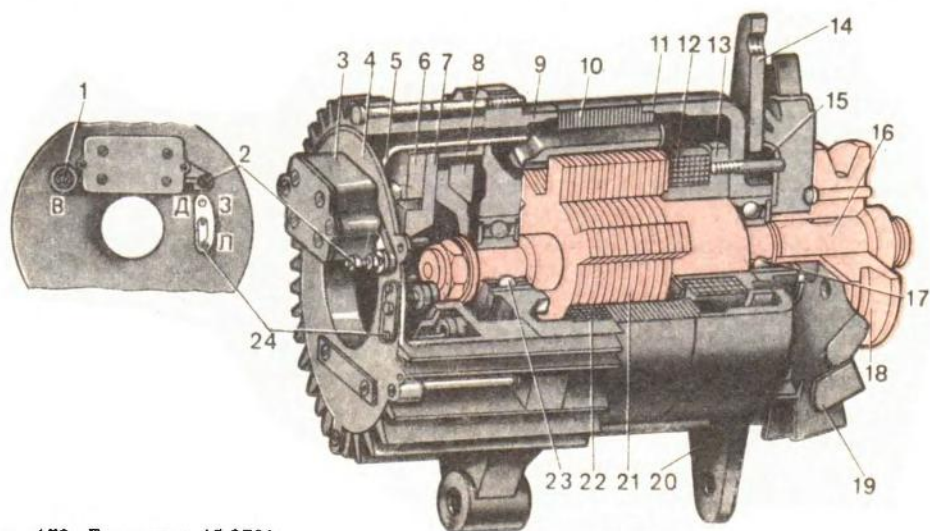


Рис. 173. Генератор 15.3701:

1 и 2 — плюсовые выходы выпрямителей; 3 — кожух ИРН, резисторов и конденсатора; 4 — крышка выпрямительного блока; 5 — вывод фазной обмотки; 6 — теплоотвод выпрямительного блока; 7 — корпус выпрямительного блока; 8 и 19 — крыльчатки; 9 — задняя крышка; 10 — пакет статора; 11 — передняя крышка; 12 — обмотка возбуждения; 13 — втулка; 14 и 20 — кронштейны; 15 — крышка подшипника; 16 — вал ротора; 17 и 23 — шарикоподшипники; 18 — шкив; 21 — пакет ротора; 22 — катушка фазной обмотки; 24 — пластина переключателя сезонной регулировки.

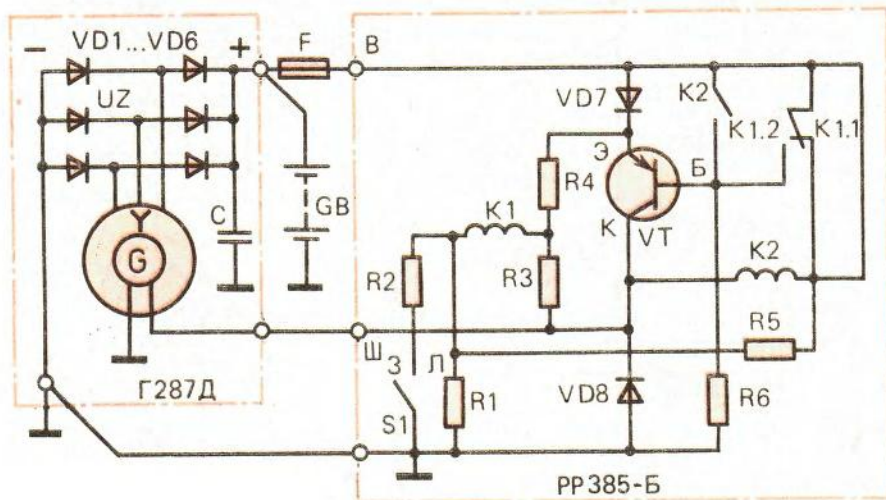


Рис. 174. Принципиальная электрическая схема генератора Г287Д с реле-регулятором РР385-Б.

дискретного действия заключается в непрерывном сравнении заданного напряжения  $U_r$  с действительным и переключении цепи обмотки возбуждения из одного состояния в другое при напряжениях генератора  $U_{max}$  и  $U_{min}$ .

Контактно-транзисторный реле-регулятор РР385-Б (рис. 174). Напряжение  $U_r$  генератору  $G$  задается натяжением пружины якорька электромагнитного реле, которая обеспечивает размыкание контактов  $K1.2$  и замыкание контактов  $K1.1$ . Катушка  $K1$  этого реле непрерывно питается током от выпрямителя  $UZ$  генератора  $G$  через входной диод  $VD7$ , ускоряющий резистор  $R4$  и резистор температурной компенсации  $R1$ . Она намагничивает сердечник реле и притягивает его якорек, размыкая контакты  $K1.1$  и замыкая  $K1.2$ .

При напряжении генератора  $U_r < U_{max}$  сила тока в катушке  $K1$  и намагниченность сердечника реле недостаточны для дополнительного натяжения пружины и замыкания контактов  $K1.2$ .

При разомкнутых контактах  $K1.2$  и любом состоянии контактов  $K1.1$  база  $Б$  транзистора  $VT$  через резистор

базы  $R6$  соединена с клеммой «минус», а эмиттер  $Э$  через входной диод  $VD7$  — с клеммой «плюс» выпрямителя  $UZ$ . Поскольку такое соединение источника тока с переходом эмиттер — база для транзистора типа  $p-n-p$  является прямым, то через него течет ток управления и открывает переход эмиттер-коллектор.

Сопротивление открытого перехода эмиттер — коллектор незначительно и через него течет ток возбуждения генератора по цепи клемма «плюс» выпрямителя  $UZ$  — предохранитель  $F$  — клемма  $В$  реле-регулятора — диод  $VD7$  — переход эмиттер — коллектор транзистора  $VT$  — клемма  $Ш$  — обмотка возбуждения генератора  $G$  — клемма «масса» — клемма «минус» выпрямителя  $UZ$ . Сила тока возбуждения, магнитный поток в статоре, напряжение генератора и сила тока в катушке  $K1$  увеличиваются.

Когда напряжение генератора достигнет  $U_{max}$ , контакты  $K1.2$  замкнутся и соединят базу  $Б$  транзистора непосредственно с «плюсом» выпрямителя  $UZ$ . Эмиттер  $Э$  тоже соединен с клеммой «плюс», но через входной диод  $VD7$ , на котором постоянно создается падение напряжения от тока

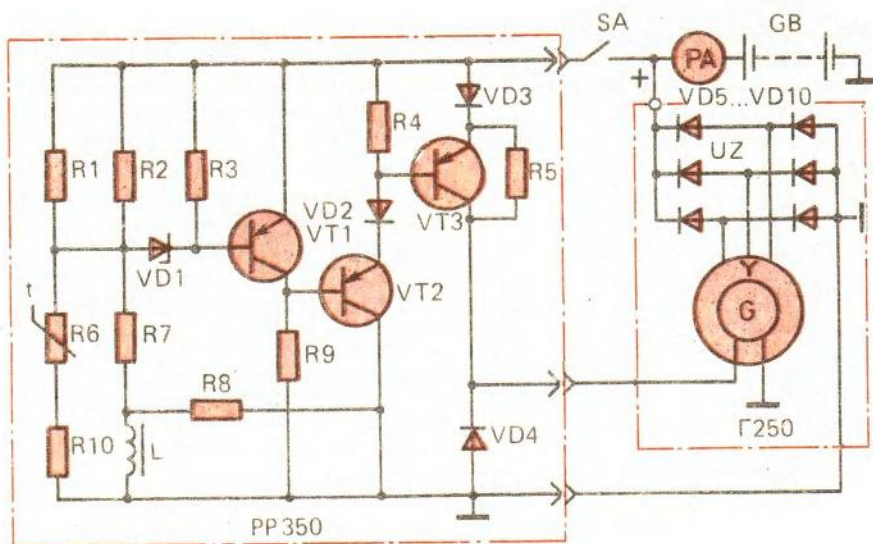


Рис. 175. Принципиальная электрическая схема генератора Г250 с регулятором напряжения РР350.

катушки **K1**. Такое соединение источника тока с переходом эмиттер — база для транзистора типа  $p-n-p$  является обратным. Он быстро закрывается, сопротивление перехода эмиттер — коллектор резко увеличивается, превышая в десятки раз сопротивления параллельных ему резисторов **R3** и **R4**. Это вызывает резкое уменьшение силы тока в обмотке возбуждения, магнитного потока в статоре, напряжения  $U_r$  генератора, силы тока в катушке **K1** и ее магнитного потока.

При напряжении генератора  $U_g = U_{\min}$  контакты **K1.2** под действием пружины электромагнитного реле размыкаются и транзистор открывается. Сила тока в обмотке возбуждения увеличивается, и напряжение генератора достигает  $U_{\max}$  еще при разомкнутых контактах **K1.1**. Контакты **K1.2** замыкаются, и процесс повторяется.

Бесконтактно-транзисторный регулятор **PP350** (рис. 175). Напряжение  $U_r$  генератору **G** задает делитель, а поддерживает стабилитрон **VD1**, установленный между базой транзистора **VT1** и

средней точкой делителя. Верхнее (по схеме) плечо делителя напряжения включает в себя резисторы **R1** и **R2**, а нижнее — терморезистор **R6**, резисторы **R7** и **R10** и дроссель **L**.

Делитель постоянно питается током от выпрямителя **UZ**, а сопротивления его плеч подобраны так, что при напряжении генератора  $U_{\max}$  стабилитрон **VD1** открывается, а при  $U_{\min}$  — закрывается.

Когда стабилитрон **VD1** закрыт, его сопротивление значительно больше сопротивления резистора **R3**. База транзистора **VT1** через резистор **R3** оказывается соединенной с «плюсом» выпрямителя **UZ**, с которым постоянно соединен его эмиттер. Транзистор **VT1** закрыт, сопротивление его перехода эмиттер — коллектор значительно больше сопротивления резистора **R9**, и база транзистора **VT2** через резистор **R9** оказывается соединенной с «минусом» выпрямителя **UZ**. Поскольку эмиттер транзистора **VT2** через диод **VD2** и резистор **R4** постоянно соединен с «плюсом» выпрямителя **UZ**, то при закрытом стабилитроне **VD1** и транзисторе **VT1** транзистор **VT2** открыт. Спро-

тивление перехода эмиттер-коллектор открытого транзистора **VT2** значительно меньше сопротивления резистора **R4**, и база транзистора **VT3** через диод **VD2** и переход эмиттер — коллектор транзистора **VT2** оказывается соединенной с «минусом» выпрямителя **UZ**. Поскольку эмиттер транзистора **VT3** через диод **VD3** постоянно соединен с «плюсом» выпрямителя **UZ**, а его база через открытый транзистор **VT2** соединена с «минусом», то транзистор **VT3** открыт.

Сопротивление перехода эмиттер — коллектор открытого транзистора **VT3** минимально, и через этот переход, входной диод **VD3** и контакты **SA** ток течет в обмотку возбуждения генератора **G** от выпрямителя **UZ** или аккумуляторной батареи **GB**. Сила тока в обмотке возбуждения, магнитный поток в статоре и напряжение  $U_g$  генератора увеличиваются. Увеличивается и падение напряжения на делителе.

Когда напряжение генератора достигнет  $U_{max}$ , положительная разность потенциалов на участке резистор **R3** — стабилитрон **VD1** достигнет напряжения стабилизации и стабилитрон **VD1** открывается, пропуская ток все большей силы при постоянном напряжении. Этот ток создает падение напряжения на резисторе **R3** (избыток электронов на базе транзистора **VT1**), и транзистор **VT1** открывается.

При открытом транзисторе **VT1** база транзистора **VT2** через коллекторно-эмиттерный переход транзистора **VT1** оказывается соединенной с «плюсом» источников тока. Транзистор **VT2** закрывается, сопротивление его перехода эмиттер — коллектор резко увеличивается, и база транзистора **VT3** отсоединяется от «минуса» выпрямителя. Поэтому транзистор **VT3** тоже закрывается. Сила тока в обмотке возбуждения, магнитный поток в статоре и напряжение  $U_g$  генератора снижаются. Уменьшаются также сила тока в делителе и падение напряжения на нем.

Когда напряжение генератора достигнет  $U_{min}$ , разность потенциалов на участке резистор **R3** — стабилитрон **VD1** будет меньше напряжения стабилизации и стабилитрон **VD1** закроется. Его сопротивление резко увеличится, и база транзистора **VT1** через резистор **R3** окажется соединенной с «плюсом» источников тока. Поскольку и эмиттер соединен с «плюсом», то транзистор **VT1** закроется, транзисторы **VT2** и **VT3** откроются и напряжение генератора опять будет увеличиваться до  $U_{max}$ , а процессы — повторяться.

Интегральный регулятор Я112Б (рис. 176, а). Напряжение генератору тоже задает делитель, а поддерживает стабилитрон **VD1**.

Делитель напряжения, включающий в себя резисторы **R1** и **R5** в одном плече и регулируемый резистор **R8** — в другом, постоянно питается током от пятифазного двухполупериодного выпрямителя **UZ2**. Сопротивления плеч делителя подобраны так, что при напряжении генератора  $U_{max}$  стабилитрон **VD1** открывается, а при  $U_{min}$  — закрывается. Транзисторы **VT2** и **VT3** образуют составной транзистор, общей базой которого служит база транзистора **VT2**, а общим эмиттером — эмиттер транзистора **VT3**.

Когда стабилитрон **VD1** закрыт, тока в цепи управления транзистором **VT1** нет, так как его база через резистор **R9**, а эмиттер через резистор **R10** соединены с «массой».

При закрытом транзисторе **VT1** база составного транзистора через резистор **R3**, клеммы **Б** и **В** соединена с «плюсом» выпрямителя **UZ2**, а эмиттер составного транзистора через резистор **R10** и «массу» — с «минусом». По этой цепи течет ток управления. Составной транзистор открыт, сопротивление его перехода коллектор — эмиттер минимально, и через этот переход, резистор **R10**, «массу», один из диодов **VD6...VD10**, одну из фазных обмоток, один из диодов **VD3...VD5** и обмотку **L** течет однополупериодный ток возбуждения ге-

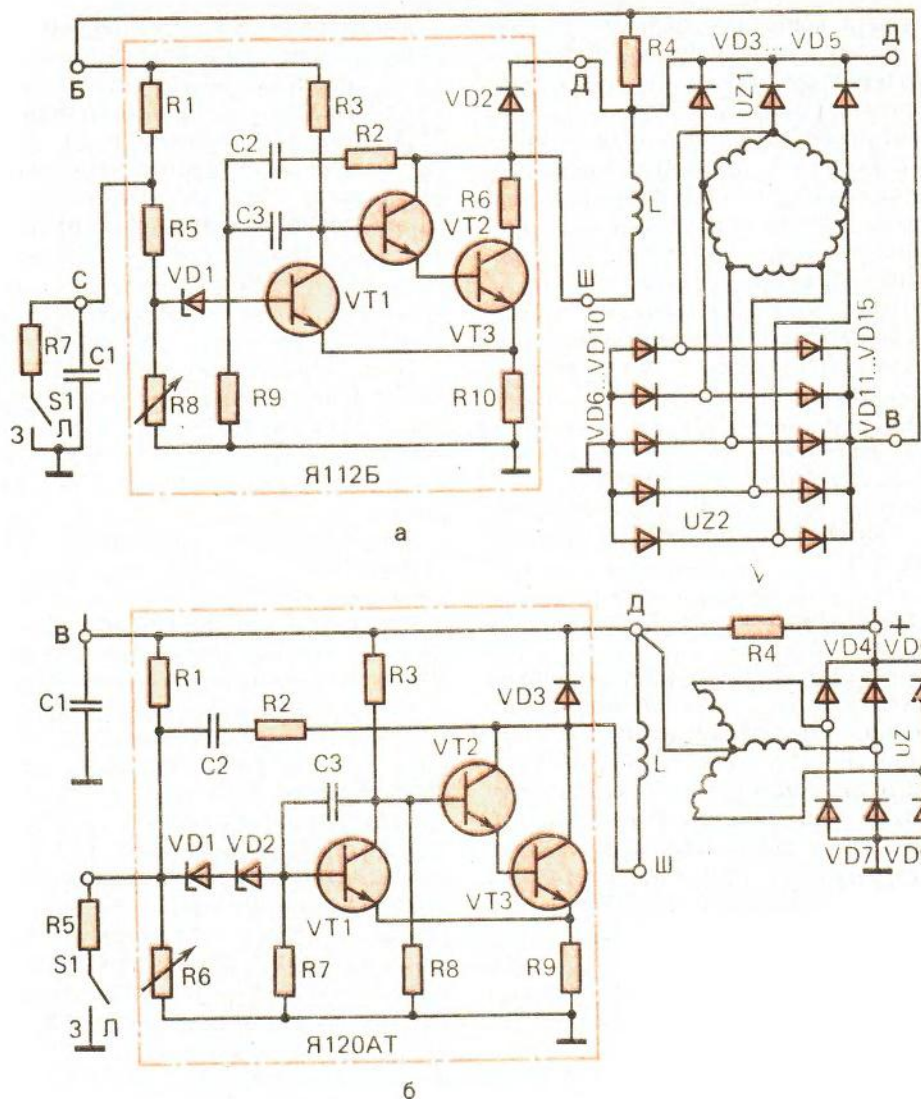


Рис. 176. Принципиальная электрическая схема генераторов с интегральными регуляторами напряжения (ИРН):

**а** — 15,3701 с ИРН Я112Б; **б** — Г273А с ИРН Я120АТ. Справа от **VD1** должна быть точка.

нератора. Сила тока в обмотке возбуждения, магнитный поток статора и напряжение генератора увеличиваются. Растут сила тока в делителе и падение напряжения на его плечах.

Когда напряжение генератора достигнет  $U_{\max}$  положительная разность потенциалов на участке стабилитрон **VD1** — резистор **R9** достигнет напряжения стабилизации, стабилитрон

откроется, пропуская ток увеличивающейся силы при постоянном напряжении и соединяя базу транзистора **VT1** через резисторы **R5** и **R1**, клеммы **Б** и **В** с «плюсом» выпрямителя **UZ2**. Поскольку эмиттер транзистора **VT1** через резистор **R10** постоянно соединен с «минусом» выпрямителя, то при открытом стабилитроне **VD1** транзистор **VT1** тоже откры-

вается и через его переход коллектор — эмиттер соединяются база и эмиттер составного транзистора. Последний закрывается, сила тока в обмотке возбуждения, магнитный поток статора и напряжение генератора уменьшаются. Снижаются также сила тока в делителе и падение напряжения на нем.

При напряжении генератора  $U_{\min}$  стабилитрон  $VD1$  и транзистор  $VT1$  закрываются, а составной транзистор открывается и напряжение генератора опять увеличивается до  $U_{\max}$ .

Интегральный регулятор Я120АТ (рис. 176, б). Напряжение генератору Г273А тоже задает делитель, образованный резисторами  $R1$  и  $R6$ , а поддерживают стабилитроны  $VD1$  и  $VD2$ , соединенные последовательно. Делитель постоянно питается током от трехфазного двухполупериодного выпрямителя  $UZ$  через резистор  $R4$ . Поэтому напряжение на делителе меньше номинального напряжения генератора, равного 28 В.

При  $U_r < U_{\max}$  стабилитроны  $VD1$ ,  $VD2$  и транзистор  $VT1$  закрыты. Поскольку при закрытом транзисторе  $VT1$  база составного транзистора через резисторы  $R3$  и  $R4$  соединена с «плюсом» выпрямителя  $UZ$ , а его эмиттер через резистор  $R9$  — с «минусом», то по этой цепи течет ток управления составным транзистором. Последний открыт, сопротивление его коллекторно-эмиттерного перехода минимально и через него, резистор  $R9$ , один из диодов  $VD7...VD9$ , одну из фазных обмоток, их среднюю точку, клемму  $D$  и обмотку  $L$  течет однополупериодный ток возбуждения напряжением до 14 В. Сила тока в обмотке возбуждения и делителе, магнитный поток статора, напряжение генератора и падение напряжения на плечах  $R1$  и  $R6$  делителя увеличиваются.

Когда напряжение генератора достигнет  $U_{\max}$ , стабилитроны  $VD1$  и  $VD2$  открываются, соединяя базу транзистора  $VT1$  через резисторы  $R1$  и  $R4$  с «плюсом» выпрямителя  $UZ$ .

Поскольку эмиттер транзистора  $VT1$  через резистор  $R9$  постоянно соединен с «минусом» выпрямителя, то при открытых стабилитронах транзистор  $VT1$  тоже открывается и через его коллекторно-эмиттерный переход соединяются база и эмиттер составного транзистора. Составной транзистор закрывается, сила тока в обмотке возбуждения, магнитный поток статора и напряжение генератора уменьшаются.

При напряжении генератора  $U_{\min}$  стабилитроны  $VD1$ ,  $VD2$  и транзистор  $VT1$  закрываются, а составной транзистор  $VT2$  —  $VT3$  открывается и напряжение генератора опять увеличивается до  $U_{\max}$ .

**Конструктивные особенности.** Автотракторные генераторы обозначают двумя или тремя числами, например 462.3701.11. Первое число 462 означает модель (46) и модификацию (2) этой модели, второе — группу электрооборудования (37) и подгруппу генераторов (01), а третье — индекс конструктивных изменений по сравнению с первоначально установленным генератором. Индексы 10, 11, 12 и т. д. означают, что данный генератор невазимоизменяем с первоначально установленным.

Конструкцию генераторов постоянно совершенствуют прежде всего с целью повышения удельной мощности и надежности, уменьшения расхода дефицитных материалов, трудоемкости изготовления и технического обслуживания. Примером такого совершенствования служат индукторные генераторы Г304, Г306, 13.3701 и 46.3701.

Генератор Г304 имеет две параллельные катушки возбуждения, неподвижно закрепленные в стальных крышках — магнитопроводах с двух сторон статора. Трехфазный двухполупериодный выпрямитель расположен на передней крышке рядом с крыльчаткой, а выводы фаз, обмотки возбуждения и выпрямленного тока — на задней крышке. Двустороннее возбуждение не давало значи-

тельного увеличения мощности при большом расходе меди и стали, а принятая компоновка выпрямителя и выводов требовала укладки проводов внутри статора (генератора Г304 и Г306) или снаружи его (генератор 13.3701).

В результате отказа от двустороннего возбуждения (генератор Г306) сокращен расход меди и стали, а при размещении трехфазного одно- и двухполупериодного выпрямителей в задней крышке из алюминиевого сплава и при внутренней вентиляции (генератор 46.3701) улучшены условия работы диодов, упрощена укладка проводов, уменьшена вероятность коротких замыканий и увеличена мощность на 75 %.

Изменяют и схему включения обмотки возбуждения в цепь выпрямителя и аккумуляторной батареи. В генераторах Г304, Г306 с реле-регуляторами РР362-Б (подобными РР385-Б) и Г250 с регуляторами напряжения РР350 (см. рис. 175) включение «массы» или зажигания при неработающем двигателе вызывает разрядку аккумуляторной батареи током силой до 3 А через обмотку возбуждения. Если водитель не выключает «массу» или зажигание на длительный период, батарея разряжается через обмотку возбуждения, а неработающий генератор перегревается и выходит из строя.

Устанавливая предохранитель F (см. рис. 174), частично обеспечивают защиту цепи возбуждения.

В генераторах 13.3701, 15.3701, 46.3701 и Г273А питание обмотки возбуждения L (см. рис. 176) от аккумуляторной батареи при неработающем дизеле осуществляется через резистор подпитки R4, который уменьшает силу тока примерно до 0,1 А. Однако при такой схеме включения увеличение частоты вращения во время пуска дизеля вызывает скачкообразное увеличение напряжения, а переход на минимальные частоты вращения — скачкообразное уменьшение напряжения и силы тока в

цепях потребителей. В результате установки шести постоянных магнитов в ротор генератора 46.3701 частично устранен и этот недостаток.

Схему включения генераторов в электрическую сеть машин тоже изменяют. Реле-регуляторы РР362-А(Б), РР385-Б и РР350 с германиевыми транзисторами типа  $p-n-p$  работоспособны при температуре не выше 65 °С. Поэтому их устанавливают перед радиатором (трактор МТЗ-80), на передней стенке кабины (автомобили ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130) или в другом хорошо охлаждаемом месте. Это требует применения длинного жгута проводов для соединения одноименных (однополюсных) клемм (Ш, В или «плюс», М) генератора и реле-регулятора.

Для исключения ошибок при монтаже наконечники «плюсового» провода имеют больший диаметр отверстий по сравнению с наконечниками других проводов или их объединяют в штепсельный разъем.

В схемах с автоматической блокировкой стартера (машины ЗАЗ-968М, Т-25А, МТЗ-80, СК-5) генераторы имеют две клеммы переменного тока для подключения реле блокировки РБ-1. При отсутствии реле блокировки эти клеммы свободны.

Создание интегрального регулятора напряжения, работоспособного при температуре до 115 °С, позволило встроить его в заднюю крышку генератора и исключить жгут разнополюсных проводов, а применение однополупериодного выпрямителя UZ1 (см. рис. 176, а) с «плюсовой» клеммой Д — исключить выпрямитель из реле блокировки.

При отсутствии реле блокировки клемма Д свободна и генераторы 13.3701, 15.3701 и 46.3701 включают в сеть одним проводом, соединенным с клеммой В.

Генератор Г273А (см. рис. 176, б) включают в сеть двумя проводами: клемму «плюс» соединяют с указателем тока РА, а клемму В — с реле

выключения тока в обмотке возбуждения (за счет разрыва цепи управления составным транзистором) при включении электрофакельного устройства (ЭФУ) во время пуска дизеля.

В отличие от применявшихся ранее генераторов постоянного тока с вибрационными реле-регуляторами современные генераторные установки с многочисленными полупроводниковыми приборами требуют строгого соблюдения правил эксплуатации, повышенной внимательности и безошибочности действий при техническом обслуживании.

**Основные возможные неисправности генераторов** — механические и электрические. Механические неисправности определяют внешним осмотром и прослушиванием при работе, а электрические — по показаниям контрольных приборов.

Несоответствие напряжения генератора оптимальному значению, обеспечивающему в данных условиях эксплуатации машины зарядно-разрядный баланс аккумуляторных батарей. Эта часто возникающая неисправность относится к системе электроснабжения в целом и обусловлена тремя основными причинами: неисправностями аккумуляторных батарей; изменением падения напряжения на участках зарядной цепи генератор — сеть — батарея из-за изменения переходных сопротивлений; несоответствием регулировки регулятора напряжения условиям работы машины.

Напряжение генератора недопустимо увеличивается с ростом частоты вращения ротора, включенные лампы накаливания перегорают. Такая неисправность возможна при постоянно открытых транзисторах: VT (см. рис. 174), выходном VT3 (см. рис. 175) или составном VT2 и VT3 (см. рис. 176). Постоянное открытие этих транзисторов может быть обусловлено обрывом цепи катушки K1

(см. рис. 174) или делителя и стабилитрона (см. рис. 175 и 176).

Напряжение генератора равно нулю или не превышает 5 В при номинальной частоте вращения коленчатого вала. Основные причины — разрыв цепи обмотки возбуждения, короткое замыкание  $p-n$  перехода стабилитрона.

Разрыв цепи обмотки возбуждения может быть обусловлен пробоем транзисторов VT (см. рис. 174), выходного VT3 (см. рис. 175) или составного VT2 и VT3 (см. рис. 176), ослаблением и окислением разъемных соединений, износом и зависанием щеток (в автомобильных генераторах).

Короткое замыкание  $p-n$  перехода стабилитрона происходит под действием недопустимой силы тока в его цепи из-за скачкообразного увеличения напряжения в электрической сети. Последнее возможно при включении «массы» аккумуляторной батареи или ином разрыве цепи нагрузки генератора во время работы двигателя. Повышенное напряжение и пробой стабилитрона возможны также при включении в бортовую сеть внешнего зарядного устройства с целью подзарядки неотключенной батареи.

Короткозамкнутый стабилитрон имеет малое сопротивление в обоих направлениях. Он вызывает постоянное открытие транзистора VT1, запирает транзисторы VT2, VT3 и отсутствие тока в обмотке возбуждения генератора.

Причиной невозбуждения генераторов, работающих с контактно-транзисторными реле-регуляторами РР362-Б и РР385-Б, может быть срабатывание реле защиты при замыкании зажима Ш (см. рис. 174) или иного участка цепи до катушки K2 на «массу».

При исправной цепи возбуждения катушка K2 постоянно питается током от выпрямителя UZ через последовательно соединенную с ней обмотку возбуждения генератора. Сила то-

ка в этой цепи недостаточна для намагничивания сердечника и замыкания контактов **K2** реле защиты.

Замыкание на «массу» обмотки возбуждения или соединительных проводов вызывает включение катушки **K2** под полное напряжение бортовой сети, увеличение силы тока и замыкание контактов **K2**. База **Б** транзистора **VT** через замкнутые контакты **K2** соединяется с «плюсом» источников тока, и транзистор запирается. Он остается запертым до тех пор, пока замыкание на «массу» не будет устранено.

Если замыкание на «массу» прерывается с большой частотой, то реле защиты срабатывать не успевают и транзистор выходит из строя — пробивается током недопустимой силы при разомкнутых контактах **K2**.

Рассмотренные выше основные неисправности генераторов объединяются общим признаком: они могут быть обнаружены с помощью указателя напряжения (автомобили ВАЗ-2105, МАЗ-6422) и указателя тока, традиционно применяемого в качестве основного контрольного прибора электрооборудования тракторов и автомобилей.

**Техническое обслуживание.** Генераторы при эксплуатации на машине ежедневно очищают от пыли и грязи, осматривают, прослушивают и постоянно контролируют работу по указателю тока (амперметру). Нормальное показание сразу после пуска двигателя 5...20 А, а через несколько (до 20) минут и в течение смены — нулю.

У генераторов с вращающейся обмоткой возбуждения периодически проверяют состояние щеток и контактных колец. Техническое обслуживание генераторов включает в себя также периодическую регулировку натяжения приводного ремня и напряжения.

Большинство современных генераторных установок имеет сезонный переключатель **S1** (см. рис. 174 и 176) регулировки напряжения

(ППР) Винт ППР при вращении в разные стороны до упора занимает два положения: **З** (зима) и **Л** (лето). В генераторе 15.3701 вместо винта применена поворотная контактная пластина **24** (см. рис. 173).

Установка винта ППР реле-регуляторов РР362-Б и РР385-Б в положение **З** вызывает размыкание контактов **S1** (см. рис. 174), выключение резистора **R2** из цепи катушки **K1** и увеличение напряжения генератора на 0,8...1,2 В по сравнению с его напряжением 13,5...14,3 В при размещении винта ППР в положении **Л**.

В генераторах 13.3701, 15.3701 и 46.3701 установка ППР в положение **З** (см. рис. 176, а) вызывает замыкание контактов **S1**, включение резистора **R7** параллельно резисторам **R5** и **R8** делителя и увеличение напряжения на 0,8...1,3 В по сравнению с напряжением 13,5...14,5 В, когда винт ППР находится в положении **Л**.

В генераторе Г273А установка винта ППР в положение **З** тоже вызывает замыкание контактов переключателя **S1** (см. рис. 176, б), включение резистора **R5** параллельно резистору **R6** делителя и увеличение напряжения на 1...2 В по сравнению с напряжением 27,1...28,1 В при нахождении винта ППР в положении **Л**.

Если в процессе эксплуатации машины плотность электролита в аккумуляторной батарее систематически уменьшается, то напряжение генератора меньше оптимального и его необходимо увеличить — установить ППР в положение **З** независимо от сезона.

Если в процессе эксплуатации машины уровень электролита в аккумуляторной батарее систематически уменьшается, вызывая необходимость ежемесячной (и чаще) доливки дистиллированной воды, то напряжение генератора больше оптимального и его необходимо уменьшить — установить ППР в положение **Л** независимо от сезона.

Регулировка напряжения генератора на оптимальное значение ослож-

няется тем, что это значение непостоянно и зависит от многих факторов, прежде всего от температуры электролита.

При отрицательной температуре вязкость электролита увеличивается, скорость его циркуляции через поры активной массы пластин и заряд батареи уменьшаются, а зарядка затрудняется и возможна при повышенном напряжении. Однако при напряжении более 2,4 В на один аккумулятор происходит интенсивный электролиз воды. Под действием зарядного тока и теплоты прогреваемой машины электролит нагревается и оптимальное зарядное напряжение уменьшается. При этом регулятор напряжения должен бы автоматически изменять напряжение генератора в зависимости от температуры электролита. Но регуляторы напряжения таких конструкций на серийных машинах пока не применяются.

Возможны случаи, когда генераторная установка с ППР в положении **З** имеет напряжение больше, а в положении **Л** меньше оптимального. При отсутствии иной регулировки, кроме ППР, следует переключать его из одного положения в другое чаще, например через неделю или смену.

#### **§ 4. СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАЖИГАНИЯ РАБОЧЕЙ СМЕСИ В ДВИГАТЕЛЯХ**

**Общие сведения.** Система зажигания предназначена для надежного и своевременного воспламенения рабочей смеси в цилиндрах карбюраторного и газового двигателя при его пуске и работе на всех режимах.

Электрические системы зажигания делят на искровые, электро- и искродуговые, накаливные и поверхностного разряда.

Для воспламенения рабочей смеси в цилиндрах автотракторных двигателей применяют *искровые* системы

зажигания, а в предпусковых подогревателях — *накаливные*.

*Искра*, воспламеняющая рабочую смесь, возникает под действием высокого напряжения между изолированными электродами свечи зажигания, расположенными в камере сгорания.

*Пробивное напряжение*  $U_{пр}$ , при котором происходит искровой разряд через сжатую и нагретую рабочую смесь, прямо пропорционально зазору между электродами свечи зажигания и давлению рабочей смеси, обратно пропорционально ее температуре. При пуске холодного двигателя оно достигает 16 кВ и более, а при работе на режиме максимальной мощности — 12 кВ. Для надежного же пуска и работы двигателя необходимо, чтобы максимальное вторичное напряжение  $U_{2м}$ , развиваемое системой зажигания, достигало 20...30 кВ, а энергия искры — 0,06...0,10 Дж.

Такое напряжение и энергию искры получают импульсной трансформацией тока низкого напряжения в катушке зажигания с помощью накопительно-колебательного контура **L — С**. Работа этого контура и определяет работу искровых систем зажигания.

**Магнетная система зажигания.** В одноцилиндровом пусковом двигателе источником тока низкого напряжения служит однофазный магнитоэлектрический генератор. Он конструктивно объединен с трансформатором **TV** (рис. 177), одноконтактным прерывателем с контактами **SR** и конденсатором **С**. Обмотка **L1** одновременно является обмоткой статора генератора и первичной обмоткой трансформатора **TV** и вместе с конденсатором **С** образует накопительно-колебательный контур.

При угле поворота ротора  $\alpha=0$  полюс **N** постоянного магнита расположен напротив правого башмака П-образного сердечника статора, а полюс **S** — напротив левого башмака. Магнитный поток  $\Phi_0$  (рис. 177, б) в сердечнике трансформатора максимален, но скорость его

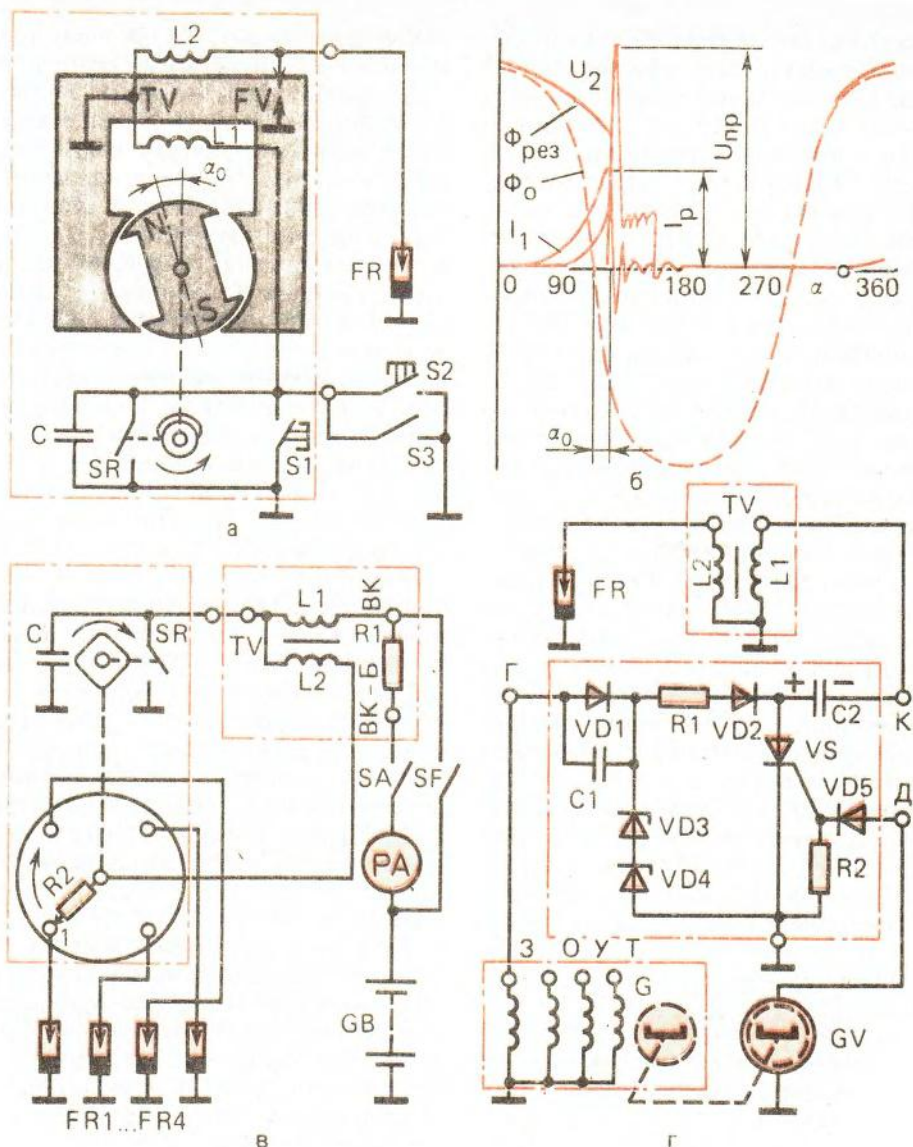


Рис. 177. Электрические принципиальные схемы систем зажигания:

а — магнетной; б — характеристика магнетной системы зажигания; в — батарейной классической; г — бесконтактной тиристорной.

изменения равна нулю. Поэтому сила тока  $I_1$  в первичной обмотке L1 (рис. 177, а) при замкнутых контактах SR и напряжении  $U_2$  во вторичной обмотке L2 близки к нулю.

Поворот постоянного магнита в вертикальное положение ( $\alpha = 90^\circ$ )

вызывает резкое изменение магнитного потока  $\Phi_0$ , силы тока  $I_1$  в первичной обмотке L1 и результирующего магнитного потока  $\Phi_{рез}$  в сердечнике трансформатора TV.

При повороте ротора на угол  $90 + \alpha_0$  сила тока в обмотке L1 и энергия магнитного поля достигают мак-

симальных значений. Контакты **SR** под действием кулачка размыкаются, преобразуя накопительный контур **L1 — С** в колебательный. Это вызывает в обмотке **L1** ЭДС самоиндукции до 300 В и быстро затухающий заряд — разряд конденсатора **С**. Магнитный поток в сердечнике трансформатора **TV** резко изменяется от  $\Phi_{\text{рез}}$  до  $\Phi_0$ , а накопленная энергия магнитного поля преобразуется в энергию тока высокого напряжения вторичной обмотки **L2**.

При напряжении  $U_2 < U_{\text{пр}}$  ток в разомкнутой цепи обмотки **L2** расходуется на заряд между электродами свечи зажигания **FR** как конденсатора.

Когда напряжение  $U_2$  в обмотке **L2** увеличится до  $U_{\text{пр}}$ , между электродами свечи зажигания возникает *емкостный разряд* — кратковременная искра голубого цвета с температурой в центре до 10 000 °С. Рабочая смесь в зоне пробоя ионизируется и сгорает. Температура газов резко увеличивается, пробивное напряжение уменьшается и за емкостным разрядом следует *индуктивный разряд* — красный «хвост» искры.

Батарейная классическая система зажигания. В этой системе электрическая энергия к накопительному контуру **L1 — С** (рис. 177, в) подводится от генератора или от аккумуляторной батареи **GB** через указатель тока **PA**, замкнутые контакты **SA** выключателя зажигания, резистор **R1** и замкнутые контакты **SR** прерывателя.

Сила тока в обмотке **L1** ограничена работоспособностью контактов **SR** и в большинстве систем зажигания не превышает 4 А. Она в основном и ограничивает накапливаемую катушкой зажигания энергию магнитного поля.

Размыкание контактов **SR** кулачком прерывателя вызывает переключение накопительного контура **L1 — С** в колебательный контур через клемму «масса», батарею **GB**, указатель тока **PA**, замкнутые контакты

**SA** и резистор **R1**. Такое переключение контура вызывает в обмотке **L1** ЭДС самоиндукции до 300 В и быстро затухающий заряд — разряд конденсатора **С**. Магнитный поток в сердечнике катушки зажигания (трансформатора) **TV** резко изменяется, а накопленная энергия магнитного поля преобразуется в энергию тока высокого напряжения вторичной обмотки **L2** по цепи резистор **R2** ротора распределителя — одна из свеч зажигания **FR1...FR4** — клемма «масса» — батарея **GB** — указатель тока **PA** — контакты **SA** — резистор **R1** — первичная обмотка **L1**.

При напряжении  $U_2 = U_{\text{пр}}$  между электродами свечи зажигания возникает емкостный разряд. Рабочая смесь в зоне пробоя ионизируется и сгорает. Температура газов резко увеличивается, пробивное напряжение уменьшается, и за емкостным разрядом следует индуктивный.

Тиристорная система зажигания. Накопительный контур **L1 — С2** (рис. 177, г) соединяется с фазой **3** генератора **G** через диод **VD1**, резистор **R1**, диод **VD2** и переключается в колебательный контур через свое время открытого тиристора **VS**.

При закрытом тиристоре **VS** накопительный конденсатор **C2** заряжается до трехкратного напряжения фазы **3** генератора, которое ограничивается стабилитронами **VD3** и **VD4**.

В определенном положении ротора генератора **G** датчик **GV** через диод **VD5** подает импульс ЭДС на управляющий электрод тиристора **VS** и открывает его. Сопrotивление между анодом и катодом тиристора резко падает практически до нуля, и накопительный конденсатор **C2** переключается на высокочастотный затухающий разряд — заряд через первичную обмотку **L1**. Магнитное поле катушки зажигания **TV** резко изменяется, и она преобразует энергию, накопленную конденсатором **C2**, в ток вторичной обмотки **L2** напряжением  $U_{2н}$  до 18 кВ.

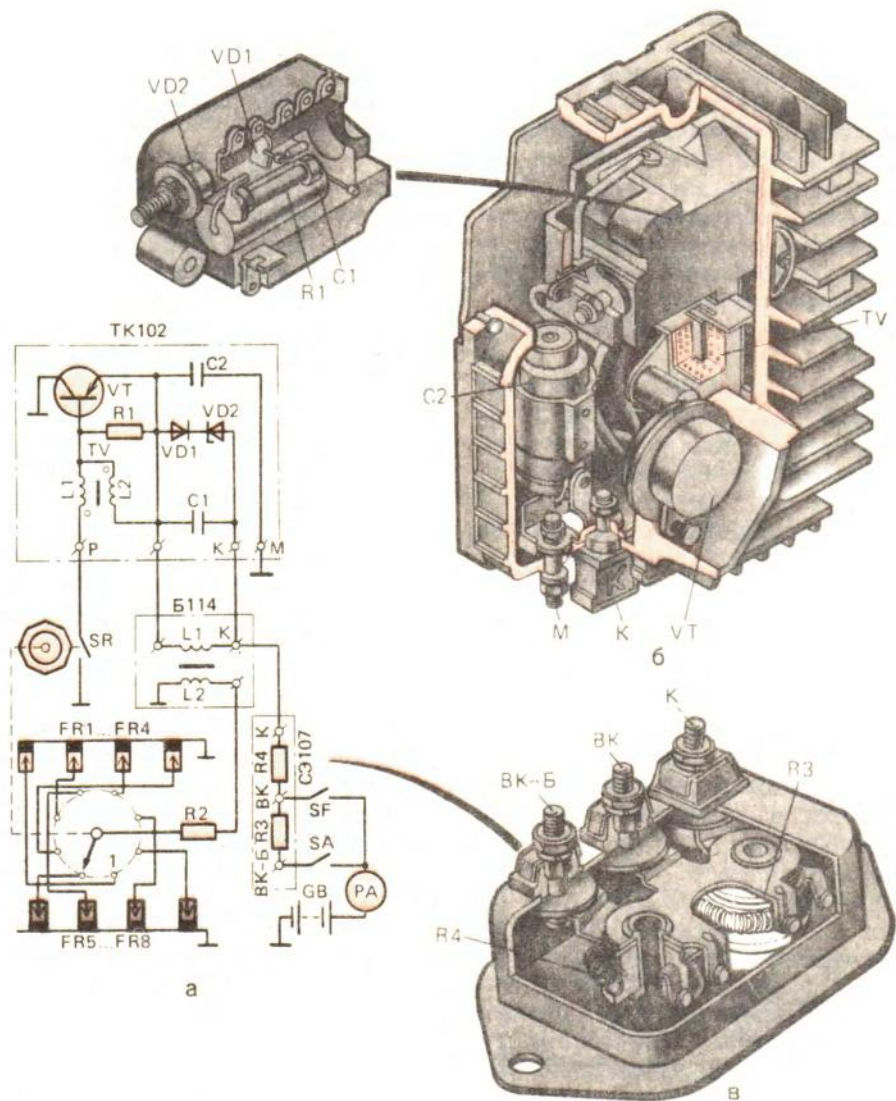


Рис. 178. Контактно-транзисторная система зажигания:

а — принципиальная электрическая схема; б — внешний вид транзисторного коммутатора ТК102; в — внешний вид блока сопротивлений СЭ107.

Контактно-транзисторная система зажигания автомобилей ГАЗ-3102, ГАЗ-53-12 и ЗИЛ-130. Между первичной обмоткой  $L1$  (рис. 178) катушки зажигания Б114 и контактами  $SR$  прерывателя установлен усилитель тока — транзистор  $VT$ .

При замкнутых контактах  $SA$  выключателя зажигания и замыкании

контактов  $SR$  прерывателя через транзистор  $VT$  течет ток управления по цепи клемма «плюс» аккумуляторной батареи  $GB$  — указатель тока  $PA$  — контакты  $SA$  — резисторы  $R3$  и  $R4$  — обмотка  $L1$  катушки зажигания — переход эмиттер — база транзистора  $VT$  — первичная обмотка  $L1$  импульсного трансформатора  $TV$  — контакты  $SR$  — клемма «масса» —

клемма «минус» аккумуляторной батареи **GB**. Сила этого тока не превышает 0,9 А.

Под действием тока управления транзистор **VT** открывается и пропускает основной ток в первичную обмотку **L1** катушки зажигания через переход эмиттер — коллектор параллельно замкнутым контактам **SR** прерывателя. Сила тока в обмотке **L1** катушки зажигания достигает 8 А, что примерно в 2 раза больше, а в контактах **SR** в 5 раз меньше по сравнению с классической батарейной системой зажигания.

При размыкании контактов **SR** кулачком прерывателя разрывается цепь первичной обмотки **L1** импульсного трансформатора **TV** и в ней возникает ЭДС самоиндукции, а во вторичной обмотке **L2** — ЭДС взаимной индукции. Ток взаимной индукции обмотки **L2** замыкается через резистор **R1** и активно запирает транзистор **VT**.

Запирание транзистора **VT** вызывает отключение накопительного контура **L1** — **C1** от источников тока, его переход в колебательный контур и преобразование накопленной энергии магнитного поля в энергию тока высокого напряжения во вторичной обмотке **L2** катушки зажигания.

Унифицированная бесконтактная транзисторная система зажигания. Функцию прерывателя в этой системе выполняет датчик **GV** импульсов (рис. 179) — однофазный магнитоэлектрический генератор переменного тока частотой  $i\pi$  ( $i$  — число цилиндров двигателя;  $\pi$  — частота вращения ротора распределителя).

При отрицательном полупериоде ЭДС датчик **GV** запирает транзистор **VT1**, подавая на его эмиттер через клемму «масса» положительный потенциал. Поскольку сопротивление перехода коллектор — эмиттер закрытого транзистора **VT1** значительно больше сопротивления резистора **R2**, то база транзистора **VT2** через резистор **R2**, диод **VD5**, замкнутые

контакты **SA** выключателя зажигания и указатель тока **PA** соединена с клеммой «плюс» аккумуляторной батареи **GB**, а его эмиттер через резисторы **R6**, **R7** и клемму «масса» — с клеммой «минус». По этой цепи течет ток управления транзистором **VT2**, обеспечивая минимальное сопротивление его перехода коллектор — эмиттер.

При открытом транзисторе **VT2** база **VT3** составного транзистора соединена с клеммой «плюс», а его эмиттер **VT4** — с клеммой «минус» батареи **GB**. По цепи клемма «плюс» батареи **GB** — указатель тока **PA** — контакты **SA** — диод **VD5** — резистор **R3** — переход коллектор — эмиттер **VT2** — переходы база — эмиттер **VT3** и **VT4** — клемма «масса» — клемма «минус» батареи **GB** течет ток управления составным транзистором **VT3** — **VT4**, обеспечивая минимальное сопротивление его перехода коллектор — эмиттер.

При открытом составном транзисторе через первичную обмотку **L1** катушки зажигания **TV** течет ток по цепи клемма «плюс» батареи **GB** — указатель тока **PA** — контакты **SA** — резисторы **R8** и **R9** — обмотка **L1** — диод **VD4** — переходы коллектор — эмиттер (**VT3** и база — эмиттер **VT4**; **VT4**) — клемма «масса» — клемма «минус» батареи **GB**. Сила этого тока достигает 6,5 А и обеспечивает накопление катушкой зажигания **TV** достаточной энергии магнитного поля.

Синхронный с коленчатым валом двигателя поворот ротора датчика **GV** изменяет его ЭДС по значению и направлению. При достаточном положительном значении ЭДС датчика **GV** от него через диод **VD1**, резистор **R1**, базово-эмиттерный переход и клемму «масса» течет ток управления транзистором **VT1**, открывая его.

База транзистора **VT2** через минимальное сопротивление перехода коллектор — эмиттер открытого транзистора **VT1** соединяется с клеммой «масса», а его эмиттер через ре-

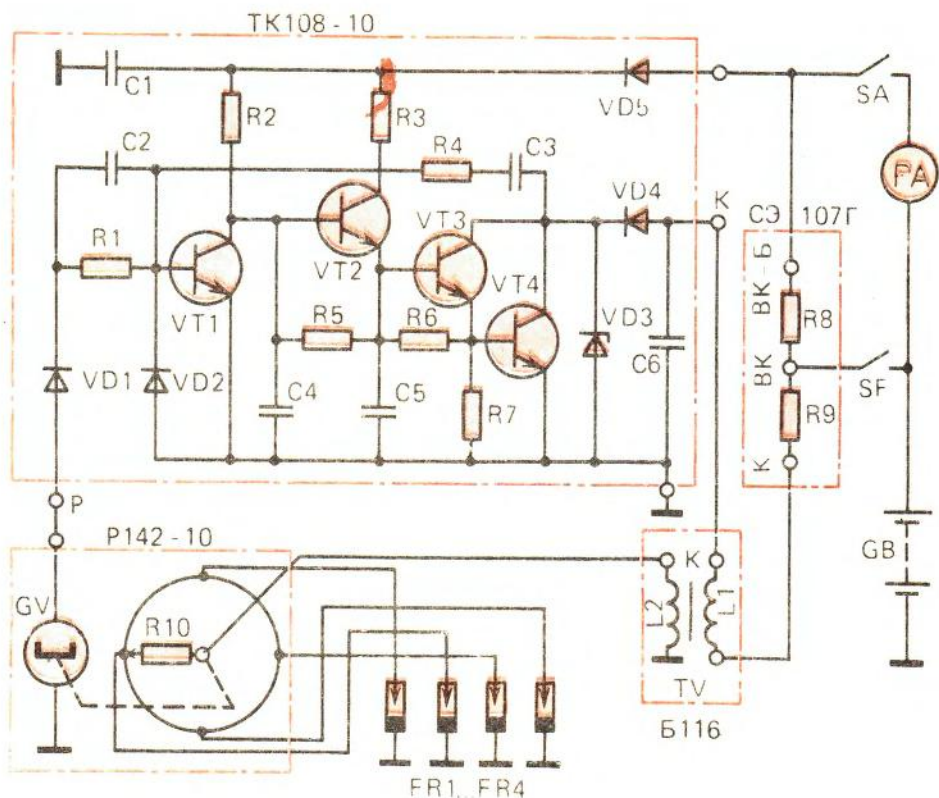


Рис. 179. Принципиальная электрическая схема бесконтактной транзисторной системы зажигания.

зисторы **R6** и **R7** постоянно соединен с этой клеммой. Тогда транзистор **VT2** закрывается, вызывая закрытие составного транзистора **VT3 — VT4**.

Резкое увеличение сопротивления перехода коллектор — эмиттер составного транзистора вызывает ЭДС самоиндукции в первичной обмотке **L1** и затухающий заряд-разряд конденсатора **C6** через аккумуляторную батарею **GB**, указатель тока **PA**, контакты **SA**, резисторы **R8** и **R9**. Магнитное поле, накопленное катушкой зажигания **TV**, резко изменяется и преобразуется в ток вторичной обмотки **L2** напряжением  $U_{2м}$  до 30 кВ.

Под действием положительных импульсов ЭДС самоиндукции обмотки **L1** конденсатор **C3** заряжается и через резистор **R4** уменьшает потенциал базы транзистора **VT1**, ускоряя

его закрытие и очередное накопление энергии катушкой зажигания. Процесс повторяется.

Надежность и своевременность воспламенения рабочей смеси существенно влияют на мощность, топливную экономичность, безотказность и долговечность двигателя.

Надежность воспламенения рабочей смеси зависит прежде всего от быстроходности системы зажигания и ее чувствительности к загрязнению свеч. Эти свойства характеризует зависимость напряжения  $U_{2м}$  от частоты искрообразования  $f$  (рис. 180, а) и от сопротивления  $R_{ш}$  между электродами свечи зажигания (рис. 180, б).

Наибольшей быстроходностью и наименьшей чувствительностью к

загрязнению свеч (уменьшению  $R_{ш}$ ) обладает бесконтактная тиристорная система зажигания (кривые 4). Батарейная классическая система зажигания (кривые 1) наименее быстроходна и наиболее чувствительна к загрязнению свеч зажигания.

Своевременность воспламенения рабочей смеси зависит от приспособленности системы зажигания к данному двигателю. Чтобы мощность двигателя была максимальной, а расход топлива минимальным, искру необходимо подавать в такой момент, при котором обеспечивается одинаковое время интенсивного нарастания

давления  $P_r$  (рис. 180, в) до и после в. м. т. (кривая 2). Этот оптимальный момент подачи искры, измеряемый углом поворота кривошипа до в. м. т., называют оптимальным углом опережения зажигания.

Угол  $\theta_{опт}$  является характеристикой двигателя и зависит от его конструкции, режима работы и технического состояния, а также от свойств топлива, погодных-климатических и дорожных условий.

Учет такого многообразия факторов с целью непрерывной оптимизации угла опережения зажигания возможен при использовании на автомобиле микро-ЭВМ с гибкой програм-

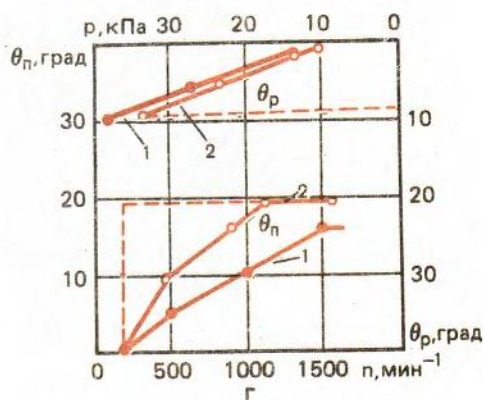
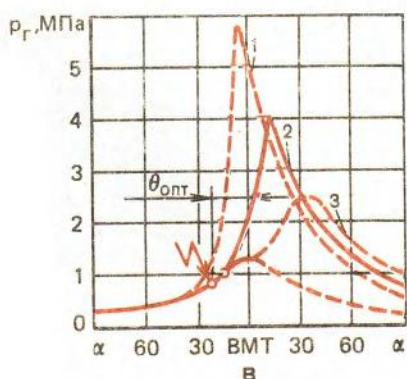
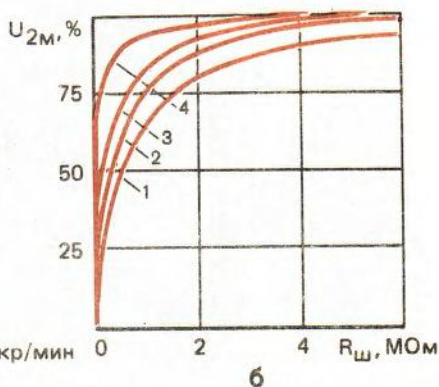
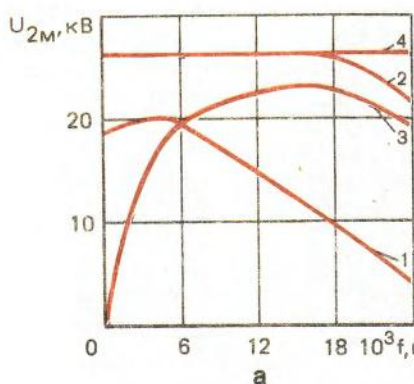


Рис. 180. Характеристики:

а — быстроходности систем зажигания; б — добротности систем зажигания: 1 — батарейной классической; 2 — контактно-транзисторной; 3 — магнетной; 4 — бесконтактной тиристорной; в — момента зажигания: 1 — раннее зажигание; 2 — оптимальное зажигание; 3 — позднее зажигание; г — центробежного и вакуумного регуляторов: 1 — Р13-Д; 2 — Р4-Д.

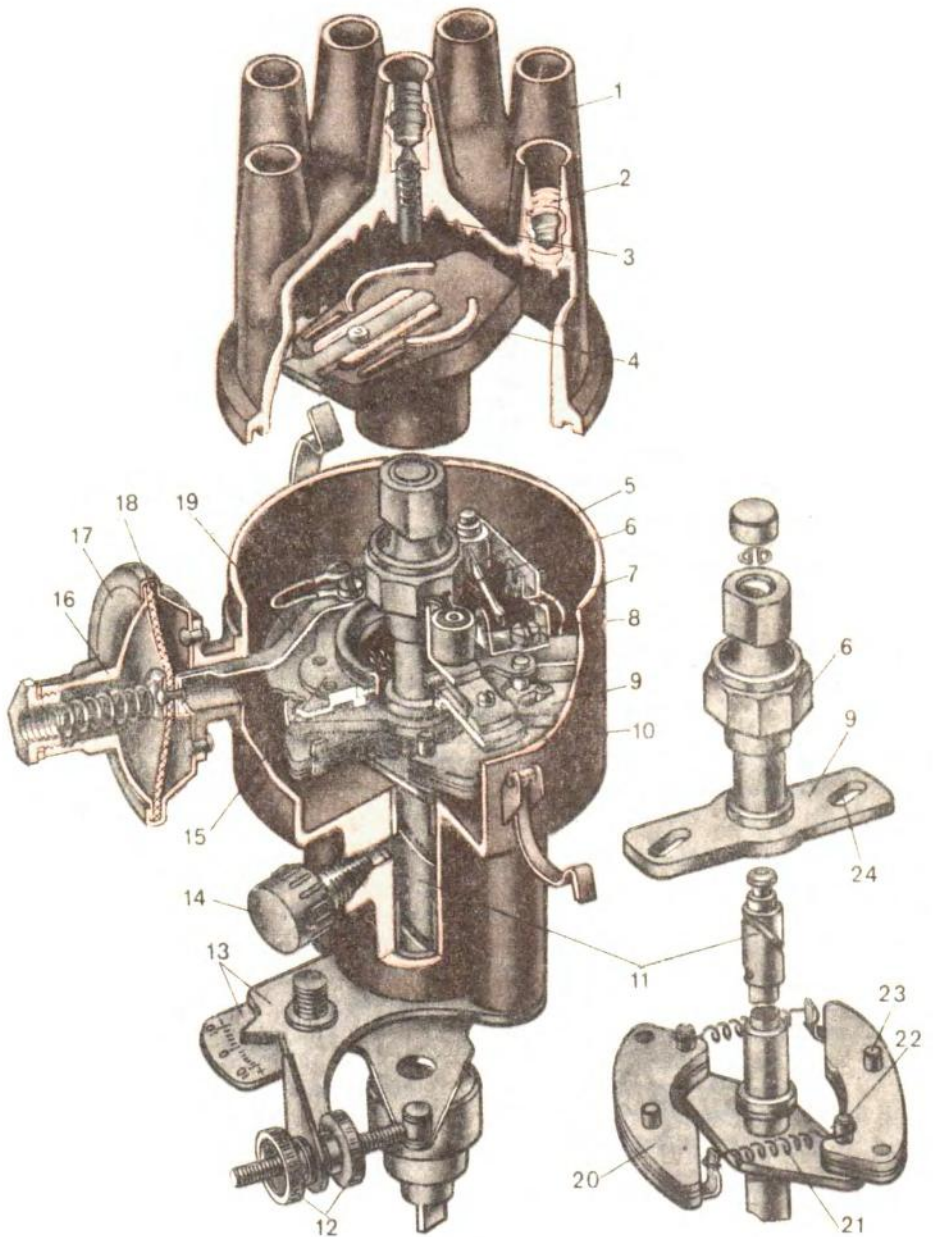


Рис. 181. Распределитель:

1 — крышка распределителя; 2 — раздаточная клемма; 3 — графитовый стержень; 4 — ротор распределителя; 5 — рычажок подвижного контакта; 6 — кулачок; 7 — подвижной контакт; 8 — неподвижный контакт; 9 — лодочковая пластина; 10 — корпус; 11 — валик; 12 — гайки октан-корректора; 13 — пластины октан-корректора; 14 — масленка; 15 — поворотный диск; 16 — пружина вакуумного регулятора; 17 — чашка; 18 — диафрагма; 19 — тяга вакуумного регулятора; 20 — грузик; 21 — пружина; 22 — ось; 23 — палец; 24 — паз.

мой. В серийных же системах по заданной программе учитывается изменение только двух параметров: частоты вращения коленчатого вала и разрежения в смесительной камере карбюратора.

**Конструктивные особенности.** Сборочные единицы и детали систем зажигания объединяют в шесть подгрупп: 3704 — выключатель зажигания; 3705 — катушка зажигания; 3706 — распределитель зажигания; 3707 — искровые свечи и провода зажигания; 3728 — магнето; 3734 — транзисторный коммутатор.

**Распределитель зажигания** включает в себя прерыватель тока низкого и распределитель тока высокого напряжения, центробежный и вакуумный регуляторы и октан-корректор.

**Прерыватель** управляет цепью тока низкого напряжения. Он состоит из вращаемого кулачка 6 (рис. 181) и нормально замкнутых контактов 7 и 8, которые устанавливают на поворотном диске 15.

Рычажок 5 с подвижным контактом 7 и пластинчатую пружину крепят на текстолитовой поворотной подушечке и изолируют от «массы», а пластину неподвижного контакта 8 устанавливают на ось рычажка 5, поворачивают эксцентриком в определенное положение и крепят винтом, обеспечивая надежное соединение контакта 8 с «массой».

**Центробежный регулятор** автоматически изменяет угол опережения зажигания в зависимости от частоты вращения коленчатого вала. Он состоит из валика 11 с планкой и двумя осями 22, двух грузиков 20 с пальцами 23 и двух пружин 21 разной жесткости. Пальцы 23 входят в пазы 24 поводковой пластины 9 кулачка 6 и передают ему вращение от валика 11 через планку, оси 22 и грузики 20.

При работе регулятора момент центробежной силы каждого грузика 20 относительно оси 22 уравнивается моментом силы натяжения его пружины 21. Нарушение этого

равновесия вызывает поворот грузиков 20 на осях 22, перемещение пальцев 23 в косых пазах 24 поводковой пластины 9 и поворот кулачка 6 относительно валика 11, кинематически жестко связанного через распределительный вал с коленчатым валом двигателя.

Характеристика центробежного регулятора  $\Theta_n = f(n)$  показана на рисунке 180, г.

**Вакуумный регулятор** автоматически изменяет угол  $\theta$ , опережения зажигания в зависимости от разрежения  $p$  в смесительной камере карбюратора. Он состоит из двух чашек 17 (см. рис. 181), между которыми завальцовывают диафрагму 18 с тягой 19. Герметичную полость с пружиной 16 соединяют медной трубкой со смесительной камерой карбюратора, а тягу 19 диафрагмы — с поворотным диском прерывателя.

При работе регулятора сила сжатия пружины 16 уравнивается силой избыточного давления атмосферного воздуха на диафрагму и тяга 19 устанавливает диск 15 с контактами прерывателя в определенное положение. Нарушение этого равновесия из-за изменения разрежения в карбюраторе вызывает изменение прогиба диафрагмы, перемещение тяги, поворот диска с контактами относительно кулачка 6 и изменение момента их размыкания.

**Октан-корректор** используют для изменения постоянной составляющей угла опережения зажигания, поворачивая вручную корпус 10 распределителя вместе с вакуумным регулятором относительно кулачка 6 прерывателя.

Верхнюю пластину 13 октан-корректора соединяют с корпусом распределителя, а нижнюю надевают на его хвостовик и крепят к блок-картеру. Пластины соединяют между собой винтовой тягой с двумя регулировочными гайками 12.

**Распределитель тока** высокого напряжения равномерно подключает катушку к искровым свечам зажига-

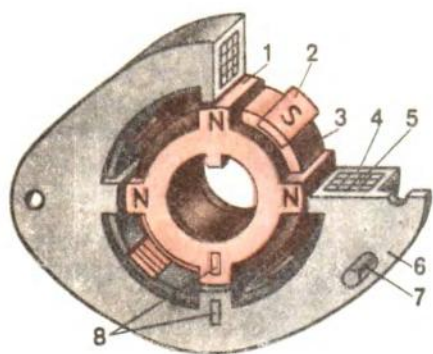


Рис. 182. Датчик импульсов:

1 и 2 — наконечники постоянного магнита; 3 — магнит; 4 и 6 — пластины магнитопровода; 5 — катушка; 7 — шип; 8 — метки.

ния. Он состоит из карболитовой крышки 1, которую крепят в определенном положении к корпусу 10, и ротора 4, надеваемого на хвостовик кулачка 6. Контакт центральной клеммы крышки с разносной пластиной ротора обеспечивают графитовые стержнем 3 с пружинкой.

Распределители большинства автомобилей конструктивно подобны. Они отличаются числом выступов кулачка 6 и раздаточных клемм 2, направлением и максимальной частотой вращения, характеристиками центробежного и вакуумного регуляторов, емкостью конденсатора или его отсутствием (переносом в транзисторный коммутатор), конструктивным оформлением, размерами.

Датчики-распределители бесконтактных систем зажигания изготавливают на базе распределителей контактных систем, встраивая магнитоэлектрический датчик вместо прерывателя.

*Магнитоэлектрический датчик импульсов* включает в себя статор, вращиваемый вакуумным регулятором, и ротор, вращаемый центробежным регулятором.

Ротор датчика состоит из кольцевого постоянного магнита 3 (рис. 182) и двух охватывающих его полюсных клювообразных наконечников 1 и 2, закрепленных на латунной

или бронзовой (не магнитной) втулке. Статор представляет собой магнитопровод из стальных пластин 4 и 6, охватывающих кольцевую катушку 5 снаружи, и зубчатых (клювообразных), охватывающих ее изнутри. Число пар клювов ротора и пар зубцов статора одинаково и равно числу цилиндров двигателя. У датчиков-распределителей Р142-10 и 19.3706 их по четыре, а у датчиков-распределителей 20.3706-10 и 24.3706-10 — по восемь.

При положении ротора, показанном на рисунке 182, магнитный поток постоянного магнита 3 замыкается по цепи клювы наконечника 1 — зубцы и пластина 6 — пластина 4 и ее зубцы — клювы наконечника 2. Поскольку перекрытие клювов ротора и зубцов статора максимальное, то и магнитный поток, пронизывающий пластину и катушку 5, максимальный.

Поворот ротора на угол  $\pi/8$  вызывает замыкание магнитного потока только зубцами пластин 4, 6. При этом в самих пластинах магнитного потока нет. Когда ротор повернут на угол  $\pi/4$ , магнитный поток в пластинах 4 и 6 максимальный, но замыкается через них в противоположном направлении по цепи клювы наконечника 1 — зубцы и пластина 4 — пластина 6 и ее зубцы — клювы наконечника 2. В результате такого изменения направления магнитного потока пластинами 4 и 6 в катушке 5 за каждый оборот ротора индуцируется четыре полных периода синусоидальной ЭДС.

Катушку 5 одним гибким проводом соединяют с клеммой «масса», а другим — через изолированный вывод на корпусе распределителя и сеть с клеммой Р транзисторного коммутатора.

Поворот статора и ротора, задаваемый соответственно вакуумным и центробежным регуляторами, вызывает сдвиг по фазе всех периодов ЭДС, а тем самым изменение угла опережения зажигания.

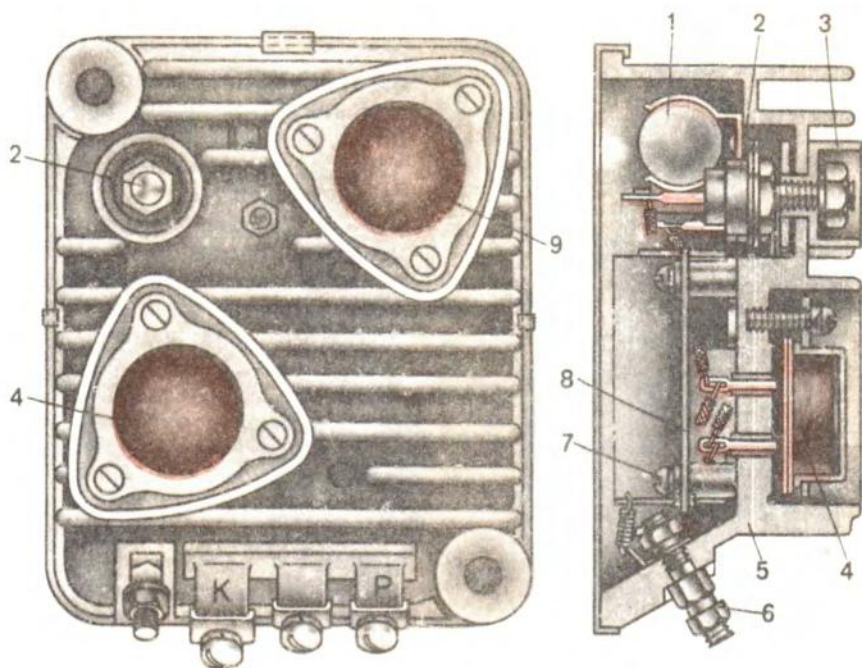


Рис. 183. Транзисторный коммутатор ТК108-10:

1 — конденсатор С1 (см. рис. 179) емкостью 50 мкФ; 2 — диод VD4 марки Д245А; 3 — изолятор; 4 — транзистор VT4 марки КТ808А; 5 — корпус; 6 — зажим «масса»; 7 — винт; 8 — плата; 9 — транзистор VT3 марки КТ809А; К и Р — клеммы.

Для установки зажигания на верхнюю пластину 6 и наконечник 1 наносят метки 8.

Транзисторный коммутатор ТК108-10 монтируют в оребренном корпусе 5 (рис. 183) из алюминиевого сплава. Внутри корпуса винтами 7 крепят печатную плату 8, на которой монтируют большинство элементов схемы. Конденсатор 1 и диод 2 крепят внутри корпуса, а транзисторы 4 и 9 — снаружи, в колодцах корпуса.

Транзисторный коммутатор 13.3734 взаимозаменяем с коммутатором ТК108-10.

Катушка зажигания Б116 — это импульсный повышающий трансформатор напряжения с разомкнутой магнитной цепью, состоящий из центрального сердечника 15 (рис. 184) и периферийного кольцеобразного магнитопровода 10.

Вторичную обмотку 7 (38 500 витков медного провода диаметром

0,06 мм) наматывают на втулку 16 из электротехнического картона, а первичную обмотку 14 (250 витков медного провода диаметром 1,12 мм) — на вторичную обмотку, предварительно изолировав ее лакотканью и кабельной бумагой в несколько слоев. Концы вторичной обмотки крепят к контактным пластинам 8 и 13, а концы первичной обмотки — к зажимам К и 17 в карболитовой крышке 2. Пластины 13 через кожух 6 и кронштейн 9 соединяют с клеммой «масса», а пластину 8 через пружину 4 — с клеммой 3 высокого напряжения.

Фарфоровым изолятором 12 предотвращают разряд высокого напряжения через сердечник 15 на кожух 6, а с помощью трансформаторного масла, которым заполняют катушку перед завальцовкой кожуха 6 на крышку 2, улучшают изоляцию обмоток и отводят от них тепло.

На кронштейне 9 катушек Б114 и

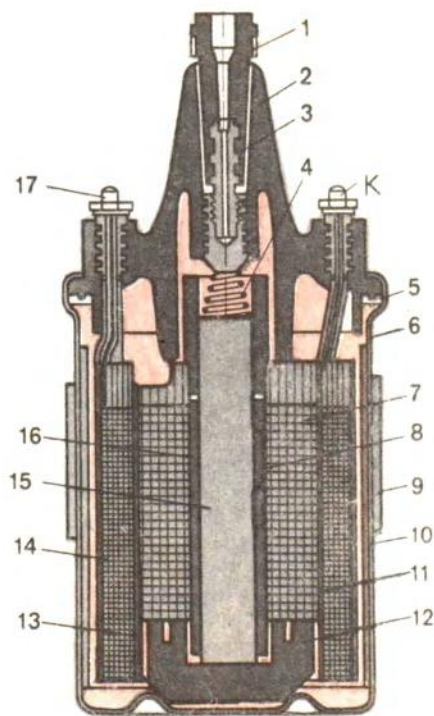


Рис. 184. Катушка зажигания Б116:

1 — штуцер; 2 — крышка; 3 — клемма высокого напряжения; 4 — контактная пружина; 5 — уплотнительная прокладка; 6 — кожух; 7 — вторичная обмотка; 8 и 13 — контактные пластины; 9 — кронштейн-хомут; 10 — магнитопровод; 11 — изолирующие прокладки; 12 — изолятор; 14 — первичная обмотка; 15 — сердечник; 16 — втулка; 17 и К — зажимы.

Б116 выштамповывают надпись «Только для транзисторной системы». Она обусловлена тем, что обмотки этих катушек имеют трансформаторную связь (электрически не связаны), а обмотки катушек других систем зажигания имеют в 2,5...3 раза меньшее отношение числа витков и автотрансформаторную связь (вторичная обмотка — продолжение первичной).

Искровые свечи зажигания и я предназначены для удержания в камере сгорания искрового разрядника и подвода к нему тока высокого напряжения.

На современных двигателях применяют неразборные свечи зажигания с керамическим изолятором 3 (рис.

185, а, б) из синоксаля, уралита, боркорунда, хилумина. В изолятор 3 устанавливают стальной контактный стержень 2 с накаткой и центральный электрод 8 из стали 13Х25Т или Х20Н80, уплотняют их и соединяют токопроводящим стеклогерметиком 5. Чтобы герметизировать и удержать изолятор 3 в корпусе 4, применяют стальные шайбы 7, опрессовку талька 10 или термоосадку корпуса и его завальцовку.

При работе двигателя свеча подвергается высоким тепловым, механическим, электрическим и химическим воздействиям. В случае неполного сгорания рабочей смеси и масла на электродах 8 и 9, тепловом конусе 11 изолятора 3 и внутренней части корпуса 4 появляется токопроводящий нагар. Этот нагар, как шунт сопротивлением  $R_{ш}$  (см. рис. 180, б), вызывает утечку тока высокого напряжения, параллельно зазору между электродами, вплоть до прекращения искрообразования.

При температуре теплового конуса 400...500 °С происходит самоочищение от токопроводящего нагара черного цвета и отложение лаков коричневого цвета, а при нагреве до 900 °С и выше — образование золы серого цвета и сетки трещин, а также возникновение калильного зажигания. Поэтому интервал температуры 400...900 °С называют тепловым пределом работоспособности свечи.

Температура теплового конуса зависит от конструкции и режима работы двигателя, а также от тепловой характеристики свечи — ее калильного числа.

По ГОСТ 2043—74 искровые свечи зажигания маркируют буквами и цифрами, например А10НТ, А11, А17ДВ, М8Т. Первой буквой условно обозначают резьбу: А — резьба М14×1,25; М — резьба М18×1,5. Цифры (8, 10, 11, 17) означают калильное число — отвлеченную величину, пропорциональную среднему индикаторному давлению, при котором во время испытания свечи на од-

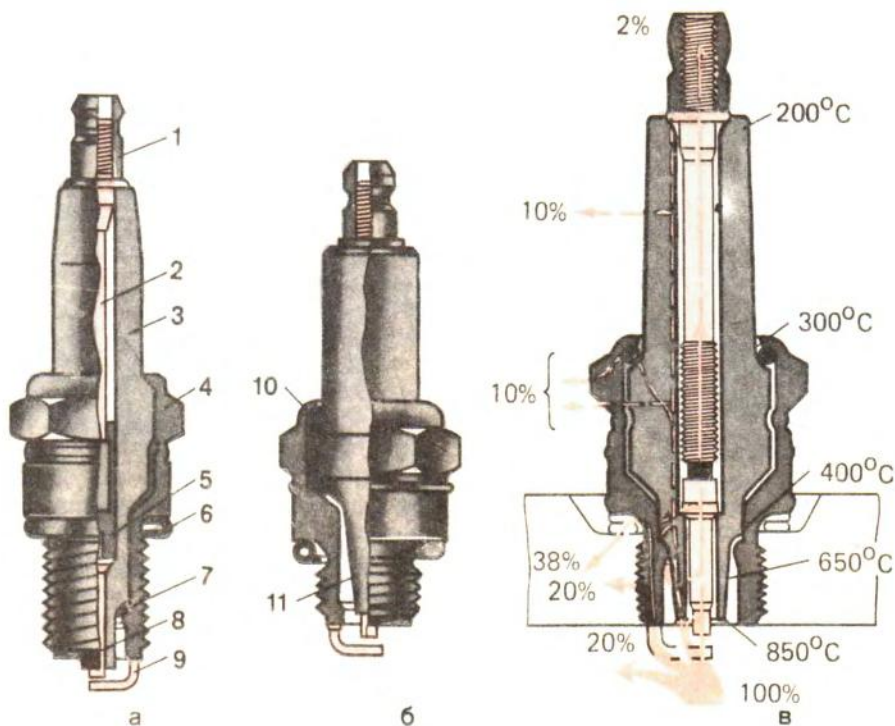


Рис. 185. Искровые свечи зажигания:

а — с изолятором из материала синоксаль; б — с изолятором из материала уралит; 1 — контактная головка; 2 — контактный стержень; 3 — изолятор; 4 — корпус; 5 — электропроводный стеклогерметик; 6 — уплотнительное кольцо; 7 — теплоотводящая шайба; 8 — центральный электрод; 9 — боковой электрод; 10 — тальк; 11 — конус изолятора; в — температура и тепловой баланс.

ноцилиндровой моторной установке начинает возникать калильное (неуправляемое) зажигание рабочей смеси от перегретого изолятора или электродов.

Буквы за калильным числом означают следующее: Н — длина ввертной части корпуса 11 мм; Д — длина ввертной части корпуса 19 мм; В — тепловой конус выступает за торец корпуса; Т — центральный электрод герметизирован термоцементом; У — свеча предназначена для умеренного климата; ХЛ — свеча предназначена для холодного климата, Э — экспортное исполнение.

Длину ввертной части корпуса 12 мм и герметизацию центрального электрода не термоцементом буквами не обозначают. Пример такой маркировки — свеча А11.

Магнето М124-Б1 пусковых

двигателей П-10УД и П-350 одноискровое, правого вращения. Оно состоит из корпуса 1 (рис. 186) с залитыми в него полюсными башмаками-стойками, крышки 3, ротора 2 с подшипниками, полумуфтой 9 и кулачком 7, нормально замкнутых контактов с механизмом регулировки зазора, конденсатора 8, трансформатора 4, изолированных клемм.

Крепление кулачка 7 на хвостовике ротора 2 позволяет изменять положение полюсов магнита, соответствующее началу размыкания контактов прерывателя.

Угол  $\alpha_0$  (см. рис. 177, а и б) поворота ротора от нейтрального положения ( $\alpha = 90^\circ$ ) до начала размыкания контактов прерывателя называют углом отрыва или абрисом магнето. Его регулируют поворотом кулачка на  $8...10^\circ$ , учитывая ско-

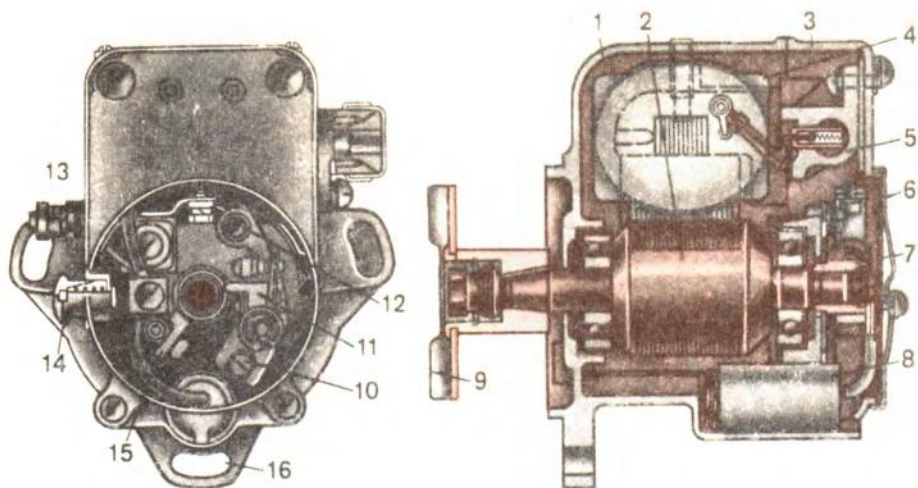


Рис. 186. Магнето М124-Б1:

1 — корпус; 2 — ротор; 3 — крышка; 4 — трансформатор; 5 — вывод высокого напряжения; 6 — крышка прерывателя; 7 — кулачок; 8 — конденсатор; 9 — полумуфта; 10 — эксцентрик; 11 — подушка рычажка; 12 — винт; 13 — клемма; 14 — кнопка выключения; 15 — фильц; 16 — лаз.

ростную характеристику магнето (см. кривую 3 на рис. 180, а).

Все агрегатные магнето пусковых двигателей имеют неудовлетворительную характеристику при малой частоте вращения. Это обусловлено прямой зависимостью ЭДС и силы тока в первичной обмотке трансформатора от угловой скорости (частоты вращения) ротора. Кроме того, максимум силы тока  $I_1$  существенно зависит от сопротивления первичной цепи и всегда отстает от максимума первичной ЭДС на угол  $0 < \alpha_0 \leq 90^\circ$ .

При пусковых частотах вращения коленчатого вала двигателя максимум силы тока  $I_1$  ярко выражен и сдвинут по фазе на угол  $\alpha_1 \approx 8 \dots 10^\circ$ . Такой угол и устанавливают поворотом кулачка как абрис магнето. Более раннее размыкание контактов ( $\alpha_0 < 8^\circ$ ) снижает надежность искрообразования на всех скоростных режимах, а позднее ( $\alpha > 10^\circ$ ) — только на режиме пуска.

Двухискровые магнето (М48-Б1, М145 и др.) отличаются от одноискровых формой кулачка и наличием распределителя тока высокого напряжения. В магнето М24-Б, М48-Б1, М130 вместо жесткой полумуфты 9

(см. рис. 186) устанавливают центробежный регулятор угла опережения зажигания.

**Основные возможные неисправности:** несвоевременность зажигания, недостаточная энергия или отсутствие искрового разряда между электродами.

Несвоевременное зажигание может наблюдаться на всех или отдельных режимах работы двигателя.

Раннее зажигание и сгорание рабочей смеси до в. м. т. (см. кривую 1 на рис. 180, в) вызывают опасное увеличение противодействия газов движению поршня к в. м. т., его перегрев и даже прогорание днища, особенно при детонационном сгорании. Это противодействие поршень преодолевает за счет расхода кинетической энергии маховика и уменьшения эффективной мощности двигателя.

Раннее зажигание на малых частотах вращения (см. рис. 180, г) коленчатого вала свидетельствует об увеличении крутизны кривых  $\Theta_n$  из-за недостаточного натяжения или поломки пружин центробежного регулятора.

Позднее зажигание и сгорание ра-

бочей смеси после в. м. т. (см. кривую 3 на рис. 180, в) вызывают увеличение теплового потока через поверхности надпоршневого объема и с отработавшими газами, перегрев и даже заклинивание поршня в цилиндре, а также прогорание выпускного клапана.

Позднее зажигание при малых нагрузках, соответствующих максимальному разрежению  $p$  (см. рис. 180, г) в смесительной камере карбюратора, свидетельствует о горизонтальности кривых  $\Theta_p$  при их максимальном значении из-за потери герметичности вакуумного регулятора.

Раннее или позднее зажигание на всех режимах работы двигателя в основном обусловлено неправильной установкой угла  $\Theta$  по октан-корректору или привода распределителя.

Недостаточная энергия искрового разряда («слабая искра») при нормальном питании системы током низкого напряжения в основном обусловлена утечками тока высокого напряжения в увлажненных и загрязненных элементах вторичной цепи, прежде всего в шунте свеч сопротивлением  $R_{ш}$  (см. рис. 180, б).

Уменьшение силы тока низкого напряжения при исправных источниках возможно из-за подгорания контактов прерывателя и большого зазора между ними, ослабления и окисления других контактов и зажимов первичной цепи.

Отсутствие искрового разряда наблюдается при чрезмерном загрязнении свеч зажигания, обрыве или замыкании на «массу» первичной или вторичной цепи, межвитковом замыкании обмоток катушки зажигания, отсутствии зазора между контактами прерывателя. Малый абрис магнето ( $\alpha_n < 8^\circ$ ), особенно при загрязненных контактах прерывателя, тоже может быть причиной отсутствия искрового разряда.

При перегорании добавочного резистора катушки зажигания или

шунтируемого резистора  $R_3$  модели СЭ107 (см. рис. 178, а) глохнет двигатель после выключения стартера. Неоднократное перегорание резистора  $R_3$  свидетельствует о неправильной регулировке дополнительного контакта тягового реле стартера.

Отказы транзисторных коммутаторов тоже проявляются в прекращении искрообразования. Большая часть отказов (до 50 %) обусловлена выходом из строя транзисторов ГТ701А (коммутатор ТК102), КТ808А и КТ809А (коммутатор ТК200). Вероятность же безотказной их работы достаточно высока и при пробеге 200 000 км достигает 0,95, т. е. выше доверительной вероятности 0,9, принятой для автотракторного электрооборудования.

**Техническое обслуживание.** При эксплуатации систем зажигания запрещается: оставлять зажигание включенным при неработающем двигателе; изменять полярность включения источников тока в сеть; менять местами провода, соединенные с транзисторным коммутатором или добавочным резистором; замыкать накоротко добавочный резистор или его часть; увеличивать зазор между электродами свечей зажигания более 1 мм.

При техническом обслуживании и в а н и и систем зажигания необходимо выполнять следующее.

1. Очищать от пыли, грязи и масла все сборочные единицы и провода, особенно элементы, образующие цепь высокого напряжения. В противном случае через загрязнения и увлажнения возможен пробой крышки распределителя и катушки зажигания, ротора, проводов высокого напряжения. Загрязнение контактов прерывателя может вызвать перебои или прекращение искрообразования.

2. Проверять крепление проводов низкого и высокого напряжения. Ослабление крепления центрального провода может вызвать пробой катушки зажигания, а ослабление клемм цепи тока низкого напряже-

ния — перебои в искрообразовании.

3. Смазывать втулку кулачка, фильц и ось рычажка прерывателя двумя-тремя каплями моторного масла, а валик распределителя — смазкой ЯМЗ-2 или Литол 24, поворачивая колпачок масленки на  $1/2$  оборота. Избыток масла может вызвать образование нагара на контактах прерывателя.

4. Диагностировать систему зажигания, определяя:

натяжение пружины рычажка прерывателя. Оно должно быть в пределах 4...7 Н. При недостаточном натяжении рычажок с пружиной заменяют;

падение напряжения на контактах прерывателя. При  $\Delta U \geq 0,1$  В контакты зачищают;

угол замкнутого состояния контактов прерывателя. У распределителей восьмицилиндровых двигателей при зазоре в контактах 0,3...0,4 мм он должен быть 28...32°, у двигателей ВАЗ при зазоре в контактах 0,37...0,43 мм — 52...58, а у двигателей автомобилей «Москвич» при зазоре в контактах 0,35...0,45 мм — 47...53°. При несоответствии углов этим значениям зазор в контактах изменяют;

равномерность угла искрообразования. Для четырехискровых распределителей этот угол должен быть в пределах  $90 \pm 1^\circ$ , а для восьмиискровых —  $45 \pm 1^\circ$ . При больших отклонениях кулачок заменяют;

характеристику  $\Theta_n = f(n)$  центробежного регулятора (см. рис. 180, г). При ее несоответствии заменяют пружины (Р125) или изменяют их натяжение. Если регулятор начинает действовать при меньшем значении минимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя, увеличивают натяжение пружины малой жесткости. Если же он не увеличивает угол опережения зажигания при меньшей частоте вращения, усиливают натяжение пружины большой жесткости;

характеристику  $\Theta_p = f(p)$  вакуумного регулятора. При ее несоответ-

ствии регулируют шайбами силу сжатия пружины;

состояние изоляции цепи высокого напряжения по бесперебойности искрообразования при частоте вращения ротора 500...700 мин<sup>-1</sup>;

бесперебойность искрообразования при максимальной частоте вращения ротора: 3000 мин<sup>-1</sup> — Р125 и Р127; 2000 мин<sup>-1</sup> — Р137; 1650 мин<sup>-1</sup> — Р133;

сопротивление  $R_{\text{ш}}$  (см. рис. 180, б) шунта свечей зажигания (мегаомметр на двигателе). Оно должно быть не менее 4 МОм. При меньшем сопротивлении возникают перебои зажигания, увеличиваются расход топлива и его содержание в моторном масле;

правильность установки зажигания.

Распределитель Р137 и его привод устанавливают на двигатель автомобиля ЗИЛ-130 в такой последовательности.

1. Вывертывают искровую свечу зажигания первого (переднего правого) цилиндра и закрывают отверстие бумажной пробкой.

2. Поворачивают коленчатый вал пусковой рукояткой до тех пор, пока сжатая рабочая смесь не вытолкнет пробку, а затем до совмещения метки 1 (рис. 187, а) на шкиве с риской напротив цифры 9 на указателе 2 установки угла зажигания.

3. Поворачивают валик привода распределителя так, чтобы его паз 1 (рис. 187, б) был смещен влево вверх и располагался вдоль риска 3 на фланце 4 корпуса.

4. Вставляют привод в расточку блока цилиндров и после ввода зубчатых колес в зацепление проверяют положение паза 1 относительно оси симметрии верхнего фланца 4. Паз должен повернуться и сместиться вперед при угловом отклонении от оси не более  $\pm 15^\circ$ .

При наличии зазора между нижним фланцем 2 и блоком цилиндров коленчатый вал поворачивают на два оборота, одновременно надавливая

на корпус привода с целью ввода шипа валика в паз привода масляного насоса. После этого еще раз проверяют совмещение меток и положение паза, крепят корпус привода.

5. Устанавливают октан-корректор в положение «0» и отворачивают болт крепления его верхней пластины до тугого ее поворота относительно корпуса распределителя.

6. Поворачивают валик и распределитель так, чтобы его ротор располагался напротив метки 1 на крышке, а вакуумный регулятор был направлен вперед. В этом положении вставляют распределитель в корпус привода и крепят к нему.

7. Присоединяют контрольную лампу к изолированному зажиму распределителя и клемме «масса». Включают зажигание и, поворачивая корпус распределителя и ротор (до выбора зазора в его приводе) против хода часовой стрелки, задают угол загорания контрольной лампы — начало размыкания контактов прерывателя. В этом положении затягивают болт крепления верхней пластины октан-корректора. Поворачивают коленчатый вал на два оборота с целью проверки соответствия угла загорания контрольной лампы  $9^\circ$  до в. м. т.

8. Устанавливают крышку распределителя и последовательно (по ходу часовой стрелки) соединяют ее боковые клеммы проводами высокого напряжения со свечами 1, 5, 4, 2, 6, 3, 7 и 8-го цилиндров.

Распределитель Р133 и его привод устанавливают на двигатель ЗМЗ-53-11 в такой же последовательности, как и Р137 на двигатель ЗИЛ-130, но угол опережения зажигания задают не  $9^\circ$ , а  $4^\circ$ . Паз валика (см. пп. 3 и 4) после установки привода располагают не поперек, а вдоль оси двигателя и со смещением влево по ходу автомобиля. При этом верхний фланец корпуса привода оказывается направленным назад и влево под углом  $23^\circ$ .

Своевременность зажигания проверяют по наличию детонации в про-

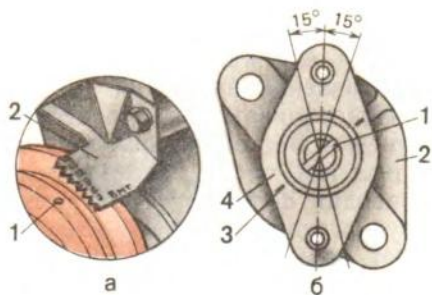


Рис. 187. Метки установки угла зажигания на двигателе ЗИЛ-130:

а — положение кривошипа первого цилиндра: 1 — метка на шкиве коленчатого вала; 2 — указатель установки угла зажигания; 6 — привод распределителя: 1 — асимметричный паз в торце приводного вала; 2 — нижний фланец корпуса; 3 — риска; 4 — верхний фланец корпуса.

цессе разгона автомобиля от 30 до 45 км/ч на прямой передаче при полностью нажатой педали управления дроссельной заслонкой карбюратора. Если детонация не прослушивается, угол опережения зажигания увеличивают, если же она слышна и при скорости более 45 км/ч, его уменьшают октан-корректором. В первом случае гайки 12 (см. рис. 181) вращают так, чтобы стрелка-указатель смещалась в сторону знака «+», а во втором — в сторону знака «-».

В двухтактных двигателях угол опережения зажигания устанавливают в пределах  $27...32^\circ$ , измеряя его по оставшемуся до в. м. т. ходу поршня.

Магнето М124-Б1 устанавливают на пусковые двигатели П-10УД и П-350 в такой последовательности.

1. Вывертывают свечу зажигания и в отверстие вставляют глубиномер штангенциркуля или чистый стержень.

2. Поворачивают коленчатый вал и по ходу глубиномера или стержня, определяя в. м. т. поршня, наносят метку на стержне.

3. Увеличивают показания штангенциркуля или наносят на стержне вторую метку выше первой на 5...6 мм и на это расстояние опускают поршень, поворачивая колен-

чатый вал против его направления вращения или на неполный оборот по направлению вращения.

4. Поворачивают вал магнето отверстием — меткой на полумуфте 9 (см. рис. 186) вверх. В этом положении вводят полумуфту в торцовый паз зубчатого колеса привода и ввертывают, но не затягивают болты крепления магнето;

5. Вставляют полоску тонкой бумаги или целлофана между контактами и поворачивают корпус магнето, одновременно определяя вытягиванием этой полоски начало размыкания контактов;

6. Затягивают болты крепления и проверяют угол начала размыкания контактов при положении поршня за 5...6 мм до в. м. т. Устанавливают свечу зажигания и присоединяют провода.

Через каждые два сезона работы магнето снимают с двигателя, разбирают, промывают и смазывают. Подшипники заполняют на  $\frac{2}{3}$  объема смазкой ЦИАТИМ-201, а в фильц и ось рычажка вводят две-три капли турбинного масла.

Зазор 0,6...0,8 мм между электродами свечей зажигания проверяют круглым щупом, а регулируют специальным ключом, подгибая боковой электрод. Свечи с черным нагаром на изоляторе очищают пескоструйным аппаратом Э-203, продувают сжатым воздухом, проверяют на герметичность и бесперебойность искрообразования. При отсутствии стэнда нагар удаляют щеткой из тонкой медной проволоки.

## § 5. СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПУСКА ДВИГАТЕЛЕЙ

**Общие сведения.** Система электрического пуска включает в себя одну или две аккумуляторные батареи, электрифицированные средства подготовки к пуску, стартер, коммутационную аппаратуру и электрическую сеть.

Основное требование к системе электрического пуска — преодолеть пусковой момент сопротивления  $M_n$  и обеспечить вращение коленчатого вала с угловой скоростью  $\omega_n$ , достаточной для образования и воспламенения рабочей смеси в цилиндрах. С этой целью применяют электродвигатель стартера, который преобразует постоянный ток мощностью  $IU$  во вращательное движение якоря мощностью  $M_n \omega_n > M_n \omega_n$ .

Пуск без подготовки двигателя наиболее удобен и прост, но требует применения высококачественного топлива и масла, вызывает их перерасход, повышает токсичность отработавших газов и уменьшает долговечность двигателя.

Полная подготовка двигателя к пуску заключается в прогреве всех его механизмов, систем и подаче масла под давлением в неподвижные сопряжения деталей. Однако при этом необходимо применять аккумуляторные батареи с чрезмерно большим зарядом (емкостью). Поэтому на большинстве тракторов и автомобилей пускают двигатель без подготовки или после частичной подготовки за счет других источников энергии (см. § 8 главы 1). При хранении машин в закрытом помещении (гараже) применяют коллективные средства подготовки двигателей к пуску.

Система электростартерного пуска. В ней энергия аккумуляторной батареи расходуется на управление предпусковым подогревателем охлаждающей жидкости (двигатели ЗМЗ-53-11, ЗИЛ-130, ЯМЗ-240БМ) и стартером, питание электроспирального (двигатель Д-21А1) или электрофакельного (двигателя Д-240, Д-245, КамАЗ-740) подогревателя всасываемого воздуха и стартера при пуске, электропривод насоса предпусковой прокачки масла (двигатель ЯМЗ-240БМ).

Системы каскадного пуска по схеме стартер — пусковой

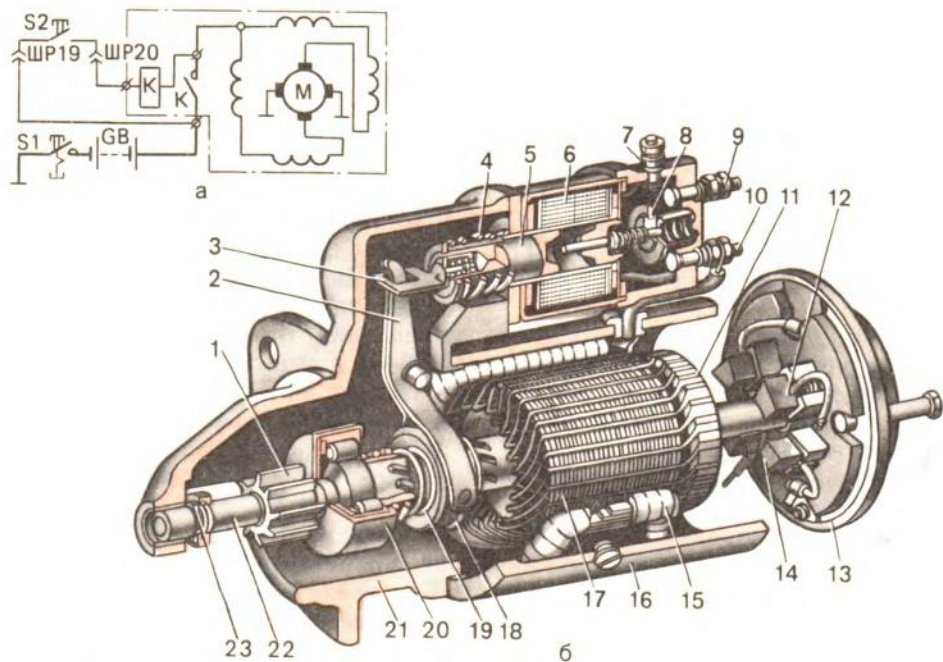


Рис. 188. Стартер СТ362:

а — схема электрическая принципиальная; б — устройство: 1 — ведущее зубчатое колесо; 2 — дву-  
 плечный рычаг; 3 — серьга; 4 и 19 — пружины; 5 — сердечник; 6 — катушка тягового реле; 7, 9 и 10 —  
 зажимы; 8 — контактный диск; 11 — коллектор; 12 и 14 — щетки; 13 и 21 — крышки; 15 — катушка  
 обмотки возбуждения; 16 — статор; 17 — якорь; 18 — муфта привода; 20 — муфта свободного хода;  
 22 — вал якоря; 23 — упорное кольцо.

двигатель — дизель применяют на большинстве тракторов (МТЗ-80Л, ДТ-75МВ, Т-150, Т-150К, ДТ-175С, Т-4А, Т-130М). В этих системах предпусковую подготовку и пуск дизеля обеспечивает пусковой двигатель. Его же пуск без подготовки осуществляется электростартерной системой малой мощности.

Стартер — основная сборочная единица всех электрических систем пуска. Он потребляет большую часть энергии аккумуляторной батареи и состоит из электродвигателя постоянного тока последовательного или смешанного возбуждения, механизмов привода и управления. По способу управления различают стартеры с непосредственным и дистанционным управлением, механическим и электромагнитным включением.

В современных системах электростартерного пуска с дистанционным

управлением и электромагнитным включением применяют от одного до пяти электромагнитных реле: тяговое, дополнительное, блокировки, переключения аккумуляторных батарей и соединения их с «массой».

Система электрического пуска двигателя П-10УД (рис. 188, а) состоит из аккумуляторной батареи **GB** (6СТ-60ЭМС) с выключателем «массы» **S1** (ВК318-Б), стартера **M** (СТ362) и выключателя **S2** (ВК317-А2) на щитке приборов.

Электродвигатель **M** стартера состоит из неподвижного статора **16** (рис. 188, б) с четырьмя катушками **15** обмотки возбуждения, вращающегося якоря **17** с обмоткой и коллектором **11**, неподвижного щеткодержателя с четырьмя торцовыми щетками **12** и **14**. Вал **22** якоря вращается в двух бронзографитовых

штуках, запрессованных в крышках **13** и **21**.

Силовую электрическую цепь стартера образуют контактные болты **9** и **10**, замыкаемые диском **8**, обмотка возбуждения, разделенная на две ветви по две последовательно соединенные катушки **15**, две изолированные щетки **12**, обмотка якоря **17**, две щетки **14**, соединенные с «массой».

Все элементы цепи изготовлены из меди, кроме щеток **12** и **14** (они медно-графитовые). Эта цепь обеспечивает преобразование постоянного тока мощностью **10** во вращательное движение якоря мощностью  $M_{\omega} \leq 0,5$  кВт.

Механизм привода предназначен для одностороннего переноса вращательного движения — от якоря к колленчатому валу двигателя. Он состоит из ведущего зубчатого колеса **1**, соединенного с валом **22** якоря через муфту **20** свободного хода, двуплечего рычага-вилки **2** и муфты **18** с буферной пружиной **19**.

Тяговое реле предназначено для включения механизма привода и силовой цепи. Оно представляет собой электромагнит с одной катушкой **6**, сердечником **5**, центральным магнитным упором и периферийным магнитопроводом.

Выключатель **S2** управляет тяговым реле, замыкая цепь его катушки **К**: «плюс» аккумуляторной батареи **GB** — **ШР19** — выключатель **S2** — **ШР20** — изолированный зажим **7** — катушка **6** (**К**) — зажим (контактный болт) **10** — катушка **15** обмотки возбуждения — щетки **12** — коллектор **11** — обмотка якоря **17** — коллектор **11** — щетки **14** — клемма «масса» — выключатель **S1** — «минус» батареи **GB**.

Под действием магнитного поля катушки **6**, замыкаемого через сердечник **5**, магнитопровод, магнитный упор и зазор, сердечник **5** втягивается, сжимает возвратную пружину **4**, через серью **3** поворачивает рычаг **2**, включая механизм привода, а затем

через шток перемещает контактный диск **8**, замыкая силовую цепь.

Система электрического пуска двигателя **ЗМЗ-53-11** (рис. 189) состоит из аккумуляторной батареи **GB** (**6СТ-75А**), стартера **СТ230-А**, дополнительного реле **РС507-Б** и выключателя (замка) зажигания **ВК330**.

Дополнительное реле **РС507-Б** предназначено для дистанционного управления тяговым реле стартера **СТ230-А** и резистором **СЭ107** катушки зажигания **Б114** с целью разгрузки контактов выключателя **ВК330**.

При повороте ключа зажигания в нефиксируемое положение **II** контакты **АМ**, **КЗ** и **СТ** замыкаются, включая систему зажигания и цепь управления стартером: «плюс» батареи **GB** — указатель тока **РА** — контакты **АМ** и **СТ** — клемма **К** — катушка **К1** — клемма **К** — клемма «масса» — «минус» батареи **GB**. Под действием магнитного потока катушки **К1** сердечник притягивает якорек, контакты которого последовательно соединяют клемму **Б** с клеммами **С** и **КЗ** дополнительного реле.

При замыкании клемм **Б** и **С** включается цепь тягового реле: «плюс» батареи **GB** — клемма указателя тока **РА** — клеммы **Б** и **С** — клемма тягового реле — удерживающая катушка **К2.1** — клемма «масса» и втягивающая катушка **К2.2** — контактный болт тягового реле — силовая цепь электродвигателя **М** стартера (катушки обмотки возбуждения — щетки — обмотка якоря — щетки — «масса») — «минус» батареи **GB**.

Под действием магнитного потока катушек **К2.1** и **К2.2** сердечник тягового реле втягивается до упора и замыкает силовые контакты **К2**. Они выключают (закорачивают через клеммы **Б** и **С**) втягивающую катушку **К2.2** и включают силовую цепь стартера: «плюс» батареи **GB** — контакты **К2** (медные контактные болты и диск) тягового реле — медная шина — катушки обмотки возбуждения — изолированные щетки — ци-

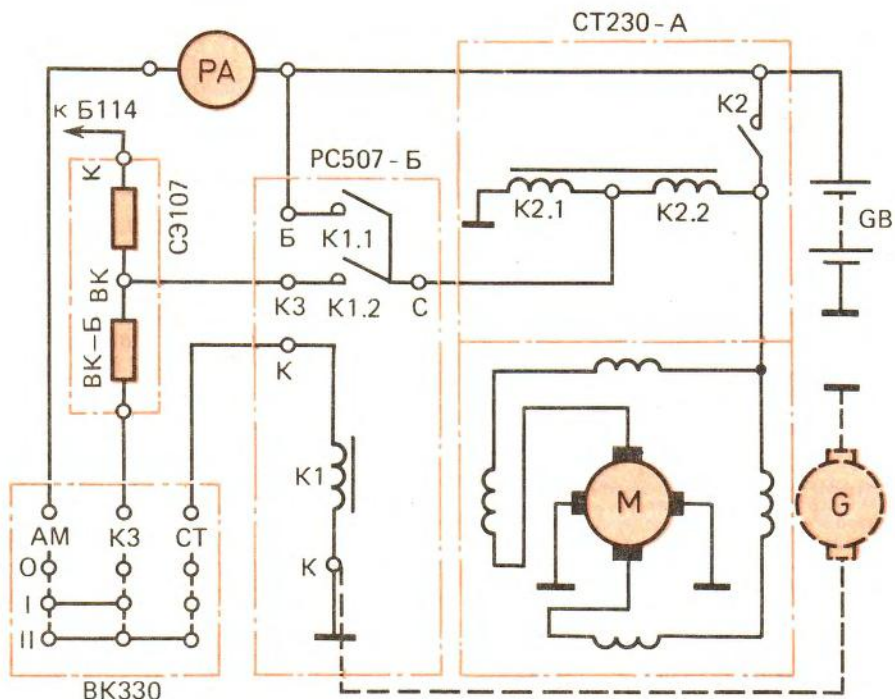


Рис. 189. Принципиальная электрическая схема системы пуска двигателя 3М3-53-11.

линдрический коллектор — обмотка якоря — коллектор — щетки, соединенные с «массой», — «минус» батареи **GB**.

Постоянный ток в обмотке возбуждения и якоря преобразуется во взаимодействующие магнитные поля и вращательное движение якоря мощностью  $M_n \omega_n \leq 1 \text{ кВт}$  (рис. 190). Сила тока  $I$  якоря пропорциональна напряжению  $U_a$  аккумуляторной батареи и обратно пропорциональна ее внутреннему сопротивлению  $r_a$  и сопротивлению  $R_{ст}$  силовой цепи стартера.

При полном торможении якоря колесчатым валом двигателя через механизм привода его угловая скорость  $\omega_n = 0$ , а сила потребляемого тока  $I_{к.з}$ , падение напряжения  $I_{к.з} R_n$  в электродвигателе стартера и крутящий момент  $M_n$  якоря максимальные.

На холостом ходу, когда зубчатое колесо механизма привода выведено из зацепления с зубчатым венцом маховика, крутящий момент  $M_n = 0$ .

Обратная ЭДС  $E_n$ , индуцируемая в обмотках якоря (как в генераторе постоянного тока), максимальная, противоположная действующему со стороны батареи напряжению  $U_a$  на электродвигателе и обуславливает минимальную силу потребляемого тока  $I_n$ . При этом угловая скорость  $\omega_n$  максимальная и у стартеров с последовательным соединением катушек обмотки возбуждения может быть недопустимо большой (до 800 рад/с).

При максимальной мощности  $M_n \omega_n$  сила тока, потребляемого стартером, примерно равна половине силы тока короткого замыкания  $I_{к.з}$ , соответствующего режиму полного торможения. На расчетном режиме, соответствующем наиболее тяжелым условиям пуска, силу тока принимают равной  $0,67 I_{к.з}$ . При этом мощность стартера меньше максимальной только на 12 %, а крутящий момент  $M_n$  больше примерно на 60 %.

Передаточное число между колес-

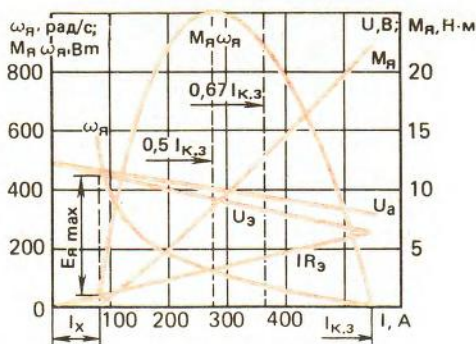


Рис. 190. Электромеханическая характеристика СТ130 с аккумуляторной батареей 6СТ-90ЭМ при температуре 20 °С:

$I_x$  — сила тока при холостом ходе;  $I_{к.з}$  — сила тока при полном торможении якоря;  $U_a$  — напряжение на электродвигателе;  $IR_a$  — падение напряжения в электродвигателе;  $E_a$  — ЭДС якоря;  $\omega_a$  — угловая скорость якоря;  $M_a$  — крутящий момент якоря;  $M_a\omega_a$  — мощность стартера.

чатый валом двигателя и якорем выбирают из интервала 8...10 для дизелей и 13...16 для карбюраторных двигателей.

Автоматическое выключение стартера после пуска и невозможность его включения при работе генератора обеспечиваются включением катушки К1 (см. рис. 189) дополнительного реле по двум основным схемам.

**Схема 1.** Встречное включение аккумуляторной батареи **ГВ** и генератора **Г** постоянного тока (показано штриховой линией) через катушку **К1** обеспечивает ее питание под разностью напряжений  $U_a - U_r$ . При пуске, когда напряжение генератора  $U_r = 0$ , катушка **К1** оказывается под полным напряжением аккумуляторной батареи  $U_a$  и обеспечивает замыкание контактов **К1.1**, включающих цепь катушек **К2.1** и **К2.2** тягового реле. При напряжении генератора  $U_r > 6$  В сила тока в катушке недостаточна и пружина дополнительного реле размыкает контакты **К1.1**, выключая цепь удерживающей катушки **К2.1**.

Соединение «плюса» бортовой сети

и клеммы **Д** (см. рис. 176, а) генератора 13.3701, 15.3701 или 46.3701 с катушкой дополнительного реле РС502 тоже обеспечивает встречное включение и питание его катушки разностью напряжений через открытый составной транзистор **VT2** и **VT3** регулятора напряжения.

**Схема 2.** Катушка дополнительного реле включается через нормально замкнутые контакты реле блокировки **РБ1** (машины ЗАЗ-968М, Т-25А, МТЗ-80) или 111.3747 (трактор МТЗ-100), размыкаемые при работе генератора.

Система электрического пуска дизеля Д-245 имеет несколько вариантов. Схема одного из них, со стартером 24.3708 и электрофакельным подогревателем ЭПФ-8101500, показана на рисунке 191.

Электрофакельный подогреватель обеспечивает подогрев всасываемого воздуха за счет теплоты сгорающего дизельного топлива, подаваемого самотеком через электромагнитный клапан **YA** на спираль **ЕК**.

При положении 1 выключателя **S4** (ВК316-Б) ток предварительного нагрева спирали **ЕК** идет по цепи «плюс» аккумуляторной батареи **ГВ** — клемма **Б** дополнительного реле **K2** (РС502) — клемма «плюс» выключателя **S4** — клемма **С** — спираль контрольного элемента ПД50-В — добавочный резистор СЭ50-В — спираль **ЕК** — «масса» — выключатель **S2** (ВК318-Б) «массы» — «минус» батареи **ГВ**.

После нагрева спирали контрольного элемента до малинового цвета ключ выключателя **S4** поворачивают в положение 2. При этом все клеммы («плюс», **С**, **СТ**, **ЗК**) выключателя **S4** соединяются через его контакты.

Если рычаги управления коробкой передач установлены в нейтральное положение, то контакты выключателя **S3** пуска замкнуты и через них проходит ток в катушку **K2** дополнительного реле **K2** по цепи «плюс» батареи **ГВ** — клемма **Б** реле **K2** —

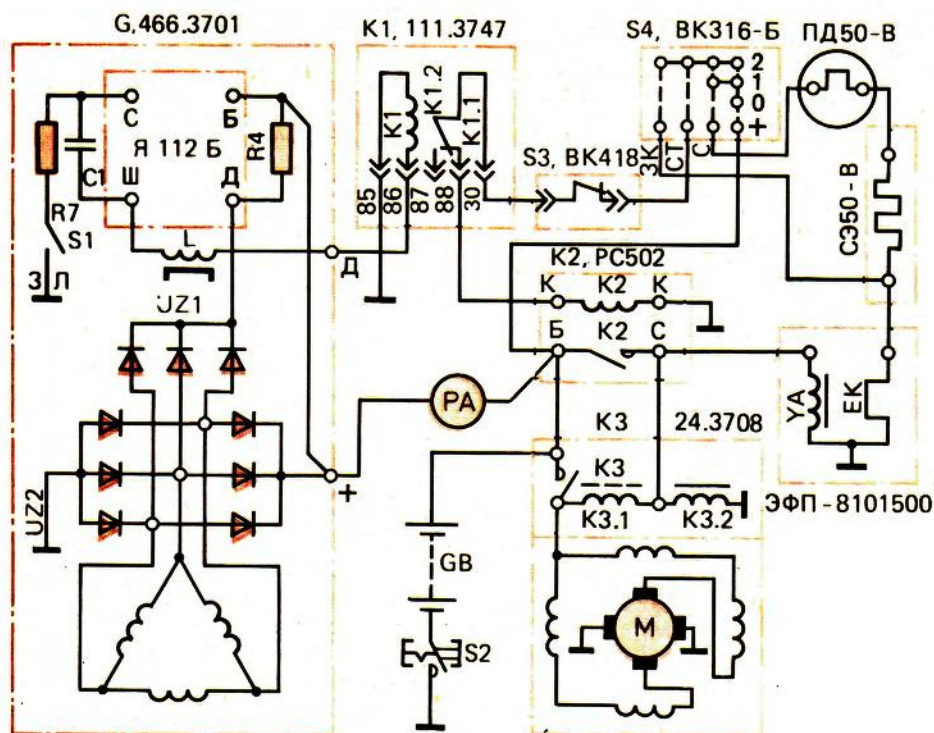


Рис. 191. Принципиальная электрическая схема системы электроснабжения и пуска трактора МТЗ-100. Справа от L должна быть точка.

клемма «плюс» выключателя S4 — контакты и клемма СТ выключателя S4 — контакты S3 (BK418) — ШР30 реле K1 блокировки (111.3747) — контакты K1.1 — ШР88 — катушка K2 дополнительного реле K2 (PC502) — «масса» — выключатель S2 «массы» — «минус» батареи GB.

Под действием магнитного поля катушки K2 якорек притягивается, контакты K2 дополнительного реле PC502 замыкаются и включают тяговое реле K3 стартера и электромагнит YA клапана подогревателя. Тяговое реле K3 срабатывает, включает механизм привода и силовую цепь стартера: «плюс» батареи GB — контакты K3 — обмотка возбуждения — изолированные щетки — обмотка якоря — неизолированные щетки — «масса» — выключатель S2 — «минус» батареи GB. Одновременно с включением стартера выключатель S4 соединяет

клемму 3K с клеммой «плюс» и выключает из цепи спирали EK контрольный элемент ПД50-В и добавочный резистор СЭ50-В, шунтируя их. Это компенсирует охлаждение спирали EK вытекающим дизельным топливом и всасываемым воздухом и повышает надежность воспламенения топливовоздушной смеси во впускном трубопроводе.

После первых вспышек топлива в цилиндрах дизеля частота вращения коленчатого вала быстро увеличивается, генератор G начинает работать и питать цепь реле K1 блокировки: «плюс» однополупериодного выпрямителя UZ1 — клемма Д генератора G — ШР86 — катушка K1 — ШР85 — «масса» — выпрямитель UZ2 — обмотка статора — «минус» выпрямителя UZ1. Под действием магнитного поля катушки K1 якорек реле K1 блокировки притягивается, контакты K1.1 размыкаются, выключают

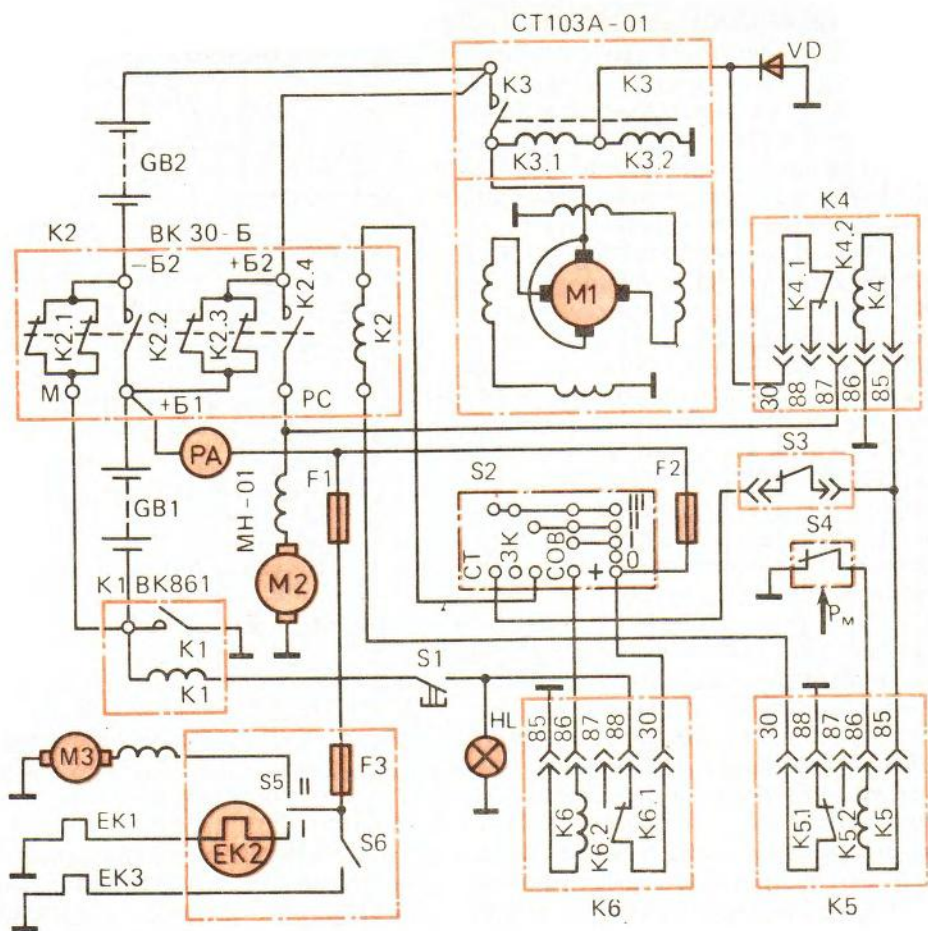


Рис. 192. Принципиальная электрическая схема системы пуска дизеля ЯМЗ-240Б.

чая цепь катушки **K2** дополнительного реле и не позволяя включить его и стартер при работе двигателя.

В системе электрического пуска напряжением 24 В при номинальном напряжении бортовой сети 12 В применяют стартер 2007.3708 и две аккумуляторные батареи типа 6СТ-85 или 6СТ-90, соединяемые переключателем 8632.2 последовательно при пуске и параллельно при работе дизеля Д-245. Аналогичная схема применена на тракторе К-701 и комбайне СК-5А.

Система электрического пуска дизеля ЯМЗ-240Б (рис. 192) обеспечивает наиболее полную предпусковую подготовку и

надежный пуск при температуре окружающего воздуха минус 35 °С и ниже. Ее работа включает в себя следующие основные процессы.

**Включение выключателя «массы»** **K1** (BK861) обеспечивает прохождение тока по цепи «плюс» батареи **GB1** — указатель тока **PA** — предохранитель **F2** — ШР30 — контакты **K6.1** — ШР86 реле **K6** блокировки — выключатель **S1** — катушка **K1** — «минус» батареи **GB1**. Сердечник выключателя **K1** втягивается, замыкает контакты **K1** и фиксируется во включенном положении, а контрольная лампа **HL** загорается.

**Подогрев топлива** в горелке системы предпускового обогрева дизеля

осуществляет спираль **ЕК3**, включаемая в цепь «плюс» батареи **GB1** — указатель тока **РА** — предохранители **F1** и **F3** — выключатель **S6** — спираль **ЕК3** — «масса» — контакты **K1** — «минус» батареи **GB1**.

*Воспламенение топлива в горелке* обеспечивает спираль **ЕК1** свечи накаливания, включаемая в цепь «плюс» батареи **GB1** — указатель тока **РА** — предохранители **F1** и **F3** — переключатель **S5** (положение **I**) — контрольный элемент **ЕК2** — спираль **ЕК1** — «масса» — контакты **K1** — «минус» батареи **GB1**.

*Привод нагнетателя* (крыльчаток подачи воздуха в горелку и насоса прокачки жидкости в системе охлаждения) осуществляет электродвигатель **M3**, включенный в цепь «плюс» батареи **GB1** — указатель тока **РА** — предохранители **F1** и **F3** — переключатель **S5** (положение **II**) — электродвигатель **M3** — «масса» — контакты **K1** — «минус» батареи **GB1**. При этом спираль **ЕК1** выключена, а топливовоздушная смесь нагнетается в пламя горелки до тех пор, пока температура жидкости в системе охлаждения не достигает 80 °С.

*Привод насоса предпусковой прокачки масла* в смазочной системе обеспечивает электродвигатель **M2** (МН-01), включенный в цепь последовательно соединенных через контакты **K2.2** и **K2.4** батарей **GB1** и **GB2**. Предварительное размыкание контактов **K2.1**, **K2.3** и последующее замыкание контактов **K2.4**, **K2.2** осуществляются электромагнитом переключателя **ВК30-Б**, катушка **K2** которого включается в цепь «плюс» батареи **GB1** — указатель тока **РА** — предохранитель **F2** — клеммы «плюс» и **C** выключателя **S2** (положение **II**) — катушка **K2** — **ШР30** — контакты **K5.1** — **ШР88** реле **K5** блокировки — «масса» — контакты **K1** — «минус» батареи **GB1**.

*Включение дополнительного реле K4* осуществляют поворотом ключа выключателя **S2**, из положения **II** в положение **III** при выключенной пе-

редаче (замкнутых контактах **S3**) и давлении масла в смазочной системе дизеля не менее 0,15 МПа, вызывающем размыкание контактов **S4** датчика. Ток течет по цепи «плюс» батареи **GB1** — указатель тока **РА** — предохранитель **F2** — клеммы «плюс» и **СТ** выключателя **S2** — выключатель **S3** — **ШР85** — катушка **K4** — **ШР86** реле **K4** — «масса» — контакты **K1** — «минус» батареи **GB1**.

Под действием магнитного поля катушки **K4** якорек дополнительного реле **K4** замыкает контакты **K4.2**, включая через них цепь тягового реле стартера: «плюс» батареи **GB1** — контакты **K2.2** — батарея **GB2** — контакты **K2.4** — **ШР87** — контакты **K4.2** — **ШР30** реле **K4** — втягивающая катушка **K3.1** (через электродвигатель **M1** стартера) и удерживающая катушка **K3.2** — «масса» — контакты **K1** — «минус» батареи **GB1**.

Под действием магнитного поля катушек **K3.1** и **K3.2** сердечник тягового реле **K3** включает механизм привода стартера и замыкает контакты **K3**, включая силовую цепь стартера: «плюс» батареи **GB1** — контакты **K2.2** — батарея **GB2** — контакты **K3** — щетки — обмотка якоря — щетки — обмотка возбуждения — «масса» — контакты **K1** — «минус» батареи **GB1**. Сила тока в этой цепи достигает 825 А, а максимальная мощность — 9,5 кВт.

Автоматическое выключение стартера после пуска и невозможность его включения при работающем дизеле схема не обеспечивает, но в ней предусмотрена блокировка:

включения стартера при включенной передаче — за счет размыкания контактов **S3** в цепи катушки **K4**;

включения стартера при недостаточном давлении масла в смазочной системе — за счет замыкания контактов **S4**, питания через них катушки **K5** и размыкания контактов **K5.1** в цепи катушки **K2**;

выключения выключателя **K1** «мас-

сы» при работающем дизеле (положение I выключателя S2) — за счет размыкания контактов K6.1 под действием магнитного поля катушки K6, включенной в цепь «плюс» батареи GB1 — указатель тока PA — предохранитель F2 — клеммы «плюс» и OB выключателя S2 — ШP86 — катушка K6 — ШP85 реле блокировки K6 — «масса» — контакты K1 — «минус» батареи GB1.

**Конструктивные особенности.** Автотракторные стартеры различаются габаритными и присоединительными размерами, степенью герметизации, конструкцией якоря, статора, тягового реле и механизма привода. Значительная сила потребляемого тока вызывает необходимость изготовления всех элементов силовой цепи из медных проводников большого сечения, надежного их соединения и защиты от агрессивной среды.

Надежность стартеров существенно зависит от надежности конструкции щеточно-коллекторного узла, предназначенного для питания током вращающейся обмотки якоря. Большинство автотракторных стартеров пока имеет цилиндрический, а стартеры СТ221, СТ362, 24.3708 — торцовый коллектор.

Цилиндрический коллектор 6 (рис. 193) состоит из профильных медных пластин, «ласточкин хвост» которых зажат двумя конусными кольцами и гайкой на стальной втулке с буртом. Пластины изолированы одна от другой радиальными, коническими и цилиндрической прокладками. В пазы выступов («петушков») пластин вставлены, зачеканены и пропаяны концы одновитковых секций обмотки якоря 2.

Обмотка якоря изготовлена из прямоугольного медного провода марки ПММ и уложена в пазы пакета, собранного из штампованных пластин и напрессованного на вал 15. Для предотвращения выброса обмотки из пазов под действием центробежной силы на ее лобовые части

наложены три изолированных бандажа 26 из проволоки.

Щетки 4 медно-графитовые, с добавкой свинца. Они имеют прямоугольное сечение, вогнутый цилиндрической торец одинаковой кривизны с коллектором и установлены попарно в стальные штампованные щеткодержатели. Два щеткодержателя изолированы от задней крышки 5 корпуса 1, а два соединены с ней. Каждая щетка имеет два гибких медных канатика с наконечниками. У положительных щеток канатики изолированы и соединены с обмоткой возбуждения 3, а у отрицательных щеток они оголены и соединены винтами с «массой».

Надежность скользящего контакта щеток о коллектор обеспечивается чистотой, достаточной площадью сечения и высотой щеток, а также свободным их перемещением под действием (силой 8...20 Н) спиральных пружин. Поскольку толщина щеток не должна превышать удвоенной толщины пластины коллектора, то с увеличением мощности ширину щеток, длину коллектора и габаритную длину стартера приходится увеличивать.

Торцовый коллектор 11 (см. рис. 188, 6) изготовлен неразборным на пластмассовой основе. Его медные секторные пластины имеют плоскую контактную поверхность, а щетки 12 и 14 прижимаются к ней цилиндрическими пружинами. Применение торцового коллектора в стартере 24.3708 позволило значительно уменьшить его габаритную длину и расход меди по сравнению со стартером СТ212-А.

Чтобы защитить щеточно-коллекторный узел от агрессивной среды, электродвигатель герметизируют, например стартер СТ142 автомобилей КамАЗ. Большинство же стартеров, в том числе СТ212-А (см. рис. 193), не герметизировано, хотя электродвигатель и отделен от механизма привода крышкой 25 промежуточной опоры вала 15 якоря.

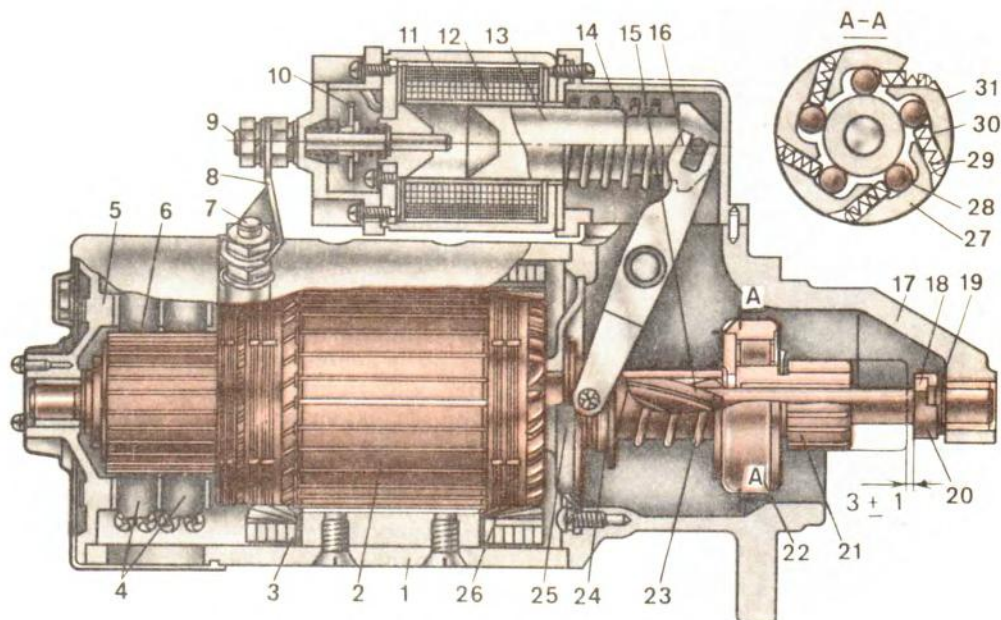


Рис. 193. Стартер СТ212-А:

1 — корпус; 2 — якорь; 3 — катушка обмотки возбуждения; 4 — щетки; 5, 17, 25 и 31 — крышки; 6 — коллектор; 7 и 9 — контактные болты; 8 — пластина; 10 — контактный диск; 11 — удерживающая катушка; 12 — втягивающая катушка; 13 — сердечник; 14, 23 и 29 — пружины; 15 — вал якоря; 16 — двухплечий рычаг; 18 — упорное полукольцо; 19 — шайба; 20 — обойма; 21 — ведущее зубчатое колесо; 22 — муфта свободного хода; 24 — муфта отводки; 26 — бандаж; 27 — наружная обойма; 28 — ролик; 30 — плунжер.

Механизм привода стартера СТ212-А состоит из зубчатого колеса 21, соединенного с валом 15 якоря через винтовые шлицы и роликковую муфту 22 свободного хода, буферной 23 и возвратной 14 пружин, муфты 24 отводки и двухплечего рычага 16.

Под действием магнитного поля втягивающей 12 и удерживающей 11 катушек сердечник 13 тягового реле перемещается влево до упора, сжимая возвратную пружину 14 и поворачивая двухплечий рычаг 16. Муфта 24 отводки свободно посажена на шлицевую втулку муфты 22 свободного хода, перемещается вправо под действием пальцев нижней вилки рычага 16 и через буферную пружину 23 перемещает муфту 22 и зубчатое колесо 21. Если торцы зубьев колеса 21 упрутся в торцы зубьев венца маховика и не войдут с ним в зацепление, то муфта 24 пе-

ремещается по втулке и сжимает буферную пружину 23, обеспечивая перемещение сердечника 13 и включение силовой цепи.

Когда диск 10 замкнет силовую цепь стартера, якорь 2 через спиральные шлицы вала и шлицевую втулку повернет наружную обойму 27. Последняя, помогая пружинам 29 с плунжерами 30, закатит ролики 28 в узкую часть пазов, заклинив хвостовик зубчатого колеса 21, а сжатая буферная пружина 23 через муфту 22 введет его в зацепление с зубчатым венцом маховика. Ролики 28 будут передавать вращение вала 15 якоря зубчатому колесу 21 до тех пор, пока его хвостовик ведомый, а наружная обойма 27 ведущая. Когда угловая скорость зубчатого колеса 21 превысит угловую скорость якоря 2, оно станет ведущим по отношению к роликам 28 и, постоянно выкатывая их в широкую часть клиновых пазов,

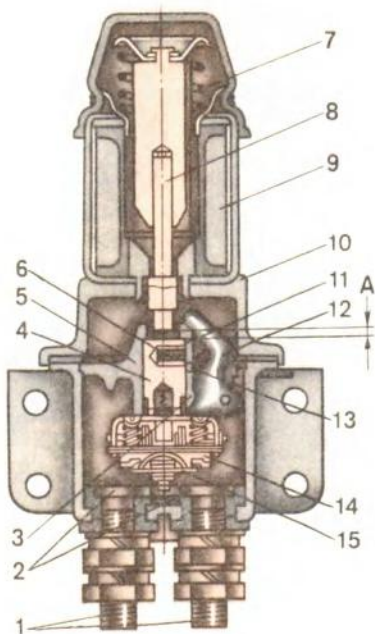


Рис. 194. Выключатель аккумуляторных батарей ВК861:

1 — контактные болты; 2 — головки болтов; 3 — часть рычага закругленная; 4 — стержень; 5 — основание корпуса; 6 и 7 — пружины; 8 — шток; 9 — катушка; 10 — корпус; 11 — фиксатор; 12 — рычаг; 13 — перемычка основания корпуса; 14 — основная пластина; 15 — искрогасящая пластина.

не будет передавать вращение наружной обойме 27 и валу якоря.

Кроме рассмотренной выше наиболее распространенной роликовой плунжерной муфты, в автотракторных стартерах применяют бесплунжерную роликовую (стартер СТ230) и храповую (стартер СТ142) муфты, а также комбинированный привод (стартер СТ103А-01).

Электромагнитные реле устанавливают практически во все электрические цепи современных систем пуска с целью дистанционного управления ими и автоматической блокировки.

Выключатель ВК861 аккумуляторных батарей соединяет «минусы» батарей GB1 и GB2 (см. рис. 192) с «массой» или отключает от нее. Он состоит из электромагнита напряжением питания 12 В

(в выключателе ВК860—24 В), управляемого кнопкой S1 из кабины, корпуса 10 (рис. 194), контактного и запорного механизмов.

Под действием магнитного поля катушки 9 сердечник электромагнита втягивается, сжимая возвратную пружину 7, и через свернутый в него шток 8 перемещает вниз стержень 4 с подпружиненными контактными пластинами 14 и 15. Искрогасящая 15, а затем и основная 14 пластины, сжимая свои пружины, соединяют плоские головки 2 контактных болтов 1, а через них и провода — «минусы» батарей с «массой».

После перемещения фиксатора 11, установленного на стержне 4, через перемычку 13 неподвижного основания 5 его пружина 6 выдвигается и удерживает стержень 4 в нижнем положении. Шток 8 и сердечник выключенного электромагнита под действием пружины 7 возвращаются в верхнее положение.

При повторном включении электромагнита нажатием кнопки в кабине бурт штока 8 нажимает на верхний конец рычага 12, который, поворачиваясь против хода часовой стрелки, своей закругленной частью 3 утопляет фиксатор 11. Стержень 4 под действием пружин контактного устройства (на рисунке не показаны) перемещается вверх на величину зазора А и упирается в шток 8, а фиксатор 11 — в перемычку 13, но не снизу, а изнутри. После выключения электромагнита стержень 4 перемещается вслед за штоком 8 и отводит от головок 2 основную пластину 14 с меньшей, а искрогасящую пластину 15 с большей скоростью.

При включении вручную выключателя резко нажимают через резиновый колпачок на сердечник электромагнита и плавно отпускают, а при выключении — плавно нажимают и резко отпускают его.

Переключатель ВК30-Б аккумуляторных батарей в выключенном состоянии (см.

рис. 192) соединяет батареи **GB1** и **GB2** параллельно через контакты **K2.1** и **K2.3**, а во включенном — последовательно через контакты **K2.2** и **K2.4**.

Катушка **7** (рис. 195) электромагнита включается в сеть через два изолированных зажима **6**. Под действием ее магнитного поля сердечник **8** со штоком, текстолитовым **11** и медными изолированными **4** и подпружиненными **5** дисками перемещается вниз.

Сначала диск **11** размыкает четыре пары серебряных нормально замкнутых контактов **12**, затем диск **5** замыкает плоскую головку **9** зажима **13** (РС) с такой же головкой, соединенной с зажимом **14** (**+B<sub>2</sub>**), а при максимальной скорости перемещения диск **4** замыкает плоские головки **3** болтов **1** (зажимов **+B<sub>1</sub>** и **-B<sub>2</sub>**).

Надежность соединения диском **4** зажимов **+B<sub>1</sub>** и **-B<sub>2</sub>**, а диском **5** зажимов РС и **+B<sub>2</sub>** обеспечивается расположением головок **3** и **9** в одной плоскости, чистотой контактных поверхностей, достаточной жесткостью верхней пружины и прочностью затяжки гаек.

Тяговое реле стартеров отличается магнитодвижущей силой (МДС), числом (одна или две) и обмоточными данными катушек, наличием (РС130) или отсутствием (РС230, РС212) дополнительного контакта, конструкцией большинства деталей.

При включении цепи втягивающей **12** (см. рис. 193) и удерживающей **11** катушек их магнитные потоки складываются и замыкаются по цепи цилиндрический стальной кожух и его крышка — конический стальной упор — воздушный зазор — цилиндрический стальной сердечник — зазор (латунная втулка минимальной толщины) — кожух. Под действием магнитного поля, замыкаемого через уменьшающийся воздушный зазор, сердечник **13** ускоренно перемещается влево и, воздействуя через шток, пружины и изоляционную

втулку на медный диск **10**, замыкает (с максимальной скоростью) плоские головки медных болтов **9**. После этого втягивающая катушка **K3.1** (см.

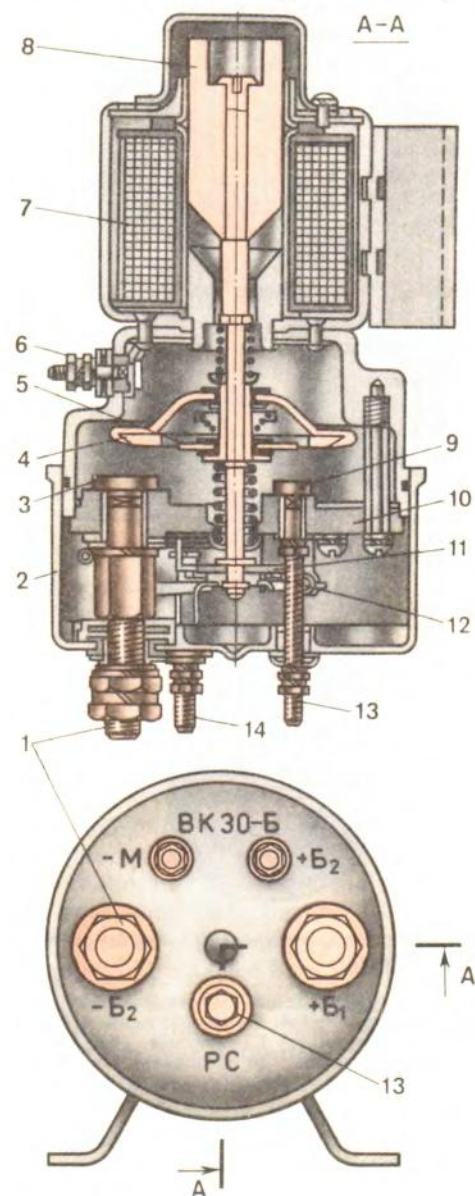


Рис. 195. Переключатель аккумуляторных батарей **VK30-B**:

**1** и **13** — контактные болты; **2** — крышка; **3** и **9** — головки болтов; **4** и **5** — контактные диски; **6** — зажим; **7** — катушка; **8** — сердечник; **10** и **11** — изоляционные диски; **12** — серебряные контакты.

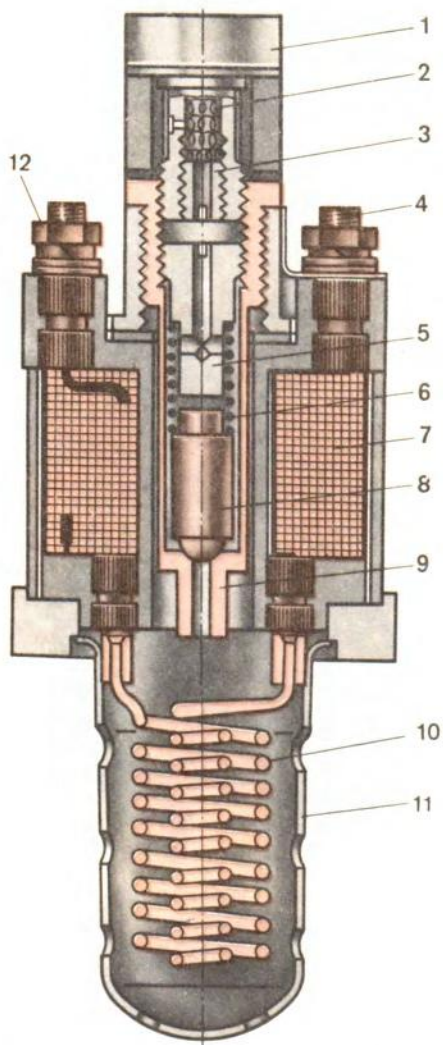


Рис. 196. Электрофакельный подогреватель ЭФП-8101500:

1 — болт штуцера; 2 — войлочные регулировочные диски; 3 — гайка; 4 и 12 — зажимы; 5 — штуцер; 6 — пружина; 7 — катушка; 8 — клапан; 9 — корпус клапана; 10 — спираль; 11 — кожух.

рис. 191) выключается (шунтируется контактами К2 и К3).

Автоматическое выключение катушки К2 и размыкание контактов К2 дополнительного реле вызывают последовательное включение втягивающей К3.1 и удерживающей К3.2 катушек через замкнутые еще контакты К3. Поскольку катушки К3.1

и К3.2 намотаны в разные стороны, а число витков одинаково, то их суммарный магнитный поток равен нулю и сердечник 13 (см. рис. 193) под действием возвратной пружины 14 ускоренно перемещается вправо, обеспечивая размыкание силовых контактов с достаточной скоростью.

Электрофакельный подогреватель ЭФП-8101500 устанавливаются во впускной коллектор дизелей Д-240 и Д-245 для подогрева воздуха за счет теплоты предварительно нагретой (до 950 °С) спирали 10 (рис. 196) и воспламеняемого от нее дизельного топлива.

Спираль 10 включена в сеть через «массу» (левый конец) и зажим 4, а катушка 7 электромагнитного клапана 8 — через «массу» и зажим 12. Подвижной клапан-сердечник 8 прижимается к седлу корпуса 9 пружиной 6. Под действием магнитного поля катушки 7 он поднимается вверх до упора в штуцер 5 и открывает выход топливу на спираль 10.

**Основные возможные неисправности:** не включаются предпусковой подогреватель и стартер, уменьшается угловая скорость вращения якоря вплоть до его останова. Основные причины этих неисправностей: ослабление, подгорание, окисление или замасливание контактов и перегорание потребителей тока.

Недостаточная угловая скорость коленчатого вала — наиболее распространенная неисправность электрических систем пуска. Она обусловлена главным образом увеличением сопротивления силовой цепи стартера из-за ослабления, окисления, подгорания и замасливания контактов, зависания щеток, разрядки аккумуляторной батареи или понижения температуры электролита.

Остановка якоря после нескольких секунд медленного его вращения, отсутствие вращения или частые включения — выключения («стрельба») тягового реле свидетельствуют о разрядке аккумулятор-

ной батареи. Причиной «стрельбы» может быть также обрыв удерживающей катушки К2.1 (см. рис. 189) тягового реле.

Не сработало дополнительное реле (РС502, РС507-Б). Это может быть обусловлено не только повреждениями цепи управления, но и отключением ее от основной системы при включенной передаче. После проверки положения рычагов коробки передач место разрыва во включенной цепи управления определяют последовательным шунтированием ее участков отрезком провода или проверяют контрольной лампой, соединяя ее с «массой» и клеммами цепи. Так же проверяют цепь тягового реле, начиная с замыкания клемм С и Б дополнительного реле.

Скрежет механизма привода обычно обусловлен неправильной его регулировкой, забоинами и поломкой зубьев, пробуксовкой муфты свободного хода.

**Техническое обслуживание** систем электрического пуска включает в себя систематическую очистку сборочных единиц от пыли и грязи, их осмотр и прослушивание, проверку затяжки клемм и состояния изоляции проводов, определение диагностических показателей переносными приборами (Э5, Э214, К-301) или на контрольно-испытательных стендах (КИ-968, 3205).

Об исправности аккумуляторной батареи и силовой цепи стартера свидетельствуют:

достаточная частота вращения колennатого вала (угловая скорость якоря  $\omega_{я}$ ), определяемая тахометром;

допустимое падение напряжения в электродвигателе, тяговом реле, переключателе и выключателе аккумуляторных батарей, определяемое вольтметром на их зажимах;

допустимая сила тока  $I_x$  при холостом ходе и  $I_{к.з}$  при полном торможении якоря, определяемая указателем тока.

Если падение напряжения значительно, то стартер, переключатель или выключатель аккумуляторных батарей снимают с машины и сдают в текущий ремонт.

После текущего ремонта щеточно-коллекторного узла и тягового реле стартер испытывают на стенде и регулируют механизм привода.

Начало замыкания диском 10 (см. рис. 193) головок контактных болтов 9 должно соответствовать зазору  $3 \pm 1$  мм между торцом зубчатого колеса 21 и обоймой 20 с упорными полукольцами 18. Чтобы изменить этот зазор, в стартерах СТ212-А, СТ230, 24.3708 поворачивают эксцентриковую ось рычага 16, а в стартерах СТ103, СТ130 ввертывают или вывертывают регулировочный винт сердечника тягового реле.

## **§ 6. СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ, СИГНАЛИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ.**

### **ОБЩАЯ СХЕМА**

### **ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

**Система освещения и сигнализации.** Основная и противоречивая задача системы внешнего освещения — обеспечение максимальной освещенности дороги при минимальной освещенности глаз водителей встречных транспортных средств.

По способу решения этой задачи различают европейскую и американскую системы светораспределения головных фар. Обе эти системы двухрежимные, обеспечивают хорошую освещенность прямойлинейной дороги в режимах ближнего (до 75 м) и дальнего (не менее 100 м) света, и обе используют ближний свет как свет встречного разъезда.

В СССР колесные тракторы и автомобили комплектуют головными фарами с европейским светораспределением. Однако еще эксплуатируют транспортные средства и с амери-

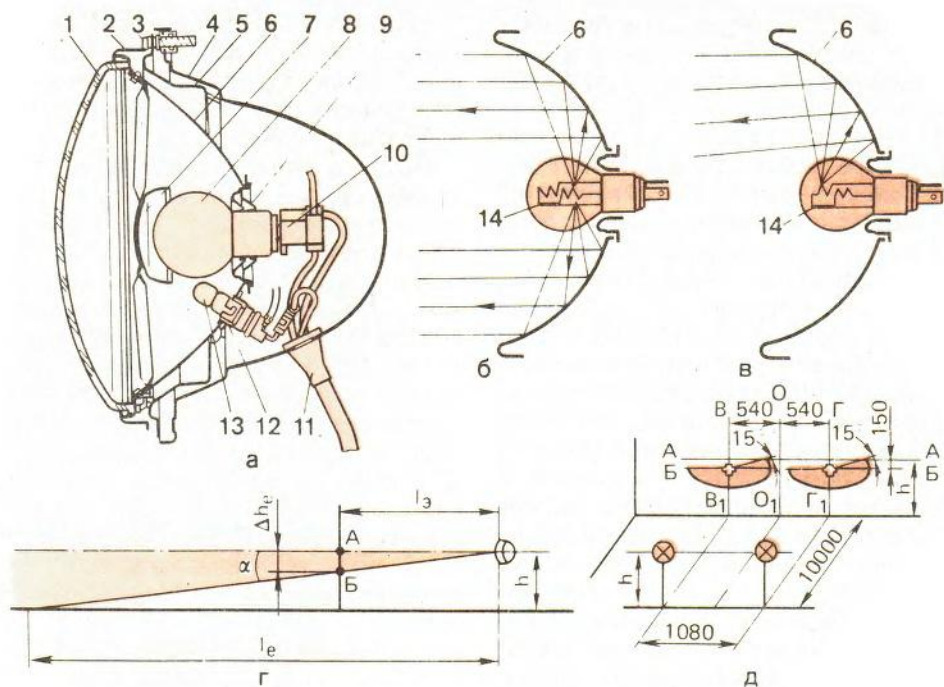


Рис. 197. Фара с европейским светораспределением:

а — устройство фары ФГ140: 1 — рассеиватель; 2 — ободок крепления оптического элемента; 3 — регулировочный винт угла наклона; 4 — корпус; 5 — установочное кольцо; 6 — отражатель; 7 — защитный экран лампы; 8 — лампа накаливания; 9 — цоколь лампы; 10 — штекерная колодка; 11 — уплотнитель; 12 — патрон лампы стояночного света; 13 — лампа стояночного света; 14 — экран; б — ход лучей ближнего света; в — схема светового потока; д — разметка экрана для регулировки фар трактора МТЗ-100.

канской системой светораспределения.

Основная часть любой фары — оптический элемент, который состоит из лампы накаливания 8 (рис. 197, а), отражателя 6 и рассеивателя 1. Автомобильная лампа — это источник света, близкий к точечному и помещенный в фокус (или близко к нему) параболического отражателя 6 с целью формирования направленного светового потока.

В американских и европейских фарах нить дальнего света лампы 8 расположена в фокусе параболического отражателя 6 (рис. 197, б) и вместе с рассеивателем при правильной регулировке положения обеспечивает хорошую освещенность прямолинейной дороги далее 100 м. На перпендикулярном экране световые пятна

фар обоих типов имеют форму эллипсов с горизонтальной большой осью, а у прямоугольных фар — форму овалов.

Нить ближнего света европейских фар смещена вперед от фокуса отражателя 6 (рис. 197, в) и защищена снизу экраном специальной формы. Поэтому ее световой поток направлен только на верхнюю часть отражателя 6, который вместе с экраном и рассеивателем 1 отсекает четкой теневой границей верхнюю часть эллиптических световых пятен на перпендикулярном экране — вторую четверть (рис. 197, д) и 75° первой.

Нить ближнего света американских фар не имеет экрана, смещена вверх и влево от фокуса, в котором расположена нить дальнего света, и вместе с отражателем и рассеива-

телем обеспечивает смещение эллиптических световых пятен вниз и вправо.

Четкая светотеневая граница усеченных световых пятен европейских фар, обуславливающая их преимущество на ровных узких дорогах, превращается в их недостаток при вертикальных и угловых колебаниях светового пучка, вызывая более чем десятикратное изменение освещенности глаз водителей встречных транспортных средств за время, значительно меньшее времени адаптации. Кроме того, регулировка положения оптических элементов европейских фар более чувствительна и опасна на дорогах всех типов и особенно на неровных. Например, регулировка положения оптических элементов фар ФГ140 вверх на  $2^\circ$  приводит к сокращению дальности видимости ослепленным водителем на 30 % (против 16,5 % у американских фар).

Согласно Правилам ЕЭК ООН и Правилам дорожного движения СССР все современные тракторы и автомобили должны иметь следующие светосигнальные приборы: фонари указателей поворотов

оранжевого света; сигналы торможения красного света; габаритные огни передние белого света и задние красного света; фонарь освещения номерного знака; световозвращатели (катафоты) [задние — красного света; боковые (для транспортных средств длиной более 6 м) — оранжевого света; передние (для прицепов) — белого света]; опознавательный знак автопоезда — три фонаря оранжевого света, установленные над кабиной в линию или треугольником.

Управление освещением и световой сигнализацией тракторов и автомобилей осуществляется коммутационной аппаратурой: центральным переключателем света, ножным или ручным переключателем света фар, переключателем поворотов, выключателем стоп-сигнала, выключателем заднего хода. Для формирования прерывистого светового сигнала поворота частотой 1...2 Гц применяют электромагнитное или контактно-транзисторное реле указателей поворота.

**Контрольно-измерительные приборы (КИП)** предназначены для информирования водителя о работе механизмов и систем трактора или авто-

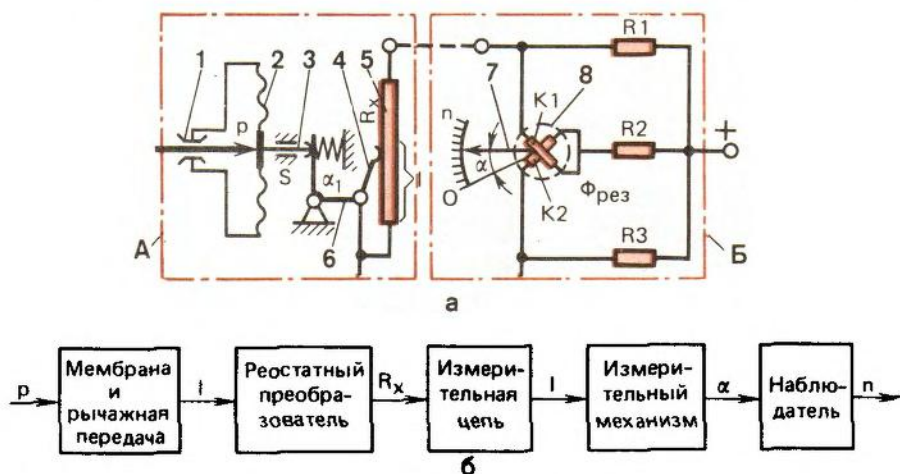


Рис. 198. Принципиальные схемы электрического КИП:

а — электрическая: А — датчик давления; Б — приемник и указатель; 1 — калиброванное отверстие; 2 — мембрана; 3 — толкатель; 4 — ползунок; 5 — реостат; 6 — рычажок; 7 — стрелка указателя; 8 — постоянный магнит; б — структурная.

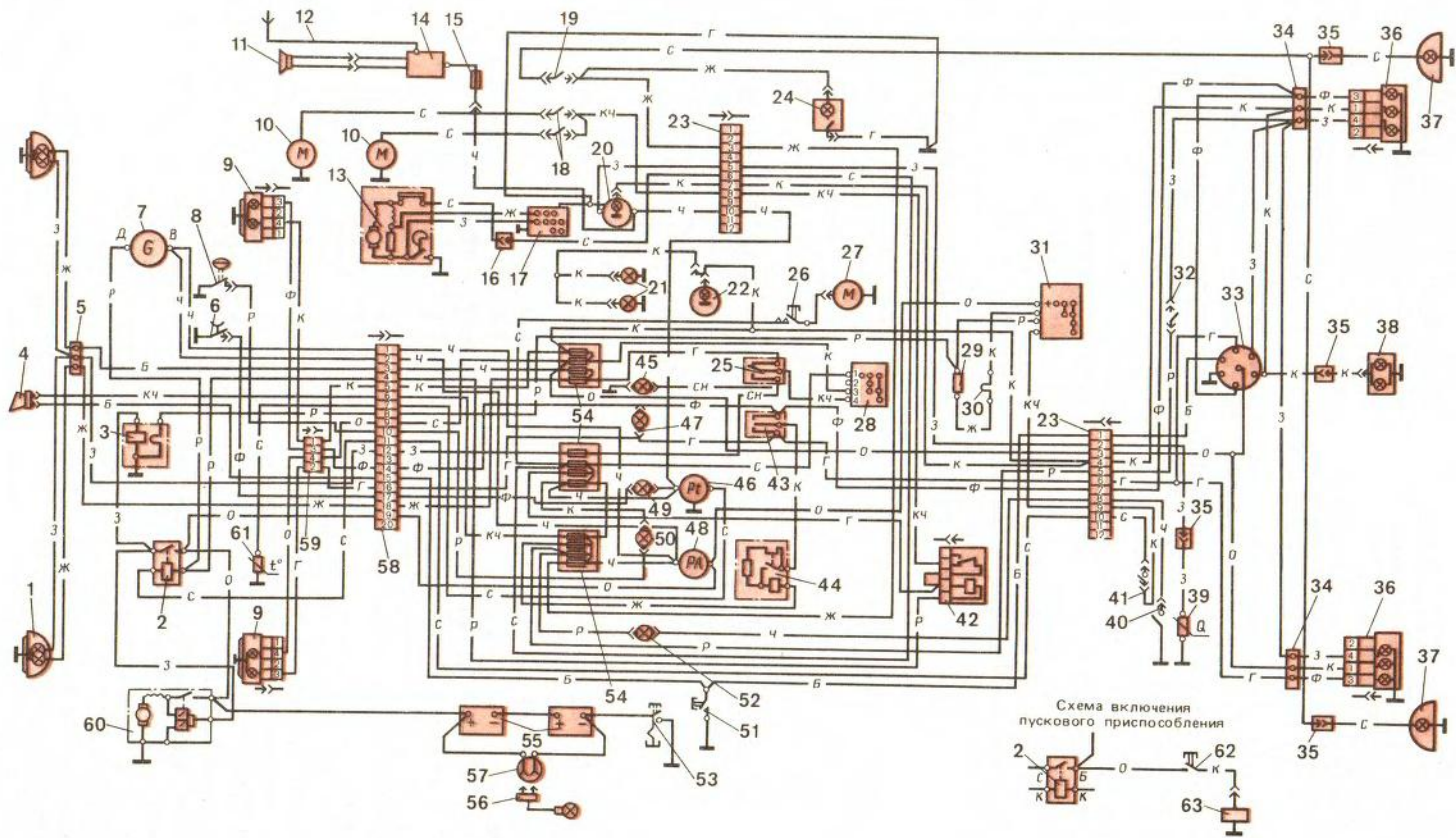


Рис. 199. Схема электрооборудования трактора МТЗ-100:

1 — головные фары; 2 — реле стартера; 3 — электрофакельный подогреватель; 4 — звуковой сигнал; 5, 16, 34 и 35 — соединительные панели; 6 — датчик сигнализатора температуры; 7 — генератор; 8 — датчик сигнализатора давления; 9 — передний комбинированный фонарь; 10 — электродвигатель вентилятора; 11 — громкоговоритель; 12 — антенна; 13 — стеклоочиститель; 14 — радиоприемник; 15 — предохранитель радиоприемника; 17 — выключатель стеклоочистителя; 18 — выключатели электродвигателей вентилятора; 19 — выключатель задних (рабочих) фар; 20 — указатель уровня топлива; 21 — лампы освещения щитка приборов; 22 — тахометр; 23 и 58 — штепсельные разъемы щитка приборов; 24 — плафон; 25 — переключатель света головных фар; 26 — выключатель электродвигателя омывателя ветрового стекла; 27 — электродвигатель омывателя; 28 — центральный переключатель света; 29 — добавочный резистор; 30 — контрольный элемент; 31 — выключатель подогревателя и стартера; 32 — выключатель стоп-сигнала; 33 — штепсельная розетка; 36 — задний комбинированный фонарь; 37 — задние (рабочие)

фары; 38 — фонарь освещения номерного знака; 39 — датчик уровня топлива; 40 — выключатель контрольной лампы стояночного тормоза; 41 — выключатель блокировки пуска; 42 — реле блокировки электродвигателей вентилятора; 43 — переключатель указателей поворота; 44 — реле указателей поворота; 45, 47 и 52 — контрольные лампы включения дальнего света, указатель поворота и стояночного тормоза; 46 — указатель температуры охлаждающей жидкости; 48 — указатель тока; 49 и 50 — контрольные лампы сигнализаторов аварийной температуры охлаждающей жидкости и аварийного давления моторного масла; 51 — выключатель звукового сигнала; 53 — выключатель «массы»; 54 — блоки предохранителей; 55 — аккумуляторные батареи; 56 — переносная лампа; 57 — розетки переносной лампы; 59 — штекерная соединительная колодка; 60 — стартер; 61 — датчик температуры охлаждающей жидкости; 62 — выключатель пускового приспособления; 63 — пусковое приспособление для впрыскивания легковоспламеняющейся жидкости. Расцветка проводов: б — белый; г — голубой; ж — желтый; з — зеленый; к — красный; кч — коричневый; о — оранжевый; р — розовый; с — серый; ф — фиолетовый; ч — черный.

мобили. Они могут быть показывающими и сигнализирующими.

Все КИП, кроме указателя тока (амперметра) или напряжения (вольтметра), предназначены для измерения неэлектрических величин: температуры (охлаждающей жидкости, стенки цилиндра двигателя воздушного охлаждения, масла); давления (масла, воздуха); уровня топлива в баке; частоты вращения (коленчатого вала, ВОМ); поступательной скорости, пройденного пути. Поэтому они состоят из трех взаимосвязанных элементов: датчика, приемника и указателя.

Датчики КИП преобразуют неэлектрические физические величины (давление, температуру, уровень и т. д.) объекта контроля в пропорциональные электрические физические величины (сопротивление, ЭДС, МДС).

Приемники КИП измеряют электрические величины, подводимые по измерительной цепи от датчиков, и вместе с указателями преобразуют их в поворот стрелок, световые или звуковые сигналы.

Конструкцию КИП удобно рассматривать, разделив датчик и при-

емник на отдельные чувствительные элементы и измерительные преобразователи, каждый из которых выполняет одну элементарную функцию. Например, датчик А (рис. 198) давления преобразует давление  $p$  в прогиб мембраны 2 и перемещение S толкателя 3 поворот  $\alpha_1$  рычажка 6, перемещение ползунка 4 и, наконец, сопротивление  $R_x$  реостата 5.

Магнитоэлектрический приемник Б имеет постоянный поворотный магнит 8, закрепленный на оси стрелки 7, и расположен в магнитном поле перпендикулярных катушек К1 и К2. Катушка К2 питается постоянным током из сети через термокомпенсационный резистор R2 и шунтирована резистором R3. Катушка К1 шунтирована резистором R1 и питается постоянным током из сети через резисторы R2 приемника и R5 датчика А, соединенные последовательно.

При изменении давления  $p$  сопротивление  $R_x$  резистора 5, сила тока I в цепи катушки К1, ее магнитный поток и результирующий магнитный поток  $\Phi_{рез}$  катушек К1 и К2 тоже изменяются. Это вызывает поворот постоянного магнита 8 и стрелки 7 на

угол  $\alpha$ , проградуированный значениями  $p$  давления  $p$ .

Структурная схема рассмотренных преобразований (рис. 198, б) выражается цепью  $p \rightarrow S \rightarrow \alpha_1 \rightarrow I \rightarrow R_x \rightarrow I \rightarrow \Phi_{рез} \rightarrow \alpha \rightarrow p$ .

Указатели КИП размещают в кабине трактора и автомобиля (см. главу 5).

**Общая принципиальная схема электрооборудования** объединяет в себе принципиальные схемы всех сборочных единиц электрооборудования трактора или автомобиля, часть которых описана ранее.

Рассмотрение путей тока на общих схемах и поиск неисправностей в электрической сети трактора или автомобиля удобнее начинать с потребителей и «проходить» цепь не в принятом (от «плюса» к «минусу»), а в действительном (от «минуса» к «плюсу») направлении тока. Например, цепь тока в нитях ближнего света фар 1 (рис. 199) следует «проходить» так: «минус» правой аккумуляторной батареи 55 — выключатель 53 «массы» — «масса» — фары 1, цоколи их ламп, нити, контакты — желтые провода — клеммы соединительной панели 5 — белый и желтый провода — ШРЗ и ШР18 штепсельного разъема 58 — два левых предохранителя правого блока 54 — голубой провод — правые контакты переключателя 25 — клеммы 4 и 1 центрального переключателя 28 света в положении II — синий провод — перемычки между средним и левым блоками 54 предохранителей — черный провод — «плюс» указателя 48 тока — оранжевый провод — ШР19 штепсельного разъема 58 — клемма Б дополнительного реле 2 стартера — оранжевый провод — клемма тягового реле стартера 60 — «плюс» левой батареи 55 — соединительный провод — «плюс» правой батареи 55. Чтобы обнаружить разрыв в этой цепи, отрезком провода шунтируют ее участки или поочередно соединяют ее клеммы через контрольную лампу с «массой».

**Основные возможные неисправности и техническое обслуживание.** Причины неисправностей электрической сети и коммутационной аппаратуры: ослабление, загрязнение и окисление разъемных соединений, подгорание контактов, повреждение изоляций, обрыв проводов и замыкание их на «массу».

На всех тракторах и автомобилях провода собраны в жгуты и уложены, как правило, в труднодоступных местах. При замыкании на «массу» провода, не защищенного предохранителем, он быстро (в течение 1...3 с) нагревается по всей длине, изоляция оплавляется и жгут воспламеняется, вызывая пожар, который трудно потушить, а трактор или автомобиль после пожара практически невозможно отремонтировать.

Датчики и указатели КИП, как правило, изготовляют неразборными, в процессе эксплуатации не регулируют и при отказе заменяют новыми.

Неисправности приборов освещения и световой сигнализации обусловлены перегоранием ламп накаливания, разрегулировкой положения оптических элементов фар, частоты сигнала электромагнитного реле поворота.

Перегоревшие лампы заменяют новыми. В маркировке ламп для головных фар с европейским светораспределением, например А12-45+40, указывают номинальное напряжение (12 В) и мощность (45 Вт — нити дальнего и 40 Вт — нити ближнего света), а с американским светораспределением, например А12-60+40, — номинальное напряжение (12 В) и силу света (60 кд — дальнего, 40 кд — ближнего).

Галогенные лампы АКГ12-60+55 и АКГ24-75+70 увеличивают дальность действия головных фар на 30...40 % по сравнению с обычными лампами. Их необходимо переключать на ближний свет при встречных разъездах не за 150 м, как этого требуют Правила дорожного движения, а за 250...300 м.

Головные фары регулируют с помощью релоскопа или вертикального экрана, расположенного на расстоянии  $l_3$  (см. рис. 197, г) от рассеивателей. Регулировка сводится к установке такого угла  $\alpha$  наклона световых пучков, при котором ближний свет распространяется на одинаковое расстояние у всех транспортных средств. Разметка же экрана (см. рис. 197, д) разная и зависит от высоты и межцентрового расстояния фар, а также от расстояния  $l_3$  до экрана. В стесненных условиях регулировки рекомендуемое расстояние  $l_3 = 10 \pm 0,05$  м выдержать не удастся. При других значениях  $l_3$  смещение  $\Delta h_e$  оси **Б — Б** вниз от оси **А — А** тоже изменяется. Ориентировочно его можно определить по формуле

$$\Delta h_e = l_3 h / l_e, \quad (5.1)$$

где  $l_e$  — максимально допустимое расстояние до центра световых пятен на дороге, м. Для дальнего света  $l_e > 100$  м, для ближнего  $30 \text{ м} \leq l_e \leq 50$  м, для противотуманных фар  $l_e < 20$  м.

Фары регулируют поочередно, закрывая одну из них непрозрачным материалом. Угол  $\alpha$  изменяют винтом **З** (см. рис. 197, а), а совме-

щение вертикальной оси световых пятен с осями **ВВ<sub>1</sub>** или **ГГ<sub>1</sub>** экрана другим винтом, смещенным относительно винта **З** на  $90^\circ$ .

Головные фары тракторов МТЗ-80 и МТЗ-100 регулируют поворотом их корпусов на шаровых опорах, закрепленных на кронштейнах.

Частоту сигналов электромагнитных реле поворота РС57, РС57-В, РС401-В и РС410-Б изменяют винтом натяжения струны, осторожно поворачивая его отверткой на малый угол.

**Контрольные вопросы.** 1. Чем различаются стартерные аккумуляторные батареи тракторов и автомобилей? 2. Как ввести в действие новую сухозаряженную аккумуляторную батарею? 3. Как работают генераторы переменного тока с различными регуляторами напряжения? 4. Как работают магнетная, батарейная, контактно-транзисторная и бесконтактная транзисторная системы зажигания? 5. Чем обусловлены отличия характеристик быстроходности и добротности различных систем зажигания? 6. Почему необходимо и как осуществляется регулирование угла опережения зажигания? 7. Как установить оптимальный угол опережения зажигания на двигателе ЗИЛ-130? 8. Как работает система пуска двигателей ЗМЗ-53-11, Д-245 и ЯМЗ-240Б? 9. По каким цепям течет ток к приборам освещения и световой сигнализации трактора МТЗ-100? 10. Как работают контрольно-измерительные приборы трактора МТЗ-100?

# Глава 5. РАБОЧЕЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

## § 1. РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТРАКТОРОВ

Тракторы как мобильные энергетические средства сельскохозяйственного производства предназначены для передачи агрегируемым машинам вращательного и поступательного движения и гидравлического потока. Перенос этих форм движения определяет конструкцию механизмов отбора мощности, составляющих основу рабочего оборудования.

Для передачи вращательного движения на тракторах применяют валы отбора мощности (ВОМ) с механизмами их привода и приводные шкивы. Поступательное движение сообщается через прицепные устройства (буксирный крюк, скоба с серьгой), механизмы навески или остов трактора, а гидравлический поток — с помощью гидросистемы отбора мощности (ГСОМ).

Управление механизмами навески всех тракторов обеспечивает раздельно-агрегатная гидросистема, которая одновременно выполняет и функции ГСОМ (кроме трактора МТЗ-100). Управление механизмами привода ВОМ тракторов Т-150 и К-701 тоже гидрофицировано.

Назначение, устройство и принцип действия гидроприводов механизмов отбора мощности и ГСОМ тракторов рассмотрены в главе 3.

**Механизм навески.** Способ соединения сельскохозяйственных и других машин с трактором зависит от их конструкции. Одни машины навешивают на трактор, другие прицеп-

ляют к нему, а третьи жестко крепят к его остоу.

Конструкция устройств для навешивания машин зависит от расположения машины относительно трактора. Если машину навешивают сбоку или спереди трактора, то на его остоу предусматривают посадочные места с отверстиями под болты крепления или специальные кронштейны. На самоходных шасси машины навешивают к продольным трубам рамы.

Механизм задней навески состоит из двух нижних продольных тяг **6** и **10** (рис. 200, а) и верхней центральной регулируемой тяги **4**. Передними концами все тяги шарнирно связаны с остом трактора, а задними концами — с навесной машиной. Нижние тяги **6** и **10** раскосами **3** и **11** шарнирно соединены с подъемными рычагами **2** и **12**, а через них — с подъемным валом **1**.

Поднимают и опускают навешенную машину с помощью гидроцилиндра **14**, шток которого через рычаг **13** связан с подъемным валом **1**.

Изменением длины правого раскоса **3** регулируют положение навесной машины в горизонтальной плоскости, а изменением длины верхней центральной тяги **4** выравнивают глубину хода передних и задних рабочих органов машины.

В зависимости от конструкции навешиваемых сельскохозяйственных машин и выполняемых технологических операций их присоединяют к трактору по трех- и двухточечной схемам.

Трехточечную схему на-

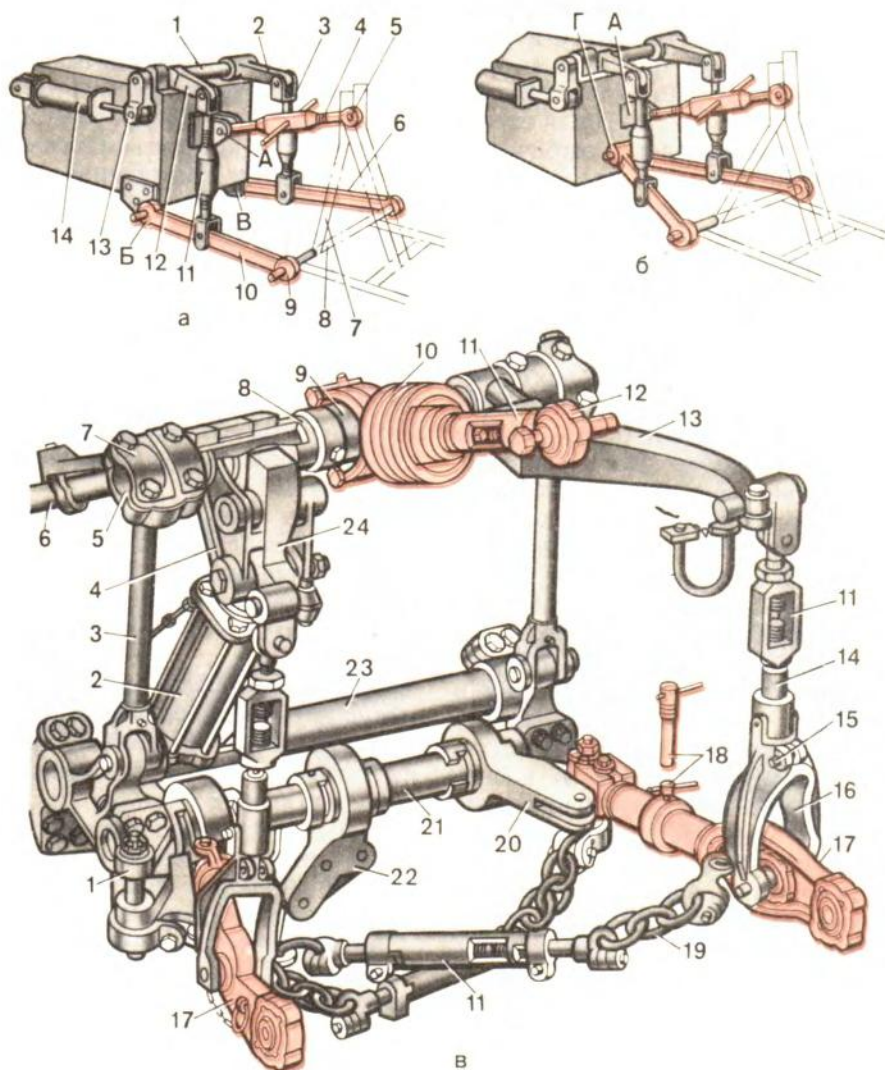


Рис. 200. Механизм навески:

а — трехточечная схема навески; б — двухточечная схема навески; 1 — подъемный вал; 2 и 12 — правый и левый подъемные рычаги; 3 и 11 — правый и левый раскосы; 4 — верхняя центральная тяга; 5 — присоединительный шарнир верхней тяги; 6 — правая нижняя тяга; 7 — стойка машины (орудия); 8 — ось подвеса; 9 — присоединительный шарнир нижней тяги; 10 — левая нижняя тяга; 13 — рычаг вала; 14 — гидроцилиндр; А, Б, В и Г — точки присоединения тяг навески; в — механизм навески трактора ДТ-75МВ: 1 — кронштейн; 2 — основной цилиндр; 3 — вертикальная стойка верхней оси; 4 — поворотный рычаг; 5 — верхняя ось; 6 — наклонная стойка верхней оси; 7 — бугель; 8 — подъемный вал; 9 — муфта центральной тяги; 10 — пружина центральной тяги; 11 — винтовая муфта; 12 — центральная тяга; 13 и 24 — правый и левый подъемные рычаги; 14 — раскос; 15 — фиксирующий штифт; 16 — вилка раскоса; 17 — продольная нижняя тяга; 18 — стопорный штифт продольной тяги; 19 — ограничительная цепь; 20 — боковой кронштейн продольной тяги; 21 — нижняя ось; 22 — средний кронштейн продольной тяги; 23 — ось основного цилиндра.

вески (рис. 200, а) применяют при работе трактора с широкозахватными машинами (культиваторами, сеялками и т. п.). Для этого передние концы нижних продольных тяг 6 и 10 крепят отдельно в точках Б и В, а верхнюю — в точке А. Такая схема навески обеспечивает устойчивое прямолинейное движение машины.

Двухточечную схему навески (рис. 200, б) применяют при работе с машинами, имеющими сравнительно небольшую ширину захвата и требующими поворота вокруг вертикальной оси трактора. В такой схеме передние концы обеих продольных тяг 6 и 10 совмещены в одной точке Г, а верхняя — как и прежде в точке А. Это позволяет агрегату двигаться без выглубления рабочих органов не только по прямой, но и по дуге большого радиуса. При работе с плугами точки А и Г смещают вправо, что позволяет трактору двигаться не по борозде, а рядом с ней.

Трехточечный механизм навески применяют на универсально-пропашных тракторах. На гусеничных и колесных тракторах общего назначения используют универсальные механизмы навески, имеющие двух- и трехточечную наладку.

Механизм навески тракторов ДТ-75МВ, ДТ-175С имеет полый подъемный вал 8 (рис. 200, в), установленный во втулках оси 5, которая закреплена бугелями 7 в головках стоек 3. На шлицах подъемного вала закреплены два подъемных рычага 13 и 24, шарнирно соединенные с двумя регулируемыми раскосами 14. Нижние вилки 16 раскосов с помощью пальцев связаны с шаровыми шарнирами нижних продольных тяг 17. Передние концы тяг 17 присоединяют к боковым кронштейнам 20 при трехточечной наладке или к среднему кронштейну 22 при двухточечной. Кронштейны 20 и 22 установлены на нижней оси 21, закрепленной в кронштейнах продольных балок рамы.

На оси 23 закреплен основной цилиндр гидравлической системы. Шток цилиндра соединен пальцем с поворотным рычагом 4, а центральная тяга 12 с пружинным амортизатором 10 и винтовой муфтой 11 — с помощью вилки с муфтой 9, закрепленной посередине подъемного вала 8.

При подъеме навешенной машины шток гидроцилиндра 2 выдвигается и свободно поворачивает рычаг 4 до тех пор, пока его опорная площадка не упрется в площадку на нижней стороне левого подъемного рычага 24. После этого начинают подниматься рычаг 24 и связанный с ним через подъемный вал 8 рычаг 13, которые через раскосы 14 поднимут нижние продольные тяги 17 вместе с машиной.

Машина может опускаться под действием собственной силы тяжести или гидроцилиндром 2. В последнем случае поворотный рычаг 4 соединяют пальцем с подъемным рычагом 24.

Для ограничения поперечных перемещений навесных машин используют цепи 19, соединяющие продольные тяги 17 с кронштейнами 1. Цепи натягивают так, чтобы задние концы тяг с навесной машиной в транспортном положении перемещались не более чем на 30 мм в одну и другую стороны.

**Автоматическая сцепка** предназначена для облегчения соединения механизма навески с машинами, имеющими ответный замок II (рис. 201, а). Автосцепку I соединяют с механизмом навески трактора пальцами 3 или 4 (нижние продольные тяги) и через отверстия в щеке 2 (центральную тягу).

Для соединения трактора с машиной опускают автосцепку вниз, подают трактор назад и вводят автосцепку I в замок II машины. При подъеме механизма навески автосцепка автоматически сцепляется с замком с помощью фиксатора 7, который под действием пружины 8 заходит в паз замка.

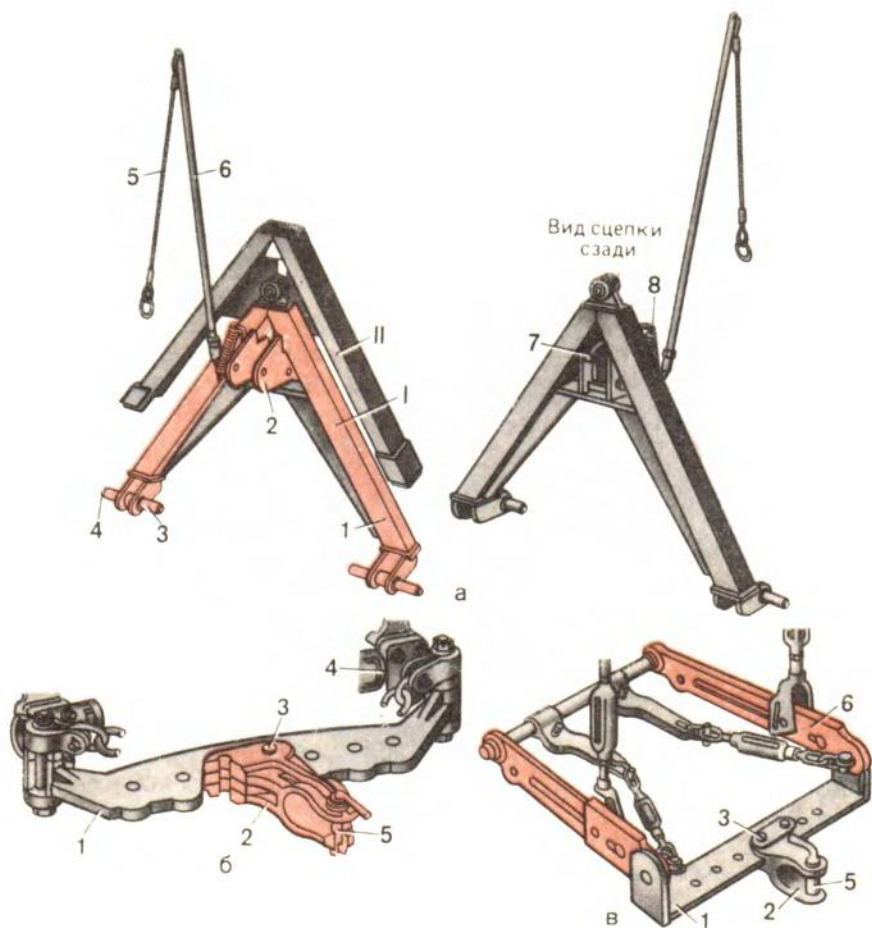


Рис. 201. Автоматическая сцепка и прицепные устройства:

**а** — автоматическая сцепка: **1** — автоматическая сцепка; **II** — ответный замок сельскохозяйственной машины; **1** — рамка; **2** — щека; **3** и **4** — пальцы; **5** — тросик; **6** — рукоятка; **7** — фиксатор; **8** — пружина; **б** — прицепное устройство на корпусе заднего моста; **в** — прицепное устройство на механизме навески: **1** — скоба; **2** — прицепная серьга; **3** — палец; **4** — бугель; **5** — шкворень; **6** — продольная тяга.

Для разъединения трактора и машины тросиком **5** поворачивают рукоятку **6** и выводят фиксатор **7** из зацепления с упором замка. Удерживая тросик в этом положении, опускают механизм навески, выводят автосцепку из замка и отъезжают от машины.

**Прицепная серьга** предназначена для присоединения к трактору прицепных машин, а также различных двухосных прицепов, создающих только продольную нагрузку на тягово-сцепные устройства и движущихся со скоростью до 15 км/ч.

К остова трактора (рис. 201, **б**) или механизму навески (рис. 201, **в**) крепят прицепную скобу **1** с рядом отверстий, с помощью которых прицепную серьгу **2** устанавливают в нужное положение, закрепляя двумя пальцами **3**. Высоту серьги над уровнем поля изменяют, перевертывая на 180° бугели **4** и скобу **1** (рис. 201, **б**), или с помощью механизма навески (рис. 201, **в**).

**Буксирное устройство** применяют на некоторых тракторах для присоединения двухосных прицепов при работе на скоростях свыше 15 км/ч.

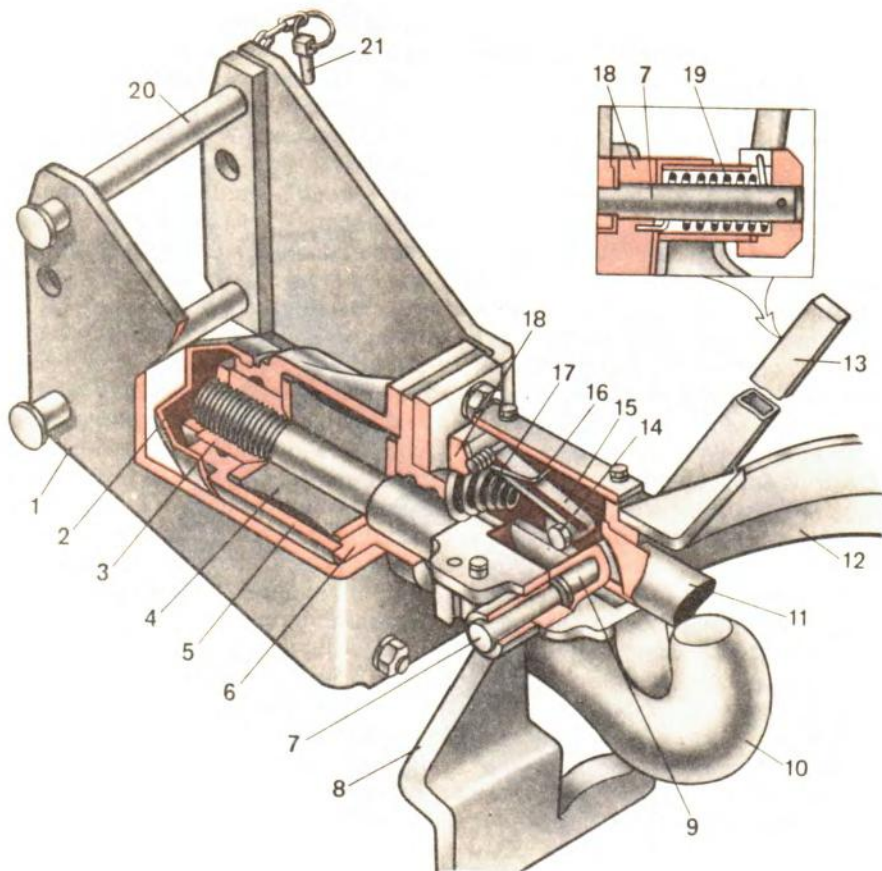


Рис. 202. Буксирное устройство:

1 — кронштейн; 2 — колпак; 3 — гайка крюка; 4 — амортизатор; 5 — корпус амортизатора; 6 — крышка; 7 — ось рукоятки управления; 8 — нижний ловитель; 9 — рычаг фиксатора; 10 — крюк; 11 — фиксатор зева крюка; 12 — козырек; 13 — рукоятка управления; 14 — палец фиксатора; 15 — упор фиксатора; 16 — пружина; 17 — пружина фиксатора; 18 — корпус автомата сцепки; 19 — пружина рукоятки управления; 20 — палец; 21 — чека пальца.

На тракторах «Беларусь» это устройство устанавливают на кронштейн поворотного вала механизма навески и крепят к валу двумя пальцами 20 (рис. 202).

Буксирное устройство представляет собой тяговый крюк 10 с резиновым амортизатором 4, нижним ловителем 8, козырьком 12 и фиксатором 11. Фиксатором управляют с помощью рукоятки 13.

Для присоединения прицепа к крюку 10 поворачивают рукоятку 13 назад. При этом зев крюка открыт, а нижний ловитель 8 располагается в горизонтальном положении. При

движении трактора задним ходом петля дышла прицепа скользит по ловителю, нажимает на фиксатор 11, передвигая его внутрь корпуса, и входит в зев крюка. При этом фиксатор под действием пружины 17 выходит из корпуса 18 и автоматически запирает зев крюка. Рукоятка 13 под действием пружины 19 возвращается в первоначальное положение.

**Гидрофицированный крюк** используют при работе тракторов с одноосными прицепами, навозоразбрасывателями и другими машинами, которые создают не только продольную

и боковую, но и нормальную нагрузку. Гидрофицированный крюк по сравнению с рассмотренными ранее прицепными устройствами способен выдерживать большую нормальную нагрузку.

**Вал отбора мощности (ВОМ)** — это ведомый (выходной) вал механизма отбора мощности (МОМ) вращательного движения.

По месту расположения на тракторе различают *задние, боковые и передние* ВОМ. Задний ВОМ обычно располагают в корпусе заднего моста трактора, а МОМ — совместно с механизмами трансмиссии. Боковой ВОМ размещают в специальном корпусе, укрепляемом на корпусе коробки передач.

Различают ВОМ с *постоянной и переменной частотой вращения*. Рабочие органы уборочных, почвообрабатывающих и некоторых других машин должны иметь постоянную частоту вращения, а таких машин, как сеялки, сажалки, разбрасыватели, — частоту вращения, пропорциональную или синхронную поступательной скорости движения трактора.

Установлены следующие два значения номинальной частоты вращения ВОМ: 540 и 1000 мин<sup>-1</sup> при номинальной частоте вращения коленчатого вала дизеля.

По способу привода МОМ и их ВОМ делят на *зависимые, независимые, полунезависимые, синхронные и комбинированные*.

**Зависимый МОМ** (рис. 203, а) характеризуется тем, что его ВОМ прекращает вращаться при выключении главной муфты сцепления. Включают и выключают ВОМ рычагом 1 с помощью зубчатой муфты 3 при выключенной муфте сцепления. При зависимом вале разгон агрегата и рабочих органов машины происходит одновременно, что требует повышенной мощности двигателя и дополнительного расхода топлива.

**Полунезависимый ВОМ**

(рис. 203, б) вращается от коленчатого вала дизеля независимо от того, включена или выключена муфта сцепления. ВОМ включают и выключают зубчатой муфтой 3 при неработающем дизеле.

**Независимый МОМ** отличается от полунезависимого тем, что для управления ВОМ при движении и остановке трактора устанавливают дополнительную муфту или планетарный редуктор.

**Синхронный МОМ** (рис. 203, в) изменяет частоту вращения ВОМ при переходе с одной передачи на другую и вращается от зубчатого колеса ведомого вала коробки передач или от одного из ведомых валов трансмиссии. ВОМ синхронного МОМ обычно зависимый. Включают и выключают его зубчатой муфтой 3 при выключенной муфте сцепления.

**Комбинированный МОМ** (рис. 203, г) состоит из независимого и синхронного МОМ. Для включения независимого ВОМ рычаг 1 переводят в положение II и зубчатая муфта 3 соединяет с приводным валом 7 зубчатые колеса 2. При перемещении рычага 1 в положение I зубчатая муфта 3 соединяет с валом 7 зубчатые колеса 4 и включает синхронный ВОМ.

Все ВОМ имеют шлицевые выходные концы (хвостовики) со стандартными размерами для присоединения шарнира карданной передачи привода рабочих органов агрегируемых машин.

Механизм отбора мощности трактора МТЗ-80 комбинированный: независимый двухскоростной с частотой вращения ВОМ 545 и 1000 мин<sup>-1</sup> при частоте вращения коленчатого вала 2100 мин<sup>-1</sup> и зависимый синхронный с частотой вращения ВОМ 3,5 оборота на метр пройденного трактором пути. МОМ состоит из двухступенчатого редуктора, приводных валов, муфты переключения и планетарного редуктора.

Двухступенчатый редуктор расположен в корпусе муфты сцепления.

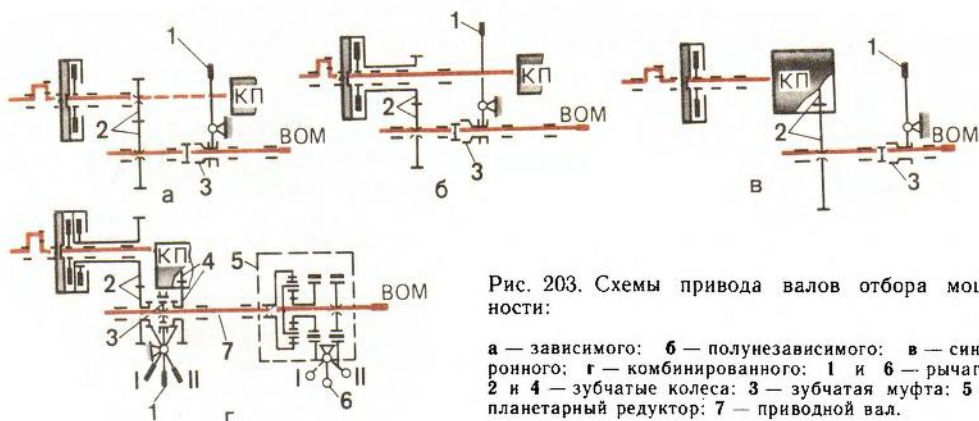


Рис. 203. Схемы привода валов отбора мощности:

а — зависимого; б — полунезависимого; в — синхронного; г — комбинированного; 1 и 6 — рычаги; 2 и 4 — зубчатые колеса; 3 — зубчатая муфта; 5 — планетарный редуктор; 7 — приводной вал.

Его ведущий вал 13 (рис. 204, а) соединен шлицами со ступицей ведущего (опорного) диска 2 муфты сцепления и с двухвенцовым зубчатым колесом 3. Это обеспечивает вращение вала независимо от того, включена или выключена муфта сцепления. Зубчатые венцы колеса 3 находятся в постоянном зацеплении с двумя ведомыми зубчатыми колесами 5 и 6. Зубчатое колесо 5 свободно посажено посредством бронзовой втулки на вал 12, а зубчатое колесо 6 — на два шарикоподшипника 11, установленных на ступице колеса 5.

Вал 12 приводится во вращение соединительной зубчатой муфтой 7, установленной на шлицах этого вала и перемещаемой валиком 10 с вилкой 8 за поводок 9 с помощью гаечного ключа. Механизм переключения расположен в нижней крышке корпуса муфты сцепления.

Для включения первой ступени ( $545 \text{ мин}^{-1}$ ) зубчатую муфту 7 передвигают вперед и вводят в зацепление со ступицей зубчатого колеса 5. При перемещении назад муфта 7 входит в зацепление со ступицей зубчатого колеса 6 и включает вторую ступень ( $1000 \text{ мин}^{-1}$ ).

Ведомый вал 12 через шлицевую втулку, вал 14, проходящий внутри промежуточного вала коробки передач, муфту 7 и вал 18 передает вращение к планетарному редуктору.

При независимом приводе ВОМ

(положение I, рис. 204, б) муфта 17 переключения МОМ передними шлицами сопряжена со шлицевым хвостовиком вала 14. Вращение от вала 12 передается валу 14 и далее через муфту 17 валу 18 коронной шестерни планетарного редуктора.

При синхронном приводе ВОМ (положение II, рис. 204, в) муфту 17 передвигают рычагом 16 вперед и вводят ее в зацепление со ступицей зубчатого колеса 15 второй ступени редуктора коробки передач. В этом положении шарик 20 фиксатора входит в переднюю канавку вала 18. Вращение от ступицы зубчатого колеса 15 коробки передач через муфту 17 передается валу 18 планетарного редуктора.

Рычаг 16 можно установить в нейтральное положение. Тогда шарик 20 фиксатора войдет в среднюю канавку вала 18 и планетарный редуктор будет отключен.

Планетарный редуктор (рис. 204, в) размещен в корпусе заднего моста трактора. Он состоит из ведущей коронной шестерни 21, находящихся с ней в зацеплении трех сателлитов 23 на осях 22, водила 31 и солнечной шестерни 32. Водило 31 с прикрепленным к нему тормозным барабаном 27 шлицами соединено со шлицевым хвостовиком вала 30, который и является ВОМ. На этом же валу на двух подшипниках установлена солнечная шестерня 32, соединенная

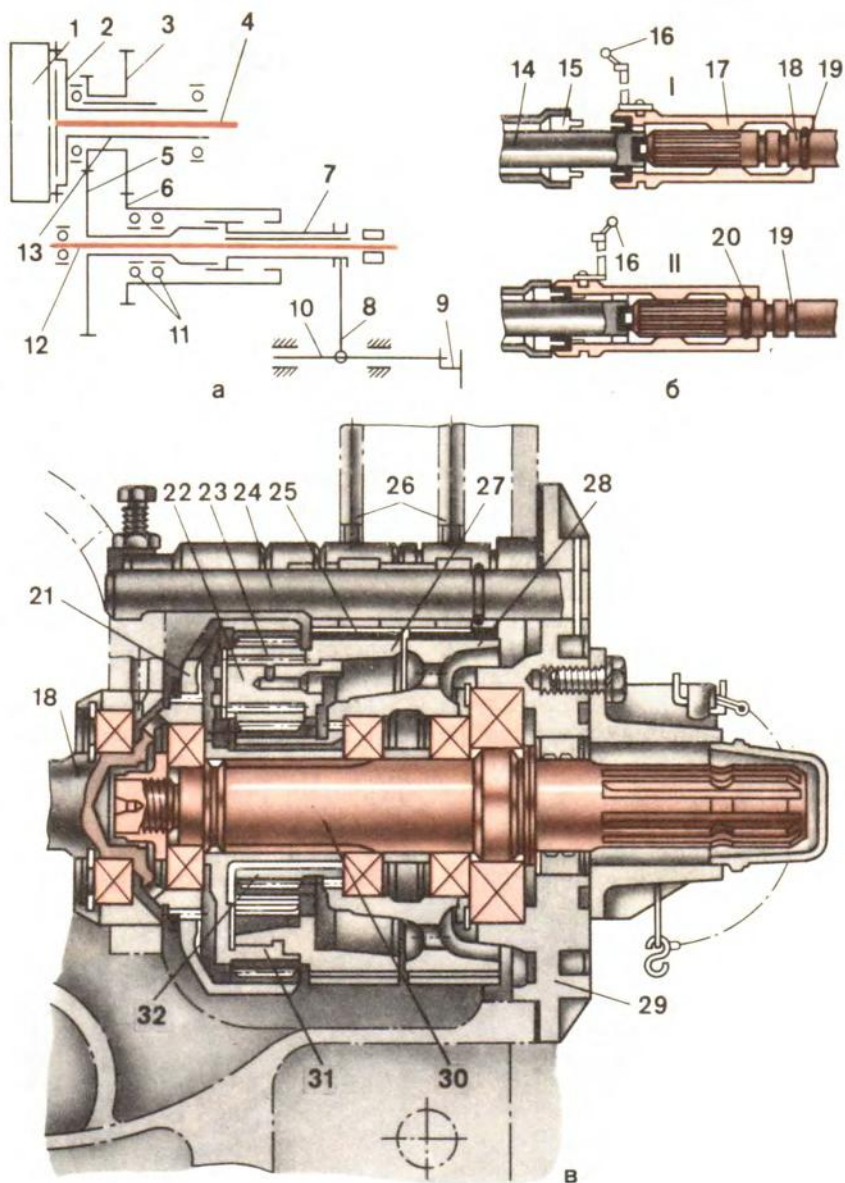


Рис. 204. Задний вал отбора мощности трактора МТЗ-80:

а — схема двухскоростного редуктора; б — переключение привода ВОМ (I — включен независимый привод; II — включен синхронный привод); в — планетарный редуктор; 1 — маховик; 2 — опорный диск; 3 — двухвенцовое зубчатое колесо; 4 — вал муфты сцепления; 5 и 6 — зубчатые колеса первой и второй ступеней; 7 — подвижная зубчатая муфта; 8 — вилка; 9 — поводок; 10 — валик; 11 — шарикоподшипники; 12 — ведомый вал; 13 — ведущий вал; 14 — внутренний вал; 15 — ведущее зубчатое колесо второй ступени редуктора коробки передач; 16 — рычаг; 17 — муфта переключения; 18 — вал коронной шестерни планетарного редуктора; 19 — кольцевые выточки; 20 — шарик фиксатора; 21 — коронная шестерня; 22 — ось; 23 — спутник; 24 — ось; 25 — тормозная лента; 26 — тяги; 27 — тормозной барабан водила; 28 — тормозной барабан солнечной шестерни; 29 — крышка; 30 — задний ВОМ; 31 — водило; 32 — солнечная шестерня.

шлицами с тормозным барабаном 28. Тормозные барабаны 27 и 28 охватываются тормозными лентами с frictionными накладками. Один конец лент закреплен на неподвижной оси 24, а другой через тяги 26 и рычаги связан с рычагом управления, расположенным в кабине.

Для включения ВОМ рычаг управления переводят в крайнее заднее положение. При этом тормоз на барабане 28 солнечной шестерни затянута, а на барабане 27 водила отпущена. Вращение от вала 18 с коронной шестерней 21 через сателлиты, которые обегают неподвижную солнечную шестерню, передается водилу, а от него — валу 30.

Для выключения ВОМ рычаг управления переводят в крайнее переднее положение. При этом тормоз на барабане 28 отпущен, а на барабане 27 затянута. Тогда водило 31 вместе с валом 30 остановлено, коренная шестерня вращает сателлиты вокруг своих осей, а сателлиты в свою очередь вращают входную солнечную шестерню 32 вместе с барабаном 28.

Момент затяжки тормозных лент создается усилием сжатых пружин, размещенных в специальном стакане.

Боковой ВОМ тракторов МТЗ-80, МТЗ-100 предназначен для привода машин, навешиваемых на трактор спереди или сбоку. Он собран в специальном корпусе, который крепят к левому люку корпуса коробки передач. Боковой ВОМ вращается от зубчатого колеса первой передачи и заднего хода коробки передач через подвижное зубчатое колесо. Частота вращения бокового ВОМ составляет 535 или 735 мин<sup>-1</sup> в зависимости от того, включен или выключен понижающий редуктор коробки передач.

Приводной шкив устанавливают на тракторах для привода через ременную передачу стационарных машин. Шкив размещают обычно сзади или сбоку трактора с приводом соответственно от заднего ВОМ или вала коробки передач.

Приводной шкив тракторов МТЗ-80, МТЗ-100 (рис. 205) представляет собой конический одноступенчатый редуктор с передаточным

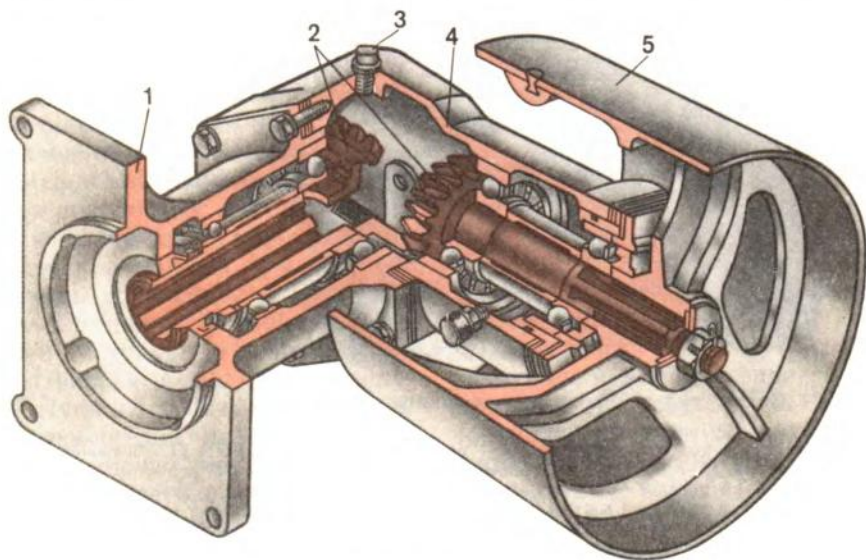


Рис. 205. Приводной шкив тракторов МТЗ-80, МТЗ-100:

1 — рукав шкива; 2 — конические зубчатые колеса; 3 — пробка заливного отверстия; 4 — корпус шкива; 5 — шкив.

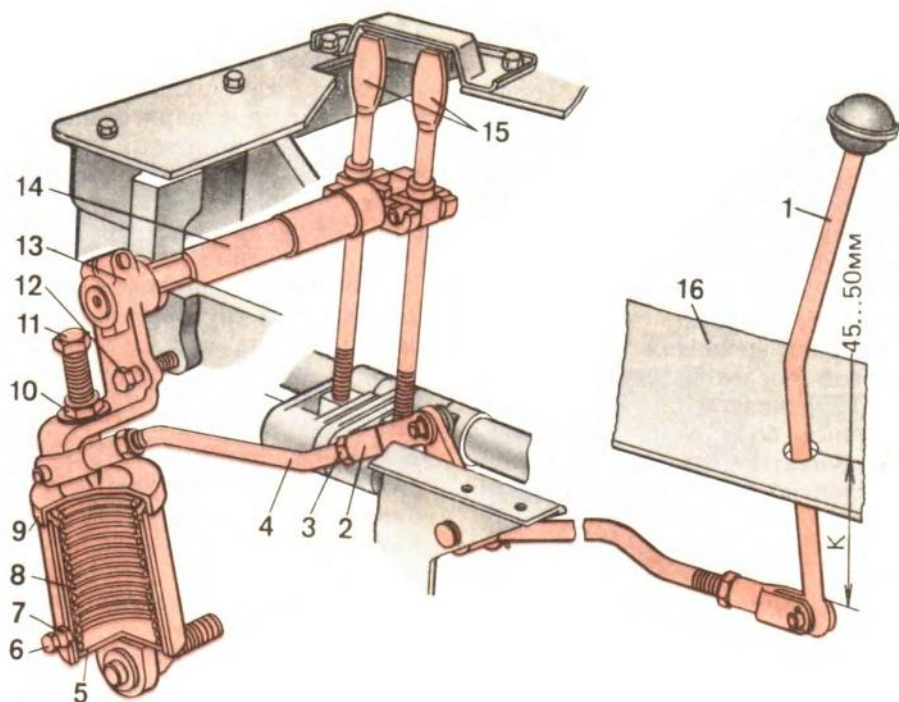


Рис. 206. Управление задним ВОМ трактора МТЗ-80:

1 — рычаг управления; 2 — регулировочная вилка; 3 и 10 — контргайки; 4 — тяга; 5 — стакан пружины; 6 и 7 — монтажные болт и гайка; 8 — пружина; 9 — крышка стакана; 11 — упорный болт; 12 — установочный болт; 13 — рычаг; 14 — валик; 15 — регулировочные тяги; 16 — полк кабины.

числом 1,64, размещаемый на крышке планетарного редуктора МОМ. Шкив приводится во вращение от хвостовика ВОМ.

В рукаве 1 на двух шарикоподшипниках установлено ведущее коническое зубчатое колесо с валом, имеющим внутренние шлицы под хвостовик ВОМ. Ведомое коническое зубчатое колесо вместе с валом вращается на двух шарикоподшипниках в корпусе 4. На шлицевом хвостовике этого вала установлен и закреплен корончатой гайкой шкив 5.

**Техническое обслуживание** механизма навески тракторов заключается в систематической проверке затяжки болтов бугелей и крышек верхней оси, смазывании резьбовых соединений раскосов и центральной тяги, а также в проверке натяжения цепей растяжек.

В процессе эксплуатации трактора

МТЗ-80 следят за положением рычага управления задним ВОМ, так как при упоре его в полк кабины пробуксовывают ленточные тормоза. Для устранения этой неисправности, а также при увеличенном ходе рычага или возросшем усилии на рычаге регулируют механизм управления ВОМ.

Для регулировки ввертывают болт 11 (рис. 206) в рычаг 13 и сжимают пружину 8 до тех пор, пока отверстие в стакане 5 не совместится с болтом 6. Отвернув контргайку 7, заворачивают болт 6 до отказа и тем самым стопорят от перемещений пружину 8, стакан 5 и крышку 9. Вывертывают полностью болт 11 и поворачивают пружину в сборе вниз. Отъединяют тягу 4 и поворачивают рычаг 13 до совмещения отверстия в нем с резьбовым отверстием на корпусе заднего моста. Затем ввер-

тывают в это отверстие болт 12, фиксируя рычаг.

Сняв крышку регулировочного люка, заворачивают поочередно регулировочные тяги 15 до отказа моментом 8...10 Н·м, а затем отворачивают их на три оборота. Проверяют от руки за хвостовик легкость вращения ВОМ. При тугом вращении отворачивают дополнительно тяги 15 еще на  $1/2$  оборота.

Собирают механизм управления в обратной последовательности. Болт 11 заворачивают до тех пор, пока стопорный болт 6 не будет легко выворачиваться. Выворачивают болт 6 настолько, чтобы он вышел из отверстия стакана 5.

Длину тяги 4 регулируют таким образом, чтобы при включенном положении рычага 1 управления расстояние  $K=45...50$  мм.

При работе приводного шкива с повышенным шумом необходимо отрегулировать боковой зазор в зацеплении конических зубчатых колес. Уменьшение бокового зазора достигается сокращением числа регулировочных прокладок под фланцами рукава 1 (см. рис. 205) и корпуса 4. Нормальный зазор составляет 0,25...0,45 мм.

## § 2. РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ

**Буксирное устройство.** На передних концах продольных балок рамы грузовых автомобилей устанавливают крюки для буксировки неисправного автомобиля.

Для соединения автомобиля с прицепом в задней поперечине рамы, усиленной раскосами, располагают буксирное устройство.

Буксирное устройство автомобиля КамАЗ-5320 представляет собой крюк 2 (рис. 207, а), стержень которого проходит через отверстие в задней поперечине рамы. Стержень вставлен в цилиндрический корпус

15, закрытый крышкой 16 и кожухом 12. Для смягчения ударов в корпус 15 между шайбами 13 и 14 с небольшим предварительным натягом вставлен резиновый упругий элемент 9. На оси 3, проходящей через крюк, установлена защелка 6, которая стопорится собачкой 4 и шплинтом с цепочкой 8.

**Лебедка**, устанавливаемая на полноприводных грузовых автомобилях, предназначена для самовытаскивания и подтягивания автомобилей и прицепов на труднопроходимых участках.

Лебедка автомобиля Урал-4320 состоит из червячного редуктора, барабана с тросом, ленточного тормоза, привода и тросоукладчика. Рабочая длина троса 65 м, максимальное тяговое усилие на тросе 70...90 кН.

Червячный редуктор состоит из глобоидального червяка 20 (рис. 207, б) и червячного колеса 13. Червяк установлен в подшипниках 19, 21 и 22. Под крышками подшипников расположены регулировочные прокладки 18 и 23. На одном конце червяка имеется фланец 17 привода, а на другом конце — автоматический ленточный тормоз 24, препятствующий самопроизвольному вращению барабана лебедки. Червячное колесо приклепано к ступице, которая подвижной муфтой 14 соединена с валом 6 барабана 5. Барабан 5 плотно посажен на шлицевой вал.

Лебедка приводится в действие от раздаточной коробки через дополнительную коробку отбора мощности и три карданных вала с промежуточными опорами.

Тросоукладчик обеспечивает правильную укладку троса на барабане. Он состоит из ходового винта, направляющих роликов и валиков. Ходовой винт приводится во вращение цепной передачей от звездочки 2, установленной на вале барабана.

Для включения лебедки рычаги коробки передач и раздаточной

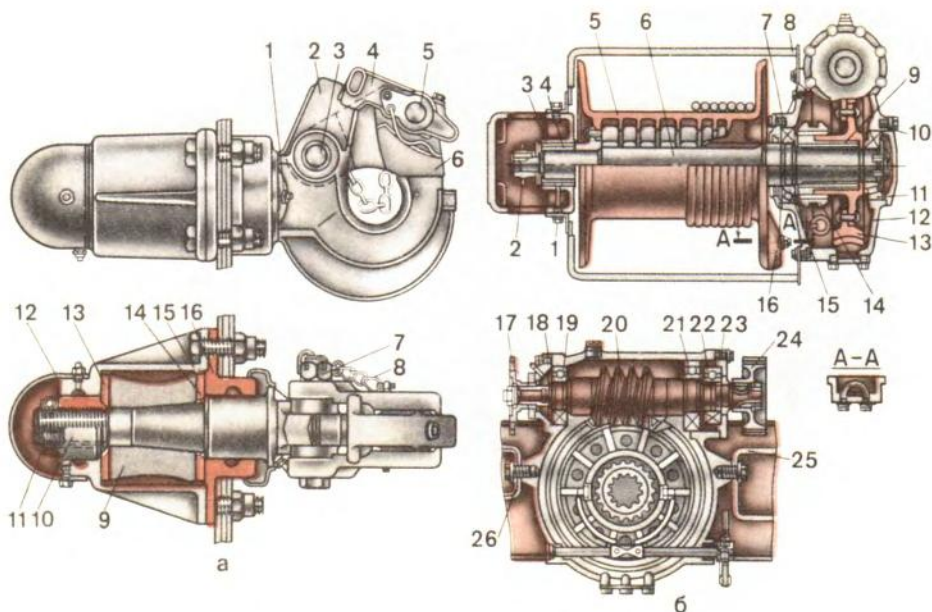


Рис. 207. Буксирное устройство и лебедка:

а — буксирное устройство автомобиля КамАЗ-5320: 1 — масленка; 2 — крюк с грязеотражателем и стержнем; 3 — ось зашелки крюка; 4 — собачка зашелки крюка; 5 — ось собачки; 6 — зашелка; 7 — гайка; 8 — цепь шплинта зашелки крюка; 9 — упругий элемент; 10 — гайка крюка; 11 — шплинт; 12 — защитный кожух; 13 и 14 — шайбы; 15 — корпус; 16 — крышка корпуса; б — лебедка автомобиля Урал-4320: 1 — пресс-масленка; 2 — звездочка; 3 — подшипник скольжения; 4 — распорная втулка; 5 — барабан; 6 — вал барабана; 7 — крышка редуктора; 8 — отбойник троса; 9 — неподвижная муфта; 10, 16, 18 и 23 — регулировочные прокладки; 11 и 15 — конические роликовые подшипники; 12 — картер редуктора; 13 — червячное колесо; 14 — подвижная муфта; 17 — фланец; 19, 21 и 22 — упорные подшипники; 20 — червяк; 24 — ленточный тормоз; 25 — правый кронштейн ходового винта; 26 — поперечина подвески лебедки.

коробки устанавливают в нейтральное положение. Для размотки вручную троса с барабана лебедки рычаг подвижной муфты 14 перемещают в нижнее (выключенное) положение и оставляют на барабане не менее 3...4 витков. При принудительной выдаче троса перемещают рычаг подвижной муфты в верхнее (включенное) положение, включают коробку дополнительного отбора мощности, первую или вторую передачу в коробке передач и разматывают трос на необходимую длину. Для подтягивания груза включают передачу заднего хода в коробке передач, а при самовытаскивании — пониженную передачу в раздаточной коробке и первую передачу в коробке передач.

**Кузова автомобилей** предназначены для размещения различных

грузов, пассажиров или специального оборудования.

По типу кузова грузовые автомобили бывают *общего назначения* (с кузовами в виде грузовой бортовой платформы) и *специализированные* (самосвалы, цистерны, фургоны и др.).

Кузова легковых автомобилей могут быть следующих типов: *седан* — четырехдверный кузов с двумя или тремя рядами сидений; *лимузин* — кузов седан с перегородкой, отделяющей пассажиров от водителя; *купе* — двухдверный кузов с одним или двумя рядами сидений; *фэтон* — кузов с мягким складным верхом и съемными боковинами; *кабриолет* — кузов с откидывающимися задней стенкой и частью крыши; *универсал* — кузов грузопассажир-

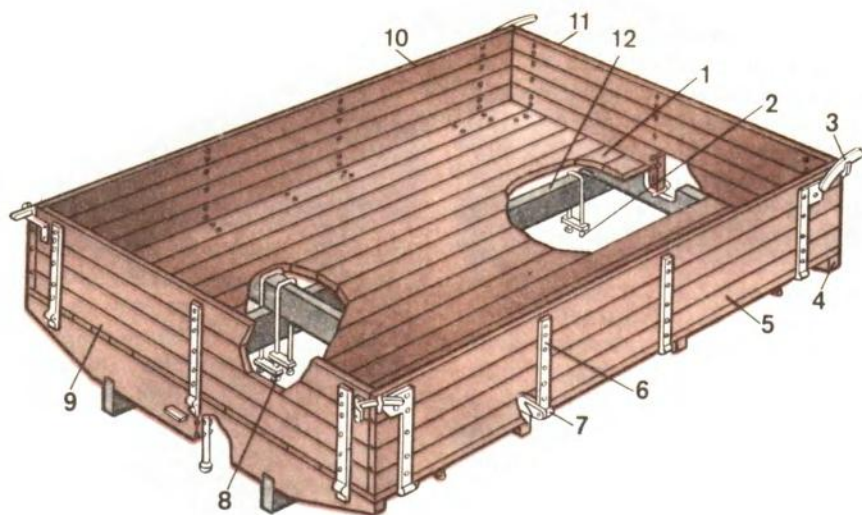


Рис. 208. Грузовая платформа:

1 — пол кузова; 2 и 8 — стремянки; 3 — затвор; 4 — поперечина; 5 и 10 — боковые борта; 6 — планка; 7 — петля; 9 — задний борт; 11 — передний борт; 12 — продольный брус.

ского автомобиля с двумя или четырьмя дверями и люком сзади; *спорт* — двухместный кузов с закрытым или открытым верхом.

Автобусы имеют закрытый каркасный кузов вагонного типа.

Кузов общего назначения грузового автомобиля предназначен для размещения и перевозки разнообразных грузов и представляет собой деревянную или металлическую платформу. Для облегчения погрузки и выгрузки груза задний 9 (рис. 208) и боковые 5 и 10 борта откидывающиеся. Передний борт 11 платформы неподвижный. Откидные борта скреплены планками 6, поворачивающимися на петлях 7. Все борта соединены между собой затворами 3, а доски пола 1 — поперечными брусьями 4, которые стремянками 8 стянуты с продольными брусьями 12 и балками рамы. Продольные брусья дополнительно скреплены с рамой стремянками 2.

Платформа автомобиля КамАЗ-5320 металлическая, бортовая, состоящая из основания, шести бортов и каркаса с тентом. Боковые (по два с каждой стороны) и задний борта от-

кидные. Пол платформы деревянный. Платформа с продольными брусьями прикреплена к продольным балкам рамы десятью стремянками.

Кузов автомобиля-самосвала представляет собой сварную металлическую платформу прямоугольного или ковшеобразного типа.

Платформа автомобиля-самосвала КамАЗ-55102 прямоугольного типа, металлическая, с опрокидыванием на три стороны. В задней части к основанию платформы между двумя поперечными балками приварены кронштейны с гнездами втулок оси опрокидывания и отверстиями для стопорения.

В средней части первой поперечины надрамника приварены четыре болта для крепления нижней опоры гидроцилиндра. К переднему борту платформы присоединен кронштейн крепления верхней опоры гидроцилиндра.

Платформа имеет амортизатор (обрезиненную пластину), служащий опорой в транспортном положении, а также ловушку с ловителем-амортизатором для придания платформе необходимого положения в

продольном направлении и удержания ее в этом положении при движении автомобиля.

**Седельно-сцепное устройство** автомобилей-тягачей предназначено для шарнирного соединения тягача с полуприцепом, передачи части массы полуприцепа на раму тягача и тягового усилия к полуприцепу.

Седельно-сцепное устройство автомобилей-тягачей КамАЗ-5410 (рис. 209) крепят двумя кронштейнами 13 к кронштейнам рамы автомобиля. Седло 16 установлено на кронштейнах с помощью двух осей 15, которые удерживаются от осевого перемещения стопорными пластинами с болтами. Оно может свободно поворачиваться в резинометаллических шарнирах этих кронштейнов. Резинометаллические шарниры значительно снижают динамические нагрузки от полуприцепа.

Для соединения автомобиля с полуприцепом поворачивают предохранитель 12 саморасцепки и рычагом 10 отводят запорный кулак 6 в переднее взведенное положение, фиксируя его защелкой 3. В этом положении сцепные губки 1 и 7, установленные на осях 8, отпираются.

При движении тягача назад сцепной шкворень полуприцепа входит в зев губок, которые раскрываются и освобождают от фиксации защелку 3. Запорный кулак 6 под действием предварительно сжатой пружины 5 перемещается в заднее положение и упирается сначала в затылок губок. При дальнейшем передвижении шкворня кулак входит в паз губок, обеспечивая надежное их запирание. Случайное перемещение запорного кулака 6 со штоком 4 вперед предотвращается предохранителем 12 саморасцепки.

**Техническое обслуживание.** У буксирного устройства автомобиля КамАЗ-5320 периодически проверяют свободный ход крюка, который не должен превышать 0,5 мм. При увеличенном свободном ходе разбирают буксирное устройство, выпрям-

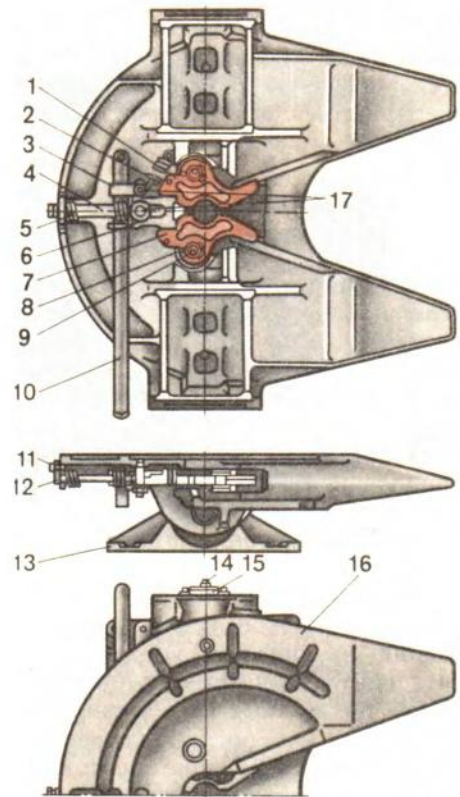


Рис. 209. Седельно-сцепное устройство автомобиля КамАЗ-5410:

1 — левая губка; 2 — пружина защелки; 3 — защелка; 4 — шток запорного кулака; 5 — пружина запорного кулака; 6 — запорный кулак; 7 — правая губка; 8 — ось губки; 9 — масленка; 10 — рычаг управления расцепкой; 11 — ось предохранителя саморасцепки; 12 — предохранитель саморасцепки; 13 — кронштейн седла; 14 — масленка; 15 — ось шарнира; 16 — седло; 17 — шпильки запорного кулака.

ляют шайбы 13 и 14 (см. рис. 207, а) и заменяют изношенные детали. Регулировать свободный ход крюка гайкой 10 нельзя, так как завинчивание и отвинчивание гайки приводит к увеличению свободного хода.

Техническое обслуживание лебедки заключается в регулярном смазывании, проверке уплотнений, креплений и состояния троса.

У седельно-сцепного устройства периодически внешним осмотром проверяют состояние и крепление деталей. Проверяют предохранитель

12 (см. рис. 209) саморасцепки — при выводе его из положения равновесия в любую сторону он должен возвращаться в исходное положение.

### § 3. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

**Общие сведения о вспомогательном оборудовании.** Для создания удобств при управлении и улучшения условий труда водителей тракторы и автомобили оснащают вспомогательным оборудованием. Оно включает в себя кабину, органы управления и контроля, устройства для создания микроклимата в кабине и снижения уровня вибрации, шума и др.

С целью улучшения условий труда водителя прежде всего уменьшают усилия на органах управления за счет применения гидро- и пневмоприводов, пружинных сервомеханизмов.

Усилие на органы управления трактором, требующие постоянного воздействия (рулевое колесо, рычаги управления, рычаг регулятора ТНВД и т. п.), должно быть не более 30...50 Н, на органы периодического, непостоянного воздействия (рычаги переключения передач, включения ВОМ, гидросистемы и т. п.) — не более 150...200 Н.

Работоспособность водителя снижается при воздействии вибрационных нагрузок, особенно в диапазоне частот 3...5 Гц. Для снижения вибрации улучшают конструкцию подвесок, а также оборудуют тракторы более удобными поддрессоренными сиденьями.

Отрицательно влияет на человека шум. Он возникает в первую очередь из-за работы двигателя, механизмов трансмиссии, а у гусеничных тракторов — дополнительно при работе гусеничного движителя и сельскохозяйственных машин. Уровень шума в кабине трактора не должен превышать 85 дБ. Для его снижения на тракторах устанавливают шумоизо-

лирующие кабины и капоты, глушители отработавших газов и др.

Для создания комфортных условий кабины современных тракторов оборудуют кондиционерами, вентиляторами, обогревателями, устройствами для поддержания определенной влажности воздуха и др.

**Кабина** — это рабочее место шофера или тракториста, где они проводят большую часть рабочего времени. К конструкции кабин предъявляют следующие требования: рациональное размещение органов управления и сиденья; надежная защита от атмосферных осадков, солнца, ветра, пыли, отработавших газов, отрицательных температур, вибрации и шума; хорошая обзорность; большой запас прочности.

Кабину обычно изготавливают цельнометаллической с двумя герметично закрываемыми застекленными дверями. На тракторах ее устанавливают на четырех опорах-амортизаторах, уменьшающих вибрацию рабочего места тракториста.

На грузовых автомобилях кабины могут быть с *отдельным капотом*, в котором размещен двигатель (автомобили ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130), и *бескапотные* с расположением двигателя непосредственно под кабиной (автомобили ГАЗ-66, КамАЗ-5320).

На рисунке 210 показаны кабины грузового автомобиля (рис. 210, а) и трактора Т-150К (рис. 210, б). Для термо- и шумоизоляции, уменьшения вибраций пол, крышу и переднюю панель кабин покрывают изоляционными и звукопоглощающими материалами. Двери также имеют шумоизолирующие прокладки и герметично закрывают дверной проем благодаря резиновым уплотнениям. Стекла дверей открывают стеклоподъемниками. Полное открытие дверей ограничивается упорами. В каждой двери имеется замок.

Широкие окна кабины обеспечивают хорошую обзорность. На задние и передние стекла устанавливают стеклоочистители.

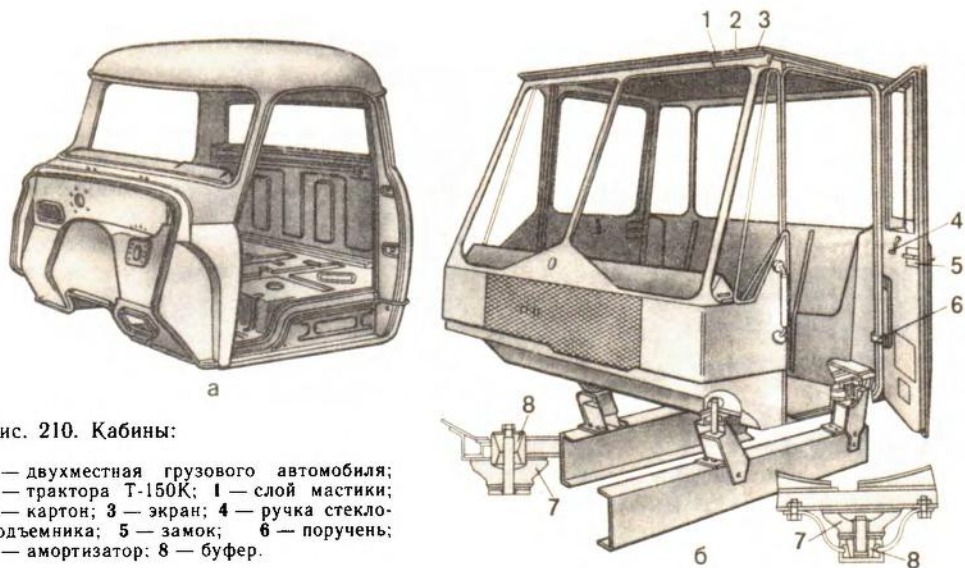


Рис. 210. Кабины:

а — двухместная грузового автомобиля;  
 б — трактора Т-150К; 1 — слой мастики;  
 2 — картон; 3 — экран; 4 — ручка стекло-  
 подъемника; 5 — замок; 6 — поручень;  
 7 — амортизатор; 8 — буфер.

Кабины оснащают противосолнечным козырьком, зеркалами заднего и бокового видов, термосом для питьевой воды, огнетушителем, ящиком для инструмента, вешалкой для одежды.

Кабины тракторов общего назначения и автомобилей второго и третьего классов оборудуют сиденьями для водителя и пассажира с ремнями безопасности. На универсально-пропашных тракторах кабины одноместные (сиденье только для тракториста), а на автомобилях четвертого-шестого классов — трехместные с двумя сиденьями для пассажиров.

Сиденье тракториста (рис. 211, а) закреплено на подвеске 4 параллелограммного типа и поддресорено пружиной 2 или торсионом. Для гашения колебаний оно снабжено гидравлическим амортизатором 5. Силу затяжки пружины 2 регулируют винтом 1 прямо пропорционально массе водителя.

На тракторе МТЗ-80 сиденье (рис. 211, б) крепят болтами к полукабины. Сиденье одноместное, с торсионной подвеской и гидравлическим амортизатором. Конструкция сиденья предусматривает его регу-

лировки по высоте, длине, наклону спинки и жесткости подвески.

Рукояткой 2 изменяют положение сиденья по высоте в пределах 0...80 мм. При перемещении рычага 1 влево можно передвинуть сиденье вперед или назад на расстояние 150 мм через каждые 25 мм. С помощью кронштейна 7 спинку устанавливают в трех положениях под различным углом наклона к сиденью. Винтом 6 регулируют жесткость подвески. В свободном состоянии рычаги 3 подвески должны касаться резинового упора 4, а в нагруженном состоянии (с трактористом) сиденье должно опуститься на 60 мм, т. е. на половину своего полного хода. При большем ходе сиденья винтом 6 увеличивают жесткость подвески (вращают винт 6 против хода часовой стрелки), а при меньшем прогибе снижают жесткость.

**Устройства для поддержания микроклимата в кабинах.** Микроклимат в кабине должен соответствовать следующим требованиям: температура воздуха в теплый период не должна превышать температуру окружающего воздуха более чем на 2...3 °С и должна быть не ниже 14 и не выше 28 °С; скорость движения

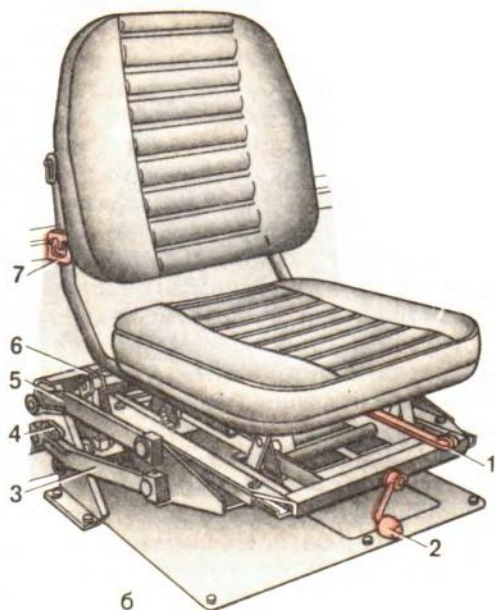
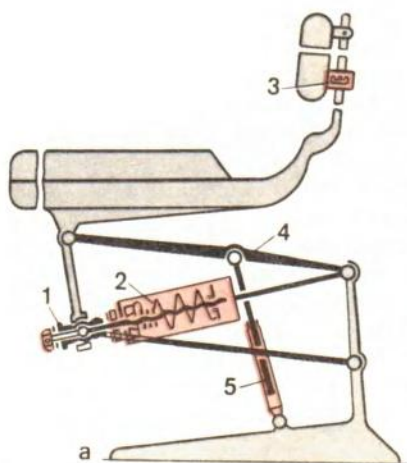


Рис. 211. Сиденье тракториста:

а — схема устройства: 1 — регулировочный винт; 2 — пружина; 3 — кронштейн; 4 — подвеска; 5 — амортизатор; б — сиденье трактора МТЗ-80: 1 — рычаг регулировки по длине; 2 — рукоятка фиксации сиденья по высоте; 3 — нижний рычаг; 4 — резиновый упор; 5 — верхний рычаг; 6 — винт регулировки жесткости; 7 — кронштейн установки наклона спинки.

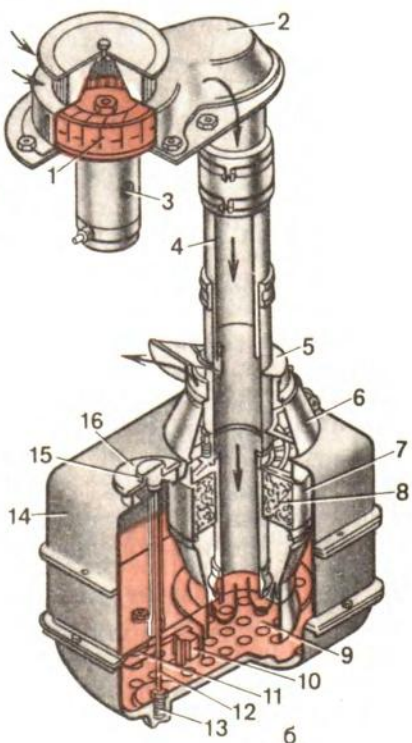
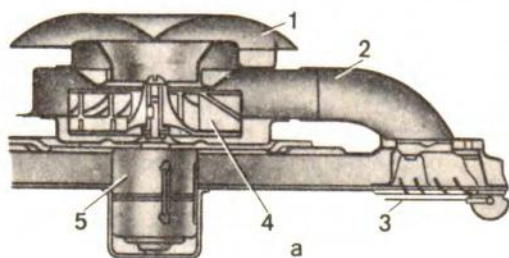


Рис. 212. Вентиляционные устройства:

а — вентилятор-пылеотделитель: 1 — колпак; 2 — патрубок; 3 — щиток; 4 — крыльчатка; 5 — электродвигатель; б — вентиляционная установка с воздухоохладителем: 1 — вентилятор; 2 — улитка; 3 — электродвигатель; 4 — центральная труба; 5 — щиток; 6 — конус; 7 — корпус; 8 — кассета; 9 — решетка; 10 — поплавок; 11 — фильтр; 12 — тяга; 13 — пробка; 14 — бак; 15 — рукоятка; 16 — крышка.

воздуха при вентиляции — не более 1,5 м/с; содержание пыли в воздухе — не более 2 мг/м<sup>3</sup>, окиси углерода — не более 20 мг/м<sup>3</sup>.

Система вентиляции может быть *естественной* (через окна кабины) и *принудительной* (подача воздуха вентилятором). На большинстве тракторов и автомобилей используют обе системы вентиляции. На автомобилях принудительная вентиляция объединена с системой отопления кабины в холодное время.

Для принудительной приточной вентиляции кабин тракторов служит вентилятор-пылеотделитель (рис. 212, а). Он установлен на крыше кабины и состоит из корпуса, колпака 1, патрубка 2, щитка 3 и электродвигателя 5 с крыльчаткой 4. При вращении крыльчатки вентилятора воздух из окружающей среды засасывается под колпак 1, поступает на лопасти крыльчатки и после центробежной очистки по патрубку 2 проходит в кабину. Пыль, отделенная от воздуха, ударяясь в перегородки, выбрасывается наружу через выходное отверстие в корпусе вентилятора. Щитком 3 регулируют направление потока воздуха в кабину.

Для обеспечения нормального температурного режима в летнее время кабины некоторых тракторов оборудуют принудительной вентиляцией с воздухоохладителем. Обычно применяют воздухоохладители водоиспарительного типа, работа которых основана на принципе отбора тепла при испарении воды в контакте с воздухом. Такая вентиляционная установка подает в кабину очищенный от пыли, увлажненный и охлажденный воздух.

Вентиляционная установка с воздухоохладителем трактора ДТ-75МВ (рис. 212, б) работает следующим образом. Наружный воздух через воздухозаборный колпак, установленный над крышей кабины, засасывается центробежным вентилятором 1 и проходит центробежную

очистку от пыли, которая удаляется через щели в улитке 2. Далее воздух проходит по центральной трубе 4 и дополнительно очищается от пыли в поддоне при изменении направления движения. При проходе теплого воздуха через поддон и решетку 9, смоченные водой из бака 14, вода испаряется. Воздух увлажняется, охлаждается и, проходя через каскету 8, окончательно очищается от пыли и капелек воды. Очищенный воздух поступает в кабину через щиток 5, которым регулируют направление его потока.

Уровень воды в поддоне автоматически устанавливается клапаном с поплавком 10, который закрывает и открывает отверстие, сообщающее полости водяного бака и поддона. Расход воды составляет 1,2...1,4 л/ч.

В холодное время года кабина трактора Т-150К обдувается воздухом, нагреваемым в сердцевине радиатора системы охлаждения дизеля. Воздух поступает в сердцевину радиатора через заборник 1 (рис. 213, а) по металлическому рукаву 2. При выходе в кабину теплый воздух направляется по патрубкам 3 со щелями на обдув лобовых стекол, а по выходному патрубку 4 — непосредственно в кабину. На выходном патрубке установлена заслонка с рукояткой 5, при закрытии которой весь поступающий воздух направляется на обдув стекол. Рукояткой заслонки во входном патрубке можно полностью перекрыть поток воздуха в кабину.

Кабина автомобиля ЗИЛ-130 обогревается теплым воздухом, прошедшим через радиатор 12 (рис. 213, б) отопителя, включенного в систему охлаждения двигателя. Горячая вода из водяной рубашки головки цилиндров двигателя через кран 6 по водоподводящему шлангу 7 поступает в радиатор 12 отопителя и выходит из него по водоотводящему шлангу 8 во всасывающую полость водяного насоса двигателя.

Наружный воздух поступает в ото-

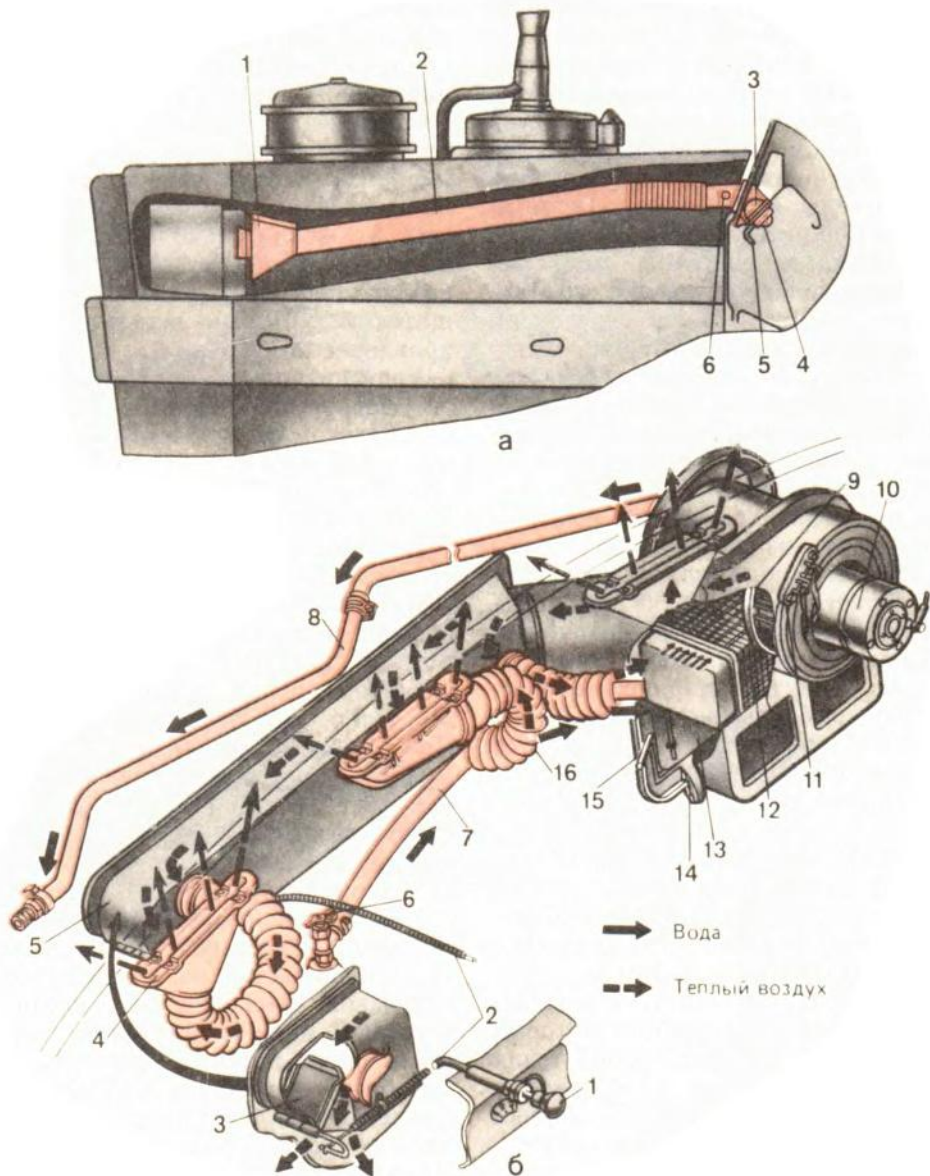


Рис. 213. Обогрев кабины:

а — трактора Т-150К: 1 — заборник; 2 — рукав; 3 — направляющий патрубок со щелями; 4 — выходной патрубок; 5 и 6 — рукоятки заслонок; б — автомобиля ЗИЛ-130: 1 — ручка управления заслонкой канала отопителя; 2 — трос; 3 — заслонка канала отопителя; 4 — сопло обдува ветрового стекла; 5 — канал; 6 — кран; 7 — водоподводящий шланг; 8 — водоотводящий шланг; 9 — вентилятор; 10 — электродвигатель; 11 — дополнительное сопротивление; 12 — радиатор; 13 — заслонка кожуха; 14 — фиксатор заслонки; 15 — рукоятка управления заслонкой кожуха; 16 — шланг обдува ветрового стекла.

питель по специальному каналу, расположенному под капотом вдоль двигателя. Подогретый воздух вентилятором 9 направляется в распределительный канал 5, а из него по шлангам 16 и соплам 4 для обдува ветрового стекла и через отверстие, перекрываемое заслонкой 3, к ногам водителя. Положение заслонки 3 изменяют ручкой 1. Поток вводимого в отопитель воздуха регулируют заслонкой 13, которая имеет три фиксированных положения: первое — закрыт доступ свежего воздуха по специальному каналу, и он поступает в отопитель из кабины; второе — открыт вход свежего воздуха в отопитель и закрыт доступ воздуха из кабины; третье — открыт вход свежего

воздуха в кабину. Первое положение заслонки используют для отопления кабины при температуре наружного воздуха ниже минус 10 °С, второе положение — при температуре выше минус 10 °С, третье положение — для вентиляции кабины без отопления.

**Контрольные вопросы.** 1. Через какие детали передается вращение хвостовику ВОМ тракторов МТЗ-80, Т-150 и К-701? 2. Как отрегулировать механизм навески тракторов МТЗ-80, ДТ-75М и Т-150К для работы с плугом и широкозахватными сельскохозяйственными машинами? 3. Как работает автоматическая сцепка трактора МТЗ-80? 4. Как работает буксирное устройство седельного тягача? 5. Для чего необходима и как работает лебедка автомобиля Урал-4320? 6. Какие устройства и как улучшают условия труда тракториста?

## ПРИЛОЖЕНИЯ

## 1. Краткая техническая характеристика тракторов

Показатель	Т-16М	Т-25А	Т-30	МТЗ-80	МТЗ-100	Т-70С	ДТ-75В *
Тип трактора	Самоходное шасси	Универсально-пропашной			Пропашной		Общего назначения
Тяговый класс		0,6	1,4		2		
Тип двигателя		Пневматические колеса			Гусеничная цепь		
Модель дизеля	Д21А1	Д120	Д-240	Д-245	Д-241Л	СМД-14НГ	
Номинальная эксплуатационная мощность, кВт	18	22	55,15	73,4	51,5	58,8	
Номинальная частота вращения коленчатого вала, мин <sup>-1</sup>	1800	2000	2200	2200	2100	1800	
Число передач:							
переднего хода	7	8	14	18	24	8	7
заднего хода	1	6	12	2	8	2	1
Обозначение шин (ГОСТ 7463—80):							
направляющих передних колес	6—16	6,5—16	7,5—20	9—20	—	—	
задних колес	9,5—32	11,2—28	15,5R38	15,5R38	—	—	

Продолжение

Показатель	ДТ-75МВ	ДТ-75Н	Т-150	Т-150К	ДТ-175С	Т-4А	К-701	Т-130М
Тип трактора	Общего назначения							
Тяговый класс	3			4		5		6
Тип двигателя	Гусеничная цепь			Пневматические колеса		Гусеничная цепь		Пневматические колеса
Модель дизеля	А-41	СМД-18Н	СМД-60	СМД-62	СМД-66	А-01М	ЯМЗ-240БМ	Д-160
Номинальная эксплуатационная мощность, кВт	66,2	70	110,4	121,4	125,1	95,5	220,6	117
Номинальная частота вращения коленчатого вала, мин <sup>-1</sup>	1750	1800	2000	2100	1900	1700	1900	1250
Число передач:								
переднего хода	7	7	12	12	4	8	16	8
заднего хода	1	1	4	4	1	4	8	4
Обозначение шин (ГОСТ 7463—80):								
направляющих передних колес	—	—	—	21,3R24	—	—	28,1R26	—
задних колес	—	—	—	21,3R24	—	—	28,1R26	—

\* Трактор ДТ-75В снят с производства в конце 1986 г.

## 2. Краткая техническая характеристика автомобилей

Показатель	ЛуАЗ-969М	ВАЗ-2121 «Нива»	УАЗ-3151-01	ГАЗ-53-12	ЗИЛ-431410	КамАЗ-5320	КАЗ-4540
Колесная формула		4×4		4×2		6×4	4×4
Грузоподъемность, кг	400	400	800	4500	6000	8000	5500
Тип двигателя	Карбюраторный четырехтактный четырехцилиндровый			Карбюраторный четырехтактный восьмицилиндровый		Четырехтактный восьмицилиндровый дизель	Четырехтактный шестицилиндровый дизель
Модель двигателя	МеМЗ-965А	2121	4141.10	ЗМЗ-53-11	ЗИЛ-130	КамАЗ-740	ЯМЗ-КАЗ-642
Максимальная мощность, кВт, (числитель) при частоте вращения коленчатого вала, мин <sup>-1</sup> (знаменатель)	$\frac{30,9}{4300...4500}$	$\frac{53,7}{5400}$	$\frac{58,9}{4000}$	$\frac{88,5}{3200}$	$\frac{110,4}{3200}$	$\frac{154,4}{2600}$	$\frac{114}{2600}$
Число передач:							
переднего хода	4	4	4	4	5	10	8
заднего хода	1	1	1	1	1	2	2
Обозначение шин	150—330	6,95—16	215—380	240—508Р	260—508Р	260—508Р	370/80—508

## ЛИТЕРАТУРА

- Автомобиль КамАЗ. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту/Под ред. В. Н. Баруа.— М.: ГОСНИТИ, 1985.— 640 с.
- Гуревич А. М. Тракторы и автомобили.— 3-е изд., перераб. и доп.— М.: Колос, 1983.— 336 с.
- Ильин Н. М., Тимофеев Ю. Л., Ваяев В. Я. Электрооборудование автомобилей: Учебник для учащихся автотранспортных техникумов.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Транспорт, 1982.— 262 с.
- Кальбус Г. Л. Гидропривод и навесные устройства тракторов.— М.: Колос, 1982.— 287 с.
- Ксенович И. П. Тракторы МТЗ-100 и МТЗ-102.— М.: Агропромиздат, 1986.— 256 с.
- Михайловский Е. В., Серебряков К. Б., Тур Е. Я. Устройство автомобиля: Учебник для учащихся автотранспортных техникумов.— 5-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1985.— 352 с.
- Тиминский В. И. Справочник по электрооборудованию автомобилей, тракторов и комбайнов.— 2-е изд., перераб. и доп.— Минск: Ураджай, 1985.— 256 с.
- Тракторы и автомобили/Под ред. В. А. Скотникова.— М.: Агропромиздат, 1985.— 440 с.
- Трактор Т-150. Техническое описание и инструкция по эксплуатации/Под ред. С. Л. Абдулы, И. А. Ковалю.— Харьков: Прапор, 1986.— 347 с.
- Тракторы Т-150К, Т-157, Т-158. Техническое описание и инструкция по эксплуатации/Под ред. С. Л. Абдулы, И. А. Ковалю.— 3-е изд., перераб. и доп.— Харьков: Прапор, 1986.— 347 с.
- Тракторы МТЗ-80 и МТЗ-82/И. П. Ксенович, С. Л. Кустанович, П. Н. Степанюк и др./Под общ. ред. И. П. Ксеновича.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Колос, 1983.— 254 с.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абрис магнето 317  
Амортизатор 178  
Антифриз 103
- Баки топливные 59  
Батарея аккумуляторная 288  
Бачок расширительный системы охлаждения 107  
Блок-картер 20
- Вал карданный 150  
— коленчатый 33  
— отбора мощности 347  
— распределительный 43  
Валы ведущих колес 158  
Вентилятор системы охлаждения 107  
Воздухоочистители 56  
Втулка направляющая клапана 49  
Выключатель аккумуляторных батарей 332  
Выключение автоматическое стартера 326
- Гаситель крутильных колебаний 36, 128  
Генератор электрохимический 292  
Гидролинии раздельно-агрегатных систем 279  
Гидропанель 236  
Гидропередача 225  
Гидропривод коробки передач 229, 236  
— механизмов поворота 240  
— — навески 267  
— МОМ 267  
— муфты сцепления 226  
Гидроприводы 225  
Гидроподъемники кузовов автомобилей 284  
Гидротрансформатор 236  
Гидроувеличитель сцепного веса 273  
Гидроусилители рулевого механизма 230, 240  
Гидроцилиндры приводов механизмов поворота 277  
Гиезда клапанов 48  
Головка цилиндров 24
- Датчик импульсов магнитоэлектрический 314  
Двигатель основной 6, 9  
— пусковой 112  
Движитель 6, 171, 180, 185  
Детали корпусные кривошипно-шатунного механизма 20  
Детали коробки передач 140  
— механизма газораспределения 43  
Диаграмма фаз газораспределения 42  
Дифференциал 8, 155, 161
- Заряд действительный цилиндра 43  
Зацепление цевочное 187
- Искра 305
- Кабина 356  
Карбюратор 75, 77, 81  
Катушка зажигания 315  
Клапан защитный 219  
— механизма газораспределения 42, 46  
— перепускной 222  
— расхода масла гидроусилителем рулевого механизма 255  
— ускорительный 222  
Классификация автомобилей 5  
— двигателей 9  
— дифференциалов 156  
— коробок передач 134  
— муфт сцепления 125  
— промежуточных соединений 148  
— систем охлаждения двигателя 103  
— — пуска двигателя 111  
— тракторов 4  
— трансмиссий 120  
Колесо ведущее (звездочка) 186  
— направляющее 187  
Кольца поршневые 29  
Кольцо компрессионное 29  
— масляное 30  
Коробка передач 6, 132, 139  
— раздаточная 137, 145  
Коромысло механизма газораспределения 46  
Корректор регулятора частоты вращения 86  
Коррекция цикловой подачи топлива 87  
Коэффициент запаса муфты сцепления 124  
— избытка воздуха 63  
— полезного действия 121  
— трансформации 120  
Кран тормозной 219, 221  
Крюк гидрофицированный 346  
Кузова автомобилей 353
- Лебедка 352  
Лента гусеничная шарнирная 185  
Литраж двигателя 11
- Магнето 317  
Материалы деталей коробок передач 138  
— смазочные 92  
Маховик 36  
Механизм навески 342  
— декомпрессионный 49  
— отбора мощности (МОМ) 347  
— передаточный пускового двигателя 113  
— рулевой 193, 196  
— тормозной 207, 211  
Механизмы газораспределения 10, 39, 40

- кривошипно-шатунные 10, 20
- основные двигателя 10
- планетарные 6
- поворота 163, 257
- управления 7
- уравнивающие 37
- Мосты ведущие колесных тракторов и автомобилей 151, 159, 184
- гусеничных тракторов 163
- Муфта сцепления 6, 113, 124, 125, 128, 129
- Муфты гидроподжимные коробок передач 142

**Надежность** воспламенения рабочей смеси 310

**Напряжение пробивное** 305

**Насос-дозатор НД-80К** 257

**Насос системы охлаждения** 107

— топливоподкачивающий 61

— ускорительный карбюратора 78, 80

**Насосы высокого давления топливные** 64

— гидроусилителей рулевых механизмов 250

— масляные 95, 234

**Неисправности аккумуляторных батарей** 293

— ведущих мостов гусеничных тракторов 170

— генераторов 303

— гидроподъемников кузовов автомобилей-самосвалов 287

— гидроприводов механизмов навески 283

— — поворота 259

— — трансмиссий 238

— — тормозных систем 266

— коробок передач, раздаточных коробок, ходоуменьшителей 147

— кривошипно-шатунного механизма 39

— механизма газораспределения 49

— муфт сцепления 132

— регуляторов частоты вращения 91

— рулевого управления 204

— системы зажигания 318

— — освещения, сигнализации и контроля 340

— — охлаждения 110

— — питания 84

— — пуска 118, 334

— смазочной системы 101

— тормозной системы 223

— ходовой части 191

**Обзор краткий исторический тракторостроения** 3

— — автомобилестроения 4

**Обогатитель** 89

**Оборудование вспомогательное** 8, 356

— гидравлическое 225

— рабочее 7, 342, 352

— электрическое 288

**Объем камеры сжатия** 11

— цилиндра 11

**Ограничитель дымления** 86, 91

**Октан-корректор** 313

**Оси стальные механизма газораспределения** 46

**Особенности конструктивные автотракторных генераторов** 301

— — аккумуляторных батарей 291

— — гидроприводов механизмов навески 274

— — трансмиссии 233

— — рулевых механизмов 247

— — систем зажигания 313

— — электрического пуска 330

— — тормозных приводов автомобилей 262

— — трансмиссий 120, 123

— — ходовой части 190

**Остов** 6, 170, 182, 188

**Отношение передаточное** 121

**Отсечка топлива** 66

**Палец поршневой** 31

**Переключатель аккумуляторных батарей** 332

**Передача главная** 152

**Передачи карданные** 149

— конечные 159, 168

— пневмоконтуры тормозных систем 214

**Пневмопривод вспомогательной тормозной системы** 216

**Подача топлива цикловая** 57, 65, 86

**Подвеска двигателей** 18

— тракторов и автомобилей 6, 171, 174, 182, 184, 189

**Подогреватели** 116, 334

**Подшипники коренные** 35

— шатунные 32

**Понятие о системах автоматического вождения трактора** 203

**Поршень** 25

**Предохранитель от замерзания** 217

**Прерыватель** 313

**Приборы контрольно-измерительные** 288, 337

— светосигнальные 337

**Приводы рулевые** 198

— тормозные 207, 214, 260

— топливных насосов 71

— управления механическими коробками передач 143

**Пружина клапана** 49

**Пуск дизеля вспомогательным двигателем** 117

**Работа многоцилиндрового двигателя** 16

**Равномерность цикловой подачи** 67

**Радиатор масляный** 99

— системы охлаждения 106

**Радиус поворота** 192

**Развал колес** 195

**Разгерметизация аккумуляторов** 290

**Разряд емкостный** 307

— индуктивный 307

**Распределители гидроприводов механизмов навески** 275

— управления 234

**Распределитель гидропривода механизма блокировки дифференциала** 259

— зажигания 313

— тока высокого напряжения 313

**Растормаживание аварийное стояночной тормозной системы** 216

**Редуктор основной коробок передач** 137

**Регулятор вакуумный** 313

— давления 216  
— центробежный 313  
— частоты вращения 10, 85, 86  
Регуляторы напряжения дискретного действия 296  
Реле стартеров тяговое 333  
— — электромагнитное 332  
Рессора 175  
Ролики поддерживающие 188  
  
Свечи зажигания искровые 316, 322  
Своевременность воспламенения рабочей смеси 310  
— подачи топлива 68  
Серьга прицепная 345  
Сигнализатор аварийной утечки тормозной жидкости 265  
Синхронизаторы коробок передач 140  
Система автоматического регулирования глубины обработки почвы 280  
— зажигания 10, 288, 305  
Система освещения и сигнализации 288, 335  
— охлаждения 10, 102, 104  
— питания 10, 51  
— пуска 10, 110, 288, 322  
— смазочная 10, 91  
— тормозная 120, 206, 209, 211  
— холостого хода (в двигателе) 78  
Системы двигателя основные 10  
Смесеобразование в дизелях 52  
— в карбюраторных двигателях 74  
— смесь горючая 9, 74  
Соединения промежуточные 148  
Способы повышения тягово-сцепных свойств колесных тракторов 181  
— регулирования глубины обработки почвы 267, 269, 272, 273, 282  
Стартер 323  
Степень сжатия 11  
Схема общая электрооборудования 340  
Схемы кинематические коробок передач 135  
— навески 342  
Схождение колес 195  
Сцепка автоматическая 344  
  
Такт 12  
Термостат 107  
Типаж тракторов 5  
Ток управления 308  
Толкатель 44  
Топливопроводы низкого и высокого давления 74  
Тормоза 207, 208, 210  
Торсион 174  
Трансмиссия 6, 120, 122  
Трапеция рулевая 193, 203  
Трение движения 91  
Трубопроводы впускные и выпускные системы питания 59

Турбокомпрессор 57

Угол опережения впрыскивания топлива 64  
— — подачи топлива 64  
Управление рулевое 120, 192, 196, 198, 199  
— — гидрообъемное (ГОРУ) 255  
Усилитель гидровакуумный 209, 262  
Условия работы деталей коробок передач 138  
Установка генераторная 288, 295  
Устройства для поддержания микроклимата в кабинах 357  
— дополнительные карбюраторов 77  
Устройство амортизирующее 188  
— буксирное 345, 352  
— дозирующее карбюратора 78, 79  
— масляных радиаторов 99, 100  
— пусковое карбюратора 78, 80  
— седельно-сцепное 355

Фильтры масляные 95, 97  
— топливные 60  
Формы камер сгорания 25, 64  
Форсунка 73

Характеристика карбюратора 77  
Ход плунжера 64, 65  
— поршня 11  
Ходоуменьшитель 137, 145

Центр поворота 192  
Центрифуга для очистки масла 97, 99  
Цикл рабочий 11, 12, 13, 15  
Цилиндр двигателя 22  
Цилиндры рабочие барабанных тормозов 264

Части основные трактора и автомобиля 6, 8  
Часть ходовая 6, 120, 170, 180, 185  
Число калильное 316  
Чувствительность гидроусилителя 240

Шариры карданные 151  
Шасси 8, 119  
Шатун 31  
Шины пневматические 171, 172, 181  
Шкив приводной 350  
Штанга механизма газораспределения 46

Экономайзер 78, 80  
Экостат 78, 80  
Электролит 289  
Элементы вспомогательные электрооборудования 288  
— для очистки воздуха и топлива 54  
— основные системы охлаждения 105  
Эффективность гидроусилителя 240

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3	§ 3. Гидроприводы механизмов поворота	240
<b>Глава 1. ДВИГАТЕЛИ</b>	<b>9</b>	§ 4. Гидравлические тормозные приводы автомобилей	260
§ 1. Классификация, общее устройство, работа и крепление	9	§ 5. Гидроприводы МОМ и механизмов навески тракторов	267
§ 2. Кривошипно-шатунные механизмы	20	§ 6. Гидроподъемники кузовов автомобилей — самосвалов	284
§ 3. Механизмы газораспределения	39	<b>Глава 4. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ</b>	<b>288</b>
§ 4. Системы питания	51	§ 1. Общие сведения	288
§ 5. Регуляторы частоты вращения	85	§ 2. Аккумуляторные батареи	288
§ 6. Смазочные системы	91	§ 3. Генераторные установки переменного тока	295
§ 7. Системы охлаждения	102	§ 4. Системы электрического зажигания рабочей смеси в двигателях	305
§ 8. Системы пуска	110	§ 5. Системы электрического пуска двигателей	322
<b>Глава 2. ШАССИ</b>	<b>120</b>	§ 6. Системы освещения, сигнализации и контроля. Общая схема электрооборудования	335
§ 1. Основные элементы шасси	120	<b>Глава 5. РАБОЧЕЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ</b>	<b>342</b>
§ 2. Классификация и конструктивные особенности трансмиссий	120	§ 1. Рабочее оборудование тракторов	342
§ 3. Муфты сцепления	124	§ 2. Рабочее оборудование автомобилей	352
§ 4. Коробки передач. Раздаточные коробки. Ходоуменьшители	132	§ 3. Вспомогательное оборудование	356
§ 5. Промежуточные соединения и карданные передачи	148	<i>Приложения</i>	362
§ 6. Ведущие мосты колесных тракторов и автомобилей	151	<i>Литература</i>	364
§ 7. Ведущие мосты гусеничных тракторов. Механизмы поворота	163	<i>Предметный указатель</i>	365
§ 8. Ходовая часть	170		
§ 9. Рулевое управление колесных тракторов и автомобилей	192		
§ 10. Тормозные системы	206		
<b>Глава 3. ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ</b>	<b>225</b>		
§ 1. Общие сведения	225		
§ 2. Гидроприводы механизмов трансмиссий	225		

**Гуревич Александр Михайлович. Болотов Алексей Константинович. Судницын Василий Иванович.**

## КОНСТРУКЦИЯ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

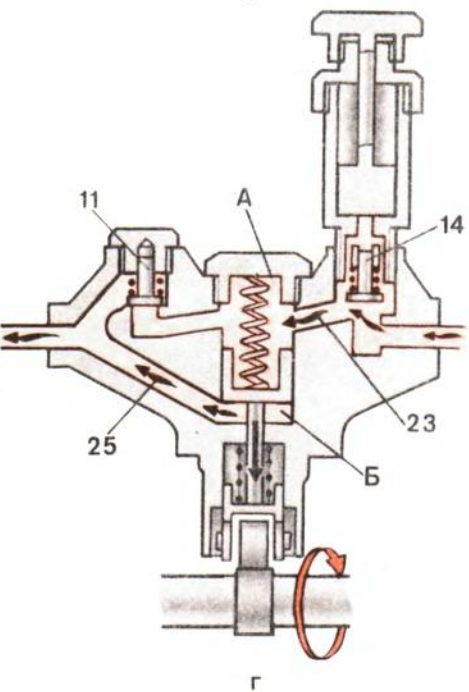
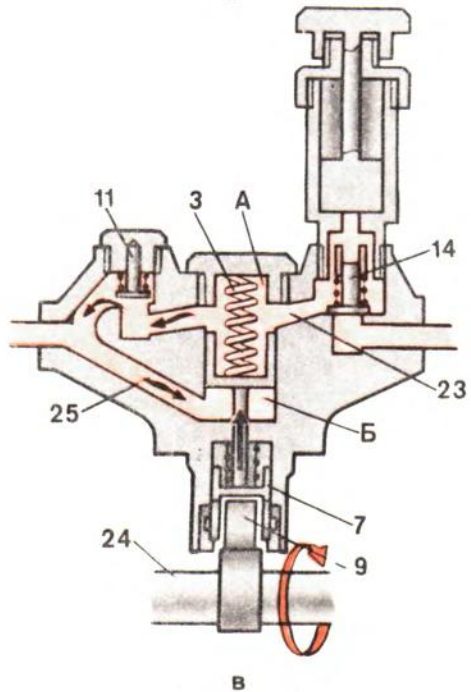
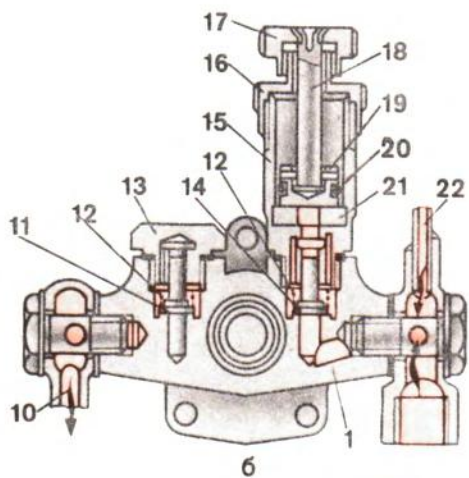
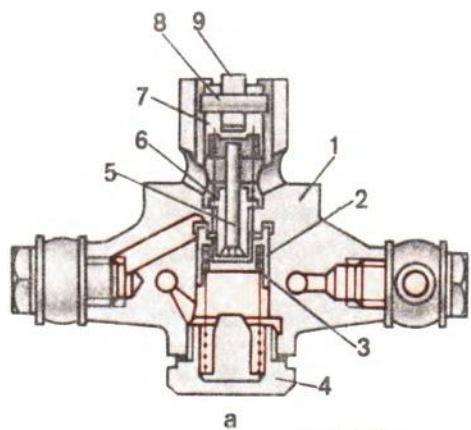
Зав. редакцией Л. И. Чичева. Художественный редактор Н. А. Никонова  
Технический редактор В. А. Боброва. Корректор В. Н. Маркина

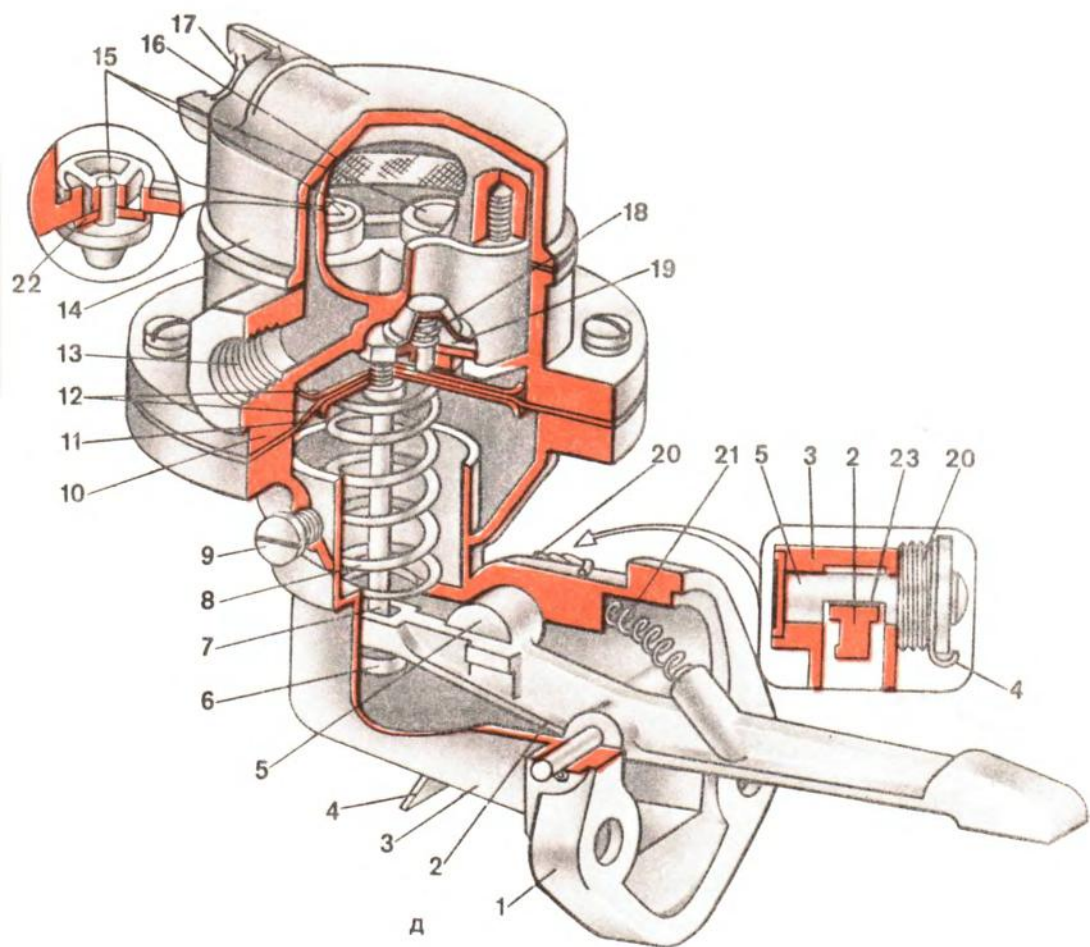
ИБ № 5575

Сдано в набор 24.02.88. Подписано к печати 18.07.89. Формат 70×100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага кн.-журн. Гарнитура Литературная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 29,9+0,32 форзац. Усл. кр.-отт. 60,45. Уч.-изд. л. 31,31+0,29 форзац. Изд. № 492. Тираж 60 000 экз. Заказ № 930. Цена 1 р. 40 к.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО «Агропромиздат», 107807, ГСП-6, Москва, Б-78, ул. Садовая-Спасская, 18.

Ленинградская типография № 2 головное предприятие ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Государственного комитета СССР по печати. 198052, г. Ленинград, Л-52, Измайловский проспект, 29.



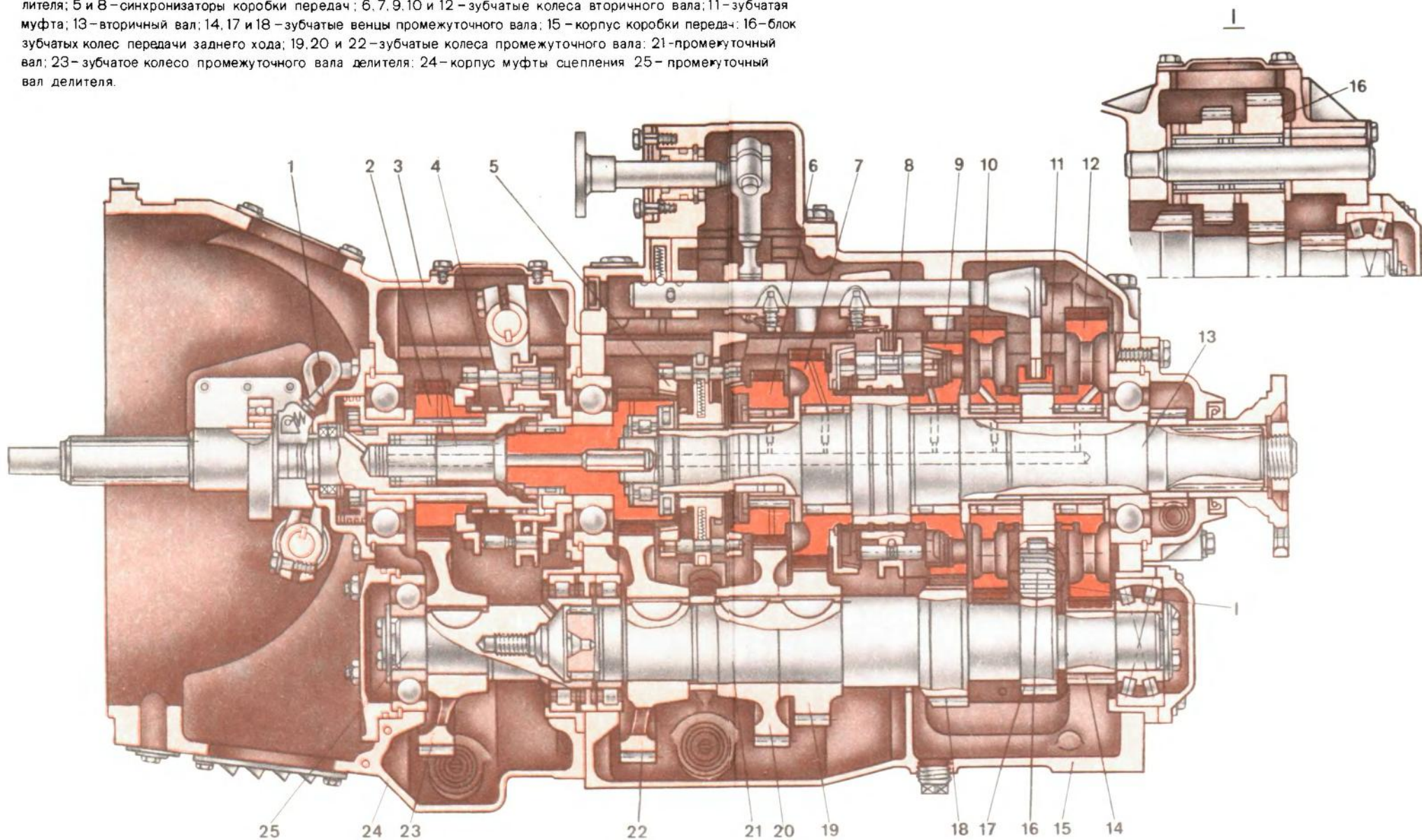


**Рис.42. Устройство и действие топливподкачивающих насосов:**

а, б, в и г - поршневого типа: 1- корпус; 2- поршень; 3- пружина поршня; 4- пробка; 5- стержень; 6- пружина толкателя; 7- толкатель; 8- ось; 9- ролик; 10 и 22- топливопроводы; 11- перепускной клапан; 12- пружина клапана; 13- пробка клапана; 14- впускной клапан; 15- цилиндр; 16- крышка; 17- рукоятка; 18- шток; 19- поршень ручного насоса; 20- уплотнительное кольцо; 21- прокладка; 23 и 25- каналы; 24- кулачковый вал ТНВД; д - диафрагменного типа: 1- фланец крепления насоса; 2- коромысло; 3- корпус насоса; 4- рычаг ручной подкачки; 5- валик; 6- упорная шайба; 7- толкатель; 8- пружина; 9- пробка; 10- головка насоса; 11- диафрагма; 12- стальные шайбы; 13- выпускное отверстие; 14- крышка насоса; 15- гнезда для установки впускных клапанов; 16- фильтр; 17- впускное отверстие; 18- пружина клапана; 19- нагнетательный клапан; 20- возвратная пружина рычага ручной подкачки; 21- возвратная пружина коромысла; 22- впускной клапан; 23- вырез на валике.

Рис.87. Коробка передач автомобилей КамАЗ:

1-ведущий вал делителя; 2-зубчатое колесо ведущего вала делителя; 3-первичный вал; 4-синхронизатор делителя; 5 и 8-синхронизаторы коробки передач; 6, 7, 9, 10 и 12-зубчатые колеса вторичного вала; 11-зубчатая муфта; 13-вторичный вал; 14, 17 и 18-зубчатые венцы промежуточного вала; 15-корпус коробки передач; 16-блок зубчатых колес передачи заднего хода; 19, 20 и 22-зубчатые колеса промежуточного вала; 21-промежуточный вал; 23-зубчатое колесо промежуточного вала делителя; 24-корпус муфты сцепления 25-промежуточный вал делителя.





УЧЕБНИКИ  
И УЧЕБНЫЕ  
ПОСОБИЯ  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ  
УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

А. М. ГУРЕВИЧ  
А. К. БОЛОТОВ  
В. И. СУДНИЦЫН

# КОНСТРУКЦИЯ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

Допущено Управлением высшего и среднего специального образования Государственного агропромышленного комитета СССР в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений по специальности «Механизация сельского хозяйства»

МОСКВА ВО «АГРОПРОМИЗДАТ» 1989

